الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي حامعة فرحات عباس سطيف كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

مدرسة الدكتوراه: إدارة الأعمال والتنمية المستدامة

مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم التسيير الاقتصادية وعلوم التسيير تخصص اقتصاد دولي وتنمية مستدامة تحت عنوان

إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة دراسة قطاع الطاقة الكهربائية بالجزائر

<u>إشراف:</u> د. غراب رزيقة إعداد الطالب: حمزة جعفر

أعضاء لجنة المناقشة:

أ.د ملياني حكيم أستاذ التعليم العالي (جامعة سطيف) رئيسيسا
 د. غراب رزيقة أستاذة محاضرة (جامعة سطيف) مشرفا ومقررا
 د. بوعشة مبارك أستاذ محاضر (جامعة قسنطينة) عضوا مناقشا
 د. قطاف ليللى أستاذة محاضرة (جامعة سطيف) عضوا مناقشا

السنة الجامعية: 2012/2011

127,18 7,18 (20) 175 16,12 7 6,12 8,32 Ci

"قل (مسلاتي ونسكي ومحياي ومماتي للش مرب (لعالمي للاشريك له وبنزلك أمرس ولأنا لأول لالمعلمية"

صدق الله العظيم

شحر فبهدتا

بداية أحمد الله سبحانه وتعالى وأصلي وأسلم على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه ومن تبعه بإحسان إلى يوم الدين، أما بعد

أتقدم بالشكر الجزيل وبخالص الامتنان والتقدير إلى الأستاذة المشرفة: الدكتورة غراب رزيقة على قبولها الإشراف على هذا البحث المتواضع، وكذلك على النصائح والتوجيهات القيمة التي قدمتها لى طول فترة إنجاز هذا البحث.

كما أتقدم كذلك بالشكر الجزيل إلى الدكتور ديلمي لخضر الذي كان له الفضل الكبير في اختياري لهذا الموضوع، وكذلك على النصائح والتوجيهات القيمة التي قدمها لي.

كما لا يفوتني كذلك بأن أتقدم بخالص الشكر والعرفان إلى كل من أعانني على انجاز هذا العمل سواء من قريب أو من بعيد.

lari

إلى الوالدين الكريدين حفظها الله وأطال في عسرها، إلى زوجتي ورفيقة دربي، إلى إخوتي وأخواتي وأبنائهم، إلى إخوتي وأخواتي وزملائي؛

أهدي شرة هذا العبل البتواضع.

حمزة جعفر

علاملا

مقدمــــة

تميز القرن العشرون بالتوسع الكبير في استهلاك مختلف أشكال الطاقة التي شكلت مركباً أساسياً للاقتصاد العالمي، فخلال هذا القرن ارتبطت الطاقة بالنمو الاقتصادي وأصبح استهلاك الطاقة يمثل أحد أهم مظاهر هذا النمو الذي شهده الاقتصاد العالمي وأبرز مؤشراته، هذا الارتباط الكبير بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة ولّد العديد من الضغوط على البيئة العالمية من التلوث إلى الاحتباس الحراري وصولاً إلى التغيرات المناحية وانعكاساتها، وقد تطلب الأمر قرابة القرن لإدراك هذه المخاطر؛ ونظرا لتفاقم مشكلات البيئة وتزايد حدتما فقد أصبح التوفيق بين الطاقة، حماية البيئة والتنمية الاقتصادية واحدة من أكبر اهتمامات وتحديات عالمنا المعاصر من أحل تحقيق تنمية مستدامة للمجتمعات البشرية وأحيالها المتعاقبة.

في السنوات الأحيرة بدأت الأنظار تتجه نحو الطاقة الكهربائية التي أصبحت تعتبر من أهم أشكال الطاقة في الحياة المعاصرة، حيث تعد أحد مصادر الطاقة الهامة الرئيسية للبشرية ومن أهم الأسس التي يرتكز عليها تطور الأمم وحضاراتها، وتأتي أهميتها للإنسان بعد المأكل والمشرب والسكن كما أن أهميتها للفرد تزداد بازدياد متوسط دخله وكذلك بمدى تقدمه وتطوره، لذلك نجد أن العديد من العوامل المحلية والدولية تُملي اتجاهاً معيناً للطاقة الكهربائية الواجب توفيرها، وهذا الاتجاه هو إنشاء نظام كهربائي مترابط ومتكامل ابتداء من إنتاج الطاقة الكهربائية وانتهاء بالتوزيع لدى المستهلك؛ ومع ارتباط التقدم الاقتصادي بمعدلات استهلاك الطاقة في مختلف الدول، تتزايد الحاجة إلى الطاقة الكهربائية في جميع أنحاء العالم، إلى حانب تزايد الحاجة إلى تأمين الوصول إليها في المستقبل، يصبح من الضروري أن ننظر إلى الطاقة الكهربائية نظرة شاملة لا تقتصر على توفير وتأمين إمداداتها بل يجب أن تشمل النواحي البيئية لإنتاجها.

يعمل قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر على تلبية احتياجات الدولة والمواطنين من الطاقة الكهربائية قد الكهربائية في إطار خطة الدولة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث أن استهلاك الطاقة الكهربائية قد تطور بصورة كبيرة خلال السنوات الماضية، فقد أصبح رفع كفاءة إنتاجها وترشيد استهلاكها أمراً حتمياً لمحابكة الطلب المتزايد عليها، ولانعكاسه بالإيجاب نحو تحسين الأثر البيئي بخفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري نتيجة خفض استهلاك الوقود بمحطات الإنتاج الحرارية، والاتجاه نحو إمكانيات توظيف الطاقات المتحددة والتقليص التدريجي لأشكال الوقود الأحفوري ومحاولة إيجاد التكنولوجيات المتحددة والتقنيات التي تسهل وتبسط استخدام هذا البديل؛ فطاقة الرياح، الطاقة المائية والطاقة الشمسية كلها أنواع قد تمثل بدائل ممكنة، والمفاضلة بينها تتوقف على العوامل الطبيعية للبلد من جهة، وتكاليف الإمكانيات التكنولوجية من جهة أحرى، ويعتبر الاستثمار في مصادر الطاقة المتحددة خطوة منطقية بالنسبة للجزائر التي يعتمد

اقتصادها بشكل كبير على إنتاج وتصدير النفط والغاز، حيث سيساهم هذا الاستثمار في التحول من دولة منتجة ومصدرة للنفط والغاز إلى لاعب مهم في مجال الطاقة بشكل عام.

إشكالية البحث

في ظِل هذا الاهتمام المتزايد والتوجه الجديد تَبرز لنا معالم الإشكالية التي نعمل على معالجتها من خلال الإجابة عن التساؤل الرئيسي التالي:

كَيف يُمكن ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وفق إستراتيجية متكاملة تتضمن ضوابط التنمية المستدامة؟

من هذا التساؤل الرئيسي يمكن طرح التساؤلات الجزئية التالية:

- ما هي مصادر وطرق إنتاج الطاقة الكهربائية وآثارها على البيئة؟
 - ما هي ضوابط التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية؟
- ما هي النُظم والأساليب التي يمكن من خلالها ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ضوء مبادئ وأهداف التنمية المستدامة؟
- ما هي الوسائل والإحراءات الكفيلة بترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة؟
 - ما هو دور الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر؟

فرضيات البحث

في إطار هذه الدراسة سيتم وضع الفرضيات التالية:

- يُؤدي الاعتماد المتزايد على الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى أضرار بيئية حسيمة، ونضوب سريع للنفط والغاز الطبيعي والفحم؛
- يُؤدي استخدام نظام الإدارة البيئية وأسلوب الإنتاج الأنظف في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ضوء مبادئ وأهداف التنمية المستدامة؛
- يُعتبر استخدام تكنولوجيا الطاقة الأحفورية النظيفة، وتطوير تقنيات الطاقات المتحددة، وترشيد استخدام الطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة؛
- يُؤدي الاستخدام الأمثل للغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية وتعزيز استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر، إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية.

أهمية البحث

مُع تَطور الحياة الاقتصادية والارتفاع في النمو السكاني، زاد الطلب على الطاقة الكهربائية بشكل كبير، مما ساهم في زيادة استهلاك الوقود الأحفوري كالغاز الطبيعي، البترول والفحم لإنتاجها، وذلك ولد ضغوط على البيئة العالمية من التلوث إلى الاحتباس الحراري وصولا إلى التغيرات المناخية وانعكاساتها، ومن هنا تأتي أهمية الدراسة للبحث عن الوسائل والإجراءات التي يمكن من خلالها ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، والتي تؤدي إلى خفض استهلاك الوقود الأحفوري، وبالتالي خفض انبعاث غازات الدفيئة، والبحث عن مصادر بديلة لإنتاج الطاقة الكهربائية وترقية كفاءتها الإنتاجية وتطويرها في الوقت المناسب قبل أن تعجز مصادر الطاقة الطبيعية غير المتجددة عن الوفاء بالاحتياجات المتزايدة منها.

الهدف من البحث

يَهدفُ هذا البحث إلى تسليط الضوء على موضوع هام وهو الطاقة الكهربائية وذلك بالتعرف على أهم مصادر وطرق إنتاجها سواء المتحددة أو غير المتحددة، وعلى أبعاد قضية الطاقة الكهربائية الاقتصادية والاجتماعية وتأثيرها على البيئية، وإبراز أهم وسائل وإجراءات ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، ومصادر الطاقة النظيفة والمتحددة التي يمكن الاعتماد عليها لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر للوفاء بالاحتياجات المستقبلية وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة غير المتحددة حوفا من نضوها.

منهج البحث

سوف يتم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يقوم على تجميع البيانات والمعلومات وتحليلها، وهذا عن طريق تكوين الإطار النظري للبحث بتجميع المادة العلمية المتعلقة به من المصادر الأساسية والثانوية، كما سوف يتم الاعتماد على أسلوب دراسة الحالة والتي كان قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر نموذجا لها.

حدود البحث

- الطاقة الكهربائية وإستراتيجية ترقية كفاءها الإنتاجية في ظل ضوابط التنمية المستدامة؟
 - الحدود المكانية :دراسة تطبيقية على قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر؟
- الحدود الزمنية :التطرق إلى تطور الاستهلاك والإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية منذ سنة 1973، نظرا لما شهده العالم في هذه السنة من تطورات تمثلت في الأزمة النفطية، التي صاحبها ارتفاع أسعار النفط والبحث عن بدائل أحرى للطاقة، ومنها تطوير استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى غاية سنة

2008، بالإضافة إلى تقديم رؤية مستقبلية لآفاق الطلب والإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية إلى حدود سنة 2008؛ وبالنسبة لدراسة الحالة أخذت الفترة من سنة 2000 إلى 2010 وفق المعطيات التي تحصلنا عليها.

دوافع اختيار البحث

إن دوافع وأسباب اختيار هذا الموضوع تكمن في عدة أمور، أبرزها ما يلي:

- يعتبر موضوع هذا البحث دراسة تحليلية تتعلق بمجال تخصص الباحث؟
 - رغبة الباحث في دراسة مثل هذا الموضوع؛
- قلة الدراسات والأبحاث التي تناولت مثل هذا الموضوع بالتحليل والتأصيل؛ حاصة فيما يخص الربط بين إستراتيجيات ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية ومساهمتها في تحقيق أبعاد وأهداف التنمية المستدامة.

صعوبات البحث

من بين الصعوبات التي واجهتنا في دراستنا لهذا البحث، قلة المعلومات والإحصائيات المتاحة حول قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر (الأرقام، النسب المئوية %)، وصعوبة ترجمة وضبط بعض المفاهيم والمصطلحات، خاصة تلك المتعلقة بالجانب التقني والتكنولوجي.

الدراسات السابقة

في الحقيقة توجد العديد من الدراسات التي تناولت مواضيع لها علاقة بالطاقات المتحددة والغاز الطبيعي والبترول، أما الدراسات التي تناولت مثل هذا الموضوع بشكل تفصيلي بحيث تبين الإستراتيجية الكفيلة بترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة بصفة خاصة قليلة جدا، فيمكن إدراج دراستين في حدود ما استطعنا التوصل إليه:

أ- الدراسة الأولى:

دراسة قام بها الباحث عمر شريف بعنوان:"استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر"، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة باتنة، 2007/2006.

حيث قام الباحث بدراسة الإشكالية التي تتمحور حول استخدامات الطاقات المتحددة وإبراز دورها في تحقيق التنمية المحلية المستدامة من خلال دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر واستخداماها ومساهمتها في التنمية المستدامة مستقبلا على مستوى الاقتصاد الجزائري، وقد توصل الباحث إلى مجموعة من النتائج لعل أهمها أن الحاحة إلى هذه المصادر المتحددة لإنتاج طاقة نظيفة لا تسبب تلوث للبيئة، قد أصبح مطلبا ملحا وأنه لابد من العمل على تطوير هذه المصادر الجديدة خاصة منها الطاقة الشمسية وتنميتها لاستخدامها في إنتاج طاقة نظيفة، وذلك من خلال رسم سياسة اقتصادية متسلسلة ومعتمدة على

الجوانب الهامة كالسعر والجانب المالي، وتشجيع وتطوير التجارة المتعلقة بالتكنولوجيات ذات الصلة بالطاقات المتجددة.

ب- الدراسة الثانية:

BAHEDJA Ibrahim, "Maîtrise d'énergie, production d'électricité et développement socio-économique durable à Mayotte", THESE de Doctorat en Géographie et Aménagement, Université de LIMOGES. Septembre 2008.

حيث قام الباحث بدراسة الإشكالية التي تتمحور حول كيف يمكن استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج طاقة الكهربائية لتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية مستدامة من خلال دراسة حالة جزيرة مايوت، وقد توصل الباحث إلى مجموعة من النتائج لعل أهمها، أن إنتاج طاقة كهربائية لامركزية من الطاقات المتجددة هي وسيلة لتهيئة إقليم، وتحقيق استقلالية في إنتاج الطاقة، وحماية البيئة وتحقيق تنمية اقتصادية واحتماعية مستدامة.

محتويات البحث

لغرض الإجابة على الإشكالية المطروحة في البحث والأسئلة المتفرعة عنها، تم تقسيم هذا البحث إلى أربعة فصول كالآتي:

الفصل الأول: مدخل إلى الطاقة الكهربائية

يتناول هذا الفصل جميع الجوانب المتعلقة بالطاقة الكهربائية من آلية تحويلها ومعرفة مصادرها المتحددة وغير المتحددة، ثم التطرق إلى صناعة الطاقة الكهربائية من إنتاج إلى نقل وتوزيع والتعرف على مختلف الطرق لإنتاج الطاقة الكهربائية، وبعدها يتم تحليل الاستهلاك والإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية ومعرفة نسب الوقود المستخدم في إنتاجها، وفي الأخير يتم التعرف على مختلف الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ومظاهر الاختلال البيئي المصاحبة لها.

الفصل الثابى: تحديات الطاقة الكهربائية والتنمية المستدامة

يتناول هذا الفصل تطور مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها، ثم تحليل دور الطاقة الكهربائية في تحقيق التنمية المستدامة وتحقيق أبعادها، وبعده يتم تحليل مدى استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالي والتحديات التي تواجهه، وتقديم أهم ضوابط التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية، وفي الأخير التطرق إلى نظام الإدارة البيئية وأسلوب الإنتاج الأنظف ودوره في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في محطات إنتاجها.

الفصل الثالث: إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

يتناول هذا الفصل أهم الوسائل والإحراءات اللازمة لتحقيق إستراتيجية متكاملة تمدف إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة، بالتطرق أولا إلى أهم الوسائل التقنية من خلال استخدام التكنولوجيا المتطورة لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية، واستخدام تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون (CO2)، والربط الكهربائي بين الدول، ثم أهم الوسائل الإدارية من خلال خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية وسياسات التسعير على أسس اقتصادية، وإدارة الطلب على الطاقة الكهربائية وترشيدها، والتطرق إلى أهم المعايير البيئية المطبقة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، ثم بعد ذالك التعرف على الإحراءات المتبعة مثل استخدام الطاقة النظيفة والغاز الطبيعي وسبل استخدام الطاقة النووية وطاقة الهيدروجين في إنتاج الطاقة الكهربائية، وفي الأخير التعرف على أهم سياسات تطوير وتعزيز استخدام الطاقات المتجددة.

الفصل الرابع: الطاقة الكهربائية في الجزائر وإستراتيجية ترقية كفاءتما الإنتاجية

يتطرق هذا الفصل إلى واقع قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر من خلال إبراز التطور التاريخي لإنتاج واستخدام الطاقة الكهربائية في الجزائر، ثم معرفة أهم مصادر الطاقة الكهربائية في الجزائر المتحددة وغير المتحددة، ثم بعد ذالك التعرف على منظومة الطاقة الكهربائية من خلال معرفة محطات الإنتاج والتوزيع والنقل، ثم تحليل للإنتاج والاستهلاك الجزائري للطاقة الكهربائية، ومن ثم قمنا بتحليل وتشخيص الوسائل المتبعة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، وإلى دور الغاز الطبيعي الجزائري في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، وفي الأخير معرفة أهم البرامج والسياسات المتبعة في تطوير استخدام الطاقات المتحددة وخاصة الطاقة الشمسية.

الفصل الأول

مدخل إلى الطاقة الكهربائية

الفصل الأول: مدخل إلى الطاقة الكهربائية

بدأت الأنظار في السنوات الأحيرة تتجه نحو الطاقة الكهربائية التي أصبحت تُعتبر من أهم أشكال الطاقة في الحياة المعاصرة، حيث تُعد أحد مصادر الطاقة الهامة الرئيسية للبشرية، ومن أهم الأسس التي يرتكز عليها تطور الأمم وحضاراتها، حيث تلعب الطاقة الكهربائية الدور الفعّال في تنمية جميع القطاعات، كما أصبح من المستحيل الاستغناء عن هذه الطاقة في الصناعات الحديثة بجميع أشكالها.

وعلى الرغم من أهمية الطاقة الكهربائية وإسهامها المؤثر في تحقيق برامج التنمية، إلا أن إنتاجها من الوقود الأحفوري له تأثيرات سلبية على البيئة، ويتضمن التأثيرات المتعلقة بتلوث الهواء، المياه، والتربة، فضلا عن انبعاث الغازات الدفيئة التي تسهم في ظاهرة التغير المناحى، والاحتباس الحراري.

يناقش هذا الفصل بعض الجوانب المتعلقة بالطاقة الكهربائية، من خلال التطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الطاقة الكهربائية ومصادر إنتاجها

المبحث الثانى: صناعة الطاقة الكهربائية

المبحث الثالث: الاستهلاك والإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية

المبحث الرابع:الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية

المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الطاقة الكهربائية ومصادر إنتاجها

تعد الطاقة أحد أهم إنشغالات الإنسان على مر التاريخ، شئت بسببها حروب وغُيرت نتائج حروب، وبسببها أيضا عُقدت معاهدات وتحالفات، وتتزايد الحاجة إلى الطاقة عموما والطاقة الكهربائية خصوصا في جميع أنحاء العالم، ونظرا لأهميتها المتزايدة، يتناول هذا المبحث مفاهيم أساسية حول الطاقة الكهربائية ومصادر إنتاجها وذلك في ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم تعريف الطاقة وأنواعها ومن ثم معرفة آلية تحولها وصولا إلى الطاقة الكهربائية، وفي المطلب الثاني يتناول تعريف الطاقة الكهربائية وأهميتها الإستراتيجية، أما المطلب الثالث فيتطرق إلى مختلف مصادر الطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: تعريف الطاقة وأشكالها

تعتبر الطاقة من أهم العوامل التي ساهمت في تقدم البشرية ورُقيها على مر العصور، وقد سعى الإنسان منذ فجر التاريخ إلى تملك الطاقة بصورها وأشكالها المختلفة والبحث الدؤوب عن مصادر جديدة لها.

أولا: تعريف الطاقة

أصل كلمة الطاقة (Energy) يوناني وتعني (Ergon) العمل، وهي مصطلح عام لمختلف مصادر الحرارة والقوة، حيث تعرف "بأنها المقدرة على إنتاج العمل"¹.

كما تعرف على أنها "عبارة عن قابلية الشيء على انجاز عمل ما والناجمة عن القوى الكامنة في الشيء"²؛ أي أنها تعبر عن علاقتها بالعمل الذي تنجزه، وهي مرتبطة بمفهوم التحويل في الشكل الطبيعي لمصدر الطاقة —أو استهلاك المنتوج— وما ينجزه استهلاك هذا المصدر وتحويله إلى جهد وعمل وما يطلقه من طاقة حرارية على الخصوص لأنها المعنية والمستخدمة في مجال المحروقات.

وتعرف الطاقة أيضا على ألها³:

- قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معين؛
 - مقدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط حارجي؟
 - كيان مجرد لا يعرف إلا من خلال تحولاته؛
- عبارة عن كمية فيزيائية تظهر على شكل حرارة أو شكل حركة ميكانيكية أو كطاقة ربط في أنوية الذرة بين البروتون والنيترون.

¹. JEANE Manning, Traduit par ROTH Liliane. **Energie libre et Technologies**, Québec :Louise Courteau, 2001, P23.

^{2.} محمد أحمد الدوري. محاضرات في الاقتصاد البترولي. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 1983، ص 176.

^{3.} عبد المطلب النقرش. الطاقة مفاهيمها أنواعها ومصادرها. الأردن: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2005، ص6.

ثانيا: أشكال الطاقة

يمكن تقسيم الطاقة إلى نوعين رئيسيين، هما:

- الطاقة الحركية؛
- الطاقة الكامنة(الساكنة).

1.الطاقة الحركية: هي الطاقة التي تحدث عملا بالفعل، وتتمثل بصفة عامة بالطاقة في كل ماهو متحرك؛ ويمكن أن يندرج تحت هذا النوع بعض صور الطاقة المختلفة مثل:

أ- الطاقة الميكانيكية: وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر حيث أنها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل عمل والذي يؤدي إلى تحويل طاقة الوضع إلى طاقة حركة، والأمثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر، ويمكن أن تنشأ الطاقة الميكانيكية بتحويل نوع آخر من الطاقة إلى آخر، مثل المروحة الكهربائية (تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية).

ب- الطاقة الإشعاعية: وهي شكل آخر من الطاقة الموجودة على شكل موجات كهرومغناطيسية متنقلة عبر الفضاء بسرعة عالية جدا، وكمثال على هذه الطاقة نور أشعة الشمس، وموجات الراديو والأشعة السينية، والضوء أو الطاقة الإشعاعية هي أضعف أشكال الطاقة التي نشهدها، ومع ذلك فإلها تتدفق على الكون بكميات وفيرة بحيث أن أفعالها المتجمعة والمتراكمة مذهلة ومخيفة؛ ويكفي أن نقول أن إشعاعات الشمس، أو الطاقة الشمسية، هي المصدر الأساسي لجميع أشكال الطاقة المستعملة في العالم؛ فمثلا إن جميع أنواع الوقود الأحفوري هي ناتج غير مباشر لأشعة الشمس التي ساعدت على نمو النباتات وقامت عبر ملايين السنين بتحويلها إلى فحم أو نفط أو غاز 2.

ج- الطاقة الكهربائية: حيث لا يوجد مصدر طبيعي للطاقة الكهربائية، والسبب في ذلك أن جميع المواد تكون متعادلة كهربائيا، والطاقة الكهربائية لا تنشأ إلا بتحويل نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربائي، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في البطاريات.

د- الطاقة الحرارية: وتعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها،
 فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود، تكون الخطوة الأولى هي حرق الوقود والحصول على

-

^{1.} حسن أحمد شحاتة. التلوث البيئي ومخاطر الطاقة. القاهرة: مكتبة الدار العربية للكتاب، 2002، ص29.

[.] هشام سمعان. أساسيات الطاقة. دمشق: منشورات وزارة الثقافة، 2004، ص 2

 $^{^{3}}$. حسن أحمد شحاتة. مرجع سابق، ص 30.

طاقة حرارية تتحول بعد ذلك إلى طاقة ميكانيكية أو إلى نوع من أنواع الطاقة، ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر الحرارة الجوفية 1.

2.الطاقة الكامنة (الساكنة): وهي الطاقة التي يمكن أن تحدث شغلا عندما تتوافر ظروف معينة؛ ويندرج تحت هذا النوع أشكالا متعددة من الطاقة، وتتمثل في:

أ- الطاقة الكيميائية: وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية، وتتم عملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية عن طريق إحداث تفاعل كامل بين المركب الكيميائي وبين الأكسجين لتتم عملية الحرق وينتج عن ذلك الحرارة، وهذا النوع من الطاقة متوفر في الطبيعة، ومن أهم أنواعه الوقود الأحفوري (النفط، الفحم، الغاز الطبيعي والخشب)، وتعتبر البطارية (المدخرة) الكهربائية مثالا معروفا عن الطاقة الكهربائية المخزونة بشكل كيميائي والتي يمكن الحصول عليها عند الحاحة².

ب- الطاقة النووية: وهي الطاقة الناتجة عن انشطار نوايا ذرات اليورانيوم والبلوتونيوم، وهي بدون شك ستسهم في إمداد البشرية بمصدر كبير من الطاقة، وهذا الإسهام يعتمد بالأساس وبصفة مطلقة على توزيع مصادر الإنسان الطبيعية الملائمة وعلى إمكانياته الصناعية 3.

ج- طاقة الوضع: هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب موضعه؛ فعند رفع حسم إلى الأعلى أي إلى مكان مرتفع، فإن ذلك يحتاج إلى بذل مقدار من الشغل، يتوقف على مقدار الارتفاع، وهذا الشغل يكتسبه الجسم المرفوع ويختزنه على هيئة طاقة، وهذه الطاقة التي يختزنها الجسم بسبب موضعه الجديد، تسمى طاقة الوضع.

ثالثا: آلية تحول الطاقة

تتحول الطاقة الموجودة في الطبيعة باستمرار من شكل إلى آخر، وتعتبر قابلية الطاقة للتحول هذه من أهم صفات الطاقة؛ وبالرغم من أن الإنسان لا يستطيع إنتاج الطاقة من العدم، إلا أنه بفضل ابتكار واستخدام الآلات المختلفة، قد نجح إلى حد كبير في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى، بحيث يمكن الإفادة منها في أغراضه المختلفة، والشكل رقم(1.1) يبين تحولات الطاقة.

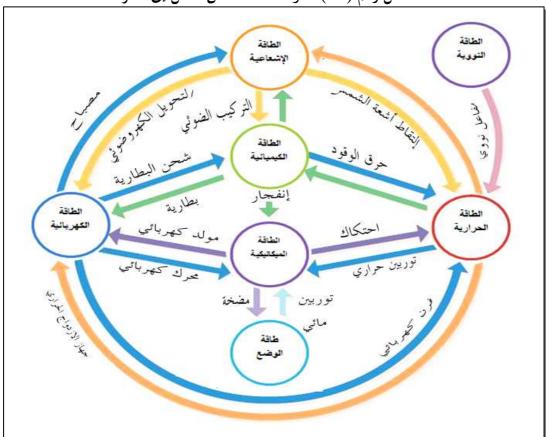
_

^{1.} على لطفي. **الطاقة والتنمية في الدول العربية**. مصر: المنظمة العربية للتنمية الإدارية، 2008، ص ز.

 $^{^{2}}$. هشام سمعان. مرجع سابق، ص 2

 $^{^{3}}$. حسن أحمد شحاتة. مرجع سابق، ص 3

⁴. المرجع نفسه، ص 33.



الشكل رقم (1.1): تحولات الطاقة من شكل إلى آخر

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على:

•Larousse. **Énergie**. [en ligne]. Disponible sur : < http://www.larousse.fr/encyclopedie/nom-commun-nom/%C3%A9nergie/47746 > (consulté le 15/12/2011).

من خلال الشكل رقم (1.1) يمكن تلخيص تحولات الطاقة من شكل إلى آخر كما يلي:

1. تحولات الطاقة الإشعاعية:

أ- إلى طاقة كيميائية: كما يحدث عند تأثير الضوء في بعض الأملاح (مثل أملاح الفضة)، ويستفاد بهذه الظاهرة في تسجيل الضوء (التسجيل الضوئي)، وعمل الصور، وفي عملية التركيب الضوئي التي هي أساس تكوين جميع الأغذية العضوية في العالم.

ب- إلى طاقة كهربائية: يتم تحويل الطاقة الإشعاعية إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الكهروضوئية.
 ويستفاد منها في مجالات متعددة.

ج- إلى طاقة حرارية: يتم تحويل الطاقة الإشعاعية إلى طاقة حرارية بالتقاط أشعة الشمس، مثل السخانات الشمسية للمياه.

2. تحولات الطاقة الكيميائية:

أ- إلى طاقة حرارية: كما يحدث عند احتراق مواد الوقود، وعند انفجار المواد المتفجرة الصلبة، السائلة والغازية.

ب- إلى طاقة كهربائية: كما يحدث في تفريغ البطارية.

ج- إلى طاقة حركية : كما يحدث عند الانفجار، نتيجة التفاعلات الكيميائية.

3. تحولات الطاقة الحرارية:

أ- إلى طاقة حركية: عند اشتعال الوقود في داخل الآلات ذات الاحتراق الداخلي، تنتج حركة يُستغل بعضها في إدارة المحرك أو مولد طاقة كهربائية.

ب- إلى طاقة كهربائية: كما يحدث في جهاز الازدواج الحراري، الذي يستخدم في قياس درجات الحرارة.

4. تحولات الطاقة الكهربائية:

أ-إلى طاقة حرارية: كما في المصباح المتوهج، وأدوات التسخين وأجهزة التدفئة، وغيرها.

ب- إلى طاقة كيميائية: مثل مايحدث في شحن البطارية، وفي عمليات التحليل الكهربائي.

ج- إلى طاقة حركية: مثل مايحدث في المحركات الكهربائية.

د- إلى طاقة إشعاعية: كما يحدث في المصباح.

5. تحولات الطاقة الحركية:

أ- إلى طاقة حرارية: تتولد الحرارة عند ملامسة شيء متحرك مثل مايحدث عند استعمال الفرامل لإيقاف السيارة.

ب-إلى طاقة كهربائية: كما يحدث في المولد الكهربائي.

ج- إلى طاقة وضع: كما يحدث عند حركة الماء إلى حزان علوي وسكونه فيه.

كما يمكن لطاقة الوضع أن تتحول إلى طاقة حركية مثل تحريك عنافات * (توربينات) المياه.

و بالنسبة للطاقة النووية فإنه يمكن لها أن تتحول في شكل واحد وهي الطاقة الحرارية ولا يمكن لأي شكل آخر من الطاقة أن يتحول إلى طاقة نووية.

*. العَنَفَة أو التوربين Turbine:هو جهاز ذو عضو دوّار، يديره سائل أو غاز متحرّك، مثل الماء والبخار والغاز والهواء؛ تغير العنفة الطاقة الحركيّة (طاقة الحركة) لسائل إلى نوع حاص من الطّاقة الحركيّة وهي طاقة الدّوران التي تُستخدم لتحريك الآلا، أو المولدات.

المطلب الثاني: تعريف الطاقة الكهربائية وأهميتها

الطاقة الكهربائية هي في الواقع مصدر من مصادر الطاقة الثانوية، وهذا يعني أن الحصول على الطاقة الكهربائية يتم من خلال تحويل مصادر أخرى للطاقة مثل الفحم والطاقة النووية، أو الطاقة الشمسية، وتسمى هذه الطاقات المصادر الأولية؛ ويمكن لمصادر الطاقة التي نستخدمها لإنتاج الطاقة الكهربائية أن تكون متحددة أو غير متحددة، ولكن ليست الطاقة الكهربائية هي المتحددة أو غير المتحددة.

أولا: تعريف الطاقة الكهربائية

عُرفت الطاقة الكهربائية على ألها:

"شكل من أشكال الطاقة يَنجم عن تدفق الجسيمات المشحونة مثل الالكترونات والأيونات في وسيط ناقل، ويُعتقد بأن التيار الكهربائي عبارة عن تدفق الالكترونات خلال ناقل كهربائي، ويُمكن مقارنته بتدفق سائل عبر أنبوب"2.

الطاقة الكهربائية هي " قوة واضحة حدا، وهي أكبر من الجاذبية تأثيرا بحوالي مئات المرات، فالقوى الكهربائية هي التي تربط الذرات والجزيئات للمواد ولكن لا يمكن إدراكها بالعين المجردة، فكل ذرة تتكون من أجزاء مشحونة كهربائيا، فالالكترونات تدور حول مركز النواة، وعندما تجتمع الذرات لتكوين جزيئات أو مواد صلبة فإن توزيع الالكترونات يتغير، وفي معظم الأحيان يكون التغير كبيرا جدا ولهذا فإن الطاقة الكهربائية المنظورة على مستوى الذرات هي شكل من أشكال الطاقة الكهربائية " قي .

ثانيا: أهمية الطاقة الكهربائية ومجالات استخدامها

إن من بين أهم الركائز الأساسية التي تعتمد عليها التنمية الاقتصادية والاجتماعية في جميع أنحاء العالم هي الطاقة الكهربائية، حيث أصبح من الممكن اليوم قياس مدى تقدم الأمم بما يستهلكه الفرد من الطاقة الكهربائية الأن ذلك ينعكس على الحالة الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع، حيث تلعب الطاقة الكهربائية الدور الفعال في تنمية وتغذية القطاع الصناعي، كما أصبح من المستحيل الاستغناء عن هذه الطاقة في الصناعات الحديثة بجميع أشكالها، ففي القطاع الزراعي أصبحت متطلبات الري واستصلاح الأراضي الزراعية تعتمد بشكل أساسي على الطاقة الكهربائية، وبالتالي فهي تساهم في زيادة الإنتاج الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي، كما تستخدم الطاقة الكهربائية في قطاعات أخرى مثل قطاع النقل عن طريق كهربة السكك الحديدية وخطوط النقل الداخلي، وفي وسائل الإعلام كالراديو والتلفزيون، وتعتمد الإنارة العامة والخاصة

¹. U.S. Energy Information Administration. **Electricity Is a Secondary Energy Source** [en line]. Disponible sur :< http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_home> (consulté le 20 mar 2011).

 $^{^{2}}$. حان شنكجي و آخرون. الكهرباء والمغناطيسية. حلب: منشورات جامعة حلب، 1999، ص 3 4.

^{3.} المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. الطاقات المتجددة. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 2000، ص 5.

وكل الصناعات الصغيرة والمتوسطة، ومعظم النشاطات الريفية على الطاقة الكهربائية، وتتميز الطاقة الكهربائية، وتتميز الطاقة الكهربائية عن بقية أشكال الطاقة بأنها متعددة الاستعمالات، فيمكن مثلا استخدامها كمصدر للحرارة ومصدر للضوء، وقوة محركة من أفضل القوى وأكفأها.

إن أهم ما يميز الطاقة الكهربائية هو سرعة انتقالها، حيث ألها تنتقل من أماكن إنتاجها إلى أماكن استعمالها بسرعة تقترب من سرعة الضوء، فعندما يقوم شخص بإضاءة مصباح في مترله فإن الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيله ستصل إليه من محطة إنتاج قد تبعد عنه عشرة آلاف كيلومتر في زمن لا يتجاوز ثلاثة بالمائة من الثانية؛ ومن ميزات الطاقة الكهربائية ألها طاقة لا كتلة لها ولا حجم، لذا فإن كلفة نقلها لا تكاد تذكر مقارنة بكلفة نقل الطاقة المخزنة في مختلف أنواع الوقود كالفحم ومشتقات البترول والغاز؛ إن أحد أهم استخدامات الطاقة الكهربائية هو في تحويل مختلف أشكال الطاقة إلى طاقة كهربائية بتحويل الطاقة بسهولة نقلها وتوزيعها على مستخدميها، ومن ثم تقوم أنواع مختلفة من الأجهزة الكهربائية بتحويل الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية لمختلف أشكال الطاقة الأخرى كالطاقة الحرارية، الحركية، الضوئية والكيميائية والكهربائية بكفاءة عالية لمختلف أشكال الطاقة الأخرى كالطاقة الحرارية، الحركية، الضوئية والكيميائية والكهربائية بمناطيسية.

المطلب الثالث: مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية

لتوفير احتياجاته من الطاقة الكهربائية، حاول الإنسان أن يستفيد من الموارد الطبيعية من حوله ويحولها إلى طاقة كهربائية، فاختلفت مصادر الطاقة الكهربائية المستخدمة من مكان إلى آخر باختلاف الطاقات الطبيعية المتوفرة والإمكانيات التقنية المتاحة، ويمكن تقسيمها حسب إمكانية تجددها إلى:

- مصادر غير متجددة؛
 - مصادر متجددة.

أولا:المصادر غير المتجددة

تعرف المصادر غير المتجددة بأنها طاقات ناضبة سوف تنتهي عبر الزمن، وذلك لأن عملية استهلاكها تتم بمعدل كبير حدا يفوق معدل تكون هذه الطاقة في الطبيعة بكثير، كما أنها متوفرة في الطبيعة بكميات محدودة، أي يكون العرض منها ثابتا وهي التي لا تتجدد بسرعة كافية تجعلها مناسبة من الناحية الاقتصادية ، وتشمل الوقود الأحفوري مثل النفط، الغاز والفحم بكل أنواعه، كذلك نجد أن هذه الطاقة بالإضافة إلى أنها ناضبة فإنها تعتبر ملوثة للبيئة، وعملية استخدامها تتطلب أموال باهضة في بعض الأحيان؛ وفي ما يلي استعراض لأهم مصادر الطاقة غير المتجددة:

-

^{1.} بول سامويلسن و يليام نوردهاوس، ترجمة هشام عبد الله. **الاقتصاد**. ط2. عمان: دار الأهلية، 2006، ص 372.

1. الفحم: يوصف الفحم بأنه مادة صلبة ذات لون أسود، ويتكون من كربون، وهيدروجين، أكسجين، ونيتروجين بالإضافة إلى الكبريت¹؛ ويوجد في الطبيعة ثلاثة أنواع من الفحم هي فحم الأنثراسيت (Anthracite)، والذي يعرف بأنه أصلب الأنواع وأكثرها احتواء على الكربون وبالتالي فهو الأكثر احتواء على الطاقة، والنوع الثاني هو فحم لجنايت (Lignite) الأقل صلابة واحتوائه على الكربون لكنه يحتوي على قدر كبير من الهيدروجين والأكسجين، والنوع الأحير من الفحم هو فحم بيتومينوس (Bituminous) وهو أوسط الأنواع من حيث الصلابة والمحتوى الحراري.

ترجع بدايات استخدام الفحم إلى الصينيين الذين استخرجوه من منجم "فوشون" بشمال الصين، إلا ألهم كانوا يعتقدون أن الفحم ليس سوي حجارة تم حرقها؛ توجد عدة طرق لاستخراج الفحم من باطن الأرض، تتلخص أحد هذه الطرق في دق أعمدة أفقية أو رأسية في باطن الأرض، بغرض إحداث تجاويف وممرات في باطن الأرض للوصول إلى الفحم ومن ثم استخدام مصاعد أو قطارات مصممة خصيصا للعمل بالمناجم في نقل الفحم من باطن الأرض إلى خارج المنجم؛ ويمكن نقل الفحم بالقطارات أو الشاحنات أو تكسيره وخلطه بالماء ثم ضخه في خطوط الأنابيب لتوصليه إلى محطات إنتاج الطاقة اللازمة لها.

2. البترول: زيت البترول أو البترول اختصارا هو أحد أنواع الوقود الأحفوري والذي يرجع تكونه إلى 300 مليون عام²، ويعتقد العلماء أن المواد العضوية الدقيقة هي المصدر الرئيسي للبترول؛ وقد عرف الإنسان زيت البترول منذ زمن بعيد، فقد وُجد على هيئة برك ضحلة فوق الأرض في بعض الأماكن، كما لوحظ في أماكن أخرى طافيا فوق سطح الماء، وعندما عُرف أن هذا الزيت قابل للاشتعال، ويمكن استخدامه مصدر للطاقة زاد الاهتمام به.

تحتوي المنتجات البترولية على البترين ووقود الديزل، وكذلك الوقود المستخدم في الطائرات وفي تشغيل محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، إلا أن استخدام منتجات البترول في إنتاج الطاقة الكهربائية في انخفاض مستمر منذ سبعينيات القرن الماضي.

3. الغاز الطبيعي: يعتبر الغاز الطبيعي أخف وزنا من الهواء و ليس له لون أو رائحة، وهو غالبا ما يتكون من الميثان، والذي يعتبر مركب كيمائي يتكون من ذرات الكربون والهيدروجين ، وغالبا ما يتواجد الغاز الطبيعي بالقرب من البترول تحت سطح الأرض، ويتم نقله في أنابيب حتى مناطق التخزين، إلا أنه يخلط عمادة كيماوية تعطيه رائحة نفاذة بغرض التعرف عليه في حالة حدوث تسريب مما يمنع حدوث حرائق.

^{1.} محمد مصطفى محمد الخياط. الطاقة مصادرها أنواعها واستخداماةا. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2006، ص36.

[.] أحمد مدحت إسلام. الطاقة وتلوث البيئة. الكويت: دار الكتاب الحديث، 1999، ص 2 .

^{3.} محمد مصطفى محمد الخياط. مرجع سابق، ص41.

تختلف النظرة إلى الغاز الطبيعي اليوم اختلافا جذريا عما كانت عليه قبل 10 أو 20 سنة مضت، ففي الماضي كان ينظر إلى الغاز الطبيعي باعتباره وقود رفيع المستوى، وكان يتم الاحتفاظ بــه للاســتخدامات المتميزة، لذا لم يكن يتم استهلاكه كثيرا في قطاع التحويل، أما اليوم فيتم استخدام الغاز في مجموعة متنوعة من القطاعات والتطبيقات، وشهد استخدامه تزايدا ملحوظا كوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية.

وقد أدى تطوير تكنولوجيا توربينات الغاز إلى تحسن كبير في موقف الغاز لاستخدامه في إنتاج الطاقة الكهربائية سواء بالنسبة لمولدات توربينات غاز الدورة المركبة أو محطات إنتاج الطاقة الكهربائية والحرارة المشتركة 1.

ثانيا: المصادر المتجددة

الطاقة المتحددة نعني بها تلك المولدة من مصدر طبيعي غير تقليدي، مستمر لا ينضب، ويحتاج فقط إلى تحويله من طاقة طبيعية إلى أحرى يسهل استخدامها بوساطة تقنيات العصر؛ إن الطاقة المتحددة تعوض ما استهلك منها بشكل منتظم، وإذا ما أديرت بطرق صحيحة في وسعها تقديم حدمات نافعة إلى ما لا لهاية وهي تختلف جوهريا عن الوقود الأحفوري من بترول وفحم وغاز طبيعي، أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية، بحيث لا ينشأ عن الطاقة المتحددة في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة، ومن المتوقع أن تلعب مصادر الطاقة المتحددة دورا هاما في المستقبل وفيما يلي استعراض لأهم مصادر الطاقة المتحددة:

1. الطاقة الشمسية: تعتبر الطاقة الشمسية الطاقة الأم فوق كوكب الأرض حيث تنشأ من أشعتها كل الطاقات على الأرض، وأشعة الشمس أشعة كهرومغناطيسية، وطيفها المرئي يشكل 49% وغير المرئي كالأشعة الفوق بنفسجية يشكل 2% والأشعة دون الحمراء 49%، وتختلف الطاقة الشمسية حسب حركتها وبعدها من الأرض، كما تختلف كثافة أشعة الشمس وشدتما فوق خريطة الأرض حسب فصول السنة فوق نصفي الكرة الأرضية وبعدها عن الأرض وميولها ووضعها فوق المواقع الجغرافية طوال النهار أو خلال السنة، وحسب كثافة السحب التي تحجبها، لأنها تقلل أو تتحكم في كمية الأشعة التي تصل لليابسة.

وتعتبر الطاقة الشمسية من أهم أنواع الطاقات التي يمكن للإنسان استغلالها، فهي طاقة دائمة لا ينتج عن استخدامها غازات أو نواتج ثانوية ضارة بالبيئة مقارنة بمصادر أخرى، ولا تترك مخلفات على درجة من الخطورة مثل النفايات المشعة وغيرها، ويمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية من خلال:

-

^{1.} وكالة الطاقة الدولية. **دليل إحصاءات الطاقة**. فرنسا: وكالة الطاقة الدولية، 2005، ص67.

 $^{^{2}}$. بول سامویلسن و یلیام نوردهاوس. مرجع سابق، ص 2

^{3.} المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. مرجع سابق، ص 23.

أ- التحويل الكهروضوئي: ويقصد بالتحويل الكهروضوئي تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)، وقد تم تصنيع نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية للاستفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية، ومن مميزات هذه الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل اجزاء أو قطع متحركة، ولا تستهلك وقودا ولا تلوث البيئة ولا تتطلب الا القليل من الصيانة، ويمكن تثبيتها على اسطح المبابي ليستفاد منها في إنتاج الطاقة الكهربائية، وفي توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه كما تستخدم الخلايا الشمسية في تشغيل نظام الاتصالات المختلفة وفي إنارة الطرق والمنشات وفي ضخ المياه وغيرها.

ب-التحويل الحراري للطاقة الشمسية: ويقصد بالتحويل الحراري للطاقة الشمسية، تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية ، بحيث تعمل المركزات الشمسية على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية، عن طريق تسخين الماء وتوليد البخار، الذي يستخدم في إدارة عنفة بخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، وهو ما يعني إمكانية تكامل المركزات الشمسية مع محطات الإنتاج التقليدية للاستفادة بربط هذه النظم بالشبكة الكهربائية.

2. طاقة الرياح: تتولد الرياح نتيجة لامتصاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس يتأثر الغلاف الجوي ويسخن الهواء مما يؤدي إلى انخفاض كثافته، وتبعا لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع (حيث يقل الإشعاع الشمسي) إلى منطقة الضغط المنخفض (حيث الإشعاع الشمسي الأعلى) مما يؤدي إلى نشوء الرياح، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي؛ واليوم تستخدم طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى طاقة كهربائية²، كما ينظر لها كتكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعات الرياح المرتفعة تكون تكلفة الإنتاج اقتصادية ومنافسة لتكنولوجيات الطاقة التقليدية.

3. طاقة الكتلة الحيوية (الإحيائية): كان تحكم الإنسان بالنار خطوة عظيمة في تاريخ البشرية، خطوة مكنت الإنسان من طهى طعامه وتدفئة مترله، ولهذه الأغراض استخدم الإنسان الأحشاب والزيوت النباتية والسماد الطبيعي المشتق من فضلات الحيوانات وغير ذلك؛ وللحصول على الطاقة الضرورية لحرث التربة ونقل البضائع استخدم الإنسان الحيوانات، بل واستخدم القوة البشرية ذاتما، هذه القوة يستمدها الإنسان مما يتناوله من مواد غذائية، وهو ما يجعل المصادر الحيوية أو البيولوجية أهم مصدر للطاقة، وحاليا تشارك

12

2. محمد مصطفى محمد الخياط." تكنولوجيا طاقة الرياح". مجلة الكهرباء العربية، 2007، ديسمبر، العدد 91، ص 23.

^{1.} المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. ا**لخلايا الشمسية**. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 2000، ص 14.

الطاقة الحيوية بنسبة 11% من الطاقة الأولية أ، وإلى حانب فوائدها البيئية فهي متوافرة ولا يخشى من محدو ديتها.

4. طاقة الحرارة الجوفية: يرجع تاريخ وجود الطاقة الجوفية الحرارية إلى زمن نشأة الأرض، حتى أن اسمها مشتق من كلمة (Geo) وتعني أرض، أما (Thermal) فتعني حرارة، وبالتالي فإن الترجمة الحرفية لكلمة (Geothermal) هي حرارة الأرض، والطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة، تزيد درجة الحرارة كلما تعمقنا في باطن الأرض، وتبلغ كمية الحرارة المتسربة سنويا من باطن الأرض تقريبا 10 12 حول 2.

عندما يصعد الماء الساخن في الشقوق الموجودة بباطن الأرض إلى سطحها يتكون ما يسمي ينبوع ساخن (Hot Spring) ويتميز الينبوع بأن ماءه متجدد وفي حركة مستمرة لكنها هادئة، أما إذا خرج البخار والماء الساخن مندفعين فوق سطح الأرض فهو يسمي فوار ساخن (Geyser).

يمكن استخدام الماء الساخن أو البخار الصادر من باطن الأرض في إنتاج الطاقة الكهربائية، وتُعد الولايات المتحدة الأمريكية أحد أشهر الدول التي تستخدم الطاقة الجوفية الحرارية، ففي كاليفورنيا وحدها توجد أربعة عشر منطقة تعتمد في إنتاج الطاقة الكهربائية على الطاقة الحرارية من باطن الأرض، هذا إلى جانب وجود مناطق أخري توجد بها ينابيع وفوارات ساخنة لم تستغل بعد.

تشبه محطات الطاقة الجوفية الحرارية المحطات التقليدية، عدا أنها لا تستخدم وقود في تسخين المياه بغرض تحويلها إلى بخار، فالبخار أو الماء الساخن الصادرين من باطن الأرض يوجهان نحو توربينة يدور بدورانها عمود مركزي يصل بين التوربينة والمولد، فيقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل المولد فتنشأ الطاقة الكهربائية.

5. طاقة المد والجزر: تعتبر من مصادر الطاقة الميكانيكية في الطبيعة، وهذه الظاهرة تنشأ عن التجاذب بين الأرض والقمر، ويكون تأثير قوى التجاذب كبير في المنطقة التي يتعامد عليها القمر على سطح الأرض، ولا يتأثر سطح اليابس بهذه القوة بينما يتأثر سطح الماء.

ففي المحيطات يرتفع الماء إلى أعلى، وينجذب كذلك مركز الأرض في اتجاه القمر؛ مما يسبب مداً آخر في المنطقة المقابلة من الأرض؛ وأول من قدم تفسيراً علمياً لهذه الظاهرة هو عالم الفلك الألماني جوهانس كبلر (Johannes Kepler) حيث ربط بين حركات الماء في ارتفاعها وانخفاضها، وبين أوضاع كل من الشمس والقمر، ثم جاء العالم البريطاني إسحاق نيوتن (Isaac Newton) ووضع قوانينه الخاصة عن

2. المنظمة العربية للتربية والنقافة والعلوم. الطاقات المتجددة. مرجع سابق، ص205.

-

^{1.} محمد مصطفى محمد الخياط." الطاقة البديلة تحديات و آهال". مجلة السياسة الدولية، 2006، أفريل، المجلد 41، العدد 164، ص7.

الجاذبية بين مختلف الأحسام، وبذلك وضع الأساس الذي تقوم عليه النظرية الحديثة التي تفسر ظاهرة المد والجزر.

تستخدم طاقة المد والجزر في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق بناء سد عند مدخل الخليج الذي يتمتع بفرق كبير في منسوب الماء بين المد والجزر، وتوضع توربينات إنتاج الطاقة الكهربائية عند بوابة هذا السد، ففي فترة المد يرتفع منسوب الماء في المحيط أمام بوابات السد، فتفتح البوابات شيئاً فشيئاً، ويدخل الماء من المنسوب المرتفع خارج الخليج إلى المنسوب المنخفض داخله، فيدير توربينات إنتاج الطاقة الكهربائية وتغلق البوابات بعد ذلك.

وعندما ينحصر المد وينخفض منسوب المياه في المحيط أمام السد، تفتح البوابات شيئاً فشيئاً، فيندفع الماء من المنسوب المرتفع داخل الخليج، إلى المنسوب المنخفض في المحيط فيدير توربينات الطاقة الكهربائية بما فيه من طاقة وضع وقد تحولت إلى طاقة حركة.

6.الطاقة المائية: إن طاقة المصادر المائية ذات تقنية معروفة ومستخدمة منذ عقود طويلة، وكلفة إنتاج الطاقة المائية الكهربائية من هذا المصدر منافسة حدا للكلفة من المصادر التقليدية، وتستخدم مصادر الطاقة المائية حاليا في أكثر من ثلاثين بلدا في العالم، ويبلغ إنتاجها من الطاقة خمس الإنتاج العالمي الكلي من الطاقة الكهربائية، ولقد تطورت تقنية هذا المصدر من دولاب خشبي يقوم بتحويل قسم قليل من طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية إلى توربين ومولد يدور بسرعة 1500 دورة في الدقيقة وينتج طاقة كهربائية أ.

7. طاقة الأمواج: لقد راودت فكرة إمكانية استخلاص الطاقة من أمواج الحيط بعض المفكرين منذ عدة قرون، وعلى الرغم من تجدد مثل هذه الأفكار منذ أكثر من مائة عام فإن التفكير الجدي باستغلال هذه الطاقة لم يدخل حيز التطبيق إلا بعد سبعينيات القرن الماضي.

والمناطق المناسبة لاستغلال هذه الطاقة هي المناطق التي تكون فيها الأمواج عالية ومصادر الطاقة التقليدية فيها مكلفة كالجزر النائية، ويتوجب إجراء بعض التطويرات التقنية حتى يستطيع هذا المصدر أن يكون ملائما من الناحية الفنية والاقتصادية.

¹. المرجع نفسه، ص 139.

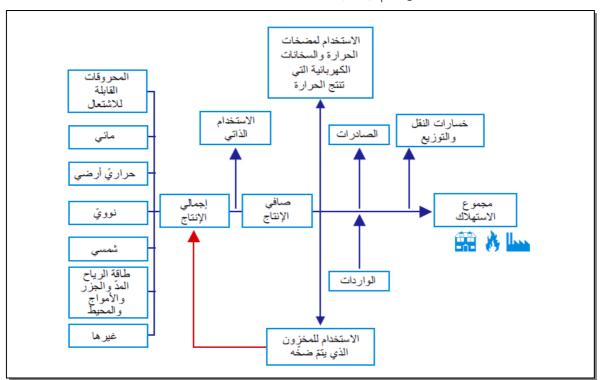
المبحث الثانى: صناعة الطاقة الكهربائية

مع ظهور الثورة الصناعية الحديثة في مطلع القرن الماضي واعتماد تلك النهضة الصناعية على إنتاج ووجود الطاقة، وإمكانية تحويلها من صورة إلى أحرى، بدأت تأخذ تكنولوجيا إنتاج الطاقة الكهربائية الدور الأهم في صناعة الطاقة، وقد تميزت الطاقة الكهربائية عن غيرها لأنها تمثل الشكل الأكثر استخداما في الصناعة والاستعمالات المترلية، لأنها تمتاز بسهولة إنتاجها وإمكانية تحويلها إلى جميع أشكال الطاقة الأخرى وإمكانية إنتاجها في أماكن بعيدة ونقلها بسهولة إلى أماكن الاستهلاك بكلفة منخفضة.

يتناول هذا المبحث صناعة الطاقة الكهربائية في أربعة مطالب، يتم أولا شرح لسلسلة صناعة الطاقة الكهربائية، ثم التعرف على مكونات محطات الإنتاج وأنواعها، بعدها شرح لعملية نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: سلسلة صناعة الطاقة الكهربائية

إن صناعة الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب إلى طاقة كهربائية، ثم نقلها من محطات الإنتاج إلى المنازل والمصانع والمدارس ومناطق الاستهلاك، ويبين الشكل رقم (2.1) سلسلة صناعة الطاقة الكهربائية.



الشكل رقم (1. 2): سلسلة صناعة الطاقة الكهربائية

المصدر: وكالة الطاقة الدولية. دليل إحصاءات الطاقة. فرنسا: وكالة الطاقة الدولية، 2005، ص43.

كما هو مبين في الشكل رقم (2.1)، يتم إنتاج الطاقة الكهربائية على شكل منتج طاقة أساسي وثانوي في محطات الإنتاج، ويُطلق على إجمالي الطاقة المنتجة إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية، وتستهلك محطات الإنتاج كمية من الطاقة الكهربائية المنتجة للاستخدامات الخاصة بها، ويتم الحصول على صافي إنتاج الطاقة الكهربائية بطرح هذه الكمية من إجمالي الإنتاج، ويتم توزيع صافي الإنتاج من خلال شبكات النقل والتوزيع الوطنية إلى المستهلكين النهائيين أو يتم تحويله إلى طاقة حرارية في الأفران الكهربائية أو مضخات الخرارة، أو يتم تخزينه في سدود التخزين، ويمكن تصدير صافي الإنتاج من خلال شبكات ووصلات النقل الدولية إلى دولة أخرى في حالة وجود فائض في الإنتاج، أو استيراد طاقة كهربائية في حالة وجود عجز في الإنتاج، وأثناء مرحلة النقل والتوزيع، قد تتسبب الخصائص الفيزيائية لشبكات النقل وأنظمة الإنتاج في فقدان كمية من الطاقة الكهربائية المنتجة.

المطلب الثاني: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

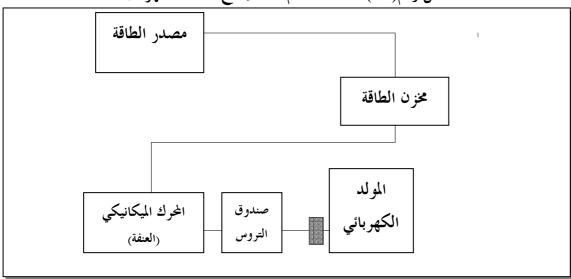
تقوم محطات الإنتاج الكهربائية بتحويل مختلف أشكال الطاقة إلى طاقة كهربائية، وتتنوع محطات الإنتاج الكهربائية بتنوع مصادر الطاقة المستخدمة في هذا الجال، ورغم اختلاف التقنيات المستخدمة من محطة إلى أخرى فإن الوحدات المكونة لهذه المحطات تعتمد على نظم متشابهة يرتكز عملها على مرحلتين أساسيتين:

- المرحلة الأولى وتتمثل في تحويل الطاقة الطبيعية المتوفرة إلى طاقة ميكانيكية حركية وذلك باستخدام
 التوربينات المناسبة؛
 - أما المرحلة الثانية فهي تحويل الطاقة الميكانيكية إلى قدرة كهربائية باستخدام المولدات الكهربائية.

