



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة فرحات عباس سطيف 1

كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم الإقتصادية

أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه علوم

تخصص علوم إقتصادية



تحت عنوان

إستراتيجية ترقية الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة البديلة لإستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة

- دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر -

إشراف

أ.د. صالح صالح

إعداد الطالبة

سهيلة زناد

أعضاء لجنة المناقشة

| | | | |
|--------------|---------------|-------------|-------------------------|
| رئيسا | جامعة سطيف 1 | أستاذ | أ.د. عماري عمار |
| مشرفا ومقررا | جامعة سطيف 1 | أستاذ | أ.د. صالح صالح |
| عضوا مناقشا | جامعة باتنة 1 | أستاذ | أ.د. شريف عمر |
| عضوا مناقشا | جامعة جيجل | أستاذ | أ.د. مبيروك محمد البشير |
| عضوا مناقشا | جامعة جيجل | أستاذ | أ.د. عيبر عبد الحفيظ |
| عضوا مناقشا | جامعة سطيف 1 | أستاذ محاضر | د. بودرامة مصطفى |
| عضوا مدعوا | جامعة سطيف 1 | أستاذ محاضر | د. ساري نصر الدين |

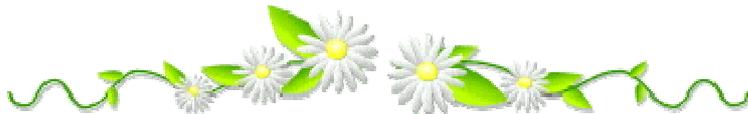
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شكر وعرفان



الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه والصلاة على سيدنا محمد وعلى آله
وصحبه وسلم وبعد؛

بداية أتقدم بخالص الشكر وعظيم التقدير والإمتنان إلى الأستاذ الدكتور
"طالح صالح" الذي شرفني بقبوله المتابعة والإشراف على هذه الأطروحة
وعلى كل ما قدمه لي من نصائح مفيدة وإرشادات قيمة وآراء سديدة، حفظه
الله وأطال في عمره وجزاه عنا خير الجزاء.
كما لا يفوتني أن أسجل صادق شكري وخالص تقديري إلى كل من كان له يد
المساعدة في إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد، بارك الله فيهم.



إهداء



إلى نهر الحب وينبوع الحنان، وتحت أقدامها تستقر الجنان...

أمي

إلى من علمني العطاء بدون إنتظار، وأحمل إسمه بكل إفتخار...

أبي

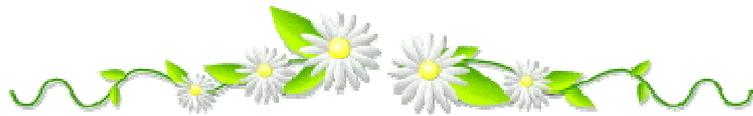
إلى بهجة أنسي ورياحين حياتي، وبرفتهم أمل قضاء حياتي...

زوجي وأولادي

إلى من معهم سعدت، ومن تعجز عن وصفهم كلماتي...

أختي وإخوتي

أهدي هذا العمل



حققتة

تكميل

لم يعد الإهتمام بموضوع الطاقة يقتصر على الأكاديميين وذوي الإختصاص وصانعي القرارات الإقتصادية والسياسية، بل أنه تعدى تلك الأطر ليصبح محل إهتمام الجميع بغض النظر عن مواقعهم الوظيفية والإجتماعية. وتعود بوادر الإهتمام بهذا الموضوع إلى عقود ماضية، غير أنه لم يتخذ طابعه الشمولي سوى خلال عقد السبعينات وتحديدا عشية التطورات التي شهدتها السوق العالمية للطاقة في أواخر عام 1973، حيث تأكد للجميع أن المسألة ليست مرتبطة بتغيير أسعار البترول بل أنها أكثر أهمية من ذلك، وتتعلق بقدرة الإحتياطي من هذا المصدر وغيره من المصادر الناضبة على الإستمرار في العطاء، خاصة مع تسارع وتيرة النمو الإقتصادي العالمي وظهور قوى جديدة تطمح إلى اللحاق بالدول المتقدمة، مما أدى إلى تزايد الطلب العالمي على الطاقة التي تعتبر أحد أهم مقومات النهوض بالقطاعات الإقتصادية المختلفة بفروعها المتعددة، الأمر الذي أدى بدوره إلى إستنزاف حاد للمصادر الطاقوية غير المتجددة وتخفيض إحتياطياتها العالمية، وزيادة نسب التلوث الناتج عن إستغلالها بشكل لاعقلاني وغير مراعي للمتطلبات البيئية.

وفي إطار الإنسجام مع متطلبات المجتمع الدولي حول تحقيق التنمية المستدامة، وفي ظل النقاط التي تمت إثارتها حول أنماط الإستخدام السائدة عالميا للموارد الطاقوية وعلى رأسها البترول، وبالنظر إلى محدودية الإحتياطي المتبقي منها، يطرح اليوم أكثر من أي وقت مضى أهمية البحث في الآليات والإستراتيجيات الكفيلة برفع الكفاءة الإقتصادية لمصادر الطاقة البديلة وإدراج الطاقات المتجددة كخيار إستراتيجي وبديل تقدمه الطبيعة، يمكن أن يخفف من أزمة الطاقة الناتجة عن السلوكيات الإقتصادية للمجتمعات وأنماط النمو السائدة، والأزمات التوأمة لها وذلك من خلال الإلتزام بالسياسة البيئية المنبثقة عن الإدارة الرشيدة والمتكاملة للموارد المتاحة، من خلال الإنطلاق من تكريس قاعدة لسيادة أنماط الإستغلال المستدام، لتكون المحصلة النهائية إستحداث التوليفة المثلى للإمداد الطاقوي المستدام الصديق للبيئة، ذو الجدوى الإقتصادية والأكثر عدالة من الناحية الإجتماعية حيث يوفر فرصا لوصول الطاقة النظيفة للمناطق المحرومة، مما يحسن شروط الحياة ويساهم في تحقيق أهداف ومبادئ التنمية المستدامة.

في نفس السياق، تسعى معظم دول العالم لإستغلال ما وهبها الله من مصادر متجددة للطاقة، فلا توجد دولة لا تسطع بها الشمس ولا تهب عليها الرياح ولا تتوفر بها مصادر مائية ولا مخلفات عضوية وغيرها، وعليه تتسابق الدول حاليا لإستغلال الإمكانيات المتاحة لديها من الطاقات المتجددة النظيفة، وتعد الشمس المصدر الرئيسي لكل هذه الطاقات، وأكثر مصادر الطاقة المتجددة إتاحة على وجه الأرض، حيث تسطع الشمس على جميع دول العالم، ومن ثم يمكن إستغلالها للحصول على الطاقة، فلا تحتكرها دولة بعينها أو قوى سياسية أو إقتصادية معينة، بل إنها متاحة في كل مكان وزمان، وتحقق الطاقة الشمسية العدالة بين الأجيال وداخل الجيل الواحد على عكس الطاقات الأحفورية -البترول خاصة- المهتدة بالنضوب، كما أنها تعزز التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة.

الجزائر، بإعتبارها دولة ريعية بإمتياز تعتمد على عوائد ثرواتها الأحفورية لتمويل إقتصادها، وفي ظل الظروف العالمية الراهنة التي تطبعها التغيرات الجيوستراتيجية للسوق الدولية للطاقة، ومع قرب نفاذ إحتياطي الثروة البترولية في الجزائر أصبح لزاما عليها إعتقاد سياسة طاقوية جديدة تنطلق من إيجاد مصادر طاقوية بديلة تخفف من التبعية البترولية

إقتصاديا وماليا وطاقويا، إذ لا بد أن تستند رؤيتها على إستراتيجية متكاملة تتمحور حول تثمين مصادر الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية التي تمتلك منها إمكانيات هائلة تأهلها لأن تكون المرشح الأول ضمن البدائل الإستخلافية للثروة البترولية الجزائرية مستقبلا، وإستعمالها لتنوع مصادر الطاقة وهكذا تدخل الجزائر عهدا جديدا من الطاقة النظيفة المتجددة في سبيل تحقيق تنمية شاملة ومستدامة.

1. إشكالية البحث

في هذا الصدد وبعد الإطلاع على الإطار العام للبحث، نصل إلى إبراز معالم إشكاليته والمتمثلة في السؤال الرئيسي التالي:

ما هي الإستراتيجية الكفيلة بترقية الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة البديلة؟ وما هي مكانة الطاقة الشمسية ضمن تلك المصادر لإستخلاف الثروة البترولية في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة؟

وعلى ضوء هذا السؤال الرئيسي يمكننا طرح الأسئلة الفرعية التالية:

- ما هي مكانة الثروة البترولية في الإقتصاديات الحديثة؟ وما هي آثار نضوبها الإقتصادية وإستخداماتها الإيكولوجية؟
- ما هي أفضل المصادر الطاقوية البديلة لإستخلاف الثروة البترولية في العالم وفق متطلبات الإستدامة؟
- في ظل رواج مفهوم التنمية المستدامة، ما هي الإجراءات المتخذة عالميا لترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية؟
- هل تعتمد الجزائر على إستراتيجية لترقية إستغلال الطاقة الشمسية لإستخلاف الثروة البترولية؟ وكيف يمكن لها الإستفادة من الشراكة والتجارب الأجنبية في هذا المجال؟

2. فرضيات البحث

يتطلب تحليل الإشكالية محل الدراسة إختبار مجموعة من الفرضيات التي تعتبر كإجابة مبدئية على مختلف الأسئلة المطروحة، والتي تتلخص فيما يلي:

- **الفرضية الأولى:** إن الطاقات المتجددة هي البديل الأمثل لإستخلاف الثروة البترولية عالميا، بحيث تكون مكاملة لها على المدى القصير والمتوسط وبديلة عنها في الأمد البعيد؛
- **الفرضية الثانية:** تعتبر الطاقة الشمسية من أفضل البدائل الطاقوية لإستخلاف الثروة البترولية في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة؛
- **الفرضية الثالثة:** سطرت الجزائر إستراتيجية لتطوير وترقية إستغلال الطاقة الشمسية تحضيريا لمرحلة ما بعد البترول.

3. أهمية البحث

تكمن أهميه بحثنا هذا في كونه يتعرض لأحد أهم المواضيع المطروحة اليوم على الساحة الإقتصادية والمتداولة بين الباحثين والمفكرين الإقتصاديين، ومقرري السياسات التنموية في مختلف الدول المتقدمة أو النامية خاصة في الوقت

الراهن الذي يتسم بتحولات إقتصادية عميقة وتحديات بيئية كبيرة، وبالتالي فإن المنظور الإستراتيجي لطاقة متوازنة بيئيا ومستدامة إقتصاديا بحيث تستطيع أن تلعب الدور وتكتسب المكانة التي حظي بها البترول منذ عقود طويلة ولا يزال كذلك جدير بالدراسة والإهتمام والبحث. وفي نفس السياق فإن الإهتمام بمختلف مصادر الطاقة التي يمكن أن تخفف الضغط على مصادر الطاقة الناضبة- البترول بشكل خاص- في المدى القصير والمتوسط من جهة والانتقال من الإعتماد عليه كمصدر رئيسي للطاقة، إلى الإعتماد على مصادر أكثر ديمومة ومتجددة بإستمرار، مثل الطاقة الشمسية، لم تأخذ بعد النصيب الكافي من الدراسات خاصة بالنسبة لحالة الجزائر، ولهذا فإن البحث في موضوع البدائل الطاقوية المستدامة للثروة البترولية الجزائرية يكتسي أهمية من أهمية هذه الثروة في الإقتصاد الجزائري.

4. أهداف البحث

تمثل أهداف البحث في النقاط التالية:

- تسليط الضوء على مختلف الموارد الطاقوية البديلة الموجودة عالميا، وتلك المتاحة في الجزائر، وتبيان مدى مساهمتها في مزيج الطاقة؛
- تقديم رؤية شاملة حول أفضل الآليات والإجراءات الإستراتيجية لإحلال الثروة البترولية بالطاقات البديلة - خاصة المتجددة- لفسح المجال للمزيد من التطبيقات الميدانية وبالتالي التخلص من التبعية البترولية؛
- توضيح أهم السياسات والإجراءات اللازمة والداعمة لتطوير ونشر إستخدام الطاقات البديلة المتجددة، ومعرفة جدوى إحلالها وإدماجها في مختلف مجالات الحياة البشرية وفي تقليل العبء على الطاقات التقليدية مستقبلا - خاصة البترول-؛
- الوقوف على سياسات وبرامج تنمية الطاقات البديلة المتجددة في الجزائر ومحاولة تقييمها وإبراز أهم التحديات التي تعرقل تنفيذها؛
- إبراز أهم النماذج والتجارب الدولية الرائدة في مجال إستغلال الطاقة الشمسية، ومدى إمكانية إستفادة الجزائر منها، من خلال تبيين إستراتيجيتها في هذا المجال، لتطوير مصادر طاقة بديلة ومتجددة لخدمة التنمية المستدامة؛
- إقتراح نموذجاً لتفعيل إجراءات وآليات ترقية إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر، بما يدعم إمكانية إستخلاف الثروة البترولية بهذه الطاقة، وبما يراعي متطلبات وضوابط الإستدامة.

5. منهج البحث

حتى نعطي الموضوع محل الدراسة حقه من التحليل والتدقيق وتسليط الضوء على مكوناته، وبالتالي نتمكن من بلورة رؤية تساعد على تجاوز الإشكالية بإقتراح حلول موضوعية وواقعية، إعتدنا على المنهج الوصفي الذي يقوم على تجميع المعلومات والبيانات اللازمة للدراسة من مختلف المصادر، للوقوف على المفاهيم ومحاولة دراسة وتحليل الإحصائيات المتعلقة بمصادر الطاقات البديلة للثروة البترولية، والوقوف على إمكانية ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر، من خلال الإستفادة من الشراكات الأجنبية، وإستقراء وإستنباط العبر والأفكار من التجارب والنماذج العالمية الرائدة في مجال إستغلال الطاقة الشمسية للتطبيق على حالة الجزائر.

6. حدود البحث

إن محاولة الإجابة على إشكالية البحث، وإختبار مدى صحة الفرضيات، دفعنا لوضع حدود وأبعاد للدراسة والتي تمثلت فيما يلي:

- **الإطار المكاني:** حيث إنتهجننا من خلاله نوعا من التدرج المكاني، فقد أخذنا بعين الإعتبار في دراستنا واقع الثروة البترولية والطاقات البديلة وإتجاهات إستغلالها على المستوى العالمي، ثم إنتقلنا إلى إسقاط ذلك على حالة الجزائر بالتركيز على الطاقة الشمسية؛

- **الإطار الزمني:** شمل هذا الإطار فترات تاريخية وتوقعات مستقبلية عديدة لها علاقة بالموضوع، إلا أن التركيز في مجمل الدراسة إنصب على الفترة الممتدة من 2000 إلى 2016.

7. أسباب إختيار الموضوع

هناك أسباب ذاتية وأخرى موضوعية أدت بنا إلى إختيار هذا الموضوع، وتتمثل أساسا فيما يلي:

الأسباب الذاتية:

- الإهتمام الشخصي بموضوع الطاقة، سواء متمثلة في الثروة البترولية أو الطاقة البديلة والمتجددة ومحاولة الإستمرار في نفس إطار موضوع رسالة الماجستير، والذي من خلاله سيتسنى لي الإطلاع على كل ما هو جديد في مجال الطاقة؛

الأسباب الموضوعية:

- أغلبية المؤتمرات العالمية المتعلقة بالطاقة، تولى أهمية كبيرة للجانب البيئي، وتنادي بضرورة ترشيد إستهلاك الطاقة، والبحث عن مصادر أكثر إستدامة ونظافة، من أجل تحقيق التنمية المستدامة؛

- أصبح موضوع التنوع الطاقوي إنطلاقا من ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية موضوعا غير قابل للتأجيل، كما يعد هدف خلق الإستدامة الطاقوية من أبرز التحديات التي تواجه تحقيق الإستدامة الإقتصادية كمشروع عالمي وإقليمي ومحلي؛

- تزايد الإهتمام والحديث عن البدائل الإستخلافية للثروة البترولية في الجزائر، نتيجة تقلص إحتياطاتها وقرب نضوبها، مما يستدعي البحث الجاد والمستعجل عن البدائل الطاقوية الإستراتيجية والمستدامة لهذا المورد الحيوي؛

- أهمية البحث في الآليات والإجراءات التي تخلق المناخ الكفيل بترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية التي تمتلك منها الجزائر إمكانيات هائلة يجب إستغلالها تحضيرا لفترة ما بعد البترول، ومن أجل دعم تحقيق تنمية شاملة مستدامة.

8. الدراسات السابقة

فيما يخص الدراسات السابقة ونظرا لأهميتها في الموضوع، فبعد المسح المكتبي والإلكتروني للدراسات والمقالات والأبحاث والمنشورات، تبين أنه لا توجد دراسات مشابهة لموضوع الدراسة بشكل تام، رغم كثرة الدراسات التي وجهت لموضوع الطاقة لكنها تناولته من زوايا مختلفة، ومن بين أهم وأقرب تلك الدراسات إلى موضوع بحثنا نذكر ما يلي:

- **الدراسة الأولى:** للباحث Rodrigues.G وآخرون بعنوان: **Renewable Energy : Economic and Environmental Issues** ، والدراسة عبارة عن مقال بجامعة أكسفورد، بريطانيا، 1994، حيث أوضح الباحثون من خلال هذه الدراسة أن الولايات المتحدة الأمريكية تعاني من عجز كبير في مصادر الطاقة على الرغم من أنها تستهلك نحو 25% من إجمالي الوقود الأحفوري العالمي سنويا وتعتمد بالأساس على إستيراد البترول من الخارج، مما يؤثر سلبيا على الأمن القومي وعلى إقتصادها، وقد خلصت الدراسة إلى أن المصدر الوحيد للوقود الذي يؤمن إنتاج الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية لمدة قرن على الأكثر هو الفحم، إلا أن إستخدامه يمثل خطرا كبيرا على المستوى العالمي، لذا أوصت الدراسة بالتوجه نحو إستخدام الطاقات المتجددة وبالأخص الطاقة الشمسية لتؤمن بذلك إنتاج الطاقة ولتحافظ جزئيا على البيئة.

- **الدراسة الثانية:** للباحث عمر شريف بعنوان: **إستخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة (دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر)**، والدراسة عبارة عن أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية جامعة باتنة: الجزائر، 2007، حيث قام الباحث بدراسة الإشكالية المتمحورة حول مدى مساهمة إستخدام الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المحلية المستدامة من خلال التعرض لمجالات إستخداماتها وكيفية الإستفادة من إقتصادياتها في تحقيق التنمية المستدامة، بالإضافة إلى إستعراض تجربة إستخدام الطاقة الشمسية في الجزائر ودورها في تحقيق التنمية المحلية المستدامة، وقد توصل الباحث إلى نتائج عدة أبرزها أنه يمكن للطاقات المتجددة أن تكون بديل مستقبلي للطاقة التقليدية نظرا لخصائصها الإيجابية خاصة البيئية، كما أن الطاقة الشمسية قد تلعب دورا مهما في تحقيق التنمية المحلية المستدامة من خلال توفير إمدادات الطاقة الكهربائية خاصة للمناطق المحرومة في الجزائر مع إمكانية تعميمها على كافة التراب الوطني مستقبلا.

- **الدراسة الثالثة:** لـ World Energy Council بعنوان: **World Energy Resources**، والدراسة عبارة عن تقرير صادر عن مجلس الطاقة العالمي، 2010، حيث تطرق التقرير إلى وضع مختلف مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة عالميا من ناحية الإحتياجات والإنتاج والإستهلاك، وكذا المشاكل الناجمة عن إستخدام الطاقة خاصة البيئية منها، إضافة إلى مسألة نضوب المصادر التقليدية للطاقة، وكذا إمكانية الإستفادة من مصادر الطاقة المتجددة والبديلة للطاقة التقليدية، وخلص التقرير بنتيجة مفادها أن مساهمة المصادر المتجددة ضعيفة جدا في إجمالي الإمداد الطاقوي العالمي مقارنة بنظيرتها التقليدية خاصة الأحفورية.

- **الدراسة الرابعة:** للباحث مارتن كالتشميث، بعنوان: **وضع إستراتيجيات مستقبلية لتطبيقات الطاقة المتجددة، المؤتمر الدولي للطاقات الجديدة والمتجددة**، وهي عبارة عن دراسة مقدمة في إطار المؤتمر الدولي للطاقات الجديدة والمتجددة، جامعة هامبورغ، ألمانيا، 2010، حيث أشار الباحث من خلال هذه الدراسة إلى أهمية التركيز على الفعاليات البديلة للطاقة وتسويقها وفق منهجية الأنظمة البديلة ودراسة جميع الخيارات المتاحة من وجهة نظر تجارية للإستفادة منها بالشكل الأمثل، مؤكدا على ضرورة تطوير التقنيات وتعديلها حسب الطبيعة والظروف المحلية والإستثمار في الوقود الحيوي وخاصة في النقل للحد من الإنبعاثات الغازية وتخفيف الآثار السلبية لها، كما نوه أيضا بالخبرات والإمكانات الموجودة في سوريا التي يمكن أقتلمتها مع التطورات التقنية التي يشهدها العالم وتطبيقها

داخليا وتحويلها إلى السوق وذلك في إطار محدد من قبل الحكومة. ومن أهم ما توصل إليه من خلال هذه الدراسة هو أن التوجه العالمي لمصادر الطاقة المتجددة والتوسع في استخدامات هذه المصادر نابع من اليقين بجدوى ومستقبل هذه الطاقة وإمكاناتها الاقتصادية في سد النقص الحاصل للإحتياجات الطاقوية المستقبلية في العالم.

- الدراسة الخامسة: للباحثة مخلفي أمينة، بعنوان: **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة**، وهي عبارة عن مقال، مجلة الباحث، العدد التاسع، جامعة ورقلة: الجزائر، 2011، حيث تناولت الباحثة من خلال هذا المقال دراسة مختلف مصادر الطاقة البديلة للنفط المتجددة وغير المتجددة، و حاولت معرفة موقع النفط ضمن هذه المصادر، مع دراسة إمكانية إحلاله بهذه الطاقات. ومن أهم ما توصلت إليه الباحثة من خلال دراستها هو أن النفط يبقى أفضل مصادر الطاقة حاليا ولا يمكن الإستغناء عنه في المستقبل المنظور، وعلى إفتراض أن العالم قد تمكن من تطوير المصادر البديلة ووضع الحلول المناسبة للمشاكل التي تعاني منها، فإن التحول من النفط إلى تلك المصادر البديلة لن يكون بالأمر الهين كما يراه البعض، بل يحتاج إلى تغيير جذري في نمط الحياة ككل.

- الدراسة السادسة: للباحث خالد عمر بعنوان: **إقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر**، والدراسة عبارة عن أطروحة كتورها في العلوم الاقتصادية، جامعة عين شمس: مصر، 2012، حيث حاول الباحث في الدراسة إستعراض واقع الطاقة في مصر، وبحث إمكانية التصنيع المحلي لتكنولوجيا تطبيقات الطاقة الشمسية بها، إلى جانب دراسة جدوى إستخدام بعض تطبيقات نظم الطاقة الشمسية في مصر، وخلصت الدراسة إلى أن نظام الطاقة العالمي الحالي القائم على الوقود الأحفوري لن يقدر على تلبية الطلب المتزايد على الطاقة مستقبلا، لذا هناك إهتمام عالمي بالطاقة الشمسية، كما خلصت الدراسة إلى أنه لا توجد سياسات وتشريعات كافية لتشجيع الإستثمار في الطاقة الشمسية في مصر، وضعف القدرات التمويلية والتصنيعية المحلية لمعدات الطاقة الشمسية.

9. خطة البحث

للإجابة على الإشكالية المطروحة في البحث ومختلف الأسئلة المتفرعة عنها، فقد تم تقسيم البحث إلى أربعة فصول تتقدمها مقدمة، حيث سنتناول في الفصل الأول **إقتصاديات الثروة البترولية وإتجاهات إستغلالها في العالم**، وذلك من خلال التعرف على مكائنها في الإقتصاديات الحديثة وجغرافيتها الإقتصادية عالميا، وكذا توجهات العرض والطلب العالمي على هذه الثروة، وفي الأخير إبراز الآثار الناجمة عن إستغلال الثروة البترولية ودوافع البحث عن مصادر طاقة بديلة لها. أما الفصل الثاني بعنوان **مدخل لإقتصاديات الطاقات البديلة عالميا**، سنحاول من خلاله التعرف على إقتصاديات مختلف مصادر الطاقة البديلة الناضبة منها والمتجددة لتقييم إمكانية إحلال الثروة البترولية بإحدى تلك البدائل التي تستجيب لضوابط الإستدامة، ومن ثم التطرق لأهم الإجراءات المتخذة عالميا لتبني الطاقات البديلة المتجددة ضمن منظومة الطاقة العالمية. أما من خلال الفصل الثالث سنتناول **الطاقات البديلة في ظل تحديات ضوابط التنمية المستدامة**، من خلال التعرف على ماهية التنمية المستدامة وأهم مبادئها، أبعادها وضوابطها، ثم التطرق لإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية ضمن رهاناتها ومتطلباتها، مع إبراز مكانة الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، وفي آخر الفصل نوضح بعض مداخل تحقيق مبادئ الإستدامة عالميا من خلال التوجه لإستغلال الطاقة الشمسية. في الفصل الرابع الذي يخص دراسة الحالة، سوف نتطرق من

خلاله إلى آليات وإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية لإستخلاف الثروة البترولية في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة بدءا بإلقاء نظرة عامة حول الثروة البترولية الجزائرية ومكانتها في الإقتصاد الوطني، ثم توضيح أهم البدائل الطاقوية المتاحة للثروة البترولية الجزائرية ومكانة الطاقة الشمسية ضمنها، مع التحري عن السياسة الجزائرية المسطرة للنهوض وترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية، ونختم الفصل بإقتراح نموذج لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر على ضوء الشراكة والتجارب الأجنبية بما يخدم متطلبات الإستدامة. وأخيرا سوف نُنهي البحث بخاتمة مدعمة بمقترحات وآفاق تخص الموضوع.

الفصل الأول
اقتصاديات الثروة المتدرولية
واتجاهات استغلالها في العالم

تمهيد

تعد الطاقة عصب الحياة والمحرك الرئيسي للتقدم الإقتصادي بصفة عامة والتقدم الصناعي والتكنولوجي بصفة خاصة، وهي تلعب دورا مهما في بناء الحضارة البشرية، فقد إعتمد الإنسان في حضارته القديمة والحديثة على الطاقة بمصادرها المختلفة لتحويل الموارد الإقتصادية من شكلها الأولي إلى أشكال أخرى متعددة قادرة على إشباع الحاجات والرغبات المتنوعة للمجتمعات، ويعتبر البترول أحد أهم مصادر الطاقة وأكثرها إنتشارا في العصر الحديث الأمر الذي جعله يحظى بإهتمام كبير من مختلف الدول، نظرا للمكانة التي يحتلها في إقتصادياتها، إلا أن إستشراف وضع الطاقة عالميا يؤكد أن هناك إتجاهات قوية ومتواصلة منذ فترة طويلة لإدخال تغيرات جوهرية على النمط السائد للمنظومة الطاقوية العالمية، والذي يعتمد بدرجة كبيرة على مصادر الطاقة الأحفورية وخاصة البترول، وبالنظر للظروف الراهنة التي تسود العالم (قرب نفاذ مخزون البترول، تذبذبات أسعاره في السوق العالمية والتغيرات المناخية الناتجة عن إستغلاله) ستجبر دول العالم إلى إستعمال التوجه للبحث عن بدائل لهذه الثروة بما يتماشى وضوابط التنمية المستدامة.

ومن خلال هذا الفصل نهدف إلى التعرف على ماهية الثروة البترولية وإمكاناتها العالمية، وكذا إتجاهات إستغلالها في السوق العالمية، ونختم بالتطرق لآثار إستغلال الثروة البترولية ودوافع البحث عن مصادر طاقة بديلة لها وذلك من خلال المباحث التالية:

✓ المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الثروة البترولية؛

✓ المبحث الثاني: إمكانات العالم من الثروة البترولية؛

✓ المبحث الثالث: إتجاهات السوق العالمية للثروة البترولية؛

✓ المبحث الرابع: آثار إستغلال الثروة البترولية ودوافع البحث عن مصادر طاقة بديلة.

المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الثروة البترولية

كان الفحم هو المصدر الرئيسي للإمداد بالطاقة المستهلكة في العالم حتى الحرب العالمية الثانية، وكان للبتروك دوراً ضئيلاً في الإمداد بالطاقة، ومع تدمير مناجم الفحم في أوروبا الغربية أثناء الحرب العالمية الثانية، أثر ذلك على ميزان الطاقة وعلى الإمداد بها وكان لابد من البحث عن مصدر آخر لتلبية الإحتياجات الطاقوية، ومن هنا زاد الإعتقاد على البترول كمصدر من مصادر الطاقة خاصة مع تزايد الإكتشافات منه وتوافر العديد من المزايا فيه والتي لا تتوفر في الفحم، وبذلك ظهر البترول على خريطة الطاقة العالمية وزادت نسبة مساهمته في ميزانها الطاقوي¹.

ويتناول هذا المبحث المفاهيم الأساسية حول الثروة البترولية، من خلال التطرق لماهيتها، صناعتها وميزاتها و التطرق للتطور التاريخي لإستغلالها، وكذا التعرف على الأهمية الوظيفية للثروة البترولية في الإقتصاديات الحديثة.

المطلب الأول: ماهية الثروة البترولية

يعتبر البترول أحد أهم المصادر الناضبة لإنتاج الطاقة في العالم، وبالتالي فإنه يتوجب قبل التطرق إلى مفهومه ومقاييسه، منتجاته، خواصه، العروج أولاً على مفهوم الموارد الناضبة بإعتبار البترول ذات طبيعة إستفادية غير متجددة.

أولاً: البترول كمورد من الموارد الناضبة

تنقسم الموارد الطبيعية إلى موارد متجددة وموارد ناضبة، ونوع وسط قابل للنضوب، ويتم تصنيف المورد من حيث مدى قابليته للنضوب بمقارنة معدل تجددده بالمعدل المحتمل لإستغلاله.² فالموارد المتجددة هي تلك التي تتجدد تلقائياً وبشكل سريع يفوق المعدل المحتمل لإستغلالها، بحيث لا يكون هناك خوف من نفاذها، ومن أمثلتها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ومياه الأمطار والأنهار والمياه الجوفية المتجددة. أما الموارد الناضبة فهي تلك التي يستحيل تشكيل وتكوين أرصدة جديدة منها، أو يحتاج هذا التكوين لفترات زمنية طويلة قد تصل إلى مئات الآلاف من السنين أو أكثر، وقد تكون مخزنة فوق الأرض أو تحتها،³ كالفحم والبترول والغاز والثروات المعدنية المختلفة،⁴ وإذا كان من الممكن إعادة تدوير بعض تلك الموارد بعد إستعمالها، فإن ذلك يتضمن تكلفة قد تكون جد باهظة، غير أنه ومهما حاولنا إعادة تدوير تلك الموارد فلا يمكن أن نسترجع الكمية المستخدمة كلها وبالتالي فإن رصيدها يتناقص بإستمرار.⁵

وفي بعض الحالات لا يؤدي دخول المورد في العملية الإنتاجية إلى نضوبه، بل يشارك بخدماته مع بقائه على حالته، وفي هذه الحالة وطالما إستمر المورد في قدرته على تقديم نفس الخدمة مع مرور الزمن فإنه لا يعتبر ناضباً

¹ رمضان محمد مقلد وآخرون، إقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2003، ص203.

² كتوش عاشور، الغاز الطبيعي في الجزائر وأثره على الإقتصاد الوطني، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2004، ص11.

³ إيمان عطية ناصف، إقتصاديات الموارد والبيئة، دار الجامعة الجديدة، الأزايطة، مصر، 2007، ص27.

⁴ Roger Perman & Others, **Natural Resource and Environmental Economics**, Third Edition, Pearson Education, Harlow, 2003, p506.

⁵ كتوش عاشور، مرجع سبق ذكره، ص 12.

وهكذا تعتبر الأراضي الزراعية مثلا موردا غير ناضب حيث لا تفقد قدرتها على تقديم الخدمة الإنتاجية إلا إذا أسيء إستغلالها، وفي هذه الحالة تصبح موردا قابلا للنضوب.

وبصفة عامة يمكن القول أن المورد يعتبر ناضبا إذا ما توفرت فيه الخاصتين التاليتين:

- أن يكون سلعة غير قابلة للإنتاج (في مفهومه العام مع تجاهلنا لعملية الإستخراج كعملية إنتاجية) وهو لا يختلف في ذلك عن باقي الموارد الطبيعية كالأرض الزراعية مثلا؛

- والصفة المميزة للمورد الناضب هو أنه ينفذ بإستعماله في العملية الإنتاجية (أي يستهلك في العملية الإنتاجية)¹، وبالتالي لا تعتبر بعض الموارد الطبيعية ناضبة طالما أمكن إستعمالها في العملية الإنتاجية دون أن تستهلك، فصفة النضوب يجب بحثها في الواقع بالنسبة للخدمة التي يؤديها المورد وليس بالنسبة للمورد ذاته.

وهكذا يمكن تعريف المورد الناضب بأنه: "ذلك المورد الذي لا يمكن إنتاجه أو صناعته والذي لا بد وأن ينفذ رصيده عاجلا أم آجلا مع إستمرار إستعماله في العملية الإنتاجية"².

ومنه نستنتج أن البترول يعتبر من بين الموارد الناضبة لأن له نفس الخصائص التي ينطبق عليها هذا التعريف، فهو غير قابل للتجدد، وإنتاجه (إستخراجه) يساهم في نقصانه وبالتالي زواله في المدى المتوسط أو البعيد.

ثانيا: مفهوم الثروة البترولية

كلمة بترول Petroleum هي كلمة من أصل لاتيني مشتقة من كلمتين هما: كلمة Petra وتعني الصخر وكلمة Oleum وتعني الزيت، وبذلك يكون معناها زيت الصخر³، وهو مادة بسيطة من حيث أنه يتكون كيميائيا من عنصرين فقط، هما الهيدروجين والكربون، ومركب من حيث اختلاف خصائص مشتقاته وذلك تبعا للإختلاف الجزيئي لكل منها وباعتباره خليطا من المواد الهيدروكربونية⁴ والبترول سائل دهني له رائحة خاصة تميزه وتختلف ألوانه بين الأسود، الأخضر، البني والأصفر، كما تختلف لزوجته تبعا لكثافته النوعية.

وتؤكد المراجع أن أصل البترول يرجع إلى نحو 300 مليون سنة من كائنات عضوية طمرت تحت سطح الأرض وفي أعماق البحار تعرضت لضغوط عالية ودرجات حرارة مرتفعة أدت إلى تحولها إلى سائل غليظ هو البترول. وقد عرفت الحضارات القديمة البترول من خلال ما طفا منه على سطح الأرض وظل إستعماله على الإستخدامات البدائية إلى أن تم التوصل إلى طرق إستخراجه من باطن الأرض على الشكل الذي يستخرج به في منتصف القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة الأمريكية أين تم حفر أول بئر بترول في ولاية بنسلفانيا الأمريكية في عام 1859 وكان بئر (جون درايك) الأمريكي أول بئر بترولية في العالم على عمق 69.5 قدما. وقد شهدت عملية إكتشاف وإستخراج خام البترول، والتي تعد من العمليات المعقدة، العديد من التطورات منذ أن نجح الأمريكي جون درايك في حفر أول

¹ P.S. Dasgupta and G.M.Heal, **Economic theory and exhaustible resources**, James Nisbet – Co.ltd. Digswell Place, Welwyn, Herts, and Cambridge University press, p153 .

² كتوش عاشور، مرجع سبق ذكره ، ص 13.

³ خالد أمين عبد الله، محاسبة النفط، دار وائل للنشر، عمان، 2002، ص13.

⁴ Jean Charles Dubart، **Energie le grand tournant**, Paris, 1981, p75-76

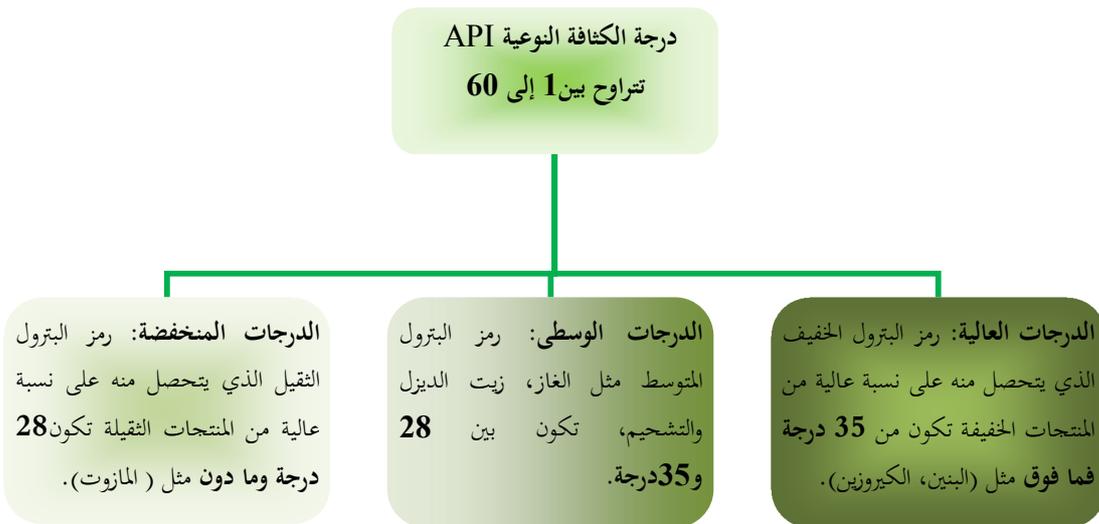
بئر بطريقة الحفر، وفي القرن العشرين شهدت صناعة البترول تقدما هائلا في هذا المجال، وذلك بإستخدام أحدث الأساليب التكنولوجية والتقنية.

وتتميز المادة البترولية بالمميزات التالية:

1. نقطة الإنسكاب: يقصد بها درجة إنسياب المادة البترولية كمادة سائلة وهي مرتبطة بالمادة الشمعية المتواجدة بالبترول الخام وتدل على مقدار لزوجته وأقل درجة حرارة ينسكب بها، ويؤثر إرتفاعها على جودة البترول، سعره وتكاليف إنتاجه.

2. درجة الكثافة النوعية: تعني نسبة وزن مادة معينة إلى وزن حجم مماثل من الماء عندما تتعادل درجتها الحرارية ويعبر عنها بإستخدام مقياس معهد البترول الأمريكي (API)¹، تتراوح بين 1 إلى 60 وتدل على نوعية وجودة البترول حيث كلما إرتفعت درجة API كان البترول أخف وذا جودة عالية، وتنقسم درجة الكثافة النوعية إلى ثلاثة أقسام كما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم (1.1): أقسام درجة الكثافة النوعية للبترول



المصدر: محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983، ص11.

وللإشارة فإن المنتجات أو المشتقات البترولية تتوزع بين المنتجات الخفيفة والمنتجات المتوسطة والمنتجات الثقيلة.²

3. مميزات أخرى: نميز بين نوعين من المادة البترولية (الحلوة والمررة)^{*} حسب نسبة المادة الكبريتية المتواجدة فيها إذ يعتبر الفرق في نسبة الكبريت من أهم الفروق النوعية التي تميز بين أسعار البترول الخام، حيث أنه كلما قلت نسبة الكبريت في البترول الخام كلما زادت قيمته، وقد تعاضمت أهمية هذه الخاصية في البترول تزامنا مع تزايد الإهتمام بنظافة البيئة وحماية النظام الإيكولوجي، وأصبحت الخامات ذات نسبة الكبريت المنخفضة تحصل على علاوة تماثل

¹ API (American Petroleum Institute)، درجة (API) = (141.5 / درجة الكثافة النوعية عند حرارة 60°ف) - 131.5.

² علي لطفي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، مصر، 2008، ص146.

^{*} يعتبر البترول حلوا إذا كانت نسبة الكبريت فيه 0.5% فأقل، أما إذا تجاوزت هذه النسبة فيصبح البترول حامضا أو مرا.

القيمة اللازمة لتخفيض نسبة الكبريت إلى المستوى الذي تسمح به القوانين المعمول بها في الدول المستوردة والمستهلكة للبتروول.

ثالثا: مقاييس الوحدة البترولية

الوحدة القياسية البترولية إما أن تكون بموجب الحجم أو الوزن:¹

1. الحجم: يعتمد قياس حجم البتروول إما على:

- الوحدة الأمريكية: هي الأكثر إستعمالا وهي البرميل (BARREL)²، الذي يعادل 159 لتر؛
- وحدة قياس المتر المكعب: ويعادل 6.28 برميل، هذا المعيار يستعمل في بعض البلدان مثل أوروبا الغربية (فرنسا، ألمانيا).

2. الوزن: يعتمد مقياس الطن كوحدة قياسية:

- الطن الطويل يعادل 1006 كلغ؛
- الطن المتري يعادل 999 كلغ؛
- الطن القصير يعادل 906 كلغ.

رابعا: الخواص الذاتية والموضوعية للبتروول

تتميز المادة البترولية بخواص ذاتية وأخرى موضوعية أتاحت لها الفرصة لأن تتبوأ مركز الصدارة بين مجموعة غير قليلة من مصادر الطاقة الأخرى، يمكن توضيح أهم تلك الخواص في النقاط التالية:³

1. الخواص الذاتية: إذا نظرنا للبتروول كونه مادة سائلة أتاحت الفرصة لنقله وتخزينه بسهولة مما يترتب على ذلك إنخفاض في التكلفة والوقت، كذلك يتميز البتروول بأنه يمكن أن يشتق منه منتجات عدة تلاءم تكنولوجيات متباينة وهذه الأخيرة تؤدي أغراضا مختلفة ساعدت على توسيع دائرة رفاهية الإنسان وسعاداته، فضلا عن ذلك يمكن إستخدام بعض المشتقات البترولية كمادة أولية في إنتاج الكثير من السلع البتروكيمياوية كالبلستيك والألياف الإصطناعية والمنسوجات والأصبغة وغيرها، هذه المميزات يمكن أن تدرج في خانة الخواص الذاتية.

2. الخواص الموضوعية: فيما يتعلق بالخواص الموضوعية فيمكن الإشارة إلى أن الإستثمار في المجال الصناعي البتروولي يدر عوائد مالية ضخمة مما يشجع رؤوس الأموال الكبيرة للإنخراط في هذا المجال والإستفادة من أرباحه العالية، كذلك يتميز البتروول بأن تكلفة إنتاج وحدة الطاقة منه تكون منخفضة بالمقارنة مع تكلفة إنتاج نفس الوحدة من المصادر الأخرى للطاقة (الفحم والطاقة النووية) مع الإشارة أن الغاز الطبيعي يشترك مع البتروول في غالبية التكاليف إلا أن الغاز يتفوق على البتروول من ناحية الكفاءة البيئية كما يوضحه الجدول التالي:

¹ محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البتروولي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983، ص9.

² المرجع السابق، نفس الصفحة.

³ هاشم مرزوك الشمري، عمار محمود حميد، مستقبل الطلب على البتروول في ظل تراحم المصادر البديلة، جامعة كربلاء، العراق، بدون سنة نشر، ص3-4.

الجدول رقم (1.1): مقارنة تقريبية لتكلفة إنتاج وحدة من الطاقة من مختلف مصادر الطاقة التقليدية

| البيان | البتترول | الفحم | الغاز الطبيعي | الطاقة النووية |
|---------------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------------|
| التكلفة الرأسمالية (سنت/كيلوواط ساعي) | 2.5 - 2 | 4.3 - 2 | 2.5 - 2 | 10 - 3.8 |
| التكلفة الكلية (سنت/كيلوواط ساعي) | 5.7 - 4.8 | 6.9 - 3.8 | 5.7 - 4.8 | 11.8 - 5.3 |
| المدة اللازمة للتشيد (سنة) | 5 - 3 | 5 - 3 | 5 - 3 | 12 - 4 |
| التأثير السلبي على البيئة | متوسط | عال | منخفض | موضع خلاف |

المصدر: حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2000، ص57.

بالإضافة إلى ما سبق ذكره، فإن الحالة التكنولوجية المسيرة في العالم لا تسمح على الأقل في المدى القصير والمتوسط للتحويل عن البترول ومشتقاته لتسيير عجلة الإقتصاد في العالم، لأن معظم المكامن والمعدات والأجهزة الحالية تعمل على البترول في توليد الطاقة بحالتها الحركية والحرارية والضوئية، وإن التحويل عنه يستوجب تغيير النمط التكنولوجي القائم ليتلاءم مع مصدر الطاقة الجديد وهذا بحد ذاته يكلف الكثير.

المطلب الثاني: الصناعة البترولية من المنبع إلى المصب

تكون مجموعة النشاطات الاقتصادية المتعلقة بإيجاد وإستخراج وإنتاج وتوزيع وإستهلاك المادة البترولية موضع الإقتصاد البترولي، وتعد الصناعة البترولية ذلك النشاط الإنساني الإنتاجي المركب والمتباين والمتنوع في مراحلها ومجالاته المتعددة، حيث تترايط هذه المراحل ويتكامل بعضها مع بعض لتكوين مجموع الإقتصاد البترولي. ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على مفهوم الصناعة البترولية وكذا التطرق لمختلف مراحلها من المكنم حتى المستهلك.

أولاً: مفهوم الصناعة البترولية

الصناعة البترولية هي مجموعة النشاطات أو الفعاليات أو العمليات الصناعية المتعلقة بإستغلال الثروة البترولية سواء بإيجادها خاماً وتحويل ذلك إلى منتجات سلعية صالحة للإستعمال والإستهلاك المباشر أو غير المباشر من قبل الإنسان.¹ ونميز ضمن الصناعة البترولية بين نشاطات الصناعة الإستخراجية والصناعة التحويلية، حيث تهدف الأولى إلى إستخراج البترول من باطن الأرض وتسويقه بعد إجراء ما يستلزمه هذا النشاط من تركيز أو تنقية أو تعبئة... الخ وتندرج هذه الصناعة ضمن مرحلة المنبع من نشاط الصناعة البترولية، أما الثانية (الصناعة التحويلية) فتهدف إلى تحويل تلك المواد الأولية إلى أشكال أخرى لخدمة العديد من الأغراض الإنتاجية والإستهلاكية.

إن هذا النشاط الصناعي الواسع في مجالاته والمتكامل في طبيعته، مرتبط وناجم عن طبيعة المادة البترولية وخصوصيتها المميزة عن بقية الموارد الطبيعية الأخرى، فمثلاً المادة البترولية توجد أساساً في أعماق الأرض أو البحار وفي البعض من طبقاتها ومناطقها الجيولوجية والجغرافية، ضف إلى ذلك تعذر إستخدامها وإستهلاكها مباشرة وبصورتها الخام إلا في مناطق ضيقة ومحدودة وبنسب صغيرة. لذلك لا بد من البحث عن البترول وإستخراجه وتحويله إلى سلعة صالحة للإستعمال والإستهلاك.

¹ محمد أحمد الدوري، مبادئ إقتصاد النفط، دار شموع الثقافة، الزاوية، ليبيا، 2003، ص15.

وتتسم صناعة البترول ببعض الخصائص والسمات التي تميزها عن باقي الصناعات، وتمثل أهمها فيما يلي:¹

1. صناعة ذات كثافة عالية من رأس المال: تتطلب الصناعة البترولية رؤوس أموال ضخمة جدا من أجل إستغلال الثروة البترولية، وذلك راجع إلى المخاطر الرأسمالية الكبيرة التي تتميز بها مرحلة الإستثمار الأولى والمتمثلة في البحث عن البترول، ولقد لعبت هذه السمة دورا كبيرا في إرساء هيكل الصناعة البترولية على أسس إحتكارية. كما أن ضخامة رؤوس الأموال في الصناعة البترولية تتفاوت وتباين من منطقة إلى أخرى ومن مرحلة إلى أخرى، إضافة إلى تعدد وعدم التجانس في خصائص البترول وكيفية إستغلاله سواء كان ذلك من الجوانب الطبيعية والكيميائية أو الجيولوجية والتكنولوجية. وفي هذا الصدد فقد إرتفعت تكلفة العثور على البترول وتنميته منذ منتصف التسعينات بمعدل 10% سنويا في المتوسط، فبعد أن كانت حوالي 4 دولارات للبرميل في المتوسط، إرتفعت سنة 2003 إلى 7 دولارات في المتوسط،² وهي حاليا في إرتفاع مستمر من منطقة إلى أخرى. كما تتطلب الصناعة البترولية مهارات وفتيات عالية وتدريب خاص وتحصيل علمي متقدم وعالي، مما يؤدي إلى ضخامة حجم الإستثمارات الرأسمالية اللازمة في مراحل الصناعة البترولية وخاصة مرحلة المنبع. والذي يعني ضخامة حجم النفقات الثابتة ما يجعل معظم الدول المنتجة للبترول تعتمد على الشركات العالمية في بدء إنتاج البترول لكون معظم هذه الدول نامية ولا تمتلك التكنولوجيا ولا رؤوس الأموال لإقامة هذه الصناعة؛

2. الطبيعة الإستنفاذية للبترول: إن المادة البترولية التي تقوم وتعتمد عليها الصناعة البترولية هي مادة ناضبة وغير متجددة أي أن حياة الصناعة البترولية هي لفترة زمنية محدودة ومعلومة، وعالية فإن هذه الصناعة تتوقف على مدى تطور نسب تقديرات الإحتياطي البترولي. إضافة إلى أن إستخراج البترول يعني بالضرورة نضوب مكانه، ويحتاج الكشف عن مكان جديدة إلى جهود كبيرة تكثفها إحصائية عدم الوصول إلى إكتشافات جديدة، وهذا يعني أن تعويض البرميل الذي يستخرج يتطلب صرف مبالغ كبيرة تتعاظم مع الزمن بسبب المخاطر الرأسمالية الكبيرة التي تميز الصناعة البترولية عموما، وبالتالي فإنه كلما زاد إستخراج البترول من باطن الأرض كلما إقتربت فترة نفاذه؛

3. الصناعة البترولية نشاط ذو نزعة عالمية: إن الطابع الإحصائي لعمليات الإستكشاف يجعل من إتفاقيات الإستكشاف والإنتاج التي تبرم مع الدول المصدرة للبترول ليست منصفة إقتصاديا، ومحفوفة بمخاطر الفشل، لذلك تضطر الشركات البترولية العاملة في هذا المجال إلى عدم تركيز نشاطها في منطقة واحدة، وتوزيع جهودها الإستكشافية على مناطق عديدة من أجل التقليل من مخاطر الإستثمار والرفع من إحصائيات إكتشاف إحتياطات جديدة، تعوض بها ما خسرت في المناطق التي كانت فيها نتائج البحث سلبية. كما تتميز الصناعة البترولية بإتساع نطاق نشاطها، الذي يمتد ليشمل السوق الدولية، فنجد أن إنتاج البترول يعتمد بصورة كبيرة على الشركات العالمية إذ أن تعدد مراحل إنتاجه يؤدي إلى توزيع هذه المراحل على عدد كبير من الدول، مما يعني تباين النفقات في المراحل المختلفة حسب

¹ أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة إستغلال النفط على الصادرات (دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية)، أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية، جامعة قاصدي مبراح، ورقلة: الجزائر، 2013، ص5-6. (بتصرف)

² حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الثانية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2006، ص312.

أسعار عناصر الإنتاج والتكنولوجيا المستخدمة وأسعار الصرف، وبالتالي فمن خلال هذه المميزات أصبحت الصناعة البترولية صناعة عالمية؛

4. تتميز الصناعة البترولية بالتكامل الرأسي، حيث تتداخل مراحل إنتاج البترول بصورة يصعب معها أحيانا الفصل بين نفقات بعض المراحل عن بعضها الآخر؛

5. تتميز الصناعة البترولية بطول فترات الإنتاج مما يزيد من آثار سرعة تغير التكنولوجيا وتغير طبيعة سوق كل عنصر من عناصر الإنتاج، وتغير طبيعة سوق البترول وإختلاف هوية الملكية أو الإحتكارات، وتغير السعات الإنتاجية، وصعوبة حساب تغيرات أسعار صرف العملات المستخدمة في حساب النفقات.

ثانيا: مراحل الصناعة البترولية*

تمر عملية إنتاج البترول بعدة مراحل بدءا بالبحث والإستكشاف وصولا إلى التصنيع، ولكن قبل التطرق لهذه المراحل بنوع من التفصيل نشير في البداية لمكمن المادة البترولية أي تواجدها.

1. **تواجد البترول:** يوجد البترول عادة عند سطح الأرض أو في باطنها وتكون في الطبيعة من تحلل المواد العضوية الناتجة من إنضمام الملايين من الحيوانات والنباتات الميتة عبر ملايين السنين في طبقات الطمي الناعم تحت ضغط وحرارة شديدة، وظل داخل مسام الطبقات الرسوبية إلى أن حدثت إلتواءات أو إنكسارات في القشرة الأرضية حيث يتجمع فيما يسمى بالمصيدة البترولية، ويستقر بها إذ لا يستطيع الهجرة منها لأنه يحاط بطبقات صخرية غير مسامية تسمى صخر الغطاء.¹

أ. **مصائد البترول:** المصائد التي يتجمع فيها البترول نوعان:

✓ **النوع الأول:** يتراكم البترول فيما يسمى بالمصيدة نتيجة الإلتواءات والإنكسارات بفعل حركات القشرة الأرضية وبحكم طبيعة البترول التي تسمح له بالهجرة داخل الصخور المسامية؛

✓ **النوع الثاني:** تتكون المصيدة البترولية أيضا نتيجة لتحول الطبقات المسامية إلى طبقات غير مسامية بفعل العوامل الطبيعية كما قد تتكون لأسباب جيولوجية أخرى.

ب. **الحقل البترولي:** يتكون نتيجة تقارب عدد من المصائد البترولية لتكون وحدة منتجة واحدة تسمى حقلًا بتروليا مثل حقل البرقان الكبير في الكويت.

ج. **الحوض البترولي:** قد يكون عددا من الحقول البترولية حوضا بتروليا مثل الخليج العربي الذي يضم أكبر حقول البترول في السعودية، إيران، الكويت والعراق.

2. مراحل دورة إستغلال البترول: تلخص دورة إستغلال البترول في المراحل التالية:²

أ. **مرحلة البحث والإستكشاف:** وتتضمن هذه المرحلة وجوب تحديد المواضيع التي تشتمل على تراكيب بيولوجية تشير إلى وجود البترول، من خلال إجراء مختلف الدراسات التحليلية والأعمال التطبيقية في الجوانب الفنية والجيولوجية

* للإطلاع على مخطط يلخص مختلف مراحل الصناعة البترولية أنظر الملحق رقم (1.1).

¹ خالد أمين عبد الله، مرجع سبق ذكره، ص14.

² حسان خضر، أسواق النفط العالمية، مجلة جسر التنمية، العدد 27، السنة الخامسة، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، نوفمبر 2005، ص 4-5.

والإقتصادية والتكنولوجية، وذلك بغية تحديد أنسب المواقع لحفر الآبار. وتبدأ أول عمليات إستخراج البترول بالبحث والتنقيب عن الخام، وتشتمل على الوسائل المختلفة العلمية والفنية للكشف عن البترول وتمثل هذه الطرق فيما يلي:¹

✓ **طريقة المسح الجوي والإستشعار عن بعد:** تبدأ هذه الطريقة بإستخدام الطائرات للإستشعار من بعد أو الأقمار الصناعية إن وجدت، حيث يتم تصوير المنطقة من الجو ثم يتم دراسة هذه الصور حتى يمكن وضع خرائط جيولوجية توضح ملامح السطح الجيولوجية وبذلك يتمكن الجيولوجيون والفنيون من تحديد أفضل هذه الأماكن للبحث عن البترول فيها؛

✓ **طريقة المسح الجيولوجي السطحي:** بعد عمل المسح الجوي وتحديد أفضل الأماكن لإحتمال وجود البترول فيها، يقوم الجيولوجيون بوضع خرائط تبين ظواهر الصخور في هذه الأماكن، ثم يأخذون عينات من هذه الصخور لفحصها في المعامل ومن المعلومات المستخلصة من ذلك يتمكن الجيولوجيون من وضع خريطة تحدد الأماكن الملائمة لتجمع البترول؛

✓ **طريقة المسح الجيوفيزيائي:** وتعتبر هذه الطريقة الأكثر إستعمالاً عند الكشف عن البترول، وهي تنقسم بدورها إلى عدة طرق وهي كما يلي:

- **طريقة الجاذبية:** تعتمد على قياس التفاوت البسيط في قوة الجاذبية الأرضية وفقاً لنوع الصخور الموجودة في منطقة البحث؛

- **الطريقة المغناطيسية:** تعتمد على قياس درجة وإتجاه المغناطيسية للطبقات تحت الأرضية، هذه الطريقة لا تكفي منفردة في الكشف عن البترول.

- **الطريقة السيزموجرافية:** وتسمى أيضاً الطريقة الزلزالية، وتقوم على إحداث هزات زلزالية صناعية في الطبقات الأرضية بإستخدام بعض المتفجرات كالديناميت مثلاً، ثم العمل على إستقبال وتسجيل أجهزة الإستقبال لصدى صوت هذه الهزات التي يحدثها الزلزال الصناعي، وتعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق المستخدمة في الكشف عن البترول.

ب. مرحلة الحفر والإستخراج: تعتبر هذه المرحلة حاسمة لنجاح عملية الإستغلال الإقتصادي للثروة البترولية حيث أن الحفر هي الوسيلة التي يتم بموجبها التحقق من وجود البترول من عدمه، وتمثل في عملية حفر الآبار البترولية بالنزول إلى مسافات بعيدة في جوف الأرض عن طريق أنابيب وحفارات خاصة، ثم إستخراج أو ضخ البترول إلى سطح الأرض، وذلك عن طريق التجهيزات والمعدات اللازمة.

إن تدفق البترول في هذه المرحلة يجري بواسطة الإستنزاف الطبيعي وذلك بالإعتماد على طاقة المكمن الطبيعي فإذا كانت هذه الطاقة ضئيلة، فإن الضغط من المكمن يبدأ بالإخفاض الحاد بإستمرارية الإنتاج وبالتالي يبدأ معدل الإنتاج نفسه بالهبوط، ولا يتجاوز مستوى الإستخلاص الطبيعي بفعل قوة المكمن مهما كان نوعه نسبة 50% إلى

¹ حسين عبد الله، إقتصاديات البترول، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1979، ص 35.

60%، وطالما أن الهدف إستخراج أكبر كمية ممكنة من البترول المخزون في الأرض وجب التفكير في طرق ثانوية للإستخلاص من شأنها تطوير المعامل بكل الطرق الممكنة ذات الجدوى الإقتصادية،¹ حيث تستعين طرق الإستخلاص الثانوي بمختلف الأماكن المستعملة في هذه المرحلة والتي تم تصنيفها على أساس قوة الدفع المؤثر منها ونذكرها فيما يلي:² الأماكن ذات الدفع الذاتي، الأماكن ذات الدفع بالقبعة الغازية، الأماكن ذات الدفع المائي الأماكن ذات الدفع الجذبي. كما تشمل طرق الإستخلاص الثانوي على عملية حقن الآبار بمواد مختلفة أهمها الحقن بالغاز أو بالماء، وتعد هذه الأجهزة من أكثر الطرق كفاءة في الوقت الحاضر، حيث يتم حقن الماء في الطبقة الحاملة له والموجودة أسفل الزيت بواسطة أبار خاصة للحقن تساعد على إحلال البترول ودفعه بإتجاه الآبار المنتجة له.

ج. مرحلة النقل: وتمثل في نقل البترول من مناطق إنتاجه إلى مراكز تكريره، وكذا نقله من مراكز التكرير إلى أماكن إستهلاكه، ويتم ذلك عن طريق الوسائل التالية حسب الحاجة:³

✓ **الناقلات:** هي أحد الوسائل الضرورية في نقل البترول من مناطق الإنتاج إلى مناطق التسويق وهي تحتل المكانة الأولى والأساسية من بين جميع وسائل نقل البترول، وتعتبر اليابان من أكبر الأحواض الصانعة للناقلات يليها السويد ثم ألمانيا حيث ظهرت ناقلات حمل حمولة تقدر بمليون طن، ويتمثل العامل الرئيسي الذي يتحكم في زيادة بناء الناقلات زيادة الطلب على البترول والمنتجات المكررة وهناك عدة موانئ مخصصة لإستقبال الناقلات العملاقة مثل: فاولي، ملفورد، هافن، فيكارت ببريطانيا، بان تري بإيرلندا، ألعافر فرنسا، فريستا بإيطاليا، روتردام بهولندا سلاجن بالنرويج، كما أن أكبر الدول المصدرة للبترول لها موانئ قادرة على إستقبال الناقلات الضخمة؛

✓ **الأنابيب:** إن أزمات نقص البترول في الماضي نشأت بسبب إنقطاع طرق النقل أي أسطول النقل البحري الذي يقطع مسافات كبيرة لحمل ونقل البترول، إلا أنه لاحتصارا لذلك ولضمان التوزيع المستمر للبترول ثم إستعمال الأنابيب، وهي إكتشاف أمريكي وقد إستعملت لأول مرة في سنة 1865 بولاية بنسلفانيا وكان طول الخط الأول 9.5 كلم ولم يبدأ تشغيل أول أنبوب بأوروبا إلا في 1958 بألمانيا، وهناك شبكة أنابيب تخترق أوروبا يبلغ طولها 6 آلاف كلم، وقد تقدمت هذه الوسيلة لدرجة أن قطر الأنابيب يصل أحيانا 75سم، وتستعمل الأنابيب خاصة في الخطوط التي يصعب على الناقلات التنقل فيها نظرا لعدم وجود البحار أو لصعوبة المنطقة جغرافيا أو لطول المسافة؛

✓ إلى جانب ذلك تستخدم **شاحنات نقل البترول وأحيانا السكك الحديدية** لنقل البترول ومشتقاته داخلها من مناطق الإنتاج إلى المدن المجاورة ومناطق الإستهلاك.⁴

إن إنتاج ونقل البترول بعد إكتشافه وإستخراجه من مواقعه لا يتم بالسهولة التي نراها وإنما يعتمد على تقنيات كبيرة وضخمة وإمكانيات هائلة متطورة لا تمتلكها معظم الدول المنتجة وهذا لكون تكاليفها باهظة وعدم إستعدادها لتلفها ولهذا فإن عملية الإنتاج والنقل تتكفل بها شركات عالمية لها تاريخها الكبير والعريق في مجال الصناعة البترولية.

¹ محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، مرجع سبق ذكره، ص 05.

² سالم عبد الحسن رسن، إقتصاديات النفط، الطبعة الأولى، الجامعة المفتوحة، طرابلس، دار الكتب الوطنية، بنغازي، 1999، ص 51.

³ حسن سيد أحمد أبو العينين، الموارد الإقتصادية، الدار الجامعية، بيروت، 1979، ص 447-449.

⁴ سارة حسن منيمنة، جغرافية الموارد والإنتاج، دار النهضة العربية والنشر، بيروت، 1996، ص 325.

د. **مرحلة التكرير:** وهي المرحلة الهادفة إلى تصنيع البترول في المصافي التكريرية، بتحويله من صورته الخام إلى أشكال من المنتجات السلعية البترولية المتنوعة، وتشتمل تلك المنتجات الخفيفة (مثل الغاز والبنزين)، والمنتجات الوسطى (مثل الغازوال، وزيت التدفئة)، والمنتجات الثقيلة (مثل زيت الوقود).

هـ. **مرحلة التسويق والتوزيع:** وتشتمل هذه المرحلة على تصريف وتوزيع السلعة البترولية سواء في شكلها الخام أو منتجات بترولية على أسواق إستعمالها وإستهلاكها على الصعيد الوطني أو الإقليمي أو الدولي، ويتم ذلك عبر إجراءات متعددة وبأسعار مختلفة تحدد عادة لأي من المنتجات المكررة بناءً على إعتبارات فنية، بالإضافة إلى أخرى إقتصادية وجغرافية.

و. **مرحلة التصنيع البتروكيمياوي:** وهي المرحلة الهادفة إلى تحويل وتصنيع المنتجات البترولية إلى منتجات سلعية بتروكيمياوية مختلفة ومتنوعة. ويمكن إعتبار مرحلة التصنيع البتروكيمياوي من ضمن المراحل الأخرى نظراً للترابط فيما بينها وإعتماد نشاطها الصناعي كله على المادة البترولية بصورتها وبأشكالها المختلفة، وقد لا تعتبر ضمن مراحل الصناعة البترولية، خاصة وأن العملية الإنتاجية البترولية تكتمل لوحدها بالمراحل السابقة الذكر فقط من دون مرحلة التصنيع البتروكيمياوي.

ورغم كون الصناعة البترولية تشمل على نشاطين إستخراجي وتحويلي، فإن ذلك لا يعني على صعيد الواقع بأن العلاقة والتناسب بين النشاطين يتواجد بصورة متماثلة أو متساوية أو كاملة ومتكاملة في منطقة أو بلد بترولي معين. فمثلاً هناك بعض البلدان البترولية المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية فيها صناعة بترولية متكاملة (إستخراجية وتحويلية) تشمل حتى مرحلة التصنيع البتروكيمياوي، بينما البلدان البترولية النامية أو المتخلفة تتواجد فيها غالباً صناعة إستخراجية للبترول الخام وبنسب ضعيفة لتكريره وكذلك لصناعة البتروكيمياويات، وفي المقابل هناك بلدان غير بترولية ولكن يتواجد فيها صناعة بترولية تكريرية أو بتروكيمياوية أو الإثنان معا مثل اليابان.¹

المطلب الثالث: السياق التاريخي لتطور إستغلال الثروة البترولية عالمياً

موازاة مع التطور التاريخي وبروز الدول الصناعية وتطور النظام الرأسمالي، إتخذ البترول الطابع الصناعي كأهم مصدر للطاقة. وبسبب التقسيم الدولي للعمل وتنامي حاجة الدول المتطورة صناعياً إلى البترول وتوفره لدى دول أخرى أغلبها كان تحت السيطرة الإستعمارية، قسم العالم تبعاً لذلك إلى جبهتين رئيسيتين، **الممونون** وهي الدول المنتجة-المصدرة وهي دول نامية في معظمها، يقابلها **المستهلكون** لهذه السلعة الإستراتيجية وهي الدول الصناعية المتطورة في غالبيتها، كمستهلكين ومستوردين للبترول.

أولاً: بداية الصناعة البترولية - السيطرة الأمريكية

لم يبدأ العصر الإقتصادي للبترول في العالم القديم مهد الحضارات ومنطقة الإحتياطيات الهائلة، لكنه بدأ في العالم الجديد وفي الولايات المتحدة بالذات التي ظهرت كقوة صاعدة أخذت في التوسع والتطور إلى أن أصبحت أقوى دولة إقتصادية وعسكرياً عرفها العالم. وفي هذه الدولة كانت البداية الأولى لصناعة البترول سنة 1859 عندما حفر دراينك

¹ محمد أحمد الدوري، مبادئ إقتصاد النفط، مرجع سبق ذكره، ص 19.

في بنسلفانيا أول بئر للبتترول من أجل تزويد المصاييح بالبتترول لتعويض الزيوت المستخرجة من شحوم الحوت، ومنها بدأت فترة إستغلال البتترول بالمفهوم الصناعي.¹

و كانت سوق البتترول الأمريكية في بداية إستغلال البتترول تتصف بالمنافسة الكاملة أي سوق تنافسية مفتوحة للجميع، لأن الشركات البتروولية كانت صغيرة نسبياً، ولكن سرعان ما تحولت إلى سوق إحتكار القلة بعد أن بدأت تعرف تمركزاً كبيراً وإندماجاً بين الشركات الصغيرة. وعلى مدى كل الفترة الممتدة من إكتشاف البتترول إلى غاية بداية السبعينات من القرن العشرين كانت السيطرة شبه كلية للشركات الأمريكية على أسواق البتترول العالمية.

ثانياً: فترة ما بعد الحرب - فترة الإستقرار النسبي

بعد الحرب العالمية الثانية كانت الشركات العملاقة أو الشركات المتعددة الجنسيات وخاصة المعروفة منها بالشقيقات السبع* قد فرضت سيطرتها على الصناعة العالمية للبتترول، وتعدت سيطرتها السوق الداخلية للولايات المتحدة إلى جميع منابع البتترول وأسواق التوزيع عبر العالم تقريباً، ولها فروع في أغلب بلدان العالم.

وحتى سنة 1972 كانت الأخوات السبع المشار إليها تنتج 70% من البتترول الخام العالمي و60% من المنتجات المكررة منه، وتبسط سيطرتها على أكثر من نصف الإحتياطيات العالمية،² وتتضح سيطرتها من خلال:

- التحكم في جميع فروع البتترول ومراقبة مختلف عمليات مراحل الإستغلال؛ من المنبع أو المراحل العليا وتشمل البحث والتنقيب والإنتاج والنقل، إلى المصب أو المراحل الأدنى وهي صناعة التكرير والتسويق والتوزيع؛
- التحكم وإحتكار تكنولوجيا البتترول من طرف هذه الشركات، مما مكنها من الظفر بأغلب عقود الإمتياز ولبتغلال البتترول لضمان أمن وتدفق الإمدادات، وساعدها في ذلك أيضاً تدخل الحكومة الأمريكية بشكل مباشر في كثير من الأحيان لتوفير الحماية اللازمة لها؛

- الحماية من ظهور منافسين جدد بوضع العراقيل والحواجز التي تعيق أي توسع لهم.

ومما لا شك فيه أن مثل هذه الإجراءات مكنت الشركات المتعددة من إبقاء السيطرة شبه الكلية على البتترول خلال فترة طويلة نسبياً، لكن مع نهاية الخمسينات وطوال فترة الستينات تحولت سوق البتترول التي كانت محتكرة تماماً من طرف الولايات المتحدة إلى سوق مفتوحة جزئياً، ويرجع ذلك إلى:

- ظهور أطراف جدد جذبتهم الأرباح الكبيرة الناجمة عن الصناعة النفطية الدولية والبعد الإستراتيجي للمحروقات إلى ولوج هذه الصناعة، ويوصف هؤلاء الأطراف بالمستقلين³ أي العاملين خارج الكارتل، حيث أنهم لا يشكلون فئمة متجانسة ولهم إستراتيجياتهم المتباينة؛

¹ زناد سهيلة، إستراتيجية الإستغلال المستدام للثروة البتروولية بين متطلبات التنمية القطرية وإحتياجات السوق الدولية -دراسة حالة قطاع البتترول الجزائري-، رسالة ماجستير في العلوم الإقتصادية، جامعة فرحات عباس: سطيف، 2011، ص 10.

* وهي الشركات الأمريكية الخمس: إيسو (أصبحت إكسون)، ستندارد أويل نيويورك (أصبحت موبيل)، سوكال (أصبحت شيفرون)، غولف أويل، وتكساكو، والشركة البريطانية: بريتيش بتروليوم، والبريطانية الهولندية: شل .

² Jean-Pierre OLSEM, *L'Energie dans le monde, Stratégies face à la crise*, 2^e édition, Hatier, Paris, 1984, p 54.

³ إسماعيل خناس، تحدي الطاقة في حوض المتوسط، ترجمة سمير سعد، دار الفارابي، بيروت: لبنان، 1994، ص 24.

- نشوء شركات وطنية مستقلة في العديد من الدول العالمية المستهلكة (خاصة في أوربا واليابان)، مما أفقد الشركات الأمريكية جزء من سيطرتها الكاملة السابقة؛
- توسع الطلب العالمي على البترول وفي السوق الأوروبية بالخصوص؛
- إستعمار الحرب الباردة ودخول بترول الإتحاد السوفياتي، الذي يملك إحتياطات كبيرة، في تنافس مع بترول الشرق الأوسط؛
- ظهور التنظيمات البترولية، وأهمها منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC)، والتي سيصبح لها دور أساسي في كسر الإحتكار العالمي للبترول.

ويلاحظ أن هذه الفترة إتسمت بالإستقرار النسبي في الأسعار وفي وتيرة تدفق الإنتاج، ولم تشهد هزات كبيرة ذات تأثير واضح على سوق البترول كما سيحصل في الفترات اللاحقة.

ثالثا: مرحلة السبعينات - المنعطف الحاسم في تاريخ البترول

وتعتبر مرحلة الهجوم من الدول النامية المنتجة والمصدرة للبترول من أجل إسترداد حقوقها من الشركات الإحتكارية الإستعمارية، وهذه المرحلة تميزت بحدثين هامين هما:¹

1. حركة التأميمات الناجحة: والتأكيد على حق الشعوب بالسيادة الوطنية على ثرواتها، وذلك بالحد من الإستغلال الإحتكاري للبترول من طرف الشركات العالمية، وأعطى الحق للدول المنتجة بالتصرف المباشر في ثرواتها وتحديد أسعارها، منها قيام الجزائر سنة 1971 بتأميم 51% من مصالح الشركات البترولية، وحددت السعر المرجعي لبترولها بـ 2.77 دولار للبرميل، كما قام العراق في عام 1972 بخطوة مماثلة وأمم شركة نفط العراق وهي من أكبر الشركات العاملة في الشرق الأوسط.

2. إستخدام البترول كسلاح: وذلك عقب حرب 1973 العربية الإسرائيلية، بقطع إمدادات البترول على الدول التي أيدت إسرائيل في الحرب، وقد أعطى هذا الإجراء إحساسا للدول المستوردة لأول مرة أن وصول إمدادات البترول إليها لم تعد مضمونة، هذه الأحداث أدت إلى إرتفاع الأسعار بشكل كبير، فمتوسط سعر الطن من البترول الخام الذي لم يكن يتجاوز 12 دولار في عام 1970 وصل 80 دولار عام 1974، وبسبب الزيادة الكبيرة في الأسعار في وقت قياسي عرفت هذه المرحلة بالصدمة البترولية الأولى، وترتبت عنها تداعيات منها:

- أعقب هذه الهزة في أسعار البترول ظاهرة تضخمية عالمية حيث إنخفض الدولار منذ 1974 والسنوات التي تلتها بنسبة 30% من قيمته؛

- أقرت دول الأوبك إعطاء قيمة حقيقية للبترول وربط الأسعار المعلنة بمعدلات التضخم؛

- مراعاة نوعية البترول في التسعير (درجة الكثافة، الموقع الجغرافي ونسب الشوائب وخاصة الكبريت).

وفي هذه المرحلة أصبحت سوق البترول بأيدي الدول المنتجة، وأخذت الأسعار في الإرتفاع مما زاد من العائدات المالية البترولية للدول المصدرة.

¹ محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، مرجع سبق ذكره، ص 232.

رابعا: مرحلة ما بعد السبعينات- المضاربة والتغيرات الجيوستراتيجية

في بداية الثمانينات إرتفعت الأسعار بشكل كبير وهي الصدمة البترولية الثانية، لكنها لم تلبث أن إنهارت في منتصف الثمانينات بعد أن إستعادت الدول الصناعية المستهلكة السيطرة والتحكم في السوق بعد إنشائها الوكالة الدولية للطاقة من جهة، وكذلك بسبب تطور الأسواق الحرة الفورية للبترول، وتقلص في المقابل دور الدول المنتجة-المصدرة في التأثير على الأسعار والتحكم في المعروض من البترول، كما أن في هذه المرحلة أصبحت السوق البترولية تضم عدد كبير من المصدرين والمستوردين، فأصبحت سوقا تنافسية، ولكن بعد إختلال الطلب والعرض البترولية سنة 1981 بزيادة الإمدادات البترولية خارج الأوبك، عمت حالة عدم الإستقرار في السوق البترولية وأصبحت تعرف تقلبات بين الحين والآخر، ولم تبق الأسعار في وضع مستقر وأصبحت تعرف تذبذبات بين التدهور الشديد والإرتفاع الكبير، متأثرة في ذلك بمختلف الأحداث، وإبتداء من سنة 2010 شهدت السوق الدولية للطاقة تغيرات جيوسراتيجية أثرت على سياسة إستغلال البترول عالميا.

المطلب الرابع: الأهمية الوظائفية للثروة البترولية في الإقتصاديات الحديثة

تعتمد الإقتصاديات الحديثة على الثروة البترولية التي تؤدي دورا محوريا من خلال وظائفها المتنوعة، وتحظى الثروة البترولية بالإمتياز في الإقتصاد العالمي ليس فقط في إستخدامها كطاقة مهمة وإستراتيجية، ولكنها أيضا تعتبر الطاقة الأرخص والأقل كلفة من بين مجموعة من المصادر الطاقوية البديلة، وكذلك لتعدد مشتقاتها وإستخداماتها حيث تقدر أنواع المنتجات المستخرجة والمشتقة من البترول بالآلاف والتي تستعمل بطريقة أو بأخرى وهو ما يجعل منه دون شك السلعة المتعددة الأغراض والإستعمالات، بالإضافة إلى تعدد منافعه وتنوع إستعماله في مجالات أساسية: صناعة، زراعة وخدمات، ما يجعله يحتل مكانة لا يجاربه فيها أي مصدر من مصادر الطاقة الأخرى إلا في مجالات محدودة، وهذا ما يفسر تزايد الطلب المستمر عليه.¹

وتتبع أهمية الثروة البترولية من طبيعة الوظائف الهامة التي تنتج عن إستغلالها وإستخدامها في الإقتصاديات الحديثة ويمكن إبراز ذلك في النقاط التالية:²

أولا: الوظيفة الطاقوية للثروة البترولية

يعتبر البترول من أهم مصادر الطاقة في العالم حيث إحتل الصدارة في إنتاج الطاقة الأولية عالميا خلال القرن العشرين خاصة بعد تراجع إستخدام الفحم الذي كان المصدر الأساسي خلال القرن التاسع عشر، ويعود ذلك بالأساس إلى الإعتماد الكبير للتكنولوجيات الحديثة عليه، فمثلا في سنة 2015 ساهم البترول بـ31.7% في إجمالي إنتاج الطاقة الأولية عالميا الذي قدر بنحو 13647 مليون طن مكافئ بترول، ومعظم الدراسات تشير إلى أهمية هذه الثروة إلى غاية 2060 في المدى المتوسط والطويل بالمقارنة مع البدائل الأخرى، مع مراعاة التطور المستقبلي

¹ Rabah Mariout, *Le Pétrole algérien*, ENAP, Alger, 1974, p28.

² صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص873، 874.

للإحتياجات المرتبطة بتطور الإقتصاد العالمي وعلاقة ذلك بحجم الإحتياجات الثابتة وعمرها المتوقع عالميا. والشكل الموالي يوضح حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم سنة 2015.

الشكل رقم (2.1): حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم سنة 2015

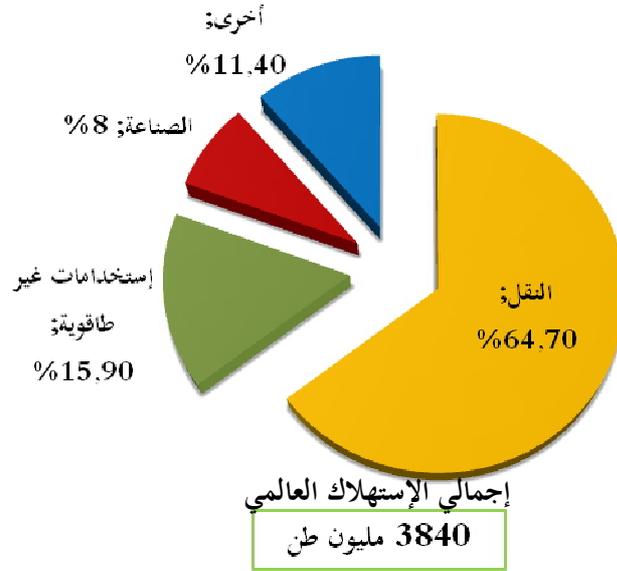


Source: International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p6.

من خلال نسب الشكل السابق نخلص إلى أن الثروة البترولية بمختلف منتجاتها تساهم بشكل كبير في تأمين الإمدادات الطاقوية للإقتصاد العالمي، وقد تزايدت أهميتها مع إرتفاع معدلات النمو وذلك لإرتباط الرفاه الإقتصادي بمدى توفر خدمات الطاقة، ويستغل البترول كوقود محرك لقطاع النقل حيث يستحوذ على الحصة الأكبر من البترول المستهلك عالميا وتقدر الكميات المستخدمة منه في قطاع المواصلات بحوالي 64.7% سنة 2015، إلى جانب إستهلاك البترول في قطاع النقل فهو يؤمن ما نسبته 4.1% من الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم سنة 2015¹ ويستخدم أيضا كطاقة لتشغيل الصناعة بنسبة 8% ومصدر لتوليد الطاقة المحركة للآلات الزراعية الحديثة، كما يزيد الكثير من الإستخدامات المنزلية والإستخدامات غير الطاقوية الأخرى. والشكل الموالي يبين مساهمة الثروة البترولية في توفير الطاقة لأهم القطاعات الإقتصادية.

¹ International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p30.

الشكل رقم (3.1): توزيع الإستهلاك العالمي للبتترول حسب القطاعات



Source: International Energy Agency, Key World Energy Statistics, IEA, Paris, 2017, p39.

ثانيا: الوظيفة التجارية للثروة البترولية

للثروة البترولية ومنتجاتها دورا كبيرا في تنشيط التبادل التجاري الدولي، ولعل المتصفح للموازن التجارية للدول سواء أكانت منتجة أو مستهلكة سيجد أن السلعة الرئيسية لهذا التبادل هي البترول، ومما يدعم ذلك هو عدم تركيز غالبية الصناعات التحويلية للبتترول في الدول المنتجة له، حيث تقوم الدول الصناعية والشركات الأجنبية بإستيراد البترول الخام ثم تقوم بتحويله إلى منتجات إستهلاكية يتم تصديرها إلى العديد من البلدان في العالم محققة بذلك أرباح خيالية فمثلا خلال السنوات 1974-1983 حولت الشركات البترولية الأمريكية إلى بلدها الأم ما مقداره 110 مليار دولار كربح صاف نتيجة الإستثمارات البترولية في الخارج كما حولت الشركات البريطانية والهولندية والفرنسية إلى بلدانها 30 مليار دولار نتيجة هذه العمليات. كما أن إنتاج البترول عالميا موجه للتبادل بنسبة تقارب 71% سنة 2016¹، حيث إن تبادله ليس خاصا بالدول المعنية بالإنتاج فقط وإنما كل الدول سواء كانت متقدمة أو نامية هي في حاجة لهذا المصدر الطاقوي وتقوم بإستيراده، وهو ما ينشط بشكل كبير حركية التجارة الدولية الخاصة به إذ تمثل نحو 70% من حجم التجارة العالمية. كما يسجل تزايد إجمالي حجم التجارة العالمية للبتترول (الصادرات والواردات) من سنة إلى أخرى، فمثلا إرتفعت الصادرات العالمية للبتترول من 65 مليون برميل يوميا سنة 2010 إلى نحو 74.06 مليون برميل يوميا سنة 2016، وجل هذه الصادرات عبارة عن بترول خام حيث تشكل كنسبة متوسطة خلال الفترة 2010-2016 حوالي 61% من إجمالي حجم الصادرات العالمية للثروة البترولية، وهذا ما يؤكد إستمرارية هيمنة تجارة البترول الخام - المتأني معظمه من الدول النامية المصدرة - على معظم حركية التجارة الدولية للثروة البترولية كما يوضحه الجدول الموالي.

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, 66th edition, June 2017, p14, 24.

الجدول رقم (2.1): تطور حجم التجارة العالمية للثروة البترولية وحصص البترول الخام منها

| السنوات | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| إجمالي حجم الصادرات العالمية للبترول (مليون برميل يوميا) | 65.00 | 66.39 | 67.28 | 67.23 | 67.12 | 69.79 | 74.06 |
| حصص البترول الخام من حجم الصادرات العالمية للبترول (%) | 63.32 | 62.07 | 62 | 60.44 | 60.07 | 59.72 | 59.64 |

Source: - OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2015, différent pages.

- OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2017, différent pages.

ثالثا: الوظيفة المالية للثروة البترولية

تعد الثروة البترولية مصدرا لرأس المال السلعي والنقدي حيث تساهم بنسبة عالية في عملية التراكم الرأسمالي خاصة في الدول المنتجة والمصدرة للمنتجات البترولية بأشكالها المختلفة، فالقيمة المضافة البترولية تكون عالية وإن اختلفت وتباينت من مرحلة إنتاجية إلى أخرى، فالقيمة المضافة في مرحلة السلعة خام تكون منخفضة ومحدودة مقارنة بارتفاعها في حالة قيمة السلعة المصنعة كمنتجات بترولية أو بصورة أكبر في حالة المنتجات البتروكيمياوية.

ويتمثل الجانب المالي للبترول فيما يتحصل عليه من إيرادات مالية بترولية بصورها وأنواعها المختلفة، حيث تعتبر الثروة البترولية من أهم مصادر إيرادات الموازنة العامة للدولة والإحتياطيات الرسمية من العملات الأجنبية بالنسبة للإقتصاديات النفطية النامية والمتقدمة، فهي تشكل بالنسبة لعدد هام من الدول المتقدمة مصدرا ماليا مهما نتيجة للضرائب البترولية المتعلقة بترشيد إستهلاك الطاقة، وهي أحيانا لا تقل من حيث أهميتها عن تلك التي تحققها الدول المنتجة والمصدرة للبترول، ويتجسد لنا الدور المالي للبترول بصورة أوضح وأكبر في إقتصاديات البلدان البترولية المنتجة والمصدرة له، حيث إقتصاد هذه الدول يرتكز بصورة رئيسية وأولية على البترول سواء أكان ذلك في الإنتاج والدخل القومي أو في عملية تمويل الخطط التنموية أو الميزانية العامة للدولة. كما تختلف مساهمة أنواع الجباية، سواء كانت عادية أو بترولية، من دولة إلى أخرى، فبينما نجد الدول المتقدمة تعتمد على الجباية العادية لتسيير ميزانياتها نجد الدول النامية والتي تزخر بالثروات البترولية تعتمد بشكل كبير على الجباية البترولية في تمويل ميزانياتها. لهذا نجد الدول المنتجة، والتي غالبا ما تكون دولا سائرة في طريق النمو، تعمل من أجل الحصول على مداخيل ضخمة من جبايتها البترولية عن طريق فرض ضرائب متنوعة ومتعددة، على عكس الدول المستهلكة كـ بعض دول أوروبا التي تمنح ضرائب بهدف ترشيد إستغلال المحروقات، وتشجيع البحث عن المصادر المتجددة.

رابعا: الوظيفة الإنتاجية التصنيعية

تدخل الثروة البترولية كمادة أولية أو وسيطة أو مشاركة في إنتاج آلاف السلع لمختلف القطاعات الإقتصادية وكلما توسعت تشكيلة السلع المنتجة زادت مكانة وأهمية القطاع على المستوى الإنتاجي التصنيعي بالنسبة للقطاع الزراعي، الصناعي، قطاع الخدمات والفروع والأنشطة الصناعية المرتبطة بهذه القطاعات وكلما إرتفعت القدرات التصنيعية كلما إرتفعت قيمة الثروة البترولية وإزادت أهميتها الإستراتيجية فهناك فرق كبير بين قيمة البرميل المصنوع أو المكرر وقيمة البرميل الخام، فمثلا بلغ متوسط سعر السلعة البترولية خاما في سنة 2009 حوالي 61 دولار / للبرميل

أما سعر السلعة كمنتجات بترولية أو بتروكيماوية فقد بلغ حوالي 82 دولار/البرميل¹، أي قيمته مصنعا يفوق دوما قيمة السلعة الأولية بصورة مادة خام، وذلك الفرق يعكس الثروة المهدورة في ظل إستراتيجيات تسويق البترول الخام.²

1. دور البترول في القطاع الصناعي: يكرس جزء مهم من البترول المستهلك في العالم لأجل تشغيل الصناعة ويمكن القول أن العملية الصناعية لا تستطيع الإستمرار بشكل منتظم دون البترول فهو مصدر للحرارة، الطاقة المحركة وأغراض أخرى فمثلا تستخدم رواسب البترول الإسفلت والقطران لتعبيد الطرق، ويستخدم البترول كمادة لتغذية المعادن ويعطي مادة التشحيم من أجل إستمرار عمل الآلة ويستعمل في المحولات والكوابل وعلب وصل الأسلاك تحت الأرض بالنظر إلى صفته العازلة. وهو أساس الصناعة البتروكيماوية حيث وبالرغم من أن كثير من المنتجات البتروكيماوية يمكن صناعتها من الفحم أو الغاز الطبيعي، فإن البترول يشكل المصدر الرئيسي لها، وقد تطورت تلك الصناعة منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر إلى الآن حتى إننا إذا نظرنا حولنا في المنزل لوجدنا المنتجات البتروكيماوية في كل شيء تقريبا، من الحقائب البلاستيكية إلى الشموع والملابس (البوليستر و النايلون) وأجهزة الكمبيوتر والحاسبات ومساحيق الغسيل والمذيبات والنظارات ومضادات الحشرات المنزلية وسترات النجاة وحفاظات الأطفال والأقلام والروائح العطرية وفرش ومعاجين الأسنان وغيرها هناك الكثير، فيوجد ما يزيد عن 80 ألف³ منتجا مختلفا يدخل في إنتاجه المواد البتروكيماوية، فقد دخل البترول في حياة البشر بصورة ليس لها مثيل، وحلت المنتجات البتروكيماوية محل المنتجات الطبيعية بحيث بات من الصعب الإستغناء عنها في حياتنا.

2. دور البترول في القطاع الزراعي: إرتبط إكتشاف البترول بكميات وفيرة في القرن العشرين بالثورة الزراعية التي تنامت في خمسينات ذلك القرن، وقد كان ذلك على ثلاثة إتجاهات مختلفة:

- إستخدام الميكنة الزراعية في عمليات حرث وجني المحاصيل، فلقد مكن وقود الديزل المستخدم في الجرارات الإنسان من أن يحرث مساحات من الأراضي لم يكن يحلم بزراعتها من قبل في نفس الموسم بإستخدام حيوانات الجر مثل الثور والحصان، بالإضافة إلى أن تلك الحيوانات تحتاج إلى الطعام مما تنتجه الأرض مما يقلل من الناتج الزراعي النهائي الذي يمكن أن يستفيد منه الإنسان؛

- إنتاج الأسمدة النيتروجينية والتي تقوم على تثبيت النيتروجين من الهواء مع الهيدروجين من الغاز الطبيعي في درجة حرارة وضغط عاليين لإنتاج الأمونيا، وقد وفرت تلك الأسمدة النيتروجينية الغذاء الضروري لإنتاج محاصيل وفيرة؛

- إنتاج المبيدات الحشرية (من البترول) ومبيدات الأعشاب (من الغاز الطبيعي) وبالتالي إستطاع الإنسان القضاء على الكثير من الآفات الزراعية التي كانت تلتف المحاصيل.

وقد دخل القطاع الزراعي في الوقت الحاضر طوره الحديث الذي يمكن أن نطلق عليه إسم البترو-زراعة وذلك لسببين هما:

- البترول كمصدر لتوليد الطاقة المحركة للآلات الزراعية الحديثة؛

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي السادس والثلاثون، الكويت، 2009، ص47،46.

² صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مرجع سبق ذكره، ص873.

³ حافظ برجاس، محمد المجدوب، الصراع الدولي على النفط العربي، الطبعة الأولى، بيسان للنشر والتوزيع، بيروت: لبنان، 2000، ص75.

- إستعمال المنتجات البتروكيمياوية وأثرها في التقدم الزراعي.

خامسا: الوظيفة السياسية للثروة البترولية

لا تنحصر أهمية البترول كطاقة وكمدخل لصناعات لاحقة في ظروف السلم فحسب، بل تتعداها لتغطي إحتياجات الماكينة الحربية أيضا. فالبترول سلعة إستراتيجية لها أهميتها الخاصة في العلاقات الدولية السلمية وغير السلمية الجارية على الساحة العالمية، ويمكن أن تستخدم الثروة البترولية إستخداما سياسيا في الداخل والخارج، وقد يكون إيجابيا أو سلبيا، حيث يكون سلبيا إذا وظفت تلك الموارد توظيفا ريعيا إحتوائيا لتسكين الأزمات الإجماعية على المستوى الداخلي، ورفع نسبة الإستثمار الأجنبي السياسي الطاقوي لتأمين مصالح الأطراف الأجنبية المرتبطة بالأنظمة والنخب الحاكمة.¹

1. بروز الدور السياسي للبترول: المعروف أن توزيع الثروة البترولية في العالم هو توزيع غير متساو فهنالك بلدان صغيرة ليست لها قوة سياسية أو عسكرية تمتلك إحتياطيا كبيرا من البترول في حين أن معظم الدول الصناعية الكبرى باستثناء الولايات المتحدة والإتحاد السوفياتي سابقا محرومة منه، هذا الواقع جعل من البترول وكيفية الحصول عليه هدفا من أهداف التخطيط السياسي والإستراتيجي لدول العالم الصناعي وأصبحت المناطق الحيوية كالشرق الأوسط وشمال إفريقيا تحتل مركز الصدارة في العلاقات الدولية منذ منتصف القرن التاسع عشر وحتى الآن كما أن سياسة الولايات المتحدة الأمريكية إتجاه الوطن العربي لا يمكن أن تتم بمعزل عن موضوع البترول الذي تعتبره مادة إستراتيجية لأنها القومي وتطبيقا لهذا المبدأ دأبت منذ القدم على إقامة الأحلاف السياسية وإنشاء القواعد العسكرية لتأمين تدفق البترول وحماية طرق إمداداته.

وقد برز الدور السياسي للبترول بشكل فعال من خلال الحروب التي شهدتها منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في ظل الصراع العربي-الإسرائيلي، فمنذ أزمة السويس سنة 1956 مروراً بحرب 1967 فحرب أكتوبر 1973 إلى الحرب العراقية-الإيرانية سنة 1980 ثم حرب الخليج سنة 1991 والعدوان على العراق سنة 2003، والهجوم على ليبيا عام 2011، كان البترول في كل هذه الحروب عنوانها الأكبر وهدفها المعلن والخفي حتى أطلق عليها تسمية "حروب البترول".

2. البترول كسلاح سياسي: لقد إستعمل البترول كسلاح سياسي في أكثر من مناسبة حيث إستعملته الشركات البترولية للضغط على الحكومات التي أمتت بترولها- مثلا عندما أمت العراق شركة بترول العراق سنة 1973 قامت الشركات البترولية بتخفيض سعر البترول عن مثيله في الدول المجاورة والإمتناع عن تسويق حصته من البترول والإمتناع عن توسيع ميناء الفاو- أو التي حاولت أن تنمرد على عقود الإمتياز أو بسبب المنافسة، كما إستخدمته الدول المنتجة للبترول لبلوغ أهداف سياسية أو لتحسين أوضاعها الإقتصادية، وإستعملته الهيئات الدولية للضغط على دول رأت أنها حادت عن الإجماع الدولي.

¹ صالح صالح، آثار إنخفاض أسعار البترول على الإقتصاد الجزائري بين نعمة الموارد ولعنة الفساد، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف: الجزائر، 2015، ص5.

3. البترول سببا للحرب أو هدفا لها: يقول أوكونور في كتابه إمبراطورية البترول الصادر في موسكو سنة 1985 " من يملك البترول سيملك العالم لأنه بفضل المازوت سيسيطر على البحر وبفضل بنزين الطائرات سيسيطر على الجو وبفضل بنزين السيارات سيسيطر على البر بل أكثر من ذلك أنه بفضل الثروات الخيالية التي يمكن أن تجمع من البترول سيتحكم بقطاعات إقتصادية كاملة"، كما يبقى العامل الإقتصادي السبب الأهم وراء الحروب من بينها محاولة السيطرة على المناطق الغنية بالمواد الأولية التي تأتي الثروة البترولية في مقدمتها.

بعد التعرف على ماهية الثروة البترولية من خلال التطرق لمختلف مميزاتا وخصائصها، تطور مراحلها الإستغلالية وكذا أهميتها الوظيفية، وحتى تكتمل الصورة حول هذا المورد الطاقوي الحيوي، سوف نتطرق في المبحث الموالي للجغرافية الإقتصادية للثروة البترولية من حيث الإحتياجات، المخروقات، الإنتاج والإستهلاك، وذلك لما لهذه العناصر من أهمية في رسم معالم الخريطة العالمية في إستغلال الثروة البترولية، والتي تساعد في التنبؤ بمستقبل هذه الثروة في ميزان الطاقة العالمي.

المبحث الثاني: إمكانيات العالم من الثروة البترولية

لقد ظل البترول ولمدة طويلة يمثل المنتج الطاقوي الأساسي والحيوي اللازم لتلبية حاجات العالم الإقتصادية والإجتماعية، ولذلك فهو لا يزال يحظى بالدراسة والإهتمام ليس فقط من جانب الإنتاج والتسويق والعوامل المتحركة فيهما، وإنما أيضا من حيث الإحتياجات والمخزونات التي يمتلكها العالم ومناطق الإنتاج والإستهلاك الرئيسية لأنها هي التي تفرض الإستراتيجيات البديلة لكل دولة وسياساتها الطاقوية المستقبلية.

المطلب الأول: الإحتياجات البترولية العالمية

إن أول ما يتم الحصول عليه من عملية البحث والتنقيب عن البترول عالميا هو إحتياجات جديدة إضافة إلى الثابتة منها، و كثيرا ما نسمع عن أرقام الإحتياجات النفطية لهذه الدولة أو تلك حيث أنه هناك أساليب وطرق علمية يمكن بواسطتها معرفة وتدقيق تلك الأرقام، مع العلم أن تحديد حجم هذه الإحتياجات لا يشكل إتفاقا واحدا لدى الهيئات ومراكز البحث المتخصصة في شؤون الطاقة حيث يتحكم فيه القدرات التقنية التكنولوجية ومدى شمولية المسح الجيولوجي وطرق تقدير المخزون، ومعرفة كل الخصائص التقنية المتعلقة بالحقول المكتشفة ومناطق الإستكشاف، بالإضافة إلى تأثير العوامل السياسية في الإعلان عن الإحتياطي المتوفر في كل دولة.

أولا: مفهوم الإحتياطي البترولي

الإحتياطي البترولي هو "تلك الثروة التي يمكن إستغلالها بصورة متكاملة على الصعيدين الإقتصادي والتقني والإحتياطي البترولي الكلي هو حجم البترول القابل للإنتاج من مصادر بترولية مخزونة بباطن الأرض سواء البر أو البحر والذي يمكن إستخلاصه بالوسائل التقنية المتاحة، ويقدر هذا الإحتياطي في وقت معين إعتمادا على أسس علمية ومعايير إقتصادية تؤكد أنه ذو ربحية تجارية."¹

وتستخدم عادة وحدة المليون برميل في تقدير حجم الإحتياطي والإنتاج (البرميل يعادل قدما مكعبا أو 159

لتر)، ويمكن حساب الإحتياطي بالمعادلة التالية:² $C = M \times S \times E \times Sh$

حيث أن:

ح: يمثل إحتياطي البترولي؛

م: مساحة الطبقة الحاملة للبترول؛

س: سمك أو عمق الطبقة الحاملة للبترول؛

ع: المسامية الفعالة للصخور وتعني نسبة حجم الفراغات في الصخور إلى حجم الصخر الكلي؛

ش: نسبة الإشباع بالبترول، أي أنه ليس كل الفراغات مملوءة بالبترول فقد تكون مشبعة بالماء.

¹ حافظ برجاس، محمد المجدوب، مرجع سبق ذكره، ص 23.

² سالم عبد الحسن رسن، مرجع سبق ذكره، ص 57.

كما أن عملية تحديد الإحتياطي البترولي لحقل أو لخزان ما تستند إلى عوامل عديدة، منها (الفنية، الإقتصادية، المناخ السياسي والرأي العام، تأثيره بمسائل حماية البيئة من التلوث)، جميع هذه المؤشرات متحركة تتغير بتغير الزمان والمكان والمجتمع، ولذا تؤثر على القرارات الإقتصادية والسياسية المتعلقة بالإستثمار وتنمية الإحتياطيات البترولية.¹ وتظهر أهمية دقة تقديرات الإحتياطي في الآثار المتعددة لإستخداماته وأهمها:²

- تقييم الجدوى الإقتصادية للإحتياطي المكتشف؛
- تقدير معدلات الإنتاج المناسبة والتي لا تحدث أضرار للخزان البترولي الجوفي؛
- تحديد العمر الإنتاجي للخزان والذي يؤثر بدرجة كبيرة على التكوين النهائي للشركة وإستمرارية نشاطها ووقت تصفيتها؛
- تقدير التكاليف اللازمة لتنمية الحقول المكتشفة بحفر الآبار الإنتاجية والتقييمية؛
- وضع سياسات وبرامج التخطيط اللازمة لإستغلال الإحتياطي بما يحقق أكبر عائد ممكن، عن طريق خفض تكاليف الإنتاج وزيادة معدلاته بما لا يضر بالإحتياطي وطاقته الخزان الطبيعية؛
- حساب مقدار الإستنفاد السنوي للتكاليف غير الملموسة والخاصة بالبحث والإستكشاف والحفر الإنتاجي والتقييمي والذي يطلق عليه محاسبيا معدل النفاذ؛
- نظرا لأهمية الإحتياطي البترولي بإعتباره أهم وأضخم الأصول في شركات البترول، فإن دقة تقديره تساعد المحاسبين المهتمين حديثا بالإفصاح عنه بالقوائم المالية بهدف تقديم مقياس أفضل لنجاح هذه الشركات وإظهار المركز المالي الحقيقي لها.

ثانيا: أنواع الإحتياطي البترولي

توجد آراء مختلفة حول إحتياطي البترول في باطن الأرض، ويتم تقسيم الإحتياطيات حسب درجة الثقة في البيانات التي إستخدمت لتقديرها إلى ثلاثة أنواع³ رئيسية هي:

1. **الإحتياطيات المؤكدة:** يتعلق الأمر هنا بالإكتشافات التي من الممكن إستغلالها في الشروط الإقتصادية والتقنية المتوفرة حاليا، وتتواجد هذه الإحتياطيات في حقول موجودة ومجهزة للإنتاج أو هي قيد التجهيز،⁴ حيث تصل نسبة إحتماها إلى 90%؛
2. **الإحتياطيات المرجحة:** هي الإحتياطيات المؤكدة الوجود والمعروفة من الناحية التقنية، ولكنه غير معروفة بصورة دقيقة في كمياتها أو جوانبها الإقتصادية، وتقصها بعض المعلومات الجيولوجية التي تجعلها في مصاف الإحتياطيات المؤكدة،⁵ وتقدر نسبة إحتماها بـ 50%؛

¹ بيوار حسني، البترول أهميته، مخاطره وتحدياته، ص14، متاح على الموقع:

<http://www.egyedu.com/vb/showthread.php?t=2929&goto=nextoldest>

² أمينة مخلفي، محاضرات حول مدخل إلى الإقتصاد النفطي (إقتصاد النفط)، الجزء الأول، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2013/2014، ص 43، 44.

³ Katherine Stephan, **Les compagnies pétrolières et le marché pétrolier international**, Le pétrole: guide de l'énergie et du développement à l'intention des journalistes, Open society Institute, New York, 2005, p.55

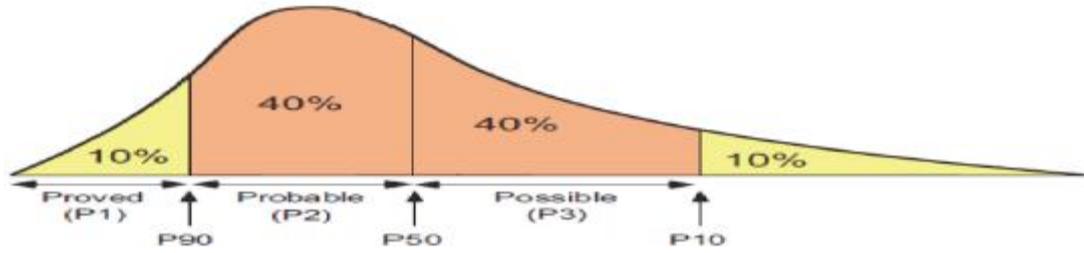
⁴ Valais.M, et al, **L'industrie du gaz dans le monde**, 4eme édition, Edition Technip, Paris, France, 1982, p21.

⁵ سالم عبد الحسن رسن، مرجع سبق ذكره، ص58.

3. الإحتياطيات المحتملة: وهي إحتياطيات محددة بصفة مشكوك فيها في منطقة لا تحتوي على آبار، ولكنها مجاورة لمنطقة إحتياطيات مؤكدة أو مرجحة، ويعتمد تقدير هذه الإحتياطيات على فرضيات هندسية وحيوفزيائية،¹ وبالتالي فهي توصف بكونها إحتياطيات غير دقيقة يقدر إحتماؤها بـ 10%.

ومن الجلي أن أي تقييم للمصادر أو الإحتياطيات يخضع لدرجة من الشك أو عدم اليقين، سواء من الناحية الفنية أو الإقتصادية، لذلك لا بد من وضع التقديرات على شكل نطاق أو مجال يعكس هذه الدرجة، بحيث يعبر عن الإحتياطي بثلاثة قيم على الأقل تمثل الإحتمال الأدنى، الأفضل وكذلك الإحتمال الأعلى، والشكل التالي يبين تصنيف الإحتياطيات حسب هذا المفهوم.

الشكل رقم (4.1): التصنيف الإحتمالي للإحتياطيات البترولية



المصدر: الطاهر الزيتوني، الأفق المستقبلية لإمدادات العالم والدول الأعضاء من النفط، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 38، العدد 142، 2012، ص 16.

ثالثا: العوامل التي تغير الإحتياطي البترولي

تخضع تقديرات الإحتياطي المؤكد من البترول إلى التغير بالزيادة أو النقصان بسبب عوامل عديدة هي:²

- 1. معدل الإستخراج أو النضوب السنوي،** حيث ينخفض الإحتياطي المؤكد من البترول بمقدار ما يتم إستخراجه منه، ومن الملاحظ وجود علاقة عكسية بين معدل الإستخراج السنوي من البترول وبين الإحتياطي المتبقي منه، بإفتراض ثبات العوامل الأخرى؛
- 2. الإكتشافات البترولية الجديدة،** حيث يزداد الإحتياط المؤكد من البترول بمقدار ما يتم إكتشافه منه، وهناك علاقة طردية بين الإكتشافات البترولية الجديدة والإحتياطي المؤكد منه؛
- 3. تنمية أو إجراء التوسعات في الحقول الموجودة،** حيث تؤدي تنمية الحقول المكتشفة سابقا وإجراء التوسعات فيها أو إستخدام تكنولوجيا حديثة في هذا المجال إلى زيادة الإحتياطيات المؤكدة من البترول؛
- 4. إعادة تقدير الإحتياطي البترولي** إذ أن عملية إعادة تقدير إحتياطي البترول المؤكد الموجود في الآبار المحفورة في الحقل تؤدي إلى زيادة الإحتياطي البترولي وخاصة عند توافر معلومات جيولوجية جديدة أفضل عن الحقل البترولي من حيث سمك الطبقة الحاملة للبترول ودرجة المسامية لهذه الطبقة؛

¹ Amor Khelif, **La valorisation physique de la filière du gaz naturel en Algérie : problèmes de définitions et dynamiques statistique**, Dans : dynamique des marchés et valorisation des hydrocarbures, ouvrage collectif sous la direction de Amor Khelif, CREAD, 2005, p112.

² رمضان محمد مقلد وآخرون، 2003، مرجع سبق ذكره، ص 204-205.

5. كذلك من الأسباب التي تؤدي إلى تغير الإحتياطي، إختلاف المفاهيم بين الشركات المنتجة وبين المهندسين وكذلك للإعتبارات السياسية التي كثيرا ما تدخل في تحديد الإحتياطات.

رابعا: تطور الإحتياطات العالمية من البترول

عرفت إحتياطات البترول تطورات مهمة خلال العقدين الماضية، ورغم زيادة الإستهلاك العالمي للبترول إلا أن هذه الإحتياطات تطورت بشكل ملحوظ نتيجة للإكتشافات الجديدة التي عززتها للطورات الحاصلة في التقنيات الحديثة في مجال التنقيب والإستخراج، والجدول التالي يبين تطور إحتياطات البترول خلال الفترة 1996-2016.

الجدول رقم (3.1): تطور إحتياطات العالم من البترول الخام

| العمر الافتراضي للإحتياطي | إحتياطي نهاية 2016 مليار برميل | إحتياطي نهاية 2006 مليار برميل | إحتياطي نهاية 1996 مليار برميل | إحتياطات البترول الخام |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 32.3 | 227.5 | 221.7 | 127.3 | مجموع شمال أمريكا |
| 119.9 | 327.9 | 110.8 | 90.7 | مجموع أمريكا الوسطى والجنوبية |
| 24.9 | 161.5 | 137.6 | 142.8 | مجموع أوروبا وأوراسيا |
| 69.9 | 813.5 | 755.9 | 674 | مجموع الشرق الأوسط |
| 16.5 | 48.4 | 45.5 | 39 | مجموع آسيا باسفيك |
| 44.3 | 128 | 116.9 | 74.9 | مجموع أفريقيا |
| 50.6 | 1706.7 | 1388.3 | 1148.8 | مجموع إحتياطي العالم |
| 84.7 | 1220.5 | 936.1 | 805 | - دول الأوبك |
| 25.2 | 486.2 | 452.2 | 343.8 | - دول خارج أوبك منها: |
| 28.8 | 244 | 240.2 | 151 | - الدول الصناعية OECD |
| 9.3 | 5.1 | 6.6 | 8.7 | -الإتحاد الأوروبي |

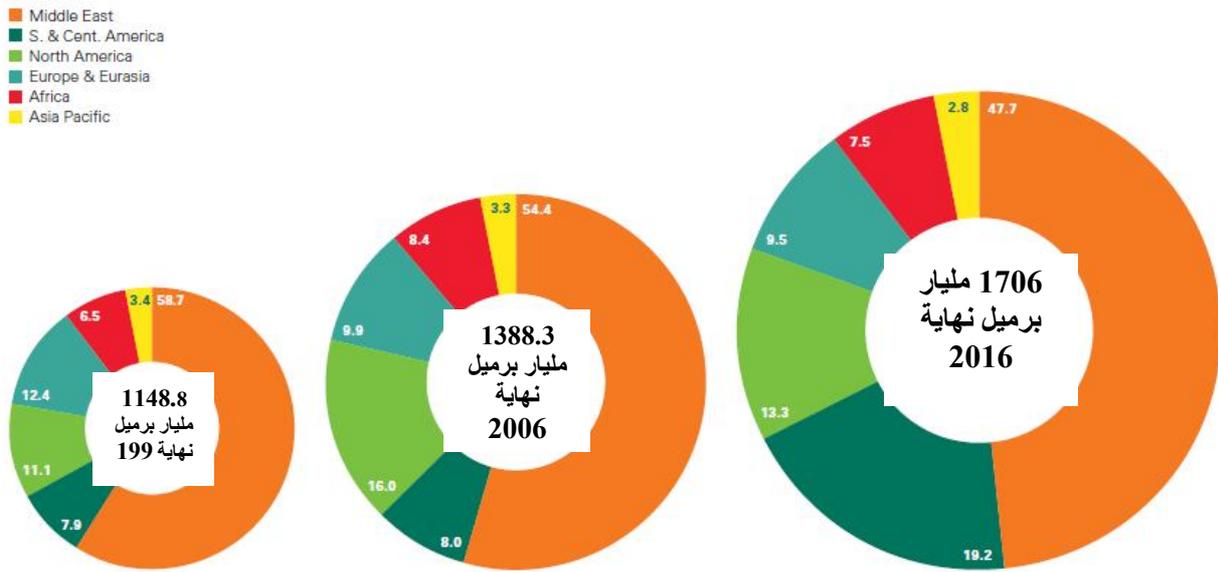
Source: British petroleum, Statistical Review of World Energy, 66th edition, June 2017, p12.

نلاحظ من خلال الجدول السابق ما يلي:

- أن حجم الإحتياطات العالمية للبترول شهدت إرتفاعا معتبرا خلال عقدين من الزمن، فمن 1148.8 مليار برميل نهاية سنة 1996 إلى 1706.7 مليار برميل نهاية سنة 2016 بما يزيد عن 50.6 سنة من الإنتاج، ويرجع هذا الإرتفاع الكبير أساسا إلى الإكتشافات الكبيرة التي تقوم بها الشركات البترولية في مختلف أنحاء العالم، نتيجة للتطورات التقنية الكبيرة في مجال الإستكشاف والإنتاج؛
- إن دول الأوبك تملك ما يقارب ثلاثة أرباع إحتياطي البترول العالمي بنسبة تصل إلى 71.5% نهاية 2016، كما تملك منطقة الشرق الأوسط التي تعتبر أهم مناطق إنتاج البترول إحتياطات تقدر بـ 47.7% من حجم الإحتياطات العالمية لنفس السنة؛

- أما الملاحظة الأساسية والهامة فهي إرتفاع إحتياطيات أمريكا الوسطى والجنوبية فمن 90.7 مليار برميل سنة 1996 إلى 327.9 مليار برميل نهاية سنة 2016 بما يزيد عن 119.9 سنة متبقية من الإنتاج، وكما يسجل تراجعاً في إحتياطيات لإتحاد الأوروبي من 8.7 مليار برميل سنة 1996 إلى 5.1 مليار برميل نهاية سنة 2016، والتي تعد من المناطق الأكثر إستهلاكاً للبتروك في العالم؛ ولتوضيح جغرافية توزيع إحتياطي البتروك عبر مختلف مناطق العالم وذلك حسب نسبة تواجدده، نورد الشكل التالي:

الشكل رقم (5.1): توزيع إحتياطي البتروك في العالم حسب المناطق خلال الفترة 1996-2016



Source: British petroleum, Statistical Review of World Energy, 66th edition, June 2017, p13.

المطلب الثاني: المخزونات البترولية العالمية

إن الدور الحيوي للبتروك يجعله بمثابة الدماء التي تسري في شرايين القطاعات الاقتصادية المختلفة، مما يجعله مادة إستراتيجية تحرص الدول على إستمرارية تدفقها بكميات كافية للنمو الإقتصادي، وتخطط لضمان إمدادها منه حتى في حالة حدوث أي قيود إقتصادية أو طبيعية أو سياسية على تدفق البتروك من مناطق الإنتاج إلى مناطق الإستهلاك. وبذلك تلجأ الدول وشركات البتروك العالمية إلى تخزين كميات من البتروك سواء في شكله الخام أو في صورة منتجات مكررة، بحيث أصبح هذا المخزون مؤشراً لمقدرة الدول على التعامل مع تقلبات سوق البتروك بالمدة الزمنية اللازمة لإستهلاكه.

أولاً: مفهوم المخزون البترولي

تعرف المخزونات البترولية على أنها "حجم البترول الموجود بصورة فعلية، والمستخرج من باطن الأرض ليخزن في إحدى صور التخزين، حيث تلجأ الدول وشركات البترول إلى تخزين كميات من البترول في صوته الخام وفي صورة منتجاته المكررة."¹

وتعرف أيضا على أنها " عبارة عن كميات كبيرة من البترول تغطي إحتياجات البلاد المستهلكة للبترول ومشتقاته لفترة زمنية تتراوح بين 30 و90 يوما، وهذا في حالة تعرض الإمدادات البترولية للانقطاع لأي سبب من الأسباب."² ومن أهم صور تخزين البترول نجد:³

- تخزين البترول في باطن الأرض عن طريق إعادة حقنه أو إستخدام الآبار الجافة؛
- تخزين البترول في مستودعات وصهاريج ضخمة؛
- تخزين البترول في مستودعات معامل التكرير؛
- تخزين البترول داخل خطوط أنابيب نقل البترول؛
- تخزين البترول في ناقلات النفط سواء كانت متحركة أو ساكنة مثل الناقلات التي إنتهى عمرها وأصبحت مؤهلة للتخزين على شكل مخزون عائم.

ثانياً: التطور التاريخي لإستغلال المخزونات البترولية

بدأ الإهتمام بالمخزون البترولي عقب أزمة السويس سنة 1956 التي أثرت على حجم البترول المتدفق إلى الدول الصناعية، بالرغم من أنه لم يكن للمخزون البترولي دور كبير في السوق العالمي نتيجة وفرة العرض وتماسك وتكامل الإنتاج رأسياً، حيث تتحكم الشركات البترولية العالمية في كافة مراحل الإنتاج، وإزداد الإهتمام به بشكل كبير في السبعينيات عندما تزايد دور الدول المنتجة في السوق البترولية خاصة بعد إنتشار التأميم وإستخدام البترول كسلاح سياسي، وبالتالي زادت ممارسة الدول المنتجة لسيادتها على ثرواتها الطبيعية، مما دعا الدول المستهلكة إلى الإهتمام بتخزين كميات من البترول لمواجهة الإضطرابات في تدفق البترول بالمستوى المطلوب. ويعود تأسيس المخزونات البترولية للدول المستهلكة للبترول إلى سنة 1973 حين تعرضت إمدادات البترول القادمة من الدول العربية إلى تقلبات حادة حيث إستخدم البترول كسلاح من طرفها ضد العالم الغربي المتضامن مع إسرائيل في حرب أكتوبر 1973. وفي عام 1975 سن الكونغرس الأمريكي تشريعات تلزم الحكومة الفدرالية بإنشاء مواقع لتخزين كميات من البترول الخام تكون كافية لتأمين الطلب عليه في حال تعرض الإمدادات لأي نوع من المخاطر الحادة، بالإضافة إلى المخزونات الفدرالية تقوم الشركات العاملة في مجال الطاقة بتخزين كميات خاصة بها توازي كميات المخزون الفدرالي.

¹ فتحى أحمد حوي، إقتصاديات النفط، الطبعة الثانية، دار حافظ، جدة: السعودية، 1992، ص179.

² فوركس، مصطلحات اقتصادية: مفهوم المخزون النفطي، متاح على الموقع: <http://www.fxeverest.com>

³ فتحى أحمد حوي، مرجع سبق ذكره، ص155.

وخلال إجتماعات وكالة الطاقة الدولية سنة 1975 إتفقت 21 دولة على العمل لتخزين البترول بكميات تعادل 90 يوما كمخزون إستراتيجي بالإضافة إلى 10% من إجمالي المخزون كمخزون تجاري، وبذلك يكون لكل دولة مخزون بترولي ما يعادل واردات 99 يوما.

وفي سنة 1978 أدت الإضطرابات السياسية في إيران وإضرابات العمال عن العمل في حقول البترول الإيرانية إلى إنخفاض الصادرات الإيرانية التي توقفت تماما في جانفي 1978، ونتيجة لغموض الموقف بالنسبة للبترول الإيراني عملت الدول المستهلكة على زيادة المخزون البترولي، فقد قدر متوسط الطلب الفعلي على البترول عالميا خلال الفترة 1978-1979 بنحو 46 مليون برميل يوميا، بينما قدر الإستهلاك الفعلي خلال نفس الفترة حوالي 43 مليون برميل يوميا، وهذا يدل على وجود فائض حوالي 3 مليون برميل يوميا موجه لأغراض التخزين.

وإستمر نمو حجم المخزون البترولي إلى أن وصل ذروته في أكتوبر 1981 أين بلغ نحو 230 مليون برميل. ونتيجة تزايد نفقات التخزين بعد إرتفاع معدلات الفائدة وتوافر فرص الإستثمار في الطاقات المتجددة، بدأت الشركات التي تستهدف الربح أساسا في إعادة تقييم سياستها التخزينية، كما واجه المخزون الإستراتيجي العديد من التساؤلات تخص مثلا من المسؤول عن إدارة المخزون في الدول الأعضاء لوكالة الطاقة الدولية، ومن يقرر الوقت المناسب لتصريف المخزون، ولمن يباع هذا المخزون وبأي سعر؟ وإذا تم بيعه لمن يدفع أكثر، وإذا تم بيعه بسعر السوق فإن زيادة العرض ستؤدي إلى إنخفاض الأسعار لدرجة تستفيد منها دول لم تشارك في تحمل نفقات التخزين، ولهذا بدأت الدول والشركات في التخلص من المخزون البترولي تنفيذا لإستراتيجية تهدف إلى التأثير على السوق، إلى أن بلغ المخزون البترولي في جانفي 1982 حوالي 100 مليون برميل، وإستمر التخفيض في منسوب المخزون البترولي في الأشهر الموالية إلى أن وصل معدل السحب اليومي ثلث إنتاج الأوبك خلال تلك الفترة، ونتيجة لزيادة العرض لنفس الفترة وإخفاض الأسعار الفورية، أعلنت الأوبك على أول تخفيض للأسعار منذ السبعينات إلى حدود 29 دولار للبرميل سنة 1983.¹

وتعتبر حركة المخزون البترولي وبخاصة في الدول الصناعية أحد المؤشرات المؤثرة في سوق البترول وأسعاره خصوصا خلال فترات الأزمات، حيث أن عملية بناء المخزون تعني زيادة في الطلب على البترول وعملية السحب من المخزون تعني إمدادات بترول إضافية في السوق، ولما أدركت الشركات البترولية وحكومات الدول المستهلكة مدى قوة المخزون البترولي في التأثير على الأسعار ومركز الأوبك في السوق العالمية للبترول، أصبح المخزون البترولي سلاحا مؤثرا في قوى العرض والطلب بصورة لم تشهدها السوق العالمية من قبل، فإذا إرتفع الطلب على البترول خاصة في فصل الشتاء زادت الكميات المستهلكة من المخزون، وكلما تراجع الطلب زادت الكميات المخزنة.

ثالثا: أنواع المخزون البترولي

تأخذ المخزونات البترولية أشكالا مختلفة، سوف نخص بالذكر منها الأكثر شيوعا وتداولها وهي:²

¹ فتحي أحمد خولي، مرجع سبق ذكره، ص 153-155. (بتصرف)

² المرجع السابق، ص 180.

1. المخزون التجاري: وهو الكميات المخزونة لتحقيق أهداف تجارية متمثلة في الحصول على مستويات أعلى من الأرباح؛

2. المخزون الإستراتيجي: هو من المفردات التي يكثر إستعمالها عند الحديث عن الطاقة وأسواقها، ومع ذلك يبقى معناه ضبابيا في أذهان الكثيرين من غير المختصين، حتى أن البعض يخلط بينه وبين المخزون التجاري، أو الإحتياطي بمعناه العام، وهو الكميات المخزونة لتحقيق أهداف متعلقة بتأمين وحماية الدول من التقلبات التي قد تحدث في الإمدادات البترولية، بالإضافة إلى محاولة التأثير من جانب الدول المستهلكة على ظروف عرض وطلب البترول لخفض أسعاره.

وتختلف مكونات المخزون الإستراتيجي من بلد إلى آخر، فبينما تحتفظ الولايات المتحدة الأمريكية به في شكله الخام، تحتفظ اليابان بحوالي 20% منه كمنتجات مكررة وسوائل الغاز، والباقي أي 80% من المخزون الإستراتيجي يحتفظ به في شكله الخام، أما معظم الدول الأوروبية فتحفظ بأكثر من 60% من مخزونها الإستراتيجي على شكل منتجات مكررة. وبشكل عام، تحتفظ دول الوكالة الدولية للطاقة بجمعة بنحو 60% من مخزونها الإستراتيجي خاما وذلك بسبب ثقل حجم واردات الولايات المتحدة الأمريكية في المجموعة البالغ 34%.¹

3. المخزون العائم: وهو كميات البترول المخزونة في الناقلات المتحركة أو الساكنة (كالناقلات التي إنتهى عمرها التشغيلي وأصبحت أهلة للتخريد) بالقرب من مناطق الإستهلاك الرئيسية.

وبالرغم من الصغر النسبي لحجم المخزون البترولي العائم مقارنة بالمخزونات البرية، إلا أن له أهمية كبرى كمؤشر للتحركات العامة في حجم المخزون ليستدل به عند وضع السياسات البترولية لاسيما وأن الدول المستهلكة والشركات تفضل إحاطة حجم مخزونها بالسرية.

ويعمل المخزون العائم كأحد أشكال المخزون البترولي على تحقيق جملة من الأهداف للأطراف الفاعلة في السوق البترولية نذكر منها:²

- يعمل على زيادة معدلات التشغيل لناقلات البترول، وإنتعاش سوق الناقلات البترولية؛
- يستعمل المخزون البترولي في تحقيق إستراتيجيات الشركات البترولية و الدول المستهلكة؛
- أفضلية المخزون البترولي العائم لأمنه من الكثير من الكوارث الطبيعية كالزلازل؛
- سهولة النقل التي يمتاز بها ومدى السلامة التي يتضمنها؛
- يقلل من أعباء التخزين لأن الناقلات المستعملة هي الناقلات الأهلة للإهتلاك؛
- يستعمل في تغطية المتطلبات الإستثنائية كالحروب.

¹ ماجد عبد الله، المخزون البترولي الإستراتيجي، مجلة القافلة، 2013/11/10، متاح على الموقع:

<http://qafilah.com/ar/wp-content/uploads/.jpg> (23/12/2016)

² أمينة مخلفي، محاضرات حول مدخل إلى الإقتصاد النفطي (إقتصاد النفط)، مرجع سبق ذكره، ص 50، 51.

رابعاً: تطور حجم المخزون البترولي في العالم

إن مستويات المخزونات البترولية تعتبر دائماً التعرض للإرتفاع تارة والإخفاض تارة أخرى، وهذا حسب الظروف السائدة في السوق البترولية العالمية، ويعد التغيير في مستوى المخزون البترولي أحد أهم العوامل التي تساهم في إحداث خلل في مستويات أسعار البترول، كما أن المخزون البترولي ليس شرطاً أن يكون مستورداً من الخارج فقد تلجأ الدولة المنتجة والمستهلكة للبترول في آن واحد لتخزين بترولها في وحدات تخزين خاصة لحين الحاجة إليه، ومثال ذلك الولايات المتحدة الأمريكية التي تنتج حوالي 8.8 مليون برميل يوميا من البترول الخام،¹ بينما تستهلك حوالي 19.6 مليون برميل يوميا حسب إحصائيات سنة 2016،² وهذا ما يجعلها دائماً تحتفظ بمخزون لديها تحسباً لأي طارئ. وللتعرف على مستوى التطور الحاصل في المخزونات البترولية العالمية المختلفة وكفايته بعدد أيام الإستهلاك نورد الجدول التالي:

الجدول رقم (4.1): تطور مستويات المخزونات البترولية في العالم

| المخزون نهاية 2016 مليون برميل | المخزون نهاية 2015 مليون برميل | المخزون نهاية 2010 مليون برميل | المخزون نهاية 2005 مليون برميل | المخزون نهاية 2000 مليون برميل | المنطقة |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1594 | 1561 | 1331 | 1245 | 1118 | مجموع الأمريكتين منها: |
| 1355 | 1289 | 1067 | 1027 | - | الولايات المتحدة الأمريكية |
| 988 | 990 | 949 | 949 | 927 | مجموع أوروبا |
| 435 | 435 | 390 | 396 | 451 | منطقة المحيط الهادي |
| 3017 | 2986 | 2670 | 2590 | 2496 | إجمالي الدول الصناعية |
| 3044 | 2895 | 1687 | 1247 | 1022 | بقية دول العالم |
| 6061 | 5881 | 4357 | 3837 | 3518 | إجمالي المخزون التجاري |
| 1250 | 1164 | 1031 | 1012 | 950 | مخزونات أخرى |
| 1876 | 1860 | 1780 | 1548 | 1280 | إجمالي المخزون الإستراتيجي منه: |
| 695 | 695 | 726.5 | 686 | - | المخزون الإستراتيجي الأمريكي |
| 9186 | 8905 | 7168 | 6397 | 5748 | إجمالي المخزون العالمي |
| - | - | 71.9 | 65.1 | 65.3 | كفاية المخزون التجاري العالمي (يوم) |
| 63.3 | 63.2 | 60.2 | 52 | - | كفاية المخزون التجاري للدول الصناعية (يوم) |
| - | - | 34 | 30 | - | كفاية المخزون الإستراتيجي للدول الصناعية (يوم) |

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي، أوابك، الكويت، سنوات مختلفة.

من خلال الجدول السابق حول تطور مستوى المخزونات البترولية العالمية نلاحظ ما يلي:

¹ OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2017, p32.

² British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p15.

1. شهدت المخزونات البترولية العالمية خلال الفترة من 2000 إلى غاية 2016 ارتفاعا ملحوظا (منها التجارية والإستراتيجية)، حيث قدرت بـ 5748 مليون برميل نهاية سنة 2000 لتصل إلى حدود 9186 مليون برميل نهاية 2016 ، أي بنسبة زيادة 59.8%؛

2. أما عن المخزون التجاري في الدول الصناعية، فقد أدى التخفيض الكبير الذي أجرته منظمة الأوبك في سقف إنتاجها بداية من سنة 2009 وإستمر تطبيقه طيلة السنة، إلى تخفيض فائض الإمدادات في السوق والتأثير على مستوى المخزون التجاري في البلدان الصناعية، وهو ما أثر على حجم الزيادة في المخزون خلال الفترة 2005-2010 حيث سجل زيادة بنحو 80 مليون برميل ليصل حدود 2670 مليون برميل نهاية سنة 2010 مقابل زيادة وصلت خلال الفترة السابقة 2000-2005 سقف 94 مليون برميل، أما خلال الفترة 2010-2015 فقد سجل زيادة بحوالي 316 مليون برميل ليصل نهاية 2015 إلى 2986 مليون برميل، ثم قفز إلى 3017 مليون برميل نهاية 2016 مسجلا أعلى مستوياته منذ عقدين من الزمن، والجدير بالإهتمام أن كفاية المخزون التجاري في الدول الصناعية نهاية 2016، إرتفع عن مستوياتها في السنوات السابقة ليلعب نحو 63.3 يوما من الإستهلاك، وهو مستوى يعد مرتفعا عن المستوى الإعتيادي 52 يوما؛

3. أما فيما يخص المخزون الإستراتيجي الأمريكي، الذي تجاوز سقف 700 مليون برميل لأول مرة سنة 2008 قد إستمر فوق ذلك المستوى خلال السنوات اللاحقة، حيث بلغ نهاية سنة 2010 نحو 726.5 مليون برميل ما يعادل إرتفاعا بمقدار 40.5 مليون برميل مقارنة بنهاية سنة 2005، إلا أن مستواه عاود بالإخفاض عن 700 مليون برميل نهاية سنة 2016، حيث بلغ نهاية السنة المذكورة 695 مليون برميل ما يعادل 37% من إجمالي المخزون الإستراتيجي العالمي، ويعود هذا الإخفاض في المخزون الإستراتيجي الأمريكي إلى السحب من المخزونات الأمريكية الإستراتيجية وفقا لقرار الوكالة الدولية الذي إتخذه شهر جوان سنة 2011 والقاضي بسحب 60 مليون برميل من المخزونات الإستراتيجية للدول الأعضاء.¹ ويذكر أن الإدارة الأمريكية منذ سنة 2004 قامت بإتخاذ موقف أكثر مرونة لإطلاق كميات من المخزون الإستراتيجي للتعويض عن النقص في الإمدادات، مما أدى إلى إضفاء صبغة تجارية على المخزون الإستراتيجي بالمقارنة بالسياسات السابقة التي كانت تعتبره بمثابة خط الدفاع الأخير الذي يمكن إستخدامه في حالة الأزمات الرئيسية فقط.²

المطلب الثالث: الإنتاج العالمي للثروة البترولية

من وجهة النظر الإقتصادية البحتة، يصعب أن نطلق كلمة "الإنتاج" في مجال المحروقات مثلما يطلق على الإنتاج السلعي في المجالات الإقتصادية الأخرى، إذ أنه من خواص السلعة أن تكون موجهة للسوق ويمكن إعادة إنتاجها بينما في مجال البترول فيعتبر أخذ أو إستحواذ على مادة موجودة في الطبيعة وهبة من الله، وهي غير متجددة وأنها تستنفذ نهائيا دون إمكانية إعادة رسكلتها بحال من الأحوال، أي لا يمكن إعادة إنتاجها. ومع ذلك فقد تم الأخذ

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثامن والثلاثون، أوابك، الكويت، 2011، ص66، 67.

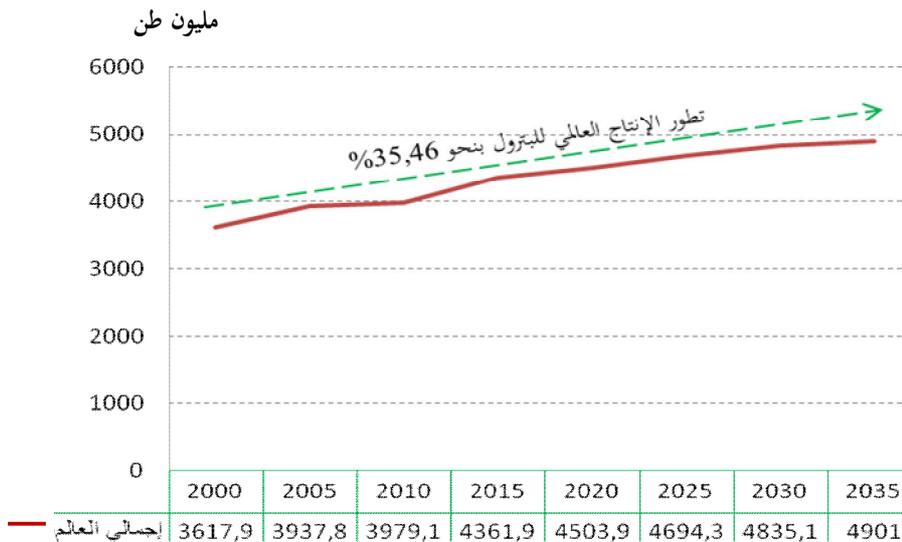
² منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، أوابك، الكويت، 2016، ص60.

ب هذه التسمية للدلالة على الكميات المستخرجة (المنتجة) من الحقول البترولية. وقد عرف إنتاج البترول في العالم تطورا كبيرا في السنوات الأخيرة، ولقد حقق إنتاجه زيادة تدريجية منتظمة بفعل زيادة النمو الإقتصادي العالمي، وزيادة الطلب على البترول لتغطية هذا النمو، إضافة إلى ظهور دول صناعية جديدة تزيد من طلبها للبترول كالصين والهند وكوريا الجنوبية وغيرها. والإنتاج البترولي يوجه إلى قسمين، الأول ينصرف إلى إستخراج البترول من باطن الأرض وتصديره في شكله الخام، والثاني يتمثل في توجيهه للصناعات البترولية وإنتاج منتجات صالحة للإستهلاك النهائي.

أولاً: تطور الإنتاج البترولي العالمي وتوقعاته المستقبلية

ساهم تطور وسائل الإنتاج عبر مختلف الشركات البترولية العالمية تكنولوجيا وفنيا في رفع القدرة الإنتاجية للبترول ناهيك عن ضخامة الإستثمارات الموجهة للقطاع البترولي، وكذا إرتفاع معدلات النمو الإقتصادي في الدول الصناعية والأسبوية الذي كان له الأثر الكبير في رفع الإنتاج العالمي من الثروة البترولية. وقد إنعكس إرتفاع أسعار البترول عام 2000 على نشاطات الإستكشاف والحفر والإنتاج، وحققت الشركات البترولية العالمية نتيجة لذلك عائدات ضخمة سمحت لها بالإستثمار في البحث عن حقول جديدة للبترول أو تطوير حقول سبق إكتشافها، حيث زاد إنفاق الشركات العالمية بحوالي 19% عام 2000 بالقياس مع السنوات السابقة. كما عرفت وتيرة الإنتاج العالمي من البترول منحا تصاعديا، فمن 3617.9 مليون طن سنة 2000 إرتفع إلى 4361.9 مليون طن سنة 2015 بنسبة زيادة تقدر بنحو 20.5% في مدة خمسة عشرة سنة، ثم إرتفع إلى 4382.4 مليون طن سنة 2016¹، ويتوقع أن يصل حجم الإنتاج العالمي إلى نحو 4901 مليون طن سنة 2035 بمعدل زيادة يقدر بحوالي 35.46% عن سنة 2000، والشكل الموالي يوضح مستويات الإنتاج العالمي للثروة البترولية خلال الفترة 2000-2035.

الشكل رقم (6.1): تطور الإنتاج العالمي من الثروة البترولية وتوقعاته المستقبلية



المصدر: أنظر كل من:

-British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, reports for different years (2010, 2016).

-OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2015, p28.

¹ British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, June 2017, **Op. Cit**, p16.

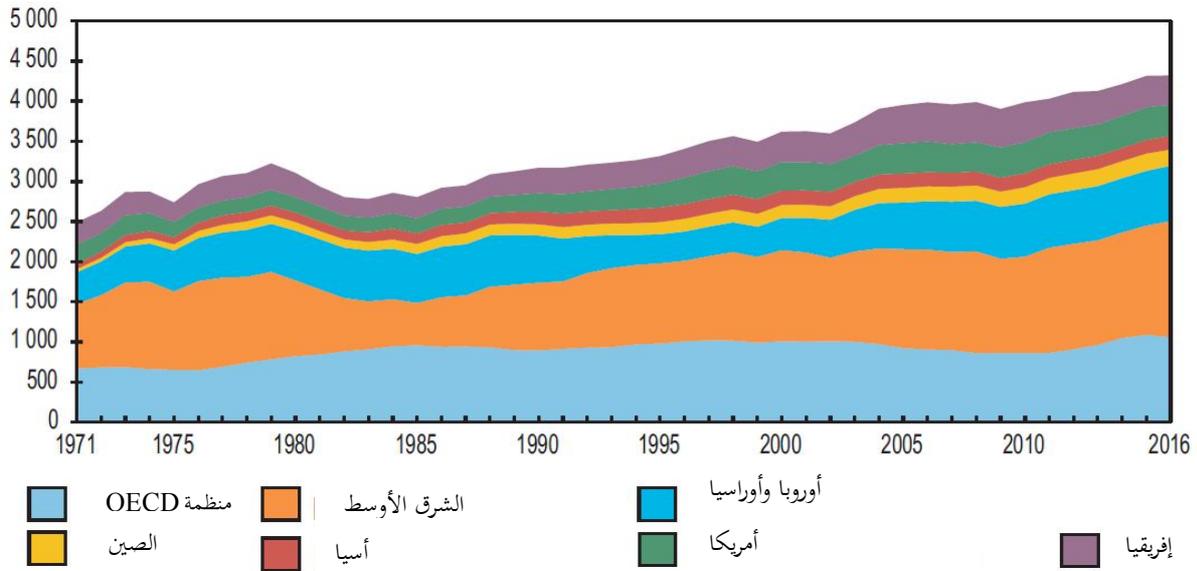
وبصفة عامة هناك زيادة في الإنتاج العالمي من البترول بسبب الزيادة المستمرة في الطلب عليه، حيث أن الدول المتقدمة لوحدها تستهلك نحو 65%¹ من مجمل الإستهلاك العالمي للبترول، وعلى الرغم من المحاولات المستمرة والحثيثة من قبل هذه الدول للحلول دون الإعتماد الرئيسي والمكثف على البترول ومحاوله إحلال موارد أخرى للطاقة مكانه، إلا أنها لن تستطيع في المستقبل القريب الإستغناء عن البترول كمصدر رئيسي، وذلك لنمو الطاقة التشغيلية لإقتصادياتها، فضلا عن قصور تلك البدائل في أن تحل محل البترول من جهة، وتعدد إستخدامات البترول من جهة أخرى، مما يؤكد أن البترول سيبقى خلال المستقبل القريب المصدر الأكثر أهمية للطاقة على الصعيد العالمي وهذا يعني أن حجم الطلب العالمي على البترول سوف يتزايد خلال العقود المقبلة.

ثانيا: جغرافية الإنتاج البترولي العالمي

إن المتتبع لهيكل الإنتاج العالمي للثروة البترولية يلاحظ بأنه ينتج في عدد محدود من الدول، والشكل التالي يبين التطورات العالمية في مجال إنتاج الثروة البترولية حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 1971-2016.

الشكل رقم (7.1): التطورات العالمية في مجال إنتاج البترول حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 1971-2016

الوحدة: مليون طن



Source: International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p12.

نلاحظ من خلال هذا الشكل أن معظم الإنتاج العالمي للبترول يتمركز في مناطق معينة على المستوى العالمي حيث أنه ما يزيد عن 33.6% من الإنتاج العالمي لعام 2016 والمقدر بـ 4382.4 مليون طن يتركز في منطقة الشرق الأوسط، تليها منطقة دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية بنسبة 24.5%². أما بالنسبة لأكبر الدول المنتجة للبترول في العالم فهي موضحة في الجدول التالي:

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, **Op. Cit**, p17.

² International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, **Op. Cit**, p 12.

الجدول رقم (5.1): أكبر عشرة دول منتجة للبترول في العالم (2016)

| البلد المنتج | كمية الإنتاج (مليون طن) | نسبة الإنتاج إلى الإنتاج العالمي (%) |
|------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| العربية السعودية | 585.7 | 13.4 |
| روسيا | 554.3 | 12.6 |
| الولايات المتحدة | 543 | 12.4 |
| العراق | 218.9 | 5 |
| كندا | 218.2 | 4.97 |
| إيران | 216.4 | 4.93 |
| الصين | 199.7 | 4.5 |
| الإمارات العربية | 182.4 | 4.2 |
| الكويت | 152.7 | 3.5 |
| البرازيل | 136.7 | 3.1 |
| باقي دول العالم | 1374.4 | 31.4 |
| مجموع دول العالم | 4382.4 | 100 |

Source: British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 66th edition, June 2017, p16.

تعد العربية السعودية أكبر الدول إنتاجا للبترول، فهي تحتل المرتبة الأولى عالميا وعربيا بكمية قدرت بـ 585.7 مليون طن سنة 2016 بما يعادل 10.4 مليون برميل يوميا ومعظم هذا الإنتاج يوجه إلى التصدير للأسواق العالمية بنسبة تفوق 71.3% لنفس السنة¹ وجزء قليل منه يستعمل لتلبية الإحتياجات الداخلية، وتحتل كل من روسيا والولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الثانية والثالثة على التوالي في مجال إنتاج البترول عالميا، فهما يمثلان معا نسبة 25% من مجمل الإنتاج العالمي للبترول سنة 2016، وبالرغم من الإنتاج الكبير للولايات المتحدة في مجال البترول إلا أنها تعتبر من أكبر مستورديه في العالم بنسبة تفوق 15.4% سنة 2016²، نظرا لكونها دولة صناعية كبرى وذات كثافة سكانية معتبرة وتحتاج لمصادر الطاقة في جميع قطاعاتها الإستراتيجية، أما روسيا فمعظم إنتاجها يوجه للإستهلاك الداخلي والآخر للتصدير وتموين السوق الأوروبية.

ثالثا: ذروة إنتاج البترول

ذروة إنتاج البترول هي القيمة العظمى التي سيصل إليها إنتاج المكنم البترولي، وبعد هذه النقطة الزمنية سيبدأ معدل الإنتاج في الإنخفاض³ وهذا لا يعني أن البترول سوف ينفذ فجأة، ولكن إمدادات البترول الرخيصة التقليدية سوف تتراجع وستبدأ بعدها الأسعار في الإرتفاع التدريجي المستمر، ويعتبر الخبير البترولي **كينج هابرت** أول من إكتشف قواعد إستنزاف المواد النابضة غير المتجددة ومن بينها البترول، وقد كان يعمل رئيس المستشارين لقسم الإكتشافات والإنتاج لشركة شل أين قام بتقديم ورقة بحثية في مؤتمر منعقد في الفترة 7-9 مارس 1956 بتكساس

¹ OPEC, Annual Statistical Bulletin 2017, **Op.Cit**, p60.

² British Petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, **OP. Cit**, p24.

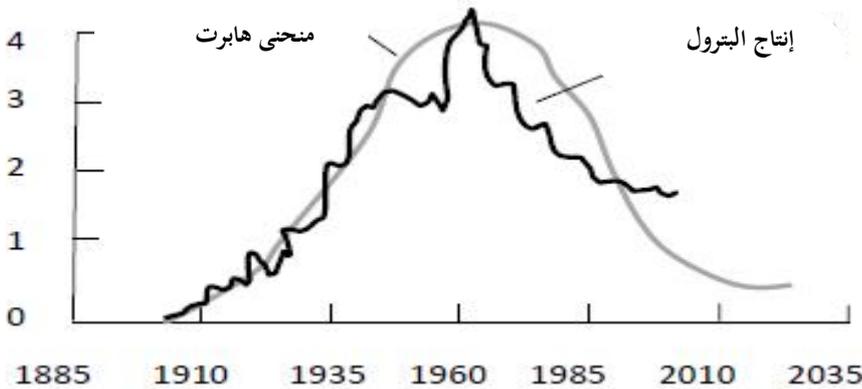
³ حاتم الرفاعي، ذروة البترول، في 25 نوفمبر 2007، ص8، متاح على الموقع: <http://www.oilpeakinarabic.org/index.php.html>

وكانت بعنوان "الطاقة النووية والوقود الأرضي القديم"¹، وتستند أهمية العمل الذي قام به هابرت إلى توقعه المثير للجدل حول وصول إنتاج البترول في الولايات المتحدة ذروته في أوائل السبعينات، وبعد تحقق توقعاته حيث بدأ الإنتاج فعلا بالهبوط عام 1971، تبنت حركة الحفاظ على الموارد الطبيعية هابرت كأسطورة في زمنه، وقد ركز هابرت نظريته بالجواب على أربعة أسئلة رئيسية تمحورت حول: ما هي كمية البترول المتبقية لإستغلالها؟، ماهو احتمال وجود إكتشافات جديدة؟، ما هو المعدل المتوقع للإستهلاك الإجمالي من البترول؟ ومتى تكون نهاية عصر البترول؟ ووضحها من خلال منحنى يبين تغير الإنتاج عبر الزمن،² كما يظهره الشكل رقم (8.1).

وللمنحنى الذي تقدم به هابرت عدة خصائص منها:³

- إن المساحة الواقعة تحت المنحنى تعطي كمية البترول الكلية التي سيتم إستخراجها من تلك الآبار حتى تنفذ؛
- للمنحنى قيمة عظمى هي نقطة الذروة، وعندما يصل الإنتاج إلى تلك القيمة يكون نصف حجم البترول قد إستنزف تقريبا والنصف الآخر المتبقي داخل الآبار لم يتم إستخراجه بعد؛
- إن هذا المنحنى ينطبق أيضا على مجموع إنتاج أي دولة منفردة كما ينطبق على الإنتاج العالمي من البترول؛
- لا يشترط أن المنحنى متماثلا كما هو موضح بالشكل، فقد يفقد تلك التماثلية بعض الشيء وذلك حسب طبيعة الإنتاج وعدد الآبار وحجمها ولكن يبقى الإتجاه العام للمنحنى سليما.

الشكل رقم (8.1): منحنى هابرت " Hubbert Curve "



Source: Steven M Gorelick, *Oil panic and global crisis: Predictions and Myths*, Wiley-Blackwell, 1st Edition, New Jersey, 2011, p3.

ويمكن توضيح نظرية هابرت من خلال المنحنى المبين في الشكل السابق، حيث تمثل المساحة الواقعة تحت المنحنى الإنتاج التراكمي وتعتبر ذروة هابرت عن نقطة أعلى إنتاج، ويسمى مجموع الإنتاج عبر الزمن بـ "أقصى إنتاج أو الإنتاج

¹ نجاة النش، الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة، أفاق ومستجدات، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 1997، ص23

² زواوية حلام، دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية، الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية، 2014، ص 62.

³ حاتم الرفاعي، البترول: ذروة الإنتاج وتداعيات الإنحدار، الطبعة الثانية، نخصة مصر للطباعة والنشر والتوزيع، مصر، 2009، ص61.

النهائي"، وعليه فإن إنتاج البترول من مجموعة آبار متجاورة أو من دولة ما أو من العالم كله يتبع شكل ثابت مع الزمن، يزداد الإنتاج في البداية حتى يصل إلى قيمة عظمى ثم يبدأ بعدها في التناقص، وتلك القيمة العظمى يطلق عليها "ذروة البترول".

وعلى المستوى العالمي لقد بلغ إكتشاف البترول ذروته في الستينات من القرن الماضي، وبما أن معدل الإنتاج يجب أن يعكس معدل الإكتشاف فإن الإنتاج العالمي للبترول سيبلغ أوجه المحتوم في يوم ما لكن متى بالضبط؟ حيث أخذت عدة دراسات على عاتقها التنبؤ بالموعد الذي يصل فيه إنتاج البترول التقليدي العالمي إلى ذروته وقد توصلت إلى نتائج مختلفة، إلا أن كل الدراسات السابقة تؤيد أن لإنتاج البترول التقليدي على مستوى العالم سنة ذروة لا محالة، لكن مجال الاختلاف يكمن في تحديد تاريخ الذروة، وإن كانت معظم الدراسات التي أجريت في هذا المجال تؤكد على أن سنة الذروة قد حدثت فعلا، وأنه ابتداءً من عام 2004 إلى عام 2037 ستتحول البلدان المصدرة للبترول حاليا إلى بلدان مستوردة له مستقبلا، وأن عدد الدول الرئيسية المصدرة للبترول سينخفض من 35 بلد إلى حوالي 12 بلد سنة 2030.¹

إلا أن إحدى تلك الدراسات المقدمة من طرف إدارة معلومات الطاقة الأمريكية المستندة على المعلومات غير المسبوقة الواردة لأول مرة في التقرير الشامل عن إحتياطيات البترول في العالم الصادر عن مصلحة المسح الجيولوجي الأمريكية شهر أبريل سنة 2000، حيث عرضت سيناريوهات نضوب البترول التقليدي السهل الإستخراج من خلال ثلاثة مسارات تختلف فيما بينها في تحديد حجم الإحتياطي العالمي من البترول، وتعد إحدى سيناريوهات هذه الدراسة الأكثر تفائلا حيث تشير إلى أن ذروة الإنتاج ستكون عام 2047 إذا إستمر معدل الإستخراج بنسبة 2% سنويا. وفيما يلي عرض لتلك السيناريوهات الثلاثة:²

- **السيناريو الأول:** كمية الإحتياطي 2242 مليار برميل بإحتمال مؤكد قدره 95%، وإذا إستمر الإستخراج بمعدل 2% سيصل إنتاج البترول الذروة بمستوى 112 مليون برميل يوميا سنة 2026 ثم ينخفض بشكل حاد إلى أن ينضب آفاق 2050؛

- **السيناريو الثاني:** كمية الإحتياطي 3003 مليار برميل بإحتمال مؤكد قدره 50%، وإذا إستمر الإستخراج بمعدل 2% سيصل إنتاج البترول الذروة بإنتاج قدره 142 مليون برميل يوميا سنة 2037 ثم ينخفض بشكل واضح إلى أن ينضب سنة 2075؛

- **السيناريو الثالث:** كمية الإحتياطي 3893 مليار برميل بإحتمال مؤكد قدره 5%، وإذا إستمر الإستخراج بمعدل 2% سيصل إنتاج البترول الذروة عند مستوى 175 مليون برميل يوميا سنة 2047 ثم ينخفض بشكل حاد إلى أن ينضب سنة 2100.

¹ زواوي حلام، مرجع سبق ذكره، ص63.

² أنور أبو العلا، عينة لبعض سيناريوهات نضوب البترول (1-2)، حريدة الرياض الإقتصادي، العدد 16112، السعودية، 2012/08/04، متاح على الموقع: www.alriyadh.com/2012/08/034/article757440.html (17/03/2016)

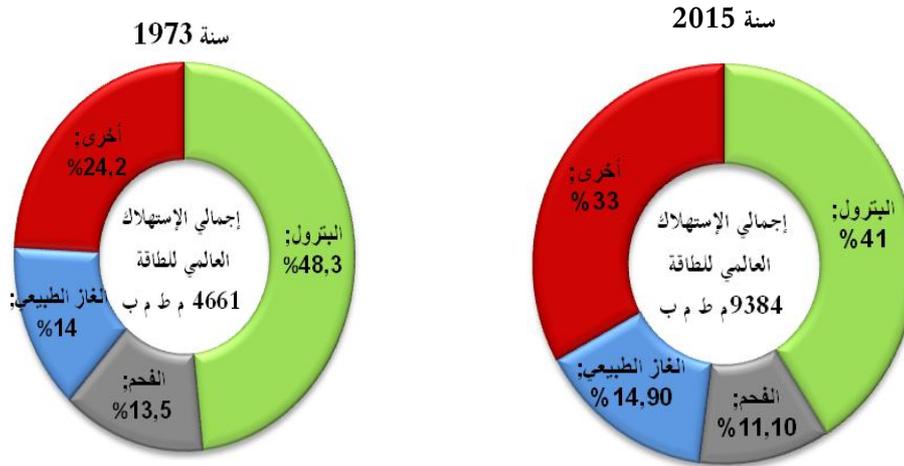
المطلب الرابع: الإستهلاك العالمي للثروة البترولية

يعد البترول من أهم مصادر الطاقة التي يعتمد عليها الإقتصاد الدولي، فهو مسير الحياة والنشاط في العالم فمعظم وسائل النقل ومحطات توليد الكهرباء وآلات المصانع كلها تدور بالبترول، والإنارة في المنازل والطرق والتدفئة والتكييف كلها أساسا قامت على وجود البترول، ولهذا كل ما ينتج حاليا من البترول يباع ويستهلك في مختلف المجالات العمومية. ومن خلال هذا المطلب سنحاول كشف المكانة التي يحتلها البترول ضمن ميزان الإستهلاك العالمي للطاقة، وكذا تتبع تطورات مستوياته عبر الزمن وأيضا تبين التوزيع الجغرافي للإستهلاك العالمي من الثروة البترولية.

أولا: مكانة الثروة البترولية ضمن الإستهلاك العالمي للطاقة

سوف نحلل مكانة الثروة البترولية ضمن الإستهلاك العالمي للطاقة من خلال إبراز تطور حصة هذه الأخيرة من مجمل الإستهلاك العالمي للطاقة، ومقارنته بالإستهلاك العالمي للمصادر الطاقوية المنافسة له بين سنتي 1973 و2015.

الشكل رقم (9.1): حصة البترول ضمن إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة (1973 و2015)



Source: International Energy Agency, Key World Energy Statistics, IEA, Paris, 2017, p34.

نلاحظ من خلال الشكل رقم (9.1)، أن نصيب البترول من الإستهلاك العالمي للطاقة قد إنخفض من 48.3% سنة 1973 إلى 41% من إجمالي إستهلاك الطاقة في العالم سنة 2015، كما يتوقع لحصة كل من البترول، الغاز الطبيعي والفحم تناقصا معتبرا ضمن إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة مستقبلا، ويرجع ذلك لأسباب بيئية وإقتصادية وكذا للإضطرابات الدورية التي تتميز بها السوق العالمية للبترول. وفي المقابل يسجل تنامي حصة الإستهلاك العالمي من الطاقات المتجددة الحديثة إلى حوالي الضعف من 1.7% سنة 1973 إلى 3.3% سنة 2015¹ بسبب كفاءتها ومراعيتها للمتطلبات البيئية التي تفرضها الإلتزامات الدولية (دون حساب حصة الطاقات المتجددة التقليدية المتمثلة في الكتلة الحية).

¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op. Cit, p34.

ثانيا: تطور إستهلاك الثروة البترولية في العالم

يمكن توضيح تطور الإستهلاك العالمي من البترول وذلك حسب المناطق الجغرافية في العالم من خلال الجدول

الموالي:

الجدول رقم (6.1): تطور الإستهلاك العالمي للبترول حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 2000-2016

| نسبة إلى الإستهلاك العالمي % | 2016 ألف برميل يوميا | 2015 ألف برميل يوميا | 2010 ألف برميل يوميا | 2005 ألف برميل يوميا | 2000 ألف برميل يوميا | السنوات المنطقة |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 24.7% | 23843 | 23644 | 23518 | 25119 | 23574 | مجموع شمال أمريكا |
| 20.3% | 19631 | 19396 | 19180 | 20802 | 19701 | -الولايات المتحدة الأمريكية |
| 7.2% | 6976 | 7083 | 6384 | 5332 | 4855 | مجموع أمريكا الجنوبية والوسطى |
| 19.5% | 18793 | 18380 | 19223 | 20213 | 19582 | مجموع أوروبا وأوراسيا |
| 9.8% | 9431 | 9570 | 8201 | 6576 | 5021 | مجموع الشرق الأوسط |
| 4.0% | 3906 | 3895 | 3218 | 2203 | 1578 | -العربية السعودية |
| 34.8% | 33577 | 32444 | 27954 | 24569 | 21135 | مجموع آسيا باسفيك |
| 4.1% | 3937 | 3888 | 3486 | 2917 | 2439 | مجموع إفريقيا |
| 100% | 96558 | 95008 | 88765 | 84726 | 76606 | مجموع إستهلاك العالم |

Source: British petroleum, Statistical Review of World Energy, reports for different years (2011,2016, 2017).

من خلال الجدول السابق نلاحظ أن الإستهلاك البترولي العالمي يتزايد باستمرار حيث قدر بأكثر من 76.6 مليون برميل يوميا سنة 2000، ثم تطور إلى ما يزيد عن 95.5 مليون برميل يوميا سنة 2016، أي بنسبة زيادة قدرت بنحو 26%، ويستهلك البترول في كل دول العالم لكن بنسب متفاوتة إذ أن 47.9%¹ منه نصيب عدد قليل من الدول الصناعية، تأتي الولايات المتحدة الأمريكية في طليعتها، حيث بلغ نسبة إستهلاكها سنة 2016 حوالي 20.3% من إجمالي الإستهلاك العالمي، تليها الصين بـ 12.8% من إجمالي الإستهلاك العالمي لنفس السنة وبحجم إستهلاك يفوق 12.3 مليون برميل يوميا،² ويرجع ذلك بالأساس إلى القفزة النوعية التي أحرزتها على جميع الأصعدة والتي تطلبت الزيادة في إستهلاك الطاقة، وكذا النمو الديموغرافي السريع الذي تشهدها الصين، أما بقية الدول الصناعية فيتراوح إستهلاكها بين المليون والمليونين ونصف المليون برميل يوميا. (لأكثر تفاصيل أنظر الملحق "2.1" في الأخير)

أما الدول العربية وخاصة منها المنتجة للبترول، فقد بلغ الإستهلاك اليومي في السعودية- أكبر الدولة المنتجة للبترول في العالم- حوالي 1.5 مليون برميل يوميا سنة 2000، ثم ارتفع إلى أكثر من ضعف القيمة بما يفوق 3.9

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p15.

² Idem.

مليون برميل يوميا سنة 2016، في حين يبلغ مجموع ما تستهلكه الدول الإفريقية مجتمعة حوالي 3.9 مليون برميل يوميا عام 2016 وهي كمية ضئيلة جدا بالمقارنة مع ما تستهلكه الولايات المتحدة الأمريكية فقط.

ثالثا: السعر وأثره على الإستهلاك

يعتبر السعر من العوامل الأساسية التي تؤثر على الطلب وبالتالي على الإستهلاك، ومن البديهيات المعروفة إقتصاديا، أن إنخفاض وتدني السعر يؤدي إلى توسع الإستهلاك، وعكسه يؤدي إلى إنخفاض الإستهلاك. ومن المعروف أيضا أن سعر أي سلعة يتحدد في معظم الأحيان نتيجة تفاعل قوى العرض والطلب على هذه السلعة حيث أن هذا التفاعل هو الذي يؤدي في النهاية إلى التوصل إلى سعر معين تتساوى عنده الكمية المطلوبة مع الكمية المعروضة من هذه السلعة، وهذا ما يسمى بحالة التوازن، والسعر الذي يحدث عنده الإستقرار يسمى بسعر التوازن (سعر السوق)، ويبقى العمل بهذا السعر إلى أن يحدث أي إخلال بالظروف المتعلقة بهذا التوازن سواء كانت متعلقة بالعرض أو بالطلب والتوصل إلى سعر توازني جديد.

ومنذ الإرتفاع الكبير لأسعار البترول في بداية السبعينات، بدأ إعتبار الطاقة إلى جانب رأس المال والعمالة كأحد عوامل الإنتاج التي أصبحت لها أهمية عظمى، ولهذا فإن للطاقة أثر كبير على خيارات إستراتيجيات التنمية وسياسة التصنيع والتكنولوجيا المعتمدة في أي دولة، وهذه الخيارات تحدد نوع الطاقة وكثافة إستهلاكها كالإعتماد على إستخدام الغاز الطبيعي في توليد الكهرباء في الجزائر مثلا بسبب توفر كميات كبيرة منه أو إستخدام الفحم لنفس الغرض في الصين أو الإعتماد على المصادر المائية في الدول التي لها هذه الإمكانيات أو غيرها، حيث تكون المفاضلة بين الإختيارات تبعا لمصادر الطاقة والإحتياطات المتوفرة منها لدى كل دولة.

وتعتبر الأسعار من أهم العناصر التي يتوقف عليها نمو إستهلاك الطاقة الحديثة خاصة البترول، والتغير في مستوى الأسعار يصيب الدول المتخلفة ذات القدرة الشرائية الضعيفة أكثر من غيرها، حيث تجد نفسها خارج سوق الطاقة العالمية خاصة في حالة الارتفاع الكبير للأسعار، فيتوجه الأفراد نحو المصادر الطاقوية التقليدية البديلة ويقل طلبهم على مصادر الطاقة الأحفورية الحديثة (خاصة البترول)، أما الدول المتقدمة، رغم أنها الأكثر إستهلاكاً للمنتجات البترولية بأنواعها المختلفة، فتكون أقل تأثراً بإرتفاع أسعارها.

رابعا: أثر معدل النمو الإقتصادي على زيادة إستهلاك الطاقة (البترول خاصة)

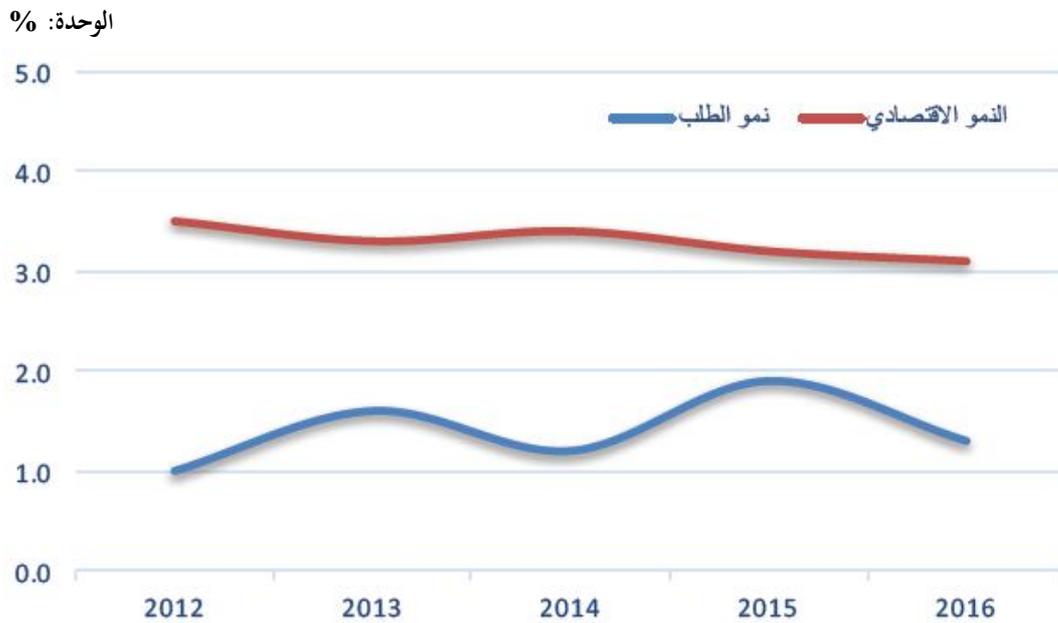
إذا كانت الطاقة عاملا ضروريا لحياة الإنسان، فهي تستخدم في نفس الوقت كمؤشر ومقياس للتطور الإقتصادي والرفاهية الإجتماعية، لكن الناس ليسوا كلهم متساوين فيما يحصلون عليه من الطاقة، ففجوة التفاوت في إستهلاكها بين سكان الريف والحضر وبين الأغنياء والفقراء كبيرة وتزداد إتساعا، ويرتبط نمو إستهلاك الطاقة بالنمو الإقتصادي فكلما زاد إستهلاك دولة من الطاقة، دل ذلك على نموها الإقتصادي والإجتماعي، غير أن إستهلاك الطاقة ليس دائما دالا على النمو الإقتصادي، لأن الزيادة في إستهلاكها مرتبط أيضا بالنمو الديموغرافي المتزايد، فمشكلة الطاقة لدى الدول المتقدمة مرتبطة بالزيادة في الرفاهية، وتطرح من زاوية تختلف عنها لدى الدول المتخلفة التي تعاني من نمو

سكاني متزايد، ومن هنا قد تأتي بعض الصعوبة في تقدير العلاقة بين هذين المتغيرين: إرتباط مؤشر معدل إستهلاك الطاقة بمعدل نمو الدخل القومي لدى مختلف الدول، ويرجح أن تعود الأسباب إلى مايلي:¹

- زيادة إستهلاك الطاقة في الدول النامية يرجع أساسا إلى الزيادة في معدلات نمو السكان وكذا توسع المدن أكثر مما هي مؤشر على النمو الإقتصادي والإجتماعي الدال على تحسن المستويات المعيشية؛
- بالنسبة للدول المتقدمة، يرجع إنخفاض معدل إستهلاك الطاقة مقارنة مع معدل النمو الإقتصادي إلى التطور التقني، إذ إستطاعت الدول المتقدمة ترشيد إستخدام الطاقة بإدخال آلات إنتاج ووسائل نقل أقل إستهلاكاً للطاقة لإنتاج نفس الخدمات.

كما يلاحظ أيضا أن متطلبات التنمية الإقتصادية والإجتماعية تؤدي في مراحلها الأولى إلى الزيادة السريعة في إستهلاك الطاقة وذلك بسبب إقامة صناعات متعددة وحركة التعمير وإنشاء المدن وإرتفاع الدخل مما يؤدي إلى إرتفاع الطلب على الطاقة، ولكن مع التطور الإقتصادي والإجتماعي يزداد الإقبال على السلع والخدمات التي لا يتطلب إنتاجها سوى مستويات قليلة من الطاقة وهذا يعكس في النهاية علاقة متغيرة وليس علاقة خطية ثابتة بين نمو إستهلاك الطاقة ونمو الناتج المحلي،² والشكل رقم (10.1) يبين العلاقة بين النمو الإقتصادي ومعدل الطلب على البترول على المستوى العالمي خلال الفترة 2012-2016.

الشكل رقم (10.1): العلاقة بين معدل النمو الإقتصادي ومعدل الطلب على البترول



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، أوابك، الكويت، 2016، ص38.

من خلال الشكل السابق نلاحظ أن معدلات الطلب على البترول أقل من معدلات النمو الإقتصادي العالمي على طول الفترة من 2012 إلى 2016، وفي هذا الإطار قد سجل تراجعاً في معدل الطلب العالمي على البترول

¹ فريد النجار، إدارة الشركات البترولية وبدائل الطاقة: قراءة إستراتيجية، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2006، ص119.

² حسين عبد الله، البترول العربي: دراسات إقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، القاهرة، 2003، ص135.

خلال سنة 2016 المقدر بنحو 1.3% مقارنة بنظيره المسجل سنة 2015 وهو 1.9%، ويعود ذلك إلى تراجع وثيرة النمو في الطلب على البترول من المجموعات الدولية المختلفة، حيث سجلت مثلاً مجموعة الدول الصناعية نمواً معدله 0.8% في سنة 2016 مقارنة بمعدل نمو بلغ 1.4% في سنة 2015، متأثراً بتراجع مستويات النمو بهذه الدول. كما شهد عام 2016 تباطؤاً في معدل النمو الإقتصادي العالمي حيث تراجعت معدلاته من 3.2% خلال سنة 2015 إلى 3.1% خلال سنة 2016 ويعود ذلك بدرجة كبيرة إلى تباطؤ النمو في الإقتصاديات الصناعية.¹

إذا فهذه العوامل الرئيسية التي لها تأثير مباشر على زيادة الإستهلاك البترولي بالإضافة إلى العوامل الأخرى والمتمثلة في المناخ، وأسعار السلع الأخرى (مصادر الطاقة البديلة)، والسكان والعوامل السياسية إلى غير ذلك، إلا أن الشيء الذي يمكن أن نستخلصه من هذا كله، أنه لا يمكننا قياس تأثير كل عامل من هذه العوامل على زيادة الإستهلاك منفرداً بل يبقى تأثير كل هذه العوامل مجتمعة.

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، مرجع سبق ذكره، ص38.

المبحث الثالث: إتجاهات السوق العالمية للثروة البترولية

لقد مرت الصناعة البترولية بتغيرات متلاحقة بخصوص مراكز القوى وصنع القرار فيها، وقد صاحب هذه التغيرات تطورات هامة في قواعد ومعاملات السوق العالمية للبترول، الأمر الذي كرس ميزة عدم الإستقرار لهذه الأخيرة، ويرجع ذلك بالأساس لسلوكها الذي يخضع لمصالح مؤسسات وشركات الدول المستهلكة والمنتجة للبترول إضافة إلى أنها تشهد العديد من الأزمات نتيجة تشابك العوامل المؤثرة عليها وتضارب المصالح بين الطرف المنتج الذي يسعى لإستغلال ثروته والإستفادة من عوائدها لأقصى حد ممكن، وبين الطرف المستهلك الذي يسعى للحصول على البترول بأرخص الأسعار، ومن هذا المنطلق سنحاول من خلال هذا المبحث تناول إتجاهات السوق العالمية للثروة البترولية من خلال التطرق للأطراف الفاعلة والمؤثرة فيها، وكذا التعرف على إتجاهات الطلب والعرض البترولي فإتجاهات أسعار البترول.

المطلب الأول: الأطراف المؤثرة في السوق العالمية للبترول

تضم السوق العالمية للبترول كأي سوق كافة المتعاملين من بائعين أو مصدرين والذين يمثلون جانب العرض (المنتجين) من جهة، ومشتريين أو مستوردين وهم يمثلون جانب الطلب (المستهلكين) من جهة أخرى. ويمكن وصف السوق العالمية للبترول بأنها سوق إحتكار قلة، كما يمكن وصف الوضع داخل كل مجموعة من الجانبين بأنه إحتكار قلة أيضاً، حيث تتميز كل مجموعة بوجود عدة متعاملين يمارس بعضهم تأثيراً كبيراً على السوق كنتيجة لكبر حجمه كما أن للأحداث التي تطرأ على السوق العالمية للبترول دور في التأثير على إحتياجات هذه الأخيرة من الثروة البترولية، وعلى درجة التركيز داخل كل مجموعة، وإلى إمكانية توافق المصالح داخل تلك المجموعات، التي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أطراف رئيسية هي: الشركات البترولية، الدول المصدرة للبترول والدول المستوردة للبترول، ومن خلال هذا المطلب سنتعرف على هذه الأطراف والتي تعد فاعلة ومؤثرة في السوق البترولية العالمية.

أولاً: الشركات البترولية

يمكن تقسيم الشركات البترولية إلى الشركات العالمية العملاقة والأكثر تأثيراً في السوق البترولية، وشركات مستقلة التي أخذت بمرور الوقت صفة العالمية وأخرى وطنية كما يلي:

1. الشركات العالمية للبترول:¹ تعرف الشركات العالمية على أنها أحد أنواع الشركات المتعددة الجنسيات، والتي تنشط في قطاع الطاقة خاصة البترول. وقد شهدت السوق البترولية العالمية مراحل مختلفة لسيطرة عدد محدود من الشركات العملاقة على جانب كبير منها، فبين عامي 1928 و1934 تم تحت قيادة الشركات الكبرى الثلاثة (ستاندرد أويل نيوجيرسي (إكسون حالياً)، وشل، وبريتيش بتروليوم) إبرام عدة إتفاقيات بقصد تأكيد سيطرتها على صناعة البترول والحد من المنافسة بينها وهو ما عرف بالكارتل العالمي القديم، وخلال عقدي الثلاثينيات والأربعينيات إزداد عدد أعضاء الكارتل بظهور النمط السباعي للسيطرة على بترول الشرق الأوسط، مكوناً ما أضحى على

¹ قضي عبد الكرم إبراهيم، أهمية النفط في الإقتصاد والتجارة الدولية (النفط السوري نموذجاً)، الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق: سوريا، 2010، ص70.

تسميته بالشقيقات السبع وهي: ستاندرد أويل نيوجيرسي (أكسون حاليا)، ستاندرد أويل كاليفورنيا (شيفرون حاليا)، سوكوني موبيل (موبيل حاليا)، جلف، تكساس (تكساكو حاليا)، البريطانية للبترول، شل الهولندية البريطانية. لقد كانت هذه الشركات قبل عقد السبعينات تسيطر على السوق البترولية سيطرة تامة وذلك من خلال إحتكارها للإنتاج وتحديد الأسعار وفق ما يخدم مصالحها والتحكم في حركة السوق، غير أن هذا النمط الأوحده للسيطرة التي فرضته هذه الشركات لمدة تزيد عن الخمسين عاما تحطم تدريجيا خلال عقد السبعينات وذلك بعد الصدمات المتعاقبة في السوق البترولية، من خلال فقدانها لقسم كبير من الصناعة البترولية التي كانت تسيطر عليها فقد أصبح إنتاجها البترولي الذي كان يزيد عن 60% من الإنتاج الإجمالي العالمي أوائل السبعينات، لا يمثل في أواخرها سوى 15%¹، خاصة مع ظهور شركات البترول الوطنية التي بدأت تسيطر على الموارد الطبيعية لدولها تدريجيا وأصبحت تشكل قوة جديدة ناشئة، وفي أواخر التسعينات أسترجعت الشركات العالمية للبترول مكانتها في السوق العالمية في ظل عمليات الإندماج، إذ حدث تفكك في الشقيقات السبع وإندمجت بعض هذه الشركات مع بعضها البعض لنفادي إفلاسها فإختيارها، وبالتالي أصبحت خمسة شركات بدل السبع، ومن أبرز الشركات العالمية التي مازالت محافظة على إستقرارها ووجودها نذكر منها: شركة بريتيش بتروليوم، شركة أكسون موبيل، شركة توتال، شركة شل وشركة شيفرون تكساكو.²

وقد إنقسمت إستراتيجيات عمل الشركات العالمية للبترول منذ ظهورها إلى إستراتيجيات قصيرة الأجل، وأخرى طويلة الأجل:³

أ. الإستراتيجيات قصيرة الأجل، وهي تتمثل فيما يلي:

- الإتجاه نحو التوسع في البحث عن البترول في مناطق جديدة مثل المكسيك وأنجولا والهند والصين؛
- التلاؤم مع تطور الطلب على المنتجات المكررة، حيث انخفض حجم الزيت الخام المكرر من جانب الشركات العالمية المنتجة للبترول بنحو 31% بين عامي 1973 و1983، وكان هناك عاملان وراء هذا التغيير هما: تأمين مصافي التكرير في كل من الشرق الأوسط وأفريقيا وأمريكا اللاتينية من ناحية، وانخفاض الطلب على المنتجات البترولية نتيجة لإجراءات الترشيد التي إتخذتها الدول المستهلكة من ناحية أخرى؛
- السيطرة على المراحل اللاحقة في إنتاج البترول، حيث عملت الشركات العالمية المنتجة للبترول على نقل سيطرتها إلى مراحل أخرى من مراحل الإنتاج وبالذات مرحلتي التكرير والتوزيع بالإضافة إلى قطاع الصناعات البتروكيمياوية، هذا إلى جانب تبني هذه الشركات لنمط جديد من تقسيم العمل الدولي، إذ يقتصر إنتاج الدول النامية في هذا المجال على المنتجات البتروكيمياوية الأساسية وتوجيهها نحو التصدير على أن تقوم هي بإنتاج الحلقات الأولى.

¹ Jean-pierre FAVENNEC, **le raffinage du pétrole: exploitation et gestion de la raffinerie**, Edition Technip, Paris, 1998, p34.

² Denis BABUSIAUX, «Recherche et production du pétrole et du gaz», publication de l'institut français du pétrole, 2002, p56.

³ منى مصطفى البرادعي، السوق العالمية للنفط والمتغيرات الاقتصادية المؤثرة على النفط العربي في التسعينات، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 1993، ص 25-30.

ب. **الإستراتيجيات طويلة الأجل:** وتتركز إستراتيجيات الشركات الكبرى في الأجل الطويل في التحكم في تطور السوق العالمية للطاقة، ولتحقيق هذا الهدف تعمل الشركات على تركيز إستثماراتها بصفة أساسية في كل من البترول والفحم والغاز الطبيعي، وهي الموارد التي ستظل تساهم بالجزء الأكبر من إمدادات الطاقة حتى عام 2020¹ بالإضافة إلى ذلك تحاول أن تضمن السيطرة على تكنولوجيا المستقبل التي ستكون أساس تحقيق التوازن في السوق البترولية في الأجل الطويل، ويشكل هذان النوعان من الإستراتيجيات أي: تنمية أنواع الطاقة، والتمكن من تكنولوجيا الأجل الطويل، المحور الرئيسي لسياسة الشركات في الأجل الطويل.

2. الشركات البترولية المستقلة: إن من أبرز التطورات التي حدثت في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية على صعيد الصناعة البترولية العالمية، ظهور شركات بترولية جديدة من خارج مجموعة الشركات البترولية العملاقة، وذلك لأجل ممارسة عملية التنقيب، والإنتاج طبقا لصيغ إستثمارية جديدة تختلف عن إتفاقيات الإمتياز التقليدية من عدة جوانب. وتعرف هذه الشركات بالشركات المستقلة، وقد كان نشاطها الإنتاجي والتسويقي يقتصر في البداية على أسواقها المحلية ثم إتجهت إلى الأسواق العالمية بحثا عن مصادر للبترول الخام، وتحقيقا لمزايا التكامل وضمانات التنوع إلا أن خصخصة بعض تلك الشركات جزئيا أدت إلى نقلها إلى فئة الشركات الخاصة مثل: بترولبراز Petrobras البرازيلية، وسينوبك Sinopec الصينية.² ورغم إرتباط هذه الشركات المستقلة بمصالح بلدانها الأم من جهة والشركات الإحتكارية الكبرى من جهة أخرى، فإنها تبقى قوة بترولية مستقلة مؤثرة في صناعة البترول وسوقها الدولية سواء كان في الحد و التقليل لنفوذ وهيمنة الشركات الإحتكارية الكبرى أو في جانب تعزيز قوة البلدان البترولية المنتجة والمصدرة للبترول من جانب آخر.

3. الشركات البترولية الوطنية:³ يعتبر تأسيس شركات البترول الوطنية في بعض الدول المنتجة للبترول، خطوة هامة نحو المشاركة الفعلية لهذه البلدان في صناعتها البترولية ولعل تأسيس هذه الشركات كان من أهم التطورات التي أدت إلى تآكل نظام الإمتيازات وزعزعة السيطرة الإحتكارية لشركات البترول العالمية على الصناعة البترولية خاصة في منطقة الشرق الأوسط، كما أدت في فترة لاحقة دورا كبيرا في إدخال التغيير على هيكل الصناعة البترولية، ونذكر من هذه الشركات: شركة أرامكو السعودية، شركة النفط الوطنية الإيرانية، شركة نفط الكويت، شركة النفط الوطنية العراقية، شركة بترول أبو ظبي الوطنية "أدنوك"، شركة سوناطراك الجزائرية، وغيرها من الشركات. ولقد ساهمت هذه

¹ www.adnoc.com/adnoc/arabic/media_news.cfm?shownewsid=154&id=284(National Abu Zaby Petroleum Company) 05/11/2013

² أنظر كل من:

- حسين عبد الله، البترول العربي: دراسة إقتصادية سياسية، مرجع سبق ذكره، ص 67.

- عاطف الجميلي، الهيكل البترولي لصناعة النفط، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 109، المنظمة العربية المصدرة للنفط (أوابك)، الكويت، ربيع 2004، ص 47.

³ أنظر كل من:

- عاطف سليمان، الثروة النفطية ودورها العربي (الدور السياسي والاقتصادي)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت: لبنان، 2009، ص 130.

- عدنان شهاب الدين، المحافظة على تماسك منظمة أوبك: مضامين التعاون بين الدول الأعضاء، الطبعة الأولى، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي: الإمارات العربية المتحدة، 2007، ص 113.

الشركات في عملية دمج الصناعة البترولية في الإقتصاد الوطني، وتمكينها من أن تؤدي دورا مهما في تطوير الإقتصاد المحلي لاسيما في ما يتعلق بحركة التصنيع.

ثانيا: الدول المصدرة (المنتجة) للبترول

عرفت سبعينيات القرن الماضي ظهور الدول المنتجة كطرف أساسي ومؤثر في السوق العالمية البترولية، وتتكون مجموعة الدول المصدرة للبترول من ثلاثة مجموعات وهي: الأوبك، الدول الشيوعية (الإتحاد السوفيياتي سابقا، الصين بولندا) والدول الأخرى المصدرة للبترول (المملكة المتحدة، المكسيك، جنوب إفريقيا وأستراليا) كما أن كل مجموعة من هذه المجموعات غير متجانسة، حيث توجد إختلافات وتناقضات متعددة داخلها وتأخذ على سبيل المثال دول منظمة الأوبك ودول خارجها.

1. دول منظمة الأوبك* (OPEC): أنشئت منظمة الدول المصدرة للبترول في الدورة المنعقدة ببغداد من 10 إلى 14 سبتمبر من عام 1960، وقد جاءت أساسا إحتجاجا على سيطرة الشركات العالمية التي تستغل البترول وتقرر فرض الأسعار والعوائد دون الرجوع إلى الدول المضيفة والمالكة القانونية له، التي قررت خفض أسعار البترول من جانب واحد، وتعتبر خطوة خفض أسعار البترول من جانب واحد في أوت 1960 القطرة التي أفاضت كأس الدول المنتجة التي قررت في الشهر الذي تلاه الإعلان عن نشأة المنظمة.¹

وقد عرفت السياسات البترولية للدول المنتجة تطورا تبعا لتغيرات السوق البترولية العالمية ويمكن أن نميز في هذا الإطار بين ثلاثة سياسات إنتهجتها الدول المنتجة للبترول:

أ. سياسة الدفاع عن الأسعار 1973-1985: بدأ تطبيق هذه السياسة بعد صدور تقرير نادي روما (حدود النمو) سنة 1972 وتقوم على الحد من المعروض البترولي ليتناسب مع الطلب عليه وإعطائه السعر الحقيقي الذي يغطي تكاليف الإنتاج الإجمالية إضافة إلى عائد يعوض نضوب هذا المورد الحيوي وتلبية المتطلبات المالية للمنتجين؛

ب. سياسة الدفاع عن الحصة السوقية 1986-1998: أدى إختيار أسعار البترول عام 1986 إلى تخلي دول الأوبك عن سياسة تغليب المتطلبات المالية وإتجهت إلى زيادة حصتها في الأسواق البترولية والتي عرفت إنخفاضا كبيرا خلال الفترة 1973-1985 من 56% إلى 29%، وتقوم هذه السياسة على زيادة العرض البترولي بحيث تنخفض الأسعار إلى مستوى لا تستطيع الدول خارج الأوبك الإستمرار في الإنتاج بسبب إرتفاع تكاليف الإنتاج وتدني الأسعار، فقد عرفت الحقول البترولية في بحر الشمال صعوبات كبيرة في تغطية تكاليف الإنتاج أين بلغت تكلفة إنتاج البرميل 14 دولار مقابل 1.5 دولار للبرميل في الحقول النفطية السعودية، وكان من نتائج هذه السياسة إرتفاع صادرات مجموعات الأوبك كما إرتفعت حصتها في السوق البترولية من 29% عام 1985 إلى 42% عام 1998؛²

* منظمة الدول المصدرة للبترول: أنشأت بمبادرة من خمسة دول: السعودية، إيران، العراق، الكويت وفنزويلا سنة 1960، وتظم حاليا (سنة 2016) 13 دولة وهي: الجزائر، أنغولا، الإكوادور، الغابون، إيران، العراق، الكويت، ليبيا، نيجيريا، قطر، السعودية، الإمارات العربية المتحدة، فنزويلا.

¹ Pierre Jacquet, Françoise Nicolas, **Pétrole (crise, marchés, politiques)**, ifri, Paris, 1991, p93.

² هاني عبيد، الإنسان والبيئة: منظومات الطاقة والبيئة والسكان، دار الشروق، عمان، الأردن، 2000، ص20، ص89.

ج. سياسة تثبيت الأسعار: تقوم هذه السياسة على إيجاد آلية لإستقرار الأسعار المستهدفة حيث يتم ضبط العرض البترولي لمجموعة دول أوبك حسب وتيرة تغير الأسعار إرتفاعا وهبوطا، وقد إنظمت بعض الدول المنتجة للبترول خارج الأوبك إلى هذا الإتجاه كالمكسيك والنرويج، فمثلا في عام 2000 صممت أوبك المحافظة على أسعار البترول ضمن مدى يتراوح ما بين 22 إلى 28 دولار لسلة أوبك* من البترول الخام.¹ ولقد كان لتكيف دول الأوبك مع التغيرات في أوضاع وهيكل سوق البترول العالمية، وإتباع أعضائها نظام الأسعار المرنة التنافسية المرتبطة بأسعار النفوط المتداولة في البورصات العالمية تأثيرا في إستعادتها زمام المبادرة وعودتها إلى صدارة الجهات المؤثرة في أساسيات السوق.

2. الدول المنتجة خارج الأوبك: هي مجموعة الدول المنتجة للبترول غير المنتمة لمنظمة الأوبك، ورغم كونها دولا منتجة للبترول إلا أن الصفة الغالبة على هذه المجموعة من الدول هي كونها دولا مستهلكة ومستوردة له، لأن عددا منها هي دول صناعية متقدمة يزيد طلبها على البترول، إضافة إلى أن تكاليف إنتاج البترول على مستوى الغالبية منها يزيد عن تكاليف إنتاجه في دول الأوبك، وأن من بينها دولا تتعارض مصالحها الجوهريّة مع مصالح الأوبك لإنتمائها إلى مجموعة الدول الصناعية مثل المملكة المتحدة البريطانية والنرويج، وهو ما يمثل ضغطا على منظمة الأوبك كما أن الدول المنتجة خارج الأوبك تنسق أحيانا بين سياستها البترولية مثل دول الأوبك لكن دون إطار تنظيمي ودون تنفيذه في أحيان كثيرة، ولكن يمكن لها أن تؤثر على أسعار البترول بزيادة عرضه كما حدث مثلا منتصف سنة 2014.

ثالثا: الدول المستوردة (المستهلكة) للبترول

إن مجموعة الدول المستهلكة للبترول غير متجانسة كما هو الحال بالنسبة للدول المنتجة، حيث أن هناك الدول التي تنتج وتستهلك كميات كبيرة من البترول، والدول التي لا تستهلك سوى كميات قليلة من البترول، وهي أساسا الدول النامية. وكرد فعل لسيطرة دول الأوبك على سوق البترول بشكل فعال في الفترة ما بين 1970-1974 أنشئت الدول الصناعية المستهلكة للبترول الوكالة الدولية للطاقة (AIE) والتي تعتبر أهم أداة أقامتها الدول المستهلكة للبترول قصد تحقيق أهدافها الإستراتيجية.

1. الوكالة الدولية للطاقة: بعد نشوب حرب أكتوبر وقيام الدول العربية بوقف ضخ البترول إلى الولايات المتحدة وهولندا وتخفيض إنتاجها الإجمالي والذي دام خمسة أشهر،² سارعت الولايات المتحدة بدعوة الدول الصناعية إلى مؤتمر واشنطن في 11-13 فيفري 1974 لمناقشة قضايا الطاقة وتم الإتفاق على إنشاء وكالة الطاقة الدولية، وتشمل

* سلة أوبك (OPEC basket) هي المعدل الإحصائي للنفط السعودي الخفيف مع ستة نفوط أخرى من أوبك (خام دبي الإماراتي، خام بوني الخفيف النيجيري، خام صحاري الجزائري، خام ميناس الإندونيسي، خام تيا خوانا الخفيف الفنزويلي، خام إيستموس المكسيكي) وتشمل على آلية تلقائية لتعديل كمية الإنتاج والتي تطبق في حالة تغير السعر فوق أو تحت النطاق، مع أن الآلية لم تطبق دائما، ومنذ سنة 2005 أصبحت السلة تضم 11 نوعا من خامات البترول.

¹ هوشيار معروف، تحليل الإقتصاد الدولي، دار جدير، عمان، 2006، ص 94.

² دانييل أرنولد، ترجمة عبد الأمير شمس الدين، تحليل الأزمات الإقتصادية للأمم واليوم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، 1992، ص 54.

في عضويتها 28 دولة من البلدان المستهلكة للبترو، بالتنسيق مع منظمة التعاون والتنمية الإقتصادية* وهدفها تنسيق وخلق جبهة موحدة من المستهلكين من الدول الغربية واليابان من أجل مجابهة أي إنقطاع في إمدادات البترول بإتباع إستراتيجية سميت بنظام التقاسم العاجل (التكاثف العاجل) وهو شبه مخطط إستعجالي يهدف إلى:

أ. **ترشيد إستهلاك الطاقة:** تهدف برامج الترشيد إلى تخفيض الطلب على البترول وتقليل إستيراده وتحقيق التعاون بين الدول الأعضاء في الوكالة، ويشمل ذلك السماح بزيادة أسعار البترول داخل الدول الأعضاء للحد من الإستهلاك من ناحية، وتشجيع مصادر الطاقة البديلة من ناحية أخرى؛

ب. **تكوين مخزون إستراتيجي ضخم:** إن خط الدفاع الأول في الإستراتيجية التي إعتدتها الدول الصناعية كان زيادة المخزون الإستراتيجي من البترول لدى كل دولة عضو بحيث يعادل 90 يوماً¹ من الواردات البترولية الخاصة بكل دولة، كما إهتمت الدول الصناعية ببناء مخزون إستراتيجي² ضخم من البترول وطرحه من وقت لآخر في السوق الفورية بما يفوق إحتياجات الطلب ضمن سياسة مشتركة هادفة إلى السيطرة على السوق البترولية؛

ج. **تنمية الإنتاج خارج الأوبك:** زاد من تدهور أوضاع الأوبك إقتحام منتجون جدد لا ينتمون إلى المنظمة حلبة الإنتاج نتيجة نشاط الدول الصناعية في إطار الإستثمار الكثيف في الإستكشاف والتنقيب عن البترول في مناطق جديدة. إن القسم الأساسي في تنمية الإنتاج خارج الأوبك تم في مناطق هي الإتحاد السوفياتي، الصين، بحر الشمال والمكسيك، لكن الموارد الإضافية التي تحققت من المناطق الثلاثة الأولى كانت تخصص بالدرجة الأولى لسد حاجاتها الداخلية فلم تنفرد إلا المكسيك بالتحول إلى مصدر صاف مهم في السوق العالمية، إذ أن إنتاجها تضاعف من 1.6 مليون برميل يومياً سنة 1973 إلى 3 مليون برميل يومياً سنة 1983، أما البلدان السائرة في طريق النمو فهي تقارب 30 منتجا منها 15 بلدا مصدرا صافيا، هذا ما خلق تناقضا في المصالح بين المنتجين من خارج الأوبك الذين يريدون زيادة إنتاجهم وصادراتهم من خلال المنافسة السعرية (تخفيض السعر)، وبين منتجي الأوبك الذين يريدون الدفاع عن السعر المعلن حتى ولو كان ذلك على حساب تخفيض الإنتاج والصادرات.