وتتكون محطة الإنتاج الكهربائية من ثلاثة أجزاء رئيسية كما هي موضحة بالشكل رقم(3.1) وهي :

- مخزن الطاقة؛
- المحرك الأول الميكانيكي؛
 - المولد الكهربائي.

1. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. محطات التوليد ونقل القدرة. المملكة العربية السعودية: المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنى، ص3.



الشكل رقم(3.1):المخطط العام لمحطة إنتاج الطاقة الكهربائية

المصدر: المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. محطات التوليد ونقل القدرة. المملكة العربية السعودية: المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهنى. ص3.

- 1. **مخزن الطاقة:** يتم تخزين الطاقة على صورة وقود صلب أو سائل أو مواد نووية أو على صورة خزان للمياه، ويكون مخزن الطاقة ذا سعة كبيرة وكافية لتشغيل محطة الإنتاج لمدة طويلة ولابد من تعويض ما ينقص من طاقة المخزن نتيجة لتشغيل المحطة (الإمداد بالوقود).
- 2. المحرك الميكانيكي: هو آلة أو محرك موجودة في صور متعدد، ويعتمد نوع المحرك الأولى الميكانيكي على نوع الطاقة المخزنة وطريقة الاستفادة منها، ويتم فيه تحويل الطاقة المخزنة إلى طاقة ميكانيكية، وعادة ما تستعمل العنفات (التوربينات).
- 3. المولد الكهربائي: يربط المولد الكهربائي ربطا ميكانيكيا على محور دوران المحرك الأولي بواسطة صندوق التروس* للتحكم في سرعة دوران المولد الكهربائي، ويتم خلاله تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية؛ يقوم عمل المولد الكهربائي على مبدأ بسيط، وهو أنه عند تحريك سلك معدي وعادة ما يكون من النحاس في مجال مغناطيسي ثابت، فإنه سيتولد عند طرفي السلك قوة دافعة كهربائية تتناسب قيمتها مع سرعة حركة السلك وطوله المعرض للمجال، وكذلك شدة المجال المغناطيسي، ويمكن أن نحصل على نفس مقدار القوة الدافعة الكهربائية إذا ما تم تثبيت السلك وتحريك مغناطيس دائم أمامه بنفس السرعة. 1

^{*.} صندوق التروس (gearbox): هو آلة ميكانيكية تقوم بتقوية أو تخفيف عزم الدوران ميكانيكياً، عن طريق عِدة تُروس ينتج عنها تخفيض أو رفع سرعة الدوران.

¹. المرجع نفسه، ص3.

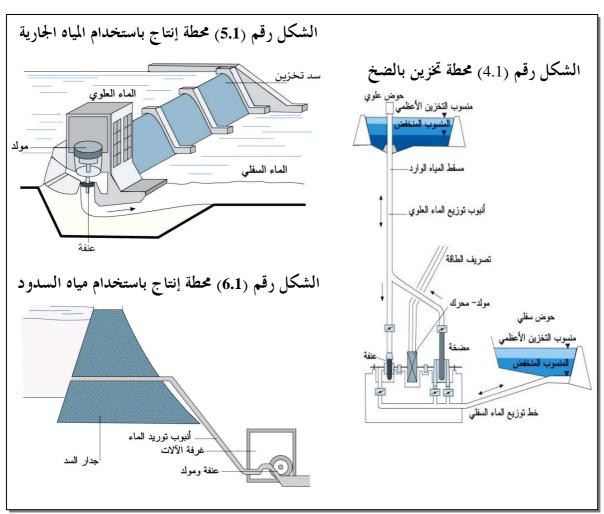
المطلب الثالث: أنواع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

تصنف محطات إنتاج الطاقة الكهربائية حسب نوع الوقود المستخدم في الإنتاج أو حسب نوع التكنولوجيا المستخدمة كما يلي:

أولا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية المائية

تتميز محطات الإنتاج المائية بكفاءتها المرتفعة، مقارنة بمحطات الإنتاج الحرارية، إضافة إلى عدم إضرارها بالبيئة، إذ لا تسبب أي تلوث، كما أن كلفة إنتاج الطاقة منها منخفضة لكون طاقة التغذية تقدمها الطبيعة مجانا.

ويمكن تقسيم المحطات المائية حسب مصدر المياه المغذي لها إلى المحطات ذات التخزين بالضخ، ومحطات المناه المختزنة كما هو مبين في الأشكال التالية:



المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=162071&m=1 وتاريخ الاطلاع 21 مارس (211 مارس) مارس (211 مارس) داريخ الاطلاع 21 مارس) داريخ الاطلاع 21 مارس

1.المحطات ذات التخزين بالضخ: تتألف المحطة ذات التخزين بالضخ، كما يظهر في الشكل رقم (4.1)، من مجموعة عنفات ومعدات ضخ، وأنابيب الضغط المرتفع وحوضين للتخزين (حوض علوي وآخر سفلي)، يتراوح ارتفاع السقوط في محطات التخزين بالضخ، العاملة في الوقت الحاضر، بين 50 و1120م.

تستخدم الطاقة الكهربائية الفائضة والمولَّدة في محطات تغطية الحمولة الأساسية في أوقات انخفاض الحمولة لضخ الماء إلى الحوض العلوي، ولتغطية حمولة الذروة تستخدم الطاقة الكامنة للماء المختزن في إنتاج الطاقة الكهربائية في العنفات.

تستخدم في هذه الطريقة آلتان منفصلتان هما العنفة والمضخة، حيث تركبَّان على المحور نفسه مع مولد (محرك) تزامني؛ هناك نوعان آخران من المحطات المائية ذات التخزين بالضخ، تستخدم هنا عنفة ومضخة معكوسة مع مولد (محرك) تزامني؛ وتبلغ كفاءة إنتاج المحطة المائية ذات التخزين بالضخ، أي النسبة بين الطاقة الكهربائية المستخدمة 75% وأكثر 2.

- 2. محطات المياه الجارية: تنشأ محطات المياه الجارية، كما يظهر في الشكل رقم (5.1)، على الأنهار أو الجداول وتتميز بتدفق كميات كبيرة من المياه، إلا أن انحدارها قليل.
- 3. محطات المياه المخزنة: تمتاز محطات المياه المخزنة بالتدفقات القليلة للماء، وبفروق الارتفاع الكبيرة جداً، والمتي تتحقق عن طريق بحيرات مرتفعة أو بحيرات تتشكل خلف السدود، حيث تستطيع بحيرة السد تخزين الماء في فترات طويلة، والشكل رقم(6.1) يبين محطة إنتاج باستخدام مياه السدود.

إن تخزين الطاقة الكامنة للماء هو الطريقة الأنسب من ناحية التكاليف والأكثر رفقا بالبيئة إذا أريد تخزين الطاقة؛ أما المحطات ذات التخزين بالضخ فتستخدم لتغطية حمولات الذروة وكاحتياطي آني لإنتاج الطاقة الكهربائية.

ثانيا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية

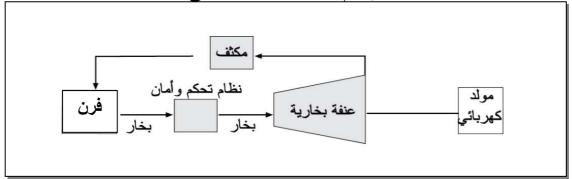
1.المحطات البخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية (العنفات البخارية): تسمى . كمحطات عنفات البخار الاعتمادها على ضغط البخار لتحريك العنفة وتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، يتم إنتاج البخار داخل منتج البخار أو ما يعرف بالفرن (Furnace)، الذي يستخدم أنواع مختلفة من الوقود كالفحم الحجري والزيت الثقيل و الديزل لتسخين الماء وإنتاج البخار تحت ضغط عال، والشكل الموالي يبن ذلك.

^{1.} الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

 (تاريخ الاطلاع) http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=162071&m=1) مارس 2011).

². المرجع نفسه.

الشكل رقم (7.1) مركبات محطة إنتاج بخارية



المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

 (تاريخ الاطلاع (تاريخ الاطلاع 2011 مارس 2011).

كما هو مبين في الشكل رقم (7.1) تحول الطاقة الحرارية داخل الفرن الماء إلى كميات كبيرة من البخار تحت ضغط عال، يتم في العنفة البخارية تحويل طاقة ضغط البخار إلى طاقة حركية، من خلال تمرير كتلة البخار عبر نافث يساعد على تمدده ومن ثم زيادة سرعته، وعندما يمر البخار بهذه السرعة عبر أقنية بين ريش دولاب العنفة فإنه يقدم لها جزءا من طاقته الحركية مولدا قوى تؤثر في هذه الريش، وبالتالي يتولد عزم تدوير يؤدي إلى تدوير دولاب العنفة والمولدة الكهربائية الموصولة مع دولاب العنفة بوساطة محور وعلبة سرعة.

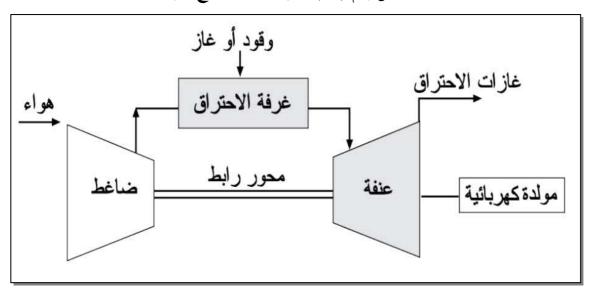
وتتألف محطة الإنتاج البخارية كما هو مبين في الشكل رقم (7.1) من المركبات الرئيسية الآتية:

- فرن: لإنتاج البخار بالكمية والمواصفات المطلوبة من ضغط ودرجة حرارة وغيرها.
- عنفة (توربين) بخارية: تتألف من دولاب مثبت عليه عدة صفوف من الريش تتعرض لقوى تدوير نتيجة إجبار البخار على تغيير سرعته (شدةً واتجاهاً) لدى مروره عبرها، ويوجد بينها صفوف من الريش الثابتة التي تقوم بإعطاء السرعة والاتجاه المناسبين للبخار الداخل إلى أقنية ريش دولاب العنفة.
- مكتّف: يدخل إليه البخار الخارج من التوربين، حيث يتعرّض هناك إلى التكاثف نتيجة تبريده مما يؤدي إلى خفض الضغط عند مخرج التوربين، وبالتالي زيادة قيمة فرق الضغط المطبق بين طرفي دخولها وخروجها، ويؤدي ذلك إلى رفع قيمة الاستطاعة المولدة، وبالتالي الكفاءة الإنتاجية، كما أن البخار المتكاثف يُعاد إلى المرجل(الفرن) لإنتاج البخار من جديد (دارة مغلقة).
 - مولد كهربائي: غالبا من نوع التيار الدوار.
- نظام تحكم: مهمته المحافظة على عدد دورات العنفة بالقرب من قيمته الاسمية عند تغير الحمل (الاستطاعة المستهلكة)، وتلافي ارتفاع مفاجئ في عدد الدورات عند فصل مفاجئ للحمل.

• نظام أمان: عند فصل مفاجئ للتحميل (ربما بسبب تماس كهربائي في محطة التحويل) يمكن أن يرتفع عدد دورات العنفة إلى 3_4 مرات عدد دوراتما الاسمي أ، مما يولّد قوى نابذة قد لا تتحملها الأجزاء الدوارة من العنفة، لذلك تحتوي جميع العنفات على نظام أمان يقوم بإيقاف تدفق البخار إلى العنفة على نخو فوري عند ارتفاع عدد دوراتما عن حد معين مسموح به، أو عندما يكون تزايد سرعة الدوران فوق الحد المسموح به.

وهناك نوعان أساسيان من العنفات البخارية:

- عنفة بخارية محورية: حيث يتحرك البخار باتجاه موازِ لمحور العنفة.
- عنفة بخارية قطرية: حيث يتحرك البخار باتجاه عمودي على محور العنفة.
- 2. محطات إنتاج الطاقة الغازية (العنفات الغازية): انتشر استخدام العنفات الغازية لإنتاج الطاقة الكهربائية كمصدر احتياطي للطاقة، إضافة إلى تغطية الذروة في الاستهلاك، وتراوحة الاستطاعة التي تقدمها العنفة الغازية الواحدة المركبة حاليا بين 15 و50 ميغاواط علماً أن كفاءة العنفات الغازية الكبيرة قريب من كفاءة العنفات البخارية التي لها الاستطاعة نفسها.



الشكل رقم (8.1) مكونات محطة إنتاج غازية

المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

¹. المرجع نفسه.

وتتألف العنفة الغازية كما هو مبين في الشكل رقم (8.1) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- ضاغط محوري أو قطري يقوم بامتصاص الهواء ورفع ضغطه وتوجيهه إلى غرف الاحتراق.
- غرفة الاحتراق حيث يتم مزج الهواء المضغوط القادم من الضاغط مع رذاذ الوقود (أو الغاز الطبيعي)، وإشعال المزيج رافعاً درجة حرارته إلى نحو 1000 م أ، وتخرج غازات احتراق ذات ضغط ودرجة حرارة مرتفعين إلى دولاب العنفة.
- دولاب العنفة: يحتوي دولاب العنفة على عدة مجموعات من الريش المثبتة على محور العنفة وتدور معه، ويفصل بين كل مجموعتين مجموعة من الريش الثابتة (ريش توجيه) التي تقوم بإعادة توجيه غازات الاحتراق، وإدخالها إلى المجموعة التالية بالسرعة والاتجاه المناسبين، حيث تتعرض غازات الاحتراق إلى انخفاض في قيمة الضغط وفي قيمة درجة الحرارة نتيجة تقديمها لجزء من طاقتها الداخلية إلى هذه المجموعة؛ تغادر غازات الاحتراق المرحلة الأحيرة بعد أن انخفض ضغطها ودرجة حرارتها إلى قيم تسمح بإطلاقها في الجو، ويقوم دولاب العنفة بتقديم جزء من طاقته إلى الضاغط عن طريق المحور الذي يربط بينهما.

تستخدم العنفات الغازية، كما هو مبين في الشكل رقم (9.1) مشتقات البترول (فيول ــ مازوت) وقودا كما أن العنفات الحديثة تستخدم الغاز الطبيعي بسبب عدم احتوائه علـــى مركبات كيميائية تسبب تــ آكل ريش العنفة، إضافة إلى كفاءة أعلى نتيجة الاحتراق الأفضل، وعدم احتواء غازات الاحتراق على مركبات ضارة بالبيئة مثل أكاسيد الكبريت وغيرها.

خروج غازات الاحتراق عنفة غرفة الاحتراق

الشكل رقم (9.1) عنفة غازية تعمل على البترول

المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

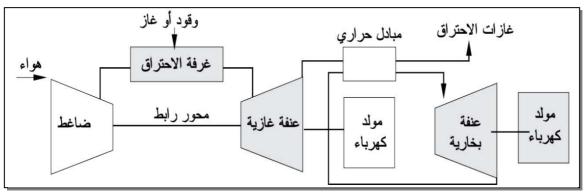
_

http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=162071&m=1
اتاریخ الاطلاع
21 مارس 2011).

^{1.} المرجع نفسه.

3. عطات إنتاج الدورة المركبة: يجري منذ عدة سنوات استخدام غازات الاحتراق الناتجة من العنفة الغازية التي تصل درجة حرارتها إلى نحو 500 م لتسخين الماء وتحويله إلى بخار يستخدم لتشغيل عنفة بخارية. وقد نتج من ذلك زيادة في الكفاءة الإنتاجية لمحطة الإنتاج المختلطة، وخفض درجة حرارة غازات الاحتراق الناتجة من العنفة الغازية كما هو موضح في الشكل رقم (10.1).

الشكل رقم (10.1) محطة إنتاج الدورة المركبة



المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

 (تاريخ الاطلاع) (تاريخ الاطلاع)

د _ محطات إنتاج الطاقة باستخدام محطات الديزل: تستخدم محركات الديزل المكبسية مولداً للطاقة عند الحاجة إلى استطاعات صغيرة لا تتجاوز 1 ميغاواط¹، وغالبا ما تركب هذه المولدات في المعامل وفي المناطق السكنية لتوفير الطاقة عند انقطاع التيار الكهربائي الرئيسي.

ثالثا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية النووية

تعتمد محطات إنتاج الطاقة الكهربائية النووية على الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة من الانشطار النووي لمادة مشعة مثل البلوتونيوم واليورانيوم، لإنتاج البخار اللازم لتشغيل عنفات بخارية تكون مربوطة مع مولدة كهربائية تقوم بإنتاج الطاقة الكهربائية، أما البخار الخارج من العنفة فيدخل إلى مكثف لتبريده، وبالتالي خفض الضغط المؤثر في مخرج العنفة مما يرفع من كفاءتما ويبين الشكل رقم(11.1) مخططا هيكليا لمحطة نووية.

إن أكبر تحد تقني في استخدام المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية، هو التحكم الدقيق بكمية البخار المتولدة ودرجة حرارته وضغطه، وهذا عائد إلى الحساسية الكبيرة في أداء المفاعلات النووية.

m only (m. . t. t.

^{1.} المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. محطات التوليد ونقل القدرة. مرجع سابق، ص 16.

مولدة كهربائية عنفة بخارية مولد بخار معنفة بخارية مفاعل مضخة تغذية ووي

الشكل (11.1) مخطط هيكلي لمحطة نووية

المصدر: الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]، في: الموسوعة العربية. سورية، متاح على:

 (تاريخ الاطلاع) (تاريخ الاطلاع) مارس 2011).

المطلب الرابع: محطات التحويل وخطوط النقل

يتم في الغالب تزويد الطاقة الكهربائية إلى المستخدمين في الدولة الواحدة من خلال شبكة كهربائية عامة، تمتد أسلاكها من محطات الإنتاج إلى أماكن تواجد هؤلاء المستخدمين مهما كان توزعهم الجغرافي، سواء كانوا في البيوت أو المكاتب أو المصانع أو المزارع.

وتتكون هذه الشبكة العامة من عدة مكونات، وهي محطات الإنتاج التي تقوم بتحويل مختلف أشكال الطاقة إلى طاقة كهربائية، ومن محطات التحويل المختلفة التي تقوم برفع الجهد الكهربائي المنخفض نسبيا الذي تولده محطات الإنتاج إلى قيم عالية لنقله بأقل فقد ممكن إلى أماكن تواجد المستخدمين، وأخرى لخفض الجهد إلى مستويات مناسبة للاستخدام، ومن خطوط النقل التي تقوم بنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، ومن مراكز المراقبة والتحكم التي تقوم بمراقبة سير عمل مكونات هذه الشبكة، وتقوم كذلك بفصل المكونات المعطوبة عن الشبكة لكي لا تتعرض للانهيار الكامل، إلى جانب العدادات التي تقوم بقياس كمية الطاقة التي تسري فيما بين مكونات الشبكة وإلى المستخدمين.

أو لا: محطات التحويل

يوحد عند كل محطة إنتاج، محطة تحويل رئيسية تقوم برفع الجهد الذي ينتجه المولد والذي لا يتجاوز ثلاثين ألف فولت، إلى جهد عالي تتحدد قيمته من طول خط النقل وكمية الطاقة المنقولة؛ إن الهدف من رفع الجهد الكهربائي عند نقل الطاقة الكهربائية هو لتقليل كمية الطاقة المفقودة في خطوط النقل، حيث أن كمية الفقد تتناسب مع مربع التيار الذي تحمله هذه الخطوط، ومن المعلوم أن رفع الجهد

بنسبة معينة يقلل قيمة التيار بنفس النسبة على افتراض ثبات كمية الطاقة، وعليه فإن كمية الفقد ستتناسب عكسيا مع مربع الجهد، ويعتمد احتيار قيمة جهد النقل، على المسافة بين محطة الإنتاج وأماكن التوزيع، وكمية الطاقة المنقولة، فكلما زادت المسافة وزادت كمية الطاقة، كلما تطلب الأمر زيادة الجهد، ويمكن تحديد قيمة الجهد الأمثل، من خلال الموازنة بين كلفة محطات التحويل وخطوط النقل، والتي تزداد مع ارزادة قيمة الجهد وبين قيمة الطاقة المفقودة في حطوط النقل على مدى عمرها التشغيلي والتي تزداد مع الخفاض قيمة الجهد، وفي العادة تستخدم مستويات جهود محددة في صناعة محطات التحويل وخطوط النقل عالية الجهد، تبدأ من 110 كيلو فولط وتنتهي بقيمة 765 كيلو فولط وقد تتحاوز المليون فولط في بعض الخطوط الخاصة، وذلك حسب طول الخط الذي يتراوح بين 100 كيلومتر وما يزيد عن 1000 كيلومتر؛ وعند لماية حط الجهد العالي يبدأ بتخفيض الجهد بشكل متدرج وليس دفعة واحدة، كما هو الحال عند محطة الإنتاج حيث يتم إنشاء عدة محطات فرعية عند التجمعات السكنية والصناعية الكبيرة تخفض الجهد بتوزيع الطاقة الكهربائية على محطات فرعية أصغر حجما تتوزع عند مراكز ثقل التجمعات السكنية، بتوزيع الطاقة الكهربائية على محطات فرعية أصغر حجما تتوزع عند مراكز ثقل التجمعات السكنية، وتقوم هذه المحطات بدورها بتخفيض الجهد المتوسط إلى الجهد المنخفض (3000 فولط و 6600 فولط).

وأحيرا يتم توزيع الطاقة الكهربائية على البيوت والمصانع وغيرها من المرافق بعد أن يتم تخفيض الجهد المنخفض إلى مستوى الجهد الذي تعمل عليه مختلف الأجهزة الكهربائية المترلية والصناعية، وهو (110\1901) فولط في النظام الأمريكي أو (220\380) فولط في النظام الأوربي من خلال محولات صغيرة تركب على الأعمدة $\frac{2}{3}$.

ثانيا: خطوط النقل

تستخدم خطوط النقل بكافة مستوياتها نظام النقل ثلاثي الأطوار، وما عدا خط النقل الذي يوزع الطاقة على المستخدمين فإن خط النقل يتكون من ثلاثة أسلاك من النحاس أو الألمنيوم، معلقة من خلال عوازل من السيراميك أو الزجاج على أبراج فولاذية مختلفة الأحجام في حالة الجهد العالي والمتوسط، وأعمدة فولاذية أو خشبية أو أسلاك أرضية في حالة الجهد المنخفض؛ أما خط النقل الذي يوزع الطاقة على المستخدمين فإنه يتكون من أربعة أسلاك، ثلاثة منها تحمل جهود الأطوار الثلاث، والرابع أرضي حيث توصل الطاقة الكهربائية إلى المنازل والمكاتب من خلال ثلاثة خطوط فقط أحدهما أرضي أما المصانع فيتم تزويدها بالطاقة من خلال الأسلاك الأربعة وذلك لأن بعض المعدات الصناعية كالمحركات الكهربائية

_

^{1.} منصور العبادي. آ**لات وأنظمة الطاقة الكهربائية** [على الخط]. الأردن: جامعة العلوم والتكنولوجيا، متاح على:

^{.19} ص 22 موان 2011): http://www.kutub.info/library/book/3866">مس 19 ص

^{2.} المرجع نفسه، ص19.

الكبيرة لا تعمل إلا بثلاثة أطوار؛ ويتم احتساب كمية الطاقة الكهربائية التي يستهلكها المستخدم من خلال العدادات الكهربائية المثبتة في المنازل والمصانع.

إن شبكات الطاقة الكهربائية أنظمة بالغة الحساسية، فكل مكون من مكوناتها يحس بأي حدث كهربائي يحدث في أي جزء من أجزائها خلال فترة زمنية بالغة القصر، حيث تنتشر تأثيرات هذا الحدث في الشبكة بسرعة تقترب من سرعة الضوء؛ فعلى سبيل المثال فعندما يقوم شخص بإضاءة مصباح كهربائي في بيته، فإن جميع محطات الإنتاج المرتبطة بالشبكة تحس بهذا الحدث وتزيد من عزم محركاتما لتوفير كمية الطاقة التي يحتاجها هذا المصباح لكي يضيء؛ إن وصل الأحمال الكهربائية (electric loads) بالشبكة وفصلها عنها عمليات تحدث بشكل كبير ومتكرر على مدار الساعة، وهي عمليات قد تؤثر على وضعية الشبكة من حيث قيم ترددها وجهدها وتزامن مولداها ولكنها في الغالب لا تخرجها من حالة الاستقرار؟ إن الأحداث التي قد تسبب مشاكل للشبكة وقد تؤدي بما للخروج من حالة الاستقرار هو حدوث دوائر قصر (short circuits) فيما بين أسلاكها، أو بين الأسلاك والأرض أو تعرض بعض محطات الإنتاج ومحطات التحويل لعطل مفاجئ؛ وعادة ما يتم حماية الشبكة من دوائر القصر التي تحدث فيها باستخدام الفيوزات (fuses) والقواطع الآلية (automatic circuit breakers) والفواصل اليدوية (manual switch)؛ وتوجد أجهزة الحماية هذه في كل جزء من أجزاء الشبكة؛ وفي كل محطة إنتاج توجد معدات حماية معقدة تحمي المولدات من دوائر القصر التي تحدث في داخلها أو خارجها وتوجد في محطات الإنتاج كذلك أحمال اصطناعية تمتص الطاقة الكهربائية التي يولدها المولد في حالة فصله عن الشبكة أو حين تخف الأحمال الحقيقة بشكل مفاجئ؛ إن ضمان استقرار الشبكات الكهربائية تحت الظروف المختلفة عملية بالغة التعقيد وإن عدم أحذ الاحتياطات اللازمة قد يؤدي إلى خروج الشبكة من حالة الاستقرار، وبالتالي الانهيار التام؛ ولهذا يوجد في جميع الشبكات الحديثة مراكز متعددة للمراقبة والتحكم (monitor and control centers) تقوم بمراقبة جميع مكونات الشبكة من محطات إنتاج ومحطات تحويل وخطوط نقل رئيسية، وذلك من حلال شبكة اتصالات رقمية تمتد مع امتداد الشبكة، وتقوم كذلك بالتحكم بأنظمة الحماية فيها عن بعد إما بشكل يدوى من قبل المهندسين أو بشكل آخر من قبل الحواسيب.

المبحث الثالث:الاستهلاك والإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية

إن ارتفاع الطلب على الطاقة الكهربائية وحيارات الوقود المستخدم لإنتاج هذه الطاقة يشكل مجال التركيز الرئيسي، الأمر الذي سوف يكون له تأثير كبير على المشهد العالمي للطاقة خلال العقدين المقبلين؟ ويتناول هذا المبحث تحليل الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية من خلال التطرق إلى تطور الاستهلاك والإنتاج العالمي لها منذ سنة 1973، نظرا لما شهده العالم في هذه السنة من تطورات تمثلت في الأزمة النفطية* التي صاحبها ارتفاع أسعار النفط والبحث عن بدائل أخرى للطاقة، ومنها تطوير استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية، إلى سنة 2008 والتي تعتبر سنة الأساس، والتوقعات المستقبلية إلى سنة 2035، وذلك من خلال ثلاثة مطالب أساسية.

المطلب الأول: الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية

يختلف استهلاك الطاقة الكهربائية في العالم من بلد إلى أخر، ويلخص الجدول رقم (1.1) الفرق في استهلاك الطاقة الكهربائية بين البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية OCDE والبلدان غير الأعضاء فيها، من حيث عدد السكان الكلي، والسكان الذين يعيشون بدون طاقة كهربائية، ومقدار الطاقة الكهر بائية الذي يستهلكه الفرد الواحد.

الجدول رقم(1.1) استهلاك الطاقة الكهربائية وفقا لاستهلاك مجموع السكان والفرد الواحد لعام(2008)

البلدان غير الأعضاء في منظمة	البلدان الأعضاء في منظمة		
التعاون والتنمية الاقتصادية	التعاون والتنمية الاقتصادية	العالم	
5.5	1.2	6.7	
1.4	يقرب من الصفر	1.4	السكان الذين يعيشون بدون الطاقة الكهربائية
			(بليون نسمة)
1 700	8 900	3 000	مقدار الطاقة الكهربائية الذي يستهلكه الفرد الواحد
			(كيلوواط ساعة)

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. France: IEA, 2010.

^{*.} أزمة النفط بدأت في 15 أكتوبر 1973، عندما قام أعضاء منظمة الدول العربية المصدرة للبترول أوابك بإعلان حظر نفطي لدفع الدول الغربية لإجبار إسرائيل على الانسحاب من الأراضي العربية المحتلة في حرب 1967.

كما هو موضح في الجدول رقم (1.1) يشكل مجموع سكان أعضاء منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية 18% من سكان العالم (1.2 بليون نسمة)، ويبلغ استهلاك الفرد الواحد من الطاقة الكهربائية سنويا نحو 8 900 كيلوواط ساعة، أي ما يزيد على خمسة أمثال متوسط الاستهلاك في البلدان غير الأعضاء (1700 كيلوواط ساعة)، ولا يمثل الحصول على الطاقة مشكلة لهذه البلدان لأنها أوصلت الطاقة الكهربائية في كامل أرجائها، أما بالنسبة للبلدان غير الأعضاء فهم يمثلون 82 % من سكان العالم، ويبقى 1.4 بليون نسمة من هذه الدول يعيش بدون طاقة كهربائية.

أولا: تطور الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية

زاد الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية خلال الفترة 1973 حتى 2008، من 5105 تيراواط * ساعة إلى 16819تيراواط ساعة 1 ، كما هو موضح في الجدول رقم (2.1).

الجدول رقم(2.1):الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية والتوقعات المستقبلية في دول العالم الجدول رقم(2.1):الوحدة: (2.1): الوحدة: (2.1): الوحدة: (2.1)

2035	2020	2008	2000	1980	1973	
11566	10339	9244	8251	4739	3901	دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية
18763	12841	7575	4390	971	1204	دول خارج منظمة التعاون والتنمى الاقتصادية
30329	23180	16819	12641	5711	5105	دول العالم

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

- . International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. France: IEA, 2010, P218.
- . International Energy Agency. **Electricity information 2011**. France: IEA, 2011, P212.
- . International Energy Agency. **Key World Energy Statistics**. France IEA ,2010, P35.

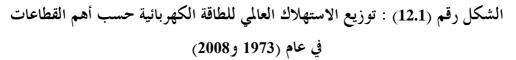
من خلال الجدول رقم(2.1)، يتضح ارتفاع استهلاك الطاقة الكهربائية في دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية من 3901 تيراواط ساعة في عام 1973 إلى 9244 تيراواط ساعة عام 2008 أي بزيادة معدل متوسط سنوي قدره 2.4%، وبالنسبة لدول خارج منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية ارتفع الاستهلاك من 1204 تيراواط ساعة عام 1973 تيراواط ساعة عام 2008.

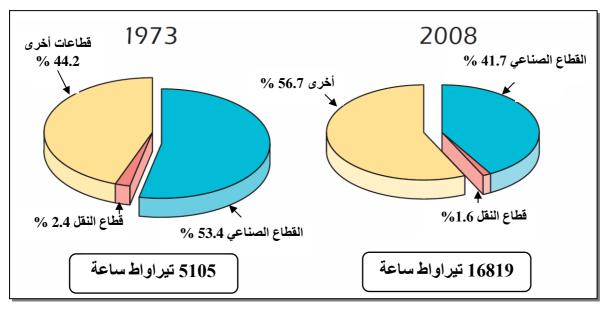
ويوزع الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية بين عام (1973و2008) بين مختلف القطاعات كما هو موضح في الشكل رقم(12.1).

_

^{*. 1}تيرا واط= 10 12 واط، وهي الوحدة أكثر كبرا تناسب إنتاج دولة من الطاقة الكهربائية.

¹. International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. France: IEA, 2010, P218.





المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

. International Energy Agency. Key World Energy Statistics. France: IEA,2010, P35.

من الشكل رقم (12.1) يوضح أن القطاع الصناعي في العالم كان يستحوذ على النسبة الكبرى من استهلاك الطاقة الكهربائية عام 1973، ثم انخفض إلى استهلاك الطاقة الكهربائية عام 1973، ثم انخفض إلى 41.7 عام 2008، أما بالنسبة لقطاع النقل فنسبة استهلاكه للطاقة الكهربائية كانت ضئيلة قدرت عام 1973 بـ 2.4 ثم انخفضت إلى 1.6% عام 2008، وقد ارتفع استهلاك بقية القطاعات مثل القطاع المتزلي والتجاري والزراعي والخدمات العمومية وقطاعات أحرى من نسبة 44.2% عام 1973 إلى نسبة 56.7 شمن إجمالي الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية.

ثانيا: التوقعات المستقبلية للطلب على الطاقة الكهر بائية

من المتوقع أن يستمر الطلب على الطاقة الكهربائية عالميا في النمو وبصورة أقوى من الطلب على أي نوع آخر من الطاقة الجاهزة للاستخدام، وفي توقعات وكالة الطاقة الدولية، يتوقع أن ينمو الطلب على عدل 2.2 % في العام ما بين (2008 و 2035)، أي من 16819 تيراواط ساعة إلى حوالي 30329 تيراواط ساعة كما هو مبين في الجدول رقم (2.1)، بحيث تكون الزيادة في الدول خارج منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية أكثر من 80 %.

.

¹International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. Op. cit, P218.

ثالثا: أسباب زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية

ترجع زيادة الطلب العالمي الحالي والمستقبلي على الطاقة الكهربائية إلى عوامل عدة، تتحكم بالطلب، ومعظمها متغيرات تتأثر بالظروف السياسية والاجتماعية والتطور التكنولوجي، وأهم هذه العوامل هي:

1.النمو الاقتصادي العالمي: يعد النمو في الاقتصاد العالمي أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في الطلب على الطاقة الكهربائية، ولقد كانت هذه العلاقة مباشرة في الماضي (قبل عام 1973) حيث كان نمو الاقتصاد بنسبة مئوية معينة سنويا يؤدي إلى نمو شبه مماثل في الطلب على الطاقة العالمية؛ وأدت الأحداث التي رافقت ارتفاع أسعار النفط وتصحيحها عام 1973 إلى فصل النمو الاقتصادي عن نمو الطلب على الطاقة، ونتج ذلك بصورة رئيسية من تحسن كفاءة استعمال الطاقة والمحافظة عليها، وهي سياسات تسارعت بعد عام 1975 بحيث أصبح النمو في الطلب على الطاقة كنسبة مئوية يساوي النمو الاقتصاد العالمي ناقصا التحسن في كفاءة استعمال الطاقة عالميا.

في أثناء الفترة 1971-2001 تضاعف حجم الاقتصاد العالمي بالدولار الثابت وبالقوة الشرائية حوالي 2.55 مرة، أي بنمو سنوي معدله 3.1 %؛ وفي أثناء المدة نفسها ارتفع استهلاك الطاقة بنسبة 85 % أي بنمو سنوي معدله 2.1 % سنويا، وبالتالي فقد كان هناك تحسن مستمر يبلغ معدله حوالي 1 % سنويا في كفاءة استعمال الطاقة عالميا، وارتفاع هذا المعدل في السنوات الأخيرة إلى حوالي 2.1-1.5% سنويا أ.

2.التأثيرات البيئية وتأثيرها في الطلب على الطاقة وأشكافا: إن الاقتناع المتزايد، بأن هناك تأثيرات بيئية سيكون سلبية لاستهلاك الوقود الأحفوري سوف يؤدي إلى مزيد من الإجراءات الترشيدية والإجرائية التي سيكون لها تأثير واضح في الحد من النمو في استعمال الطاقة في المستقبل الذي سيؤدي إلى التغير في أشكالها بزيادة استعمال أنواع الوقود النظيف مثل الغاز الطبيعي، ويمكن أن تكون هذه التأثيرات نتيجة اتفاقيات دولية ملزمة (مثل بروتوكول كيوتو) أو نتيجة قرارات محلية (قرار فرض ضرائب على الكربون أو ضرائب على الطاقة أو تحديد نسب معينة لمساهمة الطاقة المتحددة).

3. التحسن المستمر في كفاءة استعمال الطاقة: يرى عدد من الدول الصناعية أن ثمة إمكانية للارتقاء بمعدل التحسن السنوي في استعمال الطاقة إلى حوالي 2 % سنويا²، وأن التقدم التكنولوجي الذي يتسارع سوف يساعد على تحسين كفاءة استعمال الطاقة عالميا، إلا أن هذا التسارع سوف يحدده تزايد الطلب على الطاقة في الدول النامية واستعمالها الكثيف للطاقة في بداية تطورها الاقتصادي، وكذلك التحول في

-

^{1.} هشام محمد الخطيب. الطلب على الطاقة. في: الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، الطبعة الأولى. بيروت:الدار العربية للعلوم، 2006، ص283.

². المرجع نفسه، ص 284.

عدد من الدول النامية من الطاقة التقليدية (الكتلة الحية) إلى الطاقة التجارية وما يرافق ذلك من توسع في استعمال الطاقة الأولية.

4. التطور التكنولوجي: إن للتطور التكنولوجي تأثيرا كبيرا في الطلب على الطاقة الكهربائية وذلك لدوره في تحسين كفاءة استعمالها وتوفير أجهزة ومعدات مقتصدة في استعمال الطاقة الكهربائية، كذلك فإن التطور التكنولوجي، كما سبق وأوضحنا، له تأثير كبير في المصادر من حيث كفاءة استخراجها وإيجاد مصادر جديدة، إذ قد يتمكن التطور التكنولوجي في المستقبل البعيد من تطوير مصادر طاقة جديدة.

إلا أن تأثير التطور التكنولوجي سيكون أقوى في مجال جعل مصادر الطاقة الكهربائية مقبولة بيئيا، وخصوصا بالنسبة إلى الوقود الأحفوري.

5.النمو السكاني: إن النمو السكاني عالميا بحد ذاته يزيد من حجم الطلب لغاية تلبية الحاجات المتزايدة للأعداد الجديدة من السكان، يتوقع أن يتراجع النمو السكاني الذي كان معدله 1.6% سنويا في الفترة (2001 – 2001) إلى 1.1% سنويا، وخلال السنوات القليلة القادمة سيرافق هذا النمو السكاني مزيد من الانتقال من الريف إلى المدينة (التحضر) مما يزيد من حجم الطلب على الطاقة الكهربائية، وبالتالي سيصاحبه ارتفاع في الطلب المترلي والتجاري على الطاقة الكهربائية.

المطلب الثاني: إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي وتوقعاته المستقبلية

وفق بيانات وكالة الطاقة الدولية، ازداد إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم من 6116 تيراواط ساعة عام 2008 أ، كما هو موضح في الشكل رقم ساعة عام 1973 ليصل إلى حوالي 20181 تيراواط ساعة عام 2008 أ، كما هو موضح في الشكل رقم (14.1)، وذلك بمعدل متوسط نمو 3.5% سنويا أ. ويتوقع وصول الإنتاج إلى 24975 تيراواط ساعة بحلول عام 2030، و33265 تيراواط ساعة بحلول 2030. كما يتوقع ارتفاع حصة مشاركة قطاع إنتاج الطاقة الكهربائية في إجمالي الطلب العالمي على الطاقة من 17% عام 2005 لتصل إلى 22% بحلول عام 2030.

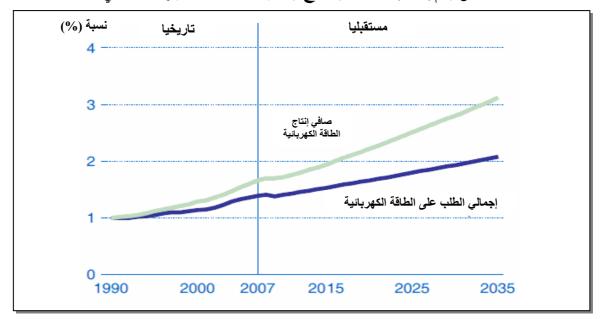
وقد نشرت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية(EIA) في عام 2010 دراسة تحت عنوان "نظرة استشرافية للطاقة العالمية لعام 2010"، أوردت فيها بيانات تفصيلية حول إنتاج الطاقة الكهربائية وأنواع الوقود للفترة من عام 1990 إلى 2007 و ضمنها توقعاتما للسنوات القادمة لغاية عام 2035، كما هو موضح في الشكل رقم (13.1).

². International Energy Agency. **Electricity information 2010**. France: IEA, 2010, P51.

_

¹. International Energy Agency. **Key World Energy Statistics**. France: IEA,2010, P24.

³. International Energy Agency. World Energy Outlook 2008. France: IEA, 2010, P142.



الشكل رقم(13.1) معدل نمو إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية العالمي

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

. Energy Information Administration, **International Energy Outlook 2010**. USA: Energy Information Administration, 2010, p77.

من خلال الشكل رقم(13.1) ووفق إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، فإن إجمالي صافي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم قد ارتفع من11270 تيراواط ساعة عام 1990 إلى 18800 تيراواط ساعة عام 2007 ، أي يمعدل نمو سنوي 1.66 سنويا، وقدمت الدراسة توقعاتما المستقبلية في هذا المجال من خالال تحليل البيانات المشار إليها في الشكل رقم(13.1) وبذلك فهي تتوقع أن يصل إنتاج الطاقة الكهربائية إلى حوالي 21930 تيراواط ساعة عام 2025، و35210 تسيراواط ساعة عام 2035، أي زيادة متوقعة تصل إلى حوالي 87% ما بين عام 2007 و 2035، وهذا راجع إلى توقعات زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية، وتجدر الإشارة إلى أن مقدار إنتاج الطاقة الكهربائية يعادل الاستهلاك مع الفاقد الحاصل خلال شبكات النقل والاستهلاك الداخلي ضمن منظومة الإنتاج.

المطلب الثالث: أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا وتوقعاته المستقبلية أولا: تطور استهلاك أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا

يستخدم قطاع الطاقة الكهربائية أنواع مختلفة من الوقود في عملية الإنتاج، وقد شهدت تلك الأنواع تغيرات كبيرة خلال العقود الماضية، ويبين الشكل رقم(14.1) تطور استهلاك أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية خلال الفترة (1973-2008).

¹. Energy Information Administration, **International Energy Outlook 2010**. USA: Energy Information Administration, 2010, P77.

تيراواط ساعة 24 000 طاقات أخرى 20 000 الطاقة المائية 16 000 الطاقة النووية 12 000 8 000 الوقود الأحفوري 🖚 4000 1991 1995 1999 1979 1983 1987 2003 1973

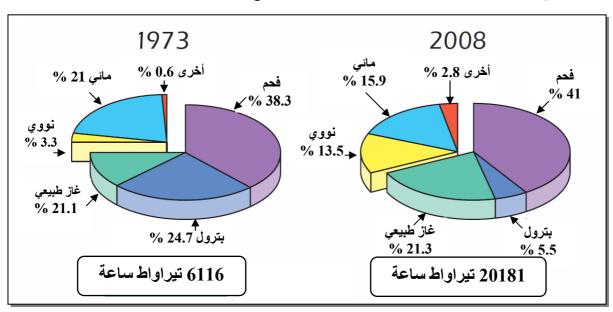
الشكل رقم(14.1): تطور استهلاك أنواع الوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية خلال الفترة (1973–2008)

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد

.International Energy Agency. Key World Energy Statistics 2010. France: IEA, 2010, P24.

يتضح من الشكل رقم(14.1) الزيادة الكبيرة في استهلاك الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة الكهربائية بحيث قدرت عام 2008 حوالي ضعفي ما كان عليه الاستهلاك في عام 1973، ويلاحظ الزيادة في استخدام الطاقة النووية مع بداية الثمانينات، أما بالنسبة للطاقة المائية والطاقات الأحرى كالوقود الحيوي والطاقات المتحددة، فهناك زيادة طفيفة لها مقارنة مع الوقود الأحفوري والطاقة النووية، ويبرز لنا الشكل رقم(15.1) نسبة كل نوع من الوقود المستهلك في إنتاج الطاقة الكهربائية.

الشكل رقم (15.1): مقارنة نسب كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية ما بين عام (1973و 2008)



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.International Energie Agency. Key World Energy Statistics 2010. France: IEA, 2010, P24.

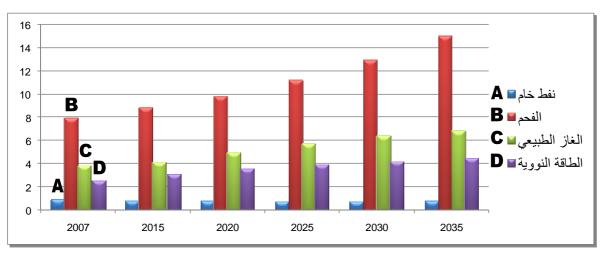
كما هو موضح في الشكل رقم(15.1)، حافظ استهلاك الفحم الحجري في إنتاج الطاقة الكهربائية على مركز الصدارة بينها بنسبة 41% عام 2008 و 38.3% عام 1973، وارتفاع استخدام الوقود النووي من 33.5% عام 1973 إلى 3.5% عام 2008، كما ارتفعت نسبة مساهمة الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث كانت عام 1973 تقدر بـــ 12.1% وارتفعت عام 2008 إلى 21.3%، وفي نفس الفترة تراجع استخدام البترول من 24.7% إلى 5.5%، وبالنسبة للطاقة المائية فقد تراجعت هي أيــضا، حيـــث كانت 21 % عام 1973 وانخفضت إلى 15.9 % عام 2008.

ومن خلال الشكل رقم(15.1) يتضح أن نسبة استهلاك الوقود الأحفوري (الفحم والغاز الطبيعي والبترول) في إنتاج الطاقة الكهربائية كانت في عام 1973 تبلغ 84.1% وفي عام 2008 قدرت 67.8%، وهذا راجع إلى تطور استخدام الطاقة النووية وزيادة نسبتها من 3.3% في عام 1973 إلى 13.5% في عام 2008، ومنه نستنتج أن الوقود الأحفوري هو الوقود الرئيسي في إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم.

ثانيا: التوقعات المستقبلية لاستهلاك أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية

بين الشكل رقم (16.1) توقعات أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية خلال الفترة (2007-2035).

الشكل رقم(16.1) توقعات أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية للفترة من عام (2007-2035) الشكل رقم(16.1) تويليون كيلواط



المصدر: من إعداد الطال بالاعتماد على

. Energy Information Administration, **International Energy Outlook 2010**. USA: Energy Information Administration, 2010, P79.

كما هو مبين في الشكل رقم (16.1) فإن توقعات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية كانت بالنسبة لكل نوع من الوقود كالآتى:

- 1. الفحم: توقعت أن ترتفع حصة الفحم في صافي إنتاج الطاقة الكهربائية من 42% عام 2007 ليــصل إلى 43% بحلول عام 2035، ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع أسعار النفط، وتفضيل البلدان الصناعية كعلاج لذلك التوجه نحو الفحم وخاصة في البلدان الغنية باحتياطاته مثل الصين والهند والولايات المتحدة.
- الطاقة النووية: وتتوقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية من جهة أحرى أن يكون هناك توجه عام نحو اللجوء مجددا لزيادة استخدام الطاقة النووية لإنتاج مزيد من الطاقة الكهربائية، في ظل ارتفاع أسعار الوقود الأحفوري والتشدد العالمي في اشتراطات الحفاظ على البيئة، وعليه فمن المتوقع أن ترتفع نسبة إنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الطاقة النووية من 2600 تيراواط ساعة عام 2007، ليبلغ 4500 تيراواط ساعة بحلول عام 2035.
- الغاز الطبيعي: تتوقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية أن ترتفع حصة إنتاج الطاقة الكهربائية بنسبة 2.1% سنويا، أي من 3900 تيراواط ساعة عام 2007 لتصل إلى 6850 تيراواط ساعة بحلول عام 32035. ويرجع ذلك إلى أهمية الغاز الطبيعي ومميزاته العالية في الحفاظ على البيئة إضافة إلى مميزاته الحرارية العالية.
- **4.النفط**: وفي مقابل ذلك فقد تراجع استخدام الوقود السائل(النفط الخام ومشتقاته) مــن 940 تــيراواط ساعة عام 2007، ليصل إلى 830 تيراواط ساعة بحلول عام 2030. ويتوقع تراجع حصة مساهمته في إنتاج الطاقة الكهربائية بمعدل 0.4 %، ويعود ذلك إلى ارتفاع أسعار النفط في الأسواق العالمية، وهو ما دفع البلدان الصناعية الكبيرة المستوردة للنفط إلى اللجوء لاستخدام بدائل وقود مختلفة ومنها العرودة القويسة لاستثمار احتياطاها الكبيرة من الفحم لتحسين اقتصادياها، خاصة أن التكنولوجيات الجديدة صارت تمكن من استخراج وتحويل الفحم بطرق أسهل وأكثر التزاما بالاشتراطات البيئية، ويتوقع استمرار هـذا النـهج لعقو د طويلة قادمة.

¹. Energy Information Administration. **International Energy Outlook 2010**. op. cit, P79. ². Ibid. P79.

³. Loc. cit.

المبحث الرابع: الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية

إن الزيادة في حرق أنواع الوقود التقليدي المستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية وما يصاحب ذلك من زيادة في الانبعاثات الغازية يؤثر بالضرورة على البيئة مما يؤثر بدوره على صحة الإنسان، ولذلك فقد حظي موضوع الطاقة والبيئة بالاهتمام العالمي الواسع.

يتناول هذا المبحث الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية وذلك من خلال ثلاثة مطالب أساسية، حيث يبرز المطلب الأول الأبعاد المختلفة للتلوث الناتج عن إنتاج الطاقة الكهربائية من احتراق الوقود، والمطلب الثاني يتطرق إلى مظاهر الاختلال البيئي الناتج عن تلوث الهواء، أما المطلب الثالث يحلل العلاقة بين تكلفة الإنتاج والآثار البيئية المتعلقة بها.

المطلب الأول: الأبعاد المختلفة للتلوث البيئي الناتج من احتراق الوقود

يتخذ التلوث البيئي الناتج عن إنتاج الطاقة الكهربائية أبعادا متعددة يمكن أن نذكر منها تلوث الهواء، تلوث المياه وتلوث الأرض.

أولا: تلوث الهواء

تعتبر ملوثات الهواء الناتجة من احتراق الوقود بصوره المتعددة، من أكثر الملوثات انتشارا وتأثيرا في مكونات النظام البيئي، كما أدى احتراق الوقود في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية إلى تصاعد كميات هائلة من الغازات الضارة والمحملة بكثير من الشوائب والمواد العالقة، وزاد تركيز هذه الشوائب في هواء المدن، وفي المناطق الصناعية أ.

ويمكن تقسيم الملوثات في الهواء إلى مجموعتين رئيسيتين هما الملوثات الغازية والدقائقيات:

1. الملوثات الغازية : وتتمثل أهم الملوثات الغازية الناتجة عن احتراق الوقود في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في:

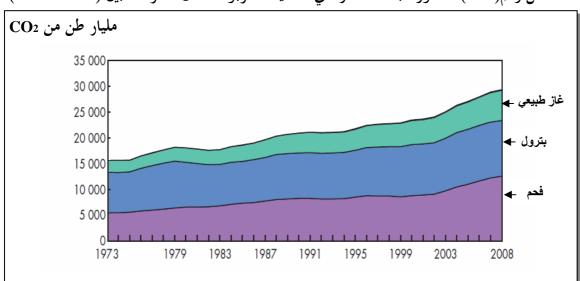
أ- ثاني أكسيد الكربون وCO2: ينبعث ثاني أكسيد الكربون إلى الجو بصورة طبيعية من المحيطات والبراكين ومن التسربات التي تنطلق من الشقوق الأرضية في المناطق البركانية ومن منابع المياه المعدنية، كما ينتج أيضا من تنفس جميع أنواع الكائنات الحية سواء إن كانت حيوانية أو نباتية، ومن عمليات تفسخ الكائنات الحية وتخمر المواد السكرية. كما ينبعث هذا الغاز من احتراق المواد التي تحتوي في تركيبتها على الكربون كالفحم، الخشب، الغاز الطبيعي وأنواع الوقود البترولي وغيرها2.

2. وسام قاسم الشالجي. "اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، العدد129، ص11.

^{1.} أحمد مدحت اسلام. الطاقة وتلوث البيئة. القاهرة: دار الكتاب الحديث، 1999، ص41.

ينتج الإنسان كميات كبيرة من هذا الغاز خلال عمليات الاحتراق واستخدام الوقود كالفحم وزيوت البترول والغاز الطبيعي، ومع ذلك لا يعد هذا الغاز من المواد الملوثة للجو، كما أنه من أحد المكونات الطبيعية العادية للهواء، ولكنه في حالة زيادة تراكيزه بما يفوق معدلاته الطبيعية (0.03 % حجما في الهواء) تؤدي زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة حرارة الغلاف الجوي بما يتراوح بين درجة ونصف الدرجة إلى ثلاث درجات منوية مؤديا إلى مزيد من السحب وتغيير حرارة الشمس أ.

وترجع زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون إلى التوسع الكبير في حرق الأنواع المختلفة من الوقود الأحفوري من بترول وغاز طبيعي وفحم للأغراض المختلفة وخاصة في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، والشكل رقم (17.1) يوضح ذلك.



الشكل رقم(17.1): تطور انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة ما بين (1973 - 2008)

المصدر:من إعداد الطالب بالاعتماد على

. International Energy Agency. Key World Energy Statistics. France: IEA,2010,P44.

يتضح من الشكل رقم (17.1) أنه من الطبيعي أن يتماشى معدل الزيادة في انبعاثات غاز ثاني الكربون مع معدل الزيادة في إجمالي استهلاك الطاقة؛ وفي الوقت الذي ارتفع فيه استهلاك الطاقة في العالم عدل الزيادة في إجمالي الفترة (1973-2008)، فإن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون قد ارتفعت إلى 1971مليار طن في عام 2008 بالمقارنة مع 15624 مليار طن في عام 1973.

ب- غاز أحادي أكسيد الكربون CO: ينتج هذا الغاز من اتحاد الكربون بالأكسجين عند احتراق الأول احتراق غير تام أو تحت ظروف معينة، ومصدر الكربون في هذه الحالات هو الوقود النفطي أو الفحم بأنواعه أو الغاز الطبيعي والتي تعد من الأنواع الرئيسة لمصادر الطاقة الكهربائية؛ يعد هذا الغاز من أكبر

-

^{1.} كاميليا يوسف محمد. البيئة الطاقة وغازات الاحتباس الحراري. ط2. الإسكندرية: دار الجامعيين، 2004، ص76.

الملوثات لأجواء المدن حيث تعمل المصادر الطبيعية على إنتاج تركيز أساس منه يقدر بحوالي جزء واحد بالمليون ويكون السبب في انبعاثه ناشئا من الاحتراق غير الكامل بالهيدروكاربونات، ويعتبر هذا الغاز سام للإنسان والكائنات الحية الأخرى وهو عديم اللون والطعم والرائحة مما يجعله أكثر خطورة أ.

ج- ثاني أكسيد الكبريتSO2: هو غاز ليس له لون وغير قابل للاشتعال أو الانفجار، له رائحة نفاذة ومهيجة، يوجد بشكل طبيعي وبنسبة ضئيلة في الغلاف الجوي، وتزداد نسبته بسبب الانبعاثات الصناعية الملوثة للهواء، حيث كان انبعاث مركبات الكبريت إلى الهواء الجوي أحد أهم مشاكل التلوث بنهاية الستينات.

ينتج غاز ثاني أكسيد الكبريت عن احتراق الوقود الأحفوري المحتوي على الكبريت، ولهذا السبب فإن تركيز هذا الغاز في الهواء يعتمد على كمية استهلاك الوقود ونسبة الكبريت فيه؛ ولهذا الغاز القدرة على التفاعل في الغلاف الجوي وتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت SO3، وحامض الكبريت والسلفات 2SO4.

تعتبر محطات إنتاج الطاقة الكهربائية المصدر الأساسي لثاني أكسيد الكبريت ، حيث ينتج عن احتراق الوقود المحتوي على الكبريت إطلاق كميات كبيرة من هذا الغاز إلى الهواء الجوي.

C-1 كاسيد النايتروجين : تشتمل أكاسيد النتروجين على ستة مركبات غازية معروفة، أهمها أكسيد النيتريك (NO، وغاز ثاني أكسيد النتروجين (NO، وينبعث غاز أكسيد النيتريك إلى الهواء بكميات أكسير بكثير من غاز ثاني أكسيد النيتروجين ولكنه يتأكسد لاحقا مكونا غاز ثاني أكسيد النتروجين وهو الغاز الأكثر سمية؛ وتتكون أكاسيد النتروجين الناتجة عن عمليات الاحتراق عندما يتحد النتروجين الموجود في الهواء أو الوقود مع الأكسجين عند درجات حرارة مرتفعة؛ وأكثر من 90 % من هذه الأكاسيد تنتج بسبب إحتراق مختلف أنواع الوقود C0 لذا فإن انبعاثهما أيضا يتم من جميع وسائل النقل فضلا عن مصادر أحرى ثابتة مثل محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وبعض الصناعات التي تحرق الوقود بدرجات حرارية عالمة C1.

2. الدقائقيات (العوالق): يقصد بالدقائقيات المواد المنتشرة كافة سواء كانت دقائق صلبة أم قطيرات سائلة عالقة في الهواء وتشمل الدقائق الكبيرة كلا من الرمال والرماد المتطاير والغبار والسلخام في حين

 4 . حسين على السعدي. مرجع سابق، ص 13

_

^{1.} حسين علي السعدي. أ**ساسيات علم البيئة والتلوث.** الأردن: دار اليازوري، 2006، ص311،310 .

². عبد الرحمن رشاد. إنتاج الطاقة الكهربائية وتلوث الهواء بدول الخليج العربي. المملكة العربية السعودية: الشركة السعودية للكهرباء، 2006، ص25.

^{3.} المرجع نفسه، ص26.

تشمل الدقائق الصغيرة كلا من الدخان والضباب والهباء الجوي، وتشكل الدقائقيات مجموعة واسعة من ملوثات الهواء وتكون معلقة في الهواء.

يتراوح قطر الدقائقيات من أقل من 1.1 ميكرون إلى 50 ميكرون 1 ، وهذه العوالق لها القدرة على الإنتقال عبر الرياح لمسافات طويلة، أما العوالق الأكبر فهي لا تلبث أن تسقط على الأرض.

إن الغالبية العظمي من الدقائقيات هي ذات منشأ طبيعي مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الأراضي الجرداء والصحاري؛ أما المصادر غير الطبيعية فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وإنتاج الطاقة الكهربائية ومعامل إنتاج الاسمنت وطحن الحبوب وغيرها.

ثانيا: تلوث المياه والأرض

تتوقف التأثيرات البيئية الناتحة عن إنشاء وتشغيل محطات إنتاج الطاقة الكهربائية على مصادر المياه والأراضي وعلى حجم ونوع المحطة، وأساليب التشغيل المتبعة. ويمكن أن تتضمن الآتي:

1. التأثير على المياه: عند تصريف المياه المستخدمة في محطات الإنتاج الحرارية على المحاري المائية السطحية، أو الجوفية، فإنها تؤدي إلى رفع حرارة المياه، والتأثير على الحياة البحرية. كما أن تسرب زيوت التشغيل يتسبب في تلويث المحاري المائية.

وبازدياد استخدام الطاقة النووية ازدادت خطورة تلوث مياه البحار والمحيطات بواسطة المواد المشعة، ويتميز التلوث النووي بإمكانية انتشاره السريع على مساحات شاسعة من اليابسة و الماء على السواء حيث تبقى المواد هذه ولفترات طويلة جدا وتدخل إلى أحسام الكائنات الحية ومنها الأسماك.

2. التأثير على الأراضى: تؤدي أعمال بناء وتشغيل السدود المرتبطة بالمحطات المائية إلى تحميع مياه الفيضان الناشئ عن السيول لتشكيل الخزان، وإلى تغيير مسار المياه والمساحة التي تنتشر عليها، مما يترتب عليه تأثيرات بالغة على الأراضي، والحياة البرية، والظروف المناحية، ويؤدي ذلك إلى تدّن جودة المياه في الخرزان، وإلى تكوين رواسب تؤثر بدورها على حجم الفيضانات، وعلى نوعية المياه أمام وخلف السدود؛ قد يؤدي ذلك أيضًا إلى ملوحة الأراضي، وزيادة معدل نقص المياه، نتيجة لعملية التبخير الناتجة عـن المـساحات الكـبيرة للبحيرات المتكونة.

يعد تأثير التلوث النووي الأشد خطرا على التربة نظرا لديمومته فترة طويلة من الزمن. وتختلف آثار الإشعاع باختلاف المصدر المشع، وباختلاف شدة الإشعاع وباختلاف طول المدة الزمنية، ويأتي التلـوث النووي بشكل أكبر من التجارب النووية ومحطات القوى النووية 2 .

^{1.} حسين على السعدي. مرجع سابق، ص302، 303.

^{2.} يونس إبراهيم أحمد يونس. البيئة والتشريعات البيئية. الأردن: دار الجامد، ، 2008، ص46.

المطلب الثاني: مظاهر الاختلال البيئي الناجم عن تلوث الهواء

لابد من الذكر أن الهواء متحرك وعند حركته لا يمكن تحديده جغرافيا في دولة واحدة حيث أن الغلاف الجوي للكرة الأرضية يعد مشتركا عالميا تقوده حركة الكتل الهوائية المتغيرة دائما، فالملوثات الغازية والملوثات الإشعاعية يمكن أن تنتقل من منطقة إلى أخرى، ومن أهم الظواهر التي تمدد عالمنا هي:

أولا: ظاهرة الاحتباس الحراري

1. ظاهرة الاحتباس الحراري الطبيعية: تتسم جزيئات بعض غازات الغلاف الجوي وهي ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النتروز، الأوزون، وبخار الماء بخاصية طبيعية تجعلها تسمح بمرور الأشعة ذات الموجات القصيرة والمتوسطة الآتية من الشمس إلى سطح الأرض ولا تسمح بمرور الأشعة الحرارية ذات الموجات الطويلة الواردة من سطح الأرض نحو الغلاف الجوي فتمتص ما يعادل نحو 91% منها أ، ثم تبثها مرة أخرى نحو سطح الأرض مما يؤدي إلى تراكمها واحتباسها بالقرب من سطح الأرض فتتسبب في تسخين الهواء المحيط به وهو ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري.

ويعد الاحتباس الحراري ظاهرة طبيعية تنظم الإشعاع الشمسي و الأرضي وتتـــسبب في دفء الأرض وحفظ حرارتما.

2. ظاهرة الاحتباس الحراري غير الطبيعية: ويقصد به الاحتباس الحراري الناتج بفعل الغازات المنبعثة مسن مصادر بشرية مثل دخان المصانع ومركبات النقل وآلات الاحتراق ومحطات إنتاج الطاقة الكهربائية وغيرها من صور النشاط البشري المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري، ونتيجة لزيادة انبعاثات الغازات من مصادر بشرية تتغير خصائص الهواء في التروبوسفير الأدني ونسب مكوناته الغازية وبالتالي نسب امتصاص وانعكاس الأشعة الشمسية وهي في طريقها إلى سطح الأرض، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى حدوث تقلبات مناحية مفاحئة، وأخرى تتنامى على المدى الطويل وتنذر بالخطر خلال العقود القليلة القادمة، وتحولت ظاهرة الاحتباس الحراري في الوقت الحاضر إلى مشكلة بيئية تأتي على رأس قائمة المشكلات البيئية التي تعاني منها الكرة الأرضية.

3. الآثار البيئية لظاهرة الاحتباس الحراري غير الطبيعية: من بين أهم الآثار البيئية المرتبطة بزيادة فعالية الاحتباس الحراري وارتفاع حرارة الأرض²:

- انخفاض كمية الأمطار الساقطة وحدوث الجفاف؟
- ظهور ظاهرة النينو وسقوط أمطار غزيرة تتسبب في فيضانات؟

2. محمد إبراهيم محمد شرف. مرجع سابق، ص94.

· حغرافية المناخ و السئة مصن دل العرفة الج

¹. محمد إبراهيم محمد شرف. **جغرافية المناخ والبيئة**. مصر: دار المعرفة الجامعية، 2008، ص93.

- تزايد قوة الأعاصير المدارية وحجم خسائرها؟
- ارتفاع مستوى سطح البحر وانحسار الجليد، الأمر الذي أصبح ينذر بالخطر الذي يمكن أن تتعرض لـــه بعض المدن الساحلية والجزر في المحيطات.

ثانيا: استتراف طبقة الأوزون

يعد غاز الأوزون من أهم غازات الغلاف الجوي على الرغم من ضآلة نسبته، وذلك لأن عمليات تكوين جزيئاته تعتمد على استهلاك الأشعة فوق البنفسجية، ويستقر أعلى تركيز للأوزون على هيئة طبقة يتراوح مستواها بين 25 إلى 30 كم فوق مستوى سطح البحر¹، ويؤدي أي تغير في نسبة تركيز الأوزون إلى تغير سمك طبقته وبالتالى في تغير كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تستقبلها الأرض.

تتعرض طبقة الأوزون إلى خطر التحلل والتفكك والتدمير بسبب مايصلها من ملوثات هوائية منبعثة من سطح الأرض تتفاعل معها وتفككها وتحولها إلى عناصر أخرى من جهة، وبسبب بعض عمليات الغلاف الجوي من جهة أخرى، وتعد مركبات الكلوروكربون(CFSs)الصناعية أكثر تلك الملوثات المؤدية إلى تفكك الأوزون، وتشكل أكاسيد النيتروجين ثاني أكبر الغازات خطورة.

ثالثا: الأمطار الحمضية

تعد الأمطار الحمضية محصلة التلوث الهوائي الناتج بفعل زيادة انبعاث الغازات من عمليات الاحتراق للوقود الأحفوري المرتبطة بالنشاط البشري وهي تتسبب في أضرار بيئية خطيرة جعلتها تصنف ثالث أهم المشكلات البيئية التي تعاني منها الأرض، وتعرف بألها إتحاد كيميائي بين جزيئات الماء الموجودة بالهواء مع جزيئات بعض الغازات الموجودة بالهواء أيضا أو المترسبة فوق سطح الأرض مكونة مركبات ممضية ، فعلى سبيل المثال عندما تتحد كيميائيا جزيئات الماء H_2O الموجودة في الجو مع جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ينتج حمض الكربونيك، وتشكل غازات ثاني أكسيد الكبريت، وأكسيد النايتروجين أهم غازات الغلاف الجوي المسبة للحمضية .

تتسبب الأمطار الحمضية في عديد من الأضرار على الأنظمة البيئية المتنوعة، ويعد النظام البيئيي المائي أكثر الأنظمة البيئية تضررا منها، وتؤدي هذه الأمطار إلى إحداث تغير في طبقة التربة الزراعية وتذيب عددا من العناصر والمركبات التي تسري إلى جوف التربة، وقد تظهر نتيجة لذلك في المياه الجوفية التي قد تستخدم في الشرب أو ري المزارع، بحيث تعمل الأمطار الحمضية على زيادة الحموضة في التربة مما يؤثر في حياة أحياء التربة ويلحق الضرر في خصوبتها وتؤدي إلى موت جذور النباتات.

². المرجع نفسه، ص373.

 3 . حسين علي السعدي. مرجع سابق، ص 3

¹. المرجع نفسه، ص351.

المطلب الثالث: العلاقة بين تكلفة الإنتاج والآثار البيئية الناجمة عنها

إن قدرة البيئة على امتصاص النفايات الملوثة محدودة، وتتجلى في صنفين أساسيين من التكاليف البيئية: التكاليف «الخارجية»، وهي التي يفرضها إفساد البيئة على المجتمع ولا تؤثر في الحسابات المالية لمستهلكي الطاقة ومنتجيها، والتكاليف «المدخلة» وهي الزيادات على النفقات المالية التي تفرضها تدابير تمدف إلى خفض التكاليف الخارجية.

وكلا هذين الصنفين من التكاليف البيئية كانا وما يزالان في ازدياد لأسباب كثيرة منها:

- تناقص الجودة في تجمعات إنتاج الوقود ومواقع تحويل الطاقة وضرورة نقل المزيد من المواد إلى مسافات أبعد وبناء منشآت أكبر؟
- تنامي حجم النفايات الملوثة من منظومات الطاقة وضرورة إشباع قدرة البيئة على امتصاص مثل هذه النفايات من دون أن تصاب بالتلوث؟
 - ميل نفقات التحكم في التلوث إلى الزيادة مع ارتفاع نسبة التلوث.

إن ارتباط معدلات استهلاك الطاقة المتزايدة مع انخفاض الجودة في الموارد يتطلب التخلص من نسبة متزايدة من الملوثات للإبقاء على مستوى الضرر على حاله، وهذا يعني زيادة التكاليف المدخلة، إضافة إلى أن الاهتمام المجتمعي والسياسي بالبيئة يطيل وقت اختيار مواقع منشآت الطاقة والترخيص لها وبنائها، ويزيد في تواتر تعديل المشروعات ومواصفاتها قبل بدء التنفيذ وإبّانه مما يؤدي إلى ارتفاع آخر في التكاليف.

وإنه لمن الصعب تحديد مقدار إسهام هذه العوامل المختلفة في النفقات المالية للإمداد بالطاقة. والمشكلة أن العوامل التي لا صلة لها بالبيئة كثيراً ما تتداخل مع العوامل البيئية، فقد لا يحدث التأخر في الإنشاء مثلاً بسبب قيود التنظيم فحسب، بل بسبب مشكلات هندسية وإدارية وأخرى لها صلة بمراقبة الجودة أيضاً؛ ومع ذلك فإن الإدخال الفعلي للآثار البيئية أو محاولة ذلك يزيد ولا شك في التكاليف المالية للإمداد بمنتجات النفط وتكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية والطاقة النووية.

ويصعب تحديد آثار النفقات التي يتطلبها إنتاج الطاقة في الصحة والسلامة العامتين، فلم يتوصل الباحثون مثلاً إلى إجماع حول آثار تلوث الهواء من الوقود الأحفوري وعدد الوفيات الناجمة عن التعرض لمثل هذا التلوث وتباينت تقديراتهم حول تركيب الوقود وتقانة التحكم في تلوث الهواء.

وثمة شكوك كثيرة حول آثار الانشطار النووي في الصحة والسلامة، ويلاحظ في هذه الحالة أن التقديرات المختلفة تنجم حزئياً عن الفروق في مواقع المفاعلات، وحزئياً عن الشكوك التي تحوم حول التلوث الناتج في كل مرحلة من مراحل دورة الوقود النووي، وخصوصاً إعادة معالجة الوقود والتصرف بنفايات مصانع اليورانيوم. وهناك فرضيات مختلفة حول آثار التعرض لجرعة منخفضة من الإشعاع وأكثر

هذه الشكوك يتركز حول احتمالات وقوع الحوادث الكبيرة في المفاعلات وفي مصانع إعادة المعالجة وفي نقل النفايات.

إن الأخطار التقديرية على الصحة العامة الناجمة عن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية بحرق الفحم أو بالطاقة النووية كثيرة جداً، وتراوح بين أخطار قليلة وأخطار شديدة التأثير مقارنة بالأخطار المحتملة الأخرى على السكان، وثمة أساس ضعيف في هذه المجالات لتفضيل أحد مصدري الطاقة المذكورين على الآخر.

إن حل هذه المعضلات يتطلب تبني إستراتيجية واضحة وأساليب ناجعة، ومن ذلك محاولة خفض التكاليف البيئية والاجتماعية لمصادر الطاقة الموجودة، وخفض إصدار أكاسيد الكبريت والنتروجين من الوقود الأحفوري وأنواع الوقود التقليدية.

خلاصة الفصل

بناء على ما سبق يمكن القول، بأن الطاقة الكهربائية هي ذلك الشكل من الطاقة الأكثر تنوعا استخداما والأسهل على التحكم، وإن أحد أهم مميزاتها هو تحويل مختلف أشكال الطاقة إلى طاقة كهربائية نظيفة تتميز بسهولة نقلها وتوزيعها على مستخدميها، ومن ثم تقوم أنواع مختلفة من الأجهزة الكهربائية بتحويل الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية لمختلف أشكال الطاقة الأخرى كالطاقة الحرارية، الحركية، الضوئية والكيميائية؛ وتعتبر الطاقة الكهربائية غير مسببة للتلوث بذاتها، كما توجد طرق متجددة بالكامل لإنتاجها، كاستخدام الرياح والماء وأشعة الشمس.

ومن خلال هذا الفصل تبين بأن الطلب على الطاقة الكهربائية في ارتفاع نتيجة عوامل عديدة، وأن الوقود الأحفوري سيظل الوقود الأساسي في إنتاج الطاقة الكهربائية بنسبة أكثر من 67 %، والاعتماد المتزايد على الوقود الأحفوري يؤدي إلى نضوب سريع للنفط والغاز الطبيعي، ناهيك عن التوترات الدولية المرتبطة بالتنافس على إمداداته؛ ويتسبب الاستعمال الكثيف واللاعقلاني للطاقة الأحفورية وحرقها في انبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة، والتي أدت إلى بروز ظاهرة الاحتباس الحراري التي قمدد العالم بكوارث بيئية خطيرة وتغيرات مناحية قد تؤثر على الكرة الأرضية سلبيا بشكل كبير، وبالتالي فإن إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي الحالي غير مستدام، بدلا من أن يوفر أساسا للتنمية للأجيال القادمة، فإنه يشكل خطرا عليها.

الفصل الثاني

خديات الطاقة الكهربائية والتنمية المستدامة

الفصل الثاني: تحديات الطاقة الكهربائية والتنمية المستدامة

تمثل الطاقة الكهربائية إحدى الركائز الأساسية للتطور الصناعي والتكنولوجي الذي يعرفه العالم اليوم، بل أصبح مقدار ما يستهلكه الفرد من الطاقة في بلد ما، مقياسا للنمو الاقتصادي وانعكاسا لمستوى التنمية التي حققها هذا البلد؛ ومع تطور الحياة الاقتصادية والارتفاع في النمو السكاني، زاد الطلب على الطاقة الكهربائية بشكل كبير، وتمكن الإنسان من توفيرها من خلال مصادر الطاقة الأحفورية من فحم وبترول وغيرها، إلى درجة أصبحت هذه المصادر المحرك الأساسي لعجلة الحياة في مختلف مجالاتها، هذه الوضعية بقدر ما قدمت للبشرية من تقدم ورفاهية، بقدر ما خلفت من آثار سلبية على البيئة والتنمية، وقد بدأ العالم يدرك الأبعاد الخطيرة لنموذج الطاقة القائم، والمتسم بالإدمان الكبير للاقتصاد العالمي على مصادر الطاقة الأحفورية الناضبة من جهة، والمهددة للبيئة من جهة أحرى، وهو ما ينعكس مباشرة على التنمية واستدامتها.

يتناول هذا الفصل تحديات الطاقة الكهربائية والتنمية المستدامة من خلال التطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها

المبحث الثاني: الطاقة الكهربائية وأبعاد التنمية المستدامة

المبحث الثالث: النموذج المستدام لصناعة الطاقة الكهربائية

المبحث الرابع: نظم وأساليب تحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في محطات الإنتاج الكهربائية المربائية

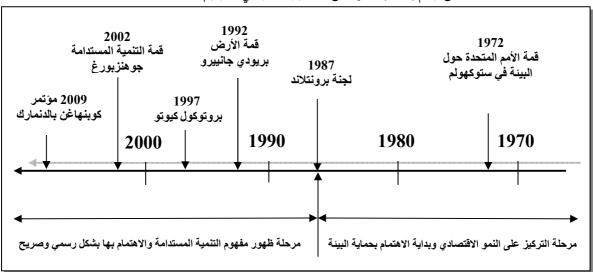
المبحث الأول: مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها

يَشهد العالم اليوم اهتماما بالغا بقضايا البيئة، وهذا لظهور التدهور المتزايد في البيئة الناتج عن الاستهلاك المفرط للطاقة والموارد الطبيعية وبالأخص الموارد غير المتحددة، لهذا ظهر ما يسمى بمفهوم التنمية المستدامة الذي يعالج قضايا البيئة وعلاقتها بالموارد الطبيعية والاقتصادية وكذا الاحتماعية والتكنولوجية من أجل صيانتها والمحافظة عليها للأجيال الحاضرة والمستقبلية.

يتناول هذا المبحث الأطر النظرية للتنمية المستدامة من خلال ثلاثة مطالب أساسية، حيث سيتم التطرق في المطلب الأول إلى السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة، وفي المطلب الثالث فيتناول أهدافها.

المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة

تطورت التنمية المستدامة تاريخيا نتيجة لقصور مفاهيم التنمية السابقة ونتيجة أيضا للتدهور البيئي الخطير الذي عرفته الكرة الأرضية بسبب النشاطات الإنسانية غير المسؤولة وبسبب الاستعمال اللاعقلاني للطاقة في العمليات التصنيعية الملوث للبيئة، وبالتالي عقدت الكثير من القمم والمؤتمرات التي عنيت بالبيئة وبكيفية تحسين النشاطات الاقتصادية بالشكل الذي يتماشى مع متطلبات البيئة، وقد ساهمت هذه المؤتمرات العالمية والاتفاقات الدولية المصاحبة لها في تطور مفهوم التنمية المستدامة بشكل كبير، والذي يمكن تقسيمه إلى مرحلتين كما هو مبين في الشكل رقم (1.2):



الشكل رقم (1.2): مراحل التطور التاريخي لمفهوم التنمية المستدامة

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

 JOUNOT Alain. 100 Questions pour comprendre et agir le développement durable, France: Afnor, 2004, P16.

المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة(1950-1987)

لعل أول فكرة لظهور الاهتمام بالبيئة ترجع إلى سنة 1950، حيث نشر الاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة (وهي منظمة عالمية أنشئت سنة 1948 ومقرها بسويسرا)، أول تقرير حول حالة البيئة العالمية، وهدف هذا التقرير إلى دراسة حالة ووضعية البيئة في العالم، وقد أعتبر هذا التقرير رائدا خلال تلك الفترة في مجال المقاربات المتعلقة بالمصالحة والموازنة بين الاقتصاد والبيئة في ذلك الوقت.

- في سنة 1968 أنشئ نادي روما، حيث ضم عدد من العلماء والمفكرين والاقتصاديين وكذا رجال أعمال من مختلف أنحاء العالم، دعى هذا النادي إلى ضرورة إجراء أبحاث تخص مجالات التطور العلمي لتحديد حدود النمو في الدول المتقدمة².

- في سنة 1971 ينشر نادي روما تقريرا مفصلا حول تطور المجتمع البشري وعلاقة ذلك باستغلال الموارد الاقتصادية، وتوقعات ذلك حتى سنة 2100 ، ولعل من أهم نتائجه، هو انه سيحدث حللا خلال القرن الواحد والعشرين بسبب التلوث واستتراف الموارد الطبيعية وتعرية التربة وغيرها 8 ؛ كما تم نشر دراسة جاي فورستر بعنوان "حدود النمو" والتي تضمنت نموذج رياضي لدراسة خمسة متغيرات أساسية بارزة وهي استتراف الموارد الطبيعية ، النمو السكاني ، التصنيع ، سوء التغذية ، تدهور البيئة ، حيث أبرزت هذه الدراسة اتجاهات هذه المتغيرات الخمسة وأثرها على كوكب الأرض ، وذلك لمدة ثلاثين سنة 4 .

- في سنة 1972 تنعقد قمة الأمم المتحدة حول البيئة في ستوكهو لم، ركزت على المسائل البيئية ودعت إلى إنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة وإلى اعتماد إعلان استوكهو لم بناء على ما يأتي:

" لقد أصبح الدفاع عن البيئة البشرية للأجيال الحاضرة والمستقبلية وتحسينها هدفا ملحا للجنس البشري، أي هدفا يتعين العمل معا على تحقيقه بالتناغم مع الأهداف المحددة والأساسية للسلام والتنمية الاقتصادية من حول العالم"؛ و"بهدف تأمين إدارة أكثر رشدا للموارد، وبالتالي تحسين البيئة، على الدول أن تعتمد مقاربة متكاملة ومنسقة لتخطيطها الإنمائي حتى تتلاءم التنمية مع الحاجة إلى حماية البيئة وتحسينها" 5.

¹. AUBERTIN Catherine et DOMINIQUE Franck. Le Développement durable enjeux politiques économiques et sociaux. Paris: IRD Edition, 2005, P45.

^{2.} محمد عبد البديع. اقتصاد حماية البيئة. مصر: دار الامين للنشر والتوزيع، 2000، ص294.

³. DUBIGEON Olivier. **Mettre en pratique le développement durable**. 2^{ème} édition. Paris : Editions Village Mondial, 2005, P218.

^{4.} عمار عماري. إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها. في: منشورات مخبر الشراكة و الاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو – مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص36.

⁵ رمزي سلامة. التنمية المستدامة: تطور المفهوم من وجهة نظر الأمم المتحدة [على الخط]. في: مؤسسة الفكر العربي. متاح على: http://www.arabthought.org/node/673 ماي 2011).

- في سنة 1982 وضع برنامج الأمم المتحدة للبيئة تقريرا عن حالة البيئة العالمية وكانت أهمية التقرير أنه مبني على وثائق علمية وبيانات إحصائية أكدت الخطر المحيط بالعالم، وأشار إلى أن أكثر من 25 ألف نوع من الخلايا النباتية والحيوانية كانت في طريقها إلى الانقراض، وأن ألوفا غير المعروفة يمكن أن تكون قد احتفت لهائيا؛ كما أفاد التقرير أن الأنشطة البشرية أطلقت عام 1981 في الهواء 990 مليون طن من أكسيد الكبريت و68 مليون طن من أكسيد النتروجين و 57 مليون طن من المواد الدقيقة العالقة، و177 مليون طن من أول أكسيد الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة أقلية العالقة العالقة العالقة العالمة على المواد الدقيقة العالمة الكبرية ومتنقلة أقلية العالمة الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة أقلية العالمة الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة أقلية العالمة المواد الدقيقة العالمة الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة أقلية العالمة المواد الدقيقة العالمة المواد الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة أقلية المواد الدقيقة العالمة المواد الكربون من مصادر ثابتة ومتنقلة ألية المواد الدقيقة العالمة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد المواد الدقيقة المواد الدقيقة المواد المواد المواد المواد الدقيقة المواد المواد

- في نفس السنة1982 أقرت الجمعية العامة للأمم المتحدة، الميثاق العالمي للطبيعة، الهدف منه توجيه وتقويم أي نشاط بشري من شانه التأثير على الطبيعة، ويجب الأخذ بعين الاعتبار النظام الطبيعي عند وضع الخطط التنموية، وأن الجنس البشري هو جزء من الطبيعة التي تعد مصدر الطاقة والمواد الغذائية.

المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي(1987-2009)

- في سنة 1987 قدمت اللجنة الدولية للبيئة والتنمية التابعة للأمم المتحدة تقريرا بعنوان "مستقبلنا المشترك" ويعرف كذلك بتقرير بورتلاند حيث اظهر التقرير فصلا كاملا عن التنمية المستدامة، وتم بلورة تعريف دقيق لها، وأكد التقرير على انه لا يمكننا الاستمرار في التنمية بهذا الشكل ما لم تكن التنمية قابلة للاستمرار ومن دون ضرر بيئي ، وأدركت هذه اللجنة والأجهزة التابعة لها أن هناك حاجة ماسة لتغيير مفهوم التنمية، للذلك نبهت رئيسة وزراء النرويج (Gro Harlem Brundtland) في ذلك الوقت باعتبارها رئيسة اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، إلى مخاطر المشاكل البيئة العالمية المتفاقمة من عام لآخر نتيجة للنشاطات البشرية غير المسؤولة، وكذلك نبهت إلى ضرورة محاربة كافة أشكال الفقر في العالم، كما نبهت إلى ضرورة محاربة مختلف المشاكل الأخرى المتعلقة بشتى مجالات التنمية من الإنتاج والاستهلاك، لهذا يعتبر تقرير برنتلاند نقطة التحول الأساسية لبلورة المفهوم المحدد والدقيق للتنمية المستدامة .

- في سنة 1992 انعقد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية بريو ديجانيرو (مؤتمر قمة الأرض) الذي أسس علاقة تربط التنمية الاقتصادية والاجتماعية بحماية البيئة، حيث خصص استراتيجيات وسياسات تحد من الأزمات البيئية في إطار تنمية قابلة للاستمرار وملائمة بيئيا، ومن أهم نتائج المؤتمر ما يلي 4:

1. وضع اتفاقية التغير المناحي: تحدد اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ إطارا عاما للجهود الدولية الرامية إلى التصدي للتحدي الذي يمثله تغير المناخ، و تنص الاتفاقية على أن هدفها النهائي هو تثبيت

^{1.} بوجعدار خالد. مساهمة في تحليل و قياس تكاليف أضرار و معالجة التلوث الصناعي: دراسة ميدانية على مصنع اسمنت حامة بوزيان. رسالة ماجستير. قسنطينة: جامعة منتوري، 1997، ص38.

². اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ترجمة محمد كامل عارف. **مستقبلنا المشترك**. الكويت: سلسلة كتب عالم المعرفة، 1989، ص427.

³. BAADACHE Farid. Le développement durable tout simplement. Paris: Edition Eyrolle, 2008, P09.

⁴. The United Nations Conference on Environnement and Development. Publication [en ligne]. Disponible sur :< http://www.un.org/esa/desa/aboutus/dsd.html >.(Consulté le 21/03/ 2011).

انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون إلحاق الضرر بالنظام المناحي، حيث تلزم الاتفاقية الأطراف الموقعة عليها بإعداد تقارير دورية تحتوي على معلومات عن انبعاث غازات الاحتباس الحراري، والخطوات التي اتخذها في سبيل التحكم في تلك الغازات، كما تنص الاتفاقية على تشجيع واستخدام تكنولوجيات لا تلحق ضرر بالمناخ وتيسير نقلها إلى الدول النامية.

- 2. وضع اتفاقية التنوع البيولوجي: تسعى هذه الاتفاقية الدولية إلى تحقيق ثلاث أهداف: حفظ التنوع البيولوجي، الاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد البيولوجية، فالهدف العام الذي تهدف إليه هو تشجيع الأعمال التي تقود إلى مستقبل مستدام خاصة مع تزايد الاعتراف بأن التنوع البيولوجي هو أحد الأصول العالمية ذات قيمة كبيرة للأجيال الحاضرة والمقبلة.
- 3. إعلان ربو: يهدف إعلان ربو الذي أقرته قمة الأرض إلى إقامة مشاركة عالمية حديدة ومنصفة عن طريق إيجاد مستويات حديدة للتعاون بين الدول وقطاعات المجتمع الرئيسية لحماية النظام العالمي للبيئة والتنمية حيث أقر هذا الإعلان 27 مبدأ لتوجيه العمل البيئي والتنموي، بعض هذه المبادئ تتناول الاهتمامات التنموية في التركيز على الحق والحاجة إلى التنمية ومكافحة الفقر في حين تركز مبادئ أحرى على حقوق و أدوار المجموعات الاحتماعية.
- 4. جدول أعمال القرن 21: تعد أحندة القرن 21 انجازا تاريخيا هاما من حيث ألها أدمجت الاهتمامات البيئية والاقتصادية والاجتماعية في إطار واحد للسياسات، وتحتوي الأجندة على مجموعة واسعة النطاق من توصيات العمل حيث تضم 2500 توصية، يما في ذلك مقترحات مفصلة لكيفية الحد من أنماط الاستهلاك اللاعقلاني للموارد وتشجيع الزراعية المستدامة وحماية الغلاف الجوي والحيطات والتنوع البيولوجي أ.

وتعتبر قمة "ريودي جانيرو" بمثابة نقطة تحول أخرى في مفهوم التنمية المستدامة، إذ أدت إلى زيادة الوعي العالمي بالمسائل البيئية، وخطت خطوات كبيرة نحو إيجاد التزامات دولية باتخاذ إجراءات حمائية للبيئة من أخطار التلوث، وتم التأكيد على مفهوم التنمية المستدامة، بمدف أن لا يكون التقدم الاقتصادي الحالي على حساب تعريض مستقبل الأجيال القادمة للخطر.

- في سنة 1997 إقرار بروتوكول كيوتو الذي اعتمد على مواصلة تنفيذ جدول أعمال القرن 21، حيث تتحدد أهداف البروتوكول بالدرجة الأولى إلى الحد من انبعاث الغازات الدفيئة، بتثبيت مستويات غازات الاحتباس الحراري عند مستوى يحول دون حدوث تداخل خطير مع النظام المناخي من خلال آلية التنمية النظيفة والتنفيذ المشترك، والتحكم في كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات الاقتصادية المختلفة وزيادة

¹. The United Nations Conference on Environnement and Development. Publication[en ligne]. disponible sur :< http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/basicinfo/agenda21.html >. Consulté le (22.05.2011).

استخدام نظم الطاقة الجديدة والمتحددة 1 ، إضافة إلى زيادة المصبات المتاحة لامتصاص الغازات الدفيئة، وقد التزمت 38 دولة بتخفيض الغازات الدفيئة بنسبة 52% إلى غاية 2012 بالمقارنة بالمستويات التي سجلتها خلال 1990، في حين امتنعت الولايات المتحدة الأمريكية عن المصادقة على البروتوكول على الرغم من أنها تعد أكثر الدول إصدارا لإنبعاثات الاحتباس الحراري 2 .

كما أقر بروتوكول كيوتو إنشاء آلية التنمية النظيفة، وتقوم الدول الصناعية بموجبها بتمويل مشاريع في الدول النامية، على أن يحسب أي تخفيض في الانبعاثات نتيجة لتنفيذ تلك المشاريع كجزء من تنفيذ الدول الصناعية الممولة لالتزاماتها المنصوص عليها في البروتوكول؛ ومن أهم الإجراءات والتدابير التي نص عليها البروتوكول والتي يتوجب على الدول الصناعية اتخاذها لتنفيذ التزاماتها سواء بالتعاون أو بالتنسيق فيما بينها، كما يلي 3:

- رفع كفاءات الطاقة في جميع القطاعات الاقتصادية؟
- حماية مصارف غازات الاحتباس الحراري كالغابات وزيادة مساحة الغطاء الأحضر وتحسين أساليب الزراعة؛
- التوسع في زيادة استخدام مصادر الطاقة البديلة وتطوير تقنيات التخلص من ثاني أكسيد الكربون؟
 - استخدام أدوات السوق وإزالة الإعانات المالية في القطاعات الرئيسة؟
 - الحد من انبعاث غاز الميثان في عمليات إنتاج ونقل وتوزيع الطاقة؟
- تخفيف الآثار السلبية لتغيير المناخ، وكذلك الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، خاصة على الدول النامية وعلى وجه الخصوص الدول التي تعتمد اقتصادياتها على الوقود الأحفوري.
- في سنة 2002 تم التأكيد في القمة العالمية للتنمية المستدامة التي عقدت في جوهانسبرغ على ضرورة أن تستكمل كافة الدول وضع إستراتيجية للتنمية المستدامة بحلول عام 2005 وقد أكدت مقررات جوهانسبرغ على أن أولويات التنمية المستدامة والتي تتركز في المسائل الأساسية التالية : المياه، الطاقة، الصحة، الزراعة والتنوع البيولوجي، بالإضافة إلى الفقر، التجارة، التمويل، نقل التكنولوجيا، الإدارة الرشيدة، التعليم والمعلومات والبحوث.

^{1.} الأمم المتحدة. بروتوكول كيوتو. نيويورك: الأمم المتحدة، 2005، ص 2.

².The United Nations Conference on Environnement and Development.Publication[en ligne]. Disponible sur : < http://www.un.org/ar/climatechange/the-un-climate-change-convention-and-the-kyoto-protocole.shtml > (Consulté le 22 /05/ 2011).

^{3.} رولا نصر الدين. "آ**لية التنمية النظيفة في بروتوكول كيوتو**". مجلة النفط والتعاون العربي، 2008، المجلد34، العدد 124، ص181.

^{4.} الأمم المتحدة. **قمة جوهتربورج لعام 2002** [على الخط]. متاح على:</<u>/http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/</u></

وكان المؤتمر يهدف إلى تأكيد الالتزام الدولي بتحقيق التنمية المستدامة من حلال:

- تقويم التقدم المحرز في تنفيذ جدول أعمال القرن 21 الصادر عن مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية عام 1992؛
 - استعراض التحديات والفرص التي يمكن أن تؤثر في إمكانات تحقيق التنمية المستدامة؟
 - اقتراح الإجراءات المطلوبة اتخاذها والترتيبات المؤسسية والمالية اللازمة لتنفيذها؛
 - تحديد سبل دعم البناء المؤسسي اللازم على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية.
- في مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغيير المناخ، الذي انعقد ببابل اندونيسيا في ديسمبر 2007، اتفقت 187 دولة على الشروع في عملية للتفاوض الرسمي طيلة عامين لتعزيز الجهود الدولية الرامية إلى مواجهة مشكلة الاحتباس الحراري، ومن القضايا الرئيسية الواردة تحت ما يسمى خطة عمل بالي قضية تميئة سبل للتقليل من انبعاثات الغازات الدفيئة، وإيجاد طرق لنشر التكنولوجيا التي تتسم بمراعاة المناخ والتكيف من تغيرات المناخ والدعم المالي للدول النامية كما تضمنت الخطة مخططا طموحا لبلوغ اتفاق عالمي طويل الأجل في مؤتمر كوبماغن لعام 2009.
- في ديسمبر 2009 انعقد مؤتمر كوبنهاغن بالدنمارك، ويعد هذا المؤتمر نتيجة لعملية تفاوضية مكثفة استمرت سنتين والتي بدأت في عام 2007 في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغيير المناخ في بالي، ويهدف هذا المؤتمر التوصل إلى اتفاق بشأن المناخ يمكن أن يسري عقب انقضاء فترة الالتزام الأولى لاتفاق كيوتو التي تنتهي مع نهاية 2012.

المطلب الثانى: مفهوم التنمية المستدامة

مر مفهوم التنمية بمراحل تعكس كل منها طبيعة وظروف الدول النامية ومراحل نموها من حيث طبيعة هياكلها الاقتصادية والاجتماعية والسياسية وكذا طبيعة علاقتها بالأنظمة الدولية، فخلال سنوات الأربعينيات والخمسينيات من القرن الماضي، كان ينظر للتنمية على ألها الارتفاع في مستوى دخل الفرد، أما خلال عقد الستينيات فقد أصبح مفهوم التنمية يعني مدى قدرة الاقتصاد الوطني على تحقيق زيادة سنوية في الناتج الوطني أعلى من معدل الزيادة السكانية²، وقد كان نمو متوسط الدخل خلال تلك الفترة يمثل الهدف الرئيسي للتنمية، ولكن خلال السبعينيات وبعد أن صاحب ارتفاع معدل النمو الاقتصادي زيادة في أعداد الفقراء، وارتفاع في معدلات البطالة، فقد أعيد تعريف مفهوم التنمية لتصبح عملية تخفيض أو القضاء على الفقر، وسوء توزيع الدخل، والبطالة من خلال الزيادة المستمرة في معدلات النمو الاقتصادي؛ ثم تطور

¹. The United Nations Conference on Environnement and Development. Publication[en ligne]. disponible sur :< http://www.un.org/ar/climatechange/themes.shtml > (Consulté le 22 mar 2011).

^{2.} جميل طاهر. النفط والتنمية المستديمة الأقطار العربية. الكويت: المعهد العربي للتخطيط، 1997، ص2.

هذا المفهوم ليعني النهوض الشامل للمجتمع بأسره من خلال إشباع الحاجات الأساسية للفرد، حيث رفعت المنظمة العالمية للعمل شعار (إشباع الحاجات الأساسية) مفضلة هذا المعيار على معيار متوسط الدخل¹.

وفي الوقت الذي تزايدت فيه الدعوات إلى مراعاة الأبعاد الاجتماعية للتنمية، خاصة قضايا الفقر والبطالة، والتهميش، إضافة إلى الجوانب البشرية التي تحتم بمدى نجاح التنمية المحققة في تلبية حاجات البشر الأساسية وتحسين نوعية الحياة، فقد بدأت القضايا البيئية تحتل حيزا متزايدا في الاهتمامات الدولية، خاصة مع تحول العديد من جوانبها إلى قضايا عالمية وثيقة الصلة بالسلوك البشري في المجال الاقتصادي وأساليب التنمية المنتهجة، وتحول مفهوم تواصل التنمية من بناء القدرة الذاتية للمجتمع الوطني على تحقيق التنمية لأجياله المتعاقبة، إلى قدرة المجتمع العالمي على مواصلة الحياة واستمرار النهوض بمستويات المعيشة للأجيال اللاحقة على كوكب الأرض، وأدى الجمع بين البعد البيئي والبشري إلى ظهور مصطلح التنمية المستدامة، حيث ترتبط على قدرة الإطار البيئي على تلبية الاحتياجات البشرية عبر الزمان والمكان.

يشير مفهوم الاستدامة من الناحية اللغوية حسب المصطلح الإنجليزي(sustainability) إلى القابلية للدوام والحفظ من التدني، وهذا المفهوم يمكن أن يمثل موقفا ساكنا، بمعنى أن استدامة التنمية يمكن أن تتحقق إذا احتفظ الإنتاج بمستواه الحالي، بينما يجب النظر إلى الاستدامة كموقف ديناميكي يعكس الاحتياحات المتغيرة لسكان متزايدين، وقد بذلت الكثير من الجهود ولا زالت لتحديد دقيق لهذا المفهوم.

و يعود أول استخدام لمصطلح التنمية المستدامة لناشطين في منظمة غير حكومية تدعى باسم (World Widelife Fund)، وترجم إلى العربية بعدة مسميات منها التنمية القابلة للإدامة، للاستمرار، للمواصلة، المبيئة المحتملة... وغيرها.

يعتبر التعريف الذي ورد في تقرير برنتلاند (مستقبلنا المشترك) الذي صدر عام 1987 عن اللجنة العالمية للتنمية والبيئة برئاسة رئيسة وزراء النرويج السابقة (GroHarlem Bruntland)، أول تعريف صريح ومؤسس للتنمية المستدامة، حيث تم تعريفها على ألها "التنمية التي حاجات الحاضر دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة في تلبية حاجاتهم"²، وتضمن تعريف برنتلاند مبدأين أساسيين هما:

- الحاجات: وتعني الحاجات الأساسية التي يجب تلبيتها لجميع أطراف المحتمع بالشكل الذي يضمن تحقيق عدالة اجتماعية متواصلة عبر الزمن؛
- ♣ فكرة تحديد الاستغلال اللاعقلاني للموارد المتاحة، وترك المجال للأحيال اللاحقة للوفاء باحتياحاتها. ومنذ ذلك أصبحت التنمية المستدامة مصطلحا مسلما به من قبل المنظمات الدولية، الإقليمية والمحلية، الحكومية منها والخاصة، فوردت الكثير من التعاريف للتنمية المستدامة يمكن عرض أهمها فيما يلى:

[.] محمد محمود الإمام. الطريق الرابع نحو تنمية تكاملية مستقلة. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2001 ، ص88، 89.

^{2.} اللجنة العالمية للبيئة والتنمية. مرجع سابق، ص69.

بالنسبة للبنك الدولي، "التنمية المستدامة هي تنمية تلبي احتياجات المجتمعات في الوقت الحالي دون المساس بقدرة أحيال المستقبل على تحقيق أهدافها، وبما يسمح بتوفير فرص أفضل من المتاحة للحيل الحالي لإحراز تقدم اقتصادي واجتماعي وبشري، والتنمية المستدامة حلقة الوصل التي لا غنى عنها بين الأهداف القصيرة الأجل والأهداف طويلة الأجل"1.

أما منظمة الأغذية والزراعة (FAO) فعرفتها على ألها: "إدارة قاعدة الموارد الطبيعية وصيانتها، وتوجيه التغيرات التكنولوجية والمؤسسية بطريقة تضمن تلبية الاحتياحات البشرية للأحيال الحالية والمقبلة بصورة مستمرة، فهذه التنمية المستدامة التي تحافظ على الأراضي والمياه والنبات والمواد الوراثية (الحيوانية) لا تحدث تدهورا في البيئة وملائمة من الناحية التكنولوجية وسليمة من الناحية الاقتصادية ومقبولة من الناحية الاحتماعية "2.

وحسب الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUTN)، التنمية المستدامة تعني "تحسين نوعية الحياة باحترام الطاقة الاستيعابية للنظام البيئي الذي تعتمد عليه "3".

ويرى مجلس حكومات استراليا (CAG) بأن التنمية المستدامة هي" استخدام موارد المجتمع وصيانتها حتى يمكن الخافظة على العمليات الايكولوجية التي تعتمد عليها الحياة وحتى يمكن النهوض بنوعية الحياة الشاملة الآن وفي المستقبل⁴.

كما عرف المبدأ الثالث الذي تقرر في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية الذي انعقد في ريو دي حانيرو سنة 1992 التنمية المستدامة بأنها "ضرورة انجاز الحق في التنمية "أ،حيث تتحقق بشكل متساو الحاجات التنموية والبيئية لأحيال الحاضر والمستقبل، وأشار المؤتمر في مبدئه الرابع أن تحقيق التنمية المستدامة ينبغى أن لا يكون بمعزل عن حماية البيئة بل تمثل جزءا لا يتجزأ من عملية التنمية.

وعرفها وليم رولكز هاوس (W.Ruckelshaus) مدير حماية البيئة الأمريكية على أنها، "تلك العملية التي تقر بضرورة تحقيق نمو اقتصادي يتلاءم مع قدرات البيئة، وذلك من منطلق أن التنمية الاقتصادية والمحافظة على البيئة هما عمليات متكاملة وليست متناقضة "6.

^{1.} بوعشة مبارك. التنمية المستدامة مقاربة اقتصادية في إشكالية المفاهيم والأبعاد. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو – مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص 943.

². Food and Agriculture Organization. Publication [en ligne]. Disponible sur :

< http://www.fao.org/docrep/004/x3307a/x3307a04.htm#P100_27977> (Consulté le 22 mar 2011).

³. LAZZERI Yvette, MOUSTIER Emmanuelle. **Le Développement durable: du Concept à la mesure**. Paris : L'HARMATTAN. 2008, P12.

⁴. FAO.Op,cit.

^{5.} دو حلاس موسشيت، ترجمة بماء شاهين. مبادئ التنمية المستدامة. مصر: الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، 2000، ص13.

^{6.} عثمان محمد غنيم و آخرون. التنمية المستديمة. ط1. عمان: دار الصفاء، 2007، ص25.

كما يعرفها (Edward BARBIER) بأنها، "ذلك النشاط الذي يؤدي إلى الارتقاء بالرفاهية الاجتماعية أكبر قدر ممكن، مع الحرص والحفاظ على الموارد الطبيعية المتاحة، وبأقل قدر ممكن من الأضرار والإساءة إلى البيئة"1.

كما عرفها(Serge LEPELTIER) وزير البيئة والتنمية المستدامة الفرنسي سابقا بأنها، "ترقية كفاءة استخدام الموارد عبر الزمن، وهي تنمية اقتصادية تراعي الجوانب الاجتماعية وتلتزم بالمتطلبات البيئية بشكل متواصل عبر الزمن".

وبالتالي يمكن القول أن التنمية المستدامة، هي تنمية مستمرة عبر الزمن، تعمل على الوفاء باحتياجات الجيل الحاضر دون الحد من قدرة الأجيال المستقبلية على الوفاء باحتياجاتها، إذا هي تسعى لتحسين نوعية حياة الإنسان، ولكن ليس على حساب البيئة، وهي في معناها العام لا تخرج عن كولها عملية استخدام الموارد الطبيعية بطريقة عقلانية، بحيث لا يتجاوز هذا الاستخدام للموارد معدلات تجددها الطبيعية وبالذات في حالة الموارد غير المتحددة، أما بالنسبة للموارد المتحددة، فإنه يجب الترشيد في استخدامها، إلى جانب محاولة البحث عن بدائل لهذه الموارد، لتستخدم رديفا لها لمحاولة الإبقاء عليها أطول فترة زمنية ممكنة، وفي كلا الحالتين فإنه يجب أن تستخدم الموارد بطرق وأساليب لا تؤدي إلى إنتاج نفايات بكميات تعجز البيئة عن امتصاصها وتحويلها وتمثيلها، على اعتبار أن مستقبل السكان وأمنهم في أي منطقة في العالم مرهون بمدى صحة البيئة التي يعيشون فيها.

المطلب الثالث: أهداف التنمية المستدامة

تسعى التنمية المستدامة من خلال آلياتها ومحتواها إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي يمكن تلخيصها فيما يلي:

- 1. تحقيق نوعية حياة أفضل للسكان: تحاول التنمية المستدامة من خلال عمليات التخطيط وتنفيذ السياسات التنموية لتحسين نوعية حياة السكان في المجتمع اقتصاديا واجتماعيا، عن طريق التركيز على المحوانب النوعية للنمو، وليس الكمية وبشكل عادل ومقبول وديمقراطي.
- 2. احترام البيئة الطبيعية: التنمية المستدامة تركز على العلاقة بين نشاطات السكان والبيئة وتتعامل مع النظم الطبيعية ومحتواها على ألها أساس حياة الإنسان، إلها ببساطة تنمية تستوعب العلاقة الحساسة بين البيئة الطبيعية والبيئة المبنية، وتعمل على تطوير هذه العلاقة لتصبح علاقة تكامل وانسجام.

.

¹. WAKERMAN Gabriel. Le Développement durable. France: édition ellipses, 2008. P31.

². AFNOR. **Guide pratique du développement durable un savoir-faire à l'usage de tous**. France : Afnor, 2005, P10.

- 3. تعزيز وعي السكان بالمشكلات البيئية القائمة: وتنمية إحساسهم بالمسؤولية تجاهها، وحثهم على المشاركة الفاعلة في إيجاد حلول مناسبة لها، من خلال مشاركتهم في إعداد وتنفيذ ومتابعة وتقييم برامج ومشاريع التنمية المستدامة.
- 4. تحقيق استغلال واستخدام عقلاني للموارد: تتعامل التنمية المستدامة مع الموارد الطبيعية على أنها موارد محدودة، ولذلك تحول دون استترافها أو تدميرها وتعمل على استخدامها وتوظيفها بشكل عقلاني.
- 5. ربط التكنولوجيا الحديثة بأهداف المجتمع: تحاول التنمية المستدامة توظيف التكنولوجيا الحديثة بما يخدم أهداف المجتمع، من خلال توعية السكان بأهمية التقنيات المختلفة في المجال التنموي، وكيفية استخدام المتاح والجديد منها في تحسين نوعية حياة المجتمع وتحقيق أهدافه المنشودة، دون أن ينجم عن ذلك مخاطر وأثار بيئية سالبة، أو على الأقل أن تكون هذه المخاطر والآثار مسيطرة عليها بمعنى وجود حلول مناسبة لها.
- 6. إحداث تغيير مستمر ومناسب في حاجات وأولويات المجتمع: وبطريقة تلاءم إمكانياته وتسمح بتحقيق التوازن الذي بواسطته يمكن تفعيل التنمية الاقتصادية، والسيطرة على جميع المشكلات البيئية ووضع الحلول المناسبة لها.

المبحث الثانى: الطاقة الكهربائية وأبعاد التنمية المستدامة

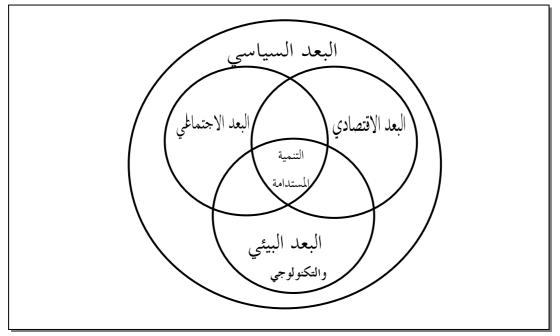
تعد الطاقة الكهربائية من العناصر الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تشكل إمداداتها عاملا أساسيا في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو، مما يوفر فرص العمل وتعمل على تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر، لذلك لابد من تعزيز برامج الطاقة الكهربائية بغرض انتشارها بشكل مقبول اجتماعيا وبيئيا لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة.

يتناول هذا المبحث الطاقة الكهربائية وأبعاد التنمية المستدامة من حلال ثلاثة مطالب أساسية، حيث يتطرق المطلب الأول إلى أبعاد التنمية المستدامة، وفي المطلب الثاني دور الطاقة الكهربائية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، أما المطلب الثالث فيبرز دور الطاقة الكهربائية في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية الثالثة.

المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة

التنمية المستدامة تنمية لا ترتكز على الجانب البيئي فقط، بل هي تشتمل أيضا على جوانب عديدة، فهي تنمية تتضمن أبعاد متنوعة و مترابطة و متكاملة فيما بينها ضمن إطار تفاعلي يتسم بالضبط والترشيد للموارد، والشكل رقم(2.2) يوضح الأبعاد المختلفة للتنمية المستدامة

الشكل رقم(2.2): أبعاد التنمية المستدامة



المصدر: صالح صالحي، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الاستخدامية للثروة البترولية في الجزائر. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة و المتوسطة في الفضاء الأورو – مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 87 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص872.

كما هو موضح في الشكل رقم(2.2) الترابط المتكامل ما بين البعد الاقتصادي والبعد البيئي والبعد الاحتماعي بحيث لا يمكن النظر إلى أي من هذه المكونات الثلاثة بشكل منفصل، فلابد من أن تكون النظرة التحليلية إليهم متكاملة معا، لكن دون إهمال للبعد السياسي الذي يعتبر الإطار العام لتنمية مختلف الأبعاد الثلاثة الأخرى، و من أهم هذه الأبعاد يمكن ذكر ما يلي:

أولا: البعد الاقتصادي

يتمحور البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة حول الانعكاسات الراهنة والمستقبلية للاقتصاد على البيئة، إذ يطرح مسألة اختيار وتمويل وتحسين التقنيات الصناعية في مجال توظيف الموارد الطبيعية، ووفقا للبعد الاقتصادي، تعمل التنمية المستدامة على تطوير التنمية الاقتصادية مع الأخذ بالحسبان التوازنات البيئية على المدى البعيد، باعتبار البيئة هي القاعدة والأساس للحياة البشرية والطبيعية، ويرمي البعد الاقتصادي إلى:

- 1. التوزيع العادل والاستغلال الأمثل للموارد: ذلك أن الواقع يشير إلى أن حصة الاستهلاك الفردي من الطبيعة في البلدان المتقدمة تمثل أضعاف ما يتحصل عليه الفرد في الدول النامية، الأمر الذي يستدعي من تلك الدول الانتقال من وضع يقوم على استراف الموارد وهدرها دون مراعاة حقوق الشعوب الأخرى إلى وضع يقوم على المحافظة على هذه الموارد وصيانتها وتجسيد الفرص المتكافئة والعادلة لجميع السكان، وهذا بدوره يعني أن التنمية المستدامة تسعى إلى تغيير مضمون النمو ليكون أقل استرافا وهدرا للموارد وأكثر عدلا في توزيع آثاره.
- 2. التوزيع العادل للدخول: إن نمو الإنتاج ليس هدفا إلا بقدر ما يكون وسيلة لهدف توزيعه بعدالة إذ لا قيمة ايجابية للإنتاج إلا بقدر ما تنعكس في مداخيل الناس والرفع من مستويات حياقهم المعيشية، وتبعا لتقرير اللجنة العالمية للبيئة فإن النمو السريع المرافق لتوزيع غير عادل للدخل هو أسوأ بكثير من النمو البطيء المصاحب لتوزيع عادل له أ؛ فعلى هذا النحو يبدو واضحا أن عدالة التوزيع عامل إنتاج وليس في أي حال من الأحوال عبئا عليه.
- 3. تعديل أغاط الاستهلاك لتصبح أكثر استدامة: تبقى سلوكيات الاستهلاك المفرط للموارد من قبل مجتمعات العالم الصناعي أحد أهم مسببات التدهور البيئي في الدول النامية، فمن أحل المحافظة على رفاهية الحياة في المجتمعات الصناعية، قامت هذه الدول باستتراف الموارد الطبيعية وخاصة في دول العالم الثالث بشكل مستمر من خلال الاستعمار العسكري والسياسي المباشر، ومن خلال السيطرة الاقتصادية والتجارة الممثلة حاليا في الشركات المتعددة الجنسيات؛ وحسب دراسات قامت بما مؤسسات مختصة بالتنمية

[.] اللجنة العالمية للبيئة والتنمية. مرجع سابق، ص80

المستدامة فإن العالم بحاجة إلى حوالي أربعة كواكب مثل كوكب الأرض لتوفير الموارد التي تكفي لجعل كل سكان العالم يعيشون ضمن الرفاهية التي يعيشها سكان العالم الصناعي، وهذا يعني ضرورة تغيير السلوكيات الاستهلاكية المفرطة في الدول الصناعية للمساهمة في رفع مستويات المعيشة والحياة في الدول النامي.

فالتنمية المستدامة تتطلب تغييرا في مضمون النمو، بما يجعله أقل كثافة في استخدام الموارد والطاقة، ويجعل آثاره أكثر إنصافا، وهذه التغييرات مطلوبة في جميع البلدان كجزء من جملة إجراءات لإدامة مخزون رأس المال البيئي، ولتحسين توزيع الدخل، والتقليل من درجة التعرض للأزمات الاقتصادية 1 .

ثانيا: البعد الاجتماعي

يركز البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة على أن الإنسان هو جوهر التنمية وهدفها النهائي، ويهتم بالعدالة الاجتماعية ومكافحة الفقر وتوزيع الموارد، بالإضافة إلى أهمية مشاركة الشعوب في اتخاذ القرارات والحصول على المعلومات التي تؤثر على حياهم بشفافية ودقة؛ وقد تبني مؤتمر قمة الأرض لعام 1992 فكرتين جديدتين في مجال التنمية، أولى هاتين الفكرتين الاستجابة لمطالب وحاجات الفقراء في العالم دون الإضرار بالبيئة، أما الثانية فتؤكد على وجود حدود لقدرة البيئة على تزويد البشرية بالمواد اللازمة لاستمرار النمو الاقتصادي2، وبغية معالجة الفقر وتحقيق التنمية المستدامة وتوفير بيئة سليمة صحيحة للجميع، يجب تقييم السياسات السائدة لمعرفة مدى فعاليتها، وما إذا كان القدر الكافي من الموارد البشرية والمالية قد خصص لتنفيذها، حيث يشكل زيادة الالتزام بالاستثمار في التعليم والعناية الصحية والسكن مكونا رئيسيا في أي إستراتيجية للتنمية المستدامة، وبذلك فالبعد الاحتماعي للتنمية المستدامة يرمى إلى 2 :

- تثبيت النمو الديموغرافي الذي أصبح يتم بمعدلات لا يمكن لقاعدة الموارد الطبيعية المتاحة استيعابها؛
- تحقيق العدالة الاجتماعية بين أفراد الجيل الحالي من جهة، ثم بين أفراد الجيل الحالي والمستقبلي من جهة أخرى؛
- تحسين الصحة التي تعتبر أساس رفاهية البشر وإنتاجهم لذلك فإن السياسة الصحية القائمة على قاعدة واسعة أمر أساسي للتنمية ولا يمكن النظر إليها بمجرد مفاهيم الطب العلاجي أو حتى بمفاهيم الاعتناء

¹. المرجع نفسه، ص 80،79.

^{2.} باتر محمد على ودرم. العالم ليس للبيع: مخاطر العولمة على التنمية المستدامة. الطبعة الأولى. عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، 2003، ص190.

^{3.} محمد سمير مصطفى. **التنمية الحضوية المستدامة في البرازيل. في**: الموسوعة العربية للمعرفة من احل التنمية المستدامة، ط 1. بيروت: الدار العربية للعلوم، 2006، ص 448.

الأكبر بالصحة العامة، فالحاجة تدعو إلى أساليب متكاملة تعكس الأهداف الصحية الرئيسية كإنتاج الغذاء، تأمين المياه و المرافق الصحية 1؛

- توسيع قاعدة المشاركة الشعبية في اتخاذ القرار والحكم بما يعزز ثقة الأفراد بأهمية دورهم؟
- توفير الفرص الاقتصادية والعدالة الاجتماعية وذلك بالعمل على توزيع المنافع الاجتماعية بشكل عادل.