د. **تحفيز وتطوير البحث عن مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة:** عملت الدول الصناعية على إحلال مصادر الطاقة البديلة محل البترول مما يؤمن توفير كمية من مصادر الطاقة غير البترولية من ناحية، وزيادة المعروض من البترول من ناحية أخرى.³

* Organisation de la Coopération et de Développement Economique (OCDE) هي نفس دول الوكالة الدولية للطاقة يضاف إليها فنلندا وفرنسا.

¹ علي لطفي، مرجع سبق ذكره، ص81.

² مديحة حسن السيد الدغيري، اقتصاديات الطاقة في العالم وموقف البترول العربي منها، الطبعة الأولى، دار الجليل، بيروت، 1998، ص 289 - 290.

³ <http://www.4eco.com/energy/index.html> (The Daily Belltin for Environmental News, 11/6/2014)

المطلب الثاني: إتجاهات الطلب العالمي على البترول

إن الطلب على البترول هو طلب ذو شقين، طلب كمي وطلب نوعي، أي الطلب على البترول الخام والطلب على المنتجات البترولية (منتجات بترولية مكرر، أو بيتروكيماوية)، إذا فهو طلب مشتق، حيث أنه كلما زاد الطلب على المنتجات البترولية، زاد الطلب على البترول الخام، وكلما إنخفض الطلب على المنتجات البترولية إنخفض الطلب على البترول الخام.

أولاً: تعريف الطلب على البترول

عرفت الوكالة الدولية للطاقة (IEA) الطلب على البترول على أنه " يتكون من إتزامات الموزعين من مصانع التكرير ومن كميات خاصة أو البترول غير المكرر الموضوع للتوزيع مباشرة".¹ من خلال هذا التعريف، يمكن القول أن إستهلاك البترول لا يكون خاما مباشرة، بل يخضع لعملية تكرير تنتج عنه منتجات بترولية كالبنزين، وأخرى مستخدمة في الصناعة البتروكيماوية... الخ.

ويقصد بالطلب البترولي أيضا "مقدار الحاجة الإنسانية المنعكسة في جانبها الكمي والنوعي على السلعة البترولية كخام أو كمنتجات بترولية، عند سعر معين وخلال فترة زمنية محددة بهدف تلبية تلك الحاجات الإنسانية، سواء كانت لأغراض إستهلاكية كالبنزين لتحريك السيارات، أو الكيروسين (البترول الأبيض) للإنارة والتدفئة.. الخ، أو لغرض إنتاجي كالمنتجات البترولية التي تدخل في الصناعة البتروكيماوية".²

إذا فالطلب على البترول يكون على نوعين، طلب على الخام، وطلب على المنتجات المكررة، ولا يكون طلب على المنتجات المكررة ما لم يكن هناك طلب على البترول الخام. وبالتالي يمكن القول أن هناك تأثير متبادل بين الطلب على البترول الخام والمنتجات البترولية.

إن التغير الحاصل في الطلب البترولي الناتج عن التغير الحاصل في السعر يدعى بمرونة الطلب، حيث أن مرونة الطلب في المدى القصير معدومة، لأن زيادة السعر لا تؤدي بالضرورة إلى تقليص الطلب، وهذا راجع لكون المستهلك في المدى القصير مرتبط بإشباع حاجياته الضرورية، فلا يستطيع التقليص في طلبه، وفي حالة إنخفاض الأسعار يسعى المستهلك لزيادة طلبه، لكن ليس بكمية كبيرة بل محدودة لأن طاقته التخزينية محدودة وتكلفتها كبيرة. أما مرونة الطلب في المدى الطويل فهي مرنة، لأنه بزيادة الأسعار في المدى البعيد يسعى المستهلك لإنقاص طلبه من خلال البحث عن مصادر أخرى، وإذا إنخفض السعر يحاول المستهلك زيادة طلبه وتخزينه على شكل احتياطي يعتمد عليه مستقبلا.

ثانياً: العوامل المؤثرة في الطلب العالمي على البترول

إن البترول الخام من أقل مصادر الطاقة الأحفورية المتوفرة حاليا من حيث الإحتياطيات المؤكدة (حوالي 50 سنة من الإستهلاك)³، مع أن هناك إحتياطيات من البترول غير التقليدي أو غير الإعتيادي (Non-conventionnel)

¹ Oel Maurle, **Prix du pétrole**, PAO-Paris, France, 2001, p16.

² محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، مرجع سبق ذكره، ص 147.

³ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, **Op. Cit**, p12.

لكن تكاليف إستغلالها بكميات تجارية وتنافسية بدون شك جد مرتفعة، مع العلم أن تكاليف الإستكشاف بالنسبة للبترول التقليدي نفسه زادت بنسبة 70% خلال السنوات الأخيرة، بسبب إستنفاد مناطق الإستكشافات التقليدية المعروفة. كما أن مدة الإستهلاك المتوقعة تعتبر قصيرة نسبيا بالنظر إلى الفترة السابقة من سنوات إستهلاك البترول التي فاقت 155 سنة منذ بداية الإنتاج والإستغلال الإقتصادي للبترول، وذلك منذ منتصف القرن التاسع عشر. وبالرغم من أن هناك أسباب وعوامل مختلفة في التأثير المباشر على تزايد الطلب العالمي على البترول، لكن توسع الإستهلاك من هذه المادة الحيوية يعود إلى عاملين رئيسيين وهما:

1. إستخدامه الواسع في مجال النقل، فعلى سبيل المثال تتوقع الحكومة الصينية أن يزيد عدد السيارات في طرقها إلى أن يصل إلى سبعة أمثاله، حيث يصل إلى 140 مليون سيارة بحلول 2020، ثم يرتفع العدد إلى أن يبلغ 150 سيارة لكل 1000 شخص، ومع ذلك يبقى معدلا متواضعا مقارنة بـ 500 سيارة لكل 1000 شخص في أوروبا الغربية، و900 سيارة لكل 1000 شخص في الولايات المتحدة الأمريكية.¹ وبالتالي فإن حجم ما يطلبه مجال النقل البري أو الجوي من البترول مرتفع جدا، في الوقت الذي يبقى البحث عن الطاقة البديلة في المستقبل المنظور غير ممكن وذلك لأسباب تقنية تتعلق بصناعة وسائل النقل ذاتها، إذ أنه ما لم تحدث ثورة تقنية في مجال وسائل النقل بإمكانها إستخدام طاقة بديلة وواسعة الإنتشار، فإن مركز البترول سيبقى يحظى بالأولوية ولفترة طويلة من الزمن بين مصادر الطاقة الأخرى، وحتى لو قدر لهذه الثورة التقنية النجاح، فإن حظيرة السيارات والطائرات ستستغرق وقتا طويلا لكي تستطيع تلك التقنية إنهاء إعتمادها على مشتقات البترول وإخراجها من السوق.

2. متطلبات التصنيع: حيث أن زيادة الطلب على البترول يعود من جهة ثانية لحاجات التصنيع وإستخدام منتجاته المتعدد كسلع وسيطة مثل صناعات البلاستيك والنايلون والمطاط الصناعي وغيرها، وتعتبر الدول الآسيوية وخاصة الصين وتايوان وكوريا من البلدان التي تتطور فيها هذه الصناعات، وإستطاعت منتجاتها غزو الأسواق العالمية. ويتضح أيضا أن الطلب على البترول في الحالات العادية وإستقرار السوق يرتبط بعوامل منها:

- تزايد عدد السكان وتسارع النمو الديموغرافي؛
- عامل الزمن حيث تنعدم مرونة الطلب على البترول في المدى القصير وترتفع على المدى البعيد؛
- المستوى الإقتصادي والإجتماعي للدولة وسياستها الطاقوية وترشيد الإستهلاك والنظام الضريبي؛
- العوامل الطبيعية، البيئية وتغيرات المناخ والفصول؛
- أسعار المنتجات البترولية وسعر البترول الخام بحد ذاته؛
- توفر الطاقات البديلة ومستوى أسعارها مقابل أسعار البترول.

ثالثا: تطور الطلب العالمي على البترول وتوقعاته المستقبلية

إن تقدير الإحتياجات العالمية من البترول بالإعتماد على حجم الإحتياجات العالمية وحجم الإستهلاك العالمي لا يعطينا صورة واضحة عن مستقبلها، والمجالات التي يحظى فيها البترول بميزة تنافسية بين مصادر الطاقة الأخرى، إلا إذا

¹ ضياء مجيد الموسوي، ثورة أسعار النفط، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2008، ص35.

توفرت معطيات عن معدلات النمو الإقتصادية المتوقعة التي ستكون لها تأثيرها المباشر على الطلب العالمي، سواء في الدول المتقدمة التي تمثل أكبر المجموعات إستهلاكاً للطاقة، أو في الدول المتحولة إقتصادياً والنامية والتي ترتفع فيها معدلات النمو الإقتصادي إلى مستويات معتبرة. وحول هذا المؤشر، يتوقع أن ينمو الاقتصاد العالمي بمعدل يبلغ 3.4% لدى كل المجموعات الجيو-سياسية الدولية خلال الفترة 2015-2021 وخلال الفترة 2030-2040 إلا أنه سيرتفع إلى مستوى 3.6% خلال عشرية 2021-2030، غير أن المجموعات تختلف فيما بينها من حيث سرعة النمو الإقتصادي المتوقع، فالدول النامية ستعرف معدلات نمو متوسطة تتراوح ما بين (4.2% و 4.8%)، وبطيئة نسبياً في كل من دول منظمة التنمية والتعاون الإقتصادي وأوراسيا بين (1.7% و 2.5%)، كما هي موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (7.1): توقعات معدلات النمو الإقتصادي العالمي خلال الفترة 2015 - 2040

| المنطقة | 2015 - 2021 | 2021 - 2030 | 2030 - 2040 | 2040 - 2015 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| دول OCED | 2.0% | 2.1% | 2.0% | 2.0% |
| الدول النامية | 4.8% | 4.7% | 4.2% | 4.6% |
| أوراسيا | 1.7% | 2.5% | 2.3% | 2.2% |
| متوسط إجمالي العالم | 3.4% | 3.6% | 3.4% | 3.5% |

Source: OPEC, World Oil Outlook, 2016, p8.

إن معدلات النمو الإقتصادي العالمي المتوقعة خلال الفترة من 2015 إلى 2040 الذي ستبلغ بالمتوسط خلال الفترة نحو 3.5% والتي ستفوق معدلات نمو العرض من البترول، مما يعني شدة الطلب العالمي على الموارد الطاقوية منها المنتجات البترولية، خاصة في الدول الناشئة والدول المتحولة إقتصادياً، وهي ذات معدلات نمو إقتصادية متزايدة وكثافة سكانية عالية، وسيكون لها الدور الكبير في إبقاء الطلب على البترول متزايداً. وهذا ما نلاحظه من خلال الجدول الموالي.

الجدول رقم (8.1): مستويات الطلب العالمي على البترول وتوقعاته المستقبلية خلال الفترة 2015-2040

الوحدة: مليون برميل يوميا

| السنة | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| دول OCED | 46.2 | 45.9 | 44.3 | 41.9 | 39.7 | 37.3 |
| الدول النامية | 41.5 | 46.8 | 52.2 | 57.4 | 62.0 | 66.1 |
| أوراسيا | 5.3 | 5.6 | 5.8 | 6.0 | 6.1 | 6.0 |
| إجمالي العالم | 93.0 | 98.3 | 102.3 | 105.5 | 107.8 | 109.4 |

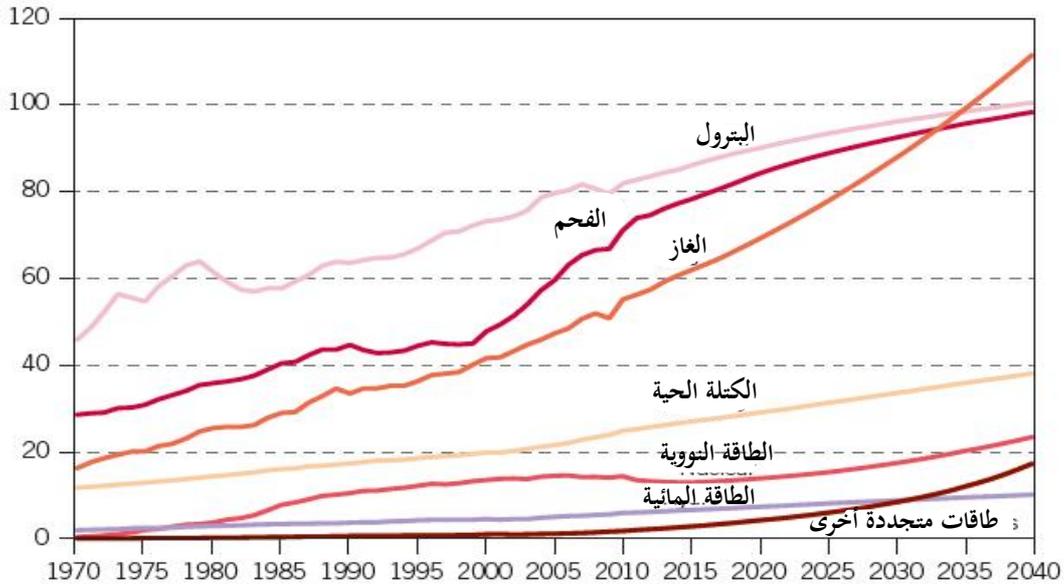
Source: OPEC, World Oil Outlook, 2016, p11.

من خلال الجدول رقم (8.1) نلاحظ أن الطلب العالمي على البترول سيرتفع بمقدار 16.4 مليون برميل يوميا ما بين 2015 و2040، ليصل إلى حدود 109.4 مليون برميل يوميا نهاية فترة التوقع بمعدل نمو يقدر بـ 17.6%. حيث أن الطلب في دول OECD يتوقع أن ينخفض بـ 8.9 مليون برميل يوميا ليصل إلى ما يقارب 37.3 مليون برميل يوميا سنة 2040، بينما سيشهد الطلب على البترول في الدول النامية إرتفاعا ملحوظا من 41.5 مليون برميل يوميا سنة 2015 إلى 66.1 مليون برميل يوميا نهاية فترة التوقع أي بمعدل نمو 59.2%، ويتوقع أن تكون منطقة الدول الناشئة بآسيا هي محور النمو في هذا الطلب، بحيث ستستحوذ على ثلثي هذه الزيادة بسبب ما تعرفه إقتصاديات هذه البلدان من معدلات نمو ملحوظة، وأخيرا يتوقع للطلب في منطقة أوراسيا أن يبلغ 6 مليون برميل يوميا سنة 2040، وهذا يمثل أقل إرتفاع بـ 0.7 مليون برميل يوميا ما بين 2015 و2040.

وحسب توقعات منظمة الدول المصدرة للبترول (الأوبك) سنة 2015، فإن حصة البترول من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية والمقدر بـ 399.4 مليون برميل مكافئ نפט يوميا سوف تصل إلى 25.2% آفاق 2040 وهذا ما تبينه معطيات الشكل رقم (11.1)، وبهذه النسبة سيحافظ البترول إلى جانب الغاز الطبيعي على المكانة المميزة كأهم مصدر طاقي من حيث الطلب عليه في الأسواق الدولية بنسبة تفوق 53% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة، متفوقان على الفحم والطاقة النووية ومصادر الطاقة المتجددة، ولهذا سوف يبقى البترول أحد أهم مصادر الطاقة المفضلة في القرن الحادي والعشرين، بسبب ميزته النوعية والكمية كذا كفاءته الإقتصادية، قبل أن تحل مصادر الطاقة المتجددة محل مصادر الطاقة الأحفورية، التي لا محالة أنه سيأتي اليوم الذي ستصبح فيه مصادر الطاقة المتجددة هي المهيمنة على الإستهلاك العالمي للطاقة.

الشكل رقم (11.1): تطورات الطلب العالمي على البترول مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى حتى آفاق 2040

الوحدة: مليون برميل مكافئ نפט يوميا



Source: OPEC, World Oil Outlook, 2015, p58.

و من أجل التوفيق بين زيادة الطلب العالمي على البترول لتلبية حاجات النمو الإقتصادي والإجتماعي وبين الندرة النسبية المتوقعة من البترول مستقبلا، أي إطالة عمر الاستهلاك من البترول، فإن العقلانية الإقتصادية تحتم إتخاذ إجراءات ترشيد لدى جميع الدول من جهة، وتدعيم التوجه للطاقات البديلة على أوسع نطاق من جهة ثانية.

المطلب الثالث: إتجاهات العرض العالمي للبترول

يقصد بلفظ العرض في التحليل الإقتصادي بالكمية التي يعرضها المنتجون للبيع في السوق من سلعة معينة عند ثمن معين وفي فترة زمنية معينة.¹

وينبغي الإشارة هنا إلى التفريق بين الكمية المعروضة، والكمية المخزونة. فالكمية المعروضة للبيع من السلعة التي يعرضها المنتجون في السوق عند سعر معين وفي وقت محدد، تختلف عن المخزون من تلك السلعة في مخازن المنتجين دون عرضها في السوق، والبترول كغيره من السلع ينطبق على عرضه هذا المفهوم، فإنا نرى ما هي العوامل المحددة للعرض البترولي؟ وما هي تطورات الإمدادات البترولية الحالية والمستقبلية؟، وهذا ما نحاول معرفته من خلال هذا المطلب.

أولاً: تعريف عرض البترول

يعرف العرض البترولي بأنه "تلك الكميات من السلع البترولية الخام التي تعرض في السوق، من أجل تبادلها وعلى ضوء الحاجة الإنسانية أو الطلب عليها خلال زمن معين."²

يقصد بالعرض البترولي إذا الكمية المعروضة منه للبيع في الأسواق العالمية، ويعتبر هذا التعريف هو المفهوم السائد بين مختلف شركات البترول الدولية، فإذا كان العرض البترولي في السابق يعتمد على معدلات الإنتاج التي كانت تحدد وفق سياسات الشركات البترولية الكبرى، فالعرض العالمي اليوم يعتمد على سياسات الدول المنتجة مجتمعة أو منفردة. وإذا كانت العلاقة العكسية هي التي تحكم المعروض من أي سلعة وسعرها في أغلب الأحيان، فإن البترول يختلف نوعاً ما عن بقية السلع، حيث أن السعر ليس بالمتغير الوحيد الذي يؤثر في الكمية المعروضة، إذ أن هناك عوامل أخرى لها تأثير على العرض البترولي والتي أثبتت دورها مثل السياسات التي تنتجها الأطراف الثلاثة العاملة في حقل البترول من دول منتجة، ودول مستهلكة، وشركات بترولية.

كما أن مرونة العرض البترولي، والتي يمكن معرفتها من خلال قسمة التغير النسبي لكمية السلعة المعروضة على التغير النسبي لسعر السلعة، تكون مرنة في المدى القصير والمتوسط، راجع لكون إستمرارية العملية الإنتاجية وبصورة متزايدة يؤدي إلى إمكانية تزايد العرض، وفي نفس الوقت إمكانية تناقصه. أما في المدى الطويل فقلة المرونة راجع إلى تعذر إستمرارية العملية الإنتاجية البترولية التي تؤدي إلى إمكانية التناقص التدريجي للعرض البترولي.

¹ أحمد جامع، النظرية الإقتصادية، الطبعة الثالثة، دار النهضة العربية، القاهرة، 1977، ص 237.

² محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، مرجع سبق ذكره، ص 115.

ثانيا: العوامل المؤثرة في العرض البترولي

العرض البترولي كأى نشاط إقتصادي يتأثر بالعديد من العوامل المختلفة التي تتباين في أهميتها وقوة تأثيرها على العرض البترولي سواء بالزيادة أو بالنقصان، وهذه العوامل هي كالتالي:¹

1. مقدار الطلب على البترول: يعد مقدار الطلب على البترول من العوامل المؤثرة على العرض البترولي، وتوجد علاقة طردية بين العرض البترولي والطلب البترولي، أي كلما زاد الطلب فإن تأثيره إيجابي على تطور عرض السلعة البترولية وبصورة واسعة وهذا هو واقع الطلب البترولي في عالمنا المعاصر. وإذا قل الطلب أو كان محدودا فإن تأثيره سلبي على العرض البترولي؛

2. مستوى أسعار السلعة البترولية: إن مقدار ومستوى السعر للسلعة البترولية من العوامل المؤثرة بصورة كبيرة على العرض البترولي، فإرتفاع السعر وتزايدده يكون عموما حافزا مؤثر على زيادة العرض، مع الأخذ بعين الإعتبار المدى الزمني وكذلك طبيعة وشكل السوق السائدة، حيث يكون الحافر إيجابي للسعر في المدى المتوسط والطويل فقط وعكس ذلك في حالة تناقص أو إنخفاض السعر فإن ذلك له تأثيره السلبي على خفض كمية العرض في المدى الزمني القصير، المتوسط والطويل؛

3. السياسة البترولية أو سياسة الإنتاج: لهذا العامل قوة تأثير كبيرة على العرض البترولي سواء بالزيادة أو بالنقصان أو بثبات العرض. ويتمثل في مجموعة من الإجراءات تتخذها جهة أو جهات معينة في كيفية إستغلال البترول من خلال التحكم في هذا الأخير بصورة عامة وفي عرضه بصورة خاصة. فتخفيض أو توقيف إنتاج البترول يعتبر سلاحا إقتصاديا وسياسيا هاما إتخذ على عدة أشكال في السوق البترولية، ومثال على ذلك ما قامت به الدول العربية المنتجة للبترول خلال حربي 1967 و1973، عندما إستعملت بترولها ضد الدول الإستعمارية، وكان له تأثير على العرض البترولي العالمي. كذلك المحافظة على تنظيم العرض يكون له عدة أهداف من بينها إطالة فترة إستغلال البترول بصورة أفضل كما سعت إليه أوبك من خلال تقنين الإنتاج. أما من ناحية زيادة العرض أو الإنتاج، فالهدف منه زيادة العوائد المالية بغرض تلبية متطلبات التنمية كما هو الحال بالنسبة للسعودية مثلا التي كانت تطالب الأوبك بزيادة حصتها؛

4. المنافسة بين المنتجين للبترول: إن الدول المنتجة للبترول والشركات البترولية تسعى للحصول والظفر بأكبر حصة من السوق البترولي، هذا من شأنه أن يؤثر على الكميات المعروضة، ولكن مستوى سعر البترول يلعب الدور الكبير في تحديد حصة السوق لكل طرف، وبالرجوع لسنوات الثمانينات فإن الدول المنتجة من خارج منظمة الأوبك قامت بإغراق السوق البترولي بكميات هائلة من البترول نتيجة عمليات البحث والتنقيب الواسعة التي مكنتها من رفع مستوى إنتاجها، وبالتالي فإن الأسعار إنخفضت وكان المتضرر الوحيد هي الدول الأعضاء في الأوبك نتيجة تطبيقها إستراتيجية نظام الحصص الذي قلص من حصتها في السوق، وما كان من هذه الدول خاصة دول الخليج العربي إعلانها بممارسة حرب الأسعار، وكانت النتيجة هي إنخفاض أسعار البترول إلى مستويات متدنية والتي أثرت على

¹ محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، مرجع سبق ذكره، ص180. (بتصرف)

الصناعات البترولية للدول غير الأعضاء، وكذلك دول الأوبك، وبعد ذلك توصل الطرفان إلى ضرورة التعاون فيما بينهم للحفاظ على مستوى مناسب لأسعار البترول، لأن تكاليف إستخراج البترول في بعض الدول (خاصة بحر الشمال) تعتبر مرتفعة مقارنة بدول الخليج.

إضافة إلى ذلك فإن المنافسة يمكن أن نجدها بين دول أعضاء منظمة أوبك نفسها، وهي بالتقريب قائمة بين دول الخليج العربي التي تمتلك إحتياطي ضخمة من البترول، والتي تحاول بيع أكبر كمية ممكنة منه ولا تهتم بالأسعار لأنها لا تعاني مشاكل مالية واقتصادية. أما الدول الضعيفة والمتوسطة فهي ترغب في بيع كمياتها بسعر مرتفع وذلك نظرا للمشاكل التي تعاني منها، وبالتالي يصعب على الأوبك في بعض الأحيان فرض حصص لكل دولة عضو في المنظمة؛

5. سعر السلع البديلة: قبل إكتشاف البترول كمادة يعتمد عليها في الحياة البشرية كانت هناك مصادر للطاقة أخرى مثل الفحم، وبالنظر لتكاليفها المرتفعة وصعوبة إستخراجها تم اللجوء للبترول بإعتباره أقل مصادر الطاقة تكلفة. لكن مع مرور الزمن أصبح إهتمام الدول المصنعة منصب حول مصادر طاقة بديلة مثل الطاقة الشمسية حيث أصبحت تنافس البترول وهذا بالرغم من خصائصها وفوائدها وكذا تكلفتها إستغلالها مقارنة مع البترول؛

6. التقدم التكنولوجي: تلعب تكنولوجيات إنتاج البترول المستحدثة دورا أساسيا في تأخير النضوب الإقتصادي وفي رسم ديناميكية منحني العرض البترول العالمية على المستويين المتوسط والطويل. فهي تساهم في زيادة الإنتاج وتقليل تكلفة الإستخراج، مما توفر الإمكانية لزيادة عامل كفاءة الإنتاجية في الحقول القائمة، وتتيح إمكانية إستكشاف وإستغلال مكامن جديدة ذات مواصفات جيولوجية، كانت عصية بالتكنولوجيات السابقة، فزيادة السعة الإنتاجية للبترول عن طريق التقدم التكنولوجي من العوامل القادرة على التأثير على حجم المعروض من البترول، فضلا عن مساهمة التقدم التكنولوجي في زيادة الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية؛

7. العوامل المناخية: تؤثر العوامل الجوية وبالدرجة الأولى الزلازل والأعاصير على المعروض العالمي للبترول، حيث يتمثل أثر هذه العوامل الطبيعية في انخفاض الإمدادات مؤقتا بسبب إخلاء المناص البحرية وتوقف عمليات الإنتاج فيها، إضافة إلى تأخر حاملات البترول في الوصول إلى الموانئ، إلا أنها قد تكون لمدة أطول في حالة تضرر المنصات البحرية أو شبكات الأنابيب، أو منشآت الإنتاج في حالة الزلازل، مثل توقف إنتاج البترول الأمريكي عقب إعصار (إيفان) سنة 2004، والذي حرم الولايات المتحدة من أكثر من 10 ملايين برميل من الإنتاج، إضافة إلى بعض حقول خليج المكسيك نتيجة الأضرار التي خلفها هذا الإعصار والذي دامت تقريبا أربعة شهور، ونفس الشيء حدث عقب إعصار (كاترينا) و(ريتا) سنة 2005 والذي أدى إلى إنخفاض الإنتاج الخام الأمريكي بمقدار 26% وإنتاج المصافي بـ 17%¹.

ثالثا: تطورات العرض العالمي للبترول وتوقعاته المستقبلية

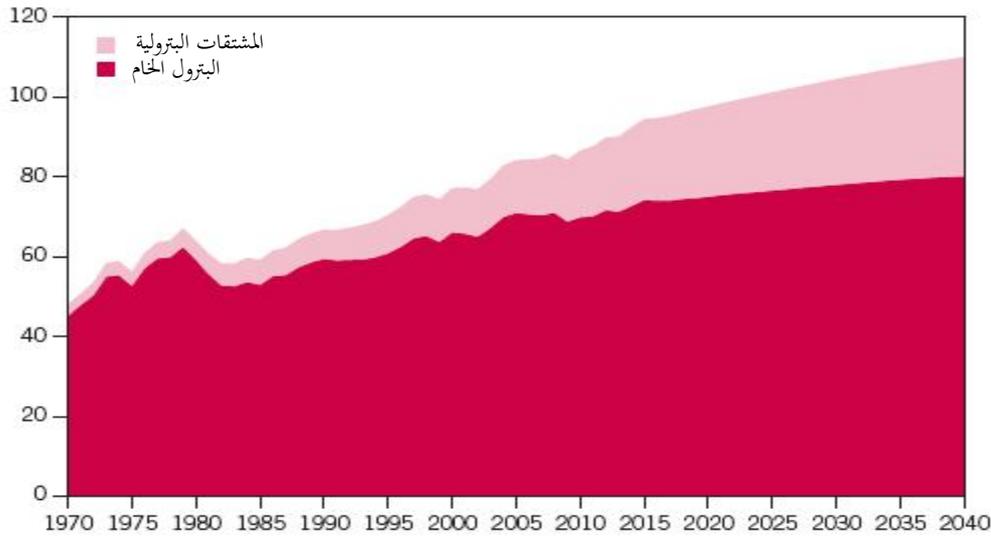
حسب السيناريو المرجعي يتوقع لإمدادات البترول الخام من خارج منظمة الأوبك أن ترتفع لتصل أعلى مستوياتها وهو 44.4 مليون برميل يوميا أفاق 2025 بفضل الزيادات التي تأتي من روسيا وأمريكا و بحر قزوين وذلك لتعويض

¹ عصام الجليبي وآخرون، مستقبل الإقتصاد العربي بين النفط والإستثمار، مؤسسة عبد الحميد شومان، عمان، الأردن، 2008، ص53.

الإنخفاض الذي ستشهده مناطق أخرى، وتحديدًا بحر الشمال، ثم تبدأ بعد ذلك في الإنخفاض التدريجي بداية من عام 2030 لتصل نحو 39.5 مليون برميل يوميا آفاق 2040، أما فيما يخص إمدادات البترول غير التقليدي التي تأتي من الدول خارج الأوبك، فستشهد إرتفاعا يصل حدود 10 مليون برميل يوميا سنة 2030، خاصة المتأتية من الولايات المتحدة الأمريكية. وفي غضون ذلك ستشهدت الإمدادات من دول الأوبك خاصة منطقة الشرق الأوسط إرتفاعا طفيفا على المدى المتوسط حتى عام 2025، لتصل أعلى مستوى لها وهو 50.2 مليون برميل يوميا نهاية فترة التوقع.

الشكل رقم (12.1): التطورات والتوقعات المستقبلية للعرض العالمي للبترول الخام والمشتقات البترولية حتى آفاق 2040

الوحدة: مليون برميل يوميا



Source: OPEC, World Oil Outlook, 2015, p94.

أما عن التوزيع الجغرافي للتوقعات المستقبلية للعرض البترولي حسب المناطق والمجموعات الدولية فهي موضحة في

الجدول التالي:

الجدول رقم (9.1): العرض العالمي للبترول وتوقعاته المستقبلية حسب المناطق الجغرافية

الوحدة: مليون ب/ي

| المنطقة | السنوات | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|-------------------------------------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| أمريكا وكندا | | 18.1 | 19.8 | 20.3 | 20.4 | 20.4 | 20.3 |
| دول OECD | | 24.9 | 26.3 | 26.6 | 26.5 | 26.1 | 25.8 |
| روسيا | | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 10.7 | 10.8 | 10.8 |
| البلدان النامية بإستثناء دول الأوبك | | 16.7 | 18.1 | 18.6 | 18.0 | 17.2 | 16.4 |
| إجمالي خارج الأوبك منها: | | 57.4 | 60.2 | 61.5 | 61.3 | 60.6 | 59.7 |
| البترول الخام | | 43.2 | 44.3 | 44.4 | 43.3 | 41.4 | 39.5 |
| دول الأوبك منها: | | 37.1 | 37.4 | 39.7 | 43.1 | 46.8 | 50.2 |
| البترول الخام | | 31.0 | 30.7 | 32.1 | 34.7 | 37.9 | 40.7 |
| إجمالي العالم | | 94.5 | 97.6 | 101.1 | 104.4 | 107.4 | 110.0 |

Source: OPEC, World Oil Outlook, 2015, p14.

المطلب الرابع: إتجاهات أسعار البترول في السوق العالمية

البترول الخام هو أكثر السلع تداولاً في العالم، إذ تسجل الأسعار بالدولار الأمريكي للبرميل الواحد من البترول حيث يتفاوت سعر البرميل وفق نوعيته أو درجة كثافته، ويتصدر البترول الخفيف قائمة النفوط الأعلى ثمناً في الأسواق العالمية. وتتأثر أسعار البترول بعدة عوامل قد تؤدي إلى الإرتفاع أو الإخفاض في الأسعار حسب الحالة.

أولاً: تعريف سعر البترول الخام

عندما نتطرق إلى تعريف سعر البترول، لابد من التمييز بين السعر الإسمي والسعر الحقيقي كما يلي:

1. السعر الإسمي للبترول: "هو عبارة عن قيمة السلعة البترولية معبراً عنها بوحدة نقدية محددة وفي زمان ومكان معلومين"¹، أي هو السعر الحالي الذي يجري التعامل به عملياً في السوق الدولي، ويتغير هذا السعر بسبب تأثير وتداخل العديد من العوامل المختلفة منها ما هو أساسي أو ثانوي والمرتبطة أساساً بطبيعة وظروف إنتاج واستغلال هذه السلعة الإستراتيجية.

2. السعر الحقيقي للبترول: وهو سعر البترول بالدولار الثابت، حيث يعبر عن تطور السعر خلال فترة زمنية معينة بعد إستبعاد ما طرأ عليه خلال تلك الفترة من تضخم أو تغير في سعر صرف الدولار الأمريكي – عملة تسعير البترول عالمياً – وينسب السعر الحقيقي إلى سنة أساس.²

ثانياً: معادلة التسعير

نظام المعادلة السعرية هو نظام التسعير الحالي للبترول والذي تم اللجوء إليه منذ العام 1987، والذي بموجبه يتم إحتساب سعر بترول معين بواسطة معادلة تستند إلى أسعار نفوط مرجعية³، وبالتالي فهو نظام مبني على أسعار السوق. وتأخذ معادلة التسعير العلاقة التالية:

سعر البترول المراد تسعيره = سعر البترول المرجعي الفوري أو المستقبلي \pm (الفروقات النوعية والجغرافية)
من خلال معادلة التسعير يمكننا التمييز بين:

1. سعر القياس المرجعي: يعتبر سعر البترول المرجعي حجر الأساس في معادلة التسعير، وهذه الأسعار عادة هي أسعار السوق الفورية وتستخدم من قبل شركات البترول والتجار لتسعير البترول تحت العقود الآجلة، أو في المبادلات الفورية، وفي الأسواق المستقبلية لتسوية الوضعيات المالية، وكذا من طرف البنوك والشركات لتصفية المشتقات مثل عقود المبادلة.

2. فروقات النوعية: تنبع هذه الفروقات من كون البترول سلعة غير متجانسة من حيث الكثافة (خفيف، متوسط، ثقيل) ونسبة الكبريت فيه (حلو، مر)، حيث بدأ أخذ هذه المعايير في الحسبان بعد إتفاق كراكاس ديسمبر

¹ بوفليخ نبيل، دور الصناديق السيادية في تمويل اقتصاديات الدول النفطية – الواقع والأفاق مع الإشارة إلى حالة الجزائر –، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، فرع نقود ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3، 2010-2011، ص 84.

² حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الثانية، مرجع سبق ذكره، ص 86.

³ علي رجب، تطور فروقات الأسعار بين النفوط الخفيفة والثقيلة وإتجاهاتها المستقبلية، مجلة النفط والتعاون العربي، منظمة الدول العربية المصدرة للبترول (OPEC)، العدد 123، 2007، ص 30.

1970 والذي أوصى بضرورة إختلاف أسعار الخامات حسب إختلاف الكثافة النوعية للبترول، وعليه لا يوجد سعر موحد للبترول بل هناك سعر لكل نوع.

3. فروقات الموقع الجغرافي: وهي نتيجة الفرق الحاصل في تكاليف النقل ما بين أسواق الإستهلاك الأبعد أو الأقرب عن موانئ تصدير البترول الخام.

ثالثا: الأسعار المرجعية في النظام العالمي لتسعير البترول الخام

نظرا لوجود أنواع وأصناف مختلفة من البترول فقد تم الإتفاق بين المتعاملين على إختيار أنواع محددة تكون بمثابة معيار للجودة وعلى أساسها يتم زيادة أو خفض سعر البترول المراد تسعييره، حيث تم إختيار الخامات التالية لتكون مرجعا عالميا للتسعير:

1. سعر مزيج برنت: الذي يتكون من مزيج بترولي من 15 حقلا مختلفا في منطقتي برنت ونيبيان في بحر الشمال (المملكة المتحدة)، ويستخدم خام برنت كمعيار لتسعير ثلثي إنتاج البترول العالمي، خاصة في الأسواق الأوروبية والإفريقية، كما يعتبر من النفوط الخفيفة الحلوة بدرجة كثافة 38، ومحتوى كبريتي حوالي 0.5% وهو مثالي لإنتاج البنزين ووقود التدفئة.

2. سعر خام غرب تكساس الوسيط: من النفوط الخفيفة الحلوة، وكما يدل إسمه فإن أغلبه ينتج في غرب تكساس وهو أحد خامات القياس العالمية التي تستخدم في تسعير الخامات الأخرى في الولايات المتحدة الأمريكية والتي تعتبر أكبر سوق للبترول في العالم بإستهلاكها ربع الإنتاج العالمي للبترول.

3. سعر خام دبي: والذي يستخدم كمعيار لتسعير أغلب الشحنات المصدرة من الخليج العربي إلى ليبيا، كما تسعر روسيا بترولها المتجه إلى أسيا عن طريق فروق بالنسبة لدي.

4. خام تاييس من ماليزيا: يستخدم كمرجع للبترول الخفيف في منطقة الشرق الأقصى¹.

5. خام ميناس من أندونيسيا: يستخدم كمرجع للبترول الثقيل في منطقة الشرق الأقصى.

رابعا: طبيعة الأسواق العالمية للبترول

لقد كانت معظم التعاملات البترولية تتم من خلال العقود طويلة الأجل بشكل خاص من قبل الشركات البترولية التي كانت تسيطر على جميع مراحل الصناعة البترولية، وبعد الحصار البترولي العربي على تصدير البترول الخام إلى أوروبا وأمريكا إبان حرب أكتوبر 1973، ظهرت الحاجة الآنية للبترول الخام وبالتالي أهمية السعر الفوري للبترول والذي يعبر عن حالة التفاعل بين العرض والطلب على البترول²، ومنذ سنة 1982 بدأت الدول المنتجة للبترول الخام من خارج منظمة الأوبك وخاصة منتجو بحر الشمال في البحث عن صيغة جديدة لتسعير البترول يتيح لهم أخذ حصتهم في سوق البترول الدولية خارج العقود طويلة الأجل، فضلا عن بدأ الشركات البترولية باللجوء إلى التعاملات قصيرة الأجل، وهنا برزت أسواق التعاملات المستقبلية الدولية للبترول الخام والمنتجات البترولية، وعلى رأسها بورصة

¹ معهد الدراسات المصرفية، إضاءات مالية ومصرفية، الذهب الأسود، السلسلة الخامسة، العدد 6، الكويت، 2013، ص02.

² عبد الستار عبد الجبار موسى، العلاقة بين الأسعار الفورية والأسعار المستقبلية للنفط الخام في السوق الدولية- دراسة سوق التبادلات السلعية في نيويورك NYMEX، مجلة الإدارة والاقتصاد، العدد 64، الجامعة المستنصرية، العراق، 2007، ص03.

نيويورك التجارية (NYMEX)، بورصة البترول الدولية في لندن (IPE)، فضلا عن سوقين آخرين هما: سوق طوكيو للتبادل السلعي (TCE)، وسوق سنغافورة (SIMEX).

وعليه تأخذ السوق البترولية أشكالا مختلفة تتمثل أساسا في سوق المبادلات المادية من جهة وسوق المشتقات المالية المرتبطة بشحنات البترول من جهة أخرى، ويمكن التمييز بينها من خلال ما يلي:

1. سوق المبادلات المادية: تنقسم هذه السوق إلى سوق للعقود طويلة الأجل وسوق العقود الفورية ويمكن

التفرقة بينهما كما يلي:

أ. **سوق العقود طويلة الأجل:** هي عقود يتم التفاوض حولها ثنائيا بين البائع والمشتري لتسليم سلسلة من شحنات البترول خلال فترة زمنية معينة عادة سنة أو سنتين،¹ حيث يتضمن العقد تحديد كمية البترول، الجدول الزمني للتسليم، الإجراءات الواجب إتخاذها في حالة التخلف عن تسليم الشحنة، والطريقة المعتمدة في تحديد السعر يتم تداول حوالي 90 إلى 95 % من البترول الخام والمنتجات البترولية عن طريق العقود المادية طويلة الأجل،² حيث يسمح هذا الشكل من العقود للمنتجين بضمان منافذ لتسويق خاماتهم، كما تمكن المشتري صاحب المصفاة من التأكد من تواجد البترول الخام اللازم لإستمرار نشاطه بشكل منتظم.

ب. **سوق العقود الفورية:** تعاضم دور الأسواق الفورية للبترول في خضم الإختلال الذي طرأ على العرض العالمي له منذ بداية عقد الثمانينيات من القرن الماضي، أين برزت الحاجة إلى إيجاد وسيلة عملية للتخلص ولو بأسعار منخفضة من بعض الفوائض البترولية وتحقيق التوازن بين العرض والطلب خارج إطار العقود طويلة الأجل التي كانت تخضع لنظام تسعير ثابت ومستقر، وخاصة بعد تراجع دور منظمة الأوبك في تحديد أسعار الخام، أصبحت الأسواق الفورية هي أساس تحديد الأسعار في السوق العالمية للبترول والتي تخضع بالأساس إلى عوامل العرض والطلب، وهي سوق ليس لها وجود مادي معين تتواجد به براميل البترول في إنتظار المشتري، وإنما هي مجمل الصفقات التي لا يتعدى أجلها 15 يوما والموجودة في منطقة يتمركز فيها نشاط كبير لتجارة البترول، إلا أنها لا تغطي سوى 5 إلى 10% من حجم البترول الخام المتداول عالميا.

تحدد الأسعار في هذه السوق إستنادا إلى البترول الخام المرجعي حسب كل منطقة، ففي أوروبا وشمال إفريقيا الأسعار المتداولة هي أسعار برنت، أما في الولايات المتحدة فتعتمد على سعر خام تكساس الوسيط، أما بالنسبة لخام الشرق الأوسط فالمرجع هو خام دبي.

2. أسواق تداول المشتقات المالية المرتبطة بالبترول: تسمح هذه الأسواق بتبادل البترول الخام من دون

تبادل مادي أي من دون تبادل البراميل وتنقسم إلى ثلاثة أشكال كما يلي:

¹ Bassam Fattouh, **An Anatomy of the Crude Oil Pricing System**, Oxford Institute for Energy Studies, January 2011, Available Online: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2011/03/WPM40AnAnatomyoftheCrudeOilPricingSystem-BassamFattouh-2011.pdf>, (Visited: 15/12/2016).

² Platts publications, **The Structure of Global Oil Markets**, June 2010, Available Online: <http://www.platts.com/IM.Platts.Content/InsightAnalysis/IndustrySolutionPapers/oilmarkets.pdf>, (Visited: 15/12/2016).

أ. **سوق العقود المستقبلية:** تتداول العقود المستقبلية للبترول في البورصات العالمية المنظمة في شكل السندات المالية، يتوفر عنصر الشفافية في هذه الأسواق مثلما هو الحال في البورصة العادية، حيث في مكان محدد يمرر المتعاملون أوامرهم بناء على الأسعار المطبقة في الأسواق التي تظهرها لوحة المعلومات في كل وقت، ومعظم المتعاملين في هذه السوق هم من المضاربين الذين يهدفون إلى تحقيق الأرباح والإستفادة من تقلبات الأسعار، فهم لا يمارسون أي نشاط صناعي ولا يملكون مصافي تكرير ولا إنتاج ولكنهم يؤثرون على الأسعار في السوق البترولية، وبالتالي ظهور السوق المستقبلية كان دافعه التحوط من تقلبات الأسعار سواء من طرف المنتجين أو المستهلكين.

ب. **عقود الخيارات:** يعرف الخيار على أنه عقد يخول لحامله حق شراء أو بيع أصل من الأصول بسعر محدد وقت إبرام العقد، على أن يتم التسليم مستقبلا في وقت محدد، وبالتالي لا يكون ملزما بإتمام الصفقة، ويتقاضى البائع علاوة عند إبرام العقد ويسمى الخيار الذي يعطي الحق لمالكه بالشراء بخيار الشراء، كما يعطي لمالكه حق البيع بخيار البيع،¹ وتميز في هذه العقود بين خيار البيع وخيار الشراء كما يلي:

- **حالة خيار الشراء:** هو عقد يعطي للمشتري الحق في الإختيار بين شراء أو عدم شراء أصل من الأصول بسعر معين عن تاريخ مستقبلي وهذا في حالة الخيار الأوروبي أو خلال فترة زمنية معينة في حالة الخيار الأمريكي مقابل مبلغ مالي يدفعه للبائع في شكل مكافئة أو ما يعرف بسعر الخيار؛

- **حالة خيار البيع:** يسمح لمشتري حق خيار البيع بالإختيار بين بيع أو عدم بيع أصل من الأصول بسعر معين خلال فترة أو تاريخ مستقبلي مقابل دفع مكافئة لمحرر خيار البيع.

وعليه فإن عقود الخيارات تسمح للمتعامل بها بتحديد خسائره عند قيمة المكافئة مهما كانت الأسعار وقت الإستحقاق، في حين تبقى أرباحه غير محددة، وتتميز هذه العقود بإمكانية تداولها خارج البورصة.

ج. **عقود المبادلات:** في هذا النوع من العقود لا توجد تسليمات مادية، فهي سلسلة من العقود لاحقة التنفيذ حيث يتم تسوية عقد المبادلة على فترات دورية (شهرية، ربع سنوية، نصف سنوية... الخ)، ويتميز عقد المبادلة:²

- عقد المبادلة ملزم لطرفي العقد على عكس ما هو معروف في عقود الخيارات؛

- لا يتم تسوية المتحصلات أو المدفوعات يوميا؛

- لا يتم تسويتها مرة واحدة كما هو الحال في العقود اللاحقة التنفيذ.

خامسا: العوامل المؤثرة على تقلبات أسعار البترول

يعتبر البترول سلعة إستراتيجية تحكمها أبعاد إقتصادية وسياسية وأمنية، والتي تتفاوت أهميتها ودرجة تأثيرها على أسعار البترول الخام في السوق، ويبدو أن إشكالية تحديد أسعار البترول الخام تعتمد في جزء أساسي منها على ما تحدثه عوامل العرض والطلب في السوق العالمية، فضلا عن وجود قوى محركة أخرى لها تأثيرها في الأسعار منها التوقعات المستقبلية والمضاربة وسعر صرف الدولار، وفيما يلي عرض لأهم هذه العوامل:

¹ بياس منيرة، الضوابط الشرعية للتعامل في المشتقات المالية، الملتقى العلمي الدولي حول - الأزمة المالية والإقتصادية الدولية والحوكمة العالمية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، أيام 20-21 أكتوبر 2009، ص02.

² المرجع السابق، ص05.

1. العوامل التي تؤثر على الأسعار من جانب الطلب: ينقسم الطلب على البترول إلى طلب بغرض الإستهلاك وطلب بغرض المضاربة، ويتأثر الطلب بعوامل عديدة ذات تأثيرات مختلفة مما يخلق تغيرات دائمة في أسعار البترول بالإرتفاع أو الإخفاض، أهمها:

أ. أداء الإقتصاد العالمي: تعتبر معدلات النمو الإقتصادي في البلدان الأكبر إستهلاكاً للبترول في العالم من أهم محددات الطلب العالمي على البترول والذي يلعب دوراً أساسياً في تقلبات أسعار البترول سواء في حالات الإنتعاش أو الإنكماش الإقتصادي، وهذا ما تزامن مع أهم الأزمات والطفرات البترولية التي شهدها العالم في أعقاب ذلك. فقد ظلت أسعار البترول في حدود 20 دولار في الفترة من 1990 إلى غاية 1997 وهي السنة التي إنحدرت فيها الإقتصاديات الآسيوية، ونتيجة لذلك إنخفضت أسعار البترول لتصل إلى 10 دولار للبرميل، وفي الأعوام ما بين 2000 وبداية سنة 2008، إزداد الطلب العالمي على البترول نتيجة لمعدلات النمو المرتفعة التي حققها الإقتصاد العالمي، حيث وصلت إلى 5.3% سنة 2004 ما ساهم في تسجيل أسعار قياسية في تاريخ الصناعة البترولية بـ 147 دولار للبرميل، إلا أن الأزمة الاقتصادية والمالية التي شهدها العالم سنة 2008 أدت إلى تهاوي الأسعار إلى حدود 40 دولار في نهاية السنة بسبب إفلاس المصارف الأمريكية الكبرى وإنهيار العديد من الشركات الكبرى في العالم عقب ذلك. كما أن إنخفاض معدلات النمو الإقتصادي لاحقاً خاصة في الدول الصاعدة مثل الهند والبرازيل وفي مقدمتها الصين ثاني أكبر إقتصاد في العالم مستهلكاً للطاقة، ساهم بشكل كبير في إنخفاض الأسعار منذ منتصف سنة 2014 لتسجل أدنى إنخفاض في شهر جانفي 2016 بحوالي 27 دولار للبرميل، وهذا السعر يقل بكثير عن تكلفة إستخراج برميل البترول للكثير من البلدان المنتجة للبترول.

ب. العوامل النفسية السلوكية: وخاصة من جانب المضاربين والمستثمرين في الأسواق المالية، فعندما يشعرون أن إستثماراتهم المالية في عقود البترول مهددة بالخطر نتيجة إستمرار حالة إنخفاض الأسعار، فسيعمدون إلى بيعها لتجنب الخسائر، ما يعني زيادة في الضغوط على أسعار البترول نحو الإنخفاض في الأسواق العالمية، بالمقابل فإن إقبال المستثمرين والمضاربين على شراء الأصول المالية ذات العلاقة بالبترول توقعاً منهم بإرتفاع أسعارها وبهدف جني أرباح كبيرة، يشكل ضغوطاً تصاعدياً على أسعار البترول في السوق العالمية.

2. العوامل التي تؤثر على الأسعار من جانب العرض: هناك عدة عوامل تؤثر بصفة مباشرة أو غير مباشر في المعروض العالمي من البترول، بما يشكل عامل مهم في تقلب أسعار البترول ومن أبرزها ما يلي:

أ. الأطراف الفاعلة في إنتاج البترول: وتتمثل في كبار المنتجين مثل روسيا وبالأخص منظمة الأوبك التي تنتج ثلث المعروض العالمي من البترول، حيث تعتبر ذات أثر كبير على أسعار البترول لأنها تعمل في شكل كارتل منظم ولديها القدرة على تغيير معدلات الإنتاج، وقد أدى قرار أعضاء المنظمة في نوفمبر 2014 بعدم خفض الإنتاج وتثبيتته عند 30 مليون برميل في اليوم إلى إستمرار الإنخفاض في أسعار البترول وخاصة في ظل تباطؤ الطلب العالمي كما أن أهم القرارات التي إتخذتها المنظمة في جانب العرض هي تخفيض الإنتاج بـ 4.2 مليون برميل في اليوم نهاية سنة 2008، مما ساهم في إعادة الإستقرار لسوق البترول حينها.

ب. العوامل السياسية: وتؤثر هذه العوامل في أسعار البترول أيضا، من خلال تأثيرها في الإنتاج والمعروض العالمي بسبب الحروب والنزاعات في أماكن الإنتاج أو طرق النقل والتوزيع أو أماكن الإستهلاك، كما تتأثر الأسعار بالاستقرار السياسي في الدول المنتجة للبترول وبعض الدول الرئيسية المستهلكة له، وكذلك على الصعيدين الإقليمي والعالمي بحيث أن حدوث أي نوع من القلاقل السياسية من شأنه أن يؤثر في مستويات الأسعار العالمية للبترول، كما يستخدم البترول أحيانا كأداة لتحقيق أهداف وغايات سياسية، فمثلا قد تعتمد بعض القوى المؤثرة في سوق البترول العالمي إلى تغيير مسار الأسعار صعودا أو هبوطا بهدف تشكيل ضغوط إقتصادية على دول أخرى، تتباين معها في المواقف السياسية عموما، أو فيما يخص قضايا معينة، بحيث يؤدي هذا التغيير في الأسعار إلى صعوبات إقتصادية في تلك الدول، قد ترغمها على تغيير سياساتها أو تعديلها بالحد الأدنى، كما حدث في حرب 1973 عند الحضر العربي لتصدير البترول إلى أوروبا والولايات المتحدة، مما أدى إلى إرتفاع الأسعار من 3 دولار إلى 12 دولار.

ج. سعر صرف الدولار وأسعار البترول: أثبتت الكثير من الدراسات أنه هناك علاقة بين سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل العملات الرئيسية وتقلبات أسعار البترول، حيث يؤدي إنخفاض سعر صرف الدولار إلى رفع أسعار البترول من خلال أثر مباشر وأثر غير مباشر، يتمثل الأثر المباشر أو قصير الأجل لإنخفاض سعر الدولار في أسواق البترول في زيادة حدة المضاربات في عقود البترول، الأمر الذي يساهم في إرتفاع أسعار البترول، مما يحفز زيادة الإستثمارات في الصناعة البترولية. أما الأثر غير المباشر أو الطويل الأجل لإنخفاض سعر صرف الدولار فيتمثل في التأثير على العرض والطلب على البترول، وخاصة من خلال إنخفاض الطاقة الإنتاجية، أو عدم نموها بشكل يتناسب مع الزيادة في الأسعار بسبب إنخفاض القوة الشرائية للدول المصدرة، والتي لا يمكنها توفير الأموال اللازمة لزيادة القدرة الإنتاجية، هذا يعني إنخفاض المعروض مقارنة بالطلب وبالتالي إرتفاع أسعار البترول، والأمر نفسه ينطبق على شركات البترول العالمية التي تستلم عوائدها بالدولار وتدفع تكاليفها بعملة مختلفة، مما يرفع التكاليف مقارنة بالعائدات الشيء الذي يمنعها من زيادة القدرات الإنتاجية مما يخفض المعروض ويزيد في الأسعار.¹

ويكون العكس في حالة إرتفاع سعر صرف الدولار حيث يساهم في خفض أسعار البترول، فقد أدى قرار الإحتياطي الفدرالي الأمريكي برفع أسعار الفائدة 0.25 نقطة مئوية في نهاية ديسمبر 2015 إلى زيادة الطلب على الدولار مما رفع من قيمته أمام العملات الأخرى، وساهم في الإنخفاض التدريجي لأسعار البترول بسبب تراجع الطلب العالمي عليه.

من خلال كل ما سبق ذكره يمكن القول أن سعر البترول هو حصيلة مجموعة متشابكة ومعقدة من العوامل ذات الأوزان المختلفة والتأثيرات المتمايزة في الإتجاه، وقد يطغى أحدها أو أكثر في فترة ما على حساب العوامل الأخرى أو قد ينكمش دوره في فترات أخرى.

¹ نيل مهدي الجنابي، كريم سالم حسين، العلاقة بين أسعار النفط الخام وسعر صرف الدولار باستخدام التكامل المشترك وسببية (Granger)، متاح على الموقع: http://www.treit.org/workingpapers/trad_policy_general/freit293pdf

سادسا: تطورات أسعار البترول

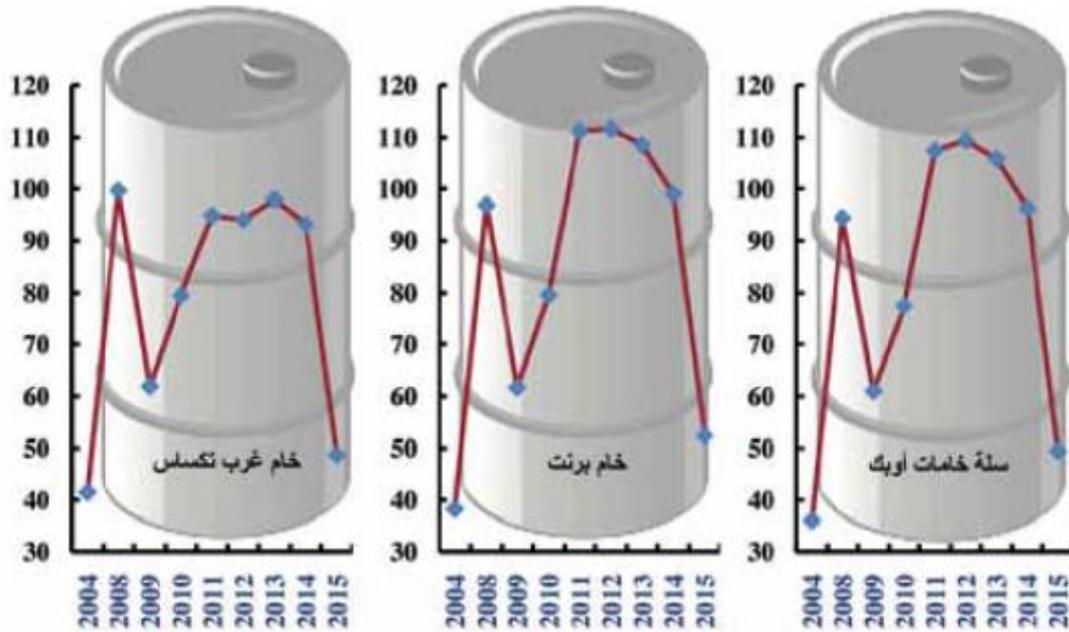
تجدر الإشارة إلى أن أول تسعير للبترول جرى عام 1860 بنحو 9 دولار للبرميل، ثم بدأت مسيرة الإنخفاض المستمر ليصل في نهاية الحرب العالمية الأولى إلى نحو دولارين، وفي نهاية الحرب العالمية الثانية لم يتجاوز 1.8 دولار للبرميل، وبالرغم من تأسيس منظمة الأوبك إلا أن سعر برميل البترول لم يتجاوز 2.75 دولار إلا بعد حرب أكتوبر عام 1973 أين تخطى الأربعين دولارا، ومنذ ذلك الحين تراوح سعر البرميل من 20 إلى 35 دولارا، ثم هبط في النصف الثاني من التسعينيات إلى ما بين 20-22 دولار للبرميل لسلة خامات أوبك، ثم إرتفع إلى 29 دولارا عام 2002 وإستمرت الأسعار في جذب وشد حتى بلغت حاجز السبعين دولار للبرميل صيف 2005. ثم إستمرت في الإرتفاع حيث وصلت إلى مستويات قياسية غير مسبوقة، فقد بلغ المعدل السنوي لسعر سلة أوبك مستوى 94.5 دولار للبرميل في نهاية 2008 أي بمعدل تغير سنوي بلغ 71.3 دولار للبرميل ما بين عامي 2001 و2008، لتسجل بذلك أعلى مستوى لها منذ بدء العمل بها سنة 1987.

وإبتداء من شهر أوت 2008 تراجعت الأسعار بشكل حاد، عندما عصفت الأزمة المالية العالمية بمؤسسات المال والمصارف وأسواق الأسهم والمال العالمية، وكانت الحصيلة هبوط المعدل السنوي لسعر سلة خامات أوبك سنة 2009 بحوالي 33.4 دولار للبرميل مقارنة بمستوياته سنة 2008 ليلعب حوالي 61.6 دولار للبرميل في المتوسط، ثم عادت الأسعار للإنتعاش مع عودة التعافي للإقتصاد العالمي بحلول سنة 2010، لتتجاوز حاجز 100 دولار للبرميل خلال سنة 2011، ثم بلوغ المعدل السنوي لسعر سلة خامات أوبك ذروته سنة 2012 عندما وصل إلى 109.5 دولار للبرميل. وإستمرت تقريبا عند هذا المستوى إلى غاية النصف الثاني من سنة 2014 عندما بدأت أسعار البترول بالإنخفاض المفاجئ، وتزايدت حدته بعد قرار أعضاء منظمة الأوبك بالإبقاء على سقف الإنتاج عند مستوى 30 مليون برميل في اليوم، ليلعب سعر سلة خامات أوبك 27 دولار للبرميل خلال شهر جانفي 2016 مسجلا بذلك أدنى مستوياته منذ 2003.

وبالنسبة للعوامل التي أثرت على أسعار البترول خلال الصدمة النفطية لسنة 2014، نجد أن أسواق البترول العالمية قد مرت بتغيرات عميقة فيما يتعلق بالطلب والعرض من البترول، وشكلت في مجملها الأسباب الرئيسية للانحدار الشديد في أسعار البترول الذي شهدته الأسواق العالمية منذ منتصف 2014، وقد تجلت ملامحها الرئيسية في فائض العرض مقترنا مع تباطؤ الطلب على البترول. فمن جانب العرض فقد عرفت الإمدادات البترولية نموا تراوحت معدلاته ما بين 0.8% إلى 3.4% خلال الفترة 2010-2014 لترتفع بحوالي 8.7 مليون برميل يوميا وحل هذه الزيادة كانت من المصادر الهيدروكربونية غير التقليدية بشكل عام، والبترول الصخري بشكل خاص، وخاصة البترول الصخري الأمريكي الذي إرتفع من 500 ألف برميل يوميا إلى حوالي 4.6 مليون برميل يوميا خلال الفترة 2008-2014.

أما من جانب الطلب وعلى الرغم من تواصل النمو في الطلب العالمي على البترول بشكله المطلق خلال الفترة 2011-2015، إلا أن التباطؤ كان واضحا في معدلاته، فمتوسط النمو السنوي خلال الفترة 2010-2015 لم تتجاوز 1% مقارنة مع 2.2% خلال الفترة 2002-2007، فالطلب من جانب الدول الصناعية شهد تراجعا كبيرا بلغ حوالي 2.5 مليون برميل يوميا في سنة 2014 مقارنة بمستوياته سنة 2008، وكانت دول أوروبا الغربية والدول الصاعدة وفي مقدمتها الصين والهند، المصدر الرئيسي لذلك الإنخفاض، كل هذه العوامل مجتمعة ساهمت في تحاوي أسعار البترول من مستويات تفوق 100 دولار سنة 2011 إلى 27 دولار للبرميل الواحد في جانفي 2016.

الشكل رقم (13.1): تطور أسعار خام البترول في الأسواق الرئيسية العالمية خلال الفترة 2004-2015



المصدر: ماجد إبراهيم عامر، تطور خارطة سوق النفط العالمية والإنعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوبك، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 42، العدد 156، الأوبك، الكويت، 2016، ص 23.

كما ذكرنا سابقا فإن الطلب والعرض هما المحددان الأساسيان لسعر البترول، وتساهم العوامل الأخرى في التأثير على الأسعار عن طريق مساهمتها في التأثير على الطلب والعرض العالمي من البترول. فبينما يساهم النمو الإقتصادي ومعدلات النمو السكاني ومستويات الدخل في التأثير على حجم الطلب، تساهم مستويات الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى الدول الأعضاء بمنظمة أوبك، والإحتياجات الإستراتيجية الأمريكية وحجم الإستثمارات، في توسيع الطاقات الإنتاجية العالمية والأزمات الجيوسياسية والكوارث الطبيعية، في التأثير على حجم العرض.

المبحث الرابع: آثار إستغلال الثروة البترولية ودوافع البحث عن مصادر طاقة بديلة

من أجل تأمين الطلب العالمي على الطاقة يحتاج العالم إلى كل موارده، والتي تكون إقتصادية ومسؤولة بيئياً وبالنظر إلى الآثار البيئية للبترول بإعتباره من المصادر الأساسية المعتمد عليها حالياً، وكذا إحتمال نضوبه فإن ذلك يتطلب المضي في تطوير طرق جديدة للإستخدام الفعال للموارد الطاقوية، وتسخير موارد بديلة متجددة بأسلوب آمن إقتصادياً وبيئياً، وذلك من أجل خلق قطاع للطاقة قابل للإستمرار والتجدد، قادر على تلبية إحتياجات الجيل الحالي والمستقبلي، ومن خلال هذا المبحث سنحاول التعرف على مظاهر التلوث البيئي، والآثار البيئية الناتجة عن إستغلال البترول، وفي الأخير نتطرق إلى أهم دوافع ومتطلبات البحث عن مصادر الطاقة البديلة.

المطلب الأول: التلوث البيئي، مستوياته وأهم أشكاله

لقد ارتبطت التساؤلات الخاصة بمدى توفر الموارد الطبيعية ومدى كفايتها لمواجهة حاجات الحاضر والمستقبل وبشكل متزايد مع مشاكل البيئة المحيطة بنا، فأصبح للتلوث البيئي دور فاعل ومؤثر في الحياة الإجتماعية وحظي بإهتمام متزايد على المستوى العالمي، حيث أن المشاكل البيئية متأتية وينسب كبيرة من إسراف الإنسان في إستغلال الموارد الطبيعية و خاصة منها الطاقوية الأحفورية مثل البترول ومشتقاته.

أولاً: تعريف البيئة

يمكن القول أنه ليس هناك تعريف جامع وشامل للبيئة، فقد إرتبط معناها بكلمة (ecology) إيكولوجيا، وكان أول من صاغها هو العالم هنري تورو عام 1858 ولكنه لم يحدد معناها،¹ أما العالم الألماني المتخصص في علم الحياة إرنست هيكل (Ernest Haeckel) فقد وضع كلمة (Ecology) بدمج كلمة (Oikos) المنزل أو مكان الوجود و (Logos) ومعناها علم، المستوحاة من اللغة اليونانية، وعرفها بأنها العلم الذي يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذي تعيش فيه، وترجمت حديثاً إلى اللغة العربية بعبارة (علم البيئة).²

كما ظهرت هذه الكلمة في نهاية القرن التاسع عشر في اللغة الإنكليزية بـ (Environment) ولها نفس المعنى في اللغة الفرنسية، وهذا المصطلح أشمل وأعمق من مصطلح إيكولوجيا لأنه لا يبحث فقط في المحيط الذي تعيش فيه الكائنات الحية، لكن يتعداها للبحث في المحيط الحيوي بكافة صوره من عوامل طبيعية وإجتماعية وثقافية وإقتصادية والتي لها تأثير مباشر على الإنسان وعلاقته بالكائنات الحية الأخرى.

ويعرفها الباحث الفرنسي (Pierre Agusse) بأنها علم معرفة إقتصاد الطبيعة والمحيط الذي نعيش فيه.³ وقد ورد تعريف البيئة في المؤتمر العالمي للبيئة بستوكهولم سنة 1972 بأنها " كل شيء يحيط بالإنسان"، كما عرفت تفصيلاً

¹ أحمد رشيد، علم البيئة، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1981، ص6.

² عامر طراف، التلوث البيئي والعلاقات الدولية، الطبعة الأولى، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 2008، ص20.

³ ريكاردوس الهبر، بيئة الإنسان، ط2، المطبعة العربية، بيروت، 1992، ص38.

على أنها " الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى، ويمارس فيه علاقاته مع أقرانه من بني الإنسان"¹

فالبئية إذا هي "كل ما هو خارج عن كيان الإنسان، وكل ما يحيط به من موجودات، فالهواء الذي يتنفسه الإنسان، والماء الذي يشربه، والأرض التي يسكن عليها ويزرعها، وما يحيط به من كائنات حية أو جماد، هي عناصر البئية التي يعيش فيها وهي الإطار الذي يمارس فيه حياته ونشاطاته المختلفة."²

وأهم ما يميز البئية الطبيعية هو ذلك التوازن الدقيق القائم بين عناصرها المختلفة، فالبئية بمكوناتها الحية وغير الحية تكون نظاما حيويا متكامل لا يمكن له أن يستقيم إلا بتوازنه، أما ظروف وحالات اللاتوازن التي تتعرض له فإنها تحدث بسبب الخلل الذي يصاب به النظام البيئي.

ثانيا: النظام البيئي

هو "نظام متكامل تتفاعل فيه الموجودات البيئية وفق ميزان دقيق من العلاقات المتبادلة وشبكة معقدة من الحلقات الرابطة بين تلك الموجودات في دوائر من الأنظمة تحكم البيئات المحلية الخاصة بكل وسط بيئي متشابه، وتندرج تلك الأنظمة الأصغر منها في الأكبر حتى تنتهي إلى دائرة شاملة هي نظام شامل يحكم البئية كلها".

وهو "نظام متكامل يعيش فيه كل المساهمين في توازن تام، ويعتمد كل منهم على الآخر في جزء من حياته وإحتياجاته، ويقوم كل منهم بمهمته في هذا النظام خير قيام."³

يتكون النظام البيئي من مكونات حية ومكونات غير حية، وهما يشكلان نظاما ديناميكيا متزنا، حيث يؤثر كلا منهما في الآخر ويتفاعل معه.

1. المكونات غير الحية: وتمثل في المواد غير العضوية مثل الكربون، الأكسجين، النتروجين، الهيدروجين، والمواد العضوية مثل البروتينات والدهون والكربوهيدرات، إضافة إلى العناصر المناخية كالرطوبة والحرارة والضوء والعناصر الفيزيائية كالجاذبية والإشعاع.

2. المكونات الحية: وتمثل في عناصر الإنتاج، عناصر الإستهلاك وعناصر التحلل كما يلي:⁴

- **عناصر الإنتاج:** وتتكون من النباتات الخضراء بكل أنواعها، بالإضافة إلى الطحالب وبعض البكتيريا التي تقوم بعملية البناء الضوئي أو البناء الكيميائي؛

- **عناصر الإستهلاك:** وتتكون من الحيوانات بأنواعها المختلفة، ولا تستطيع هذه الحيوانات أن تعد غذائها بنفسها، ولكنها تعتمد على غيرها في إعداد هذا الغذاء، فيتغذى بعضها بالنباتات والأعشاب، ويتغذى البعض الآخر من آكلات اللحوم من الحيوانات، وفي كلتا الحالتين تقوم هذه الحيوانات بإستهلاك ما تنتجه عناصر الإنتاج؛

¹ فارس مسدور، أهمية تدخل الحكومات في حماية البئية من خلال الجباية البيئية، مجلة الباحث، العدد 7، جامعة قاصدي مبراح ورقلة، 2009-2010، ص345.

² أحمد مدحت إسلام، التلوث مشكلة العصر، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1990، ص9.

³ المرجع السابق، نفس الصفحة.

⁴ جمال عويس السيد، الملوثات الكيميائية للبئية، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة: مصر، 2000، ص 18.

- **عناصر التحلل:** وتشتمل على كل ما يتسبب في تحلل أو تلف مكونات البيئة الطبيعية المحيطة بها مثل البكتيريا والفطريات وبعض أنواع الحشرات التي تشترك في تحليل أجسام النباتات والحيوانات الميتة. إن كفاءة هذا النظام تقل بدرجة كبيرة وتصاب بشلل تام عند حدوث تغير في الحركة التوافقية بين العناصر المختلفة، فالتغير الكمي أو النوعي الذي يطرأ على تركيب عناصر هذا النظام سببه التلوث البيئي.

ثالثاً: مفهوم التلوث البيئي

يختلف علماء البيئة والمناخ في تعريف دقيق ومحدد للمفهوم العلمي للتلوث البيئي، وأياً كان التعريف فإن المفهوم العلمي للتلوث البيئي مرتبط بالدرجة الأولى بالنظام الإيكولوجي، فالتلوث بالمفهوم العلمي يعبر عنه بأنه حدوث تغيير وخلل في الحركة التوافقية التي تتم بين العناصر المكونة للنظام الإيكولوجي بحيث تشل فاعلية هذا النظام وتفقد القدرة على أداء دوره الطبيعي في التخلص الذاتي من الملوثات.

تعرف هيئة الأمم المتحدة التلوث البيئي على أنه " جميع النشاطات الإنسانية التي تؤدي بالضرورة إلى زيادة أو إضافة مواد أو طاقة جديدة إلى البيئة حيث تعمل هذه الطاقة أو المواد إلى تعريض حياة الإنسان أو صحته أو معيشته أو رفاهيته أو مصادره الطبيعية للخطر سواء كان ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر.

ويعرفه فريق من علماء الكيمياء في جامعة سترازابورغ الفرنسية أنه " وجود أشياء غريبة في غير مكانها ولا زمانها بنسب عالية بحيث تشكل مصدر خطر للإنسان والحيوان والنبات كونه عاملاً يلحق الضرر والخلل في النظام الإيكولوجي.¹

يعرف التلوث بأنه " ذلك التصرف المباشر أو غير المباشر نتيجة النشاط الإنساني المتمثل بالمواد والأبخرة والحرارة والضوضاء الصادرة إلى الجو والماء والأرض التي قد تكون مضرّة بصحة الإنسان وجودة البيئة والتي تؤدي بالنتيجة إلى دمار وتلف الممتلكات المادية والتأثير والتدخل بالإستخدامات الشرعية للبيئة.²

والمعنى العام لكلمة تلوث تعني ظهور شيء ما في مكان غير مناسب، ولا يكون مرغوباً فيه في هذا المكان، وقد يكون الشيء مرغوباً فيه إذا وجد في مكان آخر، فزيت البترول مثلاً شيء نافع ومرغوب فيه عندما يستخرج من باطن الأرض وتستهلك مقطراته وقوداً في محركات السيارات، إلا أنه عندما ينتشر كدخان في الهواء، أو على سطح مياه البحر أو على رمال الشواطئ، فإنه يعتبر شيئاً غير مرغوب فيه وضاراً بصحة الكائنات الحية.³

وبنظرة أوسع وأشمل يمكن تعريف التلوث البيئي على أنه كل ما يؤثر في عناصر البيئة بما فيها من نبات وحيوان وإنسان، وكذلك كل ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل: الهواء، التربة، والبحار والبحيرات.

ومما سبق ذكره، نجد أن التلوث البيئي يعمل على إضافة عنصر غير موجود في النظام البيئي أو أنه يزيد أو يقلل وجود أحد عناصره بشكل يؤدي إلى عدم إستطاعة النظام البيئي على قبول هذا الأمر الذي يؤدي إلى إحداث خلل في هذا النظام.

¹ روبرت إبراهيم، البيئة والتلوث، دار نوفل، بيروت، 2000، ص75.

² Former M, **Managing Environmental pollution**, St. California, USA, 1999, p54.

³ أحمد مدحت إسلام، التلوث مشكلة العصر، مرجع سبق ذكره، ص17.

رابعاً: مستويات (درجات) التلوث البيئي

يمكن تقسيم التلوث إلى ثلاثة درجات متميزة هي:¹

1. التلوث المقبول: لا تكاد تخلو منطقة ما من مناطق الكرة الأرضية من هذه الدرجة من التلوث، نظراً لسهولة نقل التلوث بأنواعه المختلفة من مكان إلى آخر سواء كان ذلك بواسطة العوامل المناخية أو البشرية. والتلوث المقبول هو درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بهتوازن النظام الإيكولوجي ولا يكون مصحوباً بأي أخطار أو مشاكل بيئية رئيسية؛

2. التلوث الخطر: هذه المرحلة تعتبر مرحلة متقدمة من مراحل التلوث حيث أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج والذي بدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية، وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية ويتم ذلك عن طريق معالجة التلوث الصناعي باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دولياً أو عن طريق سن قوانين وتشريعات وضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث؛

3. التلوث المدمر: يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام الإيكولوجي ويصبح غير قادر على العطاء نظراً لإختلاف مستوى الإلتزان بشكل جذري. ولعل حادثة تشيرنوبل التي وقعت في المفاعلات النووية في الإتحاد السوفياتي خير مثال للتلوث المدمر، حيث أن النظام البيئي إنهار كلياً ويحتاج إلى سنوات طويلة لإعادة إلتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وتكلفة إقتصادية باهظة، ويذكر تقدير لمجموعة من خبراء البيئة في روسيا بأن منطقة تشيرنوبل والمناطق المجاورة لها تحتاج إلى حوالي خمسين سنة لإعادة إلتزانها البيئي وبشكل يسمح بوجود نمط من أنماط الحياة.

خامساً: أشكال التلوث البيئي

تتمثل الأشكال الرئيسية للتلوث البيئي فيما يلي:

1. تلوث الهواء: هو الحالة التي يكون فيها الهواء محتويًا على مواد غريبة، أو عندما يحدث تغيير في نسب مكوناته.

وقد وضعت منظمة الصحة العالمية (WHO) معايير لتركيز المواد الملوثة في الجو، فمثلاً: الحد الأعلى لتركيز ثاني أكسيد الكربون هي 40 ميكروغرام في كل 1 م³ وبعدها يزداد خطر الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي.² وتنحصر أهم ملوثات الهواء في التالي: أكاسيد الكربون (أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون)، أكاسيد الكبريت، أكاسيد وكبريتيد النيتروجين، الرصاص ومشتقاته، الجسيمات المعلقة في الهواء (مثل الأتربة والدخان ورذاذ المركبات المختلفة).

2. تلوث المياه: الغلاف المائي يمثل حوالي 71% من مساحة الكرة الأرضية، حيث تعتبر الثروة المائية من أهم مصادر الحياة على سطح الأرض ينبغي صيانتها والحفاظ عليها من أجل توازن النظام الإيكولوجي.³

¹ سلطان الرفاعي، التلوث البيئي (أسباب، أخطار، حلول)، دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن، 2009، ص 74.

² نادية خضر كناوي، أثر الضرائب في الحد من التلوث البيئي، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والإقتصادية، المجلد 14، العدد 1، العراق، 2012، ص 144.

³ أحمد أحمد، الملوثات المائية (المصدر، التأثير، التحكم والعلاج)، القاهرة، 2002، ص 34.

أما تلوث المياه فهو إحداث خلل وتلف في نوعية المياه ونظامها الإيكولوجي، بحيث تصبح المياه غير صالحة لإستخداماتها الأساسية. وتتعرض المياه في مصادرها الطبيعية إلى الكثير من أنواع التلوث منها ما هو كيميائي، ومنها ما هو بيولوجي، وأهم مصادر تلوث المياه هي صرف المخلفات المنزلية والمخلفات الصناعية بالإضافة إلى مياه الصرف الزراعي.¹

3. تلوث التربة: تصبح التربة ملوثة حين إحتوائها على مادة أو مواد بكميات أو تركيزات خطيرة على صحة الإنسان أو الحيوان أو على النبات، أو تجعل المياه السطحية أو الجوفية غير صالحة.² ومن أهم أسباب تلوث التربة نذكر ما يلي:

- تسرب مواد من الخزانات والأنابيب مثل أنابيب البترول ومنتجاته؛
- تخزين ونقل المواد الخام والنفايات؛
- إنبعاث الملوثات من أماكن تجميعها إلى البيئة المحيطة؛
- إنتقال المواد الملوثة مع مياه السيول أو المياه الجوفية أو إنحلالها في مياه الأمطار؛
- إنتقال الغازات الخطيرة من المناطق المجاورة.

ويحدث التلوث بأشكاله المختلفة في الغالب من إدخال المخلفات الصناعية ونواتج الإحتراق وغيرها من الملوثات في البيئة بكميات كبيرة عن طريق مداخن المصانع والأفران، أو نفايات المجاري، أو مطروحات المنازل أو الحوادث العفوية في البحار والمحيطات وأحيانا على الطرق بين شاحنات الغاز أو الزيت أو المواد الكيماوية الخطرة أو محطات توليد القوى الكهربائية أو المفاعلات النووية، كما ينتج التلوث كذلك من الإستغلال الجائر للموارد الطبيعية منها الطاقات (خاصة الطاقات الأحفورية) دون النظر إلى التوازن البيئي وإحتياجات الكائنات الحية.

المطلب الثاني: الأثار البيئية الناتجة عن إستغلال الثروة البترولية

للطاقات الأحفورية - منها البترول - آثار تنتج عن إستغلالها المكثف واللاعقلاني، وفي بداية الثورة الصناعية لم تظهر هذه الآثار بشكل واضح، ولكن مع تزايد وتيرة التصنيع وتسارع معدل إستهلاك هذه الطاقات بدت للعيان الآثار المترتبة عن ذلك الإستغلال، حيث نجح الإنسان مؤخرا في حصر وتصنيف المخاطر والآثار الناتجة عن إستغلال البترول، بداية من مراحل إستخراجه وحتى إستخداماته المختلفة، وهو الأمر الذي يساعد على وضع تصور علمي فاعل وعلمي فعال لمواجهة تلك المخاطر البيئية التي يواجهها العالم بأسره اليوم وكذا الأجيال القادمة، ومن خلال هذا المطلب سنحاول سرد مختلف الآثار البيئية الناتجة عن إستغلال البترول بدءا من مرحلة الإستخراج وصولا لمرحلة الإستهلاك النهائي له.

¹ نادية خضر كناوي، مرجع سبق ذكره، ص 144.

² المرجع السابق، ص 45.

أولاً: الآثار الناتجة عن إستخراج البترول

البترول سائل أسود كثيف سريع الإشتعال يتكون من خليط من المركبات العضوية والهيدروكربونات التي قد تصل نسبتها في بعض أنواعه نحو 97%. يتواجد في الغالب في مكامن خاصة في طبقات الصخور الرسوبية ويصحب وجوده بعض الغازات الهيدروكربونية، والتي تشكل طبقة عليا تطفو على سطح البترول، إضافة إلى تواجد بعض الماء والملح الذي يكون تحته.

يتم إستخراج البترول من مكامنه عن طريق حفر آبار رأسية تصل إلى مكان تواجده، وبغض النظر عن التكلفة المرتفعة لهذه العملية والتكنولوجيا العالية اللازمة لعمليات الإستكشاف والتنقيب ومن ثم الإستخراج، وعادة ما يصاحب عملية الإستخراج إنبعاثات غازية ومخلفات بيئية، حيث يكون البترول المستخرج مصحوبا بكميات من الماء والملح مما يتطلب فصلهما قبل نقله وتقطيره، ونظرا لإستحالة الفصل التام للماء عن الزيت يبقى دائما جزء من البترول عالقا بالماء وهو الجزء الذي يلوث البيئة التي ستلقى فيها المياه الملوثة. كما لا يجب الإستهانة بكميات البترول العالقة لأن كل برميل من البترول المستخرج يصاحبه عدة براميل من الماء والملح الملوث، وما بالك بملايين البراميل من البترول المستخرجة يوميا. بالإضافة إلى ذلك فإن احتمال وقوع حوادث أثناء عملية الإستخراج ما ينجر عنه تلويثا كبيرا للبيئة المحيطة، ومثال عن ذلك ما حصل في حادثة إندفاع البترول بقوة تشبه الانفجار في آبار بحر الشمال عام 1977 والتي أدت إلى تلوث كبير لمياه البحر نتيجة لإندفاع حوالي 2500 طن من البترول الخام جراء تحطم وقع في أنابيب الضخ من القاعدة البحرية بالدايمارك.¹

ثانياً: الآثار الناتجة عن نقل البترول

نظرا لتواجد البترول في مناطق بعيدة عن مناطق الإستهلاك، فإنه يجب نقله ويتم ذلك عبر المجاري البحرية بواسطة ناقلات البترول (سفن خاصة)، وتعد لذلك موانئ مجهزة بمجموعة من الأنابيب والمضخات التي تستخدم في شحن هذه الناقلات، حيث تعتبر موانئ الشحن من المواقع الأكثر تلوثا، ويتسبب نقل البترول بين القارات في حدوث العديد من الكوارث البيئية الخاصة داخل مياه البحار والمحيطات خاصة أثناء وقوع حادث لإحدى الناقلات. وتتناسب شدة التلوث الناجم عن الحادث أو الكارثة مع حجم وحمولة الناقل ومقدار ما يتسرب منها من البترول في البحر إضافة إلى نوعيته وكثافته، وذلك لأنه في حالة وقوع الحادث يتدفق جزء كبير من البترول وقد تكون كل حمولة الناقل إلى البحر مشكلة بقعة كبيرة تغطي مساحة واسعة من سطح البحر محدثة ضررا شديدا للكائنات البحرية التي تستوطن مكان الحادث، وما يساعد على إتساع هذه البقعة حركة الأمواج والرياح ما يؤدي إلى توسع مكان التلوث. ومثال ذلك ما حدث عام 1978 قبالة السواحل الفرنسية، عندما غرقت ناقلة البترول العملاقة "أموكو كاديز" حيث أدى هذا الحادث إلى تدفق نحو 220 ألف طن من البترول إلى البحر الأبيض المتوسط مكونا بقعة هائلة، وإمتد هذا التلوث بمساحات كبيرة على طول الساحل الفرنسي بفعل الرياح والتيارات البحرية والأمواج، ووصل حتى لرمال

¹ أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، مصر، 1999، ص 15-18. (بتصرف)

الشاطئ نفسها ما حال دون نزول الناس للبحر. وهناك حوادث أخرى عديدة مماثلة، منها ما سجل منذ بداية القرن الحالي كحادثة الناقلّة الإسبانية "بريستيش" قبالة السواحل الإسبانية.

وتساعد الرياح والتيارات البحرية على إختلاط نسبة من هذا البترول المتسرب مع مياه البحر مكونا مستحلبا وتختلط قطرات البترول المتناهية الدقة بالماء ومع مرور الوقت ينتشر هذا المستحلب في طبقات المياه، ويصل ذلك التلوث إلى الطبقات العميقة في أعالي البحار والمحيطات، وتشير الإحصائيات إلى أن مياه البحر والمحيطات تتلوث كل عام بفعل ملايين الأطنان من البترول ومختلف الزيوت، إلى جانب ذلك فإن التلوث الناجم عن النفايات والمخلفات البترولية التي تخلفها الناقلات أثناء رحلاتها البحرية وهي فارغة متجهة لميناء الشحن أو العكس يساعد بشكل خطير في تلوث المسطحات المائية، حيث إعتادت الناقلات على ملأ خزاناتها وهي عائدة إلى موانئ الشحن بمياه البحر للمحافظة على توازنها، وتصل نسبة هذه المياه نحو 30% من حجم الخزان، مع العلم أن ناقلّة البترول لا تستطيع تفريغ حمولتها منه بنسبة 100% مما يترتب عليه بقاء جزء صغير من البترول لا تقل نسبته عن 1% من محتواها يختلط مع ماء البحر داخل الصهاريج فيصبح الماء ملوث إلى درجة كبيرة، وعندما تصل الناقلّة إلى موانئ الشحن تقوم بتفريغ حمولتها من هذا الماء الملوث في البحر أو داخل الميناء من أجل إستقبال حمولة جديدة من البترول، وإذا ما تصورنا أن مئات الناقلات تقوم يوميا بنفس التصرفات، فسيكون حجم التلوث أشد مع مرور السنوات، وبالرغم من هذا التلوث الناجم عن تلك الحوادث إلا أنه لا يتعدى 10% من حجم التلوث الناجم عن سكب البترول في البحار والذي يقدر بملايين الأطنان.¹

إن التلوث الناجم عن البترول يشكل خطورة كبيرة على الكائنات الحية بما فيها الإنسان، نظرا لإحتوائه على الكثير من المركبات الخطيرة التي تسبب بعض الأورام في أجسام الكائنات الحية، وغالبا ما تتجمع مثل هذه المركبات في الأنسجة الدهنية لأجسام الكائنات الحية، ويذهب بعضها إلى الكبد والبنكرياس ويؤثر بعضها الآخر على الأعصاب.

ثالثا: الآثار الناتجة عن إستخدام البترول

يوفر حرق البترول في الوقت الحالي أكثر من 41%² من حجم الطاقة الأولية المستهلكة في العالم، إلى أن هذه العملية ينجم عنها آثار بيئية خطيرة قد تصل إلى حد تغيير المناخ وتهديد صلاحية الأرض للحياة، فالأمطار الحمضية وكذا دخان المدن أثران مباشران لعملية إستخدام البترول، أما الأثر الأشد خطورة هو إرتفاع درجة حرارة الأرض أو ما يعرف بظاهرة الإحتباس الحراري، التي يعد زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو من أهم أسبابها، ويعتبر ثاني أكسيد الكربون أحد النواتج الرئيسية لعملية حرق كل أنواع الوقود الأحفوري ومنها البترول، فإحتراق غرام من المادة العضوية يعطي نحو 1.5-3 غرام من ثاني أكسيد الكربون، ومنه يمكننا تصور حجم هذا الغاز المتصاعد يوميا إلى الهواء، حيث ما يميز عالم اليوم هو إحتراق مليارات الأطنان من الوقود الأحفوري ما يضيف إلى الغلاف الجوي حوالي 20 مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا وهي كمية تمثل نحو 0.7% من كمية الغاز الموجودة طبيعيا في

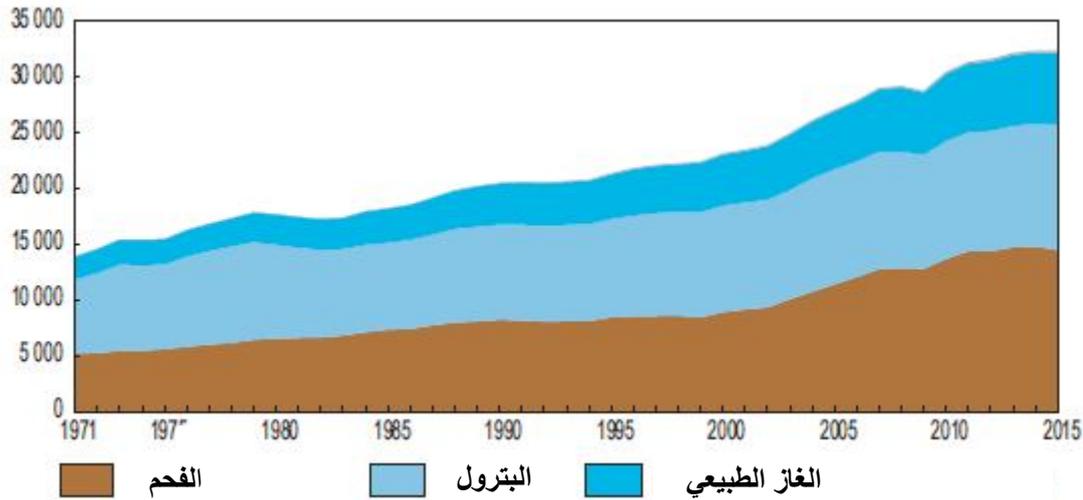
¹ أحمد مدحت إسلام، مرجع سبق ذكره، ص 23-38. (بتصرف)

² International Energy Agency, Key World energy Statistics 2017, Op.Cit, p34.

الجو،¹ ويساهم البترول بـ 34.6% من حجم الـ CO₂ المنبعث في الجو والمقدر بحوالي 32294 مليون طن سنة 2015،² إضافة لذلك نجد تأثير أكسيد النتروجين على طبقة الأوزون وكلها عوامل تساهم في تغيير وتدهور النظام الإيكولوجي.

الشكل رقم (14.1): تطورات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن إحتراق الوقود الأحفوري

الوحدة: مليون طن



Source: International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p54.

إن الآثار السلبية (البيئية بالدرجة الأولى) للبترول السابقة الذكر، بالرغم من خطورتها إلا أنها لم تكن إلا صورة موجزة عن مخاطر هذا النوع من الطاقة، ومن تم نستنتج أننا أمام مشكلة بيئية بالغة التعقيد، ومتداخلة العناصر ولا يوجد حلها وصفة سحرية ناجعة يمكن تعميمها على الجميع، كما أنه لا يمكن إجبار كل الدول بإستخدام نفس الأساليب والإجراءات، ولكن الكوارث البيئية والأزمات الإقتصادية هي من سيدفع الجميع للتكاثف والتفكير سواء من أجل ترشيد أنماط إستهلاكها وإنتاجها للبترول وفق نموذج الطاقة المستدامة، أو البحث عن بدائل لهذا المورد الطاقوي الملوث والناضب.

المطلب الثالث: دوافع التوجه إلى مصادر الطاقة البديلة للثروة البترولية

إن النظرة السائدة إلى البترول تقوم على إعتبره عنصراً رئيسياً في قطاع الطاقة، والذي يعتبر حافزاً للتطور الإقتصادي، غير أن هيمنة البترول على الصعيد العالمي كمصدر للطاقة تأثرت في السنوات الأخيرة بعدد من التطورات، فبالنظر إلى محدودية هذا المورد من حيث خاصية النضوب التي يتميز بها والمزايا النسبية للمصادر البديلة وكذا إمكانية حدوث تطورات تقنية ضخمة على المدى المتوسط والطويل، والمخاوف والضروريات البيئية الملحة إنطلاقاً من ذلك فإن تحولات مهمة من المتوقع أن تحدث في سيناريو الطاقة العالمية.³ ولقد كان دافع البحث عن

¹ أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، مرجع سبق ذكره، ص42.

² International Energy Agency, **Key World energy Statistics 2017**, Op.Cit, p54.

³ جمال سند السويدي، مستقبل النفط كمصدر للطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبوظبي: الإمارات العربية المتحدة، 2005، ص7.

بديل البترول في السبعينيات هو أزمة الوقود وغلاء أسعاره وكذا محاولة الدول المتقدمة تجنب التبعية لوقود العرب، أما عن أساس البحث عن بديل البترول في القرن الحالي فإنه لا يرتبط فقط بشحه وقرب نفاذه وتذبذب أسعاره، وإنما كذلك بالآثار السلبية البيئية الناتجة عن الإستخدام الجائر للبترول وما نجم عنه من كوارث بيئية بادية للعيان، لذلك فالتحول الراهن في مصادر الطاقة يستهدف الانتقال من مصادر ناضبة غير نظيفة ذات أسعار متذبذبة إلى مصادر دائمة ومتوفرة بكميات كبيرة ونظيفة بيئياً. وبشكل عام يمكن إبراز أهم الدوافع التي سوف تؤثر على مستقبل البترول ومن تم تدفع بالعالم نحو البحث عن مصادر الطاقة البديلة من خلال عناصر هذا المطلب.

أولاً: دافع أمن الطاقة العالمي

إن الجدل القائم حول نظرية ذروة البترول وصدور بعض الدراسات والتقارير ذات النظرة المتشائمة التي تنذر بقرب نضوب إحتياطيات البترول العالمية، والتشكيك في بعض أرقام الإحتياطيات المعلنة للبلدان المنتجة خلقت جوا من التوتر والقلق حول مدى كفاية الطاقات الإنتاجية لتلبية الطلب العالمي المتزايد على الطاقة، والتي تزامنت مع ظاهرة تصاعد الأسعار خلال السنوات القليلة الماضية، ما عزز كثيرا من مكانة وموقع الطاقات المتجددة والبديلة للبترول ليس فقط لتنويع الطاقة ومصادر تجهيزها بل كضرورة لضمان أمن الطاقة في المستقبل، وهذا ما دفع بالبلدان المستهلكة الصناعية والمنظمات والهيئات العالمية بتقديم الدعم والتشجيع للأنشطة الخاصة بالبحوث والتطوير للطاقات المتجددة.¹ ويندرج ضمن هذا الدافع فكرة نضوب البترول وفي هذا الإطار يجب التفريق بين مفهوم النضوب الإقتصادي للبترول ومفهوم النضوب الجيولوجي، فالنضوب الإقتصادي يعني أنه بعدما يصل إنتاج الحقل إلى الذروة قد يستمر الإنتاج لفترة معينة على نفس المستوى، ثم يبدأ في الإنخفاض تدريجيا وترتفع تكاليف إنتاج المتبقي منه تدريجيا إلى أن تصل تكاليف إنتاج البرميل إلى سعر بيعه في السوق، فيضطر المنتج إلى إيقاف عملية الإنتاج لأن ما تبقى منه يصبح غير مجد من الناحية الإقتصادية في ظل أسعار البيع السائدة، ولا يوجد من الناحية النظرية ما يمنع أن يعاود الإنتاج إذا إرتفعت الأسعار ولكن يفقد المتبقي منه ميزته السائدة؛ أما النضوب الجيولوجي بمعنى إختفاء البترول بالكامل من تحت الأرض فهذا لن يحدث قريبا وبالكامل ولكن الذي سينتهي هو البترول السهل منخفض تكاليف الإنتاج، ثم الذي يليه في السهولة وهكذا حيث تبدأ شركات البترول بالانتقال من المناطق الحالية السهلة إلى المناطق الجديدة الصعبة المرتفعة التكاليف.²

ويمكننا فهم مصطلح أمن الطاقة بالنسبة للدول المستوردة للطاقة في الفترة قبل السبعينات من القرن الماضي باعتباره كان يهدف بالدرجة الأولى إلى توفير إمدادات كافية وآمنة ورخيصة من موارد الطاقة بما يضمن إستمرار النشاط والنمو الاقتصادي بشكل مستقر، وبما أن البترول كان يساهم بحوالي 50%³ من إجمالي إستهلاك الطاقة

¹ علي رجب، تطوير الطاقات المتجددة وانعكاساته على أسواق النفط العالمية والأقطار الأعضاء، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 127، المجلد 34، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، خريف 2008، ص13-14.

² أنور أبو العلا، الفرق بين ذروة الإنتاج ونضوب البترول الخام، جريدة الرياض الإقتصادي، العدد 15867، السعودية، 2011/12/03، متاحة على الموقع: www.alriyadh.com/2011/12/03/article_688272.html (consulté le 12/09/2014).

³ وحيد محمد مفضل، إرتفاع أسعار البترول ومستقبل الطاقة العالمي، 2010، متاح على الموقع: <http://www.aljazeera.net/portal/Templates/Postings/PocketpcDetailedP> (consulté le 06/12/2014)

العالمي في تلك الفترة وكان المصدر الأول بلا منازع نظرا لمزاياه المتعددة، فإنه يمكننا القول أن الحفاظ على إستمرار الإمدادات البترولية كان العامل الأساسي لمفهوم أمن الطاقة أنداك، حيث لم تكن هناك مشاكل تخصه بالنسبة للدول الصناعية الكبرى المستهلك الرئيسي للبترول، فقد كانت الإحتياجات متوفرة بدرجة كبيرة، كما أن سعر البترول كان رخيصا، وأن ضمان إستمرار تدفق الإمدادات مضمون بشكل موثوق بسبب سيطرة كبريات الشركات البترولية العالمية الغربية على معظم إنتاج وتجارة البترول في العالم.

لكن في الفترة الحالية فإننا نشهد ظروف ومعطيات مختلفة، فقد تزايدت الشكوك حول قدرة الإحتياجات البترولية المتوفرة على تلبية الطلب المستقبلي المتنامي للطاقة، وإرتفعت أسعاره بدرجة كبيرة، وتزايدت مشاكل التلوث البيئي فضلا عن تزايد مخاطر إنقطاع الإمدادات بسبب العوامل السياسية والأمنية. وبالتالي فإن مفهوم أمن الطاقة قد أخذ بالتوسع ليشمل إعتبارات أخرى لم تكن ذا أهمية في الماضي. حيث يشكل أمن الطاقة حاليا المهم الأكبر للعديد من الدول (المنتجة والمستهلكة) خاصة تلك التي تعاني من محدودية مصادر الطاقة المحلية لديها، لذلك توصي دراسات أمن الطاقة الدول المختلفة بضرورة تبني منظومة أو مزيج من مصادر مختلفة للطاقة، وليس الإعتماد على مصدر رئيسي واحد، حيث يمثل هذا التوجه عامل أمان لها، فإذا أصيب أحد هذه المصادر بخلل ما تكون هنالك مصادر أخرى بديلة يعتمد عليها لسد إحتياجاتها من الطاقة.

كما أن توفير الطاقة أصبحت قضية أمنية حقيقية، فالتوتر الذي يسود أسواق الطاقة بسبب الهجمات الإرهابية والإبتزاز السياسي، التوترات والنزاعات الإقليمية في مناطق الإنتاج خاصة منها الشرق الأوسط والإعتماد الكبير على الإمدادات البترولية من تلك المناطق يشكل معضلة حقيقية للإقتصاديات الغربية، لذلك يعد أمن الطاقة هاجسا واضحا في السياسات والمواقف التي تتبناها الدول الصناعية الكبرى وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية والإتحاد الأوروبي للتخلص من هيمنة البترول على أنماط إستهلاكها للطاقة والتحول نحو مصادر أخرى بديلة له.

وتظهر التوقعات حول الإستهلاك العالمي للطاقة إستمرار إرتفاع الطلب المعتمد في تلبيته بدرجة كبيرة على مصادر الطاقة التقليدية وخاصة البترول بنسبة 26.1% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة في آفاق 2040.¹ حيث يضع النمو السريع لدول كالصين والهند ضغطا متزايدا على أسواق البترول العالمية، كما نسبة التحضر في العالم ستبلغ نحو 50% من مجموع السكان آفاق 2050² ونتيجة لهذا الانفجار السكاني الهائل المنتظر في المدن، ستبلغ الحاجة إلى إستهلاك الطاقة مستويات مذهلة، وهي مشكلة من المرجح أن تتفاقم مع مرور الوقت بالإضافة إلى أن إستمرار نمط إنتاج وإستهلاك مصادر الطاقة التقليدية بنفس الوتيرة سيؤدي إلى إستنزاف هذه المصادر وإحتمال نضوبها خلال سنوات قليلة قادمة، وهو الأمر الذي إذا تحقق سيؤدي إلى صدمة عالمية كبرى بالنظر إلى إرتباط إقتصاديات مختلف الدول بها سواء منها المنتجة أو المستوردة. وبالتالي لا بد من البحث وتطوير المصادر البديلة خاصة المتجددة لتلبية الطلب المتزايد من أجل تحقيق إستدامة طاوقية.

¹ OPEC, World Oil Outlook 2016, Op.Cit, p66.

² عبد الرحمن نذير، العالم في مواجهة إحتمال نفاذ البترول، مجلة الأحداث المغربية، عدد 29 أبريل 2005.

ثانيا: دافع التلوث البيئي، تغيرات المناخ ومتطلبات التنمية المستدامة

واجه العالم في السابق الكثير من التحديات وكان معظمها يدور حول مصطلح (أمن الطاقة)، والذي كان يعني بالمقام الأول ضرورة توفير إمدادات مستقرة وآمنة وبأسعار رخيصة ومناسبة، لكن التحدي الجديد الذي أصبحت الدعوات إليه واضحة وبصوت عال بعد أن كانت تقال همسا، هو التحدي البيئي أو تحديات المناخ. ولقد إتسعت الضغوط والدعوات والتحذيرات من مسألة التلوث البيئي بشكل كبير، ليس على مستوى المنظمات الدولية ومنظمات حماية البيئة فحسب، ولكن إمتدت إلى المستويات الشعبية ومعظم وسائل الإعلام. حيث أصبحت التغيرات المناخية واضحة للجميع، فلم تشهد الأرض مثل هذا الإرتفاع في درجات الحرارة منذ قرون، إذ أصبح على سكان العالم التعامل مع بيئة أكثر عدائية من أي وقت مضى، فسوف تصبح الفيضانات والجفاف أكثر حدة وسوف يرتفع مستوى سطح البحار بعدة أمتار مما يؤدي إلى غمر العديد من أجزاء العالم الساحلية بالمياه، الأمر الذي سيسفر عن إضطراب حياة البشر وحرمانهم من موارد الرزق، وهو ما يؤدي إلى تحركات سكانية كثيفة وصراعات محتملة في مختلف أنحاء المعمورة،¹ ويؤكد في ظل هذه الظروف أن النشاط البشري وفي المقام الأول التوسع في إستخدام الطاقات الأحفورية خاصة البترول، أصبح يساهم بقوة في زيادة مستوى إنبعاثات الغازات الدفيئة - خاصة منها ثاني أكسيد الكربون- والجسيمات التي تعمل من خلال تراكمها في الغلاف الجوي على تغيير تركيبة الهواء، وهذا بدوره يؤدي إلى حدوث خلل في المنظومة البيئية بصفة عامة، كتلوث الهواء والماء، التغيرات المناخية تآكل وتضرر طبقة الأوزون، تفاقم ظاهرة الإحتباس الحراري وما ينجر عن ذلك من كوارث تهدد الحياة على كوكب الأرض بالزوال، سواء للبشر أو الحيوان أو النبات. كل هذه الأسباب أدت إلى إدراك وإجماع العالم على أنه من الضروري ترقية الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة التقليدية والبحث عن مصادر جديدة للطاقة تكون أكثر أمنا على البيئة. لأجل ذلك قررت منظمة الأمم المتحدة في دورة إنعقادها الثالثة والثلاثون سنة 1981 تكوين مؤتمر عالمي يتناول مصادر الطاقة المتجددة، وأجمع المشاركون حينها على إتباع إستراتيجية التحول من عصر الإعتماد الكلي على الطاقة التقليدية إلى عصر إستغلال مصادر الطاقة البديلة والمتجددة.² لكن لم تلق الطاقات المتجددة إهتماما كبيرا في ذلك الوقت إلا مع ظهور فكر التنمية المستدامة، وبذلك أصبحت مبادئها ومتطلباتها أحد الدوافع والأسباب المؤثرة التي مهدت الطريق للإنتشار الواسع لإستغلال الطاقات المتجددة عبر مختلف دول العالم. ومن أهم المؤتمرات والإتفاقيات العالمية التي أولت عناية بمتطلبات التنمية المستدامة ومن تم تعزيز التوجه للطاقات البديلة النظيفة نذكر ما يلي:

1. مؤتمر ريو 1992: إنعقد هذا المؤتمر في مدينة ريو دي جانيرو بالبرازيل سنة 1992، حيث شكل أكبر تجمع عالمي حول البيئة والتنمية تحت إشراف الأمم المتحدة، وأطلق عليه إسم قمة الأرض. ولقد كان هدف المؤتمر هو وضع أسس بيئية عالمية للتعاون بين الدول النامية والدول المتقدمة من منطلق المصالح المشتركة لحماية مستقبل الأرض

¹ Nicholas Stern, Our Low-Carbon future,-Project syndicate, 2009, sur site: <http://www.project-syndicat.org/commentary/nstern1/English>

² محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، درا الشروق، لبنان، 1988، ص17.

حيث نقلت قمة الأرض الوعي البيئي العالمي من مرحلة التركيز على الظواهر البيئية إلى مرحلة البحث عن العوامل الإقتصادية والسياسية والإجتماعية المسؤولة عن خلق الأزمات البيئية وإستمرار التلوث والإستنزاف المتزايد الذي تتعرض له البيئة.

2. بروتوكول كيوتو 1997: إنشق هذا البروتوكول عن الإجتماع الثالث لمؤتمر الأطراف في الإتفاقية الإطارية للأمم المتحدة حول التغيرات المناخية المنعقد بمدينة كيوتو اليابانية، ويلزم هذا الإتفاق الدول الصناعية بخفض إنبعاثاتها بمعدل 5% على الأقل خلال الفترة 2008-2012 مقارنة بمستويات سنة 1990، حيث تم تحديد معدلات تخفيض الإنبعاثات لكل دولة على حدى. وأشار هذا البروتوكول إلى أن تحقيق هذه الأهداف يتطلب من الدول الصناعية تبني توجهات جديدة فيما يتعلق بإمداداتها الطاقوية، وفي هذا الإطار حث البروتوكول في مادته الثانية على إجراء البحوث حول الأشكال الجديدة والمتجددة للطاقة وتكنولوجيات إستخدام ثاني أكسيد الكربون وتشجيعها وتطويرها بيئياً.¹

3. أجندة القرن 21: تناولت الأجندة قضايا الطاقة بإعتبارها مدخل ضروري في عمليات وأهداف التنمية المستدامة، حيث حددت مجموعة الأهداف المرتبطة بأبعاد التنمية المستدامة من أجل تدعيم قطاع الطاقة وتحسين كفاءته وتكنولوجياته وقدرته على الإستدامة وزيادة مساهمته في تحقيق التنمية المستدامة، وكذا تشجيع التعاون الإقليمي والدولي في هذا المجال.²

4. قمة جوهانسبورغ: إنعقدت القمة العالمية للتنمية المستدامة سنة 2002 وإتفق المشاركون فيها على أن حماية البيئة وتحقيق التنمية الإجتماعية والإقتصادية أموراً لا بد منها للوصول إلى التنمية المستدامة، وعالجت القمة عدة نقاط مرتبطة بالطاقة من أهمها:³

- دعم الجهود الرامية إلى تحسين الأداء والشفافية والمعلومات المتعلقة بأسواق الطاقة في جانبي العرض والطلب بهدف تحقيق مزيد من الإستقرار وضمان حصول المستهلكين على خدمات في مجال الطاقة موثوقة وميسورة التكلفة ومجدية إقتصادياً وسليمة بيئياً؛
- تعزيز السياسات الهادفة إلى إيجاد نظم للطاقة تتلاءم مع التنمية المستدامة، من خلال تشجيع الحكومات على تحسين أداء أسواق الطاقة بطرق تؤدي إلى تحقيق مبادئ التنمية المستدامة بما في ذلك تكنولوجيا الإستخدام الأنظف للطاقات الأحفورية؛
- القيام حسب الحاجة بتعزيز وتيسير ترتيبات التعاون الإقليمي لتشجيع تجارة الطاقة عبر الحدود بما في ذلك الوصل المتبادل بشبكات الكهرباء وأنايب البترول والغاز الطبيعي.

¹ OFEFP, *Le climat est entre nos mains*, Berne, 2003, p17.

² برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، متاح على الموقع:

[www.unep.org/bh/Newsroom/pdf/finalchapters.doc\(08/10/2013\)](http://www.unep.org/bh/Newsroom/pdf/finalchapters.doc(08/10/2013))

³ اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة: نهج لتخفيف الفقر وإدراج قضايا النوع الإجتماعي في الاهتمامات الرئيسية، نيويورك، 2003، ص4-5.

5. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ سنة 2015: تولت المؤتمرات الدولية التي تعنى بالتغيرات المناخية كإشارة إلى ضرورة التخفيض من الإنبعاثات المتسببة في هذه المشاكل البيئية، ومن أهم ما خرج به مؤتمر الأمم المتحدة لسنة 2015 تعهدات مجموعة من دول ومناطق كبرى في العالم بالحد من إنبعاثات الدفينة خاصة ثاني أكسيد الكربون، والذي سوف يؤدي إلى الحد من الطلب على الطاقات الأحفورية المتسبب الرئيسي في تلك الغازات والتحول نحو الطاقات النظيفة المتجددة، وبذلك فالمؤتمر ضمينا يدفع الدول نحو إستغلال الطاقات البديلة النظيفة من خلال فرض بعض القيود على الإنبعاثات الملوثة للطاقات الأحفورية. والجدول الموالي يلخص تعهدات بعض الدول بخفض الإنبعاثات لأفاق 2025 و2030.

الجدول رقم (10.1): تعهدات بعض الدول بخفض الإنبعاثات لأفاق 2025 و2030

| البلد/ المنطقة | التعهد |
|----------------------------|--|
| الصين | خفض الإنبعاثات بنسبة 60% إلى 65% لكل وحدة من وحدات إجمالي الناتج المحلي عن مستويات عام 2005 بحلول عام 2030 |
| الولايات المتحدة الأمريكية | خفض الإنبعاثات بنسبة 26% إلى 28% عن مستويات عام 2005 بحلول عام 2025 |
| الإتحاد الأوروبي | خفض الإنبعاثات بنسبة 40% عن مستويات عام 1990 بحلول عام 2030 |
| روسيا | خفض الإنبعاثات بنسبة 25% إلى 30% عن مستويات عام 1990 بحلول عام 2030 |
| اليابان | خفض الإنبعاثات بنسبة 26% عن مستويات عام 2013 بحلول عام 2030 |
| كوريا | خفض الإنبعاثات بنسبة 38% عن المستويات المعتادة بحلول عام 2030 |
| كندا | خفض الإنبعاثات بنسبة 30% عن مستويات عام 2005 بحلول عام 2030 |
| أستراليا | خفض الإنبعاثات بنسبة 26% إلى 28% عن مستويات عام 2005 بحلول عام 2030 |

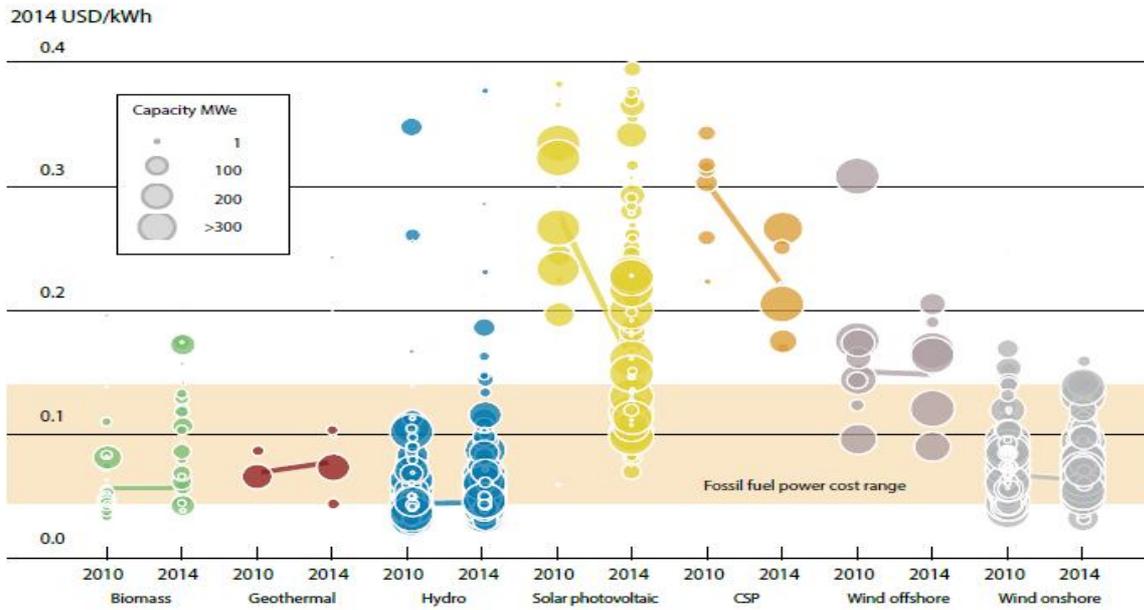
المصدر: أيان باري، السعر المناسب، مجلة التمويل والتنمية، المجلد 52، العدد الرابع، صندوق النقد الدولي، ديسمبر 2015، ص 11.

ثالثا: دافع الأمن الإقتصادي

تعد الثروة البترولية المحرك الرئيسي للإقتصاد العالمي، وبذلك فأى تحدي يواجهه هذه الثروة الناضبة يهدد الأمن الإقتصادي العالمي حاضرا ومستقبلا. ولضمان أمن الإقتصاد العالمي إستوجب الأمر التخلص تدريجيا من هيمنة البترول على كامل أركانه من خلال التحول صوب مصادر طاوقية بديلة تكفل ديمومة سيرورة عجلة التنمية على مستوى دول العالم. لذلك، فمنذ إرتفاع أسعار البترول إثر الصدمة البترولية لسنة 1973، بدأ الإهتمام العالمي - خاصة من الدول المتقدمة - بمصادر الطاقة المتجددة والبديلة للبترول، والإستثمار بتطوير تقنيات تمكن من إستخدامها في مختلف المجالات، وبالأخص في توليد الكهرباء بهدف تقليص الإعتداع على البترول، وقد مر هذا الإهتمام بفترة فتور بعد إنخفاض البترول في منتصف الثمانيات، إلا أنه عاد وتعزز منذ بداية القرن الحالي حيث لامست أسعار البترول مستوى 149 دولار للبرميل، وفي المقابل شهدت تكاليف الطاقات المتجددة إنخفاضا ملحوظا وصلت لبعض المصادر المتجددة مستويات تنافسية مقارنة بالطاقات الأحفورية، ويعتبر إنخفاض تكلفة الطاقات البديلة المتجددة أحد الحوافر التي تدفع وتشجع العالم على إستخدامها وإحلالها محل الطاقات التقليدية خاصة مع إحتساب تكلفة التدهور

البيئي التي تتسبب فيه الطاقات الأحفورية، وعرفت تكاليف الطاقات المتجددة خلال السنوات الأولى لبداية الإهتمام بها إرتفاعا معتبرا ثم بدأت في الإنخفاض لاحقا، ويمكن أن نرجع ذلك إلى تحسن تكنولوجيات إنتاجها والتي ستتطلب عقود أخرى من العمل والتطوير حتى تصل مرحلة النضج، وهو ما كانت عليه وما تطلبته الطاقات التقليدية في بدايتها. والشكل الموالي يوضح مستوى التكلفة المرجحة لإنتاج الكهرباء من مختلف المصادر المتجددة مقارنة بمستوى إنتاجه من الطاقات الأحفورية بين سنتي 2010 و2014.

الشكل رقم (15.1): مقارنة تكلفة إنتاج الكهرباء من مختلف المصادر المتجددة والطاقات الأحفورية بين سنتي 2014 و2010



Source: IRENA, **Renewable Power Generation Costs in 2014**, Abu Dhabi, January 2015, p12.

من خلال الشكل السابق نلاحظ أن تكلفة توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة وصلت إلى مستويات تاريخية حيث أن كل من طاقة الكتلة الحية، والطاقة المائية، والطاقة الحرارية الأرضية، وطاقة الرياح خاصة البرية يمكن أن توفر الآن الطاقة الكهربائية بصفة تنافسية مقارنة مع الطاقات الأحفورية، ومن الملاحظ أيضا أن تكلفة الطاقة الشمسية الكهروضوئية إنخفضت بمقدار النصف بين عامي 2010 و2014، ويتوقع أن تنخفض إلى حدود 0.06 دولار للكيلوواط ساعي آفاق 2025 بنسبة إنخفاض 59% عن سنة 2015، ونفس الشيء بالنسبة للطاقة الشمسية الحرارية التي يتوقع إنخفاض تكلفتها إلى حدود 0.08 – 0.12 دولار للكيلوواط ساعي سنة 2025 بنسبة إنخفاض 37% عن سنة 2015، أما بالنسبة لطاقة الرياح (بنوعها البري والبحري) فستشهد إنخفاضا يصل إلى نحو 0.05 – 0.12 دولار للكيلوواط ساعي أي بنسبة إنخفاض تقدر بـ 26% – 35% آفاق 2025، كل ذلك مقارنة مع تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقات الأحفورية التي هي في حدود 0.045 – 0.14 دولار للكيلوواط ساعي، مثلما يوضحه الجدول رقم (11.1)، كما أن لتكنولوجيات الطاقات البديلة المتجددة والخدمات المتعلقة بها علاقة وثيقة بالأغراض

المنزلية المختلفة مما ينتج عنه فتح سوق كبير لتسويق تلك التكنولوجيا، وبالتالي فإن تحقيق التقدم في هذا المجال يعطي فرصة للإستحواذ على حصة كبيرة من السوق العالمية قد تصل إلى نحو 60% في المستقبل.

الجدول رقم (11.1): تغيرات تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بين سنتي 2015 و 2025

| نسبة التغير | تكلفة توليد الكهرباء (دولار للكيلوواط ساعي) | | التقنية |
|-------------|---|--------------|---------------------------------|
| | 2025 | 2015 | |
| 59% - | 0.06 | 0.13 | الطاقة الشمسية الكهروضوئية |
| 37% - 43% | 0.12 - 0.08 | 0.19 - 0.15 | الطاقة الشمسية الحرارية المركزة |
| 26% - | 0.05 | 0.07 | طاقة الرياح البرية |
| 35% - | 0.12 | 0.18 | طاقة الرياح البحرية |
| - | - | 0.14 - 0.024 | الطاقة الأحفورية |

Source: - IRENA, The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025, June 2016, p10.

- IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2014, Abu Dhabi, January 2015, p12.

إن الدوافع السابق ذكرها تخص المستوى العالمي بشكل عام، ولكن درجة تأثير هذه الدوافع على مستوى الدول تختلف من دولة إلى أخرى حسب خصوصية كل دولة، خاصة من حيث كون الدولة منتجة أو مستهلكة ومتسوردة للبترو، وكذا درجة التقدم والتخلف للدول، لذلك فيما يخص الدول المنتجة للبتروال النامية فبالإضافة إلى بعض من الدوافع السابقة، يمكننا أن نضيف الدافع والحافز التالي والمتمثل في محاولة هذه الدول التخلص من نقمة البترول أو علة المرض الهولندي* والتوجه للتنوع الإقتصادي للنهوض بالتنمية على مستواها، إضافة إلى محاولتها الحفاظ على مكانتها في السوق العالمية للطاقة من خلال تنوع وتطوير مصادر طاقة بديلة للثروة البترولية الناضبة خاصة وأن معظم الدول البترولية - خاصة العربية منها - تمتلك مؤهلات طبيعية هائلة من الطاقات البديلة المتجددة.

المطلب الرابع: متطلبات وشروط الإعتداع على بدائل الطاقة

بعد التعرف على أهم الأسباب والدوافع المؤثرة في تعزيز التوجه للطاقات البديلة للثروة البترولية والتي تعد في نفس الوقت تحديات تتعقب مستقبلها في العالم، نصل الآن للتطرق لأهم متطلبات وشروط الإعتداع على البدائل الطاقوية لهذه الثروة الناضبة، حيث أن أي مصدر للطاقة يحتاج إستحداثه وتبنيه إلى توافر ثلاثة معايير وشروط رئيسية تتمثل فيما يلي:

* المرض الهولندي: ظاهرة إقتصادية تصيب عادة الإقتصاديات الريفية، والتي تسبب طفرة في قطاع الموارد الطبيعية لتلك البلدان وتحدث إنخفاضاً في قطاعها الصناعي والزراعي.

أولاً: الإتاحة والوفرة التكنولوجية

تلعب التكنولوجيا دوراً حاسماً في الإنتقال من مستوى طاقي إلى آخر فإختلال ميزان الطاقة في فترة معينة سيؤدي إلى البحث عن بديل ملائم، وخلال فترة الإنتقال تتلاءم التكنولوجيا مع البديل الطاقي الجديد، حيث أن هناك علاقة تبادلية بين مصدر الطاقة البديل والتكنولوجيا، ويعتبر الكثيرون أن التحدي الذي يواجهه العالم هو تحدي تكنولوجي وليس مشكلة طاقة، لأن ما شهده العالم في السابق كان نتيجة لضعف الإمكانيات التكنولوجية في الإستفادة من المصادر الطبيعية المختلفة للحصول على طاقة جديدة،¹ والإتاحة والوفرة للمصدر الطاقي البديل بما يضمن إستغلاله لفترة طويلة بإجراء تحول نوعي، أي أن يسهم هذا المصدر في تلبية الإحتياجات التي تتطلبها تكنولوجيات بعينها بما يحقق طفرة إقتصادية وخدمية في الوسط المستخدم فيه هذه التكنولوجيا، وكذا إمكانية الإعتماد عليه في مواجهة الطلب على الطاقة وقت الحاجة، وتفادي قصور الإمدادات التي تترك جانب الطلب.

ثانياً: الكفاءات البشرية

بالرغم من الدور المهم الذي تلعبه التكنولوجيا في حالة التحول الطاقي، إلا أن ذلك لا يلغي دور المورد البشري المسير لذلك التحول، إذ يستلزم التوجه للطاقات البديلة توافر الموارد والإطارات البشرية ذات الكفاءة التي تتولى الإشراف على تقديم هذا المورد للإستغلال على نطاق واسع بالإستعانة بالتكنولوجيا المتاحة.

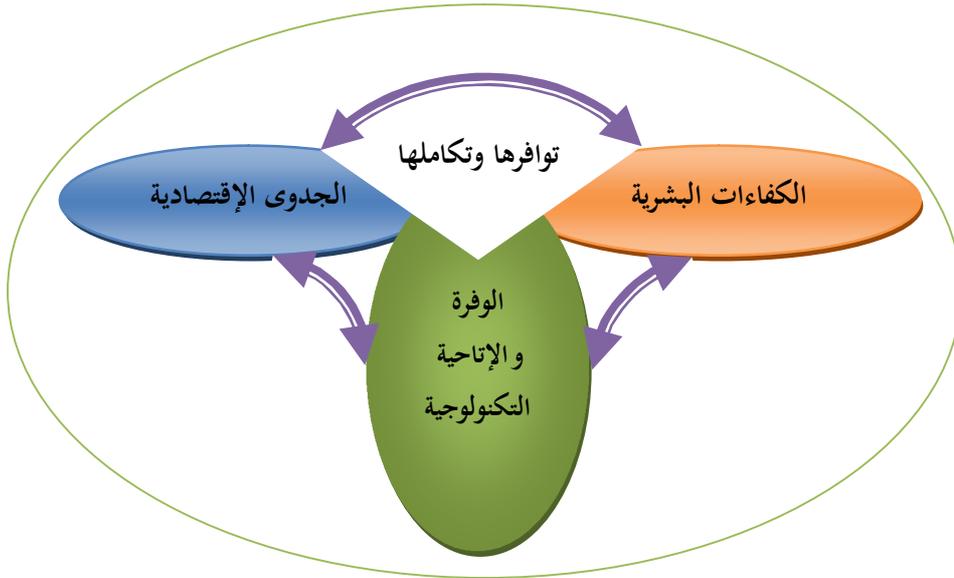
ثالثاً: الجدوى الإقتصادية

إن أهم ما يتحكم في تحول أي دولة ما عن مصدرها الأساسي للطاقة نحو مصادر بديلة أي كانت طبيعتها هو مستوى الجدوى الإقتصادية من إستغلاله، ويتوقف ذلك على مدى سهولة ويسر الحصول على المصدر الطاقي البديل بتكلفة إقتصادية تسمح لفئات واسعة من المستهلكين بالإستفادة منه. وعلى الرغم من تكرار العديد من النداءات نحو تعظيم الإعتماد على المصادر البديلة للطاقة، إلا أن البدائل التي يمكن إضافتها إلى حزمة المنظومة الطاقوية لبلد ما تظل مرهونة بتوافر الشروط السابقة الذكر، وهو ما حدث مع طاقة الرياح فالتكنولوجيا متاحة للكل، ولا توجد محاذير عليها سواء بالتصنيع أو الشراء مع توافر إمكانية تنمية المشاركة المحلية وزيادتها، وأيضاً الكوادر البشرية متاحة، كما أن تكلفة إنتاج وحدة الطاقة يمكنها منافسة نظيرها الحراري إذا تمت المقارنة بالأسعار العالمية للوقود،² والشكل التالي يلخص أهم متطلبات وشروط الإعتماد على بدائل الطاقة:

¹ هاني عبيد، مرجع سبق ذكره، ص 20.

² محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مداخلة ضمن مؤتمر البترول والطاقة: هموم عالم وإهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر، 2-3 أبريل 2008، ص 14.

الشكل رقم (16.1): متطلبات وشروط الإعتماد على بدائل الطاقة



المصدر: محمد مصطفى محمد الخياط ، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مداخلة ضمن مؤتمر البترول والطاقة: هموم عالم وإهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر، 2-3 أبريل 2008، ص14.

إن الشروط السالفة الذكر تخص التوجه من مصدر طاقتوي ذو مركز أساسي من ناحية الإستخدام إلى مصادر أخرى بديلة بصفة عامة، ونفس الشيء ينطبق في حالة اللجوء إلى بدائل الثروة البترولية، ولكن لا بد من أخذ بعين الإعتبار الخصائص والمميزات التي تتوفر في البترول التي تكسبه قوة تنافسية ضمن مصادر الطاقة البديلة، حيث يعتبر من أبرز أنواع الطاقة المتاحة حالياً، ويحتل المرتبة الأولى في أهميته النسبية مقارنة بمصادر الطاقة البديلة الأخرى بسبب ملائمة البترول كطاقة سائلة مركزة وسهلة النقل والتخزين وبتكلفة منخفضة، بالإضافة إلى الإستخدامات الثابتة لتوليد الطاقة الكهربائية، وبذلك أصبح الوقود الأبرز الذي يوفر المرونة المطلوبة لإمتصاص الزيادات في الطلب على المدى القصير. والتفكير بالتحويل عن هذا المصدر الطاقتوي سواء على المدى القريب أو البعيد بسبب ضغط الظروف الراهنة، يجب أن يراعى في البديل الطاقتوي جملة الشروط والمتطلبات السابق ذكرها، إضافة إلى قدرة هذا البديل على تلبية أبرز ما يتيحه البترول حالياً للمتطلبات والإحتياجات البشرية.

خلاصة الفصل الأول

من خلال هذا الفصل، والذي تناولنا فيه إقتصاديات الثروة البترولية وإتجاهات إستغلالها في العالم، إتضح لنا مكانة هذه الثروة الهامة والمحورية ضمن إقتصاديات الطاقة عالميا، حيث أنها تمثل سلعة إستراتيجية ومادة أولية أساسية في الصناعات الكيماوية والبتروكيماوية، كما أن دورها يعتبر حيويا في العالم المعاصر وذلك لتعدد إستعمالاتها في مجالات شتى، مما مكنها من إكتساب مكانة مهمة ضمن أطر التجارة العالمية، وموقع خاص في تشكيل معالم الخريطة الإقتصادية الدولية، وقد أدت هذه الأهمية للثروة البترولية في الإقتصاد العالمي إلى أن تكون سياسات إستغلاله عالميا محل إهتمام سواء من ناحية الدول المنتجة أو المستهلكة، ورغم ذلك فهناك عدة عوامل تفقدها أهميتها الإستراتيجية أو تؤثر على مكانتها ضمن منظومة الطاقة عالميا، ومن أهمها زيادة الطلب والإستهلاك العالمي للبترول مع قرب نفاذ مخزونه، تأثيراته البيئية وكذا تقلبات أسعاره في السوق البترولية العالمية مما ينعكس سلبا على الخطط المرسومة من طرف الدول المستغلة لهذه الثروة، وبالتالي يبقى الإقتصاد الدولي محل تهديد إستلزمته معه الظروف لإتخاذ جملة من الإجراءات والآليات التي تخفف الجوانب السلبية لسياسات إستغلال هذه الثروة على المستوى العالمي عامة، والمحلي خاصة من طرف كل دولة. ومن بين الحلول المطروحة هو تطوير إستغلال الطاقات البديلة، مع الأخذ بعين الإعتبار أن للسلعة البترولية مقدار كمي ونوعي كبيرين لمستوى المنافع المتحققة منها في تلبية الحاجات الإنسانية وفي التنافس مع المصادر الطاقوية الأخرى، لكن التساؤل الذي يتبادر إلى الذهن ما هي ملامح البديل الطاقوي الذي يمكن أن يخلف الثروة البترولية مستقبلا في ظل المزايا التي تتمتع بها هذه الأخيرة وفي ظل الظروف التي تتميز السوق العالمية لها؟ وهذا ما سوف نحاول التعرف عليه من خلال الفصول الموالية.

الفصل الثاني

مدخل لإقتصاديات الطاقات البديلة عالميا

تمهيدا

في ظل تزايد وتيرة إستهلاك البترول عالميا والتي تؤدي إلى تسريع نفاذ الإحتياطي المتبقي منه، ضف إلى ذلك تفاقم المشاكل البيئية الناتجة عن إستغلاله، وكذا في ظل التسارع الكبير للتطور التكنولوجي خاصة في الدول الصناعية المتطورة، بدأت تطفو على السطح أفكارا حول إمكانية إحلال مصادر طاقة بديلة للبترول بشكل تدريجي، جزئي و كلي من أجل الوفاء بالإحتياجات الطاقوية العالمية المتزايدة وإستجابة لدعوات رواد حماية المنظومة البيئية. وقبل التطرق إلى تحليل إقتصاديات مختلف مصادر الطاقة البديلة، يمكن توضيح المقصود بهذه الطاقات على أنها "مصادر الطاقة التي يمكن أن يحل أحدها محل الآخر من حيث وفرتها وإمكانية إستخراجها وإستخدامها فنيا وإقتصاديا، وطالما كان البترول يعد أهم مصدر للطاقة في الوقت الحاضر فإن مصطلح المصادر البديلة للبترول تعني البدائل الطاقوية التي يمكن إحلالها محله."¹ وفي الحديث عن البدائل الطاقوية يجدر بنا التمييز بين نوعين من هذه المصادر إحدهما ناضبة والأخرى متجددة.

ومن خلال هذا الفصل سنحاول تسليط الضوء على كل نوع من هذه المصادر بشكل مفصل من خلال إبراز ماهيتها، جوانبها الإقتصادية، وضعية إستغلالها في العالم حاليا وتوقعاتها مستقبلا، والعوائق التي تواجه مسار الإعتماد على كل مصدر منها، وذلك من خلال المباحث التالية:

✓ المبحث الأول: أساسيات حول الطاقات البديلة غير المتجددة؛

✓ المبحث الثاني: ماهية الطاقات البديلة المتجددة؛

✓ المبحث الثالث: إجراءات تبني الطاقات البديلة المتجددة ضمن منظومة الطاقة العالمية؛

✓ المبحث الرابع: الجغرافية الإقتصادية لمصادر الطاقات البديلة المتجددة.

¹ هاشم مرزوك الشمري، عمار محمود حميد، مرجع سبق ذكره، ص 12.

المبحث الأول: أساسيات حول الطاقات البديلة غير المتجددة

رغم المكانة التي إحتلها البترول في ميزان الطاقة العالمي إلا أن مصادر الطاقة الأخرى الناضبة لا تزال تعد بمثابة بديل له، وتصنف الطاقات البديلة غير المتجددة إلى طاقات تقليدية وغير تقليدية. وقد كان الفحم الحجري المصدر الرئيسي للطاقة قبل إكتشاف البترول، ولا يزال يستخدم كمصدر لها في بعض الدول الصناعية والدول النامية غير البترولية، لينتشر فيما بعد إستخدام الغاز الطبيعي لما يتميز به من خصائص عدة تأتي في مقدمتها كفاءته الإقتصادية وقلة تأثيره على البيئة، ثم تأتي بعد ذلك الطاقة النووية التي تواجه مقاومة عالمية ضد إستغلالها، وفي السنوات الأخيرة برزت ثورة إستغلال البترول والغاز الصخريين، إلا أن كل هذه المصادر يجمعها مع البترول صفة النضوب والتأثير البيئي مما يصعب إمكانية الإستخلاف. ومن خلال هذا المبحث سنحاول التعرف على ماهية هذه المصادر والإمكانات العالمية منها، وكذا العوائق التي تقف أمامها لتحل محل البترول مستقبلا.

المطلب الأول: الفحم الحجري - وضعية إستغلاله عالميا-

بالرغم من إستعمال الفحم الحجري كمورد للطاقة حتى قبل إستعمال البترول، إلا أنه يعد من المصادر الطاقوية البديلة غير المتجددة، والتي تشترك مع البترول صفة النضوب حتى وإن كان حجم إحتياطاته تفوق بقية المصادر الأحفورية. ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على وضعية إستغلال الفحم الحجري عالميا من خلال التطرق لماهيته، وحجم إحتياطاته العالمية، وكذا إنتاجه وإستهلاكه، إلى جانب تناول أهم العوائق التي تحول ون إعتماده كبديل للبترول مستقبلا.

أولا: ماهية الفحم الحجري

1. مفهوم الفحم الحجري: يعد الفحم الحجري من أقدم مصادر الطاقة في العالم، يتكون في باطن الأرض على مدى ملايين السنين من خلال تحلل مصادر نباتية ومواد عضوية بسبب العمليات البيولوجية في أماكن ذات ضغط شديد وحرارة وتكون معزولة عن الهواء. وهو صخر أسود أو بني قابل للإشتعال والإحتراق، ويعطي جراء إحتراقه طاقة على شكل حرارة. ولا يوجد للفحم الحجري تركيبة محددة وثابتة فهو مزيج من مواد متعددة، وبصفة عامة يحتوي الفحم على قدر معين ومتغير من الكربون وعليه تتوقف نوعيته ورتبته، كما يحتوي على بعض المواد المتطايرة بالإضافة إلى قدر قليل من المواد المعدنية وبعض الشوائب، وعادة ما تتخذ إحصاءات الأمم المتحدة القيمة الحرارية للفحم البيتوميني، وهي 7000 كيلو كالوري لكل كيلوغرام، أساسا لحساب الطن من مكافئ الفحم.¹
2. أنواع الفحم الحجري: للفحم أنواع كثيرة، تختلف هذه الأنواع بإختلاف المحتوى الحراري لكل نوع ونميز له الأنواع التالية:²

¹ إبراهيم بورنان، الغاز الطبيعي ودوره في تأمين الطلب على الطاقة في المستقبل - حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التنسيير، جامعة الجزائر، 2007، ص 24.

² سعود يوسف عباش، تكنولوجيا الطاقات البديلة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، علم المعرفة، الكويت، 1981، ص 15-16.

أ. **الخت:** يعتبر الحلقة الأولى في مسلسل تكون الفحم، بمعنى أنه لم يتحول إلى فحم بصورة نهائية بل يتميز بوجود بقايا النباتات فيه، والخت مادة طرية بالمقارنة مع أنواع الفحم الأخرى، ويحتوي على نسبة كبيرة من الماء تصل إلى 90% ونسبة قليلة من الكربون وبعض المواد المتطايرة، وتتركز إستعمالات الخث على تزويد المنازل ببعض إحتياجاتها من الطاقة الحرارية وفي محطات توليد الكهرباء.

يبلغ إحتياطي العالم من الخث حوالي 300 ألف مليون طن، ويقدر معدل الإستهلاك بحوالي 9 مليون طن سنويا ومن المتوقع أن يجرى إستغلال هذا المصدر على مستوى واسع خاصة إذا طال أمد أزمة مصادر الطاقة التي يعيشها العالم، وتمتلك دول الإتحاد السوفيتي سابقا وأوروبا وشمال أمريكا معظم الخث الموجود في العالم بحوالي 97% وتمتلك دول الإتحاد السوفيتي (سابقا) وحدها 61%؛

ب. **الفحم البني:** يقع الفحم البني في الحلقة الثانية من سلسلة تكون الفحم بعد الخث، وهو يحمل الكثير من خصائصه كإحتوائه على نسبة عالية من الماء والمواد المتطايرة، يستعمل الفحم البني في العديد من الأغراض الصناعية وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية، ويقدر مخزون الفحم البني في العالم بنحو 2 تريليون طن، يوجد منه حوالي 70% بدول الإتحاد السوفيتي سابقا وحوالي 20% بالولايات المتحدة الأمريكية، ويتوزع الباقي بين كندا ودول أوروبا؛

ج. **الفحم القطراني:** يدعى بهذا الإسم لأنه ينتج مادة قطنية عند تقطيره لإنتاج الغاز وفحم الكوك، ويحتوي الفحم القطراني على 30-40% من المواد المتطايرة المتكونة من مواد هيدروكربونية، والتي تستعمل في إنتاج الغاز، كما يحتوي على نسبة قليلة من الماء، ويشكل الفحم القطراني الجزء الأكبر من إحتياطي العالم من الفحم، وهو أكثر الأنواع إستعمالا وإنتشارا، كما يبلغ مخزون العالم من الفحم القطراني حوالي 6.7 تريليون طن، تمتلك دول الإتحاد السوفياتي سابقا حوالي 62% منها بينما تمتلك ال.و.م الأمريكية نحو 17% وتمتلك الصين نسبة مقاربة، أما الجزء المتبقي والذي يبلغ حوالي 5% من المخزون فينتشر في أوروبا وأستراليا واليابان والهند ومناطق أخرى من العالم.

3. **التطور التاريخي لإستخدام الفحم الحجري:** عرف الإنسان الفحم منذ عدة قرون، ولكنه لم يستغل كمصدر من المصادر الهامة للطاقة إلا في القرنين السابقين، وهناك من الآثار ما يدل على أن الإنسان الأول إكتشف الفحم الحجري بالصدفة وإستخدامه في إشعال النار للتدفئة وتحضير الطعام، وكلا يستخدم في أوروبا كمصدر أساسي للطاقة حتى نهاية القرن التاسع عشر بالنسبة للطبقة الفقيرة، بينما الطبقة الغنية فكانت تستخدم الخشب وذلك لأن الفحم أقل تكلفة من الخشب، كما أن الفحم عادة يكون مصحوبا بكثير من الدخان والروائح غير المقبولة، ولم يستخرج الفحم بكثرة في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك لإنتشار الغابات بها وتوافر الخشب في كل مكان، وتأخر إستخراج الفحم من باطن الأرض في الولايات المتحدة الأمريكية إلى غاية القرن الثامن عشر وإنتشرت مناجم الفحم وتم الإكتفاء ذاتيا بالفحم المستخرج من أراضيها. أما في الشرق الأوسط، فبدأ الإهتمام بالفحم في النصف الثاني من القرن العشرين بشبه جزيرة سيناء بمصر.¹ وعلى الرغم من كون الفحم في الوقت الراهن

¹ محمد إيهاب صلاح الدين، الطاقة وتحديات المستقبل، المكتبة الأكاديمية، القاهرة: مصر، 1998، ص 45.

ثالث أهم مصادر الطاقة في العالم خاصة في الأقطار الصناعية، إلا أن وجوده وإستخداماته محدودة جدا في الأقطار النامية خاصة العربية.

4. الأهمية الإقتصادية للفحم الحجري: يمثل الفحم الحجري أكبر إحتياطي عالمي من بين مصادر الطاقة الأحفورية، وإن الكميات الممكن إستخلاصها منه تمثل أربعة إلى ستة أضعاف كميات البترول والغاز بالقياس إلى وحدات الحرارة المنتجة، وتبرز أهمية الفحم من خلال النقاط التالية:

– إحتل الفحم الحجري المرتبة الثانية بعد البترول في إنتاج الطاقة الأولية في العالم بنسبة 28.1% سنة 2015¹، وحسب توقعات منظمة الأوبك لسنة 2016 فإن حصة الفحم من الطلب العالمي على الطاقة ستقدر بنحو 23.9% آفاق 2040²؛

– الفحم الحجري مادة قابلة للإحتراق ويتولد عن هذه الخاصية طاقة على شكل حرارة يمكن إستغلالها في إستعمالات كثيرة كندفئة المنازل وكوقود للمنشآت، وفي عمل منتجات عديدة ومختلفة؛

– يعتبر قطاع الطاقة الكهربائية من أكثر القطاعات إستهلاكاً للفحم حيث تعتمد الكثير من الدول لإنتاج الكهرباء، وبلغت نسبة مساهمة الفحم في إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم نحو 39.3% سنة 2015³؛

– يستخدم الفحم الحجري كمصدر أولي للطاقة ومادة خام في بعض الصناعات البتروكيمياوية، كما يستعمل في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد وال فولاذ، وتنتج مواد أخرى من فحم الكوك كالأدوية والأصبغ والأسمدة.

– للفحم القدرة على التشكل من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية والسائلة، حيث إستخدم الألمان هذه الطريقة للحصول على زيت شبيه بالبترول خلال الحرب العالمية الثانية⁴؛

– إنخفاض سعر الفحم في الأسواق العالمية مقارنة بالمصادر الأخرى، وهي ميزة إقتصادية تميزه عن باقي المصادر الطاقوية؛

– يعد الفحم مصدرا للطاقة لبعض الصناعات في العالم، كصناعة الحديد والصلب وصهر المعادن، كما لايزال يمثل المصدر الأول للطاقة في الدول التي تفتقر للبترول.

ثانيا: الإحتياطي العالمي للفحم الحجري ومدة كفاية المخزون

نقصد بالإحتياطي العالمي للفحم تلك الكميات التي تؤكد المعلومات الجيولوجية والهندسية إمكانية إستخراجها مستقبلا في ظل الظروف الإقتصادية والتقنية السائدة⁵، وفي الواقع يصعب معرفة إحتياطي الفحم العالمي بدقة نظرا لإختلاف التقديرات التي تنشر بشأنه، إلا أنه يمكن القول بأن العالم يحتوي على كميات كبيرة منه، حيث يقدر رصيدها بنحو 9000 مليار طن يتركز معظمه في دول الإتحاد السوفياتي (سابقا) والولايات المتحدة الأمريكية

¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2017, Op.Cit, p6.

² OPEC, World Oil Outlook 2016, Op.Cit, p66.

³ International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2017, Op.Cit, p30.

⁴ توفيق محمد قاسم، الإنسان والطاقة عبر التاريخ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة: مصر، 2004، ص23.

⁵ حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الأولى، مرجع سبق ذكره، ص220.

والصين، أما الإحتياطي المؤكد من الفحم في العالم فلا يتجاوز 1139.3 مليار طن من إجمالي الرصيد العالمي للطاقة لسنة 2016. وتتركز أغلب هذه الإحتياطيات في الدول الصناعية حيث مناطق إستهلاكه وذلك على عكس توزيع إحتياطيات البترول، إلا أن هذا التركز للفحم قد يكون نتيجة لعدم التنقيب والبحث عنه في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، حيث تشير المؤشرات الجيولوجية إلى وجود إحتياطيات كبيرة في تلك المناطق وهو ما تم التأكد منه فعليا في أستراليا التي كانت تستورد الفحم ثم تمكنت بفعل التنقيب من العثور على إحتياطيات معتبرة قدرت سنة 2016 بنحو 144.8 مليار طن جعلتها تصنف من الدول الرائدة عالميا من حيث الإنتاج.

ويحتل إحتياطي الفحم الحجري المرتبة الأولى ضمن إحتياطيات الوقود الأحفوري في العالم، وقد إرتفعت تقديرات إحتياطي العالم المؤكدة من الفحم الحجري نهاية سنة 2016 حسب بيانات شركة بريتيش بتروليوم BP عن مستوياته سنة 2001، حيث قدر بحوالي 1139.3 مليار طن نهاية 2016 بالمقارنة مع 984.4 مليار طن نهاية 2001، ويتوقع أن يعمر هذا الإحتياطي أكثر من 153 عاما حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2016، وتتركز معظم هذه الإحتياطيات بدول آسيا باسيفيك بنسبة 46.5% من الإجمالي العالمي، والجدول الموالي يوضح التطور والتوزيع الجغرافي للإحتياطيات العالمية من الفحم الحجري خلال الفترة 2001 إلى 2016.

الجدول رقم (1.2): تطور وتوزيع إحتياطيات الفحم الحجري في العالم

| مدة كفاية المخزون (عاما) | إحتياطي نهاية 2016 (مليار طن) | إحتياطي نهاية 2011 (مليار طن) | إحتياطي نهاية 2006 (مليار طن) | إحتياطي نهاية 2001 (مليار طن) | المنطقة |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 356 381 | 259.3 251.5 | 245.0 237.2 | 254.4 246.6 | 257.7 249.9 | مجموع شمال أمريكا منها: الو.م.أ. |
| 138 | 14.0 | 12.5 | 19.8 | 21.7 | مجموع أمريكا الوسطى والجنوبية |
| 284 417 | 322.1 223.2 | 304.6 228.0 | 287.0 227.2 | 355.3 229.9 | مجموع أوروبا وأوراسيا منها: دول الإتحاد السوفيتي سابقا |
| 102 72 137 294 | 529.3 244.0 94.7 144.8 | 265.8 114.5 60.6 76.4 | 296.8 114.5 92.4 78.5 | 292.4 114.5 84.3 82.0 | مجموع آسيا باسيفيك منها: الصين الهند أستراليا |
| 54 - | 14.4 1.2 | 32.8 1.2 | 50.7 0.4 | 57.0 1.7 | الشرق الأوسط وإفريقيا منها: الشرق الأوسط |
| 39 | 9.8 | 30.1 | 48.7 | 49.5 | جنوب إفريقيا |
| 153 | 1139.3 | 860.9 | 909.0 | 984.4 | إجمالي إحتياطي العالم |

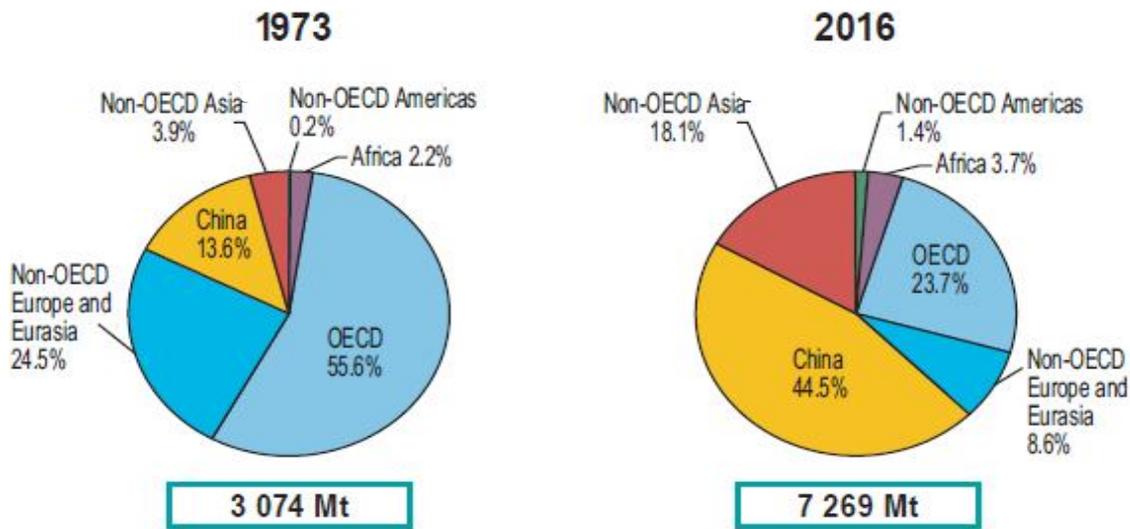
Source: British petroleum, Statistical Review of World Energy, reports for different years (2002, 2007, 2012, 2016, 2017).

ثالثا: إنتاج الفحم الحجري عالميا

عرف إنتاج الفحم الحجري في العالم نموا كبيرا خاصة عقب أزمة 1973 حيث تزايد عليه الطلب خاصة في قطاع توليد الكهرباء، ونظرا لوقوع معظم إحتياطاته في الدول الصناعية والتي تعتبر أكبر مستهلك له فإنها تعمل على تطوير إستخداماته وبالتالي زيادة إنتاجه.

وقد إرتفع إنتاج العالم من الفحم من حوالي 3074 مليون طن سنة 1973 إلى نحو 7269 مليون طن سنة 2016، وتربع الصين على معظم الإنتاج العالمي بنسبة 44.5%، أي تقريبا نصف ما يستهلكه العالم من الفحم من إنتاج الصين، وتقريبا خمسة أضعاف ما تنتجه الولايات المتحدة ثالث منتج للفحم الحجري عالميا حسب معطيات الوكالة الدولية للطاقة سنة 2016،¹ تليها دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية بنسبة 23.7% من حجم الإنتاج العالمي للفحم سنة 2016 وفق ما يوضحه الشكل رقم (1.2)، وتشير بعض التوقعات إلى أن إنتاج الفحم الحجري سيشهد تزايدا خلال الثلاثين سنة القادمة بسبب زيادة الطلب عليه خاصة في منطقة آسيا وعلى رأسها الصين والهند.

الشكل رقم (1.2): تطور إنتاج الفحم الحجري في العالم خلال الفترة (1973-2016)



Source: International Energy Agency, Key World Energy Statistics, IEA, Paris, 2017, p16.

رابعا: الإستهلاك العالمي للفحم الحجري

يمثل الفحم الحجري أسرع مصادر الوقود الأحفوري نمو من حيث الإستهلاك، حيث سجل إستهلاكه نمو قدر بنحو 60.15% خلال الفترة (2000-2015) وهو بذلك ينمو بأكثر من ثلاثة أضعاف سرعة نمو إستهلاك البترول خلال نفس الفترة والمقدر بـ 19.86%،² ويرجع هذا النمو إلى عدة إعتبارات منها إرتفاع أسعار البترول خلال تلك الفترة ما زاد حافز المستهلكين بالتوجه نحو الفحم الحجري هذا من جهة، وتراجع إحتياطيات البترول من جهة أخرى.

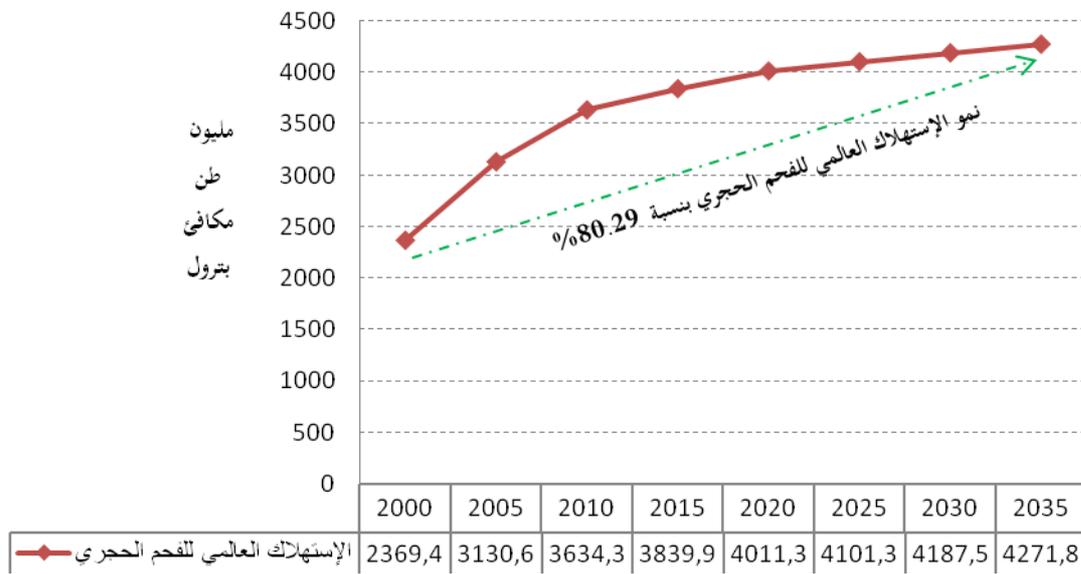
¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2016, Op.Cit, p17.

² British petroleum, bp-energy- outlook-summary tables, 2016, p1.

وقدر الإستهلاك العالمي للفحم الحجري سنة 2016 بـ 3732 مليون طن مكافئ بترول، حيث تعد منطقة آسيا أكبر مستهلك للفحم بنسبة تقدر بنحو 73.8%، وتحتل الصين الصدارة بنسبة إستهلاك قدرت بنحو 50.6% من إجمالي الإستهلاك العالمي للفحم لنفس السنة، وهذا راجع لحجم الإحتياجات من الفحم الحجري التي تمتلكها الصين، وكذا الزيادات في معدل النمو الذي يشهده الإقتصاد الصيني خلال السنوات الأخيرة، تليها الهند والولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 11% و9.6% على التوالي من إجمالي الإستهلاك العالمي للفحم سنة 2016.¹

وحسب تقديرات بريتيش بتروليوم لسنة 2016، فإن حجم الإستهلاك العالمي من الفحم الحجري سوف يستمر بالارتفاع حيث سيبلغ سنة 2035 نحو 4271.8 مليون طن مكافئ بترول كما يبينه الشكل الموالي:

الشكل رقم (2.2): تطور حجم الإستهلاك العالمي للفحم الحجري وتوقعاته المستقبلية



المصدر: أنظر كل من:

- British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 65th edition, June 2016, p33.

- British petroleum, **bp-energy- outlook-summary tables**, 2016, p1.

خامسا: معوقات الإعتماد على الفحم الحجري كمصدر أساسي للطاقة عالميا

يعد الفحم الحجري أقدم مصدر للطاقة في العالم، ويحتل المرتبة الأولى بين مصادر الطاقة الأحفورية من حيث الإحتياجات، إلا أن آثاره البيئية قد تعوق مسيرة الطلب العالمي عليه، ومن تم فإعتماده كمصدر رئيسي للطاقة في العالم كبديل للبترول يواجهه عدة معوقات أهمها:

1. إنخفاض القيمة الحرارية للفحم مقارنة مع البترول والغاز، كما يعد أكثر وأخطر المصادر الأحفورية تلويثا للبيئة، حيث تتخلف عنه كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة وحتى الغازية (غاز ثاني أكسيد الكبريت أكسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون)، إذ يحتوي الفحم على نسبة من الكبريت تصل إلى 2% أو 3% وعند حرقه تتكون

¹ British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, June 2017, **Op.Cit**, p39.

كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكبريت الملوث للجو والضار بالإنسان والحيوان والمنشآت، إضافة إلى المخاطر الناجمة عن تلوث المياه السطحية والجوفية؛

2. طول الفترة الزمنية اللازمة لإعداد منجم فحم صالح للإستخدام، والتي تصل إلى نحو سبعة إلى ثماني سنوات،¹ إضافة إلى أن عملية إستخراج الفحم تتطلب نفقات عالية، ويكلف إستخدامه في محطات توليد الكهرباء تكاليف باهظة؛

3. الآلات الصناعية الحديثة تعتمد على البترول ولا يمكن إقتصاديا إحلال الفحم الحجري كمصدر للطاقة دون تغيير الهياكل الإقتصادية للصناعة الحديثة؛

4. أدت القوانين التي سنتها الدول الصناعية والمنظمات الدولية قصد حماية البيئة وتأمين سلامة العاملين في مناجم الفحم إلى غلق الكثير منها، وإلى تضيق الحافز لدخول صناعة الفحم وجذب إستثمارات جديدة؛

5. في بعض المناطق يوجد الفحم على أعماق كبيرة ولذلك تستخدم طرق التعدين الخاصة بإستخراج المعادن من أعماق الأرض بما فيها من مخاطر الإشتعال الذاتي وإصابة العمال بأمراض الرئة والسرطان. وفي المناطق التي يوجد فيها الفحم قريبا من سطح الأرض تستخدم طرق تعدين تعتمد على إزالة طبقة التربة التي تغطي مساحات هائلة من الأراضي، ثم يفصل الفحم ويكسر بواسطة كسارات ضخمة، وهذه الطريقة أفضل لسلامة العمال، ولكنها تتلف مساحات كبيرة من الأراضي، وتكلف مبالغ طائلة ومجهودات ضخمة لإعادة إستصلاح تلك الأراضي حتى يمكن إستغلالها في الزراعة وغير ذلك؛

6. تقع مناجم الفحم عادة في مناطق منعزلة بعيدة عن الأسواق والمدن، مما يستوجب نقل الفحم إلى أماكن إستخدامه، ويتم نقله بواسطة الشاحنات والقاطرات والسفن وهذه الطرق مكلفة جدا إذا ما قورنت بتكلفة نقل البترول والغاز عبر الأنابيب الضخمة والناقلات²، حيث تصل تكلفة نقل الفحم إلى ثلثي سعر تسليمه للجهة المستهلكة،³ إضافة إلى التلوث البيئي الذي يحدث أثناء عملية نقل الفحم؛

7. على الرغم من أن الفحم الحجري يعد الورقة الراجحة لدى الدول الصناعية، حيث تبلغ إحتياطاته حوالي ثلاثة أضعاف إحتياطات البترول والغاز الطبيعي مجتمعين، غير أن الحقيقة الواضحة التي لا يمكن تجاهلها هي أن معظم هذا الإحتياطي يتركز في ثلاثة دول هي على التوالي الإتحاد السوفياتي، الولايات المتحدة الأمريكية والصين، ومن ثم فإنه من الصعوبة بمكان أن نتصور العالم يرضى بالإعتماد على هذه القوى الثلاثة فقط، لما سوف يلحق به من مخاطر وتبعيات إقتصادية وسياسية.⁴

إجمالا يعد العامل البيئي من أكثر العوائق أمام تعميم إستخدام الفحم الحجري كمصدر منافس وبديل حقيقي للبترول خاصة بعد الحملة الناشطة من قبل رواد حماية البيئة، ومن تم فتوسيع إستخدام الفحم الحجري تعترضه مقاومة

¹ غانية نذير، إستراتيجية التسيير الأمثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة -دراسة حالة بعض الإقتصاديات-، أطروحة دكتوراه في علوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة: الجزائر، 2016، ص72.

² محمد محمود عمار، الطاقة مصادرها وإقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1987، ص215.

³ حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الأولى، مرجع سبق ذكره، ص218-219.

⁴ محمود حسن رشدي، البترول العربي وأزمة الطاقة بين الواقع والإنفعال، مجلة العمل العربية، العدد الثاني، مصر، 1974، ص114.

من الرأي العام خاصة في الدول الصناعية والتي أخذت تحتفظ لنفسها بأجواء أكثر نقاء وأقل تلوثاً، حتى مع إجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للفحم من خلال تعميم إستخدام تقنيات الفحم النظيف، إلا أن صفة النضوب تجعله من المصادر المستبعد إحلالها محل البترول وفق ضوابط الإستدامة الشاملة لكل أبعاد التنمية المستدامة.

المطلب الثاني: الغاز الطبيعي وإقتصادياته عالميا

يعد الغاز الطبيعي* أحد أهم المصادر الناضبة لإنتاج الطاقة في العالم، لأن له نفس الخصائص التي تنطبق عليها (سبق ذكر خصائص الطاقات الناضبة في الفصل الأول)، فهو غير قابل للتجدد، وإنتاجه يساهم في نقصانه وبالتالي زواله في المدى المتوسط أو البعيد. ويصنف الغاز كوقود أحفوري، ومن المرجح إحتلاله الصدارة ضمن مصادر الطاقة البديلة للبترول على المدى القصير والمتوسط، غير أن ذلك يواجهه عدة معوقات تناقض ضوابط الإستدامة. ومن خلال هذا المطلب سنتعرف على إقتصاديات الغاز الطبيعي عالميا، وكذا عيوب ومعوقات إستغلاله كمصدر مستقبلي للطاقة في العالم.

أولاً: ماهية الغاز الطبيعي

1. تعريف الغاز الطبيعي: هو خليط من الغازات القابلة للإحتراق، حيث تتكون هذه الغازات عادة من الهيدروكربونات مثل: الميثان، الإيثان، البروبان والبوتان وغيرها¹، والتي تتغير نسبتها ومكوناتها من حقل لآخر. والغاز الطبيعي في صورته النقية عديم اللون ولا رائحة له، وخاصية الإحتراق تولد منه قدراً كبيراً من الطاقة. والنظرية الشائعة عن أصل الغاز الطبيعي هي التي ترجع تكونه في سالف العصور من العوالق، وهي كائنات مجهرية تتضمن الطحالب والكائنات الأولية التي ماتت وتراكمت في طبقات المحيطات والأرض، وإنضغطت البقايا تحت هذه الطبقات الرسوبية، وعبر آلاف السنين قام الضغط والحرارة الناتجان عن هذه الأخيرة بتحويل تلك المواد العضوية إلى غاز²، ولا يختلف هذا الأخير في تكوينه كثيراً عن أنواع الوقود الأحفوري الأخرى مثل الفحم والبترول، حيث ينظر معظم الجيولوجيين إلى الزيت الخام، مثل الفحم، البترول والغاز الطبيعي أنه ناتج من تأثير الضغط والحرارة على النباتات وبقايا الحيوانات القديمة على مر العصور الجيولوجية³. وحيث أن البترول والغاز الطبيعي يتكونان تحت نفس الظروف الطبيعية، فإن هذا الأخير له نفس الطبيعة التكوينية للبترول، فهو يتألف من خليط من الغازات ذات الأصل البترولي يمكن قياسها من الناحية الطاقوية، حيث ألف متر مكعب من الغاز الطبيعي يقابله واحد طن من البترول كما أن هذا الخليط متغير وفقاً للمناطق التي يتواجد بها الغاز⁴.

* نقصد بهذا المصطلح الغاز الطبيعي التقليدي دون الغاز الصخري (نوع الغاز الطبيعي غير التقليدي) الذي سوف يتم تناوله لاحقاً.

¹ راشد البراوي، ثروة البترول في إفريقيا، دار النهضة العربية، القاهرة، 1972، ص36.

² حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، الطبعة الأولى، مكتبة الدار العربية للكتاب، مدينة نصر: مصر، 2002، ص57.

³ علي الصباح، النفط: تاريخ إكتشافه، إستخداماته ومستقبله، موقع مرفأى الخاص بالجلس العراقي للسلم والتضامن، متاح على الموقع:

<http://www.marafea.org/paper.php?source=akbar&mlf=copy&sid=12389>

⁴ Microsoft Encarta 2012 (DVD), **Gaz naturel**, Microsoft Corporation 2012.

2. أنواع الغاز الطبيعي: بصفة عامة يمكننا تقسيم الغاز الطبيعي حسب طبيعة وجوده في الآبار إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:¹

أ. الغاز غير المصاحب (الغاز الحر): وهو الغاز الطبيعي المتواجد في آبار منفصلة عن آبار البترول وله حقول خاصة به وحده، أي أنه يتواجد بصورة إنفرادية في حقول الغاز، وفي هذه الحالة فهو ليس عرضة للهدر حرقا نظرا لإمكانية التحكم في إنتاجه؛

ب. الغاز المصاحب (غاز الغطاء): أي الغاز المتواجد مع البترول ولكنه يأتي في شكل طبقة فوقه، ولا يكون منحلا فيه، وغالبا ما يتم إهدار هذا النوع من الغاز إما بإحرقه، أو بإعادة حقنه في المكمن للمحافظة على الضغط داخله؛

ج. الغاز المصاحب المنحل في البترول: في هذه الحالة فإن نسبة كبيرة منه تتحرر بمجرد إنسياب البترول إلى سطح الأرض نتيجة تخلصها من الضغط المرتفع الواقع عليها في الآبار بحيث ينطلق حوالي 550 قدم مكعب من الغاز مقابل إنتاج برميل من البترول الخام، وهكذا تتوقف الكمية المنتجة من الغاز المصاحب على الكمية المنتجة من البترول من نفس البئر حيث يعتبر الغاز منتجا ثانويا في هذه الحالة.²

ويمكن تقسيم الغاز الطبيعي تبعا لسلوكه أثناء صعوده داخل البئر إلى ثلاثة أنواع رئيسية تتمثل في:

أ. الغاز الجاف: وهو الغاز الذي يتواجد داخل المكمن الطبيعي في حالته الغازية ويبقى محتفظا بها حتى يصل إلى سطح الأرض، ويتراوح متوسط نسبة الميثان فيه ما بين 96% و98%؛

ب. الغاز الغني: وهو الذي يحتفظ أيضا بحالته الغازية طوال تدفقه خلال مسام البئر ولكنه يحتوي على كمية أكبر من الهيدروكربونات الأثقل وزنا؛

ج. الغاز الكثيف: يتواجد هذا النوع من الغاز في حالته الابتدائية كطور غازي، ولكنه يتميز بطوره السائل عند سحبه من البئر نتيجة للضغط الهائل ثم يتحول مرة أخرى إلى طوره الغازي مع استمرار انخفاض الضغط، ويحتوي هذا الغاز على نسبة عالية من خليط الهيدروكربونات تعرف بالمكثفات البترولية.³

3. خصائص الغاز الطبيعي: يعد الغاز الطبيعي من المصادر الحديثة التي زاد الطلب عليها لتلبية الإحتياجات الطاقوية التي تسجل مؤشرا تصاعديا عبر الزمن، مما يكسبه مكانة لا تقل أهميتها عن أهمية البترول، ذلك لتمييزه بالخصائص التالية:

1 يعد الغاز الطبيعي من أقل المصادر الأحفورية تلويثا للبيئة حيث لا تؤدي عملية إحتراقه إلى إطلاق كمية كبيرة من الغازات الدفيئة مقارنة مع الفحم والبترول، فهو يتكون من أكثر من 90% من غاز الميثان، لذلك فإستخراجه لا يسبب تلويثا يذكر للبيئة إلا إذا إحتوى على القليل من كبريتيد الهيدروجين، أو إذا حدث وإشتعلت

¹ Alexandre Rojey et autre, **Le Gaz naturel : production traitement transport**, Edition Technip, Paris, France, 1994, p17.

² كتوش عاشور، مرجع سبق ذكره، ص 41.

³ رمضان محمد مقلد وآخرون، **إقتصاديات الموارد والبيئة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2001، ص 92، 93.

بئر الإستخراج، وهي حالة يمكن تفادي وقوعها. ولذلك يعتبر وقودا مثاليا من الناحية البيئية وخاصة في الإستعمالات المنزلية، فأنواع الوقود الأحفوري الأخرى وبسبب الرواسب السامة المحتواة فيها تؤدي إلى إنبعاث الملوثات في الهواء.¹ إن ما يطلقه الغاز الطبيعي مثلا من الكربون لا يتجاوز 0.63 طن كربون عند إشتعال ما يعادل من الغاز واحد طن بتول، وبالمقابل فإن واحد طن من البترول يطلق أكثر من 0.82 طن كربون، بينما يطلق ما يعادله حراريا من الفحم نحو 1.05 طن كربون. ويكاد الغاز يخلو تماما من مركبات الكبريت مصدر تلوث زيت الوقود، وتتضاءل فيه نسبة أكسيد النتروجين، وهكذا يتمتع الغاز بميزات بيئية عديدة مقارنة بسائر مصادر الطاقة الأحفورية الأخرى مما يجعله يحظى بمساندة المنادين بحماية البيئة؛²

² يتمتع الغاز الطبيعي بتركيبة كيميائية بسيطة نسبيا وبطاقة حرارية عالية وهذا بسبب خاصية الإحتراق السهل والكامل له، كما يعد الغاز من أخف المصادر الأحفورية نجده في شكل ترسبات في باطن الأرض، وهو مركب هيدروجيني يتكون أساسا من الهيدروكربونات المشبعة، يتطلب عمليات معالجة بسيطة جدا قبل إستعماله مقارنة مع الفحم والبترول، وهو ما يحمي البيئة من التلوث المرتبط بعمليات التكرير.

ثانيا: السياق التاريخي لإستغلال الغاز الطبيعي

يرجع ظهور الغاز كمورد إقتصادي وإستعماله لأول مرة إلى عام 940 قبل الميلاد بالصين،³ أما أول إستغلال للغاز الطبيعي بشكل تجاري فكان سنة 1821 في الولايات المتحدة الأمريكية وبالضبط في ولاية فرجينيا، وبسبب تكاليف إستخراجه ونقله الباهظة، وكذلك لإعتبارات المنافسة من مصادر الطاقة الأخرى خاصة الفحم والبترول، فإن الغاز الطبيعي لم يعرف إنطلاقته التجارية الفعالة إلا ابتداء من سنة 1920 بإكتشاف أهم مكامن الغاز المصاحب وتركيب العديد من أنابيب النقل في الولايات المتحدة لتوزيع الغاز الطبيعي من أماكن الإكتشاف والإستخراج إلى أماكن الإستهلاك.⁴ وقد بقي الغاز الطبيعي المنتج حتى الحرب العالمية الثانية في معظمه غازا مرافقا، وهو ما برر إحرقه وإهداره على النحو السائد في تلك الفترة، وذلك لأن أسواق الإستهلاك كانت بعيدة عن إستيعاب الكميات المنتجة كما أن وسائل نقله لم تكن متطورة. غير أن إزدياد الطلب على الطاقة بعد الحرب العالمية الثانية، وحدث تطورا تكنولوجيا هائلا في مجال إستخدام الأنابيب كوسيلة لنقل الغاز عبر شبكات واسعة، أسهم في إزدياد إنتاجه والبحث عنه، حيث إرتفع الإنتاج التجاري العالمي للغاز الطبيعي من 4 مليار م³ بداية القرن العشرين إلى 445 مليار م³ سنة 1960، إستهلك منها ما يقارب 80% في الولايات المتحدة الأمريكية لوحدها.⁵ ولكن في أوروبا، وبالرغم من إكتشاف الغاز الطبيعي فيها مبكرا إلا أنها تأخرت في صناعته إلى غاية الخمسينات في أوروبا الشرقية والستينات في أوروبا الغربية. وفيما يخص الدول العربية، فإنها لم تعرف إستخدامه إلا بعد حصول أغلب بلدانها على إستقلالها

¹ شارلس كولستاد، ترجمة أحمد يوسف عبد الحيز، الإقتصاد البيئي، الجزء الأول، جامعة الملك سعود، السعودية، 2005، ص 21.

² حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الأولى، مرجع سبق ذكره، ص 69.

³ Jean Masseron, *L'Economie des Hydrocarbures*, 2^{ème} édition, Editions Technip, Paris, 1975, p8.

⁴ Ibid. p9.

⁵ داليا محمد يونس، تقييم سياسات تصدير وتصنيع الغاز الطبيعي محليا ومقارنته بنظرياته عالميا، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2011، ص 43-44.

السياسي نهاية الخمسينات وبداية الستينات، بالرغم من إحتواء أراضيها على إحتياطيات ضخمة من الغاز الطبيعي بنوعيه الحر والمصاحب.

ثالثا: الأهمية الإقتصادية للغاز الطبيعي

تتبع الأهمية الإقتصادية للغاز الطبيعي من تعدد إستخداماته في مختلف المجالات الحيوية، وتفاوت هذا الإستهلاك من بلد لآخر لأسباب فنية وإقتصادية، ويحتل الغاز الطبيعي المرتبة الثالثة بنسبة 24.13% من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة الأولية سنة 2016،¹ ويستحوذ القطاع الصناعي على أكثر من 45% من إجمالي الإستهلاك العالمي للغاز الطبيعي سنة 2016،² إذ يعتبر الغاز الطبيعي في الوقت الحالي المصدر الطاقوي المفضل للإستعمالات الصناعية، فهو يستخدم في الصناعات البتروكيمياوية وصناعات البلاستيك، والأسمدة الأزوتية وكذلك يستخدم في صناعة الحديد والصلب وصناعة الألمنيوم، ويتوقع أن تمتد قائمة السلع التي يدخل الغاز في تركيبها إلى أكثر من 70 ألف مادة في أفق 2020، كما شهد إستخدام الغاز الطبيعي في قطاع النقل تطورا ملحوظا منذ سنة 1973 حيث أصبحت نسبة إستخدامه في هذا القطاع تقدر بـ 7% سنة 2015 من مجمل الإستهلاك العالمي للغاز (أي بإرتفاع يقدر بـ 4.3% عن سنة 1973).³ وهناك إتجاه حديث لإستعمال غاز البترول المسال GPL كوقود للمحركات مثلما يجري حاليا في كل من الجزائر، هولندا، اليابان، ودوا أوروبا الشرقية، إذ هناك أكثر من مليوني سيارة في العالم تستخدم الغاز الطبيعي كوقود بدلا من البنزين أو المازوت، ويعتبر الغاز من أحسن المصادر الطاقوية لإنتاج الكهرباء في العالم، فهو يساهم بنسبة 22.9% في إجمالي إنتاج الكهرباء على المستوى العالمي لسنة 2015، متفوقا بذلك على جميع مصادر الطاقة الأخرى في مجال إنتاج الكهرباء ماعدا الفحم الذي يبقى يحتل الصدارة في إنتاج هذه الأخيرة بنسبة 39.3% لنفس السنة،⁴ وأمام تزايد ضغوط الإشتراطات البيئية والبحث عن مصدر نظيف وإقتصادي وذو محتوى حراري عال، فمن المتوقع أن يتبوأ الغاز الطبيعي مركز الصدارة في توليد الطاقة الكهربائية التي يزداد الطلب العالمي عليها، وأيضا في تحلية المياه التي تواجه أجزاء عديدة من العالم ندرة فيها وعلى الأخص الدول العربية. وقد أصبح الغاز الطبيعي في الآونة الأخيرة مصدرا مهما للطاقة لا يمكن الإستغناء عنه، وبالرغم من عدم سيطرته على المشهد الطاقوي العالمي من حيث الإنتاج إلى غاية الآن، إلا أن حصة الغاز الطبيعي من الطلب العالمي على الطاقة ستقدر بنحو 26.6% أفق 2040 حسب توقعات منظمة الأوبك لسنة 2016،⁵ متفوقا على كل مصادر الطاقة الأخرى، حتى أنه وصف من قبل الخبراء وصناع القرار بكونه طاقة القرن الحادي والعشرين، نظرا للإعتبارات البيئية والإقتصادية والطاقوية المتعلقة بالعائد والتكلفة، بل وإعتبر جسرا للمرور من حقبة إستعمال الطاقات الأحفورية إلى حقبة جديدة يميزها إنتشار إستخدام الطاقات المتجددة.

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p9.

² British petroleum, Energy Outlook, edition 2017, p32, 33.

³ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op.Cit, p40.

⁴ Ibid, p30.

⁵ OPEC, World Oil Outlook 2016, Op.cit, p66.

رابعاً: الإحتياطي العالمي للغاز الطبيعي

يرجع الإهتمام المتزايد بتقدير إحتياطيات الغاز الطبيعي القابلة للإستخلاص عبر مختلف أنحاء العالم إلى بروزه كطاقة فعّلية وشبه بديلة للبترو، نظراً لخصائصه وميزاته وملائمته للضغوط الدولية وتجاوبه مع النداءات العالمية الرامية للحفاظ على البيئة، وتحدد إحتياطيات الغاز كل عام بما يضاف إلى العام السابق (الزيادة أو النقصان) نتيجة عمليات الإنتاج والإكتشاف في حقول جديدة وإعادة التقدير لإحتياطيات حقول قديمة.

وقد عرفت إحتياطيات الغاز الطبيعي في العالم نمواً كبيراً إذ قفرت من 123.5 تريليون متر مكعب نهاية سنة 1996 إلى حوالي 186.6 تريليون متر مكعب نهاية 2016 أي بنسبة زيادة قدرت بنحو 51%، وتمثل منطقة الشرق الأوسط مركز ثقل الإحتياطي العالمي، إذ تستحوذ على نحو 42.5% من حجم الإحتياطيات العالمية لسنة 2016 وتتركز أهم إحتياطيات هذه المنطقة في كل من إيران وقطر بنسبة 18% و13% من الإحتياطيات العالمية لكل منها على التوالي، تليها منطقة أوروبا وأوراسيا بنسبة 30.4% منها روسيا 17.3% من إجمالي الإحتياطيات العالمية، أما أقل إحتياطي فسجل في جنوب ووسط أمريكا بنسبة 4.1%. وتجدد الإشارة إلى أن أغلب إحتياطيات الشرق الأوسط هي من النوع المصاحب الذي يتأثر إنتاجه بإنتاج البترول، وبالتالي فإن أي إنخفاض في إنتاج البترول سيؤدي إلى إنخفاض في الكميات المنتجة من الغاز الطبيعي، ما عدا إحتياطيات إيران التي تتكون من 50% من الغاز الحر.¹

والجدول الموالي يوضح تطورات الإحتياطي العالمي من الغاز الطبيعي وتقديرات العمر الإنتاجي خلال الفترة (1996-2016).

الجدول رقم (2.2): تطور إحتياطيات العالم من الغاز الطبيعي

| المنطقة | إحتياطي نهاية 1996 (تريليون م ³) | إحتياطي نهاية 2006 (تريليون م ³) | إحتياطي نهاية 2016 (تريليون م ³) | نسبة إلى الإحتياطي العالمي (%) | مدة كفاية المخزون (عاماً) |
|-------------------------------|--|--|--|--------------------------------|---------------------------|
| مجموع أمريكا الشمالية | 8.5 | 8.0 | 11.1 | 6.0 | 11.7 |
| مجموع أمريكا الوسطى والجنوبية | 6.0 | 7.2 | 7.6 | 4.1 | 42.9 |
| مجموع أوروبا وأوراسيا منها: | 39.8 | 42.8 | 56.7 | 30.4 | 56.3 |
| روسيا | 30.9 | 31.2 | 32.3 | 17.3 | 55.7 |
| مجموع الشرق الأوسط منها: | 49.2 | 72.6 | 79.4 | 42.5 | 124.5 |
| إيران | 23 | 26.9 | 33.5 | 18.0 | 165.5 |
| قطر | 8.5 | 25.5 | 24.3 | 13.0 | 134.1 |
| مجموع آسيا باسيفيك | 9.9 | 13.2 | 17.5 | 9.4 | 30.2 |
| مجموع إفريقيا | 10.2 | 14.4 | 14.3 | 7.6 | 68.4 |
| إجمالي إحتياطي العالم | 123.5 | 158.2 | 186.6 | 100 | 52.5 |

Source: British petroleum, Statistical Review of World Energy, 66th edition, June 2017, p26.

¹ رمضان محمد مقلد وآخرون، 2001، مرجع سبق ذكره، ص98.

ولو لاحظنا مدة كفاية مخزون الغاز الطبيعي حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2016 فقد قدرت بـ 52.5 سنة، وهي غير بعيدة عن العمر الإنتاجي للبتروال المقدر بـ 50.6 سنة،¹ وبالنظر إلى هذه المعطيات لا بد على العالم التفكير في مصدر آخر غير الغاز الطبيعي ليكون بديلا للبتروال حسب ضوابط الإستدامة، فرغم الكفاءة البيئية والإقتصادية التي يتميز بها الغاز إلا أنه يعد من المصادر الناضبة.

خامسا: إنتاج الغاز الطبيعي عالميا

يعد الغاز الطبيعي أحد أهم المصادر الحديثة التي زاد إستعمالها والطلب عليها في الآونة الأخيرة، فبعدما كان إستخراجه مقتصرًا على الكميات المصاحبة المتواجدة في حقول البتروال، أصبح يستخرج منفصلا من حقول خاصة به، كما عرفت نسبة مساهمته في تلبية الإحتياجات الطاقوية تزايدا تدريجيا، وقد إرتفع حجم الإنتاج من 1224 مليار متر مكعب سنة 1973² إلى 3674.4 مليار متر مكعب سنة 2016³، ويتوقع أن يستمر الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي في الإرتفاع إلى نحو 5727.9 مليار متر مكعب سنة 2040⁴، ويعود هذا الإرتفاع لإعتبارات بيئية بالدرجة الأولى، فالغاز الطبيعي يعتبر مصدرا طاويا أنظف من البتروال والفحم، وذو كفاءة عالية، لذا تفضل الكثير من الدول إستخدامه مقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى، لأنه يلي إلتزاماتها الدولية في مجال مكافحة الإحتباس الحراري والتغير المناخي، وهذا ما زاد من إنتاجه خلال هذه الفترة.

وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا، أكبر دولتين في مجال إنتاج الغاز الطبيعي عالميا، فهما يمثلان معا نسبة 37.92% من مجمل الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي سنة 2016، وبالرغم من الإنتاج الكبير الذي تقوم به الولايات المتحدة في مجال الغاز الطبيعي والمقدر بنحو 751 مليار متر مكعب سنة 2016 إلا أنها تعتبر من أكبر مستورديه في العالم، حيث بلغت وارداتها الغازية حوالي 84.7 مليار متر مكعب سنة 2016⁵، ويعود ذلك بالدرجة الأولى لكون الولايات المتحدة الأمريكية دولة صناعية عظمى وذات كثافة سكانية معتبرة، وتحتاج لمصادر الطاقة في جميع قطاعاتها الإستراتيجية، أما روسيا فمعظم إنتاجها يوجه للإستهلاك الداخلي وجزءا منه للتصدير وتموين السوق الأوروبية.

أما بالنسبة للدول العربية فتحلت قطر المرتبة الأولى من حيث إنتاج الغاز الطبيعي، بحجم قدر بـ 182.8 مليار متر مكعب سنة 2016، وتليها العربية السعودية بإنتاج قدر بحوالي 110.8 مليار متر مكعب، ثم تأتي بعدها الجزائر بإنتاج بلغ 93.1 مليار متر مكعب في نفس السنة، حيث تمثل هذه الأخيرة مع قطر والسعودية ما نسبته 10.52% من إجمالي الإنتاج العالمي، ومعظم هذا الإنتاج يوجه إلى التصدير وجزء قليل منه يستعمل لتلبية الإحتياجات الداخلية.

والجدول الموالي يعرض أكبر عشرة دول منتجة للغاز الطبيعي التقليدي في العالم سنة 2016.

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, **Op. Cit**, p12.

² International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, **Op.Cit**, p14.

³ OPEC, Annual Statistical Bulletin 2017, **Op.Cit**, p125.

⁴ U.S. Energy Information Administration, **International Energy Outlook**, 2016, p43.

⁵ OPEC, Annual Statistical Bulletin 2017, **Op.Cit**, p127.

الجدول رقم (3.2): الدول العشرة الأوائل في إنتاج الغاز الطبيعي عالميا لسنة 2016

| البلد المنتج | كمية الإنتاج (مليار متر مكعب) | نسبة إلى الإنتاج العالمي (%) |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| الولايات المتحدة الأمريكية | 751.0 | 20.44 |
| روسيا | 642.2 | 17.48 |
| إيران | 226.9 | 6.18 |
| قطر | 182.8 | 4.97 |
| كندا | 174.0 | 4.74 |
| الصين | 136.6 | 3.72 |
| النرويج | 120.1 | 3.27 |
| السعودية | 110.8 | 3.02 |
| الجزائر | 93.1 | 2.53 |
| تركمنستان | 81.7 | 2.22 |
| باقي دول العالم | 1155.2 | 31.43 |
| مجموع دول العالم | 3674.4 | 100 |

Source: OPEC, Annual Statistical Bulletin 2017, p124,125.

سادسا: الإستهلاك العالمي للغاز الطبيعي

ظل الغاز الطبيعي حتى نهاية الحرب العالمية الثانية منتجا ثانويا للبتترول، ولم يجد الإهتمام بالبحث عنه مستقلا كما لم يجد إهتماما بنشر تقديراته وإحتياطاته، غير أن السنوات التالية للحرب شهدت تناميا سريعا في إستهلاك الغاز، حيث يمثل الغاز الطبيعي ثاني أسرع مصادر الوقود الأحفوري من حيث الإستهلاك، فقد سجل إستهلاكه نمو بـ 44.86%¹ خلال الفترة (2000-2015)، ومن المتوقع أن تشهد السنوات القادمة زيادة في إستهلاك الغاز الطبيعي، وترجع تلك الزيادة إلى عدة إعتبارات منها زيادة الطلب على الطاقة في العالم ووجود إحتياطي هائل من الغاز الطبيعي وكذا لإعتبارات بيئية.

وقدر الإستهلاك العالمي للغاز الطبيعي سنة 2016 بنحو 125 تريليون قدم مكعب، وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية الصدارة في نسبة الإستهلاك حيث قدرت بنحو 22%² من إجمالي الإستهلاك العالمي للغاز الطبيعي لنفس السنة، وحسب تقديرات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية لسنة 2016، فإن حجم الإستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي سيستمر بالإرتفاع حيث سيبلغ سنة 2040 نحو 203 تريليون قدم مكعب* كما هو موضح من خلال الشكل الموالي:

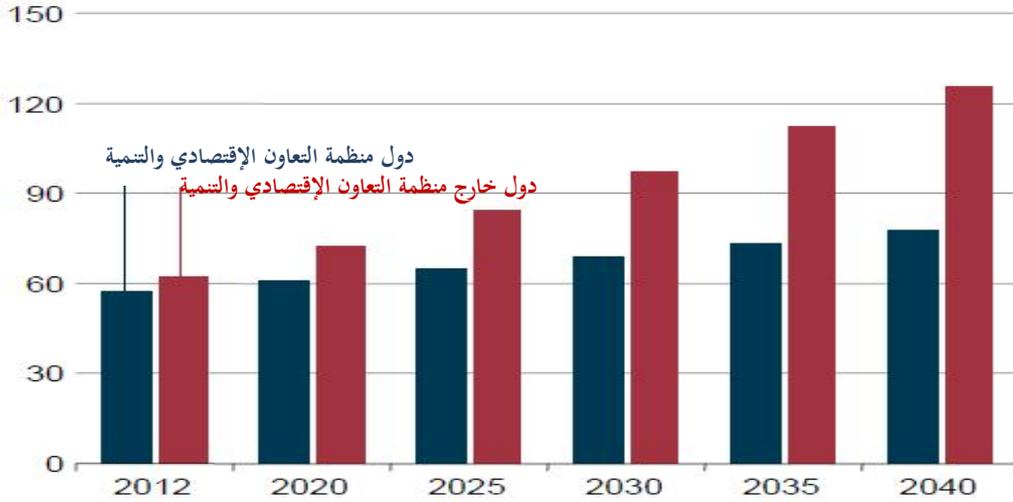
¹ British petroleum, bp-energy- outlook-summary tables, 2016, Op.Cit, p01.

² British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p29.

* للإشارة فإن: 1 قدم مكعب = 0.028317 متر مكعب.

الشكل رقم (3.2): تطور إستهلاك الغاز الطبيعي في العالم إلى غاية 2040

الوحدة: تريليون قدم مكعب

Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook*, 2016, p37.

سابعاً: معوقات وتحديات إستغلال الغاز الطبيعي كمصدر أساسي للطاقة في العالم مستقبلاً

بالرغم من المكانة التي يحتلها الغاز الطبيعي في ميزان الطاقة العالمي، وإعتباره الجسر الطاقوي بين عهد الطاقات الأحفورية وعهد الطاقات المتجددة، إلا أن إستغلاله لا يخلو من بعض الصعوبات والمعوقات التي تحول دون إعتماده كمصدر مستدام، أساسي وبديل للبتروول مستقبلاً، ومنها نذكر ما يلي:¹

1. الغاز الطبيعي رغم إحتياطاته الهائلة إلا أنه يبقى من المصادر الناضبة، حجمه يتناقص مع الزمن نتيجة إستغلاله؛

2. تعتبر مشاريع إستثمار الغاز الطبيعي من أكثر المشاريع الصناعية كلفة من الناحية الإقتصادية، بسبب رأس المال المنفق في هذه الإستثمارات حيث ينصب معظمه على إنشاء شبكات خطوط أنابيب نقل الغاز، وكذا محطات الضخ وصيانة الأنابيب، حيث تتراوح مثلاً تكلفة إنشاء مصنع للتميع صغير الحجم بقدرة إنتاج 3.5 مليون طن من الغاز الطبيعي المميع، ما بين 400 و500 مليون دولار أمريكي، كما أن ثمن ناقلة ذات سعة 100 ألف طن والتي تتميز بخاصية الحفاظ على الغاز في حالته السائلة يصل إلى 200 مليون دولار أمريكي؛

3. إن أسعار الغاز الطبيعي مرتبطة بأسعار البترول وتابعة لها وتخضع لتقلباتها، ونظراً لإرتباطه التاريخي بالبترول خاصة من ناحية الأسعار ومنه صعوبة إنشاء سوق عالمية مستقلة للغاز الطبيعي؛

4. تخزين الغاز يتطلب تكاليف باهظة ومنشآت ضخمة، وذلك أن طبيعة الطلب على الغاز تختلف حسب مواسم إستهلاكه، فيزداد في فصل الشتاء وأثناء النهار، وخلال العطل والمناسبات وعليه فإن هذا التغير يستلزم وجود طاقات تخزينية مناسبة تستطيع إستيعاب الفائض المتاح عند إنخفاض الطلب، وإمداد مراكز الإستهلاك في أوقات الذروة؛

¹ سالم عبد الحسن رسن، مرجع سبق ذكره، ص97. (بتصرف)

5. رغم نقاوة الغاز الطبيعي مقارنة مع بقية المصادر الأحفورية، إلا أن صناعته تتطلب تنقيته من الشوائب المختلفة الغازية منها: كبريتيد الهيدروجين وغاز ثاني أكسيد الكربون، أو السائلة كالماء والغازلين والهيدروكربونات السائلة والتي تتطلب تكلفة باهظة وتكنولوجيا عالية؛

6. فضلا عن كفاءة الغاز الطبيعي في توليد الحرارة فإنه يعتبر مورد طاقتي رقيق للبيئة، ولكنه ليس بديلا كاملا للبترو، فبالإضافة إلى ما تقدم فإن البنية الأساسية لقطاع الغاز الطبيعي والتي تشمل على شبكات الأنابيب الرئيسية والفرعية وغيرها من المعدات والأجهزة التي ترتبط بالتوزيع والإستهلاك، لا تتوفر إلا في مناطق محدودة من العالم مثل مجموعة منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية OECD ودول الإتحاد السوفياتي سابقا، أما غالبية دول العالم وخاصة الدول النامية والتي يتسارع الطلب فيها على الطاقة لأغراض التنمية، فإن بناء شبكات الغاز وإقتناء الأجهزة المستهلكة للغاز الطبيعي (وكلها أجهزة رأسمالية أو إستهلاكية معمرة) يحتاج إلى إستثمارات باهضة ويستغرق إقامتها سنوات طويلة، ولذلك سيظل البترول مصدرا الطاقتي المفضل.