ثالثا: البعد البيئي والتكنولوجي

يركز البعد البيئي للتنمية المستدامة على الحفاظ على الموارد الطبيعية والاستخدام العقلاني لها على أساس مستدام، ولتجسيد ذلك لا بد من الاهتمام بالعناصر التالي²:

- تحسين نظام إدارة النظم الايكولوجية والتنوع البيولوجي عن طريق تنفيذ برامج ووضع سبل حماية قانونية فعالة بدرجة أكبر؛
 - تحسين إدارة موارد المياه العذبة واستخدامها عن طريق تدابير وقائية؟
 - الاستخدام الرشيد للموارد غير المتجددة كالبترول والغاز لضمان نصيب الأجيال القادمة منها؟
 - الحد من ظاهرة التلوث البيئي التي أصبحت تهدد الحياة البشرية؟
- حماية المناخ من ظاهرة الاحتباس الحراري من خلال وضع مختلف الأدوات والسياسات التي من شألها التخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة.

إن آلية التنمية النظيفة التي وضعت في إطار بروتوكول كيوتو تركز على توفير إطار قانوني لفرص توزيع التكنولوجيا النظيفة وتميئة سوق لها مع زيادة الدعم الحكومي لأعمال البحث والتطوير الخاص بالتكنولوجيا المبتكرة والنظيفة، فالرقي بالتنمية المستدامة يتطلب جهدا منظما لتطوير ونشر تكنولوجيات جديدة تراعي البيئة، والبعد التكنولوجي للتنمية المستدامة يسعى للوصول إلى:

- تحسين كفاءة استهلاك الطاقة للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، حيث أشار التقرير الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ إلى وجوب تقليل الانبعاث بنسبة 50% بحلول عام 2050، ومن شأن التحسينات في كفاءة الطاقة أن تمثل غالبية هذه التخفيضات في الانبعاث؛
 - تقليل النفايات إلى الحد الأدبى مع تبني نظم تكنولوجية جديدة تساهم في إعادة تدويرها؟
- إزالة العقبات وتهيئة الحوافز اللازمة في مجال تشجيع المؤسسات على الحصول على تكنولوجيات ميسرة وسليمة بيئيا؟

¹. اللجنة العالمية للبيئة والتنمية. مرجع سابق، ص143.

^{2.} باتر محمد على وردم. مرجع سابق، ص205.

- التعاون على صعيد البحث والتطوير فيما يخص التكنولوجيا والتقنيات التي تعتمد على الطاقات المتجددة.

رابعا: البعد السياسي

يؤدي البعد السياسي إلى تحقيق التنمية السياسية المستدامة، التي تحسد مبادئ الحكم الراشد، وإدارة الحياة السياسية إدارة تضمن الشفافية والمشاركة في اتخاذ القرار، وتنامي الثقة والمصداقية وتوالي السيادة والاستقلالية للمحتمع بأحياله المتلاحقة أ.

المطلب الثانى: دور الطاقة الكهربائية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة

يعتبر توافر حدمات الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات البشرية ذو أهمية قصوى بالنسبة للركائز الأساسية الثلاثة للتنمية المستدامة، ويؤثر الأسلوب الذي يتم به إنتاج هذه الطاقة وتوزيعها واستخدامها على الأبعاد الاحتماعية والاقتصادية والبيئية لأي تنمية متحققة.

أولا: الطاقة الكهربائية والبعد الاجتماعي

تتضمن القضايا الاجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة الكهربائية، التخفيف من وطأة الفقر، وإتاحة الفرص أمام المرأة، والتحول الديمغرافي والحضري إذ يؤدي الوصول المحدود لخدمات الطاقة إلى تحميش الفئات الفقيرة وإلى تقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية؛ فحوالي ثلث سكان العالم لا تصل إليهم الطاقة الكهربائية، بينما تصل إلى الثلث الآخر بصورة ضعيفة، كما أن اعتماد سكان المناطق الريفية على أنواع الوقود التقليدية في التدفئة والطهي له تأثيرات سلبية على البيئة وعلى صحة السكان؛ ونتيجة للنمو السكاني المطرد يتطلب تحقيق التنمية المستدامة تطوير حياة الأفراد وتوفير ظروف معيشية ملائمة لهم خاصة في المناطق الفقيرة، ويعتمد ذلك على كفاءة إدارة الموارد المتاحة مع توفير فرص العمل المناسبة والظروف الصحية والتعليمية الملائمة لتعزيز النمو الاقتصادي بهذه المناطق، وكل ذلك يستلزم توفر مصادر طاقة كهربائية كافية ومنتظمة ومأمونة مما يتطلب القيام بما يلي 2:

• إدارة مصادر الطاقة الكهربائية المتاحة والحفاظ عليها بما يسمح بالوفاء باحتياجات السكان الأساسية؟

2. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية. بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ص5.

^{1.} صالح صالحي، التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الاستخدامية للشروة البترولية في الجزائر. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو – مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص943.

- تطوير البنية الأساسية في مواقع التجمعات البشرية والفقيرة على الخصوص وتزويدها بنظم الطاقة المناسبة للتنمية والتقنيات الملائمة للاستخدام في هذه المناطق؛
 - توفير نظم الطاقة والنقل المستدام لمختلف مناطق التجمعات البشرية.

ثانيا: الطاقة الكهربائية والبعد الاقتصادي

تتسبب أنماط الإنتاج و الاستهلاك السائدة في كثير من المحالات في هدر كبير للموارد الطبيعية وتؤدي إلى مشاكل بيئية تهدد البيئة المحلية والعالمية، وبما أن قطاع الطاقة الكهربائية يعتبر من القطاعات التي تتنوع بها أنماط الإنتاج والاستهلاك، والتي تتميز في معظمها بمعدلات هدر مرتفعة، وفي ظل الزيادة المطردة في الاستهلاك نتيجة للنمو السكاني فإن الأمر يتطلب تشجيع كفاءة إنتاج واستخدام، وقابلية استمرار موارد الطاقة، من خلال وضع سياسات وإجراءات لتحسين وترقية الكفاءة الإنتاجية والاستخدامية للطاقة، والمساعدة على تطبيق الإصلاحات القانونية والتنظيمية التي تؤكد على ضرورة الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية، وتنمية موارد الطاقة المتحددة، إضافة إلى تسهيل الحصول على التجهيزات المتسمة بالكفاءة في استهلاك الطاقة والعمل على تطوير آليات التمويل الملائمة.

تعتمد التنمية الاقتصادية المحلية، وبخاصة في المناطق الريفية، على توافر حدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي، من خلال تحسين التنمية الزراعية وتوفير فرص عمل خارج القطاع الزراعي، ومن المعلوم أنه بدون الوصول إلى خدمات طاقة ومصادر وقود حديثة يصبح توفر فرص العمل وزيادة الإنتاجية وبالتالي الفرص الاقتصادية المتاحة محدودة بصورة كبيرة، إذ أن توفر هذه الخدمات يساعد على إنشاء المشروعات المتناهية الصغر، وعلى القيام بأنشطة معيشية وأعمال خاصة يمكن إنجازها في غير أوقات ضوء النهار.

تعتبر الطاقة الكهربائية من المدخلات الأساسية لجميع الأنشطة الإنتاجية والخدمية الحديثة ولإعمال الاتصالات، ويمكن أن يتسبب انقطاع الطاقة في خسائر مالية واقتصادية واجتماعية فادحة، فالطاقة يجب أن تكون متوفرة طوال الوقت وبكميات كافية وأسعار ميسرة وذلك من أجل تدعيم أهداف التنمية الاقتصادية 1.

ثالثا: الطاقة الكهربائية والبعد البيئي

إن التأثيرات البيئية الناجمة عن استخدام الطاقة، وخاصة غير السليم منها، تظهر على مستويات عديدة محليًا وعالميًا، ويمكن أن تتسبب في عواقب مثل التصحر، والتحمض، وتلوث الهواء، والتغير المناخي ويمثل

1. فاتح بن نونة والطاهر خامرة. تحديات الطاقة والتنمية المستدامة. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو – مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص947.

احتراق الوقود الأحفوري أحد مصادر تلوث الهواء المدمرة للصحة، وكذلك انبعاثات غازات الدفيئة؛ وقد ثبت أن انبعاث الجزئيات الدقيقة الناشئة عن احتراق الفحم ووقود الديزل والجازولين يتسبب بصورة كبيرة في حدوث مشاكل في الجهاز التنفسي ويؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان؛ كما يعتبر حرق الفحم والخشب داخل المنازل، وكذا استخدام المنتجات البترولية أو الأنواع الأخرى من وقود الكتلة الحيوية مصدرًا رئيسيًا للتلوث في المنازل الريفية، لما تحتويه من كميات كبيرة من مواد سامة تؤدي إلى مشاكل في الجهاز التنفسي؛ كما تعتبر الطاقة الذرية التي تستعمل لإنتاج الطاقة الكهربائية في العديد من بلدان العالم مصدرًا غير آمن على الصحة والسلامة والبيئة و تتطلب جهودًا فنية و مالية هامة للسيطرة والتعامل مع نفاياتها.

المطلب الثالث: دور الطاقة الكهربائية في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية الثالثة

اعتمد المجتمع الدولي الأهداف الإنمائية للألفية في مؤتمر قمة الألفية للأمم المتحدة في 8 سبتمبر 12000، ومع أن هذه الأهداف لا تتضمن هدفا واضحا يتعلق بالطاقة الكهربائية، إلا أنه لا يمكن تحقيق أي منها دون توفير خدمات الطاقة الكهربائية الموثوقة وبأسعار مناسبة؛ وفيما يلي عرض لتلك الأهداف الإنمانية وإسهام الطاقة الكهربائية في تحقيقها:

أولا: القضاء على الفقر والجوع: إن الحصول على طاقة كهربائية موثوقة وسهلة المنال وبأسعار ملائمة ضروري للتخفيف من حدة الفقر وتحقيق النمو الاقتصادي، وتساعد إمدادات الطاقة الكهربائية بشكل أساسي في تحسين الحصول على المياه والأنشطة الزراعية والصناعية والعناية الصحية والتعليم وتوليد فرص العمل وتوافر وسائل النقل الحديثة، وتشجيع الأنشطة التجارية والصناعات الزراعية، وصنع وحفظ الأغذية الرئيسية، وزيادة الإنتاجية، وتأمين الري للزراعة، وتأمين وسائل الاتصال التي تسهل المعرفة، وزيادة ساعات العمل بسبب توفر الإنارة حلال ساعات الليل.

ثانيا: تعميم التعليم الإبتدائي: إن توفر الطاقة الكهربائية في المدارس والمنازل يساعد على الوصول إلى البرامج التعليمية الإذاعية والتلفزيونية ووسائل الاتصالات لمحو الأمية وتحصيل العلم والثقافة؛ كما أن توفر الطاقة الكهربائية يساعد على توفير الإنارة وتشغيل وسائل التعلم كالكمبيوتر، والترفيه كالراديو والمسجل والتلفزيون، وسواها من التجهيزات الكهربائية المترلية التي تؤمن الرفاه.

ثالثا: تعزيز المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة: إن وصول إمدادات الطاقة الكهربائية إلى المناطق الفقيرة والنائية يساعد المرأة على القيام بالأعمال المتزلية دون إرهاق، فتتمكن من ممارسة الأنشطة الثقافية والاقتصادية

^{1.} اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. تعزيز التعاون الإقليمي في مجال الطاقة من أجل التنمية المستدامة. نيويورك: الأمم المتحدة، 2009، ص12.

والاجتماعية والسياسية، مما يساهم في رفع مستواها الثقافي وبالتالي تمكينها؛ كما أن الإنارة الكهربائية في البيوت تساعد المرأة على متابعة القراءة والكتابة ليلا بعد ساعات العمل النهارية، ويرفع مستوى إنتاجيتها.

رابعا: تخفيض معدل وفيات الأطفال: إن توفر الطاقة الكهربائية يساعد على تأمين المياه النظيفة والصالحة للشرب، ويتيح حفظ الأغذية واللقاحات والأدوية في أجهزة التبريد ويزيل الأسباب التي قد تؤدي إلى وفيات الأطفال، كما أن وجود الإنارة يمكن المراكز الصحية والمستوصفات من تقديم حدماتها حتى في الليل لتلبية أكبر قدر ممكن من حاجات الرعاية الصحية أ.

خامسا: تحسين صحة الأمهات: إن تأمين الطاقة الكهربائية والإنارة في المستوصفات وأثناء الولادة، واستعمال الأجهزة الطبية، أمور تؤدي إلى خدمة صحية ملائمة تساهم في تخفيض الوفاة عند الولادة وتحسين صحة النساء.

سادسا: مكافحة فيروس نقص المناعة البشرية/الإيدز والملاريا وغيرهما من الأمراض: إن توفر الطاقة الكهربائية يجعل المراكز الصحية قادرة على تقديم الخدمات المطلوبة بشكل فعال، ويسهل تواجد الأطباء والممرضات فيها وتوفير التبريد والتجميد والتعقيم والخدمات الصحية الطارئة، كما يتيح استخدام وسائل الاتصالات كالراديو والتلفزيون للحصول على المعلومات والتوعية وزيادة المعرفة حول سبل مكافحة الأمراض القاتلة مثل الإيدز والملاريا والأمراض السارية الأخرى، ويولد فرصًا إنتاجية للأسرة وفرص عمل لزيادة الدخل، مما يساعد على رفع مستوى المعيشة وتحسين الظروف الصحية.

سابعا: كفالة الاستدامة البيئية: يمكن تخفيض الآثار الضارة لإنتاج الطاقة الكهربائية على البيئة بإدخال تقنيات حديثة مستدامة للإنتاج واستهلاكها بكفاءة عالية واستبدال الوقود التقليدي بوقود أنظف، واستخدام تقنيات الطاقات المتحددة.

ثامنا: إقامة شراكة عالمية من أجل التنمية: يتم ذلك من خلال إقامة نظام تجاري ومالي يتسم بالانفتاح والتقيد بالقواعد وعدم التمييز، والتعاون بين القطاعين العام والخاص والاستفادة من فوائد التكنولوجيات الجديدة وخدمات الطاقة الاقتصادية والموثوقة والملائمة بيئيا.

_

¹. المرجع نفسه، ص13.

المبحث الثالث: النموذج المستدام للطاقة الكهربائية

يتميز النموذج الطاقوي الحالي بهيمنة المصادر الأحفورية على إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، نظرا للعديد من الاعتبارات الاقتصادية، لكن عند أخذ الاعتبارات البيئية في الحسبان نجد أن هذا النموذج يحتاج إلى تعديل حوهري في إطار مبادئ التنمية المستدامة لتحقيق أهدافها المختلفة، ما يتطلب بالضرورة بلورة خيارات طاقوية إستراتيجية والمفاضلة بينها بالاعتماد على معايير ومبادئ التنمية المستدامة.

ويتناول هذا المبحث النموذج المستدام للطاقة الكهربائية من خلال ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم تحليل مدى استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالي، وفي المطلب الثاني التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث يتناول أهم ضوابط التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: تحليل مدى استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالى

يمكن القول عن نظام طاقوي ما أنه مستدام، إذا كان متوافقا مع أهداف التنمية الاقتصادية والعدالة الاجتماعية ببعديها المكاني والزماني، مع المحافظة على التوازن البيئي على المدى المتوسط والبعيد، وعلى هذا الأساس يمكن الحكم على أن النظام الطاقوي العالمي الحالي غير مستدام للأسباب التالية:

♣ غياب العدالة بين أفراد الجيل الحالي، أي العدالة ببعدها المكاني بين أفراد الجيل الحالي غير متكاملة وغير مضمونة الاكتمال في مجال الوصول إلى الخدمات الطاقوية المناسبة كميا ونوعيا، سواء على المستوى العالمي أو حتى على مستوى الدولة الواحدة، وباستثناء بعض الدول المتقدمة في هذا الجال، فثلث سكان العالم لا تتوفر لديهم حدمات طاقوية حديثة ومناسبة لتلبية مختلف احتياجاتهم من الطاقة الكهربائية، وهذا الفقر والاحتياج الطاقوي واللاعدالة موجود أساسا في المناطق الريفية للبلدان النامية؛

♣ تؤثر أيضا ندرة مصادر الطاقة الكهربائية 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 في جنوب الصحراء (80% - 90% من دول جنوب الصحراء الإفريقية تعاني ندرة حادة وصعوبة بالغة في توفير خدمات الطاقة الكهربائية المناسبة)¹؛ كما تؤثر ندرة الطاقة على الإنتاجية الصناعية والزراعية، ما يؤدي إلى انتشار البطالة والمجاعة وبالتالي تدبي مستويات معيشة الأفراد ما يستلزم انخفاض مستويات التنمية البشرية بشكل عام، وهذا ما يتنافى مع مبادئ التنمية المستدامة كما هو الحال في العديد من الدول الفقيرة.

¹. BONFILS Sibi. **Stratégies énergétiques pour le développement durable**. Canada : Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, 2008, P31.

♣ العدالة مابين الأحيال المتلاحقة (العدالة بالبعد الزمني)، أي ما بين الأحيال الحالية والأحيال المستقبلية غير موجودة وغير مضمونة في المجال الطاقوي، نتيجة للاستهلاك المفرط وغير العقلاني للمصادر الطاقوية الأحفورية (خاصة الغاز والبترول)، وبهذا الشكل من الاستغلال فإن هذه المصادر سوف تنفذ، وبالتالي سوف ترهن حقوق الأحيال المستقبلية من هذه الثروات الطاقوية، ومنه يجب إعادة النظر في طريقة الاستغلال الحالية للمصادر الطاقوية بشكل يتماشى مع متطلبات الاستدامة الزمنية.

♣ أما فيما يخص الجانب البيئي والصحي، فإنتاج الطاقة الكهربائية العالمي الحالي غير مستدام، حيث يتسبب الاستعمال الكثيف واللاعقلاني للطاقة الأحفورية وحرقها في انبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة (حوالي 80 % من الغازات الدفيئة عالميا مصدرها القطاع الطاقوي)¹، والتي أدت إلى بروز ظاهرة الاحتباس الحراري التي تهدد العالم بكوارث بيئية خطيرة وتغيرات مناخية قد تؤثر على الكرة الأرضية سلبيا بشكل كبير.

المطلب الثاني: التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية

يواجه التوجه نحو الطاقة المستدامة العديد من الصعوبات ذات الطابع التنظيمي خاصة في الدول النامية التي ليست لديها القدرات الكافية للاندماج في هذا المسار ومن أهم تلك الصعوبات:

أو لا:غياب أو ضعف التشريعات المحلية

تلعب التشريعات دورا هاما في تشجيع تبني النظم المستدامة للطاقة، عبر الإلزام بالتخلص من الأساليب الأدنى كفاءة أو الأكثر فقدا خاصة في القطاعات كثيفة الاستهلاك، غير أنه يلاحظ ضعف تلك التشريعات أو غيابها تماما في الدول النامية، ونتيجة لذلك لا يكون هناك دافع للمستهلك على عقلنة وترشيد استهلاك الطاقة سوى المبادرة الطوعية لبعض المؤسسات التي تأخذ بمبادئ التسيير البيئي؛ يضاف إلى الضعف التشريعي غياب المؤسسات التي تقوم بإمداد المستهلكين بكافة المعلومات والاستشارات المتعلقة بكفاءة الطاقة والحفاظ عليها، وإن وحدت هذه الهيئات فهي تعاني من نقص القدرات البشرية المؤهلة والوسائل الضرورية لعملها وغياب عمليات الاتصال بينها وبين المستهلكين وبالتالي ينحصر عملها على مناسبات محدودة.

وفي مقابل ضعف التشريعات في الدول النامية، تمارس الشركات الكبرى في الدول المتقدمة والولايات المتحدة على وجه الخصوص ضغوطا كبيرة تعرقل التوجهات البيئية بحجج مختلفة، وتساهم أيضا في الحد من تدفق المعلومات المتعلقة بالتهديدات المناخية إلى أفراد المجتمع، مما يؤدي إلى عدم الإدراك بحقيقة أوضاع البيئة وبالتالي الاستمرار في الأنماط غير المستدامة في الإنتاج والاستهلاك ويتجلى ذلك بشكل واضح في قطاع الطاقة.

¹. Ibid., P31.

ثانيا: سياسة تسعير الطاقة

تمثل سياسة تسعير المواد الطاقوية في الكثير من دول العالم عائقا كبيرا في وجه تطوير الطاقات الجديدة والمتحددة والاقتصاد في الطاقة، وذلك نتيجة للدعم الممنوح لمصادر الطاقة لاعتبارات اجتماعية واقتصادية متعددة، وهو ما أدى في ظل غياب الوعي بأهمية الحفاظ على مصادر الطاقة باعتبارها مورد طبيعي ذو أهمية اقتصادية واجتماعية كبيرة، إلى زيادة الإسراف في الاستهلاك واستخدام معدات منخفضة الكفاءة وبالتالي تسارع معدلات استتراف الموارد الطاقوية الناضبة والتدهور البيئي؛ وعليه فإن استمرار هذا الدعم لأسعار الطاقة سيؤدي إلى تثبيط جهود استدامة الموارد الطاقوية وزيادة التكاليف البيئية التي لا تأخذها الأسعار المدعمة في الاعتبار كما تشكل عبئا على المصادر المتحددة مما يحول دون التوسع في استخدامها في المستقبل المنظور.

ثالثا: غياب أو ضعف نظم الحوافز الاقتصادية والمواصفات القياسية

لا زالت التقنيات عالية الكفاءة للطاقة وتقنيات الطاقة المتحددة تواجه مصاعب غياب الحوافز الاقتصادية المشجعة على استخدامها في الدول النامية، حيث تفرض رسوم جمركية عالية على استيرادها مما يحد من قدر تما على منافسة المنتجات ذات الكفاءة المتدنية التي تتوفر بأسعار جذابة للمستهلك وإضافة إلى غياب الحوافز الاقتصادية، يشكل عدم وجود معايير قياسية للمعدات المستهلكة للطاقة في الدول النامية عموما عاملا آخر يساهم في عدم انتشار التقنيات عالية الكفاءة، حيث لا يتم مراعاة اعتبارات الكفاءة في إنتاج أو استيراد التجهيزات المزلية أو الصناعية، وبالتالي تكون أسواق الطاقة في الدول النامية منفذا للمنتجات ضعيفة الكفاءة التي يتم التخلص منها في الدول المتقدمة.

رابعا: مصاعب الحصول على التمويل

على الرغم من الاهتمام الكبير بموضوع التغيرات المناحية والانتعاش التكنولوجي الكبير في قطاع الطاقة، لم يتطرق إلا القليل من التقارير إلى الطريقة التي ستمول بها تطبيق التكنولوجيات الجديدة، وقد يجعل أهمية هذه القضية واتساع نطاق التحديات التكنولوجية تبدو صغيرة بالمقارنة بها، إذ تقدر وكالة الطاقة الدولية أن الاحتياجات تتطلب استثمار حوالي 17 تريليون دولار لتمويل التوسع العالمي للطاقة أ، بما في ذلك مشاريع الطاقة النظيفة على مدى السنوات الخمس والعشرين القادمة، وسوف تدعو الحاجة إلى توظيف خمسة آلاف مليار دولار في البلدان النامية وحدها؛ ونظرا لكون معظم الدول النامية تتخبط في أزمة المديونية، فإنها تعاني عجزا في توفير رأس المال، ويتعذر عليها نتيجة لذلك الحصول على الكثير من التكنولوجيات العالية الكفاءة.

.

[.] فاتح بن نونة والطاهر خامرة.مرجع سابق، ص956.

المطلب الثالث: ضوابط التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية

ركز مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة في جوهانسبرج إلى استكمال إنجازات جدول أعمال القرن 21 لعام 1992، من خلال الإسراع في تحقيق الأهداف التي لم تتحقق بعد، وقد التزم قادة العالم باتخاذ تدابير والقيام بأنشطة محددة على كافة المستويات، وبدفع وتعزيز التعاون الدولي آخذين في الاعتبار مبادئ ريو دي جانيرو، يما فيها مبدأ المسئوليات المشتركة والمتمايزة، حيث يعتبر تخفيف وطأة الفقر، وتغيير الأنماط غير المستدامة للإنتاج والاستهلاك، وحماية القاعدة الأساسية للموارد الطبيعية وحسن إدارتها من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية من أهم ضوابط ومتطلبات التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية.

أولا: تخفيف حدة الفقر

تعتبر مكافحة الفقر مشكلة مزمنة عبر تاريخ البشرية، إلا أن قمة جوهانسبرغ أعطتها بعدا جديدا من خلال إيجاد ربط قوي بين الطاقة والبيئة والتنمية الاقتصادية، فالحصول على الطاقة الكهربائية يمثل شرطا ضروريا في عملية التنمية، إذ تمكن من توفير الخدمات الأساسية للسكان، لكن لا يزال أكثر من مليار ونصف المليار من سكان العالم يعيشون دون الحصول على خدمات الطاقة الكهربائية، مما يجعلهم محرومين من المتطلبات الأساسية للتنمية كالمياه الصالحة للشرب والخدمات الصحية والتعليمية الملائمة، ويستعمل هؤلاء السكان مصادر طاقة تقليدية تساهم إلى حد كبير في تدهور الوسط المعيشي؛ وبالتالي لابد من:

- تحسين إمكانية الوصول إلى حدمات طاقة كهربائية يعتمد عليها، وبأسعار ميسرة، ومقبولة اجتماعياً وسليمة بيئياً، آخذين في الاعتبار الخصوصيات والظروف الوطنية والمحلية، وذلك من حلال وسائل متعددة مثل زيادة إمدادات الطاقة الكهربائية إلى الريف، وإتباع نظم لامركزية للإنتاج، وزيادة استخدام الطاقات المتحددة واستخدام أنواع وقود سائل وغازي أكثر نظافة، ورفع كفاءة الطاقة؛
- تطوير سياسات وطنية للطاقة، وأطر تنظيمية من شألها المساعدة على قميئة الظروف الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية في قطاع الطاقة الكهربائية، مما يؤدي إلى تحقيق التنمية المستدامة وتخفيف وطأة الفقر في المناطق الريفية والنائية ومناطق العشوائيات بالمناطق الحضرية؛
 - دفع وتعزيز التعاون الدولي والإقليمي من أجل تحسين قدرة الوصول إلى الطاقة الكهربائية.

ثانيا: تغيير الأنماط غير المستدامة في الاستهلاك والإنتاج

إنّ تغيير الأنماط غير المستدامة للاستهلاك والإنتاج هدف من الأهداف العامة للتنمية المستدامة وشرط أساسي لتحقيقها، وهذا يقتضي اتخاذ الإجراءات التالية:

[.] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. ا**لطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية**. مرجع سابق، ص11.

- دعوة كل الدول إلى تطوير وتشجيع تطبيق أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامة للطاقة الكهربائية، وعلى الدول المتقدمة أن تأخذ بزمام المبادرة وتفيد منها كل الدول الأخرى.
- وضع إطار من البرامج لتدعيم المبادرات الإقليمية والوطنية من أجل التعجيل بالتحول نحو الاستهلاك والإنتاج المستدام للطاقة الكهربائية، وذلك لدفع عجلة التنمية الاجتماعية والاقتصادية.
- تحقيق زيادة قدرها أربعة أضعاف فيما يتعلق بكفاءة الطاقة والموارد في البلدان المتقدمة خلال العقدين أو الثلاثة القادمة، وإن أمكن تحقيق زيادة بمقدار عشرة أضعاف في كفاءة الموارد في البلدان المتقدمة على المدى الطويل.
- تعزيز مسئولية المنشآت ومساءلتها من خلال مبادرات مثل الاتفاق العالمي، والمبادرة العالمية للإفادة ورفع التقارير، وغير ذلك من الأدوات، مثل محاسبة الإدارة البيئية ورفع التقارير البيئية.
- تقديم الحوافز للمؤسسات الصناعية والعامة للارتقاء بمستوى أبحاث تكنولوجيات الإنتاج الأنظف والتطور في استخدام تلك التكنولوجيات.
- التشجيع على الاستهلاك المستدام من خلال العمل الحكومي، يما في ذلك الحسابات القومية "الخضراء"، وعمل إصلاح ضريبي لصالح الحفاظ على الموارد، وإعمال تدابير "خضراء" للتدبر 1.

ثالثا: الأخذ بعن الاعتبار للتكاليف الاجتماعية والبيئية للطاقة

ظلت أسعار الطاقة الكهربائية لا تعكس تكلفتها الحقيقية، فهي لا تتضمن التكاليف المترتبة عن التلوث وأثرها على أحيال واقتصاديات الحاضر والمستقبل، كما أن الدعم المباشر وغير المباشر للطاقة الأحفورية يمثل عائقا لتطوير الطاقات البديلة والمتجددة.

وتتطلب استدامة الطاقة الأخذ بعين الاعتبار محدودية الأنظمة الإيكولوجية وتأمين فرص عادلة من توزيع الموارد المتجددة وغير المتجددة بين الحاضر والمستقبل آخذا بعين الاعتبار محدودية التدوير للبيئة، وهذا الأمر يمر حتما عبر التحديد الدقيق للتكاليف البيئية والاجتماعية المصاحبة لإنتاج الطاقة الكهربائية وتقييمها.

رابعا: حماية وإدارة قاعدة الموارد الطبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية

لابد من إدارة قاعدة الموارد الطبيعية بطريقة مستدامة ومتكاملة لتحقيق التنمية المستدامة، ويشمل ذلك اتخاذ الإجراءات التالية:

■ الالتزام بتحقيق الهدف الرئيسي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيير المناحي (UNFCCC)، بشأن استقرار تركيز انبعاث غازات الدفيئة في الغلاف الجوى.

 (تاريخ التحميل 20 ماي2011). (تاريخ التحميل 20 ماي2011).

^{1.} الأمم المتحدة. أنماط الاستهلاك والإنتاج [على الخط]. متاح على:

- تقديم المساعدات التقنية والمالية والمعاونة في بناء القدرات إلى الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمراحل انتقالية، طبقاً للالتزامات الواردة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغير المناحي (UNFCCC) وكذا اتفاق مراكش.
- تطوير ونشر تكنولوجيات مبتكرة في قطاعات التنمية الرئيسية، لاسيما قطاع الطاقة الكهربائية، والاستثمار في هذا الشأن، من خلال مشاركات القطاع الخاص وإتباع نهج تراعى فيه ظروف السوق، وكذا من خلال تقوية التعاون الدولي وإتباع سياسات عامة داعمة.
- تشجيع ودفع التعاون على المستويات الدولية والإقليمية والوطنية من أجل تقليل تلوث الهواء بما في ذلك تلوث الهواء عابر الحدود.

خامسا: جعل الكفاءة الطاقوية أولوية عالمية

يواجه استقرار إمدادات الطاقة لمختلف مناطق العالم مجموعة من الصعوبات ذات الطابع السياسي والتكنولوجي والبيئي، التي تؤثر على حجم ونوعية الإمدادات، وهناك إجماع حول ضرورة رفع الكفاءة الطاقوية بما يمكن من تلبية الاحتياجات باستهلاك أقل كمية من الطاقة، غير أن المنطق الاقتصادي السائد والقائم على أساس تلبية الاحتياجات بأقل تكلفة يزيد من صعوبة الوضعية، حيث أن تكاليف الطاقة بشكل عام منخفضة وبالتالي لا تشكل عبئا على ميزانية المستهلك.

و عليه فإن اعتماد سياسة للتحكم في الطلب على الطاقة أمر ضروري لتصحيح هذه الوضعية عن طريق مجموعة من الأدوات، وقد تبنت العديد من الدول التحكم في الطلب على الطاقة كأولوية في إطار سياساتها الطاقوية، إلا أن ضعف الإمكانيات البشرية والمالية اللازمة يعيق تحقيق الأهداف المرغوبة للعديد من الدول، وهو ما يدعو إلى العمل على المستوى الدولي واستثمار إمكانيات التعاون وتبادل التجارب في مجال كفاءة الطاقة.

المبحث الرابع: نظم وأساليب تحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في محطات الإنتاج الكهربائية المنتاج الكهربائية

يتناول هذا المبحث النظم والأساليب المستخدمة لتحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية لتحقيق التنمية المستدامة وهذا في ثلاثة مطالب أساسية، بحيث يتناول المطلب الأول مفهوم الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية من خلال مفهوم الكفاءة الإنتاجية وأهميتها وكيفية قياسها، وفي المطلب الثاني يتناول نظام الإدارة البيئية ودوره في تحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث يتناول أسلوب الإنتاج الأنظف ودوره في تحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية.

المطلب الأول:مفهوم الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

ارتبط مفهوم الكفاءة في الفكر الاقتصادي الرأسمالي بالمشكلة الاقتصادية الأساسية، والمتمثلة في كيفية تخصيص الموارد المحدودة والمتاحة للمجتمع، من أجل تلبية حاجيات ورغبات الأفراد المتحددة والمتكررة؛ تختلف المحتمعات والسياسات الاقتصادية الحكومية في كيفية استخدام وتخصيص الموارد النادرة، ولكن يتفق الجميع على أن الموارد المحدودة ذات قيمة ولا يمكن هدرها أو تضييعها، وعليه فالكفاءة من هذا المنظور تعنى عدم هدر الموارد النادرة.

تعتبر الكفاءة الإنتاجية عنصرا أساسيا من عناصر النمو والتقدم الاقتصادي، وتنعكس آثارها على المشروعات الاقتصادية وعلى المجتمع بصفة عامة، وهذا ما يدعونا إلى التأكيد على أهمية الكفاءة الإنتاجية التي تعتبر هدفا أساسيا للإدارة في المشروعات الحديثة.

أو لا: تعريف الكفاءة الانتاجية

قبل أن أعدد أهم التعاريف للكفاءة الإنتاجية أشير بأنه ليس هناك اتفاق عام على تسمية هذا المصطلح وعلى مفهومه، فهناك من الكتاب من يعرف الإنتاجية بألها "الكفاية الإنتاجية" أو اعتبروا كل منها مرادف للآخر، ويرى البعض بأن هناك خطأ شائع في المسمى لأن ما يطلق عليه "كفاية إنتاجية"هو في الواقع كفاءة إنتاجية ويجب تصحيح المسمى من اللغة العربية.

وتعرف الكفاءة الإنتاجية "على أنها أداء الشيء السليم، بطريقة سليمة، بواسطة أدوات أو آلات جيدة وبأفراد مهرة، في الزمان والمكان الملائمين وبالتكلفة المناسبة وهي أيضا المحددة بوسائل قياس علمية تقيس أداء وزمن وتكلفة كل عنصر من العناصر المنتجة التي تشترك في إحراج الإنتاج، هذا على افتراض أن العناصر المنتجة من المواد الأولية والآلات والقوى البشرية "1.

^{1.} أحمد محمد المصري. الكفاءة الإنتاجية للمنشآت الصناعية. الإسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة، 2004، ص14.

- "الاستخدام الأمثل لعناصر الإنتاج بهدف تحقيق أكبر قدر من الإنتاج بمستوى معين وفي وقت معين بأقل تكلفة ممكنة" 1
 - "نسبة بين مجموعات المخرجات، والمدخلات"²:

وتتحدد الكفاءة الإنتاجية بالارتفاع أو بالانخفاض، حسب ما قد يصيب كلا من البسط والمقام من زيادة أو نقصان.

إن الكفاءة الإنتاجية هي" التي تقيس درجة نجاح الوحدة الاقتصادية في استغلال الموارد المتاحة لها في إنتاج السلع والخدمات التي تتخصص في إنتاجها، أي أن المستوى الأمثل للكفاءة الإنتاجية هو الحصول على أقصى كمية من الناتج من قدر معين من الموارد، أو هو الحصول على أقصى كمية معينة من الناتج باستخدام أقل كمية من الموارد 3 .

من التعاريف السابقة للإنتاجية والكفاءة نصل إلى أن الكفاءة الإنتاجية يقصد بها الاستخدام الأمثل للموارد والطاقات المتاحة بمعنى (الاستفادة المثلى من عناصر الإنتاج المتاحة للوصول إلى أفضل إنتاج ممكن) وبالتالي فهي تعتبر وسيلة لتحقيق المزايا الآتية:

- تدعيم البنيان الاقتصادي للمجتمع بزيادة العائد ومن ثم إتاحة الفرص لزيادة المدخرات والاستثمارات مما يؤدي إلى الارتفاع بمستوى معيشة المجتمع؛
 - تمكن المستهلك من الحصول على سلع و حدمات ذات جودة عالية وأسعار منخفضة؟
 - تمكن المستثمر من تحقيق أرباح ممتازة من حلال تلافى صور الضياع والإسراف في الموارد؛
 - توفر للعاملين ظروف أفضل للعمل ووفرا في الجهد و دخلا أكبر.

ثانيا:أهمية الكفاءة الإنتاجية

نلتمس أهمية الكفاءة الإنتاجية على عدة مستويات:

1. بالنسبة للفرد العامل: فإن إنتاجيته تعكس مدى مساهمته في العمل الذي يؤديه، والمقدار الذي يعطيه من جهده وعلمه ومهارته، إلى جانب عنايته ورغبته، في القيمة المضافة إلى المنتج النهائي، فإذا زادت إنتاجية

^{1.} احمد عرفة .الإدارة الإنتاجية والفراغ فعاليات نظام وتخطيط ورقابة الإنتاج. ط4. مصر:مؤسسة شباب الجامعة، 2002، ص51.

^{2.} أحمد محمد المصري. مرجع سابق، ص5.

^{3.} نادر أحمد أبوشيخة. الكفاية الإنتاجية ووسائل تحسينها في المؤسسات العامة. الأردن: حامعة الدول العربية، 1986، ص36.

الفرد فإن ذلك معناه زيادة مساهمته وأهمية الدور الذي يلعبه في وظيفته ومن ثم مجتمعه؛ وإذا انخفضت كان دليلا على قلة هذه المساهمة وانخفاض أدائه للدور المكلف به، ثم أن الفرد يجني ثمار إنتاجيته، فكلما زادت إنتاجيته ارتفع دخله، هذا بالإضافة إلى تقدير رؤسائه واحترامهم له، والمزايا المعنوية الأخرى غير المباشرة التي يمكنه الحصول عليها، وإذا قلت إنتاجيته فإن ذلك يعنى تعرضه لخسارة أو نقص في الدخل، وربما يتعرض للعقاب، بالإضافة إلى جانب الآثار النفسية الأحرى، كعدم رضا رؤسائه وزملائه عنه، وحرمانه من تقدير الآخرين.

- 2. بالنسبة للمنظمة: فإن الإنتاجية تعبر عن كفاءة الإدارة في استغلال الموارد والإمكانات المتاحة لها، والحصول من هذه الإمكانات على أحسن نتيجة ممكنة، وبالتالي فإن زيادة الإنتاجية قد تعني تقدم التكنولوجيا وتطوير المنتج ورقي الأساليب والخامات والتسهيلات وملائمة مهارات العمال، أي استخدام الإدارة لمواردها بأفضل شكل ممكن، وفي المقابل فإن انخفاض الإنتاجية يعني أن الإدارة لم تحسن استغلال الموارد التي في حوزتما.
- 3. بالنسبة للاقتصاد الوطني: من جهة الاقتصاد الوطني فإن الكفاءة الإنتاجية تعبر عن كفاءة الدولة في محموعها، في إنتاج سلعها وحدماتها، فالإنتاجية هنا انعكاس لأداء كافة الأجهزة والمؤسسات، أوهي متوسط أداء هذه الأجهزة الناجحة والفاشلة وما بينهما من درجات النجاح والفشل.
- 4. بالنسبة للمجتمع كله: فيما يتعلق بالمجتمع كله، فإن الكفاءة الإنتاجية تؤثر على رفاهية هذا المجتمع، وذلك عن طريق السلع والخدمات التي توفرها لأفراد المجتمع، وكمية هذه السلع والخدمات ودرجات جودها ومدى مقابلتها لتوقعات المستهلكين وإرضائها لأذواقهم والتوقيت الذي تصل فيه إلى المستهلكين.

ثالثا: قياس الكفاءة الإنتاجية

لابد من قياس الكفاءة الإنتاجية ليمكن معرفة تطورها، أو معرفة تراجعها مع الزمن، في الصناعات أو القطاعات أو الدول المختلفة؛ ولذا فإن هناك ثلاث طرق لقياس هذه الإنتاجية ومقارنتها وهي:

1. يمكن قياس الكفاءة الإنتاجية في قطاع معين أو صناعة معينة في دولة ما في مدة زمنية محددة عن طريق معرفة نسبة المخرجات إلى المدخلات، ثم مقارنة هذه الكفاءة الإنتاجية بالصناعة نفسها وفي الدولة نفسها في مراحل زمنية مختلفة؛ وفي هذه الطريقة تؤخذ سنة ما سنة أساس في تحديد المدخلات اللازمة للحصول على وحدة واحدة من المخرجات ثم معرفة تلك المدخلات في مرحلة زمنية أخرى، وهكذا يمكن مقارنة هذه الكفاءة الإنتاجية التي قد تكون مختلفة في مراحل زمنية مختلفة؛ وتعد هذه الطريقة مفيدة وعملية لمعرفة تطور الكفاءة الإنتاجية مع الزمن ومعرفة الأوضاع المتبدلة التي أدت إلى تغيرها من سنة إلى أحرى.

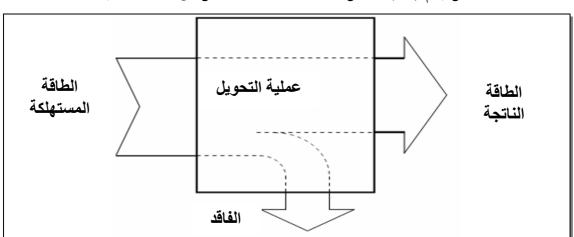
2. ويمكن قياس الكفاءة الإنتاجية في قطاع معين أو صناعة معينة والموازنة بينها وبين الكفاءة الإنتاجية في قطاع آخر أو صناعة أخرى على مستوى الدولة نفسها، وبذلك يمكن معرفة القطاع أو الصناعة ذات الكفاءة الإنتاجية العالية والملائمة لهذه الدولة، ومن ثم ضرورة الاهتمام بهذا القطاع أو بهذه الصناعة؛ وتبين هذه الطريقة العناصر المختلفة التي أدت إلى تطور الكفاءة الإنتاجية في هذا القطاع دون غيره وفي هذه الصناعة من دون غيرها، مما يتيح الاستفادة من هذا التطور في باقي قطاعات الاقتصاد.

3. ويمكن قياس الكفاءة الإنتاجية في قطاع معين أو في صناعة معينة والموازنة بين هذه الكفاءة والكفاءة الإنتاجية في القطاع نفسه أو الصناعة نفسها في دول أخرى في المراحل الزمنية نفسها، مما يسمح بمعرفة أسباب تطور الكفاءة الإنتاجية في بعض الدول وتخلفها في بعضها الآخر، فتكون هناك إمكانية للاستفادة من تجارب الدول المختلفة، وخاصة في حالات تقدم الكفاءة الإنتاجية في بعض الصناعات وبعض القطاعات، على تشابه مستويات التقنية والأوضاع العامة المحيطة بهذه الكفاءة الإنتاجية، مما يلقي ضوءاً كاشفاً على أماكن الخلل في القطاعات ذات الإنتاجية المتدنية وأماكن التفوق في القطاعات ذات الإنتاجية المتفوقة في دول أخرى.

رابعا: الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

في إطار عملية تأمين الطاقة الكهربائية للمستهلكين، تعتبر كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية العامل الأهم كونها ترافق عملية الحصول على الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة الأولية.

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل إلى آخر كما هو مبين في الشكل رقم(3.2) لسبب معين فإن الطاقة الناتجة والطاقة الناتجة والطاقة الناتجة والطاقة الناتجة والطاقة المتوفرة تدعى الكفاءة الإنتاجية.



الشكل رقم (3.2): شكل يبين أن الطاقة الناتجة أقل من الطاقة المستهلكة

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

Wikipedia. **Energy conversion efficiency**[en ligne]. Disponible sur: < http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_conversion_efficiency> (consulté le 30/06/2011).

وتشمل الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية أمرين اثنين هما :

- إنتاجية المخرجات (Output productivity)، وهي أقصى كمية من الطاقة الكهربائية يمكن إنتاجها من دخل معين من الطاقة الأولية؛
 - والآثار البيئية للإنتاج، أي الإقلال من انبعاث غازات الدفيئة وغيرها من الملوثات، قدر المستطاع.

وتكون القيمة النظرية للكفاءة بين 100% و 0%، والقيمة العظمى للكفاءة (100%) لا يمكن التوصل إليها عمليا 2 ، وذلك بسبب ضياع جزء من الطاقة في صورة حرارة عن طريق الاحتكاك؛ وبالنسبة إلى المحركات الحرارية مثل محرك احتراق داخلى يضيع جزء من الحرارة عن طريق النفايات الغازية.

ويمكن أن تكون الكفاءة الإنتاجية عالية حتى تصل إلى أكثر من 90%، كما هو الحال في العنفة المائية أو في محرك كهربائي حيد الصنع، أو تكون أقل من ذلك بكثير فتتراوح من 10% إلى 20% في مكائن الاحتراق الداخلي وأجهزة الطاقة الشمسية وتحديدا الخلايا الشمسية، أو تتراوح بين 35% و40%، في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي تستخدم الفحم كمصدر للطاقة أو محطات تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية.

ويمكن التفريق بين أنظمة التحويل عالية الكفاءة وأنظمة التحويل منخفضة الكفاءة بأن الأحيرة تتضمن التحويل من حرارة إلى طاقة كهربائية، فالحرارة هي الطاقة الحركية للجزيئات التي تتحرك بصورة عشوائية، وهي نوع من الحركة غير المنتظمة، ولا توجد ماكنة أو آلة تستطيع تحويل الطاقة غير المنتظمة إلى طاقة منتظمة كالطاقة الميكانيكية أو الكهربائية بدون حسائر.

من المفاهيم السابقة يتضح بأن ترقية كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية تؤدي إلى خفض استهلاك الوقود الأحفوري، وبالتالي خفض انبعاث غازات الدفيئة، ويعتمد ذلك على وضع إستراتيجية تشمل أهم التقنيات والوسائل المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية، فإن الاختيار السليم للتقنيات والوسائل التي تستخدم في هذا القطاع يصبح أمرا بالغ الأهمية، إضافة إلى ذلك يجب التحول إلى مصادر أنظف للوقود، خاصة الغاز الطبيعي ونظم الطاقة المتجددة والطاقة النووية وتعزيز استخدامها.

< http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_conversion_efficiency> (consulté le 30/06/2011).

^{1.} اللجنة الدولية للتقانة الكهربائية. الكهرباء الذكية المفتاح إلى كفاءة استغلال الطاقة [على الخط].2010، متاح على: < http://www.iec.ch/smartenergy/pdf/summary_arabic.pdf

². Wikipedia. **Energy conversion efficiency**[en ligne]. Disponible sur:

^{3.} المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، الطاقات المتجددة. مرجع سابق، ص 6.

المطلب الثاني: نظام الإدارة البيئية لتحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهر بائية

يعتبر موضوع الإدارة البيئية من المواضيع التي تلقى اهتماما متزايدا من قبل الباحثين والمنشآت بأشكالها المختلفة، وقد اقترن هذا الاهتمام بتأثير النظام العالمي الجديد ومقتضيات العولمة والتجارة الخارجية وبروز مقاربة التنمية المستدامة، بحيث جعلت هذه العوامل مجتمعة موضوع البيئة من أهم متطلبات الاندماج في الاقتصاد العالمي.

أو لا: تعريف نظام الإدارة البيئية

قدم العديد من الخبراء والاقتصاديين العديد من التعريفات لنظام الإدارة البيئية، ومن جملة ما تم تقديمه مايلي:

تعرف الإدارة البيئية على أنها:"الهيكل الوظيفي للمنشأة، والتخطيط، والمسؤوليات، والممارسات العلمية، والإجراءات والعمليات، وإمكانيات التطوير وتنفيذ وإنجاز ومراجعة ومتابعة السياسة البيئية للمنشأة، بهدف تحسين أدائها البيئي وخفض الآثار البيئية السلبية ومحاولة منع وقوعها".

وبألها: "مجموعة من الأدوات الديناميكية الموجهة نحو العمل، واتخاذ إجراءات للمساعدة في صياغة إستراتيجيات لحماية البيئة وتعزيزها وصيانتها، ومن ثم تنفيذها ومراقبتها"2.

وهي "جزء من النظام الإداري الشامل الذي يتضمن الهيكل التنظيمي ونشاطات التخطيط والمسؤوليات والممارسات والإجراءات والعمليات والموارد اللازمة لتنفيذ وتطبيق السياسة البيئية للمنشأة، وتجسيد أهدافها وغاياتها، من أجل تحقيق أداء بيئي متميز لها $^{\circ}$.

وهي أيضا "جزء من نظام الإدارة الشاملة يهدف إلى تطوير وتنفيذ السياسة البيئية لمنشأة ما وإدارة علاقتها مع البيئة".

كما تعرف بأنها: "مجموعة نظم رسمية، وقواعد بيانات يمكن من خلالها مراقبة الأداء البيئي للمنشأة، وتقديم المعلومات إلى كل من المستخدمين الداخلين والخارجين"5. فالمستخدمين الداخلين، وهم الأشخاص المستفيدين من البيانات من داحل المنشأة، فيمكنهم الحصول على التقارير المتعلقة بتصميم المنتجات، والدورات التدريبية وتعليمات تخفيض طرح الملوثات إلى البيئة أثناء تنفيذ نشاطات وعمليات المنشأة، أما المستخدمين الخارجين، وهم الجهات الرقابية المسؤولة عن سلامة البيئة، والهيئات الحكومية،

^{1.} محمد صلاح الدين عباس. نظم الإدارة البيئية والمواصفات القياسية إيزو 14000. القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2006،

^{2.} عبد الرحيم علام. مقدمة في نظم الإدارة البيئية. القاهرة: منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، 2005، ص3.

^{3.} BARACCHINI Paolo, Guide à la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO14001. 3édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2007, P11.

LAMPRECHT James. ISO 14001: commentaire et conseils pratiques. France: AFNOR, 2003, P57.

⁵. عماد مكي. "ن**ظام الإدارة البيئية في صناعة تكرير النفط**". مجلة النفط والتعاون العربي، 2011، المجلد 37، العدد 136، ، ص114.

والجمهور، فيمكنهم الإطلاع على التقارير الدورية التي تقوم المنشأة بنشرها، والتي تتضمن الإنجازات التي حققتها في مجال الأداء البيئي.

من جملة التعاريف السابقة يمكن القول أن نظام الإدارة البيئية، هو مجموعة المعايير التي تساعد المنشأة على تخفيض التكاليف الناجمة عن إعداد الخطط، واتخاذ إجراءات تخفيض الآثار الضارة التي تحدثها أنشطتها على البيئة، وذلك من خلال مراجعة شاملة لكافة الأنشطة التي تقوم بها، وتحديد حجم ونوع الآثار التي تحدثها على البيئة.

ثانيا: معايير سلسلة الإدارة البيئية ISO 14000

1. نشأة سلسلة المعيار ISO14000: تشكل سلسلة مواصفات ISO14000 القاعدة الأساسية لنظام الإدارة البيئية، حيث وضعت هذه المواصفات بالتعاون بين كل من منظمة الإيزو والهيئة الدولية اليونسيد (UNCED) وغرفة التجارة الدولية، وكان ذلك أثناء انعقاد مؤتمر قمة الأرض بريودي جانيرو عام 1992 الذي أثار الاهتمام بضرورة بناء نظام دولي خاص بالإدارة البيئية على مستوى العالم من خلال إصدار سلسلة مواصفات موحدة عالميا في المجال البيئي، ويمكن تلخيص مراحل نشأة هذه المواصفات في النقاط التالية:

- ◄ عام 1991 شُكلت مجموعة استشارية من المنظمة العالمية للتقييس ISO * أطلق عليها اسم المجموعة الإستشارية الإستشارية الإستراتيجية حول البيئة (SAGE) والتي أو كلت إليها مهمة البحث في تطوير مقاييس عالمية خاصة بالإدارة البيئية، وتكون قادرة على تسهيل التجارة الخارجية وتحسين قدرة المؤسسات على تحسين أدائها البيئي من جهة أحرى.
- التزام على نتائج المجموعة الاستشارية تشكلت اللجنة الفنية ISO/TC207 عام 1993 بناء على التزام منظمة التقييس الدولية ISO للمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة المسطرة أثناء مؤتمر البيئة للأمم المتحدة بريوي ديجانيرو 1 ، فضمت اللجنة العديد من الخبراء من مختلف أنحاء العالم وممثلين من القطاع الصناعي والمنظمات الدولية وتشكلت لجان فرعية بحيث احتصت كل لجنة بمجال معين في 2 :
 - نظام الإدارة البيئية؛
 - التدقيق البيئي؛
 - تقييم الأداء البيئي؛

^{*.} ISO تعرف مواصفات الإيزو بأنها مجموعة المواصفات القياسية العالمية الموحدة تطبق على كافة المؤسسات الإنتاجية والخدماتية، بحيث عثل ISO اختصار للمنظمة العالمية للتقييس.

¹. International Standard Organisation. La famille ISO 14000: Des Normes Internationales pour le management Environnemental. Suisse: ISO, 2009, P4.

². Ibid, P5.

- الملصقات البيئية؛
- تحليل دورة حياة المنتج، الاتصال البيئي؟
- الجوانب البيئية في تصميم وتطوير المنتج؟
 - الجوانب البيئية في مقاييس المنتج؟
 - المصطلحات والتعاريف؟
- تسيير غازات الاحتباس الحراري والأنشطة المرتبطة بانبعاثه؟
 - قياس مقدار الكربون الناجم عن المنتج.
- إلى المجال المواصفات من العمل أصدرت اللجنة الفنية TC207 سلسلة المواصفات من عام 1996، وبعد ثلاث سنوات من العمل أصدرت اللجنة الفنية TSO14000 والتي نسجت علاقة وثيقة بين إدارة الجودة الشاملة والبيئة من خلال تنويع تطبيقاتها لتشمل المجال البيئي.
- 2. مكونات سلسلة المعيار ISO14000: تتكون سلسلة نظام الإدارة البيئية ISO 14000 من مجموعة واسعة من المعايير، إلا أن جميعها يقع ضمن فئتين، الأولى هي فئة معايير المواصفات، وتتضمن عددا من الوثائق التي توضح الإجراءات التي يجب على المنشآت أن تقوم بها، أو أن تبتعد عنها لكي تحصل على شهادة نظام الإدارة البيئية، أما الفئة الثانية فتتضمن التعليمات التي تساعد المنشأة على تطبيق نظام الإدارة البيئية. تصنف سلسلة نظم الإدارة البيئية إلى مجموعة معايير حسب المواضيع التي تتناولها على النحو التالي 2:
- معيار نظام الإدارة البيئية ISO 14001 الذي يتضمن الشروط والإرشادات التي تمكن المنشأة من الحصول على شهادة ISO 14001، إضافة إلى شرح مفصل لعناصر نظام الإدارة البيئية، كالتخطيط البيئي، ومكافحة التلوث، ومشاركة العاملين، والتدقيق البيئي، والتخطيط لمواجهة الحالات الطارئة، وطرق قياس الأداء البيئي.
- ISO 14010 إرشادات التدقيق البيئي، وتتضمن مجموعة من الإرشادات، الهدف منها التأكد من استمرار صلاحية نظام الإدارة البيئية، وضمان التقيد بالتعليمات والإجراءات الوقائية.
 - ISO 14020 العلامات البيئية والتصاريح وتتناول توصيف المنتجات وشروط نقلها وتخزينها.
 - ISO 14030 تقييم الأداء البيئي ويتضمن طرق قياس وتقييم الأداء البيئي للمنشأة.
- ISO 14040 تحليل دورة الحياة وتتناول قضايا دورة حياة المنتجات، بدءا من عملية التصنيع وحتى استهلاكها من قبل الزبائن.
 - ISO 14050 المصطلحات والتعاريف.

¹. ATLAN Sofie. **Développement Durable: Normation et Environnement**. France: centre de normalisation, Article N°08, 2003, P1.

². BARACCHINI Paolo .Op.cit, P25.

ثالثا: خطوات تنفيذ نظام الإدارة البيئية (ISO 14001)

تتكون عملية تنفيذ نظام الإدارة البيئية، من خمس خطوات رئيسية، وهي على النحو التالي:

1.السياسة البيئية: أن تقوم الإدارة العليا للمنشأة بصياغة السياسة البيئية التي تمثل إطار العمل الذي ستتبنى عليه الخطوات اللاحقة، منها صياغة الأهداف والغايات البيئية، وتحديد الأدوار والمسؤوليات، وصياغة مؤشرات الأداء التي ستبين مدى التقدم في تحسين التزام المنشأة بمتطلبات حماية البيئة.

2.التخطيط: وتتكون هذه الخطوة من الإجراءات التالية:

- تحديد الجوانب البيئية لنشاطات ومنتجات وخدمات المنشأة، وآثار هذه الجوانب على البيئة (الهواء، الماء، والتربة و الموارد الطبيعية)، وذلك بمدف تصنيفها حسب الأهمية من حيث التأثير ودرجة الخطورة؛
 - تحدید الأنظمة والقوانین التی تنطبق علی مجال عمل المنشأة؟
 - صياغة الأهداف والغايات التي ترغب المنشأة بتحقيقها في إطار السياسة البيئية؟
 - إعداد برامج الإدارة البيئية.
- **3. التنفيذ والتشغيل:**والتي تؤكد على أن التنفيذ الناجح لنظام الإدارة البيئية يستدعي التزام كافة العاملين في المنشأة واندماجهم في المشروع،وعدم الاعتماد على بعض أفراد تستند إليهم العناية بالشؤون البيئية.
- 4. الاختبار والإجراءات التصحيحية: تتعلق بضرورة تقييم العمليات والنشاطات التي تجري في المنشأة، والتي يمكن أن يكون لها انعكاسات هامة على البيئة، وذلك من خلال إجراءات مثل: المراقبة والقياس، تحديد عدم التوافق واتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية، تنظيم السجلات، تدقيق نظام الإدارة البيئية، مراجعة الإدارة.

رابعا: فوائد تطبيق نظام الإدارة البيئية في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

ينتج عن تطبيق الإدارة البيئية ISO 14001 فوائد عديدة يأتي في مقدمتها تعزيز الوعي البيئي في عطات الإنتاج، الذي يساهم بدوره في تحسين التفاعل بين العاملين في الأقسام الإنتاجية في المحطة وبين فريق الشؤون البيئية، مما يؤدي إلى تسهيل تطبيق برامج الحد من الملوثات، فضلا عن تحسين القدرة التنافسية للمحطة من خلال ما يلي:

- تخفيض تكاليف التشغيل من حلال تنفيذ برامج الحد من النفايات ومنع تشكل الملوثات؟
 - ترشيد استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، وتقليل الفاقد والحد من التلوث؛
 - تخفيض الضرائب التي تدفعها المحطة، نتيجة تحسين التزامها بمتطلبات التشريعات البيئية؛

- تخفيض التكاليف التي تدفعها المحطة لمؤسسات التأمين؟
- تلبية متطلبات ورغبات الزبائن، والتجمعات السكانية، والهيئات البيئية.

كما تستفيد المحطة من تطبيق هذه التجربة في الحصول على العديد من الدروس المستفادة، أهمها:

- ضرورة إحراء تقييم ذاتي لنظام الإدارة البيئية التي تطبقه المحطة قبل مقارنته مع متطلبات نظام الإدارة البيئية؛
- أهمية تبادل الخبرات مع الشركات الأخرى المماثلة في النشاط للاستفادة من التجارب الناجحة وتفادي الصعوبات التي واجهت عملية التنفيذ؛
- أهمية اللجوء إلى هيئات استشارية محايدة متخصصة بشؤون البيئة للمساعدة في تقييم نظام الإدارة البيئية، وإجراء عمليات التدقيق البيئي الذاتي؛
- الحصول على شهادة تسجيل نظام الإدارة البيئية من شركة دولية ليس ضروريا في كافة الأحوال، وخاصة في حالة محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي ليس لها نشاط تصدير الطاقة إلى أسواق خارجية منافسة.

المطلب الثالث: أسلوب الإنتاج الأنظف لتحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

يعتبر مفهوم الإنتاج الأنظف من أهم ما توصل إليه الفكر البيئي في العقود الأخيرة، حيث تمتد إستراتيجية الإنتاج الأنظف من خفض استهلاك الموارد الطبيعية إلى تجنب استخدام المواد الخطرة ما أمكن ذلك، ورفع كفاءة تصميم المنتجات وطرق إنتاجها لتحقيق هذين الهدفين، ثم الحد من الانبعاثات والتصريفات والمخلفات أثناء عملية الإنتاج والاستخدام وتدوير المخلفات، حتى تصل إلى حد النظر في منظومة القيم والظروف الاجتماعية التي نشأ عنها الطلب الاجتماعي للمنتجات أو الخدمات ومحاولة تعديلها للإقلال من الاستهلاك الترفي المهدر للموارد والضار بالبيئة.

أولا: تعريف الإنتاج الأنظف

نشأت فكرة الإنتاج الأنظف في القطاع الصناعي خلال ثمانينات القرن الماضي، وهو يقوم على استبعاد الملوثات قبل حدوثها، بدلا من المقاربة التقليدية الباهظة التكاليف والقائمة على معالجة التلوث بعد حدوثه وقد أعطيت للإنتاج الأنظف عدة تعاريف نذكر أبرزها:

الإنتاج الأنظف هو "تطبيق مستمر لإستراتيجية وقائية متكاملة للعمليات الصناعية والمنتجات هدف إلى زيادة الكفاءة الشاملة وتقليل الأخطار على الصحة والبيئة، واستخدام تكنولوجيا أنظف، أي سليمة بيئيا، سواء في استخراج الموارد الطبيعية أو صنع المنتجات أو استهلاكها أو التخلص منها"1.

[.] عماد سعد. "تكنولوجيا الإنتاج الأنظف تطور تنموي صديق للبيئة". مجلة الخفجي، 2005، أوت ، العدد7، ص 3.

يُعرِّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة الإنتاج الأنظف على النحو التالي "الإنتاج الأنظف يعني التطبيق المستمر لإستراتيجية متكاملة لوقاية البيئة، على العمليات والمنتجات والخدمات بغرض زيادة الكفاءة والحد من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة".

كما عرف الإنتاج الأنظف بأنه، "التطوير المستمر في العمليات الصناعية والمنتجات والخدمات هدف تقليل استهلاك الموارد الطبيعية، ومنع تلوث الهواء والماء والتربة عند المنبع، وذلك لتقليل المخاطر التي تتعرض لها البشرية والبيئة"2.

من خلال التعاريف السابقة نستنتج أن الإنتاج الأنظف هو التطبيق المستمر للإستراتيجية على عمليات التصنيع، وهو يغطى نطاقًا واسعًا من الأنشطة مثل النظافة العامة والتنظيم، وإعادة تصميم العمليات الإنتاجية، تعديل وتطوير طرق التشغيل واستبدال المواد، وتغيير التكنولوجيا المستخدمة؛ وفي نفس الوقت هو إستراتيجية متكاملة للوقاية البيئية حيث أنه يركز في المقام الأول على منع التلوث عند المصدر، بدلا من معالجة الانبعاثات والمخلفات.

وتأتي زيادة الكفاءة الناتجة من الإنتاج الأنظف من الاستغلال الكفء للمواد الخام، بما فيها ترشيد الطاقة، وترشيد استخدام المياه؛ مما يساهم في الحد من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة نتيجة ما يترتب على ذلك من حفض للمخلفات وما تسببه من تلوث وبخاصة من خفض لاستخدام المواد الخطرة أو عدم استخدامها (من خلال استبدالها بمواد أخرى)؛ ويستلزم مفهوم الإنتاج الأنظف تغيير توجهات متخذي القرار في الصناعة لإدراك أهميته وفوائده المالية، كما يستلزم توافر وعي للإدارة البيئية السليمة و العمل على تعزيز التطوير التكنولوجي.

ثانيا: أهداف الإنتاج الأنظف

وتهدف مبادرة الإنتاج الأنظف إلى :

- تطوير أساليب التصنيع وإدخال التعديلات المناسبة على سلسلة حياة المنتجات والتي تشمل استخراج الموارد الخام وتصنيعها ونقل وتخزين واستخدام المنتجات ثم التخلص منها بوسائل آمنة بيئيا؟
 - إدماج الاعتبارات الصحية والبيئية في كافة عمليات الإنتاج؟
- إيجاد النظم المناسبة لإعلام الرأي العام وإخطار الجهات الرسمية المعنية بكافة المعلومات التي تتعلق بالمخاطر الصحية أو البيئية ذات الصلة بالإنتاج في المنشآت الصناعية والتوصية بالإجراءات الوقائية المناسبة؛

^{1.} سامية حلال سعد. الإدارة البيئية المتكاملة. مصر: المنظمة العربية للتنمية الإدارية، 2005، ص 227.

^{2.} صلاح محمد الحجار، داليا عبد الحميد صقر . نظام الإدارة البيئية والتكنولوجية. ط1. القاهرة، دار الفكر العربي، 2006، ص 109.

 $^{^{3}}$. سامية جلال سعد. مرجع سابق، ص 3

- إتاحة البدائل بشأن الاستخدام ونقل الموارد الكيميائية والتخلص من مخلفاتها بوسائل ملائمة بيئيا؟
 - تشغيل الوحدات الإنتاجية بطريقة تحمى البيئة وصحة وأمان العاملين والمواطنين؟
- إعداد المراجعات البيئية للمنشأة ودراسة تأثيرات الإنتاج على بيئة العمل، وأساليب الحد من التلوث الصناعي والانبعاثات الهوائية بوسائل مناسبة اقتصاديا وفنيا؛
 - التعامل الآمن مع المخلفات الصلبة والخطرة واستخدام الأساليب المناسبة لتدويرها أو التخلص منها؟
- إنشاء نظام للرقابة والرصد الذاتي في المنشأة وتوفير الكوادر الفنية لدعم الالتزام البيئي ومراقبة توفيق الأوضاع البيئية؛
- تقليل المخاطر أينما تكون الأسباب والعواقب غير معروفة، أو أينما تكون الموارد البيئية والبشرية معرضة لخطر محتمل؛
 - حماية البيئة المحلية وصيانة موارد الإنتاج؛
 - انتهاج نظم إدارة بيئية متكاملة من أجل الوصول إلى نتائج بيئية أقل تكلفة وأكثر استدامة.

بغية تحقيق أهداف الإنتاج الأنظف فإنه يجب العمل على إقامة تنظيم مؤسسي مستقل يدار ذاتيا لإدارة البيئة في المنشآت الصناعية لدفع الصناعة إلى تحسين كفاءتما وتوفير الإدارة الفعالة لبرامج تحديث العمليات الصناعية، ويستطيع هذا التنظيم المؤسسي في إطار ما يتمتع به من وضع حاص، تقييم طبيعة مشكلات التلوث في المنشأة، وتنفيذ خطة عمل تتماشى مع الظروف البيئية والاقتصادية السائدة للتخفيف من حدة هذه المشكلات.

يعد تحسين كفاءة عمليات التشغيل ودراسة دورة حياة المنتج من المفاهيم الأساسية في الإنتاج الأنظف الذي يتيح الفوائد التالية للمنشآت الصناعية أ

- مواكبة التطورات العالمية لتحديث طرق الإنتاج باستخدام التقنيات الجديدة؛
 - إدارة العمليات التصنيعية وتأمين التجهيزات والخدمات بطريقة حيدة؟
 - تغيير نوعية المنتجات بما يضمن زيادة الطلب عليها؟
 - إحلال الموارد الخام الملوثة بأخرى صديقة للبيئة؛
- إيجاد موارد اقتصادية إضافية نتيجة لإعادة تدوير المخلفات في العمليات الصناعية أو إعادة الاستخدام في إنتاج منتجات أخرى.

82

¹. المرجع نفسه، ص 231.

ثالثا: دور أسلوب الإنتاج الأنظف في تحسين الكفاءة الإنتاجية في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

ويمكن تلخيص دور أسلوب الإنتاج الأنظف في:

1. الإقلال من الفاقد في عمليات الإنتاج: من حلال:

- تطور طرق الإنتاج بتطبيق التكنولوجيات الحديثة قليلة الفاقد والاهتمام بالصيانة الوقائية للمعدات؛
- التحكم في القدرة الإنتاجية حيث تؤدي زيادة الإنتاج في بعض الأحيان إلى تشغيل المحطات بأكثر من قدرتها الفعلية وينعكس ذلك على زيادة الفاقد في الطاقة الكهربائية وعوامل الإنتاج والى تحميل الأجهزة فوق طاقتها مما يؤدي لزيادة الأعطال، ويؤثر ذلك بطريقة مباشرة في زيادة التلوث الصناعي؛
 - تغيير مصادر ومدخلات الإنتاج واستبدالها بمصادر ذات تأثير أقل بالنسبة للتلوث.

2. تدوير عوادم الإنتاج: يؤدي تدوير المخلفات داخل المحطات الإنتاجية إلى تحقيق النتائج التالية:

- الحد من الملوثات والسيطرة عليها وتقليلها إلى حد كبير؟
- خفض تكلفة وحدات المعالجة حيث أن كمية الملوثات والتركيزات المتبقية بعد خفض التلوث عند المنبع تقل إلى حد كبير؛
 - تحسين الوضع البيئي داخل المحطة وزيادة كفاءة الإنتاج.

3. ترشيد استخدام مدخلات الإنتاج والمياه والطاقة:

- عند إعداد الإنشاءات الهندسية الجديدة فإنه يجب الاستفادة من الطاقة الشمسية وذلك إما بتخزينها، حتى تستخدم في التسخين أو لتجنب الأحمال الحرارية غير المرغوب فيها؛
- استخدام أكثر الأساليب اقتصادا في استخدام الوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية، ويجب دراسة فوائد استخدام المواد الثانوية الناتجة من بعض العمليات الصناعية كمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية من المخلفات ذات القيمة الحرارية العالية؛
- استخدام المحولات الحرارية للتدفئة والتبريد في العمليات الصناعية، ويمكن لمحولات الحرارة أن تستقطب أية طاقة حرارية زائدة تنتج من الأفران حتى يمكن توفيرها لعمليات صناعية أحرى؛
 - تشجيع استخدام الإنارة ذات الكفاءة العالية في الخدمات العامة والمباني المقامة في المحطة؟
- الإقلال من استخدام مصادر المياه في العمليات الإنتاجية وذلك عن طريق التخطيط والتصميم المناسبين.

خلاصة الفصل

مما سبق يتضح أن الطاقة الكهربائية تعد من العناصر الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تشكل إمداداتها عاملا أساسيًا في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو، مما يوفر فرص العمل ويعمل على تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر؛ لذا فإننا بصدد إدراك التحديات العالمية التي تواجه القضايا الرئيسية المتعلقة بمجال الطاقة الكهربائية والبيئة، ومنها:

- توفير الطاقة الكهربائية لتعزيز النمو الاقتصادي والاجتماعي؛
- تحقيق العدالة بين سكان الريف والمدن في إمدادهم بالطاقة الكهربائية؟
- تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة والتي تتسبب في إهدار الموارد الطبيعية وحدوث التلوث الذي يهدد البيئة؛
 - الحد من التأثيرات السلبية لإنتاج الطاقة الكهربائية على الغلاف الجوي؛
 - توفير مصادر بديلة للطاقة الكهربائية يمكن الاعتماد عليها.

وضمن هذا الفصل تبين أن استخدام نظام الإدارة البيئية وأسلوب الإنتاج الأنظف في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، يساهم في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وفق متطلبات التنمية المستدامة، من خلال تحقيق أداء بيئي أفضل، وتحقيق كفاءة أكبر في استخدام الموارد والطاقة والوصول إلى إنتاج أكبر نتيجة تقليل الهدر والفاقد في إنتاج الطاقة الكهربائية، بالإضافة إلى الحد من التلوث البيئي.

الفصل الثالث

إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

الفصل الثالث: إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

على الرغم من تنوع مصادر الطاقة الكهربائية المتوفرة في العالم، وبدء دخول بعض المصادر المتجددة حيز الاستخدام التطبيقي، تشير التوقعات إلى أن مصادر الوقود الأحفوري وخاصة الفحم والغاز، ستبقى الخيار الرئيسي لإنتاج الطاقة الكهربائية لعقود مقبلة، إلا أن إسهام هذه المصادر في تحقيق التنمية المستدامة يتطلب اتخاذ تدابير عديدة من أهمها العمل على تحسين كفاءة إنتاج واستخدام الطاقة الكهربائية، مع الانتقال إلى تقنيات الوقود الأحفوري الأنظف، وذلك ضمن الأولويات الرئيسية لدعم التنمية المستدامة في إنتاج الطاقة الكهربائية، ويعتمد ذلك على وضع إستراتيجية تشمل أهم الإجراءات والوسائل المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية، لأن ترقية كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية تؤدي إلى حفض استهلاك الوقود، وبالتالي خفض انبعاث الغازات الدفيئة، لذلك فإن إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية تتضمن، تحسين كفاءة الإنتاج باستخدام تقنيات ووسائل أعلى كفاءة؛ التحول إلى مصادر أنظف للوقود، حاصة الغاز الطبيعي ونظم الطاقة المتجددة والطاقة النووية.

يتناول هذا الفصل إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، من خلال التطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: استخدام وسائل تقنية متطورة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

المبحث الثاني: تطبيق وسائل إدارية فعالة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

المبحث الثالث: التحول إلى الوقود الأنظف في إنتاج الطاقة الكهربائية

المبحث الرابع: تعزيز استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية

المبحث الأول: استخدام وسائل تقنية متطورة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

تُشكل المصادر الطاقوية الأحفورية القاعدة الأساسية للنظام الطاقوي العالمي الحالي، كما تُعتبر السبب الرئيسي للتلوث البيئي والاحتباس الحراري، وبالتالي فالاعتماد على التكنولوجيات المتطورة لاستغلال هذه الثروات يساهم بشكل كبير في الحد من آثارها البيئية السلبية وفي زيادة كفاءتما الإنتاجية، خاصة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية التي تعد العمود الفقري لجميع النشاطات الإنسانية والاقتصادية.

يتناول هذا المبحث الوسائل التقنية التي يمكن من خلالها ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وذلك في ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم التطرق لأهم التكنولوجيات المتطورة المستخدمة في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، وفي المطلب الثاني شرح مفصل لاستخدام تقنية اصطياد الكربون في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث يتناول دور الربط الكهربائي بين الدول في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في كل دولة.

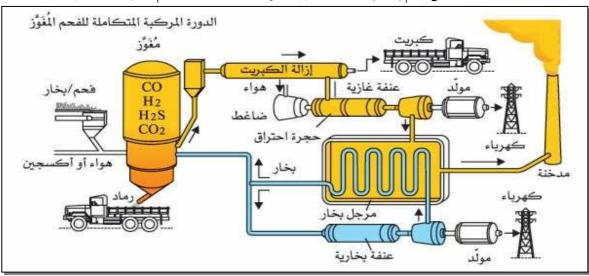
المطلب الأول: استخدام التكنولوجيات المتطورة لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية أولا:استخدام محطات الدورة المركبة في إنتاج الطاقة الكهربائية

وهي المحطات التي تعتمد على نظم إنتاج مركبة من نوعين من التوربينات الغازية والبخارية تستخدم مصدر وقود واحد لإنتاج الطاقة الكهربائية، وذلك حيث تستخدم الطاقة المحملة في غازات العادم الناتجة من التوربينات الغازية عند درجات حرارة عالية حوالي 570 °م، لإنتاج البخار اللازم لتشغيل التوربينات البخارية وإنتاج كميات إضافية من الطاقة الكهربائية، وتمتاز الدورة المركبة بكفاءة إنتاجية عالية تصل إلى حوالي (50–00 %) ، وبانخفاض الكلفة المالية؛ كذلك تمتاز بسرعة تشغيل وربط بالشبكات العامة.

ويبين الشكل رقم (1.3) إحدى التقنيات المتقدمة لإنتاج الطاقة الكهربائية المسماة الدورة المركبة المتكاملة للفحم المحول إلى غاز (Intergrated Coal Gasification Combined Cycle - IGCC) إذ يحول الفحم إلى خليط غازي بتفاعله مع البخار والأكسجين قبل حرقه، وتقوم المنظومة بعد ذلك بتشغيل الدورة المركبة، فيُحرق مزيج الغازات في عنفة غازية ثم تُردّ حرارة الغازات الخارجة من العادم إلى العنفة الغازية، بعد إدخالها في مبدل لتبخير الماء، ويقوم بخار الماء بتدوير عنفة بخارية تقليدية.

2. مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير. اقتصاد الطاقة [على الخط]. متاح على: < doc.abhatoo.net.ma/IMG/doc/10oct13.doc > (تاريخ التحميل 12 ماي 2011)، ص12.

^{1.} اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الحد من انبعاث غازات الدفيئة من قطاع الكهرباء. بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2002، ص8.



الشكل رقم(1.3): تقنية الدورة المركبة المتكاملة للفحم المحول إلى غاز

المصدر: مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير. اقتصاد الطاقة [على الخط]. متاح على:

. 12ماي 2011) < doc.abhatoo.net.ma/IMG/doc/10oct13.doc >

إن محطات الدورة المركبة أكثر كفاءة من محطات دورة البخار التقليدية، لأنها تستخلص قدراً أكبر من الطاقة من كل وحدة فحم أو نفط أو غاز تحرق في المحطة، أما في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التقليدية فيحرق الفحم أو النفط أو الغاز لتسخين ماء الفرن (المرجل) وتحويله إلى بخار يدير عنفة بخارية، وتطرح الغازات الحارة الناتجة عن الاحتراق من مدخنة إلى الجو من دون أن تستغل.

ثانيا:الإنتاج المزدوج للحرارة وللطاقة الكهربائية

يقصد بالإنتاج المزدوج إنتاج الطاقة الكهربائية واستغلال الحرارة، حيث يمكن استغلال الطاقة الحرارية المتوفرة في الغازات العادمة في الحطات البخارية أو الغازية لأغراض أخرى كتحلية المياه أو إنتاج البخار الضروري للعمليات الصناعية الكيماوية أو لأغراض التدفئة؛ ويمكن أن يكون الهدف الرئيسي هو إنتاج الطاقة الكهربائية، ثم استغلال الحرارة باعتبارها منتج ثانوي أو بالعكس حيث يكون الهدف الأساسي هو إنتاج الحرارة أو البخار وتكون الطاقة الكهربائية هي المنتج الثانوي كما هو الحال في العديد من الصناعات التي تتطلب استعمال البخار والحرارة بكثرة في العمليات الإنتاجية أ، يتمتع الإنتاج المزدوج (الدورة المشتركة) بكفاءة عالية حدًا قد تصل الى70%، ويؤدي ذلك إلى خفض انبعاث غازات الدفيئة إلى أقل من 35 %2، من الوحدات العادية.

2. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الحد من انبعاث غازات الدفيئة من قطاع الكهرباء. بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2002، ص8.

^{1.} مهدي الهواري. " ترشيد استهلاك الطاقة في البلدان العربية ". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد135، ص55.

ثالثا: تحسين عملية الاحتراق في المحطات الحرارية

يُمكن تحسين الكفاءة الإنتاجية للمحطات الحرارية عن طريق السيطرة الجيدة على عملية الاحتراق من خلال توفير الظروف المثلي لحرق الوقود، وإدخال عدد من التقنيات الحديثة، منها على سبيل المثال إضافة رذاذ الماء إلى الوقود التي تؤدي حسب بعض المزودين لهذه التقنية إلى ترشيد استهلاك الوقود الثقيل بنسبة 2 % أ؛ تتحقق الكفاءة الأمثل للاحتراق عندما يتم حرق الوقود مع الكمية المناسبة من الهواء لتأمين الاحتراق الكامل، ويتم التحكم بمواء الاحتراق وتنظيم درجة الحرارة والضغط ونسبة الهواء إلى الوقود باستخدام أنظمة التحكم الإلكترونية، مما يساهم في تحسين كفاءة الأفران (المراجل) 2.

رابعا: تقنية تخزين الطاقة الكهربائية

يُعتبر تخزين الطاقة في المنظومات الكهربائية من الوسائل الناجحة لإدارة الأحمال وتحسين كفاءة الإنتاج والنقل على الرغم من أن ميزان الطاقة الخاص بعملية التخزين والاسترجاع يكلف ضياع في الطاقة بنسبة غير قليلة قد تبلغ ما بين 25 % إلى 35% كما هو الحال في محطات الضخ والإنتاج 3 .

والطريقة المستعملة حاليا في تخزين الطاقة الكهربائية، والتي تتناسب مع الكميات الهائلة من الطاقة المخزنة والمسترجعة، هي طريقة ضخ المياه إلى خزان علوي عند توفر فائض من الإنتاج ثم استعمال هذه المخزنة لتولد الطاقة عند ذروة الطلب؛ وهذه الدورة يمكن أن تكون يومية أو أسبوعية أو فصلية.

المطلب الثاني: استخدام تقنية اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

يتناول هذا المطلب فرص اصطياد وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون CO2، وهي التقنية التي تفصل غاز ثاني أكسيد الكربون من غازات المدخنة والعمليات الأخرى وتخزنه في التشكيلات الجيولوجية، وتمثل هذه التقنية إحدى أهم الطرق الواعدة لتخفيض تركيز CO2 في الغلاف الجوي من بين إجراءات تخفيف انبعاثات الكربون.

أولا: نظرة شاملة على تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون ونقله وتخزينه

نبعت فكرة اصطياد أو احتجاز CO2 وتخزينه CCS أصلا من الرغبة في الاستفادة من غاز CO2 وتخزينه CO2 أصلا من الرغبة في الستفادة من تحتوي CO2 لأغراض صناعية أبرزها استخدامه في الصناعات الغذائية كصناعة المشروبات الغازية التي تحتوي CO2 كجزء من مكوناتها، كما يحتاج CO2 لتصنيع اليوريا، وفي فصل CO2 من الغاز الطبيعي الحاوي على نسب

¹. مهدي الهواري. مرجع سابق، ص55.

^{2.} اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. ترشيد استخدام الطاقة في القطاع الصناعي في الدول العربية. في: مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ماي 2006، عمان، ص27.

³ . المرجع نفسه، ص55.

مرتفعة منه، ويستخلص في معامل التكرير والأمونيا، والهيدروجين؛ ثم لاقت هذه الفكرة رواجا بسبب مردودها الاقتصادي حينما بدأ باستخدام CO2 في تقنيات الاستخلاص البترولي من حقول البترول الناضبة بما يعرف الاستخراج البترولي المعزز¹.

وتعد عملية احتجاز CO2 وتخزينه (CCS) إحدى خيارات التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن النشاطات البشرية، والتي تشمل بين خيارات أخرى رفع كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية والتحول نحو الوقود الأقل كثافة كربونية.

1. اصطياد ثاني أكسيد الكربون CO2: إن اصطياد CO2 يعني فصله عن غيره من الغازات الأخرى باستخدام المذيبات الفيزيائية أو الكيميائية أو الأغشية أو مواد الامتصاص الصلبة أو التبريد، فإذا كان مصدر الغاز محطة إنتاج الطاقة الكهربائية فإن ذلك يتم إما بعد عملية احتراق الوقود أو قبل الاحتراق أو باستخدام الوقود الأكسوجيني².



الشكل رقم (2.3): تقنيات اصطياد ثاني أكسيد الكربون

المصدر: جمال حربي. " اصطياد غاز ثاني أو كسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي. 2009، المجلد 35، العدد130، ص7.

وكما هو موضح في الشكل رقم (2.3) يمكن اصطياد CO2 قبل أو بعد المكان الذي يجري فيه الاحتراق، ويعتمد اختيار المخطط الأنسب على عدة متغيرات، منها توفر المساحة اللازمة لتركيب المعدات والظروف المحلية، إضافة إلى تحديد الخيارات التقنية الملائمة لاصطياد CO2 بالاحتراق مع الأكسجين، أو ما قبل الاحتراق، أو ما بعد الاحتراق.

^{1.} أسماء على أباحسين. " استشراف آفاق تقنية اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في البلدان العربية ". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130، ص85.

^{2.} عمر حالد الحاج." تقنيات اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130، ص142.

2. نقل ثاني أكسيد الكربون CO2: يتم ذلك بإحدى وسائل النقل المعروفة وواسعة الانتشار كالنقل عبر خطوط الأنابيب أو النقل بالسفن أو بالصهاريج التي تسير على خطوط السكة الحديدية، ويتم عادة في خيار النقل بالأنابيب رفع ضغط الغاز، قبل ضخه في الخط الذي يكون مصنوعا من الفولاذ إذا كان الغاز المنقول حافا(وذلك لأن الغاز الجاف لا يشكل وسطا تآكليا) أما إذا كان الغاز رطبا فإنه يسبب تآكل المعدن الذي يصنع منه الخط ولذلك يجب تصنيعه من سبائك مقاومة للتآكل.

3. تخزين ثاني أكسيد الكربون بعد فصله: يعتبر التخزين في التكوينات الجيولوجية من أكثر الحلول الواعدة لعزل ثاني أكسيد الكربون عن الغلاف الجوي على نطاق واسع ولأحل طويل، إذ تعد مكامن أو مستودعات النفط والغاز، وطبقات الفحم الرقيقة المخازن الواعدة له؛ ويتم التخزين الجيولوجي بحقن الغاز في خزانات النفط والغاز المستنضبة أو في التكوينات الملحية العميقة أو في الطبقات الحاملة للفحم غير القبل للتعدين، وينطوي حقن CO2 في التكوينات الجيولوجية العميقة على الكثير من التقنيات نفسها التي استحدثت في قطاع التنقيب عن النفط والغاز وإنتاجهما، وكذلك التقنيات التي تم استخدامها لتخزين الغاز الطبيعي والحقن العميق للنفايات السائلة والتخلص من الغاز الحمضي التي تم تطبيقها بشكل خاص في كندا والولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 1990، والشكل في الملحق رقم (1) يبين ذلك.

ثانيا: تقنيات اصطياد ثاني أكسيد الكربون في صناعة الطاقة الكهربائية

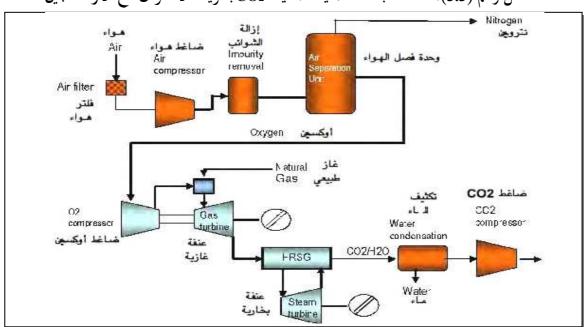
تعد صناعة الطاقة الكهربائية أعلى مصادر انبعاثات CO2، ويحرق فيها ثلاث أنواع من الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية الفحم والغاز الطبيعي وبدرجة أقل البترول، ويمكن أن تكون العملية التي تعتمد على الغاز الطبيعي إما من نوع الدورة البسيطة أو الدورة المركبة، وستتم دراسة التقنيات الثلاث (الاحتراق مع الأكسجين، وما قبل الاحتراق، وما بعد الاحتراق) التي تتعلق بحرق الغاز الطبيعي في عملية الدورة المركبة (NGCC) ، ونظرا لسرعة تركيبها وارتفاع كفاءتها، وانخفاض الانبعاثات المحتملة منها، تعتبر تقنية (NGCC) من التقنيات الأكثر اختيارا عند توفر الغاز الطبيعي، وقد أثبتت تقنيات العنافات الغازية ذات الدورة المركبة فعاليتها، حيث وصلت كفاءتها الإنتاجية إلى (58 % تقريبا)، أي ألها تفوق المنشآت التقليدية بحوالي 10%؛ بشكل عام يمكن من الناحية الفنية إجراء تكامل اصطياد (NGCC) ضمن كل المشاريع المحديدة لإنتاج الطاقة الكهربائية والقائمة، ولكن يعتمد ذلك على عوامل عديدة، كتوفر المساحة اللازمة لتركيب المعدات الإضافية، وموقع الوحدة، ووجود مكان لتخزين واستقبال CO2 المخزن، وفرصة تسويقه.

¹. المرجع نفسه، ص 147.

². المرجع نفسه، ص 148.

^{3.} جمال حربي." اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه". بحلة النفط والتعاون العربي، 2009، المحلد 35، العدد130، ص18.

1. تقنية احتراق الوقود مع الأوكسجين: كما هو موضح في الشكل رقم(3.3)، يتم إنتاج الأوكسجين بفصل النتروجين المكون الرئيسي للهواء، وبطريقة التقطير بالتبريد الشديد، يحرق الوقود بكميات قليلة مع الأكسجين تعادل كميات الماء وCO2 الموجودة في غازات المدخنة، وبالتالي تسهل عملية فصل CO2 من غازات المدخنة الحاوية على تركيز مرتفع من 80 % إلى 90 % من CO2 ، كما تطبق عادة عمليات التبريد والتكثيف لفصل بخار الماء من CO2، في هذه العملية يعتبر التكامل بين كل من وحدة فصل النتروجين من الهواء ووحدة فصل وضغط CO2 ضروري، وتشير الدراسات إلى أن عملية الاحتراق مع الأوكسجين تقوم بإزالة كامل كمية CO2 الناتجة عن عملية الاحتراق، إلا ألها تنتج كمية كبيرة من الحرارة، ومازالت المواد التي تستطيع تحمل هذه الحرارة في مرحلة البحث والتطوير. كما تتجه الأبحاث الحالية نحو تخفيض التكاليف الاستثمارية والتشغيلية للعملية.



الشكل رقم (3.3): مخطط مبسط لعملية اصطياد CO2 بطريقة الاحتراق مع الأوكسجين

المصدر: جمال حربي." ا**صطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه**". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130،ص19.

يمكن تطبيق تقنية الاحتراق مع الأوكسجين على حالتي العنافات البخارية والغازية، وتحتاج إلى وحدة فصل هواء تبلغ تكلفتها حوالي نصف تكاليف رأس المال اللازم لتجهيزات العملية، ويجري دراسة عدة تصاميم لتحسين تقنية الاصطياد بالاحتراق مع الأوكسجين.

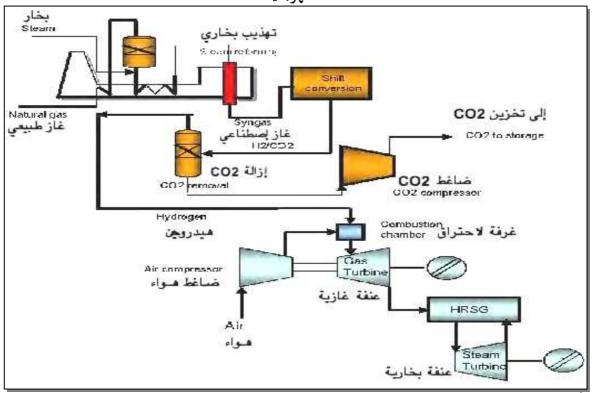
تكمن ميزة الاصطياد بطريقة الاحتراق مع الأكسجين في تطور تقنية تقطير الهواء، وسهولة فصل CO2، وفي انخفاض نسبة انبعاثات CO2 إلى الصفر تقريبا، ومن مساوئها الحاجة إلى وحود عنفة غازية ذات تقنية حديدة، وارتفاع تكاليف رأس المال اللازم لإنشاء وحدة تقطير الهواء.

.

¹. المرجع نفسه، ص 18.

2. طريقة اصطياد CO2 قبل الاحتراق: تعتمد هذه التقنية على مبدأ عملية أنتاج الهيدروجين بطريقة التهذيب البخاري أو الأكسدة الجزئية التي يتم فيها تحويل الغاز الطبيعي إلى غاز اصطناعي (CO+H2)، ثم يتفاعل أول أكسيد الكربون CO مع بخار الماء H2O لينتج CO2 و H2، ويسمى تفاعل التحويل ويمكن فصل غاز CO2 بسهولة من غاز المدخنة، ويوضح الشكل رقم(4.3) مخططا مبسطا لهذه العملية.

الشكل رقم (4.3): مخطط مبسط لسير عملية اصطياد CO2 قبل الاحتراق في محطة إنتاج الطاقة الشكل رقم (4.3):

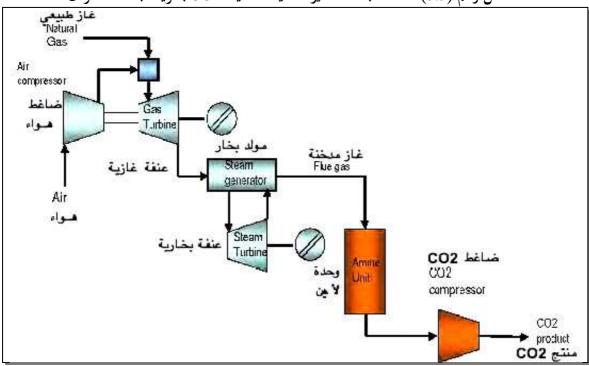


المصدر: جمال حربي." ا**صطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه**". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130، ص22.

تكمن مزايا طريقة الاصطياد قبل الاحتراق بارتفاع تركيز CO2، وانخفاض تكاليف الفصل اللاحقة، أما مساوئها فتتركز في تعقيد عملية التهذيب البخاري وما يرافقها من تكاليف وحسائر في الكفاءة الإنتاجية، وعلى الرغم من أن الوقود ذا الأساس الهيدروجيني يمكن أن يستخدم كوقود للعنافات الغازية القائمة إلا أنه يجب تصميم عنافات هيدروجينية جديدة.

8. طريقة الاصطياد بعد الاحتراق: يعتمد معظم منظومات اصطياد CO2 بطريقة بعد الاحتراق على مبدأ الامتصاص الكيميائي أو الفيزيائي أو كليهما معا، فعندما تكون تراكيز CO2 في غازات الاحتراق منخفضة تطبق تقنية الفصل بالامتصاص الكيميائي، حيث أن هذه الطريقة تستخدم لاسترجاع CO2 من غازات مدحنة محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، ولتنقية الغاز الطبيعي المخصص للبيع، ويبين الشكل رقم (5.3) مخططا مبسطا لسير عملية اصطياد CO2 بطريقة بعد الاحتراق، والعمليات الإضافية المطلوبة لعملية اصطياد

CO2، لهذا فإنه في حالة الاصطياد بعد الاحتراق التي تعتمد على المذيب تتكون الوحدات الإضافية من وحدة الامتصاص (أي وحدة الأمين) ووحدة الضغط.



الشكل رقم (5.3) مخطط مبسطا لسير عملية اصطياد CO2 بطريقة بعد الاحتراق

المصدر: جمال حربي." اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه". بحلة النفط والتعاون العربي، 2009، المحلد 35، العدد130، ص24.

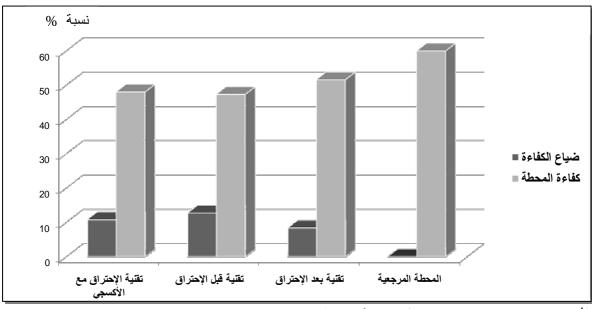
تكمن فوائد طريقة اصطياد CO2 بعد الاحتراق في إمكانية تركيب وربط كافة تجهيزات العملية دون الحاجة إلى إجراء تعديلات جوهرية، وقابلية استخدام العنفة الغازية القائمة، إلا أنه بسبب ضخامة حجم غازات الاحتراق فإن حجم وحدة الاصطياد كبيرة، لهذا يحتاج إنشاء الوحدة إلى مساحة كبيرة، فضلا عن أن ارتفاع تكاليف كل من رأس المال اللازم للإنشاء وتكاليف التشغيل، وعلى الرغم من هذه المساوئ إلا أنها تعتبر من أكثر تقنيات اصطياد CO2 المطبقة حاليا في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي تصل طاقتها الإنتاجية إلى 500 ميغاواط¹.

ثالثا: مقارنة اقتصادية لتقنيات اصطياد CO2 في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

أجريت العديد من الدراسات على تقنية بعد الاحتراق، بينما القليل جدا من الدراسات خصصت لتقنيات قبل الاحتراق والاحتراق مع الأوكسجين؛ والملاحظة الأولى التي يمكن استنتاجها من هذه المقارنة هي أن إضافة وحدة الاصطياد تؤدي إلى خسارة لا يمكن تفاديها في الطاقة الكهربائية، وبالتالي ينعكس ذلك على انخفاض إجمالي كفاءة إنتاج المحطة، وهذا موضح في الشكل رقم (6.3).

-

¹. المرجع نفسه، ص27.



الشكل رقم (6.3): كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية في محطة إنتاج(NGCC)بوجود منظومة اصطياد CO2

المصدر: جمال حربي." اصطياد غاز ثابي أوكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130، ص28.

من خلال الشكل يتضح انخفاض كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية بمعدل 8.4 % في حالة الاصطياد بعد الاحتراق، و 10.8 % في حالة الاحتراق، بعد الاحتراق، و 10.8 % في حالة الاحتراق مع الأوكسجين و 12.7 % في حالة الاصطياد قبل الاحتراق إلى ارتفاع كمية ويرجع سبب الارتفاع النسبي لضياع الكفاءة الإنتاجية في حالة الاصطياد قبل الاحتراق إلى ارتفاع كمية الطاقة الكهربائية اللازمة لفصل الأوكسجين من الهواء وإلى عمليات ضغط CO2.

أما الزيادة في تكاليف رأس المال اللازم لإنشاء محطة إنتاج الطاقة الكهربائية فتبلغ 80 %-160 %، وفي حالة قبل الاحتراق تبلغ 75 % -140 %، كما تتراوح الزيادة في تكاليف تشغيل محطة الإنتاج بعد تركيب منظومة الاصطياد ضمن المحال 4-6 دولار ميغاواط في الساعة بوحود تقنية بعد الاحتراق، وبالمحال 5-5.5 دولار ميغاواط في الساعة بوحود تقنية قبل الاحتراق، وتزيد في حالة الاحتراق مع الأو كسجين عن 5 دولار ميغاواط في الساعة أ.

اعتمادا على النتائج السابقة يمكن القول أن تقنية ما بعد الاحتراق تحتاج إلى أعلى كمية طاقة(1.24 كيلواط في الساعة /الكيلوغرام)، بينما تحتاج تقنية الاحتراق مع الأوكسجين إلى أقل كمية من الطاقة (0.95 كيلواط في الساعة/الكيلوغرام)، أما نسبة تخفيض انبعاثات CO2 فتبلغ ما بين 83 % إلى 89 % في تقنية ما بعد الاحتراق، وفي تقنية ما قبل الاحتراق تبلغ النسبة 82 % -86 %: وفي تقنية الاحتراق مع الأوكسجين تزيد نسبة التخفيض عن 97 % 2.

¹. المرجع نفسه، ص 29.

^{2.} المرجع نفسه، ص 29.

نستنتج من خلال المقارنات السابقة أن إضافة منظومة اصطياد CO2 إلى محطة إنتاج الطاقة الكهربائية ذات الدورة المركبة التي تعمل على الغاز الطبيعي NGCC ينتج عنها تكاليف إضافية وتخفيض في كفاءة إنتاج الطاقة، مقارنة بنفس المحطة التي لا يوجد فيها منظومة لاصطياد CO2.

عندما يتعلق الأمر بموضوع تكامل منظومة اصطياد CO2 مع محطة إنتاج الطاقة الكهربائية القائمة أو الجديدة فإن العوامل الهامة المؤثرة في اختيار نوع منظومة الاصطياد هي تركيز CO2 في غازات الاحتراق، وقيمة الضغط في خط جريان هذه الغازات، وفيما إذا كان الوقود المستخدم غاز أو صلب.

التقنية الأكثر استخداما في الوقت الحالي هي تقنية بعد الاحتراق التي تعتمد على المذيب، ويُرجح أن تبقى الخيار الأكثر انتشارا على المدى القريب، حيث تستخدم حاليا في بعض محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، أما تقنية قبل الاحتراق (تهذيب الغاز الطبيعي) فتطبق بشكل واسع في إنتاج الهيدروجين وصناعة سماد الامونيا، كما أن تقنية الاحتراق مع الأوكسجين تستخدم في مجالات عديدة في الصناعة، ويتوقع أن تلعب تقنيات الاحتراق مع الأوكسجين وبعد الاحتراق دورا هاما عندما تنخفض تكاليفهما.

المطلب الثالث: الربط الكهربائي بين الدول لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

يعتبر الربط الكهربائي أحد الوسائل الهامة لترشيد المنظومات الكهربائية، كما أنه يعتبر أحد أركان التعاون الأساسي بين الدول بهدف الحد من التكاليف الرأسمالية والتكاليف التشغيلية لإنتاج الطاقة الكهربائية لمقابلة مستوى معين من الطلب، ولتحقيق وفر في استخدام الطاقة الأولية؛ كما أن للربط فوائد كثيرة تختلف باختلاف أنواع الربط وكذلك الغرض منه، وسياسات الدول المرتبطة بالنسبة لاعتمادها على الدول الأخرى في تلبية احتياجاتها من الطاقة الكهربائية؛ وبالطبع عادة ما يبدأ الربط بين البلدان المتجاورة بصورة متواضعة وللتبادل في أوقات معينة، إلا أنه سرعان ما ينمو ويأخذ أشكالا أكثر تطورا في ضوء التجربة الفعلية، وبعد اطمئنان الشركاء من النواحي الفنية والإستراتيجية والسياسية، والتأكد من منافع الربط.

أولا: أنواع الربط المختلفة

تتيح الأنواع المختلفة من الربط للدول المرتبطة درجات متباينة من التبادل والمنافع، كما أنه قد يترتب عليها عدد من القضايا، وبصفة عامة بالإمكان حصر أنواع الربط في الآتي¹:

1.الربط المفتوح والربط المقفل: يعاني الربط بقدرات منخفضة من مشاكل عدم الاستقرار، وبالتالي فعادة ما يترك خط الربط مفتوحاً، ولا يتم إقفاله إلا في حالات الطوارئ لتزويد الطاقة الكهربائية المطلوبة

^{1.} الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاحتماعي. "التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد133، ص115 .

للمناطق التي بها عطل، ولقد بدأ الربط بهذا النوع بين بلدان أوروبا، كما بدأ أيضا على هذا النحو بين تونس والجزائر، وكذلك بين سوريا ولبنان، وسوريا والأردن.

2.الربط المتزامن والربط غير المتزامن: إن المنظومات التي تعمل على نفس التردد ونفس أنظمة التحكم في التردد عادة ما تفضل الربط المتزامن على التيار المتردد، أما إذا ما تم ربط شبكات ذات ترددات مختلفة، أو كانت هناك رغبة في الإبقاء على استقلالية التردد في الشبكات المرتبطة نظرا للاختلاف في تنظيم استقرار التردد، فإن الربط يكون بواسطة التيار المستمر، ويكون الربط غير متزامن.

3. الربط لتبادل الطاقة والربط لتبادل القدرة: يتمثل الربط لتبادل الطاقة، بين دولتين متجاورتين، في قيام دولة بتصدير طاقة كهربائية أقل تكلفة إلى دولة أخرى مجاورة يكون إنتاج الطاقة الكهربائية فيها أعلى تكلفة، وذلك وفق حدول زمني يتم تحديده مسبقاً بين الدولتين، وتستفيد كلتا الدولتين من هذا التبادل إذ تقوم الدولة المصدرة ببيع الطاقة الكهربائية بسعر أعلى من تكلفة الإنتاج فيها، بينما تحصل الدولة التي تقوم بشراء الطاقة الكهربائية على طاقة بسعر أقل من تكلفتها المحلية، ويمثل الفرق في تكلفة الطاقة الكهربائية في البلدين وفرات مالية من الربط، وعادة ما يتم توزيع تلك الوفرات بالتساوي بين الدولتين؛ ويمكن أن يتطور التبادل بين البلدين ليشمل تبادل للقدرة أيضاً، وفيه يتم دمج برامج إنشاء محطات الإنتاج الجديدة في الدولة بي الدولة الثانية، الدولتين في برنامج مشترك، يتم فيه إنشاء بعض محطات الإنتاج المطلوبة لإحدى الدول في الدولة الثانية، وذلك لوجود مصدر رحيص للطاقة، مثل توافر الغاز الطبيعي أو وجود مصدر للمياه في الدولة الثانية.

ثانيا: المزايا الاقتصادية والفنية للربط الكهربائي

 1 تتمثل أهم المزايا الاقتصادية والفنية للربط الكهربائي فيما يلي

- يشكل خط الربط قدرة إنتاج إضافية للشبكات المرتبطة، وهو يسمح بالتالي بتقليل القدرة الاحتياطية * المركبة في كل شبكة، ويؤدي من ثم إلى تخفيض الاستثمارات الرأسمالية اللازمة لتلبية الطلب دون المساس بدرجة الأمان والاعتمادية في الشبكات المرتبطة ؟
- التقليل من الاحتياطي الدوار** مع الحفاظ على نفس مستوى أمان الشبكة، ومن ثم تخفيض تكاليف التشغيل، وذلك لأنه بإمكان الشبكات المرتبطة الاستفادة من كامل الاحتياطي الدوار المتوافر في تلك الشبكات، إذ أن احتمال حدوث خلل مفاجئ في آن واحد في أكثر من شبكة هو احتمال ضئيل للغاية؟

^{1.} محمد فرحات. التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية. في: مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ماي 2006، عمان[على الخط]. متاح على: < http://www.oapecorg.org/aeconf papers/eightconf/Mohammed% 20Farahat.doc > تاريخ التحميل 12 حوان 2011)، ص3.

^{*.} القدرة الاحتياطية تمثل الفرق بين قدرة الإنتاج المتاحة والحمل الأقصى.

^{**.} الاحتياطي الدوار في لحظة ما يمثل الفرق بين إجمالي قدرات وحدات الإنتاج المتزامنة على الشبكة والحمل الأقصى في تلك اللحظة.

- ترابط الشبكات يجعل منها شبكة واحدة أكثر اتساعاً ذات توتر أكثر توازناً، وذات استقرار ديناميكي أفضل، إذ أن الشبكة المرتبطة أقدر من الشبكة المنفردة على استعادة استقرارها على إثر وقوع الاضطرابات أو الحوادث الكبيرة؛
- الاستفادة من اختلاف أنظمة الإنتاج عندما يغلب على إحدى الشبكات الإنتاج المائي، ويغلب على الشبكة الأخرى الإنتاج الحراري، إذ بالإمكان التقليل من تأثير السنوات التي بها شح في الموارد المائية في الدول التي تعتمد على الطاقة المائية؟
- الاستفادة من اختلاف أوقات الذروة الفصلية والأسبوعية واليومية، إذ عادة ما تكون أحمال الذروة للشبكة المرتبطة أقل من حاصل جمع أحمال الذروة للشبكات المنفصلة، ويؤدي هذا إلى التقليل من التكاليف الإنتاجية للكيلوواط ساعة خلال أوقات الذروة نظراً لعدم الحاجة إلى تشغيل وحدات الإنتاج الأقل كفاءة، والتي تستخدم عادة لتلبية أحمال الذروة؛
- يضاف إلى ما تقدم عدد من الآثار البيئية الهامة، وبصفة خاصة تقليل الانبعاثات للغازات العادمة باستخدام وحدات الإنتاج الأكثر كفاءة، وكذلك تقليل الانبعاثات والغازات الملوثة للبيئة والأمطار الحمضية نتيجة لخفض عدد وحدات الإنتاج العاملة.

وإجمالاً تتمثل المنافع الاقتصادية الرأسمالية لمشاريع الربط في الوفرة في التكاليف الاستثمارية نتيجة لتأجيل الحاجة إلى إنشاء محطات إنتاج حديدة، وذلك لإمكانية الاستفادة من قدرات الإنتاج الموجودة في دول مرتبطة لتلبية القدرات المطلوبة في أوقات الذروة؛ وتتمثل المنافع الاقتصادية التشغيلية في الوفرات في تكاليف الوقود والتشغيل والصيانة لوحدات الإنتاج، نتيجة لتبادل الطاقة الكهربائية.

ونظراً لأن الشبكات المرتبطة أكثر اعتمادية من الشبكات غير المرتبطة، يمكن احتساب منفعة إضافية للربط تتمثل في انخفاض الخسائر المادية الناجمة حراء توقف التيار، وبصفة خاصة في قطاع الصناعة، والتي عادة ما يتم احتسابها على أساس دو لار/ كيلواط ساعة، من الطاقة غير المزودة.

المبحث الثاني: تطبيق وسائل إدارية فعالة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

يتناول هذا المبحث الوسائل الإدارية والمعايير البيئية التي يمكنها ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وذلك في ثلاثة مطالب، في المطلب الأول يتم التطرق لأهم الوسائل الإدارية المتعلقة بالطاقة الكهربائية الكهربائية لترقية كفاءتما الإنتاجية، وفي المطلب الثاني يهتم بكيفية إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية وترشيدها في أهم القطاعات الأحرى، أما المطلب الثالث يتناول أهم المعايير البيئية المتعلقة بالطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: تطبيق سياسات الخصخصة والتسعير على أسس اقتصادية

إن نمو قطاع الطاقة الكهربائية قد ارتبط بملكية الدول له، وإشرافها على إدارته، وعلى الرغم من أن ذلك ساعد على تغطية الطلب المتزايد من الطاقة الكهربائية، إلا أنه أدى إلى تأثره بأساليب الإدارة الحكومية، الأمر الذي أفقده الكثير من الديناميكية، لذلك يجب القيام بخصخصة قطاع الطاقة الكهربائية وتغير سياسات التسعيير لتكون على أسس اقتصادية.

أولا: خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية

إن ازدياد الحاجة إلى الاستثمارات في قطاع الطاقة الكهربائية لمواكبة زيادة الطلب، تتطلب إيجاد المناخ المناسب لتشجيع القطاع الخاص للمشاركة في عملية إنتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية؛ إلا أن ذلك يستلزم القيام بعدة إجراءات لإعادة هيكلة القطاع أهمها:

- تحويل المؤسسات العامة إلى شركات تجارية أو مساهمة؟
- وضع أطر قانونية تسمح بتجزئة القطاع وتحويله إلى عدة قطاعات تشمل الإنتاج والتوزيع والتسويق على أن يتبع ذلك إعطاء امتيازات خاصة، واتفاقات ضمان تكفل العمل السليم لهذه المؤسسات.

ويتيح ذلك فرصة لوضع قطاع الطاقة الكهربائية في مجال المنافسة، كما يساعد في التخفيف من العبء المالي على الدولة، إضافة إلى المساهمة في توفير الأموال اللازمة لتحسين كفاءة أداء النظم الكهربائية.

ومن فوائد إدخال عنصر المنافسة في محال إنتاج الطاقة الكهربائية ما يلي:

- الحصول على أقل التكاليف مع ضرورة رقابة هيئة تنظيم الخدمات الكهربائية بغرض ضمان مستوى عال من جودة الخدمة؟
 - التوسع في استخدام محطات الإنتاج ذات الكفاءة العالية؛
 - زيادة في الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية؛
 - التشغيل الأمثل لمحطات الإنتاج؟
 - رفع موثوقية الخدمة الكهربائية؛

- العمل بأنظمة الصيانة المعتمدة عالمياً والموصى عليها من الجهات المصنعة للمعدات؛
- استخدام المعدات والآلات ذات التقنية الحديثة والكفاءة العالية والتوسع في استخدام الحاسب الآلي.

ثانيا: سياسات التسعير على أسس اقتصادية

لقد عمدت أغلب الدول ، لأسباب احتماعية ، إلى تسعير الطاقة الكهربائية على أسس غير اقتصادية عن طريق دعم التعرفة ، مع اختلاف طبيعة و نسبة هذا الدعم من دولة إلى أخرى ، وقد أدت هذه السياسات إلى الاستخدام الجائر ، والهدر في استخدام الطاقة الكهربائية كما أدت سياسات الدعم إلى إضعاف القدرات المالية لمنشآت الطاقة الكهربائية ، وتخفيض قدرتما على الاستثمار في مشاريع تحديث و زيادة الإنتاج ؛ لذلك فإن إعادة النظر في تسعيرة الطاقة الكهربائية على أسس اقتصادية ، وبشكل يساعد على إدارة الطلب ، يمثل ضرورة لرفع كفاءة الاستخدام والحد من الانبعاثات .

وحتى يتم تحديد تسعير مناسب للطاقة الكهربائية فإنه يجب تطبيقه على أسس سليمة واقتصادية، واستخدام إستراتيجية واضحة للوصول إلى تسعير فعال لهذه الخدمة، ومن أهم هذه الأسس ما يلي:

- مراعاة ضرورة تحقيق عائد معقول على الاستثمار؟
- اقتراح أو وضع التعرفة بشكل دقيق وذلك من قبل هيئة مستقلة حاصة لدراسة ومراقبة تكلفة الإنتاج والنقل والتوزيع واقتراح التعرفة المناسبة لمقابلة التكاليف وتحقيق عائد للمستثمرين ومراعاة ظروف كافة المستهلكين ؟
 - المرونة في تغير التعرفة حسب التكلفة وظروف السوق؛
 - تقسيم التعرفة إلى فئات حسب نوع الاستهلاك (صناعي ، زراعي ، تجاري ، سكني ، أحرى)؛
 - تقسيم الفئات إلى شرائح متعددة حسب مقدار الاستهلاك؟
- تنظيم الأوضاع المالية والفنية للقطاع لتحقيق ترشيد الإنفاق ورفع كفاءة العاملين والأجهزة والمعدات ورفع موثوقية الخدمات؟
- تحقيق الأهداف التنموية للمجتمع بزيادة النمو الاقتصادي وتحقيق التنمية الاحتماعية وتحسين مستوى المعيشة دون الحصول على إعانة من الدولة لهذا القطاع واعتماده على التمويل الذاتي؛
- تشجيع ترشيد الاستهلاك وإزاحة الأحمال من خلال تعرفة متغيرة حسب وقت الاستخدام اليومي أو الفصلي؟
 - تنظيم الاستفادة من الخدمات خلال أوقات غير الذروة؟
 - الشفافية والوضوح في الأسس التي تبنى عليها التعرفة الكهربائية؟
 - تثقيف الرأي العام لتقبل الأسعار الجديدة وذلك بإتباع الأساليب المناسبة لذلك.

المطلب الثاني:إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية

تؤدي الفروق في منحنيات الأحمال* الكهربائية اليومية والسنوية إلى تدني معامل الحمل، وتدني كفاءة استهلاك الوقود، ويتسبب في ذلك اللجوء إلى ربط بعض محطات الإنتاج على أحمال منخفضة، إضافة إلى اعتماد بعض المحطات ذات الكلفة التشغيلية العالية لتغطية أحمال الذروة، ويستلزم ذلك اتخاذ إجراءات لتغيير نمط الاستهلاك على جانب الطلب، وذلك بما يناسب الظروف الاقتصادية والاجتماعية لكل دولة.