المطلب الثالث: الطاقة النووية وتحديات إستغلالها في العالم

تعد الطاقة النووية من الطاقات الحديثة النشأة مقارنة مع الطاقات الأخرى على غرار الفحم، البترول والغاز الطبيعي، وتتقاسم مع هذه المصادر صفة النضوب فهي قابلة للإستنزاف ذلك أنها موجودة في الطبيعة بكميات محدودة، ويتحدد زمن إستنزافها بمعدلات إستهلاك العالم منها. ومن خلال هذا المطلب سنتطرق إلى مفهومها وكيفية إنتاجها، وكذا التعرف على وضعيتها في العالم، ومختلف التحديات التي تواجه إستغلالها، ومن ثم إعتقادها كطاقة بديلة للبترو مستقبلا.

أولا: مفهوم الطاقة النووية

الطاقة النووية أو كما تسمى أيضا الطاقة الذرية، وهي أشد أنواع الطاقة المعروفة فاعلية، يتم توليدها عن طريق التحكم في تفاعلات إنشطار أو اندماج الأنوية الذرية، وكلا الطريقتين تعتمد على الفكرة السائدة أن أنوية الذرة المتوسطة الحجم أكثر إستقرارا من الأنوية الكبيرة جدا أو الصغيرة جدا. فالإنشطار النووي ينتج عندما تنشطر نواة ضخمة مثل اليورانيوم إلى عدة أنوية متوسطة الحجم وتنطلق منها كمية عالية من الطاقة، حيث خروج الطاقة ببطء يمكن من إستخدامها في إنتاج الكهرباء، أما خروجها بسرعة فيسبب إنفجار مدمر وتسرب إشعاعي خطير، أما عندما تندمج ذرتان صغيرتان أو أكثر ليكونوا ذرة أكبر تنطلق طاقة عالية فيسمى هذا التفاعل الإندماج النووي، ومن مزاياه أن الإشعاعات الناتجة عنه تكون أقل من تلك الناتجة عن الانشطار النووي. وفي كلا الحالتين يكون وزن المواد الناتجة عن التفاعل أقل من المواد الداخلة فيه ويتحول الفرق إلى طاقة حسب النظرية النسبية لألبرت أينشتاين ومن خلال معادلته المشهورة (ط=ك س²) حيث ط: الطاقة، ك: الكتلة، س: سرعة الضوء.¹

وقد لفت أنشطتين الأنظار إلى ما يسمى بالطاقة النووية، إلا أن فكرته ظلت حبيسة النظرية إلى أن تمكن العالمان "أتوهان" و"فريتز شتراسمان" سنة 1939 من إكتشاف إنشطار ذرة اليورانيوم الثقيلة إلى نصفين عند قذفها ببعض

¹ محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة: مصادرها- أنواعها- إستخداماتها، مكتبة طريق المعرفة، القاهرة، 2006، ص 68-80. (بتصرف)

النيوترونات عالية الطاقة، أما فيما يخص توليد الطاقة من عملية الاندماج النووي فلم يتمكن العلماء من تحقيق ذلك إلا أواخر القرن الماضي وبالضبط سنة 1995، ونظرا لكون الاندماج النووي لم يتخط عتبة الجدوى الإقتصادية والعملية، فمن الصعب الإعتماد عليه في إنتاج الطاقة، إلا أنها تبشر بمستقبل واعد لتوفير طاقة هائلة وتكلفة منخفضة بالإعتماد على مواد متوفرة في الطبيعة.¹

وتتميز الطاقة النووية بجملة من الخصائص منها:

- تنتج الطاقة النووية من مادة اليورانيوم كعنصر أساسي لتوليد الطاقة، وتتواجد مادة اليورانيوم على سطح الأرض بكميات محدودة أي قابلة للنفاذ ما يعطي هذا النوع من الطاقة صفة النضوب؛
- إن كمية الوقود النووي المطلوبة لتوليد كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية هي أقل من كمية الفحم أو البترول اللازمة لتوليد نفس الكمية، فمثلا طن واحد من اليورانيوم يقوم بتوليد طاقة كهربائية أكبر من تلك التي يولدها ملايين البراميل من البترول، إضافة إلى أن تكلفة الكيلوواط من الكهرباء المنتجة من الطاقة النووية أقل بـ30% من تكلفة الكيلوواط المولد من الطاقات الأحفورية؛²
- تنتج الطاقة النووية الجيدة التشغيل أقل كمية من النفايات بالمقارنة مع أي طريقة أخرى لتوليد الطاقة، فهي لا تطلق غازات ضارة في الهواء والمسببة للإحتباس الحراري على غرار الوقود الأحفوري.

ثانيا: إستخدامات الطاقة النووية (توليد الكهرباء)

ظهر أول إستخدام للطاقة النووية في مفاعل يدعى (EBR-1) ويعمل بقوة 300 كيلوواط يقع بالولايات المتحدة الأمريكية،³ كما تم إستخدام الطاقة النووية في تشغيل السفن منذ عام 1956، وإتسعت بعد ذلك إستخدامات الطاقة النووية في دول أخرى، وتستغل الطاقة النووية لأغراض مختلفة منها:

- الغرض العسكري: وهو الهدف الأساسي من تطوير هذه الطاقة؛
- أغراض سلمية: أهمها توليد الكهرباء، وإستخدامات طبية وزراعية.

وتستخدم المحطات النووية الطاقة المشعة لتوليد الحرارة التي تنتج بدورها البخار الذي يستخدم لتشغيل التوربينات التي تولد الكهرباء، والجدول الموالي يشتمل على أهم الدول التي تستخدم الطاقة النووية في توليد الكهرباء لعام 2015.

¹ مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير، إقتصاد الطاقة، الموسوعة العربية، العلوم التطبيقية، التقنيات التكنولوجية، المجلد الثالث، متاح على الموقع:

http://www.arabency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=418&vid=

² Meunier Francis, **Domestiquer l'effet de serre : Energies et Développement Durable**, Dunod, Paris, 2005, p95.

³ رمضان محمد مقلد وآخرون، 2003، مرجع سبق ذكره، ص 245-246.

الجدول رقم (4.2): أهم الدول التي تستغل الطاقة النووية في توليد الكهرباء سنة 2015

| الدولة المنتجة | كمية الكهرباء المنتجة (تيراواط ساعي)* | نسبة إلى المجموع العالمي (%) | نسبة إلى إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة على مستوى الدولة |
|----------------------------|--|---------------------------------|---|
| الولايات المتحدة الأمريكية | 830 | 32.3 | 19.3 |
| فرنسا | 437 | 17.0 | 77.6 |
| روسيا | 195 | 7.6 | 18.3 |
| الصين | 171 | 6.7 | 2.9 |
| كوريا | 165 | 6.4 | 30.0 |
| كندا | 101 | 3.9 | 15.1 |
| ألمانيا | 92 | 3.6 | 14.3 |
| أوكرانيا | 88 | 3.4 | 54.1 |
| المملكة المتحدة | 70 | 2.7 | 20.9 |
| إسبانيا | 57 | 2.2 | 20.6 |
| باقي دول العالم | 365 | 14.2 | 7.2 |
| مجموع دول العالم | 2571 | 100 | 10.6 |

Source: International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p19.

من خلال الجدول نلاحظ أن إجمالي الطاقة الكهربائية الناتج من المفاعلات النووية بلغ سنة 2015 نحو 2571 تيراواط ساعي أي بنسبة 10.6% من مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم، ومعظمه متأتى من الدول المتقدمة والأوروبية، وبالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية ورغم إحتلالها الصدارة عالميا من حيث حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من المفاعلات النووية بنسبة 32.3%، إلا أن ذلك لا يمثل سوى 19.3% من الطاقة الكهربائية المنتجة على مستواها، أما فرنسا وحدها فتحصل على 77.6% من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية، وباقي الدول عدا الصين تعتمد على الطاقة النووية لتزويد على الأقل 14% من إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية.

ثالثا: وضعية الطاقة النووية في العالم (الإحتياطيات، الإنتاج والإستهلاك)

1. الإحتياطيات: إن الحديث عن إحتياطيات الطاقة النووية أو اليورانيوم يكتنفه نوع من الغموض حيث أنه نادرا ما يصرح بها لإعتبرات سياسية، لذلك تفتقر الإحصائيات الحديثة لأرقام رسمية عن إحتياطيات الطاقة النووية، فهذا النوع من الطاقة وبشقه السلمي - الخاص بصناعة الأسلحة النووية - يخضع للمراقبة الدولية خاصة بالنسبة للدول الساعية لإمتلاك التكنولوجيا النووية، ومن الأمثلة على ذلك ضرب العراق لردع جهوده النووية، وكذا المضايقات والعقوبات التي تواجهها إيران وكوريا الشمالية.

وتقدرت الإحتياطيات التقليدية والقابلة للإستخراج بتكلفة أقل من 80 دولار/كغ بنحو 2.24 مليون طن من أكسيد اليورانيوم U_3O_8 ، أما إجمالي الإحتياطيات القابلة للإستخراج بتكلفة حتى 130 دولار/كغ فتقدر بنحو 3.7

* تيراواط ساعي = ألف جيغا واط ساعي GW = مليار واط ساعي.

مليون طن، وتتركز معظم هذه الإحتياطيات في تسعة دول أهمها أستراليا بنسبة 31.7%، تليها كندا والنيجر بنسبة 9.6% و 8.7%، لكل منهما على التوالي كما هي موضحة في الجدول الموالي، وتجدر الإشارة أن هذه الإحتياطيات تشمل إحتياطيات كل من الجزائر بـ 26 ألف طن بتكلفة أقل من 80 دولار/كغ، وكذا الصومال بـ 6.6 ألف طن بتكلفة حتى 130 دولار/كغ.¹

الجدول رقم (5.2): الدول التسعة الأوائل حسب إحتياطيات اليورانيوم سنة 2015

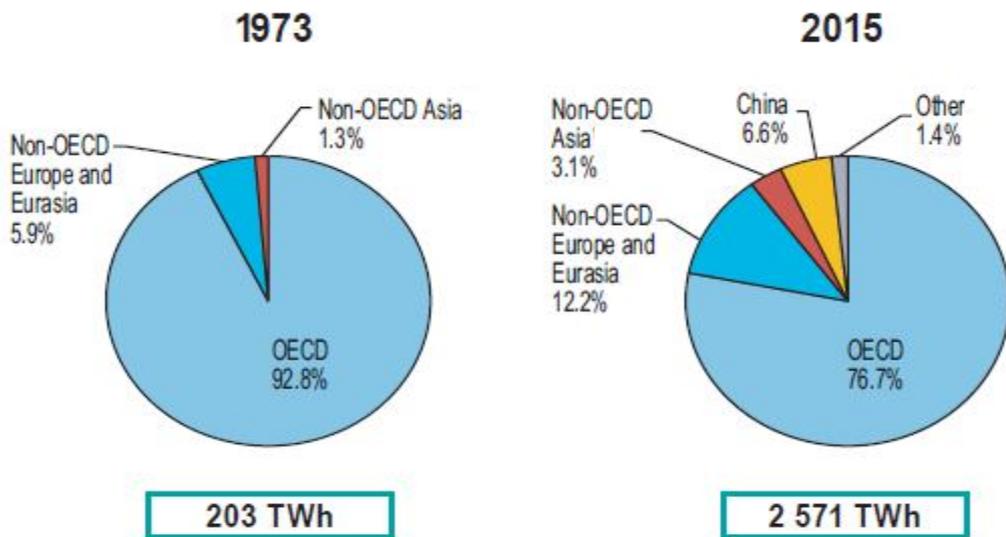
الوحدة: ألف طن

| الدول | أستراليا | كندا | النيجر | كزاخستان | ناميبيا | روسيا | الو.م.أ. | الصين | أوزبكستان | إجمالي العالم |
|---|----------|-------|--------|----------|---------|-------|----------|-------|-----------|---------------|
| الإحتياطيات القابلة للإستخراج بتكلفة حتى 130 دولار/كغ | 1174 | 357.5 | 325 | 285.6 | 248.2 | 216.5 | 207.4 | 120 | 59.4 | 3698.9 |

Source: Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **World Energy Resources**, London, 2016, p18.

2. الإنتاج: لقد كان لإرتفاع أسعار البترول خلال سنوات السبعينات دافعا لتوجه الدول نحو إقامة المفاعلات وإنتاج الطاقة النووية، خاصة بعد إستخدام العرب للبترول كسلاح للضغط على الدول الغربية خلال حرب 1973 ومن ثم بدأت الدول المتقدمة توجه جهودها نحو تشجيع البحث عن بدائل البترول وتطوير الطاقة النووية وإقامة العديد من المفاعلات، وبالتالي شهد إنتاج الطاقة الكهربائية النووية إرتفاعا كبيرا من 203 تيراواط ساعي سنة 1973 إلى 2571 تيراواط ساعي سنة 2015 كما يوضحه الشكل الموالي.

الشكل رقم (4.2): التوزيع الجغرافي لتطور إنتاج الطاقة الكهربائية النووية عالميا خلال الفترة (1973 - 2015)



Source: International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p18.

¹ منظمة الدول العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي للفلائون، الكويت، 2003، ص116.

وفيما يخص المفاعلات النووية والتي تعمل على توليد الطاقة الكهربائية في العديد من دول العالم، والتي إتضحت سلبياتها مع دخولها الخدمة، وهو ما إنعكس سلبا على إقتصاديات هذه الدول، ومن بين الأسباب التي تقف عائقا في وجه تطور المفاعلات النووية نذكر ما يلي:

- مشاكل تشغيل المفاعل النووي والأخطار المرافقة لخروجه عن السيطرة؛

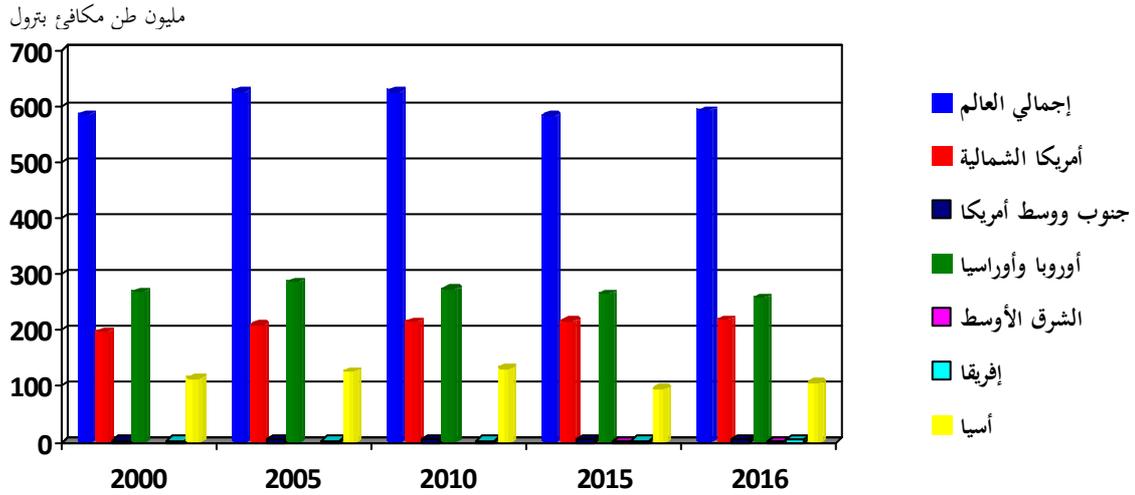
- صعوبة تصريف النفايات النووية وإرتفاع تكاليف إنتاج الطاقة وصعوبة معالجتها وتخزينها.

ونتيجة لذلك فقد توقف بناء المفاعلات منذ الثمانينات إلى غاية بداية القرن الواحد والعشرون، منها في الو.م.أ ومعظم دول أوروبا الغربية، خاصة مع إنفجار أزمة اليابان النووية "فوكوشيما" في بداية سنة 2011، حيث عملت هذه الأزمة على إعادة النظر في مركبات المفاعلات النووية لدى الدول الصناعية، وهذا من جهة ضمان أكثر لمعايير الأمان والسلامة في المفاعلات، كما نتج عن هذه الأزمة إغلاق العديد من المفاعلات النووية في دول أوروبا خاصة ألمانيا. وحسب الوكالة الدولية للطاقة الذرية فإن عدد المفاعلات التي تم إغلاقها منذ بدء إستخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء بلغ نهاية سنة 2009 حوالي 123 مفاعلا بإجمالي طاقة قدرت بـ 37835 ميغاواط، غير أن بعض الدول وبسبب الحاجة الماسة للطاقة وقلة الموارد البديلة لديها، قد عاودت في أواخر سنة 2011 وبداية سنة 2012 فتح مفاعلات جديدة، وقد بلغ عدد المفاعلات النووية العاملة على مستوى العالم سنة 2015 نحو 383 مفاعلا بطاقة إنتاج تقدر بـ 2571 تيراواط ساعي، تتركز هذه المفاعلات في الولايات المتحدة الأمريكية بـ 99 مفاعلا، فرنسا 63 مفاعلا، اليابان 40 مفاعلا، الصين 27 مفاعلا، روسيا 25 مفاعلا، كوريا 22 مفاعلا، كندا بـ 14 مفاعلا وأوكرانيا 13 مفاعلا، ألمانيا 11 مفاعلا، والسويد 10 مفاعلات، أما الـ 59 مفاعلا المتبقية فتتوزع على بقية دول العالم.¹

3. الإستهلاك: لقد إرتفع الإستهلاك العالمي للطاقة النووية خاصة مع توجه الدول نحو إستخدامها في توليد الكهرباء، حيث بلغ الإستهلاك سنة 2000 نحو 584.3 مليون طن مكافئ بترول، مع العلم أنه لم يكن يتجاوز 45.8 مليون طن مكافئ بترول سنة 1973، ليرتفع سنة 2005 إلى حوالي 626.4 مليون طن مكافئ بترول، مؤكدا بذلك توجه العالم نحو بدائل البترول، لكنه تراجع سنة 2015 إلى نحو 583.1 مليون طن مكافئ بترول، وذلك نتيجة إغلاق العديد من المفاعلات النووية على مستوى العالم، وكذا بسبب أزمة اليابان سنة 2011، ثم إنتعش الإستهلاك العالمي للطاقة النووية سنة 2016 إلى نحو 592.1 مليون طن مكافئ بترول، ويتركز معظم الإستهلاك العالمي للطاقة النووية في الدول الصناعية (OECD) بنسبة 75.5% سنة 2016، وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية الصدارة بنسبة 32.4% تليها فرنسا بنسبة 15.7% من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة النووية، فيما تتخلف عن الدرب الدول النامية خاصة العربية نظرا لتوفرها على الطاقات الأحفورية، والشكل الموالي يوضح مقدار التفاوت في إستهلاك الطاقة النووية ما بين دول العالم خلال الفترة 2000-2016.

¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op.Cit, p19.

الشكل رقم (5.2): تطور إستهلاك الطاقة النووية في العالم خلال الفترة (2000 – 2016)



المصدر: أنظر كل من:

-British petroleum, *Statistical Review of World Energy*, 65th edition, June 2016, p35.-British petroleum, *Statistical Review of World Energy*, 66th edition, June 2017, p41.

رابعاً: التحديات والمعوقات التي تواجه استخدام الطاقة النووية كمصدر أساسي للطاقة عالمياً

يواجه استخدام الطاقة النووية في العالم سواء على المدى القريب أو البعيد العديد من العوائق والتحديات، إذ أنها رسخت في الأذهان كطاقة تدميرية وسلاح رهيب في زمن الحرب، أو طاقة متسببة في حوادث خطيرة في زمن السلم وهذا يعطي الإنطباع على أنها طاقة لا يمكن الإعتماد عليها لإستخلاف البترول، رغم رخص الطاقة المتولدة منها وخاصة الكهرباء مقارنة مع المصادر الأخرى، ويمكن أن نؤشر العوائق التالية التي تقف في وجه إستغلال الطاقة النووية:¹

1. معوقات إقتصادية وتقنية: تعتبر العوامل الإقتصادية والتقنية إحدى التحديات التي تقف عائقاً أمام الإنتشار الواسع لإستخدام الطاقة النووية عالمياً، بما فيها الدول المتقدمة، إذا ما قورنت بالتكنولوجيا والإستثمارات التي تتطلبها إستغلال الطاقة الأحفورية خاصة البترول والغاز، حيث تتفاوت هذه الصعوبات بين الدول النامية والمتقدمة، فإذا كانت الدول المتقدمة تمتلك التكنولوجيا المتطورة والتمويل الكافي، فهي لا تتوفر لدى الدول النامية إلا بدرجة أقل. ومن هذه الصعوبات والعوائق نذكر:

- التكاليف الباهظة التي تتطلبها الإستثمارات لإنشاء محطات توليد الطاقة النووية بالمقارنة مع منشآت توليد الطاقة من مصادر أخرى. حيث مثلاً المحطة النووية التي قدرتها 1000 ميغاواط يمكن أن تتراوح تكلفتها الإستثمارية بين 2000 مليون دولار إلى 3000 مليون دولار، وربما أكثر إذا تعرض المشروع لأي تأخر؛

¹ أمانة مخلفي، محاضرات حول مدخل إلى الإقتصاد النفطي (إقتصاد النفط)، مرجع سبق ذكره، ص 71، 72. (بتصرف)

- يتوقع أن يتقلص استخدام الطاقة النووية مستقبلا بسبب الكلف العالية لإنتاج الوقود النووي، والذي تتركز إمكانياته في عدد محدود من الدول، وكذلك التكلفة المترتبة على تفكيك وحدات إنتاج الوقود النووي بعد إنتهاء أعمارها الافتراضية والتي تصل إلى حدود تكلفة الإنشاء لهذه الوحدات؛
 - طول الفترة الزمنية بين الشروع في بناء المفاعل النووي من مراحل إعداد الدراسة والتصميم ودخوله ميدان الإنتاج الفعلي، حيث تتراوح مدة إنشاء محطة نووية في المتوسط ما بين 6 إلى 7 سنوات في الدول المتقدمة، أما الدول النامية فتكون فترة الإنشاء أعلى في المتوسط من الدول المتقدمة، وهذا بسبب الحاجة لتطوير البنية الأساسية اللازمة لبناء المحطة النووية؛
 - قلة الكوادر الفنية ذات التكوين العالي المتخصص التي تتطلبها هذه الصناعة من تحكم وتشغيل ومتابعة وصيانة؛
 - ضيق مجال استخدام الطاقة النووية حيث تنحصر أكثر في مجال إنتاج الكهرباء، وهو وإن كان مجالا مهما ولكن تبقى استخدامها بعيدا عن مجالات لا تقل أهمية كالنقل والصناعة، حيث يظل مساهمتها في هذه المجالات محدودة جدا.
- 2. معوقات أمنية وبيئية:** يعتبر الجانب الأمني والبيئي من أهم العقبات وأكثرها تأثيرا في سبيل تطوير واستخدام الطاقة النووية في الوقت الراهن، ومن هذه الأخطار والآثار نذكر ما يلي:
- خطر الإنتشار غير المراقب، وإحتمالات إستعمالها للأغراض غير السلمية العسكرية أو الإرهابية من وجهة نظر الدول العظمى، وخاصة في ظل التوترات السياسية العالمية؛
 - خطر الحوادث النووية والنفايات، وخطرها الإشعاعي وصعوبة التخلص منها، وخير مثال على ذلك أكبر أزمة نووية سجلت في تاريخ القرن الواحد والعشرين، ألا وهي حادثة فوكوشيما اليابانية، والتي كانت تعد من أخطر المفاعلات النووية عالميا من حيث الأمن البشري والبيئي والتجربة أثبتت عكس ذلك؛
 - خطورة إستعمال الإشعاع النووي، إذ يمكن أن ينجم عن التعرض لكميات ضارة من الإشعاع حالة تدعى داء الإشعاع، مثلما هو الحال في منطقة "شغلوبيل" في روسيا لسنتي 2010 و2011، وإنجر عنه أكبر حصيلة مرض بسبب إنفجار مصنع نووي في فترة الثمانينات.
- إنطلاقا من ذلك فإن الطلب على الطاقة النووية محفوف بالعديد من العوائق والحواجز التي تعيق مسيرته خاصة وأنه يستخدم لإنتاج الكهرباء فقط كمصدر للطاقة، على خلاف البترول الذي يتميز بقوة تنافسية كبيرة على نحو ما سبق ذكره سابقا، وبالتالي لا يتوقع للطاقة النووية أن تؤثر على مستقبل الطلب على البترول ولا يمكنها أن تكون بديلا حقيقيا له يراعي ضوابط الإستدامة.

المطلب الرابع: البترول والغاز الصخريين وبتراحت الإستغلال عالميا

إرتبط تطور إنتاج البترول الصخري مع فكرة اعتماد الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، ويعود الفضل في ذلك إلى جورج ميتشل التسعيني (والد الغاز الصخري) ابن أحد المهاجرين اليونانيين والذي أصر على البحث عن ضالته المنشودة رغم الشكوك والصعاب، وإستطاع ميتشل مع فريقه تطوير تقنية التفتيت الهيدروليكي، والتي تتيح تدفق الغاز المحصور في الصخور، وقد حقق ثروة تقدر بـ 3.5 مليار دولار من بيع شركته (Mitchell Energy) عام 2002 لشركة ديفون المتخصصة في الإستكشاف بالمناطق البرية عن طريق عمليات الحفر أفقيا لمسافة تتجاوز 1600 متر، ورأسيا لعمق يصل إلى 1600 متر أيضا، وأتاح الجمع بين عملية الحفر الأفقي وعملية تفتيت الصخور الهيدروليكي إمكانية إستخراج الغاز الصخري بكميات ضخمة ومجدية تجاريا، ومنذ ذلك الحين بدأت هذه الطريقة تحظى بإهتمام الصناعة البترولية بصفة عامة، نتيجة جهود عقدين من البحوث التي بدأت في منتصف الثمانينات.¹

أولا: ماهية البترول والغاز الصخريين

يشمل مصطلح الطاقة غير التقليدية البترول والغاز اللذين يتم إنتاجهما بالطرق غير التقليدية، بما في ذلك البترول الصخري، والغاز الصخري.

1. تعريف البترول الصخري: البترول الصخري (Shale Oil) هو بترول عادي يوجد في الطبيعة على الحالة السائلة، داخل مسام صخور شبه صماء لا تسمح له بالجريان دون فتح ممرات شعرية توصل بين مسامه إلى حيث فتحة بئر الإنتاج، وأحيانا يطلق عليه بترول الصخور الصماء أو عديمة النفاذية، نسبة إلى طبيعة الصخور الحاملة له.² ويعتبر البترول الصخري من أنواع البترول الخفيف الأقل سيولة من البترول الخام التقليدي، وتختلف خصائصه حسب تكوين الصخور الرسوبية في باطن الأرض، حيث يحتوي على مكونات هيدروكربونية وعلى نيتروجين مستمد من المواد العضوية التي تكون منها، وتقدر بأقل من 1%، كما يحتوي على 1% من الأكسجين وحوالي 0.25 إلى 1.99% من الكبريت، إضافة إلى القليل من الجزئيات المعدنية الأخرى.³

2. تعريف الغاز الصخري: الغاز الصخري أو الحجري ويعرف بالانجليزية بـ (Shale Gas)، ويسمى أيضا غاز الأردواز، وهو غاز طبيعي يكون حبيسا بين تشكيلات الطفل الصفحي الذي يعتبر أحد أهم أنواع الصخور الرسوبية.⁴ كما أنه غاز طبيعي يتولد داخل الصخور التي تحتوي على البترول بفعل الحرارة والضغط، ويقتى محبوسا داخل تجويفات تلك الصخور الصلبة التي لا تسمح بنفاذه. كما يعرف على أنه يعبر عن شكل من أشكال الغاز الطبيعي غير التقليدي، الذي يستخرج من التكوينات الصخرية التي تقع عادة في أعماق من 1000 إلى 4000 متر. ومن الناحية الكيميائية هو نفسه الغاز الطبيعي التقليدي.⁵ ويتمثل الفرق الوحيد بين الغاز الطبيعي التقليدي والغاز

¹ مجلة إضاءات، الغاز الصخري، معهد الدراسات المصرفية، السلسلة السادسة، العدد 08، الكويت، مارس 2014، ص02.

² عثمان الخويطر، النفط الصخري والصخر النفطي، متاح على الموقع: http://www.aleqt.com/2013/06/09/article_761877.html

³ جمال قاسم حسن، النفط والغاز الصخريين وأثرهما على اسواق النفط العالمية، صندوق النقد العربي، يوليو 2015، ص02.

⁴ مجلس الطاقة العالمي، دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، لندن 2010، ص3.

⁵ Shale Gas: Energy Solution Or fracking Hell? - Friends of the Earth, available on site: www.foe.co.uk/resource/briefings/shale_gas.pdf

الطبيعي غير التقليدي (الغاز الصخري)، في مدى صعوبة أو سهولة إنتاجه،¹ وهذا مرتبط بأماكن تواجده وتقنيات الإخراج المستخدمة.

3. طريقة ضخ البترول والغاز الصخريين إلى السطح: إنتاج البترول والغاز الصخري يتم عن طريق ما يسمى عملية التكسير الهيدروليكي، وذلك بحفر الآبار رأسيا ثم أفقيا، وتتطلب العملية وجود عدد من المعدات الثقيلة الباهظة الثمن، ومضخات ذات قدرة كبيرة على ضخ السوائل تحت ضغط مرتفع، وتحتاج البئر الواحدة إلى كمية كبيرة من الماء، مع خليط من المواد الكيماوية وكمية من الرمل الخشن، والغرض الرئيسي من العملية كما يدل عليه إسمها هو تكسير الصخور الصلبة تحت ضغط الضخ وإحداث شقوق شديدة عميقة يندفع من خلالها السائل النفطي أو الغازي إلى محيط البئر، ليتم إنتاجه كأبي بئر عادية، ومهمة المواد الكيماوية المساعدة على تليين الصخور ليسهل تكسيرها وأثناء عملية التكسير تندفع الحبيبات الرملية لتستقر في الشقوق الصخرية التي أحدثها التكسير، وتبقى مفتوحة بعد زوال ضغط عملية التكسير.² (أنظر الرسم التوضيحي في الملحق رقم "1.2")

4. خصائص مرتبطة باستغلال البترول الصخري: من الخصائص المتميزة في إنتاج البترول الصخري أن كميته قليلة جدا مقارنة بإنتاج البترول التقليدي، وأن بئر الإنتاج تفقد أكثر من 70% من إنتاجها خلال السنة الأولى ويتدرج نزول الإنتاج لسنتين أو ثلاثة حتى يصل إلى مستوى غير إقتصادي ويكون هناك إختياران، إما إعادة عملية التكسير أو حفر بئر جديدة، وكلاهما مكلف، وتتراوح تكلفة بئر الإنتاج في الولايات المتحدة من أربعة إلى ثمانية ملايين دولار، فإذا أخذنا في الإعتبار توافر عامل المنافسة بين الشركات المتعددة هناك واليد العاملة المدربة، فإن جلب إحدى تلك الشركات إلى خارج أمريكا، كمنطقة الشرق الأوسط، سيدفع بالتكاليف إلى الضعف على أقل تقدير ناهيك عن ندرة المياه في البيئات الصحراوية.³

ثانيا: إحتياطات الغاز والبترول الصخريين وإقتصاديات إنتاجهما عالميا

يعتبر البترول والغاز من مصادر الطاقة غير تقليدية إذ يتسم إنتاجهما بقصر المدة بين المرحلة الأولى التي تشمل الحصول على الأرض وإستخراج تراخيص الحفر والمرحلة الثانية التي تشمل تطوير الآبار وإنتاج البترول أو الغاز، هذه الخاصية غير موجودة في حالة إنتاج البترول من المصادر التقليدية، حيث تمتد الفترة بين إكمال المراحل الأولى والبدء في إنتاج أي بترول خام أو غاز إلى عامين أو ثلاثة، هناك عامل رئيسي آخر يميز بين الإنتاج من مصادر غير تقليدية وأخرى تقليدية يظهر بمجرد البدء في عمليات الإنتاج، فالحقول التقليدية قد لا تستقر إلا بعد عدة سنوات، لكن بعد تلك السنوات يستقر الإنتاج لفترة طويلة، أما منحنيات تراجع الإنتاج في الآبار غير التقليدية فتتحد بسرعة، حيث تصل نسبة تراجع الإنتاج في العام الأول نحو 70%، ويبلغ إجمالي التراجعات خلال الخمس سنوات الأولى 94%.

¹ هباش فارس، معيزة مسعود أمير، واقع وأفاق استغلال الغاز الصخري في الجزائر وبعض دول العالم بين الرهان الطاقوي والهاجس البيئي، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، 2015، ص 03.

² عثمان الخويطر، مرجع سبق ذكره، متوفر على الموقع: http://www.aleqt.com/2013/06/09/article_761877.html

³ المرجع السابق.

نتيجة لمثل هذه التراجعات الحادة في الإنتاج، تكون هناك حاجة لتطوير المزيد من آبار البترول غير التقليدي لزيادة مستويات الإنتاج الكلي، مقارنة بعدد الآبار المنتجة للبترول التقليدي.¹

1. الإحتياطيات العالمية من البترول والغاز الصخريين: تعتبر الدراسة التي قامت بها إدارة معلومات الطاقة الأمريكية جوان 2013 هي الأولى من نوعها حول إحتياطيات البترول والغاز الصخريين على المستوى العالمي وأشارت إلى توافر البترول والغاز الصخريين في دول مختلفة من العالم، كم توضح الدراسة إلى أن أكثر من نصف إحتياطيات البترول الصخري عالميا خارج الولايات المتحدة، متوافر في أربع دول هي: روسيا، الصين، الأرجنتين وليبيا بينما أكثر من نصف إحتياطيات الغاز الصخري العالمية خارج الولايات المتحدة متوافرة في خمس دول هي: الصين الأرجنتين الجزائر، كندا والمكسيك.

وقدرت الدراسة الإحتياطيات البترولية الصخرية العالمية بنحو 345 مليار برميل منتشرة في 41 دولة، وصنفت الدول العشرة الأولى لجهة حجم الإحتياطيات، إذ تصدرت روسيا هذه القائمة بنحو 75 مليار برميل، تلتها الولايات المتحدة بـ 58 مليار برميل، فالصين بـ 32 مليار برميل، والأرجنتين بـ 27 مليار برميل، وإحتلت ليبيا المرتبة الخامسة بنحو 26 مليار برميل، وهي الدولة العربية الوحيدة في القائمة، وتبلغ نسبة إحتياطيات البترول الصخري 10% من مجمل إحتياطيات البترول العالمية البالغة نحو 3.357 تريليون برميل حسب إدارة معلومات الطاقة الأمريكية سنة 2013.

أما بالنسبة لإحتياطيات العالم من الغاز الصخري، فتقدر حسب الدراسة بنحو 7299 تريليون قدم مكعب وتتصدر الصين قائمة الدول العشرة الأولى على صعيد الإحتياطي بنحو 1115 تريليون قدم مكعب من الغاز الصخري، تليها الأرجنتين بنحو 802 تريليون قدم مكعب، وتحتل الجزائر المرتبة الثالثة بنحو 707 تريليون قدم مكعب، وهي الدولة العربية الوحيدة من ضمن القائمة، وتأتي الولايات المتحدة رابعة بنحو 665 تريليون قدم مكعب، فكندا في المرتبة الخامسة بنحو 573 تريليون قدم مكعب، ويشكل إحتياطي الغاز الصخري نحو 32% من مجمل إحتياطي الغاز العالمي.

¹ جدوى الإستثمار، النفط الصخري الأمريكي عند نقطة انعطاف، المملكة العربية السعودية، أكتوبر 2015، ص5.

الجدول رقم (7.2): الدول العشرة الأولى من حيث
إحتياطيات الغاز الصخري القابلة للإستخراج من الناحية
الفنية

تريليون قدم مكعب

| الرقم | البلد | الإحتياطي |
|-------|----------------------------|-----------|
| 1 | الصين | 1115 |
| 2 | الأرجنتين | 802 |
| 3 | الجزائر | 707 |
| 4 | الولايات المتحدة الأمريكية | 665 |
| 5 | كندا | 573 |
| 6 | المكسيك | 545 |
| 7 | استراليا | 437 |
| 8 | جنوب إفريقيا | 390 |
| 9 | روسيا | 285 |
| 10 | البرازيل | 245 |

الجدول رقم (6.2): الدول العشرة الأولى من حيث
إحتياطيات البترول الصخري القابلة للإستخراج من الناحية
الفنية

مليار برميل

| الرقم | البلد | الإحتياطي |
|-------|----------------------------|-----------|
| 1 | روسيا | 75 |
| 2 | الولايات المتحدة الأمريكية | 58 |
| 3 | الصين | 32 |
| 4 | الأرجنتين | 27 |
| 5 | ليبيا | 26 |
| 6 | استراليا | 18 |
| 7 | فنزويلا | 13 |
| 8 | المكسيك | 13 |
| 9 | باكستان | 9 |
| 10 | كندا | 9 |

Source: U.S. Energy Information Administration, **Shale oil and shale gas resources are globally abundant**, 2 January 2014, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=14431>

وخلال سنة 2015 زادت الإحتياطيات العالمية من البترول والغاز الصخريين بعد إكتشاف إحتياطيات جديدة في أربعة دول أخرى وهي: الإمارات العربية المتحدة، التشاد، كازاخستان، عمان، وقدرت نسبة الزيادة بـ 4% بالنسبة للإحتياطيات العالمية من الغاز الصخري، و13% لإحتياطيات العالم من البترول الصخري، وبالتالي أصبح إجمالي الإحتياطي العالمي من الغاز الصخري يقدر بـ 7576 تريليون قدم مكعب، في المقابل إرتفعت الإحتياطيات العالمية من البترول الصخري إلى 419 مليار برميل¹، علما أن هذه الإحتياطيات موزعة على 46 بلد عبر العالم بالإضافة إلى الولايات المتحدة الأمريكية. (أنظر الملحق رقم "2.2" في الأخير)

2. الإنتاج العالمي من البترول والغاز الصخريين: رغم الإحتياطيات الكبيرة من الغاز والبترول الصخريين المتوفرة في مناطق مختلفة من العالم كما سبق الإشارة إليه، إلا أن أربعة دول فقط على مستوى العالم وهي: الولايات المتحدة الأمريكية، كندا، الأرجنتين، والصين، تنتج البترول والغاز الصخريين حاليا بكميات تجارية.

¹ U.S. Energy Information Administration, **Four countries added to global shale oil and natural gas resource assessment**, 14 December 2015, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=24132>

الجدول رقم (8.2): الدول المنتجة للبتروول والغاز الصخريين لسنة 2014

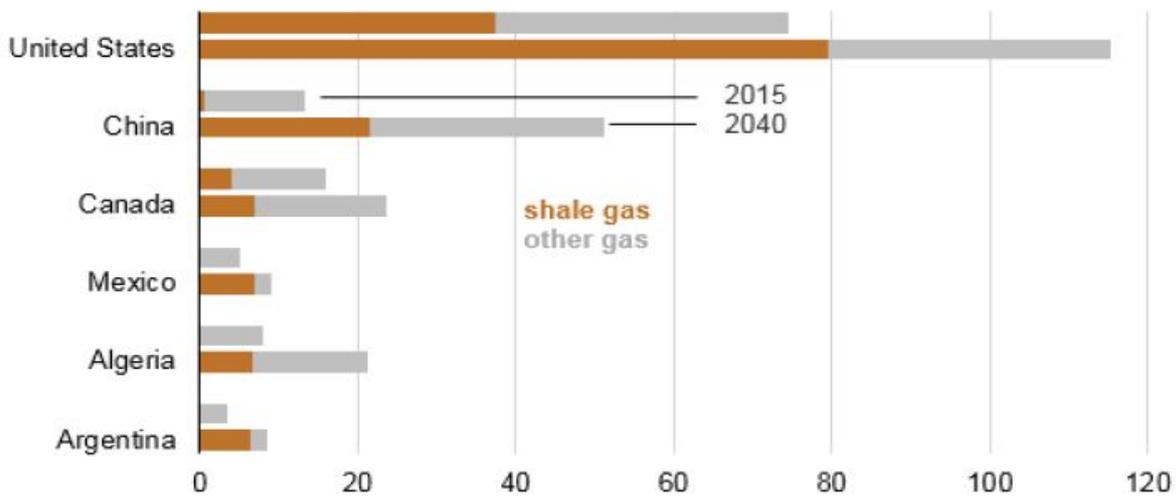
| البلد | البتروول الصخري (مليون برميل/يوم) | الغاز الصخري (مليار قدم مكعب/يوم) |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| الولايات المتحدة | 4.07 | 34.3 |
| كندا | 0.2 | 3.9 |
| الصين | -- | 0.2 |
| الأرجنتين | 0.02 | -- |
| الإجمالي | 4.29 | 38.4 |

المصدر: أحمد بن محمد السيارى، نظرة عامة على أهم مصادر الطاقة غير التقليدية، ورقة عمل، إدارة الأبحاث الإقتصادية، مؤسسة النقد العربي السعودي، يوليو 2015، ص10.

إن الزخم الذي عرفه تزايد إنتاج هذه المصادر غير التقليدية للبتروول والغاز، مرتبط بمناطق إنتاجه الكبيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، وأن التطور الذي عرفته هذه الأخيرة راجع لبعض العوامل التي ساعدت على ذلك (سوف يتم ذكرها لاحقاً)، والشكل الموالي يوضح وضعية إنتاج الغاز الصخري في بعض الدول وفي مقدمتها الولايات المتحدة الأمريكية سنة 2015 وآفاق 2040.

الشكل رقم (6.2): إنتاج الغاز الصخري وأنواع أخرى للغاز في بعض البلدان سنة 2015 وآفاق 2040

الوحدة: مليار قدم مكعب يوميا



Source: U.S. Energy Information Administration, **Shale gas production drives world natural gas production growth**, 15 August 2016, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=2751289>

ثالثاً: ثورة البتروول والغاز الصخريين في الولايات المتحدة الأمريكية

شهدت الولايات المتحدة الأمريكية في السنوات الأخيرة ثورة في مجال إنتاج البتروول الصخري (Shale Oil) والغاز الصخري (Shale Gas)، ففي نهاية عام 2014، سجلت الولايات المتحدة أعلى مستوى من صافي الإنتاج التراكمي للبتروول الخام خلال العقد الماضي، متفوقة على كبار منتجي البتروول التقليدي كالسعودية وروسيا خلال

السنوات العشر المنتهية في عام 2014، حيث زادت الولايات المتحدة إجمالي إنتاجها من الخام بنحو 3.6 مليون برميل يوميا، مع تحقيقها نمو متسارعا في الإنتاج منذ عام 2011 والأعوام التالية لها. ومن إجمالي ذلك الإنتاج ساهمت ثلاثة حقول للبتروال الصخري (باكين، وبيرميان، وإيجل فورد) بنحو 3.3 مليون برميل يوميا، أي 91% من إجمالي الزيادة.¹

للإشارة فقد كان إنتاج البتروال الصخري في الولايات المتحدة لاشيء تقريبا سنة 2004،² وقد تضافرت عوامل داخلية وخارجية عديدة لتحقيق التطور السريع في إنتاج البتروال والغاز من المصادر غير التقليدية في الولايات المتحدة فقد إستفادت أثناء قيامها بتطوير إنتاجها من البتروال والغاز الصخريين من مجموعة من الظروف الإستثنائية المواتية حيث لم تقتصر هذه الظروف على الخصائص الجيولوجية والمائية (القرب من المصادر المائية)، بل شملت على ما يعرف في صناعة البتروال بعوامل "فوق سطح الأرض". وفيما يلي إستعراض لأهم تلك العوامل:

1. شكلت الشركات المستقلة عنصرا رئيسيا في عملية إزدهار وإستخراج البتروال من المصادر غير التقليدية والمتمثلة في مجموعة من شركات المقاوتية الخاصة النشيطة وذات الخبرة الواسعة، كما أنها على دراية تامة بتكاليف وتقنيات ومخاطر التنقيب عن البتروال والغاز؛

2. خبرة هندسية طويلة وفريدة في مجال الإستكشاف وتحديد أماكن خزانات البتروال والغاز المعقدة؛

3. صناعة متطورة ومنخفضة التكلفة في مجال خدمات حفر الآبار وتوفير المعدات والآليات الضرورية؛

4. تعتبر تكوينات الصخر الطيني في الولايات المتحدة عموما كبيرة وقريبة من السطح، ما يجعلها مثالية للإستثمار، كما سهل توفر مساحات واسعة ذات كثافة سكانية منخفضة في الولايات المتحدة منح شركات التنقيب والإنتاج فرصة إستثمار مساحات كبيرة من الأرض والحصول على تراخيص لعمليات التنقيب على اليابسة؛³

5. نظام تشريعي يضمن مكافأة أصحاب الأراضي في حال إستغلال الشركات لموارد البتروال والغاز الموجودة تحت أراضيهم، بما فيها وضع الحكومات المحلية الشروط المناسبة لصناعة البتروال، وقبول السكان المحليين لها، حيث أن معارضة المجتمع لتقنية التكسير الهيدروليكي في الولايات المتحدة كانت أقل بكثير مما شهدته حتى الآن الدول الديمقراطية الأخرى وخاصة الأوروبية منها؛

6. وجود سوق تنافسي للغاز الطبيعي يسمح لجميع المنتجين بالدخول في شبكات التوزيع، أتاح لمنتجي الغاز الصخري إمكانية تسويق منتجاتهم؛⁴

7. أسواق مالية كبيرة بما سيولة ضخمة توفر رؤوس الأموال من خلال الشراكة أو تقديم قروض حسب رغبة العميل لتمويل مثل تلك الإستثمارات المتخصصة بإرتفاع مخاطرها؛⁵

¹ جدوى الإستثمار، النفط الصخري الأمريكي عند نقطة الإنعطاف، مرجع سبق ذكره، ص 02.

² جدوى الإستثمار، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، المملكة العربية السعودية، ديسمبر 2013، ص 13.

³ جدوى الإستثمار، النفط الصخري الأمريكي عند نقطة الإنعطاف، مرجع سبق ذكره، ص 04.

⁴ توماس هلبلينغ، نحو الصعود، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، مارس 2013، ص 35.

⁵ جدوى الإستثمار، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، مرجع سبق ذكره، ص 19.

8. هياكل تحتية في مجال النقل (خطوط أنابيب وسكك حديدية وطرق)، وفرت وسائل نقل بين الحقول الجديدة والمصافي أو مراكز معالجة الغاز وتصديره؛

9. إرتفاع أسعار البترول فوق 100 دولار للبرميل، أتاح الفرصة للكثير من المنتجين الذين ترتفع لديهم تكاليف الإنتاج الدخول في السوق، بما في ذلك البترول والغاز الأمريكي غير التقليديين.

ضف على ذلك مجموعة من العوامل التي تعد دوافع عامة لتوجه دول العالم نحو إستغلال الغاز الصخري خاصة التي تحوي إحتياطيات هامة منه، ومن بين هذه العوامل نذكر ما يلي:

1. التخلص من هاجس ذروة الغاز: الإستهلاك المتسارع للغاز الطبيعي مع قرب نفاذ مخزونه، وإن كانت إضافة موارد الغاز الصخري إلى الإحتياطيات المتبقية من الغاز التقليدي ستجعل أسعار الغاز أكثر تنافسية بالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى؛

2. الكهرباء والغاز مصدرين مهمين يتم الإعتماد عليهما في ظل تحول الإقتصاد الطاقوي العالمي نحو أنواع الطاقات النظيفة، والتي سيرتفع الطلب عليها خاصة في القطاع السكني التجاري؛

3. إرتفاع تكاليف الغاز الطبيعي بسبب تراجع إحتياطياته خاصة ما تعلق الأمر بالحفر البحري؛

4. يمكن للغاز الصخري أن يساهم في إستقلال العديد من الدول في مجال الطاقة المنتجة، وهذا من شأنه أن يساعد في الحد من الخلل في ميزان المدفوعات، كما أن الإحتياطيات الهائلة من الغاز الصخري تجعل العالم يعيش في راحة من جانب الطاقة.

رابعاً: معوقات إستغلال إحتياطيات الغاز والبترول الصخريين خارج الولايات المتحدة الأمريكية

كما ذكرنا يعود سبب نجاح تجربة الغاز والبترول الصخريين في الولايات المتحدة الأمريكية إلى العديد من العوامل التي قد لا تتوفر في دول أخرى، مما يعيق إمكانية إنتقال هذه الصناعة إلى مناطق أخرى في العالم مستقبلاً، لذلك تبقى الشكوك قوية حيال إمكانية إستنساخ مثل هذه الظروف المواتية خارج الولايات المتحدة الأمريكية، إضافة إلى مجموعة من المعوقات والصعوبات أهمها:

1. المعوقات البيئية: فمن الجوانب البيئية تزايد القلق حول إحتتمالات التأثير على البيئة والصحة العامة وبخاصة التأثيرات المختلفة على مياه الشرب، إذ تتلوث المياه الجوفية بالمواد الكيميائية التي تستخدم في عملية التكسير الهيدروليكي، وعلاقة هذه التقنية بظاهرة الزلازل، بالإضافة إلى الإنبعاثات الناتجة عن حرق الغاز الصخري، بحيث أصبح المدى الحقيقي للمخاطر البيئية التي لها علاقة بإستخراج البترول والغاز الصخريين موضوع جدل مستمر على المستويين العلمي والشعبي، ومما زاد من المشكلة هو التباين في نتائج بعض الدراسات التي أجريت حول تأثير إستخراج طاقة السجيل من النواحي البيئية؛¹

¹ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ملخص دراسة واقع وأفاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في أمريكا الشمالية وإنعكاساتها على الدول الأعضاء، مارس 2015، ص08. (بتصرف)

2. غياب البيانات الدقيقة: بالرغم من أن الولايات المتحدة الأمريكية لديها بيانات هائلة تجمعت في عقود خلال عمليات إستكشاف البترول والغاز التقليدية، إلا أن المعلومات في مجال صخور السجيل غير كافية، هذا يوحي أن الأمر سيكون أكثر تعقيدا في بلدان أخرى حول العالم، وسيكون الطريق بين الإستكشاف وعمليات الإنتاج طويلا، ويتوقع الخبراء أن يكون أمام الصناعة سنتان أو ثلاثة سنوات قبل التعرف على أفضل مناطق إنتاج الغاز والبترول الصخري، كما أن الأمر يعتمد أيضا على تصميم وتصنيع المعدات الملائمة؛¹
3. تتصف منحنيات تراجع الإنتاج في الآبار غير التقليدية النموذجية بأنها حادة، حيث تبلغ نسبة إنخفاض الإنتاج في العام الأول 70% (مقارنة بإنخفاض بنسبة 4-5% للآبار التقليدية) ويتطلب هذا التراجع الحاد عددا كبيرا من الآبار غير التقليدية، لإنتاج نفس المستويات من البترول؛²
4. تعاني المناطق الأخرى خارج الولايات المتحدة ومنها الدول العربية من شح المياه اللازمة لعملية الحفر لإستخراج الغاز والبترول الصخريين، وعمق رواسبه، والإفتقار إلى المهارات التقنية والفنية، وصعوبة تحديد المواقع الجغرافية للآبار؛
5. خلافا لما عليه الحال في الولايات المتحدة الأمريكية فيما يتعلق بتقنيات (الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي) تخضع هذه التقنيات الفنية في أوروبا مثلا لتدقيق مكثف من قبل مؤسسات بحثية محلية للحد من تأثيراتها السلبية على البيئة، حيث تُبذل الجهود للتريث في أعمال الحفر ريثما يتم التوصل إلى نتائج دراسات الأثر البيئي السلبية نتيجة إستخدام هذه التقنيات؛³
6. يذكر أن تكاليف إنتاج البترول والغاز الصخريين محاطة بقدر هام من عدم اليقين، خصوصا وأن العديد من الدراسات التي أجريت حول تلك التكاليف كانت نتائجها تشير إلى تفاوت في تقديرات المصادر المختلفة، بالإضافة إلى ذلك، فإن تلك التقديرات في العادة لا تعكس التكاليف الحقيقية كونها لا تأخذ بعين الإعتبار الآثار السلبية لتلك العمليات على البيئة. وتقدر وكالة الطاقة الدولية سعر نقطة التعادل للبترول الصخري بمحدود 64 دولار للبرميل لكنه وطبقا لبعض التقديرات، يتراوح سعر نقطة التعادل لبعض المكامن الرئيسية في الولايات المتحدة، وعلى أساس بترول غرب تكساس، ما بين أكثر من 50 دولار للبرميل وأقل من 70 دولار للبرميل⁴. كما يتميز كل مكمن من المكامن غير التقليدية بسلسلة من التحديات الفنية الخاصة بها، مما يسفر بدوره عن تكاليف إنتاج أعلى بالمقارنة مع المكامن التقليدية، وبينما تجعل الصعوبات الفنية من عملية إستخراج الغاز من مكامن الغاز الصخري أمرا مكلفا، فإن المشكلة هي أكثر تعقيدا في حالة مكامن البترول الصخري؛
7. هناك بعض التقديرات التي تشير إلى أن تكلفة حفر بئر للغاز الصخري في بولندا على سبيل المثال تزيد عن تكلفة حفر بئر في الولايات المتحدة بنسبة ثلاثة أضعاف، بالنظر إلى الإفتقار لصناعة خدمات تنافسية في بولندا؛⁵

¹ مجلة إضاءة، الغاز الصخري، معهد الدراسات المصرفية، السلسلة السادسة، العدد 08، الكويت، مارس 2014، ص02.

² جدوى الإستثمار، إنتعاش أسعار النفط: هل سيؤدي إلى إنتعاش النفط الصخري الأمريكي، يونيو 2016، ص03.

³ جمال عبد الله، ثورة الغاز الصخري وأثرها على إقتصاديات دول الخليج، مركز الجزيرة للدراسات، 3 أكتوبر 2013، قطر، ص05.

⁴ منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) ملخص دراسة واقع وأفاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في أمريكا الشمالية وإنعكاساتها على الدول الأعضاء، مرجع سبق ذكره، ص08.

⁵ مجلة إضاءة، مرجع سبق ذكره، ص04.

8. من الطبيعي أن تكون تكلفة إنتاج الصخري خارج أمريكا الشمالية أعلى بكثير من التكلفة الأمريكية لعدة أسباب، منها جيولوجي ومنها لوجستي، إلى جانب عوامل أخرى تتعلق بالقوانين البيئية التي تختلف عند بعض الدول. فجيولوجيا نجد أغلب الترسبات الجيولوجية في بلدان مثل أستراليا والصين ودول أخرى أكثر عمقا من الآبار الأمريكية، ما قد يزيد من مستوى التكلفة. أما الحالات اللوجستية، فمن المؤكد أن أغلب الدول، إن لم تكن كلها، لا تمتلك إلا نسبة قليلة مما تملكه الولايات المتحدة الأمريكية من أجهزة الحفر والمعدات الثقيلة الملازمة لها، إن جميع هذه العوامل تسهم في رفع قيمة التكلفة إلى مستويات قد تصل الضعف، ولذلك لم تحاول أي دولة خارج أمريكا إنتاج البترول الصخري بكميات تجارية حتى الآن، على الرغم من وصول سعر برميل البترول إلى أكثر من 100 دولارا.¹

¹ عثمان الخويطر، ظاهرة النفط الصخري، متاح على الموقع: <http://alhasnad.net/spip.php?article18620>

المبحث الثاني: ماهية الطاقات البديلة المتجددة

تعود بوادر الإهتمام بالطاقات المتجددة إلى سنوات السبعينات وبالأخص إلى الأزمة البترولية لسنة 1973 وتداعياتها على الدول المتقدمة، والتي إهتدت بالتفكير إلى إيجاد حلول جديّة تقضي على تبعية إقتصادياتها للبترول وعمدت بذلك إلى حتمية التوجه لتطوير مصادر طاقة بديلة تكون متاحة محليا. وبالرغم من تراجع ذلك الإهتمام بعد إنخفاض أسعار البترول في السوق الدولية في تلك الفترة، إلا أنه تزايد بصورة جلية خلال السنوات القليلة الماضية خاصة مع تنامي الوعي البيئي والتأكد العلمي من علاقة التغير المناخي بإستغلال الطاقات الأحفورية، وكذا تعالي النداءات العالمية الداعية لضرورة الحد من الإستخدام الجائر للمصادر الطاقوية الناضبة التي يقترب وقت نفاذ مخزونها وبذلك أصبح الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة أكثر إلحاحا، وبدأت معظم دول العالم توجه جهود البحث العلمي نحو هذه المصادر من أجل وضع مختلف أنواعها في خدمة إقتصادياتها. ومن خلال هذا المبحث سنتعرف على ماهية الطاقات البديلة المتجددة من خلال التطرق لمفهومها، أنواعها، وكذا نشأة وتطور أهم مجالاتها الإستخدامية، وفي الأخير نتناول الجوانب الإيجابية والسلبية وفقا لمختلف مصادر الطاقات البديلة المتجددة.

المطلب الأول: مفهوم الطاقات البديلة المتجددة

حتى تتكون صورة واضحة عن الطاقات البديلة المتجددة، نستهل مبحثنا هذا بالتطرق لمفهوم الطاقات البديلة المتجددة من خلال تناول مختلف التعاريف التي منحت لها والتي بالرغم من تعددها إلا أنها تشترك في المعنى الجوهرى لهذه الطاقات_ الديمومة-، تم نستعرض أهمية هذه المصادر على جميع المستويات.

أولا: تعريف الطاقات البديلة المتجددة

الطاقات البديلة المتجددة هي التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري،¹ إذ تتميز بقابلية إستغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى إستنفاد منبعها، وهي بذلك عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون كامن في باطن الأرض،² ولا يمكن الإستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإستخراجها ومعالجتها لتهيئتها للإستخدام. بتعبير آخر الطاقات المتجددة هي الطاقة المكتسبة من عمليات طبيعية تتجدد باستمرار وبالتالي فهي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة متوفرة في الطبيعة بصورة محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة باستمرار، وإستعمالها أو إستخدامها لا ينتج أي تلوث للبيئة فهي طاقات نظيفة،³ ونجد منها الطاقة الشمسية التي تعتبر في الأصل مصدر الطاقات الأخرى، وطاقة الرياح والمياه والحرارة الجوفية التي لا ينتج

¹ زرزور إبراهيم، المسألة البيئية والتنمية المستدامة، الملتقى الوطني حول إقتصاد البيئة والتنمية المستدامة، كلية علوم التسيير، المركز الجامعي بالمدينة، 2006/7/17، ص06.

² أبو شهاب المكّي، الطاقات المتجددة المستدامة، متاح على الموقع:

<http://www.Tkne-net/vb/t26579.html> consulté le 25-08-2015

³ علي رجب، مرجع سبق ذكره، ص 20-23.

عن إستخدامها أي تلوث أما حرق الكتلة الحية فينتج عنه بعض الغازات إلا أنها أقل من تلك الناتجة عن إحتراق الطاقات الأحفورية.¹

وفي هذا الإطار يمكن ذكر بعض التعاريف التي جاءت بها الهيئات والمنظمات الدولية التي تُعنى بالطاقة والبيئة:

1. تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC): تعرف الطاقة المتجددة على أنها كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب إستعمالها وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية، وإلى طاقة حركية بإستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء.²

2. تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA): تتكون الطاقات المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس، الرياح والمياه، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة إستهلاكها.³

3. تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP): الطاقة المتجددة عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزونا ثابتا ومحدودا في الطبيعة، بل تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة إستهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض.⁴

وللإشارة فمصطلح الطاقات المتجددة ليس بمصطلح جديد يعرفه العالم حديثا وإنما هي طاقة متاحة في الطبيعة تم إحلالها على مدى قرون مضت بالطاقات الأحفورية، وبذلك تأخر الإهتمام التجاري بمصادر الطاقة البديلة المتجددة إلى غاية أوائل السبعينيات وبالأساس إلى أزمة الطاقة لعام 1973 وإنعكاساتها على إقتصاديات الدول المتقدمة، والتي وجدت أن الحل المتاح للقضاء على تبعية إقتصادياتها للبتروول في تطوير مصادر طاقة بديلة محلية، إلا أن هذا الإهتمام سرعان ما تلاشى بعد إنخفاض أسعار البتروول في السوق العالمية. ومع تنامي الوعي البيئي والتأكد من علاقة التغير المناخي بحرق مصادر الطاقة الأحفورية، وبعد بروتوكول كيوتو وكذا الإستنزاف الكبير الحاصل في المصادر المعتمدة بات الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة أكثر إلحاحا، وبدأت الدول توجه جهود البحث العلمي نحو هذا المجال من أجل وضع مختلف أنواعها في خدمة إقتصاديات الدول حول العالم.

ثانيا: أهمية الطاقات البديلة المتجددة

إن الإعتماد على مصادر الطاقة البديلة المتجددة والنهوض بتطبيقاتها، يفتح المجال لتحقيق مكاسب على عدة مستويات منها:

¹ Chitour Chams Eddine, **Pour une stratégie énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030**, Office des publications universitaire, ALGERIE, 2003, p41.

² Edenhofer Ottmar, and others, **Renewable Energy Sources and Climate change mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, CAMBRIDGE University Press, USA, First published, 2012, p178.

³ وكالة الطاقة الدولية، على الموقع: www.iea.org

⁴ برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة، متاح على الموقع: www.UNEP.org

1. المستوى الإقتصادي: من خلال هذا المستوى تحقق الطاقات البديلة المتجددة ما يلي:

- تخفيض تكاليف الإمداد بالطاقة حيث تتمتع الطاقات المتجددة بقدرة تنافسية عند احتساب التكاليف الخارجية للتلوث البيئي والصراع السياسي، خاصة وأن الخسائر الناجمة عن التلوث البيئي أصبحت عامل يتمتع بأهمية إقتصادية، حيث تؤثر تكاليف إنبعاث ثاني أكسيد الكربون على تدفق الإستثمارات فيما يتعلق ببناء محطات جديدة لتوليد الكهرباء، وبالتالي فإن مصادر الطاقة المتجددة تساهم في تلبية إحتياجات الطاقة بصورة سليمة ومستدامة بيئيا مما يخفف تكاليف التلوث، إذ لا تصاحبها الحاجة إلى التخلص من النفايات أو مشاكل الإنبعاث، بالإضافة إلى إنخفاض تكاليف الإمداد حيث توفر الكهرباء في المناطق النائية، وهذا ما يفسر إرتفاع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في توفير الكهرباء في العالم حيث بلغت سنة 2010 حوالي 19.4%¹ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم وارتفعت إلى نحو 24.5% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم نهاية سنة 2016²؛
- تحقيق مردودية تصدير الطاقات التقليدية التي يتم توفيرها بمشروعات الطاقة المتجددة، إذ أن إستخدام الطاقات المتجددة سوف يؤدي إلى ترشيد إستهلاك البترول ومشتقاته، حيث يتم التقييم الإقتصادي للطاقات المتجددة على أساس السعر العالمي للبترول وليس السعر المدعوم محليا من قبل الدولة؛
- تحتاج مشاريع البنى التحتية كالمرافق الصحية والمستشفيات والمدارس خاصة النائية والصحراوية المعزولة إلى مصادر تمويلية ضخمة، ولكن إذا تم تصميمها بتقنيات البناء الخضراء حيث تستمد طاقتها من مصادر الطاقة المتجددة، فمن شأنها أن تقلل من تكاليف الربط بالطاقة، وتكاليف صيانة الأسلاك وتشبيد المحطات التقليدية، ومن شأنها كذلك أن تعمل على تحفيز الإستثمار في هذا المجال، وتساهم في توزيع الفرص العادلة بين جميع أقاليم البلد الواحد³؛
- تحقيق وفورات إقتصادية وبيز ذلك من خلال ما يمكن تحقيقه من إستغلال الطاقة المتجددة في تحلية المياه خاصة في المناطق الصحراوية، الساحلية والجزر الصغيرة، حيث أثبتت كفاءتها من الناحية الفنية والإقتصادية الأمر الذي دفع نحو الإهتمام بتطوير الطاقات المتجددة وتكنولوجياها، كما أن تكلفة توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة تسير نحو الإنخفاض تدريجيا، وهي في بعض الأحيان ووفقا للمكان تكون أقل من تكلفة توليد الكهرباء من المصادر التقليدية، حيث كانت تكلفة الكيلوواط ساعي في حدود واحد دولار سنة 1980 لتصبح الآن تقارب العشرين إلى الثلاثين سنتا فقط⁴؛

¹ REN21 Steering Committee, **Renewables 2011, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2011 p18.

² REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p33.

³ عدلي عماد الدين، دور المجتمع المدني في ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة: أفاق جديدة ومتجددة، الشبكة العربية للبيئة والتنمية، 2011، ص12، متاح على الموقع: www.raednetwork.org

⁴ محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، العدد 06، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2008، ص205.

- تحقيق الأمن الطاقوي من خلال العمل على تطوير محفظة متوازنة من مصادر الطاقة المتجددة الذي يساهم في التحول الإستراتيجي للدول المصدرة للبتروال إلى قطب هام في مجال الطاقة على المستوى العالمي، وبالتالي ضمان تلبية الطلب المتزايد على الطاقة محليا والإستمرار في التصدير للأسواق الدولية وبشكل مستدام.

2. المستوى البيئي: يشكل المستوى البيئي الدافع الرئيسي من إستخدام الطاقات المتجددة نظرا لظافتها مقارنة بمصادر الطاقة الأحفورية، والتي تعمل على تحقيق ما يلي:

- الحد من الآثار البيئية لإستهلاك الطاقة حيث أن إستخدام الطاقة المتجددة سوف يساهم بقدر كبير في التقليل من إنبعاث الغازات في الغلاف الجوي، وبالتالي التخفيف من ظاهرة الإحتباس الحراري، حيث بلغت الإنبعاثات الناتجة عن الطاقات التقليدية على المستوى العالمي حوالي 33432 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى سنة 2016¹، وبالتالي فإن إستخدام الطاقات المتجددة يعزز من مجهودات حماية البيئة، ومن ثم عدم تخصيص مبالغ إضافية لمعالجة الآثار السلبية للطاقات التقليدية؛

- الحد من تشكل وتراكم النفايات الضارة وبكافة أشكالها الغازية والسائلة والصلبة؛

- حماية كافة الكائنات الحية وخاصة تلك المهددة بالإنقراض وهذا لضمان التوازن البيئي؛

- حماية المياه الجوفية ومياه البحار والمحيطات والأنهار والأودية من التلوث ومنه حماية الثروة السمكية.

3. المستوى الإجتماعي: تنصب أهمية الطاقات المتجددة على المستوى الإجتماعي في النقاط التالية:

- تحسين فرص وصول خدمات الطاقة إلى المناطق البعيدة والنائية، حيث تسمح مثلا الطاقة الشمسية بتلبية إحتياجات السكان سواء في مجال الطبخ أو تسخين المياه وكذلك الإنارة والتدفئة، وهو ما يؤدي إلى تحسين المستوى المعيشي للإنسان، فهو يوفر على الدول تكاليف إيصال أعمدة الكهرباء أو أنابيب الغاز إلى تلك المناطق؛

- تقليص دائرة الفقر وتحسين نوعية الحياة، حيث توفر الطاقة المتجددة إمكانية تحسين وضعية الأفراد في المناطق الريفية، مما يخلق مجالا لتحسين نوعية الحياة بالإضافة إلى إستغلال إمدادات الطاقة المنخفضة التكاليف في رفع كفاءة خدمات التعليم والصحة والأمن الطاقوي؛

- المساهمة في تأمين الأمن الغذائي، نتيجة زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية بفضل تخلصها من الملوثات الكيميائية والغازية؛

- يتيح التوجه نحو إستخدام الطاقات البديلة المتجددة توفير عدد من الشرائح الوظيفية الجديدة في كثير من المجالات والتخصصات، بداية من الأبحاث والتصنيع إلى الخدمات والتركييب والصيانة والتوزيع وغيرها، حيث أتاح القطاع ما يزيد عن 9.8 مليون منصب عمل عالميا سنة 2016، منها 3955 ألف منصب عمل بالصين، ونحو 1058 ألف منصب عمل في البرازيل، وما يفوق 806 ألف منصب عمل في الولايات المتحدة الأمريكية.²

وبالنظر إلى أهمية مصادر الطاقة المتجددة تتجلى ضرورة إستخدامها فقد أصبحت شيء لا بد منه وسيجبر العالم في يوم من الأيام على إستخدامها لأنها ستكون المصدر الوحيد للطاقة، فهي تؤمن لنا التنمية المستدامة من خلال

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p47.

² REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p43.

تزويد المناطق النائية بمصدر بديل عن الطاقة التقليدية المكلفة في تلك المناطق، فضلا عن دورها في تحقيق الأمن الإقتصادي وفتح أسواق جديدة واعدة، كما تعتبر الطاقات المتجددة الحل الوحيد في فك النزاعات والأطماع القائمة على الطاقة التقليدية باعتبارها طاقة محلية تتوفر في كل أرجاء العالم بحسب مصادرها، دون أن نغفل دورها الفعال في المحافظة على البيئة والمحيط الذي نعيش فيه.

المطلب الثاني: أنواع الطاقات البديلة المتجددة

تأخذ الطاقات البديلة المتجددة أشكالا عديدة ومتنوعة بتنوع المصادر المستمدة منها، وهي عبارة عن موارد طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة ما دامت الحياة قائمة، ويمكن إستخدام بعضها بشكل دائم على مدار اليوم مثل طاقة الكتلة الحية، وبعضها على فترات متقطعة وذلك لإرتباطها بظواهر مناخية تتغير على مدار الوقت مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وتتميز ضمن هذه الأنواع مستوى ودرجة التحكم في التكنولوجيا اللازمة لإستغلالها فهناك مصادر بديلة متجددة تحتاج مستوى تكنولوجي في متناول غالبية دول العالم، وهي قيد الإستغلال والإستخدام ومصادر بديلة متجددة تحتاج مستوى تكنولوجي عال ورفيع ليس في متناول العالم حاليا، وهي لا تزال في مرحلة التجارب والأبحاث، ومن خلال هذا المطلب سوف نتناول أبرز الطاقات البديلة المتجددة المتعارف عليها عالميا.

أولا: الطاقة الشمسية*

هي تلك الطاقة المستمدة من الضوء المنبعث من الشمس والحرارة الناتجة عنها، وللشمس طاقة هائلة بكل المقاييس حيث تبعث أشعتها في كل الإتجاهات، وبالنظر إلى صغر حجم كوكب الأرض فإن سطحها لا يستقبل إلا مقدار ضئيل من الإشعاع الشمسي يتناسب مع مساحتها، وهذا الجزء من الإشعاع الشمسي تنعكس نسبة منه إلى الفضاء خارج الغلاف الجوي، ونسبة أخرى تمتص من طرف الغلاف الجوي والغيوم، أما ما يصل إلى سطح الأرض فيمثل جزء من 2000 مليون جزء من طاقة الشمس،¹ ورغم ذلك فإن هذه الطاقة الوافدة إلى الأرض تزيد عن إجمالي الإحتياجات العالمية من الطاقة بنحو 5000 مرة، بحيث أن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من أشعة الشمس لمدة ساعة و45 دقيقة تكفي لتلبية إحتياجات العالم من الطاقة لمدة عام.²

وتتميز الطاقة الشمسية بمواصفات تجعلها أفضل وأهم مصادر الطاقة البديلة المتجددة خلال القرن الحالي، والمرشح الأول لخلافة البترول، فهي طاقة هائلة يمكن إستغلالها في أي مكان، وتشكل مصدرا للوقود الذي لا ينضب، كما أنها طاقة نظيفة لا تنتج أي نوع من أنواع التلوث البيئي. وتتميز ضمن الطاقة الشمسية بين الطاقة الفوتوفولطية التي تعمل على تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الفوتوفولطية، وتقوم هذه التقنية على توليد قوة دافعة كهربائية كنتيجة لإمتصاص الإشعاع الشمسي؛ والطاقة الشمسية الحرارية التي من خلالها يتم تحويل الطاقة

* سنفضل أكثر حول الطاقة الشمسية في الفصول اللاحقة.

¹ Chitour Chams Eddine, **Op.Cit**, p41.

² مركز الدراسات والبحوث، إقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، غرفة الشرقية، السعودية، 2010، ص4.

الشمسية إلى طاقة حرارية بواسطة المجمعات أو المراكز الشمسية، وتستطيع الطاقة الحرارية أن تدير محرك حراري وبالتالي تتحول الطاقة الشمسية إلى طاقة ميكانيكية.

ثانيا: طاقة الرياح

طاقة الرياح هي "القدرة التي تمتلكها الرياح والتي تمكنها من تحريك الأشياء أي الطاقة الحركية (الميكانيكية) التي يمتلكها الهواء نتيجة الحركة"¹، وتعود طاقة الرياح في الأساس إلى الشمس، حيث يؤدي تسخين الهواء من خلال أشعة الشمس إلى تصاعد هذه الطبقات الهوائية الحارة إلى أعلى، تاركة تحتها فراغاً يتم ملؤه بالهواء البارد الذي ينساب كريح، وقد قدر العلماء أن 2%² من الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض تتحول إلى طاقة رياح، وهذا ما يمثل 30 مليون تيراواط ساعة في السنة، أي ما يعادل 350 مرة الإستهلاك العالمي للطاقة، حتى ولو أن 10% فقط من هذه الطاقة موجودة وحاضرة قرب سطح الأرض فإن الكمية الكامنة تبقى كبيرة، ويزيد مقدار هذه الطاقة على كمية الطاقة الكلية المستخدمة فعليا في العالم على مدار العام.

وتعد طاقة الرياح طاقة سريعة التأثير بالتغيرات في أشكال طبوغرافية المنطقة والأنماط المناخية لها، إضافة إلى التغير المكاني هناك تغير زمني حيث يسجل فرق في الطاقة المنتجة من الرياح خلال اليوم الواحد، وخلال الفصول وحتى من سنة إلى أخرى. والطاقة الريحية طاقة هائلة يمكن الحصول من خلالها على ملايين الكيلوواط من الطاقة، مما يؤهلها للعب دور هام في مجالات الطاقة البديلة المتجددة التي تخلف منتجات الوقود الأحفوري. فمن المتوقع أن تشكل طاقة الرياح 12% من الطاقة المستعملة في العالم في آفاق 2020، حيث مع إستعمال التكنولوجيا الحالية يمكن لطاقة الرياح أن تؤمن حوالي 53000 تيراواط ساعة في السنة، ويفوق هذا بمعدل مرتين طلب العالم المتوقع على الطاقة سنة 2020. وتمتلك الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ما يكفي من الرياح لتغطي أكثر من حاجتها من الطاقة بمعدل ثلاثة مرات.³

ثالثا: الطاقة المائية

قبل أن يكون الماء مصدرا للطاقة، فالماء ضروري للحياة ولا غنى للكائنات الحية عنه، فهو من أعظم نعم الله على خلقه. بالإضافة لذلك فقد سخر الله في المياه طاقة هائلة، فهي المركب الوحيد الذي يتواجد في الطبيعة على ثلاثة أشكال سائلة، صلبة وغازية، ويتحول من حالة لأخرى بإكتساب أو فقدان كمية من الطاقة الحرارية. ويكون الماء 71% من مساحة سطح الكرة الأرضية.⁴

وتعرف الطاقة المائية على أنها "الطاقة الكامنة أو القدرة التي تمتلكها الكميات الكبيرة من المياه سواء المسطحات المائية أو الجارية والشلالات حيث تكون القدرة الحركية للمياه في أعلى قيمة لها."⁵

¹ محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، مرجع سبق ذكره، ص32.

² مقلد رمضان محمد وآخرون، 2001، مرجع سبق ذكره، ص107.

³ نزار عوني البلدي، التنمية المستدامة: إستغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، الطبعة الأولى، دار دجلة، الأردن، 2015، ص273، 274.

⁴ محمد مصطفى محمد الحياط، الطاقة: مصادرها- أنواعها- إستخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص56.

⁵ أبو شهاب المكي، الطاقة المتجددة المستدامة، متاح على الموقع:

1. مصادر الطاقة المائية: تصنف مصادر الطاقة المائية في الغالب إلى مجموعتين رئيسيتين تتمثل في مصادر بحرية وأخرى نهرية.

أ. المصادر البحرية: وهي مصادر الطاقة المرتبطة بالمسطحات البحرية والمحيطية، والتي تتولد نتيجة لحركة الأمواج أو المد والجزر، وتعد من أهم المصادر المائية للطاقة إنتشارا بحكم إرتباطها بالمسطحات البحرية والمحيطية وتتمثل في:

- **الطاقة الناتجة من حركة الأمواج:** تعد حركة الأمواج من الظواهر الطبيعية التي تحدث في المسطحات المائية كالبهار والمحيطات، وهي عبارة عن اضطراب في المياه نتيجة سرعة الرياح، هذا الاضطراب يؤدي إلى إرتفاع وإنخفاض جزئيات الماء في حركة موجبة ومنتظمة، وإكتساب الأمواج لتلك الحركة يكون بفعل القصور الذاتي، والذي يعني الإستمرار في الحركة في خط مستقيم مولدا طاقة هائلة، إلا أن تلك الطاقة تتبدد عند إرتطام الأمواج بالساحل. ويمكن الإستفادة من حركة الأمواج من خلال بناء محطات بحرية على السواحل لتوليد الطاقة الكهربائية، وتزويد المناطق الساحلية بمصادر طاقة نظيفة.

- **الطاقة الناتجة من حركة المد والجزر:** حركة المد والجزر من الظواهر الطبيعية الناتجة عن التجاذب الحاصل بين كل من الأرض والشمس والقمر، والسبب الرئيسي لهذه الظاهرة هو قوة التجاذب الناتجة عن كتلة القمر على سطح الأرض المواجهة له، وتحدث عملية المد عندما يرتفع سطح البحر المواجه للقمر، إذ يندفع الماء ليغطي بعض مساحات الشاطئ، وعندما ينسحب الماء من تلك المناطق ينخفض سطح البحر وهذه هي عملية الجزر. ويتغير إرتفاع موجة المد، فقد لا يزيد عن 40 سنتيمترا وقد يصل هذا الإرتفاع إلى نحو 15 مترا، وهذا بالإنتقال من مكان لآخر، وكذلك حسب طبيعة شكل حوض البحر والشواطئ.

وقد إستخدمت طاقة المد والجزر في العصور القديمة في بريطانيا وفرنسا، حيث كانت تتوفر على طواحين لطحن الحبوب تعمل بتدفق مياه البحر أثناء المد والجزر، أما في المرحلة الحالية فيتم الحصول على طاقة المد والجزر ببناء سد فيه أنفاق توضع فيها توربينات يتم من خلالها توليد الكهرباء.

ب. المصادر النهرية: يرتبط أيضا مفهوم مصادر الطاقة المائية في الوقت الحاضر بمحطات توليد الطاقة الكهربائية التي تقام على مساقط الأنهار، ويتوافق مع إقامة هذه المحطات بناء السدود وتكوين البحيرات الإصطناعية لحجز مياه الأنهار، وضمان توفر كميات كبيرة من الماء تكفل تشغيل محطات الطاقة بشكل دائم. وتعود فكرة إنشاء محطات الطاقة على مساقط الأنهار إلى أواخر القرن التاسع عشر حوالي عام 1870 حين طرحت فكرة إنشاء محطة لتوليد الطاقة عند شلالات نيجارا بين كندا والولايات المتحدة الأمريكية، وتم تشغيلها عام 1895.

تعتمد كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد المائية النهرية على حجم كمية الماء وعلى مسافة سقوط الماء، فكلما إرتفعت قيمة أي من العاملين المذكورين أرتفعت قيمة الطاقة الكامنة في المحطة. ومن الطبيعي توفر مصادر الطاقة المائية النهرية في تلك المناطق التي تتوفر فيها الخصائص الطبوغرافية الملائمة لإقامة السدود وتكوين البحيرات مع توفر إرتفاع ملائم لسقوط المياه، ولا توجد تحديدات معينة على الإرتفاع الأمثل لسقوط الماء ذلك أن هناك أنواعا مختلفة من التوربينات التي تلائم مختلف إرتفاعات مساقط المياه. ومن أهم الأنهار المستغلة في توليد الطاقة الكهربائية نجد نهر

الأمازون في أمريكا الجنوبية، نهر الكونغو في إفريقيا، ونهر الراين في القارة الأوروبية، أما بالنسبة للدول العربية نجد السد العالي في مجرى نهر النيل ومنطقة سد الفرات في سوريا.

رابعاً: طاقة الحرارة الأرضية (الحرارة الجوفية)

تعرف طاقة الحرارة الأرضية بأنها طاقة حرارية كامنة في باطن الأرض، والتي تنشأ عن وجود العناصر المشعة في باطنها، وهي طاقة متواجدة في جميع دول العالم، إلا أنها ليست بنفس العمق، حيث أن حرارة الأرض تزداد كلما زاد العمق، وهو ما يعرف بالتدرج الحراري، وتبلغ درجة حرارة نواة الكرة الأرضية حوالي 2500 درجة مئوية إلى 3000 درجة مئوية¹، وتنخفض إلى أقل من 100 درجة مئوية عند الطبقة السطحية الخارجية.

1. مصادر طاقة الحرارة الأرضية: يمكن أن نقسم الحقول الجيوحرارية إلى ثلاثة أنواع هي:²

أ. **حقول البخار الجاف:** حيث تكون الطبيعة الغالبة لهذه الحقول هي وجود خزانات من أبخرة الماء على درجات حرارة عالية وتحت ضغط عال أيضاً، ويعتبر هذا النوع من الحقول أكثر ملائمة لأغراض توليد الكهرباء عبر نقل البخار في أنابيب لتشغيل توربينات لإنتاج الكهرباء؛

ب. **حقول المياه الساخنة:** يغلب على هذا النوع من الحقول وجود الماء الساخن، وقد يكون على درجات حرارة عالية وضغط عال أيضاً، مما يسمح في هذه الحالة بارتفاع درجة حرارته إلى أكثر من 100 درجة مئوية دون حدوث غليان بسبب وجود هذه المياه تحت ضغط عال، وحين يرتفع الماء إلى السطح ويتعرض إلى الضغط الجوي الذي هو أقل من الضغط المؤثر على الماء في باطن الأرض، فيتبخر قسم منه ويتم دفع ذلك البخار في أنابيب وتوصيله إلى توربينات لتوليد الكهرباء، أما الماء المتبقي فيمكن إستعماله لأغراض أخرى. وهناك نوع آخر من الحقول ذات المياه الساخنة لكن درجة حرارتها أقل من درجة الغليان، وتوجد تحت ضغوط منخفضة نسبياً بحيث تبقى في حالتها السائلة حتى حين وصولها إلى سطح الأرض. وتستخدم لأغراض صناعية وزراعية وطبية؛

ج. **حقول الصخور الحارة:** تتميز هذه الحقول بكونها لا تحتوي على مياه أو سوائل أخرى تسهل من عملية نقل الحرارة من باطن الأرض إلى سطحها. ويعتبر هذا النوع الأكثر شيوعاً، إلا أنه لم يستغل بعد والبحوث والدراسات جارية لإستغلاله.

خامساً: طاقة الكتلة الحية

الطاقة الحيوية هي الطاقة المستمدة من المواد العضوية كالنباتات، عظام ومخلفات الحيوانات والنفايات والمخلفات الزراعية والصناعية، ومن المنتجات الزراعية الغنية بالنشاء أو بالسكريات المستخدمة في إنتاج الطاقة الحيوية. وهناك أساليب وطرق متعددة لمعالجة مصادر الكتلة الحية وتحويلها لوقود صالح للإستعمال، منها طرق فيزيائية (مثل التجفيف والتكثيف وضغط الحجم) أو طرق حرارية (مثل الحرق المباشر أو الأكسدة) أو طرق كيميائية (مثل

¹ عمر شريف، إستخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة - دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر-، أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية، تخصص إقتصاد التنمية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر، باتنة، 2007، ص24.

² سعود يوسف عياش، مرجع سبق ذكره، ص 104، 103.

التخمير، التحلل الحراري والتفاعلات اللاهوائية).¹ وعمليات التحويل تؤدي في النهاية إلى الحصول على مواد صلبة أو سائلة أو غازية وهذه إحدى مميزات طاقة الكتلة الحية التي لا تتوفر في الطاقات المتجددة الأخرى حيث ينتج عنها الوقود الحيوي.

1. تصنيفات الوقود الحيوي: إن الوقود الحيوي هو ناتج من نواتج الكتل الحيوية ويشمل الإيثانول والديزل الحيوي، والميثانول ومشتقاته. ويستخدم الوقود الحيوي لتحرير الطاقة الكيميائية المخزونة فيه وذلك عن طريق إحتراقه في مكامن الإحتراق الداخلي، ويصنف الوقود الحيوي إلى الأنواع التالية:²

أ. الإيثانول: عبارة عن وقود حيوي سائل، ويعد من أهم أشكال الكحول المستخرج من تخمر الفضلات والحبوب بواسطة الكائنات الحية وبغياب الهواء، كما يتم إستخلاصه من قصب السكر والنشاء، ويتزايد إستخدامه في قطاع النقل كوقود بديل أو كمضاف للبنزين، حيث تتجه البحوث لتطوير هذا النوع من الوقود نظرا لإنخفاض نسبة ثاني أكسيد الكربون المنبعثة جراء إستخدامه؛

ب. الوقود الحيوي: هناك نوعان منه، الأول يسمى بالكازول أو الديزل الحيوي، وذلك بسحق كمية من الذرة وخلطها مع الكازولين، أما النوع الثاني فهو الميثانول وهو وقود سائل ينتج بطريقة التحلل الحراري حيث تتحلل الكتل الحيوية في درجات حرارة تزيد عن 300 درجة مئوية بعدم وجود الهواء (تحلل لاهوائي)؛

ج. الغاز الحيوي: والذي يسمى غاز الميثان حيث ينتج من فضلات الأوراق وإنتاج السكر وفضلات الحيوانات التي تخلط مع بعضها وتترك لتتحلل وتنتج غاز الميثان، وقد أمكن ذلك تحضير وصيف الغاز الطبيعي وهو غاز ميثان مطور يقترب من نوعية الغاز الطبيعي؛

د. إن الأنواع السابقة هي من الجيل الأول لمصادر الكتلة الحية، أما الجيل الثاني من الوقود الحيوي فيتم العمل على تطوير إستخلاصه من الطحالب، وذلك من أجل تفادي إستعمال المحاصيل الزراعية المستخدمة في طعام الإنسان، مع العلم أن كمية الوقود المستخرجة من الطحالب تزيد بمئة مرة عن تلك المستخرجة من المحاصيل العادية كقصب السكر، وما يزيد من أهميتها هو إمكانية زيادة حجم الوقود المستخرج عن طريق الهندسة الوراثية.

ومع زيادة الوعي البيئي وقرب نضوب المصادر التقليدية، زاد إهتمام الدول وخاصة منها المتقدمة بهذا النوع من الطاقة، وترجم هذا الإهتمام بإنتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي والذي يراهن عليه العلماء في حل جزء كبير من المشاكل التي يواجهها العالم خاصة بعد إثبات فعالية الإيثانول في مجال النقل، ومنه مساهمته بشكل فعال في التقليل من حجم الإنبعاثات الغازية الملوثة للبيئة، ومن أجل ذلك يبذل هؤلاء جهود معتبرة في سبيل خفض تكلفته، وجعلها تنافسية لمصادر الطاقة الأخرى، وحسب إحصائيات وكالة الطاقة الدولية بلغت مساهمة الكتلة الحية في إنتاج الطاقة الأولية في العالم حوالي 9.7% سنة 2015.³

سادسا: طاقة الهيدروجين

¹ موسى الفياض، عبير أبو رمان، الوقود الحيوي: الأفاق والمخاطر والفرص، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، الأردن، 2009، ص10.

² وكاع محمد، هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، مجلة فيلادلفيا الثقافية، العدد06، الأردن، 2011، ص119. (بتصرف)

³ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op.Cit, p6.

يعد الهيدروجين أصغر عنصر عرفه الإنسان، فهو غاز لا رائحة ولا لون له وليس بغاز سام، وله من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمقومات التي تجعل منه وقودا شاملا وناجحا¹، فهو الأخف والأنظف ومن الممكن تحويله إلى أشكال أخرى من الطاقة بكل فعالية وكفاءة، حيث أن إستعمال الهيدروجين في خلايا الوقود يولد الكهرباء ويطلق فقط بخار الماء، كما أن كفاءة السيارات التي تعمل على الهيدروجين أكثر بمرتين أو ثلاث من تلك التي تعمل بواسطة محرك البنزين². ضف إلى ذلك قدرته على التخزين والتي يتفوق بها على بقية الطاقات المتجددة الأخرى التي تعاني من عدم التواجد الدائم بنفس القدرة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح... الخ. ويعتبر الهيدروجين من أكثر العناصر تواجدا في الكون حيث يشكل 90% من الوزن الإجمالي له وعلى الرغم من تواجده الكبير في الكون إلا أنه لا يتواجد كعنصر مستقل على سطح الأرض، فهو يدخل في تركيب العديد من المواد أهمها الماء والمركبات العضوية التي تكون الأجسام الحية من نباتات وحيوانات، وبالتالي لا يعد مصدرا أوليا للطاقة وإنما مصدرا وسيطا لإنتاجها.³

1. طرق إنتاج الهيدروجين: تتعدد الطرق التي من خلالها يمكن إنتاج الهيدروجين وتمثل أهمها فيما يلي:

أ. **التحليل الكهربائي للماء:** تعد من أبسط الطرق المعتمدة للحصول على الهيدروجين من الماء وأكثرها إنتشارا وتعتمد على إمرار تيار كهربائي في الماء ليتحلل إلى مكوناته الرئيسية من هيدروجين وأكسجين، ويحتاج في ذلك إلى طاقة وجهاز يسمى بخلية التحليل الكهربائي. وتصل كفاءة هذه الطريقة إلى 80% إلى أنها تنخفض إلى نحو 30% إذا أخذنا بعين الإعتبار كفاءة تحويل الطاقة الأولية إلى كهرباء ومن ثم إلى هيدروجين؛

ب. **طريقة التحليل الحراري للماء:** يلزم لتحليل الماء إلى عنصريه بتسخينه المباشر إلى حوالي 3000 درجة مئوية أو أكثر، إلا أن الوصول إلى هذه الدرجة ليس سهلا، كما يصعب إيجاد أوعية أو مواد تتحمل مثل هذه الدرجة المرتفعة من الحرارة، لذلك يحاول العلماء تجنب هذه الصعوبات عن طريق إجراء التحلل الكهربائي على عدة مراحل على أن يستعمل حفاز كيميائي أو أكثر كأكسيد الحديد وثاني أكسيد الكبريت أو بروميد الكالسيوم والزنك، وذلك من أجل إجراء التفاعل في درجات حرارة أقل بحيث أعلى درجة تحتاجها هذه الطريقة في وجود الحفاز هي 730 درجة مئوية؛

ج. **تحضير الهيدروجين بتأثير الأشعة الشمسية المباشرة:** تستمد النباتات الخضراء الطاقة اللازمة لعملية التركيب الضوئي من الأشعة الشمسية، أما الهيدروجين اللازم لعملية الإرجاع فتحصل عليه النباتات من تحلل الماء إلى عنصريه الهيدروجين والأكسجين، وهذه العملية لا تتم إلا في وجود وسيط يسمى الكلوروفيل، وقد حاول العلماء في وجود أشعة الشمس ومادة الكلوروفيل تحليل الماء، وقد إستطاعوا إيجاد مركبات كيميائية تحل محل هذا الوسيط الطبيعي، بحيث وجدوا أنه بإمكان بعض الأملاح المنحلة في الماء القيام بهذا الدور بحيث تتأين الأملاح عند إذابتها

¹ رشيد بن شريفة وآخرون، الهيدروجين وخلايا الاحتراق: صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية وتوافق بيئي، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، طرابلس، 20-22 نوفمبر 2004، ص3.

² بيتر هوفن، ترجمة ماجد كنج، مصادر الطاقة المستقبلية: الهيدروجين وخلايا الوقود والتوقعات لكوكب أنظف، الطبعة الأولى، دار الفارابي، لبنان، 2009، ص9، 14.

³ صباح جاسم، ملف الطاقة البديلة: طاقات متجددة لحياة عصرية مستدامة، شبكة النبا المعلوماتية، متاح على الموقع: (بتصرف) www.anabaa.org (consulté le 9/09/2015).

في الماء إلى أيونات موجبة وسالبة، وتحت تأثير الأشعة الشمسية تأخذ هذه الأيونات أو تعطي إلكترونات أو أكثر من وإلى جزئ الماء مؤديا إلى تحلل الماء إلى أكسجين وهيدروجين.

وعن إنتاج الهيدروجين طبيعيا أكتشف العلماء بعض الأنواع من الطحالب والبكتيريا التي تقوم بإنتاج الهيدروجين كنتاج طبيعي، وتجري الأبحاث حاليا حول كيفية الاستفادة من تلك الطحالب في إنتاج كميات من الهيدروجين.

المطلب الثالث: المجالات الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة

تعددت المجالات الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة خلال السنوات الأخيرة، حيث عرفت توسعا ملحوظا فبعد أن كانت تقتصر على الطهي والتدفئة أصبحت اليوم تستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج الطاقة الحرارية والحركية. ومن خلال هذا العنصر سنتطرق بنوع من التفصيل لتطور المجالات الإستخدامية لكل نوع من مصادر الطاقات البديلة المتجددة بين الماضي والحاضر.

أولا: المجالات الإستخدامية للطاقة الشمسية

لقد عرف الإنسان منذ القدم بأن الشمس هي مصدر الحياة والقوة فوق الأرض، وقد إمتد تاريخ إستخدام الطاقة الشمسية إلى عصر ما قبل التاريخ، عندما يلتخدم الرهبان الأسطح المذهبة لإشعال ميزان المذبح، كما إستخدمها سكان أمريكا الجنوبية لتبادل الإشارات الضوئية عبر المسافات البعيدة وهذا عن طريق وضعهم للمرايا فوق قمم الجبال لتجميع أشعة الشمس وإشعال النيران، وفي عام 212 ق.م إستعمل العالم الإغريقي "أرخميدس" المرايا الحارقة التي وضعت بشكل يسمح بتركيز أشعة الشمس في بؤرتها حيث نجح بواسطتها في إحراق أسطول العدو الروماني دفاعا عن بلاده، وفي عام 1617م قام العالم سالمون دي كوكس بتفسير ما يسمى "بالموتور الشمسي"، وهو مجموعة من العدسات موضوعة في إطار معين مهمتها تركيز أشعة الشمس على إناء محكم به ماء، وعندما يسخن الهواء داخل الإناء يتمدد ويضغط على الماء ويدفعه فيخرج على شكل نافورة، وهذه تمثل مرحلة الإستخدام الضيق للطاقة الشمسية، أما في مرحلة الإستخدام الواسع للطاقة الشمسية، فقد تعددت مجالات إستخدام الطاقة الشمسية إذ شهدت عدة إختراعات منها إختراع العالم الفرنسي جورج بوفن أول فرن شمسي لطهي الطعام، وفي عام 1747 تمكن العالم الفلكي الفرنسي جاك كاسيني من صناعة زجاج حارق قطره 112 سم، مكنته من الحصول على درجة حرارة زادت عن ألف درجة مئوية كانت كافية لصهر قضيب من الحديد خلال ثواني. وخلال الثورة الفرنسية إخترع العالم المشهور "لافوازييه" جهازه المصنوع من عدد كبير من العدسات، ووضع عدسة كبيرة في مقدمة الجهاز كمحول ليجمع تركيز أشعة الشمس خلالها أشد ما يكون، واستطاع بواسطة هذا الجهاز أن يحصل على درجات حرارة عالية كانت كافية لصهر الحديد والبلاطين، وفي مرحلة الإستخدام المكثف بداية من سنة 1875 إخترع "موشو" آلة بخارية إستطاع بواسطتها من رفع درجة حرارة الماء إلى درجة الغليان، وإستعمل البخار لتدوير الآلات الصغيرة، وهو نفس المبدأ الذي إعتمه "شومان" في وضع جهاز لتوليد القوى الشمسية سنة 1911.¹ ومع إكتشاف البترول في منتصف القرن التاسع عشر أصبح المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، خاصة بالنسبة للدول الصناعية الكبرى التي كانت تسيطر على

¹ محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، مرجع سبق ذكره، ص32. (بتصرف)

إنتاج هذا المصدر من الطاقة، إلا أن الآثار البيئية الناتجة عن إستغلاله، وكذا توقعات نضوبه في المستقبل، أعاد الإهتمام بالبحث عن مصادر أخرى بديلة ومتجددة، وكانت في مقدمتها الطاقة الشمسية من خلال العمل على تطوير إستغلالها، وهذا ما تحقق مع إكتشاف مادة السيليكون والتي تتأثر مقاومتها الكهربائية بمجرد تعرضها للضوء. ولازالت التجارب والبحوث جارية بشكل مكثف على المستوى العالمي، وذلك لتبيان إمكانية إستخدام الشمس في توليد الكهرباء بشكل واسع وتجاري، وبتكلفة إقتصادية مقبولة، وتستخدم الطاقة الشمسية حاليا في العديدة من المجالات* تتمحور أساسا في التسخين الشمسي (منها تسخين المياه وبرك السباحة)، التكييف الشمسي (تدفئة وتبريد المباني)، الطبخ الشمسي (طبخ الطعام)، الإنتاج الكهربائي (توليد الكهرباء).

ثانيا: المجالات الإستخدامية لطاقة الرياح

يرجع تاريخ أول إستخدام لطاقة الرياح إلى العصور القديمة فقد إستعملها الفرس في إدارة الطواحين وضخ المياه وطحن الحبوب، كما كانت طواحين الهواء المنتشرة في هولندا أكبر عون لها على تخفيف مناطق بأسرها من ماء البحر وتحويلها إلى أراضي زراعية خصبة، وهناك بلدان جعلت منها القوة لري الأراضي الفلاحية من مياه الأنهار، كما إستعملها المسلمون في طحن الحبوب، وإستغلت الدانمارك الرياح إنطلاقا من إفتقارها لمصادر الطاقة، فكانت من الدول الأوائل التي عملت على إستغلال الرياح على نطاق واسع، حيث كانت تمتلك حوالي 33 ألف طاحونة هواء على إمتداد سواحلها وفي أراضيها سنة 1900، وتعود أولى تطبيقات إستخدام طاقة الرياح في توليد الكهرباء عام 1910 بالدانمارك حيث مدتها بطاقة لإدارة الآلات وإضاءة المنازل والمدن الصغيرة.

ومنذ الحرب العالمية الثانية إزداد الإهتمام العالمي بطاقة الرياح، حيث أنشأت الولايات المتحدة الأمريكية خلال تلك الفترة مراوح هوائية تتراوح طاقتها بين 13 و45 كيلوواط لتلبية حاجات المزارع الريفية النائية، وأجهزة تتراوح قدرتها بين 8 و19 كيلوواط لحاجات المنازل للإضاءة وسحب المياه الجوفية للشرب والطهي وري المزارع المحيطة بها.¹ ومع تطور إستغلال الطاقات الأحفورية وخاصة البترول، عرف إستغلال الرياح تراجعا ملحوظا، إلا أنه مع إرتفاع أسعار البترول خلال السنوات الماضية، وتفاقم المشاكل البيئية الناجمة عن إستغلال هذه الطاقات، أدى إلى إعادة النظر والإهتمام بجدية بطاقة الرياح كأحد البدائل المطروحة في توليد الطاقة الكهربائية ومعالجة المشاكل البيئية. وقد عرفت تكنولوجياها تطورا كبيرا ساهم في توسيع مجالات إستغلالها وكذا خفض تكلفتها بشكل واضح، بالإضافة إلى التقليل من عيوبها المرتبطة بتضاريس المنطقة والمناخ والفصول وسرعة الرياح. وتستعمل الرياح حاليا في الميدان الصناعي، فزيادة عن توليد الكهرباء عن طريق إختزان الهواء والإستفادة منه كهواء مضغوط يمكن إستخدامه في إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء، فهي تعمل على تحليل المياه إلى أكسجين وهيدروجين لإستعمالهما في مجالات مهمة.

* سوف نفضل أكثر في هذه المجالات في الفصول اللاحقة.

¹ عبد علي الخفاف، ثعبان كظيم خطير، الطاقة وتلوث البيئة، دار السيرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2007، ص95

ثالثا: المجالات الإستخدامية للطاقة المائية

تمثل الطاقة المائية مصدرا أساسيا من مصادر الطاقة المتجددة وتلعب دورا مهما في إمدادات الطاقة الأولية في العالم، ويعود تاريخ الإعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل إكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر حيث بدأ إستغلالها في رفع المياه للري وتشغيل بعض النواعير لإدارة العجلات والطواحين وآلات النسيج ونشر الأخشاب، إلا أن الإستخدام المباشر للطاقة المائية واجه العديد من المشاكل مما حد من التوسع في إستخدامها. وحاليا، وبعد أن دخل الإنسان عصر الكهرباء، بدأ إستعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية كما نشهده في العديد من الدول مثل النرويج، والسويد وكندا والبرازيل، ومن أجل ذلك تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وتبنى السدود والبحيرات الإصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة. وتشير التوقعات المستقبلية حول الطاقة المائية إلى زيادة تقدر بخمسة أضعاف الطاقة الحالية بأفاق عام 2020¹.

رابعا: المجالات الإستخدامية لطاقة الحرارة الأرضية

إن إستغلال طاقة الحرارة الأرضية أو كما تعرف بطاقة الحرارة الجوفية كان منذ القدم، حيث إستخدم الرومان المياه الطبيعية الساخنة في الإستحمام، ولم تستخدم لتوليد الكهرباء إلا في عام 1904 في إيطاليا، ثم في نيوزيلندا عام 1958، أما بالولايات المتحدة الأمريكية فتأخر إستخدامها إلى غاية 1960 في كاليفورنيا². وتعتبر إيسلندا الرائدة في مجال طاقة الحرارة الجوفية، فمنذ الثلاثينات من القرن الماضي نجحت في إستغلال الينابيع الساخنة على مستوى الجزيرة في سد جزء كبير من إحتياجاتها من التدفئة والكهرباء.

وتستخدم الحرارة الأرضية حاليا في تدفئة وتبريد المنازل وكذا الإستخدامات الزراعية والصناعية، وتخفيف المحاصيل في صناعة الورق والنسيج، كما تستخدم الينابيع الساخنة في بعض الدول لأغراض طبية وسياحية.

خامسا: المجالات الإستخدامية لطاقة الكتلة الحية

يعد الخشب من بين أوائل وأهم أنواع الطاقة التي إعتمدها الإنسان وسخرها لتلبية إحتياجاته، حيث لعب دورا مهما قبل إكتشاف الفحم والآلة البخارية وإستخدام الوقود الأحفوري، وقد أدى إنخفاض أسعار المصادر الأحفورية وكفائتها العالية إلى تراجع إستغلال الكتلة الحية خاصة في الدول المتقدمة، أما في الدول النامية فمازالت تشكل أهمية كبيرة خاصة في المناطق والقرى النائية حيث تستخدم في الطهي والتدفئة وكذا في بعض الصناعات التقليدية، وفي تلبية الإحتياجات الزراعية مثلا تخفيف التبغ.

ومع زيادة الوعي البيئي وقرب نضوب المصادر التقليدية، زاد إهتمام الدول وخاصة منها المتقدمة بهذا النوع من الطاقة، وترجم هذا الإهتمام بإنتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي، والذي يراهن عليه العلماء في حل جزء كبير من المشاكل التي يوجهها العالم خاصة بعد إثبات فعالية الإيثانول في مجال النقل، ومنه مساهمته بشكل فعال في التقليل من حجم الإنبعاثات الغازية الملوثة للبيئة، ومن أجل ذلك يبذل هؤلاء جهود معتبرة في سبيل خفض تكلفته وجعلها تنافسية لمصادر الطاقة الأخرى.

¹ هاني عبيد، مرجع سبق ذكره، ص220.

² ريتشارد هاينبورغ، ترجمة إنطوان عبد الله، سراب النفط: النفط والحرب ومصير المجتمعات الصناعية، الدار العربية للعلوم، 2005، ص234.

سادسا: المجالات الإستخدامية لطاقة الهيدروجين

تعود فكرة إستخدام الهيدروجين كمصدر للطاقة إلى بداية القرن العشرين، لكن هذه العملية واجهتها العديد من الصعوبات كإرتفاع تكلفة إنتاجه، كما أن فصل الهيدروجين عن الأكسجين عن طريق التحليل الكهربائي أو الحراري للماء يحتاج إلى طاقة، بالإضافة لحاجته لمادة أولية كالماء، ورغم كل ذلك فقد شهد خلال السنوات الأخيرة إهتماما متزايدا بالنظر لأهميته ومؤهلته التي تسمح له بأن يستخلف الطاقات التقليدية. وترجم هذا الإهتمام بتطوير طرق إنتاج الهيدروجين وخفض تكلفته ولو نسبيا، حيث نجح العلماء في مركز الطاقات المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية في إنتاجه بإستخدام الطاقة الشمسية، فقد إبتكروا جهازا يقوم بفصل الهيدروجين من الماء وتحويله لطاقة كهربائية في نفس الوقت بإستخدام أكثر من 12.5%¹ من الإشعاع الشمسي، ورغم ذلك فمازال الجهاز غير إقتصادي التكلفة.

كما إستخدمت وكالة النازا الهيدروجين في برنامجها الفضائي منذ سنوات، حيث أنه الوقود الذي يحمل سفن الفضاء إلى الفضاء الخارجي، وتقوم خلايا الوقود الهيدروجينية بتشغيل النظام الكهربائي للسفينة، وثبت بأن خلايا الوقود الهيدروجينية تنتج الكهرباء بفعالية عالية ولكن تكلفتها مازالت مرتفعة.² والمتاح حاليا هو إستغلال الهيدروجين كوقود للسيارات إما في صورته النقية وبالتالي لا ينتج عنه أي تلوث، أو مضاف للبنزين أو الديزل وبالتالي يخفض نسبة الإنبعاثات الملوثة من 30% إلى 40%.

المطلب الرابع: الجوانب الإيجابية والسلبية للطاقات البديلة المتجددة

تتميز الطاقات البديلة المتجددة بعدة خصائص إيجابية تتقدمها خاصية الديمومة وعدم النضوب كونها متجددة المخزون بإستمرار، كما أنها في الأغلب غير ملوثة للبيئة، بالإضافة إلى خصائص أخرى يتمتع بها كل مصدر على حدى، ورغم ذلك فهي لا تخلو من العيوب والسلبيات وربما تكون عوائق وصعوبات تحول دون تطبيقها وتطويرها على نطاق واسع يقارب نطاق إستغلال البترول مثلا، وهذا ما سوف نتناوله من خلال هذا المطلب.

أولا: الجوانب الإيجابية للطاقات البديلة المتجددة

1. الجوانب الإيجابية للطاقة الشمسية: تتمتع الطاقة الشمسية بالعديد من الميزات والإيجابيات التي تجعلها مفضلة وتتصدر بقية الطاقات المتجددة، ومن هذه المزايا نذكر ما يلي:
 - تعتبر مصدرا متجددا وغير قابل للنضوب، وبلا مقابل مما يسهل عملية إنشاء المشاريع المستدامة التي تعتمد في تلبية إحتياجاتها الطاقوية على الطاقة الشمسية؛
 - توفر الأمن البيئي، فهي طاقة نظيفة لا ينتج عن إنتاجها وإستغلالها أي تلوث³ وهو ما يكسبها أهمية مميزة خاصة في ظل تزايد حدة وخطورة المشاكل البيئية التي يعرفها العالم؛
 - عدم خضوع الطاقة الشمسية لسيطرة النظم السياسية والدولية والمحلية التي قد تحد من التوسع في إستغلالها؛

¹ Best for people magazine, fair use provisions, 2005, <http://www.arabic.people.com.cn/31657/index.html>

² عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص 29.

³ حسن أحمد شحاتة، مرجع سبق ذكره، ص 129.

- تتوفر الطاقة الشمسية في جميع الأماكن وتتوقف على شدة الإشعاع الشمسي الوارد إلى الأرض، حيث أنها لا تعتمد في تحويلها على أشكال الطاقة الأخرى، مما يجعلها قابلة للإستغلال في أي مكان؛
- بساطة وعدم تعقيد التقنية المعتمدة في تحويل الطاقة الشمسية إلى أشكال الطاقة المختلفة ولو نسبيا مقارنة بالطاقات الأخرى،¹ إضافة إلى توفر عامل الأمان بالنسبة للعاملين في مجال إنتاج الطاقة الشمسية مقارنة بمجال إستغلال الطاقات التقليدية²؛
- إمكانية إستخدام هذا المصدر بسهولة وفي مرافق حياتية متعددة، إلا أن أكثر الإستخدامات الحالية للطاقة الشمسية هو في مجال تسخين المياه في المنازل وبرك السباحة والتدفئة والتبريد كما يجري في أوروبا وأمريكا، أما في الدول النامية فتستعمل لتحريك مضخات المياه في المناطق الصحراوية، ولتوليد الطاقة الكهربائية في المناطق الوعرة والجبليّة، حيث تمثل هذه الطاقة ميزة مهمة لهذه المناطق من الناحية الإقتصادية حيث تُوفّر تكاليف الوقود واليد العاملة والصيانة.

2. الجوانب الإيجابية لطاقة الرياح: تعد طاقة الرياح ثاني مصدر للطاقات المتجددة بعد الطاقة الشمسية من

حيث الأهمية والإهتمام الدولي، وتتميز بالمزايا التالية:

- طاقة الرياح طاقة محلية متجددة تتحقق الإستفادة منها من خلال إمكانية إستخدامها مع بعض وسائل تخزين الطاقة، مثل البطاريات أو شبكات توليد الطاقة الكهربائية المائية ذات المضخات؛³
- لا ينتج عن إستغلالها أي غازات أو ملوثات بيئية؛
- توفر طاقة الرياح على إمكانات كبيرة في توليد الكهرباء حيث قدرت منظمة المقاييس العالمية حجم الطاقة الكهربائية الممكن توليدها بواسطة الرياح بنحو 20 مليون ميغاواط على المستوى العالمي، وهي إمكانات ضخمة يمكن أن تخفف ضغط الطلب على الطاقات الأخرى في حالة تحقق إستغلالها؛
- توفر تقنيات تشييد وتصميم توربينات الرياح مساحات شاسعة سواء في الحقول أين يمكن إستغلالها أيضا في الزراعة والرعي، أو في مياه الشواطئ حيث أنها تقع بعيدة عن النشاطات البشرية المهمة، وحتى أنه يمكن تشييدها فوق المباني؛
- توازن الطاقة جيد، فإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بتصنيع وتركيب وعمل توربين الهواء ومدة المعدل الوسطي لحياته وهو 20 سنة تسترجع بعد تشغيله من ثلاثة إلى ستة أشهر، ما يعني عمليا أكثر من 19 سنة من إنتاج الطاقة من دون تكلفة بيئية؛
- مصدر يعول عليه وقابل للتجديد، حيث تحرك الرياح التوربينات مجننا، ولا تتأثر بأسعار الوقود الأحفوري كما لا تحتاج للتنقيب أو الحفر لإستخراجها أو لنقلها لمحطة توليد أخرى.

3. الجوانب الإيجابية للطاقة المائية: تتمتع الطاقة المائية بجملة من المزايا والخصائص نذكر منها:

¹ مقلد رمضان محمد وآخرون، 2001، مرجع سبق ذكره، ص79.

² عبد علي الخفاف، ثعبان كاظم خطير، مرجع سبق ذكره، ص120.

³ المرجع السابق، ص96.

- تعد الطاقة المائية طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة لأن عملية توليدها وإستخدامها لا يتضمن أي من العمليات الملوثة للبيئة كالأحترق والتفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تنبعث منها الغازات، كما أنها لا تنتج نفايات صلبة؛

- سهولة توليد الطاقة الكهربائية منها، وكذا سهولة التحكم في هذه الطاقة حسب الحاجة مما له أهمية كبيرة في الصناعات الحديثة؛

- تتميز المحطة الكهرومائية بطول عمرها الافتراضي مقارنة بمحطة حرارية تعتمد على الطاقات التقليدية؛

- الطاقة المتولدة عن هذا المصدر ذات تكلفة أقل من أي مصدر من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

4. الجوانب الإيجابية لطاقة الحرارة الجوفية: تتميز طاقة الحرارة الأرضية بالمميزات التالية:

- طاقة نظيفة لا تخلف نواتج ملوثة للبيئة المحيطة بها؛

- طاقة الحرارة الجوفية طاقة هائلة متواجدة في كل دول العالم لا يمكن أن يستنفذ مخزونها في باطن الأرض مع مرور الزمن؛

- إن أنظمة النشاط الحراري الجوفي بإستعمال مضخات قاع الأرض الحرارية، يمكن إستعمالها في كثير من المناطق، فحتى في المناطق الثلجة والباردة تعطي نتائج فعالة. هذا الأمر يوفر على المستهلكين الكثير من المال وينقص من قيمة فواتير الكهرباء المنزلية.

5. الجوانب الإيجابية لطاقة الكتلة الحية: تتصف طاقة الكتلة الحية بخصائص وإيجابيات متعددة، نورد منها ما يلي:

- توفرها على مستوى مختلف مناطق العالم، وإستخدامها على نطاق واسع لتوليد الكهرباء والحرارة للتدفئة والتسخين؛

- تحتوي طاقة الكتلة الحية على 0.1% من الكبريت ومن 3% إلى 5% من الرماد، إضافة إلى أن حجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الكتلة الحية عند حرقها أو معالجتها يعادل الحجم المنبعث منه في عملية التركيب الضوئي، وهذا يعني أنها لا تطرح في الجو أي كمية إضافية من غاز ثاني أكسيد الكربون.

6. الجوانب الإيجابية لطاقة الهيدروجين: يحظى الهيدروجين بإهتمام واسع كوقود مستقبلي وكورث لأنواع

الوقود المعروفة في عصرنا هذا خاصة منها البترول، وينبع هذا الإهتمام من خصائصه ومميزاته المتعددة مقارنة مع الطاقات الأخرى، ومن هذه المزايا نذكر ما يلي:

¹ مقدار مهنا، محمد هاشم أبو الخير، مرجع سبق ذكره، متاح على الموقع:

http://www.arabency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=418&vid=

² أنظر كل من:

- السيد شوقي السيد، الطاقة المتجددة تحكم بيئي، متاح على الموقع:

<http://www.arab-eng/vb/t79308-html> (consulté le 20/09/2015)

- حافظ برجاس، محمد المجدوب، مرجع سبق ذكره، ص62.

- يعد الهيدروجين مصدرا غير ناضب ومتوفر بكميات كبيرة في الطبيعة وخصوصا في مياه البحار والمحيطات وهو دائم ومتجدد، إذ أن إحتراقه يولد الماء النقي الذي يمكن أن نستخلص منه الهيدروجين مرات متتالية وغير محدودة؛

- الهيدروجين عنصر قابل للإحتراق وذو محتوى حراري عال، ولا ينتج عنه أي غازات سامة أو ملوثة؛

- يمكن إستخدامه في المنازل بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين والتدفئة، كما يمكن إستعماله كوقود مستقبلي لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغييرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا، إضافة إلى إستخدامه في صناعة بعض الأسمدة الكيميائية ولتوليد الكهرباء؛

- سهولة نقله وتخزينه، فالهيدروجين يمكن نقله بشكل سائل أو غاز وسواء كان ذلك في صهاريج أو عبر شبكات الأنابيب، وهو ما يجعله وقودا مقبولا للإستهلاك، كما يمكن خزنه لفترات طويلة وإستعماله عند الحاجة دون أن يؤثر ذلك في خصائصه؛

- إن كمية الطاقة الحرارية التي يولدها الهيدروجين السائل أكبر بـ 2.75 مرة من الحرارة التي يولدها حجم مماثل لسائل من المشتقات البترولية، أما بالنسبة للهيدروجين الغازي فيحتوي على ثلث المحتوى الحراري للغاز الطبيعي. ولهذا فإن الهيدروجين يعتبر وقودا مناسباً للصواريخ والطائرات ذات السرعة العالية جدا، لأن إنخفاض كثافة الهيدروجين بالإضافة إلى محتواه الحراري، يجعل الطاقة الكامنة في خزان معين ملئاً بالهيدروجين السائل مثلا، أضعاف الطاقة الكامنة في أي وقود آخر يستخدم في نفس الخزان؛

- إن إنتاج الهيدروجين بإستخدام التحليل الكهربائي للماء، يؤدي إلى توفير الأكسجين الذي يستغل في عدة إستخدامات مثل إنتاج الفولاذ أو تنقية المياه الملوثة وغير ذلك.

ثانيا: الجوانب السلبية للطاقات البديلة المتجددة

بالرغم من الجوانب الإيجابية التي تتميز بها مختلف مصادر الطاقة المتجددة، إلا أنها لا تخلو من بعض العيوب التي تمثل الجوانب السلبية فيها، والتي تحد من التوسع في إستغلالها.

1. الجوانب السلبية للطاقة الشمسية: تعد الطاقة الشمسية أفضل مصادر الطاقات المتجددة من حيث النظافة

والديمومة، إلا أنها لا تخلو من عيوب وسلبيات التي تقف عائقا في وجه تطويرها وتوسيع إستغلالها، ومنها:

- مشكل الغبار الذي يؤثر على فعالية الجهاز المستقبل لأشعة الشمس، مما يؤدي إلى ضرورة التنظيف الدوري لهذه المستقبلات، وكذا مشكل حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين؛

- مشكل تخزينها حيث أنها طاقة غير متاحة بإستمرار، فهي لا تكون متوفرة طوال اليوم أو طوال السنة كالأيام الغائمة والممطرة وفي الليل، الأمر الذي يستدعي البحث عن آليات لتطوير أنظمة تخزين جديدة ومحسنة لتجاوز هذا المشكل، ومن تم توسيع إستغلالها وقت الحاجة إليها؛

- إن الطاقة الشمسية رغم توفرها إلا أنها غير مجانية لأن سعرها الحقيقي هو عبارة عن تكاليف المعدات المستخدمة في تحويلها من طاقة مغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية، وهذه التكاليف يجب العمل على خفضها لأدنى مستوى ممكن من أجل جعل الطاقة الشمسية طاقة تجارية قادرة على منافسة الطاقات الأحفورية وعلى رأسها البترول.¹

2. الجوانب السلبية لطاقة الرياح: يمكننا حصر أبرز سلبيات وعيوب عملية توليد الطاقة من الرياح فيما يلي:²

- عدم ثبات الطاقة الناتجة من هذا المصدر الطاقوي، فقوة وسرعة الرياح تتغير حسب الزمن في اليوم الواحد وحسب فصول السنة، فقد تكون رياح عادية أو عواصف، كما أنها تختلف من مكان لآخر؛

- الحاجة إلى مساحات كبيرة قد لا تكون متوفرة دائما، كما أن البعض يعتبرها تشويه للمناظر في بعض المناطق، إضافة إلى الضجيج الذي يرافق عملها، رغم أن التطور التقني قد قلص بشكل كبير ذلك الضجيج إلى حد عدم سماع أزيز المراوح إلا من مسافة قريبة جدا من التوربينات؛

- بعد مناطق إنتاج طاقة الرياح من مناطق الإستهلاك مما يتطلب إنشاء شبكات ربط ضخمة، ومن أجل التغلب على هذا المشكل تم تطوير نوع جديد من المزارع تعرف بالمزارع الريحية البحرية، إلا أن ذلك غير متاح لكل الدول على مستوى العالم؛

- يمكنها الإضرار بالتنوع البيولوجي، حيث يمكن أن تتسبب التوربينات خلال دوراتها في قتل أعداد هائلة من الطيور، خاصة في بعض الظروف المناخية مثل إنتشار الضباب أو في الليل بسبب الظلام الحالك؛

- ضعف كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من مزارع الرياح مقارنة بمساحة الأراضي التي تشغلها، فمثلا يلزم 50 ألف طاحونة هوائية قطرها 56 مترا لإنتاج طاقة كهربائية تعادل مليون برميل من البترول الخام.

3. الجوانب السلبية للطاقة المائية: يمكن إبراز بعض العيوب الناتجة عن توليد الطاقة من المصادر المائية في

التالي:

- قلة الأماكن الملائمة لإنتاج الطاقة من هذا المصدر، مثل قلة الأماكن ذات الفارق الكبير بين مستوى سطح المياه التي تصلح لإنتاج الطاقة من عملية المد والجزر؛

- التأثير على الحياة البرية نتيجة لبناء السدود وإقامة الخزانات المائية، والتي قد تجبر السكان على الرحيل فالسد العالي في مصر مثلا تسبب في ترحيل حوالي 80 ألف شخص؛

- إرتباط إنتاج الطاقة بكميات المياه في السدود وبفترات الجفاف، حيث تتوقف التوربينات عن الدوران في فترات الجفاف؛

¹ كريستوفر فلاهين، نيكولاس لينس، ترجمة محمد الحديدي، ما بعد عصر النفط : إقتصاد قائم على الطاقة الشمسية، الدار الدولية للنشر والتوزيع، مصر، 1992، ص34. (بتصرف)

² مخلفي أمينة، محاضرات حول مدخل إلى الإقتصاد النفطي (إقتصاد النفط)، مرجع سبق ذكره، ص82. (بتصرف)

- صعوبة نقل الكهرباء المولدة في المحيطات نظرا لبعدها عن الإنتاج عن اليابسة، بالإضافة لتعرضها للتخريب بسبب العواصف الريحية والمائية؛

- إرتفاع تكلفة إنجاز المحطات المائية، حيث يبلغ رأس المال اللازم لإنشاء محطة كهرومائية نحو أربعة أمثال ما يلزم لإنشاء محطة حرارية تستخدم الفحم أو البترول وتنتج نفس المقدار من الطاقة.¹

4. الجوانب السلبية لطاقة الحرارة الجوفية: تواجه عملية توليد الطاقة من الحرارة الأرضية عدة مشاكل وسلبات نذكر منها:²

- تعد هذه الطاقة باهضة التكاليف وذلك نظرا لوجودها على عمق كبير من سطح الأرض، وعليه فإن عمليات الحفر العميق التي تحتاجها هذه العملية مكلفة إلى حد كبير مقارنة مع الطاقات الأخرى؛

- قد تتسبب عملية الحفر في تسرب المياه إلى بعض الطبقات المسامية ولا تعود مرة أخرى إلى سطح الأرض؛

- خطورة التعامل مع الحرارة المنبعثة بقوة إلى سطح الأرض، وبالمقابل قلة الطاقة المستفاد منها، حيث أن

نظام البئر الحراري الجوفي يمكن أن يستخرج 10% من الحرارة الموجودة في المستودع الجوفي إلى سطح الأرض، ثم تقوم

المحطات الحرارية بالإستفادة بـ10% من هذه الكمية، مما يعني أن نسبة الإستخدام تصل إلى 1% فقط من الحرارة

الجوفية في موقع معين؛

- تأكل المعدات والآلات المستخدمة في الحفر للوصول إلى مكان الحرارة لاسيما إذا كانت الحرارة المتولدة في

صورة ماء أو بخار رطب؛

- المساحة المطلوبة لمد نظام الأنابيب قد يكون ممتدا وواسعا، وهذا الأمر قد يتطلب مساحة واسعة وكبيرة؛

- يمكن تطبيقها فقط في المياه الأكثر حرارة أو الحارة جدا، حيث أن بعض الأماكن تمتلك طبيعيا مياه جوفية

حارة لكنها ليست حارة بما فيه الكفاية لإنتاج البخار المطلوب لإدارة التوربينات.

5. الجوانب السلبية لطاقة الكتلة الحية: إن أهم ما يؤخذ على طاقة الكتلة الحية ما يلي:

- فقدان التربة لخصوبتها وخصوبتها بسبب إستعمال فضلات الحيوانات كوقود بدلا من إستعماله كسماد

للتربة؛

- توسع إستغلال الكتلة الحية في إنتاج الطاقة يؤدي إلى إختلال التوازن البيئي؛

- إنخفاض صافي الطاقة المستمدة من الوقود الحيوي خاصة الإيثانول؛

- تعد الطاقة المستخرجة من الكتلة الحية مكلفة جدا كما أنها تحتاج إلى طاقة أخرى لإنتاجها قد تعادل ما

ينتج منها أو يزيد.

¹ عبد علي الخفاف ، ثعبان كاظم خضير، مرجع سبق ذكره، ص81.

² أنظر كل من: - أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، مرجع سبق ذكره، ص 134، 135.

- حافظ برجاس، محمد المجدوب، مرجع سبق ذكره، ص60.

6. الجوانب السلبية لطاقة الهيدروجين: بالرغم من الإهتمام الواسع بالهيدروجين نظرا لخصائصه ومميزاته، إلا

أنه لا يخلو من العيوب ومنها نذكر ما يلي:¹

- إن الحصول على الهيدروجين ليس سهلا، والإعتماد الكبير على الغاز الطبيعي في إنتاج الهيدروجين حاليا لا يحل مشكلة نضوب الطاقات الأحفورية وكذا إنبعاث الغازات السامة وبعض الملوثات، كما أنه مكلف وليس من الإقتصاد تحويله إلى هيدروجين في الوقت الحالي؛

- يؤمل في المستقبل إستخدام الطاقة المتجددة وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية لإنتاج الهيدروجين وذلك بأن تقوم الطاقة المتجددة بإنتاج الكهرباء وإستخدام التيار الكهربائي لفصل الماء إلى مكوناته الهيدروجين والأوكسجين عن طريق محلل كهربائي، ولكن هذا الأسلوب أيضا مكلف للغاية وكفاءته منخفضة ويحتاج إلى جهد وسنوات لتنفيذه. إلا أنه أحد الأساليب القليلة المجدية في المستقبل لإستعمال الطاقة المتجددة؛

- إنخفاض الطاقة في وحدة الحجم من الهيدروجين وهو ما يعني الحاجة إلى خزانات كبيرة للإحتفاظ به إلى وقت الحاجة؛

- إرتفاع تكاليف إنتاج الهيدروجين فمن أجل إنتاج متر مكعب منه في معظم الأجهزة المنتشرة حاليا نحتاج من 4.5 إلى 4.8 كيلوواط/ ساعة، ومن أجل خفض التكاليف تركز الأبحاث على تحسين المردود لهذه الخلايا؛

- صعوبة فصل الهيدروجين عن الماء لأن ذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة، فهناك طرق عدة لفصل الهيدروجين عن الماء، إما بواسطة التحليل الكهربائي الذي تستخدم فيه كميات من الطاقة أكثر من الطاقة المنتجة، وإما بالطرق الحرارية الكيميائية، وهي طرق معقدة ومكلفة وتحتاج إلى درجة حرارة تبلغ نحو 2000 درجة مئوية؛

- هناك مخاوف عديدة من الأخطار الكامنة في إستعمال الهيدروجين وخاصة الغازي منه، لأنه غاز قابل للإنفجار عند إمتزاجه بالهواء، أو تعرضه للحرارة أو للهب أو لإتماس كهربائي بسيط.

إن هذا كله يوضح أنه لا تزال هناك هوة واسعة تقنيا واقتصاديا بين الواقع والآمال المتعلقة بطاقة الهيدروجين والتي لا تزال في مراحلها الأولى وتحدياتها التكنولوجية كبيرة وإقتصادياتها محدودة وبحاجة إلى المزيد ومن التطوير، وبالتالي فإن إمكاناتها المستقبلية وقدرتها على إستبدال الطاقة الأحفورية خاصة البترول غير متوفرة في المستقبل القريب على الأقل. وبالرغم من العيوب والسلبيات المتعددة لمختلف مصادر الطاقة البديلة المتجددة، إلا أن خصائصها وإيجابياتها تتفوق عليها، ومع قرب نضوب الطاقات الأحفورية وتفاقم المشاكل البيئية، فإن مثل هذه الظروف تدفع بتكثيف الجهود من أجل تخفيض تكاليف إنتاج الطاقات المتجددة وكذا رفع كفاءتها وإستغلال إيجابياتها من خلال وضعها في الإطار الصحيح لإستخلاف الطاقات الناضبة، الأمر الذي يدعم عملية التنمية المستدامة خاصة في شقيها البيئي.

¹ أنظر كل من: - ريتشارد هاينبرغ، ترجمة أنطوان عبد الله، سراب النفط: النفط ومصير المجتمعات الصناعية، الدار العربية للعلوم، لبنان، 2005، ص230.

- حافظ برجاس، محمد المجدوب، مرجع سبق ذكره، ص68.

المبحث الثالث: إجراءات تبني الطاقات البديلة المتجددة ضمن منظومة الطاقة العالمية

في ظل التغيرات المناخية الكبيرة التي يعيشها العالم وكذا تزايد مخاطر نضوب الطاقات التقليدية، أصبح لزاما على المجتمع الدولي توجيه الجهود صوب المصادر البديلة المتجددة، وكذا توجيه الإستثمارات الجديدة نحو إستغلالها وتدعيم ذلك بإجراءات وإستراتيجيات واضحة وعملية للإستفادة من هذه المصادر النظيفة وغير الناضبة بشكل أكثر كفاءة. وقبل التعرف على أهم الإجراءات والآليات المتبعة لنشر وتنمية الطاقات المتجددة، سنستهل هذا المبحث بالتعرف على ملامح منظومة الطاقة العالمية الحالية وموقف العالم من التوجه نحو الطاقات البديلة المتجددة، وفي الأخير نتطرق لمتطلبات هذا التحول وأهم العراقيل التي تواجه مسار الإنتقال للطاقات البديلة المتجددة.

المطلب الأول: ملامح منظومة الطاقة العالمية الحالية وموقف العالم من التوجه للطاقات البديلة المتجددة

نهدف من خلال هذا المطلب إلى الكشف عن أبرز مظاهر المشهد الطاقوي العالمي الحالي ومواطن الإختلال التي يتضمنها، ومن ثم التقصي عن موقف الأطراف الفاعلة في السوق العالمية للطاقة من التوجه صوب المصادر الطاقوية البديلة المتجددة، لأنه من خلال هذين العنصرين يمكننا التعرف مبدئيا ولو جزئيا على جدوى اللجوء إلى الطاقات المتجددة على المستوى العالمي.

أولا: مميزات ولامح منظومة الطاقة العالمية الحالية

إن المتتبعون للمشهد الطاقوي العالمي يجمعون على مدى إختلال المنظومة الطاقوية العالمية الحالية والتي يمكن إبراز أهم ملاحظاتها فيما يلي:

1. منظومة قائمة على موارد طااقوية ناضبة: حيث يتميز النموذج الحالي للطاقة بهيمنة مصادر الطاقة الأحفورية على مجمل أركانها، إذ بلغت مساهمتها ضمن إجمالي الإستهلاك العالمي من الطاقة الأولية سنة 2016 حوالي 85.5%¹، ونسبة 75.5% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية نهاية سنة 2016²، وبهذا تعد الطاقات الأحفورية المكون الأساسي للمزيج الطاقوي العالمي وبدرجة أقل الطاقة الكهرومائية والطاقة النووية.

وعلى إمتداد القرن الماضي شكل البترول ولايزال حتى الآن المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، فرغم سياسات تنويع المصادر الطاقوية التي تنامت عقب الصدمة البترولية لسنة 1973، والتي أدت إلى تخفيض مساهمته ضمن إجمالي إستهلاك الطاقة في العالم من 45% في تلك الفترة إلى نحو 33% أواخر سنة 2016، إلا أنه يبقى المصدر الأول للطاقة عالميا، أما فيما يخص الفحم والذي إرتبط بالثورة الصناعية خلال القرن التاسع عشر، فيبقى مكونا أساسيا للمنظومة الطاقوية العالمية حيث يحتل المرتبة الثانية بعد البترول، وقد عرف إستهلاكه تزايدا منذ 1973 رغم تراجع نسبة مساهمته في إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة إذ بلغ نهاية سنة 2016 نحو 28%³، وعلى العكس من ذلك فإن الغاز الطبيعي يشهد توسعا في الإستهلاك يترافق مع زيادة حصته ضمن محفظة الإمدادات الطاقوية نتيجة لإعتماده

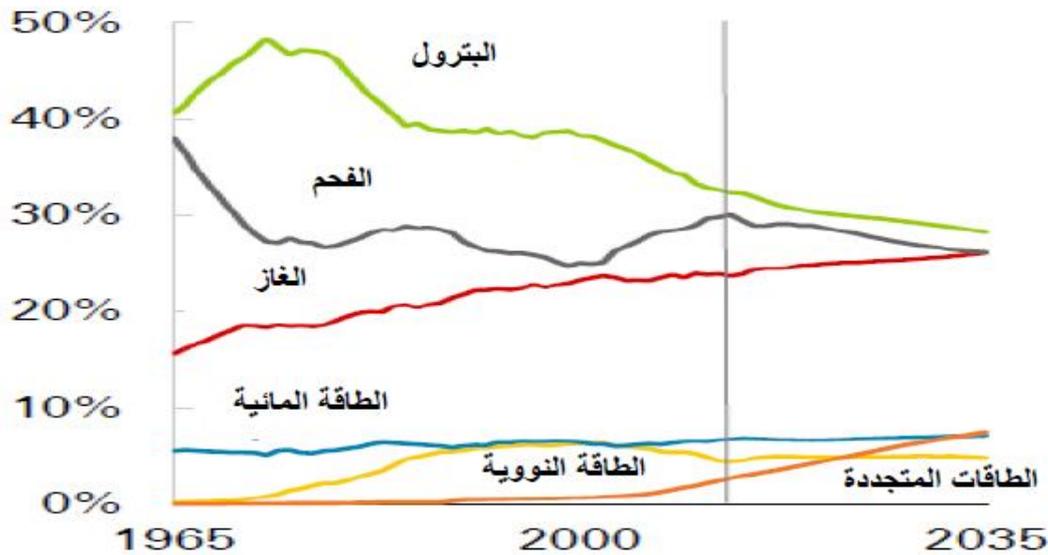
¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op.Cit, p9.

² REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p33.

³ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op.Cit, p9.

كوقود بديل للبتروك منذ سنة 1973¹، وكذا خصوصيته البيئية مقارنة مع البترول والفحم، ويبدو أن هذا السيناريو سيستمر خلال القرن الحالي. وبالرغم من التوجه العالمي نحو الطاقات المتجددة ستبقى الطاقات الأحفورية المسيطر الأول على هيكل الميزان الطاقوي العالمي بنسبة تتراوح نحو 80% من إجمالي الإنتاج العالمي للطاقة أفق 2035 كما هو موضح في الشكل رقم (7.2)، كما يلاحظ حول منظومة الطاقة الحالية أنها مهددة بنذرة ونضوب مواردها على المددين المتوسط والطويل، حيث أن استمرار إستغلالها بالمستوى الحالي سيؤدي إلى نفاذ إحتياطاتها في حدود 153 سنة بالنسبة للفحم، وبأقل من ذلك بالنسبة للبتروك والغاز الطبيعي في حدود 50 و52 سنة على التوالي حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2016²، بالرغم من وجود تفاوت بين مختلف المناطق في العالم للمدة المقدرة لنضوب تلك الإحتياطيات.

الشكل رقم (7.2): التوزيع النسبي لمساهمة مختلف مصادر الطاقة في إنتاج الطاقة الأولية إلى غاية سنة 2035



Source: British petroleum, Energy Outlook to 2035, 2016, p14.

2. عدم العدالة في توزيع الموارد الطاقوية: يتميز الوضع الحالي للطاقة في العالم بإنعدام العدالة في توزيع مصادر الطاقة على السكان حيث يشير المجلس العالمي للطاقة أنه ما يزيد عن ربع سكان العالم لم تصل إليهم بعد خدمات الطاقة³، ويقطن معظمهم الدول النامية، وتحت ضغط النمو السكاني في هذه الدول فإن أعداد السكان الذين لا يستفدون من خدمات الطاقة مرشح للإرتفاع مستقبلا، حيث من المتوقع أن يبلغ تعداد سكان الدول النامية في أفق سنة 2020 نحو 85% من سكان العالم وعلى الأرجح سيصل إستهلاكهم ما يقارب 55% من الطاقة العالمية.

¹ OCDE, Energie : les cinquante prochaines années, Paris, 1999, p20.

² British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op.Cit, p12,26 ,36 .

³ Commission des communautés européennes, livre vert : une stratégie européenne pour une énergie sure, compétitive et durable, Bruxelles, mars 2006.

بالإضافة إلى الحرمان من الطاقة فإن إستهلاك الفرد من الطاقة يتباين بشكل كبير بين مختلف مناطق العالم، حيث يعيش ما يقارب 70% من سكان العالم عند مستوى يصل فيه متوسط نصيب الفرد من إستهلاك الطاقة تقريبا ربع مثيله في أوروبا وسدس مثيله في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي العديد من الحالات يحول هذا الوضع دون تحقيق الحد الأدنى للنمو الإقتصادي.

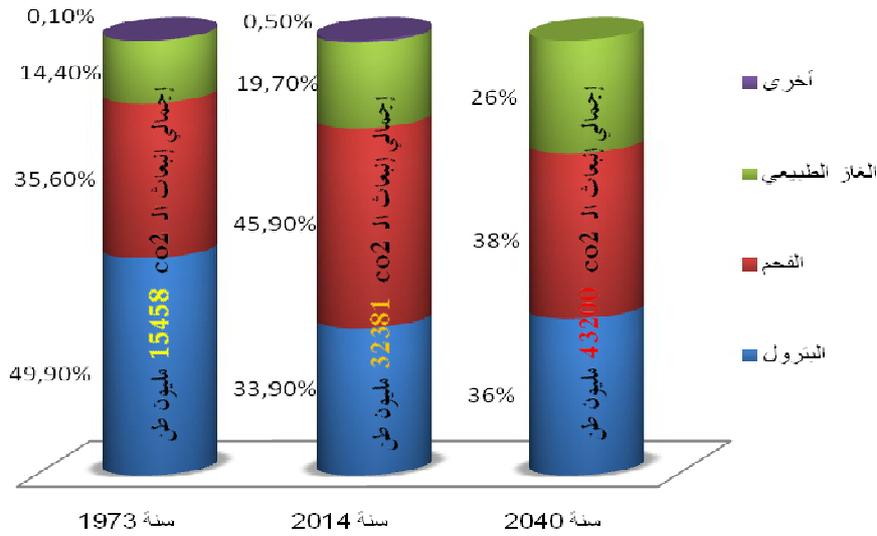
3. تفاقم الإنعكاسات البيئية الناجمة عن منظومة الطاقة الحالية: يتسبب إستغلال الطاقة بالعديد من المشاكل الخطيرة التي تهدد البيئة وبشكل مباشر صحة و حياة الإنسان على الأرض، نظرا لما تحدته هذه الملوثات من أضرار جسيمة على الهواء والمياه والتربة لا يمكن تعويضها في الكثير من الأحيان، والخطير في الأمر هو أن تأثير هذه المخاطر لا ينحصر في مكان معين وإنما يمكن أن يكون محليا كالضباب، أو إقليميا وعابر للحدود، أو ذو بعد عالمي شامل كالإحتباس الحراري الذي يشكل الإنشغال الأول للعالم اليوم.

وترتبط المنظومة الطاقوية الحالية بصورة مباشرة مع مشاكل بيئية متعددة، ولعل أكثر المخاطر البيئية إرتباطا بها هو الإرتفاع المتزايد لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينعكس على تسارع وتفاقم التغيرات المناخية العالمية، فمنذ سنة 1750 عرف تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون إرتفاعا في الجو بنسبة 30%، وحسب الخبراء فإن كوكب الأرض لم يشهد مثل هذا المستوى لغاز ثاني أكسيد الكربون منذ 420 ألف سنة¹، ويرجع هذا الإرتفاع بالأساس لعاملين رئيسيين؛ الأول يتمثل في إحتراق الوقود الأحفوري من بترول، فحم حجري وغاز طبيعي، حيث يمثل إستهلاك الوقود الأحفوري ما يقارب ثلاثة أرباع الإنبعاثات، والثاني يشمل إزالة الغابات وقطع الأشجار بشكل مفرط.

وقد بينت بعض الدراسات (كما يوضحه الشكل رقم "8.2") أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو قد بلغت 15458 مليون طن نهاية سنة 1973 وهذا التركيز يأخذ منحى تصاعدي مع زيادة كمية الوقود المستغلة وزيادة مساحة الغابات التي تفقد سنويا لأغراض مختلفة، وقد بلغ تركيز الـ CO₂ في الجو سنة 2014 نحو 32381 مليون طن، ويتوقع لتركيز الـ CO₂ أن يستمر في الإرتفاع في السنوات القادمة مع إستمرار إستحواذ الطاقات الأحفورية على القسم الكبير من الإستهلاك العالمي للطاقة في العالم، حيث يتوقع سنة 2040 أن يصل تركيز الـ CO₂ في الجو نحو 43200 مليون طن، إذ سيمثل البترول 36% من حجم الإنبعاث، الفحم 38% والغاز الطبيعي 26% من إجمالي تركيز الـ CO₂.

¹José Romero et Kaspar Meuli, *La fièvre monte inexorablement*, environnement, N°02, Berne, 2003, p6.

الشكل رقم (8.2): تطور إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم خلال الفترة (1973-2040)



المصدر: أنظر كل من:

-International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2016, p44.-U.S. Energy Information Administration, **international energy outlook**, 2016, p141.

4. منظومة طاقة غير آمنة - المخاطر الناجمة عن الطاقة النووية-: تحتل الطاقة النووية المرتبة الثالثة بعد كل من الطاقات الأحفورية والطاقة الكهرومائية ضمن هيكل الإستهلاك العالمي للطاقة بنسبة تقدر 4.4 % سنة 2016¹، ورغم أن الكثيرين ينظرون إليها على أنها طاقة نظيفة وبديلا مثاليا للطاقات الأحفورية خاصة في توليد الكهرباء لكونها لا تصدر غازات الإحتباس الحراري، إلا أنها في الواقع ليست آمنة وتنتج نفايات ومخلفات خطيرة جدا تنبعث منها إشعاعات يمكن أن تؤدي إلى الإصابة بحروق وأضرار بيولوجية مميتة، كما تؤدي الجرعات الخفيفة نسبيا من الإشعاعات إلى تغيرات في نشاط الخلايا الحية ينتج عنها أمراض السرطان وإصابات جينية تتناسب مع حجم الجرعة من هذه الإشعاعات، ومن أهم المجالات التي يحدث فيها تلوث للبيئة وتسرب للإشعاعات نجد حوادث المفاعلات النووية التي تعد أهم وأشد مصادر التلوث، وخير مثال ما حدث في حادثة تشيرنوبيل بأوكرانيا سنة 1986 حيث تسببت في وفاة 32 شخصا وترحيل نحو 13500 شخصا من المنطقة المحيطة لموقع المفاعل، والتي تم إعلانها منطقة محظور التواجد فيها بمساحة قدرت بـ 300 كيلومتر مربع²، ولم يكن للحادثة أثر محلي فقط بل أخذ بعدا عالميا فقد إنتقلت السُّحُب للدول المجاورة، وإنتشرت الإشعاعات في مناطق واسعة من العالم³، ضف على ذلك حوادث سبقت وتلت حادثة تشيرنوبيل، ومنها أزمة اليابان النووية "فوكوشيما" في بداية سنة 2011، حيث أدت هذه الأزمة

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op.Cit, p9.

² أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، مرجع سبق ذكره، ص83.

³ محمد مختار اللبايدي، دور مصادر الطاقة المختلفة في تلوث البيئة وإمكانات الحد منها، مجلة النفط والتعاون العربي، مجلد 18، عدد65، الكويت، 1993، ص79.

إلى إعادة النظر في مركبات المفاعلات النووية لدى الدول الصناعية من حيث ضمان أكثر لمعايير الأمان والسلامة فيها.

5. تذبذب وإنفلات في أسعار المصادر الطاقوية (خاصة البترول): يعد البترول سلعة إستراتيجية تخضع لضغوط السوق، وأقل ما توصف به أسعاره حاليا هو أنها حالة "إنفلات" تؤثر تأثيرا مباشرا على كل المنتجات ذات الصلة، وتضع أعباء متزايدة على الدول النامية والتي تعاني إقتصادياتها من ديون تثقل كاهلها، وتضعها في دائرة مفرغة لا تصل بها إلى حافة النجاة اللهم إلا إذا إهتمت بتطوير بنيتها التعليمية طبقا لمعايير موثوق بها لتدفع بها إلى مصاف المتميزين علميا وتقنيا، من ناحية أخرى يعمل إرتفاع أسعار البترول إلى دعم وحفز التوجه نحو المصادر البديلة خاصة بالدول المتقدمة، والتي أصبحت بعض تقنياتها في موضع منافس مع البترول (إنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الرياح، إستخدام السخانات الشمسية في أغراض تسخين المياه بالمنزل والمصانع، .. وغيرها). ومن المعروف أن أي تغير -ولو كان طفيفا- في أسعار الطاقة يؤثر بشكل مباشر على أسعار المنتجات المستهلكة لها، ويكفي أن نعرف أن تكلفة الطاقة في إنتاج بعض السلع تبلغ نسبة كبيرة، فعلى سبيل المثال تمثل نسبة الطاقة 30% في تكلفة إنتاج الحديد والألمنيوم، أما الأسمت فتصل مشاركة الطاقة فيها إلى 55%.¹

لذلك فالعالم في حاجة إلى حلول سريعة يجني نتائجها على المدى القصير أو المتوسط كأقصى تقدير، ومنها العمل الجدي على تنوع مصادر الطاقة البديلة بهدف تقليل الإعتدال على البترول والغاز الطبيعي، وذلك في إطار خطة عمل متكاملة تشمل الدول المنتجة والمستهلكة لهذه المصادر، والدخول في شركات فيما بينها تسمح بتطوير أساليب الحصول على الطاقة من مصادر نظيفة، مع نقل هذه التكنولوجيا إلى جميع الشركاء على حد سواء، كما أن دول العالم في حاجة إلى شراكة تقوم على أساس التعاون والتشارك وليس على أساس جانب قوي وآخر ضعيف.²

ثانيا: موقف العالم من التوجه نحو الطاقات البديلة المجددة

مع إرتباط تلوث الجو بمصادر الطاقة الأحفورية وكذا بأنشطة الإنتاج والتصنيع، سلكت العديد من الدول خطى ناجحة في مجالات التقنين والترشيد الخاص بإستراتيجيات إستغلال الطاقة، وذلك بإدخال أساليب وتكنولوجيات نظيفة للإنتاج، وإستخدام الأدوات الإقتصادية الحافزة لترشيد الإستهلاك والحد من التلوث، فإتخذت العديد من الدول عددا من الإجراءات منها الإقتصادية على شكل التدخل في الأسعار، والترشيدية كترشيد الإستهلاك وتكنولوجية مثل إستخدام الوقود الأنظف، وإجراءات قانونية كتطبيق المعايير والقوانين البيئية، وقد أيقن العلماء منذ سنوات عديدة بإمكانيات الطاقات المتجددة، وكفاءتها في إمداد المجتمع بالطاقة غير الملوثة للبيئة. وبما أن الطاقات البديلة المتجددة لن تتمكن من توفير ما يحتاجه العالم من الطاقة المستخدمة حاليا في المدى القريب، حيث يصعب تعويض الكميات المستهلكة من البترول على الأقل في المستقبل القريب، إلا أنه من المتوقع أن تتجه أغلب الدول لإستخدام مزيج طاقي تقليدي ومتجدد إلى حين التمكن من التحكم في تكنولوجيا وتكاليف الطاقات المتجددة.³

¹ محمد مصطفى محمد الخياط، ترشيد الطاقة في الصناعة، دورة ترشيد الطاقة بالقاهرة - الإسكوا، الأمم المتحدة، ماي 2004.

² محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مرجع سبق ذكره، ص10.

³ المرجع السابق، ص13. (بتصرف)

1. موقف الشركات البترولية:¹ كان الكثير من المحللين في مجال الطاقة يعتقدون أن الشركات البترولية تعارض سياسات توفير الطاقة خاصة البترول، لأن ذلك سيقبل الإعتماد على هذا المورد ويخفض أسعاره، وبالتالي سيخفض أرباح هذه الشركات خاصة العملاقة منها. إلا أن وصول إنتاج البترول إلى حدوده القصوى في العالم جعل هذه الشركات ترى أن زيادة أسعار البترول بصورة حادة لا بد أن تؤدي عاجلا أم آجلا إلى البحث عن مصادر طاقة بديلة. ومن ناحية أخرى، فإنه بإمكان هذه الشركات تحويل البترول الخام إلى مواد بتروكيميائية بعد معالجتها في المصافي ذات الكفاءة والتكنولوجيا العالية والجديدة، بحيث تستطيع بيع برميل المنتجات البترولية رفيعة المستوى بأضعاف ثمن برميل البترول الخام مهما زاد أو قل ثمنه، وهي تملك من رأس المال ما هو كاف لبناء معامل ومصافي التحويل الجديدة، فليس هناك خسارة على الأقل على المدى المتوسط والطويل، بل هناك دخول في صناعات جديدة مربحة وعدم وقوف في وجه تيار الطاقات البديلة المتجددة، الذي بدأ اليوم ولو بخطوات قصيرة، ولكنها ستكبر أكثر بمرور الوقت.

وقد أعلنت شركة بريتيش بتروليوم سنة 2013 بأنها ستنفق 8 مليار دولار على الإستثمارات في حقول الطاقات البديلة المتجددة خلال العقد القادم، أما شركة شل فستنفق مليار دولار على الدراسات المتعلقة بالطاقة المتجددة خلال السنوات الخمس القادمة (أي بعد سنة 2013). وبالطبع تُظهر هذه الأرقام أن الإستثمار في مجال البحث عن البترول والغاز أكبر بكثير من أي إستثمار في أي مجال آخر، ولا بد من التذكير بأن العالم بحاجة إلى 50% زيادة في الإنتاج على البترول بحلول سنة 2030، وهو أمر شديد الصعوبة ضمن المعطيات الحالية للصناعة البترولية.

2. موقف الدول المصدرة للبترول: لقد صرح السكرتير العام لمنظمة الأوبك بأن المنظمة غير قلقة من تطور إنتاج مصادر طاقة جديدة (الطاقات الخضراء) إذا كانت تعمل على حماية البيئة، لكن التخوف راجع إلى برامج الأوبك الإستثمارية حيث أشار أنه تم إستثمار نحو 130 مليار دولار حتى سنة 2012 في 140 مشروعا لرفع الإنتاج بـ 6 مليون برميل إضافية من البترول يوميا، أضيف إليها استثمار ما بين 230 و500 مليار دولار ما بين سنة 2013 وسنة 2020 مما سيسمح بزيادة الإنتاج بحوالي 9 ملايين برميل إضافية، في حين ترفع الدول المستوردة للبترول من طاقات إنتاجها من الطاقات المتجددة وتخطط للتقليل من إستهلاكها من البترول، حيث تخطط كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي من خفض إستهلاكها من البترول بنسبة 20% حتى سنة 2020 وستعوض النقص بما سينتج من الطاقات البديلة المتجددة،² وهذا سيكون في غير مصلحة دول الأوبك، مما يضطرها إلى إعادة النظر في سياستها الإستثمارية مستقبلا تفاديا للوقوع في فخ الوفرة المفرطة من البترول في السوق العالمية وما لذلك من عواقب خاصة ما يخص الأسعار، إذن فتعزيز التوجه لإستغلال الطاقات المتجددة لا يؤثر على مستويات الإنتاج والتصدير الحالية لدول الأوبك ولكن قد يؤثر في برامجها الإستثمارية المخططة مستقبلا.

¹ نزار عوني اللبدي، مرجع سبق ذكره، ص228-230.

² Jaques Lupianez, **le figaro: l'OPEP s'inquiète du développement des biocarburants**. Disponible sur site : <http://www.lefigaro.fr/matieres> (consulté le 05/02/2017).

3. موقف الدول المستهلكة للبتروال: إن موقف الدول المستوردة والمستهلكة للبتروال من التوجه لإستغلال الطاقات المتجددة هو موقف تاريخي، يعود بالأساس إلى سنوات السبعينات وبالضبط لسنة 1973، وما حدث للدول الصناعية المتقدمة آنذاك جراء الحظر العربي للبتروال عنها، ما دفع بهذه الأخيرة للبحث عن طاقات بديلة محلية تجنبها التبعية للبتروال، وبذلك قامت بتطوير الطاقات المتجددة. وهذا التوجه مستمر حاليا حتى وإن اختلفت الدوافع والظروف، ولكن الضرورة الحالية أكثر إلحاحا من سابقاتها، وهو ما يعزز الموقف الداعم للدول المستهلكة والمستوردة للبتروال خاصة المتقدمة منها للتوجه نحو الطاقات النظيفة.

المطلب الثاني: الإجراءات الداعمة لنشر وتحفيز إستخدام الطاقات البديلة المتجددة عالميا

نظرا للعلاقة المتينة التي تربط عملية التنمية وخدمات الطاقة المتاحة، وفي ظل الظروف والتحديات التي تشهدها وتواجهها السوق العالمية للطاقة، أصبح واضعوا السياسات التنموية على مستوى الدول يواجهون تحديا كبيرا يكمن في كيفية الوصول إلى تأمين الحصول على الطاقة وفي نفس الوقت الحفاظ على البيئة وتحقيق تنمية إقتصادية شاملة ويعتبر هؤلاء أن الطاقات البديلة المتجددة يمكنها المساهمة في تلبية الإحتياجات الطاقوية من جهة وحماية المنظومة البيئية من جهة أخرى، وتحقيقا لذلك فهي بحاجة إلى سياسات وإجراءات داعمة لتشجيع العالم على تبني هذه الطاقات ضمن منظومته الطاقوية.

أولا: الإجراءات الضريبية

تعتمد دول العالم خاصة المتقدمة منها في مواجهة مشاكل التلوث ومعالجة آثارها السلبية، وكذا الحد من إستنزاف المصادر الطاقوية الناضبة، ومن تم تحفيز اللجوء للطاقات النظيفة على عدة أدوات ضريبية، نذكر منها ما يلي:¹

1. ضرائب التغير المناخي: ضريبة التغير المناخي هي عبارة عن ضريبة تم فرضها على القطاع العام والشركات كثيفة الإستعمال للطاقة بهدف الحد وترشيد إستهلاكها، وقد أعفي منها قطاع الطاقات المتجددة، كما أعلن رسميا عن هذا الإجراء في أبريل 2002 إلا أن الترتيبات الأولية لتطبيقه بدأت في سبتمبر 2001 بأسعار متاجرة ما بين 4-6 دولار للطن الواحد من أكسيد الكربون، وقد قدرت أسعاره في الأسواق الأوروبية سنة 2003 بـ 22.5 يورو (25 دولار) للطن الواحد، إلا أن المشاركة في هذا الإجراء كانت إختيارية وليست إجبارية ومفتوحة لمعظم الشركات. ومن أجل تحفيز تطبيق هذا الإجراء من طرف الشركات، أبدت حكومة الدول الداخلة في هذه الخطة إستعدادها لإعادة 80% من قيمة الضريبة للشركات التي تحقق نتائج مرضية في تحسين كفاءة إستخدامها للطاقة أو في تخفيض الغازات المنبعثة منها؛

2. الضرائب على الكربون: ضريبة الكربون هي إضافة على سعر الوقود الأحفوري تتناسب مع كمية الكربون المنبعث عند حرقه، ولهذا الضريبة علاقة مباشرة بالسوق حيث يؤدي فرضها إلى إرتفاع أسعار السلع كثيفة الإستخدام للطاقة، ومنه إنخفاض ربحها، الأمر الذي يؤدي إلى الحد من إستعمالها ومن ثم الحد من الإنبعاثات الناتجة عنها.

¹ هشام الخطيب، مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية عربيا وعالميا، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، منظمة البلدان العربية المصدرة للبتروال، 2006، ص25-28. (بتصرف)

وبالرغم من إعتبار هذه الضريبة من طرف البعض بأنها أداة كفاءة في التقليل من الإنبعاثات وتحفيز التوجه للطاقات المتجددة، إلا أنه يؤخذ عليها تأثيرها على المنافسة وزيادة العبء الضريبي، ومن أجل ذلك لابد من إتخاذ إستراتيجية واضحة تفرض هذه الضريبة على المنتجين وليس المستهلكين، وتسخيرها لدعم التوجه نحو الطاقات المتجددة وليس لتغيير النشاط أو أي أسلوب آخر قد تتخذه الشركة لتتهرب من الضريبة؛

3. ضرائب الطاقة: هي ضريبة تفرض على الإنتاج والإستهلاك من الطاقة، فمثلا دولار على كل مليون وحدة حرارية بريطانية أو لكل كيلوواط ساعي من إستهلاك الكهرباء بغض النظر عن محتواها من الكربون.

ثانيا: الإجراءات القانونية والتشريعية

إن الحكومات وفي إطار السياسة العامة لها تستخدم عدة أدوات وتدابير من أجل تشجيع إستخدام الموارد الطاقوية المتجددة، ففي الولايات المتحدة الأمريكية سنت قوانين وطنية سنة 1978 لتحفيز المنافسة في مجال الإمدادات الكهربائية، من خلال مطالبة المرافق بشراء الكهرباء من منتجي الطاقة المزدوجة ومنتجي الطاقة المتجددة وتقديم خصم ضريبي على الإستثمار للمستهلكين من السكان والمؤسسات الذين يقومون بتركيب معدات لإنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة، وفي عام 1992 كان هناك قانونا آخر يضع الأساس لحوافز مالية مباشرة للإستثمار في تكنولوجيات الطاقة المتجددة، ولا يزال بعضها متاح للمستثمرين إلى يومنا هذا.

وتعتبر المشاكل البيئية الدافع الرئيسي في سن القوانين لتشجيع إستخدام مصادر الطاقة المتجددة، على سبيل المثال قامت 28 ولاية بالولايات المتحدة الأمريكية بتبني أو النظر في تبني معايير لحافطة الطاقة المتجددة، لضمان أن يستمد جزء معين كحد أدنى من الكهرباء التي تزود بها الولاية من موارد الطاقة المتجددة، وتقدم العديد من البلديات على مستواها المزيد من الحوافز لترويج هذه الموارد، كما يسعى الإتحاد الأوروبي لتحقيق هدف يتمثل في وصول دول الأعضاء إلى الحصول على إحتياجاتها من الكهرباء من الطاقات المتجددة بنحو 20% بحلول سنة 2020،¹ ففي العديد من دول الأعضاء تعد القوانين المتعلقة بإمدادات الكهرباء والطاقة المتجددة من الأدوات الأساسية المستخدمة لتحفيز الإستثمار في الطاقات المتجددة، من خلال إلزام الشركات والمستهلكين بشراء الطاقة من أصل متجدد بأسعار جاذبة تجاريا وأعلى من أسعار السوق.²

ثالثا: الإتفاقيات الدولية حول التغيرات المناخية والمشاكل البيئية

لقد أدى الإستهلاك المكثف للطاقة على المستوى العالمي خاصة الطاقة الأحفورية، وكذلك الحوادث الناجمة عن محطات الطاقة النووية إلى العديد من المشاكل البيئية، وهو ما دفع المجتمع الدولي إلى العمل من أجل الحد من تلك الظواهر عن طريق مجموعة من الإتفاقيات تمس العديد من النشاطات البشرية، ومن بين هذه الإتفاقيات: معاهدة تلوث الهواء إلى مسافات بعيدة عبر الحدود (1979)، بروتوكول مونتريال حول الموارد المستنفدة للأوزون (1987) إتفاقية بازل حول النفايات الخطيرة (1989)، إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية حول التغيرات المناخية - قمة ريو -

¹ الأمم المتحدة، تعزيز مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بما في ذلك البرنامج العالمي للطاقة الشمسية 1996-2005، تقرير الأمين العام، الأمم المتحدة، نيويورك، 2005، ص29.

² هشام الخطيب، مرجع سبق ذكره، ص29.

(1992)، بروتوكول كيوتو (1997)، أجندة القرن 21، قمة جوهانسنبورغ (2002)، وتعد الإتفاقيات الثلاثة الأخيرة* من أهم الإتفاقيات التي أعطت عناية لقطاع الطاقة وللتوجهات الطاقوية المستدامة ضمن بنودها وموادها، إذ أصدرت تقارير تحث على ضرورة أن تلعب الطاقات المتجددة دورا رئيسيا في أمن الطاقة العالمي ومواجهة التهديدات البيئية والإقتصادية للتغير المناخي. ومنذ ذلك الوقت عرفت تطبيقات الطاقات المتجددة إنتشارا وتطورا ملحوظا في بعض الدول الصناعية خاصة في ألمانيا التي تعد من الدول الرائدة في هذا المجال.

رابعا: برامج الوكالات والمؤسسات الدولية لترقية إستغلال الطاقات البديلة المتجددة

تؤدي العديد من الهيئات الدولية دورا بارزا في مجال التعاون الدولي من أجل تحفيز وترقية إستخدام المصادر الطاقوية المتجددة، عن طريق إتخاذ تدابير معينة لتنظيم الموارد المالية المتاحة، ولإكتشاف آليات زيادتها وإيجاد حلول مبتكرة للتمويل، كما تسعى إلى تعزيز برامج الشراكة الدولية بين القطاعين العام والخاص حول سبل توفير الطاقة والتكنولوجيات المتجددة بأسعار ميسرة، إضافة إلى تقديم المنح والقروض للدول النامية وبشروط ميسرة. ومن بين الهيئات الدولية الفاعلة في هذا المجال نذكر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، مجموعة البنك الدولي، ومنظومة الأمم المتحدة.

1. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة تأسست الو كالة سنة 2009 مقرها بالإمارات العربية المتحدة، ويبلغ عدد أعضائها 136 دولة. وجاءت كرد فعل للدعوة التي تبنتها ألمانيا لإنشائها بهدف خلق كيان دولي يعرعى مصالح تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتوجهاتها سعيا لتحقيق التنمية المستدامة، والعمل على تأمين مصادر طاقة جديدة من خلال توفير مصادر بديلة يمكن معها خفض انبعاثات الغازات الدفيئة. كما تقوم بصياغة سياسات تحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المجالات المختلفة عملا على تعزيز حماية البيئة وأمن الطاقة بطريقة فعالة من حيث التكلفة، خاصة مع تطبيقها في المراحل المختلفة للإنتاج والإستهلاك هذا من جهة، ومن جهة أخرى تؤدي إجراءات الكشف التي تطبقها الوكالة على الأسعار الحقيقية للطاقة -بدون دعم- إلى إحداث مقارنة عادلة بين المصادر المختلفة للطاقة وهو ما من شأنه إتاحة الفرصة للطاقات البديلة المتجددة والجديدة، والتي عادة ما ينظر إليها على أنها مرتفعة التكلفة لمقارنة عادلة بينها وبين المصادر التقليدية والتي تتعامل معها الأسواق بمبدأ أنها الأقل تكلفة، بالرغم من أن أسعار الوقود المستخدم في تغذية المحطات التقليدية يتعرض لتفاوتات كبيرة في الأسعار تؤثر بشكل كبير في تكلفة الإنتاج يمكن معها لبعض المصادر المتجددة أن تنافس وأن يكون لها أولوية الإستخدام بحسب الوكالة.¹

2. مجموعة البنك الدولي: يعد موضوع الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة مجال إهتمام وتركيز عدد كبير ومتزايد من مشاريع البنك الدولي، وتدخل مكونات الطاقة المتجددة وكفاءتها في عدد من المبادرات التي تمولها المؤسسة الإنمائية الدولية، حيث رسمت مجموعة البنك الدولي إستراتيجية فعالة من خلال الأدوات المالية المتمثلة في الصناديق الإستثمارية من خلال برامج تصعيد الطاقة المتجددة وتنميتها، حيث قامت بإنشاء مجموعة مشتركة من بنوك التنمية المتعددة الأطراف بهدف تقديم المنح والتمويل بشروط ميسرة للبلدان النامية من أجل التصدي لتحديات تغير المناخ

* أكثر تفصيل حول هذه الإتفاقيات الثلاثة أنظر المطلب الثالث في البحث الرابع للفصل الأول.

¹ موقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة: www.irena.org

ونذكر منها صندوق التكنولوجيا النظيفة الذي أسثمر فيه البنك الدولي ما قيمته 4.3 مليار دولار، والصندوق الإستراتيجي بشأن المناخ بقيمة 1.9 مليار دولار، كما تعمل المجموعة على تمويل أنشطة تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة بقدرة 200 مشروع قيمتها 2.2 مليار دولار،¹ إضافة لذلك تقوم وكالة ضمان الإستثمارات المتعددة الأطراف بتشجيع الإستثمار الأجنبي في البلدان النامية من خلال تقديم ضمانات للمستثمرين الأجانب لمواجهة الخسائر الناجمة عن المخاطر غير التجارية، وتمكن ضمانات المخاطر التي تقدمها للقطاع الخاص من القيام بمشاريع الطاقة المتجددة لم يكن ممكن القيام بها في أحوال أخرى.

3. منظومة الأمم المتحدة: تؤدي مؤسسات منظومة الأمم المتحدة دورا هاما في تعزيز التوجه نحو الطاقات المتجددة خاصة في الدول المتخلفة، حيث تقدم منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونيسكو) الدعم لأنشطة التدريب الوطنية والإقليمية في إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، ومنطقة البحر الكاريبي في مجال الموارد الطاقوية المتجددة. أما برنامج الأمم المتحدة الإنمائي فيسعى إلى التوسع في فرص الحصول على خدمات الطاقة المستدامة ويقوم برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتشجيع السياسات التي تضع الطاقة والنقل في السياق الأوسع للتنمية المستدامة كما يقوم بتوجيه المشاريع والإستثمارات نحو الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، وأيضا تنويع وزيادة الحصة العالمية من موارد الطاقات المتجددة. وتسعى منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) من خلال أنشطتها إلى مساعدة الدول المتخلفة لتحقيق الإنتقال التدريجي من إمدادات الطاقة الحالية المكونة بشكل أساسي من الحطب ووقود الكتلة الحيوية إلى قاعدة موارد أكثر تنوعا تشمل مصادر أخرى للطاقة المستدامة، وكذا تعزيز إمداد الريف بالكهرباء من المصادر المتجددة، أما منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية فتقوم بالمساعدة التقنية والدعم لبناء القدرات من أجل التوسع في الإستخدام المنتج للطاقات المتجددة، لاسيما لفائدة المناطق الريفية للبلدان النامية، كما تشجع المنظمة مشاريع الطاقات المتجددة وتصنيع معادنها في العديد من البلدان في إفريقيا، وآسيا وأمريكا اللاتينية.²

خامسا: تشجيع البحث العلمي والتصنيع المحلي لمعدات الطاقات المتجددة

من بين الأساليب التي يمكن إعتماها لتحفيز إستخدام الطاقات المتجددة تشجيع البحث العلمي، وتفعيل الدور الأكاديمي للمؤسسات التعليمية في مجال تكنولوجيات الطاقات المتجددة، مما يسمح بتطوير تقنياتها وكذا تطبيقاتها العملية، الأمر الذي سيؤثر إيجابا على تكلفتها وأسعارها بالإخفاض، وجعلها تنافسية بالنسبة لأسعار الطاقات التقليدية، وفي حالة ما تحقق ذلك سيشجع اللجوء للطاقات البديلة المتجددة.

كما يعد التصنيع المحلي لمعدات الطاقة البديلة المتجددة من أهم السياسات التي تدعم عملية نشر وتنمية إستخدام الطاقات المتجددة، إذ أن المضي في هذه السياسة من شأنه تخفيض الإعتما على الإستيراد الخارجي لهذه المعدات خاصة في الدول النامية والعربية، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض التكلفة الإستثمارية لمشروعات الطاقة البديلة المتجددة. وتشترط هذه السياسة نسبة معينة من التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الكهرباء من خلال وضع شروط في

¹ مجموعة البنك الدولي، نحو استراتيجية جديدة بشأن الطاقة، المشاورات بشأن استراتيجية الطاقة الخاصة بمجموعة البنك الدولي، منشورات مجموعة البنك الدولي باللغة العربية، 2010، ص 20، 21.

² الأمم المتحدة، تعزيز مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بما في ذلك البرنامج العالمي للطاقة الشمسية 1996-2005، مرجع سبق ذكره، ص 23، 24. (بتصرف)

مناقصات الطاقة المتجددة، وإشترط الشراكة المحلية الدولية في إنتاج تلك المعدات، إضافة إلى فرض ضرائب على معدات الطاقة المتجددة المستوردة.¹

سادسا: سياسات تحفيز الطلب والإستثمار في قطاع الطاقات المتجددة

لأجل تحفيز الطلب والإستثمار والإنتاج في قطاع الطاقات المتجددة، تعتمد بعض دول العالم على ثلاثة سياسات رئيسية تتمثل فيما يلي:²

- 1. سياسات تسعيرية:** من خلال هذه السياسة والتي تعرف بـ"تعريفه التغذية"، حيث تقوم الدولة بالإتفاق مع منتجي الطاقة من مصادر متجددة بتحديد سعرا عن كل وحدة طاقة يتم إنتاجها من مصدر متجدد تسدده الحكومة للمنتجين نظير وفائهم بإلتزامهم المحددة، وهذه التعريفه تكون مرتفعة عن تلك الممنوحة للطاقة المنتجة من المصادر التقليدية وتضمن تحقيق عائد مناسب للمستثمرين في إنتاج الطاقة المتجددة. وعادة ما يكون هناك تعريفه لكل نوع من مصادر الطاقات المتجددة، ويتم تغطية تكلفتها من خلال آليتين: الأولى مباشرة يسددها المستهلك النهائي والثانية غير مباشرة عن طريق إعفاءات ضريبية على المشروع أو فرض ضرائب ورسوم على الطاقات التقليدية لصالح الطاقات المتجددة. وقد تبنت دول عديدة هذه السياسة مثل ألمانيا وفرنسا وإسبانيا والتشيك والصين، ويعتبر القانون الألماني للطاقة المتجددة أول قانون تبني هذا الإتجاه، حيث منح تعريفه متميزة للطاقة المتجددة وتكون مضمونة لمدة عشرين عاما ويتم تخفيضها بنسبة 1% سنويا. والجدير بالذكر أن هذه السياسة تتميز بجاذبيتها للمستثمرين، وبالتالي فهي تساعد في نشر الطاقات المتجددة وإزدهار أسواقها ونشر تطبيقاتها والتشجيع على إدارة المحطات بكفاءة عالية.³
- 2. سياسة الحصص الملزمة:** تعرف هذه السياسة بإسم سياسة "الكوتا"، حيث تلزم الدولة من خلال القانون شركات الإمداد بالطاقة الكهربائية و/أو المستهلكين، إنتاج أو إستهلاك نسبة أو كمية محددة من الطاقة الكهربائية ذات المصدر المتجدد، ويتم فرض عقوبات على الشركات التي تفشل في تحقيق تلك النسبة المستهدفة. أما من ناحية تسعير قيمة الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة فتترك لطبيعة العرض والطلب أخذا في الإعتبار ضرورة قيام جميع الأطراف بالوفاء بإلتزاماتها. وقد تم تطبيق هذه السياسة في عدة بلدان إعتبارا من سنة 2001، وهي أستراليا بريطانيا، اليابان، السويد، بولندا، إيطاليا، بلجيكا والمجر، كما تم التوسع في هذه الأنظمة أيضا على مستوى 32 ولاية بالولايات المتحدة الأمريكية وكندا والهند إعتبارا من سنة 2003.

وفي نفس السياق، تم تطوير هذه السياسة على مستوى عدة دول لتشمل ما يطلق عليه حاليا "الشهادات الخضراء"، إذ إرتبط ظهورها في البداية بنظام الحصص الإلزامية، أين كانت تستخدم كإثبات التوافق مع معايير نظام الحصص المطبق في كل دولة، لكن مع شيوع إستخدامها تواجد إمكانية تداولها، وتقوم بعض الحكومات لاسيما الأوروبية منها بمنح شهادات خضراء لمنتجي الكهرباء من أصل متجدد إن توفرت فيهم المعايير المطلوبة. ويقصد بهذه

¹ ماجد كرم الدين محمود، محمد مصطفى محمد الخياط، سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا، مصر، 2009، ص32 (بتصرف)

² أنظر كل من: - زواوية حلام، مرجع سبق ذكره، ص224-226.

- جامعة الدول العربية، الإطار الإسترشادي العربي للطاقة المتجددة، مصر، 2014، ص16.

³ محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة لعبة الكبار "ما بعد الحضارة الكاربونية"، إصدارات سطور جديدة، مصر، 2012، ص218. (بتصرف)

الشهادات كمية الطاقة التي يتم إنتاجها من مصادر الطاقات المتجددة، وهي بذلك تمثل قيمة المزايا البيئية الناتجة عن استخدام مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية، خاصة من حيث دورها ومساهمتها في تخفيض نسبة ثاني أكسيد الكربون، وتناظر الشهادة الخضراء في هذا النظام واحد ميغاواط ساعة من الطاقة المنتجة من مصادر الطاقات المتجددة. لذلك يعتبر إصدار الشهادات الخضراء آلية لتتبع وتسجيل الإنتاج من الطاقات المتجددة وفقا لمختلف أنواعها، وعليه يتضح أن الشهادات الخضراء حافزا ماليا لمتحجي الطاقات المتجددة نتيجة لإمكانية بيعها في أي وقت والحصول على السيولة، إضافة إلى الإيرادات الناتجة عن بيع الكهرباء في سوق الطاقة. كما أن للشهادات الخضراء عدة مزايا من بينها إمكانية استخدامها كشهادة ضمان للمحطات مع إمكانية تداولها خارج الدولة الصادرة فيها.¹

3. سياسات المناقصات العامة التنافسية: من خلال هذه الآلية دعى المستثمرون لإقامة مشاريع الإمداد بالكهرباء من مصادر متجددة خلال فترة زمنية معينة، وبقدرات محددة من خلال مناقصة، ويتم إختيار العقود ذات تكلفة إنتاج أقل، وتكون شبكات الكهرباء ملزمة بالشراء من تلك المحطات بناء على الأسعار التي تم التوصل إليها من خلال تلك المناقصات، والمدة الزمنية التي تم الإتفاق عليها طبقا للمناقصة. وقد بدأ تبني هذه السياسة في بريطانيا في التسعينات، ثم بعد ذلك تم تطبيقها في ستة دول هي كندا، الصين، فرنسا، الهند، بولندا، والولايات المتحدة الأمريكية، بينما بدأت إيرلندا بهذه السياسة ثم تحولت مؤخرا إلى نظام التعريفات.

المطلب الثالث: متطلبات تبني وتنمية قطاع الطاقات البديلة المتجددة عالميا

إن التحول نحو الطاقات البديلة المتجددة يتطلب توفر بعض الشروط التي سبق التطرق لها*، كما يعتمد على مجموعة من العوامل أبرزها نشر التكنولوجيا اللازمة لإستغلال هذه المصادر وتخفيض تكاليفها بما يضمن لها القدرة على منافسة الطاقات الأخرى، والإدارة الجادة لإستيعاب التكاليف البيئية وخفض العوامل الخارجية ومعالجة حالة فشل السوق في إحتساب تكاليف الصحة العامة والبيئة ضمن تكاليف الطاقة التقليدية، إضافة إلى توفر بعض المتطلبات والعوامل التي تعد ضرورية لإنشاء قطاعات وأسواق ناجحة للطاقات البديلة المتجددة،² وهو ما سوف نتناوله من خلال هذا المطلب.

أولا: الشفافية

لإنشاء أسواق للطاقات المتجددة يستلزم وضع آليات وأطر عمل واضحة وقابلة للتطبيق يقبلها المشاركون في السوق من شركات الطاقة، وقطاع الإنشاء، والصناعات الثقيلة، وكذا قطاع التمويل، أو من أولئك الذين يبحثون عن

¹ Reinhard Haas and other, **What can we learn from tradable green certificate markets for trading white certificates ?**, Act innovate deliver reducing energy demand sustainably, ECEEE,2009, p370.

* أنظر المبحث الرابع في الفصل الأول.

² أنظر كل من: - محمد مصطفى محمد الخياط، ملامح الأسواق الناجحة للطاقة المتجددة، مجلة الكهرباء العربية، العدد 104، 2011، ص 2-9.

- شافية كتاف، زهير بن دعاس، سياسات وإستراتيجيات ترقية الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية المتجددة في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، الجزائر، 2015، ص 11.

فرص استثمار متميزة، وقد لا يقتصر السوق على المشاركين المحليين ليشمل أيضا المستثمرين الدوليين في تلك الأسواق وبالتالي لا بد أن تتاح الحوافز لمختلف القطاعات والشركات، أو تترك للتفاوض، أي يجب أن يقدم الدعم بشكل واضح مع إتاحتها للجميع، أيضا لا بد من التحقق من وضوح السياسات الموضوعية وتغطيتها لكافة المتطلبات الأساسية، وذلك من خلال معالجة كافة الجوانب التي تتاح إلى تشريع أو مخاطبة لمستثمري مشروعات الطاقة المتجددة وعقد لقاءات معهم، وسؤالهم عما يريدونه حتى تكون مشروعاتهم قابلة للتمويل. إذ أن القابلية البنكية هي المحك الحقيقي لأي مشروع طاقة ومعياري قابليته للتنفيذ، إنها تترجم إلى قدرة المستثمر على عقد حزمة من العقود منها: عقد بيع الطاقة، عقد استخراج الأرض، عقد نقل الطاقة، الخ، وتقديمها للبنك أو لجهة التمويل لتخفيف عنصر المخاطرة وتخفيض تكاليف وتعقيدات إقامة مشروع الطاقة المتجددة.

ثانيا: التعريف الجيد للأهداف

هل أدت الآليات والسياسات التي تبنتها الدولة نتائجها المرجوة؟، وبقدر بساطة السؤال إلا أن الإجابة عنه تبدو معقدة، فالغرض من طرح آليات يختلف من بلد لآخر، فقد تختلف أولويات الأهداف من بلد إلى آخر، مثل الإسراع بتطوير مجالات الطاقة المتجددة، إستدامة الطاقة، تنوع القدرات المركبة، خفض الإعتماد على الوقود المستورد، تخفيض إنبعاث الغازات الدفيئة، وتوزيع التوليد جغرافيا طبقا لتوافر مصادر الطاقة المتجددة، زيادة القدرة المركبة، تأمين مصادر الطاقة، تطوير الصناعات الجديدة، إتاحة فرص عمل جديدة، تطوير المناطق الريفية، استنبات تخصصات جديدة. من هذا المنطلق يحتاج كل هدف إلى تصميم سياسات ومنهجيات عمل تسانده وتراعي وجهات نظر المستثمرين وأولويات التخطيط المستدام، وسبل تنمية القطاعات ذات الصلة وأيضا توفير إحتياجات المستهلكين بإمدادهم بطاقة ذات جودة عالية.

ثالثا: تحديد المصادر والتكنولوجيات

تختلف إهتمامات الدول بتقنيات الطاقة المتجددة طبقا لتوفر المصادر لديها، وللتطور التكنولوجي للمعدات والأنظمة، ومن ثم تحدد كل دولة خططها المستقبلية طبقا للمصادر المتاحة لديها تحديدا جيدا يراعي إستيعاب التقنيات الناضجة، والمتاحة للشرائح المختلفة من المستهلكين.

رابعا: توفير البنية المؤسسية في مجال الطاقة المتجددة

تتطلب البنية المؤسسية وجود جهات ومؤسسات متخصصة تعمل على وضع وتطبيق السياسات والإستراتيجيات من جهة، وإيجاد الآليات الحاكمة والداعمة للأسواق من جهة أخرى، فضلا عن مسؤوليتها في تطوير الأطر القانونية والتشريعية للمنظمة للطاقة المتجددة وتفعيل عمليات التقييم الدوري، والمتابعة للتأكد من مدى تحقيق الأهداف المسطرة، وتكون هذه البنية على عدة مستويات:

- الوزارات والجهات المشرفة التي تتولى عملية وضع السياسات والإستراتيجيات؛
- الهيئات والوكالات والمراكز المعنية المسؤولة عن وضع وتطبيق آليات التنفيذ؛
- القوة البشرية المتاحة من الخبراء المختصين والعاملين في مجال الطاقة المتجددة؛
- الشركات ومكاتب الدراسات التي تتولى إعداد الدراسات الفنية والإقتصادية وإدارة المشاريع.

ويعتبر التكامل بين هذه المستويات مطلباً أساسياً لتحقيق النجاح المطلوب لإدارة الطاقة المتجددة، شرط توفر المؤهلات المؤسسية والبشرية لتغطي كافة مجالات الطاقة المتجددة، مما يمكن من تحقيق نقلة نوعية على مستوى التطبيق والتنفيذ ورسم السياسات والإستراتيجيات وبناء الكوادر الوطنية المدربة.

خامساً: تحديد السياسات والإستراتيجيات المعتمدة والمستهدفة

ينبغي وضع وصياغة سياسات وإستراتيجيات الطاقات البديلة المتجددة تتناسب والوضع الإقتصادي للدولة وترتكز على قاعدة علمية سليمة، مما يؤدي إلى الإستدامة في التطور الذي ينعكس على جميع النواحي الإقتصادية والإجتماعية، إذ من خلال هذه السياسات يمكن تقييم الواقع الحالي وتحديد التصورات المستقبلية والتوجهات التي تصاحب تطوير الطاقة المتجددة، وعموماً فإن تحديد السياسات والإستراتيجيات في مجال الطاقة المتجددة يكون وفق ثلاثة مستويات رئيسية، تُعتبر أساساً للإطلاق نحو تخطيط سليم وتشريع يستند إلى دراية كاملة بالوضع الحالي الخاص بالدولة، وهذه المستويات تتمثل في:

- الأهداف الإستراتيجية الكمية المعتمدة للطاقة المتجددة؛
- الحوافز والمبادرات المعتمدة لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة؛
- القوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقة المتجددة.

سادساً: تطبيق حوافز مناسبة

بمجرد تحديد قائمة الأهداف، يتوجب التأكد من أن إطار سياسات الطاقة المتجددة، قد تم تصميمه للتأكد من تحقيقها، فعلى سبيل المثال، إذا كان مصنعو معدات أنظمة الطاقة المتجددة هم المستهدفون، لزم وضع الآليات التي تؤدي إلى هذا الهدف، فقائمة أولويات سياسات الطاقة المتجددة، تختلف في أهميتها من دولة لأخرى، فهناك الحاجة لإضافة قدرات توليد جديدة، تأمين إمدادات الطاقة، تنويع القدرات المركبة قليلاً إستقرار أسواق إنتاج الطاقة، التنمية المحلية لقطاع الصناعة، الإستدامة وغيرها من الأهداف، فالرسالة الواضحة هنا أن محركات السياسة تحتاج أن تكون محددة قدر الإمكان، فعلى سبيل المثال يمكن ربط الدعم الذي أتيح بفعل أحد المحركات مع العائد المتوقع، حيث ان نمو إستخدام مصادر الطاقة المتجددة المختلفة يتناسب طردياً مع تطور سياساتها وآليات تنميتها على المستوى العالمي، فمن إصدار قانون لتنمية استخدامات الطاقة المتجددة، إلى تطبيق آلية تعريفية التغذية التي تنص على وضع تعريفية محددة لشراء الطاقة المنتجة من كل مصدر من مصادر الطاقة المتجددة، إلى تقديم حوافز ومنح تحسن من إقتصاديات مشروعاتها، مروراً بالإعفاءات الضريبية سواء لمشروعات الطاقة المتجددة أو مشروعات أخرى يمتلكها المستثمر، وغير ذلك من السياسات التي تظهر من حين لآخر، مع وجود نماذج لتطبيق العديد من الآليات والسياسات بدلا من التركيز على آلية بعينها.

سابعاً: تخطيط إستخدام الأراضي

تحتاج مشروعات الطاقة المتجددة لمساحات من الأراضي لوضع المعدات والأنظمة اللازمة لإنتاج الطاقة فمشروعات طاقة الرياح تستوعب في المتوسط نحو 7 ميغاواط لكل كيلو متر مربع، تزيد مع قلة المساحات المتاحة لإنشاء مشروعات الرياح، وهناك دولا توجد بها مساحات شاسعة من الأراضي الملائمة لإنشاء هذه المشروعات

يمكنها الاستفادة منها وإنتاج طاقة منافسة، شريطة القرب من الشبكة الوطنية لنقل الكهرباء وقدرة الشبكة على إستيعاب هذه القدرات، أما مشروعات الخلايا الضوئية تحتاج مساحات أراضية في حدود 40 ميغاواط لكل كيلومتر مربع، في حين يشغل الكيلومتر مربع حوالي 45 ميغاواط من المركبات الشمسية. ويتم تحديد المناطق الواعدة لإنشاء مشروعات الطاقة المتجددة بناءً على دراسات حصر المصادر التي تقوم بها الدولة أو المقاطعة، لتحديد القدرات الكامنة لديها من الطاقات المختلفة، ويمكن تطوير هذه الدراسات لإعداد ما يطلق عليه "أطلس"، حيث يحتوي على تفاصيل القدرات الكامنة لمختلف مصادر الطاقة المتجددة.

ثامنا: المساواة في المخاطر

هناك أكثر من تعريف لمخاطر الإستثمار، منها عدم التأكد من التدفقات النقدية المستقبلية المتأتمية منه، وكذلك درجة التذبذب في العائد المتوقع أو درجة إختلاف العائد الفعلي قياساً بالعائد المتوقع، ومن المخاطر التي قد تصيب المشروعات، المخاطر الناشئة بفعل عوامل مشتركة تؤثر في النظام الإقتصادي ككل، وتصيب كافة الشركات في السوق وبدرجات متفاوتة، ومن أن تكون للإدارة قدرة على تجنبها، مثل مخاطر أسعار الفائدة "تؤثر في معدل العائد المطلوب"، مخاطر القيمة الشرائية "التضخم"، مخاطر الدورة الإقتصادية من كساد ورواج، مخاطر طبيعية كالكوارث ومخاطر سياسية وأي أحداث عامة ومهمة أو عالمية تؤثر في الوضع الإقتصادي للدولة. وبهذا يتوجب على الدولة أن تدعم الشروط التي توفر إستقرار السوق وتقليل المخاطر بالإعتماد على التخطيط ووضوح النتائج.

تاسعا: إصلاح سوق الطاقة وإستقراره

بالنسبة للطاقة المتجددة يأتي وضوح سياسات الطاقة كعامل رئيسي في إرساء الإستقرار وعملها على تنمية حراك هذه الأسواق وتنميتها لصالح التنمية الإقتصادية والإجتماعية، ويؤدي خلاف ذلك إلى تغليف مناخ الطاقة بالغموض وعدم الوضوح، مؤدياً إلى إحتجاج المستثمرين عن التعامل مع هذه السوق، وعدم ثقتهم في مصداقية آلياتها فالمستثمرون لا يرغبون في دخول سوق ما ثم يتكونه كرد فعل لسياسات غير ناجحة، إنهم يريدون سوقاً ناجحة لسنوات طويلة، وليس لفترة محدودة.

في هذا الصدد أدى الإعلان بوضوح عن أسعار الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة المختلفة، وشمول تعريفه التغذية العديد من المصادر، وإحتواء آليات التنفيذ لكافة قطاعات الإستهلاك، الأفراد في المنازل، والتجمعات العمرانية والصناعية، المستثمرون المحليون ذوي القدرات المالية المنخفضة والعالميون الذين يمتلكون القدرة على إنشاء مشروعات عملاقة، إلى تقليل نسبة المخاطر في الأسواق الألمانية، كما أن النطاق الزمني الذي تم وضعه لهذه السياسات رعي فيه تغطية فترة عمر المشروع مما أدى إلى إنفتاح منظم للأسواق، أقبل معه المستثمرون للعمل على أرضية صلبة، فديناميكية السوق ساعدت على خفض الأسعار، مما ساعد على تحقيق مستويات أعلى لإستقرار الأسواق، فقد كانت الرؤية واضحة، والقدرات المستقبلية التي ستعمل الدولة على إستيعابها معلومة، بل وقابلة للزيادة.

المطلب الرابع: العراقيل والتحديات التي تواجه مسار التحول نحو الطاقات البديلة المتجددة

على الرغم من تعدد برامج التعاون الدولي التي تم تنفيذها في مجال نشر وتنمية إستغلال الطاقات البديلة المتجددة والنجاعة الطاقوية، وما نتج عن ذلك من تطور للخبرات العلمية والفنية في هذا المجال، إلا أنها لم ترق للمستوى المطلوب وذلك نتيجة لبعض العراقيل والتحديات التي تحول دون تحقيق الإستخدام الإقتصادي الواسع للطاقات البديلة المتجددة ونذكر منها ما يلي:¹

أولاً: على المستوى الإقتصادي والمالي

إن الإستثمارات المحلية والإقليمية والدولية التي أتاحت لتطوير نظم الطاقة النظيفة المستدامة تحتاج إلى المزيد من النمو وذلك بالمقارنة مع ما يُوفّر لنظم الطاقات التقليدية خاصة الأحفورية والتي تم تنفيذها دون إعتبار واضح لمراعاة معايير إستدامتها، كما تعد محدودية التعاون والتنسيق الإقليمي في مجال تمويل مشاريع الطاقة المتجددة والإعتماد المفرط على برامج التمويل الأجنبي لتطوير نظمها، أحد التحديات والنقاط الجديرة بالدراسة والتي تحتاج إلى حزمة من الخدمات المالية إبتداءً من مرحلة الحصول على القروض وصولاً إلى آليات تمويل التكنولوجيات المعقدة ونشر إستخداماتها وتطبيقاتها ومن ثم دراسة مدى نجاعتها وإمكانية ربحيتها، وإن تباينت نسب الإستخدام لها من دولة إلى أخرى بحسب البرامج المسطرة ومدى ملائمتها لآليات السوق في كل بلد.²

وإجمالاً تتركز أهم العراقيل والتحديات الإقتصادية والمالية التي تواجه مسار التحول للطاقات المتجددة في الآتي:

1. إرتفاع التكلفة الرأسمالية لمشروعات الطاقة المتجددة مع قصور (أو غياب) آليات التمويل، فضلاً على الإعتقاد الخاطئ بأن الإستثمار في مثل هذه المشروعات يمثل مخاطرة مالية على الرغم من كونها طاقة نظيفة تحافظ على البيئة كما أن بعض البنوك ومصادر التمويل قد لا تشجع القروض والإستثمارات في مجالات ناشئة بالمقارنة بمشروعات الطاقة التقليدية، ويدعم ذلك أن الإستثمارات في مجالات الطاقة المتجددة قد لا تكون ذات قيمة عينية واضحة، وقد لا تكون جاذبة من الناحية الإقتصادية (تحليل التكلفة والمنفعة) إذا ما قورنت بفرص إستثمارية أخرى؛
2. تواجه الطاقات المتجددة مشكلة تتعلق بإنخفاض القدرة التنافسية لأسعارها ومشاريعها، حيث يؤكد المهتمون بالمجال الطاقوي على أن المشكلة الأساسية للطاقة المتجددة هي عدم قدرتها على منافسة وسائل إنتاج الطاقات الأخرى من حيث الأسعار، خاصة في ظل تماطل أو فشل السوق في إحتساب العوامل المرتبطة بالبيئة والصحة العامة ضمن تكاليف وأسعار الطاقات التقليدية، وذلك في مقابل إرتفاع تكاليف تكنولوجيات ومشاريع الطاقات المتجددة؛
3. لاشك أن الطاقة أحد أهم المجالات التي تتأثر بشكل كبير بالأزمات الإقتصادية التي يمر بها العالم، بل أنها تدخل في بنية تلك الأزمات، وبالتالي فإن الإستثمار في قطاع الطاقات البديلة المتجددة يشهد تذبذباً جراء الأزمات

¹ أنظر كل من:

- اللجنة الإقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تنمية إستخدامات الطاقات الجديدة والمتجددة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبورغ، 2002، متاح على الموقع: <http://www.escwa.un.org/arabic/information/meetings/events/wssd/arab.html>

- فريد طاجين، الطاقة النظيفة والأمن البيئي: الرهانات والتحديات، مجلة دفاتر السياسة والقانون، العدد السادس، جامعة ورقلة: الجزائر، جانفي 2012، ص254-255. (بتصرف)

² زواوية حلام، مرجع سبق ذكره، ص205.

المالية العالمية. كما أن هناك تحد آخر مرتبط بمخاطر تقلبات سعر الصرف، لأن الطاقة بشكل عام من المنتجات السريعة التأثر بتقلبات سعر الصرف الأجنبي، ونفس الشيء ينطبق على الطاقات البديلة المتجددة؛

4. بالنسبة للإستثمارات في مجال الطاقة المتجددة فهي مرتبطة إما بالشركات المنتجة للطاقة أو بمشاريع الدول وعلى الرغم من أن الإجماع الآن تحقق حول التغيرات المناخية التي سببها الإنبعاث الحراري والغازي، وتؤكد الأبحاث من أن الطاقات المتجددة هي السبيل لحل هذا المشكل، إلا أن القليل من التقارير فقط هي التي تحدثت عن الطريقة التي ستمول بها هذه المشاريع؛

5. صعوبة تحديد رأس المال اللازم لتطوير مشاريع إنتاج الطاقات البديلة المتجددة، وخاصة الجديدة منها، بنفس الدقة التي يمكن بها تقدير رأس المال اللازم لتطوير الطاقات الأحفورية، لأنه لا توجد مشاريع بالحجم التجاري التي تنتج وتسوق منتوجها من الطاقة؛

6. المساحات الكبيرة التي يجب تخصيصها لمشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية، تتطلب سياسات وبرامج واضحة لإستخدامات الأراضي وتمليكها للدولة لتقليل نفقات إستجارها أو شرائها؛

7. محدودية وصعوبة الحصول على التمويل المخصص للطاقات المتجددة مقارنة بحجم الإستثمارات الضخمة في الطاقات التقليدية، مع غياب السياسات الجدية المحفزة للإستثمار في قطاع كهرباء ووقود الطاقة المتجددة، حيث تهتم معظم الدول بتوفير الطاقة الكهربائية من المصادر الأحفورية، وتوفير الدعم للوقود المستخدم بما يمثل عائق للإستثمار في الطاقات المتجددة، خاصة وأن العائد على الإستثمار في الطاقات المتجددة يحتاج إلى وقت أطول من الإستثمار في مصادر الطاقة التقليدية. ويمكن أن نرجع أسباب صعوبة الحصول على التمويل اللازم لمشاريع الطاقة المتجددة للعديد من الإعتبارات نذكر منها:

- تدني الثقة بقطاع الطاقات البديلة المتجددة والخوف من فشل هذه المشاريع وعدم قدرة المستثمرين على الوفاء بالتزاماتهم البنكية؛

- إعتداد دعم مشاريع الطاقة المتجددة على المنح والمساعدات المادية الأجنبية خاصة في الدول النامية، الأمر الذي يرهن تطور قطاعها بما يتم تقديمه أو جلبه من مساعدات؛

- ضعف السوق وعدم قدرته على تسويق وإستخدام منتجات الطاقة المتجددة والنظيفة، كأنظمة التسخين الشمسي وأنظمة الخلايا الشمسية، وتوربينات الرياح، في ظل منافسة غير مؤسسة على نظام الوقود الأحفوري والطاقة التقليدية.

ثانيا: على المستوى الفني والتقني

تجدر الإشارة هنا، أن معظم العوائق الفنية والتقنية تخص الدول النامية لأن الدول المتطورة قطعت أشواطاً كبيرة في مجال الطاقات المتجددة، حيث تجاوزت معظم تلك العوائق وأصبحت الآن تصدر تكنولوجيا الطاقة النظيفة للعالم النامي الذي يود الإستثمار في هذا المجال، ومن بين العراقيل الفنية والتقنية نذكر ما يلي:

1. تتطلب صناعات الطاقة البديلة المتجددة، وما يرافقها من تحول إلى الإقتصاد المعتمد على الكهرباء الخضراء عناصر نادرة مثل الغاليوم، التيتانيوم، والكادميوم وغيرها، حيث لا يزال التنقيب عنها في العالم خاصة العربي منه محدودا، كما أن إستخراج هذه العناصر من باطن الأرض وطرق تنقيتها من الشوائب، تشتمل على مشكلات بيئية تحتاج أساليب وآليات تكنولوجية دقيقة وصديقة للبيئة؛

2. ضعف الهياكل التصنيعية الأساسية الداعمة لقطاع الطاقات البديلة المتجددة خاصة بالدول النامية؛

3. محدودية قواعد البيانات المقننة والكافية التي ترصد الخبرات والدروس المستفادة من المشروعات التي تم تنفيذها

سابقا؛

4. إفتقار بعض دول العالم خاصة النامية والعربية منها إلى الخبرة الفنية حول تصنيع معدات وتكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة، كما تفتقر لتكنولوجيات متطورة للإستمرار في تخزين الطاقة خاصة الطاقة الشمسية لإستخدامات إنتاج الكهرباء، والحفاظ على المياه المستخدمة في مجال الطاقة؛

5. ندرة مشغلي الطاقة الذين يتمتعون بكفاءة الأداء الفني، والإفتقار إلى الخدمات الهندسية المتخصصة، وعدم توفر إطار داعم للحفاظ على حقوق الملكية الفكرية في الأسواق الناشئة في مجال الطاقة النظيفة؛

6. مشكلة تخزين ونقل الطاقة المتجددة: لقد تعرضت مصادر الطاقات المتجددة إلى الكثير من الإنتقادات والتحديات حول إمكانية إحلالها مكان الطاقة التقليدية، ومن أهم هذه الإنتقادات هو عدم إستمراريتها أي أنها غير ثابتة بالنسبة للطاقة المولدة (خاصة الطاقة الكهربائية)، وهذا ما يزيد من تكاليف إستثمارها بسبب الحاجة إلى عمليات تخزينها ونقلها، حتى وإن اختلفت حدة هذه المشكلة من مصدر إلى آخر، فالطاقة الشمسية وطاقة الرياح تعد من أقل المصادر المتجددة ثباتا، والطاقة المائية تعد أكثر ثباتا من سابقتها، أما أكثر هذه المصادر ثباتا فهما طاقة الحرارة الجوفية وطاقة الكتلة الحية.

ثالثا: على المستوى التشريعي والتوعوي

1. هناك مخاطر تواجه مشاريع الطاقة النظيفة، تتمثل في احتمالات أن تتراجع البلدان عن إتفاقيات شراء الطاقة التي تؤمن العائدات على المدى البعيد، والتي يتم مقابلها تقديم القروض. كما أن هناك عدم نضج في البيئة القانونية الخاصة بإنتاج الطاقات المتجددة، وضعف الجانب التشريعي الداعم لها، مما يطرح المخاطر التعاقدية، فضلا عن أن مجال الطاقة قد يخضع لتغيير في المواقف السياسية مما ينعكس على هذا النوع من المشاريع؛

2. ضعف مستوى التنسيق على المستوى الوطني بين الجهات المعنية بتطوير هذه المصادر، وقصور برامج التنسيق والتعاون الإقليمي في مجال الطاقات المتجددة، بدءا بوضعي السياسات وصولا إلى المستهلك النهائي. وعدم إدراج سياسات الطاقة المتجددة كجزء متكامل في السياسة العامة للطاقة أو في السياسات القطاعية للدول، فضلا عن الإعتقاد السائد لدى بعض الدول خاصة البترولية منها بشأن تنمية هذه المصادر الذي قد يؤثر على أسواق الطاقة وخاصة سوق البترول؛

3. إن قلة الإهتمام بإستخدام الطاقات البديلة المتجددة لإنتاج الطاقة، والفهم الخاطئ لطبيعة عمل وتطبيقات تكنولوجياها من قبل الأطراف المعنية والمجتمع بأسره، يشكل عائقا كبيرا نحو الإعتماد على المصادر النظيفة في إنتاج الطاقة، ويقوي هذا العائق الشعور العام لدى المؤسسات والأفراد في معظم الدول بقلة جدوى المساعي المتعلقة بالبيئة من ناحية ومن جدوى إستخدام نظم تعتمد على ظواهر طبيعية متغيرة، وهنا يبرز دور الإعلام والتوعية للدفع نحو تأهيل الأفراد والمجتمعات ككل نحو مفهوم صحيح لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة وصديقة للبيئة، مع مراعاة ألا تقتصر التوعية على الحملات الإعلامية للجمهور، وتشجيعه للتحويل إلى تكنولوجيا الطاقة البديلة المتجددة فقط، بل يجب أن تمتد إلى تكرار التدريب والتثقيف الفني من خلال البرامج التدريبية والندوات العلمية وورش العمل والمؤتمرات للمهندسين والفنيين في هذا المجال.

من خلال ما سبق ذكره، يتضح أنه لتطوير وتوسيع إستغلال الطاقات البديلة المتجددة يتطلب التخلص من هذه العراقيل والتصدي لجملة التحديات من خلال وضع أرضية ملائمة من أجل تطوير إقتصاديات هذه الطاقات، ومن ثم تمكينها من تلبية الإحتياجات الطاقوية العالمية المتزايدة مستقبلا.

المبحث الرابع: الجغرافية الاقتصادية لمصادر الطاقات البديلة المتجددة

بعد التعرف على ماهية الطاقات البديلة المتجددة، وإجراءات تبنيتها ضمن منظومة الطاقة العالمية، وحتى تكتمل الصورة حول هذه البدائل الطاقوية المتجددة لابد من التطرق لجوانبها الإقتصادية، من خلال الإطلاع على طبيعة ومستوى الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقات البديلة المتجددة، ومن ثم التعرف على مستوى الإنتاج العالمي لمختلف المصادر المتجددة قيد الإستغلال، وحجم الإستهلاك العالمي من هذه الطاقات وتقديراته المستقبلية، وفي الأخير نتطرق لتوليد الكهرباء من هذه الطاقات كأحد أبرز المجالات الإستخدامية المستهدفة لمصادر الطاقة المتجددة.

المطلب الأول: الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقات البديلة المتجددة

لقد تحركت الطاقة المتجددة نحو السوق العالمية للإستثمار بخطوات سريعة فاقت مستوى التوقعات لاسيما في السنوات الأخيرة، وتعد هذه الإتجاهات التصاعدية لمستوى الإستثمار واحدة من أدوات السياسات الإقتصادية الرامية لتحقيق مستوى الطموح العالمي برفع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة ضمن إجمالي إمدادات الطاقة العالمية، لغرض تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسية أبرزها تخفيض نسبة الإعتماد على الطاقة الأحفورية للحيلولة دون تفاقم مشكلة التغيرات المناخية وانبعاثات الغازات الدفيئة والوصول إلى إقتصاد منخفض الكربون، وضمان أمن إمدادات الطاقة العالمية وتنويع مصادرها والتحوط ضد التغيرات المستمرة في الأسواق العالمية للوقود الأحفوري، ومن أجل الإطلاع على طبيعة ومستوى الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة سيتم تقسيم هذا المطلب إلى العناصر التالية:

أولاً: فئات ومجالات الإستثمار العالمي في قطاع الطاقات البديلة المتجددة

يعتبر الإستثمار العنصر الحيوي والفعال والركيزة الأساسية لتحقيق التنمية الإقتصادية الشاملة، فالإستثمار يعني "توظيف الأموال أو تخصيصها في المجالات أو الفرص الإستثمارية المتاحة والتي يعتقد المستثمر بأنها فرصا مناسبة ومقبولة وتحقق له العائد الذي يرغب فيه"¹، ورغم تعدد القطاعات والمجالات الجاذبة للإستثمار إلا أن قطاع الطاقة المتجددة يعد أحد أهم تلك المجالات والفرص الإستثمارية التي تستحق الإهتمام والتطوير، ويتضمن الإستثمار في قطاع الطاقة المتجددة كافة مراحل المشاريع الإنتاجية إبتداء من البحث والتطوير وتنمية القدرات التكنولوجية وتصنيع المعدات وصولاً للإنتاج والصيانة، ومنه يمكن تقسيم فئات تمويل الإستثمار في مجال الطاقة النظيفة إلى ما يلي:²

1. رأس المال المغامر والأسهم الخاصة (VC/PE) Venture capital and private equity: ويشمل جميع الأموال المستثمرة من قبل رأس المال الخاص في شركات تنمية وتطوير تكنولوجيا الطاقة المتجددة والإستثمارات المماثلة في شركات توليد الطاقة بمختلف أنواعها، وقد عرف هذا النوع إنخفاضا ب 23% عن سنة 2006 ليصل إلى 3.3 مليار دولار سنة 2016؛

¹ حاكم محسن محمد، دور الإستثمار السياحي العربي والأجنبي في دعم الإقتصاد العراقي، المؤتمر العلمي الثالث، المجلد 1، جامعة أهل البيت، الأردن، 2006، ص 277.

² Frankfurt School of Finance & Management, **Global Trends in Renewable Energy Investment 2017**, Frankfurt, Federal Republic of Germany, 2017, p10, 14.

2. **الأسواق العامة Public markets:** وهي جميع الأموال المستثمرة في أسهم الشركات المدرجة في الأسواق المالية والتي تعمل في مجال تطوير القدرات التكنولوجية وتشغيل محطات توليد الطاقة المتجددة، وقد سجل حجم الأموال في هذه الفئة تراجعاً بنسبة 32% عن سنة 2006 ليبلغ 6.3 مليار دولار سنة 2016؛

3. **تمويل الأصول Asset finance:** وهي كافة الأموال المستثمرة في مشاريع توليد الطاقة المتجددة (باستثناء مشاريع الطاقة الكهرومائية الكبيرة) سواء كانت من موازنة الشركات أو القروض أو الأسهم بإستثناء إعادة التمويل. وقُدِّر حجم هذه الأموال سنة 2016 نحو 187.1 مليار دولار حيث يمثل أكبر حصة مقارنة مع بقية الفئات؛

4. **عمليات الإندماج والإستحواذ Mergers and acquisitions (M&A):** وتشمل قيمة الأسهم الموجودة والديون المشتراة من قبل المستثمرين الجدد والشركات العاملة في تطوير تكنولوجيا الطاقة المتجددة وتشغيل مشاريعها، وبلغ إجمالي أموال هذه الفئة نحو 72.7 مليار دولار سنة 2016.

إنطلاقاً مما سبق ذكره، فآليات تمويل الإستثمار في الطاقة المتجددة تتلخص في ثلاثة مجالات أساسية؛ أولها آليات التمويل الموجهة لدعم تنمية تكنولوجيات الطاقة المتجددة، ثانيها آليات التمويل لتصنيع المعدات والأجهزة، وتتمثل ثالثها في آليات التمويل لإقامة وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة. (للإطلاع على تطور الإستثمارات العالمية للطاقات المتجددة وتوزيعها حسب الفئات التمويلية والمجالات الإستثمارية خلال الفترة 2004 - 2016 أنظر الملحق رقم "3.2")

وباعتبار أن مشاريع الطاقة البديلة المتجددة تستلزم تمويلاً ضخماً ثابتاً ودعماً فنياً ومادياً في نفس الوقت كان من الضروري الإعتماد على الإنفاق الحكومي من أجل تمويل إستثمارات الطاقة المتجددة والتي تكون غالباً محفوفة بالمخاطر وغير مضمونة كلياً، ويعتبر القطاع الحكومي الممول الأول لتكنولوجيات الطاقة الخضراء على مستوى دول العالم من خلال دعمه لمراكز البحث والتطوير إلى جانب فرضه للعديد من السياسات الإقتصادية والضريبية في القطاع من أجل ضمان كفاءة وشفافية تسييره، وكذا تمويله لمشاريع توليد الطاقة النظيفة، وللإشارة فإن تسخير الأموال العامة في مشاريع الطاقة المتجددة من شأنه ضمان توظيف آمن ومستدام للمال العام بكفاءة تعادل نحو خمسة أضعاف ما يتم إنفاقه على قطاع الطاقات التقليدية. أما الإستثمار الخاص في مجال الطاقة المتجددة فيتخذ إتجاهين؛ الأول يهتم بالتوعية البيئية وتصحيح المفاهيم لدى المستهلكين وهو ما تقوم به المنظمات غير الحكومية والجمعيات المتخصصة ويتركز دورها في إعداد ورش عمل مع الجهات المسؤولة عن توعية الجماهير في المدن والقرى والمدارس والمناطق الريفية والتجمعات النائية، حيث يكون القطاع الخاص أهم مستثمر في مثل هذه الحملات التي تضمن إقامة نماذج ريادية pilot plant لتطبيقات الطاقة المتجددة، أما الإتجاه الثاني للقطاع الخاص فيشمل المجالات التجارية والإستثمارية في أنشطة الطاقة المتجددة وعمليات إنتاج وتسويق المعدات اللازمة لإنتاج ونقل الطاقة المنتجة من مزارع الرياح أو من اللاقطات الشمسية مثلاً، كما يمكن أن يتاح للقطاع الخاص مجالات ومساحات إستثمارية أخرى مستقبلاً.¹

¹ زواوية حلام، مرجع سبق ذكره، ص 201-204. (بتصرف)

ثانيا: تطور حجم الإستثمارات العالمية في تكنولوجيا الطاقات البديلة المتجددة

حظي قطاع الطاقات المتجددة خلال بداية القرن الحالي بالإهتمام الكبير وهو ما ترجم بإرتفاع حجم الإستثمارات العالمية في هذا المجال، كما شهدت هذه الإستثمارات معدلات نمو متزايدة خلال العشرة سنوات الأخيرة، وقدرت الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة (بإستثناء مشاريع الطاقة الكهرومائية التي تفوق قدرتها 50 ميغاواط) نحو 242 مليار دولار سنة 2016، مسجلة بذلك إرتفاعا بـ 114% عن سنة 2006 وبنسبة إنخفاض قدرت بـ 23% عن سنة 2015، وبأخذ الإستثمارات في الطاقة الكهرومائية غير المدرجة سابقا بعين الإعتبار يصل إجمالي الإستثمارات العالمية الجديدة في الطاقات المتجددة إلى 265 مليار دولار سنة 2016، متفوقا بأكثر من الضعف عن حجم الإستثمارات الجديدة في قطاع الطاقات الأحفورية، ويرجع هذا النمو الهائل في أسواق الطاقة المتجددة إلى تزايد الإهتمام بمجال الطاقة الشمسية ومنشآتها خاصة في الصين والتي بلغ إجمالي إستثماراتها نحو 78.3 مليار دولار،¹ وتشير التنبؤات إلى أن العقد المقبل سيشهد توسعا إستثنائيا في قطاع الطاقات المتجددة بفضل القدرة على التكامل بين مختلف القطاعات المنتجة والسياسات الداعمة لنشر تكنولوجيا الطاقات المتجددة في جميع أنحاء العالم، كما أن هناك تفاقولا كبيرا في رفع حجم الإستثمارات العالمية، حيث أشارت شركة Bloomberg لتمويل الطاقات المتجددة إلى أن الإستثمار في طاقة الرياح والطاقة الشمسية قد يصل إلى 500 مليار دولار بآفاق 2035 متجاوزة بذلك الإستثمارات في الطاقات الأحفورية والنووية بحوالي خمسة أضعاف.²

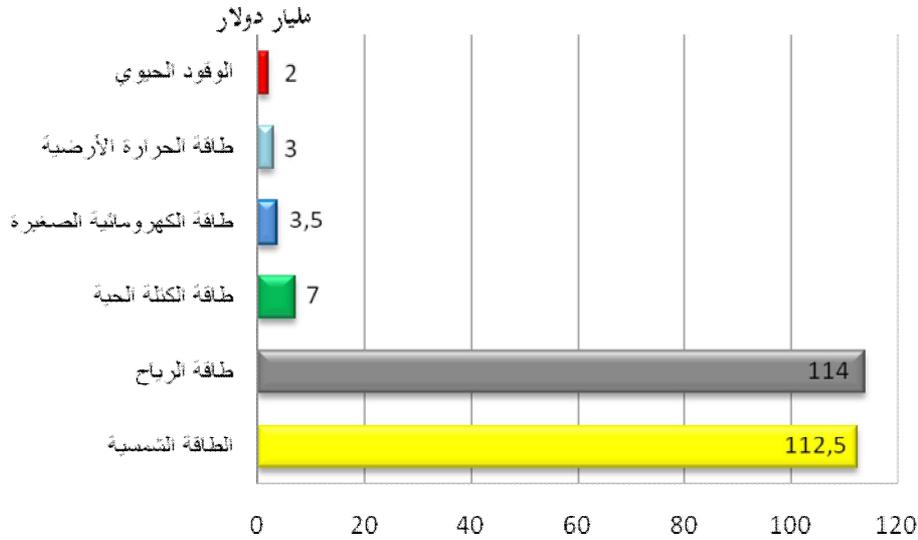
1. توزيع الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة حسب القطاع: تصدر قطاعي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على مدى العشرة سنوات الأخيرة المراكز المتقدمة في قائمة الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة، حيث قدرت حصة هذين القطاعين في إجمالي الإستثمارات العالمية التراكمية للطاقة المتجددة خلال الفترة (2006-2016) نحو 84% أي بقيمة 2091.3 مليار دولار،³ وكان ذلك بفعل إنخفاض التكاليف وإنتشار التكنولوجيا الحديثة، فضلا عن وفرة هذين المصدرين في جميع أنحاء العالم، وفي سنة 2016 فقط شكل القطاعين المذكورين ما يفوق 93.6% من إجمالي الإستثمارات العالمية للطاقات المتجددة بشقيها الكهربية والحرارية، في حين جاءت الإستثمارات في طاقة الكتلة الحيوية بما فيها الطاقة من النفايات بالمرتبة الثانية لتشكّل 2.9%، ومشاريع الطاقة الكهرومائية الأقل من 50 ميغاواط تمثل 1.4% وطاقة الحرارة الأرضية 1.2%، أما الإستثمارات في الوقود الحيوي فتمثل 0.8% من إجمالي إستثمارات الطاقة المتجددة في العالم، والشكل الموالي يوضح توزيع قيمة الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة حسب القطاع لسنة 2016.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p111, 112.

² عقون شراف، كافي فريدة، الطاقات المتجددة كعقد إستراتيجي للسياسة الطاقوية الجديدة في الوطن العربي -دراسة تحليلية-، مجلة البحوث الإقتصادية والمالية، المجلد الرابع، العدد الأول، جامعة أم البواقي، جوان 2017، ص322.

³ Frankfurt School of Finance & Management, Op.Cit, p14.

الشكل رقم (9.2): توزيع الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة حسب القطاع لسنة 2016



Source: Frankfurt School of Finance & Management, **Global Trends in Renewable Energy Investment 2017**, Frankfurt, Federal Republic of Germany, 2017, p14, 15.

ويرجح أن تتوالى إتجاهات الإستثمارات المستقبلية نحو تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية وهذا بسبب التحكم الجيد في تكنولوجياتها وخضوعها لإقتصاديات الحجم، وكذا توسع أسواقها وتبني الشركات الكبرى العالمية لتصنيع معداتها.

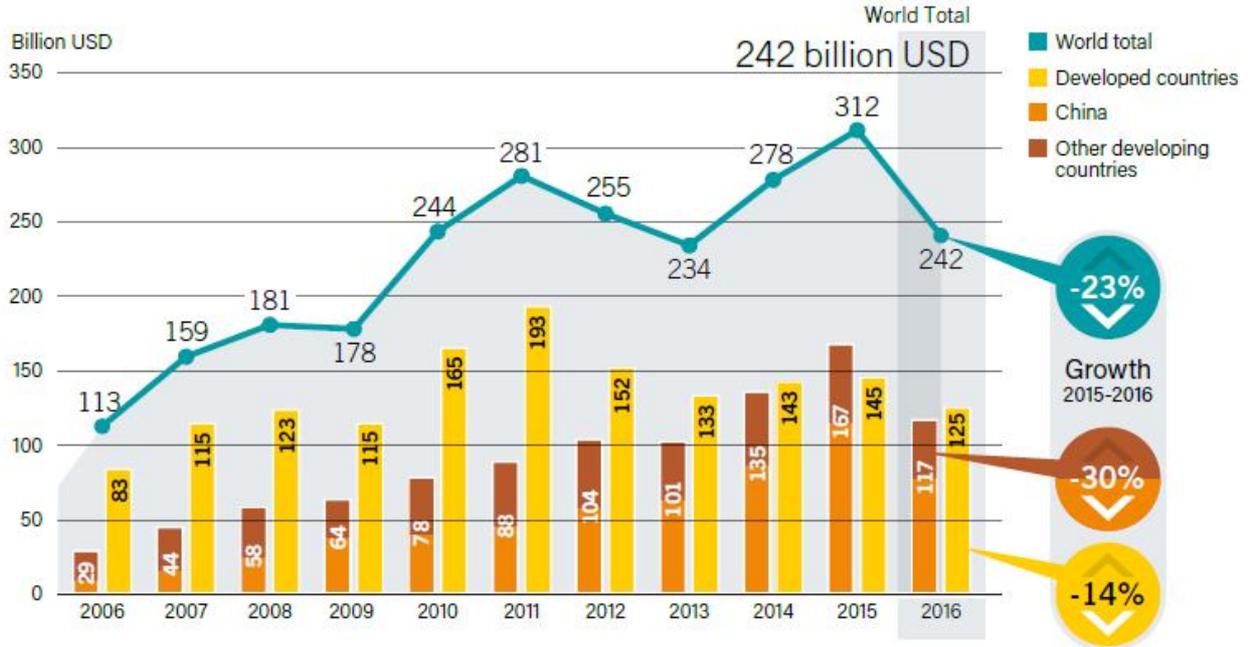
ثالثا: توزيع الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقات البديلة المتجددة بين الدول المتقدمة والنامية

من المعروف أن الدول المتقدمة تفوقت بشكل كبير في حجم إستثماراتها في قطاع الطاقة المتجددة على نظيرتها النامية للسنوات الأولى من العقد الماضي، ففي سنة 2006 مثلت إستثمارات الدول النامية البالغة 29 مليار دولار نحو 35% فقط من مجموع إستثمارات الدول المتقدمة المقدر بقيمة 83 مليار دولار، ثم أخذت الفجوة بين حجم إستثمارات الدول المتقدمة والنامية تتقلص سنة بعد أخرى، وبدأت الإقتصاديات النامية تحضر تقدما ملحوظا بفعل السياسات الموجهة بإتجاه تسهيل التمويل ودعم الإبتكار والتصميم لمشاريع الطاقة المتجددة، وقد لعبت تلك السياسات دورا بارزا وفاعلا في فتح أسواق جديدة لتلك المشاريع، ونتيجة لذلك واصلت الإستثمارات في الدول النامية في الإرتفاع فخلال سنة 2015 سجلت زيادة بـ 23.7% عن السنة السابقة أين بلغت 167 مليار دولار والتي تمثل تقريبا 5 مرات قيمة إستثماراتها سنة 2006 كما تجاوزت إجمالي الإستثمارات بالنسبة للدول المتقدمة التي وصلت إلى 145 مليار دولار بنسبة زيادة قدرت بـ 1.3% عن سنة 2014، ويرجع سبب هذا التطور الذي شهدته إستثمارات الطاقة المتجددة في الدول النامية إلى أن هذه الأخيرة تقود بالفعل أنشطة تمويل ودعم للقدرات المحلية بقيادة الصين والهند والبرازيل تحت إسم المتقدمون ¹forerunners بهدف إنجاح مشاريع الطاقة النظيفة وضمن إستمراريتها من أجل مستقبل مستدام، في حين شهد إجمالي الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة (في الدول

¹ International Renewable Energy Agency, **Financial Mechanisms and Investment Frameworks for Renewable in Developing Countries**, IRENA, Abu Dhabi, December 2012, p 23.

المتقدمة والنامية) تراجعاً سنة 2016 بنسبة 23% عن سنة 2015، كما إستعادت الدول المتقدمة الريادة في حجم الإستثمارات متجاوزة نظيرتها النامية بنحو 8 مليار دولار كما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم (10.2): توزيع الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة بين الدول المتقدمة والنامية خلال الفترة 2016 - 2006



Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p112.

من الشكل السابق يتبين أن الدول النامية حققت طفرات سريعة في إستثماراتها في قطاع الطاقة البديلة المتجددة ومنذ سنة 2012 بدأت الفجوة بين حجم إستثمارات الدول المتقدمة والدول النامية تتقلص بشكل واضح، حيث بلغ إجمالي قيمة إستثمارات الدول النامية نحو 104 مليار دولار مقابل 152 مليار دولار للدول المتقدمة، ثم واصلت الفجوة بالإنكماش إلى غاية سنة 2015 أين تجاوز حجم إستثمارات الدول النامية المقدر بـ 167 مليار دولار نظيرتها المتقدمة البالغة 145 مليار دولار، ويعود السبب والفضل الكبير في ذلك التفوق إلى الصين التي إستثمرت وحدها ما قيمته 115.4 مليار دولار بنسبة نمو 32% عن سنة 2014 وما يمثل 37% من إجمالي الإستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة، وهو رقم قياسي يعني أن تقريبا كل 3 دولارات تنفق على الإستثمار في الطاقات المتجددة على المستوى العالمي فإن دولار واحد منها ينفق في الصين، والموجهة خاصة لمجال تصنيع مستلزمات إستغلال مصادر الطاقة المتجددة، أما الهند فقد إستثمرت مبلغ 9.6 مليار دولار، والبرازيل إستثمرت سنة 2015 نحو 7.1 مليار دولار فضلا عن دول نامية أخرى والتي إستثمرت أكثر من 500 مليون دولار مثل المغرب، الأوروغواي، الفيليبين، باكستان والهندوراس.¹

¹ REN21 Steering Committee, **Renewables 2016, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2016, p100.

وعلى الرغم من أن بداية ظهور الطاقة المتجددة كان في الدول المتقدمة خاصة الولايات المتحدة ودول الإتحاد الأوروبي واليابان، حيث ساهمت هذه الدول في تمهيد الطريق أمام التقدم التكنولوجي وتوسيع السوق العالمية للطاقة المتجددة من خلال الإستثمار المبكر في مختلف المجالات ذات الصلة، إبتداء من البحث والتطوير وصولا إلى الإنتاج والصيانة، إلا أن الإستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة في الدول المتقدمة بالإجمال شهد تراجعا بعد سنة 2011 (سنة الذروة بـ 193 مليار دولار) أين بلغ سنة 2015 نحو 145 مليار دولار بنسبة إنخفاض تقدر بنحو 19% عن سنة 2011، ويعود هذا التراجع المسجل في حجم إستثمارات الدول المتقدمة بالأساس إلى تراجع الإستثمارات في الطاقة المتجددة بالدول الأوروبية التي شهدت سنة 2015 تراجعا بنسبة 21% عن سنة 2014 بسبب توجيه معظم إستثماراتها لأراضي الدول النامية في إطار التعاون والشراكة الطاقوية.¹

أما التراجع الذي سجل في إجمالي الإستثمارات العالمية للطاقة المتجددة سنة 2016 فيعود بالأساس لسببين؛ أولهما إنخفاض وتيرة نمو الإستثمارات في الصين وبعض من الدول النامية الأخرى، وثانيهما بسبب الإنخفاض المحقق في تكاليف تكنولوجيا الطاقة الشمسية الفوتوفولطية وطاقة الرياح ما جعل المستثمرين يقلصون نفقاتهم المالية لأن بإمكانهم الحصول على قدرات مركبة إضافية كبيرة وبأموال قليلة.

إجمالا، لقد كان لتطور مستوى الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة أثرا بارزا في تطور وإنتشار أنظمة الطاقة المتجددة في العالم، وترجم ذلك بتطور حجم الإنتاج العالمي من مختلف مصادر الطاقة البديلة المتجددة، وإنتعاش نسبة مساهمتها في الإنتاج العالمي للطاقة بشقيها الحرارية والكهربائية كما ستبينه المطالب اللاحقة.

المطلب الثاني: الإنتاج العالمي للطاقات البديلة المتجددة

تشهد السنوات الأخيرة توجها عالميا كبيرا للإستثمار في مجال الطاقات البديلة المتجددة، وعليه فقد عرف حجم إنتاجها تطورا كبيرا بالرغم من تفاوته الملحوظ بين دول العالم، وما بين مختلف مصادر الطاقة المتجددة، ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على حصة الطاقات المتجددة ضمن إجمالي الطاقة الأولية المنتجة عالميا، وكذا تتبع تطور القدرات المركبة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة وتوزيعها الجغرافي على المستوى العالمي.

أولا: تطور حصة الطاقات المتجددة ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم

عرف الإنتاج العالمي* من الطاقات المتجددة إنتعاشا ملحوظا في السنوات الأخيرة، ولقد حققت الطاقات المركبة الإجمالية منها زيادة تدريجية منتظمة، أين قدرت بنحو 1964 جيغاواط سنة 2015²، وهو ما عزز من مساهمتها ضمن إجمالي الطاقة الأولية المنتجة عالميا والمقدر بـ 13647 مليون طن مكافئ بترول سنة 2015 حيث بلغت نحو 13.7% بعد أن كانت مساهمتها في حدود 12.4% سنة 1973 من إجمالي الطاقة الأولية المنتجة في العالم البالغة نحو

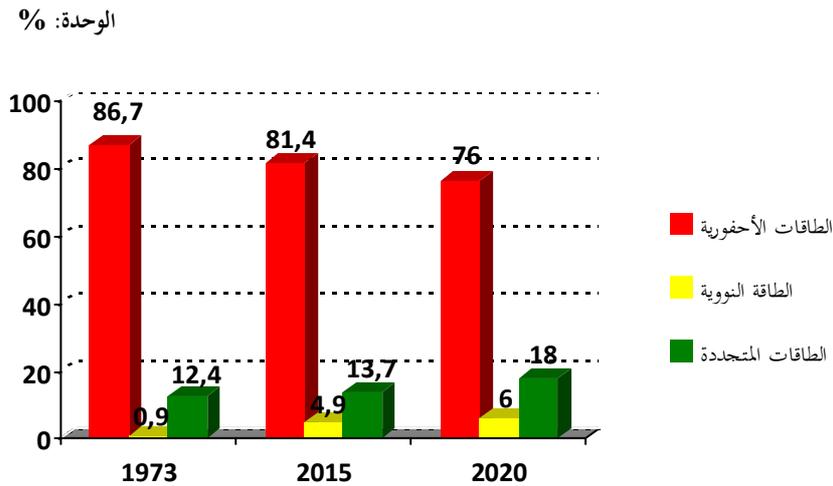
¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2016, Op .Cit, p100.

* للإشارة فإن الإنتاج في مجال الطاقات البديلة المتجددة يعبر عنه بحجم القدرات المركبة من هذه الأخيرة.

²International Renewable Energy Agency, Renewable Energy Statistics, IRENA, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2016, p2.

6101 مليون طن مكافئ بترول،¹ إن زيادة الإنتاج والاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة سنة 2015 كان بمثابة الحافز والمؤشر الإيجابي الذي أعاد الثقة لزعماء العالم والمنظمات الدولية لإجراء المزيد من المفاوضات الهادفة للتوصل إلى إتفاق عالمي جديد بشك تغير المناخ، لاسيما وأن هذه الزيادة خفضت إنبعاثات الغازات الدفيئة بما يعادل 1.3 مليار طن سنويا كما أدى التطور الكبير في تكنولوجيات أنظمة الطاقات المتجددة إلى تزايد إنتاج القدرات المركبة منها، وهذا يعود إلى إعتبرات عديدة منها نظافتها وانخفاض تكلفتها، إضافة إلى أن ما يسقط على الأرض من أشعة الشمس خلال 223 ساعة يعادل كل الإحتياطي العالمي من البترول، وما يهب من الرياح على سطح الكرة الأرضية خلال 94 يوما تعادل طاقته كل الإحتياطي البترولي العالمي، وأنه لو تم إستغلال فقط 0.5% من طاقة الرياح على سطح الأرض لغطى حاجة العالم كله من الكهرباء،² ومن ثم فيتوقع لمساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي الطاقة الأولية بحلول عام 2020 أن تصل لنحو 18% من إجمالي عالمي يبلغ نحو 17208 مليون طن مكافئ بترول، كما يبينه الشكل الموالي:

الشكل رقم (11.2): تطور مساهمة الطاقات المتجددة ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم خلال الفترة 1973 – 2020



المصدر: أنظر كل من:

- International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017, p 6.
- Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **World Energy Resources**, World energy council, London, 2013, p8.

ثانيا: نمو القدرات المركبة من الطاقات المتجددة وتوزيعها الجغرافي عالميا

بلغت القدرات المركبة من الطاقة المتجددة سنة 2010 نحو 1333.4 جيغاواط،³ وب 2016.8 جيغاواط سنة 2016 أي بمعدل نمو قدر ب 51% عن سنة 2010، ويعود ذلك النمو إلى تزايد الإهتمام بالطاقات المتجددة في ظل التحديات التي تواجهها منظومة الطاقة العالمية من جهة، وضخامة الإستثمارات الموجهة لقطاع الطاقات المتجددة

¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op.Cit, p6.

² تقرير وزير الخارجية للبيئة والشؤون الريفية، إستراتيجية التنمية المستدامة لحكومة المملكة المتحدة، برلمان المملكة المتحدة، مارس 2005، ص3.

³ International Renewable Energy Agency, Renewable Energy Statistics 2016, Op.Cit, p2.

خلال السنوات الأخيرة من جهة أخرى، حيث بلغت سنة 2016 نحو 265 مليار دولار، وقد ساهمت الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة عام 2016 بتلبية إحتياجات حوالي 28 مليون منزل على مستوى العالم خاصة في مجال التدفئة والطهي، حيث تلعب الأنظمة الشمسية دورا مهما في تلبية إحتياجاتهم من الطاقة، إلا أن القسم الأكبر يعتمد على الكتلة الحية في تلبيتها خاصة في الدول النامية،¹ وبالرغم من كون المصادر المتجددة متواجدة على مستوى كل دول العالم، إلا أن إنتاجها يقتصر على بعضها فقط خاصة المتقدمة منها، وهو ما يُظهره الجدول الموالي.

الجدول رقم (9.2): التوزيع الجغرافي للقدرات المركبة من الطاقات المتجددة في العالم نهاية سنة 2016

الوحدة: جيغاواط

| الدول | التقنية | طاقة الحرارة الشمسية | الطاقة الفوتوفولطية | الطاقة الريحية | الطاقة الكهرومائية | طاقة الحرارة الأرضية | طاقة الكتلة الحية | إجمالي الطاقات المتجددة |
|-----------------------------------|---------|----------------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| الصين | 0 | 77 | 169 | 305 | 0 | 12 | 563 | |
| الهند | 0.2 | 9.1 | 29 | 47 | 0 | 8.3 | 93.6 | |
| اليابان | 0 | 43 | 3.2 | 23 | 0.5 | 4.1 | 73.8 | |
| إجمالي دول الإتحاد الأوروبي منها: | 2.3 | 106 | 154 | 127.3 | 0.9 | 37 | 427.5 | |
| - إيطاليا | 0 | 19.3 | 9.3 | 18.5 | 0.8 | 4.1 | 52 | |
| - ألمانيا | 0 | 41 | 50 | 5.6 | 0 | 7.6 | 104.2 | |
| الو. م. الأمريكية | 1.7 | 41 | 82 | 80 | 3.6 | 16.8 | 225.1 | |
| بقية دول العالم | 0.6 | 26.9 | 49.8 | 514.2 | 8.5 | 33.8 | 633.8 | |
| إجمالي العالم | 4.8 | 303 | 487 | 1096.5 | 13.5 | 112 | 2016.8 | |

Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p166.

ولأكثر تفصيل حول تطور القدرات الإنتاجية المركبة حسب كل نوع من مصادر الطاقة المتجددة نورد العناصر التالية:

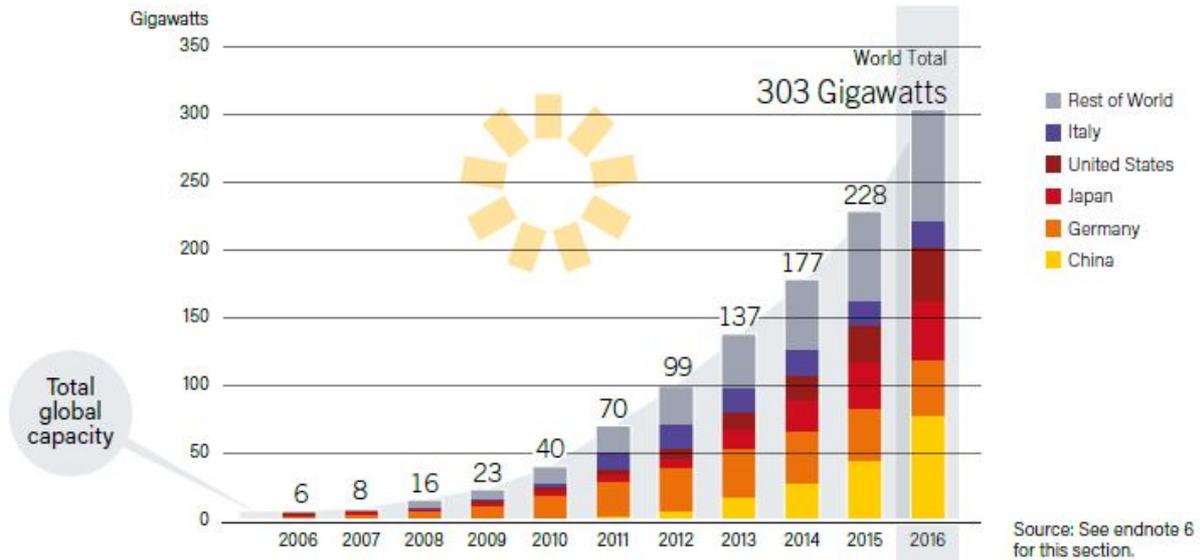
1. القدرات المركبة للطاقة الشمسية: عرفت الطاقة المولدة من أشعة الشمس عالميا تطورا ملحوظا خلال السنوات الأخيرة، حيث قفزت من 6.4 جيغاواط سنة 2006 إلى 307.8 جيغاواط سنة 2016 أي بمعدل نمو قدر بأكثر من 4709%، وهناك بعض الدول المتقدمة التي تجاوز فيها معدل النمو عشرة أضعاف هذه النسبة، وهذا يدل على أن كل الدول المتقدمة والمستوردة للوقود الأحفوري تعمل على تطوير وتنمية الطاقة المولدة من الطاقة الشمسية لإستخلاف الطاقة الأحفورية المستوردة في أقرب الآجال.

ونميز ضمن الطاقة الشمسية بين الطاقة الفوتوفولطية والشمسية الحرارية، فيما يتعلق بإنتاج الطاقة الفوتوفولطية فتعرف نمو مستمرا حيث بلغت القدرات المركبة منها حوالي 303 جيغاواط سنة 2016 بمعدل نمو تجاوز 4950%

¹ REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Op.Cit**, different pages.

مقارنة بسنة 2006، وبقدرات مركبة مضافة قدرت بـ 75 جيغاواط عن سنة 2015 وهو ما يقابل تركيب أكثر من 31 ألف لوحا شمسيا كل ساعة،¹ وقد شكلت دول الإتحاد الأوروبي 35% من القدرات العالمية من هذا النوع من الطاقة الشمسية، وتحتل الصين كدولة منفردة الريادة ضمن إجمالي القدرات المركبة بنحو 25%، كما تحتل المرتبة الأولى من حيث حجم القدرات المضافة من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية المركبة سنة 2016 بنسبة 46%، تليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 20%، اليابان بنسبة 11.5%، والهند بنسبة 5.5%.

الشكل رقم (12.2): تطور القدرات المركبة للطاقة الشمسية الفوتوفولطية وتوزيعها الجغرافي خلال الفترة 2006 – 2016



Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p66.

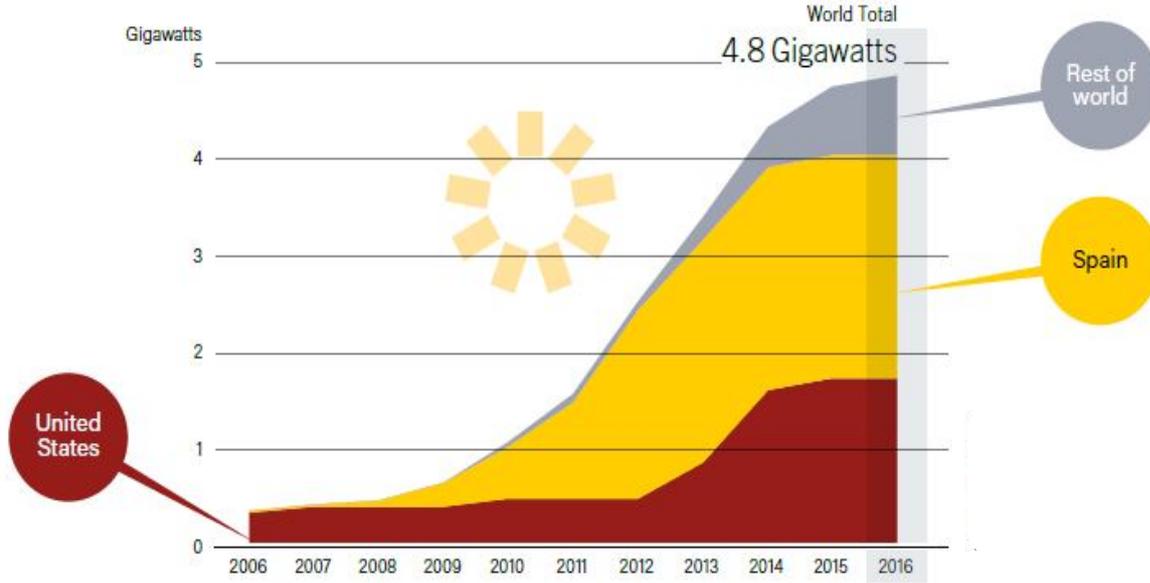
أما فيما يخص إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية (خاصة المركزة منها)، فبعد التغيرات التي حملتها سنة 2015 بالنسبة لهذا النوع من الطاقة، حيث شهد إنتاجها إرتفاعا قدر بـ 420 ميغاواط لتصل بذلك قدرتها تقريبا 4.8 جيغاواط نهاية السنة، والملاحظ خلال تلك السنة أيضا بروز المغرب كأول دولة نامية ضمن قائمة الدول الأوائل عالميا في مجال حجم القدرات المضافة من الطاقة الشمسية الحرارية والمقدرة بـ 160 ميغاواط محتلة بذلك المرتبة الأولى ومتجاوزة كل من جنوب إفريقيا والولايات المتحدة الأمريكية، ويعود الفضل في ذلك إلى حجم الإنتاج المحصل عليه من محطتي نور2 ونور3،² غير أن قطاع الطاقة الشمسية الحرارية لم يشهد نموا كبيرا خلال سنة 2016 حيث بلغت القدرات المركبة المضافة نهاية السنة نحو 110 ميغاواط، وهي تعد أقل إرتفاع سنوي يشهده القطاع خلال العشرة سنوات الأخيرة بنسبة 2% فقط عن سنة 2015، وتعد كل من إسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية الدولتين الرائدتين في حجم القدرات المركبة من الطاقة الشمسية الحرارية حيث مثلت قدرتهما معا أكثر من 80% من القدرات العالمية للطاقة الشمسية الحرارية نهاية سنة 2016.

¹ REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Op.Cit**, p63.

² REN21 Steering Committee, **Renewables 2016, Op.Cit**, p146.

الشكل رقم (13.2): تطور القدرات المركبة للطاقة الشمسية الحرارية المركزة وتوزيعها الجغرافي خلال الفترة

2016 – 2006



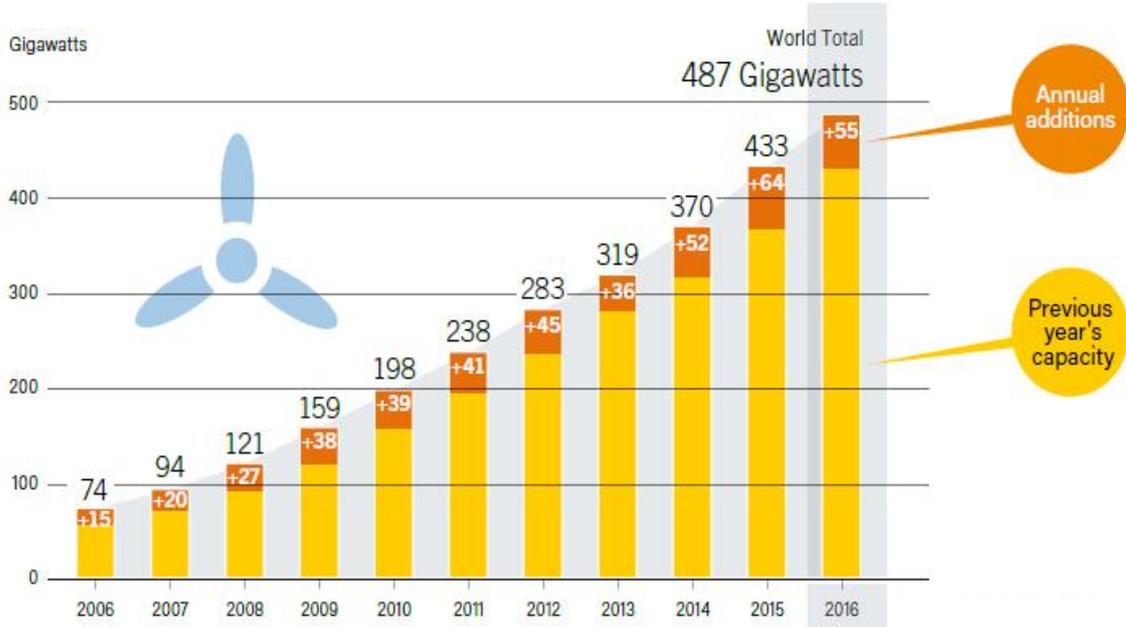
Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p73.

2. القدرات المركبة لطاقة الرياح: تعتبر الرياح مصدرا كبيرا للطاقة في جميع أنحاء العالم، فالسهول الكبرى في الولايات المتحدة هي مثل السهول في المملكة المتحدة في مجال طاقة الرياح ومثل مئات السهول ذات القمم العالية والصالحة لتشييد أبراج الرياح عبر العالم، وتعد الطاقة الريحية من بين الطاقات التي عرفت تطورا ملموسا خلال الخمسة والعشرون سنة الماضية، حيث زادت القدرات المركبة منها من بضع آلاف الميغاواط عام 1990 لتبلغ 59 و433 جيغاواط عامي 2005 و2015 على التوالي،¹ ثم قفزت إلى 487 جيغاواط نهاية سنة 2016، حيث تشهد أكثر من 90 دولة نشاطات لإستغلال طاقة الرياح على المستوى التجاري، وحوالي 29 دولة تمتلك أكثر من 1 جيغاواط من القدرات المركبة قيد الخدمة من هذه الطاقة، وتتصدر الطاقة المولدة من الرياح بقية الطاقات الأخرى في دول الإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية، كما تترتب ثانيا في كل من الصين والهند.²

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2016, **Op.Cit**, p77.

² REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p88.

الشكل رقم (14.2): تطور القدرات المركبة لطاقة الرياح خلال الفترة 2006 – 2016



Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p88.

ورغم توفر طاقة الرياح في معظم دول العالم، إلا أن إجمالي طاقتها المركبة تتوزع بشكل بارز في عدد محدود من الدول خاصة منها الدول المتقدمة الأوروبية والسائرة في طريق النمو أو الناشئة، حيث أن ما يزيد عن 80% من إجمالي القدرات المركبة لطاقة الرياح عالميا والمقدرة بـ 487 جيغاواط تتمركز في عشرة دول تصدرها الصين بقدرات مركبة تقدر بـ 149 جيغاواط أي بنسبة 30.5% من إجمالي العالمي سنة 2016، والجدول الموالي يوضح ترتيب الدول العشرة الأوائل في إنتاج طاقة الرياح عالميا نهاية سنة 2016.

الجدول رقم (10.2): الدول العشرة الأوائل في إنتاج طاقة الرياح عالميا سنة 2016

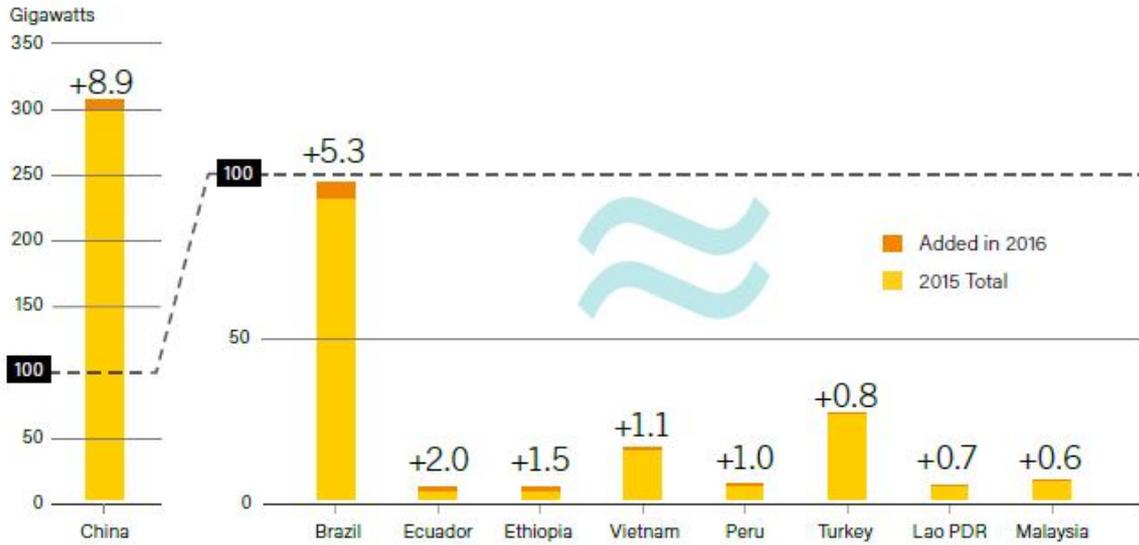
| بلد | الصين | الولايات المتحدة الأمريكية | ألمانيا | الهند | إسبانيا | بريطانيا | فرنسا | كندا | البرازيل | إيطاليا | إجمالي العالم |
|---------------------------|-------|----------------------------|---------|-------|---------|----------|-------|------|----------|---------|---------------|
| القدرات المركبة (جيغاواط) | 149 | 82.1 | 49.5 | 28.7 | 23.1 | 14.5 | 12.1 | 11.9 | 10.7 | 9.3 | 487 |

Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p173.

3. القدرات المركبة للطاقة المائية: تحتل الطاقة الكهرومائية مركز الريادة في إنتاج الطاقة بسبب انخفاض تكاليفها ونظافتها التامة خاصة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية، وفيما يخص القدرات المركبة من الطاقة المائية فبلغت نحو 1096.5 جيغاواط سنة 2016، ويتركز حوالي 63% من إجمالي هذه القدرات في ستة دول التي تعتبر رائدة في هذا المجال، وتشمل كل من الصين بـ 28%، البرازيل والولايات المتحدة الأمريكية وكندا بـ 9% لكل منها، روسيا والهند بـ 4% لكل منهما، وقد شهدت سنة 2016 قدرات مركبة جديدة تصل إلى 25 جيغاواط، وأكثر من ثلها

سجلت في الصين، وبعدها تترتب ثمانية دول حسب حجم القدرات المركبة المضافة لطاقة المائبة سنة 2016 كما يبينها الشكل الموالي:

الشكل رقم (15.2): التوزيع الجغرافي للقدرات المركبة المضافة للطاقة المائبة سنة 2016



Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p58.

4. القدرات المركبة لطاقة الكتلة الحية: بالرغم من كون الكتلة الحية مصدر من مصادر الطاقة المتجددة القديمة جدا، إلا أن إستغلالها عرف تراجعاً ملحوظاً خاصة في الدول المتقدمة، حيث أصبح إستخدامها يقتصر على التسخين والطهي في المناطق النائية فقط، ومن بين أسباب تراجع إستغلال طاقة الكتلة الحية هو إعتماها على الخشب الذي قلت مصادره خاصة مع تقلص مساحات الغابات وعدم التشجير المنتظم، إضافة إلى التحديات البيئية وإنخفاض أسعار البترول، وقد قدرت الطاقة المنتجة من الكتلة الحية عام 2016 بـ 112 جيغاواط، وتحتل دول الإتحاد الأوروبي الريادة بإجمالي طاقة مركبة تقدر بـ 37 جيغاواط، أما فيما يخص الوقود الحيوي فيشهد توسعاً معتبراً حيث بلغ حوالي 98.6 مليار لتر من الإيثانول سنة 2016، وتعد الولايات المتحدة الأمريكية والبرازيل من الدول الرائدة في مجال إنتاج الإيثانول حيث تمثل ما نسبته 59% و 27% من إجمالي إنتاجه عالمياً سنة 2016 لكل منهما على التوالي.

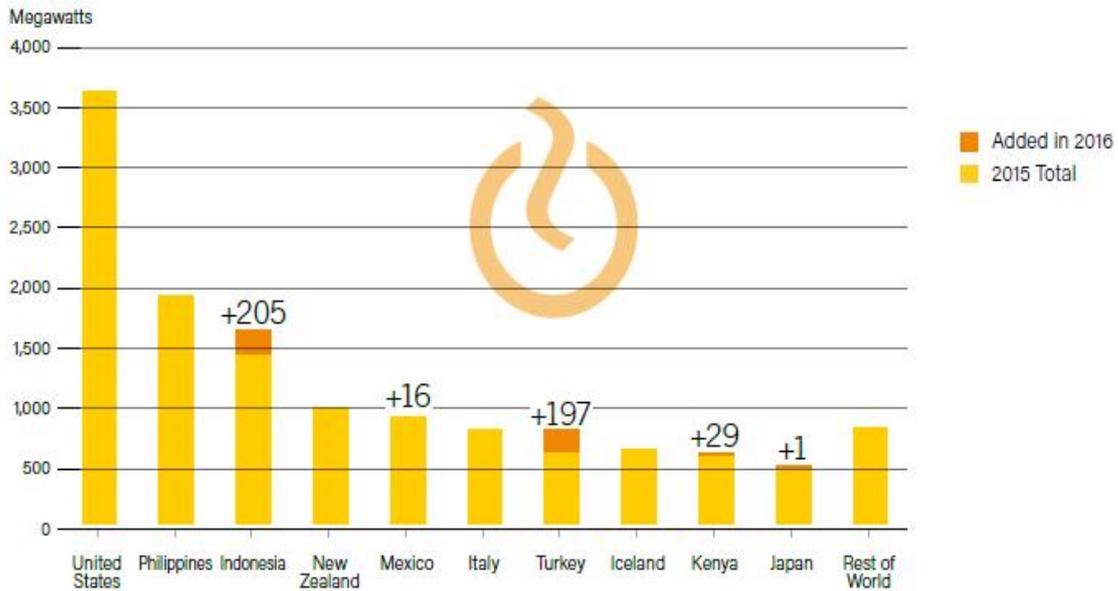
الجدول رقم (11.2): توزيع القدرات المركبة لطاقة الكتلة الحية والإيثانول عالمياً سنة 2016

| الدول | دول الاتحاد الأوروبي | الو.م.أ. | الصين | البرازيل | الهند | بقية دول العالم | إجمالي العالم |
|-----------------------------|----------------------|----------|-------|----------|-------|-----------------|---------------|
| القدرات المركبة (جيغاواط) | 37 | 16.8 | 12 | 11.3 | 8.3 | 26.6 | 112 |
| إنتاج الإيثانول (مليار لتر) | 3.4 | 58 | 3.2 | 27 | 0.9 | 5.8 | 98.3 |

Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p166, 167.

5. القدرات المركبة لطاقة الحرارة الأرضية: إن الحرارة الجوفية تمنح الطاقة في شكلين كهرباء و طاقة حرارية وقد عرفت سنة 2016 زيادة في الطاقة المركبة منها بما يقارب 448 ميغاواط عن سنة 2015، وبذلك يرتفع إجمالي القدرات المركبة لطاقة الحرارة الأرضية إلى 13.5 جيجاواط، وتحتل إندونيسيا وتركيا الصدارة ضمن حجم القدرات المضافة من طاقة الحرارة الأرضية إذ شهدا أعلى نسبة في معدلات النمو السنوي قدرت بـ 46% و 44% لكل منهما على التوالي ما بين سنتي 2015 و 2016، أما عن ترتيب دول العالم حسب القدرات الإجمالية لطاقة الحرارة الأرضية سنة 2016 فهي موضحة في الشكل الموالي:

الشكل رقم (16.2): ترتيب الدول العشرة الأوائل في حجم القدرات المركبة لطاقة الحرارة الأرضية سنة 2016



Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p53.

بعد هذا العرض المفصل عن القدرات الإنتاجية المركبة العالمية من مختلف الطاقات المتجددة، نستنتج أن إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة قد عرف تطورا كبيرا خلال العقد الأخير، وبالرغم من كونه لا يرقى إلى المستوى المأمول من الدول والشعوب في ظل التحديات البيئية والطاقوية العالمية الراهنة، إلا أنه يعتبر خطوة إيجابية في مجال إستغلال هذه المصادر، ومنحها دورا أكثر أهمية خلال السنوات القليلة القادمة خاصة مع تزايد مجالات إستخدامها وتنافسيتها مقارنة مع الطاقات الأخرى.

المطلب الثالث: الإستهلاك العالمي للطاقة البديلة المتجددة

لقد تطورت المجالات الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة عبر الزمن، وتطور معها حجم الإستهلاك العالمي لهذه الطاقات، ولا يختلف إثنان على أن توليد الكهرباء يعد أهم ما قدمته هذه الطاقات إلى العالم الحديث، والأمر الذي يشترك فيه كل المصادر المتجددة تقريبا، ومن تم فغالبا ما يقترن تقدير حجم الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة مع ما إستهلك من الكهرباء المولدة من هذه الطاقات.

أولاً: تطور الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة

مع تزايد الطلب العالمي على الطاقة في مقابل قرب نضوب الطاقات الأحفورية، ضف على ذلك تفاقم المشاكل البيئية الناجمة عن إستخدام هذه الأخيرة، ما دفع بالعالم نحو إستغلال الطاقات المتجددة النظيفة كخطوة لتخفيف الضغط على الطاقات الناضبة، ومحاوله للحد من تأثيراتها البيئية، ومع التطورات التي عرفتها تقنيات الطاقات المتجددة على المستوى الدولي، زادت مساهمتها في إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة خاصة خلال العقود الأخيرة، حيث قدر الإستهلاك العالمي للمصادر المتجددة نحو 19.3% من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة سنة 2015،¹ بعد أن كان لا يتجاوز 14.8% سنة 1973² بإحتساب حصة طاقة الكتلة الحية التي تعد من الطاقات المتجددة التقليدية الواسعة الإستهلاك من طرف الشعوب خاصة النامية منذ قديم الزمان، وما دعم ذلك النمو في إستهلاك الطاقات المتجددة إضافة إلى العوامل السالفة الذكر هو التطور الذي عرفه سوق تقنياتها ما إنعكس إيجاباً بإخفاض أسعار الطاقة المنتجة من الطاقات النظيفة، خاصة تقنيات الطاقة الشمسية الفوتوفولطية التي تعرف رواجاً كبيراً في السنوات الأخيرة، الأمر الذي دعم ووسع إستخدامها خاصة في المجالات المنزلية مثل الطهي، التدفئة والتبريد، كل ذلك أدى إلى تطور الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة، حيث أن معظمها دخل مرحلة الإستغلال التجاري خاصة من طرف دول الإتحاد الأوروبي التي تعرف أغلبيتها زيادة في إستهلاكها من الطاقات المتجددة، ويمكن بيان تطور الإستهلاك العالمي من مصادر الطاقة البديلة المتجددة حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 2000 إلى غاية 2015 وتوقعاته أفق 2030 من خلال الجدول الموالي:

الجدول رقم (12.2): تطور الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة حسب المناطق الجغرافية

| المنطقة | السنوات | 2000 م ط م ب | 2005 م ط م ب | 2010 م ط م ب | 2015 م ط م ب | توقعات أفق 2030 م ط م ب |
|--|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| مجموع شمال أمريكا منها: -الولايات المتحدة الأمريكية | | 172.3 80.7 | 174.9 82.5 | 192.6 98.8 | 233.5 129.1 | 376.6 - |
| مجموع أمريكا الجنوبية والوسطى | | 128.5 | 146.7 | 169.9 | 177.1 | 299.6 |
| مجموع أوروبا وأوراسيا منها: -دول الإتحاد الأوروبي | | 203.4 95.9 | 215.4 104.2 | 268.4 153.8 | 337.2 212.4 | 509.4 - |
| مجموع الشرق الأوسط | | 1.8 | 5.1 | 4.1 | 6.4 | 29.1 |
| مجموع آسيا باسفيك | | 127.9 | 181.5 | 293.3 | 472.8 | 995.1 |
| مجموع إفريقيا | | 16.7 | 20.9 | 25.8 | 30.8 | 84.8 |
| مجموع إستهلاك العالم | | 650.6 | 744.6 | 954.1 | 1257.8 | 2294.6 |

Source: - British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, reports for different years (2011, 2016).

- British petroleum, **Energy Outlook**, summary tables, 2016, p01.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p30.

² International Renewable Energy Agency, Renewable Energy Statistics 2017, **Op.Cit**, p34.

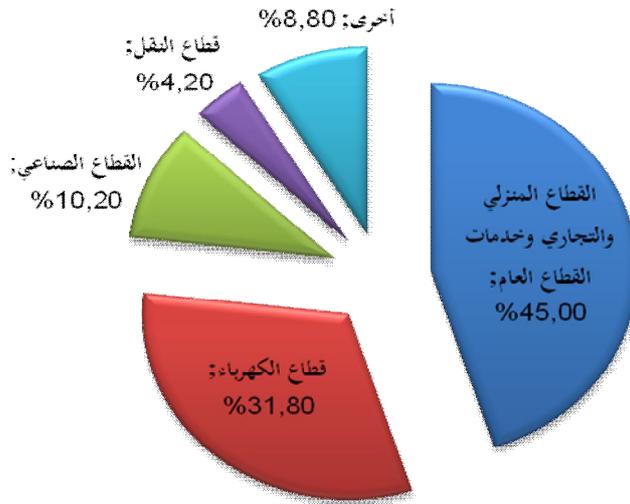
من خلال الجدول السابق نلاحظ حدوث توسع في إستهلاك الطاقات المتجددة عالميا خاصة في السنوات الأخيرة حيث قدر سنة 2000 بنحو 650.6 مليون طن مكافئ بترول، ثم إرتفع إلى 1257.8 مليون طن مكافئ بترول سنة 2015، وبنحو 1330 مليون طن مكافئ بترول سنة 2016¹، ويتوقع أن يصل إلى حوالي 2294.6 مليون طن مكافئ بترول أفاق 2030، وهذا معناه أن هناك توجه جدي لإستغلال الطاقات المتجددة على نطاق تجاري عالمي واسع، ولم يقتصر هذا التوسع على دول الإتحاد الأوروبي فقط بل شمل دولا أخرى متقدمة وسائرة في طريق النمو إضافة إلى بعض الدول النامية، وتجدر الإشارة هنا إلى عدم توسع إستهلاك هذا النوع من الطاقة في دول الشرق الأوسط خاصة العربية منها بسبب غناها بالطاقات الأحفورية خاصة البترول والغاز الطبيعي، إضافة إلى سياسة تدعيم الأسعار النهائية للكهرباء والوقود المنتج من الطاقات التقليدية والموجهة للمستهلك، الأمر الذي أثر سلبيا على توسع إستغلال وإستهلاك الطاقات المتجددة في هذه الدول حيث لم تتجاوز نسبة إستهلاكها 0.51% من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقات المتجددة سنة 2015.

ثانيا: التوزيع القطاعي للإستهلاك العالمي للطاقات المتجددة

لقد توسع إستخدام الطاقة المستمدة من الطاقات المتجددة على غرار الإستخدام المنزلي والتجاري وخدمات القطاع العام التي تمثل ما نسبته 45% من إجمالي الإستهلاك العالمي لهذه الطاقات المقدر بحوالي 1257.8 مليون طن مكافئ بترول سنة 2015، إلى قطاعات أخرى نذكر منها: الطاقة الكهربائية بنسبة 31.8%، القطاع الصناعي بنسبة 10.2%، قطاع النقل بنسبة 4.2%، كما يوضحه الشكل رقم (17.2)، وما نسجله من خلال هذه النسب أن القطاع المنزلي والتجاري وخدمات القطاع العام مجتمعة تستحوذ على الحصة الأكبر ضمن الإستهلاك العالمي للطاقات المتجددة، ويرجع ذلك بالأساس إلى الإستهلاك الكبيرة للكثلة الحية خاصة في المناطق الفقيرة والناحية بالدول النامية تلبية للإستخدامات الطاقوية البدائية على مستواها. ورغم ذلك فهناك توجهها عالميا نحو توسيع وتطوير المجالات الإستخدامية للطاقات المتجددة لتصبح تنافس الطاقات الأخرى خاصة من طرف الدول المتقدمة، وهو ما سوف يعزز إمكانية إستخلاف الطاقات الناضبة بالطاقات المتجددة مستقبلا.

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op.Cit, p9.

الشكل رقم (17.2): التوزيع القطاعي للإستهلاك العالمي للطاقات المتجددة سنة 2015



Source: International Energy Agency, **Renewables Information: Overview**, Paris, 2017, p4.

ثالثا: توقعات الطلب العالمي على الطاقات المتجددة

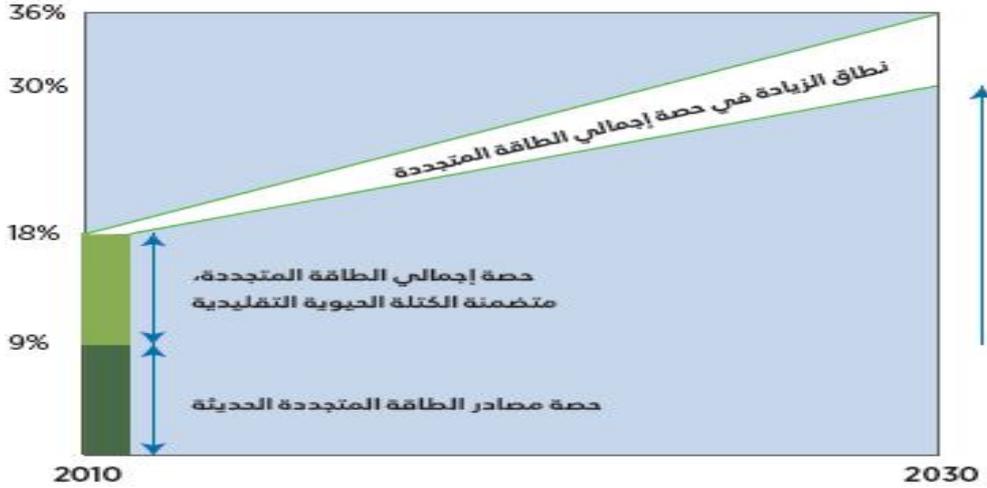
إن للتطور التكنولوجي الذي يشهده العالم خاصة في مجال تقنيات الطاقات المتجددة، سيكون له تأثير كبير في الطلب على هذه الطاقات ومن ثم إستهلاكها، وذلك لدوره في ترقية كفاءتها الإستخدامية وإخفاض تكاليفها، حيث من المتوقع أن تتراجع التكاليف الإجمالية لمحطات الطاقة الشمسية بنسبة 60% على مدى السنوات القليلة القادمة وذلك راجع للقدرة الكبيرة في التحكم بتكنولوجيتها عبر مختلف دول العالم خاصة المتطورة، إضافة إلى توسع أسواقها وإرتفاع حجم الإستثمارات العالمية في قطاعها، حيث قدرت الإستثمارات السنوية في مجال الطاقة الشمسية مثلا سنة 2015 نحو 161 مليار دولار¹ ومن المتوقع أن تتوسع قيمتها بزيادة مقدرة بـ 150 ألف مليون دولار سنويا إلى غاية 2030. ونفس الشيء سيشهد قطاع الرياح حيث من المقدر أن تنمو قيمة الإستثمارات فيه إلى ما يقارب 140 ألف مليون دولار سنة 2020، كما أن الطلب المتزايد على الوقود الحيوي من شأنه أن يرفع من قدراته الإنتاجية ويساهم في توسيع سوق منتجاته، إذ من المتوقع أن ترتفع الإستثمارات في هذا القطاع إلى نحو 80 ألف مليون دولار سنة 2020، ومن الواضح أيضا أن الطلب على الطاقات المتجددة سيشهد توسعا ليشمل العديد من القطاعات الإقتصادية مثل قطاع الصناعة والنقل والخدمات وغيرها، ومن المرتقب أيضا أن يرتفع الطلب على الطاقات المتجددة بصفة معتبرة في كل من الصين والهند وذلك راجع للنمو الديموغرافي السريع التي تشهده هذه البلدان، وكذا تلبية لمتطلبات النمو الإقتصادي على مستواها مع قرب نضوب الطاقات التقليدية.

وحسب تقرير للوكالة الدولية للطاقة المتجددة لسنة 2014، يتوقع أن يشهد الإعتماد على الطاقات المتجددة الحديثة المستدامة إرتفاعا بمعدل ثلاثة أضعاف في آفاق سنة 2030، بعد أن كانت حصة الطاقة المتجددة الحديثة سنة

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2016, Global Status Report, Op.Cit, p103.

2010 لا تتجاوز نسبة 9% ضمن إجمالي الطلب العالمي على الطاقة لتصل إلى نحو 36% سنة 2030 كما هو موضح في الشكل الموالي:

الشكل رقم (18.2): توقعات الطلب العالمي على الطاقات البديلة المتجددة في أفق 2030



Source: International Renewable Energy Agency, **Remap2030**, IRENA, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2014, p15.

المطلب الرابع: إنتاج الكهرباء من الطاقات البديلة المتجددة

تعتبر الكهرباء أكثر مصادر الطاقة إستخداما في عالمنا اليوم، فهي التي تدير الآلات في المصانع، وتستخدم في الإضاءة وإدارة جميع الأجهزة المنزلية. وفي ظل تزايد الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية نتيجة لإستخداماتها الإستراتيجية في جميع نواحي الحياة، وكذا إرتفاع أسعار الوقود الأحفوري، توجه إهتمام الدول نحو إستغلال المصادر المتجددة لإنتاج الكهرباء، حيث يعد توليد الكهرباء الهدف الإستخدامي المشترك بين جميع الطاقات المتجددة، وذلك محاولة منهم للحفاظ على ديمومة المصادر التقليدية الناضبة والتخلص من إستخدام البنزين أو غيره من المواد الملوثة لتوليد الكهرباء، ومن تم التقليل من إنبعاث الغازات الدفيئة الملوثة للبيئة، ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على كيفية توليد الكهرباء من مختلف المصادر المتجددة، وأيضا الإطلاع على حجم إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا وإقليميا من الطاقات النظيفة.

أولا: تقديرات إنتاج الكهرباء من مختلف مصادر الطاقة المتجددة

تختلف آلية توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة من مصدر إلى آخر، كما يختلف حجم الطاقة الكهربائية المنتجة منها تبعا لذلك.

1. إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية: تستخدم أشعة الشمس لتوليد الكهرباء بصورة مباشرة من خلال الخلايا الكهروضوئية التي تتكون من رقائق رقيقة للسيليكون المنقى، غالبا ما تصنع هذه الرقائق من الرمل، ويضاف إليه كميات صغيرة من مواد أخرى مثل زرنخييد الجاليوم وكبريتيد الكاديوم، بحيث عندما تسقط أشعة الشمس على الرقائق تبت الإلكترونات التي تنتج كميات صغيرة من الكهرباء، غير أنه نظرا لصغر كمية الكهواء المنتجة من خلية كهروضوئية واحدة، فيقتضي الأمر تجميع عددا كبيرا من الخلايا معا حتى يتسنى الحصول على كميات كبيرة وصالحة

للإستعمال من الطاقة الكهربائية، كما يمكن إستخدام الطاقة الشمسية بصورة غير مباشرة لتوليد الكهرباء من خلال إنتاج بخار الماء الذي يقوم بتدوير المولدات الكهربائية بعد توجيهه عليها، ويمكن الإستفادة من الحرارة الشمسية التي تسخن الطبقات العليا من مياه البحار والمحيطات في توليد الطاقة الكهربائية، وقد قدرت كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية سنة 2016 حوالي 1.5%¹ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة عالميا، ويتوقع أن يبلغ حجم الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية عالميا نحو 7740 تيراواط ساعي سنويا أفاق 2050.²

2. إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح: يتم إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح بواسطة توربينات عملاقة ذات ثلاثة أدرع تديرها الرياح، وتوضع على قمم أبراج طويلة، وتعمل بمدأ عمل المراوح ولكن بطريقة عكسية، فبدلا من إستخدام الكهرباء لإنتاج الرياح كما تفعل المراوح، تقوم هذه التوربينات بالعملية العكسية، أي إستخدام الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية. ويتطلب توليد الكهرباء من الرياح ذات سرعة معينة تبلغ 7 أمتار في الثانية كحد أدنى.

ويعود إستخدام الرياح إلى آلاف السنين، بالرغم من أن إستخدامها في توليد الكهرباء تأخر نوعا ما حيث كانت سابقا تستخدم في دفع السفن ولضخ المياه، ويعد الإتحاد السوفيياتي سابقا أول من شيد محطة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح تدعى "يالتا" وذلك سنة 1931، بقدرة إنتاج 100 كيلوواط عند هبوب الرياح بسرعة 40 كيلومتر في الساعة، كما سجلت أول وحدة ضخمة لتوليد الكهرباء من الرياح بالولايات المتحدة الأمريكية سنة 1940 بقدرة 1250 كيلوواط، وتشغل هذه المحطة مع سرعة رياح تبدأ من 27 كيلومتر في الساعة كحد أدنى. وكما هو معروف فإن مولد كهرباء الرياح ينتج عنه تيار مستمر، وأن جعله تيارا متغير يستوجب تزويد المولد بمغير إلكتروني وكلما إقربت كفاءة المغير الإلكتروني من 100% قل الفاقد وتحسنت إقتصاديات تشغيل المولد، ورغم حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الرياح حيث بلغت نسبة 4% من إجمالي الإنتاج العالمي للكهرباء نهاية سنة 2016،³ إلا أنها تبقى ضعيفة مقارنة بقدرات الرياح المتوفرة على المستوى العالمي، ويتوقع أن يبلغ إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح عالميا نحو 4000 تيراواط ساعي سنويا بحلول سنة 2050.⁴

3. إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية: يعتمد توليد الكهرباء بإستخدام الطاقة المائية من خلال مرفق يتكون من أربعة أجزاء رئيسية: خزان (أو منخفض)، بوابة، توربين ومولد وموقع الخزان الذي عادة ما يتم تجميع المياه فيه خلف أحد السدود، وذلك لضمان مصدر مياه ثابت، كما تعمل البوابة على تحويل المياه من الخزان إلى التوربين من خلال أنابيب، ويتركب التوربين من عدد من الريش المروحية متصلة بعمود مركزي يدور عندما تنساب المياه في عكس إتجاه الريش، ومن تم يقوم المولد بتوليد الكهرباء، وتشبه هذه التوربينات تلك المستخدمة في محطات القوى إلا أن الفرق بينها يكمن في أن هذه توربينات تستخدم الماء بدلا من البخار.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p33.

² Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **world energy scenarios: composing energy futures to 2050**, World energy council, London, 2013, p27.

³ REN21 Steering Committee, Renewables 2016, **Op.Cit**, p33.

⁴ Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, world energy scenarios: composing energy futures to 2050, **Op.Cit**, p27.

ويتم توليد الكهرباء بالطاقة المائية بنسب تفوق أغلبية مصادر الطاقة المتجددة، حيث قدرت مساهمتها نهاية سنة 2016 حوالي 16.6% من الحصة الإجمالية التي تساهم بها كل مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء عالميا والتي تقدر بنسبة 24.5% مقارنة مع الطاقات الأحفورية والتي تبلغ مساهمتها في توليد الكهرباء نحو 75.5%.¹ وتعرف الطاقة الكهرومائية تطورا ملحوظا، إذ تم إنشاء ما سعتته 25 جيجاواط من المحطات الكهرومائية الجديدة سنة 2016 على المستوى العالمي، وتقدر كمية الكهرباء الناتجة عن المحطات الكهرومائية حوالي 4102 تيراواط ساعي سنة 2016،² كما أن هذا التطور في الطاقة الكهرومائية سوف يستمر إلى غاية آفاق 2050 إذ يتوقع أن تقدم ما مقداره 7700 تيراواط ساعي سنويا من الطاقة الكهربائية.³

4. إنتاج الكهرباء من طاقة الحرارة الجوفية: يتم توليد الكهرباء عن طريق البخار أو الماء الساخن الصادرين من باطن الأرض واللدان يوجهان نحو توربينة يدور بدورها عمود مركزي يصل بين التوربينة والمولد، فيقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل المولد فتنتج الكهرباء،⁴ وتعرف تكنولوجيا طاقة الحرارة الجوفية تطورا ملحوظا، حيث شهد عام 2016 زيادة في قدرات طاقة الحرارة الجوفية بنحو 448 ميغاواط عالميا، ليلعب بذلك إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من هذه الطاقة حوالي 77.5 تيراواط ساعي عالميا، وتعد الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرائدة التي تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية في إنتاج الكهرباء، ففي كاليفورنيا وحدها توجد أربعة عشرة منطقة تعتمد في إنتاج الكهرباء على الطاقة الحرارية من باطن الأرض، إضافة إلى وجود مناطق أخرى بها ينابيع وفوارات ساخنة لم تستغل بعد، وبلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الحرارية الجوفية بالولايات المتحدة الأمريكية سنة 2015 حوالي 17.4 تيراواط ساعي أي بنسبة زيادة 9.4% مقارنة مع سنة 2015،⁵ إلا أن مساهمة الطاقة الحرارية الجوفية في توليد الكهرباء تبقى منخفضة مقارنة بالمصادر الأخرى، ويقدر أن يصل حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الحرارية الأرضية بحلول سنة 2050 نحو 650 تيراواط ساعي سنويا.⁶

5. إنتاج الكهرباء من طاقة الكتلة الحية: تعد النفايات المنزلية من أهم مصادر الكتلة الحية، حيث يتم التخلص من النفايات المنزلية بدفنها تحت الأرض، ومن ثم تغطي بمادة بلاستيكية خاصة وبالتراب،* وعادة ما تكون مكونات النفايات عبارة عن مواد قابلة للتحلل عن طريق الهضم اللاهوائي الذي تقوم به الكائنات الميكروبية، والناتج من هذا التحلل هو غاز الميثان الذي يتم تجميعه بتثبيت أنابيب في المدافن بحيث يسمح للغاز ذو الكثافة المنخفضة بالهروب إلى أعلى ومن ثم إلى نقاط التجميع حيث يستخدم غاز الميثان الناتج من مدافن النفايات في توليد الكهرباء، وعن حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الكتلة الحية فتقدر بنحو 2% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة عالميا نهاية

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p33.

² Ibid, p57.

³ Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, world energy scenarios: composing energy futures to 2050, **Op.Cit**, p27.

⁴ محمد مصطفى محمد الحياط ، الطاقة: مصادرها- أنواعها- إستخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص66.

⁵ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p52- 54.

⁶ Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, world energy scenarios: composing energy futures to 2050, **Op.Cit**, p27.

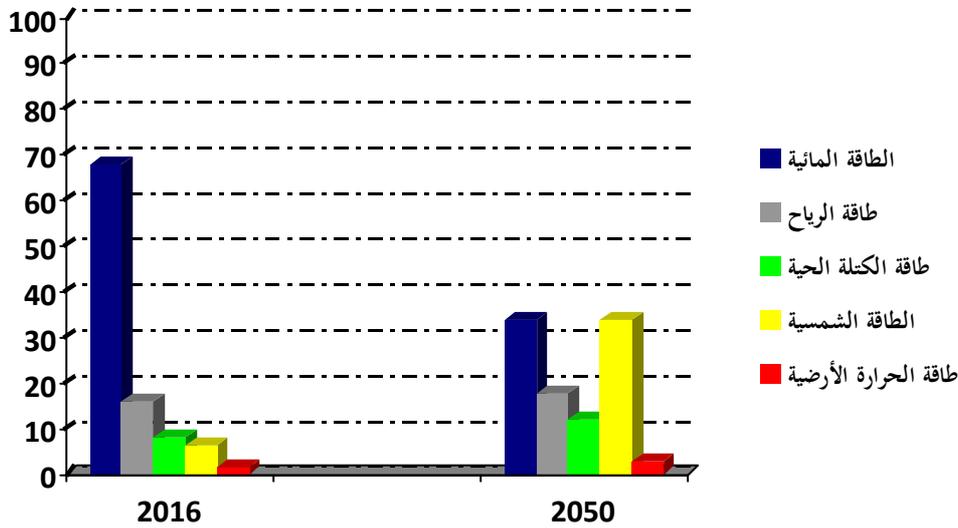
* لأكثر تفصيل عن التقنية أنظر الملحق رقم "4.2" في الأخير.

2016،¹ وسوف ترتفع مساهمتها في إنتاج الكهرباء بحلول سنة 2050 لتبلغ كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من هذا المصدر نحو 2710 تيراواط ساعي سنويا خاصة مع تطور تقنية إصطياد ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق المادة الحيوية.²

إجمالا يمكن توضيح مساهمة كل نوع من الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء نهاية سنة 2016 وتوقعاتها آفاق 2050، وذلك كنسب من إجمالي حصة كل الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا من خلال الشكل الموالي.

الشكل رقم (19.2): توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة عالميا حسب المصادر نهاية سنة 2016 وتوقعاته آفاق 2050

الوحدة: %



المصدر: أنظر كل من:

- REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p33.
- Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **world energy scenarios: composing energy futures to 2050**, World energy council, London, 2013, p27.

إن ما تساهم به مصادر الطاقات المتجددة مجتمعة في الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية يمثل نسبة مهمة قدرت بنحو 24.5% نهاية 2016،³ ويتوقع أن تتضاعف نسبة مساهمة إجمالي الطاقات النظيفة في إنتاج الكهرباء خلال السنوات القادمة لتصل إلى حدود 50% آفاق 2050،⁴ والدليل على ذلك توسع وتنوع مجالات إستغلالها نتيجة تكثيف جهود البحث والتطوير مع زيادة حجم التمويل والإستثمار الموجه لهذا القطاع، بالإضافة إلى توسيع

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p33.

² Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, world energy scenarios: composing energy futures to 2050, **Op.Cit**, p27.

³ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p33.

⁴ Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, world energy scenarios: composing energy futures to 2050, **Op.Cit**, p26.

الإتماد عليها في المنازل لتلبية الإحتياجات الطاقوية خاصة في فترات إرتفاع أسعار الطاقات التقليدية، كل هذه العوامل عملت على تطوير سوق الطاقات المتجددة وبالأخص سوق الطاقة الشمسية الفوتوفولطية والأرقام المدرجة سابقا (من خلال المطلب الثاني لهذا المبحث) حول القدرات المركبة من الطاقات المتجددة لأكبر دليل على ذلك التطور، وما دعم ذلك النجاح ما حققته التجارب الأولية للتحكم في التكلفة ومن ثم في الأسعار، لكن من أبرز العراقيل والصعوبات التي تقف في وجه إنتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة هو عدم ديمومة هذا الإنتاج بنفس الكمية والقدرة خلال ساعات النهار الواحد وأيام السنة، إضافة إلى عائق إرتفاع تكاليف التخزين الذي يؤثر بشكل كبير على الأسعار.

وما يلاحظ أيضا من خلال الشكل رقم (19.2) أن إنتاج الكهرباء من المحطات الكهرومائية يستحوذ على الحصة الأكبر من الإنتاج بنسبة 68% التي فاقت النصف من إجمالي الإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة الأخرى، يليها الإنتاج من الرياح 16% ومن ثم طاقة الكتلة الحية بـ 8%، أما الطاقة الشمسية والحرارة الأرضية فمساهمتهما تقدر بـ 6.4% و 1.6% على التوالي، غير أن حصة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء ستشهد إرتفاعا ملحوظا آفاق 2050 حيث ستتقاسم مع الطاقة المائية الحصة الأكبر بنسبة تقارب 34% لكل منها وذلك بسبب التطور الذي تشهده تقنيات الطاقة الشمسية خاصة الفوتوفولطية وكذا إنخفاض تكلفتها.

ومن بين الدول ذات الإهتمام الكبير والرائدة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية الخضراء نذكر الصين، دول الإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية، كما أن أهمية الطاقات المتجددة بمختلف أنواعها وما لها من وضعية إقتصادية في الوقت الراهن بالنسبة لهذه الدول وخاصة الصين، وما توصلت إليه من إنجاز في وسائل الإنتاج الطاقوي المتجدد نتيجة تطوير الخلايا الفوتوفولطية السليكونية التي أصبحت تسوق بشكل واسع نتيجة تراجع أسعارها، مما أدى بالسكان للتوسع في إستهلاك الكهرباء الناشئة من جراء الإستخدامات اليومية خاصة في مجال التسخين والتبريد إضافة للوسائل الكهربائية الأخرى مع حصولهم على صيانة جد عالية ونظيفة في نفس الوقت، هذه العوامل كلها أدت بتطور إستهلاك الحرارة الكهربائية على مستواها.

إلا أن أهمية توليد الكهرباء الخضراء لا يقتصر على الصين ودول الإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية فقط، وإنما تشمل أهميته كل دول العالم، حيث رسمت العديد من الدول المتقدمة خططاً للوصول إلى نسبة مئوية معتبرة في توليد الكهرباء من المصادر المتجددة قد تصل في بعضها إلى 100%، أما بالنسبة للدول النامية وخاصة العربية منها فإنه بالرغم من توفر إمكانات -خاصة الطبيعية- من هذه المصادر المتجددة في العديد من الدول العربية والمغربية إلا أن مساهمتها في توليد الكهرباء لا ترقى للمستوى المطلوب، ما عدا المغرب التي تعتبر متقدمة في هذا المجال مقارنة ببعض الدول المتقدمة حيث تهدف للوصول إلى ما نسبته 52% لمساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء في أفق 2030، والجدول الموالي يوضح النسب المستهدفة الوصول إليها مستقبلا لمساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء ببعض دول العالم.

الجدول رقم (13.2): النسب المحققة والمستهدفة لمساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء
ببعض الدول " معطيات سنة 2016 "

| النسبة المساهمة المستهدفة (%) | نسبة المساهمة المحققة (%) | البلد |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| - | 24.5 | إجمالي العالم |
| - | 28.8 | مجموع دول الإتحاد الأوروبي |
| 95 أفق 2017 | 94.4 | الأوروغواي |
| 60 أفق 2020 | 53 | البرتغال |
| 20.6 أفق 2020 | 19.1 | بلغاريا |
| 100 أفق 2050 | 79 | مداغشقر |
| 100 أفق 2050 | 51 | الدنمارك |
| 90 أفق 2025 | 29 | نيوزيلاندا |
| - | 59 | كندا |
| 35 أفق 2023 | 33 | تركيا |
| 52 أفق 2030 | - | المغرب |
| 27 أفق 2030 | - | الجزائر |
| 20 أفق 2022 | - | مصر |

Source: REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017, p191-194.

ثانيا: مقارنة إقتصادية بين مختلف مصادر الطاقة في إنتاج الكهرباء

إن تكلفة الإستثمار في مجال إنتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة تختلف من تكنولوجيا إلى أخرى، وهي أقل مما هي عليه في حالة طاقة الرياح حوالي 800 إلى 1000 دولار لكل كيلواط، وأعلى ما يمكن في حالة الطاقة الكهروضوئية الشمسية حيث تصل إلى نحو 14000 دولار للكيلواط كتكلفة المنظومة ككل، إن هذه التكلفة مرتفعة جدا عند مقارنتها مع التكلفة الإقتصادية للإستثمار في مجالات إنتاج الكهرباء من الطاقات التقليدية، حيث لا تتجاوز في المحطات الغازية حدود 650 دولار للكيلواط، كما أن تكاليف محطات الفحم التقليدية لا تتجاوز 1500 دولار لكل كيلواط بعد إضافة جميع المعدات والإحتياجات البيئية.

بطبيعة الحال فإن تكلفة التشغيل في حالة الطاقة المتجددة هي زهيدة للغاية لعدم وجود تكلفة للوقود إلا أنه وحتى بعد إدخال هذه الإعتبارات في تكلفة الإنتاج، فإن الطاقة المتجددة لا تزال مكلفة مقارنة بتكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة التقليدية، وإن كان هناك صعوبة في المقارنات المباشرة للطبيعة المتقطعة في إنتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة. وتعد تكلفة الكهرباء المولدة من طاقة الرياح أقل الكلف بالنسبة للطاقات المتجددة الأخرى إذ تتراوح ما بين 5 إلى 7 سنت للكيلواط ساعة، بينما هي لا تتعدى 3 سنت للكيلواط ساعة في حالة التوربينات ذات الدورة المفردة أو 4 سنت للكيلواط ساعة في حالة التوربينات ذات الدورة المزدوجة، كما تصل التكلفة للكيلواط ساعي إلى أعلى مستوى يقدر بـ 75 سنت في حالة إستخدام الخلية الضوئية، وبالتالي فإن إستعمال مثل هذا النوع من

التكنولوجيا يقتصر على الإستخدامات الصغيرة التي تعد ذات أهمية كبيرة في مجال تزويد الكهرباء للمناطق الريفية والنائية في إفريقيا وجنوب آسيا، حيث يمكن إستعمال تكنولوجيا الخلية الفوتوفولطية لإنتاج الكهرباء في هذه المناطق. وحسب عدة دراسات فإنها تؤكد على الإنخفاض الكبير المتوقع في التكاليف خلال السنوات القليلة القادمة، نتيجة تطور تقنية ومجالات البحث والتطوير في تكنولوجيات الطاقات المتجددة على مستوى العالم.

الجدول رقم (14.2): مقارنة تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية من مختلف مصادر الطاقة

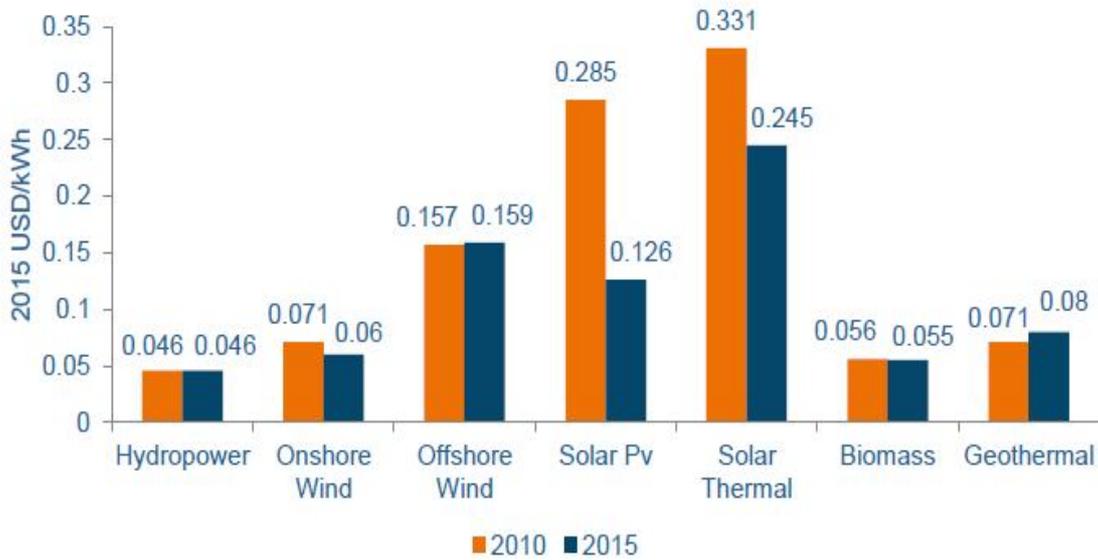
| التكلفة التقنية | تكلفة إنشاء المحطة دولار/ كيلوواط | تكلفة التشغيل والصيانة سنت/ كيلوواط-ساعي | تكلفة الطاقة الكهربائية المولدة سنت/ كيلوواط-ساعي |
|--|--------------------------------------|---|--|
| طاقة المساقط المائية | 6000-2000 | - | 8-2 |
| طاقة الرياح | 1000-800 | 0.1-0.05 | 7-5 |
| الطاقة الكهروضوئية | 14000-11000 | - | 70-50 |
| طاقة المركبات الشمسية | 3500-2800 | - | 17-12 |
| الكتلة الحية (الحرق المباشر) | 2500 | - | 14 |
| الكتلة الحية الحديثة | 2500-400 | - | 10-6 |
| طاقة الحرارة الجوفية (محطات تجارية) | 1700-1600 | - | - |
| طاقة الحرارة الجوفية (محطات مياه حارة) | 2500-2400 | - | 8-6.2 |
| طاقة المد والجزر | 1800 | - | 8 |
| الطاقة النووية | 2300-2100 | - | 4-2 |
| محطات غازية | 650-450 | 0.35 | 4-3 |
| محطات بخارية بالفحم الحجري | 1500-1200 | 2-1.5 | 10-5 |

المصدر: سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، حقبة الطاقة المتجددة، الحقبة الرابعة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 2000، ص272.

أوردنا معطيات الجدول السابق رقم (14.2) رغم قدم الإحصائيات (سنة 2000)، وذلك لأن الهدف هو إجراء مقارنة إقتصادية لتكاليف إنشاء وتشغيل محطات توليد الكهرباء بين مختلف منظومات الطاقة التقليدية والمتجددة في الماضي بغية الحصول على صورة واضحة حول الفرق بين مختلف التكاليف بين المنظومتين، ومن ثم إستنتاج إمكانية إحلال الطاقات المتجددة مكان الطاقة التقليدية في إنتاج الكهرباء مستقبلا خاصة في ظل الإنخفاض الملحوظ التي تشهدها تقنياً من جانب التكلفة، حيث يتضح من الجدول أن تكلفة إنتاج الكيلوواط ساعي من الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة لا تزال أعلى من تكلفته من المصادر التقليدية التي هي في حدود 0.02 إلى 0.10 دولار للكيلوواط ساعي والمصدر المنافس حسب معطيات الجدول هي الطاقة المائية (خاصة المحطات المائية الصغيرة) وطاقة الرياح حتى وإن كانت في مناطق محددة من دول العالم، أما تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بمختلف تقنياتها فما زالت مرتفعة مقارنة بالمصادر الأخرى التقليدية والمتجددة، والجهود العالمية جارية لتحقيق الإنخفاض

المطلوب في تكلفتها بإعتبار الطاقة الشمسية من الطاقات المستقبلية الواعدة لإستحلاف البترول، وقد عرفت تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إنخفاضا خلال السنوات التي تلت الدراسة الموضحة في الجدول رقم (14.2) كما هي موضحة في الشكل (20.2)، أما الإنخفاض الملحوظ فشهدته تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية حيث سجلت إنخفاضا معتبرا وصلت به إلى مستويات تنافسية نحو 0.126 دولار للكيلوواط ساعي سنة 2015 مقارنة ببقية المصادر المتجددة وحتى الطاقات الأحفورية التي قدرت تكلفة الكهرباء المنتجة منها بين 0.045 و0.14 دولار للكيلوواط ساعي سنة 2015، وهذا ما يترجم إمكانية إحلال الطاقة الشمسية الفوتوفولطية محل الطاقات التقليدية في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية خاصة في الدول التي تتوفر على إمكانيات هائلة مثل الجزائر.

الشكل رقم (20.2): مستويات تكلفة توليد الكهرباء من مختلف مصادر الطاقة المتجددة بين سنتي 2010 و2015



Source: Officers of the World Energy Council: MARIE - JOSÉ NADEAU and others, **World Energy Resources 2016 summary**, World energy council, London, 2016, p11.

خلاصة الفصل الثاني

من خلال هذا الفصل والذي تناولنا فيه إقتصاديات مختلف المصادر الطاقوية البديلة منها الناضبة والمتجددة فالبنسبة للأولى فتمثل المصادر ذات الطابع المؤقت بمعنى أن ما يتوفر من مخزون في هذه الموارد فهو محدود ولا يمكن التعويض عن المستنزف والمستهلك منه، ورغم أهمية هذه المصادر ومساهمتها العالية في تلبية الإحتياجات البشرية الحالية من الطاقة إلا أن محدوديتها وتأثيراتها البيئية تجعل من إمكانية إحلالها محل البترول مستقبلا جزئية ومحدودة لفترة قصيرة، ومن تم إقتضي الأمر التفكير بحلول أفضل بالبحث عن مصادر تتمتع بطابع التجدد والديمومة التي يمكن أن تكون بديلا حقيقيا والتي تمثل النوع الثاني من البدائل الطاقوية، وتشمل هذه الأخيرة طائفة من التكنولوجيات المتجددة مثل: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، طاقة الكتلة الحية، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة الهيدروجين والتي لها من الخواص والإمكانات ما يؤهلها لكسب مكانة في منظومة الطاقة العالمية، ومن تم فإن الإستراتيجية العالمية لإنتاج طاقة نظيفة مستدامة يجب أن تتضمن البحث والمفاضلة بين مختلف مصادر الطاقة المتجددة بحيث تكون منخفضة التكاليف وذات كفاءة طاقوية مرتفعة تتماشى وضوابط الإستدامة التي تشكل تحديات بالنسبة لمختلف الموارد الطاقوية، ومن تم لابد من إتخاذ إجراءات وآليات تجعل من هذه الطاقات في سياق خدمة التنمية المستدامة وهذا ما سنتعرف عليه في الفصل الموالي.

الفصل الثالث

الطاقات البديلة في ظل تحديات ضوابط

التنمية المستدامة

المجلد الثاني
الطاقات البديلة في ظل تحديات ضوابط
التنمية المستدامة

تمهيد

لعله من الثابت وجود إرتباط شديد الصلة بين نجاح التنمية وما يتم توفيره من طاقة بإعتبارها المحرك الرئيسي لها وهو ما أضاف بعدا شديدا الأهمية يتجلى مع بدء نضوب المصادر التقليدية للطاقة -خاصة البترول- خلال السنوات القليلة القادمة، ضف إلى ذلك ما ينجم عن عملية توفير الطاقة من الإرتفاع المتزايد في معدلات التلوث نتيجة الغازات الدفيئة وعلاقة ذلك بالتغيرات المناخية، ومع ولوج فكر التنمية المستدامة إلى كافة نواحي الحياة، الأمر الذي دفع بدول العالم بإستعجال التوجه نحو الطاقات البديلة وترقية كفاءتها الإستخدامية لأجل تحقيق متطلبات التنمية المستدامة، هاته الأخيرة تعد في نفس الوقت غاية وتحديا بالنسبة للبديل الطاقوي الذي سيخلف الثروة البترولية مستقبلا. وكما سبق الإشارة إليه في الفصل السابق فالطاقات البديلة للثروة النفطية تأخذ عدة أشكال منها الناضبة وأخرى متجددة، وتعد الطاقات البديلة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية البديل الأمثل الذي يتوقع أن يستجيب لكل ضوابط الإستدامة نظرا للمزايا التي تتميز بها مقارنة ببقية المصادر الطاقوية الأخرى، إلا أن ذلك يتطلب وضع آليات وإتخاذ إجراءات لأجل تصحيح الإختلالات ووضع المصادر الطاقوية في المسار الصحيح الذي وجدت لأجله. في هذا الإطار، ومن خلال هذا الفصل سنحاول التطرق لأساسيات حول التنمية المستدامة حتى يتضح لنا معالم ضوابطها وتحدياتها، ومن ثم التطرق لآلية تحقيق الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية ضمن رهانات الإستدامة ونبين كذلك مكانة الطاقات المتجددة كمطلب عالمي لتحقيق التنمية المستدامة، وفي الأخير نوضح مداخل تحقيق مبادئ الإستدامة عالميا بالتوجه لإستغلال الطاقة الشمسية، وذلك بالإعتماد على المباحث التالية:

✓ المبحث الأول: أساسيات حول التنمية المستدامة؛

✓ المبحث الثاني: الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية ضمن متطلبات الإستدامة؛

✓ المبحث الثالث: الطاقات البديلة المتجددة مطلب عالمي لتحقيق التنمية المستدامة؛

✓ المبحث الرابع: التوجه العالمي نحو الطاقة الشمسية كمدخل لتحقيق مبادئ الإستدامة.

المبحث الأول: أساسيات حول التنمية المستدامة

يعتبر مفهوم التنمية المستدامة أهم تطور حصل في الفكر التنموي الحديث وأبرز إضافة إلى أدبيات التنمية خلال العقود الأخيرة، فبعد الأخذ بهذا المفهوم الشامل للتنمية لم يعد الأمر مرتبط فقط بالنمو الإقتصادي وبمدى فاعلية البرامج والخطط التنموية المسطرة بل تعدى ذلك إلى إعتبار أن التنمية المستدامة تتضمن في ثناياها الطريق الصحيح للإنتقال من مرحلة التخلف الإقتصادي والإجتماعي إلى مرحلة أكثر تقدماً ورقياً بالنسبة للمجتمعات، من خلال إحداث تحولات أساسية في المجالات الإقتصادية والإجتماعية، الثقافية والسياسية وحتى البيئية، تهدف إلى المحافظة على الثروات الطبيعية- منها الطاقوية- لتلبية متطلبات الأجيال الحالية دون المراهنة أو المساس بمصالح وحقوق الأجيال المستقبلية، من خلال الإستغلال الأمثل لجميع الموارد المتاحة وفق آليات تسمح بترقية الكفاءة الإستخدامية لتلك الموارد.

المطلب الأول: ماهية لتنمية المستدامة

لكي نضع ترتيباً معيناً يمكننا من الفهم الجيد لمفهوم التنمية المستدامة، وجب علينا النظر في أصول أو جذور الفكرة لتحديد مختلف المراحل أو المحطات التي توقف عندها هذا المفهوم، قبل التطرق لمضمونها من خلال إبراز أهم التعاريف التي حاول أصحابها من خلالها وضع تصور علمي وواقعي للتنمية المستدامة، رغم إختلاف وجهات النظر في ذلك.

أولاً: الخلفية التاريخية لتطور مفهوم التنمية المستدامة

إن التنمية المستدامة لا تمثل ظاهرة جديدة، حيث أن الإهتمام بالبيئة والحفاظ على الموارد وتنميتها كان من الأهداف التي سعى إليها الإنسان في الحضارات القديمة، غير أن هذا الإهتمام لم يأخذ أطراً منهجية إلا في النصف الثاني من القرن العشرين، ففي سنة 1950، نشر الإتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)¹ - وهي منظمة عالمية أنشئت سنة 1948 يقع مقرها بسويسرا- أول تقرير حول " المحافظة على الطبيعة عبر العالم، حيث كان يهدف من خلاله إلى دراسة حالة ووضعية البيئة في العالم، وقد إعتبر هذا التقرير رائداً خلال تلك الفترة في مجال المقاربات المتعلقة بالمصالحة والموازنة بين الإقتصاد والبيئة.

وفي سنة 1968 أنشئ نادي روما، والذي يضم عدداً من العلماء والمفكرين والإقتصاديين وكذا رجال الأعمال من مختلف أنحاء العالم، ودعى هذا النادي إلى ضرورة إجراء أبحاث تخص التطور العلمي لتحديد النمو في الدول المتقدمة،² وهكذا فقد تقدم التقرير الأول والمبني عن نادي روما والمعنون " كفى من النمو " في سنة 1970 بفرضية

¹ Catherine Aubertin, Franck Dominique Vivie, **Le Développement durable enjeux politiques économiques et sociaux**, La documentation française, IRD Edition, Paris 2005, p 45.

² عمار عماري، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الاستعمارية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 36.

الحدود البيئية للنمو الإقتصادي مثيرا ضجة بين المناضلين البعدين أنصار النمو في درجة الصفر وبين دعاة النمو مهما كان الثمن،¹ وفي سنة 1972 نشر نادي روما تقريرا مفصلا حول تطور المجتمع البشري وعلاقة ذلك بإستغلال الموارد الإقتصادية، وتوقعات ذلك حتى 2100، ومن أهم نتائج هذا التقرير هو أنه سيحدث خلا في غضون القرن الواحد والعشرين بسبب التلوث وإستنزاف الموارد الطبيعية بشكل غير عقلاي لا يخدم مصالح الأجيال المستقبلية.² وكانت أول محاولة للتوفيق بين نزعة النمو وحماية البيئة الطبيعية التي تم بحثها في مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة البشرية الذي إنعقد خلال الفترة 5-16 جويلية 1972 بستوكهولم، حيث شهد المؤتمر إنبثاق مفهوم التنمية الملائمة للبيئة المصاغ من قبل العالمين إيناسي صاش وموريس سترونغ وأخرون، وقد وضع هؤلاء في مقدمة إهتماماتهم نموذجا للتنمية يحترم البيئة ويولي عناية خاصة بالتسيير الفعال للموارد الطبيعية، يجعل التنمية الإقتصادية ملائمة للعدالة الإجتماعية ولحماية البيئة، ويعتمد هؤلاء مقاربة إرادية جدا ومؤسساتية حيث تسمح التدخلات في المجالات الأربعة التالية بتحقيق الأهداف الثلاثة المتمثلة في النمو الإقتصادي والعدالة الإجتماعية وحماية البيئة:

- التحكم في إستعمال الموارد؛
- توظيف تقنيات نظيفة تتحكم في إنتاج النفايات وفي إستعمال الملوثات؛
- حصر معقول لموضع النشاطات الإقتصادية؛
- تكييف أساليب الإستهلاك مع العوائق البيئية والإجتماعية بمعنى إختيار الأفضلية للحاجات على حساب الطلب.

وفي سنة 1980 إستعمل لأول مرة في التاريخ مصطلح التنمية المستدامة بهذا الشكل (Sustainable Development)، من طرف الإتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة (Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)، وهذا من خلال تقريره حول الإستراتيجية الدولية للمحافظة على البيئة، حيث تم للمرة الأولى وضع تعريف محدد للتنمية المستدامة والذي ينص على أن التنمية المستدامة هي " السعي الدائم لتطوير نوعية الحياة الإنسانية مع الأخذ بالإعتبار قدرات النظام البيئي الذي يحتضن الحياة وإمكاناته".³ ولكن بالرغم من أهمية ما تم تداوله سابقا بخصوص علاقة التنمية بالبيئة وخاصة ما جاء في تقرير الإتحاد العالمي للمحافظة على البيئة، فإن الولادة الحقيقية لمفهوم التنمية المستدامة قد جاءت مع إعلان اللجنة العالمية للبيئة والتنمية التابعة للأمم المتحدة في تقريرها بعنوان "مستقبلنا المشترك" الصادر سنة 1987، ويعرف هذا التقرير أيضا بتقرير برونتلاند نسبة إلى رئيسة وزراء النرويج حينها بإعتبارها رئيسة للجنة العالمية للبيئة والتنمية، وقد تحدث التقرير عن التنمية المستدامة بشكل مفصل وأعد لها فصلا كاملا وتم خلاله بلورة أول تعريف دقيق لها وأكد التقرير أنه لا يمكن

¹ نوزاد عبد الرحمن الهيتي، حسن إبراهيم المهدي، التنمية المستدامة في دولة قطر (الإنجازات والتحديات)، ط1، اللجنة الدائمة للإسكان، الدوحة، 2008، ص11.

² J. Ernult, A. Ashta, **Développement durable, responsabilité sociétale de l'entreprise, théorie des parties prenantes: Évolution et perspectives**, Cahiers du CEREN 21, Groupe ESC Dijon Bourgogne, France, 2007, p6.

³ Catherine Aubertin, Franck Dominique Vivie, **Op.Cit**, p45.

الإستمرار في التنمية بالشكل الحالي ما لم تكن هذه التنمية قابلة للإستمرار من دون ضرر بيئي¹. وبالتالي فإن التنمية المستدامة تركز على الإستمرارية والأخذ بالبعد البيئي كبعد أساسي لها، وكما جاء في تقرير برونتلاند فإن التنمية المستدامة هي قضية أخلاقية وإنسانية بقدر ما هي قضية نمووية وبيئية، وأن أنماط التنمية السائدة في الدول المتقدمة أو في الدول المتخلفة لا تحقق شرط الإستدامة.

بعد خمسة سنوات عقد مؤتمر ريو دي جانيرو بالبرازيل في 14 جوان 1992، والذي شكل أكبر حشد علمي حول البيئة والتنمية والتنمية (CNUED)، تحت إشراف الأمم المتحدة، وعرف هذا بمؤتمر "قمة الأرض" تدليلاً على أهميته العالمية، حيث حضره أكثر من 40000 شخص و108 رئيس دولة وشاركت فيه 172 دولة من مختلف أنحاء العالم.² وكان هدف المؤتمر هو وضع أسس بيئية عالمية للتعاون بين الدول المتقدمة والمتخلفة من منطلق المصالح المشتركة لحماية مستقبل الأرض، حيث يتضمن إعلان ريو دياجا و27 مبدأ تستهدف توجيه المجتمع الدولي في جهوده لتحقيق التنمية المستدامة.³ وقد نقلت قمة الأرض الوعي البيئي العالمي من مرحلة التركيز على الظواهر البيئية إلى مرحلة البحث عن العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية المسؤولة عن خلق الأزمات البيئية وإستمرار التلوث والإستنزاف المتزايد الذي تتعرض له البيئة بمواردها المختلفة خاصة منها غير المتجددة. وقد إنبثق عن المؤتمر ما يعرف بجدول أعمال (أجندة) القرن 21، وهي وثيقة ضخمة تتكون من أربعين فصلاً وتحتوي على أكثر من 2500 توصية،⁴ ترسم برنامجاً للعمل البيئي في القرن الحادي والعشرين، وهدفها إرشاد للحكومات والدول لمحاربة كافة أشكال الفقر والحد من الإستغلال اللاعقلاني للموارد الطبيعية، ووضع سياسات بيئية تفي بمتطلبات الإستدامة من مختلف جوانبها.

في شهر ديسمبر سنة 1997 تم إقرار "بروتوكول كيوتو" باليابان، والذي كان يهدف إلى الحد من إنبعاث الغازات الدفيئة والتحكم في كفاءة إستخدام الطاقة في القطاعات الاقتصادية المختلفة وزيادة إستخدام نظم الطاقة الجديدة والمتجددة، إضافة إلى زيادة المصبات المتاحة لإمتصاص الغازات الدفيئة.⁵ ويعتبر عقد هذه الندوة منعطفاً حاسماً هاماً فيما يخص الحماية الدولية للبيئة بصفة خاصة والإلتزام بمبادئ الإستدامة بصفة عامة.

وفي سنة 2002 إنعقد مؤتمر الأمم المتحدة حول التنمية المستدامة بجوهانسبورغ، ليراجع حصيلة إستجابة العالم لفكرة التنمية المستدامة، والذي حظي بإهتمام بالغ من قبل الخبراء والمختصين في التنمية والبيئة والنشطاء على الصعيد العالمي، وقد وضعت خطة عمل سميت "خطة جوهانسبورغ" بغرض الإسراع في تنفيذ أهداف أجندة القرن الـ 21، حيث خرجت القمة بالعديد من النتائج أهمها الإقرار بضعف التقدم المحرز مند مؤتمر ريو 1992، كما تم

¹ محمد السيد عبد السلام، الأمن الغدائي للوطن العربي، عالم المعرفة، الكويت، 1998، ص155.

² Catherine Aubertin. Op.Cit, p31.

³ الأمم المتحدة، إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية (التطبيق والتنفيذ)، المجلس الإقتصادي والإجتماعي، لجنة التنمية المستدامة، الدورة الخامسة، 7-25 أفريل 1997، ص3.

⁴ Alain Jounot, 100 Questions pour comprendre et agir le développement durable, Afnor, France, 2004, p13.

⁵ عمار عماري، مرجع سبق ذكره، ص37.

التأكيد على ضرورة توفير الشروط الأساسية لحياة الشعوب الفقيرة ومحاربة الفقر وتحسين مستويات الرعاية الصحية وحماية التنوع البيئي من التدهور.¹

بعد قمة جوهانسبورغ في 2002، إنعقدت مؤتمرات أخرى متعلقة بالتنمية المستدامة وحماية البيئة، ففي سنة 2007 إنعقد مؤتمر "بالي" بأندونيسيا لمواجهة التغيرات المناخية، وبعد ذلك إنعقدت قمة المناخ بـ "كوبن هاغن" سنة 2010 بسبب تأكيد جميع الأطراف السياسية أن حالة البيئة في العالم مازالت في تدهور مستمر، وفي ديسمبر 2015 أيضا إنعقد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالمناخ بـ "باريس".

ثانيا: تعريف التنمية المستدامة

إستخدم إقتصاديو التنمية تعبير الإستدامة "Sustainability" محاولة منهم لإيضاح التوازن المطلوب بين النمو الإقتصادي من ناحية والمحافظة على البيئة من ناحية أخرى،² ويعود الفضل في صقل مفهوم التنمية المستدامة وتأصيله نظريا إلى الباحث الباكستاني محبوب الحق والباحث الهندي أمارتياسن، وذلك خلال المدة التي كانا يعملان فيها في الأمم المتحدة في إطار البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة، فالتنمية بالنسبة إليهما هي تنمية إقتصادية - إجتماعية لا إقتصادية فحسب، تجعل الإنسان منطلقها وغايتها، وتعامل مع الأبعاد البشرية والإجتماعية للتنمية بإعتبارها العنصر المهيمن وتنظر للطاقات المادية بإعتبارها شرطا من شروط تحقيق هذه التنمية.³

وقد كان أول إستخدم لمصطلح التنمية المستدامة بشكل رسمي في التقرير النهائي المقدم من اللجنة العالمية للبيئة والتنمية برئاسة جوهارلم برونتلاند (رئيسة وزراء النرويج حينها) التابع للأمم المتحدة سنة 1987، وهذا للتعبير عن السعي لتحقيق نوع من العدالة والمساواة بين الأجيال الحالية والمستقبلية، حيث عرفت التنمية المستدامة بأنها "التنمية التي تفي بإحتياجات الحاضر دون المجازفة والمساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تلبية إحتياجاتها".⁴

هذا التعريف بهذا الشمول أحدث إنقلابا في الفكر التنموي وجاء بثورة جديدة في عالم مصطلحات التنمية حيث ربط بين النواحي الإقتصادية والإجتماعية والبيئية حاضرا ومستقبلا، مكونا منهم مثلثا تنمويا جديدا يواجه مثلث التخلف "الفقر - الجهل - المرض"، وهو بذلك يحقق مفهوم الكفاءة الإقتصادية وإطالة أعمار الموارد الإقتصادية والمحافظة على الموارد غير الإقتصادية وبالتالي تحقيق التوازن البيئي.⁵

¹ بوعشة مبارك، التنمية المستدامة: مقارنة إقتصادية في إشكالية المفاهيم والأبعاد، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإقتصادية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 57.

² نوزاد عبد الرحمن الهيتي، حسن إبراهيم المهدي، مرجع سبق ذكره، ص 13.

³ بوعشة مبارك، مرجع سبق ذكره، ص 51، 52.

⁴ محمد كامل عارف، مراجعة علي حسين حجاج، مستقبلنا المشترك، اللجنة العالمية للتنمية والبيئة، سلسلة كتب عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1989، ص 69.

⁵ حامد الريفي، إقتصاديات البيئة (مشكلات البيئة، التنمية الإقتصادية، التنمية المستدامة)، دار التعليم الجامعي، الإسكندرية، 2005، ص 252.

وإنطلاقاً من هذا التعريف فقد تعددت وجهات النظر للتنمية المستدامة وتعريفها من زوايا مختلفة، فعرفت التنمية المستدامة تزاماً شديداً في تحديد التعاريف والمعاني، إلا أنها من حيث المضمون كانت كلها متقاربة، فهي تتفق في التركيز على ثلاثة أبعاد، إقتصادية، إجتماعية، بيئية، ومن بين أهم تلك التعاريف نذكر ما يلي:

1. حسب شبكة التنمية المستدامة التابعة للبنك الدولي فإن التنمية المستدامة هي: "التنمية التي تلي احتياجات المجتمعات في الوقت الحالي دون المساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تحقيق أهدافها، بما يسمح بتوفير فرص عمل أفضل من المتاحة للأجيال الحالية لإحراز تقدم إقتصادي وإجتماعي وبشري، والتنمية المستدامة تعتبر هي حلقة الوصل التي لا غنى عنها بين الأهداف قصيرة الأجل والأهداف طويلة الأجل".¹

2. عرف قاموس ويبستر "Webster" التنمية المستدامة بأنها: " تلك التنمية التي تستخدم الموارد الطبيعية دون أن تسمح بإستنزافها أو تدميرها جزئياً أو كلياً".²

3. كما يعرفها كورين ليباج "Corinne Lepage" بأنها: "مجموعة من آليات التسيير الفعالة على المدى الطويل، تحقق الفعالية الإقتصادية، العدالة الإجتماعية، وتراعي الجوانب البيئية".³

4. التنمية المستدامة في جوهرها "عملية تغيير يكون فيها إستغلال الموارد وإتجاه الإستثمارات ووجهة التطور التكنولوجي والتغيير المؤسساتي أيضاً في حالة إنسجام وتناغم، وتعمل على تعزيز إمكانية الحاضر والمستقبل لتلبية الحاجات والمطامح الإنسانية".⁴

ومع التوسع الكبير في فكرة الإعتماد على التنمية المستدامة عالمياً كبديل عن التنمية الإقتصادية التقليدية، ومع كثرة التعريفات التي وضعت لهذا المصطلح، فقد حصر تقرير الموارد العالمية الذي نشر سنة 1992، المختص بدراسة موضوع التنمية لمستدامة، عشرين تعريفاً واسعة التداول للتنمية المستدامة، فلوحظ فيهم أن هناك خلط بين التعريف والشروط والمتطلبات، لذا حاول التقرير تقسيم هذه التعريفات إلى أربعة مجموعات حسب الموضوع المراد بحثه كما يلي:

1. مجموعة التعريفات ذات الطابع الإقتصادي: وهي التي تركز على الإستفادة المثلي للموارد وذلك بهدف:⁵

- الحصول على الحد الأقصى من منافع التنمية الإقتصادية بشرط المحافظة على خدمات الموارد الطبيعية؛
- تحقيق الفكرة القائلة "بأن زيادة الدخل الحقيقي اليوم الناتجة من إستخدام الموارد ينبغي ألا تقلل من الدخل الحقيقي في المستقبل والذي ينتج من إستخدام الموارد"؛

¹ بوعشة مبارك، مرجع سبق ذكره، ص 54.

² عثمان محمد غنيم، ماجدة أبو زنت، التنمية المستدامة - فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها -، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص 25.

³ Bruno Cohen Bacrie, **Communiqués efficaces sur le Développement Durable**, Edition demos, Paris, 2006, p12.

⁴ اللجنة العالمية للتنمية والبيئة، مرجع سبق ذكره، ص 73.

⁵ حامد الريفي، مرجع سبق ذكره، ص 154.

- يظهر دور التنمية المستدامة في الدول المتقدمة في إجراء خفض في مستويات إستهلاك الطاقة والموارد الطبيعية وترشيدها، مع إجراء تحولات جذرية في الأنماط الحياتية السائدة، أما بالنسبة للدول المتخلفة فهي تعني توظيف الطاقة والموارد بشكل فعال من أجل رفع مستويات المعيشة والحد من الفقر وتحسين البيئة.

2. مجموعة التعريفات ذات الطابع الاجتماعي: التنمية المستدامة تعني "السعي من أجل إستقرار النمو السكاني ورفع مستوى الخدمات الصحية والتعليمية خاصة في المناطق النائية، فهي مجموعة من العمليات التي تستهدف إحداث التغيير الاجتماعي المقصود عن طريق تحسين الظروف الاجتماعية للمواطنين، وتوفير مزيد من برامج الرعاية من خلال الجهود البناءة بالتناسق مع نسق التنمية الإقتصادية في المجتمع".¹ حيث أن التنمية الاجتماعية المستدامة، من هذا المنظور تتجسد من خلال: جهود مخططة، هادفة لتحقيق التغيير الاجتماعي، متناسقة مع التنمية الإقتصادية.

3. مجموعة التعريفات ذات الطابع البيئي: التنمية المستدامة تعني حماية الموارد الطبيعية والإستخدام الأمثل لها وخاصة الأرض والماء لزيادة الإنتاج العالمي من الغذاء،² وحماية البيئة من التلوث الناتج عن النشاطات الإقتصادية المختلفة.

4. مجموعة التعريفات ذات الطابع التقني: التنمية المستدامة هي التنمية التي تعتمد على التقنيات النظيفة وغير المضرة بالبيئة والمحيط في الصناعة، وتستخدم أقل قدر ممكن من الطاقة والموارد الطبيعية، وتنتج أقل إنبعاث غازي ملوث وضار بطبقة الأوزون.³

في الأخير، يمكن القول أن التنمية المستدامة هي عملية تغيير شاملة تؤكد على الموازنة بين مصالح الأجيال المتلاحقة في إطار نموذج تنموي يحقق الإستدامة الإقتصادية، الاجتماعية، الثقافية، السياسية والبيئية التي تضمن ترقية الكفاءة الإستخدامية والإستغلالية لجميع الموارد الطبيعية والبشرية، بشكل أمثل يحقق الفعالية الإقتصادية في ظل عدالة إجتماعية مع مراعاة الجوانب البيئية، وكل هذا ضمن وحدة سياسية رشيدة وفعالة.

المطلب الثاني: أهداف ومبادئ التنمية المستدامة

أخذت التنمية المستدامة مكانة أساسية في الفكر التنموي الحديث، كنهج جديد للتنمية تسعى إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي تضمن الإستخدام الأمثل والكفاء للموارد المتاحة، بما يخدم مصالح الجيل الحالي ويكفل حقوق أجيال المستقبل، وهذا لا يتحقق إلا بالإلتزام بمجموعة من المبادئ التي يقوم عليها مفهوم التنمية المستدامة.

أولاً: أهداف التنمية المستدامة

تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الجوهرية، وهي تصب بصفة أساسية في خدمة الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، والتي يمكن تلخيصها كما يلي:

¹ أحمد مصطفى خاطر، التنمية الاجتماعية المفاهيم الأساسية نماذج ممارسة، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، 2002، ص 28.

² بوعشة مبارك، مرجع سبق ذكره، ص 53.

³ محمد صالح الشيخ، الآثار الإقتصادية والمالية لتلوث البيئة ووسائل الحماية منها، ط 1، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، الإسكندرية، 2002، ص 113.

1. تحقيق تنمية مoolية للناس ولقرص العمل: إذ تحاول التنمية المستدامة من خلال عمليات تخطيط وتنفيذ السياسات التنموية لتحسين نوعية حياة السكان في المجتمع إقتصاديا، إجتماعيا ونفسيا عن طريق التركيز على الجوانب النوعية للنمو وليس الكمية وبشكل عادل ومقبول وديمقراطي؛

2. إحترام البيئة الطبيعية: وهذا من خلال المحافظة على بقاء النظام البيولوجي وإنتاجيته ووحدة النظام الإيكولوجي، ومنع التأثيرات الضارة عليه، حتى نحافظ على توازنه الطبيعي وإستمراره، ومكافحة التلوث بأشكاله المتعددة، حيث أن التنمية المستدامة يجب أن تركز على العلاقة بين نشاطات السكان والبيئة، وتتعامل مع النظم الطبيعية ومحتواها على أنها أساس الحياة الإنسانية، أي إنها ببساطة تنمية تعمل على تطوير العلاقة الحساسة بين البيئة والطبيعية المبنية لكي تكون علاقة تكامل وإنسجام؛

3. تعزيز وعي السكان بالمشكلات البيئية: ويتم ذلك من خلال تنمية إحساس الأفراد بالمسؤولية إتجاه المشكلات البيئية، وحثهم على المشاركة الفعالة في خلق الحلول المناسبة لها عن طريق مشاركتهم في إعداد برامج ومشروعات التنمية المستدامة وتنفيذها ومتابعتها وتقييمها؛

4. تحقيق الإستغلال العقلاني والرشيد للموارد المتاحة: تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق إستغلال للموارد الطبيعية بشكل لا يؤدي إلى إستنزافها أو تدميرها، بإعتبار تلك الموارد على أنها ممولد محدودة يجب إستخدامها وتوظيفها بشكل عقلاني من خلال سياسات إقتصادية كفيلة بتحقيق الكفاءة في إستغلال الممولد وخلق مخرجات بقم مضافة بمدخلات وتكاليف أقل؛

5. توظيف التقدم التكنولوجي لخدمة أهداف المجتمع: تحاول التنمية المستدامة توظيف التكنولوجيا الحديثة بما يخدم أهداف المجتمع، من خلال توعية السكان بأهمية التقنيات المختلفة في المجال التنموي، وكيفية إستخدام المتاح والجديد منها في تحسين نوعية حياة المجتمع وتحقيق أهدافه المنشودة، دون أن ينجم عن ذلك مخاطر وآثار بيئية سلبية؛

6. توحيد الجهود بين القطاعات العامة والخاصة لتحقيق الأهداف والبرامج التي تساهم في تلبية حاجات الأجيال الحالية والمستقبلية؛

7. إحداث التغيير الفكري والسلوكي، والمؤسسي الذي يتطلبه وضع السياسات والبرامج التنموية وتنفيذها بكفاءة وفعالية.¹

ثانيا: مبادئ التنمية المستدامة

إن الإستغلال والإستخدام الكفاء والعقلاني للممولد المتاحة يساهم في تحقيق التوازن بين متطلبات التنمية من جهة وحماية البيئة الحاضنة لإستمرار وتطور المجتمعات من جهة أخرى، هذه العلاقة بين التنمية والبيئة هي التي حددت المبادئ الأساسية التي قام عليها مفهوم التنمية المستدامة، وتتمثل أساسا فيما يلي:

¹ أنظر كل من:

- عثمان محمد غنيم، ماجدة أبو زنت، مرجع سبق ذكره، ص29.

- حامد الريفي، مرجع سبق ذكره، ص276.

1. استخدام أسلوب النظم في إعداد وتنفيذ خطط التنمية المستدامة: إذ يعتبر شرطا أساسيا لإعداد وتنفيذ خطط التنمية المستدامة، وذلك من منطلق أن البيئة الإنسانية لأي مجتمع بشقيها الطبيعي والبشري، ما هي إلا نظام فرعي صغير من النظام الكوني ككل، وأي خلل يطرأ على أي نظام فرعي سوف يؤثر تأثيرا مباشرا في عناصر ومحتويات النظم الفرعية الأخرى ومن ثم النظام الكلي للأرض، لذلك تعمل التنمية المستدامة من خلال هذا الأسلوب على ضمان تحقيق توازن النظم الفرعية لتفضي في النهاية إلى ضمان توازن بيئة الأرض عامة.¹
2. المشاركة الشعبية: وهذا من منطلق أن التنمية المستدامة هي ميثاق يقر بمشاركة جميع الجهات ذات العلاقة في إتخاذ قرارات جماعية من خلال الحوار، خصوصا في مجال تخطيط التنمية المستدامة ووضع السياسات وتنفيذها، أي اعتماد أسلوب التنمية من أسفل إلى أعلى والذي يتطلب تحقيقه بشكل فاعل توفير شكل مناسب من أشكال اللامركزية التي يمكن للهيئات الرسمية والشعبية والأهلية والسكان بشكل عام في المساهمة والمشاركة في إعداد وتنفيذ ومتابعة الخطط المسطرة.²
- ومع بداية القرن الواحد والعشرين بدأت تبلور عقيدة بيئية جديدة "تبناها البنك الدولي لخدمة التنمية المستدامة تقوم على عشرة مبادئ أساسية يمكن تلخيصها كما يلي:³
- المبدأ الأول: تحديد الأولويات بعناية؛
 - المبدأ الثاني: الاستفادة من كل دولار، وهذا التأكيد يسمح بتحقيق إنجازات كثيرة بموارد محدودة، عن طريق السبل الأقل تكلفة من طرف المتخصصين الإقتصاديين في مجال البيئة والتنمية للتصدي للمشكلات البيئية الرئيسية؛
 - المبدأ الثالث: إغتنام تحقيق الربح لكل الأطراف؛
 - المبدأ الرابع: استخدام أدوات السوق حيثما يكون ممكنا، فمثلا: فإن الحوافز القائمة على السوق والرامية إلى خفض الأضرار البيئية هي الأفضل من حيث المبدأ والتطبيق، حيث تقوم بعض الدول بفرض رسوم على الانبعاثات وتدفق النفايات؛
 - المبدأ الخامس: الإقتصاد في استخدام القدرات الإدارية والتنظيمية؛
 - المبدأ السادس: العمل مع القطاع الخاص، من خلال تشجيع التحسينات البيئية للمؤسسات وإنشاء نظام الإيزو 14000 الذي بأن الشركات لديها أنظمة سليمة للإدارة والبيئة؛
 - المبدأ السابع: الإشارك الكامل لجميع المواطنين في تبني التنمية المستدامة؛
 - المبدأ الثامن: توظيف الشراكة التي تحقق نجاحا من خلال الإعتماد على مبدأ التعاون وتظافر الجهود المشتركة بين الحكومات، القطاع الخاص، ومنظمات المجتمع المدني وتنفيذ تدابير مشتركة للتصدي لبعض مشكلات البيئة؛

¹ عثمان محمد غنيم، ماجدة أبو زنت، مرجع سبق ذكره، ص30.

² جمال حلاوة، علي صالح، مدخل إلى علم التنمية، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص133.

³ حياة عبد الله، بوقرة رايح، الوقائع الإقتصادية (العولمة الإقتصادية، التنمية المستدامة)، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 2009، ص338-341.

- المبدأ التاسع: تحسين الأداء الإداري المبني على الكفاءة والفعالية؛

- المبدأ العاشر: إدماج عنصر البيئة من البداية في سياسات الدول وآداء المؤسسات، وكذلك الإستثمارات الجديدة المزمع إنشاؤها في المستقبل.

المطلب الثالث: أبعاد التنمية المستدامة

إن التنمية المستدامة لا تركز على الجانب البيئي فقط كما يعتقد الكثير من الناس وربما حتى بعض المتخصصين والباحثين، بل تشمل أيضا الجوانب الاقتصادية والاجتماعية فهي تنمية بأبعاد ثلاثة مترابطة ومتكاملة في إطار تفاعلي يتسم بالضبط والتنظيم والترشيد للموارد، وهذا ما ورد في معظم التقارير والدراسات، والتي أهملت البعد السياسي الذي يعتبر بمثابة الإطار العام لتجسيد الترابط والتكامل بين الأبعاد الأخرى.

أولا: البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة

يتمحور البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة حول إعادة النظر في كافة مراحل النشاط الإقتصادي، بدءا من مرحلة توزيع وإستخدام مصادر الثروة توزيعا يراعي حقوق الأجيال المجتمعية، ومرحلة الإستثمار الذي يخضع لقواعد الإستدامة، يراعي في جوانب دراسات الجدوى معايير جديدة للتنمية المستدامة، ومرحلة الإنتاج بمكوناتها التكنولوجية والفنية، ومدخلاته الأساسية التي تخضع لمعايير الإستدامة وتظهر المسؤولية المؤسسية في مراعاتها، ومرحلة الإستهلاك التي تتطلب تغيير للسلوك الإستهلاكي الحالي لينسجم مع متطلبات السلوك الإستهلاكي المستدام، ومرحلة توزيع الدخل وعوائد عوامل الإنتاج التي تراعي جوانب الإستدامة الإقتصادية والاجتماعية، وهذا يعني الوصول إلى النشاط الإقتصادي المستدام للقوى المتفاعلة في السوق الموجهة، فيتحقق السلوك الإستثماري المستدام، والنشاط الإنتاجي المستدام والتوزيع المستدام للموارد والثروات والنموذج الإستهلاكي المستدام وما يرتبط به من نشاط تسويقي مستدام أيضا، كل هذا في تكامل مع الأبعاد الأخرى للتنمية الشاملة المستدامة.¹ وعليه فإن التنمية المستدامة في بعدها الإقتصادي، تشمل العناصر التالية:

- النمو الإقتصادي المستدام؛
- كفاءة رأس المال؛
- إشباع الحاجات الأساسية؛
- العدالة الإقتصادية.

ثانيا: البعد الإجتماعي للتنمية المستدامة

إن فشل الكثير من البرامج التنموية كان بسبب ضعف الإهتمام بالأبعاد الإجتماعية والثقافية في إستراتيجيات التنمية، ما نتج عنه العديد من الآثار السلبية على المجتمع والبيئة. وعليه يركز البعد الإجتماعي للتنمية المستدامة على أن الإنسان هو محورها الأساسي وجوهرها، بإعتباره وسيلة وهدف في آن واحد، حيث يهتم هذا البعد بالعدالة الإجتماعية وتحقيق المساواة ومكافحة الفقر وتوزيع الموارد وتقديم وتحسين مستوى الخدمات الإجتماعية الرئيسية إلى

¹ صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مرجع سبق ذكره، ص 871.

كل المحتاجين لها، و النهوض برفاهية الإنسان وتحسين سبل الحصول على الخدمات الصحية والتعليمية الأساسية وتوفير الحد الأدنى من معايير الأمن وإحترام حقوق الإنسان. وضمن هذا الإطار عرف المدير التنفيذي برنامج الأمم المتحدة الإنمائي للتنمية البشرية المستدامة بأنها " تنمية لا تكتفي بتوليد النمو وحسب، بل توزع عائداته بشكل عادل أيضا وهي تجدد البيئة بدل تدميرها، وتمكن الناس بدل تهميشهم وتوسع خياراتهم وفرصهم وتؤهلهم للمشاركة في القرارات التي تؤثر في حياتهم¹. وبهذا فإن هذا البعد للتنمية المستدامة يتضمن مفهوم التنمية البشرية التي تعمل على توسيع خيارات الأفراد من خلال توسيع نطاق القدرات البشرية إلى أقصى حد ممكن، وتوظيف أفضل في جميع الميادين الإقتصادية والإجتماعية والثقافية والسياسية.

كما يعد الإهتمام بالبعد الثقافي أساسيا في عملية التنمية المستدامة، بما يجسد الهوية الثقافية ويضمن تواصل مكوناتها وتطورها وإستيعابها لمتطلبات العصر، وإحتوائها لمستجدات المجتمع والتفاعل معها في حركة دائمة تؤكد التقدم المضطرد للخصوصية الحضارية²، فالبعد الثقافي للتنمية المستدامة يمثل الجهد التنموي الذي يتصل برسم الإستراتيجيات وتحديد السياسات المتصلة بتحسين أو تحويل الوسط الثقافي الذي يتحرك في داخله الفاعلون الأفراد والجماعات، مع رفع مستوى معيشتهم وقدراتهم على المشاركة. ويقصد بالوسط الثقافي هنا مجموعة الأفكار والمعتقدات والتصورات والعادات والرموز التي تتحكم في سلوك الفاعل الإجتماعي والتي تؤثر تأثيرا كبيرا على تحديد مستوى الوعي الإجتماعي والثقافي لديه.

ولأن عملية التغيير التنموية المستدامة وسيلتها الأساسية وهدفها المحوري هو إستمرار الحياة الإنسانية بمكوناتها الإجتماعية والثقافية التي في إطارها تتجسد ميادين العدالة وتكافؤ الفرص والإنصاف والحد من التفاوت، سوف يتمكن الإنسان من تحصيل الإحتياجات التي تضمن له مستوى الكفاية وحد الكرامة الإنسانية وحماية الخصوصيات الإجتماعية والثقافية وتطورها. وفي هذا الإطار ولأجله فإن التنمية المستدامة في بعدها الإجتماعي والثقافي تشمل ما يلي:³

- دعم خطط العمل والبرامج الوطنية للتخفيف من حدة الفقر وزيادة دخل الأفراد وتعزيز دور المرأة؛
- بناء القدرات ودعم الشباب وإعطاء أهمية أكبر للتعليم المهني والتدريب الملائم والإدارة السليمة للموارد البشرية؛
- التركيز على تقوية قدرات المؤسسات العاملة في مجال التنمية الإجتماعية وتعزيز دور المؤسسات غير الحكومية والقطاع الخاص؛
- المساعدة على نقل وتوطين التكنولوجيا الملائمة إلى الدول النامية وتطوير القدرات في مجال البحث العلمي والإستفادة من الدعم الفني المتاح من المؤسسات الدولية في هذا المجال؛

¹ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية، 1994، ص13، متاح على الموقع: www.arab-hdr.org

² صالح صالح، المنهج التنموي البديل في الإقتصاد الإسلامي (دراسة للمفاهيم والأهداف والأولويات وتحليل للأركان والسياسات والمؤسسات)، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة: مصر، 2006، ص156.

³ عمار عماري، مرجع سبق ذكره، ص47.

- دعم المؤسسات الصحية والتعليمية والخدمات الإجتماعية ماديا وفنيا لكي تتمكن من القيام بمهامها لخدمة المجتمع المحلي؛

- إدماج المرأة في عملية التنمية المستدامة وخاصة في تنفيذ المشاريع والتخطيط لها، وزيادة وعيها في مجال المحافظة على الموارد الطبيعية وإستعمالاتها.

ثالثا: البعد البيئي للتنمية المستدامة

لم يكن من المتعارف عليه في السابق اعتماد الاعتبارات البيئية كجزء من المعطيات التي يتم بناءا عليها تصميم لخطط الإقتصادية الإنمائية، إلا أن المشاكل البيئية التي ظهرت خلال العقود الأخيرة من القرن الماضي، أدت إلى قناعة كاملة بأن إدارة البيئة بشكل سليم ومتوازن أمر ضروري لعملية التنمية، فقد أصبحت عملية الحفاظ على البيئة والحيلولة دون تدهورها تنصدر سلم الأولويات والإهتمامات الوطنية والدولية. إلى كل ذلك فإن فلسفة التنمية المستدامة تركز على حقيقة أن إستنزاف الموارد الطبيعية التي تعتبر ضرورية لأي نشاط إقتصادي سيكون له أثار ضارة على التنمية والإقتصاد بشكل عام، لهذا فإن أول بند في مفهوم التنمية المستدامة هو محاولة الموازنة بين النظام الإقتصادي والبيئي بدون إستنزاف الموارد الطبيعية مع مراعاة الأمن البيئي. ويكتسي البعد البيئي للتنمية المستدامة أهمية كبيرة، لأنه جاء لمعالجة علاقة التنمية بالبيئة، من خلال وضع الأساسيات التي تقوم عليها، والحدود التي يجب ألا تتعداها، وضرورة المحافظة على قاعدة ثابتة من الموارد الطبيعية بإتباع أنماط إنتاج وإستغلال الموارد الطبيعية بشكل عقلاني لتجنب الإستنزاف الزائد للموارد المتجددة وغير المتجددة لضمان التنوع الحيوي ونقاء الهواء وخصوبة التربة والمحافظة على التنوع البيولوجي، أي اعتماد مقارنة الحدود البيئية.¹ والحد من إنتاج أنماط الإنتاج والإستهلاك السيئة والبحث عن الأساليب الفعالة لتلبية الحاجات الإقتصادية دون الإضرار بالبيئة كالتقليل من تلوث الهواء، والمياه التربة، وكذا التقليل قدر الإمكان من النفايات السائلة والصلبة أو معالجتها لتفادي آثارها الملوثة للمياه السطحية والجوفية.² وعليه تشمل منظومة الأبعاد البيئية للتنمية المستدامة العناصر التالية:³

- النظم الإيكولوجية؛

- تكييف الطاقة؛

- التنوع الإيكولوجي؛

- الإنتاجية البيولوجية؛

- القدرة على التكيف.

إن التنمية المستدامة بأبعادها الأساسية سالفة الذكر، لا يمكن أن تتجسد دون البعد المحوي الذي لم يحض بالأهمية في التحليل التكاملي للتنمية المستدامة وهو **البعد السياسي والمؤسساتي** وما يرتبط بذلك من مهام ومسؤوليات، إذ

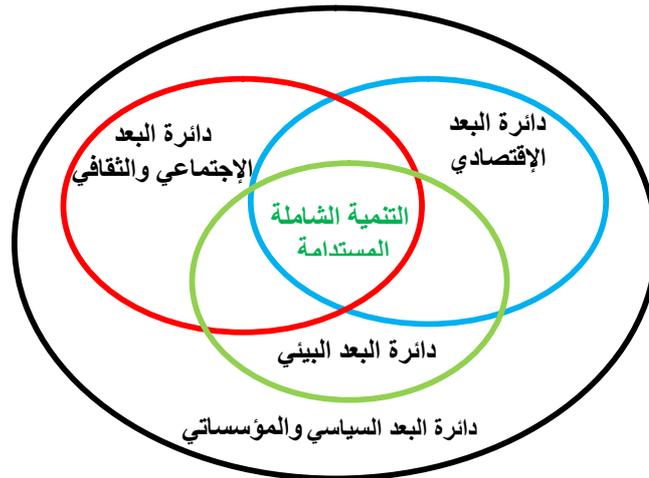
¹ هويدي عبد الجليل، العلاقة بين السياحة البيئية والبيئة والتنمية المستدامة، مجلة الدراسات والبحوث الإجتماعية، العدد 9، جامعة الوادي، ديسمبر 2014، ص19، 20.

² Genevieve Ferone Et Autres, **ce que Développement Durable veut dire**, Editions d'organisation, Paris, 2005, p5.

³ عثمان محمد غنيم، ماجدة أبو زنت، مرجع سبق ذكره، ص40.

يعتبر الإطار الأساسي الذي تتفاعل فيه مختلف أبعاد التنمية المستدامة كل ذلك يتجسد من خلال الحكم الراشد وما يعنيه من إدارة للحياة السياسية بما يضمن الشفافية والمشاركة في إتخاذ القرار وتنامي الثقة والمصادقية وتوالي السيادة والإستقلالية للمجتمع بأجياله المتلاحقة،¹ وبالتالي تحقيق الرسالة الإقتصادية التي تشمل أساليب وإجراءات إتخاذ القرارات من خلال التأثير على النشاطات الإقتصادية بما يساهم بفعالية في تجسيد معايير الإستدامة على مستوى البعد الإقتصادي الإجتماعي، الثقافي والبيئي.

الشكل رقم (1.3): تداخل أبعاد التنمية الشاملة المستدامة



المصدر: صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 872.

المطلب الرابع: مستويات التنمية المستدامة وأهم مؤشراتها

إن التفكير في الإستدامة وفق مستوياتها المختلفة أدى بشكل معمق إلى تطوير أدوات قياس التنمية التي كان دورها ولفترة طويلة من الزمن يركز على معدلات النمو الإقتصادي. وتعد مؤشرات التنمية المستدامة من أهم مؤشرات قياس مدى تقدم الدول في مجالات تحقيق التنمية المستدامة الشاملة، وهذا ما يترتب عليه إتخاذ القرارات المناسبة التي تدور حول السياسات الإقتصادية والإجتماعية في إطار الجهود التنموية، الإقتصادية والبيئية فضلا عن الإجتماعية والبشرية وأنها نتاج لتفاعل الموارد البشرية مع الموارد المادية والمتوافقة مع الظروف والمعطيات المتاحة، بما يؤدي إلى الإرتقاء المستمر بالمجتمع وتحقيق الكفاءة في إستخدام الموارد كافة.²

أولاً: مستويات التنمية المستدامة (مستويات الإستدامة)

يميز الباحثون والإقتصاديون بين مستويين للتنمية للمستدامة أحدهما ضعيف والآخر قوي.

1. الإستدامة الضعيفة (المتكزة حول الإنسان): تزعم حركة الإستدامة الضعيفة بأن هناك حاجة لتوسيع نطاق المخزون من الموارد وأن هذا يمكن تحقيقه من خلال تطوير موارد متجددة، وإيجاد بدائل للموارد غير المتجددة

¹ صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مرجع سبق ذكره، ص 871، 872.

² آمنة حسين صبري علي، الإطار العام لمؤشرات التنمية المستدامة (طرق القياس والتقييم)، مجلة المخطط والتنمية، العدد 32، جامعة بغداد، 2015، ص 121.

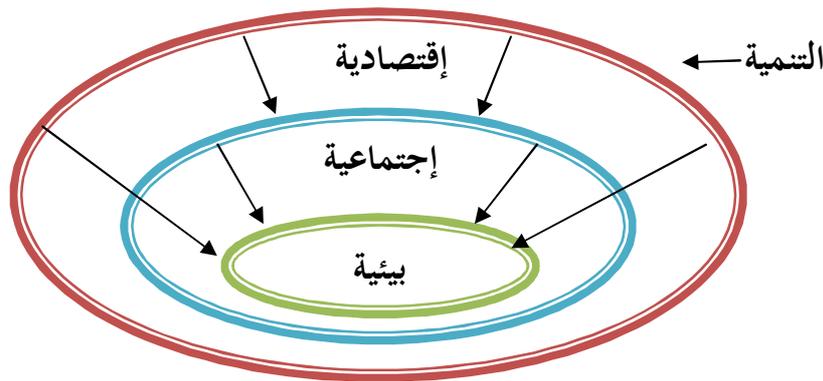
والإستخدام الأمثل للموارد الحالية و/أو البحث عن حلول تكنولوجية لمشاكل من قبيل نفاذ الموارد والتلوث. وفي القلب من هذا الخطاب يكمن تفاؤلاً ضمنياً يتمثل في الثقة بأن البشر سيجدون حلاً لكل مشكلة بيئية تبرز على السطح، كما سيكونون قادرين على تعزيز مخزون الموارد وذلك لأن التقدم التقني كما يفترض سيمكن البشر من التحكم في الأرض لتلبية مطالبهم المتنامية، ومن ثم فإن أي مشكلة تظهر ستحل من خلال التطور التقني. ويجادل أنصار هذا الموقف بأن أسباب الأزمة البيئية التي يعيشها كوكب الأرض لا تكمن في قيم نموذج الحداثة المهيمن المتمركز حول البشر ولا في معايير أو مؤسساته وممارساته بل أن تلوث الماء والهواء ونفاذ الموارد الطبيعية وتناقص التنوع البيئي والفقر وحالات عدم المساواة هي نتيجة للجهل والجشع والممارسات الحمقاء في التعامل مع البيئة، ومن ثم يمكن كبح مثل هذه الممارسات الحمقاء الملامة أخلاقياً عبر سن تشريعات وتغيير السياسة العامة، وزيادة التعليم وتغيير القوانين الضريبية، وإعادة الأراضي العامة إلى مالكيها والتأكيد على الإلتزامات الخلقية نحو الأجيال المستقبلية وتشجيع الإدارة الحكيمة للطبيعة وتشجيع الإستخدام الرشيد للموارد الطبيعية.

كما أن أصحاب هذا التوجه متفائلون بشكل عام حيال قدرة الإنسان على حل أي مشكلة يمكن أن تظهر فيما يتعلق بنفاذ الموارد، وينبع هذا التفاؤل من الإعتقاد بأن الخبرة العلمية والتقنية في المجتمع الصناعي الحديث ستقلص الفجوة بين الطلب والموارد من خلال التحكم في مخزون الموارد لتلبية إحتياجات المجتمع. ومن ثم يزعم أنصار الإستدامة المتمركزة حول الإنسان أنه ليس هناك حاجة لتحويل أو تعديل الخطاب السائد حول الطبيعة والبيئة والتقدم الإقتصادي والتنمية والذي ينظر للطبيعة في الغالب كمورد للبشر حق الهيمنة عليه وإستغلاله، فضلاً عن الإعتقاد بأن التقدم الإقتصادي يعتبر معياراً شرعياً للتقدم.

وخلال العقود الماضية تم إستيعاب الإعتبارات البيئية الأساسية بنجاح من خلال منشورات كل من التنمية المستدامة والتحديث البيئي اللذين يهيمنان على الخطاب البيئي في الوقت الحاضر. ومع ذلك فإن حركة الإستدامة البيئية الضحلة هذه تمثل حيزاً من المنظورات المتناقضة بل إن ما نجده في الواقع هو تعاقب مرحلي للفكر بين منظرها. وبرغم أن ما يميز هولاء هو أنهم لا يرون حاجة لإحداث أي تغيير جذري فيما يتعلق بالتقدم والتنمية الإقتصادية، إلا أن هناك طيفاً من المواقف التي تبحث وبدرجات متفاوتة عن تنازلات تجاه الحماية البيئية. وبدلاً من الإعتقاد بوجوب إيجاد حلول للآثار السلبية (الإقتصادية والإجتماعية والبيئية) للرأسمالية بإستخدام ذكاء وإبداع المجتمع بشكل عام، فإن أنصار الإستدامة الضعيفة يزعمون في الغالب أن على الرأسمالية أن تستوعب المشاكل البيئية بشكل أفضل. ولذا فإنهم يتبنون، على سبيل المثال، إدخال تحسينات على وكالات مراقبة البيئة، وترشيد إستخدام الموارد، وإستخدام أفضل الوسائل لتقييم المشاريع لدراسة وتقدير الآثار البيئية للمقترحات والتعديلات الإقتصادية كي تأخذ في الإعتبار الأضرار التي قد تلحق بالبيئة.¹

¹ عبد الله بن جمعان الغامدي، التنمية المستدامة بين الحق في إستغلال الموارد الطبيعية والمسؤولية عن حماية البيئة، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2007، ص 12-14.

الشكل رقم (2.3): الإستدامة الضعيفة (الغطاء الإقتصادي)



المصدر: الطاهر خامرة، المسؤولية البيئية والإجتماعية مدخل لمساهمة المؤسسة الإقتصادية في تحقيق التنمية المستدامة "حالة سوناطراك"، مذكرة ماجستير في العلوم الإقتصادية، تخصص إقتصاد وتسيير البيئة، كلية العلوم الإقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2007، ص32.

يبين الشكل إمكانية التوسع في الأنشطة الإقتصادية والإجتماعية على حساب رصيد الموارد البيئية شريطة بقاء رصيد رأس المال الكلي ثابتاً من خلال إتجاه عملية التنمية نحو الداخل. فالإستدامة الضعيفة تفترض درجة معينة من الإحلال بين مختلف أشكال رأس المال، بمعنى أن هذه الأشكال تعد بدائل لبعضها البعض على الأقل بالنسبة لمستويات الأنشطة الإقتصادية الحالية والموارد المتاحة، إستناداً إلى قاعدة "solow" التي تقر أن رأس المال الطبيعي القابل للفناء يمكن إستبداله كلياً بمرور الوقت برأس المال التكنولوجي أو المالي.¹

2. الإستدامة القوية (المتكئة حول البيئة): مع أن المقاربات الإقتصادية للإستدامة الضعيفة لم تطرح مسألة إنسجام التنمية المستدامة مع النمو الإقتصادي حيث ركزت بشكل أساسي على هذا الأخير، إلا أن محدودية الفضاء والموارد الطبيعية فضلاً عن القدرة المحدودة للغلاف الجوي لإستيعاب وتخزين الغازات الدفئية يجعل التنمية المستدامة التي تتطلب نمواً لا محدوداً تبدو مستحيلة، ولذا ينظر أنصار الإستدامة القوية للأرض كمورد ناضب غير متجدد ومن ثم يزعمون أنه ليس هناك مستقبل بيئي ممكن إلا إذا تم تعديل جذري على جانب الطلب من خلال إعادة التفكير في موقفنا إتجاه الطبيعة فضلاً عن فكرتنا عن التقدم الإقتصادي والتنمية. ولذلك تؤكد وجهة النظر هذه المعروفة أيضاً "بالإيكولوجية العميقة" "Deep Ecology" بأنه لا بد من حدوث ثورة في النموذج الإرشادي المهيمن إذا ما أريد إنقاذ كوكب الأرض من الفساد البيئي، وتبعاً لذلك فإن هذه النظرة ترى أنه لا بد أن نعمل على تكييف أنفسنا للحفاظ على الطبيعة المهتدة بالفناء بدلاً من تكييف الأرض لتتناسب إحتياجاتنا. وقد تسبب إصرار أنصار هذا الإتجاه على إحداث تغيير بنائي وثقافي في إثارة مخاوف كل من قطاع الأعمال والسياسة وأولئك الناس الذين كانوا يرغبون في حلول جزئية للمشاكل البيئية، كما مثل هذا التوجه حركة الرفض ضد سياسات وممارسات الشركات والحكومات المتعلقة بالبيئة خاصة في الدول المتقدمة.²

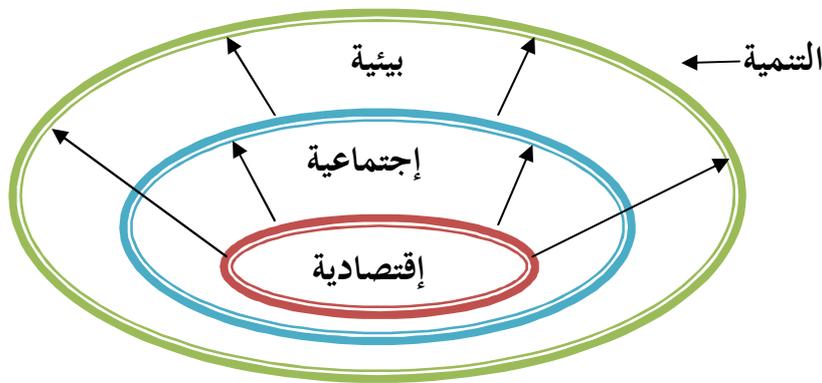
* Robert Merton Solow هو إقتصادي أمريكي، إشتهر بنظرته للنمو الإقتصادي: "قاعدة Solow" في عام 1986 حصل على جائزة نوبل للإقتصاد.

¹ الطاهر خامرة، المسؤولية البيئية والإجتماعية مدخل لمساهمة المؤسسة الإقتصادية في تحقيق التنمية المستدامة "حالة سوناطراك"، مذكرة ماجستير في العلوم الإقتصادية، تخصص إقتصاد وتسيير البيئة، كلية العلوم الإقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2007، ص31.

² نزار عوني اللبدي، مرجع سبق ذكره، ص63.

ونتيجة لذلك يركز أنصار الجانب الأقوى للإستدامة على تغيير المطالب تجاه الأرض ويتبنون فهما مختلفا للتنمية المستدامة، حيث يعمدون إلى التأكيد على الإستدامة البيولوجية كشرط أولي لأي تنمية، بدلا من التركيز على التأثير الإنساني على إستراتيجيات التنمية، ومن ثم ينظر للتنمية المستدامة كوسيلة لتحسين نوعية الحياة الإنسانية مع العيش ضمن حدود القدرة الإحتمالية للأنساق الحيوية للأرض.¹ وبتعبير آخر تكون الإستدامة قوية من وجهة نظرهم إذا وقع حقل النشاطات الإقتصادية ضمن مجال النشاطات الإنسانية وهذه الأخيرة تكون ضمن الدائرة البيئية الأمر الذي يجعل حجم نمو النشاطات الإقتصادية على المدى البعيد مقيد بحجم الأضرار الملحقة بالبيئة والطبيعة التي تمدها بالمواد المادية والطاقة.²

الشكل رقم (3.3): الإستدامة القوية (الغطاء البيئي)



المصدر: الطاهر خامرة، المسؤولية البيئية والاجتماعية مدخل لمساهمة المؤسسة الاقتصادية في تحقيق التنمية المستدامة "حالة سوناطراك"، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص إقتصاد وتسيير البيئة، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2007، ص31.

من الشكل السابق يتضح أن إمكانية التوسع في التنمية الاقتصادية والاجتماعية يجب أن تتم في إطار الحدود البيئية، لهذا فإن الإستدامة القوية ترفض فكرة الإحلال بين مختلف أشكال رأس المال (البشري، المالي التكنولوجي... الخ)، وتدعم ضرورة الإبقاء على الأقل لجزء من مخزون رأس المال الطبيعي ثابتا.

ثانيا: مؤشرات التنمية المستدامة

يحتاج صانعو القرارات وواضعي السياسات إلى معلومات للمضي قدما نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وبما يمكنهم من معرفة ما إذا كانوا على الطريق الصحيح وتساعدهم على رصد التقدم المحرز نحو التنمية المستدامة. وتساهم مؤشرات التنمية المستدامة في تقييم مدى تقدم الدول والمؤسسات في تحقيق أهداف التنمية المستدامة بصورة

¹ IUCN/WWF/UNEP, World Conservation Strategy: **Living Resources for Sustainable Development**, 1980, revised in 1990 under the title "Caring for the Earth: a Strategy for Sustainable Living".

² Madadi Abdelkader Abdallah, Hirts Hamid, **Les Nouveaux Fondements Philosophiques et Idéologiques Du Discours Sur Le Développement et La Durabilité**, 3^{ème} Colloque Internationale Sur: La Protection De L'environnement et Lutte Contre La Pauvreté Dans Les Pays En Voie De Développement, Institut Des Sciences Economiques et Des Sciences De Gestion, Centre Universitaire De Khmis-Miliana, Algérie, Le 03 et 04 2010, p3.

فعلية، من خلال إعطاء صورة واضحة عن مدى التقدم أو التراجع في إنجاز التنمية المستدامة. وقبل التفصيل في أهم مؤشرات التنمية المستدامة، كان لا بد علينا توضيح ما يلي:

1. تعريف المؤشر: يمكن توضيح معنى كلمة مؤشر ببعض التعاريف الواردة في ذلك كما يلي:

يعرف على أنه: " أداة تصف بصورة كمية موجزة وضع ما أو حالة معينة"¹، أو أنه " تعبير رقمي مطلق أو نسبي أو تعبير لفظي عن وضع سائد أو عن حالة معينة"²، كما يمكن تعريفه على أنه " أداة تشير إلى قضية أو ظروف معينة ويقاس مقدار التقدم أو التغيير الحادث عبر الزمن"³.

2. أهداف الإستعانة بمؤشرات التنمية المستدامة: تتلخص أساسا في تحقيق ما يلي:⁴

- تقييم الجهود المبذولة لتحقيق الأهداف المنشودة؛
- تحديد مدى الإلتزام في الإطار الزمني المخصص لتحقيق الأهداف المنشودة؛
- مدى حركية عملية التنمية، هل هي بشكل مناسب أو غير مناسب (سريع أو بطيء)؛
- مقارنة المتحقق في عملية التنمية خلال فترة زمنية معينة؛
- مقارنة المتحقق في عملية التنمية بين الدول.

وعلى أساس الترابط والتكامل بين أبعاد التنمية المستدامة فإن مؤشرات قياسها هي الأخرى مترابطة ومتكاملة تعكس التغيير الذي يحصل في الجوانب الإقتصادية، الإجتماعية والبيئية بشكل مترابط ومتكامل، وتتمثل أساسا في المؤشرات الإقتصادية، المؤشرات الإجتماعية، المؤشرات البيئية والمؤشرات المؤسساتية، ويمكن توضيحها فيما يلي :

1. المؤشرات الإقتصادية: وهي عبارة عن معطيات وإحصائيات كمية تصف لنا الحالة الإقتصادية لدولة ما في

فترة زمنية معينة، وتتلخص هذه المؤشرات في التالي:

أ. مؤشرات البنية الإقتصادية: وهي مؤشرات لها علاقة مباشرة بالتنمية وتعكس تأثير السياسة الإقتصادية على

الموارد الطبيعية، ومن أهم المؤشرات الخاصة بالهيكل الإقتصادي لدولة ما، نذكر ما يلي:

- نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي: هو مجموع الناتج القومي المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية في

سنة معينة مقسوما على عدد سكان الدولة في تلك السنة، وهو يقيس الرخاء والمستوى المعيشة، فكلما زاد الرقم كلما

كان ذلك دليل على وجود نشاط ودخل إقتصادي أكبر مقارنة بعدد المواطنين، والعكس⁵؛

¹ باربرا روز جونسون، ترجمة صادق إبراهيم عودة، من يدفع ثمن الإطار الثقافي للأزمة البيئية، الطبعة الأولى، دار فارس للنشر والتوزيع، عمان، 1998، ص249.

² أمينة حسين صبري علي، مرجع سبق ذكره، ص126.

³ أحمد أبو اليزيد الرسول، التنمية المتواصلة (الأبعاد والمنهج)، مكتبة بستان المعرفة، الإسكندرية، 2007، ص85.

⁴ عدنان مناتي صالح، التنمية المستدامة في الإقتصاد العالمي بين التحديات والمتطلبات، مجلة كلية بغداد للعلوم الإقتصادية الجامعة، العدد الخاص بالمؤتمر العلمي المشترك، 2014، ص122.

⁵ جمال شحات، ماذا تعني هذه المصطلحات الإقتصادية...؟، متاح على الموقع:

- **معدل النمو الإقتصادي:** بوصفه مؤشراً لتحقيق التقدم الإقتصادي، من خلال زيادة الناتج المحلي الإجمالي، وهو يقيس أداء الإقتصاد؛¹
- **نسبة إجمالي الإستثمار إلى الناتج المحلي الإجمالي:** ويقصد بهذا المؤشر الإنفاق على الإضافات إلى الأصول الثانية للإقتصاد كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي، وهو يقيس مستوى تزايد معدلات التنمية الإقتصادية؛
- **مؤشر التجارة الخارجية:** يمثل الميزان التجاري للسلع والخدمات، وهو يقيس مدى إنفتاح الإقتصاد وفاعلية التجارة الخارجية في تكوين الدخل القومي؛
- **الحالة المالية:** تمثل نسبة المديونية الخارجية إلى الناتج المحلي الإجمالي، إضافة إلى نسبة المساعدات التنموية الخارجية التي يتم تقديمها أو الحصول عليها مقارنة بالناتج المحلي الإجمالي.²
- ب. **مؤشرات أنماط الإستهلاك والإنتاج:** بإعتبار أن أنماط الإنتاج والإستهلاك السائد في العالم هي أنماط غير مستدامة، ينتج عنها إستنزاف كبير للموارد الطبيعية وإضعاف القدرة الإستيعابية للبيئة، ومن هنا كان لابد من إحداث تغيير جذري في أنماط الإنتاج والإستهلاك وجعلها أكثر تلائماً مع البيئة.³ وتتمثل أهم المؤشرات الخاصة بقياس الأنماط الإنتاجية والإستهلاكية بما يخدم التنمية المستدامة في النقاط التالية:⁴
- **مؤشر إستهلاك المادة:** ويقاس بمدى كثافة إستخدام المادة في الإنتاج، حيث يقصد بالمادة هنا المواد الخام الصعبة؛
- **مؤشر إستخدام الطاقة:** يقاس عن طريق الإستهلاك السنوي للطاقة لكل فرد (أي متوسط نصيب الفرد من إستهلاك الطاقة سنوياً)، إضافة إلى نسبة الإستهلاك السنوي للطاقات المتجددة وكثافة إستخدام الطاقة؛
- **مؤشر إنتاج وإدارة النفايات:** ويتم قياسه بكمية النفايات الصناعية والمنزلية المنتجة، إنتاج النفايات الخطرة والمشعة وكذا إعادة تدوير النفايات؛
- **مؤشر النقل والمواصلات:** ويقاس بالمسافة التي يتم قطعها سنوياً لكل فرد حسب وسيلة النقل سواء كانت سيارة خاصة، مواصلات عامة، دراجة هوائية، طائرة، قطار، ... إلخ.
2. **المؤشرات الإجتماعية:** تتمثل القضايا المرتبطة بالمؤشرات الإجتماعية للتنمية المستدامة في ستة نقاط أساسية هي:

أ. **مؤشر المساواة الإجتماعية:** تعد المساواة الإجتماعية إحدى أهم القضايا الإجتماعية في التنمية المستدامة، إذ يعكس إلى درجة نوعية الحياة والمشاركة العامة، وترتبط المساواة مع درجة العدالة والشمولية في توزيع الموارد وإتاحة

¹ عدنان مناتي صالح، مرجع سبق ذكره، ص 122.

² عدنان فرحان الجوارين، التنمية المستدامة في العراق (الواقع والتحديات)، أوراق إقتصادية، شبكة الإقتصاديين العراقيين، المكان، 2016، ص 4.

³ باتر محمد علي وردم، العالم ليس للبيع: مخاطرة العولمة على التنمية، الأهلية للنشر والتوزيع، الأردن، 2003، ص 219.

⁴ عدنان فرحان الجوارين، مرجع سبق ذكره، ص 4.

الفرص وإتخاذ القرارات، وتعد المساواة الإجتماعية من أكثر قضايا التنمية المستدامة صعوبة في التحقيق.¹ وقد تم إختيار عددا من المؤشرات لقياس المساواة الإجتماعية حسب قائمة مؤشرات التنمية المستدامة للأمم المتحدة، وتتمثل أساسا في:

- **مؤشر الفقر:** ويقاس عن طريق نسبة السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر؛
- **مؤشر البطالة:** ويعكس عدد الأفراد العاطلين كنسبة مئوية من قوة العمل (القوة العاملة الكلية)، أي عدد الأفراد في سن العمل والقادرين عليه و لم يحصلوا على فرصة عمل؛
- **مؤشر المساواة في النوع الإجتماعي:** يمكن قياسه من خلال مقارنة معدل أجر الرجل بمعدل أجر المرأة.

ب. مؤشر الصحة العامة: هناك إرتباط وثيق بين الصحة والتنمية المستدامة لأن الحصول على مياه صالحة للشرب وغذاء صحي، ورعاية صحية جيدة، يعد من أهم مبادئ التنمية المستدامة.² وهناك عدة مؤشرات جزئية لقياس مستوى الصحة العامة يمكن توضيحها فيما يلي:³

- حالة التغذية، إذ تقاس بالحالات الصحية للأطفال؛
- معدل وفيات الأطفال تحت سن الخمسة سنوات؛
- العمر المتوقع عند الولادة؛
- نسبة السكان الذين يحصلون على مياه شرب صالحة؛
- نسبة السكان الذين تتوافر لديهم مرافق كافية للصرف الصحي؛
- الرعاية الصحية، وتقاس بنسبة السكان القادرين على الوصول إلى مرافق الرعاية الصحية الأولية ونسبة التطعيم ضد الأمراض المعدية لدى الأطفال.

ت. مؤشر التعليم: يعد العلم بوصفه عملية مستمرة طويلة العمر متطلبا رئيسيا لتحقيق التنمية المستدامة، كما يعتبر عنصرا حاسما بدرجة خاصة في مجال تلبية الإحتياجات البشرية الأساسية وفي تحقيق العدالة الإجتماعية وبناء القدرات، وإتاحة الوصول إلى المعلومات، وتعزيز العلوم، علاوة على أن التعليم يعد أداة من أدوات تحويل أنماط الإستهلاك والإنتاج إلى مسار أكثر إستدامة.⁴ وتتلخص مؤشرات التعليم فيما يلي:

- معدل الإلتحاق بالمراحل التعليمية المختلفة؛
- مؤشر محو الأمية، الذي يقاس بنسبة الكبار غير المتعلمين في المجتمع.
- ث. مؤشر السكن:** يعد توفير السكن اللائم للمواطن من أهم إحتياجات التنمية المستدامة، حيث يشكل الهجرة من الأرياف إلى المدن أحد أهم أسباب زيادة الإستهيطان البشري العشوائي ونسبة المتشردين، وأولئك الذين يعيشون

¹ نوزاد عبد الرحمن الهيتي، حسن إبراهيم المهدي، مرجع سبق ذكره، ص 23.

² المرجع السابق، الصفحة نفسها.

³ عدنان فرحان الجوارين، مرجع سبق ذكره، ص 4، 5.

⁴ سايح بوزيد، مرجع سبق ذكره، ص 102.

ظروف صعبة ولا يجدون السكن المناسب، مع حقوقهم الإنسانية في العيش في مسكن آمن ومريح ومستقل، وتقاس حالة السكن في مؤشرات التنمية المستدامة عادة بمؤشر واحد هو: نصيب الفرد من الأمتار المربعة في الأبنية¹.

ج. مؤشر الأمن: يتعلق الأمن في التنمية المستدامة بالأمن الاجتماعي وحماية المواطنين من الجريمة المنظمة وجرائم المخدرات والإستغلال اللامشروع، خاصة للأطفال والنساء، ويتم قياس الأمن الاجتماعي من خلال عدد الجرائم المرتكبة لكل 100 ألف نسمة.²

ح. مؤشر النمو السكاني: هناك علاقة عكسية بين النمو السكاني والتنمية المستدامة، فكلما زاد معدل النمو السكاني في دولة ما أو منطقة جغرافية معينة زادت نسبة إستهلاك الموارد الطبيعية ونسبة التصنيع العشوائي والنمو الإقتصادي غير المستدام، مما يؤدي إلى المشاكل البيئية وبالتالي تقليص فرص تحقيق التنمية المستدامة.³

3. المؤشرات البيئية: تتلخص المؤشرات شائعة الإستعمال والأكثر دقة وشمولية وقدرة على عكس حقيقة التطور في مجال التنمية المستدامة من الناحية البيئية في العناصر التالية:

أ. مؤشر الغلاف الجوي: تؤثر مستويات الهواء على النواحي الصحية للإنسان وسائر الكائنات الحية على كوكب الأرض، لذلك يجب إتخاذ الإحتياطات اللازمة للحد من الملوثات الجوية التي تغير نوعية هواء الغلاف الجوي.⁴ وهناك ثلاثة مؤشرات رئيسية تتعلق بالغلاف الجوي هي:

- **التغير المناخي:** يتم قياسه من خلال تحديد إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛

- **ترقق طبقة الأوزون:** ويتم متابعتها من خلال مدى إستهلاك المواد المستنزفة للأوزون؛

- **نوعية الهواء:** ويتم قياسها من خلال تركيز ملوثات الهواء في المجال المحيط بالمناطق الحضرية.

ب. إستخدامات الأراضي: أهم المؤشرات المتعلقة بها تتمثل فيما يلي:

- **الزراعة:** ويتم قياسها بمساحة الأراضي المزروعة مقارنة بالمساحة الكلية، وإستخدام المبيدات والمخصبات الزراعية؛

- **الغابات:** يتم قياسها بمساحة الغابات مقارنة بالمساحة الكلية للأرض وكذا معدلات قطع الغابات؛

- **التصحّر:** ويتم قياسه من خلال حسابات نسبة الأرض المتأثرة بالتصحّر مقارنة بمساحة الأرض الكلية؛

- **الحضرنة:** ويتم قياسها من خلال بمساحة الأراضي المستخدمة لمستوطنات بشرية دائمة أو مؤقتة.

ت. البحار والمحيطات والمناطق الساحلية: ومن أبرز مؤشراتهما ما يلي:⁵

- **نسبة السكان المقيمين في المناطق الساحلية، وتركيز الطحالب في المياه الساحلية؛**

¹ نوزاد عبد الرحمن الهيتي، حسن إبراهيم المهدي، مرجع سبق ذكره، ص 24، 25.

² فوزي عبد الرزاق، كاتبة بوروية، التنمية المستدامة ورهانات النظام الليبرالي بين الواقع والآفاق المستقبلية، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 90.

³ عدنان فرحان الجوارين، مرجع سبق ذكره، ص 5.

⁴ محمد أحمد الشهاوي، الغلاف الجوي، الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، ط1، الدار العربية للعلوم، بيروت، 2006، ص 46.

⁵ عدنان مناتي صالح، مرجع سبق ذكره، ص 122.

- **مصائد الأسماك:** أي الحصيعة السنوية للصيد بحسب الأنواع التجارية الرئيسية.

ث. **المياه العذبة:** من أكثر الموارد الطبيعية تعرضا للإستنزاف والتلوث، وتجد كل الدول التي تتميز بقلّة مصادر المياه نفسها في وضع إقتصادي وإجتماعي صعب. وتتمثل مؤشرات المياه العذبة بجانبها النوعي والكمي في الآتي:

- **نوعية المياه:** وتقاس بتركيز الأكسجين المذاب عضويا ونسبة البكتيريا المعدية في المياه؛

- **كمية المياه:** تقاس من خلال حساب كمية المياه السطحية والجوفية التي يتم ضخها وإستنزافها سنويا مقارنة بكمية المياه الكلية.¹

ج. **التنوع الحيوي:** وهذا يعني حماية النباتات والحيوانات البرية وإنشاء المحميات من أجل الوفاء بإحتياجات الإنسان ودون التأثير على التوازن الطبيعي، ويتم قياس التنوع الحيوي من خلال مؤشرين رئيسيين هما:²

- **الأنظمة البيئية:** ويتم قياسها بنسبة مساحة المناطق المحمية مقارنة بالمساحة الكلية؛

- **مؤشر الأنواع:** يتم قياسها بنسب الكائنات الحية المهددة بالإنقراض.

4. **المؤشرات المؤسسية:** تتمثل المؤشرات المؤسسية للتنمية المستدامة في كل من الإطار المؤسسي والقدرة المؤسسية وهي كما يلي:³

أ. **الإطار المؤسسي:** من الأمور اللازمة توافر التشريعات الملائمة على صعيدي القانون والسياسات بوصفها إطارا مؤسسيا، لتشجيع التنمية المستدامة وتنفيذها، والمؤشران المستخدمان هما:

- الإستراتيجية الوطنية للتنمية المستدامة؛

- تنفيذ الإتفاقات العالمية المصادق عليها.

ب. **القدرة المؤسسية:** وتتمثل أهم مؤشرات القدرة المؤسسية فيما يلي:

- عدد أجهزة الراديو أو حسابات الأترنت لكل 1000 شخص؛

- خطوط الهاتف الثابت وأجهزة الهاتف المتحرك لكل 1000 شخص.

ت. **نسبة الإنفاق على البحث والتطوير:** وتمثل حجم الإنفاق المالي على البحث والتطوير كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي.

ث. **عدد الباحثين والمهندسين في مجال البحث العلمي:** وهو قياس أعداد العلماء والمهندسين في مجال البحث والتطوير لكل مليون شخص.

ختاما، وبعد الإطلاع على ماهية التنمية المستدامة، أهدافها ومبادئها، وأهم أبعادها، وكذا التعرف على مستوياتها وأبرز مؤشرات قياسها، نصل الآن إلى التأسيس للعلاقة التي تربط بين إستراتيجية إستخدام الطاقة وضوابط التنمية المستدامة من خلال التطرق لإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقات البديلة ضمن رهانات ومتطلبات الإستدامة، وذلك من خلال المبحث الموالي.

¹ باتر محمد علي وردم، مرجع سبق ذكره، ص218.

² فوزي عبد الرزاق، كاتية بوروية، مرجع سبق ذكره، ص91.

³ عدنان فرحان الجوارين، مرجع سبق ذكره، ص7.

المبحث الثاني: الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية ضمن متطلبات الإستدامة

يمثل الإستخدام الكفاء للموارد الطاقوية جزءا من الإستراتيجية العالمية التي تهدف إلى تأمين مسيرة التنمية المستدامة لشعوب العالم، خاصة وأن ما يهدد الكون اليوم ليس فقط إمكانية نفاذ المصادر الطاقوية التقليدية، وإنما عرف أيضا في العقود الأخير شكل آخر من أشكال التهديد المرتبطة بالطاقة ويتعلق الأمر بالتلوث البيئي، الذي زادت حدته بشكل ملحوظ، الأمر الذي يدفع بالدول إلى إتخاذ خطوات فعلية وجادة لأجل ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية، إضافة إلى البحث عن مصادر بديلة ومتجددة لإستخلافها وفق ضوابط الإستدامة. ومن خلال هذا المبحث سوف نتطرق إلى: ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية، مفهوم الكفاءة الإستخدامية للطاقة وسيناريوهات تحقيقها، آليات وسبل ترقية كفاءة إستخدام الموارد الطاقوية، وفي الأخير نشرير لأهم العوائق والتحديات التي تواجه تحقيق الكفاءة الإستخدامية لهذه الموارد.

المطلب الأول: ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية

إن رسم سياسة رشيدة لترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية يعد من الأمور البالغة الأهمية ولا شك أنه بقدر ما تحقق هذه السياسة من نجاح فإن الإستغلال المستدام يتعزز بصورة تساهم في تأمين إحتياجات الجيل الحالي وتضمن حقوق الأجيال اللاحقة، كما أن تجاوز الصعوبات تطلب في مختلف السنوات وضع سياسات وبرامج إقتصادية، وهذا ما أدى إلى الاستغلال الكبير للموارد الطبيعية إستغلالا نظر إليه البعض كهدف مشروع لتحقيق التنمية، وفي نفس الوقت نظر إليه البعض الآخر كإستغلال مفرط للموارد الطبيعية وتوزيع غير عادل لهذه الموارد التي هي حق للأجيال القادمة، ومن هذا المنطلق يمكن تحديد الضوابط والمعايير التي تنظم عملية الإستخدام الأمثل والمستدام للموارد الطبيعية، في أربعة عناصر رئيسية هي: ¹ ضوابط شرعية، ضوابط بيئية، ضوابط إقتصادية وإجتماعية.

أولا: الضوابط الشرعية

خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان وسخر له الموارد الطبيعية لإستخدامها في شتى المجالات، وقد أوجب الإسلام في القرآن الكريم والسنة النبوية عند التعامل مع هذه الموارد التقيد بمجموعة من الضوابط والمعايير تتمثل في:

- التعامل مع المورد من منظور الإستخلاف؛
- الدعوة إلى الاعتدال ونبذ الإسراف؛
- الدعوة إلى التعمير والإصلاح؛
- النهي عن الفساد والإفساد؛
- مراعاة الشمولية والتكامل؛
- الأخذ بالأسباب من خلال التخطيط العلمي السليم.

ثانيا: ضوابط بيئية طبيعية

¹ منظمة الإيسيسكو، العالم الإسلامي وتحديات التنمية المستدامة، ص33، متاح على الموقع:

قدمت وثيقة الإستراتيجية العالمية لصون الطبيعة عام 1980، وتقرير لجنة الأمم المتحدة للبيئة والتنمية عام 1987 وصورتها المعدلة التي كانت حجر الزاوية في مداولات مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية عام 1992 ثلاثة مقاصد الأساس فيها يتصل بالنظم البيئية الطبيعية وهي:

- المحافظة على العمليات البيئية الأساسية التي تقوم عليها صحة النظم، والتي تعتمد عليها الأحياء (خصوبة التربة، تدوير عناصر الغذاء، نفاذ الماء، نفاذ الهواء)؛
- صيانة الموارد الوراثية أي المكونات الوراثية الموجودة في كائنات العالم، (الأنواع والسلالات من نبات وحيوان) وهو التنوع الذي تعتمد عليه برامج تربية الأنواع وإستنباط السلالات المحسنة وتعتمد عليها فرص إستكشاف مواد جديدة تدخل في التطور التكنولوجي بصفة عامة؛
- تأمين الإستخدام المتواصل للأنواع (الكائنات الحية) والنظم البيئية وخاصة مصائد الأسماك وغيرها من الكائنات الحية البرية والغابات، أي لا يكون الحصاد أكبر من قدرة النظام على الإنتاج والعطاء، وهذه الضوابط تنطبق على النظم الطبيعية وعلى النظم التي يديرها الإنسان، وتقتضي التنمية المستدامة أن يراعي الإنسان هذه الضوابط ويراعي أهمية صون النظام البيئي.

ثالثا: ضوابط إجتماعية

تتجسد هذه الضوابط في تصرفات الأفراد بإتجاه بيئتهم وما تشمل عليه من موارد طبيعية، وتعتمد مشاركة الأفراد في حماية موارد البيئة الطبيعية والمحافظة عليها على مدى وعيهم بالمشاكل البيئية، وإحتمال تأثير تغيرات البيئة في رفاهيتهم، وكيفية تأثير أساليب حياتهم في البيئة ومواردها الطبيعية المختلفة وتمثل هذه الضوابط في:

- تخصيص الموارد على جميع المستويات التخطيطية؛
- إحداث تغير في تصرفات الأفراد؛
- التعاون على جلب المنافع ودفع المضار؛
- تنمية الخلق البيئي عند الأفراد.

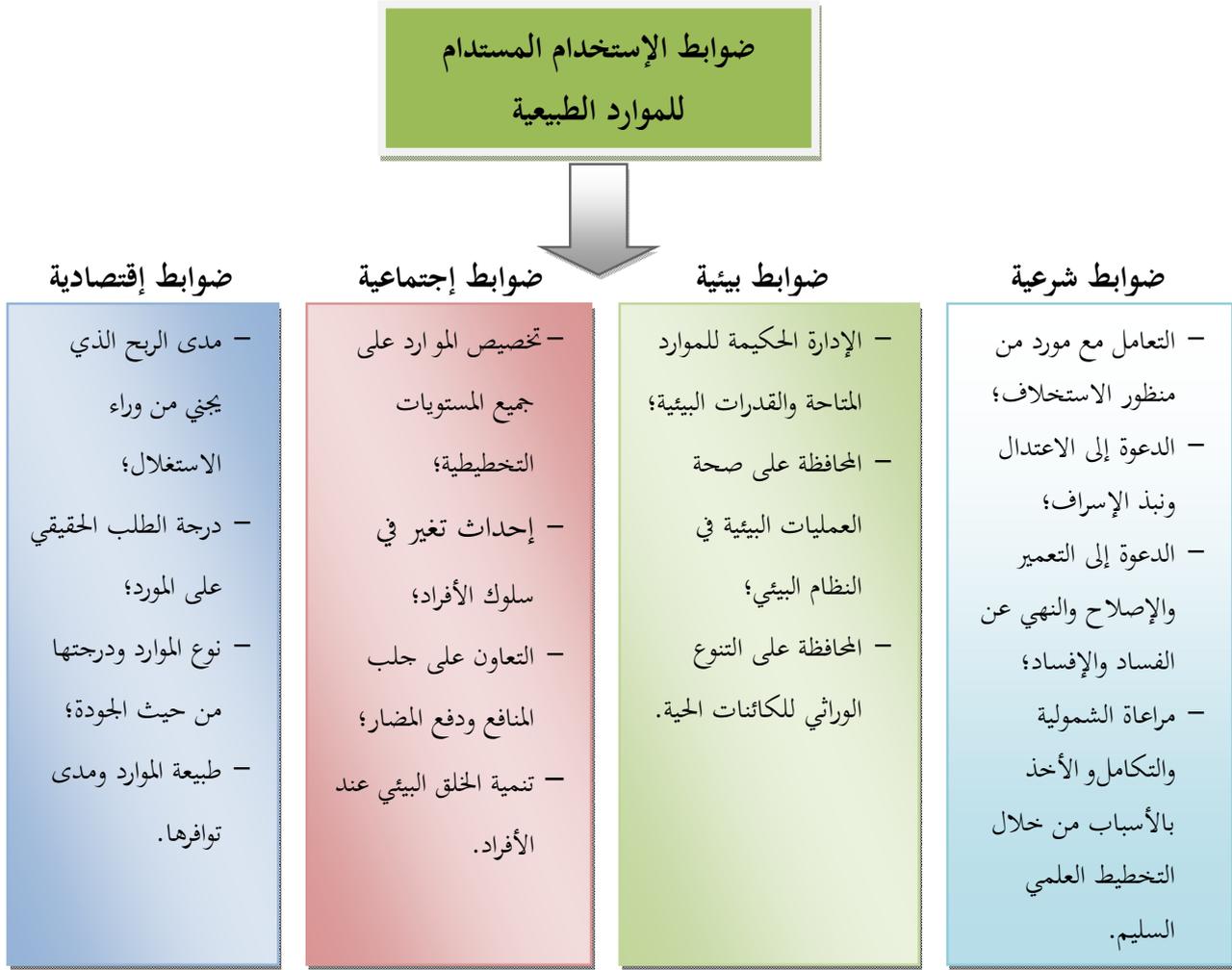
رابعا: ضوابط إقتصادية

تعتبر الضوابط والمعايير الإقتصادية من أهم العوامل التي تحدد استغلال مورد بعينه دون آخر، فيسعى الأفراد إلى إستغلاله وتعظيم الإستفادة منه. وتتزايد حاجات الأفراد إزاء الرغبة في رفع مستوى معيشتهم مما يدفعهم إلى الحد في إستثمارها، وهبة الله تعالى في البيئة من موارد طبيعية تساعد على نمو قدراتهم وتقدمهم العقلي والفني. وتمثل المعايير الإقتصادية التي يتوقف عليها إستغلال الموارد الطبيعية في:

- مقدار الربح الناتج عن الإستغلال؛
- درجة الطلب الحقيقي على المورد؛
- نوع المورد ودرجة جودتها؛
- طبيعة المورد ومدى توافرها.

ويمكن تلخيص ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية من خلال الشكل التالي:

الشكل رقم (4.3): ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية



المصدر: منظمة الإيسيسكو، العالم الإسلامي وتحديات التنمية المستدامة، ص33، متاح على الموقع:

<http://doc.abhatov.net.ma/IMG/doc/23Nov.5doc>.

المطلب الثاني: الكفاءة الإستخدامية للطاقة وسيناريوهات تحقيقها

لقد أدى الإستهلاك المتسارع واللاعقلاني لمصادر الطاقة إلى إثارة الكثير من المخاوف المتعلقة بمستقبل التنمية في العالم نتيجة لمحدودية الموارد الطاقوية، فضلا عن التزايد المستمر والمتنامي في عدد السكان والذي يؤدي إلى تزايد الطلب على هذه المصادر وتفاقم التأثيرات البيئية الناتجة عن إستغلالها، الأمر الذي يحتم على العالم الإستثمار في رفع الكفاءة الإستخدامية لهذه المصادر. ومن خلال هذه المطلب نهدف إلى التعرف على الأطر العامة للكفاءة الإستخدامية للطاقة وأبرز سيناريوهات تحقيقها.