وتعني إدارة الطلب على الطاقة الحصول على إنتاج أكثر باستهلاك طاقة أقل، وهي بالتعريف تلك الجهود المخططة للتأثير على المستهلكين لتبني واستخدام بعض الإجراءات الهادفة لتخفيف استهلاكهم من الطاقة الكهربائية وبما يحقق تخفيض النفقات المالية على المستهلك والمجتمع بكافة قطاعاته من جراء ازدياد تكاليف التزويد بالطاقة الكهربائية، وذلك دون المساس بالحاجات الأساسية للمستهلكين عن طريق الترشيد في استخدام الطاقة الكهربائية؛ ويعرف الترشيد على أنه الاستخدام الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية المتوفرة والملازمة لتشغيل المنشأة دون المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة فيها أو إنتاجها، وتتمثل أهدافه في:

- تخفیض قیمة فاتورة الاستهلاك؛
- البعد عن الإسراف وعقلنة الاستهلاك؛
- المشاركة الفعالة مع شركات النقل والتوزيع لاستمرار الخدمة الكهربائية بالكفاءة المطلوبة عن طريق تخفيض الأحمال الزائدة على محطات وشبكات الطاقة الكهربائية.

ويمكن الترشيد في استخدام الطاقة الكهربائية في مختلف القطاعات كالآتي:

أولا: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المترلي

يتركز استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المترلي أساسا في الإنارة وتسخين الماء والتكييف والطبخ ولأغراض أحرى كتشغيل التلفزيون والأجهزة الصوتية والمعدات الإلكترونية والأجهزة الكهربائية؛ وعلى الرغم من عدم توفر دراسات دقيقة حول توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المترلي على مختلف مواطن الاستهلاك، إلا أن الجدير بالملاحظة هو أن استهلاك الطاقة في القطاع المترلي، لا يرتبط هنا أيضا، بالحاجة المباشرة للإنارة أو التكييف، وإنما يتصل أيضا بنمط العيش والمرتبة الاجتماعية ومساحة المسكن.

ومنه فإن ترشيد استهلاك الطاقة يعتمد أساسا على تغيير نمط العيش، ثم طريقة استعمال مختلف الأجهزة المستهلكة للطاقة وزيادة كفاءتها.

101

^{*.} منحني الحمل: هو رسم بياني يشمل القدرة الكهربائية المطلوبة على المحور الرأسي بينما يمثل الزمن على المحور الأفقي .

- 1. غط العيش: من دون المساس بمستوى الرفاهة والمكانة الاجتماعية التي ترتبط بها نوعية المسكن ومساحته، فهناك الكثير من الإجراءات التي يمكن أن تساهم بشكل فعال في ترشيد استهلاك الطاقة في القطاع المترلي ومنها بالخصوص:
- إطفاء الإنارة في الأماكن غير المستعملة وقد طورت العديد من التجهيزات المستعملة حاليا في الفنادق والإدارات والتي يمكن كذلك استعمالها في البيوت والتي تقطع الإضاءة في حالة عدم وجود حركة؟
 - التكييف المعتدل واقتصاره على الأماكن المستعملة؛
- إطفاء الأجهزة الإلكترونية الغير مستعملة لفترة معينة وبالرغم من أن أغلب الأجهزة الحديثة تحتوي على هذه الخاصية إلا أنه يجب إطفاؤها نهائيا بعد الاستعمال دون تركها.
- 2. زيادة كفاءة الأجهزة المستعملة: لقد أصبح من الممكن، والأوفر أن يتم في كل بيت ومحل ومكتب استخدام المصابيح الحديثة المقتصدة للطاقة في الإضاءة، حيث ألها تمكن من تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح مابين 50 % إلى 75 %؛ وعلى الرغم من ثمنها الباهظ مقارنة بالمصابيح التقليدية الذي يصل تقريبا إلى 10 أضعاف، إلا أن فترة استرجاع كلفتها (المصابيح الاقتصادية) من حلال تخفيض فاتورة استهلاك الطاقة الكهربائية يمكن أن لا يتجاوز 4 أشهر في حالة استعمالها 4 ساعات يوميا أ.
- 3. استعمال سخانات الماء الكهربائية والشمسية: بالرغم من أن سخانات الماء الكهربائية تعد أكثر كفاءة من سخانات الماء الغازية إلا أن هذه الأحيرة تمثل الوسيلة الأرحص والأكثر انتشارا في أغلب الدول العربية نتيجة ثمنها الأرحص والدعم الذي تقدمه الدولة لاسطوانات الغاز والارتفاع النسبي في تكلفة الطاقة الكهربائية.

ثانيا: ترشيد الطاقة الكهربائية في المباني الحكومية

تتصف المباني الحكومية بوجود مظاهر للإسراف الشديد في استخدام الطاقة الكهربائية سواء للإنارة أو لتشغيل المعدات والأجهزة، يجب اتخاذ إجراءات للحد من هذا الإسراف بـــ:

- تعيين مسؤول ترشيد استهلاك الطاقة في كل مبنى حكومي لمتابعة تنفيذ إجراءات استهلاك الطاقة الكهربائية وتنفيذ مشروعات تحسين كفاءة الطاقة في كافة المحالات ورفع الوعي لدى العاملين بالقطاع الحكومي بأهمية ترشيد الطاقة الكهربائية؛
- تدريب عديد من العاملين الممثلين لكافة الوزارات لتعريفهم بأهمية ووسائل ترشيد الطاقة في المباني الإدارية.

[.] مهدي الهواري. " **ترشيد استهلاك الطاقة في البلدان العربية** ". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد135، ص60.

ثالثا: ترشيد الطاقة الكهربائية في الإنارة العامة (إنارة الطرق والشوارع)

تتصف الإنارة العامة بوجود العديد من المصابيح ذات الأنواع والقدرات المختلفة ومنها مصابيح ذات قدرات عالية وأخرى ذات كفاءة منخفضة فضلاً عن وجود مظاهر للتوهج الشديد في العديد من الشوارع، لذا يجب القيام بــ:

- ترشيد إنارة الشوارع عن طريق خفض إهدار الطاقة الكهربائية المتمثل في الإضاءة الزائدة في العديد من الشوارع؛
 - استعمال المصابيح العالية الكفاءة.

المطلب الثالث: وضع معايير بيئية لقطاع الطاقة الكهربائية

إن الحد من الآثار البيئية لقطاع الطاقة الكهربائية، حاصة انبعاث غازات الدفيئة، يتطلب بالضرورة وضع المعايير البيئية الليزمة لذلك، وتعتبر المعايير البيئية آلية مفيدة لتحسين كفاءة الإنتاج والحد من التأثيرات السلبية على البيئة لأن المجتمع كله يدفع ثمن التدهور البيئي، لذلك فإن الأمر يستلزم إصدار وإنفاذ التشريعات اللازمة لتطبيق هذه المعايير.

أولا: مفهوم المعايير البيئية

يقصد بمفردة" معيار "عادة تدبير ينبغي الامتثال له، ويمكن أن يكون هذا المعيار طوعيًا أو إلزاميًا، ومن الناحية القانونية البحتة، تبقى المعايير طوعية إلى أن ينص عليها قانون وطني، كالأنظمة الفنية، فيجعلها تدابير إلزامية أ، ويمكن أن تشترط الشركات الخاصة على الموردين الامتثال لمعايير بيئية تتجاوز حدود المعايير التي يفرضها القانون الوطني، وهذه المعايير المعتمدة على الصعيد الخاص تبقى طوعية لأنه تبقى من صلاحيات المنتج الختيار تلبية رغبات الزبائن المحتملين، وفي سوق تزداد تنافسًا وترابطًا، يصعب التمييز بين المعايير الطوعية والمعايير الإلزامية بالنسبة إلى المنتجين الذين يتعين عليهم أن يلبوا رغبات المستهلك تحت طائلة الاستبعاد من السوق.

وتركز المعايير على الشروط المتصلة بمنتج أو بعملية التصنيع أو الإنتاج، وعلى الإجراءات المرتبطة بتطبيق تلك الشروط، وتتضمن هذه الإجراءات عمومًا إجراءات للتأكيد على الامتثال لمعايير محددة، فيمكن تعريف المعايير البيئية باعتبارها تدابير لها آثارها على إدارة البيئة الطبيعية.

^{1.} اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. المعايير البيئية والقدرة التنافسية للقطاقعات الاقتصادية .نيويورك: الأمم المتحدة، 2005، ص3.

يمكن أن تؤدي المعايير البيئية إلى زيادة في تكاليف الإنتاج وأن تشكل حواجز تعوق النمو، لكن يمكنها أيضًا أن توفر إطارًا للتنمية الاقتصادية المستدامة بيئيًا وأن تعزز القدرة التنافسية، ويتوقف استقاء الناتج الإيجابي من هذه المعايير على التحديد المناسب لها في الأسواق المحلية والدولية وتطبيقها بفعالية.

وتصدر المعايير البيئية في معظمها عن لجان من الخبراء الدوليين، ثم يجري اعتمادها أو تكييفها وفقًا لاحتياجات البلدان أو الشركات ومصالحها وظروفها، وتستند هذه المعايير عادة إلى مبادئ علمية ترمي إلى التخفيف من الأخطار التي قد تلحق بالبيئة، والأخطار التي قد تلحق بالصحة والسلامة العامة؛ وبالتالي تعتمد المعايير البيئية كأنظمة فنية وفقًا لما لهما من قدرة على حماية المستهلكين والموظفين وأرباب العمل، وعلى الحفاظ في الوقت ذاته على النظم الإيكولوجية الطبيعية، وفي حين أن كلفة الامتثال للمعايير البيئية قد ترتفع أو تنخفض فإن كلفة عدم الامتثال هي على الأرجح تدهورا لوضع البيئي وإلحاق الضرر بصحة الإنسان وتحقيق خسائر في الموارد الطبيعية و تدهور الاقتصاد.

ثانيا: المعايير البيئية المرتبطة بقطاع الطاقة الكهربائية

 1 تتعدد المواصفات والمعايير البيئية المرتبطة بقطاع الطاقة الكهربائية لتتضمن ما يلى

أ- معايير جودة الهواء والمياه (Quality standards): والتي تقوم على تحديد كمية الملوثات القصوى المقبولة في حجم معين من الهواء والمياه؛

ب - معايير الأداء (Performance standards): والتي تحدد المعدلات القصوى لانبعاث غازات الدفيئة من معدلات الانبعاث لاحتراق الوقود؛

ج- **مواصفات ومعايير تكنولوجية** (Technology standards): وهي مواصفات لنظم الإنتاج التي يتم استخدامها، متضمنة نظم الطاقة المتحددة؛

د- معايير الممارسة (Practice standards): والتي تحرِّم استخدام أنواع معينة من الوقود، أو تحدد متطلبات محددة لمواقع المحطات، وارتفاع المداخن، وأساليب إدارة الشبكات الكهربائية وغيرها.

104

^{1.} اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الحد من انبعاث غازات الدفيئة من قطاع الكهرباء. مرجع سابق، ص11.

المبحث الثالث: التحول إلى الوقود الأنظف في إنتاج الطاقة الكهربائية

تتوقف كمية انبعاث غازات الدفيئة من قطاع الطاقة الكهربائية على عدة عوامل، منها نوعية الوقود المستخدم، لذا فإن التحول إلى استخدام مصادر أنظف للوقود، يمكن أن يؤدي إلى خفض انبعاث غازات الدفيئة.

يتناول هذا المبحث التحول إلى مصادر الوقود الأنظف وهذا من خلال ثلاثة مطالب أساسية، يتطرق فيها المطلب الأول التحول إلى الوقود الأحفوري الأنظف، والمطلب الثاني إلى دور الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث إلى مستقبل طاقة الهيدروجين في إنتاج الطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: التحول إلى الوقود الأحفوري الأنظف في إنتاج الطاقة الكهربائية

سيستمر الوقود الأحفوري الخيار الرئيسي لتوفير الطاقة في العالم لفترة طويلة قادمة، وذلك بالنظر إلى مساهمته الكبيرة في مجموع إمدادات الطاقة، وأصبح الحصول على الوقود الأحفوري الأنظف والأكثر تطورا شرطا لا بد منه لدعم التنمية المستدامة، وهنا تبرز ضرورة وضع وتنفيذ برامج هادفة إلى تعزيز توافر مصادر الوقود الأنظف وخفض تكلفتها، وزيادة الاعتماد عليها، وتكثيف برامج البحوث والتنمية حول تحويل مصادر الوقود الصلب إلى مصادر غازية أو سائلة.

أولا: التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية

يتميز الغاز الطبيعي بسرعة الاشتعال والنظافة وضآلة ما يساهم به في تلويث البيئة، ولذلك يعتبر وقودا مثاليا من الناحية البيئية وخاصة في الاستعمالات المترلية، فأنواع الوقود الأحفوري الأخرى وبسبب الرواسب السامة المحتواة فيها تؤدي إلى انبعاث الملوثات في الهواء أ، فما يطلقه الغاز الطبيعي مثلا من الكربون لا يتجاوز 0.63 طن كربون عند اشتعال ما يعادل من الغاز طن بترول، وبالمقابل فإن 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 التي تلوث زيت الوقود، وتتضاءل فيه نسبة أكسيد النتروجين، كذلك لا يحتاج الغاز لعمليات تحويلية كبيرة قبل استخدامه، مثل تحويل البترول الخام إلى منتجات مكررة، وفي ذلك ما يحمي البيئة من التلوث المرتبط بعمليات التكرير، ومن ناحية أخرى تساعد طبيعته الغازية على الاتحاد بالهواء عند الاشتعال بحيث لا يتخلف عنه من الملوثات نسبة كبيرة كحال البترول نتيجة لعدم اكتمال دورة الاحتراق لدى هذا الأخير، وهكذا يتمتع الغاز بميزات بيئية عديدة مقارنة بسائر مصادر الطاقة الأحفورية الأحرى مما يجعله يحظى بمساندة المنادين بحماية البيئة .

2. حسين عبد الله. مستقبل النفط العربي. الطبعة الأولى. لبنان: مركز دراسات الوحدة العربية، 2000، ص69.

^{1.} شارلس كولستاد، ترجمة أحمد يوسف عبد الخير. ا**لاقتصاد البيئي**. الجزء الأول. السعودية: جامعة الملك سعود، 2005، ص21.

يعتبر الغاز من أحسن المصادر الطاقوية لإنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، فهو يساهم بنسبة 21.3% في إنتاج الطاقة الكهربائية على المستوى العالمي أ، متفوقا بذلك على جميع مصادر الطاقة الأخرى في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية ماعدا الفحم الذي يبقى يساهم بنسبة كبيرة في إنتاج هذه الأخيرة، ويتفوق الغاز من حيث الكفاءة على كل من البترول والفحم في إنتاج الطاقة الكهربائية، إذ يستعمل كوقود في الدورة المركبة التي يمكن باستخدامها رفع كفاءة الإنتاج عن ثلث الكفاءة العادية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ولهذا لقي الغاز دفعة قوية في استعماله نتيجة للاتجاه المتزايد نحو استهلاك الطاقة الكهربائية أ.

يشكل الغاز الطبيعي المادة الخام الأساسية لإنتاج الطاقة الكهربائية، نظرا لانخفاض التكاليف التشغيلية لمحطات الإنتاج التي تعمل بالغاز الطبيعي مقارنة بباقي المحطات التي تستخدم المصادر الطاقوية الأخرى، والجدول رقم (1.3) يبين ذلك.

جدول رقم (1.3): مقارنة بين تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من الغاز ومصادر الطاقة الأخرى الوحدة: سنت لكل كيلواط ساعة

الطاقة النووية	وقود حيوي	طاقة مائية	طاقة الرياح	الفحم	الغاز	نوع الوقود
14.5-11.1	11.6-5.8	11.3-5.1	6-4	5.5-4.8	4.4-3.9	التكلفة

المصدر: فاتح بن نونة والطاهر خامرة. تحديات الطاقة والتنمية المستدامة. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو- مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 - 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008، ص959.

من خلال الجدول رقم (1.3) نلاحظ أن تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الإنتاج التي تعمل بالغاز كمصدر طاقوي من خلال تقنية الدورة المركبة، تعتبر هي الأقل مقارنة بالمصادر الطاقوية الأخرى وحتى المتحددة منها كالطاقة المائية وطاقة الرياح، ومنه يمكن أن نستنتج أن الغاز الطبيعي أصبح حاليا الوقود المفضل في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية نظرا لكفاءته الإنتاجية وإيفائه بالمتطلبات البيئية في آن واحد.

لكن يجب ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية من الغاز الطبيعي بشكل أفضل في ظل ضوابط التنمية المستدامة، وذلك من خلال تطوير تقنيات المهاجنة بينه وبين الطاقة الشمسية كمصدر متحدد في محال إنتاج الطاقة الكهربائية، عن طريق المحطات الهجينة التي تعمل بالطاقة الشمسية بمساعدة التوربينات الغازية كمصدر داعم.

106

^{1.} International Energy Agency. Key World Energy Statistics 2010. Op.Cit, P24.
2 مايكل كليج. مستقبل الغاز الطبيعي في سوق الطاقة العالمية. الطبعة الأولى. أبو ظي: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، 2004، ص 10٠٩.

فلقد ثبت حاليا أن إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الكهرضوئية له أهمية قصوى، وذو حدوى اقتصادية أكيدة في التطبيقات الصغيرة، أما في التطبيقات الكبيرة فتعد تقنية إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق المهاجنة بين الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية أفضل، وهذا ما يجعل من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي تعمل بهذه الطريقة ذات فعالية قصوى من الناحيتين الاقتصادية والبيئية.

حيث تعمل هذه المحطات بنظام مزدوج للإنتاج الشمسي الحراري باستخدام تكنولوجيا المركزات الشمسية بالارتباط مع تقنية الدورة المركبة التي تعمل بالغاز الطبيعي، بحيث تعمل هذه الأخيرة كداعم للطاقة الشمسية أثناء عملية إنتاج الطاقة الكهربائية، ومنه فهذه التقنية تساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك الغاز، وبالتالي المحافظة على هذه الثروة الناضبة وحماية حقوق الأحيال المستقبلية منها وعدم إهدارها بشكل لا اقتصادي وغير نافع احتماعيا، كما تساهم في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية من الجانب الاقتصادي عن طريق زيادة كفاءة الإنتاج وتخفيض التكاليف التشغيلية، ومن الجانب البيئي عن طريق خفض انبعاث الغازات الدفيئة الملوثة للبيئة، ومن الجانب الاحتماعي عن طريق زيادة نسبة إنتاج الطاقة الكهربائية وبالتالي زيادة نسبة التوزيع العمومي لها، وزيادة نسبة الربط وإيصال الطاقة الكهربائية إلى عدد ممكن من التجمعات السكانية والمناطق النائية.

ثانيا: الفحم المزال الكربون

تمثل الدورة المركبة المتكاملة للتحويل إلى غاز (IGCC) جيلا جديدا من المحطات العاملة بالفحم المتفوقة تقنيا والمفضلة بيئيا على محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التقليدية، ويعود سبب ذلك إلى قدرتما على تحويل الفحم إلى غاز وبذلك تخفض مستويات أكسيد الكبريت، وأكسيد النيتروجين، والجسيمات، وانبعاثات الزئبق قبل الاحتراق، كما تخفض محطات الدورة المركبة المتكاملة للتحويل إلى غاز، الكمية المنبعثة من ثاني أكسيد الكربون بنسبة هامة، ويمكن معالجتها أيضا بحيث تستطيع إلتقاط الكربون، ملغية بذلك عملية التنظيف النهائية.

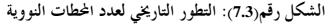
ويمكن إزالة الكربون من الفحم وفق ثلاثة أساليب: من خلال أجهزة غسل الغاز في نهاية الأنابيب، أو عزل واحتجاز الكربون، أو محطات الدورة المركبة المتكاملة للتحويل إلى غاز (أو هذه المحطات مضافة إليها تقنية اصطياد الكربون)، وتتوفر أجهزة الأساليب الثلاثة لإزالة الكربون تجاريا في الأسواق حاليا، ولكنها تحتاج إلى الإنتاج والنشر على نطاق واسع لتتمكن من منافسة المحطات التقليدية التي تعمل بالفحم وتحول دون إنشاء المزيد منها، وينطبق هذا الأمر على وجه الخصوص في الدول النامية حيث النمو المرتقب في عدد محطات تقليدية تعمل بالفحم عال جدا، في عالم مستقبلي يقيد فيه استعمال الكربون قد تصبح محطات الدورة المركبة المتكاملة للتحويل إلى غاز هي الحطات المختارة العاملة بالفحم.

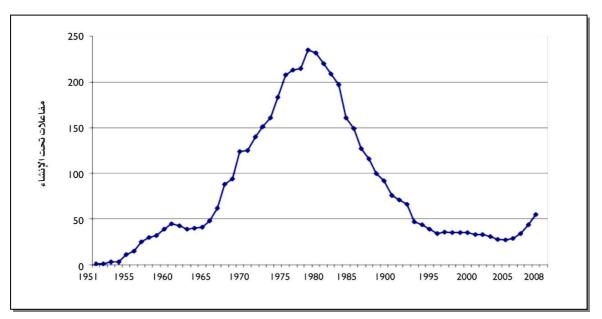
المطلب الثاني: استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية

تعتبر تكنولوجيا استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية أحد الخيارات الطاقوية المستدامة حاليا، ولكن بشكل أقل وتحفظ أكثر، وذلك لكولها غير منتجة للغازات الدفيئة المتسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري، ولكنها غير مفضلة على المستوى الاجتماعي لأسباب تتعلق بمخاطر إدارة النفايات الإشعاعية، وخاصة بعد حادثتي ثري مايل آيلاند، في الولايات المتحدة عام 1979، وحادثة تشرنوبيل (أوكرانيا-الاتحاد السوفياتي سابقا) عام 1986، وفوكوشيما اليابانية 2011.

أولا:التطور التاريخي لنمو عدد المحطات النووية

كانت الطاقة النووية قد مثلت في مطلع النصف الثاني من القرن الماضي الخيار الأفضل والأكثر وعدا كبديل للوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة الكهربائية على المدى الطويل، فمنذ عام 1951 الذي تم فيه وللمرة الأولى إنتاج الطاقة الكهربائية في مختبر أيداهو في الولايات المتحدة، ثم في عام 1957 تم إنشاء أول محطة نووية لإنتاج الطاقة الكهربائية في بنسلفينيا²، وعدد المحطات النووية المنشأة في ارتفاع، والشكل رقم (7.3) يبين التطور التاريخي لنمو عدد محطات الطاقة النووية قيد التشييد في العالم في نهاية كل عام





المصدر: عدنان شهاب الدين. " دور الطاقة النووية والطاقة المتجددة في توليد الكهرباء". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد 133، ص11 .

^{1.} عدنان شهاب الدين." دور الطاقة النووية والطاقة المتجددة في توليد الكهرباء". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد133، ص10. العدد133، ص10.

². Association nucléaire canadienne. **Histoire de l'uranium**[en ligne] . disponible sur : <hist-fra.asp?bc=Histoire%20de%20l'uranium&pid=Histoire%20de%20l'uranium, (consulté le 20/12/2011).

ويظهر الشكل رقم (7.3) بوضوح أن الطاقة النووية شهدت حقبة ازدهار منذ مطلع الستينات، حيث تسارعت حينها وتيرة تشييد وتشغيل محطات القوى النووية من الجيلين الأول والثاني حتى بلغت ذرو تما عام 1978 1 ، ثم حدث تباطؤ ملحوظ بعد حادثة "ثري مايل آيلاند"، وصل إلى درجة الركود في أعقاب حادثة مفاعل تشرنوبيل المروعة في أوكرانيا السوفياتية 1986، وذلك نتيجة عوامل عديدة أهمها تزايد المخاوف لدى الحكومات (في معظم الدول الغربية بالدرجة الأولى) من عواقب حوادث مروعة مماثلة لحادثة تشرنوبيل 2 ، وتزايد عدد المفاعلات قيد التشييد بدأ من عام 2005، وهو ما يمكن اعتباره بداية عصر الازدهار النووي، وحسب إحصائيات شهر ماي من عام 2011، هناك و2 بلدا تشغل 440 وحدة نووية عاملة، بالإضافة إلى 64 وحدة نووية أخرى قيد الإنشاء 3 ، ويين الشكل رقم (8.3) حصة إنتاج الطاقة الكهربائية خلال الفترة (1973–2008).

20 3000 18 الحصة المئوية للطاقة النووية 2500 من إجمالي الانتاج (%) -16 14 2000 12 10 1500 8 1000 6 500

الشكل رقم(8.3) :إنتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة النووية وحصتها من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية

المصدر: عدنان شهاب الدين." دور الطاقة النووية والطاقة المتجددة في توليد الكهرباء". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد 133، ص12 .

يتضح من الشكل رقم(8.3) أنه مع تواصل العمل في تشييد محطات القوى النووية في بعض الدول، واصلت السعة الإجمالية المركبة لمحطات الطاقة النووية نموها، حتى وإن كان ذلك بمعدلات متدنية أقل من معدلات نمو إجمالي الطلب على الطاقة الكهربائية في العالم؛ ولهذا فقد اتجه نصيب الطاقة الكهربائية المنتجة نوويا من إجمالي الاستهلاك العالمي نحو الانخفاض بعض الشيء في السنوات الأحيرة، ليصل إلى أقل من

¹. BETEL Evelyne, NAUDET Gilbert. **L'économie de l'énergie nucléaire.** France: EDP SCIENCES, 2004, P45,46.

².Ibid.,P47.

^{3.} هيئة الطاقة الذرية الأردنية. الكتاب الأبيض للطاقة النووية في الأردن. الأردن: هيئة الطاقة الذرية الأردنية، 2011، ص11.

15% عام 2008 بعد أن كان قد تجاوز 18% في نهاية عقد الثمانينات من القرن العشرين، على الرغم من أن إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة نوويا واصل تزايده ولكن بنسب متواضعة، باستثناء عامي 2007 و2008 نتيجة لانكماش اقتصاد الدول الغربية التي تتواجد فيها معظم محطات الطاقة النووية.

ثانيا:أهمية الطاقة النووية

مع تزايد الاهتمام بأمن الطاقة والتغير المناحي في العقدين الماضيين، بدأت الطاقة النووية تستعيد رونق وعدها كمصدر اقتصادي نظيف لإنتاج الطاقة الكهربائية، فالطاقة النووية تعد اليوم واحدا من أفضل مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية مركزيا في العالم، ويعود ذلك إلى تحسين تقنيات ونظم الأمن والسلامة للمحطات النووية عبر التصاميم الجديدة وتراكم الخبرة الفنية، وتقدم تنافسيتها الاقتصادية على غيرها من مصادر الطاقة، وانعدام انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون تقريبا وعوامل أحرى تتمثل في:

♣ مع تقدم التقنيات وزيادة الخبرة التشغيلية، وارتفاع أسعار الطاقة عالميا(على الأحص منها أسعار النفط والغاز)، تحسنت الأسعار التنافسية لإنتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة النووية لتصبح الأرخص بالنسبة لمعظم الإنتاج القائم والمخطط له من مشاريعها؛ فلقد ساهمت التحسينات المتواصلة التي أدخلت على المفاعلات العاملة والجديدة في رفع متوسط معدلات تشغيلها لتصبح الأفضل، مقارنة بالمحطات الأخرى (90% في المحطات النووية، و70% في محطات الفحم، وأقل من 50% في محطات النفط والغاز) أ، وهو ما ساهم في خفض متوسط تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية فيها إلى أقل من تكلفة إنتاجها من المصادر الأحفورية كالفحم والغاز (والنفط)، خاصة بعد أن اتجهت أسعار النفط والغاز محددا نحو الارتفاع، وتتعرض تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر التقليدية لتقلبات حادة نتيجة لتقلبات أسعار وقودها الأحفوري.

♣ أسعار الوقود النووي مستقرة ومنخفضة نسبيا، وتكلفة جميع مراحل حدمات دورة الوقود (من تعدين اليورانيوم، وتحويله، وتخصيبه، وتصنيع قضبان الوقود، ومعالجتها بعد تنضيبها في الاحتراق الانشطاري النووي ومن ثم تصريف نفايات الوقود بشكل آمن لآحال طويلة) تمثل أقل من 15% من إجمالي تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية نوويا؛ ومع أن المحطات النووية تحتاج إلى استثمارات رأسمالية مرتفعة (حوالي 3500 دولار للكيلواط المركب من مفاعلات الجيل الثالث الحديثة)، إلا أن المصروفات التشغيلية للمحطات النووية زهيدة ومستقرة نسبيا أيضا كما أن عمرها الافتراضي طويل جدا (40-60 عاما) 2.

♣ أصبحت المحطات النووية عموما والحديثة منها من الجيل الثالث على وحه الخصوص، تعتبر الأكثر كفاءة (كميا) في استخدام الموارد الطبيعية لإنتاج الطاقة الكهربائية، حيث أن تشغيل مصباح بقدرة 100

110

[.] اللجنة الوطنية للطاقة النووية. **الطاقة النووية وفرص المستقبل لدول الخليج العربية** [على الخط]. الكويت، متاح على :

^{.3} ص 3: <u>http://www.knnec.gov.kw/pdf/4.pdf</u>

². عدنان شهاب الدين. مرجع سابق، ص13.

واط لمدة عام كامل يستهلك حوالي 85كيلوغراما من الفحم أو 150كيلوغراما من الغاز أو 230كيلوغراما من النفط، في حين أنه لا يستهلك سوى ثلث غرام فقط من وقود اليورانيوم (مخصب لنحو 4 %).

♣ نتيجة لتزايد الاهتمام بأنظمة الأمان بما فيها العنصر البشري، شهدت محطات القوى النووية وعلى الأخص تلك المستندة على مفاعلات الماء الخفيف، واحدا من أنظف سجلات الأمان، بحيث أضحت الأكثر أمانا مقارنة بالمنشآت الصناعية الكبرى المماثلة في العقود الثلاثة الماضية، وأصبحت نسبة الحوادث الصناعية فيها هي الأقل على الإطلاق.

إن إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية لا يؤدي إلى انبعاثات غازية مثل ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي فإنما تتسم بتأثير إيجابي كبير حدا على البيئة؛ بحيث تنتج محطات الطاقة النووية التي تعمل في 29 دولة مانسبته 15% من الطاقة الكهربائية في العالم، مما يجنب العالم أكثر من ملياري طن من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إنتاج الطاقة على المستوى العالمي².

 \blacksquare يعتبر المخزون العالمي للوقود النووي (اليورانيوم) كاف لأكثر من 1000 سنة في حال تدوير الوقود وإعادة استخدام اليورانيوم والبلوتونيوم المولد، ويمكن مضاعفة هذا الأمد عدة مرات باستخدام المفاعلات المنتجة للوقود (من الجيل الرابع) ودورة وقود الثوريوم، كما أن مياه المحيطات تحتوي مخزونا هائلا من اليورانيوم مما قد يطيل من عمره الافتراضي عدة أضعاف أحرى 3 .

ثالثا:تكنولوجيا الطاقة النووية

يمثل المفاعل النووي القلب التكنولوجي المتقدم للمحطات النووية، وهو مصدر الطاقة الحرارية (المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية) والناجمة عن الانشطار النووي المتحكم به في الوقود النووي (الاحتراق النووي)، والعناصر الرئيسية التي تحدد أنواع المفاعلات وتتحكم في تصميمها والتي بدورها تحدد كفاءتما ودرجة أمانها في جميع الأوقات هي 4:

1. مادة الوقود الانشطاري: وهي مقتصرة على عدد محدود حدا من المواد الانشطارية المتواحدة في الطبيعة، أهمها اليورانيوم و الثوريوم أو المصنعة مثل البلوتونيوم.

2. مادة تلطيف النيترونات (في المفاعلات الحرارية السائدة حاليا)، تتكون جزيئاتها مكونة من ذرات خفيفة، مثل الماء الخفيف (الطبيعي) في الأغلب، أو الماء الثقيل(الذي يحتوي على نظير الهيدروجين أو الغرافيت).

^{1.} اللجنة الوطنية للطاقة النووية. مرجع سابق، ص3.

^{2.} هيئة الطاقة الذرية الأردنية. مرجع سابق، ص10.

^{3.} عدنان شهاب الدين. مرجع سابق، ص13.

⁴. المرجع نفسه، ص15.

3. سائل التبريد: وهو عادة الماء المضغوط (PWR) أو المغلى (BWR) في مفاعلات الماء (نسبة لسائل التبريد) المهيمنة، أو غاز ثاني أكسيد الكربون أو الهيليوم (في بعض مفاعلات الجيلين الأول والثاني، أو مفاعلات الجيل الرابع عالية الحرارة)، أو معدن أو ملح منصهر في المفاعلات المنتجة السريعة عالية الحرارة (من الجيل الرابع قيد التطوير).

ومع مرور الوقت واكتساب تراكم معرفي بأداء المفاعلات القائمة، والتي هي ذات أسس ومفاهيم تصميم متباينة، وعلى الأخص ما له صلة ببنائها وتشغيلها وأمانها وتكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية منها، فقد تجلى بأن مفاعلات الماء الخفيف قد أثبتت تفوقها، فقط تقلص عدد مصنعي المفاعلات، أما مفاعلات الجيل الثانية أو الثالثة المتوفرة حاليا ولحين دخول مفاعلات الجيل الرابع الخدمة في الفترة ما بين عامي 2025 و2030 فتتضمن تحسينات تطورية متراكمة لتصميم مفاعلات الجيل الثاني، بما في ذلك نظم الأمان السلبية، وحياة أطول، والحد من النفايات، وارتفاع المقاومة للأعطاب والتلف، وارتفاع الكفاءة الحرارية، وتصميم موحد لتخفيض تكاليف الصيانة وتكاليف رأس المال.

رابعا:التحديات والعقبات التي تواجه الطاقة النووية

إن طريق النهضة النووية ليس سهلا ولا سالكا تماما؛ إذ ما زال هناك عدد من التحديات والعقبات والحاذير، وقدر ليس بيسير من المخاوف التي ينبغي التعامل معها، أو العمل للتغلب عليها أو تجاوزها جميعا، ومن أهمها:

1. الأمان النووي: تعد المحافظة على سجل ناصع لأمان المحطات النووية القائمة والجديدة شرطا ضروريا لضمان استمرار التوسع الكبير المرتقب في استخدام الطاقة النووية؛ وهذا يتطلب بدوره تظافر جهود الأجهزة الرقابية والمصنعين والمشغلين، وتوافر يد عاملة عالية التأهيل والمهارة، وتراكم متداول للخبرة المكتسبة والتدريب المتواصل في جميع محطات القوى النووية في العالم، ومثابرة على تحسين أنظمة الأمان النووي وتطويرها في المفاعلات القائمة والجديدة، وأن يتم ذلك في إطار نظام عالمي للأمان النووي، وثيق الترابط، مكرس لتأمين المنشآت النووية والحفاظ على مستوى عال لأمافا وذلك ضمن مجال عالمي النطاق، ويتم ذلك من خلال شبكات المعلومات وعبر المنظمات الإقليمية والدولية (كالوكالة الدولية للطاقة الذرية) وفقا للاتفاقيات الدولية الخاصة بالأمان النووي والاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك والنفايات المشعة؛ إذ أن حصول حادث نووي واحد ذي عواقب ملموسة قد يكون كافيا لانتكاس النهضة النووية عالميا لسنوات عديدة وربما لعقد أو أكثر.

- 2. أمن المنشئات والمواد النووية: تحوي المنشآت النووية مثل محطات القوى النووية ومحازن ومصارف الوقود النووية المستنفذ وغيرها على مواد نووية حساسة كاليورانيوم المخصب (4%) والبلوتونيوم أ، إضافة لمواد نووية شديدة الإشعاع في الوقود النووي المستهلك، مما يستلزم إتباع إجراءات للحفاظ عليها وحمايتها من أي تداول أو استعمال غير مصرح، وذلك حرصا على الصحة العامة وصحة العاملين بها، وضمان عدم الانتشار النووي؛ وهذا يتطلب إحضاع المنشآت النووية والمواد النووية بداخلها أو أثناء نقلها للحراسة المنضبطة وإتباع إجراءات أمنية مشددة لمنع وقوع حوادث أو هجمات تمدف إلى ترهيب المواطنين؛ علما بأن مباني المفاعلات النووية من الجيل الثالث مصممة لمقاومة القوة التدميرية الناجمة عن تعرضها عمدا أو عرضا لحوادث تفجيرية شديدة، بما في ذلك سقوط طائرة مدنية عملاقة أو تعرضها لقصف بالقذائف والصواريخ التقليدية.
- 3. أمن وأمان دورة الوقود: تأمين حلول ناجعة وفعالة لتأمين إمدادات الوقود المخصب (في جبهة دورة الوقود) وخدمات معالجة وتصريف الوقود المستنفذ والتخزين الآمن والمستدام للنفايات النووية لآجال طويلة خاصة بالنسبة للدول الحديثة العهد، دون زيادة مخاطر انتشار السلاح النووي.
- 4. التمويل والتأمين من المسؤولية: نظرا لأن التكلفة الرأسمالية لمحطة نووية حديثة باهظة، لذا فإن تأمين التمويل الكافي، وضمان الاستثمارات الطائلة المطلوبة، وتحديد سقف أعلى لمسؤولية ملاك محطات القوى النووية من الحوادث النووية، يتطلب دورا قويا للحكومات في الصناعة النووية بجميع مراحلها، كمالك ومستثمر رئيسي في محطات القوى النووية وكضامن للاستثمارات؛ كما أن الدور الحكومي حاسم في ملكية أو تمويل بعض الصناعات الحساسة في دورة الوقود (كالتخصيب)، علاوة على توفير تمويل كاف لأنشطة الأبحاث الهادفة لتطوير التكنولوجيا النووية، وإيجاد حلول عملية ومقبولة جماهيريا للمسائل التي تتوافر لها حلول فنية لكنها مازال لم تطلق تجاريا؛ وتأمين التمويل يتطلب أيضا تغييرا حوهريا في سياسة بنوك التنمية الدولية والإقليمية من أحل تمكينها من المساهمة في توفير تمويل كاف، خاصة بالنسبة للدول الغير قادرة على توفير التمويل الذاتي.
- 5. الموارد البشرية المؤهلة: بعد أكثر من عقدين من الركود وانحسار الاهتمام بالطاقة النووية وما تبعه من تقليص واضح في برامج الدراسات النووية الجامعية و أعداد الملتحقين بها، إضافة إلى أن أفواج العلماء والمهنيين والفنين النوويين الذين عملوا واكتسبوا خبراتهم في الصناعة النووية، قد وصلوا لسن التقاعد أو أصبحوا على أعتابه، لذا فإن توفير الكوادر العلمية الهندسية والفنية المؤهلة في شي التخصصات بالإعدادت التي تتطلبها النهضة النووية العالمية وبالسرعة المطلوبة، هو أمر شديد الصعوبة ويحتاج الأمر إلى مبادرات حكومية قوية وتعاون إقليمي ودولي إذا ما كان للتوسع المنشود أن يتحقق حتى في حدوده الوسطى.

^{...} المرجع نفسه، ص23.

6. كفاية موارد الوقود النووي: إن موارد اليورانيوم (والثوريوم) الممكن استغلالها تكفي لآلاف السنين إذا ما استخدمت بالشكل الأمثل، وهذا يتطلب كخطوة أولى معالجة الوقود النووي المستنفذ واستخلاص اليورانيوم والبلوتونيوم منه وإعادة تدويرهما كوقود للإسراع في غلق دورة الوقود؛ كما ينبغي البدء بإدخال المفاعلات المنتجة (الجيل الرابع) في الخدمة لمضاعفة عمر موارد اليورانيوم (والثوريوم) المتاحة اقتصاديا في الطبيعة لآلاف السنين بدلا من استنفاذها في أقل من مائة عام.

المطلب الثالث: تطوير استخدام طاقة الهيدروجين في إنتاج الطاقة الكهربائية

يبدو الهيدروجين اليوم بمثابة أكثر أنواع الوقود الإستراتيجية البديلة حاذبية ووفرة لتلبية احتياجات العالم للطاقة الكهربائية في العقود المقبلة؛ فإن تنامي مساهمة الطاقات البديلة مثل الطاقة الشمسية في المحصلة العامة للطاقة، يقتضي تطوير وسائط ووسائل لتخزين ونقل هذه الطاقة، وفي هذه الإشكالية يمكن للهيدروجين أن يكون بديل طاقوي يندرج ضمن منظور أو أفق التنمية المستدامة، بالإضافة إلى ذلك فإن هذا الغاز يتكيف كذلك بشكل جيد مع كثير من التطبيقات العملية كوقود، لكن إنتاجه ونقله يعتبران الشرطان الأساسيان لتطوير نموه.

أولا: الخواص الأساسية للهيدروجين

الهيدروجين غاز لا رائحة له ولا لون له وليس بغاز سام، له خصائص فيزيائية وكيميائية ممتازة تُخوِّلُه من أن يكون الوقود الشامل؛ في حين أن غاز الهيدروجين لا يوجد حرا في الطبيعة فإن ذرة الهيدروجين متوفرة بغزارة فائقة في الطبيعة، فهو العنصر الرئيسي في تركيبة الكون بحيث تصل نسبته إلى 180%، و66 % من مياه البحار مُتكوِّنة من ذرات الهيدروجين و63 % من حسم الإنسان يتكون من ذرات الهيدروجين! يمتاز الهيدروجين بقدرته الحرارية الكتلية العالية(120 ميغاجول للكيلوغرام)، وهي ثلاث أضعاف القدرة الحرارية للبترين.

ينتج عن تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين تحرير كمية كبيرة من الحرارة (282 كيلو جول لكل جزيء من الهيدروجين المتكون من ذرتين)، ويُصاحب هذا التفاعل تكون الماء، ورغم أن للهيدروجين محال واسع للاشتعال في الهواء، فإن خطورة اشتعاله تلقائيا أو انفجاره محدودتان، وهذا راجع إلى قدرته الكبيرة على الانتشار بسرعة في الهواء، فالهيدروجين يتسرب دائما في الهواء إلى الأعلى ويتقلص تركيزه بسرعة، ونظرا لصغر حجم جزيء الهدروجين، يمتاز بقدرة عالية على النفاذ من خلال الأغشية والمواد ذات المسام، وهذه الخاصية ترفع من تكلفة نقله وحزنه وخاصة عند استعماله كوقود في وسائل النقل.

^{1.} رشيد بنشريفة، ادريس الزحلي. الهيدروجين وخلايا الاحتراق: صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية وتوافق بيني. في المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، 20-22 نوفمبر 2004، طرابلس[على الخط].متاح على:
http://www.cnrst.ma/teer/montadas/mountda.htm

ثانيا:تقنيات إنتاج الهيدروجين ونقله

1. تقنيات إنتاج الهيدروجين: يمكن إنتاج الهيدروجين بطرق مختلفة، منها الوسائل المحدودة النطاق؛ مثل: تعرق أنواع معينة من الطحالب، والتحليل الحراري المباشر، والتمثيل الضوئي المباشر، غير أنه يتم إنتاجه في المقام الأول إما من التحليل الكهربائي للماء أو تهذيب البخار للغاز الطبيعي¹، كما تشيع أيضا عمليات الأكسدة الجزئية لإنتاج الهيدروجين من الهيدروكربونات الأثقل وزنا؛ مثل النفط والفحم الحجري، بينما يمكن أن يكون تحويل الكتلة الحيوية إلى غاز أسلوبا مهما.

أ- التحليل الكهربائي للماء: التحليل الكهربائي هو انقسام الماء كهروكيميائيا إلى هيدروجين وأكسجين؛ وهذه العملية التي تم تطويرها عام 1800 تعد عملية صناعية واضحة، وتحقق المنشآت التجارية الكبيرة كفاءات (باستخدام الطاقة الكهربائية في إنتاج الطاقة الهيدروجينية) تبلغ 70-80 %.

ب- معالجة الوقود: إن فصل الهيدروجين عن الهيدروكربونات، وهي عادة أنواع وقود مثل الغاز الطبيعي أو النفط يتطلب معالجة هذه المواد، ويتم ذلك بطرق مختلفة، لكن المصطلح الشامل للمعدات التي يتم بها ذلك هو معالجة الوقود.

ثمة ثلاثة أنواع من معالجات الوقود يمكنها إنتاج الهيدروجين، هي أولا الأكسدة الجزئية التي تطلق الحرارة، ثم التهذيب (أو التعديل) بالبخار وهو خافض للحرارة؛ وأخيرا التهذيب الحراري الآلي وهو يجمع بين الطريقتين السابقتين ، وبصفة عامة يعد التهذيب البخاري فعالا بالنسبة إلى الهيدروكربونات الأخف، مثل الميثان والميثانول، بينما تعد الأكسدة الجزئية مفضلة لمواد مثل منتجات الفحم الحجري أو النفط أو الكتلة الحية.

2. نقل الهيدروجين: يشكل استخدام شبكة أنابيب الغاز الطبيعي اليوم وسيلة أساسية واعدة لنقل الهيدروجين المنتج من مصادر متحددة وذلك من خلال مزجه مع الغاز الطبيعي، وهذه الشبكة التي تمثل حاليا في أوروبا أكثر من 1.4 مليون كلم من الأنابيب، ومن ضمنها 145000 كلم من أنابيب الغاز الطبيعي ذات الضغط العالي، من ضمن 900000 كلم عبر العالم؛ وعلى العكس من ذلك، فإن أنابيب الهيدروجين الحالية تشكل شبكة لا تتجاوز 2500 كلم طولا، وتوجد معظم تلك الشبكة في أوروبا (1500 كلم)

^{1.} ديفيد هارت. **المخاطر والغموض في أسواق الطاقة العالمية المتغيرة**. ط1. الامارات: مركز الامارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، 2006، ص65.

². المرجع نفسه، ص67.

^{3.} المرجع نفسه، ص68.

والولايات المتحدة (900 كلم)، وأهم مستخدمي هذه الشبكة هي شركة (Air liquide) الفرنسية وشركتي (Air liquide) الأمريكيتين أ.

وما يمكن أن تتم ملاحظته من خلال أعمال البحث والتطوير ذات الصلة بهذا الموضوع هو أن هناك شروطا تقنية ينبغي أن تلبى في ما يخص تسخير شبكة أنابيب الغاز الطبيعي الحالية واستعمالها سبيلا لنقل "الهيدروجين المتوائم" معها، وكذلك ضرورة تحديد المناهج والأساليب التقنية التي يتم وفقها فصل الغازين عن بعضهما البعض(أي فصل الهيدروجين عن الغاز الطبيعي في المرحلة النهائية، وتوجيه كل واحد منهما نحو أسواقه، ونحو مستخدميه النهائيين).

ثالثا: استخدام الهيدروجين في خلايا الاحتراق لإنتاج الطاقة الكهربائية

تعتبر خلايا الاحتراق أجهزة كهروكيماوية يتم بواسطتها تحويل مباشر للطاقة الكيماوية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية وذلك بكفاءة عالية، رغم أن اشتغال خلايا الاحتراق يمكن تشبيهه بالبطاريات الكيميائية إلا أن الفرق يكمن في أن المحروقات تتواجد داخل البطاريات في حين يتم إمداد خلايا الاحتراق بالوقود كما هو الحال بمحركات الاحتراق، ويُستعمل الهيدروجين على العموم كوقود بهذه الخلايا.

إن تكنولوجيا خلايا الاحتراق تقدم فرصة الحصول على مستويات جيدة في كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية تصل إلى أزيد من 60% ، وتُمكِّن كذلك من تقليص استهلاك المصادر الأولية مع إمكانية عالية في تقييم الطاقة الحرارية المنبعثة خلال إنتاج الطاقة الكهربائية، وكل هذا مع الالتزام التام بالشروط البيئية المنشودة.

ومن المزايا التي تتمتع بما حلايا الاحتراق بمقارنتها بأنظمة تقليدية لإنتاج الطاقة الكهربائية:

- تمتاز هذه الخلايا بمرونة عالية في الاستعمال؟
- تسمح خلايا الاحتراق بإنتاج كبير ووفير للطاقة الكهربائية حسب الطلب؟
- إمكانية التدرج في القدرات المثبتة بمجرد تثبيت قدرات إضافية إلى الخلايا المستقبلة؛
- إمكانية استعمال الحرارة الناتجة في ما يسمى بالإنتاج المشترك مما يرفع من كفاءة النظام؛
- لا يصاحب إنتاج الطاقة الكهربائية بخلايا الاحتراق أي انبعاث لغازات ملوثة عند استعمال الهيدروجين؛
 - تعتبر كفاءة اشتغال خلايا الاحتراق من أعلى كفاءات تحويل الطاقة الأولية إلى الطاقة الكهربائية؟
 - لا توجد أي أجزاء في خلايا الاحتراق تتطلب حركة مما يحد من تكلفة الصيانة.

^{1.} بوزيان مهماه وآخرون. "مشروع المغرب العربي – أوروبا لإنتاج الهيدروجين الشمسي". بحلة النفط والتعاون العربي، 2008، المجلد 44، العدد125، ص170.

^{2.} رشيد بنشريفة، ادريس الزجلي. مرجع سابق، ص9.

المبحث الرابع: تعزيز استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية

تتوافر إمكانات واحتمالات مستقبلية لتكنولوجيات الطاقة المتجددة لتسهم في الوفاء بالاحتياجات الأساسية للطاقة، وفي دعم تخفيف وطأة الفقر وتحقيق التنمية المستدامة؛ وقد تم ابتكار وتطوير تكنولوجيات متعددة للطاقة المتجددة خلال العقدين الماضيين، وتم اختبار بعضها ميدانيا، وتم تطويرها على مستوى التطبيق، خاصة في مجال القدرات الصغيرة والمتوسطة في الأماكن النائية حيث أثبتت الطاقة المتجددة فاعلية اقتصادية، بينما مازال بعضها الآخر في حيز البحث والتطوير، إلا أنه يجدر القول أن هذه التكنولوجيات لم تستخدم بعد على نطاق واسع لتوفير خدمات الطاقة الكهربائية.

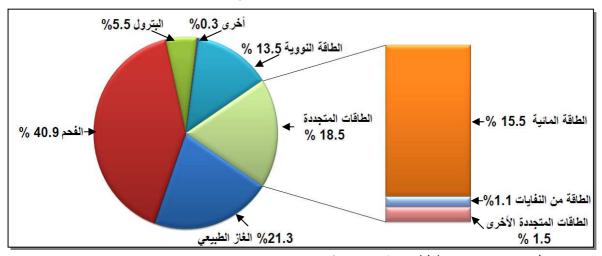
يتناول هذا المبحث دور الطاقات المتجددة في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية من حلال ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم التطرق إلى تطور استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية، وفي المطلب الثاني يتم التطرق إلى أهم أساليب وسياسات تطوير الطاقات المتجددة، أما المطلب الثالث فيبين دور الطاقات المتجددة في ترقية المناطق النائية والريفية.

المطلب الأول: تطور استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية

أولا: إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي باستخدام الطاقات المتجددة

لا يزال الدور الذي تؤديه الطاقة المتحددة في إمدادات الطاقة العالمية يتزايد في بعض مناطق العالم، بيد أن الإسهام الذي تقدمه عموما في نظام الطاقة على الصعيد العالمي ما زال محدودا، والشكل رقم (9.3) يبين نسبة مساهمة الطاقات المتحددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم.

الشكل رقم (9.3) نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي عام 2008



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.International Energy Agency. Renewables information 2010. France: IEA, 2010, P33.

قدرت الطاقة الكهربائية المنتجة على مستوى العالم عام 2008 بحوالي 20269 تيراواط ساعة 1، وكما هو مبين في الشكل رقم (9.3)، ساهمت فيها مصادر الطاقات المتجددة بنسبة 18.5%، وكانت نسبة الطاقة المائية 15.5%، والطاقة من حرق النفايات 1.1%، أما باقي الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الطاقة الجوفية الحرارية والمد والجزر بلغت نسبتها 1.5 %، وكانت القدرة المركبة للطاقات المتجددة حسب كل نوع في العالم كاللآتي:

1. الطاقة الكهرومائية: بلغ مجموع الدول التي تستغل المصادر المائية لإنتاج الطاقة الكهربائية على الصعيد العالمي 180 دولة، بلغت القدرة المركبة فيها في نهاية عام 2008 حوالي 874 حيغاواط، توزع 35% منها في دول آسيا، و 25% في أوروبا، و 19% في دول أمريكا الشمالية، و 15% في دول أمريكا الجنوبية، و 30% في دول أفريقيا، و 2 %في دول جنوب المحيط الهادئ، وحوالي 1 % فقط في الشرق الأوسط².

وفي هذا الجال احتلت الصين المرتبة الأولى حيث بلغ إجمالي الطاقات الكهرومائية المركبة فيها حتى فاية عام 2008 حوالي 147.8 حيغا واط، تلتها الولايات المتحدة الأمريكية في المرتبة الثانية حيث بلغ إجمالي الطاقات الكهرومائية المركبة فيها 99.8 حيغا واط مقارنة مع 99.7 حيغا واط عام 2007، فيما احتلت كندا المرتبة الثالثة بطاقة كهرومائية مركبة وصلت إلى 74.6 حيغاواط عام 2008 مقارنة مع 73.6 حيغا واط عام 2007، وفي اليابان بلغ إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة 47.34 حيغاواط عام 2008، أما في فرنسا فقد بلغ إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة 25.17 حيغا واط عام 2008، والجدول في الملحق رقم (2) يبين إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في بعض دول العالم.

2. طاقة الرياح: أشارت تقديرات عام 2008، إلى أن إجمالي الطاقة المركبة من طاقة الرياح في العالم بلغت 122158 ميخموع الطاقات 122158ميغا واط، واحتلت أوروبا مركز الصدارة عام 2009، بنسبة بلغت 47.8% من مجموع الطاقات المركبة من طاقة الرياح في العالم، تلتها دول أمريكا الشمالية بنسبة 24.3%، ودول آسيا والباسيفيك بنسبة 3.%

وحتى نماية عام 2009 كانت الطاقة المركبة من طاقة الرياح تولد 4.8% من حاجة دول الاتحاد الأروبي من الطاقة الكهربائية، حيث تم تركيب عنفات بطاقة بلغت 10 جيغا واط خلال ذلك العام، 2.8% منها تتوضع في مزارع ريحية، ويبين الجدول في الملحق رقم (3) أعلى 10 طاقات تم تركيبها في العالم خلال عام 2009.

¹. International Energy Agency. **Electricity information 2010**.Op. cit, P51.

^{2.} منظمة الأوابك. تقرير الأمين العام السنوي السابع والثلاثون. الكويت: منظمة الأوابك، 2010، ص184.

^{3.} المرجع نفسه، ص 186.

3. الطاقة الشمسية: إن إجمالي الطاقات الفوتوفولتية التراكمية المركبة في العالم عام 2009 بلغ 22928 ميغاواط والجدول في الملحق رقم (4) يبين إجمالي الطاقات الفوتوفولتية التراكمية المركبة في بعض دول العالم، وقد تصدرت ألمانيا دول العالم حيث بلغ إجمالي الطاقات الفوتوفولتية التراكمية المركبة فيها 9677 ميغا واط، وبلغ معدل النمو في هذه الطاقة فيها 64.7% بين عامي 2008 و 2009، تلتها إسبانيا بطاقة إجمالية بلغت 3423ميغا واط، ثم اليابان بطاقة إجمالية مركبة بلغت2628.2 ميغا واط، بينما حلت الولايات المتحدة الأمريكية في المركز الرابع بطاقة إجمالية بلغت1645.5 ميغا واط.

4. طاقة الحرارة الجوفية: لم يشهد استخدام طاقة الحرارة الجوفية لإنتاج الطاقة الكهربائية تغيراً يذكر منذ عام 1990 وحتى عام 2009، إذ أن معدل نمو استخدام هذه الطاقة في إنتاج الطاقة الكهربائية لم يرتفع إلا بنسبة 2% فقط خلال تلك الفترة، فقد ساهمت طاقة الحرارة الجوفية في توليد 28.6 تيرا واط ساعة عام 1990، و 42 تيرا واط ساعة عام 2009¹.

5. طاقة الكتلة الحيوية: تشير بيانات وكالة الطاقة الدولية إلى أن الطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الكتلة الحيوية في دولها بلغت 125.6 تيرا واط ساعة عام 2009 ، أي ما يعادل 7.1% من إجمالي الطاقة الكهربائية التي تم توليدها من مصادر الطاقة المتجددة في ذلك العام، وتأتي الولايات المتحدة في أول قائمة الدول من حيث حجم الطاقة المركبة من طاقة الكتلة الحيوية الصلبة بإجمالي بلغ 7172 ميغا واط في عام2008 2.

أما من حيث نسبة النمو في إجمالي الطاقة المركبة من طاقة الكتلة الحيوية بين عامي 2007 و 2008، فقد أتت الدانمرك في الصدارة بنسبة نمو بلغت67.6%، تلتها كوريا الجنوبية بنسبة نمو % 66.7 ، بينما تناقصت في كل من أستراليا والمملكة المتحدة وإسبانيا وتركيا، وتزايدت في باقى الدول، ويبين الجدول في الملحق رقم (5) إجمالي طاقة الكتلة الحيوية الصلبة المركبة في بعض دول العالم.

 طاقة المد والجزر والمحيطات: تم في عام 2009 إنتاج 542 حيغا واط ساعة باستخدام طاقة المد والجزر وطاقة الأمواج والمحيطات، وكانت فرنسا هي المنتج الأول للطاقة الكهربائية من هذه النوع، حيث أنتجت 491 جيغاواط ساعة باستخدام طاقة المد والجزر، وتلتها كندا التي أنتجت 33 جيغاواط ساعة، ثم المملكة المتحدة التي أنتجت 18 جيغا واط ساعة³.

ثانيا:تكاليف تكنولو جيات الطاقة المتجددة

تتباين مقارنة تقديرات تكاليف تكنولوجيات الطاقة بشكل كبير وتعتمد على عدة عوامل وافتراضات تؤثر في الحسابات، وتبين أن تكاليف بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة قادرة على المنافسة

¹. International Energy Agency. **Renewables information 2010**. France: IEA, 2010, P40. ². Ibid, P40.

³. Ibid. P41.

الآن مع تكاليف تكنولوجيات الطاقة التقليدية التي تقدر عموما بما يتراوح بين 4 و 10 سنتات/كيلوواط ساعة، وأصبحت محطات إنتاج طاقة الرياح والكتلة الإحيائية والطاقة الحرارية الأرضية قادرة على المنافسة في بعض مناطق العالم، كما أصبحت الكتلة الإحيائية وبعض مصادر الطاقة الشمسية قادرة على المنافسة فيما يتعلق بالمياه الساخنة والتدفئة، وما زالت معظم بدائل التطبيقات خارج شبكة التوزيع بالمناطق الريفية باهظة التكلفة، ويدل ارتفاع تكاليف تلك التكنولوجيات، على ضرورة تقديم مزيد من الدعم للنهوض بالطاقة المتحددة في المناطق الريفية.

إن التحسينات والابتكارات في مجال التكنولوجيا تتيح تحقيق انخفاض سريع في تكاليف معظم تكنولوجيات الطاقة المتحددة، فقد انخفضت أسعار الوحدات الفوتوفولتية الشمسية للميغاواط الواحد بنسبة 60 % منذ عام 2008، وفي بعض البلدان جرى الإبلاغ عن قدرة الطاقة الشمسية على المنافسة مع الخيارات الأحرى في أسعار التجزئة للطاقة الكهربائية، وانخفضت أسعار توربينات الرياح أيضا بنسبة 18% منذ عام 2008.

الجدول رقم(2.3): تكاليف تكنولو جيات الطاقة المتجددة

التكاليف النمطية للطاقة		
(سنت لكل كيلوواط في الساعة)	الخصائص المميزة	التكنولوجيا
5-3	10-000 18 (ميغاو اط)	الطاقة الكهرومائية الكبيرة
12-5	1-10 ميغاواط	الطاقة الكهرومائية الصغيرة
9-5	3.5-1.5 ميغاواط	طاقة الرياح الشاطئية
20-10	5-1.5 ميغاواط	الرياح البحرية
12-5	1-20 ميغاواط	الكتلة الإحيائية
7-4	1-100 ميغاواط	الطاقة الحرارية الأرضية
34-17	سعة الذروة 2-5 كيلواط	وحدات الأسطح للطاقة
30-15	200 كيلواط إلى 100 ميغاواط	الفوتو فولتية الشمسية
18-14	50-500 ميغاواط (وحداث مقعرة) 10-20 (أبراج)	الطاقة الشمسية المركزة

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

ومن خلال الجدول رقم (2.3) يتضح أن الطاقة المائية والطاقة الحرارية المستخرجة من باطن الأرض وبعض أشكال طاقة الكتلة الحيوية، لديها القدرة على المنافسة مقارنة بتكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية بإستخدام الغاز الطبيعي والفحم، ومازالت تكلفة الخلايا الفوتوفولتية عالية مقارنة بالطاقة الشمسية المركزة.

-

[.] Renewable Energy Policy Network For The 21st century. **Renewables 2011: Global Status Report**. paris: REN21 secretariat, 2011, P33.

^{*. 1} دولار= 100 سنت

ومن المتوقع حدوث ابتكارات في مجال تكنولوجيات الطاقة الشمسية المركزة والتكنولوجيات الفوتوفولتية وما يتصل بها من عمليات تصنيع، ونظم الطاقة الحرارية الأرضية وتكنولوجيات المحيطات الناشئة المتعددة، والوقود الإحيائي المتطور، وتصميمات الأساس والتوربينات اللازمة لطاقة الرياح البحرية.

ويتيح استخدام الطاقة المتجددة أيضا فوائد إضافية تدعم أهداف التنمية المستدامة على الصعيدين العالمي والوطني، وأحد المحالات الاجتماعية التي يمكن أن توفر فيها الطاقة المتجددة قيمة إضافية هو العمالة، وعلى الرغم من أن الدراسات المتاحة تختلف فيما يتعلق بحجم العمالة الصافية التي يتم توفيرها وتبين أن الاستثمار في الطاقة المتجددة ينشئ فرص عمل أكثر بمقدار الضعف أو ثلاثة أضعاف مما ينشئ الاستثمار في الطاقة التقليدية، ويقدر على مستوى العالم أن هناك حوالي 3.5 مليون وظيفة مباشرة في صناعات إنتاج الطاقة المتجددة، وفي عامي 2009 و 2010، وفرت صناعة إنتاج الطاقة المتجددة نحو مليون وظيفة.

المطلب الثاني: أساليب وسياسات تنمية وتطوير الطاقة المتجددة

يهدف هذا المطلب إلى عرض نماذج لسياسات وقوانين وتشريعات قامت بها العديد من الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، بهدف زيادة نشر استخدام الطاقة المتحددة، وتشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال، ويمكن تقسيم تلك السياسات إلى ثلاثة نقاط أساسية وهي:

- ◄ تنمية الطلب والإنتاج؛
- ◄ تشجيع التصنيع المحلي لمعدات الطاقة المتجددة (حاصة في البلدان النامية)؛
 - 🚣 دعم الطاقة المتجددة.

أولا: سياسات تنمية الطلب والإنتاج

تنقسم تلك السياسات إلى ثلاث سياسات رئيسية بالإضافة إلى بعض السياسات الداعمة ويمكن تلخيصها كما يلي:

1. سیاسات رئیسیة: وتشمل:

أ- سياسة تعريفة التغذية (Feed-in Tariff): في هذه السياسة تقوم الدولة بتحديد تعريفة لكل وحدة طاقة يتم إنتاجها من مصدر متجدد، وهذه التعريفة تكون مرتفعة عن تلك الممنوحة للطاقة المنتجة من المصادر التقليدية وتضمن تحقيق عائد مناسب للمستثمرين في إنتاج الطاقة المتجددة أ؛ وعادةً ما يكون هناك تعريفة لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة كأن تكون هناك تعريفة للطاقة الكهربائية المنتجة من الرياح أو الشمس أو الطاقة الجوفية.

^{1.} دونالد اتكين، ترجمة هشام محمود العجماوي. التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة. فريبورق: المنظمة الدولية للطاقة الشمسية، 2005. ص46.

ويتم تغطية تكلفة المصادر المتحددة من خلال وسيلتين، الأولى مباشرة أي يسددها المستهلك النهائي، والثانية غير مباشرة عن طريق إعفاءات ضريبية على المشروع أو فرض ضرائب ورسوم على الطاقة التقليدية لصالح الطاقة المتحددة، وقد تختلف قيمة التعريفة على حسب سعة المحطة ومكالها ففي حالة الرياح تتغير التعريفة حسب طبيعة الموقع، بمعنى منح تعريفة أعلى للأماكن ذات سرعة الرياح الأقل من الموقع القياسي المحدد بالقانون، وقد تبنت دول عديدة تلك السياسة مثل ألمانيا وفرنسا واسبانيا وجمهورية التشيك ومؤخراً الصين، ويعتبر القانون الألماني للطاقة المتحددة هو أول قانون تبنى هذا الاتجاه حيث منح تعريفة متميزة للطاقة المتحددة وتكون تلك التعريفة مضمونة لمدة عشرين عاماً ويتم تخفيضها سوى بنسبة 1.0% سنويا.

وتعرف سياسة تعريفة التغذية بسياسة القيمة المحددة والسعة المتغيرة حيث لا يشترط القانون إنتاج كمية محددة من الطاقة المتحددة ولكن يتم الاعتماد على قوى السوق في تحديد كمية الطاقة المنتجة اعتماداً على حاذبية الأسعار المقدمة، ويتميز أسلوب تعريفة التغذية بما يلي 1:

- توفير ضمان للمستثمرين في إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة حيث أن قيمة شراء الطاقة تكون مضمونة لفترة زمنية طويلة (20 سنة في القانون الألماني وخمسة عشر سنة في القانون الفرنسي والتشيكي) بما يضمن للمستثمرين استعادة استثماراتهم؟
 - تمكين المستثمرين من الحصول على تمويل بصورة أيسر من البنوك نتيجة الدخل المتوقع؛
- إمكانية تشجيع نمو نوعيات معينة من الطاقة المتجددة خاصة تلك التي تعتمد على التكنولوجيات المتطورة حيث يتم منحها تعريفة أكثر تميزاً؛
 - لا يستلزم بالضرورة وحود اتفاقية شراء طاقة؟
- ضمان حرص المستثمر على التصميم الأمثل للمحطة نظراً لارتباط ربحية المشروع بارتفاع الإنتاجية. أما من ناحية عيوب هذه السياسة فيمكن إجمالها فيما يلي²:
- عنصر المخاطرة السياسية الطاردة للاستثمار إلا أن بعض الحكومات حفضت تلك المخاطرة بضمان الدفع وشراء الطاقة الكهربائية لمدة تتراوح بين 15و20 سنة، فإذا ما انخفضت التعريفة فلن يؤثر ذلك على المستثمرين الموجودين ولكن سيخفض المستثمرين الجدد؛
 - مخاطر تغير أسعار الصرف أو . معنى آخر ارتفاع تكلفة التمويل؛
- ارتفاع التكلفة حيث تكون التعريفة ثابتة لفترة زمنية طويلة . كما لا يسمح بنقل الخفض في التكلفة الناتج من التطور التكنولوجي وارتفاع الكفاءة إلى المستهلكين؛

^{1.} ماجد كرم الدين محمود، محمد مصطفى محمد الخياط. سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2009، ص25.

^{2.} المرجع نفسه، ص25.

- عدم ضمان تحقيق أهداف محددة لنسبة استخدام الطاقة المتجددة حيث يترك ذلك لآليات السوق؟
- صعوبة التنبؤ بمعدل النمو في استخدام الطاقة المتجددة مما يضع عبء على شبكات النقل والتوزيع وكذلك في القدرات اللازمة للمحافظة على اتزان الشبكات.

وجدير بالذكر أن القانون الألماني قد أثبت نجاحاً كبيراً عند التطبيق حيث أن إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة المتحددة قد زاد من 5.2% في سنة 1998 إلى 8% في سنة 2003 من إجمالي كمية الطاقة الكهربائية المنتجة، وقد أعطى تعديل القانون الذي تم تنفيذه في عام 2008 ميزة سعرية للطاقة المنتجة من الرياح بهدف الوصول إلى مشاركة المصادر المتحددة بنسبة 30% بحلول عام 2020، كما بلغت كمية الطاقة الكهربائية المنتجة في ألمانيا من طاقة الرياح ثلث كمية الطاقة المولدة عالمياً من الرياح على الرغم من انخفاض متوسط سرعة الرياح (من 6 إلى 7 متر/ثا) بألمانيا، كذلك الطاقة الكهربائية المنتجة من كل من الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية باستخدام الألواح الفوتوفولتية.

ب- سياسات الأهداف الكمية: وتتكون من قسمين:

♣ سياسة الحصص الملزمة أو الشهادات (Quota): وتعرف هذه السياسة باسم سياسة "الكوتا" أو سياسة (Renewable Portfolio Standard) حيث تفرض الدولة من خلال القانون على شركات الإمداد بالطاقة الكهربائية أو المستهلكين إنتاج أو استهلاك نسبة أو كمية محددة من الطاقة الكهربائية ذات المصدر المتحدد، ويتم فرض عقوبات على الشركات التي تفشل في تحقيق تلك النسبة المستهدفة، أما من ناحية تسعير قيمة الطاقة المنتجة من المصادر المتحددة فتترك لطبيعة العرض والطلب أخذاً في الاعتبار ضرورة قيام جميع الأطراف بالوفاء بالتزاماقا، وبالتالي فإن تلك السياسة تعرف أحياناً بسياسة القدرة المحددة والسعر التنافسي وقدف تلك السياسة إلى خفض أسعار الطاقة من المصادر المتحددة نتيجة للمنافسة .

تم تطوير النظام في دول عديدة ليتضمن تجارة الشهادات الخضراء (Certificates وهذه (Certificates) حيث يتم إصدار شهادات تمثل آلية لتتبع وتسجيل الإنتاج من الطاقة المتحددة، وهذه الشهادات يمكن استخدامها لإثبات التوافق مع متطلبات نظام الحصص الملزمة أو بيعها للمستهلك النهائي في سوق تطوعي لتجارة الطاقة النظيفة، يتم تسوية أسعار الطاقة والشهادات يومياً في آلية سوق الطاقة الكهربائية وهناك أسواق مستقلة للشهادات تقوم بتحديد يومي للأسعار.

هناك عدة دول لديها أهداف قومية للحصص تم سنها اعتباراً من عام 2001، وهي استراليا والمملكة المتحدة واليابان والسويد وبولندا وإيطاليا، وبلجيكا، والمجر، ويتم التوسع في هذه الأنظمة حالياً

¹. المرجع نفسه، ص25.

². المرجع نفسه، ص26.

على مستوي الولايات/ المقاطعات (32 ولاية ومقاطعة) في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والهند اعتباراً من عام2003 أ.

ويتم الإلزام بما يعرف بشهادات الطاقة النظيفة أو الخضراء حيث يصدر المنتجون شهادات بالإنتاج تعادل كل شهادة مليون كيلو واط ساعة من الطاقة المتجددة التي يتم إنتاجها كما يقوم المستهلكون بشراء كمية من الشهادات تعادل كمية الطاقة المطلوب استهلاكها من ذات المصدر المتجدد، وتعمل الآلية على النحو التالي:

- تضع الحكومة قيمة محددة (ومتزايدة تدريجياً) لمستوى مشاركة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة؛
- يلزم المنتجين والموزعين بإعداد أو شراء نسبة محددة في الطاقة الكهربائية من الطاقة المتحددة ويمكنهم الحصول على الشهادات من ثلاث مصادر:
 - ملكية وتشغيل محطة طاقة متجددة؟
 - شراء شهادات من منتج طاقة متجددة آخر؟
- شراء شهادات من سمسار/وسيط أو منتج في خلال التجارة والشراء المستقل من سوق الشهادات.

وتتميز سياسة الإلزام بالآتي:

- إيجاد سوق تنافسية للطاقة المتحددة تسمح بخفض الأسعار والتي يمكن أن يستفيد منها المستهلكون؟
- التحكم في معدل نمو السوق بما يسمح بالتخطيط لقدرات النقل وكذلك كمية الطاقة اللازمة للمحافظة على اتزان الشبكة.

ومن ناحية أخرى يعيب تلك السياسة:

- مخاطر الاستثمار نتيجة عدم وجود سعر معروف مقدما للطاقة المنتجة؛
- عدم قدرة المنتج بالالتزام ببيع كامل كمية الطاقة المنتجة حيث قد تتغير تلك الكمية بناءاً على التغيير في الظروف المناخية؛
 - تعقيد نظام الشهادات المستخدم وكيفية التعامل عليها.

وبصفة عامة، لا توجد خبرات دولية كافية تتيح الحكم على هذه الأنظمة، إلا أن هناك تحفظات عليها من جانب المستثمرين من بينها أن عليهم العمل في سوقين مستقلين أحدهما للطاقة والآخر للشهادات ومشاكل العرض والطلب، حيث يرغب المستثمرين في عقود شراء شهادات طويلة الأمد بينما تفصل شركات الإنتاج عقود قصيرة الأمد. أي أن نظام تجارة الشهادات الخضراء أكثر مخاطرة للمستثمرين إلا إذا كان هناك سوق به تعاقدات طويلة المدى للشهادات.

124

¹. المرجع نفسه، ص26.

♣ سياسة المناقصات العامة التنافسية: يُدعى المستثمرين لإقامة مشروعات الإمداد بالطاقة الكهربائية من مصادر متحددة خلال فترة معينة وبقدرات محددة من خلال مناقصة، ويتم اختيار العقود ذات أقل تكلفة إنتاج وتكون شبكات الطاقة الكهربائية ملزمة بالشراء من تلك المحطات بناءاً على الأسعار التي تم التوصل إليها من خلال تلك المناقصات والمدد الزمنية التي تم الاتفاق عليها طبقاً للمناقصة.

بدأ تبني هذه الأنظمة في المملكة المتحدة في التسعينات، ويتم تطبيقها حالياً في ستة دول هي كندا والصين وفرنسا والهند وبولندا والولايات المتحدة بينما بدأت ايرلندا به وتحولت مؤخراً إلى نظام تعريفة التغذية، كما تلجأ إليه شركات الطاقة الكهربائية في العديد من الدول للوفاء بحصصها المستهدفة طبقاً لنظام الحصص الملزمة 1.

هذا وعادة ما يتم تحديد نوع الطاقة المتجددة في المناقصة حيث لا تكون هناك مناقصات بين أنواع مختلفة من الطاقة المتجددة، وتتميز تلك السياسة بالآتي:

- التنافسية بما يضمن الحصول على أقل الأسعار ويساعد على خفض الدعم المقدم للطاقة المتجددة؟
 - القدرة على التحكم في كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة المتجددة ونوعيتها؟
- ضمان الاستثمارات حيث تكون الأسعار ثابتة طول مدة التعاقد بما يضمن للمستثمرين استعادة استثماراتهم.

من ناحية أحرى يعيب هذه السياسة الآتي:

- بالنسبة للمنتجين: المنافسة قد تؤدي ببعض المنتجين إلى القبول بأسعار غير واقعية اعتمادا على المكانية تخفيض التكلفة والتي في حالة عدم حدوثها قد تؤدي لعدم قدرة هؤلاء المنتجين على الوفاء بالتزاماقم؛
- بالنسبة للمشترين: الارتباط بعقود شراء طويلة الأجل بما لا يؤدي إلى الاستفادة المستقبلية من التطور التكنولوجي وتحسن الكفاءة.

2. سياسات مكملة: هناك العديد من السياسات المكملة للسياسات الرئيسية السابقة منها²:

♣ ترتيبات تمويلية (في أكثر من 30 دولة) تتضمن تقديم منح وقروض ميسرة سواءً للمستثمر أو للمستثمر أو للمستهلك وكذلك آليات لخفض مخاطر التمويل من خلال الضمانات الحكومية، أو رد جزء من التمويل، أو من خلال الشراء من المنتجين بأسعار أعلى تشجيعاً للصناعة.

¹. المرجع نفسه، ص27.

². المرجع نفسه، ص28.

♣ مميزات ضريبية وجمركية تتضمن:

- إعفاءات أو تخفيضات ضريبية لمدة محددة سواء على مستوى إستثمارات المشروعات أو على مستوى المستهلك وذلك لنظم ومعدات الطاقة المتجددة وقطع غيارها وكذلك خطوط ومكونات إنتاج هذه المعدات؛
- تقديم حافز ضريبي على الإنتاج (Production Tax Credit) حيث يمنح منتجي الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة فوائد ضريبية على إنتاجهم، وهي عادة ما توضع كنسبة من سعر الكيلوواط ساعة المنتج عن طريق خصم في الضرائب المستحقة على الأنشطة الأخرى؛
- فرض ضرائب على انبعاثات الكربون أو غيره من الملوثات مثل أكاسيد الكبريت أو أكاسيد النتروجين الناتجة من استخدام الوقود البترولي.
- ▲ ترتيبات تنظيمية وإدارية منها توقيع عقود طويلة المدى لشراء الطاقة، وتسهيلات للربط بالشبكة وتقديم أولويات بالمواقع المختارة للمشروعات طبقاً لحصر المصادر.

قامت بعض الدول بتأسيس صندوق للطاقات المتجددة ويستخدم في التمويل المباشر للإستثمارات أو تقديم قروض منخفضة الفائدة أو دعم السوق بوسيلة أخرى كالبحث والتطوير ومن أهم الأمثلة في هذا المجال الولايات المتحدة والصين والهند.

ثانيا: سياسات تشجيع التصنيع المحلى

ترتبط هذه السياسات بالدول ذات القدرات الصناعية المناسبة وحجم السوق المناسب مثل الصين والمند والبرازيل، وتشمل سياسات تشجيع التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة:

- اشتراط نسبة من التصنيع المحلى؟
- فرض ضرائب على المعدات المنتجة للطاقة المتجددة الواردة من الخارج.

وهذه السياسة لا تتناقض مع اشتراطات منظمة التجارة العالمية حيث تم تصنيف سوق الطاقة المتجددة على أنه سوق غير تجاري.

وقد أظهرت خبرات الدول المختلفة ما يلي:

- في كندا، تم وضع معادلة في شروط تقييم العروض تأخذ في الاعتبار كل من السعر ونسبة التصنيع المحلى؛
- ربط التأهيل لدخول المناقصات الخاصة بإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة المتحددة بتحقيق نسبة من التصنيع المحلي؛

- بعض الحكومات مثل اسبانيا قامت . عنح دعم إضافي يدفع لعدة سنوات إذا كانت نسبة التصنيع المحلى تتجاوز نسبة معينة ؟
- اشترطت الهند منذ منتصف التسعينات من القرن الماضي ضرورة تحقيق نسبة متصاعدة من الإنتاج المحلي لوحدات توليد الكهرباء من الرياح تبدأ من 30% وتتصاعد حتى تصل إلى 70%، كذلك قامت البرازيل بتطبيق سياسة مشاهمة؛
- في الصين اشتراطات لوجود نسبة من التصنيع المحلي للمعدات المستخدمة في إنتاج الكهرباء من الطاقة المتحددة؛ كما قامت الحكومة بتشجيع الشراكة المحلية/الأجنبية لإنتاج معدات مزارع الرياح؛ هذا حيث تم اختيار شركتين صينيتين للشراكة مع الشركات العالمية لإنتاج معدات مزارع الرياح؛ هذا وتشترط المناقصات الصينية مؤخراً نسبة تصنيع محلي تصل إلى 70%.

و جدير بالذكر أن جميع هذه السياسات ليست على حساب جودة المنتج حيث أن شرط الجودة لابد أن يتوافر تحت جميع الظروف، كما أنها لا تمثل عائقاً في جاذبية السوق للإستثمارات حيث تعتمد تلك الجاذبية على اتساع هذا السوق.

ثالثا:سياسات دعم استخدام الطاقة المتجددة

ينقسم الدعم المقدم لتنمية استخدام الطاقة المتجددة إلى نوعين من الدعم:

- الدعم المقدم لأبحاث تطوير معدات الإنتاج من الطاقة المتحددة وعمليات تنمية مواقع إنتاج الطاقة المتحددة، التدريب وبناء القدرات وتطوير إمكانيات التصنيع المحلي، وقد اشترطت جميع القوانين تقديم مثل هذا الدعم الحكومي؛
- الدعم المقدم لسعر وحدة الطاقة المنتجة من مصدر متجدد، وهذا الدعم يختلف حسب الدول حيث أن الدول التي لا تدعم أسعار الطاقة لا تقدم مثل هذا الدعم، حيث يتم توزيع تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة على المستهلكين، ففي ألمانيا تكون هذه الزيادة في حدود 1.08 يوروسنت لكل كيلوواط ساعة؛ أما في حالة الدول التي تدعم أسعار الطاقة فتقوم الحكومة بتقديم دعم مباشر للمنتج النهائي من الطاقة كما في حالة الصين حيث تقوم الحكومة بدعم يعادل 3 سنت/كيلوواط ساعة زيادة عن سعر الطاقة الكهربائية المنتجة من محطة تقليدية تعمل بالفحم الخالي من الكبريت.

127

¹. المرجع نفسه، ص31.

المطلب الثالث: دور الطاقات المتجددة في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في المناطق النائية والريفية

يعد الوصول إلى الطاقة الكهربائية ومصادر الطاقة الحديثة مطلباً أساسياً من أجل تحقيق واستدامة مستويات أعلى للمعيشة، إلا أن 1.6 مليار شخص يفتقرون إلى هذه الفرص، ويعتمد أكثر من نصف مجموع السكان الذين يعيشون في البلدان النامية على الكتلة الإحيائية التقليدية لتلبية احتياجاقم الأساسية من الطاقة؛ ورغم التحديات التي تواجه توفير الطاقة الحديثة للمناطق النائية الفقيرة، إلا أن التطورات التكنولوجية الجديدة وتصاميم المشاريع المبتكرة ومتطلبات التخفيف من آثار تغير المناخ والفرص الجديدة في مجال السياسة العامة تتبع خيارات إستراتيجية لتلبية هدف توفير فرص الوصول العالمي إلى حدمات الطاقة للحد من الفقر الريفي الذي يحقق كفاءة في انبعاثات الكربون، ويمكن الاستفادة بطريقة مناسبة من تكنولوجيات الطاقة المتجددة كطاقة الشمس والرياح والوقود الإحيائي والوحدات الصغيرة لإنتاج الطاقة الكهرومائية في توفير الطاقة الكهربائية في النظم الصغيرة القائمة بذاتما التي لا تتصل بالشبكات الكهربائية الوطنية، ويمكنها أن تشكل حيارات موفرة يعول عليها لإيصال الطاقة الكهربائية إلى المناطق الريفية النائية.

و يحقق استخدام تكنولوجيات الطاقة المتجددة في استراتيجيات استئصال الفقر الريفي نتيجة مثالية عميقة الفائدة للنمو الاقتصادي وخلق فرص الوظائف وإنتاج الدخل والاستدامة البيئية، ومن شأن توزيع تكنولوجيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع في المناطق الريفية أن يحقق المنافع الآتية:

- تخفيف الفقر خاصةً في المجتمعات النائية حيث تمثل حلاً نموذجياً لحاجات الطاقة الأساسية؟
- يقدم نظام إنتاج غير المركزي من مصادر الطاقة المتحددة منظومة طاقة فعالة أقل عرضةً لانقطاع التيار من الأنظمة المركزية، وهي وسيلة لتهيئة المناطق النائية وتحقيق استقلالية في إنتاج الطاقة الكهربائية؛
- تؤمن نظم الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة للعاملين المؤهلين تأهيلاً تقنياً عالياً؛ فالقطاع يقدم على نحو متسارع فرص عمل عالية التخصص، أكثر بكثير من قطاع الطاقة التقليدي كثيف رأس المال؛
 - مصدر الطاقة المتحددة مستدام لا يمكن أن ينضب أو يدمّر البيئة المحلية أو الإقليمية أو العالمية؛
- كما ألها تخفف عن الاقتصادات مصاعب تذبذب أسعار الوقود التقليدي، فالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة المحلية يحمي الاقتصادات المحلية من الصدمات الناتجة عن تأرجح أسعار مشتقات المضاربة في أسواق السلع العالمية.

خلاصة الفصل

من خلال هذا الفصل يتضح أن وضع إستراتيجية متكاملة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، على الكهربائية، يستلزم تحديد أنسب الوسائل المتاحة في ظل الظروف المحددة لقطاع الطاقة الكهربائية، على المستوى الوطني أو الإقليمي؛ فضلا عن تحديد أولويات تطبيقها، طبقًا لعناصر تقويم محددة تستهدف تحديد أقصى حدوى فنية واقتصادية من هذا التطبيق، وبناءً على ما تقدم، فقد أوضح هذا الفصل أن الوسائل التالية، هي الخيارات ذات الأولوية للتطبيق:

- استخدام نظم الدورة المركبة في إنتاج الطاقة الكهربائية، خاصة في الدول التي تتمتع بتوفر الغاز الطبيعي؛
- التحول إلى مصادر أنظف للوقود، خاصة الغاز الطبيعي، في الدول التي تتمتع بمصادر كبيرة له، أو عبر إنشاء شبكات إقليمية للغاز تنقله إلى مواقع الاستخدام؛ وذلك مع تشجيع استخدام الطاقة
 - ربط الشبكات الكهربائية على المستويين الإقليمي و دون الإقليمي؟
- اتباع سياسات تسعير اقتصادية، تهدف إلى تشجيع الإدارة الاقتصادية للقطاع، ورفع كفاءة الاستخدام، وتشجيع زيادة مساهمة القطاع الخاص في مشروعات الطاقة الكهربائية؛
 - اعتماد برامج إدارة الأحمال وإعادة التأهيل، لزيادة الكفاءة الإنتاجية وإطالة عمر المحطات.

وتبين ضمن هذا الفصل أيضا أن استخدام المصادر المتحددة لإنتاج طاقة كهربائية لا يسبب تلوث للبيئة، قد أصبح مطلبا ملحا وأنه لابد من العمل على تطوير هذه المصادر الجديدة خاصة منها الطاقة الشمسية وتنميتها، وذلك من خلال رسم سياسة اقتصادية متسلسلة ومعتمدة على الجوانب الهامة كالسعر والجانب المالي، وتشجيع وتطوير التجارة المتعلقة بالتكنولوجيات ذات الصلة بالطاقات المتحددة

الفصل الرابع

الطاقة الكهربائية في الجزائر وإستراتيجية ترقية كفاءتها الإنتاجية

الفصل الرابع: الطاقة الكهربائية في الجزائر وإستراتيجية ترقية كفاءتها الإنتاجية

يبذل قطاع الطاقة الكهربائية بالجزائر جهداً كبيراً في سبيل تلبية احتياجات الدولة والمواطنين من الطاقة الكهربائية في إطار خطة الدولة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث أن استهلاك الطاقة الكهربائية قد تطور بصورة كبيرة خلال السنوات الماضية فقد أصبح رفع كفاءة إنتاجها وترشيد استهلاكها أمراً حتمياً لجابحة الطلب المتزايد عليها، ويعتمد ذلك على وضع إستراتيجية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، التي تعمل على تحسين الأثر البيئي بخفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري نتيجة خفض استهلاك الوقود بمحطات الإنتاج الحرارية، والاتجاه نحو إمكانيات توظيف الطاقات المتحددة والتقليص التدريجي لأشكال الوقود الأحفوري، ومحاولة إيجاد التكنولوجيات المتحددة والتقنيات التي تسهل وتبسط استخدام هذا البديل.

ومن خلال هذا الفصل سوف نحاول إبراز أهم الوسائل والإجراءات الكفيلة بتحسيد إستراتيجية شاملة ومتكاملة تهدف إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر في ظل ضوابط التنمية المستدامة، بالتطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: واقع قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

المبحث الثانى: منظومة الطاقة الكهربائية في الجزائر

المبحث الثالث: الوسائل التقنية والإدارية والتشريعية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

المبحث الرابع: تحليل محاور استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية

المبحث الأول:واقع قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

إن واقع الطاقة الكهربائية مرتبط بتاريخ الجزائر في وثبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وفي طموحات تحسين معيشة مواطنيها وحرصها على جعل مصدر الطاقة محركا للتطور المستدام بالنسبة للدولة الجزائرية.

يتناول هذا المبحث واقع قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر وذلك في ثلاثة مطالب أساسية، يبرز المطلب الأول التطور التاريخي لقطاع الطاقة الكهربائية، والمطلب الثاني مصادر الطاقة الكهربائية في الجزائر، أما المطلب الثالث يتطرق إلى نسبة تغطية الطاقة الكهربائية في الجزائر.

المطلب الأول: التطور التاريخي لقطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

كانت نهاية الحرب العالمية الثانية هي الفترة التي بدأ فيها الاهتمام بالتصنيع الجديد في الجزائر، كان الهدف الاستراتيجي متمثلا في تحويل المستعمرة إلى قاعدة حلفية صناعية حقيقية لفرنسا، وبالتالي تم التفكير في إقامة صناعات مثل التعدين، مع إنشاء الأفران العالية في بونة (عنابة)، وذلك من أجل استغلال منجم الحديد بالونزة، والأسمنت مع مصنعي (Pointe Pescade)، رايس حميدو حاليا بالجزائر، ومجالات أخرى مثل مصانع البلاط والزجاج ومطاحن الزيتون وغيرها، وتبين آنذاك أن الطاقة الكهربائية أصبحت أكبر من ضرورية لإدارة عجلة التنمية، ويمكن تقسيم التطور في قطاع الطاقة الكهربائية إلى ثلاثة مراحل أساسية كالآتى:

المرحلة الأولى: إنشاء شركة كهرباء وغاز الجزائر (EGA)

كان المرسوم 5 جوان 1947 هو الذي أنشأ المؤسسة العمومية الوطنية "كهرباء وغاز الجزائر" ورمزها المختصر (EGA) في ذلك الوقت، كانت هناك 16 شركة تتقاسم التنازلات عن الطاقة الكهربائية في الجزائر: مجموعة لوبون (Lebon) والشركة الجزائرية للإضاءة والقوة (SAEF) في الوسط وفي الغرب شركة بوربوني (Bourbonnais) وفي الشرق مصانع ليفي (Lévy) في قسنطينة أ.

تم تحويل هذه الشركات البالغ عددها 16 الحائزة على التنازلات، إلى شركة "كهرباء وغاز الجزائر" مرسوم مؤرخ في 16 أوت 1947، بمجرد إنشاء شركة "كهرباء وغاز الجزائر"حددت السلطات الاستعمارية هدفا متوسط المدى، يرمي إلى تجهيز الجزائر بتجهيزات ضرورية لتموين الشبكة بالطاقة في المناطق التي يوجد فيها سكان المدن بكثافة ومناطق الصناعات الأوروبية وكذا المراكز الفلاحية الاستعمارية الكبرى؛ في لهاية سنة 1947 تقرر إنشاء خط للتبادل البيني ذي 150 كيلو فولط، يقطع الجزائر من شرقها

http://www.sonelgaz.dz/Ar/rubrique.php3?id_rubrique=67 ح (تاريخ الاطلاع 23 سبتمبر 2011).

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). **تاريخ سونلغاز** [على الخط]. متاح على <

إلى غربها، وكان على مساره أن يسلك طريق الساحل والهضاب العليا بين الأطلسين التلي والصحراوي، وكان من المتوقع أن تأتي خطوط جانبية ذات 60 كيلوفولط و90 كيلوفولط لتتصل بهذا الخط الرئيسي في انتظار إنجاز الربط البيني الأول ذي 90 كيلوفولط مع تونس والذي تحقق في عام 1956؛ في 1959 بلغ عدد المشتركين 573000 مشترك، من بين سكان بلغ عددهم الإجمالي حوالي 10 ملايين ساكن؛ في سنة 1962 عشية الاستقلال كان العنصر الأوروبي يمثل 87 % من مجموع المشتركين.

في سنة الاستقلال 1962كان على شركة كهرباء وغاز الجزائر، أن تواجه الذهاب الجماعي للإطارات الفرنسيين، وكان من الضروري ضمان الاستخلاف والمساهمة بذلك في امتلاك التحكم في أداة أساسية لتحقيق السيادة الوطنية، ولم يكن الطلب على الطاقة الكهربائية في سنة 1962 يشكل ضغطا على العرض الذي كان يلبي بسهولة حاجيات البلاد من الطاقة الكهربائية بطاقة إنتاج 1132 جيغاواط ساعة، بعدها عرف هذا الطلب في السنة الموالية تراجعا هاما بنسبة 22%، بسبب رحيل المعمرين جماعيا، حيث كانوا يشكلون أكبر المستهلكين للطاقة الكهربائية.

في الفترة الممتدة ما بين 1962 و1969 بالتوازي مع التزام ضمان استمرار الخدمة، تمثلت الأعمال الأكثر استعجالا حلال هذه المرحلة الانتقالية في استرجاع قائمة المشتركين، وإعادة تكوين مخططات المنشآت والشبكات والإسراع في التوظيف والتكوين في جميع المجالات، مع إعطاء الأولوية للوظيفة التقنية وكذا العودة بمستوى استهلاك الطاقة إلى ما كان عليه في 1962.

المرحلة الثانية: إنشاء شركة سونلغاز

في سنة 1969 تم إنشاء شركة سونلغاز وفقا للأمر رقم 69 – 59، المؤرخ في 28 جويلية1969 (الصادر في الجريدة الرسمية رقم 63 بتاريخ 1 أوت 1969) المتضمن حل شركة" كهرباء وغاز الجزائر (EGA) وإنشاء الشركة الجديدة المتمثلة في الشركة الوطنية للكهرباء والغاز، ويندرج هذا النص في إطار تدابير تأميم القطاعات الحيوية للاقتصاد الوطني وهي العملية التي انطلقت في 1966، بل قبل هذا التاريخ بالنسبة لبعض القطاعات.

ولكي تستطيع سونلغاز المساهمة في بناء هياكل اقتصادية وطنية، حدد لها الأمر السالف ذكره مجال تدخل واسع جدا ومنح لها على الخصوص احتكارا كليا لإنتاج الطاقة الكهربائية والغاز المصنعين ونقلهما وتوزيعهما واستيرادهما وتصديرهما، وحولت لها جميع ممتلكات شركة "كهرباء وغاز الجزائر" سابقا.

2. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). "**سونلغاز 40 سنة من التاريخ**". مجلة نور. 2009، العدد 8، ص18.

¹. المرجع نفسه.

^{3.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). تاريخ سونلغاز [على الخط]، مرجع سابق.

في 1969 كانت سونلغاز قد أصبحت مؤسسة ذات حجم كبير بلغ عدد موظفيها حوالي 6000 عون، وأصبحت تمون حوالي 700000 زبون، ومنذ تنصيبها اهتمت الشركة بالإضافة إلى تركيب وصيانة التجهيزات المتزلية التي تشتغل بالطاقة الكهربائية أو بالغاز، بترقية استعمال الغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية في القطاعات الصناعية والصناعات التقليدية والاستعمالات المتزلية.

في سنة 1977 تم عمل مخطط وطني للكهربة، بحيث حرت عملية واسعة لإحصاء عام للمراكز الريفية غير المكهربة، مع تقدير مادي ومالي للأشغال الواحب إنجازها، مس هذا البرنامج الذي صادقت عليه الحكومة جميع ولايات الوطن البالغ عددها آنذاك 31 ولاية، وتم يموجبه تزويد 1250000 ألف أسرة مجموعة في 13 662 قرية، بالطاقة الكهربائية بفضل هذا البرنامج 1.

عرفت سونلغاز إعادة هيكلة أولى في 1983، أدَّت هذه الأخيرة إلى ميلاد خمس (05) مؤسسات أشغال متخصصة وكذا مؤسسة أخرى للتصنيع هي:

- کهریف للکهربة؛
- كهركيب للهياكل والمنشآت الكهربائية؟
 - إينيرغا للهندسة المدنية؛
 - التركيب للتكريب الصناعي؟
 - كاناغاز لإنجاز شبكات الغاز؛
- المؤسسة الوطنية لصناعة العدادات وأجهزة القياس والمراقبة(AMC).

وبفضل هذه الشركات صارت سونلغاز تتوفر حاليا على تجهيزات كهربائية وغازية تستجيب لحاجات التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد.

في سنة 1992 غيرت سونلغاز طبيعتها القانونية لتصبح مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري(EPIC)، طبقا للمرسوم التنفيذي رقم 91 – 475 المؤرخ في 14 ديسمبر 1991، المتضمن تحويل الطبيعة القانونية للشركة الوطنية للكهرباء والغاز، أخذا بعين الاعتبار الإصلاحات الاقتصادية وآفاق تطوير المؤسسة ذات الطابع الصناعي والاقتصادي، حددت المهام المنوطة بسونلغاز إراديا بكيفية واسعة وذلك للسماح لهذه المؤسسة بلعب دور محرك في تطوير الاقتصاد الوطني وتمثلت هذه المهام في:

- مهمة تسمح بممارسة احتكار إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها وكذا التوزيع العمومي للغاز؛
 - مهمة صيانة المنشآت والتجهيزات المرتبطة بهذه النشاطات وتجديده؟

134

¹. المرجع نفسه.

- مهام ذات طابع تجاري (مساعدة الزبون، بيع وتركيب الآلات، أخذ مساهمات، إنشاء فروع ... وغير ذلك)؛
 - مهام الدراسات الهندسية والتطوير (في الجزائر وفي الخارج).

وفي سنة 1998 تم إنشاء تسعة فروع وتعلق الأمر بمما يلي :

- فرع مكلف بصيانة التجهيزات الصناعية؛
- ثلاثة فروع مكلفة بتصليح المحوّلات (الوسط، الشرق والغرب)، وفرع مكلف بأشغال الطباعة، وأربعة فروع مكلفة بصيانة وخدمات العربات (الجزائر، قسنطينة، وهران، وورقلة).

المرحلة الثالثة: فتح قطاع الطاقة الكهربائية للمنافسة

لقد أتى القانون الجديد الصادر في 2002، المتعلق بالطاقة الكهربائية وبتوزيع الغاز عن طريق القنوات ليلغي الاحتكار الذي كرسه الواقع الممارس حتى الآن من قبل سونلغاز، وذلك بفتح قطاع الطاقة الكهربائية والغاز للمنافسة، باستثناء ما تعلق بنشاطات النقل الذي له طابع الاحتكار الطبيعي، لذلك فإن قسم إنتاج الطاقة الكهربائية صار مفتوحا للاستثمار الخاص، الوطني والأجنبي، بحيث منحت رخص لبناء واستغلال محطات إنتاج الطاقة الكهربائية لأطراف أحرى، سواء كانت الطاقة الكهربائية المنتجة موجهة للتسويق أو للاستهلاك الذاتي، ومن وجهة نظر التسيير ستكون شبكة نقل الطاقة الكهربائية عاضعة للاستغلال والصيانة والتطوير من قبل متعامل يدعى مسير شبكة نقل الطاقة الكهربائية، وهو أحد فروع سونلغاز؛ فيما يتعلق بقيادة نظام الإنتاج والنقل، سيضمنها متعامل آخر يسمى متعامل النظام، وفي خطوة أخيرة ينص القانون على إنشاء متعامل سوق الطاقة الكهربائية.

تستوجب مجموع هذه الاختيارات بالضرورة مبدأ آخر، هو مبدأ وصول الغير إلى شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وذلك قصد تمكين التوريد المباشر للزبائن من طرف الموردين الذين اختاروهم.

المطلب الثانى: مصادر الطاقة الكهربائية في الجزائر

تتكون الموارد الطاقوية للجزائر أساسا من الطاقة الأحفورية (الغاز الطبيعي والبترول، اليورانيوم، الفحم)، والطاقات المتحددة (المائية، الشمسية، الرياح والجوفية).

أولا: مصادر الطاقة غير المتجددة

1.البترول: تم اكتشاف البترول في الجزائر سنة 1956، وتم العثور على أول حقل للبترول في الصحراء الجزائرية وهو حقل عجيلة في جنوب شرق الجزائر، كما تم في شهر جوان من العام نفسه اكتشاف حقل حاسى مسعود، أكبر حقول البترول في صحراء الجزائر.

وتمتلك الجزائر ثالث أكبر احتياطي مُثبت من النفط في أفريقيا، بعد ليبيا ونيجيريا ، وهو يقدر بنحو 12.2 مليار برميل سنة 2 2009، وتقع غالبية الاحتياطيات المثبتة بصفة أساسية في النصف الشرقي من الدولة، ويحتوي حوض حاسى مسعود على 70 % من الاحتياطيات المُثبتة للنفط في الدولة.

2. الغاز الطبيعي: تمتلك الجزائر احتياطيات ضخمة من الغاز الطبيعي، ما أهلها لأن تحتل المركز العاشر عالميا في هذا الجانب³، حيث قدرت مجمل هذه الاحتياطيات بحوالي 4500 مليار م³ سنة 2009، والجدول الموالي يوضح حصة الاحتياطات الجزائرية الغازية من الحصة الاجمالية للاحتياطات العالمية.

جدول رقم (1.4): الاحتياطات المؤكدة من الغاز الجزائري/ إجمالي العالم (نهاية سنة 2009)

الحصة من إجمالي العالم	الحصة من إجمالي الدول	الحصة من دول الأوبك	احتياطي الغاز الجزائري2009
	العربية		
%2.4	% 8.38	% 4.95	4500 مليار م³

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

. منظمة الأوابك، التقرير الإحصائي السنوي 2009 ، الأوابك، الكويت، 2009، ص14.

. BP. Statistical Review of World Energy 2011. June, 2011, P20.

نلاحظ من خلال الجدول رقم (1.4) أن الاحتياطات الجزائرية من الغاز الطبيعي والمقدرة بما يقارب نلاحظ من خلال الجدول رقم (1.4) أن الاحتياطات العالمية من الغاز الطبيعي، وحـوالي 8.38% من إجمالي الاحتياطيات الغازية العربية، وهي نسبة معتبرة تعكس أهمية الثروة الغازية الجزائرية كمصدر طاقوي وكمورد اقتصادي إستراتيجي.

- 3. الفحم: تقدر احتياطات الفحم المتوفرة في الجنوب الغربي للبلاد بحوالي 40 مليون طن⁵، ورغم قلتها إلا انه يمكن استخدامها محليا لإنتاج الطاقة الكهربائية، ونظرا لارتفاع تكلفة إنتاجه مقارنة مع الغاز الطبيعي بالإضافة إلى خاصيته الملوثة، لم يتم تطوير استغلاله.
- 4. اليورانيوم: تقدر احتياطات اليورانيوم بـ 25000 طن من معدن اليورانيوم أ، وتمثل طاقة إنتاجية للكهرباء تعادل 400 مليون (طن مكافئ نفط) باستخدام المفاعلات التي تستعمل الماء الخفيف.

[.] بيت الاستثمار العالمي (حلوبل). **الإستراتيجية الاقتصادية والرؤية المستقبلية الجزائر**[على الخط].2008 ، متاح على:

التحميل 21 أوت 2011)، ص1. خاريخ التحميل 21 أوت 2011)، ص1.

². منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. ا**لتقرير الاحصائي السنوي 2010**. الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول،2010.ص9.

³. Organization Of Petroleum Exporting Countries. World Oil Outlook 2009. Vienna: Opec, 2009, P 44.

⁴. BP, Statistical Review of World Energy 2011, June 2011, P20.

⁵. وزارة الطاقة والمناجم. قطاع الطاقة في الجزائر. في: مؤتمر الطاقة العربي التاسع ، 9-12 ماي 2010، قطر[على الخط]. متاح على:

<http://aec9.oapecorg.org (تاريخ التحميل 21 ماي 2011)، ص9.

^{6.} المرجع نفسه، ص8.

ثانيا: مصادر الطاقة المتجددة

بالإضافة إلى الطاقة الكهرومائية والطاقة العضوية، تمتلك الجزائر إمكانات هائلة في مجال الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة الجيوحرارية.

1. الطاقة الشمسية: باعتبار موقعها الجغرافي، تمتلك الجزائر قدرات هائلة من الطاقة الشمسية حيث تعتبر من بين الأكبر على المستوى العالمي، حيث تقدر المدة الزمنية (كثافة الفيض الإشعاعي) بأكثر من 200 ساعة ويمكن أن يصل إلى 3900 ساعة في (الهضاب العليا والصحراء) 1.

 مناطق
 مناطق
 منطقة ساحلية
 هضاب عليا
 صحراء

 مساحة %
 4
 86
 10
 4

 معدل مدة إشراقة الشمس (ساعات /سنة)
 2650
 2650
 3000
 3000
 2650

 معدل الطاقة المحصل عليها (كيلواط ساعي /م²/سنة)
 1700
 1700
 2650
 1700
 1700

الجدول رقم (2.4) القدرات الشمسية في الجزائر

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم. دليل الطاقات المتجددة. الجزائر: وزارة الطاقة والمناجم، 2007، ص39.

إن الطاقة المحصل عليها يوميا على مساحة أفقية تقدر 1 م 2 هي 5 كيلوواط ساعي على معظم أجزاء التراب الوطني 2 ، وكما هو موضح في الجدول رقم (2.4) فإن الطاقة المحصل عليها حوالي 1700 كيلوواط ساعي / م 2 / السنة في الشمال، و 2263 كيلوواط ساعي / م 2 / السنة في الجنوب.

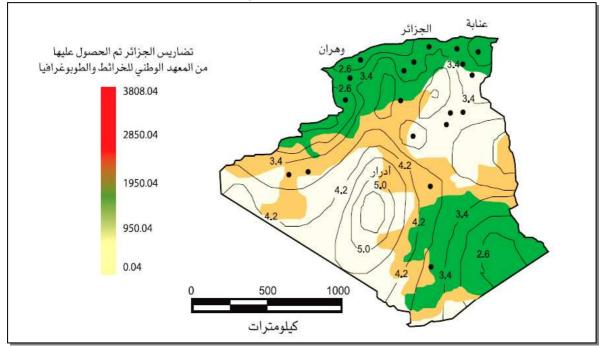
2. طاقة الرياح: يتغير المردود الرياحي في الجزائر من مكان إلى آخر، وهذا ناتج أساسا عن الطوبوغرافيا وعن مناخ حد متنوع؛ فالجزائر تنقسم إلى منطقتين جغرافيتين كبيرتين متميزتين، الشمال الذي يحده البحر الأبيض المتوسط ويمتد على 1200 كلم، وبتضاريس حبلية تمثلها سلسلتي الأطلس التلي والأطلس الصحراوي، وبين هاتين السلسلتين توجد السهول والهضاب العليا ذات المناخ القاري.

إن الخريطة في الشكل رقم (1.4) أدناه تبين أن الجنوب يتميز بسرعة رياح كبيرة، خاصة في الجنوب الغربي، بسرعة تزيد عن 4م/ثا وتصل قيمة 5م/ثا في منطقة أدرار، وفيما يخص الشمال فإننا نلاحظ على العموم أن معدل السرعة غير مرتفع جدا.

137

[.] وزارة الطاقة والمناجم. **دليل الطاقات المتجددة**. مرجع سابق، ص39.

². المرجع نفسه، ص39.



الشكل رقم (1.4): رسم معدلات سرعة الرياح على 10 أمتار من الأرضية

المصدر:وزارة الطاقة والمناجم. **دليل الطاقات المتجددة**. الجزائر: وزارة الطاقة والمناجم،2007، ص41.

3. الطاقة الأرضية الحرارية (الجيوحرارية): يشكل كلس الجوراسي في الشمال الجزائري احتياطا هاما لحرارة الأرض الجوفية، ويؤدي إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة واقعة أساسا في مناطق شمال شرق وشمال غرب البلاد؛ توجد هذه المنابع في درجات حرارة غالبا ما تزيد عن 40° مئوية، وأكثر المنابع حرا هو منبع حمام المسخوطين (96° مئوية).

4. طاقة الكتلة الحيوية: وتنقسم إلى قسمين:

أ- قدرات الغابة: تنقسم الجزائر إلى منطقتين:

- منطقة الغابات الاستوائية التي تحتل مساحة تقدر بحوالي 25000000 هكتار، أي أكثر بقليل من 10% من المساحة الإجمالية للجزائر.
 - المنطقة الصحراوية الجرداء والتي تغطي أكثر من 90 % من مساحة الجزائر.

في الشمال الذي يمثل 10% من مساحة الجزائر، أي 2500000 هكتار تغطي الغابة 1800000 هكتار، في حين أن التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال تمثل 1900000 هكتار.

ب- الفضلات الحيوانية: إن تثمين النفايات العضوية وبخاصة الفضلات الحيوانية من أحل إنتاج الغاز الحيوي، يمكن أن يعتبر كحل اقتصادي لا مركزي وإيكولوجي من ضمان استقلالية طاقوية والتي ستؤدي إلى تنمية مستدامة في المناطق الريفية.

138

^{...} المرجع نفسه، ص41.

المطلب الثالث:نسبة تغطية الطاقة الكهربائية في الجزائر

منذ منتصف السبعينات، شرعت الجزائر في تنفيذ مخطط وطني طموح للكهربة، يرمي إلى تحسين ظروف معيشة سكان المناطق الريفية بالتوازي مع ضمان تنمية متناسقة للفضاء الريفي؛ حرت عملية واسعة لإحصاء عام للمراكز الريفية غير المكهربة، مع تقدير مادي ومالي للأشغال الواحب إنجازها، مس هذا البرنامج الذي صادقت عليه الحكومة جميع ولايات الجزائر البالغ عددها آنذاك 31 ولاية، وتم بموحبه تزويد مليون ومائتان و خمسين (1250000) ألف أسرة مجموعة في 13662 قرية أ، بالطاقة الكهربائية بفضل هذا البرنامج، مما سمح تحسيد هذا المشروع برفع نسبة الكهربة من 34 % في سنة 1970، إلى 97 %سنة 2010، والجدول رقم (3.4) يبين نسبة تغطية الطاقة الكهربائية في الجزائر في المناطق الريفية والمدن.

لجدول رقم (3.4): نسبة تغطية الطاقة الكهربائية بين الريف والمدن في الجزائر سنة (2009)

نسبة التغطية	
%100	المدن
%96	المناطق الريفية
%97	المجموع

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.COMELEC . **Statistiques 2009**[en line].2009. disponible sur : < http://comelec-net.org/> (consulté le 23 /11/2011).P20.

كما هو موضح في الجدول رقم (3.4) فإن نسبة التغطية للطاقة الكهربائية في الجزائر بلغت 97 % في سنة 2009، وكانت نسبة التغطية بالنسبة للمدن 100% ، أما بالنسبة للمناطق الريفية 96% ، وهذا راجع إلى دعم وتطوير التزويد بالطاقة الكهربائية في الجزائر، بحيث تعد إحدى الركائز الأساسية التي تقوم عليها برامج التجهيز العمومي منذ أربعين سنة، فهي ترتكز على مبدأ الخدمة العمومية التي تضمن أكبر تغطية ممكنة مع تحسين الخدمة.

2. وزارة الطاقة والمناحم. قطاع الطاقة في الجزائو. مرجع سابق، ص16.

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). تاريخ سونلغاز [على الخط]، مرجع سابق.

المبحث الثاني: منظومة الطاقة الكهربائية في الجزائر

نظراً لأهمية الطاقة الكهربائية وتأثيرها المباشر كعنصر رئيسي في مجالات الحياة كافة، ودورها الحيوي والمؤثر في تنمية القطاعات باعتبارها وسيلة حضارية وضرورية، فقد حرصت الجزائر على توفير الطاقة الكهربائية لمختلف القطاعات، يما في ذلك قطاع الإنتاج والمرافق العامة.

يتناول هذا المبحث منظومة الطاقة الكهربائية في الجزائر وذلك من حلال ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم التطرق إلى صناعة الطاقة الكهربائية في الجزائر من إنتاج ونقل وتوزيع، والمطلب الثاني إلى أهم الهيئات المسؤولة عن ضبط وتنظيم وتسيير منظومة الطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث يتم تحليل إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

المطلب الأول: صناعة الطاقة الكهربائية في الجزائر

تطورت صناعة الطاقة الكهربائية في الجزائر تطوراً كبيراً في السنوات الماضية نتيجة للدعم المادي والمعنوي الكبير الذي قدمته وتقدمه الدولة للنهوض بهذا المرفق الحيوي المهم، وقد واكب ذلك إنشاء العديد من محطات الإنتاج البخارية والغازية العملاقة في معظم مناطق الجزائر، وإنشاء شبكات ذات جهود عالية ممتدة لآلاف الكيلو مترات داخل نطاق المساحة الشاسعة للجزائر بهدف إيصال الخدمة إلى المشتركين بموثوقية واعتمادية عالية.

أولا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

تنطوي المنظومة الكهربائية الجزائرية على عدد مهم من محطات الإنتاج ومن بين هذه المحطات نذكر:

1. محطات الشركة الجزائرية لإنتاج الطاقة الكهربائية (SPE): تتمثل مهمتها في إنتاج الطاقة الكهربائية الطلاقا من مصادر حرارية ومائية.

أنشئت في 2004، ولها حظيرة إنتاجية ذات قدرة يصل مجموع طاقتها المركبة 6740 ميغاواط 1 : تتألف من أربع شعب ذات أنماط ومستويات مختلفة من حيث القوة، وتتألف حظيرتها الإنتاجية من

- عنفة بخارية بطاقة تقدر بــ 2740 ميغاواط؛
- عنفة غازية بطاقة تقدر بـ 3576: ميغاواط؛
 - عنفة مائية بطاقة تقدر بــ 249 ميغاواط؛
- عنفة ديازال بطاقة تقدر بـ 175 ميغاواط.

http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). **الشركة الجزائرية لإنتاج الطاقة الكهربائية** [على الخط]. متاح على:

2.متعاملين آخرين

- كهرماء أرزيو (Kahrama) بطاقة تقدر 336 ميغاواط؛
- محطة إنتاج الطاقة الكهربائية بولاية سكيكدة (SKS)بطاقة إنتاجية تقدر بـ 825 ميغاواط؛
- برواقية (SKB) عنفة غازية بطاقة إنتاجية تقدر بــ 484 ميغاواط دخلت حيز النشاط في 2007 ؟
- تيبازة محطة حجرة النص (SKH) دورة مركبة بطاقة إنتاجية تقدر بــ 1200 ميغاواط والتي دخلت حيز النشاط في 2009.

ثانيا: شبكة النقل والتوزيع

وهي شبكة مترابطة تغطى شمال البلاد وجزء من جنوبه وتصنف إلى:

1. شبكة النقل: تعد شبكة نقل الطاقة الكهربائية احتكارا طبيعيا ويتم تسييرها من طرف مسيّر وحيد، والمتمثّل في الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الطاقة الكهربائية (GRTE) وهي المالك الوحيد للشبكة، تتوفر على شبكة ناقلة طولها 17006 كلم خاصة بالجهد العالي (HT) مع قدرة على التحويل قدرها الإجمالي هو 26230 م.ف.أ انطلاقا من 186 مركز تحويل، وللشركة أيضا شبكة ألياف بصرية طولها 8275 كلم تستخدمها لقيادة منشآت الشبكة ، وتتمثل مهامها في:

- استغلال وصيانة وتطوير شبكة النقل بهدف ضمان قدرات تتناسب وحاجات العبور والاحتياط؛
 - ضمان أمن تشغيل الشبكة المترابطة و السهر على تحقيق برامج مرور الطاقة الكهربائية؟
 - إعداد مخططات تطوير شبة النقل.

توصل هذه الشبكة أهم الزبائن الصناعيين، ومحطات إنتاج الطاقة الكهربائية، وقد شهدت هذه الشبكة تطورا كبيرا حيت كانت تمتد على مسافة 3615كم عام 1970 لتصل إلى حوالي 96516كم عام 2006.

2. شبكة التوزيع: تمنح الدولة الضامنة للمرفق العام، الامتياز في ميدان الطاقة الكهربائية والغاز عن طريق طلب عروض تقوم بها لجنة الضبط وتدرسها، حيث تحدّد حقوق وواجبات المستفيد من امتياز شبكة التوزيع في دفتر شروط وينص هذا الأخير على:

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." إنتاج الطاقة الكهربائية استباق رهانات المستقبل". مجلة نور، 2008 ، ديسمبر، العدد7، ص44.

². المرجع نفسه، ص45.

^{3.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). **الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء GRTE** [على الخط]. متاح على:

^{.(2011} و تاريخ الاطلاع 25 أوت 2011) < http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id article=65

- ♣ استغلال وصيانة الشبكة على نحو يمكّن من ربط الزبائن والمنتجين الذين يطلبون ذلك مع احترام قواعد أمن وفعالية الشبكات؛
 - 👃 جودة الخدمة و حماية البيئة.