أولا: مفهوم الكفاءة الإستخدامية للطاقة

يعود مفهوم الكفاءة بصفة عامة إلى الإقتصادي الإيطالي "فلفريدو باريتو" (1848-1923)، الذي طور صياغة هذا المفهوم وأصبح يعرف "بأمثلية باريتو"، ويعبر مفهوم الكفاءة حسبه على التخصيص الأمثل والكفاء للموارد، أي

الطريقة المثلى لإستخدام الموارد من أجل العدالة في تعظيم المكاسب،¹ فحسب هذا الأخير فإن أي تخصيص ممكن للموارد فهو إما تخصيص كفاء أو تخصيص غير كفاء، وأي تخصيص غير كفاء للموارد فهو يعبر عن اللاكفاءة والتخصيص الكفاء للموارد هو الذي يؤدي إلى تحسين حال الفرد، أي جعل حاله أفضل مما كان، أو جعله أكثر غنى بالمفهوم المادي، دون جعل فرد آخر أسوأ حالاً أو أكثر فقراً.

أما من ناحية التعريف، فتعرف الكفاءة على أنها: "الطريقة المثلى لإستعمال الموارد"²، وبصيغة أخرى فهي تعني إنجاز الكثير بأقل ما يمكن، أي العمل على تقليل الموارد المستخدمة، سواء كانت بشرية أم مادية أم مالية، وكذلك العمل على تقليل الهدر والعطل في الطاقة الإنتاجية، كما يمكن القول عن الكفاءة أنها: القدرة على تحقيق أقصى المخرجات من مدخلات محددة، أو القدرة على تحقيق الحجم نفسه بإستخدام أدنى قدر من المدخلات. ومنه نخلص إلى القول أن الكفاءة هي العمل على تحقيق الندية والأمثلية في الشيء أو العمل المراد إنجازه ويتجسد ذلك إما بتحقيق أقصى المخرجات من مدخلات محددة، أو بتحقيق أدنى المدخلات لمخرجات محددة، أي يمكن النظر للكفاءة من مدخلين أو جانبين إثنين هما:

- جانب المخرجات، حيث تعبر الكفاءة عن مقياس للمقارنة بين المخرجات الفعلية والمخرجات القصبوى الممكن تحقيقها من مدخلات محددة؛

- جانب المدخلات حيث تعبر الكفاءة عن مقياس للمقارنة بين المدخلات الفعلية والمدخلات الدنيا التي يمكنها إنتاج مستوى معين من المخرجات.

كما إرتبط مفهوم الكفاءة في الفكر الإقتصادي بالمشكلة الإقتصادية الأساسية، والمتمثلة في كيفية تخصيص الموارد المحدودة والمتاحة للمجتمع، من أجل تلبية حاجيات ورغبات الأفراد المتحددة واللامحدودة. وتعني ببساطة مسألة الموارد المحدودة أو "الندرة" كما في الأدبيات الإقتصادية، أن تخصيص أي مورد لجهة ما أو قطاع معين، ينتج عنه بالمقابل تكلفة فرصة بديلة في جهات أو قطاعات أخرى؛ فإذا خصصنا موارد كبيرة لقطاع الصناعة مثلاً فسيكون ذلك على حساب قطاعات أخرى، كالزراعة، الصحة والتعليم وغيرها من القطاعات التي لا تبقى لها موارد كافية.

أما كفاءة الطاقة فتشير إلى إستخدام كميات أقل من الطاقة بالإعتماد على نموذج فعال لتدنية التكاليف وزيادة الإدخار في مصادر الطاقة.³ ويتفق الجميع على أن الموارد الطاقوية الناضبة محدودة وذات قيمة عالية ولايصح هدرها أو تضييعها، وعليه فالكفاءة من هذا المنظور تعني عدم هدر المصادر الطاقوية الناضبة وترشيد إستغلالها.

وبالتالي فإن كفاءة إستخدام الطاقة تحقق أهداف تخفيض كثافة الطاقة من خلال تقليل الكمية المستهلكة لإنتاج نفس المستوى من خدمات الطاقة، أو من خلال التحول في البنية الإقتصادية للأسواق أي الإنتقال من الأنشطة كثيفة الطاقة مثل الصناعات التحويلية إلى الأنشطة منخفضة الطاقة مثل الخدمات، شرط الحفاظ على نفس المستوى

¹ Lee S. Fredman, **The Microeconomics of Public Policy Analysis**, Part 1, Princeton University Press, 2002, p26.

² Shone. R, **Applications in intermediate macro-economics**, Oxford, 1981, p32.

³ Connecticut Farm Energy Program_ **Energy Best Management Practices Guide**_ EnSave, Inc.2010, p6. www.CTFarmEnergy.org. (Consulté le 15/11/2014)

أو تحقيق مستوى أعلى من إجمالي الناتج المحلي، وعليه يمكن القول أن كفاءة استخدام الطاقة هي المفتاح لقيادة تخفيضات تدريجية في كثافة الطاقة كأحد الحلول المقدمة لمواجهة تحديات التغير المناخي، القدرة التنافسية الصناعية رفاهية الإنسان، التنمية الإقتصادية وأمن الطاقة.¹

إذا يمكن القول أن الكفاءة الإستهلامية للمصادر الطاقوية تعني بشكل أساسي ترشيد إستهلاك وإستغلال هذه الأخيرة وعدم هدرها بشكل لا يخدم المصالح العامة والخاصة، الحالية والمستقبلية، وكذلك محاولة الإستفادة بشكل أمثل من الطاقة، من خلال إنتاج أقصى حد من المخرجات بإستخدام أقل حد ممكن من المدخلات الطاقوية.

إن مفهوم كفاءة الطاقة يرتبط بمفاهيم أخرى، مثل الحفاظ على الطاقة، والذي ينصرف إلى استخدام كمية أقل عن طريق تغيير سلوك استهلاك الطاقة، من خلال إعتداد تقنيات تخفيض الطلب من خلال كفاءة استخدام الطاقة والتوجه نحو استخدام الطاقات البديلة المتجددة، ومفهوم التدقيق الطاقوي، والذي يمثل وثيقة تحلل استخدام الطاقة الحالية في مختلف الإحتياجات، والذي يوصى بها كإجراء لزيادة كفاءة استخدام الطاقة،² كما يعد مفهوم أمن الطاقة مفهوما ذا أهمية كبيرة لتجسيد كفاءة الطاقة، حيث يركز على توافر الطاقة وتسعيرها على وجه التحديد، ويعبر عن قدرة النظام السائد على تلبية الإحتياجات من الطاقة بأسعار تنافسية تخضع لمعايير مقبولة مثل حسن التوقيت الجودة، السلامة والأخذ بعين الإعتبار التأثيرات المناخية والبيئية، كما يعرف أمن الطاقة في سياق المخاطر الجيوسياسية بإدارة إمدادات الطاقة الخارجية، والجهود المتواصلة لرفع كفاءة استخدام الطاقة قادرة على فصل النمو الإقتصادي عن نمو استخدام الموارد الطاقوية الناضبة.³

وتعتبر كفاءة استخدام الطاقة عنصرا أساسيا في التقدم نحو إقتصاد منخفض الكربون في المستقبل حيث أن زيادة كفاءة الطاقة يمكن من التوفيق بين زيادة الطلب على الطاقة وحماية البيئة وضمان التحرك في المستقبل نحو طاقة أكثر إستدامة، فالتحسينات في مجال كفاءة الطاقة تلعب دورا رئيسيا في الحد من الزيادات العالمية في إستهلاك موارد الطاقة وإنبعاث الغازات الدفيئة، مع الحفاظ على جودة خدمة الطاقة وتعزيز الإتجاهات المستقبلية في مجال إستعمال الطاقة في العالم، بالإضافة إلى معالجة المخاوف بشأن الحصول على الطاقة وأمن الإمدادات، ولذا تعتبر كفاءة الطاقة جزء مهم ضمن خارطة الطريق لبعث منظومة طاقوية مستدامة كما تطرح كفاءة الطاقة قضية تجارية قوية، حيث يمكن للشركات أن توفر التكاليف وتحسن قدرتها التنافسية والإنتاجية الإجمالية، وعلاوة على ذلك هناك فرص لتطوير الأعمال الجديدة التي تعزز من كفاءة استخدام الطاقة في مختلف البلدان والقطاعات، كما يمكن أن تخلق وظائف تساهم في تحسين مستوى المعيشة، وعلى الرغم من الأهمية التي تشتمل عليها كفاءة الطاقة، إلا أنها تعاني من عدة عراقيل ومعوقات، ومن أجل التغلب عليها يتعين على الحكومات خلق البيئة السياسية التي تساهم في تحقيق كفاءة استخدام الطاقة، وتشجيع الإبتكار وتنويع الخيارات في هذا المجال، وإزالة الحواجز الإقتصادية والمالية وتقديم الدعم

¹ The Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC) _ **Energy for a Sustainable Future** _ Summary Report and Recommendations, New York, 28 April 2010.

² Connecticut Farm Energy Program, **Op. Cit**, p6.

³ OCDE, **Energy for Sustainable development**, Organization for Economic Co-operation and development, France, 2007, p 9.

الحكومي، والتدريب المهني، ويبقى الإستثمار في البحث والتطوير هو أولى الخطوات لإزالة هذه العراقيل، ويعزز السوق كفاءة الطاقة من خلال آليات مبتكرة مثل: المعايير والعلامات، الشراكة بين القطاع العام والخاص، بالإضافة إلى التعاون الدولي بشأن سياسات كفاءة الطاقة والذي ساعد في الحصول على التحسينات التكنولوجية، من خلال إزالة الحواجز التي تحول دون نشر أفضل التقنيات في السوق وتنسيق السياسات والمعايير وتبادل المعلومات حول الأدوات وأفضل الممارسات لتحقيق كفاءة إستخدام الطاقة.¹

ثانياً: سيناريوهات تحسين كفاءة الطاقة في العالم²

إن التوجه العالمي نحو ترقية كفاءة الطاقة يعتمد على تخفيض إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون جراء إستخدام المصادر التقليدية للطاقة، خاصة في البلدان الأكثر إستهلاكاً، فتخفيض إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون يعمل على الإرتقاء بكفاءة إستخدام الطاقات التقليدية ويفتح المجال لترقية البحث والتطوير في الطاقات المتجددة، وإدارة تطور الطلب العالمي على الطاقة من خلال التحكم في ثلاثة عوامل رئيسية:

- تطور عدد السكان، حيث يؤدي إلى زيادة إنتاج وإستهلاك الطاقة؛
- التنمية الإقتصادية، ويعتبر الناتج المحلي الإجمالي هو المؤشر الأكثر إستخداماً؛
- كثافة إستخدام الطاقة.

وهناك العديد من السيناريوهات الصادرة عن جملة من المنظمات ضمن مجالات الطاقة وأساليب تحسين كفاءتها في العالم والتي تنطلق من فرضية ارتفاع الطلب على الطاقة بحلول 2050، وتنبع أهمية سيناريوهات الطاقة من أهمية الإطار والتصور الذي توفره لإستكشاف آفاق الطاقة المستقبلية والتوليفات الممكنة من الخيارات التكنولوجية الصديقة للبيئة وأثارها على تحسين إنتاج إستهلاك الطاقة ودعم أهداف الإستدامة.

1. سيناريو التدافع وسيناريو المخططات: إن تزايد الطلب على الطاقة بوتيرة متسارعة نظراً لدخول العديد من الدول في مرحلة التنمية الاقتصادية الأكثر اعتماداً على إستخدام الطاقة من جهة، والإحتمالات المتنامية لإنخفاض إمدادات البترول والغاز من جهة أخرى، يجعل العالم في وضعية لرفع تحدي الخيارات التي تدعم توجهات إستخدام الطاقة بمرودية أكبر والإرتقاء بالطاقات المتجددة ورفع كفاءة الطاقة لخفض إنبعاث الغازات الدفيئة ونجد أن هذه التحديات تصف سيناريوهات الطاقة إلى غاية 2050، وتتلخص في سيناريوهين هما:

أ. سيناريو التدافع: يصف حالة التنافس الشديد بين الدول لتأمين الطاقة، كما أن الإستجابات السياسية للأزميتين المتعلقةتين بإستخلاص الطاقة وتغير المناخ، غالباً ما تكون تلقائية وحادة، مما يؤدي إلى إرتفاع مفاجئ في الأسعار، وإلى فترات تتسم بالتباطؤ الإقتصادي وزيادة الإضرابات، وتتميز السياسات الحكومية بأنها قليلة ومتأخرة ولا يوجد إطار فعال لمعالجة الغازات المسببة للإحتباس الحراري؛

¹ ICC Commission on Environment and Energy _ Energy efficiency with case studies _ document N=0 213/75-19, November, 2009.

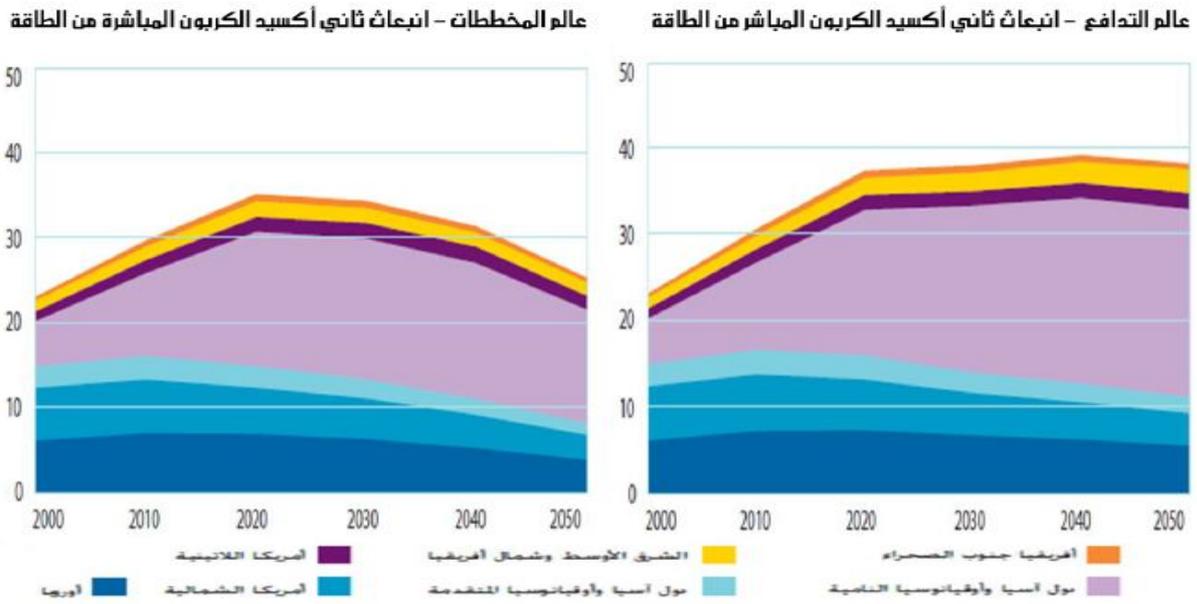
² براجي صباح، دور حوكمة الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الإقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الإستدامة، رسالة ماجستير (غير منشورة) في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، 2012-2013، ص74-78.

ب. سيناريو المخططات: هو سيناريو غير منظم في البداية، حيث تسفر المبادرات المحلية عن مزيج من السياسات والأساليب المختلفة للتعامل مع تحديات التنمية الاقتصادية، وتأمين الطاقة وتغيير المناخ، وتعمل السياسات في إطار هذا السيناريو على تحفيز الابتكار وزيادة مردودية الطاقة، الحد من إرتفاع الطلب على الطاقة وإرتفاع حرارة الأرض، والمساهمة في الحفاظ على نمو إقتصادي مطرد، حيث يتم في إطار هذا السيناريو إستحداث معايير وضرائب جديدة وسياسات أخرى لتغيير السلوك، وتحسين مردودية الطاقة والأداء المتعلق بثاني أكسيد الكربون في مختلف القطاعات.

في كل من هذين السيناريوهين يتزايد إستخدام الطاقة بشكل سريع، ولكنه يكون أسرع في سيناريو التدافع، ولا يستطيع مصدر طاقة واحد أو تكنولوجيا واحدة بمفردها الوفاء بالطلب وتخفيض إنبعاث ثاني أكسيد الكربون وتستمر الطاقة التقليدية في تقديم أكثر من نصف الطاقة العالمية، مع أن تلك الحصة ستكون أقل بكثير من الحصة التي تقدمها حاليا (80%) من إجمالي إمدادات الطاقة، وفي سيناريو المخططات سوف تنمو طاقة الرياح والطاقة الشمسية بقوة بعد عام 2030، أما عن توقعات مستوى إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون حسب السيناريوهين فيمكن توضيحها من خلال الشكل الموالي:

الشكل رقم (5.3): إنبعاث ثاني أكسيد الكربون المباشر من الطاقة حسب سيناريو التدافع والمخططات

(الوحدة: مليار طن من CO₂ سنويا)



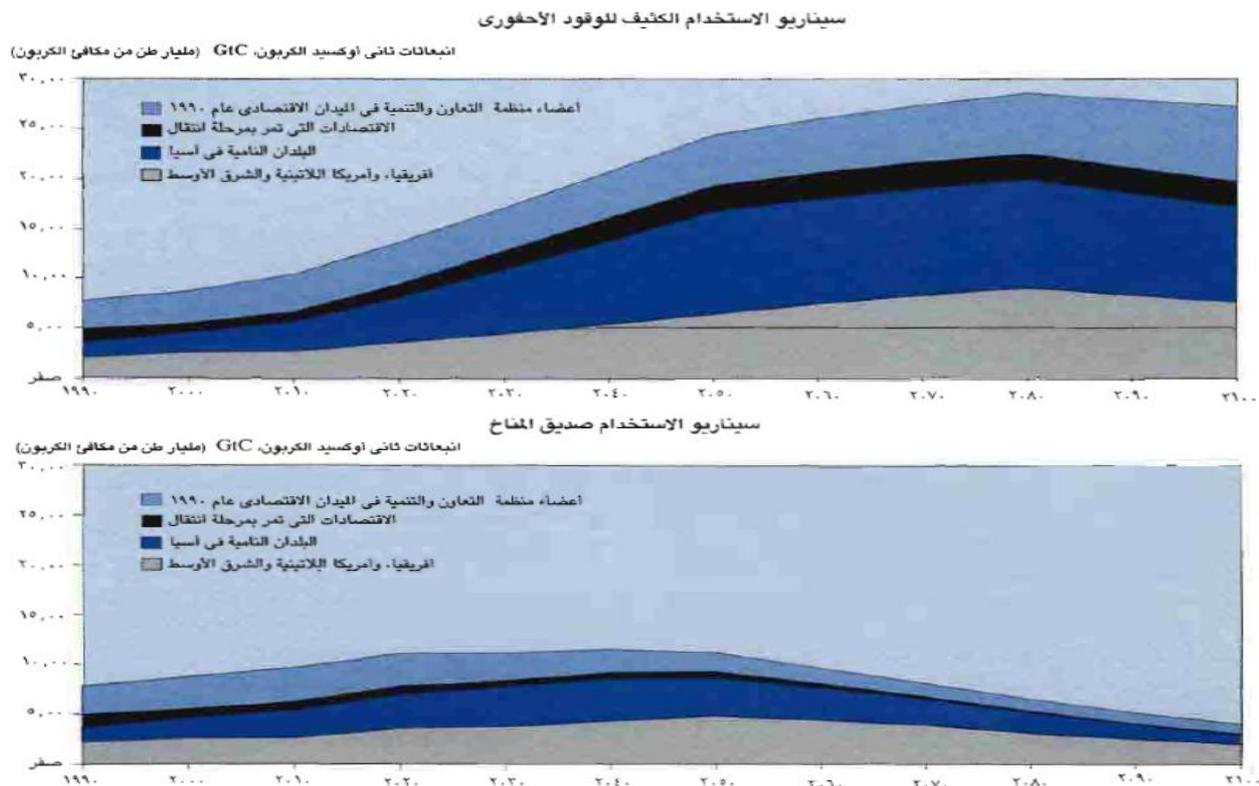
المصدر: تقرير شل حول التنمية المستدامة، الطاقة المسؤولة، 2007، ص7، متاح على الموقع:

www.shell.com/responsibleenergy

2. سيناريو الإستخدام الكثيف للطاقات الأحفورية، وسيناريو الإستخدام الصديق للمناخ: يفترض كل من سيناريو الإستخدام الكثيف للطاقة والإستخدام الصديق للبيئة سيادة نمو إقتصادي سريع، وتعتبر قاعدة الإنبعاث من عام 1990 بنصيب الفرد من الإنبعاث في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الإقتصادي الذي يبلغ ستة أضعاف المستوى الموجود في آسيا (بإستثناء اليابان)، وبإجمالي إنبعاث مقسم بالتساوي بين البلدان النامية والعالم

المتقدم، وتقارب كبير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بين البلدان النامية والمتقدمة، ولا يعتبر سيناريو الاستخدام الكثيف مجرد تقدير إستراتيجي للتكنولوجيا المتوفرة، بل يضم فعلا التقدم التكنولوجي السريع، مع تخفيض قدره 75% في نصيب كل دولار من الناتج المحلي الإجمالي في استخدام الطاقة المتجددة بنسبة تصل إلى 17% مقابل 5% في عام 1990، وسيزيد الإنبعاث الناشئ في البلدان الصناعية في عام 2100 كثيرا على الإنبعاث العالمي في عام 1990، أما السيناريو الخاص بالإستخدام الصديق للبيئة فيفرض تغيرا تكنولوجيا أكثر قوة، مع إقتصاد يستهلك قدرا أقل كثيرا من الطاقة، وحصصة تبلغ 52% من إستخدامات الطاقة المتجددة، وفي كلا السيناريوهين سيظل نصيب الفرد من الإنبعاث في دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الإقتصادي مساويا لضعف المستوى في البلدان النامية وهذان السيناريوهان للتوضيح وليس للتنبؤ بما سيحدث وسيطلب تطبيق السيناريو الصديق للبيئة تحسين كفاءة إستخدام الطاقة وإعتماد الطاقات المتجددة كأسلوب لتحسين توليفة الطاقة المستخدمة وتخفيض الإنبعاث للغازات الدفيئة ويمكن تلخيص أداء السيناريوهين من خلال مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة في الشكل الموالي:

الشكل رقم (6.3): مستويات إنبعاث الـ CO₂ حسب سيناريو الإستخدام الكثيف للوقود الأحفوري وسيناريو الإستخدام الصديق للمناخ خلال الفترة 1990-2100



على الرغم من تنوع وتعدد السيناريوهات التي تبين أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها والتقليل من التأثير السلبي على البيئة، دون إغفال المحافظة على الإستدامة في النمو الإقتصادي، إلا أن الحقيقة المشتركة بينها تتمثل في إرتفاع مستوى الطلب على الطاقة خلال الفترة المستقبلية مما يجعل مخططات تطوير وترقية

إستخدام الطاقات المتجددة، وتوسيع دائرة الأسواق لتكنولوجياتها مطلبا أساسيا لا بد منه للتغلب على رهانات وتحديات الفترة القادمة ورفع فعالية المزيج الطاقوي لتلبية متطلبات الإستدامة للأجيال الحالية والمستقبلية.

المطلب الثالث: مسار ترقية الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية وأهم العوائق التي تواجهه

يتفق الجميع على أن الطريقة المثلى لتجنب أو الحد من نقص الطاقة ببساطة أن نقلل إستهلاكها أي نحفظها ونصونها، وكلمة الحفظ تتضمن عادة الإشارة إلى إستراتيجيتين: الأولى يطلق عليها إسم ترشيد الطاقة، ويمكن تلخيصها بالقيام بإطفاء المصباح لدى الخروج من الغرفة، أما الثانية يطلق عليها إسم الكفاءة والتي تتلخص في إستبدال المصباح الزئبقي المتوهج بأخر يصدر نفس الكمية من الضوء ولكن بربع كمية الكهرباء،¹ ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على حركية والمسار المتخذ لترشيد إستهلاك الطاقة وترقية كفاءتها الإستخدامية، وكذا أهم العوائق التي تواجه هذا المسار.

أولا: سبل ترشيد إستهلاك الطاقة وترقية كفاءتها الإستخدامية

يقصد بترشيد إستهلاك الطاقة "إتخاذ الإجراءات الضرورية من أجل خفض إستخدامها مع المحافظة على حجم الإنتاج المتحقق من وراء ذلك وزيادة كفاءتها من الناحية الإقتصادية وتقليل الضائع منها، بحيث يمكن إنتاج نفس الحجم بكمية أقل من الطاقة"²، كما يقصد بها إستخدام الطاقة إستخداما عقلانيا مدروسا وتقليل الإسراف في إستهلاكها بأصنافها المختلفة، وبعبارة أخرى، يقصد بترشيد الطاقة تقليل التبذير في إستخدامها وذلك بخفض كثافة إستهلاكها بشكل يتماشى مع متطلبات الفعالية الاقتصادية.

وتوجد العديد من الأسباب التي تدفع إلى ترشيد إستهلاك الطاقة والإستثمار في ترقية كفاءتها الإستخدامية ولعل السبب الأول في هذا هو مالي بالدرجة الأولى، ويتمثل في العمل على ترشيد الإنفاق من خلال تقليل إنشاء محطات الطاقة الجديدة والإستثمار في رفع قدرة الشبكات الحالية، ويبرز هذا السبب خاصة في الدول التي تستورد الطاقة بمختلف أنواعها، أما السبب الثاني فيتعلق أساسا بمحاولة الحد من إستنزاف الإحتياطيات العالمية للمصادر الطاقوية الناضبة خاصة الأحفورية (البترو، الغاز، الفحم)، وعن السبب الثالث فيرتبط بالإتجاهات العالمية الحالية الداعية إلى زيادة الإهتمام بالبيئة والتنمية المستدامة، من خلال الحد من التلوث الناجم عن مختلف مصادر الطاقة، حيث بلغ هذا التلوث مستويات قياسية أدت إلى تدهور البيئة بشكل خطير، الأمر الذي قد يعرض الكرة الأرضية إلى مخاطر تدميرية قد ترهن مصالح الأجيال الحالية والمستقبلية، ويعد غاز ثاني أكسيد الكربون المتسبب الرئيسي في هذا التدهور البيئي والذي ينتج أساسا عن مختلف أنواع الوقود الأحفوري والأنشطة المتعلقة بها، لذلك يجب تطوير التقنيات وإجراء المزيد من البحوث في مجال ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية خاصة الأحفورية منها وترشيد إستهلاكها لتجنب إنبعاث الغازات الدفيئة المسببة للإحتباس الحراري، وبالتالي تجنب صرف تكاليف إضافية في مجال التدخل البعدي لمعالجة آثار التلوث، وذلك بإتباع إستراتيجية تعدد وقائية، والتي تركز أساسا على ترشيد استهلاك الطاقة والإستثمار

¹ ريتشارد هاينورغ، ترجمة إنطوان عبد الله، مرجع سبق ذكره، ص 247.

² محمد عبد الكريم على عبد ربه، محمد عزت محمد إبراهيم غزلان، إقتصاديات الموارد والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2000، ص 170.

في ترقية كفاءتها الإستخدامية في ظل ضوابط الإستدامة البيئية، ويمكن تحقيق ترشيد إستهلاك الطاقة بإتباع جملة من الإجراءات التي تسمح بالحد من الهدر في منظومة الطاقة في مختلف مراحلها، بدءاً من محطات تحويل الطاقة وصولاً إلى الأجهزة المستهلكة للطاقة، وكذا الحد من التأثيرات البيئية، ومن بين هذه الإجراءات نذكر التالية منها:¹

- تبدأ أول إجراءات الترشيد من المحطات الأولية لتحويل الطاقة، فالتشغيل الإقتصادي الأمثل لهذه المحطات هو الوسيلة الأكثر فعالية في هذا المجال، كما أن الحفاظ على جاهزية محطات الطاقة والتقييد الصارم ببرامج الصيانة من الوسائل الأساسية لترشيد الطاقة في المراحل الأولى من منظومات الطاقة المتكاملة؛

- بعد تلك الإجراءات تأتي مرحلة ما يدعى بإدارة الأحمال، وهي التحكم المركزي في مؤسسات الطاقة، والتي تسمح بالتحكم في إستهلاك الأفراد زمنياً وكيمياً بواسطة أجهزة خاصة تتركب لهذا الغرض، وعن طريق تطوير فرض تعريف ملائمة تضطر المستهلك إلى الإستخدام العقلاني للطاقة وتجنب الهدر في إستهلاكها، ويمكن تحقيق ذلك من خلال تشجيع إستخدام أجهزة التسخين والتدفئة المتطورة التي تستهلك أقل كمية من الوقود بأعلى مردود وأقل تلوث أيضاً الإستفادة القصوى من الطاقة الشمسية في تسخين المياه وفي التدفئة ما أمكن ذلك؛

- إن إستخدام العزل الحراري الجيد للمباني يعد من بين الإجراءات والبرامج المجدية والتي تساعد على ترشيد إستهلاك الطاقة حيث يوفر نحو 25% من الطاقة المستهلكة في التدفئة شتاءً أو التكييف صيفاً، كذلك فإن تطبيق التوقيت الصيفي يمكن من الإستفادة القصوى من ضوء النهار ومن نشاط الإنسان في فصل الصيف، مما يسهم في خفض الطاقة المستهلكة في الإنارة والتكييف؛

- إضافة إلى كل ما سبق ذكره، فإن الإعلام يلعب دوراً بارزاً في مجال ترشيد إستهلاك الطاقة، من خلال توعية المواطنين وتعريفهم بأهمية ترشيد إستهلاك الطاقة والحد من هدرها في مختلف نواحي حياتهم وأنشطتهم، وعلى وسائل الإعلام بأنواعها المرئية والمسموعة والمقروءة تقديم برامج توعية توضح لهم أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة وتبين الخسارة الناتجة عن الهدر الذي يمكن أن يسببه أي فرد عن قصد أو عن غير قصد وكيف أن هذا الهدر الفردي يسبب خسارة إجمالية كبيرة في الدخل القومي سنوياً.

وبما أن الوقود الأحفوري سيظل الخيار الرئيسي لتوفير الطاقة في العالم لفترة طويلة قادمة، وذلك بالنظر إلى مساهمته الكبيرة في مجموع إمدادات الطاقة على النطاق العالمي، ويتمثل التحدي في كيفية إستخدامه بكفاءة أعلى مع تخفيض آثاره السلبية على البيئة، وثمة إدراك بأن عملية الإنتقال إلى تقنيات الوقود الأحفوري الأنظف والأكثر تطوراً شرطاً لا بد منه لدعم التنمية المستدامة، خاصة في البلدان النامية حيث سيؤدي إزدياد الطلب على خدمات الطاقة وإزدياد عدد السكان إلى زيادة مطردة في القدرات الكهربائية المطلوب تركيبها، وبالتالي زيادة الطلب على إمدادات الوقود الأنظف، وينبغي أن تركز الجهود في هذا المجال على:²

¹ مقدار منها، محمد هاشم أبو الخير، إقتصاد الطاقة، متاح على الموقع:

http : doc.abhato.net.ma/SMG /doc/10oct13.doc (consulté le 22/11/2014)

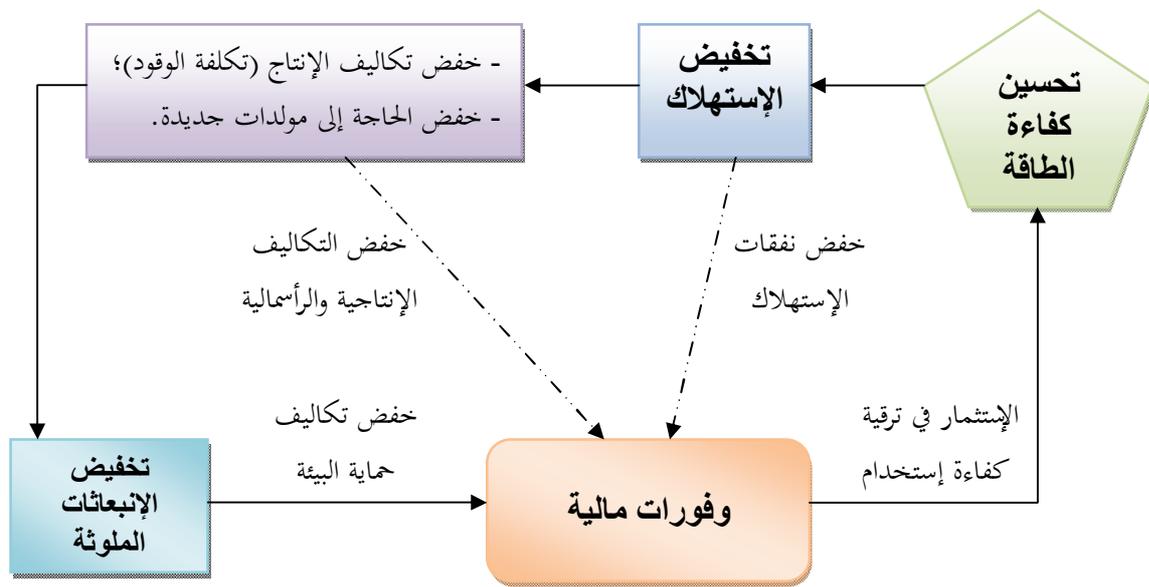
² اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة: نهج للتخفيف من الفقر وإدراج قضايا النوع الإجتماعي في الإهتمامات الرئيسية، الجزء الأول، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في دول الإسكوا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2003، ص 14.

- تحسين كفاءة محطات توليد الكهرباء ونظم النقل مع استخدام أنواع الوقود الأنظف في كل منهما؛
- وضع وتنفيذ برامج تهدف إلى تعزيز توفير مصادر الوقود الأنظف وخفض كلفتها، بما في ذلك برامج للتعاون مع الصناعة في إنتاج هذه الأنواع من الوقود، وزيادة الاعتماد عليها؛
- تكثيف برامج البحث والتطوير في مجال تحويل مصادر الوقود الصلب إلى مصادر سائلة وغازية والعمل على نقل تقنياتها إلى الدول النامية كلما كان ذلك مناسباً¹.
- وعلى الرغم من التقدم العلمي والتقني لمعدات ونظم الطاقة بصفة عامة، ما زالت كفاءة استخدام الطاقة في البلدان المتخلفة (النامية) دون المستوى المأمول، وبدرجات متفاوتة، سواء كان ذلك نتيجة لإنخفاض كفاءة المعدات التي تحوزها هذه البلدان، أو للممارسات المهذرة والمبذرة للطاقة عند الاستخدام، وإلى ذلك فإن هناك تحدياً واضحاً في مدى إمكانية تطوير الفرص المتاحة لاستخدام الطاقة بكفاءة أعلى في جميع القطاعات الإقتصادية والخدمات العمومية، بالإضافة إلى العمل على رفع كفاءة العمليات المرتبطة بإنتاج وتوليد الطاقة خاصة الطاقة الكهربائية، وقد دعت لجنة التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة إلى مواجهة التحدي المتمثل في تحسين كفاءة إنتاج واستخدام الطاقة، الذي يتطلب إتخاذ تدابير ترمي إلى ما يلي:¹
- دمج قضايا تحسين كفاءة استخدام الطاقة وترشيد إستهلاكها في السياسات والخطط القطاعية المختلفة خاصة للقطاعات الأكثر إستهلاكاً للطاقة مثل قطاعات النقل، الصناعة، والقطاع المنزلي؛
- تشجيع نقل التقنيات الأعلى كفاءة في استخدام الطاقة، ودعم تصنيعها في إطار برامج التعاون الدولي وبشروط مشجعة للدول النامية؛
- نشر الوعي العام بإمكانيات ترشيد إستهلاك الطاقة مع تعميق برامج بناء القدرات الوطنية في هذا المجال على كافة المستويات، بما في ذلك البرامج التعليمية والتدريب على مستويات التخطيط والتنفيذ؛
- وضع وتنفيذ برامج لتحسين كفاءة استخدام الطاقة على الصعيدين الوطني والإقليمي، مع دعم وتقوية المؤسسات الوطنية المعنية بهذا المجال؛
- تشجيع قيام شركات لخدمات الطاقة، تعمل على تطوير معدات وخدمات تحسين كفاءة الطاقة وجعلها أقل كلفة، وجذب الإستثمارات لهذا المجال.
- ويمكن القول أيضاً أن الإستثمار في تطوير تقنيات وأساليب استخدام الطاقة يمثل أحد المسارات الهامة لتحسين الكفاءة الإستهلامية للمصادر الطاقوية، وذلك بالإعتماد على ترشيد الإيرادات العامة للدولة من أجل التمهيد لنظام طاقوي مستدام، ويعد الإستثمار في ترقية كفاءة الطاقة وترشيد إستهلاكها إستثماراً ذو مردود جيد وتكون عائداته عالية بوجه عام طالما كانت السياسات المتبعة في هذا الإطار جيدة التصميم والتطبيق فالإستثمار في تحسين كفاءة الطاقة يستلزم ترشيد إستهلاك هذه الأخيرة، ما يؤدي إلى خفض نفقات الإستهلاك المرتبطة بها وهو ما يساهم في تحصيل وفورات مالية إضافية، كما أنه يؤدي إلى خفض تكاليف الإنتاج (تكاليف الوقود)، وكذلك خفض الحاجة إلى

¹ اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة: نهج للتخفيف من الفقر وإدراج قضايا النوع الإجتماعي في الإهتمامات الرئيسية، مرجع سبق ذكره، ص13.

الإستثمار في إنشاء مولدات طاقة جديدة، مما يساهم بشكل رئيسي في خفض التكاليف الإنتاجية والرأسمالية المتعلقة بالصناعات الطاقوية، الأمر الذي يؤدي إلى تحصيل وفورات مالية إضافية هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن الإستثمار في ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية يؤدي إلى تخفيض الإنبعاثات الملوثة للبيئة بشكل كبير، وهو ما يعتبر أمراً ضرورياً في إطار ضوابط الإستدامة، مما يؤدي إلى خفض تكاليف حماية البيئة بشكل معتبر وبالتالي تحقيق وفورات مالية تساعد مع الوفورات التي ذكرناها سابقاً في تحسين وإستمرارية حركة الإستثمار في ترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية سواء الناضبة منها أو المتجددة.

الشكل رقم (7.3): مسار الإستثمار في ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة



المصدر: الطاهر خامرة ، فاتح بن نونة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 959.

ثانياً: العوائق التي تواجه مسار تحقيق الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية

تواجه عملية تحقيق الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية العديد من التحديات والعوائق، ذلك أن تحقيق إستدامة قطاع الطاقة يتطلب إحداث العديد من التغييرات في السياسات والتشريعات وكذا أنماط الإنتاج والإستهلاك السائدة في العالم حالياً والموصوفة بكونها غير كفءة وغير مستدامة، ومن خلال هذا العنصر سنحاول التطرق لأبرز العوائق والتحديات التي يواجهها مسار تحقيق الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية.

1. العوائق التشريعية، التنظيمية والتقنية: وتتمثل في:¹

¹ محمد عبد المجيد دياب، ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الأبنية في ضوء مفاهيم التنمية المستدامة، ص3، متاح على الموقع:

أ. **ضعف المنظومة التشريعية:** تلعب التشريعات دورا هاما في تشجيع تبني النظم المستدامة للطاقة، عن طريق الإلزام بالتخلص من الأساليب الأدنى كفاءة خاصة في القطاعات كثيفة الإستهلاك، غير أن ما يميز هذه التشريعات هو ضعفها أو غيابها تماما في الدول النامية، الأمر الذي يؤدي إلى جعل عملية تحسين كفاءة إستخدامها وتشجيع البدائل المتجددة عملية تطوعية تخضع لقوى السوق وللجدوى الإقتصادية والبيئية لتلك البدائل، وبالنظر لكون معظم أسواق الطاقة في تلك الدول لازالت غير تنافسية بالكامل وتتم السيطرة عليها من طرف الحكومات، فإنه من الصعب توجيه وإقناع المستهلكين بترشيد إستهلاكهم وترقية كفاءتهم الإستخدامية للموارد الطاقوية؛

ب. **غياب المواصفات القياسية:** إنطلاقا من غياب المنظومة التشريعية في العديد من دول العالم خاصة النامية منها، هذا ما نتج عنه غياب أية مواصفات قياسية للمعدات المستهلكة للطاقة، حيث لا يتم أخذ بمعايير الجودة المطبقة عالميا عند إنتاج أو إستيراد تلك المعدات والأجهزة، وبالتالي تكون أسواق الطاقة في الدول النامية منفذا للمنتجات ضعيفة الكفاءة والتي يتم التخلص منها في الدول المتقدمة؛

ت. **ضعف مؤسسات البحث والتطوير:** تتمركز معظم مؤسسات ومراكز البحث العاملة في مجال تقنيات الطاقة المتجددة والتقنيات عالية الكفاءة في الدول الصناعية، مما يحرم الدول النامية من الاستفادة من التقدم الحاصل في هذا المجال خاصة وأن نقل وتصدير هذه التقنيات إلى الدول النامية تواجه العديد من الصعوبات نتيجة لاختلاف الظروف الاجتماعية والاقتصادية في الأسواق المستهلكة عنها في الأسواق المنتجة؛

ث. **ضعف القدرة المؤسسية:** يقصد بها غياب المؤسسات القادرة على إمداد المستهلكين بما يحتاجونه من معلومات عن تلك التقنيات العالية الكفاءة، وغياب الموارد البشرية المؤهلة لإدارة وصيانة تلك التقنيات وتقديم الدعم اللازم لها، بالإضافة إلى ضعف الإمكانيات اللازمة لتصنيع تلك التقنيات حتى تتم خفض تكلفة إنتاجها وتحسين إقتصادياتها.

2. العوائق المالية: تتعدد العوائق والعراقيل المالية التي تقف في وجه ترقية كفاءة إستخدام الطاقة ومنها:

أ. **سياسة تسعير الطاقة:** ظلت أسعار الطاقة لا تعكس تكلفتها الحقيقية، فهي لا تتضمن إحتساب التكاليف المترتبة عن التلوث والمشاكل البيئية وأثارها على الصحة العامة للأجيال الحاضرة والمستقبلية، حيث تقف سياسة تسعير المنتجات الطاقوية في العديد من دول العالم- خاصة النامية منها- عائقا كبيرا أمام ترقية كفاءتها الإستخدامية وتطوير الطاقات البديلة الجديدة والمتجددة، وذلك نتيجة للدعم الممنوح للمواد الطاقوية لاعتبارات إجتماعية وإقتصادية متعددة مما أدى بغالبية سكانها إلى الإستفادة من خدمات الطاقة وبأسعار تقل بكثير عن أسعارها الحقيقية، وفي ظل غياب الوعي بأهمية الحفاظ على هذه الموارد زاد التبذير في الإستهلاك وإستخدام معدات منخفضة الكفاءة لأن المستهلك في تلك الدول لا يشعر بالقيمة الحقيقية لإستهلاكه نتيجة للأسعار المدعومة وبالتالي تسارع معدلات إستنزاف الموارد الطاقوية وتفاقم التلوث البيئي. إذا فإستمرار هذا الدعم لأسعار المواد الطاقوية سيؤدي إلى عرقلة جهود إستدامتها وترقية كفاءتها الاستخدامية، إضافة إلى أنها تشكل عبئا على المصادر المتجددة مما يحول دون التوجه والتوسع في استخدامها في المستقبل القريب.

وتتطلب إستدامة قطاع الطاقة الأخذ بعين الإعتبار محدودية الأنظمة الإيكولوجية وتأمين فرص عادلة من توزيع الموارد المتجددة وغير المتجددة بين الحاضر والمستقبل آخذا بعين الإعتبار محدودية التدوير للبيئة، وهذا الأمر يمر حتما عبر التحديد الدقيق للتكاليف البيئية والإجتماعية المصاحبة لإنتاج وإستهلاك الطاقة وتقييمها، وبالتالي معالجة كل نوع من أنواع مصادر الطاقة وفقا لكلفته الإجتماعية والإقتصادية معا؛

ب. ضعف الحوافز الإقتصادية: إن التقنيات العالية الكفاءة للطاقة وتقنيات الطاقة المتجددة لازالت تواجه العديد من المشاكل منها غياب الحافز الإقتصادي المشجع على إستخدامها في الدول النامية، حيث تفرض رسوم جمركية عالية على إستيرادها مما يحد من قدرتها على منافسة المنتجات ذات الكفاءة المتدنية التي تتوفر بأسعار جذابة للمستهلك؛

ت. ضعف آليات التمويل: على الرغم من الإهتمام المتزايد والكبير بموضوع التغييرات المناخية والإنتعاش التكنولوجي الكبير في قطاع الطاقة، إلا أنه لم يتم التطرق إلى الطريقة التي ستمول بها تلك التقنيات الجديدة، حيث من بين المشاكل التي تعانيها الدول النامية مشكلة توفير التمويل اللازم لمشروعات التنمية بشكل عام، وعليه فإن تقنيات الطاقة العالية الكفاءة لا تجد فرصتها في التمويل، وبالنظر إلى إرتفاع تكلفتها الأولية فإن المستهلك يتجه إلى التقنيات منخفضة الكفاءة نظرا لإنخفاض أسعارها، لذا لابد من العمل على إيجاد آلية معينة تعمل على تشجيع الطلب على تلك التقنيات.

المطلب الرابع: آليات وسبل ترقية كفاءة إستخدام الطاقة في القطاعات الإقتصادية

لقد تزايد الإهتمام العالمي بسبل ترشيد إستهلاك الطاقة وترقية كفاءتها الإستخدامية عقب الأزمة البترولية العالمية في منتصف السبعينات من القرن الماضي، وقد واكب ذلك تطوير العديد من التقنيات والنظم لترشيد إستهلاكها وإستخدامها في العديد من القطاعات التي يعد من أهم وأكثر القطاعات إستهلاكا للطاقة، ومنها القطاع الصناعي وقطاع البناء وكذا قطاع النقل، ومن خلال هذا المطلب سنسلط الضوء على أهم النظم والتقنيات المتخذة على مستوى هذه القطاعات الثلاثة لترشيد إستهلاك الطاقة.

أولا: الآليات اللازمة لترشيد إستهلاك الطاقة وترقية كفاءتها الإستخدامية في القطاع الصناعي

تختلف النظم والتقنيات الممكن إتباعها من أجل ترشيد وترقية كفاءة إستهلاك الطاقة بما يناسب طبيعة العمليات الصناعية المستهدفة، وفيما يلي وصف لأهم هذه النظم والتقنيات:¹

1. التحكم بالعمليات التصنيعية: طورت أنظمة التحكم في العمليات التصنيعية لتحسين الإنتاجية، سواء لوحدة صناعية معينة أو لمجمل العمليات التصنيعية في قطاع صناعي معين وتعتمد هذه الأنظمة عادة على التحكم في إدخال الطاقة والمواد الأولية إلى العملية التصنيعية بواسطة تقنيات متطورة تعتمد على الحاسب الآلي، وطبقا لمعدلات محددة بما يساهم في تطوير كفاءة إستخدام الطاقة في المجال الصناعي ويساعد على ترشيد إستهلاكها بشكل أمثل، وبالتالي تحقيق الإستغلال المستدام؛

¹ اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الصناعة، الأمم المتحدة، نيويورك، 2002، ص 7-9.

2. نظم إسترجاع الفواقد الحرارية: تتضمن أغلب الصناعات عمليات حرارية يتم من خلالها إستخدام البخار أو الهواء الساخن كوسيط للتسخين، وعادة ما تتضمن مخرجات العملية الصناعية سواء كانت سائلة أم غازية كميات كبيرة من الطاقة الضائعة، وبذلك فإن نظم الإسترجاع الحراري تستهدف إستخلاص الطاقة المحملة في مخرجات العملية التصنيعية وإعادة إستخدامها في مراحل أو مواضع أخرى من العملية، تناسب نوعية ومستويات الطاقة المتوفرة بها، ومن أهم نظم إسترجاع الفواقد الحرارية، إستخدام غازات العادم الناتجة عن حرق البترول في تسخين المياه الداخلة إلى المراحل البخارية لرفع كفاءتها، وكذلك إستخدام البخار المتكاثف للتسخين الأولي للمواقع التي يتم إستخدام البخار ذاته في تسخينها، مما يؤدي إلى خفض إستهلاك الطاقة بها؛

3. تحسين كفاءة إحتراق الوقود: تعتمد نظم تحسين كفاءة الإحتراق على التحكم في نسبة الهواء إلى الوقود الداخل إلى المراحل أو الأفران، فضلا عن التحكم في درجات الحرارة والضغط بما يناسب الظروف القياسية للإحتراق ويؤدي ذلك إلى رفع كفاءة الإحتراق وتحقيق وفرة كبيرة في إستهلاك الطاقة في الأفران والمراحل، وتتميز هذه الأنظمة بإنخفاض تكلفتها؛

4. أنظمة إدارة الطاقة: أنظمة إدارة الطاقة هي أنظمة تحكم مركزية تعتمد على أساليب محددة لترشيد إستهلاك الطاقة في المنشأة الصناعية وخفض تكلفتها، وتعمل بالتزامن مع التشغيل الكفاء للمنشأة والقيام بأعمال الصيانة الدورية، وتتضمن الأساليب التي يتم إتباعها بالإرتباط مع هذه النظم جدولة تشغيل وإيقاف الأجهزة، التحكم في توقيت الطلب على الكهرباء عن طريق جدولة الأحمال للإستفادة من سياسة تعريف الطاقة التي قد تتعلق بوقت الطلب عليها؛

5. نظم التوليد المشترك للحرارة والكهرباء: تستهدف نظم التوليد المشترك إنتاج الطاقة الحرارية والكهربائية من مصدر طاقتي واحد، حيث يمكن إستخدام الطاقة المحملة في العادم (الطاقة الضائعة) من العمليات الحرارية الكبيرة في توليد الكهرباء، أو في إستخدام حراري آخر عند مستويات حرارة أقل وبالأخص في المنشآت الصناعية التي تحتاج إلى بخار ذو جودة منخفضة، كما يمكن إستخدام حرارة العادم من نظم التوربينات المولدة للكهرباء في توليد البخار اللازم لتشغيل توربينات بخارية إضافية، وبذلك يتم رفع كفاءة التوليد الكهربائي من حوالي 35% إلى ما يقارب 60% لذات المصدر الطاقتي، ومثال ذلك محطات تحلية المياه ومصافي البترول؛

6. تحسين معامل القدرة: يؤدي عمل المحركات الكهربائية وإستخدام مصابيح "الفلوريسانت" إلى إنخفاض معامل القدرة الكهربائية في معظم الصناعات، خاصة تلك التي تتطلب قدرة تفوق 500 كيلواط، ويتم تحسين معامل القدرة عن طريق توصيل مكثفات كهربائية بالنظم المركبة بالصناعة مما يؤدي إلى خفض إستهلاك الطاقة في هذه الأخيرة؛

7. إستخدام المحركات عالية الكفاءة: يشكل إستخدام المحركات الكهربائية قسما هاما من الطاقة الكلية المستخدمة في قطاع الصناعة، لذا فإن إستخدام المحركات ذات الكفاءة العالية وأجهزة تعديل السرعة يعتبر خيارا تكنولوجيا واعداء، يساهم في ترشيد الطاقة المستخدمة في إدارة هذه المعدات؛

8. العزل الحراري: تتألف أنظمة العزل الحراري المتطورة من مواد ذات خصائص تتمتع بمعاملات توصيل حراري منخفض، تستعمل لعزل شبكات المياه الباردة/الساخنة، وفتحات التهوية والأفران، وذلك من أجل الحد من الفواقد الحرارية والطاقة الضائعة.

والجدول الموالي يبين الخصائص الأساسية لتقنيات ترشيد إستهلاك الطاقة في القطاع الصناعي بمختلف فروعها، من خلال دراسة إمكانية التوفير في إستهلاك المصادر الطاقوية، وكذلك مدى المساهمة في تخفيض إنبعاث الغازات الدفيئة خاصة غاز ثاني أكسيد الكربون، الناتج عن مختلف العمليات التصنيعية المتعددة.

الجدول رقم (1.3): الخصائص الرئيسية لتقنيات ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الصناعة

| إمكانية تخفيض إنبعاث الغازات الدفيئة | إمكانية التوفير في إستهلاك الطاقة (%) | الصناعة المستهدفة للتطبيق | التقنيات والنظم |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|
| مرتفعة | 15% | صناعة الأدوية، الصناعات الكيماوية، الصناعات الغذائية | التحكم في العمليات التصنيعية |
| مرتفعة | 5%-45% | الصناعات الكيماوية، صناعة الإسمنت، الصناعات الغذائية، صناعة الأنسجة، التعدين | نظم إسترجاع الفواقد الحرارية |
| مرتفعة | 30% | الصناعات الكيماوية، صناعة الإسمنت، الصناعات الغذائية، صناعة الأنسجة، التعدين | تحسين كفاءة الإحتراق |
| متوسطة | 20%-30% | الصناعات الكيماوية، صناعة الإسمنت، الصناعات النسيجية | نظم إدارة الطاقة |
| كبيرة جدا | 5%-40% | الصناعات الكيماوية، صناعة الإسمنت، الصناعات الغذائية، صناعة الأنسجة، التعدين | نظم التوليد المشترك |
| متوسطة | 5%-20% | جميع الصناعات التي تعتمد كثيرا على الكهرباء | تحسين معامل القدرة |
| منخفضة | 2%-10% | الصناعات الغذائية، الصناعات النسيجية | المحركات عالية الكفاءة |
| مرتفعة | 5%-20% | الصناعات الكيماوية، صناعة الإسمنت، الصناعات الغذائية، صناعة الأنسجة، التعدين | العزل الحراري |

المصدر: اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الصناعة، الأمم المتحدة، نيويورك، 2002، ص 09.

نلاحظ من خلال بيانات هذا الجدول، أن إستخدام هذه التقنيات الحديثة يساهم بشكل كبير في التوفير في إستهلاك الطاقة، كما تساعد في الحد من إنبعاث الغازات الدفيئة بشكل كبير، فمثلا تؤدي تقنية التحكم بالعمليات التصنيعية إلى توفير 15% من الإستهلاك الإجمالي للطاقة في صناعات مختلفة كصناعة الأدوية والصناعات الكيماوية والبتروكيماوية... الخ، كما تساعد على خفض نسبة إنبعاث الغازات السامة الناتجة عن عمليات الإحتراق المختلفة وبالتالي فمحمل هذه النظم والتقنيات تساهم بشكل كبير في تحقيق الكفاءة الإستخدامية للطاقة في إطار معايير الإستدامة الإقتصادية من خلال زيادة المردودية وترشيد إستهلاك الطاقة وفي إطار المبادئ البيئية من خلال المساهمة في تقليص الإنبعاثات الغازية السامة، وفي إطار المبادئ الإجتماعية، من خلال مساهمتها ولو بطريقة غير مباشرة في

تحسين المحيط الصحي العام، وزيادة نسب التشغيل وتقليل البطالة من خلال الرفع من الكفاءة الإقتصادية للمصانع والمساهمة في نجاح إستراتيجياتها التصنيعية على المدى المتوسط والبعيد وبالتالي الحفاظ على ديمومتها بشكل مفيد من الناحية الإجتماعية.

ثانيا: سبل ترشيد الطاقة في قطاع البناء

إن ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها في قطاع البناء يتم وفق ما يلي:¹

1. معدات ومواد ترتبط بالبناء:

أ. **التصميم المعماري للبناء:** ويقصد به التصميم المعماري البيئي، أي تصميم المبنى بما يلائم الظروف البيئية، والطوبوغرافية، والمناخية المحيطة، ومتغيرات الطاقة الشمسية بموقع البناء بما يرفع من كفاءته الحرارية، وفي هذا المجال يتم دراسة خصائص موقع البناء وعلاقته بمتغيرات الطاقة الشمسية، وتحديد شكله وتوجيهه بالشكل المناسب وإختيار حجم الفتحات ومواقعها في واجهات المبنى، بما يسهل التحكم في كميات الحرارة الشمسية الداخلة إليه صيفا وشتاء، مما يؤدي إلى تخفيض الطاقة المستهلكة في المبنى؛

ب. **المواد المستخدمة في البناء:** ترتبط نوعية المواد المستخدمة في بناء المسكن بعناصره التصميمية البيئية خاصة الغلاف الخارجي، حيث يمكن أن يتضمن التصميم بدائل مختلفة لخفض الحمل الحراري للمسكن أهما: إستخدام مواد العزل الحراري المناسبة في جدرانه وسقفه، وكذلك تحديد المواد المستخدمة لأبوابه ونوافذه، بما فيها إستخدام طبقتين أو أكثر من الزجاج، إضافة إلى إستخدام الألوان المناسبة للجدران الخارجية والسطح العلوي؛

ت. **العزل الحراري للغلاف الخارجي للمبنى:** يمثل العزل الحراري من أهم وسائل خفض الأحمال الحرارية للأبنية، حيث يستخدم مواد عزل ذات انتقائية حرارية منخفضة، تؤدي إلى خفض الحرارة المكتسبة أو المتسربة من عناصر المبنى، ويمكن تطبيق العزل الحراري في جميع أنواع المساكن، القائم منها أو الذي يبنى حديثا، وخاصة في المناطق التي تتباين فيها الظروف المناخية بشكل واضح خلال فصول السنة. وتتراوح نسبة الترشيد في كمية الطاقة اللازمة لأغراض التدفئة والتبريد، نتيجة لاستخدام العزل الحراري، ما بين 25% و75%، وذلك طبقا لنوع المواد المستخدمة في البناء من جهة، ونوع وسمك العزل الحراري المستخدم من جهة أخرى، وعلى ذلك فإن العزل الحراري يؤدي إلى تأمين شروط الراحة للعمل أو الإقامة في المبنى على مدار العام، كما يحقق فوائد إقتصادية متعددة نتيجة لخفض الطاقة المستهلكة، ومن ثم توفير الوقود المستهلك في التكييف.

2. وسائل ترتبط بالتقنيات والنظم عالية الكفاءة: تزايد الإهتمام العالمي خلال العقدين الماضيين بقضايا ترشيد

إستهلاك الطاقة، وواكب العديد من التقنيات والنظم اللازمة لتحقيق كفاءة إستخدام الطاقة في قطاع السكن، والذي تتعدد خدمات الطاقة اللازمة له، وفيما يلي عرض موجز لأهم ما يتوفر حاليا من تقنيات ونظم عالية الكفاءة يمكن إستخدامه للوفاء بإحتياجات قطاع البناء:

¹ مزارشي فتيحة، مداني حسبية، إستراتيجيات ترقية الكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الإقتصاديات العربية في إطار ضوابط التنمية المستدامة، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات منبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص 16، 17.

أ. **معدات الإنارة عالية الكفاءة:** إن استخدام أجهزة إنارة عالية الكفاءة يؤدي إلى خفض إستهلاك الكهرباء لكل من الإنارة والتكييف معاً، ويحد من الحاجة لإدخال محطات التوليد الإحتياطية ذات الأداء الأقل كفاءة في الخدمة، لهذا لا بد من إستخدام المصابيح الحديثة عالية الكفاءة؛

ب. **معدات أنظمة التكييف والتدفئة:** حيث تتوزع هذه الأنظمة المستخدمة في قطاع السكن بين أنظمة فردية وأخرى مركزية بقدرات مختلفة، كما تتباين أيضاً بين معدات تبريد أو تدفئة فقط، أو أنظمة متكاملة للتكييف لكلا الغرضين، لذلك فإن تطوير المعدات والنظم في هذا المجال غلب عليه تطوير المكونات لتكون أكثر كفاءة مثل: المبادلات الحرارية، محركات عالية الكفاءة، ضواغط ومراوح متغيرة السرعة، مواد تبريد متطورة... الخ؛

ت. **سخانات المياه:** يمثل إستهلاك الطاقة في تسخين المياه أحد أكبر الاستهلاكات في قطاع السكن، ومن أهم التقنيات المتاحة حالياً لترشيد هذا الإستهلاك والحفاظ على البيئة في آن واحد، وهو إستخدام السخانات الشمسية للمياه التي يمكن إستخدامه في سخانات مفردة لأسرة واحدة أو أكثر، أو نظم متكاملة للمساكن، وفي حالة إستخدام النظم التقليدية لتسخين المياه، يفضل إستخدام سخانات المياه التي تعمل بالغاز عن تلك التي تعمل بالكهرباء.

ثالثاً: إجراءات تحقيق الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية في قطاع النقل

يعد قطاع النقل أحد القطاعات المستهلكة الرئيسية للطاقة، حيث قدر إستهلاك هذا القطاع سنة 2015 حوالي 64.7% من إجمالي إستهلاك المشتقات البترولية،¹ هذا ما يوضح أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة والحد من آثارها السلبية على البيئة، ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يلي:²

- تحسين نوعية الوقود الذي تستخدمه وسائل النقل العام والخاص، عبر إستخدام الغازولين الخالي من الرصاص، وتحديد نسبة الكبريت في الديزل وغيره؛
- العمل على التحول إلى الغاز الطبيعي المضغوط في المركبات؛
- وضع خطط مستقبلية لتشغيل وسائل النقل بإستخدام الكهرباء؛
- إستخدام تكنولوجيات الحد من التلوث في المركبات وفي مقدمتها مصائد الجزيئات الدقيقة والرصاص؛
- إستخدام النقل الجماعي بواسطة ميترو الأنفاق الذي يساهم بشكل كبير وفعال في الحد من مشكلة النقل داخل المدن وتخفيض حدة التلوث فيها؛
- تنظيم حملة توعية لتغيير إطارات السيارات في الموعد المحدد لذلك، وإستخدام الإطارات الشعاعية بدلا من الإطارات العادية، وإجراء الصيانة الدورية للسيارة ما يقلل من إستهلاكها للوقود، وتشجيع إستخدام وسائل النقل العامة.

¹ International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2017, Op.Cit, p39.

² مزارشي فتيحة، مداني حسبية، مرجع سبق ذكره، ص17.

المبحث الثالث: الطاقات البديلة المتجددة مطلب عالمي لتحقيق التنمية المستدامة

لقد جرت العادة على وضع التنمية المستدامة في إطار نموذج مؤلف من ثلاثة أبعاد، وهي الإقتصاد والبيئة والمجتمع، حيث تعتمد هذه الأبعاد الثلاثة على بعضها البعض، وفي إطار مفاهيمي آخر يمكن توجيه التنمية المستدامة على طول سلسلة متواصلة تتراوح بين نموذج ضعف الإستدامة ونموذج قوة الإستدامة، ويمكن أن تسهم الطاقات البديلة المتجددة في تحقيق الأهداف الإنمائية للنموذج الثلاثي الأبعاد كما يمكن أن تُقيم من حيث قوة التنمية المستدامة أو ضعفها، حيث يعرف إستخدام الطاقة المتجددة على أنه الحفاظ على رأس المال الطبيعي طالما لم ينتقص إستخدام المورد من إمكانية الحصاد المستقبلي. ومن خلال هذا المبحث سنحاول الإطلاع على أبرز الخيارات الطاقوية المستدامة ومكانة الطاقة المتجددة ضمنها، مداخل إدماج الطاقة المتجددة في أنظمة الطاقة والقطاعات الإقتصادية ومن تم التعرف على دور الطاقة البديلة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.

المطلب الأول: الخيارات الطاقوية المستدامة ومكانة الطاقات المتجددة ضمنها

يتميز النموذج الطاقوي الحالي بهيمنة المصادر الأحفورية على منظومة الطاقة في العالم، وتدفع العوامل البيئية وبشكل خاص الإحتباس الحراري والتغيرات المناخية إلى إجراء تعديل على هذا النموذج في إطار مبادئ التنمية المستدامة لتحقيق أهدافها المختلفة، ومن تم التحول إلى نموذج طاقي نظيف، مما جعل العديد من الجهات تدعو إلى تبني خيارات معينة لتحقيق هذا الهدف، ويتطلب ذلك بالضرورة بلورة خيارات طاقيّة إستراتيجية والمفاضلة بينها بالإعتماد على معايير ومبادئ مستدامة، حتى وإن كان التحول عن المنظومة الحالية ليس بالأمر السهل الذي يمكن أن يضمه خيار معين، وإنما يجب إيجاد أحسن توليفة من الخيارات الممكنة لكل مرحلة، ويمكن من خلالها تحديد مكانة ومركز الطاقات المتجددة ضمن هذه الخيارات تمهيدا للطريق أمام تطوير التقنيات والتكنولوجيات ووضع السياسات والإجراءات الكفيلة بترقية كفاءتها الإستخدامية في ضوء ضوابط الإستدامة. ومن خلال هذا المطلب سنحلل مدى إستدامة النظام الطاقوي العالمي الحالي، وعرض ملامح الخيارات الإستراتيجية الطاقوية المستدامة، وفي الأخير إستنتاج مكانة الطاقة البديلة المتجددة ضمنها.

أولاً: تحليل مدى إستدامة النظام الطاقوي العالمي الحالي

يكتسب نظام الطاقة العالمي صفة الإستدامة من خلال الإستجابة إلى مبادئ هذه الأخيرة، حيث يحقق أهداف التنمية الإقتصادية دون الإخلال بمتطلبات العدالة الإجتماعية ببعديها المكاني والزمني، مع المحافظة على التوازن البيئي على المدى المتوسط والبعيد، ويعتبر النظام الطاقوي العالمي غير مستدام إذا فشل نظام إدارته في تحقيق كفاءته الإستخدامية عبر الإطار الزمني والمكاني ولمختلف فئات وشعوب العالم، ويمكن الإستدلال على ذلك من خلال ما يلي:¹

¹ Sibi BONFILS, *Stratégies énergétiques pour le développement durable*, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, Canada, Québec, 2008, p31.

1. العدالة بين أفراد الجيل الحالي، أي العدالة ببعدها المكاني بين أفراد الجيل الحالي غير مكتملة وغير مضمونة الإكتمال في مجال الوصول إلى الخدمات الطاقوية المناسبة كما ونوعا، سواء على المستوى العالمي أو حتى على مستوى الدولة الواحدة، وبإستثناء بعض الدول المتقدمة في هذا المجال كالدول الإسكندنافية ودول غرب أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية... الخ، فثلث سكان العالم لا تتوفر لديهم خدمات طاقوية حديثة ومناسبة لتلبية مختلف إحتياجاتهم من الطاقة، وهذا الفقر والإحتياج الطاقوي واللاعلاقة موجود أساسا في المناطق الريفية للبلدان النامية؛

2. العدالة ما بين الأجيال المتلاحقة (العدالة بالبعد الزمني)، أي العدالة ما بين الأجيال الحالية والأجيال المستقبلية غير موجودة وغير مضمونة في المجال الطاقوي، نتيجة للإستهلاك المفرط واللاعقلاني للمصادر الطاقوية الأحفورية (خاصة البترول والغاز) وبهذا الشكل من الإستغلال فإن هذه المصادر سوف تنفذ، وبالتالي سوف تُرهن حقوق الأجيال المستقبلية من هذه الثروات الطاقوية، ومنه لابد من إعادة النظر في طريقة الإستغلال الحالية للمصادر الطاقوية بشكل يتماشى مع متطلبات الإستدامة الزمنية؛

3. ندرة وإنخفاض مخزون المصادر الطاقوية حيث تؤثر على التنمية الاقتصادية، وتجعل منها أمرا صعبا للغاية، فعدم توفر خدمات طاقوية مناسبة وملائمة للقطاعات الاقتصادية الأساسية كالصناعة والزراعة وقطاع النقل يؤثر سلبا على مستويات النمو والتنمية الاقتصادية، وهذا ما يحدث في كثير من الدول النامية خاصة الدول الإفريقية الفقيرة التي تقع جنوب الصحراء (80% - 90% من دول جنوب الصحراء الإفريقية تعاني ندرة حادة وصعوبة بالغة في توفير الخدمات الطاقوية المناسبة)، كما تؤثر ندرة الطاقة على الإنتاجية الصناعية والزراعية، ما يؤدي إلى إنتشار البطالة والجاعة وبالتالي تدهور مستويات معيشة الأفراد ما يستلزم إنخفاض مستويات التنمية البشرية بشكل عام، وهذا ما يتنافى مع مبادئ التنمية المستدامة كما هو الحال في العديد من الدول الفقيرة؛

4. أما فيما يخص الجانب البيئي والصحي، فالنظام الطاقوي العالمي الحالي غير مستدام، حيث يتسبب الإستغلال الكثيف واللاعقلاني للطاقة الأحفورية وحرقها في إنبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة، والتي أدت إلى بروز ظاهرة الإحتباس الحراري التي تهدد العالم بكارث بيئية خطيرة وتغيرات مناخية قد تؤثر على الكرة الأرضية سلبيا وبشكل كبير، كما يتسبب الدخان الناتج عن حرق الفحم والبترول وبدرجة أقل الغاز الطبيعي (خاصة في قطاع النقل) في العديد من الأمراض التنفسية المزمنة، والتي ينتج عنها موت آلاف الأشخاص سنويا في العالم، كما تشكل النفايات الإشعاعية الناتجة عن المفاعلات النووية خطرا كبيرا ومتزايدا على البيئة الطبيعية والصحة الإنسانية، وتهدد بشكل مباشر التنوع البيولوجي على المستوى العالمي.

ومنه فكل هذه الأخطار المهددة للتوازن البيئي والتنوع البيولوجي وللصحة البشرية، التي يتسبب بها النظام الطاقوي الحالي تجعله غير مستدام، وبالتالي فإنه يجب البحث عن خيارات طاقوية أكثر إستدامة وملائمة من الناحية البيئية والإجتماعية والإقتصادية، وذلك بتطوير الطاقات الجديدة والمتجددة، أو بترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية الأحفورية في إطار ضوابط الإستدامة.

ثانياً: ملامح الخيارات الإستراتيجية الطاقوية المستدامة

لاحظنا سابقاً أن النظام الطاقوي العالمي الحالي يعتبر غير مستدام ولا يحقق إعتبارات الإستدامة بمختلف أبعادها الإقتصادية والإجتماعية والبيئية، ولهذا فالبحث عن نظام طاقوي جديد يعتبر ضرورة ملحة، فخلال السنوات الماضية وبالخصوص بعد الصدمة البترولية سنة 1973، كان هناك عمل جدي ومتواصل من طرف بعض المتخصصين والعلماء في مجال الطاقة من أمثال "Golenberg José" "Benjamin Dessus" وغيرهم، سمح بإعطاء تصور واضح المعالم حول الخيارات الطاقوية المستقبلية التي يجب على دول العالم المفاضلة بينها، وخلال قمة التنمية المستدامة المنعقدة في "جوهانسبورغ" سنة 2002، تم إعادة النظر في الخيارات الطاقوية بالشكل الذي يسمح بتحقيق أهداف التنمية المستدامة بمختلف جوانبها.¹

وتعتمد المفاضلة بين الخيارات الطاقوية من ناحية الإستدامة على عنصرين إثنين هما:

- مدى توفر الطاقة بالكمية والنوعية المناسبين وبالسعر الملائم، من أجل دعم النمو الإقتصادي على المدى البعيد، وتلبية إحتياجات الجيل الحالي والمستقبلي من الطاقة بشكل عادل؛
- التقليل من الآثار السلبية على البيئة الطبيعية والصحة الإنسانية حاضراً ومستقبلاً، وعلى المستويين المحلي والعالمي.

ومع تطور التقنيات والتكنولوجيات الخاصة بإستخراج وإستعمال المصادر الأحفورية، أمكن ذلك من تقدير العمر المتبقي للإحتياجات الخاصة بهذه المصادر، المقدرة بحوالي 50 إلى 60 سنة بالنسبة للبترول والغاز، وبأكثر من 100 سنة بالنسبة للفحم واليورانيوم، وبفضل تقنيات نزع وإصطياد الكربون التي تطورت بشكل كبير وسريع، أمكن ذلك من تقليل الآثار البيئية السلبية الناتجة عن حرق المصادر الطاقوية الأحفورية، ومن جهة أخرى نلاحظ تزايد الإهتمام العالمي بالطاقات المتجددة التي لا تنضب مع مرور الزمن كالطاقة الشمسية، وطاقة الرياح... الخ، كما تعد تقنيات تحويل ونقل هذه الطاقات ذات تأثير بيئي شبه منعدم على البيئة الطبيعية والصحة الإنسانية.

إنطلاقاً من مجمل هذه الأفكار، يمكن تبيان ملامح الخيارات الإستراتيجية الطاقوية المستدامة فيما يلي:

1. الخيار الأول - زيادة الإهتمام بتطوير الطاقات المتجددة: يكتسي التوسع في إستخدام الطاقات المتجددة في العالم أهمية كبيرة، إذ لا يمكن التخطيط في المجال الطاقوي للمستقبل البعيد اعتماداً على مصادر الطاقة الناضبة نظراً لتزايد الإحتياجات الطاقوية سنوياً، إضافة إلى ضرورة الأخذ بعين الإعتبار الجوانب البيئية، وفي هذا المجال تمثل الطاقات المتجددة خياراً ملائماً يجب تطويره وإستغلاله، إذ تعد أحد الخيارات الرئيسية والملائمة لضوابط التنمية المستدامة في المجال الطاقوي، وبالرغم من توفر هذا النوع من الطاقة بشكل كبير إلا أنها لا تمثل إلا 19.3% من الإستهلاك العالمي الإجمالي للطاقة سنة 2015،² ونتيجة للتطورات التكنولوجية المستمرة تعرف تكاليف إنتاج الطاقات المتجددة إنخفاضاً مطرداً، ففي بعض المناطق تكون تكلفة إنتاج الكهرباء من هذه الأخيرة أقل من تكلفة إنتاجها من المصادر التقليدية، كما أن توافر مصادر الطاقة المتجددة محلياً يعطيها ميزة إقتصادية، إضافة إلى ذلك تمثل

¹ Sibi Bonfils, Op.Cit, p31.

² REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p30.

الوفرة الكبيرة لكميات مصادر الطاقة المتجددة عامل أمان للإقتصاد الدولي الذي لن تواجهه مشكلة في مصادر الطاقة وإنما سيواجهه تغيرا في أشكال الطاقة المستخدمة والتي تحتاج إلى إستثمارات كبيرة في البحث والتطوير لبناء قاعدة تكنولوجية متقدمة تساعد على الإستغلال الإقتصادي لتلك المصادر الطاقوية، وتعتبر الطاقات المتجددة ذات فعالية قصوى في الإستعمالات الإقتصادية المختلفة، وذات كفاءة عالية من الناحية البيئية، ولكن تبقى تواجهها العديد من المشاكل خاصة في البلدان النامية، لعل من أهمها المشاكل المتعلقة بتحويل ونقل هذه الأخيرة، وكذلك من مثل هذه الطاقات، خاصة فيما يخص مصاريف البحث والتطوير المتعلقة بتحويل ونقل هذه الأخيرة، وكذلك من ناحية تعميم إستعمالها بشكل تجاري، كل هذه العراقيل لابد من تجاوزها لتفعيل أمثل لهذا الخيار.

2. الخيار الثاني - الإستثمار في زيادة الفعالية الطاقوية: والتي تعد القاعدة الأساسية التي تبنى عليها هذه

الخيارات، فالطاقة عبارة عن منتج يباع ويشترى ويوزع، وبالتالي ففعالية هذا المنتج من الناحية الإقتصادية والتقنية تحدد الطلب عليه في الأسواق المحلية والعالمية، وفعاليتيه البيئية تحدد مدى الطلب عليه في ظل متطلبات التنمية المستدامة.¹ ومن ناحية أخرى، فإن تحويل الطاقة من شكلها الأولي الخام إلى طاقة نافعة وتحويل هذه الأخيرة إلى خدمات طاقوية (كالتسخين، التبريد، الإضاءة، التحريك... الخ) ينتج عنه ضياع كميات معينة منها، وبالتالي فقلة الضياع تحدد مدى فعالية مصدر طاقي ما عن الآخر، وباعتماد التقنيات والتكنولوجيات الحديثة التي تخص تحويل الطاقة ونقلها ساهمت بشكل كبير في الحد من ضياع هذه الأخيرة، وبالتالي زيادة فعاليتها بنسب معتبرة، وبالتالي ترقية كفاءتها من الناحيتين التجارية والإستخدامية، وحتى الآن لم يتم الإدراك بشكل كاف بأن السياسات التي تعالج كفاءة وفعالية الطاقة هي أدوات رئيسية لإستدامة مواردها، ورغم كون هذه السياسات لم تكن تحصل على الإهتمام والدعم اللازمين، إلا أنها تمكنت من تحقيق توفير على إمتداد العقود الثلاثة الماضية أربعة أضعاف التأثير الذي كان للطاقة الجديدة في مجال تلبية الطلب على الطاقة، وإنطلاقا من ذلك فإن كفاءة الطاقة تمثل خيارا إستراتيجيا في إطار الطاقة المستدامة، حيث أنها تجمع بين ميزتي إنخفاض التكلفة والتوفير الكبير، ورغم كون كفاءة الطاقة لا تستطيع الحلول محل الوقود الأحفوري، كما هو الحال لأي بديل طاقي في الوقت الحالي، إلا أنه بإمكانها تحقيق تخفيضات فورية معتبرة لإستخدام الوقود تصل إلى 2% سنويا في الدول الصناعية كما تساعد في نفس الوقت على تخفيض إستخدام الوقود الأحفوري مع إستمرار التنمية الإقتصادية في الدول النامية، وعلاوة على كونها أفضل وسيلة من الناحية الإقتصادية بين مختلف بدائل الطاقة للوفاء بالإحتياجات المتزايدة من الطاقة وخفض إنبعاثات المصادر الملوثة، فإنها وحسب المجلس الأمريكي لإقتصاد كفاءة الطاقة تمكن من توفير ما بين 35% إلى 40% من الطاقة بتكلفة تقل عن 3 سنت لكل كيلوواط في الساعة في الولايات المتحدة الأمريكية، وهو مستوى لا يمكن لأي خيار متاح حاليا تحقيقه بنفس السرعة والتكلفة المنخفضة.²

¹ Abdellatif Benachenhou, *Le Prix de L'avenir : le Développement Durable en Algerie*, Thotem Edition, Paris, 2005, p82.

² كريستوفر فلاين، ترجمة سيد رمضان هدارة، إرتفاع درجة حرارة الأرض: إستراتيجية عالمية لإبطائه، الطبعة الأولى، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1992، ص84.

3. الخيار الثالث - ترقية وتطوير التكنولوجيات النظيفة للمصادر الطاقوية الأحفورية: تعتبر كأحد أهم

الخيارات الطاقوية المستدامة، بحيث تشكل المصادر الطاقوية الأحفورية القاعدة الأساسية للنظام الطاقوي العالمي الحالي (80% من الميزانية الطاقوية العالمية)، كما تعتبر السبب الرئيسي للتلوث البيئي والإحتباس الحراري (تساهم في إنبعاث أكثر من 90% من الغازات الدفيئة السامة)، وبالتالي فالإعتماد على التكنولوجيات المتطورة لإستغلال هذه الثروات (تكنولوجيات الطاقات الأحفورية النظيفة) يساهم بشكل كبير في الحد من آثارها البيئية السلبية وفي زيادة كفاءتها الإقتصادية، خاصة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية التي تعد العمود الفقري لجميع الأنشطة الإنسانية والإقتصادية خاصة وأن عملية التحول الواسع النطاق من إستخدام الطاقات الأحفورية إلى الطاقات المتجددة ستتطلب فترة طويلة تمتد على مدى عقود من الزمن، لذلك يجب أن يتضمن هذا التغيير العالمي في الطاقة مزيجا من تكنولوجيات الطاقة النظيفة منها:

أ. **تكنولوجيا الفحم النظيف:** يجري الحديث حاليا عن منظومات طاقة نظيفة متقدمة بإستخدام الفحم المزال الكربون، ويمكن تحقيق ذلك وفق ثلاثة أساليب؛ إما من خلال أجهزة تنقية الغاز في نهاية الأنابيب، أو عزل وإحتجاز الكربون، أو عن طريق محطات الدورة المتكاملة للتحويل إلى غاز مضافة إلى تقنية إحتجاز الكربون؛¹

ب. **محطات عالية الكفاءة لتوليد الكهرباء بالغاز:** الذي يمكن تحقيقه من خلال الإعتماد على عدة تقنيات منها الإعتماد على تكنولوجيات الدورة المركبة* ذات الكفاءة العالية وإنبعاثات أقل من المحطات التقليدية حيث تساهم في تحسين إنتاج الطاقة الكهربائية بالإعتماد على الغاز الطبيعي كوقود، وبالشكل الذي لا يلحف آثارا بيئية خطيرة، كما تساعد على التقليل من التكاليف التشغيلية للمولدات الكهربائية وبالتالي تحسين فعاليتها الإقتصادية، كما أن هناك تقنيات أخرى متطورة على غرار التوربينات المتناهية الصغر، بطاريات الوقود الأحفوري تقنيات إستخراج الغاز من الفحم، كل هذه التقنيات وأخرى تسمح بفتح آفاق جديدة أمام إستخدام المصادر الطاقوية الأحفورية، وتطيل من عمر الإحتياطيات المؤكدة من هذه الثروات؛²

ت. **تقنية إصطياد وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون:** تسمح هذه التقنية بالحد من التلوث البيئي الناتج عن حرق المصادر الأحفورية، حيث يتم عزل وخنز الإنبعاثات الزائدة للكربون بدلا من إطلاقها في الجو بإستخدام تقنيات متعددة منها حجز وحقن الكربون داخل تشكيلات صخرية في باطن الأرض.

وإذا أخذنا في الإعتبار أن التقدم السريع في مجال التكنولوجيات النظيفة للوقود الأحفوري قد تم في الدول الصناعية، فإن نقل التكنولوجيا وتبادل المعلومات سيصبح ذا أهمية كبرى من أجل الإسراع بإحداث الإنتقال في الدول النامية كي تصبح قادرة على خدمة وصيانة المعدات تم تجميعها وصناعتها، وذلك بهدف تحقيق الإكتفاء الذاتي والسلامة في مجال الطاقة خاصة وأنه يتوقع تزايد إستهلاكها للطاقة مستقبلا، وفي سبيل ذلك فإن تطوير آليات

¹ لويس ميلفورد ، أليسون شوماكر، حلول نظيفة لتوليد الطاقة، متاح على الموقع:

<http://vb1.alwazer.com/archive/index.php/t-39144.html> (consulté le 16/11/2016)

* الدورة المركبة في عملية توليد الكهرباء هي الدورة التي تتكون من محركات حرارية والتي تعمل بالتتابع بنفس مصدر الحرارة محولةً مصدر الحرارة هذا إلى طاقة ميكانيكية والتي تُستخدم مباشرة في توليد الكهرباء بإستخدام مولدات كهربائية.

² Sibi Bonfils, Op.Cit, p31.

التعاون والتنسيق الدولي وإقامة المنتديات الإقليمية يمكن أن يساهم في تيسير الإسراع بالوصول إلى تكنولوجيات أكثر حداثة وتطورا للوقود الأحفوري، ويمكن للآليات التنظيمية وآليات التمويل أن تعمل كقاعدة لتشجيع استخدام تكنولوجيات نظيفة للطاقات الأحفورية، كما يمكن للدول الصناعية المتقدمة والدول النامية أن تتعاون وتعمل سويا لقيادة ودفع الابتكارات والأسواق نحو تكنولوجيات أكثر نظافة للوقود الأحفوري، ويمثل تنفيذ آليات بروتوكول كيوتو¹ ومنها آلية التنمية النظيفة (CDM) دافعا هاما لقيادة الصناعة، إذ أنه يمكن للدول النامية أن تحرز من خلالها تقدما ملموسا نحو بلوغ أهداف التنمية المستدامة مع خفض انبعاث الغازات الدفيئة وتحقيق ففزة تكنولوجية كبيرة نحو تطبيق التكنولوجيات المتقدمة للطاقات الأحفورية.¹

4. الخيار الرابع- رفع تكنولوجيات استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية: حيث تعتبر كأحد الخيارات الطاقوية المستدامة حاليا، ولكن بشكل أقل وبتحفظ أكثر، وذلك لكونها غير منتجة للغازات الدفيئة المتسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري، ولكن تكاليف إستعمالها تعتبر باهظة جدا مقارنة بالبدايل الأخرى المطورة والمعدلة (تقنيات الدورة المركبة المستعملة للغاز الطبيعي كوقود)، كما أن الطاقة النووية اليوم غير مفضلة على المستوى الاجتماعي لأسباب تتعلق بمخاطر إدارة النفايات الإشعاعية، وكذلك من ناحية تنامي الإستعمالات العسكرية لهذه الطاقة، وبالتالي فإختيار هذه الطاقة كأحد البدائل الأساسية للتنمية المستدامة يتطلب تكييف الأبحاث في مجال تأمين إنتاجها (خاصة تطوير تقنيات الإنشطار النووي الحراري المراقب)²، وكذلك تطوير تكنولوجيات توزيع هذه الطاقة بالشكل الذي يسمح بتقليل النفايات الإشعاعية الصادرة عنها. ولمواجهة التحديات التي تواجه استخدام الطاقة النووية قام أكثر من 100 خبير دولي بالطاقة النووية بوضع مخطط لإنشاء مفاعل نووي متقدم من الجيل الرابع يكون أكثر جدوى من الناحية الإقتصادية وأكثر أمنا وإستدامة وأكثر مقاومة للإنتشار النووي من التكنولوجيات القائمة حاليا، وتقوم محطات الجيل القادم من الطاقة النووية على أساس تكنولوجيا عالية الكفاءة لإنتاج الكهرباء وبإمكانها أيضا إنتاج الهيدروجين، ويعتبر الإنتاج العالي الكفاءة للهيدروجين الذي لا ترافقه أي انبعاثات عنصرا هاما في إحلال الهيدروجين محل المشتقات البترولية كوقود لوسائل النقل، وبالتالي فإنه من المهم ألا تكون محطات الجيل القادم النووية قادرة على توليد الكهرباء فقط، بل قادرة أيضا على إنتاج الهيدروجين لقطاع النقل والحرارة للعمليات الصناعية، مما يساهم في رفع كفاءة الطاقة وتنويع مصادرها³ وللوصول إلى الإستخدام المستدام للطاقة النووية لابد من تحقيق الشروط التالية:⁴

- يجب أن تظل الطاقة النووية قادرة على التنافس إقتصاديا في السوق العالمية للطاقة وذلك عبر التحكم في التكاليف الرأسمالية لإنشاء المفاعلات النووية بشكل أفضل؛

¹ اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، السكرتارية الفنية لمجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة، برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، أكتوبر 2004، ص 9.

² Sibi Bonfils, Op.Cit, p33.

³ جيمز لايك، إعادة إحياء الطاقة النووية، e journal USA، وزارة الخارجية الأمريكية، جويلية 2006.

⁴ المرجع السابق.

- يجب أن تستمر المحطات الحالية في عملها بشكل آمن، وفي نفس الوقت يجب أن تحسن المحطات التي ستبنى في المستقبل مستوى الأمان بشكل متواصل؛
- يجب أن تتم معالجة الوقود النووي المستعمل بطريقة مأمونة ومجدية إقتصاديا طوال الفترة الزمنية المحددة التي يبقى خلالها الوقود النووي المستعمل نشيطا إشعاعيا بدرجة عالية، ويجب إطالة فترة توفر إمدادات الوقود النووي لمدة أطول من أجل مواجهة إستنفاد الوقود الأحفوري.

ثالثا: إستنتاج مكانة الطاقات المتجددة ضمن الخيارات الطاقوية المستدامة

كما ذكرنا سابقا فإن المفاضلة بين هاته الخيارات الطاقوية الإستراتيجية يعتمد على مبدئين أساسيين يتمحوران حول مدى توفر الطاقة بالكمية والنوعية المناسبين وبالسعر الملائم، من أجل دعم النمو الإقتصادي على المدى البعيد، وتلبية إحتياجات الجيل الحالي والمستقبلي من الطاقة بشكل عادل، ومحاولة التقليل من الآثار السلبية على البيئة الطبيعية والصحة الإنسانية حاضرا ومستقبلا، وعلى المستويين المحلي والعالمي، وهذا ما يتوفر في الطاقة المتجددة بشكل مبدئي إذا ما أحسن إستغلالها، حيث أن هذه الأخيرة متوفرة بالكمية والنوعية المناسبة ويساهم إستخدامها في دعم النمو الإقتصادي على المدى البعيد، وكفاءتها الإقتصادية العالية من حيث إنتاج الطاقة الكهربائية والحرارية في مختلف الإستعمالات الصناعية والزراعية والخدمية، تسمح لها بمنافسة الطاقة النووية والمصادر الأحفورية بشكل عام. ومنه فالطاقات المتجددة تعد خيارا طاقويا إستراتيجيا مناسباً للتنمية المستدامة، متفوقا على المصادر الطاقوية التقليدية من حيث الكفاءة البيئية وحتى الإقتصادية على المدى البعيد، كما توجد العديد من العوامل التي تساهم في تفضيل هذه المصادر الطاقوية المتجددة لإعتبارات عديدة والتي تتفوق بها على مصادر الطاقة الأخرى.

المطلب الثاني: مداخل إدماج الطاقات البديلة المتجددة في أنظمة الطاقة بين الحاضر والمستقبل

إن التحول عن المنظومة الطاقوية الحالية يحتاج إلى عقود من الزمن، وفي غضون ذلك لابد على البديل الطاقوي أن يدمج ضمن أنظمة الطاقة السائدة محاولة للحفاظ على مستوى الإمداد المتوفر أو تحسينه وزيادته، لذلك فإن تبني وإدماج الطاقات البديلة المتجددة في أنظمة الطاقة حاليا ومستقبلا يتخذ عدة مداخل منها:¹

أولا: دمج الطاقة المتجددة في أنظمة الطاقة الكهربائية

أخذت أنظمة الطاقة الكهربائية في تطور مستمر منذ القرن التاسع عشر وحتى اليوم، وتباين نظم الطاقة الكهربائية من حيث نطاقها وتطورها التكنولوجي من شبكة التوصيل البيني المترامن لشرق الولايات المتحدة الأمريكية إلى النظم المستقلة الإفرادية الصغيرة القائمة على محركات الديزل، حيث تشهد بعض النظم، كما هو الحال في الصين مثلا حالة من التوسع والتحول بوتيرة سريعة، غير أنه في إطار هذه الإختلافات يجرى تشغيل نظم الطاقة الكهربائية وتخطيطها بغرض توفير الإمداد بالطاقة على أساس موثوق وفعال من ناحية التكلفة، وإستشرافا للمستقبل يتوقع أن يستمر تزايد أهمية نظم الطاقة الكهربائية نظرا لما تقوم به من الإمداد بالطاقة الحديثة، والتمكين من نقل الطاقة عبر

¹ تقرير خاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، دار النشر لجامعة كامبريدج، 2011، ص103-112. (بتصرف)

المسافات الطويلة، وتوفير مسار محتمل لتوصيل الطاقة منخفضة الكربون، وتمثل القضية الرئيسية في هذا المجال بأهمية إنشاء بنية أساسية لشبكات التوزيع من أجل توصيل الطاقة من محطة التوليد إلى المستهلك وتمكين المناطق الأكبر من تحقيق التوازن، ومن شأن تعزيز التوصيلات توسيع الشبكات داخل نظم الطاقة الكهربائية القائمة وإستحداث شبكات إضافية أن يساهم إسهاما مباشرا في تخفيف عيب الطاقات المتجددة غير المنتظمة، ويزيد من الطاقة المتجددة المولدة مع الإبقاء على فعالية التكلفة والفعالية البيئية.

وبالإضافة إلى تحسين البنية التحتية للشبكات، جرى تحديد العديد من خيارات الدمج المهمة الأخرى من خلال خبرات التشغيل أو الدراسات ذات الصلة، ومنها:

1. زيادة مرونة محطات توليد الطاقة: أي زيادة تغلغل المصادر المتجددة من خلال إدارة التقليدية وعدم اليقين حيث يعزى من المحطة جانبا أكبر من المرونة من خلال التكرير والتخفيض حسبما تقتضيه الحاجة والطلب، ويمكن تحقيق ذلك من خلال الإستثمار في أنظمة توليد مرنة جديدة أو إدخال تحسينات على محطات التوليد القائمة لتمكينها من العمل بطريقة أكثر مرونة؛

2. إدارة الطلب: على الرغم من أن التدابير المتخذة من جانب الطلب على مر التاريخ لا تتم إلا بغرض خفض الطلب أو تخفيفه وقت الذروة، إلا أنه من الممكن أن تساهم هذه التدابير في تلبية الإحتياجات الناشئة عن توليد الطاقة من الطاقات المتجددة المتغيرة، ويتيح تصميم تكنولوجيات إتصال متطورة مزودة بعددات ذكية موصولة بمراكز التحكم، إمكانية تحقيق مستويات مرونة أكبر من إدارة الطلب، ويمكن تقديم حوافز لمستخدمي الكهرباء بغية ترشيد إستهلاكهم عن طريق تحديد أسعار مختلفة للكهرباء في أوقات مختلفة، كما يمكن أن يشارك إدارة الطلب في تخفيف أثر التحديات التشغيلية المتوقع أن تتزايد صعوبتها مع تقليبة التوليد من مصادر الطاقات المتجددة؛

3. تخزين الطاقة الكهربائية: يمكن خفض إنقطاع الطاقة المتجددة ورفع كفاءتها عن طريق تخزين الطاقة الكهربائية المولدة عنها عندما يكون ناتج الطاقات المتجددة مرتفعا أو عندما يكون الطلب منخفضا، وإستعمال المخزون عندما يكون ناتج الطاقات المتجددة منخفضا والطلب مرتفعا.

ثانيا: دمج الطاقة المتجددة في شبكات الغاز

على مدار السنوات الخمسين الماضية، صممت شبكات توزيع كبيرة للغاز الطبيعي في عدة أجزاء من العالم، وفي وقت ليس ببعيد، تزايد الإهتمام بجعلها خضراء عن طريق دمج الغازات المنتجة من الطاقات المتجددة، وينشأ الوقود الغازي الناتج عن الطاقات المتجددة بدرجة كبيرة من الكتلة الحية، ويمكن إنتاجه عن طريق الإمتصاص اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي (الميثان وثاني أكسيد الكربون بصورة أساسية)، أو عن طريق الكيمياء الحرارية لإنتاج الغاز التركيبي (الهيدروجين وأول أكسيد الكربون أساسا)، ويمكن حقن كل من الميثان الحيوي والغاز التركيبي، وعلى المدى البعيد الهيدروجين القائم على الطاقة المتجددة في خطوط أنابيب الغاز الطبيعي القائمة حاليا لتوزيعها على المستوى الوطني أو الإقليمي أو المحلي، غير أنه يمكن أن تؤدي الإختلافات في البنية الأساسية القائمة وجودة الغاز الناتج ومستويات الإنتاج والإستهلاك إلى صعوبة التخطيط لزيادة حصة الطاقات المتجددة من الغازات عن طريق دمجها في الشبكة القائمة حاليا، ويمكن أن يكون إستخدام الغاز عالي الكفاءة عند حرقه للحصول على الحرارة، أو عند إستخدامه

لتوليد الكهرباء عن طريق تزويد محركات أو توربينات الغاز بالوقود، أو استخدامه في المركبات سواء في شكل مضغوط أو بتحويله إلى مجموعة من أنواع الوقود السائل باستخدام تقنيات مختلفة، فعلى سبيل المثال يمكن أن يتم حرق الغاز الحيوي أو غاز المدافن في الموقع لإنتاج الحرارة أو الكهرباء، كما يمكن تنقيته وتحسين جودته إلى ميثان حيوي بجودة الغاز الطبيعي لضخه في شبكات الغاز، أو توزيعه بعد ضغطه أو تسييله على مستوى محطات تمين الوقود للمركبات.

ثالثاً: دمج الطاقة المتجددة في شبكات التدفئة والتبريد

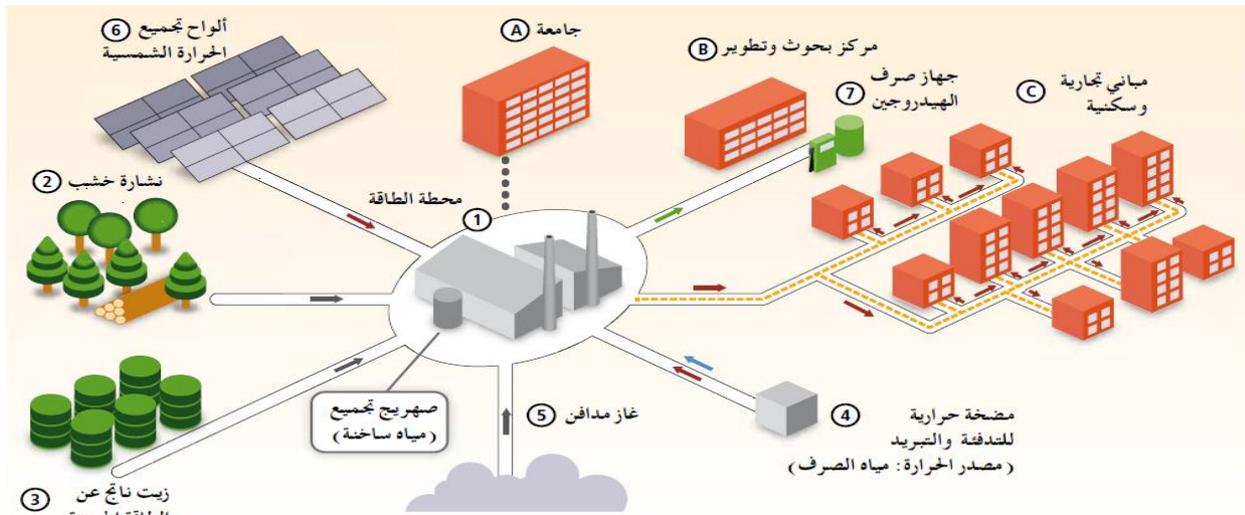
تعمل شبكات التدفئة والتبريد الحضرية على إتاحة موارد متعدد للطاقة لتوصيلها بالكثير من مستهلكي الطاقة عن طريق ضخ ناقلات الطاقة (المياه الساخنة أو الباردة وأحياناً البخار) من خلال خطوط الأنابيب المعزولة المركبة تحت الأرض، ويمكن أن يسهم إنتاج الحرارة المركزة في تيسير استخدام الحرارة المتجددة منخفضة التكلفة من مصادر حرارية أرضية أو شمسية أو احتراق الكتلة الحية (بما في ذلك الوقود المشتق من المخلفات والمنتجات الثانوية للنفايات التي غالباً ما تناسب استخدام نظم التدفئة الإفرادية)، ويمكن أيضاً استخدام فاقد الحرارة الناتج عن توليد الحرارة والطاقة المشترك والعمليات الصناعية، ونفسي هذه المرونة إلى التنافس بين مصادر الحرارة وأنواع الوقود والتكنولوجيات المختلفة، وكذلك فإن من شأن إنتاج الحرارة المركزة أن ييسر تطبيق تدابير فعالة التكلفة للحد من تلوث الهواء المحلي مقارنة بوجود عدد ضخم من فرادى الغابات الصغيرة، ونظراً لما تتمتع به نظم التدفئة والتبريد الحضرية من مرونة فيما يتعلق بمصادر الحرارة أو البرودة المستخدمة، فإنها تسمح باستمرار إمتصاص عدة أنواع من الطاقة المتجددة بحيث تصبح عملية الإحلال التدريجي أو السريع لأنواع منافسة من الوقود الأحفوري أمراً مجدياً في الغالب. ويمكن لأنظمة تدفئة المدن أن تستخدم مدخلات طاقة متجددة حرارية منخفضة الحرارة مثل الطاقة الحرارية من المصادر الشمسية ومن الطاقة الحرارية الأرضية، أو من طاقة الكتلة الحية، وبوسع تبريد المدن أن يستفيد من مجاري المياه الطبيعية الباردة وتستطيع القدرة التخزينية الحرارية والتوليد المشترك المرن التغلب على التحديات الخاصة بتقلبية العرض والطلب، فضلاً عن توفير الإستجابة للطلب على الطاقة الكهربائية، ويمكن لسكاني المباني والعمارات وكذا الصناعات الموصولة بإحدى الشبكات التقليدية، الإستفادة من نظام مركزي مدار بإحتراف، ومن ثم تجنب الحاجة إلى تشغيل وصيانة معدات التدفئة والتبريد الإفرادية، وقد حقق العديد من البلدان معدلات مرتفعة لإستغلال أسواق التدفئة الحضرية بلغت بين 30% و50%، وبلغ إستغلال إيسلندا لمورد الحرارة الأرضية نحو 96%.

وكنموذج عن دمج مصادر الطاقة المتجددة في نظم التدفئة والتبريد، نذكر محطة طاقة متكاملة قائمة على الطاقة المتجددة في مدينة ليلستروم بالنرويج، حيث توفر إمدادات الطاقة للجامعة ومركز البحوث والتطوير ومجموعة من المباني التجارية والسكنية باستخدام نظام للتدفئة والتبريد الحضري يعمل على دمج طائفة من مصادر الطاقة المتجددة والتخزين الحراري، ونظام لإنتاج الهيدروجين وتوزيعه، وقد بلغ إجمالي الإستثمار لإنجاز هذه المحطة نحو 25 مليون دولار إيريكي سنة 2005، وإستمرت مدة الإنجاز ستة سنوات، والشكل الموالي يوضح مختلف أجزاء النظام حيث:

- (1) يمثل نظام طاقة مركزي مزود بصهرنج تجميع وتخزين المياه الساخنة بسعة 1200 متر مكعب؛
- (2) يمثل نظام لحرق الوقود قدرته 20 ميغاواط مزود بإمكانية إستعادة حرارة غازات المدخن؛
- (3) يمثل جهاز لحرق الزيت الحيوي بقدرة 40 ميغاواط؛

- (4) يمثل مضخة حرارية بقدرة 4.5 ميغاواط؛
 (5) يمثل جهاز لحرق غازات المدافن بقدرة 1.5 ميغاواط وخط أنابيب بطول 5 كلم؛
 (6) يمثل نظام لتجميع الحرارة الشمسية سعته 10000 متر مربع؛
 (7) يمثل نظام قائم على الطاقة المحددة لإنتاج الهيدروجين وصرفه للمركبات.

الشكل رقم (8.3): نظام التدفئة والتبريد الحضري المتكامل القائم على الطاقة المتجددة



المصدر: الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، دار النشر لجامعة كامبريدج، 2011، ص 110.

رابعاً: دمج الطاقة المتجددة في مجال الوقود السائل

يرتبط معظم الطلب المتوقع على الوقود الحيوي السائل بأغراض النقل، على الرغم من احتمال ظهور طلب صناعي على مواد التشحيم الإحيائية والكيماويات الإحيائية مثل الميثانول، وفضلاً عن ذلك، من الممكن أن يستعاض في نهاية المطاف عن كميات كبيرة من الكتلة الحية الصلبة التقليدية بأنواع وقود سائل أكثر ملائمة وأماناً وصحة مثل الإثير ثنائي الميثيل المشتق من الطاقة المتجددة أو هلام الإيثانول، ويمكن للوقود الحيوي المنتج أن يستفيد من مكونات البنية الأساسية القائمة المستخدمة لأغراض الوقود البترولي، بما في ذلك التخزين والخلط والتوزيع والصرف، ومع ذلك يمكن أن يؤدي تقاسم البنية الأساسية للمنتجات البترولية (معدات التخزين، خطوط الأنابيب والشاحنات) مع الإيثانول إلى مشكلات ناتجة عن إمتصاص الماء وتآكل المعدات وبذلك قد يتطلب الأمر الاستثمار في مواد متخصصة لحماية الأنابيب من التآكل.

ويتطلب استخدام خليط الوقود المنتج بإحلال الإيثانول محل نسبة من البنزين (عادة من 5% إلى 25%) ويمكن أن تصل نسبة 100%)، أو إحلال الديزل الحيوي مكان الديزل التقليدي، الاستثمار في البنية الأساسية بما في ذلك زيادة الصهاريج والمضخات في محطات التزويد بالوقود للمركبات، وبما أن كثافة الطاقة في الإيثانول لا تشكل سوى ثلثي كثافة الطاقة (بالكتلة) في البنزين، يلزم ذلك إنشاء أنظمة تخزين أكبر حجماً، وبناء المزيد من القاطرات والحاويات، وإنشاء خطوط أنابيب ذات سعة أكبر لتخزين ونقل نفس الكمية من الطاقة، ويؤدي ذلك إلى زيادة

تكاليف تخزين الوقود وتوصيله، وعلى الرغم من أن خطوط الأنابيب تمثل نظريا أكثر أساليب التوزيع إنتشارا، ومع نجاح توزيع شحنات الإيثانول عبرها، إلا أنه لاتزال هناك العديد من التحديات الفنية والتقنية قائمة بعد، وعادة ما تكون كميات الإيثانول المنتجة في إحدى المناطق الزراعية لتلبية الطلب المحلي، أو لأغراض التصدير التي لا تتطلب تكاليف إستثمارية وتحديات تشغيلية مصاحبة لتشييد خطوط أنابيب متخصصة لذلك الشأن.

المطلب الثالث: دمج الطاقات البديلة المتجددة في القطاعات الاقتصادية

يراهن الكثيرون أن العقود القادمة ستشهد تحولا كبيرا في إنتاج الطاقة، إذ سيتم إبتكار تقنيات جديدة مبدعة تنتج الطاقة من قبل كبريات شركات إنتاج الطاقة، وستكون مصادر هذه الطاقة على الأرجح الطاقات المتجددة والجديدة. أما مصادر الطاقة التقليدية فمن المتوقع أن تستغل للصناعات البتروكيمياوية والمنتجات العضوية، وربما تنقلب الموازين فتكون مصادر الطاقة التقليدية مساندة بينما الطاقات المتجددة أساسية، ولاتزال التطورات في تكنولوجيات الطاقة المتجددة مستمرة في العديد من القطاعات، وهو ما يؤدي إلى زيادة نشرها في العديد من القطاعات الحيوية منها قطاع النقل، قطاع السكن، قطاع الصناعة وقطاع الزراعة، وتواجه عملية الدمج هذه العديد من التحديات، كما تتاح العديد من خيارات ومسارات التحول التي يمكن إنتهاجها لتعزيز دمج الطاقة المتجددة في مختلف القطاعات.

أولا: قطاع النقل والمواصلات

يمثل الطلب على الطاقة في قطاع النقل أكثر من ربع إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية، ومع تزايد وتيرة النمو الإقتصادي في الدول كثيفة السكان مثل الصين والهند، من المتوقع أن يزداد هذا الطلب مستقبلا بهذه الدول وهو ما يؤدي إلى إرتفاع الجزء المخصص من الطاقة لهذا القطاع، ويمكن أن نميز في الطلب على الطاقة لقطاع النقل بين الطلب على النقل الهادف لنقل الأفراد، وذلك الهادف لنقل السلع والإمدادات، كما يقسم النقل إلى أشكال مختلفة بين النقل البري والنقل البحري والنقل الجوي، ولأن الوقود التقليدي السائل وحتى الغازي يناسبان بشكل رئيسي ومثالي كل تطبيقات النقل بسبب كثافة الطاقة المترافقة مع هذا النوع من الوقود إضافة إلى سهولة نقله وتخزينه فإن إحدى الخيارات المتاحة لتخفيف الإعتماد على وقود البترول والغاز هو إستبدال إستخدام محركات الإحتراق الداخلي التي تعمل على الوقود الأحفوري إلى شكل آخر مختلف تماما لحامل الطاقة، وهو ما تم بنجاح في قطاع السكة الحديدية بإستخدام قاطرات كهربائية، وحتى إن تم توليد الكهرباء بشكل رئيسي من الوقود الأحفوري فإن ذلك قد لا يؤدي إلى تخفيض إنبعاثات الغازات الدفيئة كنتيجة لكهربية الخطوط الحديدية، غير أنه على المدى البعيد سيتم توليد الكهرباء اللازمة بشكل تدريجي من مصادر الطاقة المتجددة، ويعد إستخدام الوقود الحيوي كالإيثانول والديزل الحيوي من الطرق المعتمدة لمحاربة الإنبعاث الكبير للغازات الدفيئة.¹

¹ دربال عبد القادر، زواوي حلام، سياسات وإستراتيجيات تبني إقتصاديات الطاقات المتجددة وإمكانية دمجها في منظومة الإمداد الطاقوي (قطاع النقل نموذجاً)، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، 1، 2015، ص4.

وبما أن قطاع النقل من أكثر القطاعات إستهلاكاً للوقود الأحفوري، ويختلف حجم الإستهلاك من وسيلة إلى أخرى كما يبينه الجدول رقم (2.3)، لذا يعد تأثير إستخدام الطاقة في النقل على البيئة من أهم القضايا التي تواجه التنمية المستدامة، ومن أهم التحديات التي تواجه قطاعات الطاقة والنقل، تحويل وسائل النقل المختلفة إلى إستخدام وقود أكثر نظافة، ومن ذلك إستخدام الجازولين الخالي من الرصاص، والديزل ذي نسبة كبريت منخفضة والتحول إلى الغاز الطبيعي وكذا إستخدام تكنولوجيات الطاقة الأكثر كفاءة، وتطبيق أسلوب إدارة أفضل في تحديد متطلبات النقل، ومنه فإن كفاءة إستعمال الوقود تعتمد على الوسيلة المستعملة في النقل، إضافة إلى السياسات والإستراتيجيات التي يتم وضعها وتنفيذها في هذا القطاع منها ما يخص نوعية الشبكة الطرقية وحالتها ومدى إنتشار الطرق السريعة وتحديد السرعة عليها وإجراءات المراقبة لحالة المركبات من خلال إلزامية الفحص الفني والدوري وكذلك تطوير النقل العمومي خاصة في المدن التي تزدحم فيها وسائل المواصلات الخاصة وكذا تطوير قطاع نقل البضائع بالقطارات بدلا من الشاحنات، والجدير بالملاحظة أن تغيير نمط النقل يتطلب جهدا ووقتا طويلا مثلما أثبتته العديد من الدراسات الخاصة بهذا المجال التي أجريت في الدول المتقدمة.

الجدول رقم (2.3): إستهلاك الوقود في مختلف وسائل النقل

| وسيلة النقل | الوقود المستهلك لنقل شخص واحد لمسافة 100 كلم |
|----------------------|--|
| سيارة خاصة بشخص واحد | 7 لتر مكافئ بترول |
| طائرة | 3.6 لتر مكافئ بترول |
| قطار سريع (VGT) | 2.5 لتر مكافئ بترول |
| قطار تقليدي | 1.35 لتر مكافئ بترول |

المصدر: محمد الهواري، ترشيح استهلاك الطاقة في الدول العربية: الدوافع والآثار الاقتصادية، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد السادس والثلاثون، العدد 135، الكويت، خريف 2010، ص58.

ومن بين المبادرات والشراكات الدولية المتعلقة بإدماج الطاقات المتجددة في قطاع المواصلات وخاصة ما يرتبط بالوقود النظيف للسيارات، نذكر الشراكة العالمية التي أقرها مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة التي تقودها الولايات المتحدة الأمريكية ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (EPA) تشمل كذلك عدداً كبيراً من الدول، وهيئات القطاع الخاص، والمجتمع المدني ومنظمات وهيئات دولية منها إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة (UN DESA)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، وتتم هذه الشراكة أساساً بتلوث الهواء في المناطق الحضرية بسبب وسائل النقل، وذلك من خلال السعي نحو التخلص من عنصر الرصاص في الجازولين، وخفض نسبة عنصر الكبريت في الديزل والجازولين، مع الإلتجاه نحو إستخدام تكنولوجيات نظيفة للطاقة في السيارات خاصة مع توقع إرتفاع درجة إمتلاك السيارات لكل فرد مقارنة بعدد السكان

إذ سيبلغ عدد السيارات المملوكة سنة 2035 نحو 2.4 مليار سيارة،¹ وقد خصصت حكومة الولايات المتحدة مبلغ 1.4 مليون دولار أمريكي لصالح الشراكة من أجل الوقود النظيف للسيارات، وتركز هذه الشراكة على ما يلي:²

- مساعدة الدول النامية في وضع خطط عمل لإستكمال التخلص من إستخدام الجازولين المحتوي على عنصر الرصاص على النطاق العالمي وللبداء في تخفيض نسبة الكبريت في وقودي الجازولين والديزل، على أن يتزامن ذلك مع إقرار متطلبات السيارات الأكثر نظافة؛
- دعم تطوير وإعتماد معايير وقود أكثر نظافة، ومتطلبات سيارات أكثر نظافة وذلك من خلال توفير قاعدة لتبادل الخبرات والممارسات الناجحة، وكذا تقديم المساعدات التقنية بين الدول المتقدمة والنامية؛
- توفير مواد إعلامية للجماهير، وبرامج تعليمية، وحملات توعية، وتعديل الأدوات الإقتصادية والتخطيطية لتناسب الوقود النظيف والسيارات النظيفة وتدعيم برامج التنفيذ مع التركيز على موضوع غش الوقود؛
- تشجيع ورعاية الشراكات الرئيسية فيما بين الحكومة والصناعة والمنظمات غير الحكومية والجماعات الأخرى المهتمة بالموضوع سواء على مستوى الدولة أو فيما بين الدول وذلك لتسهيل تطبيق الإلتزامات المتعلقة بالوقود والسيارات الأكثر نظافة.

ثانياً: قطاع الفلاحة

يتميز القطاع الفلاحي بالإنخفاض النسبي لإستهلاك الطاقة فيه، وبأبني الإستخدام غير المباشر المرتفع نسبياً للطاقة لأغراض تصنيع الأسمدة وتشغيل الآلات، وعادة ما يمثل ضخ المياه لأغراض الزراعة أعلى طلب على الطاقة في المزارع إلى جانب إستخدام الديزل في الآلات والكهرباء في حلب الألبان والتبريد والمعدات الثابتة، ويمكن في العديد من الأقاليم إستخدام الأراضي الجارية زراعتها بصورة متزامنة لأغراض إنتاج الطاقة المتجددة، ويشيع حالياً تعدد إستخدام الأراضي لأغراض الفلاحة والطاقة، مثل إنشاء التوربينات الهوائية على أراضي الرعي، وإستخدام نباتات الوقود الحيوي لمعالجة فضلات الحيوانات الغنية بمغذيات يعاد تدويرها إلى الأرض، وإستخدام المجاري المائية لإنتاج نظم الطاقة المائية الصغيرة، كما يتم جمع نفايات المحاصيل الزراعية وحرقتها لإنتاج الحرارة والكهرباء، وزراعة محاصيل الطاقة وإدارتها خصيصاً لتوفير المواد الوسيطة للكتلة الحية اللازمة لإنتاج الوقود السائل وتوليد الحرارة والكهرباء، وحيث أن مصادر الطاقة المتجددة، ومنها طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، نفايات المحاصيل ومخلفات الحيوانات، غالباً ما تتوفر بكثرة في المناطق الريفية، فمن شئ حجزها ودمجها أن يمكن أصحاب الأراضي من إستخدامها محلياً في العمليات الفلاحية كما يمكنهم تحقيق إيرادات إضافية عند تصدير ناقلات الطاقة مثل الكهرباء أو الغاز الحيوي المولد من الطاقة المتجددة خارج المزرعة، وبالرغم من العراقيل القائمة أمام نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة بما في ذلك إرتفاع التكاليف الرأسمالية، ونقص التمويل المتاح والبعد المكاني عن مستهلكي الطاقة، فمن المرجح أن يستخدم القطاع الفلاحي العالمي الطاقة المتجددة بدرجة أكبر مستقبلاً وذلك لتلبية الطلب على الطاقة لأغراض الإنتاج الأولي وعمليات

¹ BP, Energy Outlook to 2035, London, 2016, p25.

² اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، مرجع سبق ذكره، ص13.

الحصاد، وسوف تعتمد إستراتيجيات الدمج التي يمكن أن تزيد من إنتشار الطاقة المتجددة إعتقادا جزئيا على مواد الطاقة المتجددة المحلية والإقليمية.¹

ثالثا: قطاع السكن و المباني

يعمل قطاع السكن على توفير المأوى ومجموعة متنوعة من خدمات الطاقة لدعم سبل عيش ورفاهية السكان على مستوى العالم. وبلغت نسبة إستهلاك القطاع للطاقة ضمن إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة الأولية بنحو 20%² بما فيها الطاقة المستهلكة من طاقة الكتلة الحية التقليدية المستخدمة لأغراض التدفئة والطهي، وعادة ما يلي الوقود الأحفوري الطلب المتزايد لأغراض التدفئة والتبريد والتكييف، ويمكن الإستعاضة عن ذلك إقتصاديا في كثير من الأقاليم بشبكات للتدفئة والتبريد الحضري أو الإستخدام المباشر لأنظمة الطاقة المتجددة في المباني مثل نظام تسخين المياه بإستخدام الطاقة الشمسية، ونظام التبريد بإمتصاص الطاقة الشمسية، وتتيح تكنولوجيا توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة المدججة في المباني (مثل اللوحات الشمسية المزودة بخلايا فوتوفولطية ضوئية) الفرصة للمباني لتصبح جهات للإمداد بالطاقة وليس إستهلاكها ذاتيا فقط، ويمثل دمج الطاقة المتجددة في البنيات الحضرية القائمة إلى جانب الأجهزة ذات الكفاءة العالية في إستخدام الطاقة، إضافة إلى تصميمات المباني الصديقة للبيئة، كلها عناصر أساسية في مواصلة نشر الطاقة المتجددة. ومن المتوقع أن تزخر بيوت المستقبل بكهرباء الشمس، وربما يكون وقود سيارتنا الإيثانول والهيدروجين، ويتم ضخه من صهاريج هذه البيوت، والجميل في الطاقة المتجددة أنها يمكن تطبيقها على مستوى صغير كالمنازل، وحاليا لا يمكن عمل محطة توليد الكهرباء تعمل على البترول أو الفحم لمنزل واحد بينما ذلك ممكنا بالطاقة الشمسية إذ يتم وضع خلايا شمسية على سقف منزل أو وضع مولد كهرباء بطاقة الرياح (طاحونة الرياح) وتشغيل كافة الأجهزة الكهربائية في المنزل، كما يمكن تسخين المياه، وتدفئة غرف المنزل، أو تبريدها بحرارة الشمس، وبذلك سوف لن يظل العالم أسيرا لسوق الطاقات التقليدية خصوصا مع قرب نفاذها أو في حالة إرتفاع أسعارها، ولالإطلاع على شكل يوضح نموذج مقترح لدمج إستخدام الطاقات المتجددة في المنازل أنظر الملحق رقم "1.3" في الأخير.

رابعا: قطاع الصناعة

يستهلك قطاع الصناعة نحو 31% من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة النهائية حسب تقرير وكالة الطاقة الدولية لسنة 2017،³ وإن تفاوتت هذه النسبة تفاوتا ملحوظا ما بين الدول النامية والمتقدمة، ويتسم قطاع الصناعة بتنوع فروعها بين **الصناعات الثقيلة** التي تمثل حوالي 85% من إجمالي إستهلاك القطاع للطاقة، ويشمل عدة مجالات منها: صناعة الحديد والصلب، صناعة تكرير البترول، صناعة المعادن غير الحديدية... الخ، و**الصناعات الخفيفة** التي تتسم بإنخفاض كثافة إستخدام الطاقة، ومنها الصناعات الغذائية، صناعة النسيج، تصنيع الأجهزة الإلكترونية الخفيفة... الخ فهي وإن كانت عديدة تساهم بحصة أقل ضمن إجمالي إستهلاك الطاقة من الصناعات الثقيلة، ويرجع القسم الكبير

¹ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مرجع سبق ذكره، ص119. (بتصرف)

² International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2017, Op.Cit, p44.

³ Idem.

لإستهلاك الطاقة على مستوى الصناعات الخفيفة إلى إستخدامها لأغراض الإضاءة والتدفئة والتبريد وتشغيل المعدات المكتبية، وبوجه عام تتميز هذه الصناعة بقدر أكبر من المرونة وتتيح فرصاً أيسر لدمج الطاقة المتجددة مقارنة بالصناعات كثيفة إستخدام الطاقة، وتواجه عملية دمج الطاقات المتجددة في العمليات الصناعية بعض العراقيل، منها مشكلة الأراضي والحيز المساحي المطلوب لتشييد مشاريع الطاقة المتجددة، ومطلب زيادة موثوقية الطاقة المستمدة لضمان إستمرارية العمليات، وكذا صعوبة تقييم إمكانية وتكاليف توسيع استخدام الطاقة المتجددة في الصناعة بسبب تشعب أشكالها، إضافة إلى أنه غالباً ما تقتصر سياسات دعم الطاقة المتجددة على قطاعي النقل والسكن والمباني أكثر من تركيزها على الصناعة، ومن ثم تبقى إمكانية الدمج غير مؤكدة نسبياً، فحيثما طبقت سياسات الدعم كللت جهود نشر الطاقة المتجددة بالنجاح.¹

وتشمل التدابير المتخذة للحد من الطلبات الطاقوية في الصناعة وكذا حجم الإنبعاثات السامة، في تعزيز كفاءة إستخدام الطاقة وإعادة تدوير المخلفات الصناعية، وإمتصاص الكربون وتخزينه خاصة في الصناعات المسببة لإنبعاثات ضخمة مثل صناعة الإسمنت، وكذا إستبدال المواد الوسيطة للوقود الأحفوري من خلال زيادة دمج حصص أكبر من مصادر الطاقة المتجددة، وتتضمن الفرص الأساسية لدمج الطاقة المتجددة في الصناعة ما يلي:

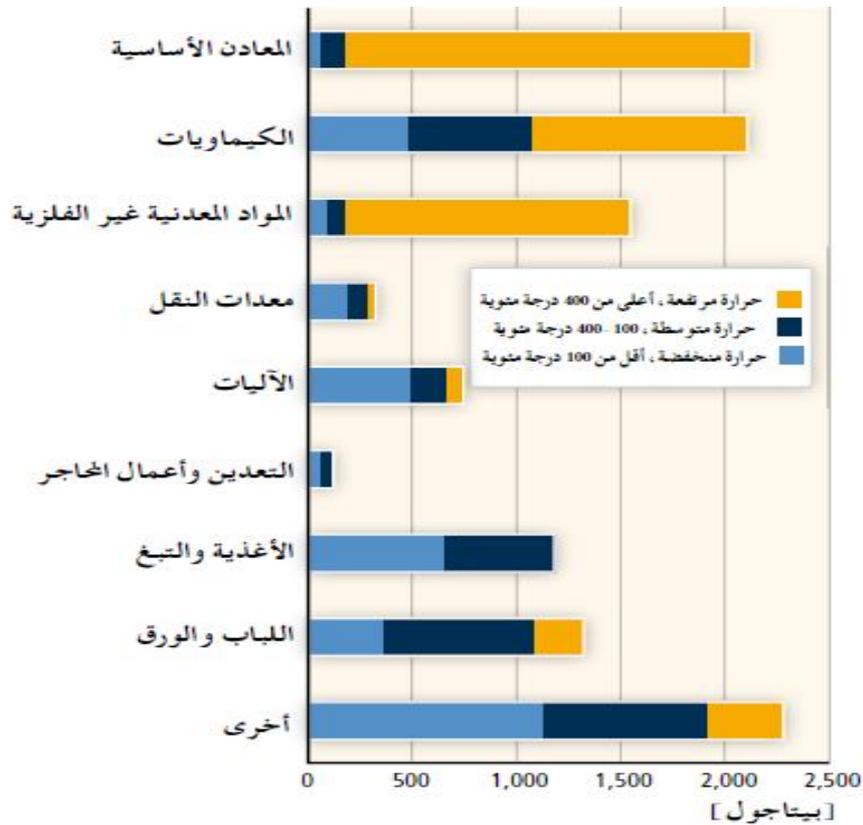
- الإستخدام المباشر للوقود المشتق من الكتلة الحية ومخلفات العملية الصناعية المتعلقة بالإنتاج في الموقع وإستخدام الوقود الحيوي والتوليد المشترك للحرارة والكهرباء؛
 - الإستخدام غير المباشر من خلال زيادة إستخدام الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة، بما في ذلك العمليات الحرارية الكهربائية؛
 - الإستخدام غير المباشر من خلال ناقلات الطاقة الأخرى المشتراة القائمة على الطاقة المتجددة بما في ذلك الحرارة والوقود السائل والغاز الحيوي، والهيدروجين بقدر أكبر في المستقبل؛
 - الإستخدام المباشر للطاقة الحرارية الشمسية لتلبية الطلبات على الحرارة والبخار اللازمين للعملية الصناعية.²
- وفي الواقع لا تمثل الصناعة جهة إستخدام الطاقة المتجددة وحسب، وإنما يمكن أن تمثل جهة إمداد محتملة للطاقة الحيوية كمنتج فرعي، وأغلب الإستخدام المباشر الحالي للطاقة المتجددة في الصناعة يقوم على الكتلة الحية التي يتم إستغلالها مثلاً في صناعة الورق والسكر كمنتجات ثانوية ناتجة عن العملية الصناعية وتستخدم لأغراض التوليد المشترك للحرارة والكهرباء، كما تختلف الخيارات المتوفرة لزيادة إستخدام الطاقة المتجددة في الصناعات الكثيفة الإستخدام للطاقة بإختلاف القطاعات الفرعية الصناعية، فمن الناحية الفنية يمكن أن تحل الكتلة الحية، على سبيل المثال، محل الوقود الأحفوري في الغلايات والأفران، أو أن تحل الكيماويات الحيوية محل الكيماويات البترولية، ومع ذلك، فقد يشكل الوصول إلى كميات كافية من الكتلة الحية المحلية قيدا بسبب نطاق العمليات الصناعية الكثيرة ويمكن أن يتعرض إستخدام التكنولوجيات الشمسية إلى التضيق في بعض المواقع التي تتسم بإنخفاض عدد ساعات إشراق الشمس فيها سنوياً، ولكن الخيار الرئيسي بالنسبة للعديد من العمليات الصناعية كثيفة الإستعمال للطاقة هو

¹ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مرجع سبق ذكره، ص 117-119.

² المرجع السابق، ص 118.

الدمج غير المباشر للطاقة المتجددة من خلال التحويل للكهرباء المولدة من الطاقة المتجددة المنقولة من الشبكة الرئيسية أو الانتقال التدريجي إلى الهيدروجين مستقبلاً، وتوحي الخيارات المتاحة المتعلقة بإنتاج الكهرباء المنخفضة الكربون وتنوع إستخدامها، بأن العمليات الحرارية الكهربائية يمكن أن تصبح أكثر أهمية في المستقبل لتحل محل الوقود الأحفوري في طائفة من العمليات الصناعية، كما أن إمكانية دمج الطاقة المتجددة تتوقف على الحرارة اللازمة للعمليات الصناعية حيث للعمليات الصناعية التي تحتاج درجة حرارة أقل من 400 درجة مئوية يمكن تجسيد الدمج من خلال طاقة الكتلة الحية والطاقة الشمسية أو طاقة الحرارة الأرضية المباشرة، وفي المقابل تعد مصادر الطاقة المتجددة أقل ملائمة لتلبية الطلب على الطاقة للعمليات الصناعية التي تتطلب درجة حرارة أعلى من 400 درجة مئوية بإستثناء الطاقة الشمسية مرتفعة الحرارة، والشكل الموالي يوضح توزيع مستويات درجة الحرارة حسب إحتياجات القطاعات الفرعية للصناعات الثقيلة والصناعات الخفيفة حيث أجري هذا التقييم في 32 بلداً أوروبياً.¹

الشكل رقم (9.3): توزيع درجة الحرارة اللازمة لمختلف العمليات الصناعية الثقيلة والخفيفة



المصدر: الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، دار النشر لجامعة كامبريدج، 2011،

ص118.

¹ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مرجع سبق ذكره، ص118. (بتصرف)

المطلب الرابع: الطاقات البديلة المتجددة في سياق خدمة التنمية المستدامة

من الناحية التاريخية إرتبطت التنمية الإقتصادية إرتباطا وثيقا بالإستخدام المتزايد للطاقة وتنامى إنبعاثات الغازات الدفيئة، وتستطيع الطاقة المتجددة في فك هذا الإرتباط والمساهمة في التنمية المستدامة، بالرغم من أن الإسهام الدقيق للطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة بحاجة للتقييم على المستوى القطري، حيث تتيح الطاقة المتجددة الفرصة للإسهام في التنمية الإقتصادية والإجتماعية، وذلك بما يكفل تعظيم الرفاهية الإقتصادية والإجتماعية وحتى البيئية للسكان، وتأمين الحصول والإمداد بالطاقة، والتخفيف من تغير المناخ، والتقليل من الآثار السلبية على الصحة والبيئة.

أولا: أوجه التفاعل بين الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة

إن علاقة الطاقة بعملية التنمية علاقة وطيدة نظرا لكونها ركيزة أساسية من ركائز التنمية، فلا يمكن تحقيق أي جانب من جوانب التنمية دون توفر خدمات الطاقة بالقدر الكافي والأسعار المناسبة، وفي ظل المعطيات الحالية التي يعرفها العالم وتبنتها الدراسات الإستشرافية لمراكز الأبحاث والهيئات الأمية بشأن قرب نفاذ مخزون الطاقات الأحفورية والتغيرات المناخية، أصبح تحقيق إستدامة قطاع الطاقة أولوية أساسية بالنسبة لعملية التنمية المستدامة، وهو ما أقرته اللجنة العالمية للبيئة والتنمية (توفير الطاقة ما بعد قمة ريو) حيث تم الإجماع على أنه "من أجل تحقيق خفض عدد الفقراء الذين يعيشون بأقل من دولار يوميا إلى النصف بحلول عام 2015، يجب توفير خدمات الطاقة كشرط أولي وأساسي لتحقيق العدالة في توزيع الحاجات الأساسية الغذائية والصحية، ومن ثم فإن توفير الطاقة المستدامة للعائلات الفقيرة يؤدي بصفة أساسية إلى القضاء على الفقر وخاصة إذا تم ذلك في إطار سياسة كلية تهدف إلى ذلك".¹

إن التحدي الذي تواجهه سياسات الطاقة اليوم هو كيفية الملاقات ما بين برامج التنمية الإقتصادية من جهة وبرامج البيئة من جهة ثانية، خاصة وأن حجم الإنتاج والإستهلاك السائد حاليا يؤدي إلى الإستنزاف الكبير والسريع لموارد الطاقوية المتاحة التي ينجم عنها تلوث كبير للبيئة، ومن هنا فإن تطوير وإستغلال الطاقة المتجددة هو البديل الذي يسمح بالتوفيق ما بين التنمية وحماية البيئة، وفي هذا الإطار وضع المجتمع الدولي صوب إهتماماته هدفين يسمحان بإستغلال الطاقات المتجددة إستغلالا يحدم عملية التنمية المستدامة وهما:

- العمل على ضمان وصول خدمات الطاقة المتجددة إلى ملياري شخص حول العالم لا يحصلون على خدمات الطاقة الأساسية خلال السنوات القليلة القادمة؛
- العمل السريع على تطوير سوق الطاقات المتجددة من أجل خفض تكاليف إنتاجها وكذلك تقنياتها ومن ثم أسعار الطاقة المنتجة منها، مما يشجع أكثر على إستهلاكها وإحلالها كبديل لمصادر الطاقة التقليدية، الأمر الذي سيؤدي حتما إلى التقليل من الغازات العادمة المنبعثة من المصادر التقليدية.

¹ L'énergie propre pour un développement durable: choisissez l'énergie positive, 2002, sur le site : www.greenpage.com

إذن فالطاقات المتجددة يمكن أن تلعب دوراً محورياً بالنسبة لعملية التنمية المستدامة، إلا أن هذا الدور يختلف ما بين المدى القصير وذلك الذي يمكن أن تلعبه على المدى الطويل بحيث:¹

- على المدى القصير: لا يمكن للطاقة المتجددة أن تحل محل الطاقات التقليدية بشكل كلي، لأنها مازالت تحتاج إلى فترة زمنية حتى تصل صناعتها إلى مرحلة النضج التي تتمتع بها الطاقات التقليدية حالياً، إلا أن هذا لا يمنع أن تساهم بشكل فعال في تحسين ظروف المعيشة لملايين البشر خاصة في المناطق النائية والبعيدة؛

- على المدى الطويل: إن الطاقات المتجددة هي الحل الفعال للموافقة ما بين عملية التنمية المستدامة التي تراعي الضوابط البيئية وما بين توفير الإحتياجات الطاقوية للأجيال الحالية والمستقبلية، لذا فعلى المجتمع الدولي العمل الجاد من أجل تطوير تكنولوجياتها وإحلالها بشكل يسمح للأجيال الحالية تأمين إحتياجاتها الطاقوية، دون المساس بحق الأجيال القادمة في الحصول على إحتياجاتها هي الأخرى، ومن خلال العناصر المئوية سنحاول التطرق للدور الذي تلعبه ويمكن أن تؤديه الطاقات المتجددة وفق أهداف وأبعاد التنمية المستدامة.

ثانياً: تخزين الطاقات المتجددة لتحقيق إستدامة الإمداد

تعد الطاقات المتجددة طاقات متقطعة وغير منتظمة كما هو الحال بالنسبة للطاقة الشمسية (في فترة الليل أو الأيام الغائمة)، أو بالنسبة لطاقة الرياح (تباطؤ سرعتها)، ومن تم تظهر الحاجة لتخزينها ليتم إستعمالها في الأوقات التي يقل أو ينعدم فيها المصدر، وسوف نقوم بإستعراض بعض أنواع التخزين ومدى فاعليتها:²

1. البطاريات: تعد من أكثر تقنيات التخزين إنتشاراً، إلا أنها تعاني من قصر العمر الذي قد لا يتجاوز الخمسة سنوات، مما يؤدي إلى ضرورة زيادة السعة الكلية للبطاريات المستخدمة بصورة أكثر من الحاجة المحسوبة أو المتوقعة وبالتأكيد سيرفع ذلك من التكلفة الكلية للتخزين، إضافة إلى المشاكل التي ستواجه العالم للتخلص من نفايات هذه البطاريات مما يجعلها أحد المصادر التي تهدد البيئة؛

2. التروس الطائرة: تعتمد هذه التقنية على تخزين الطاقة ميكانيكياً، حيث تقوم كتلة كبيرة وثقيلة بالدوران حول محورها وتخزن الطاقة على هيئة طاقة حركية، وتعد التروس من تقنيات التخزين الواعدة التي ستحل محل البطاريات مستقبلاً؛

3. نظام طاقة الرياح مع ربطه بمولد كهربائي (ديزيل): يستخدم هذا النظام بكثرة في المناطق النائية التي يصعب توصيل التيار الكهربائي إليها، حيث يتم بناء توربين هوائي يقوم بتوفير الطاقة الكهربائية بمساعدة مولد الديزل، وتقوم فكرة هذا النظام على أن يقوم مولد الديزل بمساندة التوربين الهوائي في حالة تناقص سرعة الرياح أو إنعدامها، إلا أنه يواجه بعض المشاكل أهمها هو عدم التخطيط المسبق للطاقة المطلوبة توفيرها للمستهلك ومقارنتها بحجم التوربين الهوائي وطبيعة الرياح في المنطقة؛

¹ عبد الرسول الغزوي، محمد عبد الغني، ترشيد استهلاك الطاقة، دار مجدلاوي، الأردن، 1996، ص57.

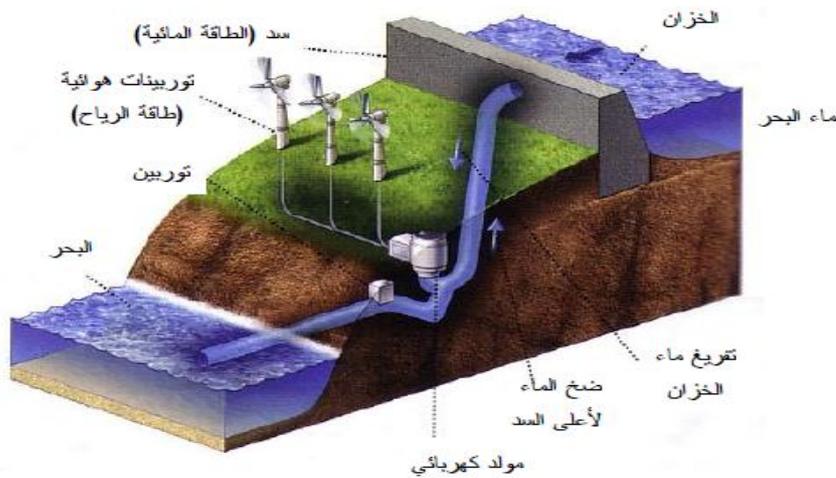
² وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة: أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، بدون سنة نشر، ص52-53.

4. **وقود الهيدروجين:** من بين التقنيات الواعدة في مجال التخزين هو تقنية وقود الهيدروجين الذي يستخدم لتخزين ونقل الطاقة، وعادة ما يستخدم مع الطاقة الشمسية، وأيضا مع مصادر طاقة متجددة أخرى، ويتم الحصول على الهيدروجين عن طريق التحليل الإلكتروني للماء باستخدام الطاقة المتجددة كمصدر للطاقة الكهربائية، وبعدها يخزن الهيدروجين، ويمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من مخزون الهيدروجين أو عن طريق المولدات أو باستخدام خلايا الوقود؛

5. **نظام الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة:** إن أحد الطرق المتبعة للإستفادة بأقصى صورة من مصادر الطاقة المتجددة وتقليل الحاجة إلى وسائل التخزين المكلفة، هو نظام الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة، وأكثر تلك المصادر إستخداما هو طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وهو يعتمد على توافر كلتا الطائقتين أثناء اليوم وفي كل فصل وعادة ما تكون سرعة الرياح أكبر في الليل عنها في فترة النهار، وخاصة بالقرب من البحر، وهي الفترة التي تنعدم فيها الطاقة الشمسية التي تتوافر في النهار، وهكذا بالإمكان تخطيط نظام يستفيد من هذا التغير الطبيعي للحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة.

6. كما تلعب الطاقة المائية دورا هاما كمصدر هام لتخزين المصادر الأخرى، حيث تعتمد الفكرة على إستخدام مصادر الطاقة المتجددة الأخرى في فترة توافرها لضخ الماء إلى خزان يتم تفريغه ليندفع الماء إلى توربينات لتوليد الكهرباء في وقت الحاجة لذلك، والجدير بالذكر أن هذه الطريقة مستخدمة في بعض الدول لتخزين الطاقة الكهربائية المولدة من الوقود التقليدي في فترات إنخفاض الإستهلاك ليتم إستخدامها مرة أخرى في فترات الذروة، والشكل رقم (10.3) يوضح تقنية دمج بين مصادر الطاقة المتجددة، حيث أثناء المد يتم ضخ المياه إلى خزان ليتم بعدها تفريغ هذه المياه لتشغيل توربينات عند الحاجة للكهرباء، كما أن طواحين الرياح ستوفر الطاقة أثناء الليل عند إنعدام أشعة الشمس للحصول على الطاقة.

الشكل رقم (10.3): تقنية الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة



المصدر: وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة: أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، بدون سنة نشر، ص56.

ثالثاً: الطاقات المتجددة وأبعاد الإستدامة الإقتصادية، الإجتماعية والبيئية

إن مستوى التقدم الحاصل في تكنولوجيات وتقنيات الطاقات المتجددة يجعلها قابلة للإستخدام سواء في النظم الصغيرة التي تؤمن الإمدادات المحلية في المناطق النائية، أو في النظم المركزية للإستخدام الحراري في الصناعة وغيرها بالإضافة إلى نظم توليد الكهرباء بالقدرات الكبيرة التي يمكن أن ترتبط بالشبكات الكهربائية المحلية والإقليمية، وعليه يمكن للطاقات المتجددة الإسهام بشكل مؤثر في المجالات التالية:¹

1. تعزيز وتوفير إمدادات الطاقة للسكان: تفتقر شرائح كبيرة من سكان العالم خاصة الذين يعيشون في المناطق الريفية والنائية في الوقت الحاضر إلى الإستفادة من خدمات الطاقة الحديثة والنظيفة، أو لا يستفيدون منها سوى إستفادة محدودة، مما يؤدي إلى تدهور أوضاعهم الإقتصادية والإجتماعية، وكذا إنخفاض مستوى التعليم والرعاية الصحية، ويحد من فرص التنمية وتحسين نوعية الحياة، وبالنظر إلى كون المصادر المتجددة مصادر محلية تتوفر بهذه المناطق، يمكن للطاقة المتجددة أن تساعد في تسريع وتيرة الحصول على الطاقة، من خلال تنفيذ العديد من نظمها بالقدرات الملائمة لإحتياجات السكان بالمناطق الريفية وبكلفة مناسبة، الأمر الذي يجعلها قادرة على تعزيز إمدادات الطاقة وحفز التنمية بهذه المناطق، فمثلا في العديد من البلدان النامية، وسعت الشبكات اللامركزية المعتمدة على الطاقة المتجددة وإدماجها في شبكات الطاقة المركزية من قاعدة الحصول على الطاقة وحسنتها، وعلاوة على ذلك تُوفّر أيضا تكنولوجيات الطاقة المتجددة غير الكهربائية فرصا لتحديث خدمات الطاقة، فعلى سبيل المثال إستخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه وتجهيف المحاصيل، والوقود الحيوي للنقل، والغاز الإحيائي والكتلة الحية الحديثة للتدفئة والطهي والإضاءة، وطاقة الرياح لضخ المياه، إضافة إلى أن توفر مصادر الطاقة المتجددة في مواقع الإحتياج للمياه خاصة بالتجمعات الصغيرة التي تحتاج إلى إستهلاك محدود من الماء العذب، يمكن أن تكون الحل الإقتصادي والتقني لتحلية المياه في المناطق التي يتعذر بها توفر المصادر التقليدية بتكلفة إقتصادية، إلا أنه يتوقع أن يبقى عدد السكان الذين يعيشون بدون الإستفادة من خدمات الطاقة الحديثة من دون تغيير ما لم تنفذ السياسات المحلية ذات الصلة التي يمكن أن تُدعم أو تُستكمل بالمساعدة الدولية عند الإقتضاء؛

2. تنوع مصادر الطاقة وتحقيق الأمن الطاقوي: ينبغي عدم تجاهل مسألة إستنفاد الموارد الطاقوية على المدى البعيد، فإحتياجات الوقود الأحفوري، تظل في نهاية المطاف موارد طبيعية محدودة، ورغم الجمع بين زيادة الكفاءة الإقتصادية للموارد الطاقوية وزيادة الإعتداد على التكنولوجيات الحديثة في مجال الطاقة، وإستخدام المصادر الطاقوية التقليدية بكيفية أكثر إستدامة، سيحتم التوجه للطاقات المتجددة التي يتوفر العالم على مصادر هائلة منها، حيث يمكن من خلال تطوير إستخداماتها المساهمة التدريجية بنسب متزايدة في مزيج إمدادات الطاقة العالمية، وكذا توفير إحتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وتنوع مصادرها مما يؤدي إلى تخفيف إستهلاك الطاقات التقليدية محليا وتوفير فائضا للتصدير كما تساهم في إطالة عمر مخزون المصادر التقليدية في الدول المنتجة لهذه المصادر، ويمكن التوجه للطاقات المتجددة من تخفيض تكاليف الإستيراد بالنسبة للدول غير المنتجة للطاقات التقليدية من خلال نشر

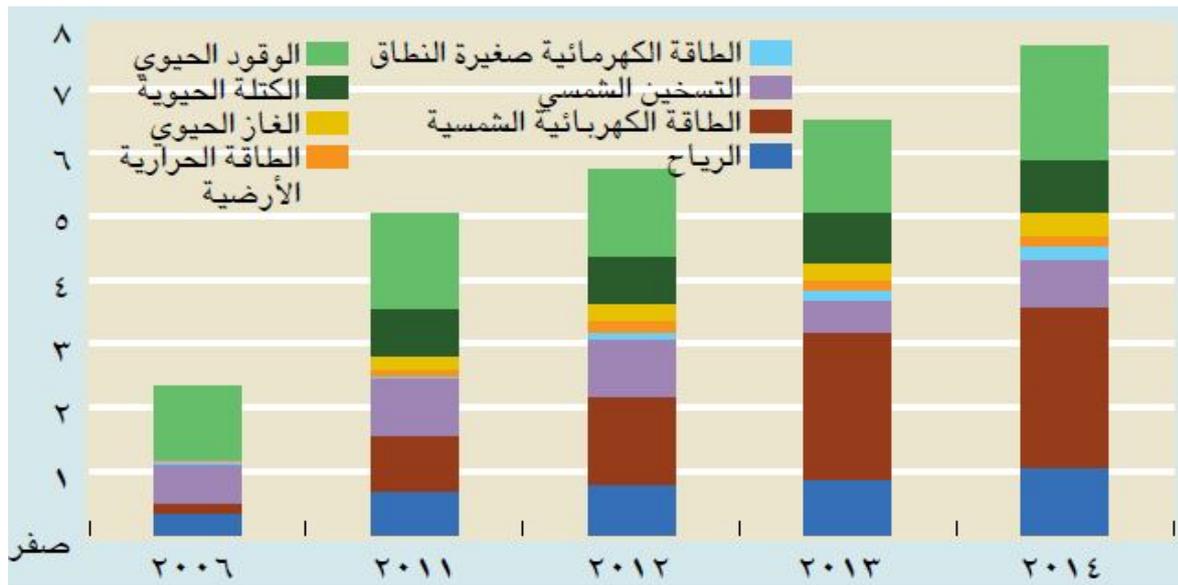
¹ اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، تنمية إستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، الأمم المتحدة، جوهانسبورغ، 2002، ص 1، 2. (بتصرف)

التكنولوجيات المحلية للطاقة المتجددة والتي تبث قدرتها التنافسية، إضافة إلى ذلك تمثل الإمكانيات المتاحة حاليا للنظم المركزية الكبيرة لتوليد الكهرباء فرصة للتوجه نحو تصدير الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة. كما يمكن لخيارات الطاقة المتجددة أن تساهم في تحقيق إمداد طاقتي أكثر أمناً، بالرغم من أنه يجب مراعاة تحديات معينة تتصل بمسألة الإدماج، ويمكن أن تقلل نشر الطاقة المتجددة من إمكانية التعرض لإنقطاع الإمداد وتقلبات الأسواق العالمية للطاقة؛

3. الحد من ظاهرة الفقر، تحسين مستوى المعيشة ونوعية الحياة: تتضمن القضايا الإجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة التخفيف من وطأة الفقر، وإتاحة الفرص أمام المرأة، والتحول الديموغرافي والحضري، إذ يؤدي الوصول المحدود لخدمات الطاقة إلى تهميش الفئات الفقيرة وإلى تقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية، وتعتبر مكافحة الفقر مشكلة مزمنة عبر تاريخ البشرية، إلا أن قمة جوهانانسبورغ أعطتها بعدا جديدا من خلال إيجاد ربط قوي بين الطاقة والبيئة والتنمية الإقتصادية، فالوصول على الطاقة التجارية يمثل شرطا ضروريا في عملية التنمية، إذ تمكن من توفير الخدمات الأساسية للسكان، لكن لا يزال أكثر من ثلث سكان العالم يعيشون دون الحصول على خدمات الطاقة الحديثة، مما يجعلهم محرومين من المتطلبات الأساسية للتنمية كالمياه الصالحة للشرب وخدمات الصحية والتعليمية الملائمة، ويستعمل هؤلاء السكان مصادر طاقة تقليدية تساهم إلى حد كبير في تدهور الوسط المعيشي لهم، وبالتالي فإن من أكبر تحديات العالم في مجال الطاقة هو ضمان حصول المجتمعات الفقيرة في العالم على مصادر الطاقة اللازمة لتحقيق هدف الحد من ظاهرة الفقر، ويمكن لمصادر الطاقات المتجددة أن توفر إمدادات الطاقة اللازمة لتنمية المناطق الريفية وتكلفتها إقتصادية تنافسية مقارنة بإمدادات الشبكات التقليدية، حيث يؤدي ذلك إلى تحسين نوعية الحياة لما يوفره من خدمات تعليمية وصحية أفضل لسكان المناطق الريفية، إضافة إلى أنه يؤدي إلى القضاء على الفقر من خلال إيجاد فرص للعمالة المحلية في مجالات تصنيع وتركيب وصيانة معدات إنتاج الطاقات المتجددة، إذ أن العديد من هذه المعدات يمكن تصنيعها بإمكانات محدودة ويمكن توفرها محليا، وبالتالي من الممكن أن يكون للطاقة المتجددة أثر إيجابي في إستحداث الوظائف بالرغم من أن الدراسات المتاحة تتباين فيما يخص حجم العمالة، كما أن توفر معدات الطاقات المتجددة بالمناطق الريفية يوفر وسائل سهلة التداول ونظيفة بيئيا لأغلب خدمات الطاقة بالمناطق الريفية، وخاصة توفير مصادر الكهرباء وضخ المياه والطهي وغيرها، كل ذلك يؤدي إلى إحداث تغييرا محوريا في أوضاع المرأة الريفية وذلك بتحسين نوعية الخدمات المتوفرة لها، إضافة إلى توفير إمكانيات إقامة صناعات حرفية صغيرة تساهم في رفع دخل الأسر بهذه المناطق؛

4. توفير الوظائف الخضراء المتجددة: أصبحت مصادر الطاقة المتجددة محركا أساسيا للوظائف الخضراء التي يتزايد عددها سنويا على مستوى العالم، حيث يقدر عدد الوظائف التي أتاحتها صناعة الطاقة المتجددة بشكل مباشر أو غير مباشر بنحو 7.7 مليون وظيفة عالميا سنة 2014، وارتفعت إلى حدود 8.3 مليون وظيفة سنة 2016 حسب تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة سنة 2017، ويقع أكثر من نصف هذه الوظائف في الإقتصاديات الناشئة مثل البرازيل والصين والهند التي تؤدي دورا رئيسيا في التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة؛

الشكل رقم (11.3): تطور عدد الوظائف التي توفرها مختلف تقنيات الطاقات المتجددة



المصدر: بيتر بوشن، مايكل رينر، الوظائف الخضراء، مجلة التمويل والتنمية، المجلد 52، العدد الرابع، صندوق النقد الدولي، ديسمبر 2015، ص 15.

5. الحد من التأثيرات البيئية لقطاع الطاقة: إن الإعتماد على الطاقات المتجددة في تلبية الإحتياجات يؤدي

إلى الحد من التلوث الناجم عن إستخدام الطاقات التقليدية وخاصة الغازات الدفيئة، وذلك لكون أنظمة الطاقات المتجددة تعتمد على مصادر الطاقة المحلية المتوفرة في سائر الدول فهي تعتبر مصدر إمداد آمن، لا يمكن أن يُستنفذ ولا يلحق الضرر بالبيئة المحلية والإقليمية والعالمية، كما تقدم الطاقات المتجددة إمكانيات ثمينة جديدة بالإهتمام، فهي تسمح حالياً بإنتاج أنواع عديدة من المنتجات والحاملات الطاقوية (vecteurs énergétiques)، وهذا التنوع في التطبيقات وأيضاً التكامل ما بين مصادر الطاقات المتجددة (شمس، رياح، مواد حيوية... الخ)، وحسن توزيعها الجغرافي يمكن من إستعمال لامركزي لهذه الطاقات خاصة وأن هذا الإنتاج اللامركزي يمكن أن يتم بالإعتماد على الشبكات التقليدية الموجودة فعلاً مثل: شبكة الكهرباء، شبكة الغاز، الشبكة الحرارية، شبكة ووسائط نقل المحروقات وذلك في إطار التكامل فيما بينها.

المبحث الرابع: التوجه العالمي نحو الطاقة الشمسية كمحل لتدقيق مبادئ الإستدامة

توج الاهتمام العالمي بالبيئة وتحقيق إستدامتها التوجه لإستغلال مصادر الطاقة النظيفة المستدامة بمختلف أنواعها ومنها الطاقة الشمسية بإعتبارها إحدى الخيارات الإستراتيجية لتلبية الإحتياجات المستقبلية من الطاقة، حيث أنها طاقة لا تنضب بسبب إستمرار تجددتها ما دام الكون مستمر، كما أنها طاقة مأمونة المصدر لا يمكن إحتكارها والسيطرة عليها كالوقود الأحفوري، بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، التي ينتظر من توسيع إستغلالها تحقيق مبادئ الإستدامة على كافة المستويات، وعليه نسعى من خلال هذا المبحث التطرق لأهم مجالات إستخدام الطاقة الشمسية، وكذا مختلف تطبيقاتها وتكنولوجياها منها الحرارية والكهروضوئية، وصولاً إلى توضيح معالم مسار بناء منظومة طاقوية مستدامة بالإعتماد على الطاقة الشمسية.

المطلب الأول: الطاقة الشمسية وأهم مجالات إستخدامها

الشمس هي مصدر للحياة على كوكب الأرض، وتعتبر الطاقة الواردة إلينا منها من أهم أنواع الطاقات التي يمكن للإنسان إستغلالها، فهي طاقة دائمة لا ينتج عن إستخدامها غازات أو نواتج ثانوية ضارة بالبيئة مقارنة بمصادر الطاقات الأحفورية، كما لا تترك مخلفات على درجة من الخطورة مثل النفايات المشعة التي تتخلف عن إستعمال الطاقة النووية، وفكرة إستغلال الطاقة الشمسية لم تكون وليدة الساعة، وإنما تعود لفكرة إستخدامها في التسخين أو تحريك الآلات إلى عهد أرخميدس (القرن الثالث قبل الميلاد) الذي إستخدم أشعة الشمس في إحراق بعض سفن العدو في إحدى المعارك الحربية، ومن المعتقد أيضاً أنه إستخدم بعض المرايا لتركيز أشعة الشمس على صواري هذه السفن، ولقد أصبحت للطاقة الشمسية في الوقت الحاضر مكانة متميزة بين المصادر الطاقوية الأخرى، وإعتمدت أموالاً ضخمة في أغلب دول العالم لإستغلال هذه الطاقة، كما تعددت الطرق المقترحة للإستفادة منها مثل إستخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس أو إبتكار طرق لتجميع حرارتها وإمتصاصها أو تحويل ضوءها إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية وغيرها من الإستخدامات.

أولاً: الشمس والأشعة الشمسية

إن الشمس كرة من الغازات الملتهبة حيث تتكون بنسبة 70% من غاز الهيدروجين، ونحو 27% من غاز الهيليوم و3% من العناصر الأخرى¹، يبلغ قطرها 1.4 مليون كلم وكتلتها نحو 10×10^{30} طن أي ما يقارب 333 ألف مرة من كتلة الأرض، وتبعد عن الأرض بحوالي 150 مليون كلم، تبلغ حرارة مركز الشمس نحو 20 مليون درجة مئوية أما على سطحها فتقدر بـ 6000 درجة مئوية، وتصدر الشمس طاقة بمعدل 3.85×10^{23} كيلواط وهذا يساوي ألف مليار مرة ما يحتاجه كوكب الأرض، مع أن الجزء الضئيل الذي يصل إلى الأرض يعادل 15 ألف مرة مما تحتاجه البشرية جمعاء، كما أن الطاقة المستمدة من أشعة الشمس لمدة سنة واحدة تعادل ضعفي المستخدم والمكتشف والمحتمل من طاقة الفحم الحجري والبتروال والغاز الطبيعي وطاقة اليورانيوم النووية. وتنتج الطاقة الشمسية عن تفاعل نووي يتم فيه تحويل جزء ضئيل جداً من كتلة الشمس إلى طاقة، حيث تتولد هذه الأخيرة نتيجة التحول المستمر

¹ عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص31.

لكل أربعة ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم في تفاعل إندماجي نووي، ولما كانت ذرة الهليوم الناتجة من التفاعل أقل من مجموع كتلة ذرات الهيدروجين الداخلة فيه فإن فرق الكتلة هذا يتحول إلى ضوء وحرارة تنتقل على هيئة أشعة يبلغ معدل إنبعائها 3.8×10^{23} كيلواط، وتشتع هذه الكمية في جميع الاتجاهات، ولا يصل منها إلا مقدار ضئيل يتناسب مع مساحة الأرض ومع المسافة بين الأرض والشمس، وترسل الشمس أشعتها على شكل حزم موجية متوازية مختلفة الأطوال ذات طاقات مختلفة تمتد من أشعة قما الشديدة جدا إلى الأشعة الضوئية الضعيفة جدا ومن هذه الأشعة المرئي وغير المرئي، فالإشعاع المرئي له أطوال موجية بين 0.35 و 0.75 ميكرومتر، والأشعة تحت الحمراء (غير المرئية) من 0.75 إلى 100 ميكرومتر، والأشعة الراديوية (غير المرئية) أكثر من 100 ميكرومتر، أما الأشعة التي يقل طولها الموجي عن طول أمواج الضوء المرئي (ذات طاقة أكبر) فتسمى بالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة قما، والأشعة الكونية. وعلى الرغم من أن الإشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي يتكون من مدى عريض من الحزم الموجية إلا أن ما يقارب 98% منه يتكون من ثلاثة أنواع من الأشعة هي: الأشعة البنفسجية (8%)، والأشعة المرئية (47%) والأشعة تحت الحمراء (43%)، لذا فإن أعلى شدة للإشعاع الشمسي تقع في مدى الضوء المرئي، وتبلغ قيمة معدل الإشعاع الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض 1353 واط لكل متر مربع وهو ما يُعرف "بالتأثير الشمسي"¹، ويتعرض أثناء مساره خلال الغلاف الجوي إلى سطح الأرض إلى حالات من الانتشار والإمتصاص من قبل مكونات الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية، إذ تعمل هذه المكونات ومنها الغازات المختلفة وذرات الغبار والماء العالقة بالهواء، على إمتصاص وانكسار جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض، وهكذا تمثل طبقات الجو المحيطة بالأرض المعطف الواقي والمرشح لكل الأشعة الشديدة التي تدمر كل الكائنات الحية، بعد هذه الطبقة تأتي طبقة الأوزون التي تمتص كل أو القسم الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية والذي يسبب التعرض لها إلى أمراض قاتلة، وتصل الأشعة الشمسية بعد إختراقها منطقة الأوزون إلى سطح الأرض بقسمها الأكبر بشكل مباشر أما القسم المتبقي فإنه يصطدم بجزيئات الجو الأرضي، وتكتسب هذه الجزيئات نتيجة لذلك طاقة حرارية حركية وتقوم هذه الجزيئات لتصدر أشعة بأطوال موجية أكبر وطاقة أقل لتسقط على الأرض من جديد، وهكذا نميز بين نوعين من الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض:

- أشعة مباشرة لم تعاني أي إصطدام أو أنها إنتشرت دون فقدان طاقتها؛

- أشعة غير مباشرة تنتج عن جزيئات الجو أو عن الأجسام المؤلفة للطبيعة كالأشجار والصخور والمنازل والمياه، وهي طاقة ضعيفة.

وتصدر الشمس إلى جانب الأشعة الشمسية جزيئات عديدة (بروتونات، نيوترونات، جزيئات غبار... الخ) لكنها لا تصل إلى الأرض بسبب الحزام المغناطيسي المحيط بكوكب الأرض الذي يمنع تسرب هذه الجزيئات إلى الجو والأرض.

¹ سعود يوسف عياش، مرجع سبق ذكره، ص 156-159.

ثانياً: مجالات استخدام الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة، وتستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في العديد من التطبيقات أهمها: التدفئة، الإنارة، تسخين المياه، التبريد، إنتاج البخار، تحلية مياه البحر وتوليد الكهرباء حرارياً، وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام 2025 سوف تسهم تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية في توليد نحو 130 جيغاواط، كما تستخدم أيضاً الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولطية التي تعرف تكنولوجياتها تطورات معتبرة مما أدى إلى انخفاض تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من 100 دولار للكيلوواط ساعي سنة 1980¹ إلى نحو 0.13 دولار للكيلوواط ساعي سنة 2015²، وهناك العديد من التطبيقات للحصول على الطاقة الشمسية من نظم ذات قدرة ضعيفة إلى متوسطة فالكبيرة، والتي من خلالها يمكن استخدام الطاقة الناتجة في عدة مجالات نذكر منها ما يلي:

1. استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء: تعد الخلايا الشمسية الضوئية أحد تطبيقات الهامة لإنتاج الكهرباء مباشرة من أشعة الشمس، حيث تحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء بواسطة الخلايا الفوتوفولطية*، ويعتبر إنتاج الكهرباء بالاعتماد على هذه الطريقة بالغ الأهمية لتزويد سكان المناطق الريفية والنائية بالكهرباء، والإستفادة من انخفاض التكاليف الفعلية للحصول على الطاقة في تلك المناطق، إضافة إلى عدم إحداث أضرار بيئية مقارنة باستخدام الطاقات التقليدية، ولقد ثبت أن إنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية له أهمية قصوى وجدوى إقتصادية أكيدة في التطبيقات الصغيرة حتى في الحالات التي يمكن الحصول فيها على الطاقة من الشبكة العامة أو من محطات الديزل، وتستغل هذه الطاقة عالمياً في الكثير من التطبيقات مثل الإضاءة الخارجية وأجهزة الهاتف وتحسين المؤسسات بالأسلاك المكهربة وآلات التبريد الصغيرة وأجهزة الإعلان في الشوارع، كلها يمكن أن تعمل بشكل جيد على الطاقة الشمسية، كما يمكن توليد الكهرباء من خلال مراكز الطاقة الشمسية التي تقوم بتركيز الطاقة الشمسية بدرجات تتراوح بين 50 و5000 مرة لإنتاج طاقة حرارية كبيرة تقوم بتوليد البخار الذي يستخدم في تشغيل التوربينات البخارية لتوليد الكهرباء؛

2. استخدام الطاقة الشمسية في التسخين/التدفئة: تقوم المجمعات الشمسية بتجميع الطاقة الشمسية للاستفادة منها في تسخين الهواء، الماء والسوائل الأخرى، وحالياً يتم استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه في المنازل وفي حمامات السباحة، وتناسب كمية الطاقة الحرارية المجمعة مع كمية ضوء الشمس المباشر الذي يتم استقباله حيث يتم استهلاك الطاقة على شكل حرارة بدرجات أقل من 100 درجة مئوية، كما تستخدم مجمعات الطاقة الشمسية أيضاً لتدفئة الفراغات حيث تعمل بنفس طريقة عمل سخانات الأنظمة الشمسية لتسخين المياه، ولكنها تحتاج إلى عدد أكبر من المجمعات الشمسية ووحدات تخزين أكبر وتحكم أكثر تعقيداً من مثيلاتها التي تستخدم

¹ مصطفى منير محمود، آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، جامعة القاهرة، مصر، بدون سنة نشر، ص3.

² Officers of the World Energy Council: MARIE - JOSÉ NADEAU and others, World Energy Resources 2016, Op.Cit, p11.

* هي عبارة عن خلايا تتكون من شرائح السيليكون غير النقي أضيفت إليه بعض الشوائب لتغيير خواصه الكهربائية، تستخدم لتحويل ضوء الشمس الساقط عليها إلى تيار كهربائي.

لتسخين المياه، إذ تبلغ الطاقة المستهلكة للتدفئة 4 إلى 5 أضعاف تلك الطاقة المستهلكة لتحضير الماء الساخن أو حوالي 40% من مجموع الطاقات المستهلكة على الأرض، وتعتبر التدفئة بالطاقة الشمسية أكثر تعقيدا من تحضير الماء الساخن بهذه الطاقة، ويرجع السبب في ذلك أن حاجة البشر للتدفئة تشتد كلما نقصت حرارة أشعة الشمس وعلى الرغم من ذلك فإن الكمية القليلة المتوفرة من الطاقة الشمسية في فصل الشتاء تكفي لسد الجزء الأكبر من الطاقة اللازمة للتدفئة فيما لو تم بناء أجهزة بمقاييس مناسبة وبفعالية وكفاءة عالية، وتوجد عدة طرق لإستغلال الطاقة الشمسية لأغراض التدفئة تتمثل في التدفئة المباشرة من حرارة أشعة الشمس، والتدفئة شبه المباشرة وأخرى غير مباشرة. لذلك فإستغلال الطاقة الشمسية في هذا المجال يعد أمرا حيويا وجوهريا لكل بلد يسعى لتخفيض إستهلاكه لمصادر الطاقة الأحفورية والتخلص مستقبلا من التبعية الطاقوية لهذه المصادر؛¹

3. إستخدام الطاقة الشمسية في التبريد والتكييف: يحتل التبريد مكانة هامة في حياة الإنسان اليومية ليس فقط لتبريد جو المنازل وأماكن العمل بل أيضا لحفظ الأطعمة والعديد من المنتجات الزراعية والصناعية، لذا يعد التبريد خاصة في المناطق الحارة من الضروريات الأولية في التخطيط الإقتصادي، والطريقة المعتادة في التبريد والتكييف هو بإستعمال الطاقة الكهربائية التي تعد من أعلى الطرق على الإطلاق، إذ تتحول نتيجة هذه الطريقة طاقة عالية (كهربائية) للحصول على طاقة رخيصة (حرارية) ويصح القول أن كل عملية تستخدم طاقة عالية للحصول على طاقة رخيصة هي عملية خاسرة إقتصاديا، لذا فإستخدام الطاقة الشمسية لغرض التبريد لا يوفر الطاقة الكهربائية العالية فحسب بل يجعلنا نستفيد من الحرارة المجمعة من الشمس على مدار السنة، وعملية التبريد بالطاقة الشمسية تمتاز بصفة فريدة حيث كلما إشتدت أشعة الشمس كلما زادت قدرتها على التبريد ومن هنا تأتي أهمية تطبيق هذه الطريقة في المناطق التي ترتفع بها درجات الحرارة خاصة في البلاد العربية. وتوجد طريقتين رئيسيتين للتبريد بالطاقة الشمسية وهما: التبريد إعتقادا على التبخر البسيط من خلال إستخدام الماء بإستمرار؛ أما طريقة التبريد بالضغط والتي تعتبر أكثر إنتشارا نظرا لبساطة الأجهزة المشكلة لها، ضف لذلك إمكانية إستعمالها حتى في الأيام الغائمة، وتحتاج إلى كميات ضئيلة من الطاقة وبذلك تصبح تكاليف التبريد منخفضة جدا كما يمكن الإستعانة بالطاقة الشمسية في التكييف من خلال إستخدام المكيفات الشمسية؛²

4. الإضاءة من الشمس: هي أنظمة إضاءة تستخدم الضوء الصادر من الشمس لكي يكمل أو يحل محل الإضاءة الصناعية، وعلى الرغم من أن أنظمة الإضاءة النهارية يمكن أن تطبق واقعا على كل المباني، إلا أنها تكون أكثر كفاءة إذا تم وضعها في المراحل الأولى لتصميم المبنى، والعامل الرئيسي في أنظمة الإضاءة النهارية يتضمن نوافذ جيدة التصميم ونظام لمراقبة الأسقف وإضاءة للأرفف وتصميمات أخرى لكي تساعد في نشر وتوزيع الضوء في الداخل ووسائل للتحكم في الضوء لأنظمة الإضاءة الصناعية داخل المبنى؛³

¹ محمد ديس، بدائل الطاقة، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1978، ص88. (بتصرف)

² المرجع السابق، ص106.

³ تقرير قطاع الطاقة المتجددة في مصر، مركز تحديث الصناعة، ديسمبر 2006، ص 10-11، متاح على الموقع:

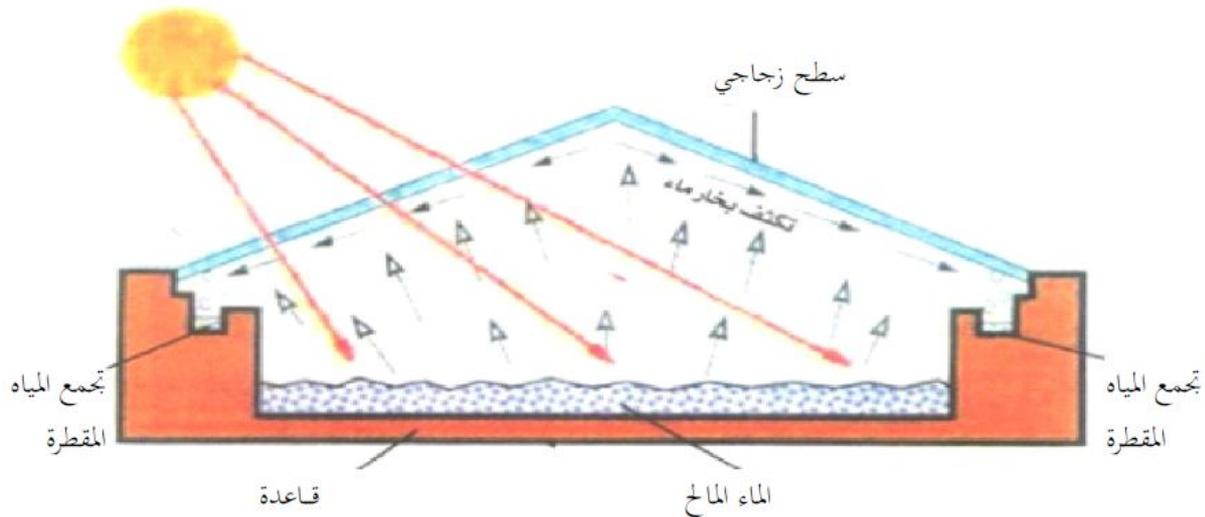
- www.imcegypt.org/studies/FullReport/Renewable%20Energy%20Development%20StrategyAR.pdf (consulted le 10/09/2014).

5. استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه: تعد عملية تحلية المياه إحدى الوسائل الميسرة للنهوض بمستوى المجتمعات والمناطق التي تشتكي من الملوحة المفرطة للمياه، وتعود فكرة إنشاء أول محطة تحلية مياه البحار بالطاقة الشمسية إلى سنة 1872 في الشيلي، أما في الوقت الحاضر فيوجد العديد من محطات تحلية المياه بالطاقة الشمسية المباشرة عبر مختلف دول العالم، وتستخدم الطاقة الشمسية لتحلية المياه بطريقتين وفقاً لأسلوب استخدامها إما بشكل مباشر أو غير مباشر، فطريقة التحلية المباشرة تستغل الإشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول الملحي ثم تكثيفه باستخدام المقطرات البسيطة كما هو موضح في الشكل رقم (12.3)، أما الطريقة غير المباشرة فتقوم على إحلال الطاقة الكهربائية الناتجة عن الطاقة الشمسية محل الطاقات التقليدية لإستخدامها في التقنيات المألوفة للتحلية.¹

وعملية تحلية المياه بالطاقة الشمسية هي عملية بسيطة للغاية وتعتبر أحد تطبيقات أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية وجميع الأنظمة والتطبيقات التي تقوم بعملية تحلية المياه بالطاقة الشمسية تعتمد في فكرتها على محاكاة فكرة سقوط الأمطار حيث تحدث على مرحلتين:

- تبخير المياه المالحة بالطاقة الشمسية لتتحول إلى بخار ماء بدون شوائب؛
- عملية تكثيف البخار ليعود مرة أخرى على شكل مياه عذبة.

الشكل رقم (12.3): مخطط مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية



المصدر: محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة: مصادرها- أنواعها- استخداماتها، مكتبة طريق المعرفة، القاهرة، 2006، ص46.

6. استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الوقود: ما تزال تكنولوجيا وقود الطاقة الشمسية في مراحلها الأولية وسيشمل الوقود الشمسي الكثير من تكنولوجيا حقل الطاقة الشمسية، حيث يتم نشره لأنظمة مراكز الطاقة الشمسية في درجة حرارة عالية، بالإضافة إلى تقنيات توزيع مماثلة لتلك التي تتم في صناعة البتروكيماويات، وتتم عملية إنتاج الوقود الشمسي عبر ثلاثة مسارات أساسية، التي يمكن أن تعمل منفردة أو مجتمعة لإنتاج الوقود الشمسي، وتتمثل فيما يلي:

¹ محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة: مصادرها، أنواعها، استخداماتها، مرجع سبق ذكره، ص46.

أ. **المسار الكهروكيميائي:** حيث تؤدي عملية تحويل طاقة الإشعاع الشمسي الضوئية إلى طاقة كهربائية ذات تيار مستمر عن طريق ما يسمى بالألواح الكهروضوئية الذي يستخدم في إنتاج الهيدروجين، من خلال استخدام التيار الكهربائي المباشر في تحليل المياه داخل محلات كهربية واستخلاص عنصري الهيدروجين والأكسجين المكونين لجزئي الماء، تم تجفيف الهيدروجين الناتج من المحلات والذي يكون مخلوطا ببعض بخار الماء، وبعد ذلك يتم تسييل الهيدروجين ودفعه في شبكة تشبه شبكة الغاز الطبيعي لإستخدامه في أماكن بعيدة عن مصدر إنتاجه. مثلا في ألمانيا توجد شبكة لتوزيع الهيدروجين يبلغ طولها 210 كم بقدرة إستيعابية تبلغ نحو 250 مليون متر مكعب في السنة.¹ والتحليل الكهربائي للماء هو عبارة عن تقنية قديمة وشائعة، حيث تحقق كفاءة تحويل من الكهرباء إلى الهيدروجين تصل عادة نحو 70%؛

ب. **المسار الكيميائي الضوئي/البيولوجي الضوئي:** تستخدم في هذا المسار الفوتونات الشمسية لحفز التفاعلات الكيميائية الضوئية أو البيولوجية الضوئية، والمنتجات التي تنتج عنها هي وقود، أي أنها تشبه ما تفعله النباتات والكائنات الحية؛

ت. **المسار الحراري الكيميائي:** تستخدم الحرارة المستمدة من الطاقة الشمسية المأخوذة من درجة الحرارة العالية لحفز تفاعل كيميائي ماص للحرارة، وهو الذي يُنتج الوقود، ويمكن للمنتجات التي تشكل الوقود الشمسي أن تكون على شكل هيدروجين، الغازات المركبة، الميثانول، والزيت الصناعي.. الخ، وعندما يستخدم الوقود الأحفوري كمتفاعل، ستفوق القيم الحرارية الإجمالية للمنتجات الناتجة عن تلك الخاصة بالمواد المتفاعلة، بحيث سيحتاج إلى حرق وقود أحفوري أقل لإطلاق طاقة نفسها.²

7. **إستخدام الطاقة الشمسية في الزراعة:** يلقي إستخدام الطاقة الشمسية إهتماما متزايدا في الوقت الحاضر للأغراض الزراعية، فعلى غرار إستخدام النباتات لضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء لتحويلها إلى طاقة تنمو بها، يمكن إستخدام الطاقة الشمسية من خلال بيوت الزراعة المحمية، ضخ المياه، إنارة المزارع في المناطق النائية، تعقيم التربة، تجفيف المحاصيل وإنتاج الغاز الحيوي.

بعد التعرف على الشمس وطاقاتها الهائلة التي توفر وتمنح تطبيقات وإستخدامات في مجالات متعددة، فإن ذلك لا يتحقق دائما بصورة مباشرة من الشمس، وإنما يتطلب ذلك تقنيات متعددة منها ما يعرف بالخلايا الشمسية الكهروضوئية ومنها ما يدعى بالمجمعات أو المركبات الشمسية الحرارية، وهو ما سوف نتناوله من خلال المطالب المالية.

¹ حسن أحمد شحاتة، مرجع سبق ذكره، ص 170.

² الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مرجع سبق ذكره، ص 63.

المطلب الثاني: الخلايا الشمسية تقنية واحدة في إنتاج الكهرباء

تستخدم حالياً الطاقة الشمسية الضوئية للحصول على الطاقة الكهربائية بطريقة مباشرة بواسطة استخدام ما يعرف بالخلايا أو الألواح الشمسية الفوتوفولطية، وهذا هو أكثر استخدامات الطاقة الشمسية شهرة في السنوات الأخيرة حيث أن العديد من الشركات العالمية استطاعت إنتاج ألواح شمسية تعمل بكفاءة عالية مقارنة بما كانت عليه في الماضي، فأصبح استخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء أكثر جدوى، والذي ساعد على هذا الانتشار أيضاً هو التطور الكبير الذي حدث في عالم البطاريات وتخزين الطاقة الكهربائية، إذ أولى العديد من الدول والمؤسسات الوشركات الإهتمام بالطاقة الشمسية كبديل نظيف وآمن للحصول على الكهرباء التي تعد عصب الحياة في عصرنا هذا، ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على الخلايا الشمسية الفوتوفولطية هذه التقنية الواعدة في إنتاج الكهرباء.

أولاً: الخلفية التاريخية لظهور الخلايا الشمسية

يعود إكتشاف الأثر الفوتوفولطائي إلى عام 1839 عندما قام العالم الفرنسي Edmond Becquerel بدراسة تأثير الضوء على بعض المعادن والحاليل وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها، كما أدخل العالمان Smith et Adams مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة عام 1877، وتم تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم من قبل العالم Frits عام 1883 حيث قام بتغليف - السيلينيوم أشباه الموصلات - بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات، وكانت كفاءتها لا تتجاوز 1%، وتوقع لها أن تساهم في إنتاج الكهرباء مستقبلاً، من جهة أخرى فقد ساعد تطوير نظريات الميكانيكا الكم* على تفسير العديد من الظواهر الفيزيائية وخاصة المرتبطة بالكهرباء الضوئية في فترة الثلاثينيات والأربعينيات من القرن العشرين، وذلك عندما تم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية لمادة السيليكون وأكسيد النحاس وكبريت الرصاص وكبريت الثاليوم، وقد سجل عام 1941 تصنيع أول خلية شمسية سيليكونية، ثم لحق ذلك إنجاز مختبرات Bell الأمريكية في تصنيع البطاريات الشمسية في منتصف الخمسينيات بكفاءة بلغت 6% كما تم في نفس الفترة تركيب أول خلية شمسية من مواد كبريت الكاديوم وكبريت النحاس أطلق عليها فيما بعد تسمية الخلايا الشمسية ذات الشرائح الرقيقة، بعد تلك الفترة إزداد إتساع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية والهندسة لأشباه الموصلات وخاصة ما يرتبط بدراسة التبادلات الكهربائية الضوئية مما ساعد على تطوير الخلايا الكهروضوئية وتقنياتها بإتجاه تحسين كفاءتها وخفض تكلفتها، وقد أدى ذلك إلى إزداد مستوى إنتاج الخلايا الكهروضوئية بقدرات تتراوح بين الملي واط إلى الكيلوواط، أما الفترة الهامة والمميزة في تكنولوجيا الخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقدي السبعينات والثمانينات وخاصة بعد تطور علوم التركيب المجهرية الدقيقة لأشباه الموصلات

* هي مجموعة من النظريات الفيزيائية التي ظهرت في القرن العشرين، وذلك لتفسير الظواهر على مستوى الذرة والجسيمات دون الذرية وقد دجت بين الخاصية الجسيمية والخاصية الموجية ليظهر مصطلح إزدواجية الموجة -الجسيم، وبهذا تصبح ميكانيكا الكم مسؤولة عن التفسير الفيزيائي على المستوى الذري كما أنها أيضاً تطبق على الميكانيكا الكلاسيكية ولكن لا تظهر تأثيرها على هذا المستوى، لذلك ميكانيكا الكم هي تعميم للفيزياء الكلاسيكية لإمكانية تطبيقها على المستويين الذري والعيادي تسميتها بميكانيكا الكم يعود إلى أهمية الكم في بنائها وهو مصطلح فيزيائي يستخدم لوصف أصغر كمية من الطاقة يمكن تبادلها بين الجسيمات، ويستخدم للإشارة إلى كميات الطاقة المحددة التي تبعث بشكل متقطع، وليس بشكل مستمر.

وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئية حينئذ بأنها إحدى الطرق العلمية الطموحة لتوليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية.¹

ثانياً: مفهوم الخلايا الشمسية وأهم تقنياتها

1. مفهوم الخلية الشمسية: إن الخلية الشمسية هي عبارة عن محولات فولتوضوئية التي تعد من أبرز التقنيات الشمسية عالمياً، وتعرف أيضاً على أنها عبارة عن بطارية شمسية تقوم بإنتاج تيار يتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي يتراوح مقداره بين 2.5 و3 أمبير في حالة الإشعاع الشمسي الأعلى، والذي يتحول فيما بعد إلى طاقة كهربائية.² وتستخدم الخلايا الشمسية الكهروضوئية مادة شبه موصلة (مثل السيليكون) لديها القدرة على القيام بعملية التحويل الضوئي، أي تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى طاقة كهربائية، حيث تُشكل عدة خلايا كهروضوئية تصل قدرتها في العادة بين 50 إلى 300 واط، وتشكل الوحدة الكهروضوئية بالإشتراك مع المكونات الأخرى للنظام (المحولات، البطاريات، الخ...) نظاماً كهروضوئياً، أين يتم إنتاج الكهرباء بدون تحريك لأي جزء من أجزاء النظام ما يعني عدم إستنفاد أي مقدار من طاقتها، كما أنها بدون مخلفات وملوثات للهواء والبيئة، ويتم تصنيع الخلايا الشمسية من مواد مختلفة إلا أن أغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أو لها خواص سامة وملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهضة التكاليف، وبعضها لا يزال قيد الدراسة والبحث لذا فقد تركز الإهتمام على الخلايا السيليكونية، وتعتمد شدة التيار الكهربائي الناتج من الخلية الشمسية الضوئية على مستوى السطوع الشمسي (مستوى الإشراق) وساعاته وكذا كفاءة الخلية الضوئية نفسها، ويتميز نظام الخلايا الفولتوضوئية بتقنياته البسيطة وبإنخفاض تكلفة التشغيل والصيانة بالمقارنة مع عمره الافتراضي الذي يصل إلى 25-30 سنة، وذلك مقارنة مع التقنيات الأخرى لمصادر الطاقة المتجددة، إلا أنه يعيبه إنخفاض كفاءته في حالة إنخفاض شدة سطوع الشمس وكذا حاجته لنظام صيانة مستمر ومساحات كبيرة من الأراضي.³

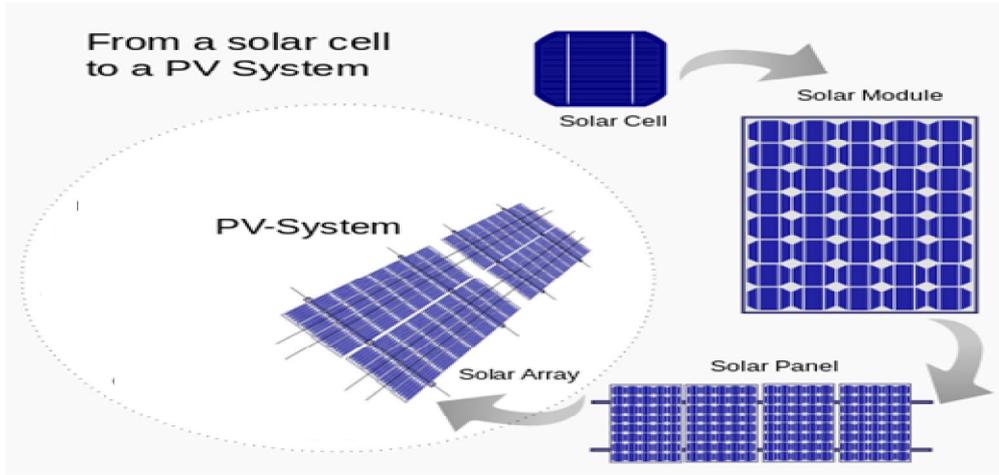
والألواح الشمسية أو ما يسمى بـ PV solar panels هي عبارة عن مجموعة من الخلايا الشمسية PV cells المتصلة مع بعضها البعض في إطار واحد وموصلة فيما بينها توصيل متوالي أو متوازي، أما إذا تم تجميع مجموعة من الألواح الشمسية في إطار أكبر ففي هذه الحالة نسميها مصفوفة ألواح شمسية Solar Array كما هو موضح في الشكل رقم (13.3)، ومدلول الرمز PV هو إختصار كلمة Photovoltaic أي الكهروضوئية، وهذا المصطلح يعبر عن طريقة عمل الخلايا الموجودة داخل الألواح الشمسية حيث أنها تقوم بتحويل الضوء الساقط عليها من الشمس إلى تيار كهربائي يمر في الأسلاك.

¹ عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص 265.

² سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 60.

³ عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، دراسة إقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية - التحديات وأفاق المستقبل، منتدى الرياض الإقتصادي نحو تنمية إقتصادية مستدامة، الدورة السابعة، السعودية، 2015، ص 32.

الشكل رقم (13.3): من خلية شمسية إلى مصفوفة ألواح شمسية



Source: From a solar cell to a PV system, **Diagram of the possible components of a photovoltaic system:** https://en.wikipedia.org/wiki/File:From_a_solar_cell_to_a_PV_system.svg (27 /02/2017)

2. تقنيات الخلايا الشمسية: شهدت تقنيات الخلايا الشمسية في الفترة الماضية تشعبا وإنتشارا كبيرا بسبب التقدم التكنولوجي مما أدى إلى إنخفاض أسعارها وخلق فائض في إنتاج وحدات الخلايا الفوتوفولطية، حيث أصبحت هذه التكنولوجيا متوفرة بأسعار معقولة للمستهلكين خاصة في الدول المتطورة والناشئة، ولفهم الإتجاهات التقنية للطاقة الشمسية الكهروضوئية، من المهم أن نفهم أولا ديناميكية التقنيات الفرعية المختلفة الخاصة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية، إذ تصنف تقنيات الخلايا الشمسية إلى عدة أنواع تبعا للمادة المستخدمة في التصنيع والكفاءة المستخلصة منها، ومن بينها ما هو متوفر في الأسواق ومنها ما هو قيد البحث والتطوير:¹

أ. **تقنية السيليكون البلوري (Crystalline Silicon):** أثبتت هذه التقنية أنها الأكثر نضجا، حيث تركز الإهتمام العالمي على تصنيع الخلايا الشمسية السيليكونية وذلك لتوفر عنصر السيليكون في الطبيعة، علاوة على أن العلماء والباحثين تمكنوا من دراسة هذه المادة دراسة مستفيضة وتعرفوا على خواصها المختلفة ومدى ملائمتها لصناعة الخلايا الشمسية، وستستمر هذه التقنية في الإستحواذ على حصة سوقية كبيرة تصل إلى 90% نظرا لكفاءتها العالية والإنخفاض الكبير في تكلفتها، وتميز ضمن هذه التقنية بين:

- **الألواح السيليكونية أحادية التبلر:** أو ما يعرف بالألواح الأحادية وتستطيع أن تميزها بمظهرها المتناسق الذي يدل على نقاء كريستالات السيليكون المصنوعة منها الخلايا الشمسية المكونة لها، وهذه الخلايا هي عبارة عن سبائك سيليكون تم تقطيعها إلى شرائح، وتستطيع أن ترى أن أحرف الخلايا ليست متلاصقة وهذا ما يعطي الألواح الشمسية الأحادية مظهرها المميز، والألواح الشمسية لتوليد الكهرباء من هذا النوع هي أغلى ثمنا من بين الأنواع الأخرى، حيث أنها مصنوعة من كريستالات السيليكون النقية كما أنها تعطي أعلى كفاءة والتي تتراوح ما بين 15-

¹ أنظر كل من:

- أسامة إبراهيم الزعلوك، بحث عن الطاقة الشمسية، جامعة ناصر الأمية، مصر، 2000، ص24.

- عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص34.

-World energy council, **world energy resources: solar**, 2016, p14.

21 %، بحيث هذه الكفاءة العالية تجعلك تحتاج إلى كمية أقل من الألواح الشمسية لتغطية نفس الكمية المطلوبة من الكهرباء، إضافة إلى أنها تعمل بكفاءة أكبر من غيرها في حالة الضوء الخافت، وتأتي بضمنان 20 سنة أو أكثر وهذا يعني إرتفاع عمرها الافتراضي؛

- **الألواح السيليكونية متعددة التبلر:** أو ما يعرف بالألواح الشمسية متعددة الكريستالات وبالطبع الفرق بينها وبين الأحادية واضح جدا يمكن ملاحظته بالعين المجردة، حيث تكون فيها الخلايا الشمسية عبارة عن مربعات متراسة، تتميز بإنخفاض ثمنها مقارنة بالألواح الشمسية الأحادية و كفاءتها تتراوح ما بين 13-17%، عمرها الافتراضي كبير أيضا وتأتي بضمنان 20 سنة أو أكثر، وطبعا من الواضح أن إنخفاض الكفاءة عن نظيرتها الأحادية يجعلك تحتاج إلى مساحة أكبر للحصول على نفس كمية الكهرباء؛

الشكل رقم (14.3): أنواع الخلايا السيليكونية البلورية



Source: World energy council, world energy resources: solar, 2016, p10.

ب. **تقنية الشرائح أو الأغشية الرقيقة (Thin films):** تنتج عن رص شرائح رقيقة مصنوعة من مادة حساسة للضوء كالزجاج أو البلاستيك، وتأتي في المرتبة الثانية من حيث الإنتشار بعد تقنية السيليكون البلوري بالرغم من أنها ذات تكلفة نشر أقل لكنها تتمتع بكفاءة أقل مقارنة بالأولى تتراوح بين 12% و 18%، وقد تمكنت من إحتلال المرتبة الثانية إبتداء من سنة 2009 وسوف تستمر في شغل هذه المرتبة ما لم تحدث تطورات كبيرة في مجال التكاليف والكفاءة وحجم الإنتاج؛

ت. **التقنيات الناشئة:** إلى جانب تلك التقنيتين (السيليكونية والشرائح الرقيقة) توجد تقنيات أخرى ناشئة مثل الطاقة الكهروضوئية المركزة (CPV) التي تعد من التقنيات الناشئة الواعدة للإنتشار على المدى القصير، وعلى الرغم من أن الطاقة الكهروضوئية المركزة تُظهر نجاحا واعدة، إلا أنها تحتاج إلى التغلب على بعض التحديات التي تواجهها قبل أن تتمكن من تحقيق جدوى اقتصادية تجذب مشاركة القطاع العام والخاص فيها، وتوجد أيضا الخلايا متعددة الوصلات (Multi-Junction cells) التي تتميز بصعوبة تصنيعها وإرتفاع تكلفتها، وخلايا النقاط الكمومية الشمسية (Quantum dot solar cells)، والبيروفسكايت (Perovskite)، والجرافين (Graphene)، والجدول الموالي يوضح مختلف التقنيات الناشئة للطاقة الشمسية الكهروضوئية من حيث خواصها ومجالات البحث والتطوير المختارة على مستواها.

الجدول رقم (3.3): التقنيات الناشئة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية

| بيروفسكايت | الجرافين | النقطة الكمومية (تقنية الفانو) | خلايا متعددة الوصلات | الطاقة الكهروضوئية المركزة | الخواص التقنية |
|---|---|---|--|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • مادة مصنعة من البيروفسكايت لتناسب خصائص الطاقة الكهروضوئية. • تحسينات سريعة في الكفاءة من 3.8 % في 2009 إلى أكثر من 20 % اليوم. • من المتوقع أن تنخفض تكاليف التصنيع عن مثيلاتها في التقنيات التقليدية. | <ul style="list-style-type: none"> • تستخدم ذرات كربون أحادية الطبقة مترابطة في أنماط سداسية متكررة. • رقيقة وخفيفة ويمكن أن تتكدس لتوفر كفاءة أكبر من خلايا السيليكون. • يمكن لخصائص المكثف الفائق أن تعمل على تخزين الطاقة | <ul style="list-style-type: none"> • تستخدم النقاط الكمومية كمادة كهروضوئية. • بها ثغرات عصبية قابلة للاندماج عبر مجموعة واسعة من مستويات الطاقة بترتيب حجم النقطة الكمومية، مما يجعل الكفاءات العالية أمراً محتملاً. | <ul style="list-style-type: none"> • تنطوي على وضع عدة خلايا من مواد مختلفة معاً. • الاستفادة من خواص كل مادة في خلية مفردة. • تحققت كفاءات أعلى من 40 % مع كفاءة نظرية < 60 % | <ul style="list-style-type: none"> • تستخدم عدسات ومرآيا لتركيز ضوء الشمس على خلايا كهروضوئية عالية الكفاءة • تستخدم خلايا متعددة الوصلات بناء على زرنيخيد الغاليوم ونيتريد الغاليوم والسيليكون • تم تحقيق كفاءة بنسبة 46 % في المعمل | |
| <ul style="list-style-type: none"> • زيادة استقرار الخلايا- لكنها تنخفض عند التعرض للرطوبة. • الاستخدام في الألوان المعمارية الجذابة. | <ul style="list-style-type: none"> • فهم آلية تحويل الجرافين إلى طاقة كهربائية. • "التنشيط" ب مواد رقيقة للغاية لتحقيق كفاءات أعلى. | <ul style="list-style-type: none"> • زيادة كفاءة المعامل، حالياً بنسبة 10 %. • طاقة الحصاد في أطراف الأشعة تحت الحمراء لإمكانية توليد الطاقة في الليل. | <ul style="list-style-type: none"> • تعظيم الاستفادة من المواد إلى الحد الأقصى من الكفاءة. • استكشاف مزيج التقنيات. • الكهروضوئية الناشئة الأخرى. | <ul style="list-style-type: none"> • تقنيات التركيز الأعلى كفاءة (كفاءة > 50%) • تخفيض تكلفة أدوات النظام (BOS)؛ مثل تقنيات التتبع والعدسات | المجالات المختارة للبحث والتطوير |

المصدر: عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، دراسة إقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية - التحديات وأفاق المستقبل، منتدى الرياض الإقتصادي نحو تنمية إقتصادية مستدامة، الدورة السابعة، السعودية، 2015، ص34.

ثالثاً: إقتصاديات كهرباء الخلايا الشمسية

يعود تاريخ استخدام الخلايا الشمسية في تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء إلى عدة سنوات مضت، حيث يعد مجال الفضاء أقدم الميادين من حيث إستعمال الخلايا الكهروضوئية إذ تم وضعها لأول مرة في آلات الفضاء من أقمار إصطناعية ومركبات فضائية لتزويدها بالكهرباء التي تحتاجه من أشعة الشمس، ثم إستخدمت في مجال الإلكترونيات فيما بعد، ولقد تركز الإهتمام على إدخال الخلايا الفوتوفولطية كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية بغية تطوير هذه التقنية ووسائل إستخدامها في عدة قطاعات، وكذا إستغلالها في المناطق النائية حيث تنقص شبكات الكهرباء العامة إذ يكون توليد الكهرباء من الخلايا الشمسية منافساً قوياً لتوليدها من الطاقات التقليدية، ويشهد استخدام الخلايا الشمسية تزايداً ملحوظاً في مختلف القطاعات خاصة منها الزراعية (ضخ المياه، الري... الخ)، قطاع السكن (الإنارة، تشغيل الأجهزة الكهرومنزلية... الخ)، إنارة الشوارع ومنظومات الإتصالات، وغيرها من التطبيقات. وقد ساعد على هذا الإنتشار الإنخفاض الملحوظ في أسعار الخلايا والألواح الشمسية والذي يعود بالأساس للتطور التكنولوجي والتقني الذي يعرفه إنتاجها، إضافة إلى الإنتشار الكبير للشركات العالمية المتخصصة في مجال تصنيع الخلايا. ويمكن الإستفادة بصورة عملية من الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية والتي تتميز بعمر زمني طويل نسبياً مقارنة مع بقية تقنيات الطاقة المتجددة (أكثر من عشرون سنة)، وبتكاليف تشغيل وصيانة منخفضة، كما أنها تعمل دون حدوث حركة أو ضوضاء فضلاً عن عدم تلويثها للبيئة، وباعتبار إرتفاع تكاليف التشغيل اللازمة لإنشاء المحطات الكهروضوئية فإنه تجرى حالياً العديد من البحوث والدراسات التي تهدف بالدرجة الأولى إلى خفض تلك

التكلفة عن طريق تحسين كفاءة تحويل الخلايا والنظم الكهروضوئية وذلك بمعالجة تركيبها وخفض تكلفة تصنيعها واستخدام عناصر جديدة من أشباه الموصلات، وعلى الرغم من التحسينات المستمرة على الخلايا الشمسية إلا أن كفاءة تحويلها للأشعة الشمسية إلى طاقة كهربائية لا تزال في حدود 21% كما تسعى الشركات العالمية المنتجة لهذه الخلايا برفع كفاءتها إلى حدود 50% مستقبلاً¹، وتتوقف تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية على عدة عوامل أهمها: تكاليف إنشاء المحطة، العمر الافتراضي لها، تكاليف التشغيل والصيانة، تكاليف تخزين الطاقة الكهربائية المولدة، قدرة المحطة، نوع الخلايا الشمسية، أسس تصميم المحطة، إضافة إلى معدل الإشعاع الشمسي الساقط وظروف البيئة، وأخيراً العائد المادي من رأس المال المستثمر. والجدول الموالي يوضح تقديرات تكلفة إنتاج أجهزة تقنية الطاقة الشمسية الفوتوفولطية من سنة 2010 إلى غاية سنة 2015.

الجدول رقم (4.3): تطور مستوى تكاليف إنتاج الخلايا الفوتوفولطية عالمياً من سنة 2010 إلى سنة 2015

| 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | تكلفة الإنتاج |
|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1600 - 1400 | 1350 - 1150 | 1100 - 900 | 850 - 650 | 600 - 400 | 350 - 150 | إستطاعة الطاقة المنتجة (ميغاواط) |
| 0.14-0.13 | 0.16-0.15 | 0.20-0.18 | 0.25-0.23 | 0.33-0.28 | 0.43-0.34 | إنتاج السيليكون متعدد التبلر (دولار/واط) |
| 0.25-0.20 | 0.27-0.22 | 0.29-0.24 | 0.33-0.26 | 0.39-0.37 | 0.47-0.46 | إنتاج السيليكون أحادي التبلر (دولار/واط) |
| 0.19-0.15 | 0.20-0.16 | 0.23-0.18 | 0.25-0.19 | 0.29-0.21 | 0.36-0.24 | إنتاج الخلية الشمسية (دولار/واط) |
| 0.29-0.23 | 0.31-0.25 | 0.33-0.27 | 0.37-0.29 | 0.42-0.31 | 0.50-0.36 | إنتاج الوحدة الكهروضوئية (دولار/واط) |
| 0.85-0.73 | 0.93-0.73 | 1.03-0.87 | 1.18-0.99 | 1.41-1.20 | 1.75-1.41 | مجموع تكاليف إنتاج الخلية الفوتوفولطية (دولار/واط) |

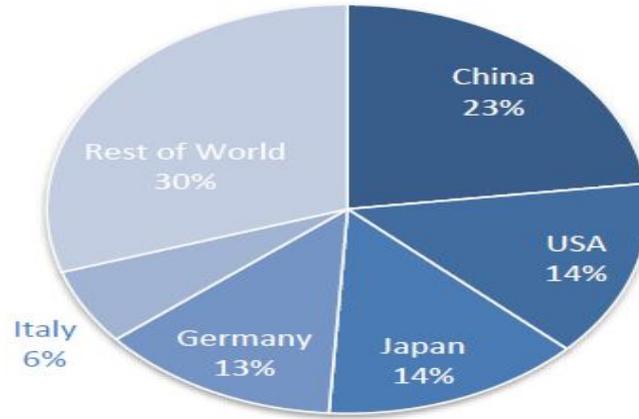
Source: International Renewable Energy Agency, **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series**, IRENA Work Paper, Volume 1: Power Sector, Issue 4/5, Abu Dhabi, 2012, p28, 29.

من خلال الجدول السابق نلاحظ أن انخفاض تكاليف إنتاج الخلية الفوتوفولطية بنسبة 51% خلال الفترة 2010 - 2015 رافقه زيادة في الطاقة الإنتاجية الكلية بما يعادل 357% خلال نفس الفترة، وهذا يعود بالأساس إلى التطور التكنولوجي الذي يشهده هذا القطاع على المستوى العالمي، كما يدل على أهمية تراجع التكاليف في تحفيز التوجه نحو هذا النوع من الطاقات خاصة لإنتاج الكهرباء.

¹ World energy council, **world energy resources: solar**, 2016, p15.

ومن جهة أخرى إتخذ نمو الطاقة الكهروضوئية عالمياً منحى تصاعدي حيث تطور من سوق متخصص للتطبيقات ذات السعة الصغيرة إلى أن أصبح مصدراً رئيسياً للطاقة الكهربائية، وقد بلغ إجمالي إنتاج الطاقة الشمسية الفوتوفولطية في العالم نحو 303 جيغاواط نهاية سنة 2016 بما يقابل تركيب حوالي 31 ألف لوح شمسي كل ساعة.¹ وإلى وقت غير بعيد كان الطلب العالمي على هذه التقنية يتركز في الدول المتطورة خاصة الأوروبية منها، إلا أنه في السنوات الأخيرة عرف تطوير تقنية الخلايا الشمسية قفزة نوعية في الدول الناشئة على رأسها الصين أين تصدرت القدرات المركبة المضافة من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية بمقدار 34.5 جيغاواط سنة 2016 لتصل إلى 77.4 جيغاواط متفوقة على اليابان والولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا² التي احتلت المرتبة الأولى في إنتاج الطاقة الكهروضوئية لعدة سنوات مضت، حيث تمتلك أكبر محطة للطاقة الشمسية الفوتوفولطية بأوروبا يطلق عليها تسمية "Neuhardenberg"³، مع الإشارة أن الصين حالياً تضم كبريات الشركات العالمية في إنتاج الألواح الشمسية حيث من بين العشرة شركات الكبرى الناشطة في مجال إنتاج الألواح الشمسية تتمركز ستة منها في الصين مثل شركة "ترينا للطاقة الشمسية" وشركة "ينغلي غرين إنرجي" ويُتوقع في أفق 2040 أن يتراوح إجمالي القدرة المركبة للطاقة الشمسية الفوتوفولطية في العالم بين 636 إلى 1396 جيغاواط نتيجة التعديل المستمر لتكنولوجيات الخلايا الشمسية وإنخفاض تكلفتها مقابل التقنيات الأخرى للطاقة المتجددة.⁴

الشكل رقم (15.3): الدول الخمس الأوائل من حيث الألواح الشمسية الفوتوفولطية المركبة سنة 2016



Source: World energy council, world energy resources: solar, 2016, p4.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p63.

² Idem.

³ مراد كواشي، سعدية مزيان، نماذج رائدة في مجال الطاقة البديلة، مداخلة مقدمة ضمن الملتقى العلمي الدولي الثاني حول الطاقات البديلة خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي، 18-19 نوفمبر 2014، ص 10، 11.

⁴ عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص 32.

المطلب الثالث: أنظمة المجمعات الشمسية الحرارية

نميز ضمن الطاقة الشمسية تقنيتين رئيسيتين سيكون لهما دور فاعل في التحول الطاقوي العالمي إتجاه إستغلال الطاقة الشمسية، نظرا لما تساهم به من طاقة كهربائية أو حرارية تلي الاحتياجات العالمية المختلفة، وعلى عكس الخلايا الفوتوفولطية والتي تقوم بإستغلال الضوء الساقط على الأرض من الشمس في توليد تيار كهربائي بصورة مباشرة، فمجمعات الطاقة الشمسية الحرارية تقوم بإستغلال الحرارة لتبخير المياه وإستغلال طاقة بخار الماء هذا لإدارة توربينات تقوم بدورها بتوليد الكهرباء أو إستخدام البخار في تطبيقات أخرى، ومن خلال هذا المطلب سنحاول التعرف على أساس التقنية الشمسية الحرارية (المجمعات)، أنواعها، طرق رفع كفاءتها وأهم جوانب إقتصادياتها.

أولا: نبذة تاريخية وتعريفية عن المجمعات الشمسية الحرارية

تتلخص الوظيفة الأساسية للمجمع الشمسي في إلتقاط الأشعة الشمسية وتحويل طاقتها إلى طاقة حرارية وبمكنا القول أن كل جسم يعتبر مجمع شمسي، إذ أنه من المعروف أن كل جسم يتعرض لأشعة الشمس ترتفع درجة حرارته. وقد إستغلت هذه الطاقة من طرف الإنسان منذ القدم خاصة لتجفيف الثمار والتسخين، وبعد المجمع الشمسي الذي بناه "نيقولا موسوسور" عام 1771 أول مجمع شمسي، فلقد بنى هذا العالم علبه بسيطة طلالها باللون الأسود وإستطاع بهذا التركيب تسخين الماء بالأشعة الشمسية حتى درجة حرارة 87 درجة مئوية،¹ منذ ذلك الوقت والأبحاث جارية لتطوير كفاءة المجمعات الشمسية الحرارية، وقد عرف الإنسان قوة الطاقة البخارية في الثورة الصناعية في أوروبا وإكتشف قدرتها في توليد الكهرباء عن طريق إمرار البخار على توربينات تقوم بتحويل الطاقة الحركية الناتجة عنه إلى طاقة كهربائية، ولكن ظل الإنسان يبحث دائما على طرق أفضل تساعده في الحصول على البخار أي تحويل الماء إلى بخار محمص*، فبدأ في إستخدام الوقود الأحفوري كوسيلة لتسخين الماء والحصول على البخار، حتى محطات الطاقة النووية والذرية هدفها الرئيسي الحصول على طاقة حرارية رهيبه تستطيع أن يتحول بها الماء إلى بخار بسرعة أكبر وصولا إلى محطات الطاقة الشمسية الحرارية التي تعمل أيضا على تبخير المياه والحصول على بخار محمص يستطيع إدارة توربينات تقوم بدورها بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

والطاقة الشمسية الحرارية هي تلك التقنية التي يتم من خلالها حصاد وإستغلال الطاقة الشمسية لإنتاج طاقة حرارية حيث تستخدم المركبات أو المجمعات الشمسية الحرارية لهذا الغرض، وتستطيع هذه الطاقة الحرارية أن تدير محرك حراري وبالتالي تتحول الطاقة الشمسية إلى طاقة ميكانيكية، وتتميز الطاقة الشمسية الحرارية مقارنة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية في أنها عادة ما تحتوي على مخزن للطاقة يقوم بوظيفة تخزين الحرارة الزائدة لإستخدامها في المستقبل، وبالتالي لا تحتاج إلى بطاريات مرتفعة الثمن لتخزين الكهرباء كما هو الحال في الخلايا الفوتوفولطية، كما يمكن إستخدام تقنية الطاقة الشمسية الحرارية بشكل رئيسي في تطبيقات النشر ذات السعة الكبيرة، وتشابه فئات سلسلة القيمة الأخرى لتقنية الطاقة الشمسية الحرارية مع تلك الموجودة في التقنيات التقليدية في قطاع الطاقة بإستثناء قطاع التصنيع. وتتألف عملية تصنيع معدات الطاقة الشمسية الحرارية من تصنيع أجهزة الإستقبال وأنظمة التجميع

¹ عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص 277.

* البخار المحمص هو بخار ماء جاف بدرجة حرارة عالية وضغط عالي.

وأنظمة نقل وتخزين الحرارة، وأنظمة توليد البخار والتوربينات، ولقد بدأت المحاولات العملية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة ميكانيكية عام 1955 عندما أجرى العالم "هوتيل" تحليله الشهير على توليد القوى باستخدام المجمعات الشمسية والمحركات الحرارية التي تعمل بين درجة حرارة 38 درجة مئوية و150 درجة مئوية، وقام "ماسون وجيراديير" عام 1966 بإجراء التجارب على المحركات الحرارية باستخدام المجمعات الشمسية، وفي عام 1973 أشرف "جيراديير" و"الكساندروف" على إقامة المنشآت التنفيذية لهذه النظم في إفريقيا، كما أنشأت أول محطة للطاقة الشمسية الحرارية في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1985 بقدره 13.8 ميغاواط من طرف شركة Luz يطلق عليها تسمية SEGS¹، وتعد محطة "نور-ورزازات" بالمغرب أكبر محطة للطاقة الشمسية الحرارية في العالم بقدره إنتاج تفوق 500 ميغاواط عند دخولها حيز التشغيل الكامل.²

ثانياً: أنواع المجمعات الشمسية الحرارية

إن مهمة المجمعات الشمسية على اختلاف أشكالها هي تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية على درجات حرارة مختلفة حسب طبيعة الاستخدام المطلوب، وبشكل عام تقوم هذه المجمعات بنقل الطاقة الحرارية الناتجة إلى أحد المواع كالهواء أو الماء أو أي من السوائل الأخرى، ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من المجمعات الشمسية الحرارية هي المجمعات المفرغة، المجمعات المسطحة والمجمعات المركزة،³ ويحتوي كل نوع على أشكال فرعية مختلفة، كما يتميز كل شكل بخصائص مميزة تجعله ملائماً لبعض الاستخدامات والتطبيقات.

1. المجمعات الشمسية الحرارية المفرغة: تقوم هذه التقنية على تثبيت الأنابيب الحامل للسائل داخل أسطوانة زجاجية مغلقة ومفرغة من الهواء في ذات الوقت، ونتيجة لقدرة الضوء على الانتقال في الفراغ فإن تفرغ الأسطوانة الزجاجية من الهواء لا يقف عثرة أمام وصول أشعة الشمس إلى السطح الماص داخلها، فالأسطوانة الزجاجية المفرغة تسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى السطح الماص لكنها تمنع انتقال الحرارة بالحمل من السطح الماص إلى الخارج وتتغلب المجمعات الشمسية المفرغة بذلك على مشكلة فقدان الحرارة بواسطة إلغاء الوسط المادي الذي تنتقل الحرارة خلاله وهو الهواء. وهناك عدة تصاميم وأشكال للمجمعات الشمسية الحرارية المفرغة منها الأكثر شيوعاً: المجمع المفرغ ذو الأسطوانتين الزجاجيتين والمجمع المفرغ ذو الأسطوانة الزجاجية الواحدة، ولكل منهما خصائصه وتطبيقاته؛

2. المجمعات الشمسية الحرارية المسطحة: تقنية المجمع الشمسي المسطح هي غاية في البساطة والسهولة التكنولوجية إذ يتكون المجمع المسطح من صندوق خشبي أو معدني وله غطاء شفاف ويجوي في داخله الصفيحة الماصة وبعض المواد العازلة التي تعزل الصفيحة عن أجزاء الصندوق الأخرى، ويقوم الصندوق الخشبي أو المعدني بوظيفة حماية الصفيحة الماصة من التقلبات الجوية وتقليل آثار انتقال الحرارة، كما أنه يشكل إطاراً مناسباً في التطبيقات العملية من حيث متطلبات الإنشاء والتركيب. وتعد المجمعات الشمسية المسطحة من أكثر أنواع المجمعات

¹ International Renewable Energy Agency, **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, concentrating solar power**, IRENA Work Paper, Volume1: Power Sector, Issue 2/5, Abu Dhabi, June 2012, P 11.

²<http://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2015/11/20/morocco-to-make-history-with-first-of-its-kind-solar-plant>(29 /02/2017)

³ سعود يوسف عياش، مرجع سبق ذكره، ص184-194.

شيوعا في التطبيقات التي تتطلب الحصول على الطاقة الحرارية على درجات الحرارة المنخفضة نسبيا لا تتعدى 90 - 100 درجة مئوية، ويرجع ذلك لسهولة تصنيعها وتعدد إستعمالاتها وإنخفاض سعرها بالمقارنة مع المجمعات الأخرى. وتشير الإحصاءات على أن نسبة عالية من الإستهلاك العالمي للطاقة هو في الواقع طاقة حرارية لا تتعدى 100 درجة مئوية خاصة للإستخدامات المنزلية، وإنطلاقا من ذلك، ففي التطبيقات التي تتطلب درجات أعلى من درجة الغليان أو تتطلب إنتاج بخار على ضغوط منخفضة (خاصة التطبيقات الصناعية) فإن المجمعات المسطحة تفقد الكثير من خصائصها ويتطلب الأمر إستخدام مجمعات أخرى أكثر ملاءمة لهذا النوع من التطبيقات كالمجمعات الشمسية الحرارية المركزة؛

3. المجمعات الشمسية الحرارية المركزة: تستعمل المجمعات الشمسية المركزة في التطبيقات التي تتطلب درجات حرارة أعلى من درجة الغليان رغم أنه يمكن إستعمالها في التطبيقات ذات درجات الحرارة المنخفضة أيضا ولأجل تحقيق درجات الحرارة العالية المطلوبة فإن الأمر يتطلب تركيز كمية كبيرة من أشعة الشمس على مساحة صغيرة وتقليل مساحة السطح الفائق للحرارة، ومن هنا تأتي الصفة التي تطلق على هذا النوع من المجمعات بأنها مجمعات مركزة، وفي هذه التقنية تعمل العاكسات على تركيز أشعة الشمس على جهاز الإستقبال، ويقوم هذا الجهاز بامتصاص الحرارة وتحويلها إلى سائل ناقل للحرارة يُستخدم بعد ذلك لتوليد البخار في الغلاية، ثم يستخدم هذا البخار المولد لتشغيل التوربينات التي تعمل بالبخار، وقد أثبتت التجارب على إمكانية إنتاج البخار على ضغوط مرتفعة نسبيا وإستخدامها في العمليات الصناعية المختلفة وكذا في توليد الكهرباء.

ومن الخصائص المميزة للمجمعات المركزة أنها لا تستفيد إلا من الإشعاع الشمسي المباشر فقط، وأما الإشعاع المنتشر فهو ليس له فائدة في حالة هذه المجمعات، وتبعاً لذلك فإن زيادة كفاءة هذه الأخيرة يتطلب أن يتوفر فيها من الوسائل ما يكفل أن تتحرك أجزائها العاكسة للإشعاع الشمسي بحيث تتبع حركة الشمس وتستقبل أكبر كمية من الإشعاع المباشر، والحاجة إلى هذه الوسائل يزيد من التعقيدات التكنولوجية المتعلقة بهذه المجمعات غير أنه لا غنى عنها لأجل زيادة كفاءتها، وبالنتيجة فإن المعطيات السابقة تقتضي أن توضع المجمعات الشمسية المركزة في الإستعمالات الملائمة التي تبرر التعقيدات التكنولوجية والمشاكل العملية والتكلفة الإقتصادية لهذه المجمعات.

وتتخذ المجمعات الشمسية الحرارية المركزة أشكالا عديدة تشترك جميعها في الخصائص الأساسية لهذا النوع من المجمعات لكنها تختلف من حيث الشكل الهندسي، وينجم عن هذا الاختلاف أن درجة الحرارة القصوى التي يمكن الحصول عليها تختلف من مجمع إلى آخر، ويمكن تصنيف المجمعات الشمسية الحرارية المركزة إلى أربعة تقنيات فرعية الأكثر شيوعا وإستخداما، وهي:¹

¹ أنظر كل من:

- محمد مصطفى محمد الخياط، محطات مركزات الطاقة الشمسية، مجلة الكهرباء العربية، العدد 99، يناير 2010، ص 2-3. (بتصرف)

- International Renewable Energy Agency, Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, concentrating solar power, **Op.Cit**, p4-6.

- World energy council, world energy resources: solar, **Op.Ci**, p12, 13.

- أ. **تقنية القطع المكافئ Parabolic Trough**: تعتمد محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية في هذا النوع على تركيز الطاقة الحرارية لأشعة الشمس المباشرة على أنبوب يمر به سائل المستقبل (ماء، محلول ملحي زيت... إلخ) فترتفع درجة حرارة السائل بفعل حرارة الشمس من 70 إلى 100 مرة لتتراوح درجة الحرارة بين 350 - 550 درجة مئوية فيتحول إلى بخار يكفي لإدارة توربينة بخارية؛
- ب. **تقنية البرج المركزي Central Tower**: تعتمد هذه التقنية على استخدام عواكس مستقلة مركبة على نظام تتبع حركة الشمس مع توجيه الإشعاع الشمسي نحو مستقبل مركزي مثبت فوق برج يعمل كغلاية لتوليد البخار وتحميصه ثم دفعه إلى توربينة بخارية، وبتركيز أشعة الشمس من 800 إلى 1000 مرة يمكن الوصول إلى درجات حرارة مرتفعة تصل إلى نحو 1000 درجة مئوية بحسب السائل المستخدم؛
- ج. **تقنية طبق سترلينج Sterling Dish**: تقوم هذه التقنية على تركيب طبق ذو سطح إستقبال عاكس لأشعة الشمس على وحدة لتتبع الإشعاع الشمسي يمكن توجيه الإشعاع الشمسي إلى مستقبل يتحرك مع حركة الطبق وتصل درجات الحرارة في هذا النوع إلى نحو 750 درجة مئوية، وتسمى أيضا مراكز الأطباق المنحنية حيث أن سطحها العاكس ينحني في مستويين؛
- د. **تقنية مرايا فرنل الطولية Linear Fresnel**: تعتمد هذه التقنية على استخدام مرايا عاكسة مسطحة أو بها إنحناء وتركيز أشعة الشمس على مستقبل أو أكثر يوضع أعلى المرايا، وإستخدام البخار في توليد الطاقة الكهربائية من توربينة بخارية.

الشكل رقم (16.3): مقارنة التقنيات الفرعية للطاقة الشمسية الحرارية المركزة

| السلبيات | الإيجابيات | | |
|--|---|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> استخدام سائل نقل الحرارة القائم على النفط لا يسمح للحرارة أن تتجاوز 400 درجة سليزيوس، مما ينتج عنه كفاءات محدودة وتكاليف تخزين أعلى. | <ul style="list-style-type: none"> تقنية أكثر نضجًا ومختبرة تجاريًا. لديها قدرات التوليد المشترك مع محطات الوقود الأحفوري. |  | حوض القطع المكافئ (PT) |
| <ul style="list-style-type: none"> تقنية هليوستات أكثر تعقيدًا وعالية التكلفة سواء من حيث النفقات الرأسمالية أو التشغيلية. | <ul style="list-style-type: none"> درجة حرارة التشغيل العالية (500° سليزيوس). التوافق مع التوليد المشترك. النظام قابل للتكيف مع المواقع الغير مسطحة. |  | البرج المركزي (CT) |
| <ul style="list-style-type: none"> كفاءة أقل في تحويل الطاقة الحرارية إلى كهربائية. | <ul style="list-style-type: none"> تكاليف استثمار أقل. يسهل توليد البخار المباشر دون الحاجة إلى سائل نقل الحرارة والمبادلات الحرارية. |  | مرايا فرنل الطولية (LF) |
| <ul style="list-style-type: none"> نضج تقني منخفض. عدم التوافق مع تقنيات التوليد المشترك. تكاليف استثمار أعلى نظرًا لمتطلبات التتبع الثنائية المحور. | <ul style="list-style-type: none"> الأعلى كفاءة. الحد الأدنى من فقدان الحرارة نظرًا لعدم حاجة هذه التقنية لسائل نقل الحرارة. |  | طبق سترلينج (SD) |

المصدر: عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، دراسة إقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية - التحديات وأفاق المستقبل، منتدى الرياض الإقتصادي نحو تنمية إقتصادية مستدامة، الدورة السابعة، السعودية، 2015، ص 37.

ومن بين هذه التقنيات، تعتبر تقنية المرايا الشمسية الأكثر إنتشاراً إذ أن نسبة حصتها في السوق تساوى نحو 88% من إجمالي القدرة المركبة، في حين أن حصة تقنية البرج المركزي تبلغ 11% من حصة السوق إلا أنها تتمتع بدعم قوي نظراً لكفاءتها العالية وإنخفاض التكلفة المعدلة للكهرباء بها مقارنة بتقنية المرايا الشمسية المقعرة، أما تقنية طبق سترلينج يُعد الأعلى كفاءةً وتعطي ميزة نسبية لتقنيات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة عن كافة تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى، إلا أنها تتطلب تكاليف إستثمارية عالية كما أنها لا تتوافق مع أنظمة تخزين الحرارة.

ثالثاً: مداخل رفع كفاءة المجمعات الشمسية الحرارية

قبل التطرق لآلية رفع الكفاءة الإستخدامية للمجمع الشمسي الحراري ينبغي التعرف على أهم العوامل المؤثرة في مردوده، نذكر منها الأكثر تأثيراً وتمثل فيما يلي:¹

- تأثير شدة الإشعاع الشمسي الساقط على المجمع: حيث تلعب شدة الأشعة الشمسية دوراً مهماً في رفع وتحسين مردود المجمع الشمسي، إلا أن هذه الشدة تتغير بتغير الموقع الجغرافي، زاوية سقوط الأشعة على المجمع فصول السنة، الأحوال المناخية، ويتناسب مردود المجمع الشمسي طردياً مع شدة الإشراق الشمسي؛

- تأثير فرق الحرارة بين داخل المجمع وخارجه في المحيط الخارجي: حيث تزيد كمية الحرارة المصدرة من المجمع للمحيط الخارجي كلما زاد فرق درجة الحرارة بينهما، ويتناقص مردود المجمع بسرعة عندما يصبح الفرق كبيراً بين الداخل والخارج، لذلك يوصى بالحفاظ على المجمع في درجات حرارة منخفضة ويتم ذلك بنقل الحرارة الناتجة بواسطة السائل الحراري بسرعة؛

- تأثير عزل المجمع عن المحيط: بسبب تأثير تبادل الهواء بين المحيط الخارجي والمجمع وكذا تأثير سرعة الرياح، لذلك ينصح بتركيب المجمع في معزل عن مجرى الرياح الشديدة لرفع مردوده.

كما أن رفع كفاءة إستخدام الطاقة الشمسية الحرارية في التطبيقات المختلفة تتطلب توفير المجمعات ذات الكفاءة العالية والتي تكون ذات جدوى إقتصادية في نفس الوقت، ولأجل رفع كفاءة المجمع الشمسي فإن الأمر يتطلب مواجهة العوامل السابقة الذكر لأجل زيادة كمية الطاقة المكتسبة وتقليل كمية الطاقة المفقودة، والواقع أن معظم الأبحاث التي تجري على المجمعات الشمسية تتركز حول هاتين النقطتين (زيادة كمية الطاقة المكتسبة وتقليل كمية الطاقة المفقودة)، مع الأخذ بعين الإعتبار ضرورة أن تكون أسعار المجمعات مقبولة إقتصادياً. وحتى تزداد كمية الطاقة المكتسبة يجب مراعاة الجوانب التالية:²

- تقليل العوائق التي تحد من وصول الإشعاع الشمسي إلى تلك الأجزاء من المجمع والتي تقوم بإمتصاص الأشعة الشمسية، وذلك بإستعمال المواد التي تسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى الأسطح الماصة بكفاءة عالية؛

- زيادة كفاءة الأسطح الماصة للإشعاع الشمسي، وذلك بإستعمال بعض الطلاءات التي تزيد من إمتصاص أشعة الشمس وتقلل من الإشعاع الحراري لهذه الأسطح؛

¹ عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص 284، 286.

² سعود يوسف عياش، مرجع سبق ذكره، ص 183.

- رفع كفاءة نقل الطاقة الشمسية الممتصة على السطح الماص إلى المائع (غاز أو سائل) الذي يمر في المجمع الشمسي، ويحدث هذا في العادة بواسطة إستعمال المعادن جيدة التوصيل للحرارة. وحتى تقل كمية الطاقة المفقودة فإن الجهود تتركز على النواحي التالية:¹
- تقليل الحرارة المفقودة بواسطة وسائل الحمل والتوصيل والإشعاع، ويتم ذلك عن طريق تقليل معامل إنتقال الحرارة من السطح المستقبل إلى الأجواء المحيطة بواسطة إستعمال أكثر من غطاء زجاجي فوق السطح الماص أو تفريغ المجمعات الشمسية من الهواء لمنع إنتقال الحرارة؛
- تقليل مساحة السطح الماص لتقليل كمية الحرارة المفقودة ويتم هذا من خلال تجميع أشعة الشمس وتركيزها على سطح ذي مساحة صغيرة، ويستعمل هذا الأسلوب في المجمعات الشمسية المركزة.

رابعا: إقتصاديات كهرباء الطاقة الشمسية الحرارية

تعتمد النظم الشمسية الحرارية (خاصة المركزة منها) لتوليد الطاقة الكهربائية على إستبدال مصادر الوقود المستخدمة بالمحطات الحرارية التقليدية لإنتاج الكهرباء بالطاقة الحرارية من تركيز الإشعاع الشمسي عند درجات حرارية عالية تصل إلى 1500 درجة مئوية، وتتميز النظم الشمسية الحرارية المركزة بإمكانية تكاملها مع النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء، حيث يمكن لمحطات إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية أن تعمل جنبا لجنب مع محطات إنتاج الكهرباء التقليدية للإستفادة من توصيلها بنظام الشبكة الكهربائية، وبالتالي تضمن إمدادات منتظمة للكهرباء، كما أنها لا تتسبب في مشاكل لتشغيل الشبكة الكهربائية، ويمكن لهذه النظم أن تعمل كمحطات مركزية يتم توصيلها بالشبكات الكهربائية كما تستخدم بعض أنظمتها كوحدات منفصلة في المناطق النائية وبقدرات محدودة.²

وقد شهدت الطاقة الشمسية الحرارية المركزة إنتشارا واسعا في السنوات الأخيرة في عدة دول حيث عرفت قدراتها المركبة زيادة بـ 110 ميغاواط سنة 2016 ليصل إنتاجها الإجمالي العالمي نحو 4.8 جيغاواط، يتركز هذا الإنتاج بنسبة تتجاوز 80% في كل من إسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية،³ وبالتطلع إلى المستقبل فإن دول الشرق الأوسط ومناطق آسيوية وإفريقية سيكون لها الدور الريادي في نشر إستخدام الطاقة الشمسية الحرارية. وتتمثل العوامل الرئيسية للنمو في تميز موارد الطاقة الشمسية الحرارية، والحاجة الملحة لتنوع مصادر الطاقة، وكذا النمو المتزايد للطلب العالمي على الطاقة، وتكاليف التمويل المنخفضة التي تحقق توازن التكاليف الأولية المرتفعة لنشر الطاقة الشمسية الحرارية وكذا الدعم الحكومي لها، وتعد الطاقة الشمسية الحرارية المركزة تكنولوجيا واعدة تتوقع الوكالة الدولية للطاقة أن تزداد تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة لتصل إلى نحو 12.4 جيغاواط في عام 2018، تم ترتفع إلى 330 جيغاواط بأفاق عام 2040، كما يتوقع أن تكون مصدرا لما يصل إلى 11% من الطاقة الكهربائية المولدة في العالم بحلول عام 2050، ويصدق هذا خاصة في الدول التي تتميز بوفرة الموارد الشمسية خاصة منها دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

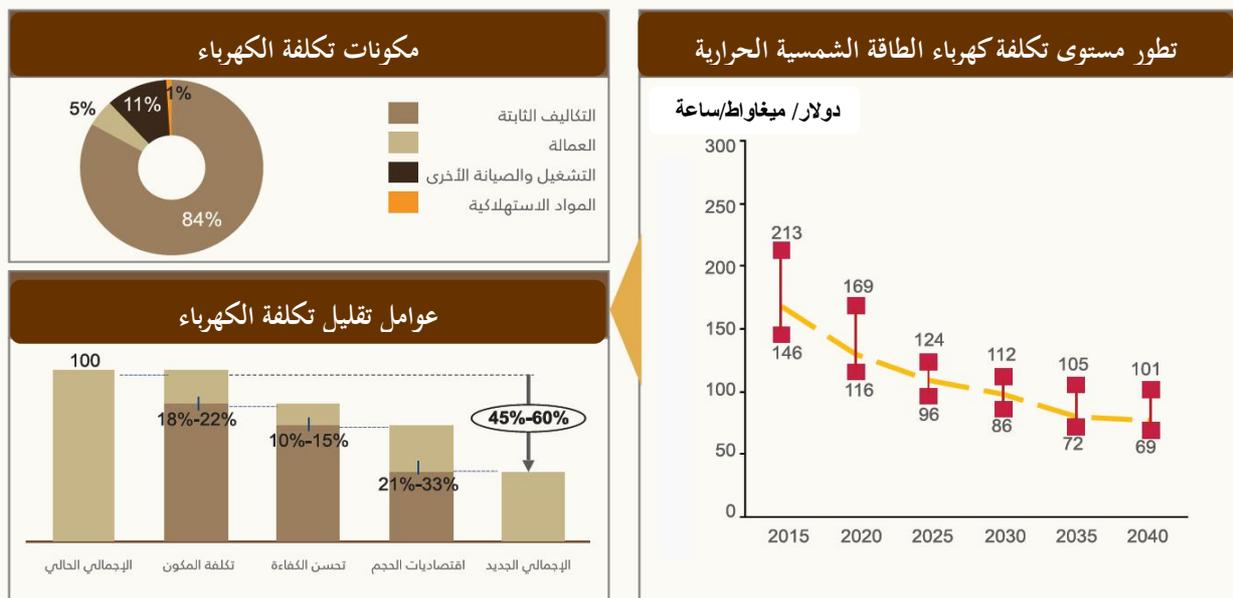
¹ سعود يوسف عياش، مرجع سبق ذكره، ص 183، 184.

² اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، تنمية إستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 5. (بتصرف)

³ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p73.

وبالرغم من بعض المزايا التقنية التي تتفوق فيها الطاقة الشمسية الحرارية على الطاقة الشمسية الكهروضوئية منها ميزة تقنية التخزين لمزود الكهرباء، بالإضافة إلا أن الطاقة الشمسية الحرارية تمتلك قدرات توليد مشتركة مثل التوليد المشترك مع محطات الطاقة التقليدية، إلا أنها تعاني من ارتفاع تكلفة توليد الكهرباء بسبب ارتفاع تكلفتها الإستثمارية وتكاليف التشغيل والصيانة، كما يمثل أيضا الطلب الكبير على المياه لتبريد أنظمة تحويل الحرارة أحد المعوقات خصوصا في المناطق التي تعاني ندرة في المياه، ورغم كل تلك المعوقات إلا أنه توجد إمكانية كبيرة لتحسين الجدوى الاقتصادية لإستخدام الطاقة الشمسية الحرارية، خاصة من خلال الدعم الحكومي المناسب في المناطق الواعدة، مثل دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، ويمكن أن تُخفض تكلفة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية الحرارية المركز بنسبة 45-60% في المستقبل كما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم (17.3): مستويات تكلفة كهرباء الطاقة الشمسية الحرارية المركزة خلال الفترة 2015-2040



المصدر: عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، دراسة إقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية - التحديات وأفاق المستقبل، منتدى الرياض الإقتصادي نحو تنمية إقتصادية مستدامة، الدورة السابعة، السعودية، 2015، ص38.

و خلاصة القول، أنه يتطلب عند إختيار تقنية الطاقة الشمسية (الفوتوفولطية أو الحرارية) يجب أن يكون هناك إدراك ومعرفة دقيقة وتفصيلية عن الجوانب البيئية والعملية والإقتصادية للتطبيق موضع الإهتمام، ولا بد من أخذ كل هذه العوامل بعين الإعتبار عند تقدير نوع التقنية المطلوبة من أجل تحقيق تنمية شاملة مستدامة بموارد طاوقية تأخذ بضوابطها ومبادئها.

المطلب الرابع: نحو بناء منظومة طاوقية مستدامة بالإعتماد على الطاقة الشمسية

تتعدد مجالات إستخدام الطاقة المتولدة من تركيز أشعة الشمس وتباين مستويات تطبيقاتها، بل إن الأمر أصبح الآن يتعدى مجالات الإستخدام إلى أن يطرح كأحد المحاور الإستراتيجية للرؤى التنموية للمراكز الحضرية في كثير من التجارب على مستوى العالم سعياً وراء تحقيق مبادئ الإستدامة والحفاظ على البيئة من التدهور كهدف عالمي

تتكاثف الدول حول تحقيقه، ولبناء منظومة متكاملة لإستخدام الطاقة الشمسية سعياً نحو تحقيق إستدامة التنمية فلا بد من الفهم الجيد لمحاور هذه المنظومة وذلك وفق العناصر التالية:

أولاً: تقنيات الإمداد بالطاقة الشمسية وأهم تطبيقاتها

توجد تقنيتين أساسيتين لتوفير الإمداد من الطاقة الشمسية (لقد سبق التطرق لهما في المطالب السابقة من هذا المبحث) ويتمثلان في: تقنية الخلايا الشمسية الفوتوفولطية وتقنية المجمعات الشمسية الحرارية، ووفقاً لذلك فإن آلية الإمداد بالطاقة لتفعيل التنمية المستدامة لا بد وأن يشمل التقنيتين السابقتين للوصول إلى أقصى إستفادة ممكنة من النظم المعمول بها وذلك على النحو التالي:¹

1. إستخدام الوحدات المنفصلة من الخلايا الفوتوفولطية لتوليد الكهرباء اللازمة لأغراض الإنارة الخارجية (إنارة الشوارع والطرق، اللوحات الإعلانية والإرشادية، الهوائيات اللاسلكية... الخ) والحدائق والمنتزهات؛

2. إستخدام وحدات منفصلة من المجمعات لسخانات المياه الشمسية الحرارية، وكذا لتوليد الكهرباء اللازمة لأغراض تسخين المياه في المباني العامة والخاصة، من خلال تزويد أسطحها بسخانات للمياه تعمل بالطاقة الشمسية الحرارية؛

3. إستخدام أنظمة تكاملية منفصلة من الخلايا الشمسية الفوتوفولطية والحرارية لتشغيل أنظمة تكييف الهواء حيث يتم تزويد أسطح المباني بهذه النوعية من الأجهزة التي تستخدم الحرارة في تشغيل دورات التدفئة أو التبريد بالتكامل مع الكهرباء المولدة من الخلايا الفوتوفولطية؛

4. تشييد المحطات أو المزارع الشمسية الكبرى لتزويد المراكز الحضرية والأنشطة الإقتصادية الكبرى (كالمجمعات الصناعية ومراكز التسوق والأنشطة السياحية) بالطاقة اللازمة، وعلى الرغم من إرتفاع تكاليف إنشاء هذه المحطات الشمسية، إلا أنه من الأهمية بمكان اللجوء إليها نظراً لدورها في توفير جزء كبير من إحتياجات الطاقة النظيفة، إضافة إلى أنه مع عمليات البحث والتطوير المستمرة لتكنولوجيات التصنيع إنخفضت تكاليف إنشائها بصورة ملحوظة ويتوقع مستقبلاً أن تستمر هذه التكاليف في الإنخفاض. أما بالنسبة للمساحة اللازمة لتشييد المزارع الشمسية فتختلف من منطقة إلى أخرى حسب شدة الإشعاع الشمسي، حيث وبصورة تقريبية تركيب الألواح الشمسية يحتاج إلى مساحة من 7 إلى 10 متر مربع لكل كيلواط كقدرة مركبة، فمثلاً محطة شمسية بقدرة 12 كيلواط تحتاج 100 متر مربع، كما أكدت إحدى الدراسات أن توليد 100 ميغواط يتطلب تشييد محطة شمسية على مساحة 1680 متر مربع في شمال إفريقيا مثلاً.²

5. إستخدام محطات الطاقة الشمسية في عملية التنمية: حيث أثبتت العديد من الدراسات المتخصصة ضرورة ربط عملية توليد الطاقة من الشمس بإستراتيجية التنمية، وخاصة إذا ما تعلق الأمر بتزويد المناطق النائية والصحراوية بالطاقة الكهربائية عن طريق إنشاء محطات شمسية تكاملية منفصلة، وفي نفس الوقت توفير الطاقة لتحفيز وتحريك عجلة التنمية على مستوى هذه المناطق، وهو ما يمكن في نهاية المطاف من التعامل مع العديد من المشاكل والمعوقات

¹ مصطفى منير محمود، مرجع سبق ذكره، ص 9، 10.

² النصر صولر، لماذا الطاقة الشمسية الآن؟، متاح على الموقع: <http://nasrsolar.com/>

التي تقف في مسار تنمية الأقاليم والمناطق الصحراوية الشاسعة المساحة، وهي سمة أساسية لأغلب الدول العربية ومنها الجزائر.

ثانياً: الأطراف الفاعلة والمعنية ببناء منظومة إستغلال الطاقة الشمسية

لن تتحقق أهداف التنمية المستدامة خاصة إتجاه الطاقة إلا بوجود شراكة حقيقية نابعة من إرادة مجتمعية شاملة لكافة الأطراف، ونقصد هنا بالأطراف الرئيسيين المعنيين بعملية بناء منظومة إستغلال الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية، وهم:¹

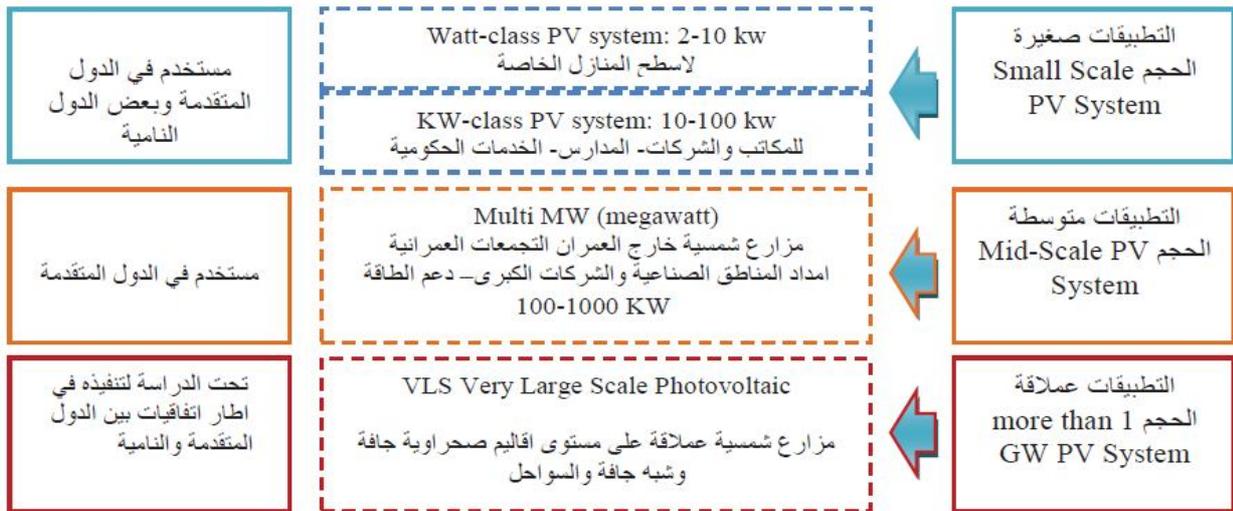
- مؤسسات المجتمع المدني؛
- المؤسسات التعليمية ومراكز البحث والتطوير؛
- شركات ومؤسسات الطاقة؛
- الحكومات ومؤسسات التمويل.

فإذا ما حدثت الشراكة الحقيقية بين هذه الجهات ووجهت جهودها صوب إستغلال الطاقة الشمسية كأحدى المحاور الرئيسية لإيجاد تنمية خضراء حقيقية تتوفر فيها مقومات الحياة الجيدة بعيداً عن الملوثات وإهدار فإستنزاف الموارد الطبيعية خاصة الطاقوية، فإن هذا من شأنه أن يصل بالمجتمع إلى درجات عالية من التنمية المستدامة ويصبح مجتمعاً مستداماً تنموياً، وذلك عبر مسارات رئيسية تبدأ بتوفير الطاقة النظيفة وصولاً إلى بناء منظومة متكاملة للتنمية الخضراء تظهر آثارها الإقتصادية والإجتماعية والبيئية الإيجابية على المجتمع بأكمله.

ثالثاً: مستويات نظم الإمداد بالطاقة الشمسية

مما سبق عرضه من تقنيات مختلفة للإستفادة من الطاقة الشمسية بإختلاف تطبيقاتها، فيمكن التأكيد على وجود عدة مستويات من هذه التطبيقات وفقاً لطبيعة الإستخدام وحجم النشاط، وهو ما يمكن توضيحه في الشكل الموالي:

الشكل رقم (18.3): مستويات نظم الإمداد بالطاقة الشمسية وفقاً لطبيعة الإستخدام ومدى الإنتشار عالمياً



المصدر: مصطفى منير محمود، آليات تفعيل تطبيقات إستخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني،

جامعة القاهرة، مصر، بدون سنة نشر، ص 11.

¹ مصطفى منير محمود، مرجع سبق ذكره، ص 13.

رابعاً: مراحل إنشاء منظومة الإمداد بالطاقة الشمسية

توجد عدة مراحل لإرساء منظومة إستغلال الطاقة الشمسية في المجتمعات تحقيقاً لمبادئ التنمية المستدامة بكل أبعادها، ويمكن تلخيصها في الشكل التالي:

الشكل رقم (19.3): مراحل خلق منظومة الإمداد المستدام بالطاقة الشمسية لتحقيق التنمية في المجتمعات



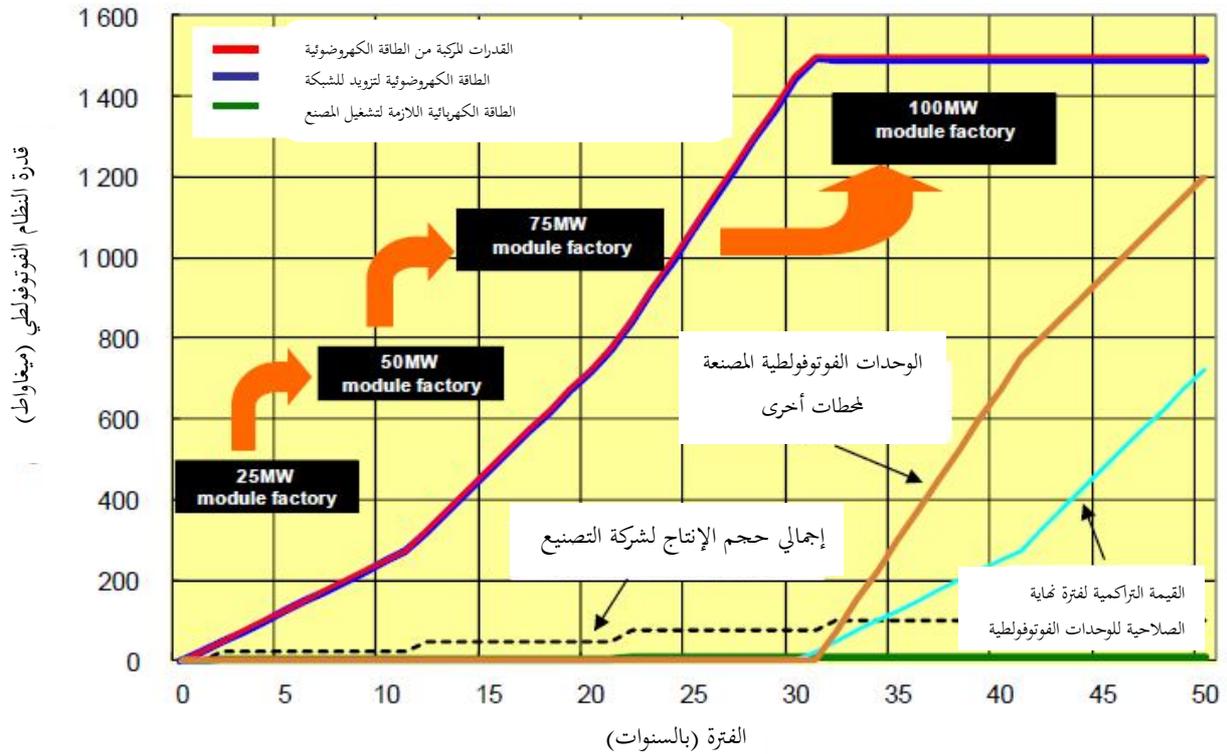
المصدر: مصطفى منير محمود، آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة، مصر، بدون سنة نشر، ص12.

خامساً: السيناريو المستدام لنظام فوتوفولطي شمسي

إن بناء محطة توليد الطاقة الكهروضوئية على نطاق واسع سيؤدي إلى تحفيز الطلب الكبير على كافة مكونات النظام الشمسي الفوتوفولطي، مما يجعل عملية البناء تتم بأسلوب مناسب. وفي هذا السياق توجد عدة سيناريوهات مقترحة لإنشاء محطة كهروضوئية على نطاق الواسع، وفيما يلي واحد من هذه السيناريوهات الذي ينص على أنه كمرحلة أولية يقوم صاحب المحطة بتركيب وحدات فوتوفولطية بما يعادل توليد طاقة كهربائية بنحو 25 ميغاواط

وتقوم شركة تصنيع الألواح بتزويد المحطة بوحدات فوتوفولطية بما يقارب طاقة قدرتها 25 ميغاواط/سنة، حيث يتم توفير الألواح حصراً لأغراض بناء المحطة إلا إذا تجاوز حجم الإنتاج الطلب من موقع البناء، كما يتم توسيع قدرة المصنع بحوالي 25 ميغاواط/سنة على مدار عشرة سنوات وتصل قدرته إلى 100 ميغاواط/سنة بعد 30 عاماً. في هذا السيناريو، فإن قدرة محطة توليد الطاقة الكهروضوئية تحقق 1 جيغاواط في 24 عاماً و1.5 جيغاواط في 31 عاماً، وخلال هذه الفترة، تصل الوحدات الفوتوفولطية المثبتة في المرحلة الأولى إلى نهاية الحياة، وتقوم شركة تصنيع الألواح بتوفير وحدات كهروضوئية جديدة لإستبدال المنتهية صلاحيتها كذا لأجل تزويد محطات أخرى.¹

الشكل رقم (20.3): السيناريو المقترح لتنمية نظام شمسي فوتوفولطي



Source: keiichi komoto et all, **Energy from the Desert: Very Large Scale PV Power Plants for Shifting to Renewable Energy Future**, photovoltaic power systems program, IEA, London, 2015, p18.

¹ keiichi komoto et all, **Energy from the Desert: Very Large Scale PV Power Plants for Shifting to Renewable Energy Future**, photovoltaic power systems program, IEA, London, 2015, p18.

خلاصة الفصل الثالث

من خلال هذا الفصل والذي تناولنا فيه مداخل تحقيق الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة البديلة في ظل تحديات ضوابط التنمية المستدامة خلصنا في الأخير إلى ما يلي:

- إن التنمية التي يحتاج إليها العالم هي التنمية المستدامة التي تصيغ اليوم الجزء الأكبر من السياسة التنموية المعاصرة، فهي نظرية في التنمية تجعل الإنسان منطلقها وغايتها، وهي تنمية لا تولد فقط نمو إقتصادي لكنها توزع منافعه بالتساوي وتعيد بناء بيئة التنمية وصيانتها بدلا من تدميرها وهدفها ليس فقط الزيادة في الإنتاج وإنما تمكين الإنسان من العيش في حياة أفضل وأطول، فحاجات الإنسان ليس كلها مادية بل كذلك معنوية وإجتماعية، منها التعليم والثقافة وتوفر فرص لممارسة النشاطات الخلاقية وحق المشاركة في تقرير الشؤون العامة وحق التعبير والحفاظ على البيئة ومواردها خاصة الطاقوية للأجيال اللاحقة؛

- رغم تعدد وإختلاف الآليات والإجراءات المتخذة لترقية الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية، إلا أنها تلتقي عند نقطة مهمة ألا وهي البحث عن إمكانية إيجاد طاقة مستدامة إقتصاديا وبيئيا وإجتماعيا؛

- إن العلاقة بين الطاقة البديلة المتجددة والتنمية المستدامة يمكن النظر إليها في شكل ترتيب هرمي للأهداف والقيود التي تتضمن إعتبرات عالمية وإقليمية أو محلية على السواء، وعلى الرغم من أن تقييم المساهمة المحددة للطاقة المتجددة في التنمية المستدامة ينبغي أن يعتمد على كل سياق قطري على حدى، إلا أن الطاقة المتجددة إجمالاً تتيح الفرصة للمساهمة في تحقيق عددا من الأهداف المهمة للتنمية المستدامة خاصة مع توفر إمكانية إدماجها على مستوى مختلف النظم والقطاعات الإقتصادية السائدة حالياً؛

- تعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة البديلة المتجددة المتاحة عالمياً، حيث تتعدد مجالات إستخدامها وتتنوع تطبيقاتها بين الفوتوفولطية والحرارية مع إمكانية رفع كفاءتها خاصة مع التطور الذي تشهده تكنولوجياتها في السنوات الأخيرة مما جعل تكلفتها تنافسية مقارنة بالطاقات الأحفورية، الأمر الذي يجعل منها البديل الأقوى لإستخلاف الثروة البترولية خاصة في الدول البترولية العربية والتي تتوفر على إمكانيات هائلة من الطاقة الشمسية ومنها الجزائر، ومن خلال الفصل الموالي سنحاول التعرف على ذلك.

الفصل الرابع

أليات وإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة

الشمسية لإستغلال الثروة البترولية

في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة

العدد الثاني
الطبعة الأولى
الطبعة الأولى
الطبعة الأولى

تمهيدا

لقد حبا الله الجزائر بنعمة البترول، ولكن بإعتمادها المكثف على هذا المورد الناضب أصبحت تنعت بالدولة الربعية وتحولت من فرضية إقتصاد القوة لإمتلاكها هذه الثروة إلى إقتصاد الفقاعة نتيجة إستمرار هيفة المحروقات على كامل أركان إقتصادها، وذلك بالرغم من الإصلاحات الإقتصادية التي سطرها على مدى قرابة نصف قرن من الزمن. وفي ظل التحولات التي تشهدها المنظومة الطاقوية العالمية، وتزامنا مع قرب نفاذ الإحتياطي المتبقي من الثروة البترولية في الجزائر، وكذا تفاقم تأثيراتها البيئية، ومع تسارع وتيرة الإستهلاك المحلي للبترول وتراجع القدرات الإنتاجية له، أصبح لزاما على الجزائر التوجه نحو تطوير مصادر طاقوية بديلة ومتجددة لإستخلاف الثروة البترولية الناضبة بما يراعي متطلبات التنمية المستدامة. وفي هذا الإطار تتاح أمام الجزائر حزمة من المصادر الطاقوية البديلة، حيث تعد الطاقة الشمسية المرشح الأول لعملية الإستخلاف، نظرا للإمكانات الطبيعية الهائلة التي تزخر بها الجزائر من هذه الثروة النظيفة والمتجددة، إضافة إلى أن الطاقة الشمسية ستكون أكثر فعالية من البترول لو تم توجه العالم إلى الإستثمار القوي في هذا المجال، وتحقيقا لذلك يتطلب على الجزائر وضع إستراتيجية جديدة وواضحة المعالم لتحقيق الإستغلال الكفأ والأمثل للثروة الشمسية.

ضمن نفس السياق، ومن خلال هذا الفصل سنحاول التعرف على مكانة الثروة البترولية في الإقتصاد الجزائري إستراتيجية إستغلالها ومواطن التناقض مع ضوابط الإستدامة، ومن ثم التعرف على البدائل المتاحة غير المتجددة والمتجددة، مكانة وأفضلية الطاقة الشمسية ضمنها، وكذا التطرق لإستراتيجية الجزائر لتطوير إستغلال الطاقات المتجددة بالتركيز على الطاقة الشمسية وأهم الإجراءات المقترحة لترقية كفاءتها الإستخدامية على ضوء شراكات وتجارب عالمية رائدة، وذلك من خلال المباحث التالية:

- ✓ المبحث الأول: نظرة حول الثروة البترولية الجزائرية ومكانتها في الإقتصاد الوطني؛
- ✓ المبحث الثاني: البدائل الطاقوية للثروة البترولية الجزائرية ومكانة الطاقة الشمسية ضمنها؛
- ✓ المبحث الثالث: السياسة الجزائرية لتطوير وترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية؛
- ✓ المبحث الرابع: إجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر على ضوء الشراكة والتجارب الأجنبية.

المبحث الأول: نظرة حول الثروة البترولية الجزائرية ومكانتها في الإقتصاد الوطني

تعتبر الجزائر من أهم الدول المنتجة والمصدرة للبترول، وبالتالي فهي شريك وعنصر هام في السوق البترولية العالمية وترتكز المصادر البترولية في الجزائر بالصحراء الشاسعة التي كانت ولا زالت موقع بحث وتنقيب. وقد أدركت الجزائر أهمية عوائد الصادرات البترولية في تمويل عمليات التنمية المحلية، وأنها تشكل فرصة تاريخية للمساهمة في الخروج من حالة التخلف، من خلال تخصيص الجزء الأكبر من هذه العائدات لغرض تنفيذ البرامج التنموية، وباعتبار أن الثروة البترولية غير متجددة وآيلة إلى النضوب، فلا مناص للدولة الجزائرية من اللجوء إلى تنويع وتطوير مصادر بديلة للثروة البترولية، خاصة في ظل ظروف السوق الطاقوية الدولية الراهنة.

المطلب الأول: الخلفية التاريخية لإكتشاف وإستغلال البترول في الجزائر

شهدت سياسة إستغلال الثروة البترولية منذ الإكتشاف إلى الآن عدة محطات ومراحل، إتسمت كل محطة بجملة من الأحداث والتي أثرت في سياسة إستغلال البترول في الجزائر، سواء كانت هذه التطورات على المستوى المحلي أو العالمي، ومن هنا يمكن سرد أهم المحطات التي شهدها قطاع البترول الجزائري من خلال النقاط التالية ذكرها:

أولاً: إكتشاف البترول الجزائري

إن إكتشاف البترول في الجزائر لم يكن بمحض الصدفة بل بسبب الحاجة الإستعمارية لهذه المادة الثمينة، كما أن إكتشافه لم يكن حديث العهد، فهو طبعاً موجود جيولوجياً منذ القدم، كونه ظهر في عهد الفينيقيين إذ إستعملوه سنة 1200 قبل الميلاد، أما البيزنطيين فقد إستعملوه في القرن الخامس ميلادي، والأتراك العثمانيون في القرن 15 ميلادي. وطوال هذه العصور كان البترول في شكله الخام أو القار يستعمل في أغراض مختلفة. أما عن الإكتشاف التجاري وبداية الإستغلال الصناعي للبترول في الجزائر فقد كان مع بداية القرن العشرين حيث حفرت في شمال البلاد بعض الآبار القليلة العمق بعد ملاحظة مؤشرات بترولية كانت بادية على سطح الأرض، مثل بئر تليوانيت (جنوب غرب غليزان) المكتشف حوالي سنة 1915، وواد قطرين (جنوب سور الغزلان)،¹ هذه الإكتشافات الأولية كانت عرضية ولا تدخل ضمن مخطط البحث والتنقيب. ومنذ ذلك الوقت إزدادت عمليات الإستكشاف في الهقار والصحراء، حيث في أكتوبر 1952 أعطيت رخص التنقيب للشركة الفرنسية للبترول (CFP) وللشركة الوطنية للبترول بالجزائر (SNREPAL)، ثم لشركة التنقيب وإستغلال البترول في الصحراء (CREPS)، وفي عام 1956 تم إكتشاف أول بئر بترولية هامة في الصحراء الجزائرية هو حقل عجيطة، وفي نفس العام تم إكتشاف أكبر الحقول البترولية في الجزائر وهو حقل حاسي مسعود وذلك في جوان 1956، وهو العام الذي يؤرخ به لبداية عهد البترول في الجزائر.

ثانياً: تأسيس الشركة الوطنية - سوناطراك-

بعد الإستقلال مباشرة إتجهت الجزائر صوب قطاع المحروقات الذي بدأت أهميته تتضح في الإقتصاد الوطني ولكن إحتكار الشركات الأجنبية (الفرنسية خاصة) لمجمل الأنشطة البترولية، قررت الدولة إنشاء شركة وطنية تتولى كسر

¹ Rabah MARIOUT, Le Pétrole Algérien, ENAP, Alger, 1974, p106.

الإحتكارات الأجنبية، فقامت بتأسيس "الشركة الوطنية للبحث والتنقيب والإستغلال والنقل للمحروقات" سوناطراك (SONATRACH) في 31 ديسمبر 1963، وقد باشرت الجزائر من خلال هذه الشركة سياسة تدريجية لإستعادة الرقابة على المحروقات بدءا بالنقل، ثم التنقيب والإنتاج لاحقا كما يوضحه الجدول رقم (1.4). وتعد سوناطراك الشركة الوحيدة في الجزائر المسؤولة عن إستغلال المصادر البترولية والغازية الهائلة في البلاد وكذا بيعها. وباعتبارها مؤسسة حكومية تملك الدولة كل أسهمها، كما تتكلف بمهمة خلق القدرة الفنية والكفاءة الإدارية والإطارات حتى يستطيعوا أن يشرفوا ويديروا الصناعة البترولية، كما تملك الشركة مكاتب بمختلف عواصم دول العالم. وقد حققت منذ نشأتها تطورا هاما منقطع النظير حيث تعد وسيلة فعالة لإسترجاع وتطوير الثروات المنجمية الوطنية ودعمها للصناعة والإقتصاد الوطني، ورائدا غالبا في الإلتماءات التكنولوجية، وعاملا فعالا للعلاقات الدولية الجزائرية، وفي كل الحالات بقيت أداة للسيادة الوطنية، كشركة وطنية تساهم فيها الدولة لوحدها.

الجدول رقم(1.4): دينامية سيطرة سوناطراك على القطاع البترولي وتطوره
(من الستينات حتى مرحلة التأميم)

الوحدة: %

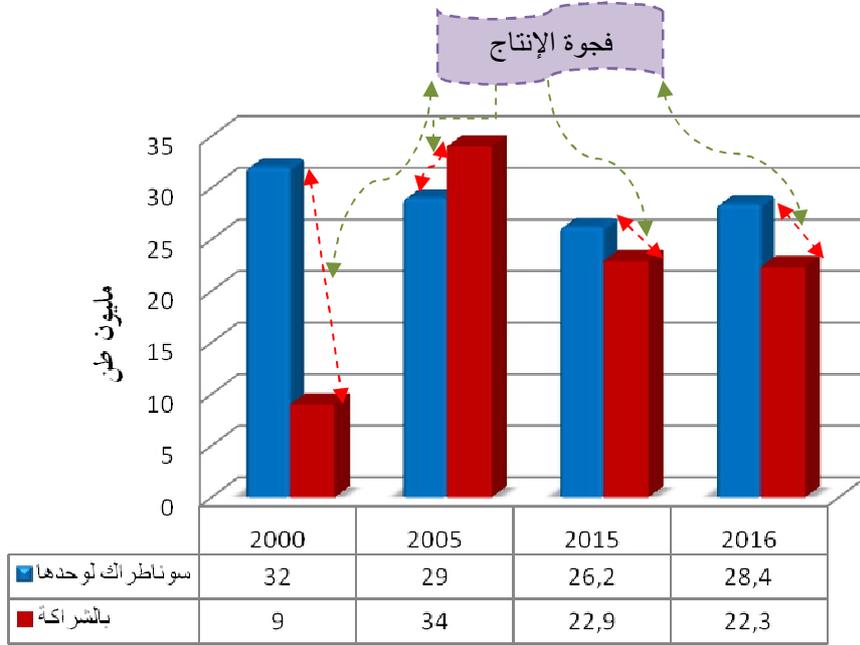
| نوع السيطرة | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 |
|--|------|------|------|-------|------|------|------|
| مناطق الإستثمار حيث تتولى سوناطراك تنفيذ الأعمال | 12 | 21 | 51 | 65 | 92 | 100 | 100 |
| إنتاج البترول | 11.5 | 11.8 | 13.7 | 17.75 | 35 | 56 | 77 |
| النقل بالأنابيب | 38 | 38 | 39 | 40 | 50 | 98 | 100 |
| تكرير البترول | 20.4 | 44 | 66 | 66 | 90 | 100 | 100 |
| التوزيع في الجزائر | 0 | 48.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

المصدر: زنادسهيلا، إستراتيجية الإستغلال المستدام للثروة البترولية بين متطلبات التنمية القطرية وإحتياجات السوق الدولية -دراسة حالة قطاع البترول الجزائري-، رسالة ماجستير في العلوم الإقتصادية، جامعة فرحات عباس: سطيف، 2011، ص166.

أما من حيث تطور إنتاج البترول لشركة سوناطراك، فإن أهم ما تجدر الإشارة إليه هو ما يتعلق بتطور حصة إنتاج البترول الخام بالشراكة الأجنبية، وهي حصة أعلى بكثير من حصة إنتاج سوناطراك بإمكانياتها الذاتية، فقد كان نصيب سوناطراك من الإنتاج هو 32 مليون طن سنة 2000 مقابل 9 مليون طن فقط إنتاج بالشراكة، ثم إنخفض إنتاجها إلى 29 مليون طن لسوناطراك مقابل 34 مليون طن عبر الشراكة الأجنبية سنة 2005، ثم واصل الإنخفاض إلى 26.2 مليون طن لسوناطراك سنة 2015 مقابل 22.9 مليون طن للإنتاج بالشراكة، أي أن الإنتاج عبر الشراكة تضاعف ب 2.5 مرة تقريبا في مدة 15 سنة، في حين تراجع إنتاج سوناطراك بإمكانياتها الخاصة ب 18.1% في مدة 15 سنة، فالتطور كما هو واضح تم على حساب حصة المؤسسة الوطنية سوناطراك، فمن نسبة 78% من إجمالي إنتاج البترول الخام سنة 2000 من طرف سوناطراك لوحدها تدهورت حصتها إلى 53.3% سنة 2015، ثم في سنة 2016 إنتعشت قليلا إلى 56.01% ضمن إجمالي الإنتاج المقدر ب 50.7 مليون طن، ولو لم يكن قانون المحروقات الحالي (سوف يتم التطرق له لاحقا) يضمن 51% على الأقل من نسبة الإنتاج لشركة سوناطراك لتحول كل إنتاج

البترول الجزائري المكتشف إلى السيطرة العالمية. والشكل رقم (1.4) يوضح بشكل جلي تطور إنتاج البترول الخام عبر الشراكة الأجنبية في مقابل إنتاج سوناطراك لوحدها خلال الفترة 2000 - 2016.

الشكل رقم (1.4): تطور إنتاج البترول الخام لشركة سوناطراك وشركائها من 2000 إلى 2016



المصدر: أنظر كل من:

- Sonatrach, **Rapport Annuelle 2005**, Algerie, 2005, p24.
- Sonatrach, **Abstract : Principaux Agrégats Chiffres Définitifs**, Algerie, 2015, p2.
- Sonatrach, **Abstract : Principaux agrégats pardomaine d'activité**, Algerie, 2016, p2.

ثالثا: الإنظام لمنظمتي الأوبك والأوبك

أنشأت منظمة الدول المصدرة للبترول (الأوبك) في سبتمبر سنة 1960 وذلك بهدف توحيد السياسات البترولية بين الدول الأعضاء وكذا حماية مصالحها، وقد إنظمت الجزائر للمنظمة سنة 1969. وفي المقابل أنشأت منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (الأوبك) جانفي 1968 وذلك بهدف توحيد جهود الدول الأعضاء لتحقيق أفضل السبل لتطوير الصناعات البترولية، والإستفادة من مواردها لإقامة مشاريع مشتركة ومن تم إقامة صناعة بترولية متكاملة، وقد إنظمت الجزائر للأوبك سنة 1970.

وبما أن الجزائر عضو في منظمتي الأوبك OPEC والأوبك OAPEC، أصبح تحديد الأسعار المعلنة يخضع لقرارات تنظيمية تتفق عليه الحكومات الأعضاء في منظمة أوبك خصوصا، وهي المنظمة التي وفرت قدرا كبيرا من الحماية للدول الأعضاء وحافظت على مصالحها من إستغلال الشركات العالمية. ونظرا للإرتفاع الذي شهده الطلب العالمي على البترول، فقد كان للجزائر حظا كبيرا سواء من ناحية زيادة حصتها السوقية أو من ناحية إرتفاع الإيرادات. وقد قدمت الجزائر في أوت 2002 طلبا رسميا لمراجعة حصتها السوقية ضمن منظمة الأوبك، والجدير بالذكر بأن نظام الحصص الذي إعتد منذ عام 1982 قد تأسس بغرض الحد من إنخفاض أسعار البترول وتقلبات السوق البترولية أو عن تطور السوق الموازي الذي أصبح يزداد أكثر فأكثر، ومنذ ذلك الوقت تغير الوضع بالنسبة

للجزائر حيث كانت مطالبة بحصة مليون برميل يوميا في 2002، ثم تطورت لتصل إلى 1.4 مليون برميل يوميا سنة 2006 إلا أنها إنخفضت إلى 1.15 مليون برميل يوميا سنة 2015 ثم إلى 1.14 مليون برميل سنة 2016 وذلك إلتزاما بإلتفاق الذي أبرمته الأوبك لمواجهة الإختيار الذي شهدته الأسعار منذ منتصف سنة 2014.¹

رابعا: تأميم المحروقات الجزائرية

التأميم هو نقل ملكية المؤسسات الإقتصادية المملوكة للخواص إلى ملكية الدولة، إما ملكية تامة أو بأغلبية أسهمها أو إحتكار الدولة لبعض الأنشطة الإقتصادية دون السماح لأطراف أخرى سواء كانت محلية أو دولية بالعمل فيها. والتأميم ليس له دائما أسبابا إيديولوجية، فكثير من الدول الرأسمالية العريقة إختارت إدراج صناعات أو مؤسسات معينة واسعة الإستعمال أو مهمة في إقتصادها ضمن القطاع العام، مثل المناجم أو السكة الحديدية وشركات الكهرباء والغاز وشركات الطيران وغيرها، والتي تعتبرها من رموز السيادة الوطنية. وبخصوص الجزائر التي إختارت النهج الإشتراكي منذ إستقلالها، فقد كان العامل الأيديولوجي مساعدا لقرار التأميم، على أساس أن الأهداف الإشتراكية لا يمكن بلوغها إلا عن طريق تأميم وسائل الإنتاج والتوزيع العادل للثروة، وقد مكن القرار التاريخي لتأميم المحروقات الذي أعلن عنه بحاسي مسعود رئيس الدولة الجزائرية السابق هواري بومدين يوم 24 فيفري 1971 من تثبيت الملكية والسيادة الوطنية على الحقول البترولية بإعلان إلغاء الإمتيازات المعطاة للشركات الأجنبية وتحويل حقوقها إلى الشركة الوطنية سوناطراك، ومن تم جعلها الفاعل الأساسي في القطاع البترولي، إضافة إلى وضع الآليات والإجراءات المناسبة التي تسمح لها ببسط نفوذها المطلق على كل الحقول المكتشفة.²

خامسا: الأطر القانونية لإستغلال الثروة البترولية

إن تبنى أي إستراتيجية في مجال البترول، سواء أكانت ذات طابع توسعي لزيادة الإستكشاف والإنتاج أو تكتيفي لهدف رفع الإنتاجية، يتطلب تحكما في التكنولوجيا الجد المتقدمة والخبرة الكافية، وهذا لا يتحقق إلا بالتعاون مع الشركات التي تمتلك مثل هذه المزايا من التكنولوجيا والخبرة وهي الشركات البترولية العالمية.

إن الجزائر التي عانت من أزمة إقتصادية بسبب تراجع أسعار البترول وضعف الإنتاج، وجدت نفسها في حاجة إلى الإستفادة من التمويل التكنولوجي لرفع قدراتها الإنتاجية من البترول، فبادرت ضمن هذا المنطق في أوت 1986 بإقرار القانون رقم 86-14³ المتعلق بأعمال التنقيب والبحث عن المحروقات وإستغلالها ونقلها بالأنابيب، وكذا مجال إقامة علاقات جديدة مع الرأسمال البترولي الدولي. وأصبح التشريع الجديد يقدم للشركات البترولية خيارات سواء بتكوين شركات مختلطة أو بإتفاقيات تقاسم الإنتاج، ولكن حقل تطبيقه يستثني الآبار المكتشفة من قبل. ومع تزايد حاجة الجزائر أنداك إلى التمويل والسيولة النقدية من أجل تسديد خدمات الديون، قامت بتعديل هذا القانون سنة 1991 لتوسيع مجال عمل الشركات الأجنبية لإستغلال الآبار المكتشفة سابقا بهدف رفع معدلات إسترجاع كميات

¹ OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2017, p32.

² يسرى محمد أبو العلا، مبادئ الإقتصاد البترولي وتطبيقاتها على التشريع الجزائري، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية، القاهرة، 1996، ص274.

³ القانون رقم 86-14 المؤرخ في 19 أوت 1986 المتعلق بأعمال التنقيب والبحث عن المحروقات وإستغلالها ونقلها بالأنابيب، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 35 الصادرة في 1986/08/21، ص11.

البترول التي تحتاج إلى تقنيات عالية لا تملكها سوناطراك، وكذلك من أجل جذب الشركات العالمية للإستثمار بالجزائر.

غير أن أهم قوانين الجزائر في مجال المحروقات هو القانون رقم 05-07 المؤرخ في 28 أبريل 2005 المتعلق بالمحروقات المنشور في الجريدة الرسمية العدد 50 في 19 جويلية 2005¹ الذي يهدف إلى تنظيم النشاط البترولي من الوجهة القانونية، وحقوق وواجبات كل الناشطين في القطاع خلال ممارستهم لكل النشاطات في كافة المراحل البترولية والغازية، بمعنى إنهاء الإحتكار في القطاع البترولي الذي كانت تمارسه سوناطراك، وأصبح من حق كل متعامل إقتصادي محلي أو أجنبي أن يمارس العمل ضمن هذا المجال بحرية، وفي كل حلقات النشاط البترولي سواء في المنبع أو المصب.

إن القانون رقم 05-07 الذي تم إقراره سنة 2005 ثم تعديل بعض مواد لاحقا، رغم أنه ينص في المادة الثالثة منه على: "أن المواد وموارد المحروقات المكتشفة أو غير المكتشفة على التراب الوطني وفي باطنه وفي المجال البحري الذي هو جزء من السيادة الوطنية، تعد ملك الجماعات الوطنية التي تجسدها الدولة"² وهذا معناه أن الدولة من حيث المبدأ هي المالكة الوحيدة لثروة المحروقات في مكنها، غير أنه خلال الإستغلال يعطى للشركاء الأجانب حق التملك لحقول البترول إلى نسبة 70% على الأقل ولشركة سوناطراك 30% على الأكثر، وبشرط أن تمارس حق الشفعة* في هذه النسبة وتدخل الشراكة في أجل قدره ثلاثون يوما. وبما أنها، ولأسباب فنية ومالية والوقت القصير الممنوح لها في إستعمال حقها في الشفعة قد لا تتمكن من ذلك، ومنه فإن الشريك الأجنبي يمكن أن يستولي على كامل الحصص حتى تصل إلى نسبة 80% بدلا من 49%، بمعنى أنه يقترب من الضعف ونصيب سوناطراك سينخفض إلى 20% بدلا من 51% أي مقسوما على 2.5،³ وهذا سيؤدي حتما إلى فقدان الدولة ملكية البترول المكتشف مستقبلا. وإذا ما أضيف إلى هذه الوضعية أن أغلب الإكتشافات المحققة في تلك الفترة أنجزت من طرف الشركات العالمية فإن هذه الأخيرة ستكون فعلا مملكة للمحروقات الجزائرية وعلى الحلقات العليا، مع العلم أن قانون 86-14 لسنة 1986 لم يعط للمستثمر الأجنبي أي حق في ملكية كل أو جزء من الإحتياطي البترولي المكتشف، بل تؤول ملكية المحروقات المكتشفة إلى الدولة الجزائرية، ويتم تسديد ما عليها للشريك الأجنبي بتعويضه عن كل الأخطار و النفقات الإستثمارية التي باشرها. وبعد مطلع التسعينات وعند إنفتاح الإقتصاد الوطني وقطاع المحروقات على الشركات الأجنبية، قامت الجزائر بإنتهاج سياسة واضحة في مجال قطاع المحروقات حيث سنت مجموعة من القوانين التي تتعلق بتطوير والنهوض بهذا القطاع ومنها القانون 05-07 الذي يشير إلى أن المحروقات المستخرجة في إطار عقد الإكتشاف أو الإستغلال تكون ملكا للمتعاقد أي للشريك الأجنبي (المادة 25 من هذا القانون) ولمدة إثنان وثلاثون

¹ القانون رقم 05-07 المؤرخ في 28 أبريل 2005 المتعلق بالمحروقات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية العدد 50 الصادرة 19 جويلية سنة 2005، ص9-

12.

² المرجع السابق، نفس الصفحة.

*رخصة تجيز الحلول محل المشتري في حالة بيع أو التنازل عن ملكية شيء ما ضمن الأحوال والشروط المنصوص عليها.

³ زناد سهيلة، مرجع سبق ذكره، ص173.

سنة، وهو تملك فعلي لآبار البترول. كما يهدف قانون 07/05 إلى تغيير النظام الجبائي لهذا القطاع، وفصل نشاط سوناطراك عن الدولة، وكذا إعتماد سياسة جديدة لنقل المحروقات وإستحداث بنود وشروط جديدة لعقود الشراكة مع الأجانب، ومن خلاله تم إنشاء وكالتين وطنيتين مستقلتان بموجب المادة 12 وهما: الوكالة الوطنية لمراقبة النشاطات وضبطها في مجال المحروقات والأخرى تتمثل في الوكالة الوطنية لتأمين موارد المحروقات.

أما الأمر رقم 06-10 المؤرخ في 29 يوليو 2006¹ جاء ليعدل ويتمم قانون المحروقات 05-07 المؤرخ في 28 أبريل 2005 ويدخل قانون المحروقات نحو السريان الفعلي، وهو يهدف إلى تعديل مواد أساسية عتبرها الكثيرون (بعد التعديل) بمثابة الضمانة الكبيرة في إستعادة الرقابة على المحروقات. ومن أهم ما تضمنه العودة إلى نظام تقاسم الأرباح بين سوناطراك وشركائها بنسبة 51% لسوناطراك على الأقل مقابل 49% لشركائها على الأكثر، بدلا من عقود الإمتياز الذي يحول للأجانب إمكانية تملك الحلقات العليا (المنبع) إلى آفاق 80%، بمعنى التأكيد على إحتكار الدولة للنشاط البترولي بأغلبية الأسهم.

وقد سجل قطاع الطاقة والمناجم خلال العشرية الأخيرة نتائج معتبرة حيث تم تعديل وإستحداث قوانين ومؤسسات من أجل ترقية القطاع وتطويره. كما تمت المصادقة على عدة قوانين أخذت بعين الإعتبار الإهتمامات المحلية والدولية المشتركة. منها القانون رقم 13-01 المعدل والمتمم للقانون رقم 05-07 بحيث تضمن هذا القانون الجديد تعديلات وتكميلات على المادة 58 من القانون 05-07 وقد وردت أرقام هذه المواد المعدلة والمتممة في المادة الثانية من القانون رقم 13-01، إلى جانب هذه المواد المعدلة والمتممة تم إدراج عشرة مواد أخرى جديدة، تتعلق بتسهيلات جديدة للإستثمارات الأجنبية منها فيما يخص التنقيب على المحروقات وإستغلالها، كما تضمن القانون مزايا جبائية جديدة والتي كانت محل إنتقادات واسعة في القانون السابق، وقد حدد هذا القانون الخطوط العريضة للتنقيب عن الطاقة الغير التقليدية وإستغلالها.

وقد دخل قانون المحروقات في نسخته الجديدة المعدلة والمتممة لقانون المحروقات الذي تم تمريره بأمرية رئاسية سنة 2006، حيز التنفيذ منذ فيفري 2013 إذ يتضمن 250 مادة من شأنها أن تحدث تغييرات جذرية في مجال المحروقات، كما من شأنها أن تضبط العلاقة بين الشركات الأجنبية العاملة في الجزائر والمديرية العامة للضرائب، ذلك أن الجزء الأكبر من التعديل وغالبية المواد تخص التخفيف من الرسوم بما فيها الضريبة الإستثنائية على أرباح الشركات الأجنبية المستثمرة في مجال المحروقات الجزائرية، إلى جانب الجزء المتعلق بإستغلال الغاز الصخري.³ وتأخذ الجزائر الآن في مجال البحث وإستخراج البترول أي في أنشطة المنبع (الحلقات العليا) بعقود تقاسم الإنتاج 51% للجزائر مقابل 49% للشريك الأجنبي طبقا لقانون المحروقات الجديد. أما في أنشطة المصب (التكرير والبتروكيمياء والنقل بالأنابيب

¹ القانون رقم 06-10، المؤرخ في 30 يوليو 2006، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 48، 2006، ص4.

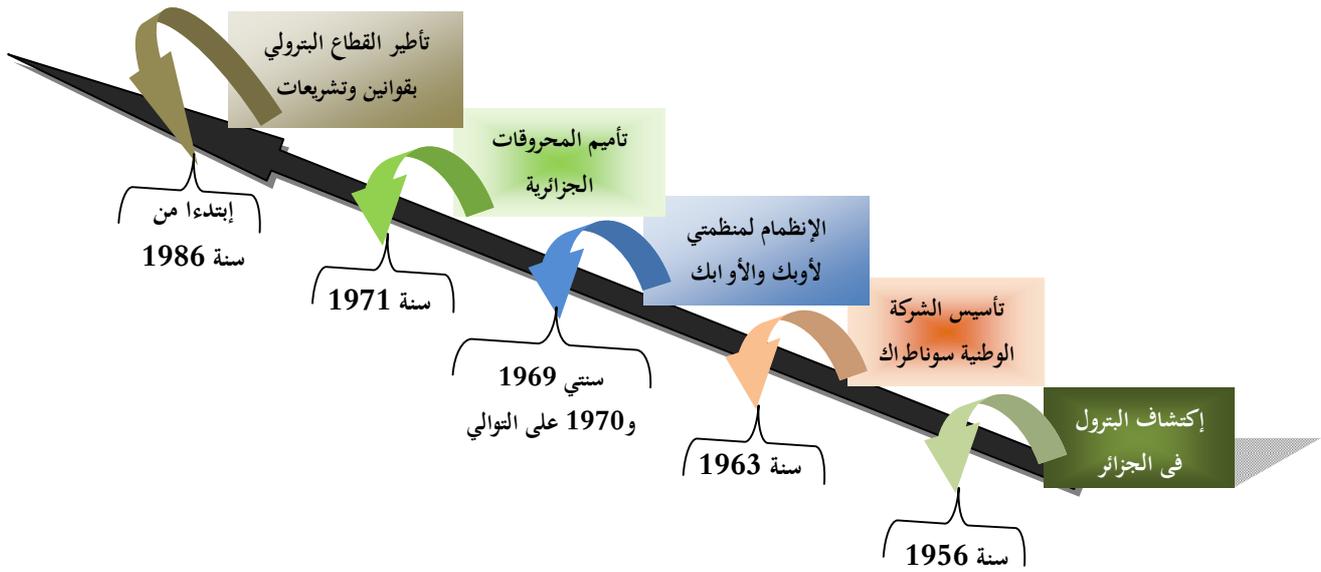
² القانون رقم 13-01، المؤرخ في 20 فيفري 2013، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 11، الصادرة بتاريخ 14 ربيع الثاني عام 1434هـ الموافق لـ 24 فيفري 2013، ص4.

³ بقعة الشريف، زغي نبيل، واقع قطاع المحروقات الجزائري في ظل السياسات الطاقوية الأوروبية الجديدة، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف: الجزائر، 2015، ص15.

والتوزيع) فتأخذ بأسلوب عقود التشارك (التعاون) مع أطراف عديدة بغض النظر عن نسبة مشاركة كل طرف في المشروع.

وفي سياق ما سبق ذكره، يمكن القول أن الجزائر إنتهجت في مجال الطاقة الأحفورية خاصة البترول سياسة واسعة المعالم وأعطت هذا القطاع الحيوي الأولوية من بين جميع القطاعات الإقتصادية الأخرى بإعتبره عمود الإقتصاد الجزائري، ويمكن تلخيص أهم المحطات الحاسمة في تاريخ قطاع البترول الجزائري من خلال الشكل الموالي:

الشكل رقم (2.4): محطات حاسمة في تاريخ قطاع البترول الجزائري



المصدر: إعداد الطالبة.

المطلب الثاني: إمكانية الجزائر من الثروة البترولية

تعتبر الثروة البترولية من المصادر الطاقوية الأكثر كفاءة من حيث فعالية الإستخدام وإنخفاض تكاليفها الإقتصادية مقارنة بالمصادر الطاقوية الأخرى، ضف إلى ذلك فهي مصدر مالي إستراتيجي تساهم مداخيلها في تعزيز ودفع عجلة التنمية في البلاد، إلا أن الإفراط في إستغلالها يسرع في نفاذها ويخلف آثار بيئية وإجتماعية، ومن ثم فالوقوف على إحتياجات هذه الثروة وكذا تطور وتيرة الإنتاج والإستهلاك يدعم جهود ومساعي الجزائر في ضبط سيناريو الإستغلال الذي يستجيب لمتطلبات التوازن البيئي دون الإخلال بالقاعدة الإقتصادية في تحقيق عوائد مالية، والعدالة في توزيع هذه الثروة ما بين الأجيال.

أولا: الإحتياجات الجزائرية من الثروة البترولية

في تقدير الإحتياجات البترولية عالميا أو لأي دولة يتم التفاوض عن الإحتياجات المحتملة والممكنة، ولهذا لا يؤخذ بعين الإعتبار إلا بالإحتياجات الأكيدة (تمت الإشارة إلى أنواع الإحتياجات البترولية في الفصل الأول)، أما حساب المدة المتوقعة من عمر البترول أي مدة الإنتاج فتختلف حسب جهات التقدير ومستوى الإستهلاك السنوي والإكتشافات الجديدة المحققة سنويا.

ويتحدد حجم الإحتياطي تبعا لعاملتي الإكتشافات ووتيرة الإنتاج والإستخدام، والجزائر من الدول التي تمتلك إحتياطيات هامة من البترول يقع 70% من هذه الإحتياطيات في حوض حاسي مسعود بالنصف الشرقي للبلاد. وقد سجل قطاع البترول الجزائري العديد من الإكتشافات، بلغت ذروتها سنة 2014 بـ 18 إكتشافا كما يوضحه الجدول رقم (2.4)، إلا أن ذلك لم يؤثر على حجم الإحتياطي البترولي في تلك السنة مقارنة بالسنة السابقة والذي قدر بـ 12.2 مليار برميل، ورغم التطور الذي عرفته الإكتشافات البترولية إلا أنها لم تدعم مستوى الإحتياطي بصورة كبيرة، نظرا لأن معظم هذه الإكتشافات عبارة عن آبار عادية ذات منسوب ضئيل من البترول الخام، إضافة إلى أن الآبار المكتشفة تشهد تناقصا مستمرا في الإنتاج مع مرور الزمن نتيجة الإستغلال المكثف الذي تتعرض له تزامنا مع إرتفاع وتيرة الطلب على هذا المورد الناضب. ويمكن إستعراض تطور حجم الإحتياطيات البترولية في الجزائر مقارنة بتطور نشاط الإستكشاف خلال الفترة 2000 إلى 2016 من خلال الجدول الموالي:

الجدول رقم (2.4): تطور عدد الإكتشافات وحجم الإحتياطي البترولي في الجزائر للفترة 2000-2016

| السنوات | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012 | 2014 | 2016 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| عدد الإكتشافات | 8 | 3 | 3 | 12 | 2 | 3 | 8 | 18 | 2 |
| حجم الإحتياطي (مليار برميل) | 11.3 | 11.3 | 11.4 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |

المصدر:- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، التقرير الإحصائي السنوي، الأوابك، الكويت، سنوات مختلفة (2006، 2011، 2016).

- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، الأوابك، الكويت، 2016، ص114.

يلاحظ من الجدول ثبات نسبي في الإحتياطيات المؤكدة للبترول الجزائري ولم تتغير بشكل ملحوظ، حيث قدرت نهاية عام 2000 بـ 11.3 مليار برميل، ثم إرتفعت إلى 11.4 مليار برميل سنة 2004، وبعد ذلك سجلت الإحتياطيات البترولية إرتفاعا طفيفا إلى 12.2 مليار برميل رغم حجم الإكتشافات المسجلة سنة 2006، لتستقر عند ذلك المستوى إلى غاية 2016، للإشارة فإن حجم الإحتياطي البترولي الجزائري يساهم في دعم حجم الإحتياطي البترولي العالمي لسنة 2016 بنحو 0.7% وهي نسبة ضعيفة جدا مقارنة ببعض الدول العربية وحتى الإفريقية، وحسب إحصائيات برنتيش بتروليوم لعام 2016 فإن الجزائر تحتل المرتبة الثامنة عربيا وإفريقيا من حيث حجم الإحتياطيات البترولية، كما هو موضح في الشكل رقم (3.4)، وإن ثبات الإحتياطيات البترولية الجزائرية عند هذا المستوى - إذا لم يكن هناك إكتشافات جديدة معتبرة - ستنفذ تقديرا خلال 21.1 سنة حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2016.¹

¹ British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p12.

الشكل رقم (3.4): ترتيب الجزائر ضمن الدول العربية والإفريقية من حيث إحتياطات البترول لعام 2016

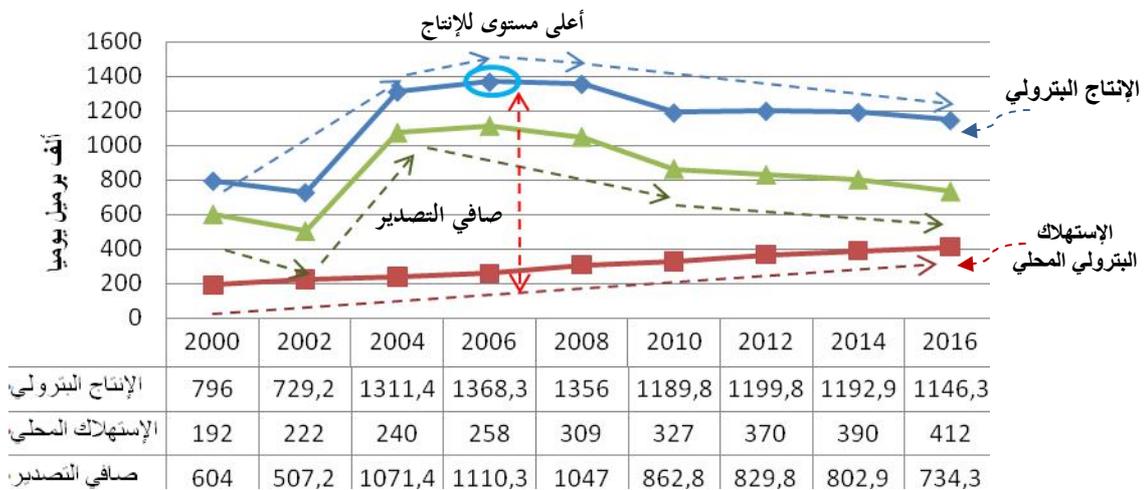


Source: British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 66th edition, June 2017, p12.

ثانيا: إنتاج وإستهلاك البترول الجزائري

منذ تأميم المحروقات والمجموعة البترولية الجزائرية وعلى رأسها شركة سوناطراك بكل فروعها تسعى جاهدة للسيطرة على العملية الإنتاجية وما يتبعها من عمليات التكرير والنقل (تسويق) وكذلك رفع القدرة التصديرية من الثروة البترولية. وبما أن الجزائر عضو في منظمة الأوبك فإنها ملزمة بشروطها وقوانينها الداخلية، حيث على الدولة العضو التقييد بحصص الإنتاج وتحديد الأسعار، وبذلك فالجزائر كانت دوما تحدد صادراتها وفق حصتها في منظمة الأوبك. ويمكن تسليط الضوء على تطور إنتاج البترول والإستهلاك المحلي له في الجزائر ومن ثم حجم صافي التصدير خلال الفترة 2000-2016 من خلال الشكل التالي:

الشكل رقم (4.4): إنتاج وإستهلاك البترول في الجزائر وحجم صافي التصدير خلال الفترة 2000-2016



المصدر: أنظر كل من:

- British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, full report for different years (2010, 2016, 2017).

-OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, different years (2004, 2011, 2017).

من خلال الشكل السابق يتضح أن إنتاج البترول قد عرف أعلى قيمة له سنة 2006 أين بلغ 1368.3 ألف برميل يوميا، ثم أخذ منحني تنازليا إلى غاية 1146.3 ألف برميل يوميا سنة 2016، وهو أدنى مستوى عرفه إنتاج البترول في الجزائر منذ سنة 2004، وتفسر وتيرة الإنخفاض هذه إلى إنحسار الإكتشافات البترولية والتراجع التدريجي في إحتياطي الثروة البترولية، وكذلك بسبب تداعيات إنخفاض أسعار البترول في السوق العالمية، والتي ساهمت في تراجع وتيرة النشاطات الإستكشافية لنقص مستويات الجدوى الإقتصادية، إضافة إلى إلتزام الجزائر بإتفاق تخفيض الإنتاج المتفق عليه من طرف أعضاء منظمة الأوبك نهاية 2016 لمواجهة الإنخفاض في الأسعار.

أما عن الإستهلاك المحلي للبترول في الجزائر فيعرف وتيرة متزايدة، كما يوضحه الشكل رقم (4.4)، حيث قدر بحوالي 192 ألف برميل يوميا في سنة 2000 ثم إرتفع إلى 412 ألف برميل يوميا سنة 2016، بنسبة زيادة قدرت بـ 114% خلال ستة عشرة سنة، ويعود هذا الإرتفاع بالدرجة الأولى إلى الإرتباط الوثيق بين الإستهلاك والتوسع العمراني ومتطلبات النمو الديموغرافي المتزايد في الجزائر، وكذا تحسن مستوى المعيشة للسكان وإرتفاع وتيرة النشاط الإقتصادي المتزايد، ومشاريع تطوير البنية التحتية والتوسع في قطاع الخدمات ومواصلة توسع القاعدة الصناعية عن طريق إنشاء صناعات جديدة أو التوسعة التي تشهدها المشاريع القائمة، ورغم ذلك يبقى إستهلاك البترول في الجزائر أقل من الإنتاج البترولي ويمثل الفرق بينهما في حجم البترول الموجه للتصدير للسوق الدولية الذي تجاوز سقف 1.3 مليون برميل يوميا سنة 2004، ثم تراجع إلى نحو 734.3 ألف برميل يوميا سنة 2016، ويعود هذا الإنخفاض في حجم البترول المصدر إلى تزايد حجم الإستهلاك المحلي للبترول من جهة، وتراجع حجم الإنتاج البترولي والطلب العالمي عليه خلال السنوات الأخيرة من جهة أخرى. كما يلاحظ العلاقة الطردية التي تربط الإنتاج البترولي بحجم الصادرات منه، وهو ما يترجم الإرتباط القوي بين الإنتاج البترولي الجزائري ومعدل الطلب في السوق الطاقوية العالمية وفي المقابل تمثل الإيرادات المالية لهذه الكمية المصدرة الممول الرئيسي لمخططات التنمية، ومن تم تتضح أهمية التحكم في المخزون المتناقص وفق ضوابط الإستدامة، من خلال تامين العوائد المتأتية من هذه الثروة الناضبة وترقية كفاءتها الإسغالية، إضافة إلى ضرورة البحث عن البديل الذي سيخلف هذه الثروة مستقبلا.

وفيما يخص تكرير البترول، فإن عملية التكرير كانت موزعة على مصفاتي فقط خلال سنوات السبعينات الأولى بحاسي مسعود بطاقة إنتاجية 3300 برميل يوميا والثانية بسكيكدة بطاقة تكريرية 46.5 ألف برميل يوميا أي ما يعادل 2.3 مليون طن سنويا¹ أما في السنوات الأخيرة وبفضل الإستثمارات التي قامت بها مؤسسة سوناطراك في مجال التكرير وخصوصا الشركة التابعة لها وهي شركة NAFTEC "المؤسسة الوطنية لتكرير البترول" حيث قدرت إستثماراتها بحوالي 1.1 مليار دولار، وبهذا تمكنت الجزائر من توسيع طاقتها الإنتاجية التي بدورها سترفع من حصتها التسويقية التي تستهدف بلدان آسيا، وفي إطار سعي الجزائر لتطوير قدراتها أعلنت عن بناء مصفاة تكرير متطورة للتصدير بطاقة تبلغ 300 ألف برميل بتيارت¹، كجزء من خطتها لمضاعفة الطاقة التكريرية والبالغة 450 ألف برميل

¹ دليل البترول العربي، مرجع سبق ذكره، ص285.

ودخلت هذه المصفاة حيز العمل سنة 2013،¹ وقد بلغت الطاقة التكريرية نحو 650.8 ألف برميل في سنة 2016 حيث تتوزع على ستة وحدات تكرير عبر التراب الوطني.²

ثالثا: ميزات خاصة للمحروقات الجزائرية

إن قيمة كل منتج معد أساسا للسوق في ظل المنافسة الكاملة تركز على ثلاثة مكونات أساسية هي: الجودة (Qualité)، التكلفة (Coûts)، الآجال (Délais)، أي المزايا التي يقدمها أو يتصف بها المنتج وتمثل فيما يلي:

♦ **مزايا تنافسية تتعلق بالتكاليف:** مثل التكلفة الأقل في العملية الإنتاجية (مواد خام وأيدي عاملة رخيصة تكاليف النقل)؛

♦ **مزايا تنافسية تتعلق بالجودة:** مثل تميز المنتج عن غيره والذي يتفرد بتقديم ميزة أو خدمة معينة خاصة أو لخصائص تملكها المؤسسة مثل التصميم ودرجة الابتكار؛

♦ **مزايا تنافسية تتعلق بالمدة:** أي آجال تسليم المنتج وإيصاله إلى الزبون (إلى الأسواق).

هذه المزايا تخص جميع السلع المعدة للسوق من خلال عملية الإنتاج، مع ملاحظة أن منتج البترول الخام لم تدخل عليه تحسينات معينة، ولذلك فإن مقاييس التفضيل بين أنواعه من حيث الجودة هي تلك المزايا الطبيعية التي يمتاز بها كل نوع من أنواع البترول، والتي تتدخل (إلى جانب التكاليف والمدة) في تحديد إحدى مكونات قوته التنافسية. ومن خلال المحددات السابقة الذكر يمكن أن نلاحظ في المحروقات الجزائرية الميزات التالية:

1. ميزة الموقع الجغرافي (القرب من أسواق الإستهلاك): ميزة الموقع الجغرافي وقرب الجزائر من الأسواق الأوربية يعطيها أفضلية كبيرة، لقرب موانئها التصديرية من موانئ الإستهبال الأوربية وكذلك الأمريكية مقارنة بالدول المصدرة من الشرق الأوسط وآسيا، وهذا القرب يترتب عليه ما يسمى " بالفرق الناجم عن النقل" الذي يجعل منتجاتها البترولية والغازية في وضع تنافسي أفضل من بترول وغاز بلدان الشرق الأوسط، إندونيسيا، ونيجيريا وروسيا. ففي حال ثبات العناصر الأخرى المكونة للأسعار (تكلفة الإستهخراج والنوعية) فإن الجزائر تستفيد من ريع تفاضلي بسبب القرب الجغرافي، حيث تجد الجزائر نفسها في وضعية أفضل في غرب أوروبا (إسبانيا، إيطاليا، فرنسا وإنجلترا) وفي السوق الأمريكية والكندية (المناطق الشرقية منها بالخصوص)، وهي أسواق ذات حجم سكاني كبير ومستوى إقتصادي وإجتماعي عالي، وتبقى الجزائر في الوضع الأفضل من حيث الموقع الجغرافي (أنظر الجدول أدناه) وهي تدخل في ميزة آجال توصيل السلعة للزبون مما ينعكس على خفض تكاليف النقل، والجدول الموالي يوضح المسافة بالكيلومتر بين الجزائر والمنطقة الأوروبية مقارنة بأهم الدول المصدرة للبترول والغاز بهذه المنطقة.

¹ <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Algeria/oil.pdf>, p3.

² OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2017, Op.Cit, p3.8

الجدول رقم(3.4) : تقدير المسافة بين مناطق الإحتياطات البترولية والغازية ومناطق أوروبا الغربية

| البلدان | مناطق الإحتياطات ضمن شعاع الدائرة مقدر بـ: |
|--|---|
| هولندا، النرويج، الجزائر، ليبيا | 2000 كلم |
| قطر، إيران، نيجيريا | 4000 كلم |
| روسيا(سيبيريا)، أبو ظبي، فنزويلا، ترينيداد | 6000 كلم |

Source: Abdelhamid MEDFOUNI: *L'économie industrielle dans la filière Gaz naturel dans les pays sous-développés*, thèse présentée pour obtenir diplôme de doctorat d'état en sciences économiques, université de Constantine, 2002, p13.

إن الجدول أعلاه يبين ميزة موقع الجزائر الجغرافي، بتواجدها في محيط شعاع دائرة جغرافية أقصاه 2000 كلم فأقل بالنسبة لسوق الإستهلاك الأوروبية، أي في وضع أفضل بكثير من الدول المنافسة لها، كما أن ميناء أرزيو يعد عن بعض مدن السواحل الأوروبية بين 1410 كلم عن (لوهافر) بفرنسا و1540 كلم بالنسبة لأنجلترا، وهي المناطق البعيدة نسبيا عن الجزائر لكنها ضمن شعاع دائرة 2000 كلم.

أما عن البترول الجزائري في السوق الأمريكية فلا يمكن له أن ينافس بترول الممونين التقليديين لأمريكا ومنهم على الخصوص المكسيك وفنزويلا وبترول الخليج العربي، ويعود ذلك أساسا إلى الكميات المتواضعة التي تنتجها الجزائر مقارنة بالمنتجين الكبار الذين تمكنوا أن يرسموا لأنفسهم مكانة في السوق الأمريكية، ورغم ذلك فقد إستطاعت الصادرات البترولية الجزائرية أن تصل إلى هذه السوق. وبالنسبة للسوق الآسيوية وهي سوق كبيرة وواعدة مستقبلا بعد بروز الإقتصاديات الآسيوية وخاصة الصين كدولة مستوردة للبترول، والتي تضاعف إستهلاكها من البترول خلال التسعينات حيث تستورد ثلث إحتياجاتها الداخلية ولها معدلات نمو إقتصادي قياسية (10% في سنة 2003)¹ وأصبحت ثاني مستورد للبترول بعد الولايات المتحدة الأمريكية سنة 2015،² وستحتاج إلى كميات متزايدة من الطاقة مستقبلا، ومنه فموقع الجزائر الجغرافي وبعدها عن هذه السوق يجعل منتجاتها أقل تنافسية بالمقارنة مع دول الشرق الأوسط ودول وسط آسيا التابعة للإتحاد السوفيياتي سابقا.

واضح أن السوق الطبيعية الأفضل لدول شمال أفريقيا المصدرة للبترول هي أوروبا، والسوق الطبيعية للدول المنتجة المصدرة من الشرق الأوسط وآسيا هي سوق آسيا باسفيك، والسوق الطبيعية للمنتجين في الأمريكيتين ومنطقة الكاريبي هي البلدان المستهلكة في الأمريكيتين. وعندما نتكلم عند البعد الجغرافي فهذا لا يعني بالطبع عدم إمكانية أو جدوى دخول هذه الأسواق، لأن الصفة الغالبة لتجارة البترول هي العولمة، ولكن لأن النقل يعتبر من أهم التكاليف بالنسبة للمحروقات، وخاصة البترول، فالدول المصدرة إلى المسافات البعيدة تضطر إلى إستعمال ناقلات بترول عملاقة لها مواصفات خاصة، وهذا يزيد من تكاليف البترول ويقلل الربح المحصل.

¹ Albert CLO, *Nouvelle crise pétrolière- Quelle clé de lecture*, in: Revue Medenergie, (Revue méditerranéenne de l'énergie) Alger- N°14- janvier 2005, p11.

² International Energy Agency, *Key World Energy Statistics 2017*, Op.Cit, p13.

2. ميزة نوعية البترول الجزائري: إن البترول الجزائري يمتاز بنوعية جيدة مقارنة مع الكثير من أنواع النفوط المصدرة من قبل دول أوبك فالبترول المستخرج من البئر الأولى في واد قطرين كان على درجة عالية من النقاوة حيث قدرت كثافته 0.830 وهو يشمل على 34% بنزين و24% غازوال، و32% وقود التدفئة، و8% زيت، و1% برفين،¹ كما أن أهم المنتجات البترولية المعروفة في الجزائر هي المكثفات (condensat) المصاحبة لإستخراج الغاز الطبيعي وتعد من أجود أنواع البترول، ويمتاز بأنه أقل إشمالا على الشوائب. وتعتبر الجزائر من أهم الدول المنتجة والمصدرة له، كما أن بترول الجزائر الأساسي المعروف بـ "صحاري بلند" (Sahari Blend) يتضمن خصائص إيجابية من حيث خلوه من الكبريت وتميزه مقارنة ببترول "العربي الخفيف"، وأنه قريب الشبه ببترول بحر الشمال وكاد أن يصبح المنطقة المرجعية في تحديد الأسعار عوض البترول العربي الخفيف، الذي كان محور وقطب تحديد أسعار الأوبك.² والجدول الموالي يبين مميزات الجودة بين أنواع مختلفة من البترول لبعض دول أوبك مقارنة بالبترول الجزائري الخفيف خاصة ما يتعلق بنسبة إحتوائها على الكبريت والمشتقات الخفيفة المنتجة منه.

الجدول رقم (4.4): مقارنة بين أنواع البترول لبعض دول أوبك والبترول الجزائري

| البلد | نوع البترول | درجة الكثافة النوعية API | | الكبريت % | نوعية من المنتجات البترولية % | | |
|----------|-------------|--------------------------|------|-----------|-------------------------------|-------|------|
| | | متوسط | ثقيل | | ثقيل | متوسط | خفيف |
| السعودية | متوسط | 34.2 | 1.60 | 20.50 | 31.00 | 48.50 | |
| | ثقيل | 27.3 | 2.84 | 16 | 23.25 | 60.75 | |
| الكويت | متوسط | 31.3 | 2.48 | 19.36 | 25.30 | 55.23 | |
| | متوسط | 34.3 | 1.35 | 22.25 | 30.25 | 47.50 | |
| إيران | ثقيل | 31.3 | 1.85 | 21.15 | 26.85 | 52.00 | |
| | خفيف | 36.1 | 1.88 | 25 | 30.60 | 44.4 | |
| العراق | متوسط | 34 | 1.95 | 22 | 28 | 50 | |
| | خفيف | 44 | 0.14 | 35 | 36 | 29 | |
| الجزائر | ثقيل | 27.1 | 0.25 | 12 | 40 | 48 | |

المصدر: محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983، ص 12-13.

إن ميزة النوعية للبترول الجزائري مقارنة مع مختلف أنواع البترول لبعض دول الأوبك كما يبينها الجدول رقم (4.4) خاصة ما يتعلق بدرجة الكثافة النوعية، تجعل البترول الجزائري من بين أفضل أنواع البترول إنتاجا للمشتقات الخفيفة التي يزيد الإقبال عليها، كما أنه أقل إشمالا على نسبة الكبريت وهي مميزات جيدة. ضف إلى ذلك إنخفاض التكاليف المتعلقة بالنقل بسبب القرب الجغرافي، يجعل البترول الجزائري ذات قدرات تنافسية واضحة وستستمر كذلك إذ لا يمكن تغيير هاتين الميزتين، وهذا يعني أن الإقبال على البترول الجزائري سيستمر أيضا لأسباب إقتصادية وخصائص طبيعية تتعلق بنوعيته.

¹ Rabah MARIOUT, Op. Cit, p109.

² عبد السلام بلعيد، ترجمة محمد هناد ومصطفى ماضي، الغاز الجزائري بين الحكمة والضلال، دار النشر بوشان، الجزائر، 1990، ص 163.

المطلب الثالث: موقع ومكانة الثروة البترولية في الإقتصاد الجزائري

بالرغم من الجهود الإصلاحية المبذولة من الدولة الجزائرية إلا أنها لم تستطع تحرير الإقتصاد الوطني من هيمنة الثروة البترولية عليه بحيث يشكل القطاع البترولي دورا متميزا ومحركا أساسيا للإقتصاد الجزائري بالنظر إلى الضعف المسجل في مستويات نمو القطاعات غير البترولية خاصة القطاع الصناعي والزراعي، فالعائدات المتأتية من البترول تلعب دورا رئيسيا في تكوين الناتج المحلي الإجمالي، وتشكيل الموارد الأساسية لموازنتها، التي يتم إستخدامها لتحديث وبناء الهياكل والبنى التحتية، والداعم الرئيسي لإحتياجاتها من العملة الأجنبية. وتنبع أهمية ومكانة الثروة البترولية في الإقتصاد الجزائري من خلال طبيعة الوظائف الهامة التي تنتج عن إستغلالها، ويمكن توضيح موقع الثروة البترولية في الإقتصاد الوطني من خلال العناصر التالية:

أولا: مكانة الثروة البترولية في ميزان الطاقة الوطني

تساهم الثروة البترولية بنسبة 33.8% في إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في الجزائر، وبما يقارب 47.5% من إجمالي الطاقة المشتقة متأتية من البترول، كما تشكل المنتجات البترولية أكثر من 28% من إجمالي إستهلاك الطاقة في الجزائر سنة 2016¹، ولا بد من مراعاة التطور المستقبلي للإحتياجات المرتبطة بتطور الإقتصاد الوطني وعلاقة ذلك بحجم الإحتياجات الثابتة وعمرها الافتراضي المتبقي، والشكل الموالي يوضح حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في الجزائر 2016.

الشكل رقم (5.4): حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في الجزائر خلال سنة 2016



Source: Ministère de l'énergie, **Bilan Énergétique National de l'année 2016**, édition Juin 2017, p6.

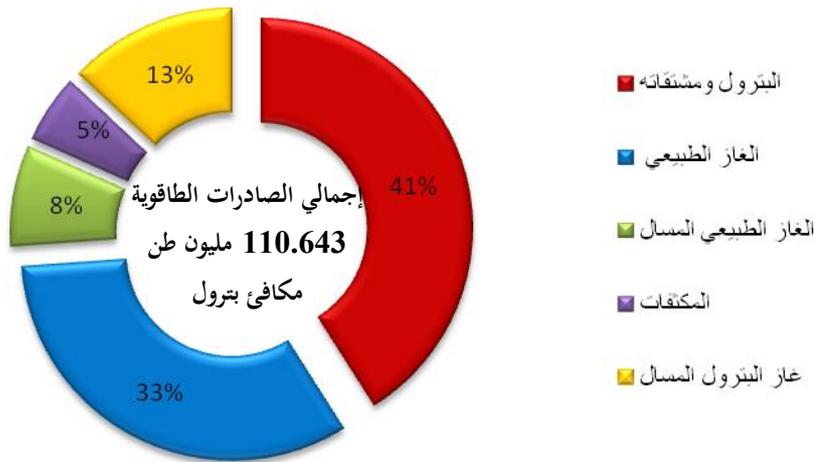
من معطيات الشكل السابق نستنتج أن الثروة البترولية بمختلف أشكالها تساهم بشكل كبير في تأمين الإمدادات الطاقوية للإقتصاد الجزائري، حيث تستغل كوقود محرك للعديد من الصناعات، وفي العديد من النشاطات الزراعية، وفي قطاع النقل والقطاع التجاري وفي الكثير من الإستخدامات المنزلية.

¹ Ministère de l'énergie, **Bilan Énergétique National de l'année 2016**, édition Juin 2017, p7, 16.

ثانيا: مكانة الثروة البترولية ضمن إجمالي صادرات التجارة الخارجية (خاصة الصادرات الطاقوية)

يتسم الإقتصاد الجزائري شأنه في ذلك شأن الدول العربية الريفية الأخرى، بإعتماد هيكله الإنتاجي بصورة كبيرة على إنتاج وتصدير المحروقات ومنها البترول الخام، إذ شكلت المحروقات نسبة 94% من إجمالي الصادرات سنة 2016، كما أن الصادرات خارج قطاع المحروقات لا تزال هامشية إلى درجة كبيرة ولا تمثل سوى 6% في أحسن الأحوال من إجمالي الصادرات لنفس السنة،¹ وهذا ما يؤكد إستمرارية هيمنة القطاع البترولي والغازي على معظم مداخيل الجزائر من العملة الصعبة مما يجعل إقتصادها إقتصادا ريعيا. وتشكل الصادرات البترولية (بترول خام ومشتقات) حوالي 41% من إجمالي الصادرات الطاقوية الجزائرية لسنة 2016 والمقدرة بنحو 110.643 مليون طن مكافئ بترول، كما هو موضح في الشكل رقم (6.4)، أما على المستوى الداخلي فالبتروك يملك العديد من التشكيلات السلعية التي تساهم بشكل كبير في تفعيل حركة التجارة الداخلية، وكلما تزايدت هذه التشكيلات والمخرجات إزدادت معها حركة تجارتها الداخلية.

الشكل رقم (6.4): حصة الثروة البترولية ضمن إجمالي الصادرات الطاقوية الجزائرية سنة 2016

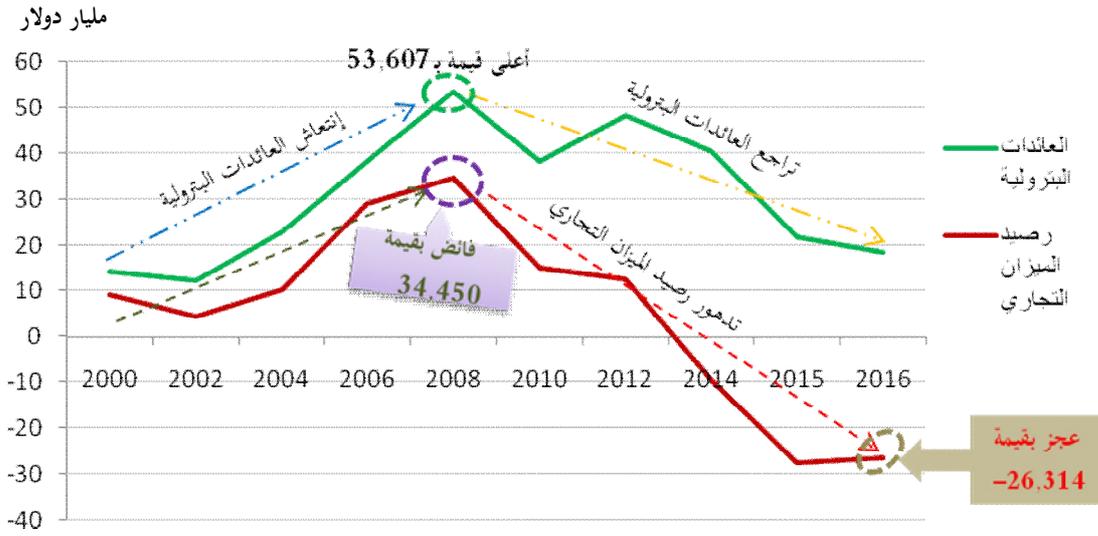


Source: Ministère de l'énergie, **Bilan Énergétique National de l'année 2016**, édition Juin 2017, p9, 10.

كما تحتل الصادرات البترولية موقعا بارزا في الميزان التجاري الجزائري، وتوضح لنا أهمية الإيرادات البترولية في تحديد قيمة العجز أو الفائض في الميزان التجاري للجزائر من خلال العلاقة الطردية بين تطور العائدات البترولية ورصيد الميزان التجاري كما يظهره الشكل الموالي:

¹ Ministère des finances, **Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie**, Centre National de L'informatique et des Statistiques, Algérie, 2016, p17.

الشكل رقم (7.4): العلاقة بين العائدات البترولية ورصيد الميزان التجاري في الجزائر خلال الفترة 2000-2016



Source: OPEC, Annual Statistical Bulletin, reports for different years (2004, 2010, 2017).

نلاحظ من خلال الشكل رقم (7.4) أن الميزان التجاري في الجزائر سجل رصيذا موجبا خلال كل سنوات الفترة 2000-2012 كما شهد منحا تصاعديا خلال الفترة 2002 إلى 2008 حيث إرتفع بمتوسط معدل نمو سنوي قدره 34.62%، والذي تزامن مع الإرتفاع الذي شهدته العائدات البترولية خلال تلك الفترة، أما بعد أزمة 2008 فشهد الميزان التجاري تدهورا تدريجيا تزامنا مع تراجع العائدات البترولية بسبب تدهور أسعار البترول، حيث سجل رصيده قيمة سالبة إبتداءا من سنة 2014 إلى أن وصل العجز إلى أكثر من 26 مليار دولار سنة 2016، ومن هنا نستنتج مدى التأثير الكبير للعائدات البترولية على الميزان التجاري الجزائري، إذ يتوقف إستقرار وتوازن هذا الأخير على مستوى المداخيل المتأتية من الصادرات البترولية والتي بدورها تتحدد بمستوى أسعار البترول في الأسواق العالمية.

ثالثا: مساهمة العائدات البترولية في الإيرادات العامة للخزينة

فضلا عن كون العائدات المالية الناتجة عن تصدير البترول والغاز مصدرا ماليا مهما بالنسبة للعديد من الدول المنتجة والمصدرة لهذه الثروات، نتيجة للضرائب المطبقة على عائدات تصدير البترول والغاز (الجبائية البترولية)، فهي تعد بالنسبة للجزائر المصدر الإستراتيجي الرئيسي في تمويل التنمية، وتوفير إحتياجات الصرف من العملات الأجنبية التي تجاوزت 149 مليار دولار سنة 2009¹ وتعتمد الجزائر من أجل ضمان سيرورة المصالح العمومية وتنفيذ مخططاتها السنوية على مصادر متنوعة لضمان الإيرادات اللازمة لتغطية نفقاتها، هذه الإيرادات تتمثل أساسا في إيرادات الجبائية العادية، وإيرادات الجبائية البترولية، وبما أن الجبائية العادية لا يمكنها حاليا تغطية نفقات الدولة على التحويلات الإجتماعية والكتلة الوطنية للأجور، والدعم الموجه للسكن والماء والموارد الطاقوية وغيرها، فيتم تغطية النقص من الجبائية البترولية، وباعتبار أن الجبائية البترولية تتميز بعدم الإستقرار وتذبذب حصيلتها وفقا لتذبذب أسعار

¹FMI, Le Conseil d'administration du FMI conclut les consultations de 2009 au titre de l'article IV avec l'Algérie, Note d'information au public (NIP) n° 10/29-23 février 2010.

البترول، إلى جانب تأثرها بتغير سعر صرف الدينار بالدولار، كما أن الحماية العادية كانت دوماً تحت المستوى المرغوب فيه، فإن ذلك أثر بشكل كبير على الإيرادات الكلية لميزانية الدولة كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (5.4): تطور الحماية البترولية ومساهمتها في الإيرادات العامة للتزينة في الجزائر

| السنة | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012 | 2014 | 2016 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| الإيرادات العامة (مليار دج) | 1578.1 | 1603.3 | 2229.7 | 3639.8 | 5190.5 | 4392.9 | 6339.3 | 3927.7 | 1880.2 |
| الحماية البترولية (مليار دج) | 1173.2 | 942.9 | 1485.7 | 2714 | 4003.5 | 2820 | 4054.3 | 1577 | 725.8 |
| نسبة الحماية البترولية إلى الإيرادات العامة % | 74.34 | 58.81 | 66.63 | 74.56 | 77.13 | 64.19 | 63.95 | 40.15 | 38.60 |

Source : Ministère des finances, Le Directeur Général de la Prévision et des Politiques, différentes années, disponible sur site : www.dgpp-mf.gov.dz

من خلال الجدول نلاحظ أن الحماية البترولية عرفت تطورا من حيث مردوديتها طيلة الفترة 2000-2012، مما جعلها تساهم بنسبة تفوق 60% في المتوسط ضمن إجمالي الإيرادات العامة لميزانية الدولة، حيث بلغت أعلى نسبة مساهمة بنحو 77.13% سنة 2008، ثم إنخفضت في السنوات اللاحقة لتصل إلى حدود 38.60% سنة 2016 وذلك بسبب تراجع إيرادات الحماية البترولية إلى 725.8 مليار دج جراء إنخفاض أسعار البترول في السوق الدولية.

رابعا: الأهمية التشغيلية والإنتاجية التصنيعية

يساهم تطور الأنشطة الاقتصادية المتعلقة بإستغلال وإستخدام الثروة البترولية والغازية بداية من مرحلة الإستكشاف إلى الإستخراج والتصنيع والتوزيع في التشغيل والعمالة والتقليل من البطالة ويساهم القطاع الإستخراجي الجزائري والفروع المرتبطة به في توظيف أكثر من 120 ألف عاملا، وكلما تطور زادت مكانته الإستيعابية للأيدي العاملة وتزايدت تأثيراته الإيجابية، وبالرغم من أهمية مساهمة قطاع البترول في الناتج المحلي الخام، فإن قطاع الطاقة والمناجم مجتمعا لا يساهم في التشغيل إلا بنسبة ضعيفة من مجمل الأيدي العاملة، وهذا راجع لكون القطاع يعتمد في الأساس على تكنولوجيات كثيفة رأسمالية مما يجعل قدرته على إستيعاب الأيدي العاملة محدودة.

أما من ناحية الأهمية الإنتاجية التصنيعية فالثروة البترولية تدخل كمادة أولية أو وسيطة أو مشاركة في إنتاج آلاف السلع لمختلف قطاعات الإقتصاد الوطني، وكلما توسعت تشكيلة السلع المنتجة زادت مكانة وأهمية القطاع على المستوى الإنتاجي التصنيعي بالنسبة للقطاع الزراعي، الصناعي، قطاع الخدمات والأنشطة الصناعية المرتبطة بهذه القطاعات، وكلما إرتفعت القدرات التصنيعية كلما إرتفعت قيمة الثروة البترولية وإزدادت أهميتها الإستراتيجية فهناك فرق كبير بين قيمة البرميل المصنع وقيمة البرميل الخام أو المكرر، وذلك الفرق يعكس الثروة المهدورة في ظل إستراتيجيات تسويق البترول الخام.¹

¹ صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مرجع سبق ذكره، ص 873.

خامسا: المكانة التكنولوجية التقنية والإندماجية التكاملية

إن قطاع البترول يساهم في جلب التكنولوجيات الحديثة، باعتباره قطاعا شديدا الحساسية للتطورات التكنولوجية خاصة في مجال التنقيب والإستكشاف وما يتعلق بها من تقنيات المسح الزلزالي ثلاثي الأبعاد والمتعدد رباعي الأبعاد وكلما تطور هذا القطاع عبر مختلف مراحل الإنتاج، للنقل والتسويق، كلما تطورت القدرة التحكمية في التقنيات والتكنولوجيات الجديدة، وإزدادت إمكانية تطويعها وإنتاجها، خاصة إذا إعتمدت الجزائر على إستراتيجيات الشراكة التصنيعية مع الشركات الأجنبية الكبرى على حساب الشراكة الإستخراجية التجارية،¹ وقد أضحت شركة سوناطراك من أهم الشركات التي لها لمستها الخاصة في الجانب التقني والتكنولوجي المتعلق بقطاع البترول، نظرا لعملها الجاد على زيادة التحكم في الكثير من العمليات الإنتاجية المتعلقة بتصنيع هذه الثروة، والإستفادة من الخبرات الأجنبية في هذا المجال، لكن تبقى التكنولوجيات الحديثة محتكرة في أغلب الأحيان من طرف الشركات البترولية العملاقة على غرار كل من BP, Exxon Mobil, Chevron, GDF... الخ، لهذا يتطلب الأمر ترقية الشراكة مع هذه الشركات العالمية إلى المستويات التصنيعية الحديثة.

كما يلعب قطاع البترول دورا هاما في زيادة الترابط التكاملي بين مختلف القطاعات الإقتصادية الوطنية، فكلما تطور هذا القطاع وإزداد إرتباطه بالفروع المتعددة للقطاع الصناعي والزراعي والخدمي، كلما إزدادت مستويات الإندماج والترابط الداخلي والتكامل على المستوى الكلي للإقتصاد الوطني من جهة، ومن جهة أخرى يتم تقليص الإندماج السلبي في السوق الدولية للبترول وجعله في الحدود المناسبة التي تقلص من التبعية الإقتصادية بجانبها المالي والتجاري.

وخلاصة القول أن للإقتصاد الجزائري خصوصية واضحة هي أن نمو الناتج المحلي الإجمالي يعتمد على عوائد تصدير كميات متزايدة من البترول تتحكم فيها العوامل الخارجية، بينما العوامل الداخلية مثل إنتاجية العمل ورأس المال فأهميتها محدودة وهامشية، فهو إذن إقتصاد توسعي (Economie expansive) يبحث على زيادة الصادرات أكثر مما هو إقتصاد مكث (Economie extensive)،² ويمثل البترول حتى اليوم أهم العناصر المساهمة في الميزج الطاقوي الوطني بأكثر من 33%، كما تشكل العائدات البترولية ما نسبته 94% من عائدات الدولة من العملة الصعبة، وما يقارب 62% (كمتوسط خلال ستة عشر سنة الأخيرة) من الإيرادات العامة للخرينة متأتية من الجباية البترولية.

¹ صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مرجع سبق ذكره، ص 874.

² Ammar BELHIMER, *La dette extérieure de l'Algérie*, Casba Edition, Alger, 1998, p8.

المطلب الرابع: السياسة الإستغلالية للثروة البترولية الجزائرية ومواطن التناقض مع ضوابط الإستدامة

لقد إستمرت المراهنة على الثروة البترولية للبلاد ولم تضع الحكومات المتعاقبة بديلا جادا لتنويع تصنيعها وإستغلالها، حيث بات من المؤكد أن الجزائر لا تستطيع التخلص بسهولة من الإعتماد الكلي على الموارد البترولية في تسيير عجلة الإقتصاد الوطني، ويبدو أنها كانت مطمئنة إلى عدم تكرار الأزمات السابقة لكن ما حدث في المنتصف الثاني لسنة 2014 من إنخفاض لأسعار البترول يثبت العكس، ومن تم أصبح البحث عن البديل الحقيقي للثروة البترولية حتمية خاصة في ظل الظروف الراهنة. ومن خلال هذا المطلب سنحاول رصد محاور السياسة الحالية لإستغلال الثروة البترولية في الجزائر ومدى محدودية هذه السياسة المتعلقة بضوابط الكفاءة والإستدامة ما يدفع بالجزائر للبحث عن البدائل الطاقوية البديلة لهذه الثروة الناضبة.

أولا: سياسة إستغلال الإحتياطيات البترولية في الجزائر

تركز السياسة الحالية لإستغلال إحتياطيات الثروة البترولية على النقاط التالية:

1. زيادة القدرات الإستكشافية وحجم الإحتياطيات: تعد زيادة إحتياطيات الجزائر من المحروقات من أهم أولويات الإستراتيجية الطاقوية الحالية، بالنظر للإمكانات الضخمة التي تحوزها الجزائر في مجال المحروقات إذ يمثل الميدان المنجمي الوطني نحو 1536442 كلم²، حيث يغطي إجمالي رخص التنقيب إلى غاية نهاية سنة 2013 نسبة 71.3% من الميدان المنجمي للمحروقات. والجدير بالذكر أن المساحة المشغولة قد زادت بنسبة 23% سنة 2013 لتبلغ 1096066 كلم²، أما باقي المساحة والمقدرة بنحو 28.7% من الميدان المنجمي لاتزال غير مكتشفة أو غير مستغلة مثلما يوضحه الشكل رقم (8.4). كما تقدر الكثافة المتوسطة للإستكشاف في الجزائر تقريبا بـ 17 بئرا في كل 10000 كلم²، وهو معدل ضعيف إذا ما قورن بالمعدل العالمي الذي يقدر بنحو 100 بئر لنفس المساحة السابقة الذكر،¹ وحتى بالنسبة للأحواض والآبار التي تعتبر معروفة ومكتشفة فإمكاناتها البترولية لا تستغل بشكل كاف مقارنة بما تعمل بها البلدان الأخرى المنتجة للبترول في الظروف نفسها، لذلك نجد أن الشركات التي تقوم بالإستخراج غالبا ما تعيد البحوث والدراسات حول الإحتياطي وطاقته هذه الأحواض على ضوء معطيات جديدة وتكنولوجيات مبتكرة ومتطورة،² ونتيجة لذلك تسعى الجزائر لثمين إمكاناتها البترولية بشكل أفضل بتكثيف جهود البحث والتنقيب بالجهود الخاصة لشركة سوناطراك أو من خلال منح رخص البحث والتنقيب للشركات الأجنبية التي يبقى عددها محدود في الجزائر، إذ لا يتعدى الـ 30 شركة، بينما لو أخذنا بلدا ككولومبيا فنجد أن عدد الشركات بها يصل إلى 80 شركة رغم ضعف قدراتها الجيولوجية مقارنة بالجزائر.

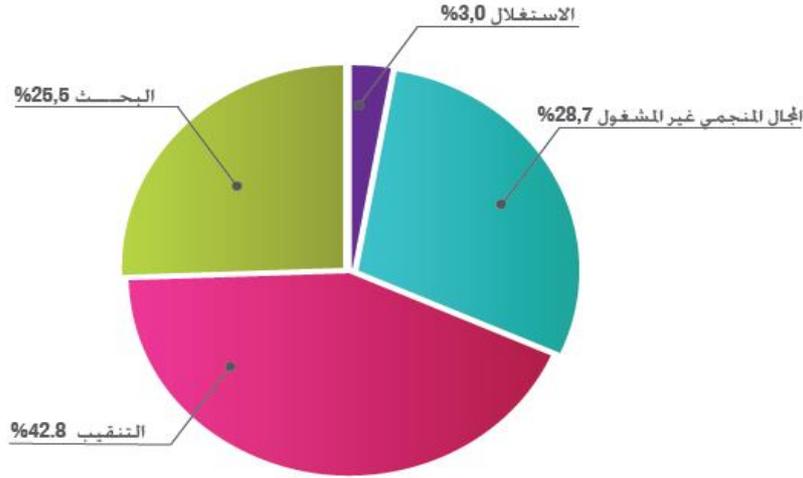
وفي هذا السياق فقد حققت الجزائر خلال سنة 2014 نتائج معتبرة في مجال إستكشاف البترول بنحو 18 إكتشافا جديدا منها 16 بمجهود خاص لشركة سوناطراك. ومن جهة أخرى يعتمزم مجمع سوناطراك إستثمار 90 مليار دولار خلال مخططه الخماسي للفترة 2015-2019 بالرغم من تراجع أسعار البترول، وذلك بهدف تطوير

¹ وزارة الطاقة، حصيلة إنجازات قطاع الطاقة والمناجم لسنة 2013، النسخة العربية، طبعة 2014، ص13.

² بقعة الشريف، زغي نبل، مرجع سبق ذكره، ص13.

حقول البترول والغاز وتعزيز القدرات في مجال المحروقات ونشاط البتروكيميا والتكرير وكذا تسمين الموارد البشرية الضرورية.

الشكل رقم (8.4): وضعية المجال المنجمي للمحروقات الجزائرية نهاية سنة 2013



الإجمالي : 1 536 422 كلم²

المصدر: وزارة الطاقة، حصيلة إنجازات قطاع الطاقة والمناجم لسنة 2013، النسخة العربية، طبعة 2014، ص9.

2. تطوير الآبار والحقول المكتشفة وغير المستغلة: من أجل رفع قدرات الآبار المكتشفة لإنتاج المحروقات تم الشروع في تطويرها، خصوصا وأن معظم الآبار المستغلة وصلت لمرحلة الإنحدار ومنها آبار حاسي مسعود التي تجاوزت نسبة كبيرة من الإستغلال وتشرف على النضوب، أما تلك التي تم إكتشافها وبقيت دون إستغلال فيتم إعادة تدوير وحقن الغاز لتعزيز وإدامة الإنتاج وذلك عن طريق إعادة رفع مستوى الضغط الداخلي للبئر، مما يسمح بإسترجاع كميات لا بأس بها من البترول، وإستخلاص كميات من المكتشفات وغاز البترول المميع، وفي هذا الإطار تم خلال سنة 2016 تنقيب 196 بئرا للتطوير بجهد إجمالي من طرف سوناطراك وشركائها والإنتلاق في مشاريع هامة ولقد تحقق ما يفوق 563408 متر تم تنقيبها ومن خلال الجدول الموالي يبين توزيع جهود التنقيب والتطوير بين شركة سوناطراك وشركائها لسنة 2016:

الجدول رقم (6.4): توزيع جهود تطوير حقول البترول والغاز خلال سنة 2016

| الوضعية | جهد سوناطراك | جهد مع شركائها | جهد إجمالي |
|------------------|--------------|----------------|------------|
| آبار تم تطويرها | 149 | 47 | 196 |
| أمتار تم تنقيبها | 439 743 | 123 665 | 563408 |

Source : Sonatrach, Abstract : Principaux agrégats pardomaine d'activité, Algerie, 2016, p2.

بالرغم من أن الجزائر تسعى من خلال سياستها إتجاه الإحتياطيات البترولية إلى تسمين ورفع من حجم هذه الإحتياطيات إلا أنها تعد ثروة ناضبة لمحال وأن لها عمرا محدودا يتناقص مع زيادة المستخرج منها (في حدود 21 سنة) وكما نعلم فإن هذه الثروة ليست ملك للأجيال الحالية فقط وإنما للأجيال المستقبلية حق الإنتفاع بهذه الثروة أيضا

وبذلك يمكن القول أن الجزائر من خلال سياستها الحالية فهي تناقض مبدأ إستدامة الثروة البترولية من خلال تكثيف وتيرة الإستخراج ومن ثم تسريع وتيرة الإستنفاد.

ثانيا: السياسة الإنتاجية، التصديرية والإستهلاكية للثروة البترولية

بالنسبة لسياسة إنتاج وإستهلاك البترول محليا، وكذا القدرات التصديرية للسوق الدولية، ومواطن تناقضها مع ضوابط الإستدامة، ندرج النقاط التالية:

1. إن التوسع في الإنتاج بكميات كبيرة تفوق الإحتياجات الفعلية الحالية للإقتصاد الجزائري فضلا عن كونه أوجد فوائض مالية خدمت الإقتصاد الرأسمالي، فقد أدى إلى إستنزاف الثروة البترولية لأنه يعد مجرد تسييل لرأس المال من شكله العيني إلى شكله النقدي، وهذا ما يتناقض مع مبدأ الكفاءة الإستخدامية للموارد الطبيعية غير المتجددة ويخرق مبدأ الإنصاف بين الأجيال، وكل ذلك يثير قضية تحديد الحجم الأمثل لإنتاج البترول بما يتناسب مع القدرة الإستيعابية الحالية للإقتصاد الجزائري وضمان إستمرارية التنمية الإقتصادية وحقوق الأجيال اللاحقة؛

2. سياسة التسويق المكثف بدلا عن إستراتيجية التصنيع المكثف: إن رفع القدرات الإستخراجية على حساب تطوير المشاريع الهامة المتعلقة بالتصنيع المرتبط بالبترول جعل الجزائر تتأخر في ميدان الصناعات البتروكيمياوية بالمقارنة مع الدول المنتجة للبترول التي زادت حصتها في السوق الدولية من مخرجات تلك الصناعات؛

3. تركيز السياسة البترولية على تحقيق أعلى العوائد من صادرات البترول الخام وتعد هذه الأخيرة نظرة مالية ضيقة بعيدة عن التنمية الإقتصادية الشاملة، فلو تم تحويل الصادرات من البترول الخام إلى منتجات بترولية لتحقيق جزء من سياسة تصنيع البترول مع المساهمة في زيادة العائدات البترولية، لكن يبدو أن الجهد الوطني يقتصر على ضمان ضخ البترول الخام إلى الإقتصاديات الصناعية المتطورة وعلى رأسها الدول الأوروبية خاصة فرنسا، وذلك بأسعار لا تقارن مع أسعار المشتقات البترولية، والواقع يثبت أن الجزائر تضيع على نفسها فرصة كبيرة في موضوع الصناعة البتروكيمياوية من خلال تصدير بترولا خاما واحدا، ثم تقوم بإستيراد زيوتا متعددة وبأسعار مرتفعة وهذا ما يتناقض مع مبدأ الكفاءة والإستدامة؛

4. تزايد وتيرة إنبعاث غاز الـ CO₂: إن إرتفاع معدلات إستخدام البترول والطاقة بصفة عامة وكذا سيادة أنماط إستهلاكية غير مستدامة في ظل تقنيات الإنتاج غير الصديقة للبيئة يؤدي إلى آثار سلبية خطيرة على مختلف الأبعاد الإقتصادية، الإجتماعية والبيئية، نظرا لإرتفاع معدلات الإنبعاث للغازات الدفيئة، حيث تنشأ علاقة طردية مع إرتفاع فاتورة التكاليف البيئية والإجتماعية، وبالتالي تراجع المردودية الإقتصادية، ولأن المنظومة الطاقوية في الجزائر تعتمد بصورة كبيرة على المصادر الطاقوية التقليدية التي تمتاز بإرتفاع إنبعاثاتها الملوثة، حيث بلغ حجم غاز الـ CO₂ المنبعث سنة 2016 نحو 136 مليون طن بعد أن كان لا يتجاوز 84.8 مليون طن سنة 2006¹، ومن هنا يتضح أن الجزائر لا تتخذ إستراتيجية واضحة للتحكم في الإنبعاثات رغم المصادفة على إتفاقية كيوتو التي دخلت حيز التنفيذ من أجل تقليص الإنبعاثات المسببة للتغير المناخي، وهي بذلك تناقض ضوابط الإستدامة البيئية، وعليه فإن الجزائر مطالبة

¹BP, Statistical Review of World Energy Carbon Dioxide Emissions, 66th edition, June 2017, XLS.

بالبحث عن الطرق الكفيلة التي تمكنها من تجاوز هذه المشاكل البيئية، ومن أفضل الحلول المتاحة أمامها التوجه للإستثمار في الطاقات المتجددة.

من خلال ما سبق ذكره، نخلص إلى أن تزايد وتيرة إستهلاك مصادر الطاقة التقليدية وخاصة البترول، وإرتفاع مساهمتها في هيكل الميزان الطاقوي في الجزائر، يمهّد لتسريع إستنزاف هذه الموارد الناضبة بمرور الوقت، كما يؤدي بإختلال التوازن البيئي، والنتيجة النهائية لذلك إضطراب معدلات التنمية، خاصة وأن الإقتصاد الجزائري مرتبط بصورة مطلقة بالبترول سواء لإدارة النشاط الإقتصادي أو تمويل برامج التنمية، وبالتالي لا بد على الجزائر العمل على خلق ثروة حقيقية من خلال موارد وقطاعات تراعي ضوابط الإستدامة الشاملة.

ثالثا: إستراتيجية إستغلال العوائد البترولية

إن سياسة إستغلال العوائد المالية للثروة البترولية لم تراعي الضوابط الأساسية والقيود الموضوعية التي تتمن هذا المورد الإستراتيجي، وذلك من حيث:

1. إن حيازة الجزائر لأموال تفوق طاقتها الإستيعابية في الأجل القصير وجهت له عدة إنتقادات، خاصة وأن القدرة الإستيعابية لإقتصاد دولة ما تدور حول قدرته على إستخدام موارده المالية المتوفرة أو المقترضة وإستخدامها بشكل منتج وتحقيق النمو اللازم فيها، وفي هذا السياق أوضح إقتصاديو التنمية فيما يتعلق بالطاقة الإستيعابية لتقدير رأس المال اللازم لإقتصاد بلد ما لأجل تحقيق نسبة معينة من النمو الإقتصادي، إذ أنه بعد حساب المدخرات الداخلية لذلك الإقتصاد ونسبة رأس المال إلى الإنتاج، فإن الفرق بين ما يستطيع الإقتصاد توليده داخليا وبين ما يحتاج إليه لتحقيق النمو المرغوب فيه يشكل طاقة إستيعاب للموارد القادمة من مصادر خارجية.¹ ومع إرتفاع أسعار البترول في السنوات التي سبقت الصدمة البترولية الأخيرة، نمت التدفقات المالية في الجزائر بشكل مطرد مما طرح مشكلة تطور الفوائض المالية ومحدودية الطاقة الإستيعابية للإقتصاد الجزائري في الأجل القصير، وعلى أساس أن السوق الداخلية في الوقت الحالي وفي المدى القصير لا تستطيع إستيعاب وتوظيف المدخرات النقدية المتراكمة في مشاريع إقتصادية ناجعة، بالإضافة إلى محدودية الإمكانيات الإستثمارية والمقاولاتية لإنجاز المشاريع وما يتطلبه الإقتصاد الوطني من الشفافية في إستغلال عائدات الثروة البترولية، مما أدى إلى اللجوء إلى توظيف هذه الأموال في الأسواق الدولية رغم مخاطره الكبيرة. إذن فمشكلة الطاقة الإستيعابية في الجزائر لا تكمن فقط في ضيق أفق مجال إستثمار الفوائض المالية المتراكمة وتحسين المؤشرات الإقتصادية وتحقيق العدالة في توزيع الثروة، ولكن المشكلة الحقيقية تكمن في العجز في تحويلها إلى رأسمال عيني ووسائل إنتاج قادرة على خلق مناصب شغل وقيمة مضافة، تؤدي في النهاية - وفي إطار سياسة تنموية واضحة- إلى تحولات هيكلية إقتصادية وإجتماعية تقلل من الإعتماد الكلي على البترول؛

2. إن جزء كبير من الجباية البترولية يوجه لميزانية التسيير بنسبة تغطية تفوق 75% خلال الفترة 2000-2014،² والذي كان من المفروض تخصيصه للرفع من القدرات الإنتاجية لمختلف القطاعات الإقتصادية وتشجيع

¹ زناد سهيلة، مرجع سبق ذكره، ص176.

² وزارة المالية، المديرية العامة للتوقعات والسياسات، سنوات مختلفة، متاح على الموقع:

المبحث الثاني: البدائل الطاقوية للثروة البترولية الجزائرية ومكانة الطاقة الشمسية ضمنها

أصبحت قضايا قرب نفاذ إحتياطي الثروة البترولية إشكالية كبيرة تؤرق الدولة الجزائرية التي تخطط لإستخلاف تدريجي لهذه الثروة الناضبة بمصادر طاقوية بديلة، حيث أن الجزائر مطالبة بإكتشاف ودراسة كل قدراتها الطاقوية تحسبا للسنوات المقبلة الذي ستشهد إنخفاضا حادا في إحتياطيات البترول، وذلك ما قد يهدد الأمن الطاقوي للبلاد. وتتوفر للجزائر العديدة من البدائل الطاقوية، منها غير المتجددة والمتجددة. وفي الوقت الراهن على الجزائر التوجه لتطوير بديل حقيقي للثروة البترولية التي تشارف على النضوب، حيث يجب على إستراتيجية تطوير ذلك البديل أن تراعي ضوابط الإستدامة. وتقف وراء هذا التوجه مجموعة من الأسباب والدوافع وكذا التحديات التي تحتم اللجوء لتطوير بدائل الثروة البترولية. ومن خلال هذا المبحث سنحاول التعرف على إمكانيات الجزائر من مختلف البدائل الطاقوية المتاحة والمرشحة لإستخلاف البترول، وكذا تقييم أفضلية الطاقة الشمسية ضمن تلك البدائل وفق إعتبرات الإستدامة.

المطلب الأول: دوافع اللجوء إلى بدائل طاقوية للثروة البترولية في الجزائر

في ظل الظروف الدولية والوطنية الحالية التي ترهن مستقبل البترول في الجزائر، أصبح لزاما على الجزائر البحث عن البديل الطاقوي الحقيقي الذي يمكن أن يستخلف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة، حيث تعددت الأسباب والدوافع لمثل هذا التوجه، بداية بمحدودية السياسة الحالية لإستغلال الثروة البترولية في الجزائر المتعلقة بإعتبرات ومبادئ التنمية المستدامة - التي سبق التطرق إليها في المبحث السابق من هذا الفصل-، وصولا إلى مجموعة التحديات والمشاكل التي تواجه مستقبل الثروة البترولية الجزائرية، مع توفر الجزائر على إمكانيات هائلة من طاقات أخرى يمكن لها أن تكون بديل لهذه الثروة الناضبة، دون أن نغفل الدوافع والأسباب التي سبق التطرق إليها في المبحث الرابع للفصل الأول، بالرغم من كونها دوافع عامة إذ لكل دولة خصوصيتها ومن ثم درجة التأثير التي تلعبها تلك الدوافع للتوجه لإستغلال بدائل البترول، وفي حالة الجزائر يمكن إضافة بعض التحديات التي تواجه مستقبل الثروة البترولية والتي تعد المحرك الرئيسي للتوجه لتطوير بدائل هذه الثروة.

أولا: التحديات التي تواجه مستقبل الثروة البترولية في الجزائر

يواجه مستقبل الثروة البترولية في الجزائر العديد من التحديات تتمثل أبرزها فيما يلي:

1. تحدي نفاذ المخزون أو الإحتياطي البترولي:

- الثروة البترولية ثروة ناضبة، أي أنها معرضة للتقلص والزوال مع مرور الزمن، ويستلزم ترشيد إستغلالها من جهة وإيجاد بدائل طاقوية مستدامة لتقليل الضغط على البترول من جهة أخرى، لذلك يشكل هذا التحدي دافع أول ورئيسي للتوجه للطاقات البديلة لها خاصة المتجددة منها؛

- إستنفاد الإنتاج في الحقول الناضجة وزيادة تكاليف إستخراج البترول: حيث أن إنتاج معظم البترول الجزائري يتم من عدد محدود من الحقول البترولية التي بدأت معظمها تصل لمرحلة الإنحدار، إذ يتجاوز عمره الستون سنة، ومن أهم وأكبر هذه الحقول حقل حاسي مسعود الذي تم إكتشافه سنة 1956، وقد تقلصت إحتياطيات

البترول فيه تدريجيا مع مرور الزمن، ما يعني أن الجزائر ستحتاج إلى طاقة إنتاج جديدة لتعويض الإنخفاض الطبيعي في حقولها الناضجة وهو ما يشكل تحدي لها خاصة مع إرتفاع تكاليف التطوير والتنقيب على آبار جديدة.

2. تحدي تقلبات أسعار البترول في السوق العالمية:

- تذبذب أسعار البترول، حيث عرفت موجة من الإنخفاضات منذ الإستقلال إلى يومنا هذا بدءا بأزمة 1986 (وصلت لـ 13 دولار وأقل)، والإنخفاض الذي سجلته سنة 1999 (10 دولار) وسنة 2002 (19 دولار) تلتها أزمة 2008 (36 دولار)، وأزمة 2014 (66 دولار وأقل من ذلك)، وهو ما يؤثر بشكل مباشر على إيرادات الميزانية العامة للدول الجزائرية، خاصة وأن ما يفوق 60% من إيرادات الخزينة متأتية من الجباية البترولية¹

- إن البترول يسعر بالدولار الأمريكي ذي القيمة المتقلبة إرتفاعا وإنخفاضاً مما ينعكس سلبا على حجم الإيرادات البترولية، ويعرض الجزائر إلى تقلبات واسعة وخطيرة - كون المحروقات تمثل نحو 94% من عائدات الدولة من العملة الصعبة- علما بأن سعر الدولار نفسه في أسواق الصرف الأجنبية هو أداة من أدوات السياسة الإقتصادية الخارجية الأمريكية، كما أن تسعير البترول يتم بقرارات سياسية أكثر منه تبعا لقوى العرض والطلب في السوق العالمية.

3. تحدي إنخفاض الطلب العالمي على البترول:

- تتوجه الدول المستهلكة للبترول لاسيما الأوروبية (الزبون الأول للبترول الجزائري) نحو ترشيد إستهلاكها من البترول من خلال فرض ضريبة الكربون على إستهلاك الوقود العضوي (الفحم والبترول) بغرض الحد من الإستهلاك من هذا الوقود، وكذلك إستخدام حصيلة هذه الضريبة في معالجة آثار تلوث البيئة الناجم عن إستغلال هذا الوقود.²

وعليه فإن هذه السياسة ستؤدي بصفة مباشرة إلى تخفيض إستهلاك فإسترداد البترول والتوجه نحو الطاقات البديلة المتجددة التي سجلت العديد من الدول الأوروبية نجاحا في هذا المجال خاصة ألمانيا، وعند وجود بدائل البترول على مستوى هذه الدول المستهلكة، فإنه سيؤدي إلى إنخفاض الطلب على البترول ومن الصعب رجوع الطلب عليه إلى ما كان عليه في الماضي حتى لو إنخفضت أسعاره، وهو ما يشكل تحديا حقيقيا للبترول الجزائري بتراجع الطلب الأوروبي عليه.

4. تحدي إرتفاع الطلب والإستهلاك المحلي للطاقة: وأهم ما يشمل عليه هذا التحدي ما يلي:

- إرتفاع معدلات الطلب والإستهلاك المحلي من البترول الخام التي بدون شك ستقلص من صادرات الجزائر من البترول وبالتالي سوف تؤثر على إيرادات الميزانية العامة للدولة، في ظل توقع تراجع إنتاج البترول سنة 2019 إلى نحو 800 ألف برميل يوميا، في مقابل تزايد الطلب المحلي عليه؛

¹ كسيرة سمير، عادل مستوي، الإتجاهات الحالية لإنتاج وإستهلاك الطاقة الناضجة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر- رؤية تحليلية أنية ومستقبلية، مجلة العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، العدد 14، جامعة المسيلة: الجزائر، 2015، ص14.

² مصطفى بودرمة، التحديات التي تواجه مستقبل النفط في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 07/08 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008، ص15.

- تعتمد الجزائر بشكل كبير وتقريبا مطلق على الوقود الأحفوري (منها البترول) لتلبية الطلب المحلي على الطاقة، وهو مدعوم حكوميا حيث يباع البنزين مثلا في الأسواق المحلية بسعر يقل بكثير عن أسعاره في الأسواق العالمية، لكن إرتفاع تكلفة الدعم الحكومي للوقود أصبح الآن مصدر قلق كبير للحكومة الجزائرية، خاصة مع زيادة وتيرة إستهلاك البترول محليا في مقابل توقعات تراجع الطلب العالمي عليه، فإن إستدامة الفوائض المالية المتأتية من هذه الثروة يعد تحديا حقيقيا للإقتصاد الجزائري؛

- تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية في الجزائر من خلال زيادة إستهلاكها والذي وصل حدود 55 تيراواط ساعي سنة 2016 ومن المتوقع أن يفوق 142 تيراواط ساعي آفاق 2027، وفي ظل هذا التزايد المستمر في الطلب على الطاقة الكهربائية، إضافة إلى تزايد الطلب على البترول لإستخدامات متنوعة فضلا عن توليد الكهرباء الذي بلغت كمية البترول المستهلكة في توليد الطاقة الكهربائية سنة 2016 نحو 222 ألف طن،¹ مما سيدفع الجزائر للتوجه والتفكير في صناعة كهرباء الطاقات المتجددة لتخفيف الضغط على الطاقات الأحفورية الناضبة.

5. تحدي منافسة البترول والغاز الصخريين:

- ظهور ثورة الغاز الصخري، حيث أن حقيقة نضوب الثروة البترولية جعلت العديد من الدول يعتمدون على الغاز الصخري، فبعد أن كان مجرد فكرة أصبح في الآونة الأخيرة حلا للدول المستوردة للبترول ومهددا للدول المصدرة له،² وهذا ما إنعكس على إقتصاديات هذه الدول ومن بينها الجزائر التي أصبحت مسألة الغاز الصخري تؤرقها سواء على المستوى المحلي من خلال الإحتجاجات التي قابلت التجارب فيه، أو على المستوى الدولي من خلال تراجع عائدات الثروة البترولية بسبب إنخفاض أسعارها؛

- في ضوء التطورات التقنية التي تعرفها صناعة البترول والغاز الصخريين في أمريكا الشمالية خاصة الولايات المتحدة الأمريكية، فإن هذه الأخيرة ستخفض من واردتها من البترول التقليدي. وبما أن البترول الصخري في الولايات المتحدة من النوعية الخفيفة والحلوة، فقد كانت تداعيات تقلب نمو إنتاجه موزعة بشكل غير متساو، فقد تراجعت صادرات منتجي الأنواع الخفيفة من البترول خاصة من جانب الجزائر إلى الولايات المتحدة بنسبة 60% إلى 80% على مدى السنوات الخمسة الماضية،³ وعلى الرغم من أن منطقة أمريكا الشمالية لا تحتل مكانة بارزة بين أهم مستوردي البترول الجزائري، إلا أن التهديد الوشيك بإنخفاض الأسعار الناجم عن زيادة العرض بفضل إمدادات البترول والغاز الصخريين قد يخلق تحديا حقيقيا للوضع المالي في الجزائر.

6. تحدي الإحتكارات والتكتلات من طرف الشركات البترولية العالمية:

إن إحتكار الولايات المتحدة الأمريكية لأكثر من نصف إنتاج البترول وذلك لغرض التحكم والضغط في أسعاره، ضف إلى ذلك التكتلات وعمليات الإندماج المستمرة التي تعرفها الشركات المتعددة الجنسيات في مجال الصناعة البترولية

¹ Arab Union of Electricity, **Statistical Bulletin**, 25th Issue, 2016, p8- 21.

² بوريش أحمد، تداعيات وإنعكاسات إنهار أسعار البترول على الإقتصاد الجزائري، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1: الجزائر، 2015، ص15.

³ أحمد آل درويش وآخرون، المملكة العربية السعودية: معالجة التحديات الاقتصادية الناشئة للحفاظ على النمو، صندوق النقد الدولي، إدارة الشرق الأوسط وآسيا الوسطى، 2015، ص9.

وهيمنتها على منابع البترول العربية ومنها الجزائرية، ستؤثر دون شك في الموقف التنافسي للشركات الوطنية في الجزائر التي سعت إلى تكوين قاعدة للصناعة البترولية فيها، لأن هذه الشركات لا تستطيع منافسة شركات البترول العالمية التي نمت كثيرا من خلال عمليات الإندماج.

ثانيا: مستقبل المنظومة الطاقوية في الجزائر

في ظل التحديات السابقة الذكر، ضف إلى ذلك مجموعة من الدوافع والأسباب التي تحتم على الدولة الجزائرية التفكير جديا في إنقاذ مستقبل منظومتها الطاقوية ومن ثم ضمان إستمرارية الحياة الإقتصادية والإجتماعية، لأن الكل يعلم أن لا غنى للجزائر عن البترول في الوقت الحالي، ولكن مستقبلا وفي ظل الظروف الدولية وحتى الوطنية يستلزم الأمر البحث عن بدائل طاقوية إستخلافية للثروة البترولية، ومما لاشك فيه أن هذه الطاقات البديلة رغم تنوع مصادرها وإمكاناتها المتاحة في الجزائر إلا أنها لن توفر ما يستلزمه العالم والجزائر من البترول المستخدم حاليا (كمشتقات ومنتجات)، وإنما يتم اللجوء إليها لتخفيف الضغط أولا على إستغلال البترول الذي أصبح مهددا بالنفاد، وكذا حماية البيئة وتلبية للطلب المتزايد على الكهرباء محليا وحتى دوليا، وبذلك ستحافظ الجزائر على مكانتها في الساحة الطاقوية العالمية. ومتاح أمام الجزائر فرصا لإنقاذ مستقبل منظومتها الطاقوية من خلال حزمة من المصادر الطاقوية الإستخلافية للثروة البترولية التي تتنوع بين المتجددة وغير المتجددة وهو ما سوف نتناوله من خلال المطالب المالية لنصل في الأخير لتطوير أفضل هذه البدائل الذي يراعي ضوابط الإستدامة.

المطلب الثاني: البدائل الطاقوية غير المتجددة للبترول الجزائري

تمتلك الجزائر إمكانات هائلة من الطاقات البديلة غير المتجددة سواء التقليدية منها أو غير التقليدية. وبالبحث عن البديل الإستخلافي للثروة البترولية وجب علينا التطرق لتلك البدائل وتقييم إمكانية هذا الإستخلاف خاصة الذي يضمن تحقيق إعتبارات وضوابط الإستدامة بكل أبعادها. ومن خلال هذا المطلب سنركز على الغاز بشقيه التقليدي وغير التقليدي نظرا لما تمتلكه الجزائر من إحتياجات معتبرة مقارنة مع بقية الطاقات غير المتجددة الأخرى (الفحم والطاقة النووية) التي تبقى إمكانات الجزائر منها متواضعة ومن ثم لا تستقيم عملية إستخلاف البترول بها.

أولا: الغاز الطبيعي، المرافق التاريخي للبترول الجزائري

تزرخ الجزائر بإحتياجات ضخمة من الغاز الطبيعي الأمر الذي أهلها لأن تكون أحد أكبر منتجي ومصدره في العالم بنوعيه الجاف والسائل، وبذلك فالجزائر تعد بلدا غازيا بالدرجة الأولى قبل أن تكون بلدا بتروليا، وتعود البدايات الأولى لإكتشاف أكبر حقول الغاز الطبيعي في الجزائر (حقل حاسي الرمل) إلى سنة 1956، والذي أعتبر آنذاك من أكبر الحقول الغازية في العالم بإحتياطي قدر في حينه بحوالي 2000 مليار م³، إلا أن هذا لا ينفي أنه مورد ناضب يتناقص مع مرور الوقت بزيادة إستهلاكه، ويمكن الإطلاع على وضعية الغاز الطبيعي في الجزائر كمصدر رئيسي للطاقة مستقبلا من خلال التعرف على مستوى الإحتياجات، الإنتاج ووتيرة الإستهلاك، لنخلص في الأخير إلى تقييم إمكانية إستخلاف الثروة البترولية بالغاز الطبيعي في الجزائر.

1. **إحتياطيات الغاز الطبيعي الجزائري:** تتربع الجزائر على إحتياطيات هائلة من الغاز الطبيعي، حيث تحتل المرتبة الحادي عشرة عالميا والثانية إفريقيا والرابعة عربيا حسب تقرير شركة بريتيش بتروليوم لسنة 2017، وقد قدرت حجم الإحتياطيات الغازية المؤكدة في الجزائر نهاية سنة 2016 نحو 4.5 تريليون م³ بنسبة 2.4% من إجمالي الإحتياطيات العالمية، ويعمر إنتاجي إفتراضي يقدر بحوالي 49.3 سنة حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2016¹، وتتوزع الإحتياطيات الغازية الجزائرية في العديد من المناطق عبر التراب الوطني أهمها: منطقة حاسي الرمل حيث تعتبر من أكبر الحقول الغازية حيث تحتوي على إحتياطي غازي ضخم يمثل حوالي 50% من إجمالي الإحتياطيات الغازية في الجزائر، تليها منطقة رورد النوس التي تمثل 19% من إجمالي الإحتياطي المؤكد للغاز في الجزائر، حوض إليزي بنسبة 14%، حوض تيميمون بنسبة 13%، ونسبة 4% للمناطق الأخرى.

أما عن تطور الإحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي في الجزائر فيمكن توضيحها من خلال الجدول الموالي:

الجدول رقم (7.4): تطور الإحتياطيات المؤكدة للغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة (2000-2016)

الوحدة: مليار متر مكعب

| نسبة إلى الإحتياطي العالمي سنة 2016 | 2016 | 2014 | 2012 | 2010 | 2008 | 2006 | 2004 | 2002 | 2000 | نهاية سنوات |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 2.4% | 4504 | 4504 | 4504 | 4504 | 4504 | 4504 | 4545 | 4523 | 4455 | الإحتياطي المؤكد |

المصدر: أنظر كل من:

- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي، أوابك، الكويت، سنوات مختلفة (2006، 2009، 2016).
- British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 66th edition, June 2017, p26.

من خلال معطيات الجدول السابق نلاحظ أن حجم الإحتياطيات الغازية سجلت أعلى مستوياتها نهاية سنة 2004، ويعود هذا الإرتفاع أساسا إلى إنحسار تداعيات الأزمة البترولية السابقة لهذا التاريخ خاصة أزمة 1986 بحيث عادت أسعار البترول إلى مستوياتها الطبيعية، وكما هو معلوم فكل زيادة في أسعار البترول تؤدي بالدول المستهلكة له إلى تحول نسبي نحو إيجاد مصادر طاقة بديلة له أقل سعرا في السوق الدولية، وكذلك يعود إلى زيادة الإهتمام دوليا بقضايا البيئة وسبل حمايتها، من خلال إحلال مصادر طاقة بديلة للبترو تكون أكثر نظافة وكفاءة منه، وهذا ما يتوفر في الغاز الطبيعي بشكله الجاف والمسال، ومنه فهذا التحول النسبي إلى إستهلاك الغاز بشكل مكثف على المستوى العالمي، أدى بالجزائر إلى زيادة وتيرة إنتاجها من هذا المصدر محاولة منها تغطية جزء من متطلبات السوق الدولية للطاقة، ومعظم إحتياجات السوق المحلية، هذه الزيادة في الإنتاج ترافقها حتما زيادة في وتيرة الإكتشافات الجديدة، ما أدى في نهاية المطاف إلى رفع الإحتياطيات الغازية بشكل معتبر رغم كثافة الإنتاج.

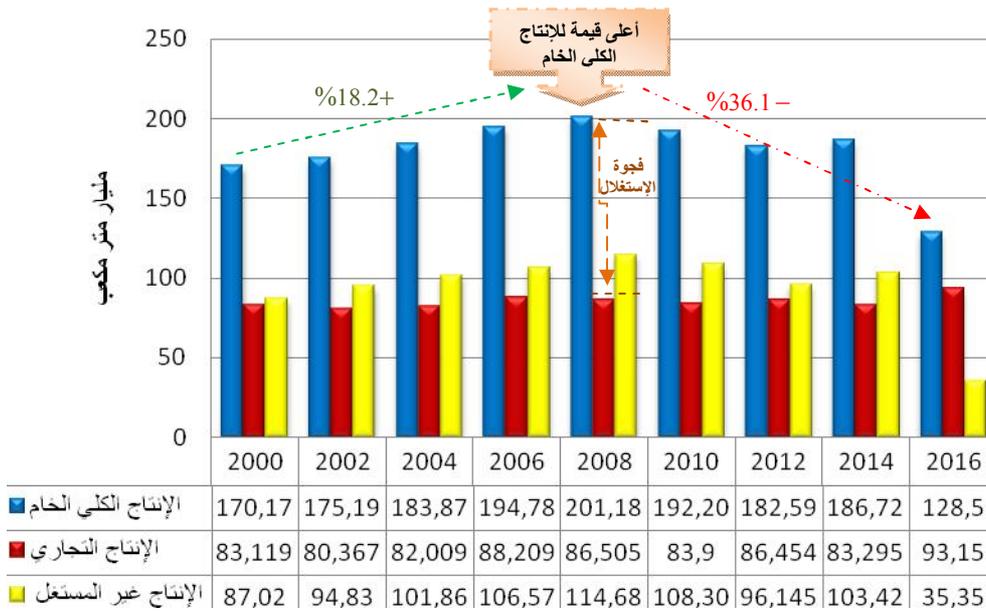
بعد سنة 2004 نلاحظ أن حجم الإحتياطيات المؤكدة من الغاز الجزائري إنخفضت بشكل طفيف لتستقر في حدود 4504 مليار م³ خلال الفترة 2006-2016، ويعود هذا أساسا إلى وتيرة الإنتاج المكثف للغاز الطبيعي

¹ British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, June 2017, **Op. Cit**, p26.

خلال هذه الفترة، إضافة إلى أهمية الإكتشافات المحققة والتي ساهمت في ثبات مخزون الإحتياطي رغم زيادة وتيرة الإستخدام على المستوى الوطني أو بالنسبة للحصص الموجهة للسوق الدولية.

2. إنتاج وإستهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر: نظرا للموقع الإستراتيجي للجزائر وكذا إمتلاكها لإحتياطيات هائلة من الغاز الطبيعي الأمر الذي جعلها أحد أكبر الدول المنتجة له في العالم، حيث تحتل المركز الثامن من حيث إنتاجه والخامس من حيث تصديره على المستوى العالمي حسب تقرير الوكالة الدولية للطاقة لسنة 2016، وهذا ما يعكس الأهمية الإستراتيجية لهذا المورد الطبيعي بالنسبة للإقتصاد الجزائري، ويعد الغاز التجاري المنتج بمثابة المؤشر الأملسي لمساهمة الجزائر في الإمداد الطاقوي العالمي، إلا أن هذا لا يُغفل أهمية متابعة تطور الإنتاج الخام، والغاز غير المستغل تجاريا (الضائع والمعاد حقنه) للتمكن من الإستدلال على مستوى الكفاءة الإستخدامية للغاز الطبيعي كمورد إستراتيجي متناقص يمكن أن يكون بديلا للبترول على المدى القصير، ولتسليط الضوء على تطور إنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة 2000-2016 نورد الشكل التالي:

الشكل رقم (9.4): تطور إنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة (2000-2016)



المصدر: أنظر كل من:

- OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2004, p64.
- OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2010, p31.
- OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2016, p102.
- OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2017, p125.

يتضح من الشكل رقم (9.4) تذبذب في حجم إنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر، فإنتاجها الخام قدر بنحو 170.179 مليار متر مكعب سنة 2000 ثم إرتفع ليبلغ أعلى قيمة له سنة 2008 بنحو 201.18 مليار متر مكعب، وبعد ذلك أخذ إتجاهها تنازليا ليبلغ 128.5 مليار متر مكعب سنة 2016، وهي كمية ضخمة من الناحية النظرية، لكنها من الناحية العملية غير مستغلة بشكل كفي، فجزء كبير من هذا الإنتاج الخام ليست له أي إستعمالات تجارية (حوالي 35.35 مليار متر مكعب سنة 2016)، كما يلاحظ أيضا إتساع الفارق بين إنتاج الغاز

التجاري والإنتاج الخام من الغاز خلال الفترات الموضحة في الجدول، حيث يمثل هذا الفارق المتناسب مع تطور حجم الإنتاج الخام هدرا لهذه المادة الإستراتيجية، أي بصيغة أخرى هو عبارة عن كميات فائضة لا تصدر ولا تستغل حتى على مستوى السوق المحلية، فجزء كبير منها إما يهدر حرقا أو يعاد حقنه في المكامن البترولية، ويمكن إرجاع سبب إرتفاع هذا الفارق إلى عدم تبني الجزائر لإستراتيجية واضحة لإستهلاك هذا المصدر الطاقوي الناضب عبر الهن، ضف إلى ذلك إشكالية لا تقل أهمية عن سابقتها والمتمثلة في عدم إتخاذ الجزائر للأساليب المناسبة لثمين الغاز كمورد إستراتيجي يجب رفع كفاءته الإستخدامية بما يتماشى وضوابط الإستدامة، كما يمثل الفارق بين الإنتاج الخام والتجاري فاتورة تتضمن التكاليف البيئية المكافئة لتزايد الإنبعاثات الدفيئة وعجز الجزائر عن الإستفادة من الفرص البديلة لثمين هذا المورد سواء للأجيال الحالية أو المستقبلية.

أما فيما يخص حجم الإنتاج المسوق فجزء منه يوجه للتصدير بنسبة 57.94% من إجمالي الإنتاج المسوق سنة 2016 أي بما يقارب 53.974 مليار متر مكعب، أما الجزء المتبقي المقدر بنحو 39.176 مليار متر مكعب فيوجه لتلبية متطلبات السوق المحلية، حيث أن الجزائر تغطي كل إحتياجاتها من الغاز الطبيعي بنسبة مئة بالمئة، وهو ما يترجم مدى قدرة هذه الثروة الهائلة إذا ما أحسن إستغلالها على إحداث التنمية من خلال تلبية الإحتياجات الطاقوية المحلية وخلق الثروة المالية من خلال التصدير للأسواق العالمية.

3. أهمية الغاز الطبيعي في الجزائر: تشهد حصة الغاز الطبيعي في السوق الوطنية وحتى العالمية زيادة معتبرة نظرا للخصائص التي يتميز بها والتي تتمثل في كونه موردا نظيفا نسبيا وذو مردودية فعالة في توليد الكهرباء مقارنة بالمصادر الأحفورية الأخرى ومنها البترول، وتكمن أهمية الثروة الغازية في الجزائر أساسا في توفرها بشكل كبير، ما يجعلها مصدرا طاويا مفضلا في العديد من الإستخدامات الداخلية، ومصدرا ماليا إستراتيجيا (تقريبا 33% من قيمة صادرات الجزائر من المحروقات متأتية من الغاز الطبيعي سنة 2016)،¹ حيث تساهم مداخيله في تعزيز البنية التحتية للإقتصاد الوطني إذا ما أحسن إستغلالها بشكل أمثل. وتندرج إستراتيجية إستخدام الغاز في الجزائر ضمن الإطار العام للسياسة الوطنية للطاقة، والتي يعتبر نموذج الإستهلاك الوطني للطاقة أحد دعائمها، حيث تميل سياسة إستهلاك الطاقة إلى تعزيز إستخدام الطاقات المتوفرة والأقل تلويثا للبيئة، والتي يأتي الغاز الطبيعي في مقدمتها، حيث يحتل هذا الأخير مكانة هامة ضمن نموذج الإستهلاك الوطني للطاقة بنسبة 65.33% ضمن إجمالي إستهلاك الطاقة الأولية في الجزائر سنة 2016،² متفوقا بذلك على البترول وباقي المصادر الطاقوية الأخرى، وهذا نظرا لتوفره بكميات كبيرة وبمواصفات إقتصادية وبيئية أجود من المواصفات التي تتمتع بها باقي المصادر الطاقوية الأحفورية الأخرى، ونتيجة لذلك إنتهجت الجزائر إستراتيجيتين لثمين جميع حقول الغاز المكتشفة وإستغلالها، تعتمد الأولى على تصدير كميات كبيرة من الغاز إلى السوق الأوروبية عن طريق الأنابيب، وإلى الأسواق الإقليمية الأخرى على شكل غاز طبيعي مسال، أما الإستراتيجية الثانية فتعتمد على تكثيف الإستهلاك الداخلي للغاز، وزيادة إستهلاكه في السوق المحلية كمصدر طاقي وكمادة أولية تدخل في معظم الصناعات البتروكيمياوية.

¹ Ministère de l'énergie, Bilan Énergétique National de l'année 2016, Op.Cit, p9, 10.

² British petroleum, Statistical Review of World Energy, June 2017, Op. Cit, p9.

ثانيا: الغاز الصخري، المصدر الصاعد بين مؤيد ومعارض

إن الجزائر كانت ولا تزال تعتبر من بين أهم الفاعلين في المجال الطاقوي العالمي، ويعود ذلك للإمكانيات التي تميزها من الطاقات الأحفورية التقليدية خاصة الغاز الطبيعي والبترو، لكن إحتياطياتها من هذه الطاقات تشهد تناقصا من سنة لأخرى، وهو ما يدفع بالجزائر لتقليص الإعتماد عليها والبحث عن البدائل المتاحة وغير المستغلة ومنها الغاز الصخري.

1. إحتياطي الغاز الصخري في الجزائر: على أساس تقديرات من إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، فالجزائر تعد من بين العشرة دولة في العالم التي تحتوي على إحتياطيات معتبرة من الغاز الصخري، فهي تمتلك ثالث إحتياطي عالمي يصل إلى نحو 707 تريليون قدم مكعب (حوالي 20 تريليون متر مكعب) أي ما يعادل أكثر من أربعة أضعاف إحتياطيات الغاز الطبيعي المقدر بـ 4.5 تريليون متر مكعب نهاية سنة 2016، إضافة إلى ذلك فإن الجزائر تمتلك من البترول الصخري القابل للإستخراج من الناحية الفنية ما يقارب 5.7 مليار برميل¹، إلا أنه لا يحض بالإهتمام الذي يلقاه الغاز الصخري نظرا لصعوبة وإرتفاع تكاليف إستخراجه وإخفاض إحتياطياته مقارنة بالغاز.

ويتوزع إحتياط الغاز الصخري على سبعة أحواض تعد الأهم على مستوى الوطن، وتتمثل في كل من حوض غدامس(بركين) ويعد الحوض الأكثر غنى بالغاز الصخري حيث يقدر الإحتياطي منه بنحو 282.3 تريليون قدم مكعب، يليها حوض تيميمون بإحتياطي يقدر بحوالي 152.5 تريليون قدم مكعب، فحوض رقان بإحتياطي يقدر بنحو 119.8 تريليون قدم مكعب، ثم تأتي بقية الأحواض كما هي موضحة من خلال الجدول الموالي:

الجدول رقم (8.4): توزيع إحتياطي الغاز الصخري القابل للإستخراج في الجزائر حسب الأحواض

| إحتياطي الغاز الصخري (تريليون قدم مكعب) | مساحة الحوض (م ²) | الحوض |
|--|-------------------------------|------------------|
| 282.3 | 117000 | غدامس(بركين) |
| 152.5 | 43700 | تيميمون |
| 119.8 | 40000 | رقان |
| 59.9 | 20200 | أهانت |
| 55.7 | 44900 | إلزي |
| 26 | 77000 | تندوف |
| 9.5 | 22300 | مويدير |
| 707 | - | إجمالي الإحتياطي |

Source : U.S Energy Information Administration

وعن توزيع أحواض الغاز الصخري في الصحراء الجزائرية فهي موضحة في الخريطة المتاحة في الملحق رقم "1.4".

¹ بوريش أحمد، مرجع سبق ذكره، ص15.

2. إستغلال الغاز الصخري في الجزائر: بالعودة إلى قانون المحروقات في شقه المتعلق بإستكشاف وإستغلال المحروقات الصخرية، فإن عمليات إستغلال الغاز الصخري لن يكون على المدى القريب، إذ نص القانون الذي صدر في الجريدة الرسمية في فيفري 2013 على عقد البحث والإستغلال الخاص بالمحروقات غير التقليدية الذي يتضمن مرحلتين: مرحلة البحث ومدتها 11 سنة على الأكثر إبتداء من تاريخ دخول العقد حيز التنفيذ، تبدأ بمرحلة إبتدائية مدتها 3 سنوات، تتبعها مرحلة ثانية وثالثة بستتين لكل منهما، وتنضم إلى هذه المراحل الثلاثة مرحلة نموذجية مدتها 4 سنوات على الأكثر، أما مرحلة الإستغلال التي تبلغ مدتها 40 سنة مع تمديد إختياري لمدة 5 سنوات إضافية بناء على طلب المتعاقد.¹

أما عن عملية إستخراج الغاز الصخري في الجزائر تتطلب عمل حفرة أفقية داخل الصخرة الأم أطول مما هو متعارف عليه عالميا، كما تتطلب عمل كسور أكثر حجما، وتحتاج الحفرة بأكملها في الجزائر (الحفر وكسر الصخور) إلى كمية من الماء تتراوح بين 10 آلاف إلى 25 ألف متر مكعب، ووفقا للوكالة الوطنية الجزائرية لتثمين موارد المحروقات، فإن الجزائر بحاجة لإستثمارات بقيمة 300 مليار دولار لإنتاج 60 مليار متر مكعب من الغاز الصخري في غضون 50 عاما المقبلة منها 200 مليار دولار لعمليات الحفر فقط، وذكر تقرير صادر عن الوكالة أن السيناريو الذي أعدته ينص على ضرورة أن تقوم الجزائر بحفر 12 ألف بئر على مدى 50 سنة بوتيرة 240 بئر سنويا لإنتاج 60 مليار متر مكعب سنويا من الغاز الصخري، وقد تم حفر أول بئر للغاز الصخري في حوض أحنيت الواقع جنوب عين صالح.²

وبالرغم من هذا القدر الهائل من إحتياطي الغاز الصخري في الجزائر، إلا أن المخاوف البيئية وإرتفاع تكاليف عمليات الإستخراج تعد من العوائق الرئيسية التي تحول دون إستغلال هذه الثروة، والجزائر حاليا لا تزال في مرحلة الإستكشاف، ولهذا الغرض تم تنصيب لجنة وزارية تضم وزير الطاقة ووزير الموارد المائية لمعالجة كل الجوانب المتعلقة بإستكشاف المحروقات غير التقليدية سواء كانت إقتصادية أو بيئية، ولتفادي الإضرار بالسكان فإن أماكن الحفر التي سيتم إختيارها لإستكشاف الغاز الصخري ستكون بعيدة عن المناطق الأهلة بالسكان وكذا عن أماكن النشاط الفلاحي والصناعي، وفي هذا الإطار أعطي الضوء الأخضر لوزارة الطاقة بمباشرة إستكشاف وإستغلال الغاز الصخري من طرف رئيس الدولة الجزائرية السيد عبد العزيز بوتفليقة في 21 ماي 2014، مع تأكيده على أن تتم عمليات الإستكشاف والإستغلال بتوخي الحرص الدائم على حماية الموارد المائية والبيئية، حيث وقعت شركة سوناطراك إتفاقيات تعاون مع شركات البترول الكبرى: إيني، أناداركو، شل، تاليسمان، حيث رخصت لها القيام بعمليات الحفر التدريجي للبحث عن الغاز الصخري.

¹ عبد الوهاب السعدون، الغاز الصخري: هل سيغير خريطة الطاقة العالمية، متاح على الموقع:

<http://portail.cder.dz> (consulté le 10/04/2016)

² شرطي نسيمة، الغاز الصخري كطاقة بديلة في الجزائر بين الضرورة الإقتصادية والهاجس البيئي، مداخلة مقدمة إلى المنتدى الدولي: إنعكاسات إختيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له -المخاطر والحلول-، يومي 8/7 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدينة: الجزائر، 2015، ص12.

3. دوافع وعوائق إستغلال الغاز الصخري في الجزائر: يواجه الإقتصاد الطاقوي الجزائري جدلا حول إستغلال

الغاز الصخري كحتمية إقتصادية وكبديل طاقي للطاقات التقليدية في ظل المخاوف المرتبطة بإستخراجه وإستغلاله خاصة تلك المخاطر البيئية التي تمس بالنظام البيئي وتحل بتوازن عناصره، فالوضع في الجزائر بين مؤيد ومعارض، و كثر الحديث عن الجدوى من توجه الجزائر نحو إستغلال الغاز الصخري في الوقت الذي تتوفر فيه البلاد على طاقات تقليدية هامة غير مستغلة، وقد تقاربت آراء بعض الخبراء حول قضية إستغلال الغاز الصخري حيث أكدوا على أن الجزائر ليست مهيةة حاليا لإنتاج وإستغلال هذا النوع من الغاز داعين إلى ضرورة التريث ودراسة كل الإمكانيات للشروع في إستغلاله بالنظر إلى الإحتياجات الطاقوية المتوفرة حاليا، غير أنه لا يمكن إستبعاد اللجوء إلى إنتاج هذا المصدر الطاقوي الجديد على المدى البعيد خاصة مع إتهيار أسعار البترول الذي يؤدي إلى تراجع أسعار الغاز الطبيعي، ما ينعكس سلبا على مخططات النظام الإقتصادي ويؤدي إلى تأجيل المشاريع أو إلغائها لنقص التمويل. وتعتبر عوائد الغاز الطبيعي جزءا هاما وأساسيا من موارد الجزائر بنحو 33% من إجمالي الصادرات الطاقوية، وبالتوجه لإستغلال الغاز الصخري ستعزز من صادراتها الغازية مستقبلا. وفي هذا الإطار يرى عبد المجيد عطار خبير في الطاقة والبيئة ومدير عام سابق لشركة سوناطراك أن الجزائر لا يمكنها الشروع في الوقت الحاضر ولا حتى خلال العشر سنوات القادمة في إستغلال الغاز الصخري ويقول " بالنظر إلى الإحتياطي الموجود في الطاقات التقليدية وإذا لم تتمكن من إكتشاف حقول أخرى للغاز الطبيعي والبترول فإننا سنجد أنفسنا مجبرين على الشروع في إستغلال الغاز الصخري على المدى البعيد وبعد سنة 2030 لأن مصادر الطاقة ستعرف نقصا من ناحية الإنتاج والإحتياطي. " على الرغم من أن الجزائر تسعى جاهدة إلى تطوير عمليات إنتاج الطاقات المتجددة كالتقوية الشمسية، وطاقة الرياح إلا أن هذه الأخيرة ليست كافية ولا يمكنها تقديم المنتجات والمشتقات التي تتبع من المحروقات وبالتحديد البترول والغاز التقليديين، والتي بدورها معرضة للنضوب خلال 20 أو 50 سنة القادمة، وفي هذه الحالة وبتحالف جميع هذه العوامل فإن التوجه نحو إستغلال الغاز الصخري في الجزائر على المدى البعيد لن يكون خيارا بل ضرورة ملحة خاصة في ظل تباطؤ التوجه للطاقات المتجددة.¹

إلا أنه بالرغم من الدوافع السابقة الذكر، فهناك جملة من العوائق التي تقف أمام الجزائر للتوجه نحو هذه الطاقة إضافة إلى العوائق العامة التي ذكرناها سابقا في الفصل الثاني، إذ أن هناك بعض العوائق الخاصة بالشأن الجزائري تقف أمام التوجه لإستغلال الغاز الصخري، تتمثل أهمها فيما يلي:

- يعتبر المشكل الأساسي في عملية إستخراج الغاز الصخري، إستهلاك الكميات الكبيرة من المياه فبالإضافة إلى مشكلة الضغوط العالية لإرتفاع عمق المياه اللازم لإستخراج الغاز الصخري في الصحراء الجزائرية، فإن ذلك سيؤدي إلى تلوث تلك المياه والمياه الجوفية المتواجدة تحت الأرض، حيث تستعمل الجزائر أكثر من 600مادة كيميائية للقيام بالحفر العمودي والأفقي، وكسر الصخر لإستخراج الغاز المحتبس بداخله، وترجع الكمية المستعملة من المياه إلى سطح الأرض محملة بتلك المواد التي لا نعرف وجهتها بعد ذلك، كما تتوفر الجزائر على كمية هائلة من

¹ بوحبيبة إهام، قطوش مريم، الغاز الصخري: المصدر الطاقوي الجديد، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القظرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1: الجزائر، 2015، ص 6،7. (بتصرف)

المياه الجوفية تقدر بنحو 45 ألف مليار متر مكعب، وجميع الواحات المتواجدة في الصحراء الجزائرية تتخذ من هذه المياه الجوفية مصدرا لبركها، وتلك المواد الكيميائية حسب رأي الأخصائيين في هذا المجال، ستصل لا محال لتلك المياه الجوفية، مهما عملت الجزائر من تقنيات مثل تقنية الأنابيب المتعددة، فهذا لا يكفي وسوف تلوث برك الواحات مما يؤدي إلى خطر القضاء على أي حياة في الصحراء الجزائرية؛¹

- إنتاج الغاز الصخري يتطلب إستثمارات وتكاليف إنتاج ضخمة، لا تستطيع الجزائر تحمل مثلها في المرحلة الراهنة، حيث تكلف عملية إستخراج الغاز الصخري أموالا طائلة تتراوح بين 10 إلى 15 مليون أورو بإستخدام أحسن التقنيات لتقليل أضرار تسرب الغاز للمياه الجوفية أو للأفراد العاملين؛²

- موقف المجتمع المحلي المعارض، فقد رافق إنطلاق عمليات التنقيب عن الغاز الصخري في ولاية تمنراست إحتجاجات غاضبة عبرت عن مخاوفها من مخاطر إستخراجها، التي تتعدى تلوث المياه إلى تلوث الهواء وإنتشار المواد المسرطنة، إضافة إلى تبيد مخزونات المياه الجوفية بسبب حاجة إستغلاله إلى كميات هائلة من المياه لتفتيت الحجر الزيتي.³

ثالثا: تقييم إمكانية إستخلاف البترول بالطاقات غير المتجددة المتاحة في الجزائر

إن إستراتيجية إستخلاف الثروة البترولية في الجزائر بالطاقات الأحفورية الأخرى التي تتفوق على البترول من حيث حجم الإحتياطي المتوفر، تعد مغامرة بالنسبة للجزائر تجعلها تبقى رهينة للموارد الناضبة، وهو ما يتناقض وضوابط الإستدامة بكل أبعادها، حيث فيما يخص الغاز الصخري فإستغلاله في الجزائر على المدى البعيد يعد فرصة للبقاء في موقع جيوسياسي هام في إطار مفهوم أمن الطاقة العالمي، إضافة إلى العوائد المحتملة والتحكم في الوضع الإقتصادي داخل البلاد، وهذا من وجهة نظر المؤيدين له الذين اعتبروه من بين البدائل التي يستوجب على الدولة الإلتكاء عليها من أجل تنمية البلاد خاصة في ظل تراجع إنتاج الطاقات الأحفورية الأخرى وإنخفاض أسعار البترول، في حين ذهب آخرون عكس هذا الرأي تماما، فهم لا يجدون من داع لتوجه الجزائر لإستغلال الغاز الصخري الذي إضافة إلى المخاطر التي يشكلها على البيئة والإنسان، فإن تكلفته إستخراجه تعد جد مرتفعة، ولذلك فإمكانية تعويض النقص في إحتياطيات الطاقات الأحفورية التقليدية لا يعتبر الغاز الصخري الخيار الأنسب لها.

وأخذا بإعتبارات وضوابط الإستدامة فإن خيارات الجزائر الطاقوية غير المتجددة - الغاز الطبيعي والغاز الصخري- بالرغم من حجم الإحتياطيات المتوفرة ونظافتها نسبيا مقارنة بالبترول، إلا أنها تبقى موارد ناضبة تتناقص بالإستهلاك مع مرور الزمن بالرغم من الإجراءات المتخذة لترقية كفاءتها الإستخدامية -خاصة الغاز الطبيعي-، لذلك

¹ Abdelmadjid BOUDER, Nacira KHIER, Rabia MIMOUNA, "Le gaz de schiste en Algérie : Quels enjeux et quels impacts pour notre territoire ?", 1er Colloque International sur Hydrocarbures, Énergies et Environnement -HCEE- Ouargla les 23/ 24 novembre 2014, p4.

² قمبر عبد الرؤوف، الغاز الصخري في الجزائر: فوائد وأضرار، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي: إنعكاسات إختيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له -المخاطر والحلول-، يومي 8/7 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدية: الجزائر، 2015، ص12.

³ عياش زبير، إمام بوجعدار، الإقتصاد الطاقوي الجزائري بين العاز الطبيعي والغاز الصخري، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي: إنعكاسات إختيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له -المخاطر والحلول-، يومي 8/7 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدية: الجزائر، 2015، ص21.

يمكن للغاز التقليدي أن يخفف الضغط على البترول على المدى القصير والمتوسط، ثم على المدى البعيد بالنسبة للغاز الصخري، إلا أن الغاز بنوعيه لا يعد البديل الحقيقي المستدام للثروة البترولية في الجزائر. وإنطلاقا من هذا الطرح فعلى الجزائر التوجه نحو إستغلال الطاقات النظيفة المتجددة لتأمين أمنها الإقتصادي والطاقي وفق إعتبرات ومبادئ التنمية المستدامة، وهو ما سوف نتناوله بالدراسة والتحليل في المطالب اللاحقة.

المطلب الثالث: البدائل الطاقوية المتجددة للبترول الجزائري

تمتلك الجزائر إمكانيات هامة من الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، طاقة الحرارة الجوفية وطاقة الكتلة الحية، وتسعى الجزائر من خلال النموذج الطاقوي الذي يركز على الإمداد الطاقوي المستدام إلى تطوير إمكانيات إستخدام مختلف مصادر الطاقة المتجددة، كأحد الرهانات الطاقوية للفترة القادمة، حيث تشهد الساحة الدولية تحولا في الصيغة الطاقوية نحو الطاقة المستدامة والأمنة بيئيا.

أولا: الطاقة الشمسية، إمكانيات ومقومات

تتوفر الجزائر جغرافيا موقعا الجغرافي على أضخم حقول الطاقة الشمسية في العالم، نظرا لمساحتها كأكبر دولة عربية وإفريقية (منطقة كبرى صحاري العالم)، وتمثل مساحة الصحراء الجزائرية 80% من المساحة الكلية للجزائر (المقدرة بأكثر من 2 مليون كلم²) بإمكانيات هائلة من الطاقة الشمسية حيث تمتاز بالحرارة الشديدة تقريبا 60 درجة مئوية صيفا وبمعدل إشراق بقدر ب 3500 ساعة سنويا، مع سماء صافية تقريبا دون غيوم، إذ أن غطاء السحب بها منخفض يتراوح من 10% و20% فقط على مدار العام. وحسب الدراسات المتخصصة فإن الجزائر تتلقى أكثر من 2000 ساعة تشميس سنويا على كامل التراب الوطني وقد تصل حدود 3900 ساعة من الشمس في الهضاب العليا والصحراء، ومتوسط الطاقة المتوفرة بها نحو 3 كيلوواط ساعي على مساحة 1م² في الشمال، وتتجاوز 5.6 كيلوواط ساعي على مساحة 1م² في منطقة الجنوب، أي أن القوة تصل إلى 1700 كيلوواط ساعي /م² سنويا في الشمال و2650 كيلوواط ساعي /م² سنويا بالنسبة للجنوب، كما يوضحه الجدول الموالي:

الجدول رقم (9.4): القدرات الشمسية في الجزائر

| البيانات | منطقة ساحلية | هضاب عليا | صحراء |
|---|--------------|-----------|-------|
| مساحة (%) | 4 | 10 | 86 |
| معدل مدة إشراق الشمس (ساعة/سنة) | 2650 | 3000 | 3500 |
| الطاقة المتوفرة في المتوسط (كيلوواط ساعي/م ² /سنة) | 1700 | 1900 | 2650 |

المصدر: مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، دليل الطاقات المتجددة، وزارة الطاقة والمناجم، الجزائر، 2007، ص39.

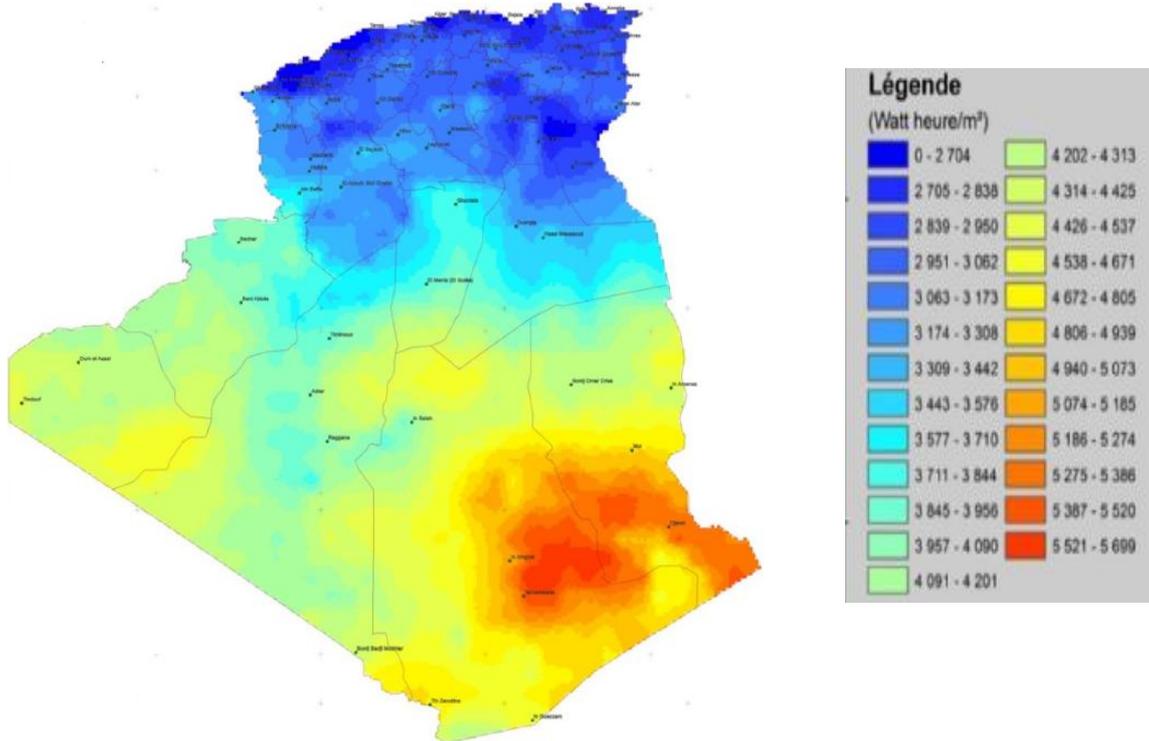
هذا وقد أعلنت الوكالة الفضائية الألمانية بعد دراسة قامت بها أن الصحراء الجزائرية هي من أكبر خزانات الطاقة الشمسية في العالم، حيث تدوم الإشعاعات الشمسية في الصحراء الجزائرية 3500 ساعة إشعاع في السنة وهو أعلى مستوى لإشراق الشمس على المستوى العالمي، وهو ما دفع بالوكالة إلى تقديم إقتراح للحكومة الألمانية حول إقامة

مشاريع إستثمار في الجنوب الجزائري، وبناء عليه تم تقديم الإتفاق بين الحكومتين في ديسمبر 2007 لإنتاج حوالي 5% من الكهرباء بفضل الطاقة الشمسية ونقلها إلى ألمانيا من خلال كابل بحري عبر إسبانيا.

ومن الجدير بالذكر بأن الجزائر صنفت على أنها من بين أكبر وأحسن حقول الطاقة الشمسية في العالم، بالإضافة إلى إيران ومنطقة أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، كما تمتلك أكبر نسبة من الطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط التي تسمح بتغطية 60 مرة إحتياجات الدول الأوروبية، و4 مرات الإستهلاك العالمي، وتغطية 5 آلاف مرة الإستهلاك الوطني من الطاقة الكهربائية.¹

من خلال ما سبق يتضح جليا أن الجزائر تتمتع بقدرات طبيعية هائلة من الإشعاع الشمسي، يمكن أن يؤهلها لإستغلال الطاقة الشمسية بصورة رئيسية ضمن خططها التنموية خاصة ما يتعلق بتوفير الطاقة الكهربائية، وإستخدامها لفك العزلة عن المناطق الريفية النائية، من خلال رفع مستويات توفير الإمداد الطاقوي الآمن والمستدام والأقل تكلفة، إذا فالجزائر تمتلك من خلال محيطها الجغرافي الهائل على مساحات شاسعة غير مستغلة وصحراوية تعد منجما للطاقة الشمسية، وللإطلاع على متوسط الطاقة الشمسية المتوفرة حسب المناطق في الجزائر نورد الشكل الموالي:

الشكل رقم (10.4): توزيع متوسط الطاقة الشمسية المتوفرة حسب المناطق الجغرافية في الجزائر



Source: Agence Spatiale Algérienne, <http://www.asal.dz/#>. (Consulté le 15/04/2016)

¹ وزارة الطاقة والمناجم، مزاي الطاقة الشمسية، مجلة الطاقة والمناجم، العدد الثامن، الجزائر، جانفي 2008، ص133.

ثانيا: طاقة الرياح

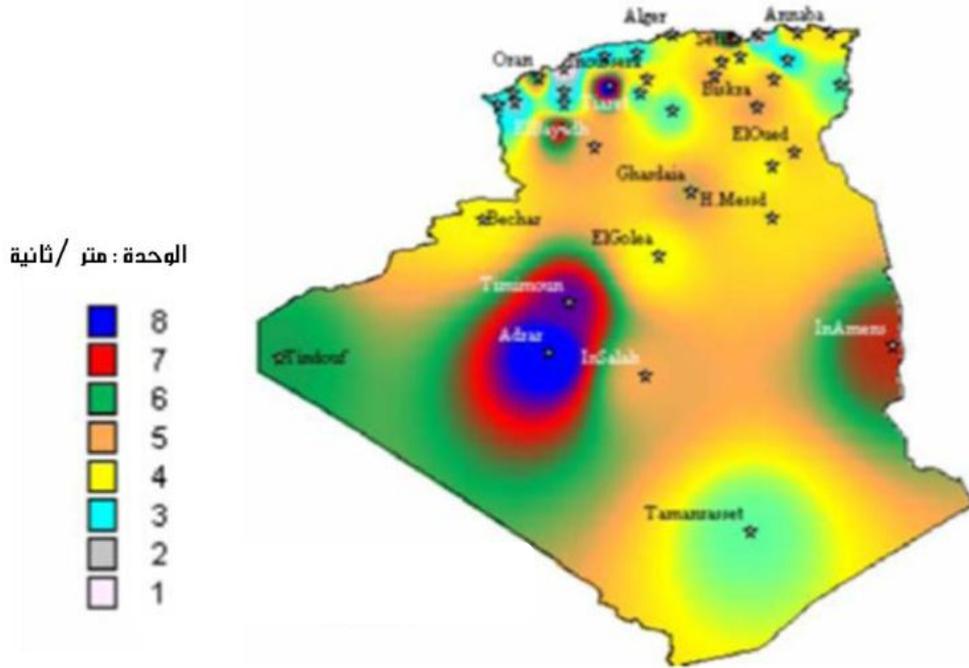
تعد الجزائر من الدول التي تمتلك إمكانيات معتبرة من الرياح، إذ تتميز بتغير المورد الريحي فيها من مكان إلى آخر نتيجة الطوبوغرافيا وتنوع المناخ، حيث تنقسم الجزائر إلى منطقتين جغرافيتين كبيرتين:

- الشمال الذي يحده البحر المتوسط ويتميز بساحل يمتد على 1600 كلم وبتضاريس جبلية تمثلها سلسلتي الأطلس التلي والصحراوي وبين هاتين السلسلتين توجد الهضاب العليا والسهول ذات المناخ القاري ومعدل السرعة في الشمال غير مرتفع جدا؛

-منطقة الجنوب التي تتميز بسرعة رياح أكبر منها في الشمال خاصة في الجنوب الغربي بسرعة 4 م/ثا وتتجاوز 6 م/ثا في منطقة أدرار.

وعموما تتميز الجزائر بمحور رياح تحمل معها الكثير من الهواء البحري الرطب والقاري الصحراوي بمتوسط سرعة سنوية تتراوح ما بين 2 إلى 6 م/ثا، وهي طاقة ملائمة لضخ المياه خصوصا في السهول المرتفع، هذا من شأنه توليد طاقة كهربائية قدرها 673 مليون واط ساعي سنويا في حالة رياح ذات سرعة 5.1 م/ثانية، وهو ما يكفي لتغطية إحتياجات قرابة 1008 مسكن من الطاقة الكهربائية.

الشكل رقم (11.4): متوسط سرعة الرياح في الأقاليم الجزائرية



Source: <http://www.cder.dz/spip.php?article1446> (Consulté le 30/04/2016)

- **حصيلة إستغلال طاقة الرياح:** تعتبر أدرار من أهم المناطق ذات الهبوب المرتفع في الجنوب الغربي التي تتميز بمحور رياح طويلة فصول السنة بقوة تتراوح ما بين 5 - 9 م/ثا، ومنطقة عين أميناس بالجنوب الشرقي، ولأجل ذلك وضعت الجزائر برنامجا لإستغلال طاقة الرياح كما يلي: خلال الفترة 2011 - 2013 بإنشاء أول مزرعة هوائية بأدرار على مساحة إجمالية تقدر بـ 50 هكتار، تحتوي على 12 ناعورة هوائية قدرة كل واحدة منها 0.85 ميغاواط لتبلغ

قدرة الحضيبة 10 ميغاواط والتي من المفترض أن تصل لـ 22 جيغاواط سنة 2030،¹ وقد قدرت قيمة الإستثمار نحو 30 مليون أورو،² وهو إستثمار يصفه الخبراء بالهام جدا حيث يتوقعون أن يدر على الجزائر بأرباح تفوق ثلاثة مليار أورو سنويا، فضلا عن قدرة هذا القطاع الواعد على إستحداث آلاف مناصب الشغل وتوفير طاقة نظيفة، وما بين سنتي 2014-2015 تم إنجاز مزرعتين هوائيتين تقدر كل واحدة منهما بـ 20 ميغاواط، إضافة إلى مشاريع أخرى قيد الدراسة للفترة ما بين 2016 و2030 بقدرة إنتاجية تقدر بنحو 1700 ميغاواط،³ وحسب مدير المركز الجزائري لتطوير الطاقات المتجددة، فإنه سيتم تدعيم مختلف هذه الوحدات بالوسائل الضرورية لترقية هذا القطاع ولإنجاح هذا المسعى تقرر تجنيد 20 باحثا علاوة على 360 أستاذا ينشطون في ثلاثين مخبرا وطنيا.

وبالرغم من كون تكاليف إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح منخفضة، حيث يكلف الكيلوواط ساعي المنتج من طاقة الرياح نحو 5 إلى 6 دج،⁴ إلا أن فرص إنتاجها في الجزائر لم تكن كبيرة نتيجة لتوفر الغاز الطبيعي بكميات كبيرة وبأسعار رخيصة وتكلفة متدنية مما يجعل توليد الكهرباء من وقود الغاز الطبيعي أفضل أساليب إنتاج الكهرباء خاصة وأن مصادر الرياح تعاني من تقطعها وبعض تأثيراتها السلبية كالضجيج وحاجتها لمساحات شاسعة لتركيب المراوح الهوائية.

عموما ورغم الإمكانات الطاقوية المعتبرة التي تحوزها الجزائر في مجال الطاقة الهوائية، إلا أنها لم تقم بإستغلالها الإستغلال الأمثل والكفأ، وبالتالي الإستفادة منها في توليد الكهرباء لتخفيف الضغط على المصادر الأحفورية الناضبة، ورغم أن الجزائر تعكف عبر مؤسساتها التي أنشأتها لهذا الغرض بإعداد خرائط لطاقة الرياح، وذلك من خلال دراسة حقول الرياح المنتشرة عبر كامل التراب الوطني من أجل تحديد معدلات السرعة فيها، وتقدير أهليتها لإحتضان محطات توليد الكهرباء المستمدة من الرياح، إلا أن ذلك يبقى نظريا ويحتاج إلى تجسيد على أرض الواقع وهو ما يعني أن مساهمة طاقة الرياح في توليد الكهرباء ستظل محدودة في الوقت الحالي.

ثالثا: الطاقة المائية

بالنظر للمساحة الشاسعة التي تمتد عليها الجزائر، إلا أنها تتميز بندرة المياه السطحية التي تنحصر أساسا في جزء من المنحدر الشمالي للسلسلة الجبلية الأطلسية، وتقدر الإمكانات المائية للجزائر بأقل من 25 مليار م³، منها 75% فقط قابلة للتجديد.

¹ الطيب داودي، هاجر بربطل، دور الشراكة الأجنبية في نشر إستغلال الطاقة المتجددة عبر العالم- مع الإشارة إلى تجربة الجزائر، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الإنتقال، يومي 18 و19 نوفمبر 2014 كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014، ص12.

² رشيد على حطاي، البيئة: قفزة عالمية في إستغلال طاقة الرياح، مجلة الطاقة والمناجم، العدد 12، الجزائر، نوفمبر 2010، ص109.

³ جبار سعاد، ماحي سعاد، الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانات، مداخلة مقدمة إلى المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015، ص14.

⁴ علي عليوة، دراسة وتحليل مقومات الإستثمار في الطاقات المتجددة في الجزائر كبديل للإستثمار خارج المحروقات، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الإنتقال، يومي 18 و19 نوفمبر 2014، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014، ص7.

إن كميات الأمطار الكلية التي تسقط على الإقليم الجزائري هي كميات مهمة وتقدر بحوالي 65 مليار م³ سنويا لكنها لا تستغل إلا بنسبة ضعيفة تقدر بنحو 5% في إنتاج الطاقة الكهرومائية، كما أن عدد الأيام الممطرة تتجه للإخفاض، وهذه الأمطار تتركز في مناطق محدودة بالإضافة إلى تبخر جزء منها بفعل الحرارة، ناهيك عن تدفقها بسرعة نحو البحر، أو نحو حقول المياه الجوفية، وجغرافيا تنخفض مصادر المياه السطحية كلما إتجهنا من الشمال إلى الجنوب، وتقدر كمية المياه النفعية بـ 25 مليار م³ ثلث هذه الكمية هي عبارة عن مياه سطحية تتمثل في 75 سد منجز سنة 2015،¹ والباقي مياه جوفية، ويتوقع أن يبلغ عدد السدود المستغلة في الجزائر سنة 2030 نحو 139 سدا بقدره تعبئة إجمالية حوالي 12 مليار متر مكعب.²

بلغت القدرات المركبة من الطاقة المائية بالجزائر ما مقداره 228 ميغاواط سنة 2016،³ وهي تعتبر قدرات ضعيفة مقارنة بمساحة الجزائر والإمكانات التي تزخر بها، وهذا ما أدى إلى إنخفاض مساهمة الطاقة المائية في توليد الطاقة الكهربائية حيث لا تتجاوز 3% فقط من إجمالي الكهرباء المنتجة والنسبة المتبقية تنتج من الغاز الطبيعي بالدرجة الأولى، ويرجع ضعف إستغلال هذه الطاقة إلى العدد غير الكاف لمواقع الإنتاج الكهرومائي بالإضافة إلى عدم إستغلال المواقع الموجودة إستغلالا كفوًا.

والجدول الموالي يلخص أهم مراكز توليد الطاقة الكهرومائية المتوفرة في الجزائر:

الجدول رقم (10.4): مراكز توليد الطاقة الكهرومائية في الجزائر

| الولاية | المحطات |
|------------|--|
| بجاية | محطات التدفق القوي درقينة، إيفيل إيمدا |
| جيجل | منصورية ، إيراغن |
| تيزي وزو | محطات التدفق الضعيف سوق الجمعة، تيزي مدان، إغزنشبل |
| عين الدفلى | غريب |
| البويرة | قوريات |
| الشلف | واد الفضة |
| معسكر | بوحنيفة |
| تلمسان | بني غزول |
| عين تموشنت | تسالة |

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، الإمكانات الوطنية للطاقات المتجددة، متاح على الموقع:

<http://www.mem-algerie.org>

¹ <http://www.mree.gov.dz/anbt-2/?lang=ar> (consulté le 29/04/2017)

² <http://www.djazairiss.com/aps/331361> (consulté le 29/04/2017)

³ International Renewable Energy Agency (IRENA), **Renewable Energy Statistics**, 2017, p11.

رابعا: طاقة الحرارة الأرضية

يشكل كلس الجوراسي في الشمال الجزائري إحتياطيا هاما لحرارة الارض الجوفية، حيث تتوفر الجزائر على أكثر من 200 مصدر حراري تتمركز في الشمال الشرقي والشمال الغربي للبلاد، تتجاوز درجة حرارتها 40 درجة مئوية وترتفع إلى 96 درجة مئوية في حمام المسخوطين بقالملة، لتصل إلى نحو 119 درجة مئوية ببسكرة، وهذه الينابيع الطبيعية التي هي على العموم تسربات لخزانات موجودة في باطن الأرض تتدفق لوحدها بأكثر من 2م³/ثانية من الماء الحار وهو جزء صغير مما تحويه الخزانات، والذي تتراوح درجة حرارته بين 22 و96 درجة مئوية وهو ما يسمح بإنشاء محطات لتوليد الكهرباء، ومن الممكن إستغلال منابع المياه المعدنية الحارة في توليد ما إستطاعته أكثر من 700 ميغاواط،¹ إلا أنه لا يتم إستغلالها حاليا سوى في تخفيف المنتجات الزراعية وتربية الأسماك إضافة إلى تدفئة البيوت الزراعية والإستشفاء بصفة أساسية.

وأكدت العديد من الدراسات الجيولوجية، الجيوكيميائية والجيوفيزيائية على وجود أماكن مهمة للطاقة الحرارية الجوفية، أين تمكنت تلك الدراسات من تحديد ثلاثة أماكن يفوق فيها التدرج الحراري 5 درجات مئوية على بعد 100 متر وهي : منطقة غليزان ومعسكر، منطقة عين بوسيف(المدية) ومنطقة سيدي عيسى (المسيلة)، منطقة قالملة وتبسة.²

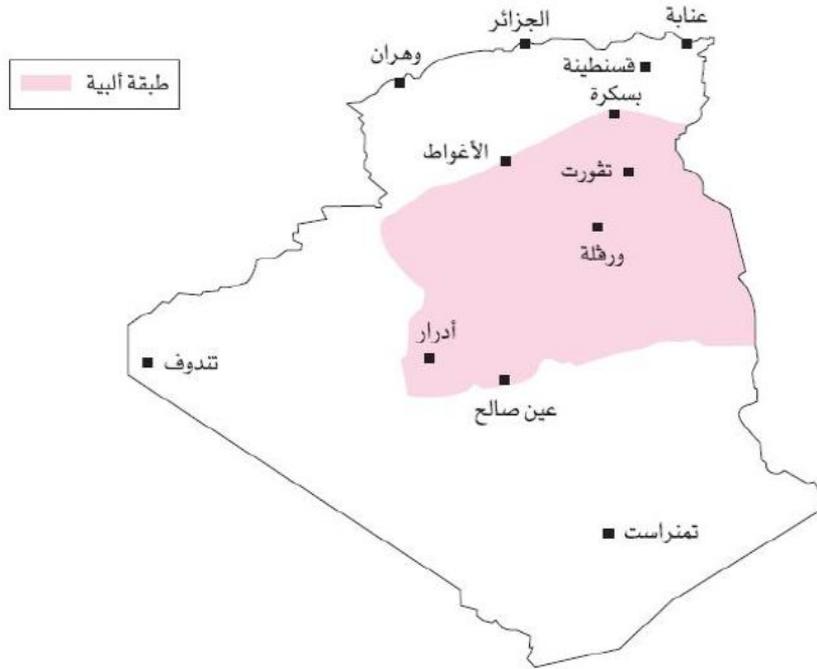
كما تتوفر الجزائر على طبقة جوفية من المياه الحارة (الطبقة المائية الألبية) يحدها من الشمال بسكرة ومن الجنوب عين صالح ومن الغرب أدرار وأما من الجهة الشرقية فإنها تمتد إلى الحدود التونسية كما يوضحه الشكل رقم (12.4). ويتم إستغلال هذا الخزان من خلال التنقيب بأكثر من 4 متر مكعب في الثانية، وتقدر درجة حرارتها بنحو 57 درجة مئوية وبالتالي تشكل خزاناً واسعاً من حرارة الأرض الجوفية.³

¹ فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر-دراسة لواقع مشروع الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر-، مجلة الباحث، العدد11، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة: الجزائر، 2012، ص154.

² الورقة القطرية، الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، ديسمبر 2014، ص17.

³ Khadidja BOUZIDI, *géothermie énergie d'avenir et ses perspectives au sud de l'Algérie*, bulletin des énergies renouvelables, CDER, Alger, N10, Décembre 2006, p18.

الشكل رقم (12.4): توزيع الطبقة الألبية في الجزائر



المصدر: مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، دليل الطاقات المتجددة، وزارة الطاقة والمناجم، الجزائر، 2007، ص43.

خامسا: طاقة الكتلة الحية

لازالت الكتلة الحية على هامش موارد الطاقة -خاصة المتجددة - في الجزائر نظرا لوفرة الغاز الطبيعي من جهة ونقص الموارد المائية الضرورية للزراعات الطاقوية من جهة أخرى، حيث لم تسجل الجزائر أي معدلات لإستغلال طاقة الكتلة الحية بالرغم من قدراتها التي تمتلكها، وتمثل مصادر الطاقة الحيوية في الجزائر في مصدرين هامين هما:

- **الموارد الغابية:** والتي تتربع على حوالي 10% من المساحة الإجمالية للجزائر، وتقدر الطاقة الإجمالية للمورد الغابي الجزائري بنحو 37 ميغا طن مكافئ بترول سنويا وبقدرة إسترجاع تقدر بنحو 3.7 ميغا طن مكافئ بترول سنويا،¹ ويعتبر كل من الصونبر والكاليتوس نباتين مهمين في الإستعمال الطاقوي لكنهما لا يمثلان إلا 5% من الغابات الجزائرية²؛

- **النفائيات الحضرية والزراعية:** تصل كمية النفائيات من هذا الصنف التي لا يتم تدويرها نحو 5 مليون طن ويستطيع هذا المورد إستعاب طاقة تقدر ب 1.33 مليون طن مكافئ بترول سنويا.³

وتجدر الإشارة إلى أن إستغلال النفائيات والمخلفات العضوية خاصة الفضلات الحيوانية من أجل إنتاج الغاز الطبيعي يمكن أن تعتبر كحل إقتصادي من شأنه أن يؤدي إلى تنمية مستدامة خاصة في المناطق الريفية، وتمثل هذه

¹ شافية كناف، زهير بن دعاس، مرجع سبق ذكره، ص5.

² مواكبي سهيلة، الأثار الإقتصادية لمصادر الطاقة المتجددة في الجزائر وأفاقها المستقبلية، نشرة الطاقات المتجددة، العدد رقم 02، مركز تنمية الطاقات المتجددة، الجزائر، 2002، ص31.

³ Fatima Zohra TIZRAOUI, les énergies renouvelables, seule alternative à terme aux énergies fossiles, Energie & Mines revue n°2, avril 2004, 36.

المخلفات في النفايات المنزلية، أوحال محطات تطهير المياه القدرة الحضرية أو الصناعية، النفايات العضوية الصناعية نفايات الفلاحة وتربية المواشي.¹

إن آفاق تطوير هذه الطاقة في الجزائر قائمة من خلال إستغلال مزارع مخلفات مزارع تربية المواشي وتحويل مخلفات التمور في الجنوب ومخلفات صناعة زيت الزيتون، كما تستحوذ الجزائر على موارد غابية وموارد طاقوية من النفايات الحضرية والزراعية. وقد بدأت بعض التجارب لإنتاج الغاز الحيوي من المخلفات الزراعية، وكذلك برمجت مشاريع لإنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) من التمور. ويتوقع أن تبلغ الطاقة المركبة من الكتلة الحية في الجزائر نحو 1000 ميغاواط آفاق 2030.²

من خلال ماسبق ذكره حول إمكانيات مختلف مصادر الطاقة المتجددة التي تتوفر عليها الجزائر، يمكن القول أن الطاقة الشمسية تعد الفرصة الأنسب للتحويل إلى الطاقات المتجددة بالنظر إلى ضخامة إمكانيات الطاقة الشمسية الكامنة في الجزائر، بالإضافة إلى موقع الجزائر على البحر المتوسط وشساعة الصحراء الجزائرية، الأمر الذي ينبئ بطلب مستقبلي محتمل كبير على الطاقة الشمسية خاصة لتوليد الكهرباء في المناطق النائية والجبلية والصحراوية، وكذلك بالتوجه للتصدير خاصة للدول الأوروبية وحتى الإفريقية، ومن خلال المطلب الموالي سنحاول تبين أفضلية الطاقة الشمسية ومكانتها ضمن مختلف مصادر الطاقة البديلة المتاحة في الجزائر وفق إعتبارات الإستدامة.

المطلب الرابع: أفضلية الطاقة الشمسية ضمن البدائل الطاقوية المتاحة في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر

تعتبر الطاقة الشمسية البديل الأقوى لتحل محل الثروة البترولية في الجزائر، ومن المتوقع أن تحقق تقنياً نجاحاً كبيراً نظراً للإمكانيات الكامنة التي تحوزها الجزائر من الطاقة الشمسية مقارنة بالبدائل الطاقوية الأخرى، وتتعدد مزايا إستخدام الطاقة الشمسية على المستويين القومي والفردى، إذ أنها طاقة متاحة في كل مكان بالجزائر، نظراً لوقوعها في قلب الحزام الشمسي العالمي، ومن ثم يمكن للأفراد إستغلال منتجات الطاقة الشمسية كالأسقف الشمسية والإنارة الشمسية وكذلك السخانات الشمسية والمضخات الشمسية وغيرها، كما أن الطاقة الشمسية طاقة منخفضة التكلفة نسبياً، إذ أنها تمد كوكب الأرض بكميات هائلة من الضوء والحرارة بدون مقابل، وتتوقف تكلفة إستغلالها على التكلفة الأولية لتشديد المشاريع إلى جانب تكاليف الصيانة الدورية، كما تعتبر الطاقة الشمسية طاقة نظيفة وآمنة، إذ لا تشكل خطورة على العاملين في حقول ومحطات الطاقة الشمسية، إضافة إلى أن المستقبلات الشمسية لا تصدر أي ملوثات أو ضوضاء أو إزعاج عند إنتاج الطاقة من الشمس.³

¹ عدمان مريزق، دور برامج الطاقات المتجددة في معالجة ظاهرة البطالة: قراءة للواقع الجزائري، مداخلة ضمن الملتقى الدولي: إستراتيجية الحكومة للقضاء على البطالة وتحقيق التنمية المستدامة، كلية العلوم الإقتصادية، مخبر الإستراتيجيات والسياسات الإقتصادية في الجزائر، جامعة المسيلة: الجزائر، 15-16 نوفمبر 2011، ص12.

² IRENA, League of Arab States, Renewable Energy in the Arab Region: Overview of developments, RCREEE, 2016, p14.

³ مخلفي أمينة، النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد التاسع، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة: الجزائر، 2011، ص225. (بتصرف)

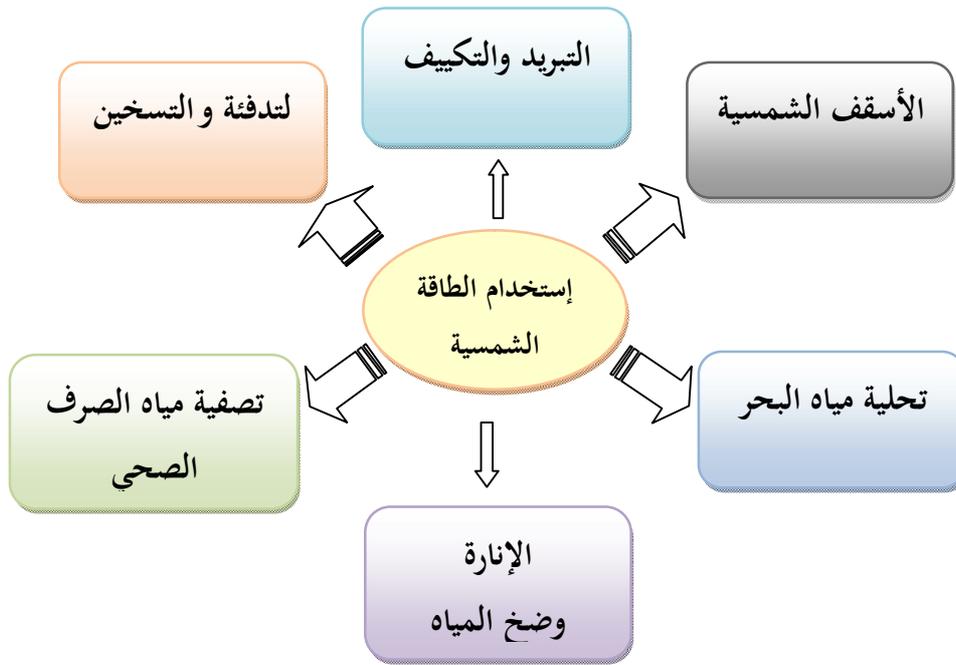
أولاً: المجالات المتاحة لإستخدام الطاقة الشمسية في الجزائر

تتمتع الطاقة الشمسية بأهمية كبيرة بتعدد مجالات إستخدامها على غرار إنتاج الكهرباء، إلا أنها مازالت غير مستغلة في الجزائر أو أنها مازالت في مرحلة الدراسة والتجريب مقارنة بما تعرفه تطبيقات الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء من إهتمام حكومي كبير، حيث ترصد له الدولة مبالغ مالية معتبرة لتشييد العديد من المشاريع، ولكن لا يمكننا إغفال الإستخدامات الأخرى للطاقة الشمسية لما لها من أهمية في تحقيق التنمية الشاملة المستدامة، والتوسع في إستغلال مختلف تطبيقات الطاقة الشمسية في الجزائر خياراً لا بد منه لأنه مجدياً من الناحية الإقتصادية والبيئية على مستوى الأفراد وعلى مستوى القومي، وذلك نظراً لما تتمتع به من مزايا عديدة تتفوق بها على الطاقات البديلة الأخرى، فبالإضافة إلى توليد الكهرباء، يمكن أن تستخدم الطاقة الشمسية أيضاً في العديد من التطبيقات الأخرى ولعل أهمها ما يلي:

1. **إستخدام الطاقة الشمسية على أسطح المباني:** حيث تسعى الحكومة الجزائرية إلى نشر ثقافة إستخدام الأسقف الشمسية خاصة في السكنات قيد التشييد، المباني الحكومية، المؤسسات التعليمية والجامعية، كما تسعى إلى تشجيع المواطنين على تدشين الألواح الفوتوفولطية على أسطح المباني السكنية والتجارية الخاصة بهم، فضلاً عن إستخدامها في القرى النائية والصحراوية البعيدة عن الشبكة العامة للكهرباء؛
2. **إستخدام الطاقة الشمسية للإضاءة:** يعتبر إستخدام الطاقة الشمسية للإضاءة من أكثر الإستخدامات نجاعة وأيسرها تطبيقاً، حيث يمكن إستخدامها لإضاءة الطرق والشوارع والمباني الحكومية والسكنية، وكذلك إضاءة القرى النائية واللوحات الإعلانية؛
3. **إستخدام الطاقة الشمسية في التدفئة وتسخين المياه:** يعد إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه من التطبيقات الشائعة عالمياً وهو متاح للاطبيق في الجزائر، حيث تتنوع تطبيقات تسخين المياه بالطاقة الشمسية بين إنتاج الماء الساخن الصحي للأغراض المنزلية والعامة، والتسخين الشمسي للمياه في العمليات الصناعية، ومن جهة أخرى يمكن لحقل اللواقط الشمسية أن يفيد في تدفئة البنايات خلال أوقات البرودة؛
4. **إستخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه:** تنتشر المضخات الشمسية في العديد من دول العالم نظراً لسهولة إستخدامها، ويمكن للجزائر أن تستفيد من الطاقة الشمسية في رفع المياه من الآبار الجوفية لأغراض الري وكذا الإستعمال اليومي في المناطق النائية والصحراوية، كما يمكن إستخدامها في الزراعة وتربية الماشية والتي تستهلك قدراً معتبراً من الموارد المائية، مما يستلزم المزيد من الطاقة والتي يمكن توفيرها بالطاقة الشمسية لتخفيف الضغط على الطاقات الأحفورية الناضبة والحد من الإنبعاثات الملوثة؛
5. **إستخدامات الطاقة الشمسية للتكييف في المناطق الصحراوية:** إن إستعمال الطاقة الشمسية للتكييف هو تطبيق يستوجب تربيته خاصة في جنوب البلاد، لاسيما وأن الإحتياجات إلى التبريد تتزامن في معظم الأوقات مع توفر الإشعاع الشمسي القوي؛

6. إستخدامات الطاقة الشمسية لتحلية وتصفية المياه: تعرف هذه التقنية رواجاً كبيراً في العديد من دول العالم، حيث يمكن الإستفادة من الطاقة الشمسية في تحلية مياه البحر وتصفية مياه الصرف الصحي في الجزائر أيضاً. ويمكن تلخيص أهم إستخدامات الطاقة الشمسية المتاحة للتطبيق في الجزائر على غرار إنتاج الكهرباء من خلال الشكل الموالي:

الشكل رقم (13.4): أهم إستخدامات الطاقة الشمسية المتاحة للتطبيق في الجزائر



المصدر: إعداد الطالبة.

ثانياً: آثار إستخدام الطاقة الشمسية في تحقيق أبعاد الإستدامة في الجزائر

تعد الطاقة من العناصر الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ يتزايد الطلب عليها لمواكبة التنمية الإقتصادية والإجتماعية والبيئية، وقد وضعت الجزائر إستراتيجية طويلة الأجل لتحقيق التنمية المستدامة تركز على إستخدام مصادر الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية، وذلك لما لهذه الأخيرة من آثار وإنعكاسات إيجابية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في الجزائر.

1. الطاقة الشمسية والإستدامة الإقتصادية: إن إنتشار استخدام تطبيقات الطاقة الشمسية في الجزائر من شأنه خلق صناعة واعدة هي صناعة الطاقة الشمسية ومنتجاتها المتنوعة مثل الألواح الشمسية، سخانات الطاقة الشمسية المكيفات الشمسية، وأعمدة الإضاءة الشمسية وغيرها، والتي تعمل على توفير المزيد من فرص العمل، وتساهم في تعزيز الناتج المحلي الإجمالي، مما يدعم النمو الإقتصادي بالدولة ويعزز مستوى معيشة الأفراد.

وتساهم الطاقة الشمسية في تخفيض عجز الميزانية العامة للدولة، وذلك من خلال تقليص الدعم الموجه للوقود الأحفوري خاصة في إنتاج الكهرباء والذي يستنزف نسبة ضخمة من موارد الدولة، حيث يبلغ حجم الدعم المباشر المقدم من طرف الدولة لمؤسسة سونلغاز بـ 60% من تكلفة الكهرباء، لذا شرعت الحكومة الجزائرية في مراجعة أسعار

الوقود الأحفوري من خلال إجراء إصلاحات تدريجية في مجال الدعم الموجه للطاقات الأحفورية، كما تستهدف السياسة الطاقوية في الجزائر إلى رفع كفاءة إستخدام الطاقة بتقديم دعم للعديد من القطاعات لتشجيعها على إستخدام الطاقة النظيفة وخاصة الطاقة الشمسية، وقد رصدت الحكومة الجزائرية في هذا الإطار نحو 120 مليار دولار كدعم لبرنامج تطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية لإنتاج 22 ألف ميغاواط من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة في آفاق 2030.

ويؤدي إستغلال ثروة الطاقة الشمسية التي تزخر بها البلاد، إلى تقليص الخسائر الكبيرة التي تتكبدها الخزينة العمومية جراء الإستنزاف الكبير للغاز الطبيعي مثلا، والذي يتم حرقه بكميات كبيرة لإنتاج الكهرباء، فضلا عن قيام الحكومة حاليا بإستيراد ما قيمته نحو 3 ملايين دولار من مادتي البنزين والمازوت من الخارج، في ضوء محدودية محطات التكرير الموجودة، ما يعني بصورة أكثر تفصيلا بأن السلطات الجزائرية تشتري هاتين المادتين بقيمة 0.9 أورو للتر الواحد، وتبيعه للمواطنين بـ 0.13 أورو للتر، أي خسارة مباشرة بـ 0.77 أورو عن كل لتر، علما أن جانبا كبيرا من هذه المواد يُسخر لتشغيل المحطات المولدة للكهرباء، وهو ما يمكن تفاديه في حال وجود إستثمارات جديدة للطاقة الشمسية في مجال توليد الكهرباء، بإعتبار أن الصحراء الجزائرية تستفيد بأكثر من 3 آلاف ساعة إطلالة للشمس في السنة، ما يكفي لإنتاج 2000 كيلوواط في كل متر مربع.

كما أن التوسع في إستخدام الطاقة الشمسية سيساهم في تحسين وضع الميزان التجاري من خلال تحرير قدر كبير من الوقود الأحفوري للتصدير، إضافة إلى إمكانية تصدير الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية للدول التي تعاني من فقر في هذه الطاقة، ما سوف يعود بعوائد مالية إذا تحققت الظروف لذلك، وكذلك تصدير المنتجات الشمسية إذا تم التوسع في إنتاجها، بما يساهم في تحسين وضع ميزان المدفوعات ككل.

إن تطوير إستخدام الطاقة الشمسية سوف يساند الوقود الأحفوري في توفير الطاقة اللازمة لبرامج التنمية والمشروعات القومية، فضلا عن إمكانية تخفيف الضغط الواقع على الشبكة العامة للكهرباء وقت الذروة من خلال تركيب الألواح الشمسية على أسطح البنايات الحكومية والسكنية وكذلك التجارية، مما يساهم في تقليل فترات إنقطاع التيار الكهربائي، خاصة مع تزايد إستهلاك الفرد الجزائري للكهرباء بمعدل 24.7 كيلوواط ساعي سنويا، مما يجعل للطاقة الشمسية دورا في تخفيض العبء على زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية، ويتيح إستخدامها الإستعاضة التدريجية عن إمدادات الطاقة الأحفورية الناضبة، وهذا ما سوف يؤدي إلى تحقيق الأمن الطاقوي الذي يعد أحد المحاور الرئيسية التي يقوم عليها الإقتصاد الجزائري لأجل تحقيق التنمية الشاملة المستدامة.

إضافة إلى ما سبق ذكره يجب على الجزائر تركيز الجهود على جعل أسعار الطاقة الشمسية تنافسية ومن ثم العمل على كسب حصة من السوق الدولية تسمح لها بتأمين موارد مالية في حالة نضوب مصادر الطاقات الأحفورية وخاصة البترول، والتفكير الجاد في مرحلة ما بعد البترول حتى لا تجد نفسها في وضع قد يعيدها إلى حالتها المدينة أين عانت من تبعات الديون لسنوات طويلة حيث كانت خدمة الديون في بعض الحالات أكبر من المداحيل، لذا على الجزائر الإستعداد لهذه المرحلة ولا يتم ذلك إلا من خلال توجيه الجهود نحو تطوير الطاقة الشمسية خاصة وأنها تحوز على إمكانيات هائلة منها.

2. الطاقة الشمسية والإستدامة الإجتماعية: تلعب الطاقة الشمسية دورا جوهريا بالنسبة لتنمية المناطق البعيدة حيث يسمح الحصول على خدمات الطاقة بتحسين مستوى المعيشة والتعليم والصحة، وكذا التقليل من حدة البطالة في هذه المناطق نتيجة لفرص العمل التي توفرها في تركيب وتشغيل وصيانة نظم الطاقة الشمسية، حيث بإمكان تكنولوجيا الطاقة الشمسية خاصة الفوتوفولطية إستحداث نحو 0.87% وظيفة في السنة لكل جيغاواط/الساعة، أما الطاقة الشمسية الحرارية فيمكن أن توفر حوالي 0.23% وظيفة في السنة لكل جيغاواط/الساعة. والذي بدوره يعزز التنمية الإقتصادية والإجتماعية للمناطق الأكثر فقرا والمحرومة من إمدادات الطاقة، كما أن توفير الكهرباء بالمناطق الصحراوية مثلا سيساهم في تشجيع الصناعات المحلية ومن ثم تخفيض البطالة بها، إذ تعمل الطاقة الشمسية على الحد من الفقر من خلال توفير فرص عمل للشباب، ومن ثم تقليل الهجرة الداخلية والخارجية بحثا عن العمل. وقد أوضحت بيانات شركة " بي تي أل " المتخصصة في مجال الطاقة الشمسية أن إقامة محطة للطاقة الشمسية بتكلفة 100 مليون دولار كفيلة بتوفير نحو 3800 فرصة عمل.¹

بالإضافة إلى ذلك تحوز الجزائر على العديد من مشاريع إستغلال الطاقة الشمسية وتطوير تكنولوجياتها من أجل النهوض بعملية التنمية في المناطق النائية والريفية، خاصة وأنا نعرف أن الجزائر بلد مترامي الأطراف والكثافة السكانية تقل في المناطق النائية والصحراوية مما يجعل إيصال شبكة الكهرباء إليها غير إقتصادي وهنا يكون الحل الأمثل لتنمية تلك المناطق هي بالتوجه لإستغلال الطاقة الشمسية وبالأخص في الجنوب الكبير لتوفرها وبإمكانيات ضخمة على طول السنة، وذلك من خلال تركيب المزيد من الأسقف الشمسية على مبانيها أو إتباع الأنظمة المركزية لتغذيتها ومن الأمثلة على ذلك مشروع كهربية 20 قرية بالجنوب والذي كان له الأثر الإيجابي على حياة سكان هذه المناطق. وجدير بالذكر أن الألواح الشمسية التي يتم تركيبها على أسطح البنايات تساهم في تأمين الحصول على الطاقة الكهربائية خاصة في حالة إنقطاع التيار الكهربائي، بما يسمح بإستمرار عجلة الإنتاج في قطاع الأعمال وغيره من القطاعات شديدة التأثر بإنقطاع التيار الكهربائي، إضافة إلى تزويد القطاع المنزلي بالطاقة التي يحتاجها. أما من جانب الربحية، فيمكن للأفراد بيع الطاقة المنتجة من الأسقف الشمسية للشبكة العامة بمقتضى تعريفه التغذية التي تطبق على مستوى العديد من الدول، وعلى مستوى الجزائر تحتاج إلى توعية المواطنين بالعائد الذي سوف يكسبونه جراء اللجوء إلى تركيب ألواح الطاقة الشمسية على أسطح منازلهم، خاصة وأن الدولة قد أدرجت تعريفه التغذية ضمن الإجراءات التحفيزية لترقية إستخدام الطاقة الشمسية، ولا تحتاج إلا للجدية في تطبيقها وتفعيلها.

كما تعمل الطاقة الشمسية بمختلف تطبيقاتها على تحقيق التوزيع العادل للموارد، إذ تتوافر الشمس بجميع المناطق في الجزائر ويمكن إستغلالها لأغراض عديدة، مثلا إستخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه إذ يعاني معظم سكان الريف من إنعدام المياه الصحية الساخنة، وبالتالي تساهم الطاقة الشمسية في القضاء على هذه المشكلة بما يعكس على تحقيق التنمية والعدالة الإجتماعية المستدامة بهذه المناطق. ونظرا لما تتمتع به تقنيات الطاقة الشمسية من إمكانية تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي، يمكن أن تلعب دورا هاما في تحقيق الأمن المائي لمواجهة الطلب

¹ زناد سهيلة، بوعكريف زهير، الإستثمار في الطاقات المتجددة كبديل لإستخلاف التمويل الربعي للبرامج العامة في الجزائر، مقال بمجلة حوليات جامعة بشار في العلوم الإقتصادية، العدد 15 كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة بشار: الجزائر، أكتوبر 2014، ص84.

المتزايد على المياه نتيجة زيادة الكثافة السكانية من جهة ونمو القطاعات المتطلبة للمياه من جهة أخرى، وبذلك ستشارك الطاقة الشمسية في الوفاء بإحتياجات ومتطلبات التنمية في ظل تناقص الوقود الأحفوري المطلوب لتلبية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي بالطرق التقليدية. كما تعزز الطاقة الشمسية إمكانية توفير المياه للمناطق النائية والصحراوية، وذلك من خلال عمليات ضخ المياه من الآبار مما يساهم في إستصلاح الأراضي وتحقيق التنمية بهذه المناطق، بالإضافة إلى إمداد المشروعات الصغيرة والمتوسطة بمختلف الولايات بطاقة نظيفة ومستدامة.

وباعتبار أن الطاقة الشمسية طاقة متجددة لا تنضب مع مرور الوقت بزيادة الإستغلال، فالتوسع في إستخدامها لن يمثل إستنزاف لهذه الثروة كما هو الحال بالنسبة للطاقات الأحفورية، بل ترقية إستغلال الطاقة الشمسية يعود بالنفع على الأجيال الحالية والمستقبلية، ومن ثم تحقيق العدالة الإجتماعية بين الأجيال وحتى داخل الجيل الواحد.

3. الطاقة الشمسية والإستدامة البيئية: تعتبر الطاقة الشمسية طاقة متجددة لا تنفذ ولا تنضب أبداً، كما أنها طاقة نظيفة لا يترتب على إستخدامها أية مخلفات من شأنها الإضرار بالنظام الإيكولوجي والتأثير السلبي على صحة الإنسان والبيئة، بل إن التوسع في إستخدامها يساعد على الحد من الإنبعاثات الخطيرة، حيث تساهم الطاقة الشمسية بشكل واضح في الحد من إنبعاث الغازات الدفيئة الناجمة عن إستغلال الطاقات الأحفورية منها البترول، إذ لا ينتج عن إستخدامها أي نوع من الملوثات الصلبة أو السائلة أو الغازية، بل إنها تكنولوجيا نظيفة تحافظ على البيئة من التلوث،¹ ولعل إعتقاد سكان المناطق الريفية والصحراوية على الطاقة الشمسية لأغراض التسخين والإنارة والطهي وغيرها من الإستخدامات، من شأنه الحفاظ على صحة الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، حيث أن إنبعاث الجزئيات الدقيقة جراء إحتراق الفحم والأخشاب ووقود الديزل لتلك الإستخدامات السالفة الذكر، يتسبب في الإصابة بأمراض خطيرة.

ولالإشارة أيضاً، فإن الطاقة الشمسية تعمل على تحقيق التوازن البيئي والحفاظ على النظام الإيكولوجي، فلا تسبب تلوثاً للأهوار أو البحار أو اليابسة، كما لا تضر بالتنوع البيولوجي والكائنات الحية، بل إنها تحافظ على البيئة والثروة السمكية والمحاصيل الزراعية وإنتاجية الغابات، وذلك على عكس الطاقات الأحفورية الذي يؤدي الإستخدام المكثف لها إلى التدهور الإيكولوجي من خلال تلوث البيئة وإرتفاع درجة حرارة الأرض، ومن ثم حدوث ظاهرة الإحتباس الحراري وهطول الأمطار الحمضية والتسبب في كوارث بيئية خطيرة.

ومع تنامي الإهتمام بقضايا حماية البيئة من التلوث بدأت الهيئات والحكومات ومنها الجزائر، بإعادة النظر في إتخاذ الإجراءات اللازمة لتطوير بدائل جديدة للطاقة تكون أقل ضرراً على البيئة والتي من بينها الطاقة الشمسية، وفي هذا الإطار لجأت الجزائر على سبيل المثال إلى إنجاز مشروع إستعمال الطاقة الشمسية والهوائية لضخ المياه في المناطق الريفية والصحراوية، وتطلب إنجاز هذا المشروع 700 مضخة تعمل بطاقة الرياح، و500 مضخة تعمل بالطاقة الشمسية، ويسمح هذا المشروع بالتخلص من 204 ألف طن من غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة حياته.²

¹ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، مرجع سبق ذكره، ص65.

² Les énergies renouvelables et les changements climatiques dans les pays du maghreb, revue mediterraneenne de l'énergie, sarl, medenergie, alger, N 11, 2004, p 48-49.

في الأخير نقول أن الجزائر دولة غنية جدا بمختلف مصادر الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية، التي تعد طاقة متجددة تحقق كل أبعاد التنمية المستدامة، مما يؤهل الجزائر لأن تكون من الدول الرائدة في مجال إستغلال وتصدير الطاقة النظيفة، وما تحتاج إليه هو فقط الإستخدام الكفأ والأمثل والتسيير العقلاني لهذه الثروة. ومن خلال المبحث الموالي سنحاول الإطلاع على فحوى السياسة الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية، والتطرق لأهم ما تحقق منها وكذا أبرز العقبات التي تواجه التنفيذ الكفأ لبرامج ومشاريع هذه السياسة.

المبحث الثالث: السياسة الجزائرية لتطوير وترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية

إن مواصلة العمل بالنموذج الوطني الحالي لإستهلاك الطاقة الذي يعتمد أساسا على الطاقات الأحفورية الناضبة سوف يحدث مشاكل في التوازن بين العرض والطلب لهاته المصادر من الطاقة، الأمر الذي يستدعي مراجعة دقيقة في ميزان الطاقة الوطني، مما يستوجب الإدماج الكبير للطاقات المتجددة -خاصة الطاقة الشمسية- ضمن إستراتيجية العرض الطاقوي على المدى الطويل، مع منح دور وأهمية للإقتصاد في الطاقة والفعالية الطاقوية من خلال التحكم الجيد في وتيرة الإستهلاك ونمو الطلب، وبالتخطيط الجيد للإستثمارات الضرورية لتلبية الإحتياجات الطاقوية. كما أن إدماج الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطنية يمثل تحديا كبيرا من أجل الحفاظ على الموارد الأحفورية، ويعد خيارا إستراتيجيا تحفزه الإمكانيات الهامة للطاقة الشمسية التي تشكل المحور الأساسي للبرنامج المسخر للطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية كحصة من ميزان الطاقة في الجزائر.

المطلب الأول: برامج ومنظمات تنمية إستخدام الطاقة المتجددة -الطاقة الشمسية-

في إطار السياسة الوطنية للطاقة المستدامة مهدت الجزائر لديناميكية الطاقة الخضراء، حيث قامت بإطلاق برنامج طموح في 03 فيفري 2011 يتضمن ويهدف إلى تطوير الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية والفعالية الطاقوية للفترة 2011-2030، ويقوم البرنامج على تأسيس قدرات طاقوية ذات أصول متجددة مقدرة بنحو 22 ألف ميغاواط خلال الفترة الممتدة ما بين 2011 و2030 منها 12 ألف ميغاواط موجه لتغطية الطلب الوطني على الكهرباء و10 آلاف ميغاواط للتصدير خاصة نحو الأسواق المغاربية والأوروبية التي تربطها بها جملة من الشراكات والإتفاقيات الطاقوية، وبالنسبة للتصدير فهو مشروط بوجود طلب شراء مضمون على المدى البعيد.

ولضمان نجاح هاته السياسة التي تركز في صميمها على تطوير الطاقات المتجددة وترقية إستخداماتها خاصة الطاقة الشمسية، وذلك إستعدادا لإستخلاف الطاقات الأحفورية -خاصة البترول-، قامت الجزائر بتحديد إحتياجات السوق الوطنية من الغاز الطبيعي التي قدرت بـ 45 مليار متر مكعب سنة 2020 و55 مليار متر مكعب لسنة 2030، وتضاف إلى هذه الإحتياجات الأحجام المخصصة للتصدير التي تساهم مداخيلها في تمويل الإقتصاد الوطني، وفي نفس السياق سيقدر إنتاج الكهرباء ما بين 75 و90 تيراواط ساعي في سنة 2020 وما بين 130 و170 تيراواط ساعي في سنة 2030¹ وفي هذا الإتجاه يشكل الإدماج الكبير للطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية في المظومة الطاقوية الجزائرية رهانا أساسيا قصد الحفاظ على الموارد الأحفورية الناضبة وتخفيف الضغط عليها خاصة من ناحية إنتاج الكهرباء من خلال التنوع في فروع إنتاج الطاقة الكهربائية والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة. وتشتمل السياسة الطاقوية الوطنية على مجموعة من البرامج المهمة تتمثل فيما يلي:

¹ أنظر كل من:

- الإتحاد العربي للكهرباء، خطة وزارة الطاقة والمناجم في الجزائر في مجال الطاقة المتجددة، مجلة الكهرباء العربية، العدد 17، مجلة دورية متخصصة تصدر عن الأمانة العامة للإتحاد العربي للكهرباء، 2011، ص63.

- وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2016، ص5.

أولاً: برنامج تطوير الطاقات المتجددة

يتسم برنامج تطوير الطاقات المتجددة بطابع وطني مشتمل على أغلبية القطاعات الحيوية ويتم تنفيذه تحت وصاية وزارة الطاقة والمناجم بإشراك القطاعين العام والخاص، ومن خلال إنشاء محافظة للطاقات المتجددة والتي ستتكلف بتنسيق الجهد الوطني في ها المجال لترقية وتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، إذ تسعى هاته البرامج لتجسيد مشاريع وطموحات الجزائر في مجال التنمية المستدامة والطاقات النظيفة التي تراها كحلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية وللحفاظ على الموارد الطاقوية الناضبة.

ولأفضلية هذا البرنامج، فإن الطاقات المتجددة تتواجد في صميم السياسات الطاقوية والإقتصادية الجزائرية منذ المصادقة على البرنامج وإلى غاية 2030، حيث تهدف إلى جعل نحو 40% من إنتاج الكهرباء الموجه للإستهلاك الوطني من أصل متجدد، وبالتالي فإن الجزائر تسعى إلى إدماج الطاقات المتجددة خلال المرحلة المستقبلية، كخيار إستراتيجي تحفزه الإمكانيات الهامة للطاقة الشمسية التي تشكل المحور الأساسي للبرنامج المسخر للطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية كحصة معتبرة، حيث يتوقع أن يبلغ إنتاج الطاقة الشمسية خلال الفترة 2011-2030 أكثر من 37% من مجمل الإنتاج الوطني للكهرباء، وعلى الرغم من القدرات الضعيفة نسبيا إلا أن البرنامج لا يستثني طاقة الرياح التي تشكل المحور الثاني للبرنامج والتي يحتتمل أن تقارب حصتها 3% من مجمل الإنتاج الوطني للكهرباء أفاق 2030. كما تعتمز الجزائر إنشاء مشاريع أولية تجريبية بهدف إختبار مختلف التكنولوجيات في مجال طاقة الكتلة الحية وطاقة الحرارة الجوفية، وتحلية مياه البحر عن طريق مختلف فروع الطاقات المتجددة.

وبالفعل تصبو الجزائر إلى أن تكون طرفا فاعلا وأساسيا في إنتاج الكهرباء إنطلاقا من الطاقة الشمسية بشقيها الفوتوفولطي والحراري، واللذين ستكونان محرك لتطوير إقتصاد مستدام من شأنه التحفيز على نموذج جديد للنمو. وتسعى الجزائر من خلال البرنامج إلى إنجاز 60 محطة شمسية كهروضوئية وشمسية حرارية، وكذا حقول للطاقة الريحية ومحطات مختلطة في أفاق 2020، وتساعد في تحقيق هذا الهدف الإمكانيات الطبيعية الوطنية من الطاقات المتجددة لاسيما الطاقة الشمسية التي تعد بالنسبة للجزائر فرصة ومحرك للتنمية الإقتصادية والإجتماعية وهذا من خلال إقامة صناعات خلاقة للثروة ومناصب الشغل.

وحسب الخطة التي تم تسطيرها ضمن هذا البرنامج الطاقوي، فسيتم إنجاز مشاريع الطاقات المتجددة لإنتاج الكهرباء المخصصة للسوق الوطنية على ثلاثة مراحل:

- المرحلة الأولى: ما بين 2011 و2013، وخصصت لإنجاز المشاريع الريادية (النموزجية) لإختبار مختلف التكنولوجيات المتاحة؛

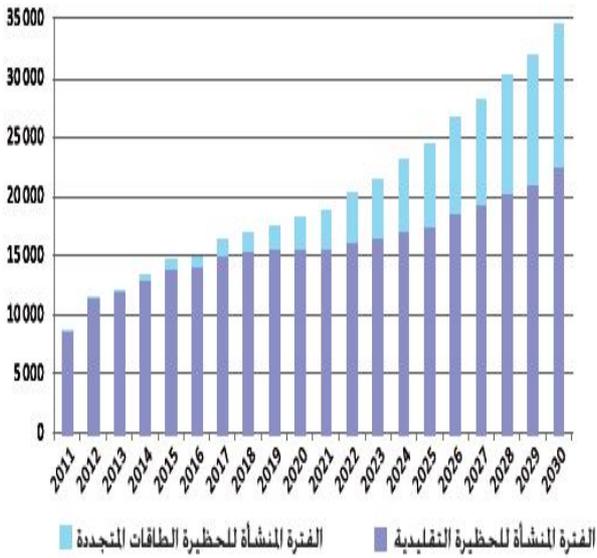
- المرحلة الثانية: ما بين 2014 و2015، تميزت بالمباشرة في نشر البرامج؛

- المرحلة الثالثة: ما بين 2016 و2020، سوف تكون خاصة بتوسيع هاته البرامج.

هذه المراحل تجسد إستراتيجية الجزائر الطاقوية التي تهدف إلى تطوير جدي لصناعة حقيقية للطاقة الشمسية مرفقة ببرنامج تكويني وتجميع للمعارف والتي تسمح بإستغلال المهارات المحلية الجزائرية وترسيخ النجاعة الفعلية، لاسيما في مجال الهندسة وإدارة المشاريع ويسمح كذلك برنامج الطاقات المتجددة في إحتياجات الكهرباء بالسوق الوطني إلى

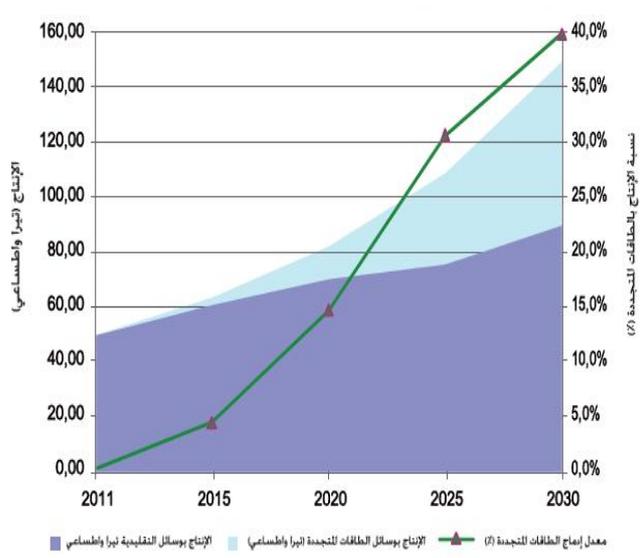
خلق عدة آلاف من مناصب الشغل المباشرة وغير المباشرة، وفي نفس السياق، سيقدر إنتاج الطاقة الكهربائية ما بين 75 و80 تيراواط ساعي سنة 2020 حسب برنامج الطاقات المتجددة لسنة 2011. ويمكن توضيح نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في هيكل الإمداد الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر، وكذا التعرف على هيكلية حظيرة الإنتاج الوطني للطاقة إلى غاية 2030 حسب برنامج الطاقات لسنة 2011. من خلال الشكلين المواليين:

الشكل رقم (15.4): هيكلية حظيرة الإنتاج الوطني للطاقة خلال الفترة 2011-2030 (ميغاواط)



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2011، ص 9.

الشكل رقم (14.4): نسبة تغلغل الطاقات المتجددة في الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2011، ص 9.

وبعد حوالي أربعة سنوات من إطلاق برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية التي صادقت عليه الحكومة في فيفري 2011، ظهرت خلال المرحلة التجريبية والإختبار التكنولوجي عناصر جديدة وملحة على الساحة الطاقوية سواء منها الوطنية أو الدولية، تتطلب مراجعة برنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، ومن هذه العناصر نذكر ما يلي:

- معرفة أفضل للقدرات الوطنية في مجال الطاقات المتجددة من خلال دراسات أجريت خلال هذه المرحلة خاصة القدرات الشمسية والريحية؛
- إنخفاض تكلفة صناعات الخلايا الشمسية وتجهيزات طاقة الرياح التي باتت تفرض نفسها في السوق أكثر فأكثر لتشكيل صناعات قابلة للإستمرار وجديرة بالإعتبار والإهتمام (النضج التكنولوجي، التكاليف التنافسية... الخ)؛
- تكلفة صناعات التقنية الشمسية التي تبقى مرتفعة ومرتبطة بتكنولوجيا غير ناضجة بعد، خاصة من ناحية التخزين، إضافة إلى نمو بطيء للغاية في سوقها.

إن برنامج الطاقات المتجددة المحين، يتمثل في وضع طاقة متجددة منذ البداية بقدرة 22 ألف ميغاواط في أفاق 2030 بالنسبة للسوق الوطني، مع التمسك بخيار التصدير كههدف إستراتيجي إذا سمحت ظروف السوق بذلك.

وهكذا ومع حلول سنة 2030، فإن 27% من الإنتاج الكهربائي الموجه للإستهلاك الوطني سيكون من أصل قابل للتجدد، حيث يتوقع أن يصل إنتاج الكهرباء إلى 90 تيراواط ساعي في 2020، و170 تيراواط ساعي سنة 2030. وستتم مشاريع الطاقة المتجددة للإنتاج الكهربائي الموجهة للسوق الوطنية حسب برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية المحين سنة 2016 على مرحلتين:

- **المرحلة الأولى:** 2015 - 2020: ستشهد هذه المرحلة إنجاز طاقة قدرها 4010 ميغاواط بين الطاقة

الشمسية وطاقة الرياح، و515 ميغاواط بين طاقة الكتلة الحية والحرارة الجوفية والتوليد المشترك؛

- **المرحلة الثانية:** 2021 - 2030: تشمل عملية تنمية الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء (أدرار)

حيث ستُمكن من تركيب محطات كبرى للطاقة الشمسية في مناطق عين صالح، أدرار، تيميمون وبشار، ودجمها في منظومة الطاقة الوطنية، وبذلك تصبح الطاقة الشمسية صالحة إقتصاديا. وستعرف نهاية هذه المرحلة تنصيب قدرات مركبة إجمالية بنحو 17475 ميغاواط منها 72% من أصل شمسي. ولأجل تصدير الكهرباء الخضراء إلى أوروبا، تستعد الجزائر لإقامة شراكات بمجرد توفر الظروف لذلك، وذلك من أجل إنجاز قدرات إضافية من أصل متجدد.

والجدول التالي يبين تقديرات وتوقعات القدرات المركبة المتراكمة لبرنامج تنمية الطاقات المتجددة في الجزائر، حسب

المصدر والمرحلة خلال الفترة 2015-2030.

الجدول رقم (11.4): القدرات المركبة المتراكمة للطاقات المتجددة في الجزائر خلال الفترة 2015-2030

الوحدة: ميغاواط

| المصدر | المرحلة الأولى 2020-2015 | المرحلة الثانية 2030-2021 | المجموع |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|
| الطاقة الشمسية الفوتوفولطية | 3000 | 10575 | 13575 |
| الطاقة الشمسية الحرارية | - | 2000 | 2000 |
| الطاقة الريحية | 1010 | 4000 | 5010 |
| طاقة الكتلة الحية | 320 | 640 | 960 |
| طاقة الحرارة الجوفية | 05 | 10 | 15 |
| التوليد المشترك | 190 | 250 | 440 |
| المجموع | 4525 | 17475 | 22000 |

المصدر: وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2016، ص9.

من خلال معطيات الجدول رقم (11.4) نستنتج ما يلي:

1. **الطاقة الشمسية الفوتوفولطية:** تستند الإستراتيجية الطاقوية للجزائر على التسريع في تطوير الطاقة الشمسية حيث أن خططت إلى إطلاق عدة مشاريع شمسية كهروضوئية بقدرة كاملة تبلغ حوالي 3000 ميغاواط من 2015 إلى غاية 2020، وكذا إنجاز مشاريع أخرى ذات قدرة 10575 ميغاواط في الفترة الممتدة بين 2021 و2030.

2. **الطاقة الشمسية الحرارية:** تعتمز الجزائر تثمين إمكاناتها من الطاقة الشمسية والتي تعتبر من بين الأهم في العالم، بالشروع في إنجاز مشاريع هامة في الطاقة الشمسية الحرارية، حيث بالإضافة إلى المحطة المختلطة بحاسي الرمل

ذات القدرة الإنتاجية بـ 150 ميغاواط منها 25 ميغاواط من الطاقة الشمسية، والمشروعين النموذجيين للمحطتين الحراريتين ذوات تركيز مع التخزين بقدرة إجمالية قدرها حوالي 150 ميغاواط لكل وحدة التي تم تنفيذها في الفترة الممتدة ما بين 2011 و2015، سيتم في المرحلة الممتدة ما بين 2016 و2020 إنشاء وتشغيل أربعة محطات شمسية حرارية مع تخزين بقدرة إجمالية تبلغ حوالي 1200 ميغاواط¹، ويتوقع في برنامج الفترة الممتدة بين 2021 و2030 إنشاء قدرة تبلغ حوالي 2000 ميغاواط، للإطلاع على مخطط عمل محطة طاقة شمسية حرارية مع التخزين أنظر الملحق "2.4".

3. بالرغم من المكانة التي إستحوذتها الطاقة الشمسية في برنامج تطوير الطاقة المتجددة، إلا أن تقنيات الطاقات المتجددة الأخرى والتوليد المشترك يتوقع أن تساهم بنحو 29% من إجمالي القدرات المركبة خلال الفترة 2015-2030.

كل الإعتبارات السابقة الذكر تبرر من اليوم إدماج الطاقة الشمسية في إستراتيجية الإمداد الطاقوي على المدى البعيد مع إعطاء دور هام في نفس الوقت للنجاعة والفعالية الطاقوية، حيث إذا ما إرتبطت هذه الأخيرة بتنمية الطاقة الشمسية، ستسمح بتخفيض الإستثمارات الضرورية لتلبية الإحتياجات الطاقوية من خلال التحكم الأمثل في الإستهلاك ووتيرة نمو الطلب على الطاقة.

ثانيا: برنامج ترقية النجاعة الطاقوية

يجب أن تحظى النجاعة الطاقوية بمكانها اللائق في السياق الوطني المتميز بنمو كبير في إستهلاك الطاقة، من طرف القطاع المنزلي مع بناء مساكن جديدة وإنجاز الهياكل القاعدية ذات المنفعة العمومية وإعادة تنشيط الصناعة. وتأمل الجزائر من خلال سياسة النجاعة الطاقوية، تحقيق أهداف طموحة في هذا المجال، لأجل التقليل من إستهلاك الطاقة وحماية البيئة والحفاظ على هذه الثروة للأجيال القادمة من منطق التنمية المستدامة، وتجلت هذه السياسة في المصادقة على برنامج طموح للنجاعة الطاقوية يغطي مجمل قطاعات النشاط الإقتصادي، خاصة البناء والصناعة والنقل. ويهدف برنامج النجاعة الطاقوية إلى تقليص الإستهلاك تدريجيا، حيث سيؤدي تطبيقه إلى إقتصاد إجمالي للطاقة قدره 90 مليون طن مكافئ بترول، منها 60 مليون طن مكافئ بترول خلال الفترة 2015-2030، و30 مليون مكافئ نפט بعد سنة 2030 أي للفترة المرافقة لعمر التجهيزات المستعملة والبنائات المنجزة، بذلك سيسمح البرنامج بتقليل الطلب على الطاقة بحوالي 10% سنة 2030.

كما يستجيب برنامج النجاعة والفعالية الطاقوية إلى تشجيع الإستعمال بأكثر مسؤولية للطاقة وإستغلال جميع الطرق للمحافظة على الموارد وترقية الإستهلاك اللازم والأمثل، ويكمن الهدف من الفعالية الطاقوية في إنتاج نفس المنافع أو نفس الخدمات ولكن بإستعمال أقل طاقة ممكنة، ويتضمن هذا البرنامج أعمالا تشجع على اللجوء إلى أشكال الطاقة الأكثر ملائمة لمختلف الإستخدامات الطاقوية والتي تتطلب تغيير السلوكيات وتحسين التجهيزات ويتمثل برنامج العمل في مجال الفعالية والنجاعة الطاقوية فيما يلي:²

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، 2011، مرجع سبق ذكره، ص23-29.

² وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، 2016، مرجع سبق ذكره، ص12-15.

1. العزل الحراري للمباني: يعتبر قطاع المباني في الجزائر من القطاعات الأكثر إستهلاكاً للطاقة، إذ يبلغ أكثر من 42% من الإستهلاك النهائي للطاقة، ويتمثل الشق المتعلق بالبنيات في إدخال ونشر ممارسات وتكنولوجيات مبتكرة في العزل الحراري للبنيات الموجودة والحديثة، بتنمية فروع صناعة العوازل الحرارية والغطاء (جدران وأسطح) والتزجيج بإستعمال المواد المحلية. وبالنسبة للبنيات الجديدة هناك إجراءات مقررة في مرحلة تصميمها الهندسي. والهدف من هذا البرنامج هو تحقيق ربح متراكم من الطاقة مقدر بأكثر من 7 مليون مكافئ بترول في أفق 2030 من خلال تقليص إستهلاك الطاقة المرتبطة بتدفئة وتكييف السكن بحوالي 40%؛

2. إدخال التقنيات الأساسية لتكييف الهواء بالطاقة الشمسية وتطوير سخان الماء الشمسي: إن إدخال سخان الماء الشمسي في الجزائر مازال في الطور الأول ولكن القدرات المتاحة في هذا المجال جد معتبرة، إذ يرتقب تطوير سخان الماء الشمسي كبديل تدريجي لسخان الماء التقليدي حيث تم تسخير الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة لدعم إقتناء سخان الماء الشمسي، مع إهتمام خاص بصانعيها المحليين، ونفس الشيء بالنسبة للإستفادة من الطاقة الشمسية في التكييف خاصة بالمناطق الحارة الصحراوية؛

3. تعميم إستعمال المصابيح ذات الإستهلاك المنخفض للطاقة: تهدف هاته الخطوة إلى الحظر التدريجي لتسويق المصابيح ذات التوهج (المصابيح الكلاسيكية المستعملة عادة في المنازل) وهذا في أفق سنة 2020، وبالموازاة مع ذلك، فإنه من المزمع تسويق ملايين المصابيح ذات الإستهلاك المنخفض، ولأجل ذلك من المقرر في مرحلة أولى وقف إستيراد المصابيح ذات التوهج ومنع تسويقها في مرحلة ثانية. ومن جهة أخرى تسعى الجزائر إلى تشجيع الإنتاج المحلي للمصابيح ذات الإستهلاك الضعيف من خلال خلق شراكة بين المنتجين المحليين والأجانب، ويكمن الهدف من هذا الإجراء هو تحقيق إقتصاد في الطاقة يقدر بنحو 2 مليون طن مكافئ بترول في حدود 2030.

4. إدخال النجاعة الطاقوية في الإنارة العمومية: تعتبر الإنارة العمومية من ضمن المراكز الأكثر إستهلاكاً للطاقة لدى أملاك الجماعات المحلية، ويتمثل برنامج النجاعة الطاقوية الموجه للجماعات المحلية في إستبدال مجموع المصابيح الزئبقية الكثيرة الإستهلاك للطاقة بمصابيح الصوديوم الإقتصادية، وهو ما سيمكن من تحقيق إقتصاد في الطاقة بحوالي 1 مليون طن مكافئ بترول في حدود 2030، وبالتالي التخفيف من الفاتورة الطاقوية للجماعات المحلية.

5. ترقية الفعالية الطاقوية في القطاع الصناعي: يرمي البرنامج إلى حمل الصناعيين على مزيد من الإعتدال في إستهلاك الطاقة، وفي الحقيقة فإن الصناعة تمثل رهانا بالنسبة للنجاعة والفعالية الطاقوية بسبب إستهلاكها الطاقوي وهي مدعوة إلى زيادة ذلك بفضل إعادة تنشيط القطاع. وبهذا الخصوص فإن الهدف المنتظر في مجال إقتصاد الطاقة يقدر بنحو 30 مليون طن مكافئ بترول. ومن أجل مزيد من النجاعة الطاقوية من المقرر:

- تعميم عمليات التدقيق الطاقوية ومراقبة طرق الصناعة التي ستمكن من تحديد مكانن معتبرة لإقتصاد الطاقة وإقتراح مخططات عمل تصحيحية؛
- تشجيع عمليات التخفيض من الإستهلاك المفرط للطرق الصناعية من خلال مساندة الدولة في تمويل هذه العمليات.

6. ترقية غاز البترول المميع والغاز الطبيعي/الوقود: يرتقب في أفق 2020 أن تصل حصة سوق غاز البترول المميع كوقود إلى نسبة 20% في حظيرة السيارات ومنتظر من هذا البرنامج منح مساعدات مالية مباشرة للمستخدمين في تحويل نمط إستهلاك سياراتهم إلى غاز البترول المميع كوقود. كما تمت في بداية التسعينيات إجراء دراسة تحويل العربات السياحية التي تسير بالوقود إلى الغاز الطبيعي، ولقد تم إنجاز المنشآت من طرف سونلغاز لتوزيع هذا الوقود. ويهدف البرنامج إلى ترقية المحركات الأكثر وفرة والأقل تلويثا، وذلك لأجل إثراء عرض الوقود والمساهمة في تحجيم أثارها البيئية.

ثالثا: برنامج تطوير القدرات الصناعية

عملا على مرافقة وإنجاح برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، تفكر الجزائر في تدعيم وتقوية النسيج الصناعي ليكون في مقدمة التحولات الإيجابية، سواء على الصعيدين الصناعي والتقني أو على صعيد الطاقة والبحث. كما أن الجزائر عازمة على الإستثمار في كافة القطاعات الخالقة للقيم وتنميتها محليا.

1. الطاقة الشمسية الكهروضوئية:¹ بالنسبة للخلايا الشمسية، فإن الهدف هو إنجاز وحدات صناعية عامة وخاصة، وبصفة أخص بناء مصنع لتصنيع نماذج الخلايا الشمسية بالشراكة لأجل الإستجابة لتحقيق برنامج في حدود 13575 ميغاواط مع حلول 2030.

خلال الفترة 2015-2030، فإن الهدف هو زيادة معدل الإدماج للقدرات الجزائرية خاصة بفضل الشراكة في بناء مصنع لصناعة نماذج الخلايا الشمسية (طاقة ب400 ميغاواط/السنة قابلة للتوسع للتوسع إلى 800 ميغاواط/السنة بعد سنة 2022). من جهة أخرى، من المنتظر وضع شبكة من المناولة الوطنية لصناعة محولات التيار، البطاريات، المحولات الكهربائية، الكوابل وتجهيزات أخرى تدخل في صناعة محطة توليد الطاقة بالخلايا الضوئية. كما سيكون بوسع الجزائر خلال نفس الفترة إمتلاك قدرات الإعداد، التزويد والإنجاز من طرف مؤسسات جزائرية. ومن المتوقع أيضا إنجاز مركز المصادقة على التجهيزات لاسيما تلك الموجهة لمنشآت الطاقات المتجددة الكهرومنزلية، من طرف فرع مؤسسة سونلغاز، مركز البحث والتنمية للكهرباء والغاز.

ستتميز هذه الفترة بتنمية شبكة من المناولة الوطنية لصانعي هذه التجهيزات الضرورية لتحقيق هذا البرنامج. كما ينتظر أن تكون مميزة بالتحكم الكامل في نشاطات الهندسة وتوفير وبناء محطات ووحدات لتحلية المياه الراكدة. وتراهن الجزائر من خلال إستراتيجيتها الطاقوية إلى غاية 2030، القيام بالتصدير ليس للكهرباء المنتجة من الطاقات المتجددة فحسب بل وأيضا للمهارة والأجهزة التي تدخل في إنتاج الكهرباء إنطلاقا من الطاقات المتجددة.

2. الطاقة الشمسية الحرارية:² بعد القيام بالعديد من الدراسات التي تخص الصناعة المحلية للأجهزة الخاصة بفرع الطاقة الشمسية الحرارية في الفترة الممتدة ما بين 2011 و2013، ترتقب الجزائر خلال الفترة الممتدة بين 2015

¹ وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، 2016، مرجع سبق ذكره، ص18، 19.

² وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، 2011، مرجع سبق ذكره، ص19.

و2020 ببلوغ نسبة إدماج تقدر بنحو 50% من خلال إنجاز ثلاثة مشاريع أساسية والتي سوف تتم بالتوازي مع مواصلة الدراسات للتصنيع المحلي لتجهيزات فرع الحرارة الشمسية، وكذا دعم القدرات الهندسية وهذا من خلال الآتي:

- بناء مصنع لصناعة المرايا؛
 - تشييد مصانع لصناعة أجهزة السائل الناقل للحرارة وأجهزة تخزين الطاقة؛
 - بناء مصنع لصناعة أجهزة كتلة الطاقة؛
 - تطوير نشاط الهندسة وقدرات التصميم والتزويد والإنجاز.
- كما يجب أن تفوق نسبة الإدماج في الفترة الممتدة بين 2021 و2030 نسبة 80% بفضل المشاريع التالية:

- توسيع قدرة صنع المرايا؛
 - توسيع قدرة صنع الوسائل الناقلة للحرارة وأجهزة تخزين الطاقة؛
 - توسيع قدرة صنع أجهزة كتلة الطاقة؛
 - صنع وتزويد وإنجاز محطات عن طريق الإمكانيات الخاصة.
- ضف إلى ذلك فإن ترقية الشراكة لتنفيذ مشاريع كبرى ستتم في نفس الوقت مع عمليات تدعيم القدرات الهندسية والتصميم والتزويد والإنجاز لصناعة تجهيزات تدخل في محطة الحرارة الشمسية بوسائل نظيفة.

المطلب الثاني: الأطر القانونية والتحفيزية لتشجيع إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

إستندت الجزائر في مجال تنفيذ السياسة الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية إلى ضبط العملية بإطار قانوني وتشريعي يتلاءم والمعطيات المتوفرة ميدانيا، وتهدف من خلال تلك القوانين إلى تشجيع إستخدام الطاقات المتجددة (منها الطاقة الشمسية) ودعم الإستثمار فيها، كما ترجمت الجزائر وعيها للأهمية المتزايدة للطاقات المتجددة ورهاناتها المستقبلية، بإدراجها كمحور أساسي ضمن سياستها الطاقوية وإستراتيجيتها المستقبلية من خلال المصادقة على إطار قانوني تشريعي يحفز ترقيتها، وكذا الحرص على توفير التمويل اللازم للمشاريع والدراسات والأبحاث التي تهتم بتثريد إستهلاك الطاقة والمحافظة على البيئة وإحلال بدائل لإستخلاف الطاقات الأحفورية وخاصة البترول.

أولاً: الأطر القانونية والمراسيم التنفيذية لدعم إستغلال الطاقة الشمسية

عرفت الجزائر في ثمانينيات القرن الماضي ثورة في مجال الإهتمام بالطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية، لكن الأمر ظل خططا لم يتم تفعيلها إلى حين صدور القانون رقم 09-99 كإستجابة لمتطلبات التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة. وفي إطار تفعيل برنامج الطاقات المتجددة وتشجيع مبادرات القطاع الخاص والمؤسسات العاملة في هذا المجال، قررت الجزائر إجراء تعديلات تشريعية وتنظيمية تهدف إلى ضمان إطار قانوني وتنظيمي ملائم لكافة المتدخلين والمستثمرين المعنيين في هذا المجال، مما يسمح بالإستجابة الفعالة للتحديات الواجب رفعها في ميدان الطاقات المتجددة، مع العلم أن الإطار القانوني المعمول به حاليا يتضمن دعم مباشر وغير مباشر للطاقات المتجددة، ومن بين النصوص التشريعية والقانونية نذكر التالية:

1. القانون رقم 09-99 المؤرخ في 28 جويلية 1999، والمتعلق بالتحكم في الطاقة من خلال تحديد الإطار العام للسياسة الوطنية في مجال التحكم في الطاقة، مع تحديد أهم الوسائل المؤدية لهذا الغرض، ولهذا تم إدخال تنظيم الطاقة المتجددة في الجزائر ضمن هذا القانون كون أن تطوير الطاقة المتجددة في الجزائر خاصة الطاقة الشمسية هي إحدى طرق التحكم في الطاقة، والحد أو التخفيف من آثار الطاقات الأحفورية على البيئة، حيث جاء في المادة الثانية منه والتي نصت على "يشمل التحكم في الطاقة مجمل الإجراءات والنشاطات التطبيقية بغية ترشيد إستخدام الطاقة المتجددة والحد من تأثير النظام الطاقوي على البيئة".¹

لكن هذا القانون ظل غائبا عن التفعيل، إلى أن أعلنت الحكومة الجزائرية وضع قضية المصادر البديلة للطاقة ضمن أولويتها وأكدت أنها تسعى جديا نحو تفعيل هذا القانون لتحقيق هدفين: الأول التغلب على المشاكل البيئية التي خلقها الإستهلاك المتزايد لمصادر الطاقة التقليدية، والثاني تحقيق بعد إجتماعي مهم، من حيث ضمان التنمية المستدامة وتوفير آلاف مناصب الشغل، ومن هنا بادرت الجزائر بسن مراسيم وقوانين أخرى تخص الطاقات المتجددة بنوع من الجديدة، ومنها نذكر:

2. القانون رقم 01-02 المؤرخ في 05 فيفري 2002 المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز،² ويعتبر هذا القانون أول إطار تشريعي تناول تسويق الطاقة الكهربائية الناتجة عن المصادر المتجددة من خلال وضع إجراءات من شأنها ترقية إنتاج الكهرباء إنطلاقا من الطاقات المتجددة، كذا إدماجها في الشبكة الوطنية. كما نص في المادة التاسعة من هذا القانون على ضرورة ترقية إستخدام الطاقات المتجددة، دمج الإلتزامات البيئية التي يحددها التنظيم وعلى منح تعريفات تفاضلية على الكهرباء المنتجة إنطلاقا من الطاقات المتجددة، والتكفل من طرف مسير شبكة نقل الكهرباء على حسابه الخاص بإيصال التجهيزات الخاصة بها.³

3. القانون رقم 09-04: المؤرخ في 14 أوت 2004 المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة⁴ ويتناول هذا القانون وسائل وكيفية ترقية إستخدام الطاقات المتجددة وترويج نشر إستخدامها في إطار التنمية المستدامة، إذ نص على صياغة برنامج وطني لترقية الطاقات المتجددة في الجزائر، بالإضافة إلى الدفع والتشجيع لتطويرها مع تبيان الآليات التي تم وضعها لهذا الغرض، ويتعلق الأمر بإنشاء مرصد وطني للطاقات المتجددة، الذي يتولى مهام تطوير إستخدام الطاقات المتجددة في الجزائر، وتوفير الخبرات والكفاءات اللازمة والتقنيات الضرورية لإدخال هذه الطاقات بطريقة تدريجية ضمن نموذج الإستهلاك الطاقوي من أجل الحفاظ على الطاقات الأحفورية.

¹ القانون رقم 09-99 المؤرخ في 15 ربيع الثاني عام 1420 هـ الموافق لـ 28 جويلية 1999م والمتعلق بالتحكم في الطاقة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 51 الصادر في 20 ربيع الأول عام 1420 هـ الموافق لـ 2 أوت سنة 1999م، ص5.

² القانون رقم 01-02 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق لـ 05 فيفري سنة 2002م والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر بتاريخ 23 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق لـ 6 فيفري سنة 2002، ص2.

³ المادة التاسعة للقانون رقم 01-02، مرجع سبق ذكره، ص7.

⁴ القانون رقم 09-04 المؤرخ في 27 جمادى الثاني 1425 هـ الموافق لـ 14 أوت 2004م، والمتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 52 الصادر بتاريخ 02 رجب عام 1425 هـ الموافق لـ 18 أوت 2004م، ص9.

كما تم تعزيز التنظيم القانوني عن طريق نشر مجموعة من المراسيم والقرارات منها:¹

1. المرسوم التنفيذي رقم 92-04 المؤرخ في 25 مارس 2004 والمتعلق بتكاليف تنويع إنتاج الكهرباء² يهدف إلى تحديد تكاليف تنويع مصادر إنتاج الكهرباء وتحديد تلك المنتجة إنطلاقا من الطاقات المتجددة أو بالإنتاج المشترك كما يشمل هذا المرسوم مجموعة من النشاطات المرتبطة بشروط إنتاج الكهرباء من هذه المصادر والربط بشبكة النقل أو التوزيع في إطار النظام الخاص، ويعتبر هذا المرسوم الوسيلة القانونية والإطار الذي تحدد على أساسه آليات وشروط الإستثمار في قطاع الطاقات المتجددة وكذا الصفقات المبرمة لتطويرها، كما يهدف إلى توضيح آليات التأهيل لإستفادة منتجي الكهرباء من الطاقات المتجددة من العلاوات المنصوص عليها في المادة 95 من القانون 01-02 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422هـ الموافق لـ 5 فيفري سنة 2002 و كذا التدابير اللازمة لتكفل بالتكاليف الإضافية الناتجة عن تحويل وإستغلال الطاقات المتجددة؛

2. المرسوم التنفيذي رقم 33-11 المؤرخ في 27 جانفي 2011 يتضمن إنشاء المعهد الجزائري للطاقات المتجددة وتنظيمه وتسييره؛

3. المرسوم التنفيذي رقم 423-11 الصادر في 08 ديسمبر 2011 المحدد لطرق تسيير حساب التخصيص الخاص رقم 131-302 المسمى "الصندوق الوطني للطاقات المتجددة والتوليد المشترك"؛

4. القرار ما بين الوزارات الصادر في 28 أكتوبر 2012 المحدد لقائمة المداخيل والمصاريف المقتطعة من الصندوق الوطني للطاقات المتجددة؛

5. المرسوم التنفيذي رقم 218-13 المحدد لشروط منح العلاوات برسم تكاليف تنويع إنتاج الكهرباء؛

6. المرسوم التنفيذي رقم 424-13 الصادر في 18 ديسمبر 2013، المعدل والمكمل للمرسوم التنفيذي رقم 495-05 الصادر في 26 ديسمبر 2005 المتعلق بالتدقيق الطاقوي للمؤسسات ذات الإستهلاك الكبير للطاقة؛

7. القرار ما بين الوزارات الصادر في 2 فيفري 2014 المحدد لأسعار الشراء المضمونة لإنتاج الطاقة إعتمادا على التجهيزات التي تستعمل الخلايا الشمسية وشروط تطبيقها.

ثانيا: الإجراءات التحفيزية والجبائية لتشجيع إستغلال الطاقة الشمسية

لأجل دعم تنفيذ بنود السياسة الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة، وبالإضافة إلى الترسانة القانونية المؤطرة للعملية فقد تم إقرار جملة من الإجراءات التحفيزية والتنظيمية لتحقيق الإستجابة الناجعة للأولويات المنصوص عليها في البرنامج الوطني للطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية.

1. بغرض تمويل مشاريع تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر وضعت عدة إجراءات تمويلية تهدف إلى تشجيع إنتاج الطاقات المتجددة من خلال توفير الظروف الملائمة للإستثمار في جميع فروع مجال الطاقات المتجددة، من خلال إنشاء صندوق وطني للطاقات المتجددة طبقا لما نص عليه قانون المالية لسنة 2010، تسند له مهمة تمويل

¹ وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، 2016، مرجع سبق ذكره، ص25.

² المرسوم التنفيذي رقم 92-04 المؤرخ في 04 صفر عام 1425هـ الموافق لـ 25 مارس 2004م، والمتعلق بتكاليف تنويع إنتاج الكهرباء، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 19 الصادر بتاريخ 07 صفر عام 1425هـ الموافق لـ 28 مارس 2004م، ص11.

الطاقات المتجددة، كما تضمن قانون المالية الصادر في جويلية 2011 تخصيص نسبة 1% من عوائد المحروقات من أجل دعم هذا الصندوق؛

2. يمكن لحاملي المشاريع في مجال الطاقة المتجددة الإستفادة من المزايا الممنوحة بموجب الأمر 03-01 المؤرخ في 20 أوت 2001 المتعلق بتطوير الإستثمار، والمتمثلة في حوافز ومنافع جبائية وجمركية ومالية كافية و أمن قانوني وحرية الإستثمار وإنتقال رؤوس الأموال، وعدم اللجوء إلى التأميم؛¹

3. منح إمتيازات مالية وجمركية لتفعيل الأنشطة والمشاريع التي تتنافس في تحسين الفعالية الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة، وكذا تخفيض الحقوق الجمركية والرسم على القيمة المضافة عند الإستيراد بالنسبة للمكونات والمواد الأولية والمنتجات نصف المصنعة المستعملة في صناعة الأجهزة داخل الجزائر في مجال الطاقات المتجددة؛

إضافة إلى كل ما سبق أدرجت الحكومة الجزائرية حوافز وعلاوات لإنتاج الكهرباء من محطات الطاقة المتجددة بما فيها تعريفية التغذية، حيث حددت سعر شراء الطاقات المتجددة من طرف المستثمر الذي قام بإنتاجها حسب نوع التكنولوجيا المستخدمة لإستغلالها وحسب مساهمة المصادر المتجددة فيها، وفي هذا الصدد حددت عدة أنواع من العلاوات أو ما يعرف بتعريفية التغذية في حالة ما تم إنتاج الكهرباء من تطبيقات هجينة مع الطاقة الشمسية كما يوضحها الجدول رقم (12.4) كما يمكن للمستثمر الإستفادة من دعم الموزع الملزم بشراء الكهرباء المنتجة من الطاقات المتجددة كأولوية، حيث وفور حصوله على الإعتماد وبداية الإنتاج سيوقع عقود شراء تمتد لعشرين سنة مع الموزعين بتسعيرة محددة لن يكون لها أي تأثير على المستهلك النهائي وستدعم الدولة عبر "صندوق" الفارق بين تكلفة الإنتاج وسعر التوزيع، على أن تُحدد التسعيرات على حسب سعة المحطة فمثلا إذا كانت ذات 5 ميغاواط فالسعر فسيكون 15 دينار للكيلوواط ساعي وحوالي 75 دينار للكيلوواط ساعي في المحطات التي تفوق 12 ميغاواط وهاته الأسعار قابلة للتعديل في السنة الخامسة من الإنتاج.

الجدول رقم (12.4): أنواع تعريفية الكيلوواط ساعي للكهرباء المنتجة من تطبيقات هجينة مع الطاقة الشمسية

| نسبة مساهمة المصدر الشمسي في إجمالي الطاقة المنتجة | نسبة الزيادة في تعريفية الكيلوواط ساعي المنتجة من الطاقة الشمسية |
|--|--|
| لا تقل عن 25% | 200% عن نظيرتها الأحفورية |
| من 20% إلى 25% | 180% عن نظيرتها الأحفورية |
| من 15% إلى 20% | 160% عن نظيرتها الأحفورية |
| من 10% إلى 15% | 140% عن نظيرتها الأحفورية |
| من 5% إلى 10% | 100% عن نظيرتها الأحفورية |
| من 0% إلى 5% | تلغى العلووة |

المصدر: الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 19 الصادر بتاريخ 07 صفر عام 1425 هـ الموافق لـ 28 مارس 2004م، ص 14.

¹ الموقع الرسمي للوكالة الوطنية لتطوير الإستثمار، متاح على الموقع:

أما بالنسبة للطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية لوحدها فيتم زيادة تعريفه الكيلوواط ساعي المنتج بنسبة 300% عن نظيرتها الأحفورية.¹

إن الهدف من هذه الإجراءات هو تحفيز المنتجات المحلية وتوفير شروط مريحة، خاصة الجبائية منها، للمستثمرين الراغبين في الإنخراط في جميع فروع تطوير الطاقات المتجددة - خاصة الطاقة الشمسية - والنجاعة الطاقوية.

المطلب الثالث: الهياكل المؤسسية المكلفة بتطوير إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

يعود الإهتمام بتطوير الطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية في الجزائر إلى سنة 1982 من خلال إنشاء المحافظة السامية للطاقات المتجددة والتي مهدت لميلاد فكرة البدائل المتجددة، ومن ثم بدأت في إعداد الوسائل الأساسية من أجل الإنطلاق في نشاطها مع وضعها للهياكل الأساسية التي توفر الدعامة العلمية والتكنولوجية والصناعية لبرنامجها التنموي المكلفة به في مجال الطاقات المتجددة. ولقد إختارت الجزائر نهج البحث العلمي لتطوير برنامج الطاقات المتجددة، حيث يشكل البحث العلمي عنصرا جوهريا لإكتساب التكنولوجيات وتطوير المعارف وتحسين الكفاءة الطاقوية. ويمكن في هذا الصدد ولغرض تطوير التكنولوجيا وطرائق الإبتكار في مجال الطاقات المتجددة، الإستفادة من الخبرات والتعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث والمؤسسات ذات الصلة ومختلف المتعاملين في السياسة الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة، وذلك من خلال تدخلهم ضمن مختلف المراحل من سلسلة الإبداع لتمكين القدرات الوطنية. وقد تجسد إهتمام الجزائر في إستغلال وتطوير الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية بإنشاء العديد من الهيئات والوحدات المتخصصة في تشجيع البحث والتطوير في هذا المجال، ومن ضمنها:

أولا: الهيئات والمؤسسات

1. مركز تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة (CDER): أنشئ سنة 1988 وتلخص مهامه فيما يلي:

- جمع ومعالجة المعطيات من أجل تقييم دقيق للطاقات: الشمسية، الريحية، حرارة الأرض الجوفية والكتلة الحيوية؛

- صياغة أعمال البحث الضرورية لتطوير إنتاج الطاقات المتجددة وإستعمالها؛

- صياغة معايير صناعة التجهيزات في ميدان الطاقات المتجددة وإستعمالها.²

2. المحافظة السامية لتنمية السهوب: هي عبارة عن مؤسسة عمومية ذات طابع إداري ولديها وجهة تقنية وعلمية، تم إنشاؤها سنة 1989، وتقوم هذه المحافظة ببرامج هامة في ميدان ضخ المياه والتزويد بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية لفائدة المناطق السهبية.

3. مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة: أنشأت سنة 1995 بالجزائر العاصمة وهي هيئة تابعة لوزارة الطاقة والمناجم، ومن مهامها تقييم موارد الطاقات المتجددة وتطويرها.

¹ الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 19 الصادر بتاريخ 07 صفر عام 1425 هـ الموافق لـ 28 مارس 2004م، مرجع سبق ذكره، ص 14.

² مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، مرجع سبق ذكره، ص 77.

4. وكالة ترقية وعقلنة إستعمال الطاقة (APRUE): تم إنشاؤها من طرف الحكومة من أجل تنشيط تنفيذ سياسة التحكم في الطاقة، حيث يتمثل دورها الرئيسي في التنسيق ومتابعة إجراءات التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة، وتنفيذ مختلف البرامج التي تمت المصادقة عليها في هذا الإطار مع مختلف القطاعات (صناعة النقل، الفلاحة... الخ)¹؛

5. نيو إينارجي ألجيريا "نيال" (New Energy Algeria): وهي شركة مختلطة بين الشركة الوطنية سوناطراك والشركة الوطنية سونلغاز وجمع "سيم" لإنتاج المواد الغذائية، تم إنشاؤها سنة 2002، وتلخص مهامها فيما يلي:
- ترقية الطاقات الجديدة والمتجددة وتطويرها؛

- تعيين وإنجاز المشاريع المرتبطة بالطاقات الجديدة والمتجددة، والتي تكون لديها فائدة مشتركة بالنسبة إلى الشركاء سواء في الجزائر أو خارجها؛

ومن أهم مشاريعها والتي شرعت في تنفيذها خلال 2005:

- مشروع 150 ميغاواط تهجين شمسي غاز في حاسي الرمل، يمثل الجزء الشمسي فيه 30%؛

- مشروع إنجاز حظيرة هوائية بطاقة 10 ميغاواط بمنطقة تندوف؛

- إستعمال الطاقة الشمسية في الإنارة الريفية في تمارست ومنطقة الجنوب الغربي (مشروع إيصال الكهرباء إلى 1500 حتى 2000 منزل ريفي).²

6. المعهد الجزائري للطاقات المتجددة (IARE): أنشئ سنة 2011 تحت وصاية وزارة الطاقة والمناجم ويسعى لتقديم التكوين المتخصص في مجال الطاقات المتجددة، ويشمل التكوين ميادين الهندسة، والأمن والأمان والتدقيق الطاقوي، وتسيير المشاريع... الخ، كما يهتم بترقية الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقات المتجددة وتأمين نتائجها وإنجاز المنشآت النموذجية في مجال الطاقة المتجددة.

7. مصنع إنتاج الطاقة ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية التابع لمؤسسة CONDOR: بدأ نشاطه في سنة 2013، يهتم بإنتاج وتسويق ألواح الطاقة الشمسية.

ثانيا: وحدات البحث والتطوير

1. وحدة تطوير التجهيزات الشمسية (UDES): أنشئت هذه الوحدة سنة 1988 وهي مكلفة بتطوير التجهيزات الشمسية وإنجاز نماذج تجريبية تتعلق بـ:

- التجهيزات الشمسية ذات المفعول الحراري وذات الإستعمال المنزلي أو الصناعي والفلاحي؛

- التجهيزات الشمسية بفعل الإنارة الفولتية وذات الإستعمال المنزلي والفلاحي؛

- التجهيزات والأنظمة الكهربائية، الحرارية، الميكانيكية والتي تدخل في تطوير التجهيزات الشمسية وفي

إستعمال الطاقة الشمسية.³

¹ مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، مرجع سبق ذكره، ص74.

² الورقة القطرية، للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة الثامن، الأردن، 2006، ص2.

³ مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، مرجع سبق ذكره، ص75.

2. وحدة تطوير تكنولوجيا السيليسيوم (USTD): أنشأت سنة 1988 تحت وصاية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، تتمثل مهمتها في إجراء أعمال البحث العلمي والإبداع التكنولوجي، والتقييم والتكوين لما بعد التدرج في ميادين العلوم وتكنولوجيات المواد والأجهزة نصف الموصلة للتطبيقات في ميادين عدة كما تساهم بالتعاون مع الجامعات الجزائرية في تطوير المعرفة وتحويلها إلى مهارة تكنولوجية ومنتجات ضرورية للإنتعاش الإقتصادي والإجتماعي.

3. وحدة الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقة المتجددة في المناطق الصحراوية (URERMS): أنشأت سنة 1988 يتلخص نشاطها أساسا في القيام بنشاطات البحث والتجريب لترقية وتطوير الطاقات المتجددة في المناطق الصحراوية، وإعادة هيكلة مؤسسات البحث.

4. وحدة الأبحاث التطبيقية في مجال الطاقة المتجددة (URAER): أنشأت سنة 1999 مهمتها التعاون مع الجامعات والمراكز البحثية الأخرى من خلال البحث والتدريب في مجال الطاقة المتجددة. وتهدف لأن تكون منصة عالمية للأبحاث التجريبية وتسعى للمشاركة في جميع الإنجازات الإقليمية في مجال الطاقة المتجددة، ولأجل ذلك فهي تساهم من خلال البرامج البحثية التي تقوم بها في إدارة وتطوير هذه التقنيات، خاصة وأن هذه الوحدة تمتلك الإمكانيات البشرية التي تمكنها من جهة من المساهمة في تطوير جهود البحث والتدريب الوطنية وذلك بالتعاون مع الجامعات والمراكز البحثية الأخرى، ومن خلال تقديم الدورات التدريبية عالية الجودة داخل مقر الوحدة في مجال الطاقات المتجددة من جهة أخرى.

5. وحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي (URERMS): هي مؤسسة بحثية أنشأت بموجب القرار الوزاري رقم 76 المؤرخ في 22 ماي 2004 وهي تابعة لمركز تنمية الطاقات المتجددة (CDER). الأبحاث المقامة داخل الوحدة تدخل في إطار البرنامج الوطني للبحث في مجال الطاقات المتجددة، كما أن الغرض الأساسي من هذه الوحدة هو تطوير وتطبيق البحث العلمي والتكنولوجي في مجال الطاقات المتجددة.

6. وحدة البحث في المواد والطاقة المتجددة URMER: أنشأت سنة 2004 بجامعة تلمسان، تضم العديد من الطاقات والكفاءات العلمية والباحثين الذين يفوق عددهم الـ 150 باحثا، وتتمحور أهم إهتمامات الوحدة بالمجالات التالية:

-التحويلات الحرارية والتطورات الحالية على ضوء التجربة والنمذجة والمحاكاة؛

-الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية، الفعالية الطاقوية تخزين الطاقة والنظم الهجينة؛

-إشكالية الآلات الحرارية ونقل الحرارة في مختلف القطاعات الإقتصادية.

وقد دعمت هذه المراكز بمحطات تجريبية تقوم بالتجارب المختلفة في مجال التقنيات المتجددة والإستفادة منها والعمل على تطويرها من أجل وضعها في خدمة التنمية، خاصة إذا نظرنا إلى المكانة التي يحتلها قطاع الطاقة في الجزائر، فهو يلعب إضافة إلى دوره في تأمين خدمات الطاقة للإقتصاد دورا ماليا لأنه يمثل المصدر الرئيسي لتمويل الخزينة العمومية، ومنه تبقى الحاجة إلى بدائل فاعلة تلعب نفس الدور الذي تلعبه المصادر التقليدية الحالية عند

نضوبها. ومن بين هذه المحطات نذكر محطة تجريب التجهيزات الشمسية في أقصى الصحراء (seesms) التي أنشأت سنة 1988، وهي هيئة تابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مهمتها تطوير التجهيزات الشمسية في الإقليم الصحراوي.

المطلب الرابع: آثار سياسة تطوير إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر والعوائق التي تواجهها

بالرغم من توفر الجزائر على إمكانيات طبيعية هائلة من الطاقة الشمسية، إلا أن خططها الرامية إلى تطوير والتوسع في إستخدام هذه الطاقة وزيادة مساهمتها في المنظومة الطاقوية بالجزائر لم تبلغ المستوى المأمول، حيث تواجهها بعض العوائق والتحديات التي تقف في وجه الإستغلال الأمثل للثروة الشمسية.

أولاً: آثار وأهمية برنامج تطوير الطاقات المتجددة - منها الطاقة الشمسية- والنجاعة الطاقوية

إن السياسة الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة التي سطرها الجزائر من خلال إعداد برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية بنسخته سنة 2011 والذي تم تهيئته سنة 2016، يعد برنامجاً طموحاً وفي غاية الأهمية ومن شأنه أن يحقق نقلة نوعية في مختلف النواحي الإقتصادية والإجتماعية وحتى البيئية. إذ أنه يهدف إلى إنتاج 22 ألف ميغاواط من الطاقة الكهربائية في أفق 2030، توجه 12 ألف ميغاواط منها للإستهلاك الوطني، والباقي المتمثل في 10 آلاف ميغاواط توجه للتصدير. ومن الآثار الإيجابية التي يمكن أن تخلق عن هذا البرنامج نذكر ما يلي:

1. تلبية الطلب الوطني على الكهرباء: لقد عملت الجزائر من خلال سياسة تطوير الطاقات المتجددة على رفع قدرتها في إنتاج الكهرباء إنطلاقاً من مصادر متجددة -خاصة الطاقة الشمسية - تدريجياً في ظرف 20 سنة (إبتداءً من تاريخ تسطير البرنامج سنة 2011) إلى نحو 27% من الإنتاج الكلي للكهرباء من أصل متجدد حسب البرنامج المحين لسنة 2016، منها أكثر من 19% من كهرباء الطاقة الشمسية، وذلك بهدف تلبية إحتياجات الطاقة الكهربائية للسوق المحلية لاسيما في ظل تزايد عدد السكان الذي ينتج عنه زيادة في الطلب على الطاقة خاص في القطاع المنزلي، إذ يسحوذ على حصة الأسد من إجمالي الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية، فمثلاً بلغت كمية الكهرباء المستهلكة على مستوى القطاع المنزلي نحو 20211 جيغاواط ساعي ضمن إجمالي الإستهلاك الوطني للكهرباء المقدر بـ 55149 جيغاواط ساعي سنة 2016.¹

كما أن التطور التكنولوجي المعتمد في الطاقة الشمسية يسمح بنقل الكهرباء إلى كل المناطق التي لم يكن بالإمكان تزويدها بالطاقة الكهربائية بالوسائل التقليدية من قبل، كون أن إمداد الكهرباء بهذه الطرق التقليدية لأهالي المناطق المعزولة يمكن أن يُحدث مشاكل حقيقية كالإفراط في الهندسة وتكاليف نقل الوقود. لذلك لجأت الجزائر لتجهيز المناطق المعزولة والبعيدة عن الشبكة العامة خاصة في الجنوب بمحطات شمسية لتغطية العجز الذي تشهده في مجال الكهرباء، من أجل تلبية الإحتياجات الطاقوية لتحسين الظروف المعيشية بتلك المناطق من خلال إستغلال الطاقة الشمسية لضخ المياه إلى جانب الإنارة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن 8 قرى معزولة في ولاية تلمسان - أي في حدود 555 عائلة- قد إستفادت من منشآت الإنارة عن طريق الصنفايح الشمسية والطاقات المتجددة، كما

¹ Arab Union of Electricity, Statistical Bulletin, Op.Cit, p8.

ستستفيد 12 قرية أخرى منعزلة من كهرباء الطاقة الشمسية. إضافة إلى تزويد 495 عائلة قاطنة بالمناطق النائية بولاية إيليزي سنة 2012 بلوحات الطاقة الشمسية لتحسين التزود بالطاقة الكهربائية بهذه المناطق.

وبالرغم من إعتبار الجزائر -خاصة صحراءها- من أكبر خزانات الطاقة الشمسية في العالم، إلا أنها لا تستخدم سوى نسبة قليلة منها حيث تم إنتاج نحو 219 ميغاواط فقط كقدرات مركبة للطاقة الشمسية سنة 2016، في حين قدرت مساهمتها في إنتاج الكهرباء بنسبة 0.31% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في الجزائر والمقدرة بنحو 66234 جيغاواط ساعي سنة 2016¹، وبالتالي فحصة الطاقة الشمسية في التوليفة الطاقوية الوطنية تبقى ضعيفة جدا مقارنة بالإمكانات المتوفرة.

2. المحافظة على إحتياجات الطاقات الأحفورية وتأمين التنوع الطاقوي: إن إستخدام الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء، من شأنه أن يوفر للبلاد نحو 300 مليار م³ من الغاز الطبيعي إلى غاية آفاق 2030 وهو ما يقابل 8 مرات الإستهلاك الوطني لعام 2014، وبما يعادل ما بين 80 مليار و100 مليار دولار.² فمن خلال التوجه لإستغلال الطاقات المتجددة سينتج عنها تفادي الإستغلال المفرط لإنتاج البترول والغاز، وهو مسعى يبشر بمستقبل أفضل للأجيال المستقبلية، إذ أن براميل البترول أو الأمتار المكعبة للغاز الطبيعي المخزونة في باطن الأرض ستكون أثن من الدولارات التي تتقاضى وتوضع في البنوك حاليا. أما عن إرادة الجزائر في تنوع مختلف مواردها الطاقوية بالتوجه صوب إستغلال الطاقات المتجددة، لا يعني فقط تطوير مصادر جديدة للطاقة ولكن خلق صناعة جديدة ومن ثمة خدمات جديدة وإيرادات مالية إضافية خاصة في ظل تراجع أسعار البترول في السوق الدولية، وهو ما سوف يجنب الجزائر الوقوع في أزمات جديدة مستقبلا.

3. توفير فرص التشغيل: السياسة الوطنية لتطوير الطاقة المتجددة والنجاعة الطاقوية، تشكل جوهر إستراتيجية الدولة الجزائرية لمحاربة البطالة، إذ أنه من خلال برنامج الطاقات المتجددة سيعمل على خلق ما يفوق 200 ألف منصب عمل مباشر وغير مباشر في إطار المناولة الصناعية لإجمالي النشاطات المدرجة ضمن البرنامج، كما سيساهم في تطوير صناعة المقاولات الفرعية المحلية.

4. ترشيد إستهلاك الطاقة: بخصوص الإقتصاد في الطاقة، وفي إطار برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، تعمل الجزائر على تسويق مصابيح إقتصادية للإنارة ذات نوعية جيدة تضيء باللون الأبيض وتستجيب للمعايير الدولية من حيث المتطلبات البيئية، تصل طاقتها الإستهلاكية 20 واط، دون أن يتجاوز سعرها 250 دج، إذ تتكفل الدولة بدعم 70% من تكلفتها المقدرة بـ 800 دج للمصباح الواحد. وبما أن الإستهلاك السنوي لإنارة منزل واحد يمثل نحو 32% من فاتورة الكهرباء، ومن ثم فإن هذا العملية ستؤدي إلى تقليص نسبة إستهلاك الطاقة بـ 40% سنويا. إضافة إلى أن المصباح الكهربائي الإقتصادي يتفوق على المصباح العادي بعدة مميزات إقتصادية لاسيما الديمومة التي تفوق 15 مرة والإستهلاك الكهربائي أقل بأربعة مرات من المصباح العادي.³

¹ Arab Union of Electricity, Statistical Bulletin, Op.Cit, p4-6.

² Sonelgaz, rapport d'activités et comptes sociaux consolidés, Algerie, 2015, p52.

³ داودي الطيب، هاجر بربطل، سياسة إستغلال الطاقة المتجددة في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015، ص6.

ثانيا: العوائق والتحديات التي تواجه سياسة إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

على إعتبار المزايا والمنافع الكثيرة التي قد تمنحها السياسة الوطنية لتطوير إستغلال الطاقة الشمسية على مستويات مختلفة، إلا أن برامجها وخططها في هذا المجال لاتزال متعثرة وتسير بشكل بطيء، وهذا بالرغم من الميزانية المالية التي رُصدت لتغطية تكاليف ذلك البرنامج التي تقارب 120 مليار دولار، وكذا تخصيص نسبة 1% من الجباية البترولية لتطوير الطاقات المتجددة وترقية النجاعة الطاقوية، ويعود السبب في هذا التعثر إلى عدة عوائق وتحديات تعرقل مسار هذه السياسة، وتتنوع هذه العوائق والتحديات بين الإقتصادية والتمويلية، والعوائق التكنولوجية والفنية والتسويقية، وعوائق أخرى يمكن إيجازها فيما يلي:

1. العوائق الإقتصادية والتمويلية: تشكل العوائق الإقتصادية والتمويلية التحدي الأساسي الذي تواجهه إستراتيجية تطوير إستغلال الطاقة الشمسية، ومنها نذكر ما يلي:

- قصور أو غياب آليات التمويل المحلية الناجمة لمشاريع الطاقة الشمسية وإعتمادها على القروض والتكنولوجيات الأجنبية بشروط ملزمة للتطبيق تتمثل أقلها في تعظيم نسبة الطرف الأجنبي من 75% إلى 85% في تلك المشاريع، وبالتالي تضائل فرص تنمية وتطوير هذه الأنظمة محليا وهو ما ينعكس سلبيا على التصنيع المحلي، كما أنه لا تتوفر لدى البنوك الوطنية المعرفة الكاملة عن أنظمة الطاقة الشمسية ومدى الأهمية الإقتصادية والبيئية لإستخدام ونشر هذه الأنظمة، وهو ما يجعل المصارف المحلية تحجم عن تمويل هذه المشاريع على المستوى الصغير المتمثلة مثلا في تركيب أنظمة السخان الشمسي أو نظم الإنارة بإستخدام الخلايا الفوتوفولطية، أو على مستوى تمويل المشاريع الكبيرة مثل محطات المراكز الشمسية، فضلا على الإعتقاد الخاطئ بأن الإستثمار في مثل هذه المشاريع يمثل مخاطرة مالية على الرغم من كونها طاقة نظيفة ومستدامة؛

- يحد إرتفاع التكاليف الرأسمالية للمشاريع والإستثمارات في الطاقة الشمسية من التوسع في إستخدامها، إذ أن أسعارها لا تزال مرتفعة وغير تنافسية مقارنة بمشاريع الطاقات الأحفورية، والتي تنخفض تكاليفها نظرا للتطور والنضج الذي بلغه قطاعها، ضف إلى ذلك فإن العائد على الإستثمار في الطاقة الشمسية يحتاج إلى وقت أطول من الإستثمار في مصادر الطاقة الأحفورية، مما يحتم على الجزائر الدخول في شراكة مع المستثمر الأجنبي أو الإستفادة من المنح الخارجية المرتبطة بصناديق التنمية النظيفة، غير إن الإعتماد على المنح والمساعدات المادية الأجنبية في دعم مشاريع الطاقة الشمسية وغيرها من المشاريع المماثلة يرهن تطور قطاعها بما يتم تقديمه أو جلبه من مساعدات، وهي أمور لا تضمن دفع تطبيقاتها في الإتجاه الذي تريده الدولة، حيث غالبا ما توجه هذه المساعدات لتنمية قطاعات تعتمد بشكل رئيسي على العنصر الأجنبي سواء في جانب المكونات أو الخبرة البشرية؛

- إن إستمرار دعم أسعار الطاقات الأحفورية في الجزائر وفشل السوق في إحساب العوامل الخارجية المرتبطة بالبيئة والصحة العامة ضمن تكاليف الطاقات التقليدية، في مقابل إرتفاع تكاليف معظم مصادر الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية، يحول دون تعزيز القدرة التنافسية لمشاريع الطاقة الشمسية مقابل الطاقة البترولية، ويخفض من الفرص المواتية للإستثمار فيها لاسيما من قبل القطاع الخاص، إذ تعتبر أسعار المحروقات بصفة عامة عاملا رئيسيا مؤثرا في الجدوى الإقتصادية للطاقات المتجددة بشكل عام والطاقة الشمسية بشكل خاص ومحددا لمستقبلها، ولاشك

فإن إنخفاض أسعار وقود الغاز والبترول داخل الجزائر قد ساهم إلى حد كبير في عدم نشر وعي تطبيق وإستغلال الطاقة الشمسية بين المؤسسات والأفراد، وفي هذا الإطار تشير التقديرات إلى أن تكلفة الكيلوواط ساعي للطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية تتراوح بالتقريب ما بين 10 و12 دج مقابل 2.5 دج للكيلوواط ساعي المنتجة من الغاز الطبيعي¹، إلا أن الإستراتيجية الجزائرية الهادفة إلى رفع الدعم عن الوقود الأحفوري مستقبلا، وكذا رفع تعريفه الكهربائي تدريجيا، سيكون له أثر كبير على تنافسية الطاقة الشمسية للطاقة الأحفورية ضف إلى ذلك التقدم العلمي والتكنولوجي، وكذا تزايد الإنفاق العالمي على البحث والتطوير في مجال الطاقة الشمسية، الذي يؤدي إلى خفض تكاليف إنتاجها تدريجيا (كما سبق الإشارة إليه في الفصول السابقة) بما يجعل أسعارها إقتصادية وتنافسية.

2. العوائق التكنولوجية والفنية: بإعتبار أن الجزائر من الدول النامية، وبالتالي فالمستوى التكنولوجي والفني على مستوى هيئاتها وإطاراتها متواضع جدا في مجال الطاقات المتجددة، مما يجعلها دائما تسعى لخلق شراكات مع الدول المتقدمة تكنولوجيا حتى تتمكن من المضي في مشاريعها خاصة التي تحتاج إلى مستوى تقني وتكنولوجي عال، وهذا الشيء ينطبق على مشاريع إستغلال الطاقة الشمسية. ويمكن حصر أهم العوائق التكنولوجية والفنية في الآتي:

- نقص الطاقات الفنية والتقنية اللازمة من أجل تطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية، حيث تحتاج تكنولوجيا الطاقة الشمسية لمستوى مرتفع من المهارة يجب أن تتوفر في العاملين، إلى جانب الحاجة لقدرات فنية وعلمية مرتفعة في التصنيع والتكنولوجيا وكذلك في التركيب والصيانة. وتعاني الجزائر من ضعف القدرات الفنية والمهارة للعمال، وكذا محدودية القدرات التصنيعية الأساسية المحلية لمعدات إنتاج الطاقة الشمسية وعدم القدرة على المنافسة مع الشركات العالمية الناشطة في هذا المجال، نتيجة عدم كفاية وخبرة الموارد البشرية الفنية الوطنية، وهو ما يضطر السلطات الجزائرية إلى الإستعانة بالمكاتب الإستشارية الدولية. ويمكن التغلب على هذا العائق من خلال تكثيف الدورات التدريبية في الداخل والخارج، وهذا يتطلب تمويل إضافي لأغراض التدريب والتكوين؛

- قلة مراكز الأبحاث والمؤسسات التعليمية الجزائرية المتخصصة في مجال الطاقة الشمسية وضعف المخصصات المالية للبحث العلمي والتطوير لمعدات الطاقة الشمسية، وذلك مقارنة مع نظيرتها في ألمانيا مثلا كإحدى الدول الرائدة في مجال الطاقات المتجددة، حيث تحوي لوحدها حوالي 18 ألف مركز². وبالرغم من أن القوانين الصادرة في الجزائر قد أكدت على أهمية البحث العلمي وعلى ضرورة دعم إجراءاته في مختلف مجالات الطاقة، إلا أن الواقع العملي لا يشتمل على آليات لتنفيذ مثل هذه السياسات، ومن هنا تنبع الحاجة إلى العمل المتكامل القائم على أهداف واضحة ومجدولة زمنيا، تتحقق من خلال توزيع الأدوار على مراكز البحث العلمي الجزائرية المتخصصة في مجالات الطاقة الشمسية، وكذا محاولة الإستفادة من التجارب العربية والأجنبية في هذا المجال، إضافة إلى التركيز في الخطط قصيرة المدى على التكنولوجيا البسيطة سريعة الإندماج في الأسواق السوق الجزائرية كتطوير أجهزة تسخين المياه بالطاقة

¹ أنظر كل من:

- البرنامج الوطني لإدارة وترشيد الطاقة، 2010، متاح على الموقع:

<http://www.neep.org.sa/arabic/index.html> (Consulté le 05/08 /2016).

-شافية كناف، زهير بن دعاس، مرجع سبق ذكره، ص19.

² جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، مصر، 2013، ص59.

الشمسية، وتصميم وتصنيع الهياكل المعدنية للمركبات الشمسية، ثم الإنتقال في الخطط طويلة المدى إلى تقنيات الخلايا الشمسية وتطبيقاتها المختلفة؛

- تعد مشكلة تخزين الطاقة الشمسية والإستفادة منها أثناء الليل أو في الأيام الغائمة أو المغبرة من أهم العوائق والتحديات التكنولوجية، حيث يعتمد تخزين الطاقة على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية، وكذلك نوع وفترة الإستخدام، إلى جانب التكلفة الإجمالية للتخزين. ويفضل عدم إستخدام أجهزة التخزين لتقليل التكلفة والإستفادة بدلا من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط. ويعتبر تخزين الطاقة الشمسية من أكثر التحديات التي تحتاج لتطور تكنولوجي للوصول إلى تخزين بأقل تكلفة ممكنة. ومن المشاكل والعوائق التي تواجه إستخدام الطاقة الشمسية، تآكل اللواقط الشمسية والتي تحدث بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة وإستخدام ماء خال من الأملاح فيها أفضل الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية، كما تعتبر الغيوم والغبار وسوء الأحوال الجوية من التحديات الرئيسية التي تواجه إستغلال تكنولوجيا الطاقة الشمسية، إذ تحتاج الخلايا والأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية إلى المتابعة الدورية والتنظيف المستمر، وقد تفقد فعالية الجهاز المستقبل لأشعة الشمس بمقدار النصف في حالة عدم التنظيف لمدة شهر.¹

3. العوائق التنسيقية والتسويقية: من أكثر هذه العوائق تأثيرا في مجال إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر نذكر

ما يلي:

- غياب الجانب التنسيق، حيث إن إنتاج وإستخدام التكنولوجيات المتقدمة في إنتاج الطاقة الشمسية يحتاج إلى تضافر جهود عدد كبير من الشركاء منهم شركات التصنيع والمستخدمين، والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة والبحث العلمي وغيرها، كما يجب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ ووضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف من أجل الوصول إلى إنتاج الطاقة الشمسية؛

- صعوبة الحصول على الأوعية العقارية لإقامة مشاريع الطاقة الشمسية خاصة في الشمال، حيث تتطلب تلك المشاريع سياسات واضحة لإستخدام الأراضي وتمليكها للدولة، وبالرغم من المساحة الهائلة التي تتمتع بها الجزائر فهي تعاني من صعوبة تأمين الأراضي للإستثمارات التنموية الرائدة، حيث غالبا ما تتردد البلديات على منح وزارة الطاقة والمناجم قطاعا أرضية لتجسيد برامجها وخططها الطاقوية؛

- ضعف وعي المواطنين والمستهلكين بتقنيات وتطبيقات الطاقة الشمسية، حيث لا يزال عدد كبير من المواطنين المستهلكين للطاقة بالجزائر يجهلون تكنولوجيا الطاقة الشمسية ومنتجاتها مثل السخانات الشمسية، والمضخات الشمسية، والأسقف الشمسية وغيرها، كما لا يعرف أغلبية المواطنين بنظام تعريفية التغذية الذي تم إقراره من طرف الحكومة الجزائرية من خلال القانون رقم 25-14 المؤرخ في 2004، المتعلق بسعر شراء الطاقة من المستثمر الذي قام بإنتاجها حسب نوع التكنولوجيا المستخدمة لإستغلالها وحسب مساهمة المصادر المتجددة فيها، وقد كان الهدف

¹ عمر شريف، مرجع سبق ذكره، ص 66.

المرجو من تلك التعريفة هو تحفيز وتفعيل مشاركة القطاع الخاص في إنتاج الطاقة النظيفة خاصة من الطاقة الشمسية نظرا لوفرتها وإتاحتها لكافة المستهلكين عبر كامل التراب الجزائري.

4. عوائق أخرى: تشمل المصادر الطاقوية الأخرى المنافسة للطاقة الشمسية في إستخلاف الثروة البترولية في الجزائر، وتمثل أساسا في:

- منافسة الغاز الصخري، حيث تعتبر الجزائر من الدول الغنية بالطاقات الأحفورية، وهي أحد العوامل المؤثرة على تخفيف توجه وإندفاع المسؤولين نحو إستغلال الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية، خوفا من إحداث هذا التوجه تأثيرا سلبيا على المنظومة الطاقوية في الجزائر (إنتاج البترول خاصة) ومن ثم التأثير على أسعاره وعوائده، وقد برز ذلك التخوف من خلال توجه الجزائر نحو إستغلال الغاز الصخري، إذ تمتلك إحتياطيات هائلة منه تقدر بنحو 20 ألف مليار متر مكعب بما يقابل أكثر من أربعة أضعاف إحتياطيات الغاز الطبيعي لسنة 2016، ومع توجه الحكومة الجزائرية نحو إستغلال هذه الثروة فإن ذلك لا محال سيؤثر على مستقبل إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر وسوف يعيق جهود تطوير كفاءتها الإستخدامية.

نظرا لكل العوائق والتحديات السالفة الذكر، فإن ذلك يوضح بأنه هناك فجوة واسعة بين الواقع والأمال المتعلقة بمشاريع الطاقة الشمسية في الجزائر، والتي لاتزال في مراحلها الأولى وإقتصادياتها محدودة جدا وتحدياتها التكنولوجية والفنية كبيرة، وبالتالي فإن إمكانياتها المستقبلية وقدرتها على إستخلاف الثروة البترولية في المستقبل القريب تبقى غير متوفرة في ظل توافر كميات كبيرة ورخيصة نسبيا من الغاز الطبيعي و الغاز الصخري، وهذا يدل على أن إمكانيات الطاقة الشمسية ستبقى ضيقة الإستخدام على الأقل إلى غاية ما بعد سنة 2030.

المبحث الرابع: إجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية لطاقة الشمسية في الجزائر على ضوء الشراكة والتجارب الأجنبية

بالإضافة إلى ما سبق الإشارة إليه في الفصل السابق من إجراءات متخذة على مستوى بعض الدول لبناء منظومة طاقة قوية مستدامة بالإعتماد على الطاقة الشمسية،* وفي إطار محاكاة الواقع المحلي والدولي فإن على الجزائر العمل على ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة ومختلف تطبيقاتها خاصة الطاقة الشمسية التي تمتلك منها مقومات وإمكانات طبيعية هائلة، وذلك على ضوء شراكات وتجارب رائدة أجنبية سواء لدول نامية أو متقدمة، من أجل إقتناص الفرص وإستنباط الأفكار التي تدعم مكاسب الإستدامة بكل أبعادها.

المطلب الأول: مشاريع الطاقة الشمسية في إطار الشراكة الأجنبية بالجزائر

وقعت الجزائر عدة إتفاقيات تعاون في مجال الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية مع العديد من البلدان الرائدة في هذا المجال، سعيا منها للنهوض بالطاقة الشمسية ولترقية كفاءتها الإستخدامية، إذ تعتبر الشراكة من أحسن الآليات للحصول على التمويل وكسب معارف فنية وتكنولوجية، وذلك عن طريق الإحتكاك المباشر وغير المباشر بالكفاءات الأجنبية، ومن جانب التعلم، تعتبر التكنولوجيا عاملا أساسيا لتطور المؤسسة الإقتصادية، نظرا للتطورات المتسارعة التي تحدث في حقل تكنولوجيات الطاقة الشمسية، والذي من الصعب على الجزائر حاليا أن تواكب تلك التطورات نظرا لتكلفتها المرتفعة، مما يجعل من إستراتيجية الشراكة عاملا مهما لتقليص تلك التكاليف، وتكون مسارا ممكنا للإنتقال التكنولوجي بطريقة أكثر سهولة.

أولا: الشراكة في إطار مشروع ديزرتيك

تعود فكرة مشروع ديزرتيك إلى مبادرة من نادي "روما" أطلقها علماء وسياسيون سنة 2003 بمشاركة المركز الجوي الفضائي الألماني، وتتضمن المبادرة أبعادا عدة، أهمها تأمين الكهرباء النظيفة لأوروبا ولدول شمال إفريقيا أيضا وكذا توفير ما يكفي من الطاقة لتشغيل مصانع تحلية مياه البحر في تلك البلدان، وتوقع مخططو المشروع تنفيذه بالكامل في العام 2050، إذ سيحتاج حسبهم إلى غلاف مالي يقدر بـ 560 مليار دولار،¹ كما تقرر المشروع سنة 2009 بشراكة مع مجموعة من الشركات والبنوك الألمانية المهتمة بهذا المجال، التي أبدت إستعدادها لتمويله بشكل كبير قبل أن تتراجع وتنسحب لضغوط وإعتبارات متعددة حالت دون تنفيذ المشروع، فمن أصل 20 شركة إنسحبت منها 17 شركة، أما بالنسبة للطرف الجزائري بإعتباره أحد أهم الأطراف في هذا المشروع، فقد قررت الحكومة الجزائرية تعليق مشاركتها فيه إلى حين موافقة الطرف الألماني على شروط الحكومة الجزائرية، وعليه فإن مشروع ديزرتيك والذي

* رغم أن الطرح في الفصل الثالث كان عالميا، ولكن يمكن للجزائر الإستفادة من تلك الأفكار وتطبيقها محليا حسب الظروف والإمكانات.

¹ زرار العياشي، مداحي محمد، مشروع ديزرتيك كخيار إستراتيجي للإستثمار في الطاقات المتجددة في الجزائر، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الإنتقال، يومي 18 و19 نوفمبر 2014، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014، ص15.

كان يرمي إلى إنتاج 20% من إحتياجات الطاقة الكهربائية التي تزود الدول الأوروبية إنطلاقا من الطاقة الشمسية الملتقطة في شمال إفريقيا وخاصة بصحراء الجزائر، لم يرى النور إلى حد الآن وهذا لعدة أسباب لعل أهمها ما يلي:

1. عدم وجود نظرة إستشرافية للمستقبل في الجزائر: حيث أن حالة الأمان التي خلقها إرتفاع سعر البترول

وضع حاجبا في التطلّع إلى المدى البعيد، ظلّ منها أن البترول يكفي لبناء الإقتصاد الجزائري؛

2. الإحتكار العلمي من الطرف الألماني: حيث كان من البنود المتفق عليها نقل التكنولوجيا إلى الجزائر من

طرف الشريك الألماني الذي تماطل في ذلك، والذي أعتبر أن هذا الأمر يتعلق بالمؤسسات الألمانية المشاركة في المشروع، كما تحججت ألمانيا بتكلفة التجهيزات ونقص الكفاءات العلمية المتخصصة في الجزائر؛

3. غياب الحنكة عند المفاوضين عن الطرف الجزائري، إضافة إلى أن المفاوضات مع الألمان وقتها إصطدمت

بمشكلة عالقة تخصّ نسبة إستغلال إنتاج الطاقة من إفريقيا لأوروبا؛

4. مشاكل جيوسياسية: إشتلت أوجه الإختلاف بين الجزائر والإتحاد الأوروبي حول توسيع المساحة

الإجمالية للمشروع ليشمل بلدان الجوار وهو ما رفضته الجزائر لا سيما ما تعلق بإدراج (الصحراء الغربية) مع المغرب ما يدعم عمليات نهب جديدة لخيرات الشعب الصحراوي. ضف على ذلك، من بين الدول المشاركة والمستفيدة من هذا المشروع الإحتلال الإسرائيلي، ونظرا لإعتباره كيانا معاديا من طرف الدولة الجزائرية فقد شكل أحد أسباب تعثر المشروع.

وقد عاد مشروع (ديزيرتيك) لل طرح مجدّدا وسط رجال الإقتصاد والفاعلين في ميدان الطاقات المتجدّدة لا سيما مع تواصل إنهيار أسعار البترول وبحث الجزائر عن الطاقات المتجدّدة لتنويع مصادر طاقتها، حيث تبقى فكرة المشروع قائمة وتجسيده على أرض الواقع يتطلّب محادثات عميقة ودقيقة على أعلى المستويات حتى تكون فائدة المشروع تشمل جميع الأطراف خاصة بلدان شمال إفريقيا التي هي البلدان المعنية بإستقبال المحطات الشمسية. وهناك عدة نقاط تعتبر دراستها مهمة في إطار هذا المشروع كإستغلال المياه الجوفية لتبريد هذه المحطات، نقل التكنولوجيا ومكان تصنيع الأجهزة والأنظمة التي تدخل في تركيب هذه المحطات، بالإضافة إلى كيفية نقل الطاقة. لذلك يمكن لهذا المشروع أن يرى النور وللجزائر الإستفادة ملبّفا تمتّ الإجابة على كلّ التساؤلات وتحديد كلّ النقاط السالفة الذكر بشكل عادل وفعّال خاصة بالنسبة لدول الجنوب.

ثانيا: مشروع صحراء صولار بريدر

يعد المشروع الجزائري الياباني حول تكنولوجيا الطاقة الشمسية من أبرز إتفاقيات التعاون بين جامعات جزائرية وجامعات يابانية، وقد أطلقت عليه تسمية " صحراء صولار بريدر" أو " أس. أس. بي" إستنادا إلى الأرضية التكنولوجية المسماة المزرعة الشمسية التجريبية المبرمج إنجازها بسعيدة، ومبرمج أن تستفيد جامعة العلوم والتكنولوجيا بوهران في هذا الإطار من مركز للبحوث مخصص لتطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية، وتشمل إتفاقية المشروع ثلاثة مؤسسات من الجانب الجزائري تتمثل في كل من جامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف بوهران جامعة طاهر مولاي بسعيدة، ووحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي بأدرار، فيما يتكون الجانب

الياباني من ثماني جامعات ومعاهد بحث (سنة جامعات والوكالتين اليابانيتين " جي.أي.سي.أ" و " جي. أس.تي.أ." المهتمتين بالتعاون الدولي والعلوم والتكنولوجيا)، حيث ستسهم بمهاراتها وخبرتها في تحقيق وتجسيد هدف المشروع والمتعلق بتشييد مصانع للخلايا الشمسية المصنوعة من السليكون، ومحطات توليد الطاقة الشمسية.¹ وقد إنتزعت الجزائر هذا المشروع الذي يتعبّر الأول عالميا بعد مشروع "ديزيرتيك" من بين العديد من البلدان المرشحة على غرار دولة مصر، بالنظر إلى شساعة مساحة مناطقها الصحراوية المواتية للإشعاع الشمسي، وكذا نوعية نسبة السيليسيوم في رمال المنطقة، وتوفرها على الكفاءات العلمية والبشرية.

ويذكر أن المشروع قد إعتمد شهر أوت 2010 بالتوقيع على إتفاقية بين كل من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي وجامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف بوهران، والوكالتين اليابانيتين " جي.أي.سي.أ" و " جي. أس.تي.أ." وأن هذا المشروع يتعلق بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية سيتم نقلها إلى الشمال عبر كوابل تحول دون ضياع الطاقة، وحددت فترة تجسيد المشروع بـ 5 سنوات، على أن يتكفل الطرف الياباني بتمويلها وبشكل كلي بغلاف مالي قدره 5 ملايين دولار، كما ستستفيد جامعة وهران من هبة ممثلة في تجهيزات ودورات تكوينية وبمساهمة دائمة للخبراء، بينما ستحتضن كل من جامعة سعيدة ومركز البحث في الطاقة الشمسية بأدرار بأرضيات تكنولوجية من أجل إنجاز لوحات لتوليد الطاقة الشمسية وإستغلال الطاقة المنتجة.²

ويندرج هذا المشروع في إطار أهداف التنمية المستدامة بإعتبار أنه سيسمح بإيصال وإستغلال الطاقة المنتجة بالجنوب نحو الشمال قصد تزويد محطات تحلية مياه البحر، كما أن الغرض من ذلك هو وضع أسس للتنمية المستدامة ترتكز على مفهوم "أس.أس.بي" مع تعزيز برنامج البحث حول نظام عالمي جديد للتموين بالطاقة، في إطار برنامج حكومي ياباني يرمي إلى ترقية البحث المشترك الدولي الذي يستهدف إعداد حلول تكنولوجية على غرار الكابلات الفائقة التوصيل التي سيتم إستخدامها لنقل الطاقة الكهربائية. حيث يشكل هذا البرنامج نموذجا مرجعيا في إطار رؤية مستقبلية مسطرة، حيث تم برمجتها توسعها على الصعيد العالمي في آفاق 2050.

وأهم ما يسجل حول إقامة البرنامج الجزائري الياباني " صحراء صولار بريدر" ما يلي:³

1. البرنامج الجزائري الياباني "صحراء صولار بريدر" (أس.أس.بي) نموذج لشراكة ترتكز على نقل التكنولوجيا: يشكل برنامج " صحراء صولار بريدر" (أس.أس.بي) الذي يندرج في إطار التعاون العلمي الجزائري الياباني نموذجا للشراكة الجزائرية اليابانية المبنية على نقل التكنولوجيا، فهو يرتكز على حلول مبتكرة، فمنذ إطلاقه سمح هذا البرنامج للجامعة الجزائرية بالإستفادة من مكسبات هامة في ما يخص البحث والتكوين والتجهيزات.

¹ مسعودة راهمية، مشروع "أس.أس.بي" للطاقة الشمسية مع اليابان نموذج للشراكة الناجحة، متاح على الموقع:

http://www.vitamedz.com/Article/Articles_18300_2783753_0_1.html (consulté le 7/7/2017)

² ق.إ، مشروع تعاون جزائري-ياباني تطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية، مؤسسة صحراء صولار بريدر، متاح على الموقع:

<http://www.ssb-foundation.com/press.html> (consulté le 7/7/2017)

³ كافي فريدة، الإستثمار في الطاقة المتجددة كمدخل لدفع عجلة التنمية المستدامة في الجزائر- مع الإشارة إلى مشروع صحراء صولار بريدر-، نشرة الطاقات المتجددة، العدد رقم 02، مركز تنمية الطاقات المتجددة، الجزائر، 2002، ص26، 27. (بتصرف)

وعملا بهذا البرنامج سيتم إستخراج مادة السيليسيوم من الرمال وإستعمالها في توليد الكهرباء الذي يمكن إستعماله في المنازل وحتى في المؤسسات والإدارات، وهذا يتوقف على حجم المحطات التوليدية وتكنولوجياها العالمية. إن البداية ستكون في ولاية سعيدة بإنشاء محطة تجريبية تعمل بالتنسيق مع مركز البحث بجامعة وهران، وهناك محطة ثانية وهي ممولة من طرف مديرية البحث العلمي بالجامعة ومركز البحث حول الطاقات المتجددة بأردار، وإستمرت مدة البحث والتجريب على مدار 5 سنوات، من أجل توليد طاقة تبلغ 100 مليار واط من الطاقة الفولتوضوئية لغاية آفاق 2050. ورغم أن تكلفة البحث والتركيب ربما تكون كبيرة لكن تكلفة إستخراج السيليسيوم زهيدة مقارنة بإستخراج الطاقات التقليدية.

2. تقنية إنتاج مادة السيليسيوم الداعم القوي لمشروع صحراء صولار بريدنر من الناحية الإقتصادية في الجزائر: تم بجامعة العلوم والتكنولوجيا بوهان إعداد تقنية جديدة لإنتاج مادة السيليسيوم حسبما أعلنه مدير البرنامج الجزائري الياباني " صحراء صولار بريدنر"، حيث أوضح بأن رمال الجزائر تتوفر على السيليسيوم بنسبة 71% مما يجعلها الأهم في العالم، حيث أن إستغلال هذه المادة سيسمح بتطوير صناعة الألواح الشمسية بالجزائر وهو يرفعها بذلك إلى مصاف الممول الرئيسي لها بالنظر إلى توفرها على المواد الأولية.

وتتمثل التقنية في إستخراج السيليسيوم الذي تحتويه الصخرة المسماة " دياتومي" والمتوفرة بكمية معتبرة بمنطقة سيق بمعسكر، وقد تم وضع هذه التقنية من قبل فريق من الباحثين بمخبر الإلكترونيك المجهريه وعلوم المواد يشرف عليه أستاذ متخصص بجامعة وهران.

ويعتبر السيليسيوم المستخرج من الرمال أساسا مادة تدخل في مكونات الخلايا الضوئية التي تسمح بإلتقاط الإشعاع الشمسي للتحويل الى طاقة كهربائية، ويركز برنامج: لآس.أس.بي" على إستغلال الطاقة الشمسية إنطلاقا من الطبقات الضوئية، وتكمن أهمية إستغلال صخرة " دياتومي" في المخزون المعتبر من هذه المادة والمقدر بحوالي 6 ملايين طن بمنطقة سيق، بينما لا يتعين توفير سوى الثلث من هذه الإمكانيات لإنتاج 100 جيغاواط، وهي قدرات هامة وإقتصادية.

وإستفادت جامعة العلوم والتكنولوجيا بوهان التي تعتبر الشريك الرئيسي في برنامج " آس.أس.بي" من جهاز متطور من شأنه ضمان أقصى قدر من النقاء للسيليسيوم المستخرج، يعتمد عليه لدراسة رمال منطقة أدرار، وقد تم ضبطه من قبل الشركاء اليابانيين.

كما أن برنامج التعاون الجزائري الياباني " صحراء صولار بريدنر" سوف يؤدي إلى تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية بالجزائر بطريقة مطابقة تماما لبروتوكول كيوتو، الرامية إلى التقليل من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري بهدف مكافحة التغيرات المناخية. وسيكون لهذا المشروع أثر إيجابي على الأصدقاء الإقتصادية والإجتماعية، من خلال تطبيقاته لفائدة مختلف مجالات الصناعة وآثاره فيما يخص خلق مناصب الشغل، نظرا لطابعه المتعدد التخصصات والذي سيحدث بالتأكيد تغييرات في النماذج الطاقوية.

3. خصوصيات برنامج "صحراء صولار بريدنر" دعمت نجاح الشراكة الجزائرية اليابانية: وافق الشريك الياباني على نقل التكنولوجيا وهذا جانب مهم جدا للطرف الجزائري، وقد تم ذلك بالفعل على مستوى جامعة العلوم

والتكنولوجيا بوهران من خلال تجهيزها بأحدث التكنولوجيا في ميدان تصنيع الخلايا الشمسية، مع ضمان التكوين المستمر والعالي للخبرات الجزائرية، وكذا إنجاز مصنع لإنتاج السيليسيوم لتصنيع الألواح الشمسية بسعيدة، كما حل هذا المشروع مشكل النفقات الزائدة، إذ تحملت اليابان كل تكاليف الدراسة والإنجاز، كما أن الطرف الياباني يمتلك التقنية العالية التي تسمح بنقل التيار المولد من الألواح الشمسية إلى مناطق مختلفة. كما يهدف المشروع إلى تنمية المنطقة من خلال الإستثمار في الميدان الزراعي، حيث تخصص جزء من الطاقة المنتجة إلى تصفية ماء البحر الذي سيستعمل في سقي المزروعات، وبالتالي دعم توفير مناصب الشغل في الميدان الزراعي والصناعي والتحويلي، حيث ستستفيد الجزائر من تجسيد المشروع بإمكانها من أحد أهم مصادر الطاقات المتجددة وهي الطاقة الشمسية، في حين أن فائدة الشريك الياباني سوف تكون في الميدان الزراعي من خلال تقاسم الأرباح، وفي الأخير يمكن القول أن مشروع " صحراء صولار بريدر " يمثل فعلا الشراكة الحقيقية بين الدول النامية (لجزائر) والدول المتقدمة (اليابان) أي في صيغة الشراكة رابع رابع.

ثالثا: مشروع برج الطاقة الشمسية

يعتزم معهد الطاقة الشمسية لمنطقة "جوليف" الألمانية إنجاز برج لتوليد الطاقة الشمسية بجامعة سعد دحلب بالبلدية في إطار التعاون بين المديرية العامة للبحث العلمي والتطوير التكنولوجي ومعهد الطاقة الشمسية "جوليف" المتخصص في التصميم والمتابعة العلمية للأبراج المولدة للطاقة الشمسية. وقد تم إختيار جامعة سعد دحلب لإقامة هذا البرج لتوفرها على أرضية تتراوح مساحتها بين 15 و 20 هكتار تتناسب مع هذا النوع من المشاريع، إلى جانب وجود عدد هام من الباحثين على مستوى كل من المديرية العامة للبحث وجامعة البلديّة، وستمول دراسة إنجاز هذا المشروع المقدرة كلفته بـ 100 مليون دينار جزائري في حدود 80% من الطرف الألماني، فيما تقدر الكلفة الإجمالية للمشروع بـ 30 مليون أورو، ويعد برج توليد الطاقة الشمسية هذا فريدا من نوعه على المستوى القاري والثاني في العالم، وسيتم تشغيله وفق التقنية المعتمدة في تسيير برج "جوليف" الألمانية، وسيجمع هذا المشروع في تشغيله بين إستعمال الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي، مما سيسمح له بتطوير أساليب إضافية مثل التبريد بواسطة الطاقة الشمسية ومعالجة الماء وتحلية مياه البحر وإنتاج الحرارة الصناعية، علاوة عن توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.¹

رابعا: مشروع " أطلس واحد" للطاقة الشمسية بقدره إنتاج 4050 ميغاواط

أطلقت الجزائر نهاية شهر مارس 2017 بمعية وزارة الطاقة المناقصة المتعلقة بالمشروع الضخم المتمثل في توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية بطاقة إنتاج تقدر بنحو 4050 ميغاواط، ويتضمن المشروع الذي قسم إلى ثلاثة حصص بـ 1350 ميغاواط لكل حصة، جزأين طاقتي و آخر صناعي، إذ ينتظر إنجاز عدة محطات لتوليد الكهرباء على مستوى الهضاب العليا وفي الجنوب حيث تتوفر البلاد على مؤهلات مهمة في مجال الطاقة الشمسية، وسيتم إنجاز محطات توليد الطاقة الشمسية في عدة ولايات على غرار بشار والوادي وورقلة وبسكرة والجلفة ومسيلة، حيث أن معدل إنتاج

¹ <http://www.djazair.com/elyawm/2176> (consulté le 18/05/2017)

كل محطة سيتجاوز الـ 100 ميغاواط، وبخصوص الشق الصناعي للمشروع تعتمد شركة هندسة الكهرباء والغاز إنجاز مصنع أو عدة مصانع لإنتاج العتاد والتجهيزات المخصصة لهذه الوحدات محليا.

وسيساعد دخول هذا المشروع الطموح حيز التشغيل على تقليص بشكل ملحوظ حجم إستهلاك الغاز الذي يستعمل في إنتاج الكهرباء في الجزائر. حيث ستعمل محطات توليد الطاقة الشمسية في النهار بالتناوب مع محطات الغاز وستسمح بذلك بإقتصاد كميات معتبرة من الطاقة، وإسترجاع أحجام مهمة من الغاز الموجهة لإنتاج الكهرباء من خلال إعادة توجيهها نحو التصدير. وسيتم توزيع رأس المال الإجماعي لكل شركة مشاركة في المشروع طبقا للتنظيم المسير للإستثمار الأجنبي والذي يمنح مساهمة بنسبة 51% للمستثمر الوطني و49% للشريك الأجنبي. وستشارك سوناتراك في المشروع الطاقوي بمساهمة نسبتها 40% في كل شركة في إطار هذا المشروع في حين ستشارك شركة سونلغاز والشركات العمومية والخاصة الوطنية بنسبة 11%، كما تم تحديد أقصى نسبة للمساهمة في رأس مال كل شركة في إطار هذا المشروع بـ 6% بالنسبة للشركات الخاصة الجزائرية.¹

خامسا: تقنية إحلال الطاقات التقليدية بطاقة المركبات الشمسية

تهدف هذه التقنية إلى العمل على إقامة البنى التحتية اللازمة لتطوير معدات إنشاء محطات توليد الطاقة الشمسية باستعمال لاقطات CSP من أجل إحلال الطلب المحلي على الطاقة التقليدية بالطاقة الشمسية والتصدير في المستقبل، حيث تعد من أحدث التقنيات في مجال ترقية الكفاءة الإستغلالية للطاقة الشمسية لإستخلاف الطاقات التقليدية الملوثة للبيئة، وقد تم إنشاء أول محطة هجينة في العالم تعمل بالغاز الطبيعي والطاقة الشمسية بحاسي الرمل في الجزائر، إستلمت في جوان 2011 وبتكلفة قدرت بـ 315 مليون أورو، في إطار الشراكة الجزائرية مع مجمع ABENER الإسباني، حيث تساهم الطاقة الشمسية في إنتاج 25 ميغاواط من أصل طاقة إجمالية للمحطة تقدر بـ 150 ميغاواط، وتقوم المحطة ببيع الكهرباء المولد من المصادر الهجينة لمجمع سوناتراك الجزائري.²

كما تم إنجاز مشاريع أخرى عديدة مدرجة ضمن برامج وطنية كالبرنامج الوطني للربط بالكهرباء، برنامج الهضاب العليا المسند للمحافظة السامية لتطوير السهوب، المشاريع المنجزة من طرف سوناتراك وغيرها نذكر منها:

- تزويد 18 قرية بالكهرباء في الجنوب الكبير بواسطة نظم شمسية كهروضوئية 1998-2000؛³
- إنجاز محطة إنارة فوتوفولطية صغيرة موصلة بشركة الكهرباء الوطنية تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة سنة 2004؛
- تجهيز كل من المدرسة التقنية بالبليدة ومركز التكوين المهني بين عكنون بسخانات الماء الشمسية؛
- إنجاز محطة هجينة شمسية - ديزل بطاقة 13 كيلواط بولاية إليزي؛

¹ أكثر من 34 شركة دولية مهتمة بمشاريع الطاقة الشمسية بالجزائر، متاح على الموقع:

<http://www.eco-algeria.com/content> (Consulté le 17/06/2017)

² Programme des énergies renouvelables, disponible sur site : <http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=34> (Consulté le 12/05/2015)

³ L'expérience des 20 villages du sud Algerien: <http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=36> (Consulté le 17/05/2016)

- تزويد 10 مناطق معزولة ونائية بولاية تندوف بـ 300 نظام شمسي كهروضوئي بغلاف مالي 106 مليون دج؛

- توزيع نظم طاوقية شمسية سنة 2012 على 495 منزل من سكان المناطق المعزولة بولاية إليزي بغلاف مالي 210 مليون دج؛

- إنطلاق مجمع كوندور للإلكترونيات ببرج بوعريبرج سنة 2013 في صناعة الألواح الشمسية الكهروضوئية بطاقة 50 ميغاواط سنويا بإستثمار بلغ 950 مليون دج.¹

و بالرغم من تعدد المشاريع المعلن عليها في الجزائر في مجال الطاقة الشمسية، إلا أن الواقع يكشف محدودية تنفيذ أغلبيتها، لذلك على السلطات الوصية التعامل بجدية في تجسيد مثل هكذا مشاريع لأنه لجال للتماطل أكثر، فالبترو ينضب والإقتصاد الجزائري على المحك، كما يجب على الدولة الجزائرية الإقتضاء وأخذ الأفكار والعبر من تجارب دول في العالم إستطاعت صنعت لنفسها مكانة متميزة في مجال الطاقات المتجددة وأصبحت نماذج يحتدى بها.

المطلب الثاني: نماذج وتجارب لدول متقدمة في إستغلال الطاقة الشمسية

سعيها منها لتحقيق الإستغلال الأمثل للإمكانات المتاحة من الطاقة الشمسية من أجل المساهمة في توفير الإمداد الطاقوي بغية تلبية الطلب المتزايد على الطاقة من جهة، وللحد من الإنبعاثات الكربونية من جهة أخرى، تتقدم الدول المتطورة مصاف دول العالم في الإهتمام بهذا المجال، من خلال تكثيف جهودها البحثية والتطويرية المتعلقة بمجال إستغلال الطاقة الشمسية، حتى تتمكن من النهوض بهذا القطاع إستجابة لمتطلبات وضوابط التنمية المستدامة. ومن خلال هذا المطلب، سنحاول إلقاء الضوء على نموذجين أو تجربتين رائدتين في مجال إستخدام الطاقة الشمسية للدول المتقدمة، وهما: ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية.²

أولا: النموذج الألماني من خلال نزعة المحطات الشمسية وتجربة قرية فيلدهايم

لا تعتبر ألمانيا دولة مشمسة بالأساس، إذ يبلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس بها نحو 1550 ساعة سنويا ويبلغ الإشعاع الشمسي لديها ما يقرب من 1000 كيلواط في المتر مربع سنويا، ويشتد الإشعاع الشمسي كلما إتجهنا للجنوب، وتعتبر ولاية بافاريا أكثر الولايات الألمانية من حيث متوسط عدد ساعات سطوع الشمس بها والذي قد يصل إلى 1709 ساعة سنويا،³ وتعتمد ألمانيا في إنتاج الطاقة الشمسية على تكنولوجيا الطاقة الشمسية الفوتوفولطية إذ تعد هذه الأخيرة التقنية الأكثر إنتشارا بها، وتستطيع الألواح لفوتوفولطية في الأيام المشمسة تغطية

¹ وفاء شماني، سمية لوكيز، تحقيق التنمية المستدامة بين إحلال الطاقات المتجددة والدور المأمول للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الجزائر، مداخلة ضمن الملتقى الوطني الثاني حول التنمية البديلة لقطاع المحروقات في الجزائر 7-8 مارس 2016، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة محمد البشير الإبراهيمي، برج بوعريبرج: الجزائر، 2016، ص8.

² معتر عزت عبد الغني الشيمي، الإقتصاد الأخضر: نحو إمكانية إستخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة (بالنظير على مصر)، رسالة ماجستير في الإقتصاد، جامعة القاهرة، 2015، ص41-58. (بتصرف)

³ Bundesministerium Für Verkehr und Digitale Infrastruktur, **Ausgabe der Sonnenscheindauer Für Die Einzelnen Bundesländer und Deutschland**, 2015, available online : http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_result_page&sbSearchDocId=809418 (visited 29/05/2017)

35% من إجمالي الطلب على الكهرباء، وفي العطل الرسمية قد تصل النسبة إلى 50%، كما توجد تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية بألمانيا إلا أنها أقل إستخداما مقارنة بنظيرتها الفوتوفولطية.¹

وقد إحتلت ألمانيا مراكز الصدارة على مستوى العالم في القدرات المركبة من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية لعدة سنوات متتالية، إذ بلغ إجمالي القدرات المركبة منها 41.3 جيغاواط نهاية سنة 2016، موزعة على أكثر من 1.5 مليون نظام فوتوفولطي في جميع أنحاء الدولة، بدءا من الأسقف الشمسية على أسطح المباني وحتى محطات الطاقة الشمسية الكبيرة، وذلك يرفع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في ميزان الطاقة بألمانيا إلى ما يزيد عن 31% كما تستهدف الحكومة الألمانية أن تصل النسبة إلى 45% بأفاق 2040،² وهذا ما جعلها تتفوق على منافسيها الدوليين في مجال الطاقة الشمسية كالولايات المتحدة الأمريكية واليابان وإيطاليا، وتعد ألمانيا من أكبر الدول المستخدمة للطاقة في العالم ويعتمد نحو ثلثي الإستهلاك الحالي للطاقة الأولية فيها على إستيراد الفحم والغاز الطبيعي واليورانيوم، لذا سيساهم التحول نحو إستخدام الطاقات المتجددة في خفض الواردات الألمانية من الطاقة الأحفورية والنووية مما ينعكس إيجابيا على وضع الميزان التجاري للدولة، إضافة إلى تجنب التذبذبات وإرتفاع أسعار البترول والغاز، كما يساعد في الحد من التبعية الإقتصادية للدول البترولية ويحافظ على البيئة من التلوث الناجم عن إستخدام الوقود الأحفوري، إذ تعتبر معدلات الإنبعاثات الكربونية للفرد فيها من بين أعلى المعدلات في الإتحاد الأوروبي بإعتبارها أكبر الإقتصادات الأوروبية.³ كل ذلك دفع بالحكومة الألمانية إلى رسم خطط ووضع إستراتيجيات وطنية للتوسع في إستخدام الطاقات المتجددة من أجل رفع نسبة مساهمتها في إنتاج الطاقة الأولية، حيث سطرت مثلا للوصول إلى 2.5 جيغاواط سنويا كقدرات مركبة للطاقة الشمسية الفوتوفولطية،⁴ وتعد سياسة الدعم التي طبقت في أوائل التسعينات من الآليات التي زادت من الجاذبية الإقتصادية لإستخدام الطاقة النظيفة وخاصة الشمسية منها، إذ شرعت الحكومة في تنفيذ برنامج تعريفية التغذية والذي يضمن تعريفية ثابتة لإستخدام الطاقة الشمسية لكل كيلوواط ساعي لمدة تزيد عن 20 عاما، مع تخفيض التعريفية بنسبة 5% للأنظمة الجديدة.⁵

كما تتعدد مشروعات الطاقة الشمسية بألمانيا، إذ تنتشر بكافة ولاياتها الألواح الفوتوفولطية في صورة محطات كبيرة ومتوسطة وصغيرة، مما يساهم في الحد من الإنبعاثات الكربونية المرتفعة، ويخفف الإعتماد على الطاقات الأحفورية والنووية، وللتعرف على أهم محطات الطاقة الشمسية الفوتوفولطية المشيدة على الأراضي الألمانية نورد الجدول التالي:

¹ Wirth, H, **Recent Facts about Photovoltaics in Germany**, Fraunhofer Institute for Solar Energy System (ISE), 2015, p5.

² REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p65, 187.

³ Hanson, S., **Germany's Green Economy Strategy**, World Resources Institute, 2010, available online: <http://www.wri.org/blog/2010/09/germanys-green-economy-strategy>, (visited 12/05/2017).

⁴ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p65.

⁵ Yilmaz, B., and others, **Photovoltaic Solar Power Energy Report – Europe**, 2013, p6.

الجدول رقم (13.4): أكبر عشرة محطات للطاقة الشمسية الفوتوفولطية بألمانيا

| سنة الإنجاز | قدرتها (ميغاواط) | مقرها (ولاية) | إسم المحطة |
|-------------|---------------------|------------------|---|
| 2012 | 166 | براندنبورغ | Meuro Photovoltaic Power Station |
| 2012 | 145 | براندنبورغ | Neuhardenberg Solar Park |
| 2012 | 128.5 | براندنبورغ | Templin Solar Park |
| 2011 | 91 | براندنبورغ | Briest Solar Park |
| 2011 | 84.7 | برلين | Finow Tower Solar Park |
| 2011 | 83.6 | هولشتاين | Eggebek Solar Park |
| 2011 | 82 | براندنبورغ | Senftenberg Solar Park |
| 2010 | 80.7 | براندنبورغ | Finsterwalde Solar Park |
| 2011 | 71.8 | براندنبورغ | Lieberose Photovoltaic Park |
| 2011 | 67.8 | براندنبورغ | Alt Daber Solar Park |

Source: Yilmaz, B., and others, **Photovoltaic Solar Power Energy Report – Europe, 2013**, p16, 17.

إن المحطات الشمسية الفوتوفولطية الموضحة في الجدول السابق لعينة فقط للعديد من المحطات الأخرى المنتشرة على كامل تراب الدولة الألمانية، إلى جانب الأسقف الشمسية المتموضعة على أسطح المباني الحكومية والسكنية والتجارية، حيث أن نحو 90% من الطاقة الشمسية المنتجة بألمانيا يتم الحصول عليها من خلال الأسقف الشمسية كما أصبحت تلك الأسقف مصدرا للكسب، إذ يتم بيع الفائض من الكهرباء الناتجة عن الألواح الفوتوفولطية للشبكة العامة. وقد تم تعديل القانون المتعلق بالتخطيط العمراني حيث تم تخفيف إجراءات إستخراج تراخيص المحطات، مما شجع على إنتشار الأسقف الشمسية بدرجة كبيرة.¹

ولإشارة فألمانيا تملك أكبر محطة للطاقة الشمسية في أوروبا مصممة على هيئة أسقف شمسية، تسمى محطة "راين نيكار"، وتتموضع تلك المحطة على سطح أحد مراكز التوزيع اللوجستي "Pfenning" بمنطقة هديسهامين وقد تم تدشين المحطة على مساحة 11 هكتار، وتحتوي على 33 ألف لوحا فوتوفولطيا، ويبلغ قدرتها نحو 8 ميغاواط، وتزود حوالي 1846 منزلا بالطاقة الكهربائية سنويا.²

كما تنتشر فكرة وثقافة إستخدام مكيفات الهواء التي تعمل بالطاقة الشمسية بالعديد من الولايات الألمانية، حيث تتميز تلك المكيفات بسهولة التصميم والقدرة على خفض درجة الحرارة في المناطق ذات الحرارة المرتفعة، وفي هذا الإطار تقوم شركة Thermodyna بولاية هامبورغ على إقامة محطة شمسية للتبريد والتكييف، والتي تقدم خدماتها للمباني بتكلفة منخفضة تقدر بنحو 5 سنت للكيلوواط ساعي/يوم، مقارنة بالطرق التقليدية للتكييف والتي تكلف

¹ Yirka, B., **Germany sets record for peak energy use - 50 percent comes from solar**, Phys.Org, 2014, available online : <http://phys.org/news/2014-06-germany-day-energy-percent-solar.html> (visited 27/05/2017)

² Brown, N., **Largest Solar Rooftop in Europe Complete, in Germany!**, Clean Technica, 2013, available online : <http://cleantechnica.com/2013/08/17/largest-solar-rooftop-in-europe-complete-in-germany/>, (visited 15/05/2017)

نحو 14 سنت للكيلوواط ساعي/ يوم، كما تقوم ألمانيا بتشجيع إستخدام المكيفات الشمسية من خلال الدعم الذي يمنحه بنك التنمية الألماني، والذي قد يصل إلى 30% من إجمالي تكاليف الإستثمار، وقد تم إبتكار نظام شمسي لأغراض التكييف من خلال مركز بافاريا لبحوث الطاقة، ويعمل هذا النظام على إمداد أجهزة التبريد والتكييف بالكهرباء اللازمة للتشغيل من خلال الأسقف الشمسية بدلا من إستخدام الوقود الأحفوري.¹

وعلى الرغم من تعدد الأنهار بألمانيا، إلا أنها دُتبت على الإستغلال الأمثل للطاقة الشمسية المتاحة على أراضيها من حيث إستخدامها في تحلية مياه البحار، وفي هذا المجال إستطاع الباحثون بمعهد يوليش للطاقة الشمسية بألمانيا إبتكار طريقة فعالة لتحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية، حيث يصل معدل إنتاج المياه المحلاة إلى 15 لتر/ متر مربع/يوميا، ثم طورت تقنية التقطير بالأغشية لترتفع كمية المياه المحلاة إلى 20 لتر/ متر مربع/ يوميا، والأبحاث لا تزال مستمرة للإستفادة من الطاقة الشمسية ولتوفير المياه بكفاءة أعلى وتكلفة أقل.²

وإضافة إلى ذلك تشهد العديد من القرى الألمانية تجارب نموذجية رائدة في الإستغلال الأمثل للطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية، ومن بين تلك التجارب نذكر قرية فيلدهام كنموذج لقرية إستطاعت أن تغطي حاجياتها الطاقوية بنسبة 100% من الطاقات المتجددة.

1. تجربة فيلدهام: تقع قرية فيلدهام، بولاية براندنبورغ على بعد 60 كلم من جنوب برلين عاصمة ألمانيا وتعتمد القرية على المصادر المتجددة من رياح وشمس ووقود حيوي للحصول على الطاقة، حيث تزود نحو 37 منزلا بالكهرباء دون إستخدام الوقود الأحفوري، وبذلك تعتبر قرية فيلدهام مثالا جيدا لقرية خالية من الإنبعاثات الكربونية.³

في عام 1995، قرر الفلاحون تأجير مزارعهم للشركات الراغبة في إنشاء توربينات رياح بقرية فيلدهام في مقابل الحصول على ريع كدخل إضافي لهم. فقامت شركة "Energiequelle GmbH" بتدشين العديد من طواحين الهواء والتي وصل عددها إلى 43 طاحونة تنتج نحو 74.1 ميغاواط من الكهرباء سنويا، ولأن القرية تحتاج إلى طاحونة واحدة فقط لإشباع إحتياجاتها من الطاقة بجانب مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، يتم بيع الفائض إلى الشبكة العامة.⁴ وفي عام 2008 قامت نفس الشركة بتدشين 9844 لوحا فوتوفولتيا لإنتاج 2.25 ميغاواط من الكهرباء سنويا، وفي نفس العام إشتكت قرية فيلدهام مع شركة لبناء محطة للغاز الحيوي تحول فضلات الخنازير ومخلفات الذرة إلى طاقة حرارية وتنتج المحطة 400 كيلوواط من الكهرباء سنويا.⁵

¹ Rentzing, S., **Solare Kühlung: Kälte, die aus der Sonne kommt**, Spiegel Online Wirtschaft, 2009, available online : <http://www.spiegel.de/wirtschaft/solare-kuehlung-kaelte-die-aus-der-sonne-kommt-a-630782.html>, (visited 15/05/2017)

² Müller-Holst, H, **Solare Entsalzung als Option einer künftigen Wasserversorgung**, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie Dachverband, 2012, available online : http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&view=article&id=296&Itemid=113, (visited 20/05/2017)

³ Pauls, K., **Tiny German Village a model in Country's energy revolution**, 2013, p1.

⁴ Energy Transition, **Renewables Power a Rural German Village**, 2014, available online : <http://energytransition.de/2014/03/renewables-power-rural-german-village> (visited 11/04/2017).

⁵ Neue Energien Forum Feldheim, **Photovoltaics**, 2013, available online : <http://www.neue-energien-forum-feldheim.de/index.php/en/self-sufficient-village/photovoltaics>, (visited 15/04/2017).

وفي عام 2009 تمكنت فيلدهايم من إنتاج كل إحتياجاتها من الطاقة من خلال المصادر المتجددة، ورغبة من المواطنين في الإستقلال عن الشركة القابضة الأوروبية للكهرباء "E.O.N"، دفع كل منهم 3000 يورو لإنشاء شبكة محلية بالقرية، وساعدهم في ذلك شركة "Energique GmbH" كما حصلوا على تمويل من الإتحاد الأوروبي وإعانات من الحكومة الألمانية بلغت نحو 850 ألف يورو، وقد تم بناء الشركة في عام 2010 والتي جعلت فيلدهايم أول قرية ألمانية تملك شبكة محلية صغيرة خاصة بها، ويدفع سكان فيلدهايم حاليا تعريفة كهرباء أقل بنسبة 31% من تعريفة شركة "E.O.N".

وعلى الرغم من إرتفاع معدل البطالة في القرى المجاورة لقرية فيلدهايم إلى ما يزيد عن 30%، إستطاعت فيلدهايم القضاء على مشكلة البطالة تماما كما تعتبر القرية من أكثر المناطق الألمانية إستقبالا للسياح الأجانب المتوافدين من جميع أنحاء العالم للإطلاع على القرية التي تعتمد كلية على الطاقة المتجددة، حيث يزورها نحو ثلاثة آلاف سائح سنويا¹ وتعتبر قرية فيلدهايم أول قرية ألمانية تخلو تماما من الإنبعاثات الكربونية ونفايات الوقود الأحفوري، وتعتمد بالكامل على مصادر الطاقة المتجددة مما يحد من التدهور الإيكولوجي بها.

وفي هذا الإطار أشارت الهيئة الإتحادية الألمانية للبيئة "Umweltbundesamt" إلى إستراتيجية ثلاثية المحاور لتحقيق الإمداد بالطاقات الخضراء وتخفيض الإنبعاثات الكربونية إلى أدنى مستوياتها على كامل التراب الألماني، وأولا أن تسعى كل الولايات لإستغلال الطاقات المتجددة المتاحة لديها للإستغلال الأمثل، ثانيا تبادل الولايات الطاقات المتجددة المتاحة بحيث يتم تغطية عجز كل ولاية من فائض الولايات الأخرى، وأخيرا يتم إستيراد الطاقة في أضيق الحدود من دول الجوار.²

2. عوامل نجاح وتطور صناعة الطاقات المتجددة - منها الطاقة الشمسية- بألمانيا: تعددت العوامل والأسباب التي ساعدت ألمانيا في المضي قدما في مجال الطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية، والتي أثرت في كفاءة القطاعات المتعلقة بهذا المجال، ومن أهم هذه العوامل نذكر التالية:³

- **التنفيذ الجاد للإجراءات والخطط المتعلقة بالطاقة المتجددة:** حيث إعتمدت الحكومة الألمانية على سياسات وتشريعات وخطط وطنية فعالة ومستقبلية، وتتميز هذه الخطط بالإبتكار والقدرة على التكيف والإستمرارية مع المتغيرات، وما يميزها أيضا إمكانية التنفيذ الفعلي على أرض الواقع، فضلا عن طموحاتها ومواجهتها للمعوقات بالحلول والتطوير، ووضعها في إطار زمني يمتد لفترات قصيرة وطويلة المدى مراعية فيها كل التطورات المستقبلية للمصادر وإكتشافاتها وتقنياتها؛

- **دعم وتمويل مشاريع الطاقة المتجددة:** تدعم الحكومة الألمانية مشاريع الطاقة المتجددة، وتقوم بتمويلها من خلال العديد من الآليات والوسائل منها: قانون دعم الإستثمار في الطاقات المتجددة، توفير القروض ذات

¹Energy Transition, **Renewables Power a Rural German Village**, 2014, available online: <http://energytransition.de/2014/03/renewables-power-rural-german-village/>.(visited 15/04/2017).

² Hanson, S., **Germany's Green Economy Strategy**, World Resources Institute, 2010, available online: <http://www.wri.org/blog/2010/09/germanys-green-economy-strategy>, (visited 12/05/2017).

³ سارة محسن العتيبي، التحول الإقتصادي الأخضر ودور السياسات الوطنية لتحقيق النمو المستدام (السعودية والإمارات خطط طموحة وتجارب عالمية)، المؤتمر الدولي السنوي الحادي والعشرون: الطاقة بين القانون والإقتصاد، كلية القانون، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ماي 2013، ص111، 114.

الفوائد المنخفضة لمشاريع الطاقة المتجددة، تأمين الطاقة تحت ما يسمى الورقة الخضراء فضلا عن إعتقاد قانون تغذية الشبكات، وغيرها من الآليات التمويلية؛

- **إنتشار مراكز البحث والتطوير لتكنولوجيات الطاقة المتجددة:** تلعب ألمانيا دورا رائدا ومهما في مجال تكنولوجيات الطاقة المتجددة، حيث يعود هذا النجاح إلى إعتبارها لعاملتي البحث والتطوير حجر الزاوية الذي بنت عليها مستقبلها الإقتصادي الأخضر، حيث عمدت إلى الإهتمام بالبحث العلمي وأسست بذلك عددا كبيرا من مؤسسات التعليم العالي، والتي أصبحت توفر أكثر من 144 تخصصا حول طاقة الرياح، تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الحيوية... الخ.¹ وفي جانب آخر دعمت الحكومة الألمانية قطاع البحث والتطوير للطاقة المتجددة وقامت بتعزيز التطورات في مجال التكنولوجيا والبنية التحتية؛

- **سياسة فرض الضرائب:** للسياسة الضريبية دور مهم في دعم نجاح قطاع الطاقة المتجددة في ألمانيا، حيث تعتمد سياستها الضريبية لتحقيق مجموعة من الأهداف كحل لمشاكل بيئية ودعم التطور التكنولوجي، وتنوع سياستها الضريبية بين فرض الضرائب على سعر الكيلوواط ساعي، والإئتمان الضريبي والتموينات الخضراء وغيرها؛

- **الصناعة المحلية:** تكمن القوة الدافعة وراء إزدهار الطاقة المتجددة في ألمانيا في الصناعة المحلية التي تتمتع بالجودة والإبتكار والتقنية العالية وإرتفاع كفاءة منتجاتها، ويعود سر نجاحها في ذلك إلى تاريخها الطويل وخبرتها في مجال الهندسة الميكانيكية والإلكترونية التي وضعتها في مرتبة متقدمة.

إنطلاقا مما سبق ذكره، يمكن القول أنه على الرغم من ضعف الإمكانيات الطبيعية للطاقة الشمسية بألمانيا، إلا أنها تمكنت من الوصول إلى مراحل متقدمة في إستغلال القدرات المتاحة من هذه الطاقة، فهي بحق تعيش معجزتها الخضراء ويستحب أو يوصى الإقتضاء بها.

ثانيا: نموذج الولايات المتحدة الأمريكية من خلال تجربة كاليفورنيا

يعتبر النموذج الأمريكي في قطاع الطاقة المتجددة نموذجا رائدا، كون الولايات المتحدة الأمريكية إستطاعت أن تحقق أكبر رصيد من التجارب الناجحة في مجال الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية بلا منازع، وقد ساعدها في ذلك المناخ المشمس والإمكانات الشمسية الهائلة التي تمتلكها، حيث تحظى العديد من ولاياتها بقدر كبير من الإشعاع الشمسي، وخاصة المناطق التي تقع في الجنوب الغربي، ويبلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس بالولايات المتحدة الأمريكية نحو 2700 ساعة سنويا، وتعتبر ولاية أريزونا أكثر الولايات الأمريكية إسقبالا لأشعة الشمس حيث تستقبل ما يعادل 1.9 مليار ميغاواط ساعة من الطاقة الشمسية، ويصل متوسط عدد ساعات سطوع الشمس بها إلى 3806 ساعة سنويا،² وقد حافظت الولايات المتحدة الأمريكية على ريادتها في سوق الطاقة الشمسية سواء الحرارية أو الفوتوفولطية، بإحتلالها المرتبة الثانية على مستوى العالم في الإستثمار فيها بنهاية عام 2016، وإحتلت المرتبة الثانية من حيث إجمالي القدرات المركبة من الطاقة الشمسية الحرارية بعد أسبانيا حيث قدرت بنحو 1738

¹ مارتين أورت، علينا زيادة الفعالية، مجلة ألمانيا، العدد 02، دار نشر سوسي تيس، فرانكفورت، ألمانيا، 2008، ص 56.

² Stroud, M, **Solar Desalination in the Southwest United States**, M.Sc. Thesis, Department of Hydrology and Water Resources, the University of Arizona, 2012, p23.

ميغاواط نهاية سنة 2016، وحلت الولايات المتحدة الأمريكية في المركز الرابع من حيث إجمالي القدرات المركبة من الطاقة الشمسية الفوتوفولطية بعد كل من الصين واليابان وألمانيا، وذلك بقدرات تصل إلى 40.9 جيجاواط نهاية سنة 2016.¹

وقد أدركت الولايات المتحدة الأمريكية الخطر الكبير الذي بات يهدد أمنها ويسبب مزيدا من التدهور الإيكولوجي بها إذ أصبحت أكثر عرضة لتغيرات المناخ، وما يترتب عليها من آثار سلبية، وعليه فقد وضعت الدولة إستراتيجيات خاصة بتبني تكنولوجيات الطاقة النظيفة والتي تساعد في الحد من إنبعاثات الغازات الدفيئة، إذ يعتبر قطاع الطاقة أكثر القطاعات مساهمة في إنبعاث الغازات المسببة للإحتباس الحراري، وخلال السنوات الخمسة الأخيرة أحرز المبتكرون والمستثمرون بالولايات المتحدة الأمريكية تقدما ملحوظا في تطوير ونشر تكنولوجيا الطاقة النظيفة بدعم من الحكومة الأمريكية وسياستها المتعلقة بأمن الطاقة والحفاظ على البيئة، حيث خصصت وزارة الطاقة الأمريكية نحو 53 مليون دولار لدعم 40 مؤسسة متخصصة في البحث والتطوير والإبتكار في مجال الطاقة الشمسية لتقليل تكاليف إنتاجها، بما ينعكس على أسعارها ودرجة إنتشارها.² وتستهدف الوزارة أيضا من خلال مبادرة "SunShot" جعل أسعار الطاقة الشمسية تنافسية مقارنة بأسعار الطاقة الأحفورية، وذلك من خلال العمل على خفض أسعارها بنسبة 75% بين سنتي 2010 و2020، بما يساعد على رفع مساهمتها في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية بالولايات المتحدة الأمريكية، وتخفيض نحو 28% من إنبعاثات الغازات الدفيئة في أفق 2050.³

وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من الدول التي تتنوع فيها تقنيات الطاقة الشمسية المستغلة بين الفوتوفولطية والحرارية، حيث تمتلك الولايات المتحدة الأمريكية ما يزيد عن 1950 محطة للطاقة الشمسية، تتراوح بين الأحجام الكبيرة والمتوسطة والصغيرة (الجدول رقم "13.4" يوضح أكبر عشرة محطات بالولايات المتحدة الأمريكية)، بالإضافة إلى عشرات الآلاف من الأسقف الشمسية التي تغطي أسطح المباني حيث تعد أكثر التطبيقات إنتشارا في الولايات المتحدة الأمريكية، وإلى جانب إستخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء تستخدم في مجالات أخرى لأغراض تسخين المياه وتكييف الهواء، وإستخدامها في النشاط الزراعي والإنارة، إلى جانب إستخدامها لتحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p113, 170, 171.

² Energy Department, **Energy Department Announces \$53 Million to Drive Innovation, Cut Cost of Solar Power**, ENERGY.GOV, 2014, available online: <http://energy.gov/articles/energy-department-announces-53-million-drive-innovation-cut-cost-solar-power>,. (visited 01/05/2017).

³ Center for Sustainable Systems, **U.S. Renewable Energy**, University of Michigan, 2014, p1.

الجدول رقم (14.4): أهم محطات الطاقة الشمسية بالولايات المتحدة الأمريكية

| سنة الإنجاز | قدرتها (ميغاواط) | نوعها | الولاية | إسم المحطة |
|-------------|------------------|------------|------------|---|
| 2015 | 579 | فوتوفولطية | كاليفورنيا | Solar Star Projects |
| 2014 | 550 | فوتوفولطية | كاليفورنيا | Topaz Solar Farm |
| 2015 | 550 | فوتوفولطية | كاليفورنيا | Desert Sunlight Solar Farm |
| 2014 | 392 | حرارية | كاليفورنيا | Ivanpah Solar Electric Generating System |
| 1990 | 354 | حرارية | كاليفورنيا | Solar Energy Generating Systems |
| 2012 | 290 | فوتوفولطية | أريزونا | Agua Caliente Solar Project |
| 2013 | 280 | حرارية | أريزونا | Solana Parabolic Trough Palnt |
| 2015 | 250 | فوتوفولطية | نيفادا | Copper Mountain Solar Facility |
| 2013 | 250 | فوتوفولطية | كاليفورنيا | California Valley Solar Ranch |
| 2014 | 250 | حرارية | كاليفورنيا | Mojave Solar Project |

Source : - PV Resources, Large- Scale PV Power Plants, Top 50, 2015.

-U.S. Department of Energy, The Year of Concentrating Solar Power, 2014, p7 - 11

تجربة كاليفورنيا الرائدة في مجال إستخدام الطاقة الشمسية: تستهدف كاليفورنيا الحصول على ثلث إحتياجاتها من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول عام 2020، كما تستهدف الحصول على 30% من الكهرباء من خلال الطاقة الشمسية بحلول عام 2030، وبذلك تستطيع الولايات المتحدة الأمريكية ككل إنتاج ما يزيد عن 10% من إحتياجاتها من الكهرباء من الطاقة الشمسية، كما يمكن الحد من الإنبعاثات الكربونية بنحو 56 مليون طن متري سنويا، ومن ثم النجاح في تنفيذ خطة الطاقة النظيفة لوكالة حماية البيئة الأمريكية، والتي تستهدف خفض الإنبعاثات الكربونية في عام 2030 بنسبة 30% عن مستوياتها في عام 2005،¹ وتعتبر مقاطعة لوس أنجلوس أكثر المقاطعات بكاليفورنيا إمتلاكاً وإستغلالاً لإمكاناتها الشمسية الهائلة، فإستغلال 10% من إمكاناتها الشمسية قادرة على خفض الإنبعاثات الكربونية بنحو 2.5 مليون طن متري سنويا.²

وتنتشر بكاليفورنيا تطبيقات عديدة للطاقة الشمسية تساهم في مجموعها في تحقيق هدف الولاية المتعلق بالطاقة المستدامة، إذ تنتشر بها محطات تحلية مياه البحر بإستخدام الطاقة الشمسية من خلال تكنولوجيا التناضح العكسي الفوتوفولطي والتقطير الشمسي الحراري متعدد التأثير، حيث تم تدشين محطة لتحلية مياه البحر بإستخدام الطاقة الشمسية الحرارية وتدعى محطة WaterFX والتي تنتج نحو 14 ألف جالونا من المياه يوميا، وقد كلفت نحو مليون دولار، كما تستهدف كاليفورنيا توسيع المحطة ليلعب حجم إنتاجها مليوني جالونا يوميا، وذلك من خلال إضافة 36 وحدة تابعة لها بتكلفة تصل إلى 30 مليون دولار.³

¹ Environment California, 30% Solar in Reach for California, 2014, available online : <http://www.environmentcalifornia.org/news/cae/new-report-30-solar-reach-california>, (visited 10/05/2017)

² Environmental Defense Fund, Profile of Clean Energy Investment Potential Los Angeles, 2014, p6.

³ Fagan, K., California Drought: Solar Desalination Plant Shows Promise, SFGARE, 2014, available online: <http://www.sfgate.com/science/article/California-drought-Solar-desalination-plant-5326024.php>, (visited 10/05/2017)

فضلا عن محطات تحلية مياه البحر، تنتشر بكاليفورنيا فكرة تصفية مياه الصرف الصحي بإستخدام الطاقة الشمسية، حيث في هذا الإطار طورت شركة Medora دائرة تدعى "سولار بي" سنة 2001، وهي شكل دائري عائِم ببحيرات الصرف الصحي يعمل على معالجة تلك المياه بإستخدام الطاقة الشمسية، وتستطيع الدائرة نقل حوالي 10 آلاف جالونا من المياه في الدقيقة الواحدة ولمسافات طويلة. وقد تم تركيب العديد من تلك الدوائر ببحيرات الصرف في كاليفورنيا وكذا باقي الولايات الأمريكية. وفي سنة 2002 تم تدشين محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام الطاقة الشمسية بكاليفورنيا، حيث تنتج المحطة ما يقارب لـ 6.5 مليون جالونا يوميا، وهو ما يكفي لإمداد 15 ألف منزلا بالمياه الصالحة للإستخدام.¹

وفي سنة 2006، أطلقت ولاية كاليفورنيا حملة "المليون سقف شمسي" والتي تستهدف إنتشار الأسقف الشمسية لتغطية المباني والوصول إلى مليون سقف شمسي بحلول 2020. وقد أُلزمت مدينتي لانكستر بمقاطعة لوس أنجلوس وسيباستوبول بمقاطعة سونوما جميع المباني الجديدة التي يتم بناؤها أن تستخدم الألواح الفوتوفولطية كأسطح لتلك المباني، كما دعت مدينة ريتشموند بمقاطعة كونترا كوستا إلى تخفيض أسعار المباني السكنية التي تستخدم الألواح الفوتوفولطية، كما تمكنت مقاطعة يولو بولاية كاليفورنيا إنتاج حوالي 13.5 مليون كيلوواط ساعي من خلال الأسقف الشمسية، أي بنسبة 152% من الطلب على الكهرباء بتلك المقاطعة.²

وفي إطار مبادرة الطاقة الشمسية بكاليفورنيا "CSI"، تم تخصيص ما يزيد عن مليار دولار لإنتاج 1940 ميغاواط من الطاقة الشمسية بين عامي 2007 و2016 كما خصصت المبادرة 250 مليون دولار لتدشين نحو 200 ألف نظام شمسي لتسخين المياه بين عامي 2010 و2017، وتقدم شراكة المنازل الشمسية الجديدة "NSHP" للجنة الطاقة بكاليفورنيا، الحوافز المالية والعديد من أشكال الدعم لملاك المنازل الجديدة لتشجيعهم على إستخدام الطاقة الشمسية،³ ووفقا لإحصاءات عام 2015، تحتوي كاليفورنيا على ما يزيد عن 403 ألف مشروع للطاقة الشمسية يتراوح بين محطات إنتاج الكهرباء وكذلك الأسقف الشمسية التي تغطي عشرات الآلاف من المباني بالولاية تنفيذًا لبرنامج المليون سقف شمسي، وتصل القدرات الإجمالية لتلك المشروعات إلى 3215 ميغاواط.⁴

وقد إبتكرت الولايات المتحدة الأمريكية نمودجا لإستئجار معدات الطاقة الشمسية، والذي يساهم في إنتشار فكرة إستخدام الطاقة الشمسية على أسطح المباني، ووفقا لدراسة أجرتها شركة "BWC"، شهدت السنوات الأخيرة تقدما ملحوظا في تركيب الألواح الفوتوفولطية على أسطح المباني كنتيجة مباشرة لعمليات الإستئجار، وبذلك أصبح إستئجار معدات الطاقة الشمسية متاحا في 14 ولاية أمريكية، مما ساهم في خفض تكاليف الحصول على الكهرباء من الطاقة الشمسية، وبذلك يمكن للمستهلك تجنب التكاليف الأولية للتركيب.⁵

¹ US Environmental Protection Agency, **Renewable Energy Fact Sheet: Solar Cells**, 2013, p3, 4.

² Environment California, **A Million Solar Roofs**, 2015, available online :

<http://www.environmentcalifornia.org/programs/million-solar-roofs>, (visited 12/05/2017)

³ Go Solar California, **About the California Solar Initiative (CSI)**, 2015a, available online :

<http://www.gosolarcalifornia.ca.gov/about/csi.php>, (visited 20/05/2017)

⁴ Go Solar California, **California Solar Statistics**, 2015b, available online:

<http://www.californiasolarstatistics.ca.gov/>, (visited 20/05/2017)

⁵ المجلس الأعلى للطاقة، تقرير حالة الطاقة، الإصدار الأول، دبي، 2014، ص56.

وتقف وراء النجاحات التي حققت في الولايات المتحدة الأمريكية في مجال الطاقة الشمسية العديد من العوامل والأسباب، ويعود الأهم منها إلى سياستها الحكومية الواضحة والصارمة إتجاه ترقية إستغلال الطاقات المتجددة، من خلال الدعم والتشجيع وإقامة المشاريع الضخمة، وتعزيز سبل التعاون بينها وبين الدول الرائدة في هذا المجال كألمانيا وكذا إنتهاج سياسة ضريبية لا تختلف كثيرا عن باقي الدول حول فرض الضرائب للحد من التلوث، وإلغائها من جانب آخر على مشاريع الطاقات البديلة المتجددة لدعم وتشجيع إنتشار إستغلالها، وفي هذا الإطار أقر مجلس النواب الأمريكي مشروع قانون يقضي بزيادة الضرائب على أكبر الشركات الأمريكية للبترول بمقدار 18 مليار دولار وتحويل فوائد أموال البترول لتطوير ودعم الطاقات النظيفة.¹

المطلب الثالث: نماذج وتجارب لدول نامية في إستغلال الطاقة الشمسية

لم يعد إبتكار التكنولوجيا الحديثة والإستثمار في البحث والتطوير من إختصاص الدولة المتقدمة فقط، ولم يعد إستخدام الطاقة النظيفة حكرا على تلك الدول بل حدت الدول النامية حدودى الدول المتطورة، إذ تسعى إلى زيادة نصيب الطاقة المتجددة في هيكل الطاقة الخاص بها، بما يساهم في تأمين الإمداد الطاقوي تدريجيا ويحد من التدهور الإيكولوجي بها. وفي هذا المطلب سيتم إلقاء الضوء على تجربة كل من جمهورية الصين الشعبية والإمارات العربية المتحدة بإعتبارهما من أنجح وأكثر الدول النامية توسعا في إستخدام الطاقة الشمسية.²

أولا: النموذج الصيني من خلال تجربة وادي الطاقة الشمسية بمدينة دوجو

سعت الصين على مدى العقود الأخيرة إلى تحقيق غايتها من التنمية بوتيرة سريعة، لتنمو بنسبة 10% سنويا في المتوسط، ولتصبح الآن من أكبر الإقتصاديات في العالم، إلا أن ثمة ضغوط نتجت عن هذا النمو السريع، كتدهور النظام الإيكولوجي وزيادة غازات الإحتباس الحراري، إذ تعتبر الصين حاليا أكبر مساهم في إنبعاثات الغازات الدفينة على مستوى العالم. وتتعهد الحكومة بالعمل على تقليص كثافة إنبعاثاتها الكربونية بنسبة تتراوح ما بين 40 إلى 45% في عام 2020 بالمقارنة بمستوياتها في عام 2005، كما تعزم زيادة إستهلاكها من الطاقة المتجددة إلى 15% بحلول عام 2020.³

و الصين من الدول التي تتمتع بحظ وافر من الإشعاع الشمسي إذ تسطع الشمس بقوة في معظم المقاطعات الصينية ويبلغ متوسط عدد ساعات إشراق الشمس نحو 2200 ساعة سنويا في أكثر من ثلثي المساحة الإجمالية للدولة وتعتبر مقاطعة تشينغهاي أكثر المقاطعات من حيث متوسط عدد ساعات سطوع الشمس والذي يصل إلى 3500 ساعة سنويا، وتبلغ طاقة الإشعاع الشمسي بالصين نحو 5860 ميغا جول/متر مربع/سنة، ويمكن تغطية نحو 90%

¹ سارة محسن العيتي، مرجع سبق ذكره، ص 117-119.

² معتز عزت عبد الغني الشيمي، مرجع سبق ذكره، ص 59-73. (بتصرف)

³ البنك الدولي، الصين: شريك مهم في مكافحة تغير المناخ، 2013، متاح على الموقع:

من إحتياجات الصين إعتقادا على القدرات الشمسية لديها.¹ وفي عام 2009 أعلنت الحكومة أنها ستدعم أنظمة الطاقة الشمسية من خلال تحملها نحو 70% من أسعار تلك الأنظمة وذلك حتى تنمو هذه الصناعة بما يجعلها تنافس الطاقة الناتجة عن الوقود الأحفوري وخاصة الفحم في المستقبل.²

وفي سنة 2016، تصدرت الصين قائمة الدول في الإستثمار في الطاقات المتجددة ككل بحوالي 78.3 مليار دولار أي بنحو 32% من إجمالي الإستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة،³ وأصبحت بذلك تملك نحو ربع القدرات العالمية للطاقات المتجددة، وقد إحتلت الصين المركز الأول في الإستثمار في الطاقة الشمسية الفوتوفولطية وكذا إجمالي القدرات المركبة منها بقدرات تصل إلى 77.4 جيغاواط نهاية عام 2016، وصارت الصين قادرة على إنتاج حوالي 66.2 تيراواط ساعي سنويا من الطاقة الكهربائية بإستخدام الألواح الفوتوفولطية،⁴ منها 80% من خلال المحطات الكبرى (أهمها محطة Longyangxia بمقاطعة تشينغهاي بقدرت إنتاج تبلغ نحو 480 ميغاواط)⁵، و20% من خلال الأسقف الشمسية المشيدة على المباني الحكومية والسكنية والتجارية. ورغم تواجد المحطات الحرارية في الصين إلا أن مساهمة الطاقة الشمسية الحرارية في إنتاج الكهرباء محدودة مقارنة بنظيرتها الفوتوفولطية، وبنهاية سنة 2016 أنتجت الصين نحو ثلثي الألواح الفوتوفولطية على مستوى العالم، وإحتلت المركز الأول من حيث قدرات التسخين الشمسي بنسبة 71% من إجمالي قدرات التسخين الشمسي في العالم، كما إستطاع قطاع الطاقة الشمسية الفوتوفولطية خلق نحو مليون و652 ألف وظيفة جديدة بالصين، إلى جانب توفير 743 ألف وظيفة من خلال قطاع التسخين الشمسي.⁶

أما عن إستخدامات الطاقة الشمسية بالصين فهي عديدة ومتنوعة، فبالإضافة إلى إستخدامها لإنتاج الكهرباء توجد عدة تطبيقات أخرى، حيث تستخدم لإنارة الطرق والقرى، كما تنتشر في الصين الأسقف الشمسية والتي تنتج نحو 20% من الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية، إلا أن الإستخدام الأكثر إنتشارا للطاقة الشمسية بالصين على الإطلاق هو سخانات المياه الشمسية، إذ أنها تعتبر رائدة في مجال إنتاج وإستهلاك سخانات المياه الشمسية على مستوى العالم.

وإستهدفا للحفاظ على البيئة من التدهور الإيكولوجي وكذا تحجيم الكمية المستغلة من الطاقات الأحفورية وخاصة الفحم، سعت العديد من المدن الصينية إلى تكثيف إستخدام الطاقة الشمسية، وذلك من خلال تدشين العديد من محطات الطاقة الشمسية، وتركيب سخانات الشمسية والألواح الفوتوفولطية، وتعد مدينة دوجو من النماذج الرائدة في تحقيق الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية من خلال تجربة وادي الطاقة الشمسية.

¹ Wan, K.W. **An analysis of global solar radiation modeling in different climate zones in China**, CityU Institutional Repository, 2013, available online : <http://dspace.cityu.edu.hk/handle/2031/5394>, (visited 21/6/2017).

² Global Energy Network Institute, **Renewable Energy Potential of China: Making the Transition from Coal - Fired Generation**, 2010, p24.

³ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, p112.

⁴ Ibid, p63, 64.

⁵ PV Resources, **Large- Scale PV Power Plants, Top 50, 2015**, available online: <http://sunenergysite.eu/en/top50pv.php>. (visited 15/6/2017)

⁶ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, **Op.Cit**, different pages.

« تجربة وادي الطاقة الشمسية بمدينة دوجو: يقع وادي الطاقة الشمسية بمدينة دوجو بمقاطعة شاندونغ شمال الصين، حيث يعد أكبر قاعدة لإنتاج الطاقة الشمسية في العالم إذ يمتد على مساحة تزيد عن 300 مليون متر مربع حيث تنتشر مشاريع بناء وحدات سكنية مزودة بأنظمة تستعمل الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى أعمدة الإنارة في الشوارع والحدائق المجهزة بمصابيح حديثة تعمل بالطاقة الشمسية،¹ ويعتبر وادي الطاقة الشمسية من أهم المشروعات الصينية التي تستهدف الإستفادة من الإمكانيات الشمسية التي تتمتع بها مدينة دوجو، إذ أنها تستقبل كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، فضلا عن أنها تتمتع بنحو 2666 ساعة مشمسة في السنة، وبهذا تعتبر من أكثر المدن الصينية إستقبالا لأشعة الشمس.

في عام 1997، وضعت السلطات المحلية لمدينة دوجو خطة بعنوان "منطقة التنمية الإقتصادية بدوجو"، شملت العديد من القطاعات من أهمها قطاع الطاقة الشمسية، وإستهدفت السلطات من تلك الخطة جذب المزيد من الإستثمارات في صناعة الطاقة الشمسية من خلال مجموعة من السياسات الفعالة، مثل سياسيات إستخدام الأراضي والسياسات الضريبية، كما وفرت الحكومة قروضا ميسرة للمشروعات ذات براءات الإختراع، وقد شهدت الفترة بين عامي 1998 2008 إستثمار الحكومة المحلية نحو 15.7 مليون دولار سنويا في صناعة الطاقة الشمسية، كما لعب القطاع الخاص دورا هاما في تمويلها، وتضم دوجو إلى غاية سنة 2013 نحو 120 شركة تعمل بمجال الطاقة الشمسية.²

وفي عام 2008، تم إطلاق مشروع "تكامل أنظمة الطاقة الشمسية في المباني الجديدة" وذلك في المناطق الحضرية لدعم إنتشار الطاقة الشمسية. ويشترط المشروع على جميع المباني السكنية في دوجو أن تكون مجهزة بمرافق الطاقة الشمسية الحرارية، بحيث تستخدم المباني الأقل من 12 طابقا الطاقة الشمسية الحرارية على أسطحها، في حين تستخدم المباني الأكثر من ذلك الأنظمة المركزية، ويشمل المشروع أيضا إعادة تحديث المباني القائمة بالفعل، وفي عام 2009، أطلقت دوجو مشروع "إنتشار الطاقة الفوتوفولتية 5555"، حيث شرعت في تركيب وإحلال أعمدة الإنارة الشمسية محل التقليدية في 50 تقاطع مروري و5 طرق رئيسة و5 أحياء سكنية، بما في ذلك إضاءة المناظر الطبيعية في 5 مناطق ذات المناظر الخلابة، وتظم دوجو واحدا من أكبر المباني التي تعمل بالطاقة الشمسية في العالم، ويعرف بإسم "الشمس والقمر"، ويستخدم المبنى السخانات الشمسية لتسخين المياه، كما يشتمل على محطة شمسية لتحلية المياه ومنتزها ترفيهيا يعمل بالكامل بالطاقة الشمسية. وفي عام 2011، تم تدشين محطة شمسية فوتوفولتية بقدرة 20 ميغاواط في إطار إستراتيجية دوجو المتعلقة بالطاقة الشمسية، كما تجاوز إستخدام السخانات الشمسية بها 3 مليون متر مربع، وتحتوي 95% من المباني الجديدة والمباني طور الإنشاء بمدينة دوجو على تكنولوجيا الطاقة الشمسية الفوتوفولتية أو الحرارية المتكاملة.³

¹ زياد موسى عبد المعطي، الطاقة الشمسية.. وتخفيف الأحمال على شبكات الكهرباء، متاح على الموقع:

<http://kenanaonline.com/users/zeidmoussa/posts/143676> (consulté le 08/08/2016)

² International Renewable Energy Agency (IRENA), **Green Economic Development with Renewable Energy Industries**, 2013, p1.

³ Ibid , p4.

ويعتبر وادي الطاقة الشمسية بمدينة دوجو مثالا يحتذى به في كيفية الإستفادة من الطاقة النظيفة الشمسية للحفاظ على البيئة وحمايتها من التلوث، إذ يساهم المشروع في الحد من الإنبعاثات الكربونية وتحجيم الكمية المستخدمة من الطاقات الاحفورية خاصة الفحم وفقا لضوابط الإستدامة البيئية. كما تسعى العديد من المدن الصينية للتحويل إلى مدن خضراء مثل هونغ كونغ وإستراتيجيتها الفعالة في خفض نسبة مساهمة الفحم في مزيج الطاقة بنحو 10% بحلول عام 2020، كما تستهدف تركيب السخانات الشمسية وتدشين الألواح الفوتوفولطية بالمباني الحكومية بها، وقد تم تغذية قرية ليانغ جياهوونغ بالكهرباء من خلال الألواح الفوتوفولطية التي تغطي معظم المباني السكنية بالقرية بالإضافة إلى أعمدة الإنارة الشمسية التي تستخدم في إضاءة القرية ليلا، كما طبقت شانغهاي مجموعة من السياسات الداعمة للطاقة الخضراء وصممت نمذج للمباني الخالية من الإنبعاثات الكربونية.¹

ثانيا: نموذج الإمارات العربية المتحدة من خلال تجربة مبادرة مصدر

منذ تأسيس دولة الإمارات العربية المتحدة في عام 1971، إرتبطت موضوعات الطاقة والموارد الطبيعية إرتباطا وثيقا بالتطور والنمو التي تشهده الدولة، واليوم أصبحت الطاقة المستدامة عاملا أساسيا في جهود الدولة لتعزيز النمو الإقتصادي والإجتماعي والبيئي بها، والمحرك الرئيسي للتنمية المستدامة،² وتحتل الإمارات مكانة بارزة في قطاع الطاقة العالمي الذي يشهد نموا وطلبا متناميا، وبإمكانها الحفاظ على تلك المكانة من خلال تنوع مزيج الطاقة بها ليشمل مصادر الطاقة المتجددة، إذ يعتبر الإستثمار في تلك المصادر خطوة ضرورية للدول التي تعتمد إقتصاداتها بشكل كبير على الوقود الأحفوري. وحاليا، تلعب الإمارات دورا رياديا في مجال الطاقة الشمسية وقضايا تغير المناخ، حيث تكثفت الجهود المبذولة في هذا الصدد بإستضافة الإمارات لمقر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة بأبوظبي.³

وتتميز الإمارات العربية المتحدة بأجواء مشمسة تشكل بيئة ممتازة لإنتاج الطاقة الشمسية، حيث تنعم الدولة بمتوسط 10 ساعات يوميا من ضوء الشمس، وتتمتع الإمارات بما يقرب من 350 يوما مشمسا في السنة، مما يجعلها واحدة من أعلى دول العالم من حيث الإمكانيات الشمسية. ويقارب المجموع الكلي للإشعاع الشمسي التي تتلقاه الدولة نحو 6.5 كيلوواط/ساعة/ متر مربع/يوم، وبذلك تعتبر الإمارات دولة غنية بموارد الطاقة الشمسية. كما تعتبر أبوظبي سابع أكثر المدن العالمية من حيث متوسط عدد ساعات سطوع الشمس بها، والذي يبلغ 3609 ساعة سنويا.⁴

وبنهاية عام 2015 إحتلت الإمارات العربية المتحدة المركز السادس على مستوى العالم من حيث إجمالي القدرات المركبة من الطاقة الشمسية الحرارية المركزة بعد إسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية والهند وجنوب إفريقيا والمغرب

¹ REN21 Steering Committee, **Renewables 2014, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, p87, 134.

² المجلس الأعلى للطاقة، مرجع سبق ذكره، ص3.

³ تقرير مركز البيئة للمدن العربية، إستخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، العدد الأول، 2012، ص10.

⁴ المجلس الأعلى للطاقة، مرجع سبق ذكره، ص25.

وذلك بقدرات إجمالية تصل إلى 100 ميغاواط، كما تستهدف كل من إمارة أبوظبي ودبي إنتاج 7% من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول عام 2020.¹

« تجربة أو مبادرة مصدر لطاقة المستقبل: إنطلاقاً من رؤية أبوظبي الإقتصادية لعام 2030، إستهدفت الإمارة تحويل إقتصادها من إقتصاد قائم على الموارد الطبيعية إلى إقتصاد قائم على المعرفة والإبتكار، لذا أسست "مبادرة مصدر" كمنطقة إقتصادية خاصة، تعمل على ضمان تمكين قطاع الطاقة المتجددة من القيام بدور محوري في هذا التنوع الإقتصادي القائم على المعرفة.² وتعمل مبادرة مصدر من خلال خمسة وحدات متكاملة، تسعى من خلالها إلى الإرتقاء بمكانة أبوظبي كمركز عالمي متميز في مجال الطاقة، تشمل الوحدة الأولى "معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا"، والذي يعد مؤسسة أكاديمية بحثية للدراسات العليا، تركز على علوم وهندسة الطاقة البديلة والتقنيات البيئية والإستدامة. وقد تشكلت جدران معهد مصدر من وسائل هوائية مصنوعة من مادة بلاستيكية عازلة لحرارة الجو، ويغطي سقف المعهد بألواح فوتوفولطية بقدرة 1ميغاواط³ لإنتاج الكهرباء وتظليل المبنى والطرق في نفس الوقت. أما الوحدة الثانية "مصدر للإستثمار" فتسعى إلى بناء محفظة تضم كبرى شركات الطاقة المتجددة والتقنيات النظيفة الواعدة، كما أنها تساعد بعض الشركات على النمو والتطور بتقديمها لآراء المال والخبرة اللازمين لذلك، كما تتولى الوحدة الثالثة "مصدر لإدارة الكربون" إدارة المشروعات التي من شأنها خفض الإنبعاثات الكربونية من خلال تعزيز كفاءة إستهلاك الطاقة وإسترداد الحرارة المفقودة، وكذلك إلتقاط وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون، وتعمل الوحدة الرابعة "مصدر للطاقة" على تطوير وتشغيل مشروعات الطاقة المتجددة، كما تشارك في العديد من المشروعات العالمية المتعلقة بالطاقة المتجددة، مثل التعاون بين مصر وموريتانيا من خلال محطة نواكشوط للطاقة الشمسية وغيرها، وأخيراً تمثل الوحدة الخامسة في "مدينة مصدر" والتي تقع بإمارة أبوظبي، وقد تم البدء في تأسيسها منذ عام 2006، وتمتد المدينة على مساحة تبلغ 6 كلم² وتستمد مدينة مصدر طاقتها بالكامل من المصادر المتجددة وبالأخص الطاقة الشمسية،⁴ وهي أكبر البرامج العالمية التي تهدف إلى تطوير الطاقات النظيفة بإستثمارات زادت على 22 مليار دولار.

وفي إطار إستراتيجية مدينة مصدر المتعلقة بتنمية إستخدام الطاقة الشمسية، تستخدم المدينة السيارات الكهربائية التي تستمد طاقتها من الطاقة الشمسية، حيث يتم شحن بطارية السيارة من خلال طاقة الشمس، ومن ثم لا توجد عوادم للسيارات وبذلك تساهم في الحد من الإنبعاثات الكربونية، وتعد المدينة مجتمعاً تجريبياً فيه بإستمرار أحدث وأخر مشاريع البحوث والتطوير في مجالات التقنيات النظيفة، وتجربى فيه المشاريع التجريبية وإختبارات التكنولوجيا حيث أنه في جانفي سنة 2015 تم إطلاق مركز مصدر للطاقة الشمسية الذي يتولى إختبار وبحث وتطوير تكنولوجيا الطاقة الكهروضوئية وتطبيقات الطاقة الحرارية الشمسية.

¹ REN21 Steering Committee, Renewables 2017, Op.Cit, p171, 193.

² مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، الطاقة المتجددة ثروة عربية متنامية، أفق المستقبل، 2011، ص18.

³ Masdar Clean Energy, available on website : www.masdar.ae (visited 25/05/2017)

⁴ مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، مرجع سبق ذكره، ص25.

أما عن محطات الطاقة الشمسية بمدينة مصدر، فقد تم سنة 2009 تدشين محطة "العشرة ميغاواط لتوليد الطاقة الشمسية"، وتحتوي على ما يقرب من 88 ألف لوحا فوتوفولطيا، وتمتد المحطة الأعمال الإنشائية في مدينة مصدر بالكهرباء اللازمة، وتحول الفائض بنحو 40% إلى شبكة كهرباء أبوظبي المحلية، كما تساهم تلك المحطة في الحد من الإنبعاثات الكربونية بنحو 15 ألف طن متري سنويا.¹ وفي سنة 2013 تم تدشين محطة "شمس 1" بقدرة إجمالية تبلغ حوالي 100 ميغاواط، وتحتوي المحطة على 258 ألف مرآة شمسية حرارية، كما تأمن المحطة الكهرباء لحوالي 20 ألف منزلا سنويا. وبالإضافة إلى المشاريع الكبرى ومحطات الطاقة الشمسية في مدينة مصدر، تزخر محافظة مصدر وأبوظبي بالعديد من المشاريع الصغيرة ومنها آبار مياه عاملة بالطاقة الشمسية، وشبكات للطاقة الكهربائية في الجزر، ونظم للإضاءة الطرقية، وتوربينات للرياح، ومزرعة مستدامة، ولاشك أن إستخدام الطاقة الشمسية في تحلية مياه البحر، إلى جانب إستخدامها في تسخين المياه على نحو ما قامت به الحكومة من تقديم الدعم لهذا القطاع من خلال جعل إستخدام هذه التقنية إلزاميا في المشروعات الحكومية والخاصة، حيث ألزمت ملاك المباني الجديدة بتركيب سخانات شمسية لتغطية على الأقل 75% من إحتياجات المبنى،² أما عن إستخدام الطاقة الشمسية لتكييف الهواء فشرية أبوظبي تعد رائدة في هذا المجال من خلال عدة مشاريع التي تحقق وفرا كبيرا في استهلاك الطاقة، وتساهم في تخفيف الضغط على الشبكة العامة في أوقات الذروة، وتعمل على خفض إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالإمارات العربية المتحدة ومن ثم تساهم في تحقيق مبادئ التنمية المستدامة.

بعد هذا العرض الذي سلط الضوء على بعض التجارب العالمية الناجحة في مجال الطاقة الشمسية سواء المتقدمة أو النامية، يتعين على الجزائر في ظل الظروف الراهنة والإمكانيات المتاحة، الإقتضاء بتلك النماذج الأجنبية وإستخلاص الدروس لتنمية إستغلال الثروة الشمسية تحضيرا لفترة ما بعد البترول.

المطلب الرابع: النموذج المقترح لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر

في إطار الإهتمام العالمي بالطاقة الشمسية، تتوجه جهود الكثير من دول العالم نحو الإستثمار فيها وإستغلالها كواحدة من أهم مصادر الطاقة البديلة المتجددة والنظيفة، والتي تساهم في الحد من إستنزاف الطاقات الناضبة، كما تتيح الفرصة لتخفيف الضغط عليها مستقبلا، وتقليل الإنبعاثات الملوثة للبيئة. ومحاولة صياغة نموذج أو إستراتيجية وطنية مستدامة تهتم بترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر لا تعني بالضرورة أنها وصفا جاهزة وفعالة للنهوض بهذا القطاع دفعة واحدة، وإنما هي محاولة تثمن الإنجازات الحالية وتحاول ترفيتها وتطويرها من خلال إستغلال كل الفرص والإمكانيات المتاحة سواء المحلية أو الدولية بالإعتماد على إيجابيات التجارب الأجنبية الناجحة. وفي هذا المطلب سنحاول إلقاء الضوء على أهم الدروس التي يمكن للجزائر إستخلاصها من التجارب العالمية الرائدة - التي سبق ذكرها - في مجال إستغلال الطاقة الشمسية، وكذا إقتراح نموذج إجرائي لترقية الكفاءة الإستخدامية لهذه الأخيرة تحضيرا لإستخلاف الثروة البترولية الجزائرية مستقبلا.

¹ مصدر للطاقة النظيفة، محطة توليد الكهرباء بواسطة الألواح الكهروضوئية في مدينة مصدر، 2015، متاح على الموقع:

<http://www.masdar.ae/ar/energy/detail/masdar-city-solar-pv-plant> (visited 04/05/2017)

² المجلس الأعلى للطاقة، مرجع سبق ذكره، ص 68.

أولاً: تنمية وتطوير المجالات الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر على ضوء التجارب العالمية

لقد تعددت تطبيقات ومجالات إستخدام الطاقة الشمسية في النماذج الأجنبية السالفة الذكر، ومنها ما هو متاح للتفعيل و التطوير في الجزائر حالياً لتوفر وتشابه بعض العوامل والمقومات التي نهضت بتلك الإستخدامات في التجارب العالمية، ومنها ما يمكن تطويره مستقبلاً لأنه يحتاج لحطة بعيدة المدى تتطلب تظافر كل الجهود والأطراف والإمكانات للتطبيق في الجزائر. ونتيجة لذلك يمكن الإستفادة من تلك النماذج لتنمية وتطوير المجالات الإستخدامية للطاقة الشمسية الممكنة للتطبيق في الجزائر بما يتلائم مع الظروف والحالات والإمكانات حالياً ومستقبلاً كما يلي:

1. في مجال الأسقف الشمسية: يمكن الإقتضاء بتجربة الولايات المتحدة الأمريكية فيما يتعلق بحملة "المليون سقف شمسي" بكاليفورنيا والتي ساهمت في إنتشار إستغلال الطاقة الشمسية بها، حيث يمكن إلزام ملاك المباني في الجزائر بإستخدام الأسقف الشمسية على نحو ما تم في مدينتي لانكستر وسيباستوبول الأمريكيتين، ويجب تقديم الحوافز المالية والدعم لملاك المنازل الجديدة في الجزائر، على غرار شراكة "المنازل الشمسية الجديدة" للجنة الطاقة بكاليفورنيا، لتشجيعهم على بناء منازلهم بما يتوافق وإستغلال الطاقة الشمسية على أسطحها. كما يمكن الإستفادة من التجربة الألمانية من خلال برنامج "تعريفه التغذية" والذي يسمح بتركيب أسقف شمسية على أسطح المباني وبيع الطاقة المولدة إلى الشبكة العامة وتحقيق أرباح كبيرة، كما يمكن إستغلال الطاقة الشمسية لتغذية المباني بالكهرباء حيث يجب العمل على تبسيط إجراءات الحصول على التراخيص اللازمة لتدشين المحطات على أسطح المباني، على نحو ما تم تبنيه في قانون التخطيط العمراني بألمانيا، كما يمكن تقديم دعم من طرف الدولة، للمبادرين بهذه التجربة ولو في المراحل الأولى من العملية لتشجيع إنتشارها على نطاق واسع، أو القيام بفكرة إستئجار معدات الطاقة الشمسية على النحو الذي تم بالولايات المتحدة الأمريكية بما يساهم في خفض تكاليف التزود بكهرباء الطاقة الشمسية، ومن ثم توسيع إستخدام الأسقف الشمسية، أما فكرة تغطية سطح معهد مصدر بالإمارات العربية المتحدة بالألواح الشمسية لجديرة بالتطبيق في الجزائر على كافة المنشآت والمؤسسات الحكومية والخاصة.

أخذنا بكل ما سبق ذكره في مجال الأسقف الشمسية، سوف يساهم هذا التطبيق في تخفيف الضغط عن الشبكة العامة في الجزائر وخاصة في فصل الصيف أين يكثر الضغط نتيجة الإستغلال المكثف والمفرط للكهرباء، وخاصة لتشغيل المكيفات الهوائية في المناطق الصحراوية بشكل خاص التي تعاني من الإنقطاع المستمر للكهرباء، وهذا ما يتيح أيضاً النظر في الإستفادة من التجارب الدولية في التبريد والتكييف بإستغلال الطاقة الشمسية في تطبيقات أخرى.

2. في مجال التبريد والتكييف بالطاقة الشمسية: يمكن الإستفادة من التجربة الألمانية في هذا المجال، حيث يعمل الجهاز المصري الألماني على تقديم الدعم لإستخدام مكيفات الهواء التي تشتغل بالطاقة الشمسية حتى تنتشر بشكل واسع، على نحو ما يقوم به بنك التنمية الألماني، ويمكن أن تنجح هذه التجربة في الجزائر، وخاصة في المناطق الصحراوية بالنسبة للتكييف، كما هو الحال في الإمارات العربية المتحدة التي تستخدم الألواح الفوتوفولطية على أسطح المباني لتكييف الهواء، مثل ما تم إنجازه في إمارة أبوظبي. ويمكن إستغلال الطاقة الشمسية في التبريد في الجزائر من خلال تزويد غرف التبريد بكهرباء الطاقة الشمسية، من أجل حفظ المنتجات الزراعية، مما يساهم في خلق نوع من الإنتظام في تزويد السوق الوطنية بهذه المنتجات، وما يعزز الإستقرار النسبي للأسعار على مدار السنة وخاصة

خارج مواسم الإنتاج بالنسبة لكل محصول، وفي كل هذا يمكن الإستفادة من فكرة تدشين محطات شمسية خاصة بالتكييف والتبريد على نحو ما صممتها شركة Thermodyna الألمانية.

3. في مجال التسخين الشمسي: يمكن جعل إستخدام السخانات الشمسية إلزاميا بالنسبة لملاك المباني الجديدة في الجزائر، على ضوء تجربة الإمارات العربية المتحدة، حيث تقدم الحكومة الدعم اللازم للشركات التي تعمل في مجال السخانات الشمسية، بالإضافة إلى إستخدام تلك السخانات في المباني الحكومية، هذا وتعد التجربة الصينية رائدة في هذا المجال إذ يمكن إبرام إتفاقيات شراكة مع الطرف الصيني للإستفادة من خبرتهم في صناعة وتركيب السخانات الشمسية في الجزائر، ورغم أن الجزائر تتوفر على إمكانية توفير هذه الخدمة بإستعمال الغاز الطبيعي، إلا أن تزويد كل المناطق والمباني بغاز المدينة يلقي بعض الصعوبات خاصة في المناطق البعيدة عن الشبكات الرئيسية، ضف إلى ذلك وجود إمكانية إستغلال القدرات الهائلة للطاقة الشمسية في الجزائر في مجال التسخين، ومن ثم تخفيض الإستنزاف المتزايد للثروة الغازية، وتوفير المستهلك منها محليا للتصدير وجلب العملة الصعبة.

4. في مجال تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية: تحتاج الجزائر إلى تأمين كميات أكبر من المياه الصالحة للإستعمال سواء للإستخدامات الصناعية، المنزلية أو الفلاحية بشكل خاص، إذ يعاني الفلاحون بشكل كبير من ظاهرة الجفاف كل سنة ما يكلفهم خسائر كبيرة، وعليه يمكن الإستفادة من التجارب الدولية في تحلية مياه البحر عبر محطات تشتغل بالطاقة الشمسية، كما هو الحال في محطة (WaterFX) بولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية، وعلى الجزائر أن تستفيد من الخبرات الأجنبية في تطوير هذه التقنية أيضا لتحلية مياه الآبار المالحة في الصحراء الجزائرية، وتوجيهها للإستعمالات الفلاحية مما يعطي دفعة قوية لتطوير هذا القطاع والمساهمة في تنويع مصادر الدخل للإقتصاد الوطني.

5. في مجال معالجة مياه الصرف الصحي بالطاقة الشمسية: تعمل محطات الصرف الصحي في الجزائر بإستخدام الطاقة الأحفورية الملوثة للبيئة، وعليه لابد من التوجه إلى بناء محطات معالجة مياه الصرف الصحي، بما يسمح بتشغيلها بالطاقة الشمسية في المستقبل، إذ يمكن الإستفادة من التجربة الأمريكية في هذا المجال خاصة فكرة عمل دائرة " سولار بي" ببحيرات الصرف الصحي والتي تستطيع معالجة المياه بإستخدام الطاقة الشمسية، وأيضاً عقد شراكات مع الطرف الأمريكي للإستفادة من تجربته في هذا المجال.

6. في مجال الإنارة بالطاقة الشمسية: يمكن إستغلال الطاقة الشمسية في تشغيل أعمدة الإنارة في الشوارع والطرق، والحدائق العامة، والقرى النائية، وكذا تزويد المدن الجديدة بكهرباء الطاقة الشمسية، على غرار تجربة مدينة مصدر بالإمارات العربية المتحدة التي تضاء بالكامل بالطاقة الشمسية.

7. في مجال المدن الجديدة والمدن قيد التشييد: تنتهج الجزائر منذ سنوات سياسة عمرانية واسعة المعالم من خلال إنشاء وبناء مدن جديدة، ويمكنها الإقتضاء بالتجارب العالمية الناجحة في مجال المدن والقرى القائمة على الطاقة الشمسية في سد حاجياتها الطاقوية، حيث تتيح فكرة مشروع "تكامل أنظمة الطاقة الشمسية في المباني الجديدة" بمدينة دوجو الصينية فرصة كبيرة للتطبيق في المناطق الحضرية قيد التشييد بالجزائر، وينبغي على الجزائر محاكاة

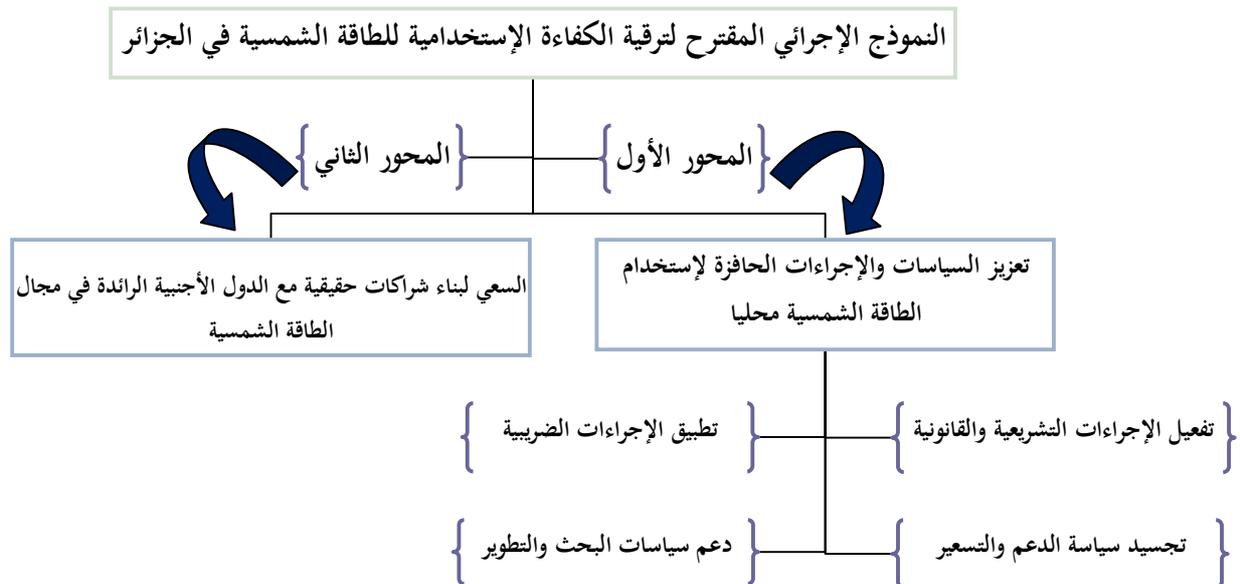
تجربة مدينة مصدر بالإمارات العربية المتحدة وفقا لمعايير الإستدامة والتطوير العمراني الصديق للبيئة، كما يمكن تدشين محطات شمسية بتلك المدن ترتبط بالشبكة العامة، ويتم تحويل الفائض لهذه الشبكة بعد تغطية حاجيات المدينة بالكامل على غرار محطة "العشرة ميغاواط" بمدينة مصدر الإماراتية، ويجب على الجزائر أيضا الإستفادة من تجربة قرية فلدهايم الألمانية فيما يتعلق بإستخدام الطاقة النظيفة في تزويد السكان بالكهرباء، ويمكن تطبيق فكرة هذه التجربة على القرى النائية والتجمعات السكنية البعيدة عن الشبكة العامة في الجزائر- خاصة الصحراوية منها- والتي تعاني من فقر الطاقة وإستخدام مصادر ضارة بالبيئة لأغراض الطهي والإنارة والتدفئة، ويمكن للفلاحين بتلك المناطق تأجير الأراضي لإقامة المحطات الشمسية، أو إستغلالها بأنفسهم من خلال إستئجار معدات الطاقة الشمسية وتلبية حاجياتهم من الطاقة الكهربائية وبيع الفائض للشبكة العامة.

إنطلاقا مما سبق ذكره، ومن خلال الإستراتيجيات المنتهجة عالميا في مجال الطاقة الشمسية يتبين عدم وجود إستراتيجية أو خطة محددة يمكن التوصية بإعتمادها بهدف تطوير وتنمية الطاقات المتجددة خاصة الشمسية منها، إنما توجد حزمة متنوعة محاورها ومكوناتها ويتعين الإنتقاء منها بحسب ظروف ومعطيات كل بلد من وضع الطاقة المحلي والدولي، وكذا الهيكل الإقتصادي والبدائل المتاحة. كما توضح التجارب الدولية الناجحة والرائدة في مجال الإستثمارات الطاقوية النظيفة إمكانية تنفيذ برنامج ما لفترة زمنية محددة، ثم تعديله وتطويره أو إستبداله بحسب المعطيات في حينها. ولهذا، وبالتطبيق على حالة الجزائر بالإضافة إلى ما سبق الإشارة إليه، يمكن إقتراح نموذجا إجرائيا لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في العنصر الموالي.

ثانيا: محاور النموذج المقترح لترقية إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

يرتكز النموذج المقترح لتدعيم مسار ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر على محورين رئيسيين نلخص أهم ما يحتويان عليه في الشكل التالي:

الشكل رقم (16.4): ملخص النموذج المقترح لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر



المصدر: إعداد الطالبة.

وتفصيلا لهذا النموذج نورد النقاط التالية:

1. المحور الأول: تعزيز السياسات والإجراءات الحافزة لإستخدام الطاقة الشمسية محليا: ونميز هنا بين

النقاط التالية:

أ. **تفعيل الإجراءات التشريعية والقانونية:** التي تشمل مجموعة من القوانين واللوائح والمراسيم الحكومية التي تمثل

قيود أو واجبات قانونية على إستغلال الموارد الطاقوية في الجزائر؛

ب. **تطبيق الإجراءات الضريبية:** وتتمثل سواء في الضرائب المشجعة على إستخدام الطاقة النظيفة (التخفيضات

الضريبية، والقروض المنخفضة الفائدة)، أو في الضرائب المقيدة لإستغلال الطاقات التقليدية (ضريبة الطاقة، ضريبة

تغير المناخ، ضريبة الكربون)؛

ج. **تجسيد سياسة الدعم والتسعير:** تعد من أهم السياسات الإقتصادية الداعمة لترقية إستغلال الموارد الطاقوية

التي أثبتت نجاحها في العديد من الدول، ومن تم يمكن تطبيقها في مجال إستغلال الطاقة الشمسية بالجزائر من خلال

وضع إستراتيجية تسمح للمواطن بأن يحصل على هذه التقنية بسعر معقول غالبا ما يكون مدعوما من الحكومة أو

خاضعا لتسهيلات من المؤسسات الخاصة. إن دعم إستخدام الطاقة الشمسية في المراحل الأولى قد يكون سياسة

لتعريف المواطنين على إيجابيات ومحاسن هذه الطاقة وتحفيزهم للإقبال عليها، ولاحقا فإن نتائج هذه السياسة ستدفع

بالقطاع الخاص إلى الولوج في مجال الصناعة المرتبطة بهذا القطاع، كما أن دعم الدولة الجزائرية عبر مؤسساتها المختلفة

لكل الحلقات التي تساهم بتنمية الطاقة الشمسية بدء بالمصانع وإنتهاء بالمستهلك النهائي سيجعل هذه الطاقة تلعب

دورا مميزا في تأمين المتطلبات الطاقوية المحلية، وتلبية الإحتياجات الدولية للحفاظ على مكانة الجزائر في سوق الطاقة

العالمية؛

د. **دعم سياسات البحث والتطوير:** إن تحسين أداء تقنية الطاقة الشمسية في الجزائر يعتمد على التطور العلمي

وتأهيل المختصين في هذا المجال، لذا فهناك حاجة ماسة للقيام بالكثير من الأبحاث بالتنسيق مع الجماعات المحلية

لخلق مناخ يشجع على الإستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية، وتتعلق سياسة البحث والتطوير بموقف الحكومة وما

تتخذه من إجراءات لمساندة الأبحاث الخاصة بتطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية، وبوجه عام يكون البحث في المرحلة

الأولى للتطور التكنولوجي لهذه السياسات، ولكي تثبت منافعها الإقتصادية فإنها تتطلب وقت طويل، مما يعني أن

هذه السياسة طويلة الأجل وتحتاج للمساندة والمتابعة، وعليه يمكن إقتراح بعض الإجراءات لتعزيز هذه السياسة فيما

يلي:

- تأليف فريق عمل لوضع أطلس الإشعاع الشمسي في الجزائر، ومن ثم تنفيذ التجارب العلمية في مختلف

القطاعات (البنائات السكنية، التجارية، التعليمية، المنشآت الصناعية والزراعية وغيرها) من أجل تأمين كلي أو جزئي

لحاجاتها الطاقوية؛

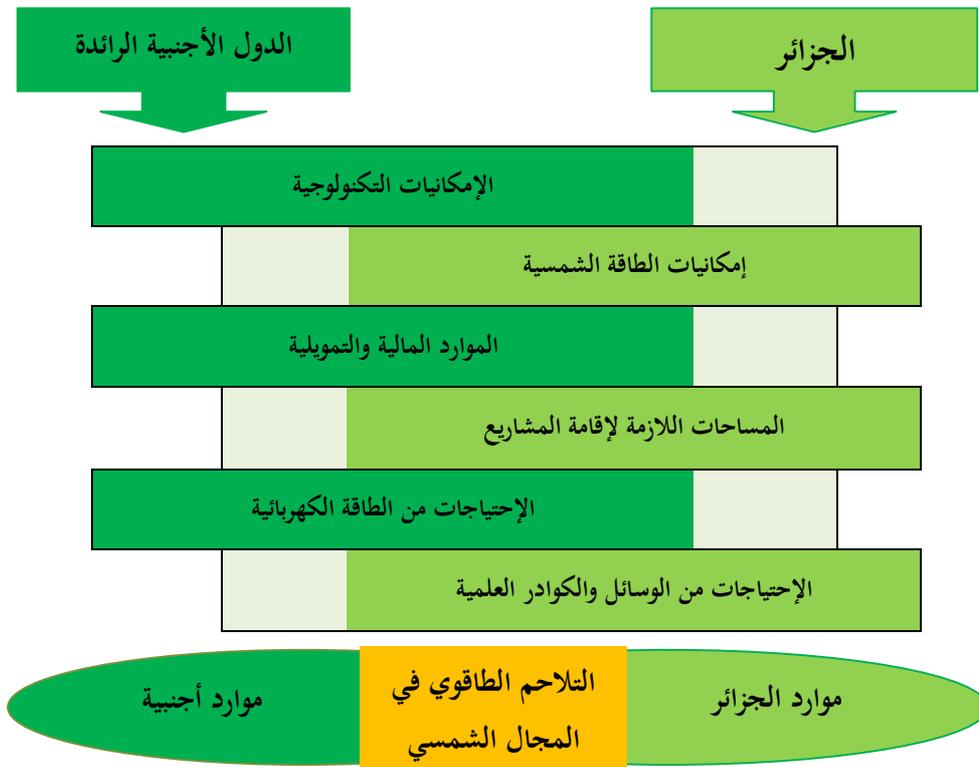
- إنشاء بنك معلومات يعطي الباحثين معلومات وافية عن الإحتياجات الطاقوية للجزائر في الحاضر

والمستقبل، مما يؤدي إلى التحسين التلقائي للقدرة التخطيطية على المستوى الوطني؛

- إجراء دورات تدريبية لتكوين الكوادر الوطنية بالتعاون والإحتكاك مع الخبرات الأجنبية؛
- السماح لأصحاب منشآت الطاقة الشمسية بإستيراد المواد الأولية اللازمة للتصنيع معفية من الضرائب؛
- التعاون مع نقابة المهندسين والهيئات المختصة لتشجيع إستعمال السخان الشمسي والتدفئة الشمسية بهدف الوصول إلى مرحلة لا تعطى رخص البناء فيها ما لم تكن دراسة مخططات لتركيب الأنظمة الشمسية، وبإعتبار السطح الأخير في البناءات المتعددة الطوابق ملكية مشتركة لجميع قاطني المبنى، فيستطيع كل واحد منهم تركيب جهاز تسخين شمسي مثلا على هذا السطح، أو إستخدام جهاز مشترك بين الجميع؛
- تشجيع البنوك على تقديم قروض طويلة الأجل بفوائد منخفضة لكل مواطن يرغب في إقتناء أي نظام شمسي أو الإستثمار في مجال الطاقة الشمسية؛
- تسطير البرامج الإعلامية الهادفة إلى تعريف المواطنين بأهمية الطاقة الشمسية وطرق الإستفادة منها على نحو علمي وموضوعي.

2. المحور الثاني: السعي لبناء شراكات حقيقية مع الدول الأجنبية الرائدة في مجال الطاقة الشمسية: إذ يمكن للجزائر الإستفادة من الخبرات والتجارب العالمية الرائدة (المتقدمة أو النامية) في مجال الطاقة الشمسية من خلال الدخول في شراكات جدية مع تلك الدول، وعليه لابد من مراعاة مستويات التعاون بين الجزائر والدول الأجنبية في هذا المجال من خلال مبدأ التكامل والتلاحم وليس التنافس والإحتكار فالإستنزاف، وفي إطار إستراتيجية موحدة من أجل ضمان طاقة نظيفة ومستدامة ومنفعة متبادلة بين الجميع كما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم (17.4): إمكانية التكامل والتلاحم بين الجزائر والدول الأجنبية في مجال إستغلال الطاقة الشمسية



Source: Wolfhart Durrschmidt, and others, **Renewable Energies : Innovation for the future**, First edition, Federal Ministry for the Environment, Nature and Nuclear Safety (BMU), Berlin, 2004, p98.

خلاصة الفصل الرابع

من خلال هذا الفصل والذي تناولنا فيه آليات وإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية لإستخلاف الثروة البترولية في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة، خلصنا إلى أن التوسع في إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر من خلال مختلف الإستخدامات المتاحة للتطبيق وفقا للظروف والإمكانيات، يعد توجها حتميا أمام متخذي القرار في ظل التحديات التي يواجهها الإقتصاد الوطني والمرتبطة بالأساس بالإفراط في الإعتماد على الثروة البترولية في جميع نواحي الحياة في البلد، خاصة في ظل التراجع الكبير لأسعار البترول في الأسواق العالمية، وإنخفاض الإحتياجات المؤكدة مع تواضع الإكتشافات الجديدة منه، وكذا ضعف القدرات الإنتاجية، وعدم إمتلاك القدرة على زيادتها، حتى وإن كانت الزيادة تؤدي إلى إستنزافها. وفي المقابل فإن تسطير الجزائر لبرنامج يهدف لترقية الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية وكذا إستحداث وزارة خاصة بالطاقات المتجددة في التعديل الحكومي الذي أعقب تشريعات 4 ماي 2017، تحت مسمى وزارة الطاقة المتجددة والبيئة، يعد خطوة إيجابية في مسار التوجه الوطني نحو تفعيل الإستراتيجية الوطنية لتطوير الإستغلال الواسع النطاق لمختلف مصادر الطاقات المتجددة في الجزائر وخاصة منها الطاقة الشمسية لما تحظى به من إمكانيات هائلة، وبالتالي فهي بداية لمشروع بعيد الأهداف والطموحات، نأمل أن يلقى الدعم الكافي والجددي وأن لا يبقى مجرد كلام وإجراءات شكلية تغطي لفترة معينة بعض الإخفاقات الكثيرة لسياسات فاشلة لفترة طويلة من مسار برامج التنمية الإقتصادية المبنية على الموارد الناضبة، التي جعلت ظاهرة السعي وراء تحصيل الربح تصبح عقلية سائدة، سواء على مستوى النخبة الحاكمة أو لدى عامة الشعب، منبأة بمستقبل مجهول المعالم ولو إلى حين.

خاتمة

خاتمة

من خلال الدراسة التي قمنا بها لموضوع إستراتيجية ترقية الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة البديلة لإستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة، بالتطبيق على حالة الطاقة الشمسية في الجزائر، خرجنا بجملة من النتائج والمقترحات، وكذا آفاق للبحث نعرضها فيما يلي:

أولاً: نتائج البحث وإختبار الفرضيات

من خلال هذه الدراسة نخلص إلى النتائج التالية، والتي تتضمن في ثناياها إجابات عن الأسئلة المطروحة في إشكالية البحث، كما تعتبر إختباراً لفرضياته:

1. تحتل الثروة البترولية مكانة هامة في الإقتصاد العالمي، وتنبع أهميتها من طبيعة الوظائف التي تؤديها، بدءاً من وظيفتها كمصدر طاقي، مروراً على وظيفتها التجارية حيث تنشط بشكل كبير حركية التجارة الدولية، وصولاً إلى وظيفتها المالية الإنتاجية التصنيعية و كذا وظيفتها السياسية؛

2. يحتل البترول الصدارة ضمن مصادر الطاقة رغم محاولة إحلاله ببعض الطاقات البديلة (سواء الناضبة أو المتجددة)، فعده مازال متواصل حيث مثل حجم إستهلاكه حوالي النصف من إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة سنة 2015، وتشير التوقعات أن يصل الطلب عليه إلى أكثر من ربع الطلب العالمي على الطاقة آفاق 2040؛

3. إن الثروة البترولية الذي إعتد عليها العالم كمصدر رئيسي للطاقة وما يزال، سوف تكون مهددة بالنضوب قبل غيرها من مصادر الطاقة الناضبة (الفحم الحجري والغاز الطبيعي) بسبب محدودية إحتياطاتها مقارنة بنسب الإعتداد عليها؛

4. تتنوع مصادر الطاقة البديلة غير المتجددة بين التقليدية وغير التقليدية (الفحم، الغاز الطبيعي، الغاز والبترول الصخريين، الطاقة النووية)، ورغم تفوقها على البترول من حيث حجم الإحتياطيات المتبقية من كل مصدر، إلا أنها تتقاسم معه صفة النضوب كما أنها طاقات غير نظيفة، وهذا ما يرهن حظوظها في إستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة بالرغم من الإجراءات المتخذة عالمياً لترقية الكفاءة الإستخدامية لهذه الطاقات. في حين تأخذ الطاقات البديلة المتجددة أشكالاً عديدة ومتنوعة بتنوع المصادر المستمدة منها، وهي عبارة عن موارد طبيعية دائمة غير ناضبة، نظيفة وآمنة ولها من الخواص والإمكانات ما يؤهلها لكسب مكانة مميزة في منظومة الطاقة العالمية متفوقة على الطاقات البديلة الناضبة خاصة في ظل ما تمليه متطلبات التنمية المستدامة، وتمثل هذه الطاقات في: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، طاقة الكتلة الحية، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة الهيدروجين؛ (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الأولى)

5. هناك توجه عالمي كثيف لإستغلال الطاقات البديلة المتجددة، وتدعم هذا التوجه السياسات والإجراءات المتخذة من طرف العديد من الدول لتشجيع إستخدام هذه الطاقات، وتعكسه حجم المبالغ المالية الضخمة المستثمرة في هذا المجال والتي بلغت مستويات مرتفعة، متفوقاً بأكثر من الضعف عن حجم الإستثمارات الجديدة في قطاع الطاقات الأحفورية، كما أن هناك تفاقماً كبيراً في رفع حجم الإستثمارات العالمية لتمويل مشاريع الطاقات المتجددة

خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بآفاق 2035 لتجاوز بذلك الإستثمارات في الطاقات الأحفورية والنووية بحوالي خمسة أضعاف، كما تفسر ذلك التوجه مستوى القدرات الإنتاجية المركبة من مختلف المصادر المتجددة، والتي بلغت مستويات لم تشهدها من قبل نهاية 2016؛ (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الأولى)

6. إن إنتقال العالم إلى الإستغلال الواسع للطاقات البديلة المتجددة سوف يستغرق زمنا طويلا، حيث بالرغم من الجهود الدولية المبذولة في تنويع مصادر الطاقة والبحث عن بدائل بغية تخفيف الضغط وتقليل الإعتماد على الطاقات الأحفورية، إلا أن النتائج لا تزال محدودة ولم تبلغ المستوى المطلوب؛

7. تعددت المجالات الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة خلال السنوات الأخيرة، حيث عرفت توسعا ملحوظا فبعد أن كانت تقتصر على الطهي والتدفئة في الماضي أصبحت اليوم تستخدم في إنتاج الطاقة الحرارية والحركية ولتوليد الطاقة الكهربائية التي تعد من المجالات الواعدة لإحلال الطاقات الناضبة بالطاقات المتجددة خاصة في ظل الإنخفاض الملحوظ الذي تشهده تكلفة تكنولوجياتها. وتمثل مساهمة مصادر الطاقة المتجددة مجتمعة في الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية نسبة مهمة بلغت حوالي الربع نهاية 2016، ويتوقع أن تتضاعف هذه النسبة خلال السنوات القادمة، خاصة حصة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء النظيفة، وذلك بسبب التطور الذي تشهده تقنياتها خاصة الفوتوفولطية مما جعل تكلفتها تنافسية مقارنة بالطاقات الأحفورية؛

8. إن الطاقة الشمسية تعد أحد أهم ركائز التنمية البشرية مستقبلا، نظرا لإستخداماتها المتعددة في شتى نواحي الحياة، سواء من الناحية الإنتاجية، أو من ناحية المتطلبات والإحتياجات الطاقوية كالتبريد والتسخين ومختلف الإستعمالات المنزلية والخدمية، وبالتالي زيادة نسبة الرفاهية للسكان والرفي بمستويات التنمية البشرية من الحسن إلى الأحسن؛

9. تحتل الثروة البترولية مكانة هامة في الإقتصاد الجزائري، حيث تمثل أهم العناصر المساهمة في المزيج الطاقوي الوطني، كما تشكل العائدات البترولية مجمل عائدات الدولة من العملة الصعبة، وما يزيد عن النصف (كمتوسط خلال ستة عشر سنة الأخيرة) من الإيرادات العامة للخزينة متأية من الجباية البترولية؛

10. تعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة البديلة المتاحة في الجزائر، وتعدد مزايا إستخدامها على المستويين القومي والفردي كما تعدد مجالات إستخدامها وتنوع تطبيقاتها بين الفوتوفولطية والحرارية، ومن المتوقع أن تحقق تقنياتها نجاحا كبيرا نظرا للإمكانيات الكامنة التي تحوزها الجزائر من الطاقة الشمسية مقارنة بالبدائل الطاقوية الأخرى، إذ أنها طاقة نظيفة متاحة على كامل التراب الجزائري، نظرا لوقوعها في قلب الحزام الشمسي العالمي، الأمر الذي يجعل منها البديل الأفضل لإستخلاف الثروة البترولية الجزائرية؛ (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الثانية)

11. يشكل قطاع الطاقة الشمسية في الجزائر ثروة وطنية وفرصة تاريخية للإستخدام الإقتصادي، إذا ما تم تبني إستراتيجية شاملة من أجل النهوض بالإقتصاد الوطني، تعمل على إستغلال الإمكانيات المتاحة ضمن سياسة رشيدة وفي إطار تنظيم وتشريع طاقي يتكفل بحماية هذه الثروة وعدم هدرها، وتوظيفها بما يخدم الإقتصاد الوطني حاليا ويحقق التنمية الشاملة المستدامة مستقبلا؛

12. يمكن أن تلعب الطاقة الشمسية دورا هاما في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، وذلك من خلال مساهمتها في رفع معدل النمو الإقتصادي وتخفيض عجز الميزانية العامة، وتحقيق الأمن الطاقوي وتحسين وضع الميزان التجاري إلى جانب خلق فرص عمل جديدة وتحسين مستوى معيشة الأفراد بما يساهم في الحد من الفقر وتحقيق العدالة الإجتماعية، والحد من إنبعاث الغازات السامة الناتجة عن إستغلال الطاقات الأحفورية مما يؤدي إلى الحفاظ على صحة البشر والمنظومة البيئية؛ (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الثانية)

13. بادرت الجزائر بإصدار مجموعة من القوانين والنصوص التنظيمية وتأسيس العديد من المؤسسات ومراكز البحث التي تهتم بترقية إستغلال الطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية، وعملت على القيام بمشاريع شراكة من أجل نقل التكنولوجيا التي تساعد على تطوير هذه الطاقات، كما سطرت برنامجا لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، والذي يقوم على تأسيس قدرات طاقوية ذات أصول متجددة، منها ما سوف يوجه لتغطية الطلب الوطني على الكهرباء والآخر يوجه للتصدير؛ (وهذا ما يثبت صحة الفرضية الثالثة)

14. رغم كل الجهود التي قامت بها الجزائر في إطار سياستها إبتجاه تطوير الطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية، إلا أن نتائجها تبقى متواضعة ودون المستوى المطلوب، وبالتالي فحصة الطاقة الشمسية في ميزان الطاقة الوطني تبقى ضئيلة جدا مقارنة بالإمكانات المتوفرة، وهذا ما يثبت تعثر سياسة الجزائر لترقية إستغلال الطاقة الشمسية والتي تحتاج إلى المزيد من الجدية في التنفيذ وحلق الكوادر البشرية المؤهلة والقادرة على قيادة هذه السياسة نحو النجاح وتحقيق الأهداف المسطرة، كما يمكن الإقتداء بالتجارب العالمية الرائدة في هذا المجال.

ثانيا: مقترحات

بناء على النتائج سابقة الذكر المتوصل إليها من خلال هذا البحث، إرتأينا تقديم المقترحات التالية:

1. إعادة النظر في إستراتيجية الجزائر الحالية المتعلقة بإستغلال ثروتها البترولية، والتي تركز على أساس التوسع المفرط في تصدير هذه الثروة وإنتاجها وفقا لمؤشرات الطلب عليها في السوق الدولية، دون الأخذ بعين الإعتبار لمتطلبات التنمية المستدامة للبلاد، التي تنص على ضرورة ترقية الكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية الجزائرية في مختلف النواحي الإقتصادية، من خلال الإستخدام الأمثل لها لتطوير القطاع الصناعي وإحداث تحولات جوهرية في القطاع الزراعي وباقي القطاعات الحيوية الأخرى؛

2. على الجزائر مراقبة العلاقة بين مستوى الإحتياطات البترولية بإعتبارها مخزونا إستراتيجيا ناضبا ومستوى الإنتاج وخطور الإستهلاك بهدف إطالة العمر الإنتاجي للثروة البترولية، مع دراسة الجدوى والخيار بين إبقاء البترول في الآبار كأرصدة نقدية مؤجلة إذا لم تكن هناك ضرورة موضوعية لزيادة الإنتاج، أو إستخراجه وتحويله إلى فوائض مالية في شكل أرصدة نقدية معجلة موضوعة في البنوك داخل البلاد وخارجه؛

3. زيادة الإستثمار في تطوير فروع الصناعة البتروكيماوية في الجزائر من خلال ترقية كفاءة إستخدام الثروة البترولية كمادة أولية في توسيع تشكيلة المخرجات النهائية لهذه الصناعة الإستراتيجية، لما لها من أثر مباشر على تنمية باقي القطاعات الإقتصادية الأخرى، وكذا يتعين على الجزائر رفع طاقة تكرير البترول وإقامة المصافي لغرض مواجهة الطلب

المحلي المتزايد من جهة، ولغرض إحلال الصادرات من مشتقات البترول محل الصادرات من البترول الخام من جهة أخرى، مع التركيز على أن يكون تكرير البترول الخام وتصنيع منتجاته بتقنيات تخفف من تلويث البيئة؛

4. يتعين على الجزائر المضي قدما في إتخاذ مختلف الإجراءات والأساليب والتدابير التي تمكنها من الاستفادة من الإمكانيات المتاحة من المصادر الطاقوية المتجددة خاصة الطاقة الشمسية التي تمتلك منها الجزائر إمكانيات هائلة، مما يخفف الضغط على الطاقات الناضبة خاصة في مجال إنتاج الكهرباء، بالرغم من أن التحول عن الطاقات الأحفورية في المدى القريب والمتوسط غير ممكن لأسباب تقنية وإقتصادية، إلا أن الضغوط الإيكولوجية الدولية والمحلية تحتم الإستعداد لكل التغيرات المحتملة؛

5. إستبدال الإستثمارات الجديدة في مصادر الطاقة الأحفورية في الجزائر بإستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة وخاصة الشمسية، فالتوسع في إنشاء محطات جديدة للطاقة الأحفورية لا يعتبر قرارا رشيدا من الناحية الإقتصادية، إذ أن تلك المصادر مهددة بالضبوب، على عكس الطاقة الشمسية فهي طاقة متجددة ونظيفة، ومن ثم تساهم في تحقيق التنمية المستدامة بكل جوانبها، لذلك يجب على الحكومة الجزائرية التوسع في تدشين المحطات الشمسية وإختيار التكنولوجيا والتقنية الهندسية الأفضل للتطبيق من الناحية الإقتصادية مستفيدة من النماذج الأجنبية الرائدة في هذا المجال بدلا من التوسع في تدشين المحطات المعتمدة على الطاقة الأحفورية والحروقات الملوثة للبيئة؛

6. تدعيم السياسة الطاقوية الوطنية لإستغلال الطاقات البديلة والمتجددة بألية مراقبة من أجل متابعة تحقيق الأهداف الإستراتيجية المسطرة وتجاوز العثرات، وتحديد الإنحرافات الممكن حدوثها ل يتم معالجتها في حينها، لأن نجاح إستراتيجية التنمية مرهون بنجاح السياسة الطاقوية؛

7. إنشاء صناعة متكاملة للطاقة الشمسية في الجزائر، إلى جانب الصناعات المغذية لها، بما يضمن الاستفادة من سلسلة القيمة بدءا من البحث والتطوير وحتى التصنيع والتسويق، لاسيما توافر كافة العوامل التي تؤهلها لإنتاج الخلايا الشمسية بدلا من إستيرادها من الخارج؛

8. إنشاء شبكة وطنية لتبادل المعلومات والخبرات في مجال الطاقات المتجددة؛

9. العمل على نشر ثقافة إستخدام مختلف تطبيقات الطاقة الشمسية بين المواطنين، إذ لا يزال الكثير منهم يجهل المنتجات الشمسية والتشريعات والقوانين التي إنتهجتها الحكومة الجزائرية لتحفيز إستخدام الطاقة الشمسية. وعليه يجب تنظيم حملات إعلامية للتوعية بإستخدامات المنتجات الشمسية، إلى جانب تفعيل دور القطاع الخاص ومؤسسات المجتمع المدني لنقل وتوطين تكنولوجيا الطاقة الشمسية.

ثالثا: آفاق البحث

إن هذا البحث لا يقدم رؤية مطلقة أو نهائية عن موضوع إستراتيجية ترقية الكفاءة الإستهلامية للطاقات البديلة لإستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة، ويرجع ذلك إلى إمكانية دراسته من جوانب عديدة وفي إطار متغيرات مختلفة، ولذلك يمكن إقتراح جملة من المواضيع التي قد تكون مكتملة لبحثنا هذا أو تزيد في إثرائه من الناحيتين النظرية والعملية، وتمثل أهم هذه المواضيع فيما يلي:

1. الرهانات المستقبلية للبتروول في ظل متطلبات التنمية الشاملة المستدامة وتحديات السوق الطاقوية الدولية؛
2. دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة ودعم تنافسية الإقتصاد الجزائري؛
3. مستقبل الطاقة الشمسية ومكانتها ضمن الخيارات الطاقوية المستدامة (بالتطبيق على حالة الجزائر)؛
4. مستقبل الثروة البترولية الجزائرية في ظل تنامي التوجه العالمي نحو الطاقات المتجددة؛
5. إستراتيجية الإستغلال المستدام للغاز الصخري بين ضغوط المتطلبات البيئية وتزايد الإحتياجات الطاقوية (حالة الجزائر)؛
6. إستراتيجية التنوع الطاقوي ودورها في تحقيق متطلبات التنمية المستدامة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

قائمة المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

أ. الكتب

1. أحمد أبو اليزيد الرسول، التنمية المتواصلة (الأبعاد والمنهج)، مكتبة بستان المعرفة، الإسكندرية، 2007.
2. أحمد أحمد، الملوثات المائية (المصدر، التأثير، التحكم والعلاج)، القاهرة، 2002.
3. أحمد جامع، النظرية الاقتصادية، الطبعة الثالثة، دار النهضة العربية، القاهرة، 1977.
4. أحمد رشيد، علم البيئة، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1981.
5. أحمد مدحت إسلام، التلوث مشكلة العصر، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1990.
6. أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، مصر، 1999.
7. أحمد مصطفى خاطر، التنمية الاجتماعية المفهومات الأساسية نماذج ممارسة، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، 2002.
8. أسامة إبراهيم الزعلوك، بحث عن الطاقة الشمسية، جامعة ناصر الألفية، مصر، 2000.
9. إسماعيل خناس، ترجمة سمير سعد، تحدي الطاقة في حوض المتوسط، دار الفارابي، بيروت: لبنان، 1994.
10. إيمان عطية ناصف، إقتصاديات الموارد والبيئة، دار الجامعة الجديدة، الأزاريطة، مصر، 2007.
11. باتر محمد علي وردم، العالم ليس للبيع: مخاطرة العولمة على التنمية، الأهلية للنشر والتوزيع، الأردن، 2003.
12. باربرا روز جونسون، ترجمة صادق إبراهيم عودة، من يدفع ثمن الإطار الثقافي للأزمة البيئية، الطبعة الأولى، دار فارس للنشر والتوزيع، عمان، 1998.
13. بيتر هوفمن، ترجمة ماجد كنج، مصادر الطاقة المستقبلية: الهيدروجين وخلايا الوقود والتوقعات لكوكب أنظف، الطبعة الأولى، دار الفارابي، لبنان، 2009.
14. توفيق محمد قاسم، الإنسان والطاقة عبر التاريخ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة: مصر، 2004.
15. جمال حلاوة، علي صالح، مدخل إلى علم التنمية، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 2010.
16. جمال سند السويدي، مستقبل النفط كمصدر للطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبوظبي: الإمارات العربية المتحدة، 2005.
17. جمال عويس السيد، الملوثات الكيميائية للبيئة، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة: مصر، 2000.
18. حاتم الرفاعي، البترول: ذروة الإنتاج وتداخيات الانحدار، الطبعة الثانية، نضضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع، مصر، 2009.

19. حافظ برجاس، محمد الجذوب، الصراع الدولي على النفط العربي، الطبعة الأولى، بيسان للنشر والتوزيع، بيروت: لبنان، 2000.
20. حامد الرفي، إقتصاديات البيئة (مشكلات البيئة، التنمية الإقتصادية، التنمية المستدامة)، دار التعليم الجامعي، الإسكندرية، 2005.
21. حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، الطبعة الأولى، مكتبة الدار العربية للكتاب، مدينة نصر: مصر، 2002.
22. حسن سيد أحمد أبو العينين، الموارد الإقتصادية، الدار الجامعية، بيروت، 1979.
23. حسين عبد الله، إقتصاديات البترول، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1979.
24. حسين عبد الله، البترول العربي: دراسات إقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، القاهرة، 2003.
25. حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الأولى، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2000.
26. حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، الطبعة الثانية كز الدراسات الوحدة العربية، بيروت، 2006.
27. حلام زواوية، دور إقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الإقتصادية المستدامة في الدول المغاربية، الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية، 2014.
28. خالد أمين عبد الله، محاسبة النفط، دار وائل للنشر، عمان، 2002.
29. داليا محمد يونس، تقييم سياسات تصدير وتصنيع الغاز الطبيعي محليا ومقارنته بنظرياته عالميا، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2011.
30. دانييل أنولد، ترجمة عبد الأمير شمس الدين، تحليل الأزمات الإقتصادية للأمس واليوم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، 1992.
31. راشد البراوي، ثروة البترول في إفريقيا، دار النهضة العربية، القاهرة، 1972.
32. رمضان محمد مقلد وآخرون، إقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2001.
33. رمضان محمد مقلد وآخرون، إقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2003.
34. روبر إبراهيم، البيئة والتلوث، دار نوفل، بيروت، 2000.
35. ريتشارد هاينبرغ، ترجمة أنطوان عبد الله، سراب النفط: النفط ومصير المجتمعات الصناعية، الدار العربية للعلوم، لبنان، 2005.
36. ريكاردوس الهبر، بيئة الإنسان، ط2، المطبعة العربية، بيروت، 1992.
37. سارة حسن منيمنة، جغرافية الموارد والإنتاج، دار النهضة العربية والنشر، بيروت، 1996.
38. سالم عبد الحسن رسن، إقتصاديات النفط، الطبعة الأولى، الجامعة المفتوحة، طرابلس، دار الكتب الوطنية، بنغازي، 1999.

39. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقات البديلة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، علم المعرفة، الكويت، 1981.
40. سلطان الرفاعي، التلوث البيئي (أسباب، أخطار، حلول)، دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن، 2009.
41. شارلس كولستاد، ترجمة أحمد يوسف عبد الخير، الإقتصاد البيئي، الجزء الأول، جامعة الملك سعود، السعودية، 2005.
42. صالح صالح، المنهج التنموي البديل في الإقتصاد الإسلامي (دراسة للمفاهيم والأهداف والأولويات وتحليل للأركان والسياسات والمؤسسات)، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة: مصر، 2006.
43. ضياء مجيد الموسوي، ثورة أسعار النفط، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2008.
44. عاطف سليمان، الثروة النفطية ودورها العربي (الدور السياسي والإقتصادي)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2009.
45. عامر طراف، التلوث البيئي والعلاقات الدولية، الطبعة الأولى، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، 2008.
46. عبد الخالق فاروق، النفط والأموال العربية في الخارج، الطبعة الأولى، دار الرفاعي للطباعة، القاهرة: مصر، 2002.
47. عبد الرسول الغزاوي، محمد عبد الغني، ترشيد إستهلاك الطاقة، دار مجدلاوي، الأردن، 1996.
48. عبد السلام بلعيد، ترجمة محمد هناد ومصطفى ماضي، الغاز الجزائري بين الحكمة والضلال، دار النشر بوشان، الجزائر، 1990.
49. عبد الله خبابة، رايح بوقرة، الوقائع الإقتصادية (العولمة الإقتصادية، التنمية المستدامة)، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 2009.
50. عبد علي الخفاف، ثعبان كظيم خطير، الطاقة وتلوث البيئة، دار السيرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2007.
51. عثمان محمد غنيم، ماجدة أبو زنت، التنمية المستدامة- فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها- الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2010.
52. عدنان شهاب الدين، المحافظة على تماسك منظمة أوبك: مضامين التعاون بين الدول الأعضاء، الطبعة الأولى، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي: الإمارات العربية المتحدة، 2007.
53. عصام الجلي وآخرون، مستقبل الإقتصاد العربي بين النفط والإستثمار، مؤسسة عبد الحميد شومان، عمان، الأردن، 2008.
54. علي لطفي، الطاقة والتنمية في الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، مصر، 2008.
55. فتحي أحمد حولي، إقتصاديات النفط، الطبعة الثانية، دار حافظ، جدة: السعودية، 1992.
56. فريد النجار، إدارة الشركات البترولية وبدائل الطاقة: قراءة إستراتيجية، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2006.

57. قصي عبد الكريم إبراهيم، أهمية النفط في الإقتصاد والتجارة الدولية (النفط السوري نموذجاً)، الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق: سوريا، 2010.
58. كريستوفر فلافين، ترجمة سيد رمضان هدارة، إرتفاع درجة حرارة الأرض: إستراتيجية عالمية لإبطائه، الطبعة الأولى، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، 1992.
59. كريستوفر فلافين، نيكولاس لينس، ترجمة محمد الحديدي، ما بعد عصر النفط: إقتصاد قائم على الطاقة الشمسية، الدار الدولية للنشر والتوزيع، مصر، 1992.
60. محمد أحمد الدوري، مبادئ إقتصاد النفط، دار شموع الثقافة، الزاوية، ليبيا، 2003.
61. محمد أحمد الدوري، محاضرات في الإقتصاد البترولي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983.
62. محمد السيد عبد السلام، الأمن الغذائي للوطن العربي، عالم المعرفة، الكويت، 1998.
63. محمد إيهاب صلاح الدين، الطاقة وتحديات المستقبل، المكتبة الأكاديمية، القاهرة: مصر، 1998.
64. محمد دبس، بدائل الطاقة، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1978.
65. محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، درا الشروق، لبنان، 1988.
66. محمد صالح الشيخ، الآثار الإقتصادية والمالية لتلوث البيئة ووسائل الحماية منها، ط1، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، الإسكندرية، 2002.
67. محمد عبد الكريم علي عبد ربه، محمد عزت محمد إبراهيم غزلان، إقتصاديات الموارد والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2000.
68. محمد كامل عارف، مراجعة علي حسين حجاج، مستقبلنا المشترك، اللجنة العالمية للتنمية والبيئة، سلسلة كتب عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1989.
69. محمد محمود عمار، الطاقة مصادرها وإقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، 1987.
70. محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة لعبة الكبار "ما بعد الحضارة الكاربونية"، إصدارات سطور جديدة، مصر، 2012.
71. محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة: مصادرها- أنواعها- إستخداماتها، مكتبة طريق المعرفة، القاهرة، 2006.
72. مديحة حسن السيد الدغيري، إقتصاديات الطاقة في العالم وموقف البترول العربي منها، الطبعة الأولى، دار الجليل، بيروت، 1998.
73. منى مصطفى البرادعي، السوق العالمية للنفط والمتغيرات الإقتصادية المؤثرة على النفط العربي في التسعينات، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 1993.
74. موسى الفياض، عبير أبو رمان، الوقود الحيوي: الأفاق والمخاطر والفرص، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، الأردن، 2009.

75. نجاة النش، الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة: أفاق ومستجدات، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 1997.
76. نزار عوني اللبدي، التنمية المستدامة: إستغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، الطبعة الأولى، دار دجلة، الأردن، 2015.
77. نوزاد عبد الرحمن الهيتي، حسن إبراهيم المهدي، التنمية المستدامة في دولة قطر (الإنجازات والتحديات)، ط1، اللجنة الدائمة للإسكان، الدوحة، 2008.
78. هاشم مرزوك الشمري، عمار محمود حميد، مستقبل الطلب على البترول في ظل تراحم المصادر البديلة، جامعة كربلاء، العراق، بدون سنة نشر.
79. هاني عبيد، الإنسان والبيئة: منظومات الطاقة والبيئة والسكان، دار الشروق، عمان، الأردن، 2000.
80. هوشيار معروف، تحليل الإقتصاد الدولي، دار جدير، عمان، 2006.
81. يسرى محمد أبو العلا، مبادئ الإقتصاد البترولي وتطبيقاتها على التشريع الجزائري، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية، القاهرة، 1996.

ب. الرسائل والأطروحات

1. إبراهيم بورنان، الغاز الطبيعي ودوره في تأمين الطلب على الطاقة في المستقبل- حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2007.
2. أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة إستغلال النفط على الصادرات (دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية)، أطروحة دكتوراه في العلوم الإقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2013.
3. سهيلة زناد، إستراتيجية الإستغلال المستدام للثروة البترولية بين متطلبات التنمية القطرية وإحتياجات السوق الدولية -دراسة حالة قطاع البترول الجزائري-، رسالة ماجستير في العلوم الإقتصادية، جامعة فرحات عباس، سطيف، 2011.
4. صباح برايجي، دور حوكمة الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الإقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الإستدامة، رسالة ماجستير في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، 2012-2013.
5. الطاهر خامرة، المسؤولية البيئية والإجتماعية مدخل لمساهمة المؤسسة الإقتصادية في تحقيق التنمية المستدامة "حالة سوناطراك"، مذكرة ماجستير في العلوم الإقتصادية، تخصص إقتصاد وتسيير البيئة، كلية العلوم الإقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2007.
6. عاشور كتوش، الغاز الطبيعي في الجزائر وأثره على الإقتصاد الوطني، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الإقتصادية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2004.

7. عمر شريف، استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة - دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر-، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، تخصص إقتصاد التنمية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر، باتنة، 2007.
8. معتز عزت عبد الغني الشيمي، الإقتصاد الأخضر: نحو إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة (بالتطبيق على مصر)، رسالة ماجستير في الإقتصاد، جامعة القاهرة، 2015.
9. نبيل بوفليح، دور الصناديق السيادية في تمويل اقتصاديات الدول النفطية- الواقع والأفاق مع الإشارة إلى حالة الجزائر-، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، فرع نقود ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3، 2010-2011.
10. نذير غانية، إستراتيجية التسيير الأمثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة -دراسة حالة بعض الإقتصاديات-، أطروحة دكتوراه في علوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2016.

ج. المجالات والجرائد

1. الإتحاد العربي للكهرباء، خطة وزارة الطاقة والمناجم في الجزائر في مجال الطاقة المتجددة، مجلة الكهرباء العربية، العدد 17، مجلة دورية متخصصة تصدر عن الأمانة العامة للإتحاد العربي للكهرباء، 2011.
2. الطاهر الزيتوني، الأفاق المستقبلية لإمدادات العالم والدول الأعضاء من النفط، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 38، العدد 142، 2012.
3. آمنة حسين صبري علي، الإطار العام لمؤشرات التنمية المستدامة (طرق القياس والتقييم)، مجلة المخطط والتنمية، العدد 32، جامعة بغداد، 2015.
4. أمينة مخلفي، النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث، العدد التاسع، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة: الجزائر، 2011.
5. أيان باري، السعر المناسب، مجلة التمويل والتنمية، المجلد 52، العدد الرابع، صندوق النقد الدولي، ديسمبر 2015.
6. بيتر بوشن، مايكل رينر، الوظائف الخضراء، مجلة التمويل والتنمية، المجلد 52، العدد الرابع، صندوق النقد الدولي، ديسمبر 2015.
7. توماس هلبينغ، نحو الصعود، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، مارس 2013.
8. جيمز لايبك، إعادة إحياء الطاقة النووية، e journal USA، وزارة الخارجية الأمريكية، جويلية 2006.
9. حدة فروحات، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر-دراسة لواقع مشروع الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر-، مجلة الباحث، العدد 11، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة: الجزائر، 2012.

10. حسان خضر، أسواق النفط العالمية، مجلة جسر التنمية، العدد 27، السنة الخامسة، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، نوفمبر 2005.
11. رشيد علي حطايي، البيئة: قفزة عالمية في إستغلال طاقة الرياح، مجلة الطاقة والمناجم، العدد 12، الجزائر، نوفمبر 2010.
12. سمير كسيرة، عادل مستوي، الإتجاهات الحالية لإنتاج وإستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر- رؤية تحليلية أنية ومستقبلية، مجلة العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، العدد 14، جامعة المسيلة: الجزائر، 2015.
13. سهيلة زناد، زهير بوعكريف، الإستثمار في الطاقات المتجددة كبديل لإستخلاف التمويل الربعي للبرامج العامة في الجزائر، مجلة حوليات جامعة بشار في العلوم الإقتصادية، العدد 15، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة بشار: الجزائر، أكتوبر 2014.
14. سهيلة مواكبي، الأثار الإقتصادية لمصادر الطاقة المتجددة في الجزائر وآفاقها المستقبلية، نشرية الطاقات المتجددة، العدد رقم 02، مركز تنمية الطاقات المتجددة، الجزائر، 2002.
15. شراف عقون، فريدة كافي، الطاقات المتجددة كبعد إستراتيجي للسياسة الطاقوية الجديدة في الوطن العربي -دراسة تحليلية-، مجلة البحوث الإقتصادية والمالية، المجلد الرابع، العدد الأول، جامعة أم البواقي، جوان 2017.
16. عاطف الجميلي، الهيكل البنيوي لصناعة النفط، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 109، المنظمة العربية المصدرة للنفط (أوابك)، الكويت، ربيع 2004.
17. عبد الجليل هويدي، العلاقة بين السياحة البيئية والبيئة والتنمية المستدامة، مجلة الدراسات والبحوث الإجتماعية، العدد 9، جامعة الوادي، ديسمبر 2014.
18. عبد الرحمن نذير، العالم في مواجهة إحتمال نفاذ البترول، مجلة الأحداث المغربية، عدد 29 أبريل 2005.
19. عبد الستار عبد الجبار موسى، العلاقة بين الأسعار الفورية والأسعار المستقبلية للنفط الخام في السوق الدولية- دراسة سوق التبادلات السلعية في نيويورك NYMEX، مجلة الإدارة والإقتصاد، العدد 64، الجامعة المستنصرية، العراق، 2007.
20. عدنان مناتي صالح، التنمية المستدامة في الإقتصاد النامي بين التحديات والمتطلبات، مجلة كلية بغداد للعلوم الإقتصادية الجامعة، العدد الخاص بالمؤتمر العلمي المشترك، 2014.
21. علي رجب، تطور فروقات الأسعار بين النفوط الخفيفة والثقيلة وإتجاهاتها المستقبلية، مجلة النفط والتعاون العربي، منظمة الدول العربية المصدرة للبترول (O.APEC)، العدد 123، 2007.
22. علي رجب، تطوير الطاقات المتجددة وإنعكاساته على أسواق النفط العالمية والأقطار الأعضاء، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 127، المجلد 34، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، خريف 2008.

23. فارس مسدور، أهمية تدخل الحكومات في حماية البيئة من خلال الجباية البيئية، مجلة الباحث، العدد7، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2009-2010.
24. فريد طاجين، الطاقة النظيفة والأمن البيئي: الرهانات والتحديات، مجلة دفاتر السياسة والقانون، العدد السادس، جامعة ورقلة: الجزائر، جانفي 2012.
25. فريدة كافي، الإستثمار في الطاقة المتجددة كمدخل لدفع عجلة التنمية المستدامة في الجزائر- مع الإشارة إلى مشروع صحراء صولار بريدر-، نشرية الطاقات المتجددة، العدد رقم 02، مركز تنمية الطاقات المتجددة، الجزائر، 2002.
26. ماجد إبراهيم عامر، تطور خارطة سوق النفط العالمية والإنعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوابك، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 42، العدد 156، الأوابك، الكويت، 2016.
27. مارتين أورت، علينا زيادة الفعالية، مجلة ألمانيا، العدد 02، دار نشر سوسي تيس، فرانكفورت، ألمانيا، 2008.
28. مجلة إيضاءات، الغاز الصخري، معهد الدراسات المصرفية، السلسلة السادسة، العدد 08، الكويت، مارس 2014.
29. محمد الهواري، ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية: الدوافع والآثار الاقتصادية، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد السادس والثلاثون، العدد 135، الكويت، خريف 2010.
30. محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، العدد 06، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2008.
31. محمد مختار اللبايدي، دور مصادر الطاقة المختلفة في تلويث البيئة وإمكانيات الحد منها، مجلة النفط والتعاون العربي، مجلد 18، عدد65، الكويت، 1993.
32. محمد مصطفى محمد الخياط، محطات مراكز الطاقة الشمسية، مجلة الكهرباء العربية، العدد99، يناير 2010.
33. محمد مصطفى محمد الخياط، ملامح الأسواق الناجحة للطاقة المتجددة، مجلة الكهرباء العربية، العدد 104، 2011.
34. محمد وكاع، هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، مجلة فيلادلفيا الثقافية، العدد06، الأردن، 2011.
35. محمود حسن رشدي، البترول العربي وأزمة الطاقة بين الواقع والإنفعال، مجلة العمل العربية، العدد الثاني، مصر، 1974.
36. نادية خضر كناوي، أثر الضرائب في الحد من التلوث البيئي، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 14، العدد1، العراق، 2012.
37. وزارة الطاقة والمناجم، مزايا الطاقة الشمسية، مجلة الطاقة والمناجم، العدد الثامن، الجزائر، جانفي 2008.

د. الدراسات، المؤتمرات والملتقيات

1. إبراهيم زرزور، المسألة البيئية والتنمية المستدامة، الملتقى الوطني حول إقتصاد البيئة والتنمية المستدامة، كلية علوم التسيير، المركز الجامعي بالمدية، 2006/7/17.
2. أحمد آل درويش وآخرون، المملكة العربية السعودية: معالجة التحديات الاقتصادية الناشئة للحفاظ على النمو، صندوق النقد الدولي، إدارة الشرق الأوسط وآسيا الوسطى، 2015.
3. أحمد بن محمد السيارى، نظرة عامة على أهم مصادر الطاقة غير التقليدية، ورقة عمل، إدارة الأبحاث الاقتصادية، مؤسسة النقد العربي السعودي، يوليو 2015.
4. أحمد بوريش، تداعيات وانعكاسات إنهيار أسعار البترول على الإقتصاد الجزائري، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015.
5. الشريف بقة، زغي نبيل، واقع قطاع المحروقات الجزائري في ظل السياسات الطاقوية الأوروبية الجديدة، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين لإحتياجات الدولية ، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف: الجزائر، 2015.
6. الطاهر خامرة، فاتح بن نونة، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
7. الطيب داودي، هاجر بربطل، دور الشراكة الأجنبية في نشر إستغلال الطاقة المتجددة عبر العالم- مع الإشارة إلى تجربة الجزائر، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الإنتقال، يومي 18 و19 نوفمبر 2014، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014.
8. الطيب داودي، هاجر بربطل، سياسة إستغلال الطاقة المتجددة في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015.
9. العياشي زرزار، مداحي محمد، مشروع ديزرتيك كخيار إستراتيجي للإستثمار في الطاقات المتجددة في الجزائر، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الإنتقال، يومي 18 و19 نوفمبر 2014، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014.

10. إلهام بوحبيلة، قطوش مريم، الغاز الصخري: المصدر الطاقوي الجديد، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015.
11. الأمم المتحدة، إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية (التطبيق والتنفيذ)، المجلس الإقتصادي والإجتماعي، لجنة التنمية المستدامة، الدورة الخامسة، 7-25 أبريل 1997.
12. الأمم المتحدة، تعزيز مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بما في ذلك البرنامج العالمي للطاقة الشمسية 1996-2005، تقرير الأمين العام، الأمم المتحدة، نيويورك، 2005.
13. جامعة الدول العربية، الإطار الإسترشادي العربي للطاقة المتجددة، مصر، 2014.
14. جدوى الإستثمار، النفط الصخري الأمريكي عند نقطة إنعطف المملكة العربية السعودية، أكتوبر 2015.
15. جدوى الإستثمار، إنتعاش أسعار النفط: هل سيؤدي إلى إنتعاش النفط الصخري الأمريكي، يونيو 2016.
16. جدوى الإستثمار، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، المملكة العربية السعودية، ديسمبر 2013.
17. جمال عبد الله، ثورة الغاز الصخري وأثرها على إقتصاديات دول الخليج، مركز الجزيرة للدراسات، قطر، 3 أكتوبر 2013.
18. جمال قاسم حسن، النفط والغاز الصخريين وأثرهما على أسواق النفط العالمية، صندوق النقد العربي، يوليو 2015.
19. حاكم محسن محمد، دور الإستثمار السياحي العربي والأجنبي في دعم الإقتصاد العراقي، المؤتمر العلمي الثالث، المجلد 1، جامعة أهل البيت، الأردن، 2006.
20. رشيد بن شريفة وآخرون، الهيدروجين وخلايا الإحتراق: صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية وتوافق بيئي، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، طرابلس، 20-22 نوفمبر 2004.
21. زبير عياش، إلهام بوجعدار، الإقتصاد الطاقوي الجزائري بين العاز الطبيعي والغاز الصخري، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي: إنعكاسات إتهيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له - المخاطر والحلول-، يومي 7/8 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدية: الجزائر، 2015.
22. سارة محسن العتيبي، التحول الإقتصادي الأخضر ودور السياسات الوطنية لتحقيق النمو المستدام (السعودية والإمارات خطط طموحة وتجارب عالمية)، المؤتمر الدولي السنوي الحادي والعشرون: الطاقة بين القانون والإقتصاد، كلية القانون، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ماي 2013.
23. سعاد جبار ، ماحي سعاد، الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانات، مداخلة مقدمة إلى المؤتمر الأول: السياسات الإقتصادية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1: الجزائر، 2015.

24. سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، حقيبة الطاقة المتجددة، الحقيبة الرابعة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 2000.
25. شافية كتاب، زهير بن دعاس، سياسات وإستراتيجيات ترقية الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية المتجددة في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1، الجزائر، 2015.
26. صالح صالح، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الجزائر، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أفريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
27. صالح صالح، آثار إنخفاض أسعار البترول على الإقتصاد الجزائري بين نعمة الموارد ولعنة الفساد، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف: الجزائر، 2015.
28. عبد الرؤوف قمبر، الغاز الصخري في الجزائر: فوائد وأضرار، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي: إنعكاسات إنحيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له -المخاطر والحلول-، يومي 8/7 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدية: الجزائر، 2015.
29. عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرون، دراسة إقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية - التحديات وأفاق المستقبل، منتدى الرياض الإقتصادي نحو تنمية إقتصادية مستدامة، الدورة السابعة، السعودية، 2015.
30. عبد القادر دربال، زاوية حلام، سياسات وإستراتيجيات تبني إقتصاديات الطاقات المتجددة وإمكانية دمجها في منظومة الإمداد الطاقوي (قطاع النقل نموذجاً)، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1، 2015.
31. عبد الله بن جمعان الغامدي، التنمية المستدامة بين الحق في إستغلال الموارد الطبيعية والمسؤولية عن حماية البيئة، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2007.
32. عدنان مريزق، دور برامج الطاقات المتجددة في معالجة ظاهرة البطالة: قراءة للواقع الجزائري، مداخلة ضمن الملتقى الدولي: إستراتيجية الحكومة للقضاء على البطالة وتحقيق التنمية المستدامة، كلية العلوم الإقتصادية، مخبر الإستراتيجيات والسياسات الإقتصادية في الجزائر، جامعة المسيلة: الجزائر، 15-16 نوفمبر 2011.
33. عدنان فرحان الجوارين، التنمية المستدامة في العراق (الواقع والتحديات)، أوراق إقتصادية، شبكة الإقتصاديين العراقيين، المكان، 2016.

34. علي عليوة، دراسة وتحليل مقومات الإستثمار في الطاقات المتجددة في الجزائر كبديل للإستثمار خارج المحروقات، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الانتقال، يومي 18 و 19 نوفمبر 2014، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي: الجزائر، 2014.
35. عمار عماري، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
36. فارس هباش، معيزة مسعود أمير، واقع وأفاق استغلال الغاز الصخري في الجزائر وبعض دول العالم بين الرهان الطاقوي والهاجس البيئي، المؤتمر الأول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الإحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، 2015.
37. فتيحة مزارشي، مداني حسيبة، إستراتيجيات ترقية الكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الإقتصاديات العربية في إطار ضوابط التنمية المستدامة، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
38. فوزي عبد الرزاق، كاتية بوروية، التنمية المستدامة ورهانات النظام الليبرالي بين الواقع والآفاق المستقبلية، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
39. اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الصناعة، الأمم المتحدة، نيويورك، 2002.
40. اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، تنمية إستخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، الأمم المتحدة، جوهانسبورغ، 2002.
41. اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة: نهج لتخفيف الفقر وإدراج قضايا النوع الإجتماعي في الإهتمامات الرئيسية، نيويورك، 2003.
42. ماجد كرم الدين محمود، محمد مصطفى محمد الخياط، سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا، مصر، 2009.
43. مبارك بوعشة، التنمية المستدامة: مقارنة إقتصادية في إشكالية المفاهيم والأبعاد، مداخلة ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم

- التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والإستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
44. مجلس الطاقة العالمي، دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، لندن 2010.
45. مجموعة البنك الدولي، نحو إستراتيجية جديدة بشأن الطاقة، المشاورات بشأن إستراتيجية الطاقة الخاصة بمجموعة البنك الدولي، منشورات مجموعة البنك الدولي باللغة العربية، 2010.
46. محمد أحمد الشهاوي، الغلاف الجوي، الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، ط1، الدار العربية للعلوم، بيروت، 2006.
47. محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة، مداخله ضمن مؤتمر البترول والطاقة: هموم عالم وإهتمامات أمة، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر، 2-3 أبريل 2008.
48. محمد مصطفى محمد الخياط، ترشيد الطاقة في الصناعة، دورة ترشيد الطاقة بالقاهرة - الإسكوا، الأمم المتحدة، ماي 2004.
49. مراد كواشي، سعدية مزيان، نماذج رائدة في مجال الطاقة البديلة، مداخله مقدمة ضمن الملتقى العلمي الدولي الثاني حول الطاقات البديلة خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي، 18-19 نوفمبر 2014.
50. مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، الطاقة المتجددة ثروة عربية متنامية، أفاق المستقبل، 2011.
51. مركز الدراسات والبحوث، إقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، غرفة الشرقية، السعودية، 2010.
52. مصطفى بودرامة، التحديات التي تواجه مستقبل النفط في الجزائر، مداخله ضمن المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، المنعقد بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، 08/07 أبريل 2008، منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، دار الهدى للطباعة والنشر، عين مليلة، 2008.
53. مصطفى منير محمود، آليات تفعيل تطبيقات إستخدام الطاقة الشمسية في إيجاد تنمية حضرية مستدامة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة، مصر، بدون سنة نشر.
54. معهد الدراسات المصرفية، إضاعات مالية ومصرفية، الذهب الأسود، السلسلة الخامسة، العدد 6، الكويت، 2013.
55. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ملخص دراسة واقع وأفاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في أمريكا الشمالية وإنعكاساتها على الدول الأعضاء، مارس 2015.

56. منيرة بباس، الضوابط الشرعية للتعامل في المشتقات المالية، الملتقى العلمي الدولي حول- الأزمة المالية والإقتصادية الدولية والحوكمة العالمية، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، أيام 20-21 أكتوبر 2009.
57. نسيم شرطي، الغاز الصخري كطاقة بديلة في الجزائر بين الضرورة الإقتصادية والهاجس البيئي، مداخلة مقدمة إلى الملتقى الدولي: إنعكاسات إنحيار أسعار النفط على الإقتصاديات المصدرة له -المخاطر والحلول-، يومي 7/8 أكتوبر 2015، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة يحي فارس المدية: الجزائر، 2015.
58. هشام الخطيب، مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية عربيا وعالميا، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، منظمة البلدان العربية المصدرة للبترو، 2006.
59. الورقة القطرية، الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، ديسمبر 2014.
60. الورقة القطرية، للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة الثامن، الأردن، 2006.
61. وفاء شماني، سمية لوكريز، تحقيق التنمية المستدامة بين إحلال الطاقات المتجددة والدور المأمول للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الجزائر، مداخلة ضمن الملتقى الوطني الثاني حول التنمية البديلة لقطاع المحروقات في الجزائر 7-8 مارس 2016، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة محمد البشير الإبراهيمي، برج بوعرييج: الجزائر، 2016.
62. وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة: أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، بدون سنة نشر.

هـ. التقارير

1. تقرير عن التنمية في العالم، التنمية المستدامة في عالم دائم التغير: التحول في المؤسسات والنمو ونوعية الحياة، الطبعة العربية، مركز الأهرام للترجمة والنشر، القاهرة، 2003.
2. تقرير وزير الخارجية للبيئة والشؤون الريفية، إستراتيجية التنمية المستدامة لحكومة المملكة المتحدة، برلمان المملكة المتحدة، مارس 2005.
3. تقرير مركز البيئة للمدن العربية، إستخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، العدد الأول، 2012.
4. جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، مصر، 2013.
5. اللجنة الإقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة: نهج للتخفيف من الفقر وإدراج قضايا النوع الإجتماعي في الإهتمامات الرئيسية، الجزء الأول، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في دول الإسكوا، الأمم المتحدة، نيويورك، 2003.

6. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، السكرتارية الفنية لمجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة، برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، أكتوبر 2004.
7. المجلس الأعلى للطاقة، تقرير حالة الطاقة، الإصدار الأول، دبي، 2014.
8. مديرية الطاقات الجديدة والمتجددة، دليل الطاقات المتجددة، وزارة الطاقة والمناجم، الجزائر، 2007.
9. منظمة الدول العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الثلاثون، أوابك، الكويت، 2003.
10. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، التقرير الإحصائي السنوي، الأوابك، الكويت، 2006.
11. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي السادس والثلاثون، أوابك، الكويت، 2009.
12. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الثامن والثلاثون، أوابك، الكويت، 2011.
13. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والأربعون، أوابك، الكويت، 2016.
14. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، دار النشر لجامعة كامبريدج، 2011.
15. وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2011.
16. وزارة الطاقة، حصيلة إنجازات قطاع الطاقة والمناجم لسنة 2013، النسخة العربية، طبعة 2014.
17. وزارة الطاقة، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2016.

و. المواثيق والقوانين

1. القانون رقم 86-14 المؤرخ في 19 أوت 1986 المتعلق بأعمال التنقيب والبحث عن المحروقات وإستغلالها ونقلها بالأنايب، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 35 الصادرة في 1986/08/21.
2. القانون رقم 09-99 المؤرخ في 15 ربيع الثاني عام 1420 هـ الموافق ل 28 جويلية 1999م والمتعلق بالتحكم في الطاقة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 51 الصادر في 20 ربيع الأول عام 1420 هـ الموافق ل 2 أوت سنة 1999م.
3. القانون رقم 01-02 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق ل 05 فيفري سنة 2002م والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 08 الصادر بتاريخ 23 ذي القعدة عام 1422 هـ الموافق ل 6 فيفري سنة 2002.

4. المرسوم التنفيذي رقم 92-04 والمؤرخ في 04 صفر عام 1425 هـ الموافق لـ 25 مارس 2004م، والمتعلق بتكاليف تنويع إنتاج الكهرباء، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 19 الصادر بتاريخ 07 صفر عام 1425 هـ الموافق لـ 28 مارس 2004م.
5. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 19 الصادر بتاريخ 07 صفر عام 1425 هـ الموافق لـ 28 مارس 2004م، ص14.
6. القانون رقم 09-04 المؤرخ في 27 جمادى الثاني 1425 هـ الموافق لـ 14 أوت 2004م، والمتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 52 الصادر بتاريخ 02 رجب عام 1425 هـ الموافق لـ 18 أوت 2004م.
7. القانون رقم 05-07 المؤرخ في 28 أبريل 2005 المتعلق بالمحروقات، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية العدد 50 الصادرة 19 جويلية سنة 2005.
8. القانون رقم 06-10، المؤرخ في 30 يوليو 2006، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 48، 2006.
9. القانون رقم 13-01، المؤرخ في 20 فيفري 2013، الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 11، الصادرة بتاريخ 14 ربيع الثاني عام 1434 هـ الموافق لـ 24 فيفري 2013.

ثانيا: المراجع باللغة الأجنبية

A. OEUVRAGES

1. Abdellatif BENACHENHOU, **Le Prix de L'avenir : le Développement Durable en Algerie**, Thotem Edition, Paris, 2005.
2. Alain JOUNOT, **100 Questions pour comprendre et agir le développement durable**, Afnor, France, 2004.
3. Alexandre ROJEY et autre, **Le Gaz naturel : production traitement transport**, Edition Technip, Paris, France, 1994.
4. Ammar BELHIMER, **La dette extérieure de l'Algérie**, Casba Edition, Alger, 1998.
5. Bruno Cohen BACRIE, **Communiqués efficaces sur le Développement Durable**, Edition demos, Paris, 2006.
6. Chams Eddine CHITOUR, **Pour une stratégie énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030**, Office des publications universitaire, ALGERIE, 2003.
7. Denis BABUSIAUX, **«Recherche et production du pétrole et du gaz»**, publication de l'institut français du pétrole, 2002.
8. Former M, **Managing Environmental pollution**, St. California, USA, 1999.
9. Genevieve FERONE Et Autres, **ce que Développement Durable veut dire**, Editions d'organisation, Paris, 2005.
10. Jean Charles Dubart, **Energie le grand tournant**, Paris, 1981.
11. Jean MASSERON, **l'Economie des Hydrocarbures**, 2^{ème} édition, Editions Technip, Paris, 1975.

12. Jean-pierre FAVENNEC, **le raffinage du pétrole: exploitation et gestion de la raffinerie**, Edition Technip, Paris, 1998.
13. Jean-Pierre OLSEM, **L'Energie dans le monde, Stratégies face à la crise**, 2^o édition, Hatier, Paris, 1984, p 54.
14. keiichi KOMOTO et autres, **Energy from the Desert: Very Large Scale PV Power Plants for Shifting to Renewable Energy Future**, photovoltaic power systems program, IEA, London, 2015.
15. Lee S. FREDMAN, **The Microeconomics of Public Policy Analysis**, Part 1, Princeton University Press, 2002.
16. Meunier FRANCIS, **Domestiquer l'effet de serre : Energies et Développement Durable**, Dunod, Paris, 2005.
17. Oel MAURLE, **Prix du pétrole**, PAO-Paris, France, 2001.
18. OFEFP, **Le climat est entre nos mains**, Berne, 2003.
19. Pierre JACQUET, Françoise Nicolas, **Pétrole (crise, marchés, politiques)**, ifri, Paris, 1991.
20. Rabah MARIOUT, **Le Pétrole algérien**, ENAP, Alger, 1974.
21. Roger PERMAN & Others, **Natural Resource and Environmental Economics**, Third Edition, Pearson Education, Harlow, 2003.
22. Shone. R, **Applications in intermediate macro-economic**, Oxford, 1981.
23. Sibi BONFILS, **Stratégies énergétiques pour le développement durable**, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, Canada, Québec, 2008.
24. Steven M GORELICK, **Oil panic and global crisis: Predictions and Myths**, Wiley-Blackwell, 1st Edition, New Jersey, 2011.
25. Valais.M, et all, **L'industrie du gaz dans le monde**, 4^{eme} édition, Edition Technip, Paris, France, 1982.

B. REVUES, SEMINAIRES ET RAPPORTS

1. Abdelmadjid BOUDER, Nacira KHIER, Rabia MIMOUNA, **"Le gaz de schiste en Algérie : Quels enjeux et quels impacts pour notre territoire ?"**, 1er Colloque International sur Hydrocarbures, Énergies et Environnement –HCEE- Ouargla les 23/ 24 novembre 2014.
2. Albert CLO, **Nouvelle crise pétrolière- Quelle clé de lecture**, in: Revue Medenergie, (Revue méditerranéenne de l'énergie) Alger- N°14- janvier 2005.
3. Amor KHELIF, **La valorisation physique de la filière du gaz naturel en Algérie : problèmes de définitions et dynamiques statistique**, Dans : dynamique des marchés et valorisation des hydrocarbures, ouvrage collectif sous la direction de Amor KHELIF, CREAD, 2005.
4. Arab Union of Electricity, **Statistical Bulletin**, 25th Issue, 2016.
5. BP, **Energy Outlook to 2035**, London, 2016.
6. BP, **Statistical Review of World Energy Carbon Dioxide Emissions**, 66th edition, June 2017, XLS.
7. British petroleum, **bp-energy- outlook-summary tables**, 2016.
8. British petroleum, **Energy Outlook to 2035**, 2016.

9. British petroleum, **Energy Outlook**, edition 2017.
10. British petroleum, **Energy Outlook**, summary tables, 2016.
11. British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 2011.
12. British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 65th edition, June 2016.
13. British petroleum, **Statistical Review of World Energy**, 66th edition, June 2017.
14. Catherine Aubertin, Franck Dominique Vivie, **Le Développement durable enjeux politiques économiques et sociaux**, La documentation française, IRD Edition, Paris 2005, p 45.
15. Center for Sustainable Systems, **U.S. Renewable Energy**, University of Michigan, 2014.
16. Commission des communautés européennes, **livre vert : une stratégie européenne pour une énergie sure**, compétitive et durable, Bruxelles, mars 2006.
17. Edenhofer Ottmar, and others, **Renewable Energy Sources and Climate change mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, CAMBRIDGE University Press, USA, First published, 2012.
18. Environmental Defense Fund, **Profile of Clean Energy Investment Potential Los Angeles**, 2014.
19. Fatima Zohra TIZRAOUI, **les énergies renouvelables**, seule alternative à terme aux énergies fossiles, Energie & Mines revue n°2, avril 2004.
20. FMI, Le Conseil d'administration du FMI conclut les consultations de 2009 au titre de l'article IV avec l'Algérie, **Note d'information au public (NIP) n° 10/29-23 février 2010**.
21. Frankfurt School of Finance & Management, **Global Trends in Renewable Energy Investment 2017**, Frankfurt, Federal Republic of Germany, 2017.
22. Global Energy Network Institute, **Renewable Energy Potential of China: Making the Transition from Coal - Fired Generation**, 2010.
23. ICC Commission on Environment and Energy _ **Energy efficiency with case studies** _ document N=0 213/75-19, November, 2009.
24. International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2016;
25. International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, IEA, Paris, 2017.
26. International Energy Agency, **Renewables Information: Overview**, Paris, 2017.
27. International Renewable Energy Agency (IRENA), **Green Economic Development with Renewable Energy Industries**, 2013.
28. International Renewable Energy Agency (IRENA), **Renewable Energy Statistics**, 2017.
29. International Renewable Energy Agency, **Financial Mechanisms and Investment Frameworks for Renewable in Developing Countries**, IRENA, Abu Dhabi, December 2012.
30. International Renewable Energy Agency, **Remap2030**, IRENA, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2014;

31. International Renewable Energy Agency, **Renewable Energy Statistics**, IRENA, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2016.
32. International Renewable Energy Agency, **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, concentrating solar power**, IRENA Work Paper, Volume1: Power Sector, Issue 2/5, Abu Dhabi, June 2012.
33. International Renewable Energy Agency, **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series**, IRENA Work Paper, Volume1: Power Sector, Issue 4/5, Abu Dhabi, 2012.
34. IRENA, League of Arab States, **Renewable Energy in the Arab Region: Overview of developments**, RCREEE, 2016.
35. IRENA, **Renewable Power Generation Costs in 2014**, Abu Dhabi, January 2015.
36. IRENA, **The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025**, June 2016.
37. IUCN/WWF/UNEP, World Conservation Strategy: **Living Resources for Sustainable Development**, 1980, revised in 1990 under the title "Caring for the Earth: a Strategy for Sustainable Living".
38. J. Ernult, A. Ashta, **Développement durable, responsabilité sociétale de l'entreprise, théorie des parties prenantes: Évolution et perspectives**, Cahiers du CEREN 21, Groupe ESC Dijon Bourgogne, France, 2007.
39. José Romero et Kaspar Meuli, **La fièvre monte inexorablement**, environnement, N°02, Berne, 2003.
40. Katherine Stephan, **Les compagnies pétrolières et le marché pétrolier international**, Le pétrole: guide de l'énergie et du développement à l'intention des journalistes, Open society Institute, New York, 2005.
41. Khadidja BOUZIDI, **géothermie énergie d'avenir et ses perspectives au sud de l'Algérie**, bulletin des énergies renouvelables, CDER, Alger, N10, Décembre 2006.
42. **Les énergies renouvelables et les changements climatiques dans les pays du maghreb**, revue medeterraneenne de l'énergie, sarl, medenergie, alger, N 11, 2004.
43. Madadi Abdelkader Abdallah, Hirtsi Hamid, **Les Nouveaux Fondements Philosophiques et Idéologiques Du Discours Sur Le Développement et La Durabilité**, 3^{ème} Colloque Internationale Sur: La Protection De L'environnement et Lutte Contre La Pauvreté Dans Les Pays En Voie De Développement, Institut Des Sciences Economiques et Des Sciences De Gestion, Centre Universitaire De Khmis-Miliana, Algérie, Le 03 et 04 2010.
44. Microsoft Encarta 2012 (DVD), **Gaz naturel**, Microsoft Corporation 2012.
45. Ministère de l'énergie, **Bilan Energétique National de l'année 2016**, édition Juin 2017.

46. Ministère des finances, **Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie**, Centre National de L'informatique et des Statistiques, Algérie, 2016.
47. OCDE, **Energy for Sustainable development**, Organization for Economic Co-operation and development, France, 2007.
48. Officers of the World Energy Council: MARIE - JOSÉ NADEAU and others, **World Energy Resources 2016 summary** , World energy council, London, 2016.
49. Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **world energy scenarios: composing energy futures to 2050**, World energy council, London, 2013.
50. Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **World Energy Resources**, London, 2016.
51. Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **World Energy Resources**, World energy council, London, 2013.
52. Officers of the World Energy Council: Pierre Gadonneix and others, **world energy scenarios: composing energy futures to 2050**, World energy council, London, 2013.
53. OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2004.
54. OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2010.
55. OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2015.
56. OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2016.
57. OPEC, **Annual Statistical Bulletin**, 2017.
58. OPEC, **World Oil Outlook**, 2015.
59. OPEC, **World Oil Outlook**, 2016.
60. P.S. Dasgupta and G.M.Heal, **Economic theory and exhaustible resources**, James Nisbet – Co.ltd. Digswell Place ,Welwyn, Herts, and Cambridge University press.
61. Pauls, K., **Tiny German Village a model in Country's energy revolution**, 2013.
62. PV Resources, **Large- Scale PV Power Plants**, Top 50, 2015.
63. Reinhard Haas and other, **What can we learn from tradable green certificate markets for trading white certificates ?**, Act innovate deliver reducing energy demand sustainably, ECEEE,2009.
64. REN21 Steering Committee, **Renewables 2011, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2011.
65. REN21 Steering Committee, **Renewables 2014, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2014.
66. REN21 Steering Committee, **Renewables 2016, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2016.
67. REN21 Steering Committee, **Renewables 2017, Global Status Report**, REN21 Secretariat, Paris: France, 2017.
68. Sonatrach, **Rapport Annuelle 2005**, Algeria, 2005.
69. Sonatrach, **Abstract : Principaux Agrégats Chiffres Définitifs**, Algeria, 2015.

70. Sonatrach, **Abstract : Principaux agrégats pardomaine d'activité**, Algerie, 2016.
71. Sonelgaz, **rapport d'avtivités et comptes sociaux consolidés**, Algerie, 2015.
72. The Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC)-**Energy for a Sustainable Future-** Summary Report and Recommendations, New York, 28 April 2010.
73. U.S. Department of Energy, **The Year of Concentrating Solar Power**, 2014.
74. U.S. Energy Information Administration, **International Energy Outlook**, 2016.
75. U.S. Energy Information Administration, **international energy outlook**, 2016.
76. US Environmental Protection Agency, **Renewable Energy Fact Sheet: Solar Cells**, 2013.
77. Wirth, H, **Recent Facts about Photovoltaics in Germany**, Fraunhofer Institute for Solar Energy System (ISE), 2015.
78. Wolfhart Durrschmidt, and others, **Renewable Energies : Innovation for the future**, First edition, Federal Ministry for the Environment, Nature and Nuclear Safety (BMU), Berlin, 2004.
79. World energy council, **world energy resources: solar**, 2016.
80. Yilmaz, B., and others, **Photovoltaic Solar Power Energy Report – Europe**, 2013.

C. LES THESESES

1. Abdelhamid MEDFOUNI: **L'économie industrielle dans la filière Gaz naturel dans les pays sous-développés**, thèse présentée pour obtenir diplôme de doctorat d'état en sciences économiques, université de Constantine, 2002.
2. Stroud, M, **Solar Desalination in the Southwest United States**, M.Sc. Thesis, Department of Hydrology and Water Resources, the University of Arizona, 2012.

ثالثا: مواقع الإنترنت المستعملة

1. بيوار خنسي، البترول أهميته، مخاطره وتحدياته، متاح على الموقع:
<http://www.egyedu.com/vb/showthread.php?t=2929&goto=nextoldest>
2. فوركس، مصطلحات إقتصادية: مفهوم المخزون النفطي، متاح على الموقع:
<http://www.fxeverest.com>
3. ماجد عبد الله، المخزون البترولي الإستراتيجي، مجلة القافلة، 2013/11/10، متاح على الموقع:
<http://qafilah.com/ar/wp-content/uploads/.jpg> (23/12/2016)
4. حاتم الرفاعي، ذروة البترول، في 25 نوفمبر 2007، متاح على الموقع:
<http://www.oilpeakinarabic.org/index.php.html>
5. أنور أبو العلا، عينة لبعض سيناريوهات نضوب البترول (1-2)، جريدة الرياض الإقتصادي، العدد 16112، السعودية، 2012/08/04، متاح على الموقع:
www.alriyadh.com/2012/08/034/article757440.html (17/03/2016)

6. نبيل مهدي الجنابي، كريم سالم حسين، العلاقة بين أسعار النفط الخام وسعر صرف الدولار باستخدام التكامل المشترك وسببية (Granger)، متاح على الموقع:
http://www.treit.org/workingpapers/trad_policy_general/freit293pdf
7. أنور أبو العلا، الفرق بين ذروة الإنتاج ونضوب البترول الخام، جريدة الرياض الإقتصادي، العدد 15867، السعودية، 2011/12/03، متاحة على الموقع:
www.alriyadh.com/2011/12/03/article_688272.html (consulté le 12/09/2014).
8. وحيد محمد مفضل، إرتفاع أسعار البترول ومستقبل الطاقة العالمي، 2010، متاح على الموقع:
<http://www.aljazeera.net/portal/Templates/Postings/PocketpcDetailedP> (consulté le 06/12/2014)
9. برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، متاح على الموقع:
www.unep.org/bh/Newsroom/pdf/finalchapters.doc(08/10/2013)
10. علي الصباح، النفط: تاريخ إكتشافه، إستخداماته ومستقبله، موقع مرافئ الخاص بالمجلس العراقي للسلم والتضامن، متاح على الموقع:
<http://www.marafea.org/paper.php?source=akbar&mlf=copy&sid=12389>
11. مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير، إقتصاد الطاقة، الموسوعة العربية، العلوم التطبيقية، التقنيات التكنولوجية، المجلد الثالث، متاح على الموقع:
http://www.arabency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=418&vid=
12. عثمان الخويطر، النفط الصخري والصخر النفطي، متاح على الموقع:
http://www.aleqt.com/2013/06/09/article_761877.html
13. عثمان الخويطر، ظاهرة النفط الصخري، متاح على الموقع:
<http://alhassad.net/spip.php?article18620>
14. أبو شهاب المكي، الطاقات المتجددة المستدامة، متاح على الموقع:
<http://www.Tkne-net/vb/t26579.html>.consulté le 25-08-2015
15. وكالة الطاقة الدولية، على الموقع: www.iea.org
16. برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة، متاح على الموقع: www.UNEP.org
17. عدلي عماد الدين، دور المجتمع المدني في ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة: أفاق جديدة ومتجددة، الشبكة العربية للبيئة والتنمية، 2011، متاح على الموقع: www.raednetwork.org
18. أبو شهاب المكي، الطاقة المتجددة المستدامة، متاح على الموقع:
<http://www.tkne.net/vb/t26579.html> (consulté le 04/11/2015)
19. صباح جاسم، ملف الطاقة البديلة: طاقات متجددة لحياة عصرية مستدامة، شبكة النبا المعلوماتية، متاح على الموقع:
www.anabaa.org (consulté le 9/09/2015).
20. السيد شوقي السيد، الطاقة المتجددة تحكم بيئي، متاح على الموقع:

- http://www.arab-eng/vb/t79308-html (consulté le 20/09/2015)
21. موقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة: www.irena.org
22. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، تنمية إستخدامات الطاقات الجديدة والمتجددة، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبورغ، 2002، متاح على الموقع:
http://www.escwa.un.org/arabic/information/meetings/events/wssd/arab.html
23. جمال شحات، ماذا تعني هذه المصطلحات الاقتصادية...؟، متاح على الموقع:
http://alphabet.argaam.com/article/listbytags/4 (consulté le 05/11/2014)
24. منظمة الإيسيسكو، العالم الإسلامي وتحديات التنمية المستدامة، متاح على الموقع:
http://doc.abhatov.net.ma/IMG/doc/23Nov.5doc.
25. مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير، إقتصاد الطاقة، متاح على الموقع:
http://doc.abhatov.net.ma/SMG/doc/10oct13.doc (consulté le 22/11/2014)
26. محمد عبد المجيد دياب، ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الأبنية في ضوء مفاهيم التنمية المستدامة، متاح على الموقع:
http://www.unhabitat.org.jo/pdf/amman%20conference (consulté le 18/09/2015)
27. لويس ميلفورد ، أليسون شوماكر، حلول نظيفة لتوليد الطاقة، متاح على الموقع:
(consulté le 16/11/2016) http://vb1.alwazer.com/archive/index.php/t-39144.html
28. مركز تحديث الصناعة، تقرير قطاع الطاقة المتجددة في مصر، ديسمبر 2006، متاح على الموقع:
www.imcegypt.org/studies/FullReport/Renewable%20Energy%20Development%20StrategyAR.pdf (consulté le 10/09/2014).
29. النصر صولر، لماذا الطاقة الشمسية الآن؟، متاح على الموقع: <https://nasrsolar.com/>
30. منظمة الإيسيسكو، العالم الإسلامي وتحديات التنمية المستدامة، متاح على الموقع:
http://doc.abhatov.net.ma/IMG/doc/23Nov.5doc.
31. تقرير شل حول التنمية المستدامة، الطاقة المسؤولة، 2007، متاح على الموقع:
www.shell.com/responsibleenergy
32. وزارة الطاقة والمناجم، الإمكانيات الوطنية للطاقات المتجددة، متاح على الموقع:
<http://www.mem-algerie.org>
33. وزارة المالية، المديرية العامة للتوقعات والسياسات، سنوات مختلفة، متاح على الموقع:
www.dgpp-mf.gov.dz
34. علي بوحامد، مخاطر الإرتهان للإقتصاد الربيعي - حالة الجزائر-، جوان 2011، متاح على الموقع:
http://www.mafhou.com/syr/articles_10/ibrahim/pdf
35. عبد الوهاب السعدون، الغاز الصخري: هل سيغير خريطة الطاقة العالمية، متاح على الموقع:
<http://portail.cder.dz> (consulté le 10/04/2016)
36. الموقع الرسمي للوكالة الوطنية لتطوير الإستثمار، متاح على الموقع:
<http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables> (consulté le 26/04/2016)
37. البرنامج الوطني لإدارة وترشيد الطاقة، 2010، متاح على الموقع:

<http://www.neep.org.sa/arabic/index.html> (Consulté le 05/08 /2016).

38. مسعودة براهيمية، مشروع "أس. أس. بي" للطاقة الشمسية مع اليابان نموذج للشراكة الناجحة، متاح على الموقع:

http://www.vitamedz.com/Article/Articles_18300_2783753_0_1.html (consulté le 7/7/2017)

39. ق.إ، مشروع تعاون جزائري-ياباني تطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية، مؤسسة صحراء صولار بريدو، متاح على الموقع:

<http://www.ssb-foundation.com/press.html> (consulté le 7/7/2017)

40. أكثر من 34 شركة دولية مهتمة بمشاريع الطاقة الشمسية بالجزائر، متاح على الموقع:

<http://www.eco-algeria.com/content> (Consulté le 17/06/2017)

41. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية، 1994، متاح على الموقع: www.arab-hdr.org

42. زياد موسى عبد المعطي، الطاقة الشمسية.. وتخفيف الأحمال على شبكات الكهرباء، متاح على الموقع:

<http://kenanaonline.com/users/zeidmoussa/posts/143676> (consulté le 08/08/2016)

43. مصدر للطاقة النظيفة، محطة توليد الكهرباء بواسطة الألواح الكهروضوئية في مدينة مصدر، 2015، متاح على الموقع:

<http://www.masdar.ae/ar/energy/detail/masdar-city-solar-pv-plant> (visited 04/05/2017)

44. البنك الدولي، الصين: شريك مهم في مكافحة تغير المناخ، 2013، متاح على الموقع:

<http://www.albankaldawli.org/ar/news/opinion/2013/09/16/china-a-vital-partner-in-combating-climate-change> (consulté le 15/04/2017)

45. <http://www.mree.gov.dz/anbt-2/?lang=ar> (consulté le 29/04/2017)

46. <http://www.djazairess.com/aps/331361> (consulté le 29/04/2017)

47. Programme des énergies renouvelables, disponible sur site :

<http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=34> (Consulté le 12/05/2015)

48. L'expérience des 20 villages du sud Algérien:

<http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=36> (Consulté le 17/05/2016)

49. Bundesministerium Für Verkehr und Digitale Infrastruktur, **Ausgabe der Sonnenscheindauer Für Die Einzelnen Bundesländer und Deutschland**, 2015, available online :

http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_result_page&gsbSearchDocId=809418 (visited 29/05/2017).

50. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Algeria/oil.pdf>, p3.

51. <http://www.djazairess.com/elyawm/2176> (consulté le 18/05/2017)

52. <http://www.cder.dz/spip.php?article1446> (Consulté le 30/04/2016)

53. Connecticut Farm Energy Program_ **Energy Best Management Practices Guide**_ EnSave, Inc.2010, p6. www.CTFarmEnergy.org. (Consulté le 15/11/2014)

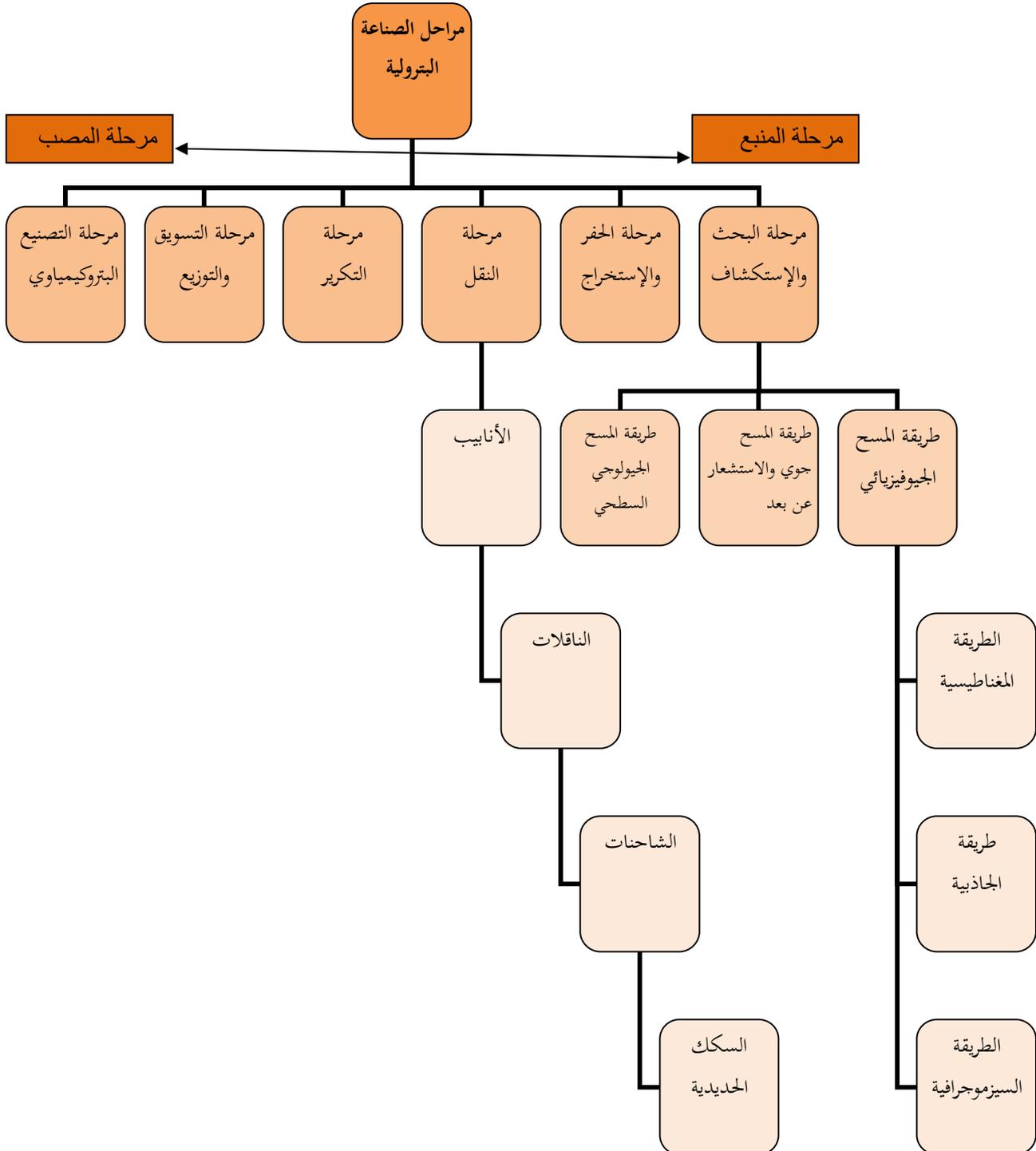
54. Hanson, S., **Germany's Green Economy Strategy**, World Resources Institute, 2010, available online: <http://www.wri.org/blog/2010/09/germanys-green-economy-strategy>, (visited 12/05/2017).
55. Agence Spatiale Algérienne, <http://www.asal.dz/#>.
56. Yirka, B., **Germany sets record for peak energy use - 50 percent comes from solar**, Phys.Org, 2014, available online : <http://phys.org/news/2014-06-germany-day-energy-percent-solar.html> (visited 27/05/2017)
57. Brown, N., **Largest Solar Rooftop in Europe Complete, in Germany!**, Clean Technica, 2013, available online : <http://cleantechnica.com/2013/08/17/largest-solar-rooftop-in-europe-complete-in-germany/>, (visited 15/05/2017)
58. Rentzing, S., **Solare Kühlung: Kälte, die aus der Sonne kommt**, Spiegel Online Wirtschaft, 2009, available online : <http://www.spiegel.de/wirtschaft/solare-kuehlung-kaelte-die-aus-der-sonne-kommt-a-630782.html>, (visited 15/05/2017)
59. Shale Gas: Energy Solution Or fracking Hell? - Friends of the Earth, available on site:
www.foe.co.uk/resource/briefings/shale_gas.pdf
60. Müller-Holst, H, **Solare Entsalzung als Option einer künftigen Wasserversorgung**, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie Dachverband, 2012, available online : http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&view=article&id=296&Itemid=113, (visited 20/05/2017)
61. Nicholas Stern, Our Low-Carbon future,-Project syndicate, 2009, sur site: <http://www.project-syndicat.org/commentary/nstern1/English>
62. Energy Transition, **Renewables Power a Rural German Village**, 2014, available online : <http://energytransition.de/2014/03/renewables-power-rural-german-village> (visited 11/04/2017).
63. Neue Energien Forum Feldheim, **Photovoltaics**, 2013, available online : <http://www.neue-energien-forum-feldheim.de/index.php/en/self-sufficient-village/photovoltaics>, (visited 15/04/2017).
64. Energy Transition, **Renewables Power a Rural German Village**, 2014, available online: <http://energytransition.de/2014/03/renewables-power-rural-german-village/>.(visited 15/04/2017).
- Masdar Clean Energy, available on website : www.masdar.ae (visited 25/05/2017)
65. Hanson, S., **Germany's Green Economy Strategy**, World Resources Institute, 2010, available online: <http://www.wri.org/blog/2010/09/germanys-green-economy-strategy>, (visited 12/05/2017).
66. Energy Department, **Energy Department Announces \$53 Million to Drive Innovation, Cut Cost of Solar Power**, ENERGY.GOV, 2014, available online: <http://energy.gov/articles/energy-department-announces-53-million-drive-innovation-cut-cost-solar-power>,. (visited 01/05/2017).

67. Environment California, **30% Solar in Reach for California**, 2014, available online : <http://www.environmentcalifornia.org/news/cae/new-report-30-solar-reach-california>, (visited 10/05/2017)
68. Fagan, K., **California Drought: Solar Desalination Plant Shows Promise**, SFGARE, 2014, available online: <http://www.sfgate.com/science/article/California-drought-Solar-desalination-plant-5326024.php>, (visited 10/05/2017)
69. Environment California, **A Million Solar Roofs**, 2015, available online : <http://www.environmentcalifornia.org/programs/million-solar-roofs>, (visited 12/05/2017)
70. Go Solar California, **About the California Solar Initiative (CSI)**, 2015a, available online : <http://www.gosolarcalifornia.ca.gov/about/csi.php>, (visited 20/05/2017)
71. Go Solar California, **California Solar Statistics**, 2015b, available online: <http://www.californiasolarstatistics.ca.gov/>, (visited 20/05/2017)
72. Wan, K.W. **An analysis of global solar radiation modeling in different climate zones in China**, CityU Institutional Repository, 2013, available online : <http://dspace.cityu.edu.hk/handle/2031/5394>, (visited 21/6/2017).
73. PV Resources, **Large- Scale PV Power Plants, Top 50**, 2015, available online: <http://sunenergysite.eu/en/top50pv.php>. (visited 15/6/2017)
- From a solar cell to a PV system, **Diagram of the possible components of a photovoltaic system**:
https://en.wikipedia.org/wiki/File:From_a_solar_cell_to_a_PV_system.svg
 (27 /02/2017)
74. Best for people magazine, **fair use provisions**, 2005, <http://www.arabic.people.com.cn/31657/index.html>
75. Ministere des finances, **Le Directeur Général de la Prévision et des Politiques**, différentes années, disponible sur site : www.dgpp-mf.gov.dz
76. U.S. Energy Information Administration, **Shale oil and shale gas resources are globally abundant**, 2 January 2014, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=14431>
77. U.S. Energy Information Administration, **Shale gas production drives world natural gas production growth**, 15 August 2016, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=2751289>
78. Jaques Lupianez, **le figaro: l'OPEP s'inquiète du développement des biocarburants**. Disponible sur site : <http://www.lefigaro.fr/matieres> (consulté le 05/02/2017).
79. U.S. Energy Information Administration, **Four countries added to global shale oil and natural gas resource assessment**, 14 December 2015, available on: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=24132>
80. www.adnoc.com/adnoc/arabic/media_news.cfm?shownewsid=154&id=284(National Abu Zaby Petroleum Company) 05/11/2013
81. <http://www.4eco.com/energy/index.html> (The Daily Belltin for Environmental News, 11/6/2014)

82. Bassam Fattouh, **An Anatomy of the Crude Oil Pricing System**, Oxford Institute for Energy Studies, January 2011, Available Online: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2011/03/WPM40AnAnatomyoftheCrudeOilPricingSystem-BassamFattouh-2011.pdf>, (Visited: 15/12/2016).
83. L'énergie propre pour un développement durable: **choisissez l'énergie positive**, 2002, sur le site : www.greenpeage.com
84. Platts publications, **The Structure of Global Oil Markets**, June 2010, Available Online: <http://www.platts.com/IM.Platts.Content/InsightAnalysis/IndustrySolutionPapers/oilmarkets.pdf>, (Visited: 15/12/2016).
85. <http://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2015/11/20/morocco-to-make-history-with-first-of-its-kind-solar-plant>(29 /02/2017).

الملاحق

الملحق رقم (1.1): ملخص مراحل الصناعة البترولية

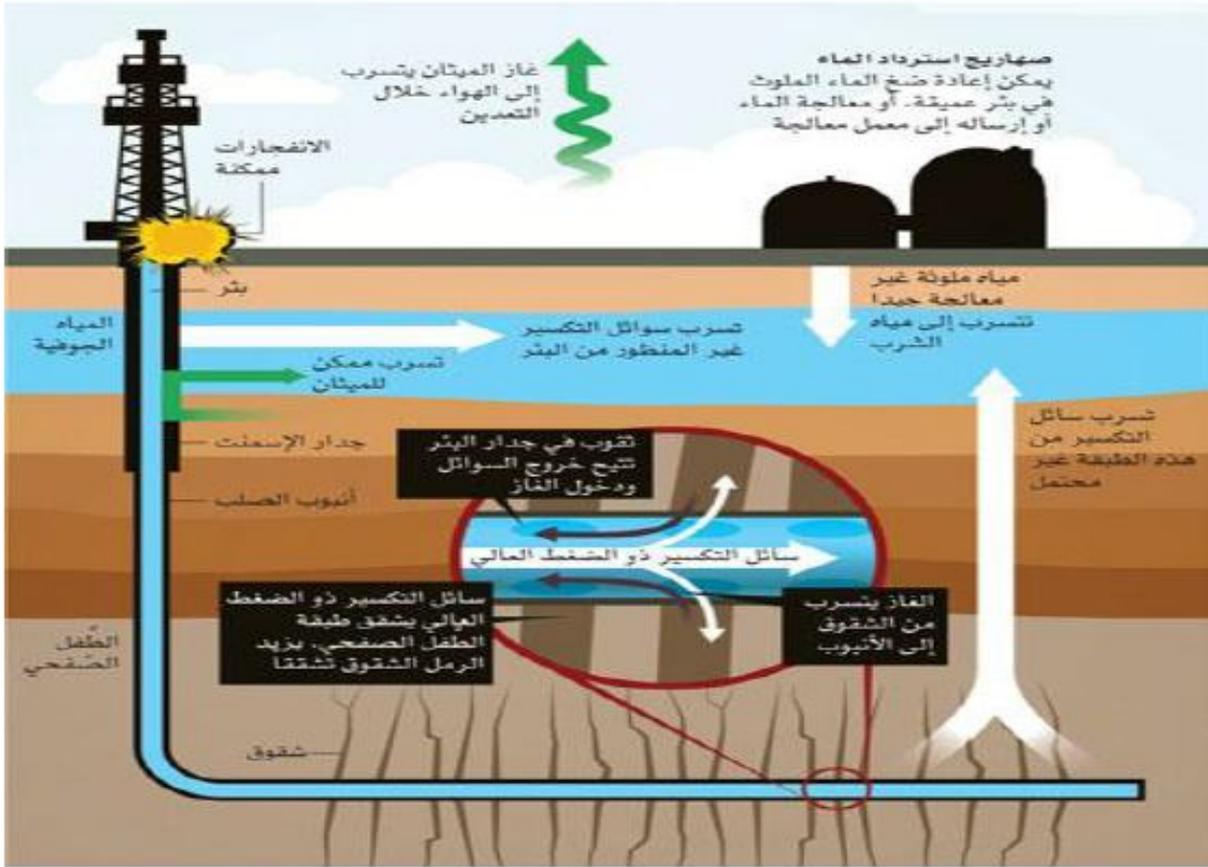


المصدر: من إعداد الطالبة.

الملحق رقم (2.1): تطور حجم إستهلاك للبتترول عبر مختلف دول العالم

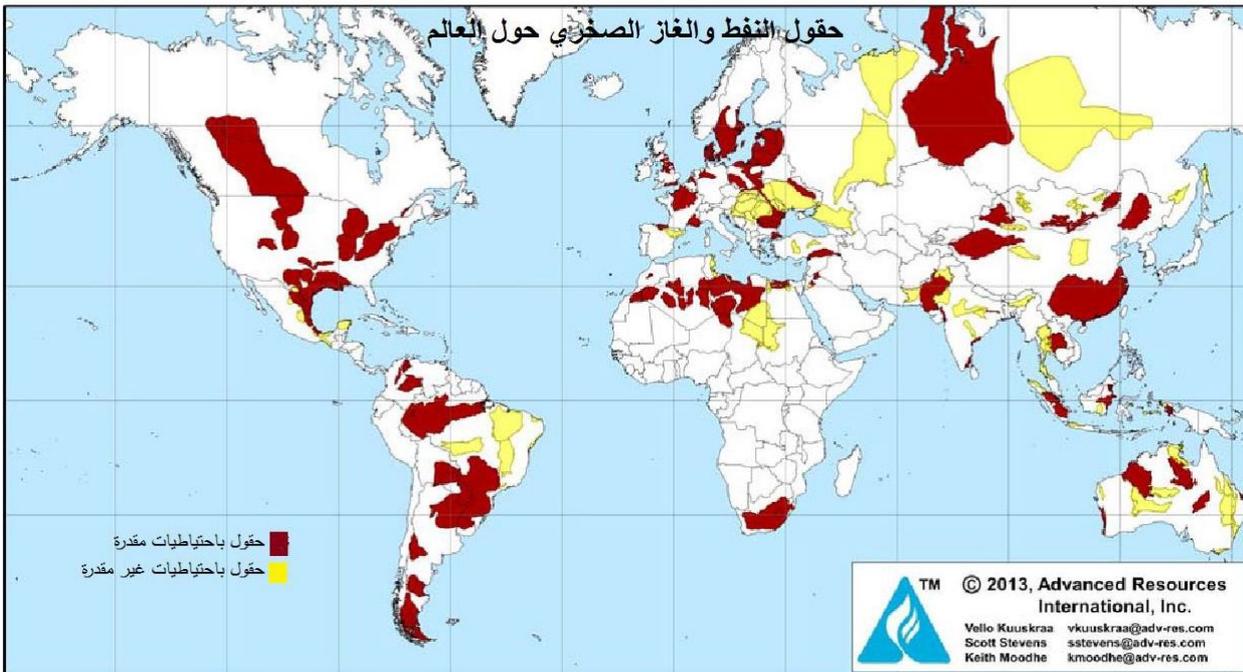
| Thousand barrels daily | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Growth rate per annum | | | Share 2016 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-------|---------|------------|
| | | | | | | | | | | | 2016 | 2016 | 2005-15 | |
| US | 20687 | 20680 | 19490 | 18771 | 19180 | 18882 | 18490 | 18961 | 19106 | 19531 | 19631 | 0.5% | -0.6% | 20.3% |
| Canada | 2275 | 2342 | 2295 | 2173 | 2305 | 2380 | 2340 | 2383 | 2372 | 2299 | 2343 | 1.9% | 0.1% | 2.4% |
| Mexico | 2019 | 2067 | 2054 | 1996 | 2014 | 2043 | 2063 | 2020 | 1943 | 1923 | 1869 | -2.8% | -0.5% | 1.9% |
| Total North America | 24982 | 25089 | 23840 | 22940 | 23499 | 23305 | 22894 | 23364 | 23421 | 23753 | 23843 | 0.4% | -0.6% | 24.7% |
| Argentina | 474 | 528 | 540 | 532 | 594 | 609 | 636 | 683 | 674 | 692 | 687 | -0.7% | 4.4% | 0.7% |
| Brazil | 2155 | 2313 | 2485 | 2502 | 2721 | 2839 | 2901 | 3110 | 3239 | 3170 | 3018 | -4.8% | 4.1% | 3.1% |
| Chile | 293 | 377 | 390 | 383 | 343 | 371 | 376 | 362 | 371 | 376 | 378 | 0.6% | 3.5% | 0.4% |
| Colombia | 237 | 234 | 251 | 232 | 258 | 277 | 297 | 298 | 316 | 333 | 340 | 2.3% | 3.5% | 0.4% |
| Ecuador | 180 | 183 | 188 | 191 | 220 | 226 | 233 | 247 | 260 | 254 | 239 | -5.9% | 4.2% | 0.2% |
| Peru | 147 | 153 | 172 | 178 | 189 | 208 | 213 | 227 | 225 | 240 | 256 | 6.9% | 4.7% | 0.3% |
| Trinidad & Tobago | 38 | 43 | 45 | 44 | 45 | 42 | 40 | 45 | 42 | 45 | 44 | -3.9% | 2.8% | * |
| Venezuela | 668 | 640 | 716 | 726 | 725 | 737 | 792 | 782 | 719 | 648 | 611 | -5.7% | 0.7% | 0.6% |
| Other S. & Cent. America | 1363 | 1361 | 1313 | 1306 | 1330 | 1357 | 1339 | 1319 | 1324 | 1381 | 1402 | 1.5% | 0.3% | 1.5% |
| Total S. & Cent. America | 5554 | 5831 | 6100 | 6094 | 6424 | 6666 | 6826 | 7073 | 7171 | 7139 | 6976 | -2.3% | 2.9% | 7.2% |
| Austria | 291 | 276 | 274 | 264 | 276 | 262 | 259 | 264 | 259 | 259 | 263 | 1.5% | -1.0% | 0.3% |
| Azerbaijan | 96 | 91 | 74 | 73 | 71 | 89 | 92 | 101 | 99 | 99 | 99 | -0.2% | -0.7% | 0.1% |
| Belarus | 176 | 162 | 159 | 182 | 150 | 175 | 211 | 145 | 165 | 156 | 152 | -2.2% | 0.3% | 0.2% |
| Belgium | 685 | 700 | 731 | 654 | 678 | 637 | 622 | 636 | 635 | 666 | 675 | 1.4% | -0.3% | 0.7% |
| Bulgaria | 105 | 103 | 102 | 91 | 81 | 79 | 82 | 76 | 82 | 92 | 96 | 4.0% | -1.1% | 0.1% |
| Czech Republic | 207 | 205 | 209 | 204 | 195 | 193 | 192 | 184 | 195 | 189 | 178 | -6.0% | -1.0% | 0.2% |
| Denmark | 190 | 191 | 188 | 169 | 171 | 168 | 158 | 158 | 160 | 164 | 164 | 0.5% | -1.3% | 0.2% |
| Finland | 223 | 226 | 223 | 212 | 222 | 204 | 193 | 191 | 183 | 184 | 189 | 2.6% | -2.2% | 0.2% |
| France | 1942 | 1911 | 1889 | 1822 | 1763 | 1730 | 1676 | 1664 | 1616 | 1616 | 1602 | -0.9% | -1.8% | 1.7% |
| Germany | 2609 | 2380 | 2502 | 2409 | 2445 | 2369 | 2356 | 2408 | 2348 | 2340 | 2394 | 2.3% | -1.0% | 2.5% |
| Greece | 434 | 435 | 414 | 398 | 369 | 348 | 312 | 295 | 294 | 306 | 313 | 2.5% | -2.9% | 0.3% |
| Hungary | 168 | 168 | 164 | 154 | 146 | 139 | 129 | 129 | 144 | 153 | 154 | 0.9% | -0.3% | 0.2% |
| Ireland | 191 | 195 | 187 | 166 | 158 | 143 | 135 | 137 | 136 | 142 | 147 | 2.9% | -2.9% | 0.2% |
| Italy | 1791 | 1740 | 1661 | 1563 | 1532 | 1475 | 1346 | 1260 | 1184 | 1222 | 1232 | 0.9% | -3.8% | 1.3% |
| Kazakhstan | 221 | 242 | 241 | 199 | 211 | 244 | 245 | 260 | 265 | 289 | 287 | -0.6% | 4.1% | 0.3% |
| Lithuania | 58 | 58 | 63 | 54 | 55 | 53 | 55 | 53 | 53 | 57 | 61 | 6.5% | * | 0.1% |
| Netherlands | 1047 | 1065 | 991 | 971 | 977 | 971 | 926 | 898 | 866 | 835 | 851 | 1.9% | -2.2% | 0.9% |
| Norway | 229 | 237 | 228 | 237 | 235 | 239 | 235 | 243 | 232 | 238 | 242 | 1.7% | 0.6% | 0.3% |
| Poland | 512 | 531 | 549 | 549 | 576 | 574 | 553 | 520 | 521 | 541 | 589 | 8.8% | 1.1% | 0.6% |
| Portugal | 302 | 307 | 291 | 273 | 271 | 255 | 230 | 239 | 238 | 245 | 236 | -3.5% | -3.1% | 0.2% |
| Romania | 214 | 218 | 216 | 195 | 184 | 191 | 191 | 174 | 187 | 191 | 197 | 3.2% | -1.3% | 0.2% |
| Russian Federation | 2762 | 2780 | 2861 | 2775 | 2878 | 3074 | 3119 | 3135 | 3299 | 3137 | 3203 | 2.1% | 1.7% | 3.3% |
| Slovakia | 72 | 76 | 82 | 79 | 82 | 81 | 74 | 75 | 71 | 77 | 83 | 8.5% | -0.4% | 0.1% |
| Spain | 1592 | 1613 | 1558 | 1473 | 1446 | 1378 | 1291 | 1195 | 1191 | 1237 | 1268 | 2.5% | -2.5% | 1.3% |
| Sweden | 358 | 357 | 350 | 323 | 336 | 312 | 309 | 306 | 308 | 300 | 313 | 4.3% | -1.7% | 0.3% |
| Switzerland | 266 | 241 | 256 | 260 | 242 | 235 | 238 | 249 | 224 | 228 | 216 | -5.2% | -1.3% | 0.2% |
| Turkey | 681 | 695 | 686 | 709 | 694 | 673 | 680 | 718 | 741 | 839 | 886 | 5.7% | 2.5% | 0.9% |
| Turkmenistan | 105 | 111 | 114 | 106 | 118 | 125 | 129 | 137 | 143 | 147 | 148 | 0.8% | 3.0% | 0.2% |
| Ukraine | 308 | 308 | 299 | 282 | 267 | 278 | 267 | 257 | 222 | 198 | 195 | -1.1% | -3.9% | 0.2% |
| United Kingdom | 1813 | 1752 | 1720 | 1646 | 1623 | 1590 | 1533 | 1518 | 1511 | 1565 | 1597 | 2.1% | -1.5% | 1.7% |
| Uzbekistan | 103 | 94 | 93 | 89 | 76 | 71 | 63 | 60 | 57 | 57 | 58 | 0.8% | -5.7% | 0.1% |
| Other Europe & Eurasia | 699 | 730 | 737 | 720 | 714 | 710 | 692 | 683 | 660 | 683 | 705 | 3.2% | -0.1% | 0.7% |
| Total Europe & Eurasia | 20452 | 20202 | 20110 | 19300 | 19244 | 19064 | 18594 | 18370 | 18287 | 18450 | 18793 | 1.9% | -0.9% | 19.5% |
| Iran | 1851 | 1879 | 1954 | 1950 | 1817 | 1844 | 1854 | 2014 | 1961 | 1850 | 1848 | -0.1% | 0.9% | 1.9% |
| Israel | 248 | 262 | 254 | 232 | 241 | 254 | 295 | 247 | 231 | 247 | 251 | 1.9% | -0.4% | 0.3% |
| Kuwait | 378 | 383 | 406 | 455 | 470 | 464 | 541 | 512 | 480 | 506 | 499 | -1.3% | 2.1% | 0.5% |
| Qatar | 137 | 148 | 177 | 173 | 191 | 246 | 257 | 287 | 293 | 316 | 339 | 7.5% | 11.2% | 0.4% |
| Saudi Arabia | 2274 | 2407 | 2622 | 2914 | 3218 | 3295 | 3462 | 3470 | 3726 | 3868 | 3906 | 1.0% | 5.8% | 4.0% |
| United Arab Emirates | 539 | 576 | 603 | 595 | 643 | 721 | 765 | 774 | 860 | 926 | 987 | 6.7% | 6.3% | 1.0% |
| Other Middle East | 1299 | 1294 | 1402 | 1461 | 1522 | 1558 | 1586 | 1646 | 1631 | 1588 | 1600 | 0.7% | 1.8% | 1.7% |
| Total Middle East | 6726 | 6949 | 7418 | 7779 | 8102 | 8382 | 8760 | 8950 | 9180 | 9300 | 9431 | 1.4% | 3.6% | 9.8% |
| Algeria | 258 | 286 | 309 | 327 | 327 | 350 | 370 | 387 | 390 | 425 | 412 | -3.1% | 5.5% | 0.4% |
| Egypt | 601 | 642 | 686 | 725 | 766 | 720 | 747 | 756 | 806 | 830 | 853 | 2.8% | 3.0% | 0.9% |
| South Africa | 528 | 539 | 511 | 507 | 539 | 542 | 554 | 569 | 564 | 583 | 560 | -3.9% | 1.2% | 0.6% |
| Other Africa | 1526 | 1575 | 1697 | 1758 | 1852 | 1781 | 1900 | 2007 | 2012 | 2028 | 2111 | 4.1% | 2.9% | 2.2% |
| Total Africa | 2912 | 3042 | 3203 | 3316 | 3483 | 3393 | 3571 | 3720 | 3771 | 3866 | 3937 | 1.8% | 2.9% | 4.1% |
| Australia | 936 | 935 | 944 | 950 | 957 | 1006 | 1036 | 1046 | 1045 | 1039 | 1036 | -0.3% | 1.8% | 1.1% |
| Bangladesh | 81 | 76 | 77 | 72 | 80 | 104 | 110 | 107 | 116 | 124 | 131 | 5.6% | 4.5% | 0.1% |
| China | 7432 | 7808 | 7941 | 8278 | 9436 | 9796 | 10230 | 10734 | 11209 | 11986 | 12381 | 3.3% | 5.7% | 12.8% |
| China Hong Kong SAR | 309 | 329 | 298 | 339 | 359 | 361 | 344 | 352 | 336 | 368 | 380 | 3.4% | 2.5% | 0.4% |
| India | 2737 | 2941 | 3077 | 3237 | 3319 | 3488 | 3685 | 3727 | 3849 | 4164 | 4489 | 7.8% | 4.8% | 4.6% |
| Indonesia | 1244 | 1318 | 1287 | 1317 | 1411 | 1589 | 1625 | 1639 | 1663 | 1592 | 1615 | 1.4% | 2.0% | 1.7% |
| Japan | 5174 | 5013 | 4846 | 4387 | 4442 | 4442 | 4702 | 4516 | 4303 | 4139 | 4037 | -2.5% | -2.5% | 4.2% |
| Malaysia | 660 | 701 | 672 | 679 | 690 | 726 | 760 | 803 | 802 | 814 | 829 | 1.9% | 2.5% | 0.9% |
| New Zealand | 152 | 154 | 154 | 148 | 150 | 150 | 148 | 151 | 154 | 160 | 164 | 2.3% | 0.6% | 0.2% |
| Pakistan | 354 | 384 | 389 | 415 | 411 | 414 | 402 | 442 | 458 | 505 | 566 | 12.0% | 5.0% | 0.6% |
| Philippines | 283 | 295 | 283 | 300 | 313 | 298 | 309 | 322 | 347 | 398 | 434 | 9.0% | 2.4% | 0.4% |
| Singapore | 848 | 921 | 973 | 1049 | 1157 | 1208 | 1202 | 1225 | 1268 | 1336 | 1382 | 3.4% | 5.3% | 1.4% |
| South Korea | 2320 | 2399 | 2308 | 2339 | 2370 | 2394 | 2458 | 2455 | 2454 | 2577 | 2763 | 7.2% | 1.1% | 2.9% |
| Taiwan | 1051 | 1110 | 1005 | 1020 | 1045 | 983 | 983 | 1010 | 1032 | 1040 | 1046 | 0.6% | -0.1% | 1.1% |
| Thailand | 996 | 1030 | 1018 | 1065 | 1122 | 1185 | 1250 | 1298 | 1311 | 1355 | 1382 | 2.0% | 2.9% | 1.4% |
| Vietnam | 254 | 283 | 300 | 313 | 337 | 366 | 369 | 371 | 389 | 407 | 431 | 6.0% | 4.7% | 0.4% |
| Other Asia Pacific | 322 | 350 | 333 | 355 | 369 | 409 | 416 | 435 | 458 | 491 | 512 | 4.3% | 4.6% | 0.5% |
| Total Asia Pacific | 25152 | 26047 | 25907 | 26262 | 27969 | 28920 | 30031 | 30636 | 31195 | 32494 | 33577 | 3.3% | 2.8% | 34.8% |
| Total World | 85777 | 87161 | 86578 | 85691 | 88722 | 89729 | 90675 | 92114 | 93025 | | | | | |

الملحق رقم (1.2): تقنية التكسير الهيدروليكي



المصدر: إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

الملحق رقم (2.2): توزيع الإحتياطيات العالمية من البترول والغاز الصخريين



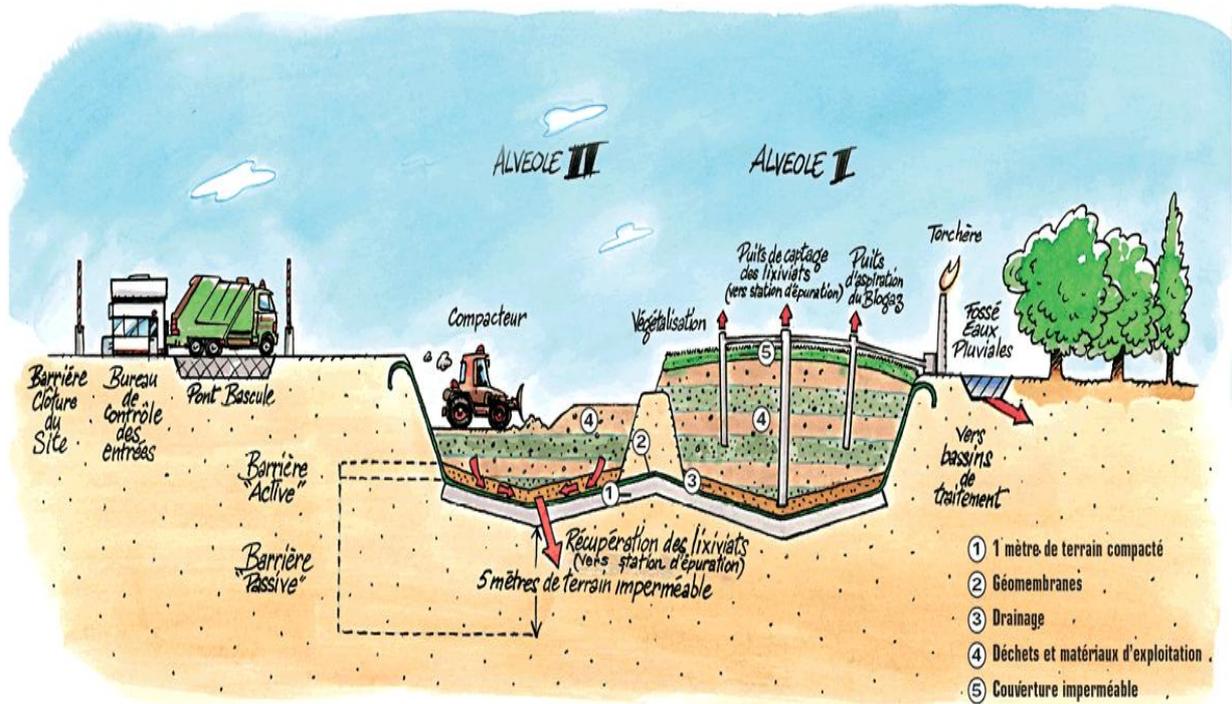
المصدر: إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

الملحق رقم (3.2): تطور الإستثمارات العالمية للطاقات المتجددة وتوزيعها حسب الفئات التمويلية والمجالات الإستثمارية خلال الفترة 2004 – 2016

| Category | Year Unit | 2004 \$bn | 2005 \$bn | 2006 \$bn | 2007 \$bn | 2008 \$bn | 2009 \$bn | 2010 \$bn | 2011 \$bn | 2012 \$bn | 2013 \$bn | 2014 \$bn | 2015 \$bn | 2016 \$bn | 2015-16 Growth % | 2004-16 CAGR % |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|----------------|
| 1 Total Investment | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 New investment | | 47.0 | 72.7 | 112.7 | 159.3 | 181.4 | 178.3 | 243.6 | 281.2 | 255.5 | 234.4 | 278.2 | 312.2 | 241.6 | -23% | 15% |
| 1.2 Total transactions | | 56.8 | 99.1 | 148.5 | 217.9 | 240.9 | 242.5 | 302.4 | 354.2 | 322.1 | 300.5 | 364.8 | 406.3 | 351.9 | -13% | 16% |
| 2 New Investment by Value Chain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Technology development | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 Venture capital | | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 2.1 | 3.3 | 1.8 | 2.7 | 2.7 | 2.5 | 0.9 | 1.1 | 1.6 | 1.1 | -30% | 9% |
| 2.1.2 Government R&D | | 1.9 | 2.0 | 2.2 | 2.7 | 2.8 | 5.4 | 4.9 | 4.8 | 4.7 | 5.2 | 4.5 | 4.4 | 5.5 | 25% | 9% |
| 2.1.3 Corporate RD&D | | 2.1 | 2.4 | 2.9 | 3.2 | 3.6 | 3.8 | 3.9 | 4.5 | 4.2 | 4.0 | 3.9 | 4.2 | 2.5 | -40% | 2% |
| 2.2 Scale-up | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 Private equity expansion capital | | 0.3 | 1.0 | 3.1 | 3.5 | 6.9 | 3.1 | 5.5 | 2.4 | 1.7 | 1.4 | 1.8 | 1.9 | 2.2 | 17% | 17% |
| 2.2.2 Public markets | | 0.3 | 3.6 | 9.3 | 21.4 | 10.8 | 12.7 | 10.8 | 9.9 | 4.0 | 10.3 | 15.9 | 13.3 | 6.3 | -53% | 30% |
| 2.3 Projects | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3.1 Asset finance | | 33.7 | 53.0 | 85.5 | 114.9 | 135.6 | 120.5 | 155.1 | 183.5 | 169.4 | 159.3 | 194.4 | 237.4 | 187.1 | -21% | 15% |
| Of which re-invested equity | | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 2.6 | 3.6 | 1.9 | 1.5 | 1.8 | 2.6 | 1.0 | 3.3 | 6.1 | 2.9 | -53% | - |
| 2.3.3 Small distributed capacity | | 6.5 | 10.3 | 9.4 | 14.0 | 22.1 | 33.0 | 62.2 | 75.2 | 71.6 | 54.4 | 60.0 | 55.5 | 39.8 | -26% | 14% |
| Total Financial investment | | 34.8 | 58.0 | 98.3 | 139.4 | 153.0 | 136.1 | 172.5 | 199.7 | 174.9 | 170.8 | 209.8 | 248.1 | 193.8 | -22% | 15% |
| Gov't R&D, corporate RD&D, small projects | | 12.5 | 14.7 | 14.4 | 19.9 | 28.5 | 42.2 | 71.0 | 84.5 | 80.5 | 83.5 | 88.3 | 84.1 | 47.8 | -25% | 12% |
| Total New Investment | | 47.0 | 72.7 | 112.7 | 159.3 | 181.4 | 178.3 | 243.6 | 281.2 | 255.5 | 234.4 | 278.2 | 312.2 | 241.6 | -23% | 15% |
| 3 M&A Transactions | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Private equity buy-outs | | 0.8 | 3.7 | 1.9 | 3.4 | 5.1 | 2.2 | 1.9 | 3.0 | 3.3 | 0.5 | 4.2 | 3.4 | 3.4 | -2% | 12% |
| 3.2 Public markets investor exits | | 0.4 | 2.4 | 2.8 | 4.0 | 0.9 | 2.5 | 4.9 | 0.2 | 0.4 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 6.7 | 269% | 28% |
| 3.3 Corporate M&A | | 2.3 | 7.6 | 11.2 | 20.4 | 16.9 | 21.9 | 19.3 | 29.4 | 9.8 | 16.5 | 11.4 | 17.5 | 27.6 | 58% | 23% |
| 3.4 Project acquisition & refinancing | | 6.3 | 12.8 | 19.9 | 30.9 | 36.4 | 37.6 | 32.7 | 40.3 | 53.1 | 47.4 | 69.2 | 71.3 | 72.7 | 2% | 23% |
| 4 New Investment by Sector | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 Wind | | 19.6 | 28.5 | 39.7 | 61.1 | 74.8 | 79.7 | 101.6 | 84.2 | 84.4 | 89.0 | 106.5 | 124.2 | 112.5 | -9% | 16% |
| 4.2 Solar | | 11.2 | 15.9 | 21.9 | 38.9 | 61.3 | 64.0 | 103.6 | 154.9 | 140.6 | 119.1 | 143.9 | 171.7 | 113.7 | -34% | 21% |
| 4.3 Biofuels | | 4.0 | 9.9 | 28.6 | 27.4 | 18.4 | 10.2 | 10.5 | 10.6 | 7.2 | 5.2 | 5.3 | 3.5 | 2.2 | -37% | -5% |
| 4.4 Biomass & w-t-e | | 8.3 | 9.8 | 12.8 | 23.0 | 17.5 | 15.0 | 16.6 | 19.9 | 14.9 | 12.4 | 10.8 | 6.7 | 6.8 | 0% | -2% |
| 4.5 Small hydro | | 2.7 | 7.4 | 7.5 | 6.4 | 7.6 | 6.2 | 8.1 | 7.5 | 6.4 | 5.6 | 6.4 | 3.5 | 3.5 | 0% | 2% |
| 4.6 Geothermal | | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 1.7 | 2.8 | 2.9 | 3.9 | 1.6 | 2.9 | 2.9 | 2.3 | 2.7 | 17% | 7% |
| 4.7 Marine | | 0.0 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | -7% | 16% |
| Total | | 47.0 | 72.7 | 112.7 | 159.3 | 181.4 | 178.3 | 243.6 | 281.2 | 255.5 | 234.4 | 278.2 | 312.2 | 241.6 | -23% | 15% |
| 5 New Investment by Geography | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 United States | | 5.7 | 11.9 | 29.3 | 39.3 | 35.8 | 23.9 | 35.3 | 49.6 | 40.6 | 33.8 | 38.4 | 51.4 | 46.4 | -10% | 19% |
| 5.2 Brazil | | 0.9 | 2.7 | 5.1 | 9.8 | 11.5 | 7.8 | 7.4 | 10.3 | 8.1 | 4.4 | 8.2 | 7.1 | 6.8 | -4% | 18% |
| 5.3 AMER (excl. US & Brazil) | | 1.8 | 3.3 | 3.7 | 4.8 | 5.9 | 5.5 | 12.4 | 9.5 | 10.4 | 12.3 | 14.0 | 13.1 | 6.1 | -54% | 10% |
| 5.4 Europe | | 25.0 | 33.1 | 46.8 | 67.4 | 81.3 | 82.5 | 113.9 | 123.8 | 88.9 | 59.4 | 63.0 | 58.1 | 59.8 | 3% | 8% |
| 5.5 Middle East & Africa | | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 1.9 | 2.3 | 1.7 | 4.2 | 3.2 | 10.2 | 9.2 | 8.4 | 11.4 | 7.7 | -32% | 24% |
| 5.6 China | | 3.0 | 8.7 | 11.1 | 16.8 | 25.3 | 38.1 | 41.4 | 46.0 | 58.3 | 63.3 | 87.3 | 115.4 | 78.3 | -32% | 31% |
| 5.7 India | | 2.8 | 3.2 | 5.4 | 6.8 | 5.7 | 4.2 | 9.0 | 13.7 | 8.0 | 6.6 | 8.4 | 9.6 | 9.7 | 0% | 11% |
| 5.8 ASOC (excl. China & India) | | 7.2 | 9.0 | 10.1 | 12.8 | 13.6 | 14.5 | 20.0 | 25.1 | 30.9 | 45.3 | 50.5 | 48.1 | 28.8 | -42% | 12% |
| Total | | 47.0 | 72.7 | 112.7 | 159.3 | 181.4 | 178.3 | 243.6 | 281.2 | 255.5 | 234.4 | 278.2 | 312.2 | 241.6 | -23% | 15% |

Source: Frankfurt School of Finance & Management, **Global Trends in Renewable Energy Investment 2016**, Frankfurt, Federal Republic of Germany, 2017, p14.

الملحق رقم (4.2): مخطط توضيحي لتقنية ردم النفايات



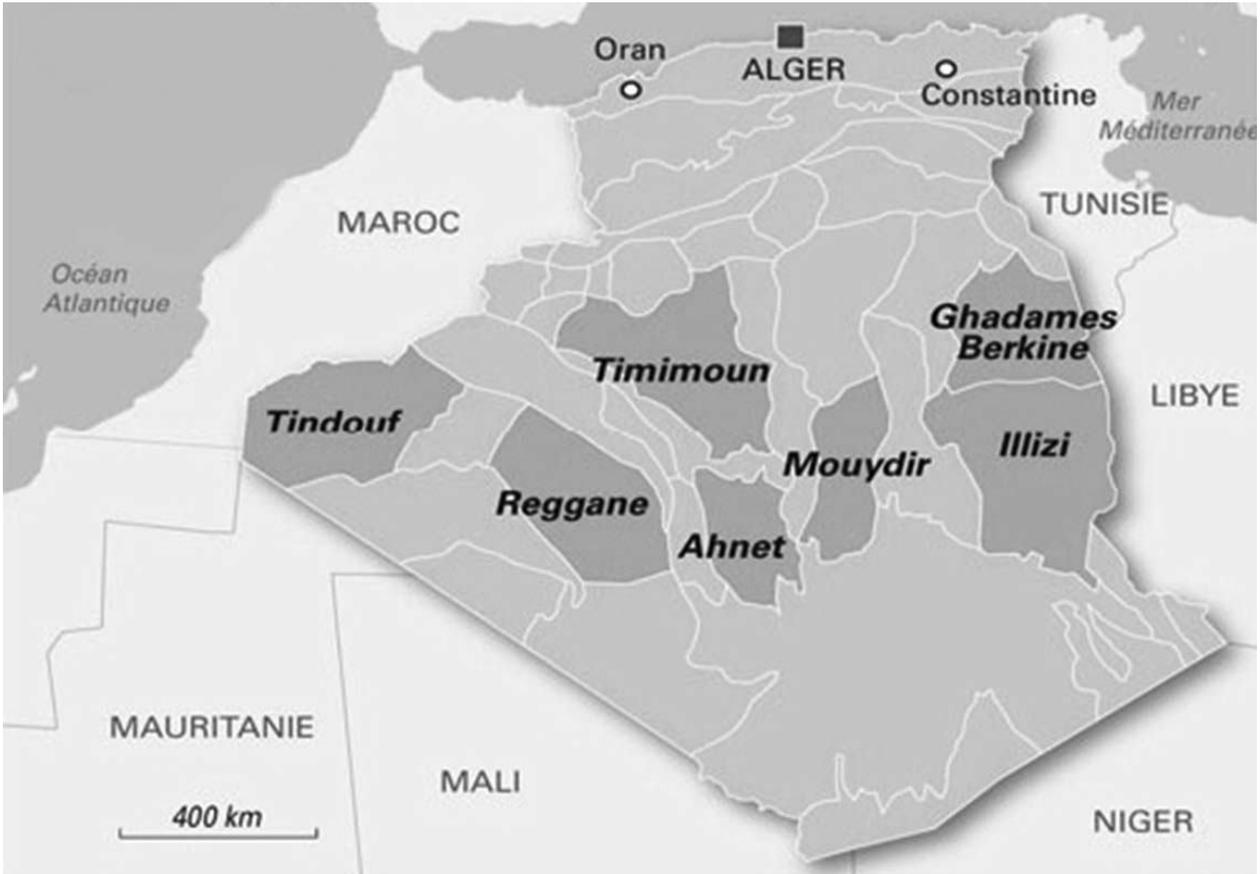
Source : Rapport du Commissaire Enquêteur, enfouissement des déchets, Portail de l'état dans l'indre, sur le site www.indre.pref.gouv.fr.

الملحق رقم (1.3): مداخل دمج أنظمة الطاقة المتجددة في المباني



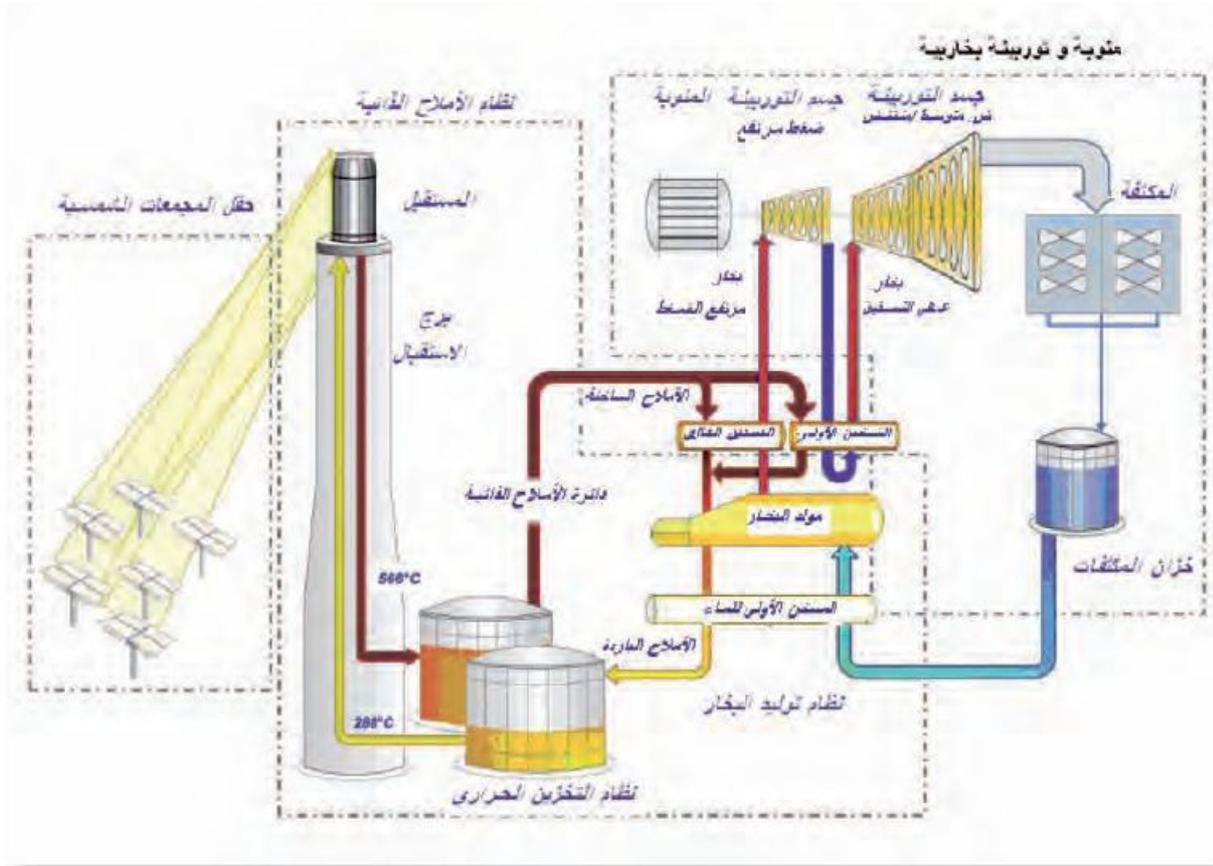
المصدر : وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسة، مصادر الطاقة النظيفة: أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، بدون سنة نشر، ص 57.

الملحق رقم (1.4): أماكن تواجد أحواض الغاز الصخري في الجزائر



Source : Gaz de schiste en Algérie: Un nouveau désastre pour la population, une nouvelle rente pour son gouvernement, Frack Free Europe (Octobre 2014), <http://www.algeria-watch.org/pdf/pdf_fr/gdSalgerie.pdf>.

الملحق رقم (2.4): مخطط عمل محطة طاقة شمسية حرارية مع التخزين



المصدر: وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، صات أنفو، سونلغاز، الجزائر، مارس 2011، ص20.

الففا ررس

فهرس الجداول

| رقم الصفحة | عنوان الجدول | رقم الجدول |
|---------------|---|---------------|
| 07 | مقارنة تقريبية لتكلفة إنتاج وحدة من الطاقة من مختلف مصادر الطاقة التقليدية | 1.1 |
| 18 | تطور حجم التجارة العالمية للثروة البترولية وحصص البترول الخام منها | 2.1 |
| 25 | تطور إحتياطيات العالم من البترول الخام | 3.1 |
| 30 | تطور مستويات المخزونات البترولية في العالم | 4.1 |
| 34 | أكبر عشرة دول منتجة للبترول في العالم (2016) | 5.1 |
| 38 | تطور الإستهلاك العالمي للبترول حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 2000-2016 | 6.1 |
| 50 | توقعات معدلات النمو الاقتصادي العالمي خلال الفترة 2015 - 2040 | 7.1 |
| 50 | مستويات الطلب العالمي على البترول وتوقعات المستقبلية خلال الفترة 2015-2040 | 8.1 |
| 55 | العرض العالمي للبترول وتوقعاته المستقبلية حسب المناطق الجغرافية | 9.1 |
| 76 | تعهدات بعض الدول بخفض الإنبعاثات لآفاق 2025 و 2030 | 10.1 |
| 78 | تغيرات تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بين سنتي 2015 و 2025 | 11.1 |
| 87 | تطور وتوزيع إحتياطيات الفحم الحجري في العالم | 1.2 |
| 95 | تطور إحتياطيات العالم من الغاز الطبيعي | 2.2 |
| 97 | الدول العشرة الأوائل في إنتاج الغاز الطبيعي عالميا لسنة 2016 | 3.2 |
| 101 | أهم الدول التي تستغل الطاقة النووية في توليد الكهرباء سنة 2015 | 4.2 |
| 102 | الدول التسعة الأوائل حسب إحتياطيات اليورانيوم سنة 2015 | 5.2 |
| 109 | الدول العشرة الأولى من حيث إحتياطيات البترول الصخري القابلة للإستخراج من الناحية الفنية | 6.2 |
| 109 | الدول العشرة الأولى من حيث إحتياطيات الغاز الصخري القابلة للإستخراج من الناحية الفنية | 7.2 |
| 110 | الدول المنتجة للبترول والغاز الصخريين لسنة 2014 | 8.2 |
| 161 | التوزيع الجغرافي للقدرات المركبة من الطاقات المتجددة في العالم نهاية سنة 2016 | 9.2 |
| 164 | الدول العشرة الأوائل في إنتاج طاقة الرياح عالميا سنة 2016 | 10.2 |
| 165 | توزيع القدرات المركبة لطاقة الكتلة الحية والإيثانول عالميا سنة 2016 | 11.2 |
| 167 | تطور الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة حسب المناطق الجغرافية | 12.2 |
| 175 | النسب المحققة والمستهدفة لمساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء ببعض الدول " معطيات | 13.2 |

| | سنة 2016" | |
|-----|--|------|
| 176 | مقارنة تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية من مختلف مصادر الطاقة | 14.2 |
| 216 | الخصائص الرئيسية لتقنيات ترشيد إستهلاك الطاقة في قطاع الصناعة | 1.3 |
| 230 | إستهلاك الوقود في مختلف وسائل النقل | 2.3 |
| 251 | التقنيات الناشئة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية | 3.3 |
| 252 | تطور مستوى تكاليف إنتاج الخلايا الفوتوفولطية عالميا من سنة 2010 إلى سنة 2015 | 4.3 |
| 269 | دينامكية سيطرة سوناطراك على القطاع البترولي وتطوره (من الستينات حتى مرحلة التأميم) | 1.4 |
| 275 | تطور عدد الإكتشافات وحجم الإحتياطي البترولي في الجزائر للفترة 2000-2016 | 2.4 |
| 279 | تقدير المسافة بين مناطق الإحتياطيات البترولية والغازية ومناطق أوروبا الغربية | 3.4 |
| 280 | مقارنة بين أنواع البترول لبعض دول أوبك والبترول الجزائري | 4.4 |
| 284 | تطور الجباية البترولية ومساهمتها في الإيرادات العامة للجزائر | 5.4 |
| 287 | توزيع جهود تطوير حقول البترول والغاز خلال سنة 2016 | 6.4 |
| 295 | تطور الإحتياطيات المؤكدة للغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة (2000-2016) | 7.4 |
| 298 | توزيع إحتياطي الغاز الصخري القابل للإستخراج في الجزائر حسب الأحواض | 8.4 |
| 302 | القدرات الشمسية في الجزائر | 9.4 |
| 306 | مراكز توليد الطاقة الكهرومائية في الجزائر | 10.4 |
| 319 | القدرات المركبة المتراكمة للطاقات المتجددة في الجزائر خلال الفترة 2015-2030 | 11.4 |
| 326 | أنواع تعريفية الكيلوواط ساعي للكهرباء المنتجة من تطبيقات هجينة مع الطاقة الشمسية | 12.4 |
| 344 | أكبر عشرة محطات للطاقة الشمسية الفوتوفولطية بألمانيا | 13.4 |
| 349 | أهم محطات الطاقة الشمسية بالولايات المتحدة الأمريكية | 14.4 |

فهرس الأشكال

| رقم الصفحة | عنوان الشكل | رقم الشكل |
|---------------|---|--------------|
| 05 | أقسام درجة الكثافة النوعية للبتترول | 1.1 |
| 16 | حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم سنة 2015 | 2.1 |
| 17 | توزيع الإستهلاك العالمي للبتترول حسب القطاعات | 3.1 |
| 24 | التصنيف الإحتمالي للإحتياطيات البترولية | 4.1 |
| 26 | توزيع إحتياطي البترول في العالم حسب المناطق خلال الفترة 1996 - 2016 | 5.1 |
| 32 | تطور الإنتاج العالمي من الثروة البترولية وتوقعاته المستقبلية | 6.1 |
| 33 | التطورات العالمية في مجال إنتاج البترول حسب المناطق الجغرافية خلال الفترة 1971 - 2016 | 7.1 |
| 35 | منحنى هابرت " Hubbert Curve " | 8.1 |
| 37 | حصة البترول ضمن إجمالي الإستهلاك العالمي للطاقة (1973-2015) | 9.1 |
| 40 | العلاقة بين معدل النمو الإقتصادي ومعدل الطلب على البترول | 10.1 |
| 51 | تطورات الطلب العالمي على البترول مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى حتى آفاق 2040 | 11.1 |
| 55 | التطورات والتوقعات المستقبلية للعرض العالمي للبتترول الخام والمشتقات البترولية حتى آفاق 2040 | 12.1 |
| 63 | تطور أسعار خام البترول في الأسواق الرئيسية العالمية خلال الفترة 2004 - 2015 | 13.1 |
| 71 | تطورات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن إحتراق الوقود الأحفوري | 14.1 |
| 77 | مقارنة تكلفة إنتاج الكهرباء من مختلف المصادر المتجددة والطاقات الأحفورية بين سنتي 2010 و 2014 | 15.1 |
| 80 | شروط الإعتماد على بدائل الطاقة | 16.1 |
| 88 | تطور إنتاج الفحم الحجري في العالم خلال الفترة (1973-2016) | 1.2 |
| 89 | تطور حجم الإستهلاك العالمي للفحم الحجري وتوقعاته المستقبلية | 2.2 |
| 98 | تطور إستهلاك الغاز الطبيعي في العالم إلى غاية 2040 | 3.2 |
| 102 | التوزيع الجغرافي لتطور إنتاج الطاقة الكهربائية النووية عالميا خلال الفترة (1973 - 2015) | 4.2 |
| 104 | تطور إستهلاك الطاقة النووية في العالم خلال الفترة (2000 - 2016) | 5.2 |
| 110 | إنتاج الغاز الصخري وأنواع أخرى للغاز في بعض البلدان سنة 2015 وآفاق 2040 | 6.2 |
| 136 | التوزيع النسبي لمساهمة مختلف مصادر الطاقة في إنتاج الطاقة الأولية إلى غاية سنة 2035 | 7.2 |
| 138 | تطور إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم خلال الفترة (1973 - 2040) | 8.2 |

| | | |
|-----|---|------|
| 157 | توزيع الإستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة حسب القطاع لسنة 2016 | 9.2 |
| 158 | توزيع الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة بين الدول المقدمة والنامية خلال الفترة 2006-2016 | 10.2 |
| 160 | تطور مساهمة الطاقات المتجددة ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في العالم خلال الفترة 1973 - 2020 | 11.2 |
| 162 | تطور القدرات المركبة للطاقة الشمسية الفوتوفولطية وتوزيعها الجغرافي خلال الفترة 2006-2016 | 12.2 |
| 163 | تطور القدرات المركبة للطاقة الشمسية الحرارية المركزة وتوزيعها الجغرافي خلال الفترة 2006-2016 | 13.2 |
| 164 | تطور القدرات المركبة لطاقة الرياح خلال الفترة 2006-2016 | 14.2 |
| 165 | التوزيع الجغرافي للقدرات المركبة المضافة للطاقة المائية سنة 2016 | 15.2 |
| 166 | ترتيب الدول العشرة الأوائل في حجم القدرات المركبة لطاقة الحرارة الأرضية سنة 2016 | 16.2 |
| 169 | التوزيع القطاعي للإستهلاك العالمي للطاقات المتجددة سنة 2015 | 17.2 |
| 170 | توقعات الطلب العالمي على الطاقات البديلة المتجددة في أفق 2030 | 18.2 |
| 173 | توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة عالميا حسب المصادر نهاية سنة 2016 وتوقعاته أفق 2050 | 19.2 |
| 177 | مستويات تكلفة توليد الكهرباء من مختلف مصادر الطاقة المتجددة بين سنتي 2010 و 2015 | 20.2 |
| 192 | تداخل أبعاد التنمية الشاملة المستدامة | 1.3 |
| 194 | الإستدامة الضعيفة (الغطاء الإقتصادي) | 2.3 |
| 195 | الإستدامة القوية (الغطاء البيئي) | 3.3 |
| 203 | ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية | 4.3 |
| 207 | إنبعاث ثاني أكسيد الكربون المباشر من الطاقة حسب سيناريو هي التدافع والمخططات | 5.3 |
| 208 | مستويات إنبعاث الـ CO ₂ حسب سيناريو الإستخدام الكثيف للوقود الأحفوري وسيناريو الإستخدام الصديقة للمناخ خلال الفترة 1990-2100 | 6.3 |
| 212 | مسار الإستثمار في ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة | 7.3 |
| 228 | نظام التدفئة والتبريد الحضري المتكامل القائم على الطاقة المتجددة | 8.3 |
| 234 | توزيع درجة الحرارة اللازمة لمختلف العمليات الصناعية الثقيلة والخفيفة | 9.3 |
| 237 | تقنية الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة | 10.3 |
| 240 | تطور عدد الوظائف التي توفرها مختلف تقنيات الطاقات المتجددة | 11.3 |
| 245 | مخطط مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية | 12.3 |

| | | |
|-----|---|------|
| 249 | من خلية شمسية إلى مصفوفة ألواح شمسية | 13.3 |
| 250 | أنواع الخلايا السيليكونية البلورية | 14.3 |
| 253 | الدول الخمس الأوائل من حيث الألواح الشمسية الفوتوفولطية المركبة سنة 2016 | 15.3 |
| 257 | مقارنة التقنيات الفرعية للطاقة الشمسية الحرارية المركزة | 16.3 |
| 260 | مستويات تكلفة كهرباء الطاقة الشمسية الحرارية المركزة خلال الفترة 2015-2040 | 17.3 |
| 262 | مستويات نظم الإمداد بالطاقة الشمسية وفقا لطبيعة الإستخدام ومدى الإنتشار عالميا | 18.3 |
| 263 | مراحل خلق منظومة الإمداد المستدام بالطاقة الشمسية لتحقيق التنمية في المجتمعات | 19.3 |
| 264 | السيناريو المقترح لتنمية نظام شمسي فوتوفولطي | 20.3 |
| 270 | تطور إنتاج البترول الخام لشركة سوناطراك وشركائها من 2000 إلى 2016 | 1.4 |
| 274 | محطات حاسمة في تاريخ قطاع البترول الجزائري | 2.4 |
| 276 | ترتيب الجزائر ضمن الدول العربية والإفريقية من حيث إحتياطات البترول لعام 2016 | 3.4 |
| 276 | إنتاج وإستهلاك البترول في الجزائر وحجم صافي التصدير خلال الفترة 2000-2016 | 4.4 |
| 281 | حصة البترول ضمن إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في الجزائر خلال سنة 2016 | 5.4 |
| 282 | حصة الثروة البترولية ضمن إجمالي الصادرات الطاقوية الجزائرية سنة 2016 | 6.4 |
| 283 | العلاقة بين العائدات البترولية ورصيد الميزان التجاري في الجزائر خلال الفترة 2000-2016 | 7.4 |
| 287 | وضعية المجال المنجمي للمحروقات الجزائرية نهاية سنة 2013 | 8.4 |
| 296 | تطور إنتاج الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة (2000-2016) | 9.4 |
| 303 | توزيع متوسط الطاقة الشمسية المتوفرة حسب المناطق الجغرافية في الجزائر | 10.4 |
| 304 | متوسط سرعة الرياح في الأقاليم الجزائرية | 11.4 |
| 308 | توزيع الطبقة الألبية في الجزائر | 12.4 |
| 311 | أهم إستخدامات الطاقة الشمسية المتاحة للتطبيق في الجزائر | 13.4 |
| 318 | نسبة تغلغل الطاقات المتجددة في الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية | 14.4 |
| 318 | هيكلية حظيرة الإنتاج الوطني للطاقة خلال الفترة 2011-2030 | 15.4 |
| 359 | ملخص النموذج المقترح لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر | 16.4 |
| 361 | إمكانية التكامل والتلاحم بين الجزائر والدول الأجنبية في مجال إستغلال الطاقة الشمسية | 17.4 |

فهرس المحتويات

| رقم الصفحة | العنوان |
|------------|--|
| أ - ز | مقدمة |
| 01 | الفصل الأول: إقتصاديات الثروة البترولية وإتجاهات إستغلالها في العالم |
| 02 | تمهيد |
| 03 | المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الثروة البترولية |
| 03 | المطلب الأول: ماهية الثروة البترولية |
| 07 | المطلب الثاني: الصناعة البترولية من المنبع إلى المصب |
| 12 | المطلب الثالث: السياق التاريخي لتطور إستغلال الثروة البترولية عالميا |
| 15 | المطلب الرابع: الأهمية الوظيفية للثروة البترولية في الإقتصاديات الحديثة |
| 22 | المبحث الثاني: إمكانيات العالم من الثروة البترولية |
| 22 | المطلب الأول: الإحتياطات البترولية العالمية |
| 26 | المطلب الثاني: المخزونات البترولية العالمية |
| 31 | المطلب الثالث: الإنتاج العالمي للثروة البترولية |
| 37 | المطلب الرابع: الإستهلاك العالمي للثروة البترولية |
| 42 | المبحث الثالث: إتجاهات السوق العالمية للثروة البترولية |
| 42 | المطلب الأول: الأطراف المؤثرة في السوق العالمية للبترو |
| 48 | المطلب الثاني: إتجاهات الطلب العالمي على البترول |
| 52 | المطلب الثالث: إتجاهات العرض العالمي للبترو |
| 56 | المطلب الرابع: إتجاهات أسعار البترول في السوق العالمية |
| 64 | المبحث الرابع: آثار إستغلال الثروة البترولية ودوافع البحث عن مصادر طاقة بديلة |
| 64 | المطلب الأول: التلوث البيئي، مستوياته وأهم أشكاله |
| 68 | المطلب الثاني: الآثار البيئية الناتجة عن إستغلال الثروة البترولية |
| 71 | المطلب الثالث: دوافع التوجه إلى مصادر الطاقة البديلة للثروة البترولية |
| 78 | المطلب الرابع: متطلبات وشروط الإعتماد على بدائل الطاقة |
| 81 | خلاصة الفصل الأول |

| | |
|-----|--|
| 82 | الفصل الثاني: مدخل لإقتصاديات الطاقات البديلة عالميا |
| 83 | تمهيد |
| 84 | المبحث الأول: أساسيات حول الطاقات البديلة غير المتجددة |
| 84 | المطلب الأول: الفحم الحجري -وضعية إستغلاله عالميا- |
| 91 | المطلب الثاني: الغاز الطبيعي وإقتصادياته عالميا |
| 99 | المطلب الثالث: الطاقة النووية وتحديات إستغلالها في العالم |
| 106 | المطلب الرابع: البترول والغاز الصخريين وبوادر الإستغلال عالميا |
| 115 | المبحث الثاني: ماهية الطاقات البديلة المتجددة |
| 115 | المطلب الأول: مفهوم الطاقات البديلة المتجددة |
| 119 | المطلب الثاني: أنواع الطاقات البديلة المتجددة |
| 125 | المطلب الثالث: المجالات الإستخدامية للطاقات البديلة المتجددة |
| 128 | المطلب الرابع: الجوانب الإيجابية والسلبية للطاقات البديلة المتجددة |
| 135 | المبحث الثالث: إجراءات تبني الطاقات البديلة المتجددة ضمن منظومة الطاقة العالمية |
| 135 | المطلب الأول: ملامح منظومة الطاقة العالمية الحالية وموقف العالم من التوجه للطاقات البديلة المتجددة |
| 141 | المطلب الثاني: الإجراءات الداعمة لنشر وتحفيز إستخدام الطاقات البديلة المتجددة عالميا |
| 146 | المطلب الثالث: متطلبات تبني وتنمية قطاع الطاقات البديلة المتجددة عالميا |
| 150 | المطلب الرابع: العراقيل والتحديات التي تواجه مسار التحول للطاقات البديلة المتجددة |
| 154 | المبحث الرابع: الجغرافية الإقتصادية لمصادر الطاقات البديلة المتجددة |
| 154 | المطلب الأول: الإستثمارات العالمية في قطاع الطاقات البديلة المتجددة |
| 159 | المطلب الثاني: الإنتاج العالمي للطاقات البديلة المتجددة |
| 166 | المطلب الثالث: الإستهلاك العالمي للطاقات البديلة المتجددة |
| 170 | المطلب الرابع: إنتاج الكهرباء من الطاقات البديلة المتجددة |
| 178 | خلاصة الفصل الثاني |
| 179 | الفصل الثالث: الطاقات البديلة فهي ظل تحديات ضوابط التنمية المستدامة |
| 180 | تمهيد |
| 181 | المبحث الأول: أساسيات حول التنمية المستدامة |
| 181 | المطلب الأول: ماهية التنمية المستدامة |
| 186 | المطلب الثاني: أهداف ومبادئ التنمية المستدامة |

| | |
|-----|---|
| 189 | المطلب الثالث: أبعاد التنمية المستدامة |
| 192 | المطلب الرابع: مستويات التنمية المستدامة وأهم مؤشراتهما |
| 201 | المبحث الثاني: الكفاءة الإستخدامية للمصادر الطاقوية ضمن متطلبات الإستدامة |
| 201 | المطلب الأول: ضوابط الإستخدام المستدام للموارد الطبيعية |
| 203 | المطلب الثاني: الكفاءة الإستخدامية للطاقة وسيناريوهات تحقيقها |
| 209 | المطلب الثالث: مسار ترقية الكفاءة الإستخدامية للموارد الطاقوية وأهم العوائق التي تواجهه |
| 214 | المطلب الرابع: آليات وسبل ترقية كفاءة إستخدام الطاقة في القطاعات الإقتصادية |
| 219 | لمبحث الثالث: الطاقات البديلة المتجددة مطلب عالمي لتحقيق التنمية المستدامة |
| 219 | المطلب الأول: الخيارات الطاقوية المستدامة ومكانة الطاقات المتجددة ضمنها |
| 225 | المطلب الثاني: مداخل إدماج الطاقات البديلة المتجددة في أنظمة الطاقة بين الحاضر والمستقبل |
| 229 | المطلب الثالث: دمج الطاقات البديلة المتجددة في القطاعات الإقتصادية |
| 235 | المطلب الرابع: الطاقات البديلة المتجددة في سياق خدمة التنمية المستدامة |
| 241 | المبحث الرابع: التوجه العالمي نحو الطاقة الشمسية كمدخل لتحقيق مبادئ الإستدامة |
| 241 | المطلب الأول: الطاقة الشمسية وأهم مجالات إستخدامها |
| 247 | المطلب الثاني: الخلايا الشمسية تقنية واعدة في إنتاج الكهرباء |
| 254 | المطلب الثالث: أنظمة المجمعات الشمسية الحرارية |
| 260 | المطلب الرابع: نحو بناء منظومة طاقوية مستدامة بالإعتماد على الطاقة الشمسية |
| 265 | خلاصة الفصل الثالث |
| 266 | الفصل الرابع: آليات وإجراءات ترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية لإستغلاله |
| | الثروة البترولية في الجزائر وفق ضوابط الإستدامة |
| 267 | تمهيد |
| 268 | المبحث الأول: نظرة حول الثروة البترولية الجزائرية ومكانتها في الإقتصاد الوطني |
| 268 | المطلب الأول: الخلفية التاريخية لإكتشاف وإستغلال البترول في الجزائر |
| 274 | المطلب الثاني: إمكانات الجزائر من الثروة البترولية |
| 281 | المطلب الثالث: موقع ومكانة الثروة البترولية في الإقتصاد الجزائري |
| 286 | المطلب الرابع: السياسة الإستغلالية للثروة البترولية الجزائرية ومواطن التناقض مع ضوابط الإستدامة |
| 291 | المبحث الثاني: البدائل الطاقوية للثروة البترولية الجزائرية ومكانة الطاقة الشمسية ضمنها |
| 291 | المطلب الأول: دوافع اللجوء إلى بدائل طاقوية للثروة البترولية في الجزائر |

| | |
|-----|--|
| 294 | المطلب الثاني: البدائل الطاقوية غير المتجددة للبتول الجزائري |
| 302 | المطلب الثالث: البدائل الطاقوية المتجددة للبتول الجزائري |
| 309 | المطلب الرابع: أفضلية الطاقة الشمسية ضمن البدائل المتاحة في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر |
| 316 | المبحث الثالث: السياسة الجزائرية لتطوير وترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية |
| 316 | المطلب الأول: برامج ومخططات تنمية إستخدام الطاقة المتجددة - الطاقة الشمسية- |
| 323 | المطلب الثاني: الأطر القانونية والتحفيزية لتشجيع إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر |
| 327 | المطلب الثالث: الهياكل المؤسسية المكلفة بتطوير إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر |
| 330 | المطلب الرابع: آثار سياسة تطوير إستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر والعوائق التي تواجهها |
| 336 | المبحث الرابع: إجراءات رقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر على ضوء الشراكة والتجارب الأجنبية |
| 336 | المطلب الأول: مشاريع الطاقة الشمسية في إطار الشراكة الأجنبية بالجزائر |
| 342 | المطلب الثاني: نماذج وتجارب لدول متقدمة في إستغلال الطاقة الشمسية |
| 351 | المطلب الثالث: نماذج وتجارب لدول نامية في إستغلال الطاقة الشمسية |
| 356 | المطلب الرابع: النموذج المقترح لترقية الكفاءة الإستخدامية للطاقة الشمسية في الجزائر |
| 362 | خلاصة الفصل الرابع |
| 364 | خاتمة |
| 370 | قائمة المراجع |
| | الملاحق |
| | فهرس الجداول |
| | فهرس الأشكال |
| | فهرس المحتويات |

ملخص

في ظل الظروف الراهنة التي تشهدها السوق العالمية للطاقة، ومع قرب نفاذ الثروة البترولية وتفاقم آثارها البيئية، بادرت العديد من الدول بالتوجه نحو البحث عن مصادر طاقة بديلة لهذه الثروة والتي تستجيب لمتطلبات الإستدامة.

وهدفت هذه الدراسة إلى محاولة تسليط الضوء على المصادر الطاقوية البديلة المتاحة عالميا وعلى مستوى الجزائر، وتوضيح أبرز الآليات والإجراءات الكفيلة بترقية كفاءتها الإستخدامية لإستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة مع التركيز على حالة الطاقة الشمسية في الجزائر.

وقد خلصت إلى أن الطاقات البديلة المتجددة هي أفضل بدائل الثروة البترولية بحيث تكون مكتملة لها على المدى القصير وبديلة لها في الأمد البعيد، ورغم إعتقاد الجزائر على سياسة طاقوية داعمة لترقية إستغلال الطاقات المتجددة ومنها الطاقة الشمسية إلا أنها متعثرة التنفيذ ونتائجها مازالت دون المستوى المطلوب.

الكلمات الدالة: الثروة البترولية، الطاقات البديلة، الكفاءة الإستخدامية، الطاقة الشمسية، التنمية المستدامة.

Abstract

In light of the current circumstances in the international energy market, and with the near of oil wealth penetration, the aggravation of its environmental impact, many countries have started to search the alternatives energies of oil, which meet the principles of sustainability.

This study aimed to identify the alternatives energies available globally and in Algeria, and also to clarify the most important mechanisms and procedures to enhance the efficiency of these energies use to replace oil in the future, specially the case of solar energy in Algeria.

The study concluded that renewable energy is the best alternative to oil wealth, and despite Algeria's adoption of an energy policy to promote the renewable energy exploitation, including solar energy, but it is faltering and its results are still below the required level.

Key words: oil Wealth, Alternative Energies, Efficiency, Solar Energy, Sustainable Development

تم يعون الله