وهي شبكة تزود باقي الزبائن المتمثلين في الأسر والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، وتسير هذه الشبكة أربع شركات توزيع هي:

- سونلغاز توزيع الجزائر العاصمة؟
 - سونلغاز توزيع الشرق؛
 - سونلغاز توزيع الغرب؛
 - سونلغاز توزيع الوسط.

وقد شهدت شبكة توزيع الطاقة الكهربائية هي الأخرى تطورا كبيرا إذ بلغ طولها حوالي 500235 كم عام 2006، في حين لم يتجاوز طولها 22135 كم عام 2006.

المطلب الثانى: الهيئات المسؤولة عن تسيير وتنظيم وضبط منظومة الطاقة الكهربائية

لضمان السير الجيد لقطاع الطاقة الكهربائية في ظل القواعد الجديدة التي يمليها القانون: مرفق عام، منافسة، زبائن مؤهلين...الخ، تم إنشاء لجنة الضبط للكهرباء والغاز، ومسير منظومة الطاقة الكهربائية.

أو لا: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز (CREG)

تم إنشاء لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز بموجب القانون رقم 00-01 المؤرخ في 5 فبراير 0001 المتعلق بالطاقة الكهربائية وتوزيع الغاز بواسطة القنوات 0001.

تعتبر لجنة الضبط هيئة مستقلة تتمتع بالشخصية القانونية والاستقلالية المالية، وتتم قيادة لجنة الضبط من طرف لجنة تتشكل من رئيس وثلاثة أعضاء، معينين جميعهم بمرسوم رئاسي باقتراح من الوزير المكلف بالطاقة.

تعد مصاريف سير لجنة الضبط حزء من التكاليف الدائمة للمنظومة، تجمع هذه المصاريف بواسطة فاتورة الطاقة الكهربائية والغاز.

يتمثل دور لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز في السهر على سير تنافسي وشفاف لسوق الطاقة الكهربائية وسوق الغاز الوطنية، وذلك في فائدة المستهلكين وفائدة المتعاملين؛ أوكلت للجنة الضبط مهام

1. لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. **قانونها الأساسي**[على الخط]. متاح على :< <http://www.creg.gov.dz/ar/presentation.htm> (تاريخ الإطلاع 23 أوت2011). ثلاث أساسية تتمثل في إنجاز ومراقبة المرفق العام وتقديم المشورة للسلطات العمومية فيما يتعلق بتنظيم وسير السوقين المذكورتين وتتبع ورقابة احترام القوانين والنظم المتعلقة بما.

كما تتمثل الاختصاصات والوظائف الأساسية للجنة الضبط في الآتي 1 :

1. الترخيصات (الامتيازات):

- التحقيق في طلبات ترخيصات إنجاز واستغلال منشآت جديدة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومنح هذه الترخيصات؛
- استدراج طلبات العروض في حالة ملاحظة نقص في طلبات الترخيصات الصادرة عن منتجي الطاقة الكهربائية واتخاذ التدابير الضرورية لتلبية حاجيات السوق الوطنية؛
 - استدراج طلبات العروض ومعالجتها من أجل منح امتيازات توزيع الطاقة الكهربائية والغاز.

2. توقعات الطلب (برمجة الاستثمارات):

- إعداد برنامج بياني للحاجيات من وسائل إنتاج الطاقة الكهربائية وعرضه على الوزير المكلف بالطاقة للموافقة عليه؛
 - إعداد برنامج بياني لتزويد سوق الغاز الوطنية وعرضه على الوزير المكلف بالطاقة للموافقة عليه؛
 - الموافقة على مخططات تطوير شبكات نقل الطاقة الكهربائية والغاز التي يعرضها مسيرو الشبكات.

3. مكافئة المتعاملين (التعريفات):

- يقع على عاتق لجنة الضبط تحديد أجرة متعاملي القطاع وكذا تحديد التعريفات التي تطبق على الزبائن؟
 - تقوم أيضاً بتسيير صندوق الطاقة الكهربائية والغاز الذي يتكفل بمعادلة التعريفات.

4. استخدام الشبكات (الأسواق):

- تم ضمن القانون، تحديد كيفيات استخدام الشبكات من طرف الغير، الذي يعد شرطاً أساسياً لإنشاء سوق منفتحة للكهرباء والغاز، والذي سيستكمل عن طريق التنظيم؛
 - يقع على عاتق لجنة الضبط السهر على ألا تُعرقل ممارسة هذا الحق؛
- توافق لجنة الضبط على قواعد وإجراءات سير متعامل المنظومة الكهربائية ومتعامل السوق ومسير شبكة نقل الطاقة الكهربائية؛
 - كما أن للجنة دور أساسي في تشجيع إيجاد القواعد التي تحث على بروز هذه الأسواق؛

1. لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. **دورها ومهامها**[على الخط]. متاح على :< <http://www.creg.gov.dz/ar/roleetmission.htm> (تاريخ الإطلاع 23 أوت2011). - يمكنها أن تقوم بأي مبادرة، في إطار القانون والنظم، في ميدان تتبع وتنظيم سوق الطاقة الكهربائية وسوق الغاز الوطنية.

5. النوعية والتنظيم (المراقبة التقنية والبيئية):

- مراقبة تطبيق التنظيمات في الميدان التقني وميادين الوقاية الصحية والسلامة والبيئة؟
- اقتراح معايير عامة وخاصة تتعلق بنوعية العرض والخدمة المقدمة للزبون وكذا قياسات الرقابة.

6. حماية المستهلك:

- رقابة وتقييم تنفيذ واجب المرفق العام؛
- التحقيق في شكاوى وتظلمات المتعاملين ومستخدمي الشبكات والزبائن؟
- تحديد العقوبات الإدارية على عدم احترام القواعد والمعايير وكذا التعويضات القابلة للتسديد التي من حق المستهلكين؛

ثانيا: مسير منظومة الطاقة الكهربائية (OS)

تتمثل مهمة مسير منظومة الطاقة الكهربائية في تسيير وتنسيق منظومة الإنتاج والنقل للطاقة الكهربائية قصد تأمين التوازن الدائم بين إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها.

يتوفر للمتعامل الذي أنشئ في 2006 مركز وطني لإدارة الشبكة المترابطة (مركز التحكم الوطني) من أحل تسيير منظومة إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وضمان تنسيقها وسلامتها على المستوى الوطني، وإدارة الشبكة المترابطة تتم بالاشتراك مع المراكز الجهوية للإدارة التابعة لمسير شبكة نقل الطاقة الكهربائية؛ ويعد متعامل المنظومة الكهربائية كذلك التقديرات ذات الأمدين القصير والمتوسط من حيث الطلب على الطاقة الكهربائية في السوق الوطنية، وبهذه الصفة فهو المسؤول على برمجة حظيرة الإنتاج وتسيير شؤون المبادلات الدولية للطاقة الكهربائية أ.

المطلب الثالث: إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

يتميز قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر بنموه السريع والمتواصل، وهذا وإن كان يدل على تطور القطاعات الاقتصادية وارتفاع مستوى المعيشة، إلا أنه أيضا يعطي مؤشرا على وجود خلل في تسعير الطاقة الكهربائية وعدم عكسها التكاليف الحقيقية، مما يتسبب في هدر كبير في الاستهلاك، ويلقي أعباء كبيرة على الدولة لتوفير قدرات جديدة في كل عام؛ يتناول هذا المطلب تحليل لتطور استهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وذلك خلال الفترة (2000-2010) وفق الإحصائيات المتوفرة.

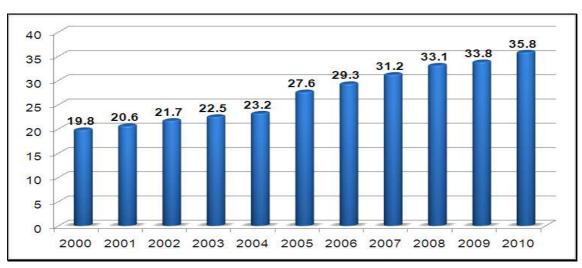
(2011 ع 25 أوت 2011)
(http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id article=66

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). مسير منظومة الطاقة الكهربائية OS [على الخط]. متاح على :

أولا: استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

زادت الطاقة الكهربائية المستهلكة في الجزائر خلال الفترة (2000-2010) من 19.8 تيراواط ساعة في عام 2000 إلى 35.8 تيراواط ساعة عام 2010، والشكل رقم (2.4) يبين ذلك.

الشكل رقم (2.4): تطور استهلاك الطاقة الكهربائية خلال الفترة (2000–2010) الوحدة: تيراواط ساعة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

- . منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. التقرير الإحصائي السنوي 2005.الكويت: الأوابك، 2005، ص 136.
 - . منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. التقرير الإحصائي السنوي 2010.الكويت: الأوابك، 2010، ص 84.
- . لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010، ص 16.

من خلال الشكل رقم (2.4) تتضح الزيادة في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال الفترة (2000-2010) وذلك بمعدل سنوي 5.5% ، والجدول رقم (4.4) يبين استهلاك الطاقة الكهربائية حسب كل قطاع.

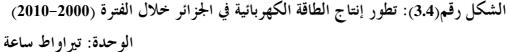
الجدول رقم(4.4): استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر حسب الجهد (2010-2009)

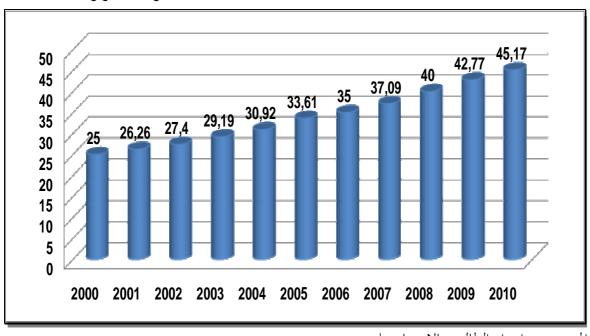
نسبة النمو	الاستهلاك (جيغاواط ساعة)		الزبائن
%	2009	2010	
+2.6	7035	7219	الجهد العالي "ب"
+4.3	9775	10200	الجهد العالي "أ"
+8.1	17006	18379	الجهد المنخفض
+5.9	33816	35798	المجموع

المصدر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010، ص 16. كما هو مبين في الجدول رقم (4.4) فإن القطاع المترلي والذي يمثل الجهد المنخفض، زاد استهلاكه للطاقة الكهربائية من 17006 جيغاواط ساعة عام 2009 الى 18379 جيغاواط ساعة في عام 2010 أي بزيادة نسبتها 8.1 %، والقطاع الصناعي للجهد العالي (أ) زاد استهلاكه أيضا من 9775 عام 2009 إلى 10200 جيغاواط ساعة عام 2010 بزيادة نسبتها 4.3%، فيما بلغت قيمة الاستهلاك في قطاع الصناعات الكبرى للجهد العالي(ب) 7035 جيغاواط ساعة عام 2009 ثم ارتفعت إلى 7219 جيغاواط ساعة عام 2010 أي بزيادة نسبتها 2.6 %.

ثانيا: إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

1. تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر: يبين الشكل رقم (3.4) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (2000-2010).



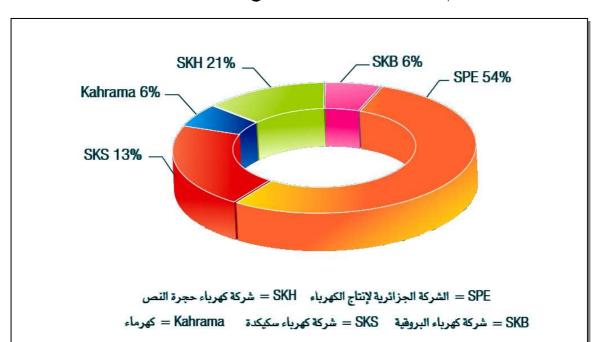


المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

- . وزارة الطاقة والمناجم. قطاع الطاقة في الجزائو. في: مؤتمر الطاقة العربي التاسع ، 9-12 ماي 2010، قطر[على الخط]. متاح على: < http://aec9.oapecorg.org
- . لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010، ص 16.
- . لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2009 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2009، ص17.

كما هو مبين في الشكل رقم (3.4)، عرف الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية ارتفاعا معتبرا حيث انتقل من 25 تيراواط ساعة عام 2000 إلى 40 تيراواط ساعة عام 2008، إذ سجل ارتفاعا سنويا متوسطا بنسبة 6%، كما بلغ إنتاج الطاقة الكهربائية 45.17 تيراواط ساعة عام 2010 بارتفاع نسبته 5.6% مقارنة بسنة 2009؛ مع الإشارة إلى أن إنتاج الطاقة الكهربائية لم يكن يتعدى 2 تيراواط ساعة في الستينات، والشكل رقم (2.4) يبن ذلك.

ويتوزع على المنتجين كما هو مبين في الشكل رقم(4.4).

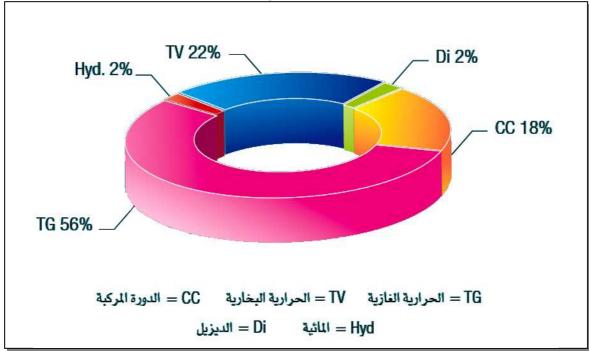


الشكل رقم (4.4): حصة كل متعامل في إنتاج الطاقة الكهربائية سنة 2010

المصدر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010، من 16.

كما هو موضح في الشكل رقم (4.4) تبلغ حصة إنتاج الشركة الجزائرية لإنتاج الطاقة الكهربائية نسبة 54%، أما نسبة إنتاج شركة كهرباء حجرة النص فبلغت 21%، وشركة كهرباء البروقية 6% وشركة كهرباء سكيكدة 13% وكهرماء 6 % من الإنتاج الإجمالي.

2.القدرة الإنتاجية المركبة:تتوزع القدرة الإنتاجية المركبة في الجزائر كما هو موضح في الشكل رقم (5.4).



الشكل رقم(5.4): القدرة المركبة لإنتاج الطاقة الكهربائية سنة 2010

المصدر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010 . الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010، ص 16.

من خلال الشكل رقم(5.4) تتوزع القدرة الإنتاجية المركبة للطاقة الكهربائية المنتجة حسب كل نوع إلى:

أ- التوربينات الحرارية البخارية (TV): يمثل هذا الإنتاج حوالي 22 % من الإنتاج الإجمالي في عام 2010، وتتمثل في محطات الشركة الجزائرية لإنتاج الطاقة الكهربائية (SPE)، بقدرة إنتاجية 11857 جيغاواط ساعة.

ب- المائي (Hyd): يرتبط إنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة بسقوط الأمطار، وتعكس آثار الجفاف الذي ميز الجزائر في السنوات الأحيرة ، حيث كان يمثل إنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة سنة 1985 حوالي 6 %، أما في عام 2010 فتمثل 2 %، بقدرة إنتاجية 313 جيغاواط ساعة.

ج- حظيرة توربينات الغاز (TG): عرفت هذه الحظيرة تطورا ابتداء من سنة 2002، بحيث تمثل أكبر نسبة إنتاج بحوالي 56 % من الإنتاج الإجمالي لعام 2010، وهذا يرجع إلى تشغيل المحطات الآتية:

- الحامة (ولاية الجزائر) ، بطاقة إنتاج تقدر ب 420 ميغاواط .
- فكيرينة (ولاية أم البواقي): بطاقة إنتاج تقدر ب 292 ميغاواط.
- أرزيو: بطاقة إنتاج تقدر ب 345 ميغاواط بشراكة مع بلاك اندفيكش.
 - البرواقية (SKB): بطاقة إنتاج تقدر ب 489 ميغاواط.

د- توربينات الدورة المركبة (CC): تعتبر هذه المحطات حديثة النشأة في الجزائر، بحيث كانت بداية استخدامها في عام 2007، وهي تمثل نسبة إنتاج 18% من الإنتاج الإجمالي لعام 2010، وتتمثل في:

- محطة حجرة النص (SKH)، بقدرة إنتاجية 4112 جيغاواط ساعة.
 - محطة سكيكدة (SKS)، بقدرة إنتاجية 6206 جيغاواط ساعة.

٥- ديازال (Diesel): إن طاقة إنتاج هذه المحطات بقيت ثابتة نسبيا خلال الفترة 2000-2010، وتقدر بــ
 ٢ % من الإنتاج الإجمالي.

بالنسبة لحضيرة الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء (SPE)، فإن ثلث حظيرة توربينات البخار عمرها أكثر من 35 عاما، في حين أن 3 من هذه المجموعات يتجاوز عمرها 40 عاما، أما حظيرة توربينات الغاز، فهي حديثة العهد نسبيا أقل من 20 سنة، وتحتل المركز الأول بحوالي 70%.

3. أنواع الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية

يبين الجدول رقم(5.4) كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وذلك عام 2008 و 2009.

الجدول رقم(5.4): كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية في عام (2008–2009) الجدول رقم(5.4): كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية في عام (2008–2009)

نسبة التطور %	2009	2008	الوقود المستهلك
1.8	11.34	11.14	الغاز الطبيعي
13.0 –	0.11	0.13	ديزل (نفط خفيف)
-	_	_	الفحم
1.6	11.45	11.27	الاستهلاك الإجمالي

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.COMELEC . **Statistiques 2009**[en line].2009. disponible sur : < http://comelec-net.org/ (consulté le 23 /11/2011).P16.

يتضح من الجدول رقم(5.4)، أن الغاز الطبيعي هو الوقود الرئيسي المستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، وتقدر قيمة استهلاكه في إنتاج الطاقة الكهربائية بـــ 11.34 ألف طن مكافئ نفط في عام 2009 مقارنة بعام 2008 الذي كان 11.14 ألف طن مكافئ نفط، وذلك بزيادة سنوية تقدر 1.8%، أما بالنسبة إلى وقود الديزل فقد انخفض استهلاكه في إنتاج الطاقة الكهربائية وذلك بنسبة 13% بين عامي 2008 و 2009، وبالنسبة للفحم فلا وجود لاستخدامه في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر.

^{1.} الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). "**تاريخ إنتاج الكهرباء في الجزائر**". محلة نور. 2009، العدد 8، ص37.

المبحث الثالث: الوسائل التقنية والإدارية والتشريعية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر

يبذل قطاع الطاقة الكهربائية بالجزائر جهداً كبيراً في سبيل تلبية احتياجات الدولة والمواطنين من الطاقة الكهربائية في إطار خطة الدولة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث أن استهلاك الطاقة الكهربائية قد تطور بصورة كبيرة خلال السنوات الماضية فقد أصبح رفع كفاءة إنتاج وترشيد استهلاك الطاقة أمراً حتمياً لمجاهمة الطلب المتزايد عليها ولانعكاسه بالإيجاب نحو تحسين الأثر البيئي بخفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

يتناول هذا المبحث الوسائل التقنية والإدارية والتشريعية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر وذلك من خلال ثلاثة مطالب، في المطلب الأول يتم تحليل الوسائل التقنية لترقية الكفاءة الإنتاجية، في المطلب الثاني الوسائل الإدارية، و في المطلب الثالث يتم التطرق إلى مختلف البرامج لإدارة الطلب على الطاقة الكهربائية.

المطلب الأول: الوسائل التقنية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر أولا:تكنولوجيا محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

وصلت كفاءة محطات الإنتاج الحرارية في الجزائر إلى 39 % ، ويعود الارتفاع النسبي للكفاءة إلى وحود قدرات إنتاجية عالية لا سيما لدى معظم محطات الإنتاج الخاصة، وإلى استخدامها:

1. محطات الدورة المركبة: حيث بلغت كفاءة الإنتاج بواسطة محطات الدورة المركبة ما بين(58%-60%)، وذلك باستخدام الغاز الطبيعي، حيث أن الكفاءة تتأثر بنوعية المحروقات المستعملة والجدول رقم (6.4) يبين ذلك.

الجدول رقم (6.4) مقارنة لنسبة الكفاءة الإنتاجية لمحطات الدورة المركبة مع المحطات الغازية في الجزائر

إنتاج الطاقة الكهربائية	غاز طبيعي	نوع التوربينات	المحطات
(جيغاواط ساعة)	(طن مكافئ نفط)		
2938	767.27	توربينات غازية (TG)	محطة البرواقية (SKB)
4112	681.14	دورة مركبة(CC)	محطة حجرة النص (SKH)

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.COMELEC . **Statistiques 2009**[en line].2009. disponible sur : < http://comelec-net.org/ (consulté le 23 /11/2011).P15.

[.] الاتحاد العربي للكهرباء. النشرة الاحصائية **2010** . مجلة كهرباء العرب ،2011، العدد 17 ،ص11.

كما هو موضح في الجدول رقم(6.4) إن التوربينات الغازية(TG) تستهلك ماقيمته 767.27 طن مكافئ نفط لإنتاج 2938 جيغاواط ساعة، في حين أن توربينات الدورة المركبة (CC) تستهلك قيمة 681.14 طن مكافئ نفط أقل من التوربينات الغازية(TG) لإنتاج 4112 جيغاواط، وهذا مايدل على زيادة في الكفاءة الإنتاجية واستهلاك أقل للوقود.

ويبين الشكل رقم(5.4) السابق، أن نسبة إنتاج محطات الدورة المركبة لا يشكل إلا 18 %من مجموع الإنتاج الإجمالي في الجزائر، وبالتالي لابد من تحويل المحطات القديمة والاستثمارات الجديدة في إنتاج المحطات إلى استخدام محطات الدورة المركبة وهذا لكفاءتما المرتفعة وقلة استهلاكها للوقود.

2. إدارة الأحمال وإعادة تأهيل المعدات: أنشأت الجزائر مراكز تحكم متقدمة لقطاع الطاقة الكهربائية، تتولى تطوير برامج إدارة الأحمال بصفة مستمرة؛ كما أن هناك برامج مستمرة لإعادة تأهيل المنشآت، ورفع كفاءة شبكات النقل والتوزيع، إلا أنه ما زالت هناك حاجة لتكثيف العمل في هذا المجال لتحقيق كفاءة أعلى في إنتاج الطاقة الكهربائية والحد من انبعاث غازات الدفيئة.

ثانيا: تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون

يعد مشروعا عين صالح وقاسي الطويل في مجال إنتاج الغاز الطبيعي وفصله عن غاز ثاني أكسيد الكربون، من أولى المشاريع في العالم في هذا المجال، وتجدر الإشارة إلى أن الجزائر طورت مشاريع لتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون من دون حتى الاستفادة من برامج تمويل في إطار "آلية التنمية النظيفة"؛ فالبلدان المتقدمة النمو لا تزال ترفض إلى الآن الاعتراف بتقنية تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون كتقنية فعالة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لأنما لا تخدم مصالحها الاقتصادية.

فمنذ سنة 2004 تم اصطياد وتخزين ما معدله 1.2 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 سنويا، أي يمعدل حقن يتراوح بين 3000-4000 طن CO2 يوميا، ويتم تخزين هذا الغاز في طبقة محتوية للماء على عمق 1800 متر تحت سطح الأرض، وفي أقصى زاوية من حقل كريشبا (Kreshba) الغازي يمنطقة عين صالح، وهذا الحجم مخزن في نفس المكمن المنتج للغاز، وعلى مسافة آمنة تحت مستوى إلقاء الغاز بالماء، بحيث تعمل الصخور الغطاء التي تحفظ الغاز الطبيعي في المكمن على حفظ غاز CO2 مخزنا بأمان أ.

يعد مصنع كريشبا (Kreshba) أحد المشاريع النادرة في العالم التي تعتمد على تقنية الالتقاط والتخزين الجيولوجي لغاز ثاني أكسيد الكربون، وهو يعكس مساهمة عملية التقاط وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون في الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، إلا أن استخدام تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون

^{1.} غيير هار. "ادارة غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 مفتاح التنمية المستدامة". مجلة النفط والتعاون العربي، 2007، المجلد 33، العدد 123، ص 112.

في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر غير مستخدم بعد، وهذا راجع إلى قدم أغلب محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وخاصة محطات شركة إنتاج الطاقة الكهربائية الجزائرية (SPE) من جهة ، ومن جهة أخرى قلة المحطات العاملة بتوربينات الدورة المركبة والمشتركة لأنها أكثر كفاءة ويمكن تحميلها جزء من تكاليف تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون.

ثالثا: مشاريع الربط الكهربائي

1. مشاريع الربط المقامة حاليا: ترجع بداية ربط شبكات الطاقة الكهربائية في الجزائر إلى الخمسينات، فقد ارتبطت شبكتا الجزائر وتونس من خلال خطي ربط مفتوحين بطول 90 كلم لكل منهما، وبإجمالي قدرة حوالي 112 ميغا واط، وحتى عام 1973 لم يتم استعمالها إلا نادراً؛ وبدءاً من عام 1974 أخذت المبادلات بين البلدين صفة التكرار، وبالتالي تقرر أن يعمل هذان الخطان على التوازي وبصفة مستمرة ابتداء من عام 1979، وقد أضيف خطان آخران أحدهما على التوتر 220 كيلوفولط والثاني على التوتر 150 كيلوفولط، وبقدرة إجمالية تبلغ 180 ميغا واط، ومنذ ذلك الحين والشبكتان تعملان على التوازي، إذ لا يتم فصلهما إلا في حالات الضرورة القصوى، والجدول رقم(7.4) يبين شبكة الربط بين تونس والجزائر بواسطة 4 خطوط.

الجدول رقم(7.4): شبكة الربط بين الجزائر وتونس المنجزة حتى 2009/12/31

طول الخطركلم)	الجهد (كيلوفولط)	الخط
62	220	العوينات – تاجورين
60	90	العوينات – تاجورين
45	90	القالة – فرنانة
57	150	جبل العنق – متلاوي

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

.COMELEC . **Statistiques Annuelles 2009**[en line].2009. disponible sur : < http://comelec-net.org/>(consulté le 23 /11/2011).P2.

وبالمثل، ارتبطت الشبكتان الجزائرية والمغربية بخطي ربط على التوتر 220 كيلو فولط تم تشغيلهما في عامي 1988 و1992، تبلغ إمكانية التبادل بين الشبكتين المغربية والجزائرية حوالي 200 ميغا واط في الأحوال العادية، يمكن رفعها إلى حوالي 400 ميغا واط في حالات الطوارئ، وأضيف لهما 3 خطوط أخرى بحوالي 400 ميغاواط، وهذا ما يوضحه الجدول رقم (8.4).

طول الخط (كلم)	الجهد (كيلوفولط)	الخط
47	220	غزوات – وجدة
64	220	تلمسان – وجدة
232	400	حاسي عامر -بورديم
61	400	ب. كروز– ملوسة
61	400	ب. كروز – ملوسة

الجدول رقم(8.4): شبكة الربط بين الجزائر والمغرب المنجزة حتى 2009/12/31

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

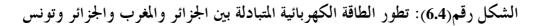
.COMELEC . **Statistiques Annuelles 2009**[en line].2009. disponible sur : < http://comelec-net.org/ (consulté le 23 /11/2011).P2.

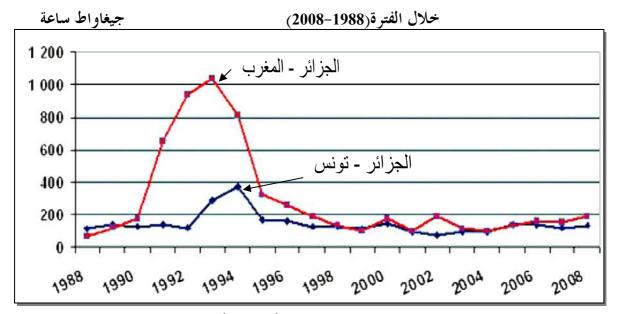
وقد وقعت تونس والجزائر والمغرب اتفاقيات لتبادل الطاقة، تحدد تلك الاتفاقيات إجراءات التشغيل في الظروف العادية والطارئة، وتكلفة بيع الطاقة الكهربائية.

ونتيجة لربط شبكات الطاقة الكهربائية في تونس والجزائر والمغرب، على التوتر 220 كيلو فولط، تمكنت الدول الثلاث من تحقيق الفوائد التالية:

- تخفيض الاحتياطي الدوار: لقد أدى الربط بين كل من تونس والجزائر والمغرب إلى تخفيض في كل من الاحتياطي الأولي والاحتياطي الثانوي في كل دولة؛ على سبيل المثال انخفض إجمالي الاحتياطي الأولي في الدول الثلاث من 150 ميغا واط إلى 100 ميغا واط، وبالمثل بالنسبة للاحتياطي الثانوي. وقد أدى هذا الانخفاض إلى وفر في التكاليف التشغيلية لوحدات الإنتاج.
- برمجة المبادلات: بالنظر إلى اختلاف العطلات الأسبوعية وأوقات الذروة اليومية في كل من تونس والجزائر والمغرب، حيث هي السبت والأحد في تونس والمغرب، والجمعة والسبت في الجزائر، فقد تمت الاستفادة من هذا الوضع لتوفير الوقود في فترات الذروة، وكذلك تمكنت الدول الثلاث من تخطيط المبادلات أثنائها.
- تنسيق برامج الصيانة: يتم بصفة منتظمة تنسيق برامج الصيانة لمحطات الإنتاج وخطوط النقل، وذلك للتوصل إلى الاستغلال الأمثل للاحتياطي في الشبكة المرتبطة، ولقد تمكنت الدول الثلاث من تخطيط المبادلات أثناء توقف المجموعات الرئيسية أو خطوط النقل الهامة.

2. تطور الطاقة المتبادلة بين الجزائر والدول المترابطة: يوضح الشكل رقم (6.4) تطور حجم التبادل التجاري للطاقة الكهربائية بين الجزائر وتونس، والجزائر والمغرب حلال الفترة (1988 – 2008).





المصدر: اللجنة المغاربية للكهرباء (الكوميلاك)." اللجنة المغاربية للكهرباء (الكوميلاك) في ملخص". مجلة كهرباء العرب، 2010، حوان، العدد 16، ص63.

كما هو موضح في الشكل رقم(6.4) فإن حجم الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر وتونس ارتفع بين عام 1992 و1995 حتى وصل إلى حوالي 400 جيغاواط ساعة، بعدها انخفض إجمالي حجم التبادل إلى أقل من 200 جيغاواط إلى غاية عام 2008، وبالمثل فإن حجم الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر والمغرب ارتفع بين عام 1990 و1994 حتى وصل إلى أكثر من 1000 جيغاواط ساعة، ثم انخفض إجمالي التبادل بصورة شبه مضطردة، خلال الفترة 1994 إلى 2008، من400 جيغاواط ساعة إلى أقل من 200 جيغاواط ساعة.

ويرجع الانخفاض في حجم التبادل التجاري بين الجزائر والمغرب، الجزائر وتونس في الأعوام الأحيرة إلى العوامل التالية:

- تأخر تنفيذ عدد من مشاريع الإنتاج في الدول الثلاث، مما أدى إلى انخفاض احتياطي الإنتاج لديهم؟
- تفضيل المغرب استيراد الطاقة من أسبانيا، لأنها أقل تكلفة من جلبها من الجزائر، فعلى سبيل المثال قامت المغرب عام 2004، باستجرار حوالي 1500 جيغاواط ساعة من أسبانيا مقارنة بحوالي 120 جيغاواط ساعة من الجزائر؛

■ عدم حاجة الشبكة التونسية لجر طاقة من الشبكة الجزائرية، وذلك بعد دخول مشروع إنتاج (رادس 2) ، والذي دخل في الخدمة عام 2001.

وعليه تمثل أغلب التبادل التجاري في قيام أحد الدول بجر طاقة من الدولتين الأخرتين في حالة حدوث مشاكل في شبكة إحدى تلك الدول، أو في حالة إجراء صيانة على وحدات الإنتاج التابعة لها.

- 2. مشروع توسعة شبكة الربط المغاربي لربطه مع الدول الأوروبية: يجرى حاليا إعداد دراسات الجدوى لعدة خطوط تعمل على التيار المستمر والمتردد تربط ليبيا وتونس والجزائر والمغرب بايطاليا واسبانيا؛ ستتيح الخطوط المذكورة إمكانية تصدير الطاقة إلى الأسواق الأوروبية، وهي موزعة كالتالي¹:
- ♣ الجزائر اسبانيا: تم إعداد دراسة لتحديد جدوى ربط شبكات الطاقة الكهربائية في الجزائر واسبانيا بواسطة خطين بحريين، بقدرة 1000 ميغا واط لكل منهما، وأوضحت الدراسة أن تكاليف المشروع مرتفعة جدا بسبب طول المسار المقترح للخطين، وأنه من غير الواضح إمكانية توفير التمويل للمشروع، وطريقة استغلاله سواء كخط نقل منظم أو كخط تجاري؛ وعليه تقوم الجزائر بالتفاوض مع المغرب للحصول على حق العبور للطاقة المنتجة في الجزائر إلى اسبانيا من خلال الربط القائم بين المغرب وإسبانيا.
- ♣ الجزائر إيطاليا: تمت دراسة مشروع لمد خطين بسعة 500 ميغا واط من الشاطئ الجزائري إلى حزيرة سردينيا، ومنها يتم نقل الطاقة على الخطوط القائمة إلى حزيرة كوريسكا، ويتطلب تنفيذ المشروع تقوية الشبكات القائمة في حزيرة سردينيا.

تجدر الإشارة إلى أنه باستثناء الخطوط المارة في مضيق حبل طارق، فإن الخطوط المقترحة لربط الجزائر وتونس وليبيا مع اسبانيا وايطاليا تتراوح أطوالها ما بين 200 و550 كلم، وتقدر تكلفتها ما بين 400 مليون ومليار أورو، وذلك على أساس أن تكلفة إنشاء الخط بسعة 1000 ميغاواط تبلغ حوالي 200 مليون أورو لمحطات التحويل، وحوالي 1.5 مليون أورو /كلم.

[.] الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي. **"التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية"**. مرجع سابق، ص125 .

². المرجع نفسه، ص126.

المطلب الثاني: الوسائل الإدارية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر أولا: خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

يعد قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر أحد المرافق الخدمية المميزة والمناسبة لفتح المجال فيها للقطاع الخاص ليتولى دوراً أساسياً للاستثمار فيها وإدارة وتشغيل مشاريعها، ومن أهم مزايا قطاع الطاقة الكهربائية التي تجعل منه بيئة جيدة وجذابة لمساهمة القطاع الخاص ما يلى :

- اكتمال جزء كبير من بنيته الأساسية؛
- نمو الطلب على الطاقة الكهربائية بمعدلات عالية قياساً على معدلات النمو العالمية؛
- وجود الحاجة إلى تمويل ضخم لتلبية احتياجات التوسع في مشاريع الإنتاج والنقل سواء لتلبية الطلب المتزايد أو لاستبدال بعض المحطات التي قاربت أعمارها على الانتهاء؛
- توجه الدولة نحو الدور المتمثل في وقف الإعانة والدعم المباشر للقطاع بعد أن تم تخصيصه، لتتم إدارته على أسس تجارية مع فتح السوق للمنافسة.

من الملاحظ أن التنظيم الجديد لقطاع الطاقة الكهربائية بالجزائر يهدف إلى تميئة القطاع لجابحة التحديات المستقبلية ومساندة التنمية وفتح المجال لتنويع مصادر الدخل وإيجاد فرص عمل للأحيال القادمة وذلك من خلال وضع الأسس التنظيمية الفاعلة والمرنة لهذا القطاع الحيوي لتنفيذ المشاريع من المنظور الوطني الشامل وفي التوقيت المناسب وبما يحقق خفضاً للتكاليف الإجمالية التي تنعكس في النهاية لصالح المستهلك.

في إطار القانون رقم 02-01 المؤرخ في 05 فيفري 2002 والمتعلق بالطاقة الكهربائية وتوزيع الغاز عبر القنوات، تم إنشاء لجنة تنظيم الطاقة الكهربائية والغاز لتطبيق ومراقبة الإصلاحات، وسمح هذا القانون بإعادة هيكلة قطاع الطاقة الكهربائية وذلك من خلال ما يلي:

- المنافسة في نشاط الإنتاج: حيث سمح هذا القانون بفتح باب المنافسة بالنسبة لقطاع الطاقة الكهربائية الذي ظل حكرا للدولة لمدة تزيد عن 44 سنة، وبالتالي أصبح بإمكان كل شخص طبيعي أو معنوي، حزائري أو أحنيي انجاز منشآت لإنتاج الطاقة الكهربائية بعد الحصول على رخصة الاستغلال من لجنة الضبط¹.
- استخدام شبكات نقل و توزيع الغاز و الطاقة الكهربائية: ينظم القطاع على مبدأ استعمال الآحرين لشبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية والغاز، وذلك بهدف تزويد الزبائن بالطاقة الكهربائية والغاز.

^{2.} المرجع نفسه، المادة رقم 61.

- توزيع الطاقة الكهربائية: تمنح الدولة الامتيازات عن طريق العروض المقدمة للجنة الضبط ثم دراستها، ويجب على الحاصل على الامتياز أن يعمل على استغلال وصيانة الشبكة واحترام قواعد أمن وفعالية الشبكات، بالإضافة إلى جودة الخدمة وحماية البيئة وذلك وفقا لما ينص عليه دفتر الشروط 1.
 - تسويق الطاقة الكهربائية:حيث يملك الزبائن حرية اختيار ممونيهم، ويتم التعاقد بينهم بحرية.
- تصدير واستيراد الطاقة الكهربائية: بإمكان كل شخص طبيعي أو معنوي أن يمارس نشاط الاستيراد والتصدير بحرية، وعلى أساس يضمن الشفافية والمساواة في المعاملة، وتحدد الأسعار والعقود عن طريق التفاوض الحر بين المتعاملين المعنيين².

كما تم في إطار هذه الإصلاحات، إنشاء المؤسسة الجزائرية للطاقة (AEC) في 2001 وهي مؤسسة مختلطة بين سوناطراك 50% و سونلغاز50% و التي تقوم بإنجاز مشاريع الطاقة الكهربائية وتحلية مياه البحر و المتمثلة في:

- مشروع مزدوج بأرزيو لإنجاز محطة تحلية مياه البحر بسعة 000 88 م³ /يوم و محطة إنتاج 321 مشروع مزدوج بأرزيو لإنجاز محطة تعلية مياه البحر بسعة 80% من طرف الشريك الأجنبي؛
 - محطة إنتاج الطاقة الكهربائية بسكيكدة بطاقة 825 ميغاوات؟
 - مشروع محطة حجرة النص لإنتاج الطاقة الكهربائية (بتيبازة) بطاقة 1200 ميغاواط؛
 - مشروع محطة برواقية (SKB) بطاقة تقدر بــ 484 ميغاواط دخلت حيز النشاط في 2007.

ثانيا: آلية تسعير الطاقة الكهربائية في الجزائر

تتجه سياسة تسعير الطاقة الكهربائية في السنوات الأخيرة نحو تحرير الأسعار "الأسعار الحقيقية " إذ يجب أن تعبر هذه الأسعار بقدر الإمكان، عن التكلفة الاقتصادية عند وضع الطاقة الكهربائية في متناول المستهلك، كما تسمح بإبراز أي دعم حكومي عن طريق اختيار المواد التي يجب تشجيع استهلاكها، أو تلك المخصصة لطبقات اجتماعية معينة ترى الدولة وحوب حمايتها.

1. الجهة المسؤولة عن التسعير: تنص المادة 97 من قانون الطاقة الكهربائية على ما يلي: "تحدد لجنة الضبط التعريفات، حارج الضريبة للكهرباء التي تطبق على الزبائن الغير مؤهلين على أساس منهجية ومقاييس محددة عن طريق التنظيم، وتكون في شكل موحد عبر كل التراب الوطني"³.

¹. المرجع نفسه، المادة رقم 73،72.

². المرجع نفسه، المادة رقم 85.

^{3.} المرجع نفسه، المادة رقم 97.

كما تم إصدار المرسوم التنفيذي رقم 05-182 المؤرخ في 18 ماي 2005 المتعلق بضبط التعريفات ومكافأة نشاطات نقل وتوزيع وتسويق الطاقة الكهربائية والغاز، والذي من خلاله يتم تحديد مكافأة نشاطات نقل وتوزيع وتسويق الطاقة الكهربائية، وتحديد تعريفات استعمال شبكات النقل والتوزيع والتعريفات المطبقة على الزبائن.

- 2. مكونات تعريفة الطاقة الكهربائية: تنص المادة 98 من قانون الطاقة الكهربائية على مايلي: تدرج في التعريفات خارج الضريبة المعايير التالية¹:
- تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية التي تحدد بالنسبة لمتوسط سعر الكيلوواط ساعة المتداول في سوق إنتاج الطاقة الكهربائية طوال فترة مرجعية تحدد عن طريق التنظيم؛
 - التكاليف الخاصة بنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية؟
 - تكاليف التسويق؛
 - التكاليف الدائمة للمنظومة الكهربائية؟
 - تكاليف التنويع.

تتشكل البنية العامة لتعريفة الطاقة الكهربائية من العناصر الثلاثة التالية:

أ- الإتاوة الثابتة: وهي قسط ثابتة يغطي مختلف النفقات المتعلقة بالإدارة التقنية والتجارية والتي تتمثل في النفقات المتعلقة بصيانة الشبكة الكهربائية، والصيانة العادية ومراجعة العدادات وتسجيل الكشوف والفوترة.

ب- سعر القدرة: يتحدد بناءا على:

- قوة التيار المخصصة: أي قوة التوتر المنصوص عليها في عقد الاتفاق بين سونلغاز والزبون؟
 - الحمل الأقصى.
 - ج- سعر الطاقة التفاعلية: ويكون مختلف حسب الفترات التعريفية الثلاث.
- ق. طريقة حساب التعريفة: الصيغة العامة للتعريفة الكهربائية هي صيغة جبرية ثلاثية الحدود، وهي معطاة بالعلاقة التالية²:

2. الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 05-182 المتعلق بضبط التعريفات ومكافأة نشاطات نقل وتوزيع وتسويق الكهرباء والغاز. الجريدة الرسمية، العدد رقم 36، 18 ماي 2005، المادة رقم 41.

¹. المرجع نفسه، المادة رقم 98.

F = a + [(c*Pc) + (d*Pa)] + [eh*Eh + g*(W - r*E)]

حيث:

F: مبلغ الفاتورة (دج)؛

a: إتاوة ثابتة (دج)، وتغطي مصاريف التسيير التقني والتجاري (صيانة الربط بالشبكة، الصيانة الاعتيادية، مراقبة التعداد، تسجيل كشف العداد، الفوترة)؛

Pc: القدرة الموضوعة تحت تصرف الزبون (كيلوواط)، وهي القدرة التي يخصصها الموزع بموجب اتفاق مبرم مع الزبون ويمكن أن يطلبها حسب حاجته؛

Pa: قدرة الحمل الأقصى خلال الفترة الزمنية المخصصة للفوترة (كيلوواط)؛

d ،c : ثمن القدرة الإنتاجية و الحمل الأقصى على التوالي(دج/كيلواط/شهر)؛

Eh : حجم الطاقة المستهلكة خلال الشهر حسب الفترات الزمنية للساعة (كيلوواط/ساعة)؛

E : حجم الطاقة المستهلكة خلال الشهر (كيلوواط ساعي /الشهر)؛

eh: ثمن الطاقة المستهلكة خلال الفترة الزمنية؟

W : حجم الطاقة التفاعلية المستهلكة خلال الشهر ؟

g: ثمن الطاقة التفاعلية المستهلكة؛

r الطاقة الفعالة. E/ الطاقة النفاعلية $W = \hat{O}$ الطاقة الفعالة.

في 30 ماي من سنة 2005، اتخذت لجنة ضبط وتيرة الطاقة الكهربائية والغاز قرارا بتعديل أسعار الطاقة الكهربائية والغاز بناءا على طلب من سونلغاز، وكانت هذه الزيادة بالنسبة إلى الطاقة الكهربائية هي الطاقة الكهربائية هي الضغط المنخفض (منهم الأسر)، و9.5 % لحرفي الضغط المتوسط، و10.5 % لحرفي الضغط العالي (الصناعيين بالأساس).

المطلب الثالث: برامج إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية وترشيد استهلاكها

انبثق من الاتجاهات الكبرى للسياسة الطاقوية التي اتخذها الدولة عدد من البرامج والنشاطات ترمي إلى توفير الطاقة اللازمة للاقتصاد الوطني واستغلالها بصورة عقلانية وبأقل تكلفة؛ حيث يعتبر التحكم في الطاقة عنصرا أساسيا للتطور الاقتصادي والاجتماعي، والمحافظة على البيئة وكذا المحافظة على مصادر الطاقة الوطنية.

1. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." بدأ تنفيذ السياسة التسعيرية الجديدة". بحلة نور، 2005، ديسمبر، ص8.

أولا:البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة (2011/2007)

يشمل التحكم في الطاقة مجمل الإجراءات والنشاطات التطبيقية بغية ترشيد استخدام الطاقة والحد من تأثير النظام الطاقوي على البيئة، والاستعمال الرشيد للطاقة في مختلف مستويات الإنتاج وتحويل الطاقة والاستهلاك النهائي لها1.

ويحدد المرسوم التنفيذي رقم 04-149 المؤرخ في 19 ماي 2004 المتعلق بكيفيات إعداد البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة شروط ووسائل تأطير تنفيذ السياسة الوطنية لترشيد استهلاك الطاقة، ولتحقيق هذه السياسة قامت الدولة بتكليف عدة مؤسسات عمومية وتأسيس أخرى منها 2:

- الوكالة الوطنية من أجل تطوير وترشيد استهلاك الطاقة (APRUE)؟
 - الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة (FNME)؛
 - البرنامج الوطني لترشيد الطاقة (PNME)؛
 - مجلس ما بين القطاعات لترشيد استعمال الطاقة (CIME).

و قد تم تحديد البرنامج الوطني لترشيد استهلاك الطاقة (PNME) بموجب المرسوم التنفيذي المؤرخ في 2004، والمصادقة عليه من قبل الحكومة، حيث تسهر وكالة (APRUE) على تنفيذ هذا البرنامج تحت رعاية وزارة الطاقة والمناجم، والذي يتم من خلاله³:

- تحديد إطار وآفاق ترشيد الطاقة؛
- تقييم إمكانيات التحكم في الطاقة والهدف منها؟
- الانجازات المحتمل تحقيقها على المدى القصير، المتوسط وكذا الطويل.

1. مضمون البرنامج الوطني لترشيد استعمال الطاقة: فور نشر الخطة المقترحة من خلال المرسوم التنفيذي، عملت وكالة (APRUE) برعاية وزارة الطاقة والمناجم على تنصيب مجلس ما بين القطاعات لترشيد استعمال الطاقة (CIME) وجعله فضاء مفتوح للاقتراح والتشاور بين ممثلي مختلف الوزارات، المؤسسات، الخبراء وكذا الباحثين المختصين في مجال التحكم في الطاقة، وقد تم تشكيل ثلاث مجموعات لوضع برنامج واضح لتطبيق الوسائل الأكثر نجاعة للتحكم في الطاقة، لاسيما التحضير والتأطير التقني لمختلف الأشغال.

_

^{1.} الجمهورية الجزائرية. قانون. القانون 99-09 المتعلق بالتحكم في الطاقة. الجريدة الرسمية، العدد رقم 60، 28 جويلية 1999، المادة رقم 3،2.

² . APRUE. **PNME 2007-2011**[en line]. Disponible sur : < http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011.html (consulté le 11/07/2011).

³. Loc.cit.

تمت المصادقة على البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة (2011/2007) بتاريخ 2005/11/30، من بين أهم عناصره 1 :

- تحليل تطور الاستهلاك الوطني للطاقة للفترة 1999-2003؛
- دراسة استشرافية لتطور الاستهلاك الطاقوي وتحديد مصادر الطاقة آفاق 2020 ؟
- تحديد البرنامج النشاطي لمختلف القطاعات المنبثق عن تنصيب مجلس ما بين القطاعات لترشيد استعمال الطاقة (CIME) مع تحديد أولويات كل قطاع، وتحديد عمل الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة ورصد كافة الموارد المالية الأخرى خلال الفترة 2007-2011.

وتم تحديد البرنامج الوطني لترشيد الطاقة (PNME) حسب نوعية المواد الطاقوية (مواد بترولية، طاقة كهربائية)، ومجالات الاستعمال (إنارة، تدفئة)، وكذا ميادين الاستخدام المختلفة.

2. وسائل وإجراءات ترشيد استهلاك الطاقة: لقد مكن تحليل الوضعية الطاقوية لقطاعات الاقتصاد الوطني من تحديد أهم القطاعات المستهدفة ذات الأولوية في إطار سياسة ترشيد الطاقة، وكذلك تحديد الآليات والإجراءات اللازمة للتحكم في استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة والقطاع المترلي بصفة حاصة ومن بينها²:

أ- في القطاع الصناعي: تركز الاهتمام في هذا القطاع على المحالات التالية:

- تحسين كفاءة الأفران بتحديث التجهيزات (مراقبة الاحتراق، العزل الحراري...)؟
 - تطوير أنظمة الإنتاج المشترك واسترجاع الحرارة.

ب- في القطاع المرلى: تشمل النشاطات المبرمجة في هذا القطاع مايلي:

- ترقية وتطوير العزل الحراري للمساكن؟
- إدخال سخانات المياه الشمسية في المساكن ؟
- تشجيع استخدام المصابيح ذات الاستهلاك المنخفض التي تستهلك طاقة أقل بخمس مرات من المصابيح المتوهجة التقليدية؛
- التشجيع على استخدام المبردات والثلاجات فائقة العزل والتي تستهلك طاقة أقل من التجهيزات العادية.

ثانيا: برنامج الفعالية الطاقوية (2011-2013)

يستجيب برنامج الفعالية الطاقوية إلى إرادة الجزائر في تشجيع الاستعمال بأكثر مسؤولية للطاقة واستغلال جميع الطرق للمحافظة على الموارد وترسيخ الاستهلاك اللازم والأمثل.

¹. APRUE. **Contenu De PNME 2007-2011**[en line]. Disponible sur :< http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011-contenu.html, (consulté le 11/07/2011).

². Loc.cit.

يكمن الهدف من الفعالية الطاقوية في إنتاج نفس المنافع أو نفس الخدمات، ولكن باستعمال أقل طاقة ممكنة، ويتضمن هذا البرنامج أعمالا تشجع على اللجوء إلى أشكال الطاقة الأكثر ملائمة لمختلف الاستعمالات والتي تتطلب تغيير السلوكيات وتحسين التجهيزات.

ويتمثل برنامج العمل في محال الفعالية الطاقوية فيما يلي 1:

1. العزل الحراري للمباني: يعتبر قطاع البنايات في الجزائر من القطاعات الأكثر استهلاكا للطاقة، ويبلغ أكثر من 42 % من الاستهلاك النهائي، وتسمح أعمال التحكم في الطاقة المقترحة لهذا القطاع ولاسيما بإدخال العزل الحراري في المباني، بتقليص استهلاك الطاقة المرتبطة بتدفئة وتكييف السكن بحوالي 40%.

2. تطوير سخان الماء الشمسي: إدخال سخان الماء الشمسي في الجزائر مايزال في الطور الأول، ولكن القدرات في هذا الميدان حد معتبرة؛ وفي هذا الاتجاه يرتقب تطوير سخان الماء الشمسي كبديل تدريجي لسخان الماء التقليدي، إن اقتناء سخان الماء الشمسي سيدعم من طرف الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة.

3. تعميم استعمال المصابيح ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة: هدف إستراتيجية العمل في الحضر التدريجي لتسويق المصابيح ذات التوهج (المصابيح الكلاسيكية المستعملة عادة في البيوت) وهذا في آفاق سنة 2029؛ وبالموازاة مع ذلك، فإنه من المزمع تسويق بضعة ملايين من المصابيح ذات الاستهلاك المنخفض، ومن جهة أخرى فإن الإنتاج المحلي للمصابيح ذات الاستهلاك الضعيف سوف يحظى بتشجيع ولاسيما من خلال خلق شراكة بين المنتجين المحليين والأجانب.

4.إدخال النجاعة الطاقوية في الإنارة العمومية: تعتبر الإنارة العمومية من ضمن أحد المراكز الأكثر استهلاكا للطاقة لدى أملاك الجماعات المحلية، وغالبا مايكون مسؤولو هذه الجماعات المحلية على دراية بإمكانيات تحسين أو تخفيض الاستهلاك الطاقوي لهذا المركز؛ ويتمثل برنامج التحكم في الطاقة الموجهة للجماعات المحلية في تعويض كل المصابيح من النوع الزئبقي (الكثير الاستهلاك للطاقة) . عصابيح الصوديوم (الاقتصادية).

6. ترقية الفعالية الطاقوية في القطاع الصناعي: يمثل الاستهلاك الطاقوي للقطاع الصناعي حوالي الربع من مجمل الاستهلاك النهائي الوطني للطاقة، ومن أجل أكثر فعالية طاقوية فإنه يرتقب:

- التمويل المشترك للتدقيق الطاقوي ودراسات الجدوى التي تسمح للمؤسسات بالتعريف الدقيق للحلول التقنية والاقتصادية الأكثر ملائمة لتقليص استهلاكها الطاقوي؛

¹. APRUE. **Programme Triennal D'efficacité Energétique « 2011-2013 »** [en line]. Disponible sur :< http://www.aprue.org.dz/PNME%202011%202013.html> (consulté le 11/11/2011).

- التمويل المشترك للتكاليف الإضافية المرتبطة بإدخال الفعالية الطاقوية للمشاريع القابلة للاستمرار تقنيا واقتصاديا.

7. إدخال التقنيات الأساسية لتكييف الهواء بالطاقة الشمسية: إن استعمال الطاقة الشمسية للتكييف هو تطبيق يستوجب ترقيته خاصة في جنوب البلاد، لاسيما وأن الاحتياجات إلى التبريد تتزامن في معظم الأوقات من توفر الإشعاع الشمسي (التسيير بخيوط أشعة الشمس)؛ ومن جهة أخرى يمكن لحقل اللواقط الشمسية أن يفيد في إنتاج الماء الساخن الصحي وتدفئة البنايات خلال فصل البرودة، وهذا يكون المردود الإجمالي للمنشأة مهما حدا.

المطلب الرابع: المعايير والتشريعات البيئية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في المجزائر

تضم التشريعات القانونية الجزائرية العديد من القوانين في محال حماية البيئة، إلا أن هذا الإطار القانوني لا يعكس إستراتيجية وطنية لحماية البيئة بل يظهر على شكل تدابير قطاعية ليست بالضرورة متجانسة فيما بينها، مع الإشارة هنا إلى أن العديد من القوانين صدرت بهدف الإحاطة والتمكن من أسباب التلوث والأضرار ومن أهم هذه القوانين ذات العلاقة بالبيئة:

- القانون رقم 83-03 المؤرخ في 5 فيفري 1983 والمتعلق بحماية البيئة؛
- القانون رقم 99-09 المؤرخ في 15 جويلية 1999 والمتعلق بالتحكم في الطاقة؛
- القانون رقم 01-19 المؤرخ 12 ديسمبر 2001 والمتعلق بتسيير، مراقبة والقضاء على النفايات السامة؛
- القانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 جويلية 2003 والمتعلق بالمحافظة على البيئة في إطار التنمية المستدامة؛
 - المرسوم التنفيذي رقم 90-70 المؤرخ في 27 فيفيري 1990 الخاص بدراسة التأثير على البيئة؛
- المرسوم التنفيذي رقم 03-452 الصادر في 1 ديسمبر 2003 المتضمن الظروف الخاصة المتعلقة بالنقل البري للمواد الخطيرة؛
- المرسوم التنفيذي رقم 04-409 الصادر في 11 جانفي 2005 والذي يضع القواعد الخاصة بالفعالية الطاقوية المطبقة على الآلات التي تعمل بالكهرباء، الغاز والمواد البترولية.

وفي إطار القانون رقم 02-01 المؤرخ في05 فيفري 2002 والمتعلق بالطاقة الكهربائية وتوزيع الغاز عبر القنوات، تم إنشاء لجنة تنظيم الطاقة الكهربائية والغاز والتي من ضمن مهامها مراقبة تطبيق التنظيم التقنى وشروط النظافة والأمن وحماية البيئة، إلتزمت لجنة ضبط الكهرباء والغاز بتشخيص الوضع الحالي

على مستوى قطاع الطاقة الكهربائية لتقييمه في مجال البيئة، حيث إعتمد التشخيص على صياغة استمارة موجهة لمتعاملي القطاع من (إنتاج، نقل وتوزيع)، ركزت الاستمارة على النقاط التالية أ:

- مختلف الانبعاثات (الغازية، السائلة والصلبة) الناتجة عن مختلف أنشطة المتعاملين؟
 - تخزين المنتجات السائلة، الصلبة أو الغازية والتي تمثل خطر على البيئة؛
- الضوضاء الناتجة عن أنشطة المتعاملين والتي تؤثر على العمال وسكان المناطق المحاورة؟
- النظافة الصناعية والمتعلقة ببيئة العمال وسلامتهم في بيئة العمل (خطر الكهرباء، انفجار، مختلف الحوادث...)؛

وشمل التشخيص حظيرة إنتاج الطاقة الكهربائية المتمثلة في الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء SPE والمتعاملين الآخرين KAHRAMA و SKS؛ بحيث كان العدد الإجمالي 23 محطة شملت مختلف التكنولوجيات (محطات بخارية، محطات غازية، كهرومائية)، وسمح التحليل للمعطيات بتقييم آثار إنتاج الطاقة الكهربائية على البيئة على النحو التالي:

أو لا: الانبعاثات الغازية

هناك العديد من الغازات الملوثة التي تنبعث من محطات الإنتاج الكهربائية، ومن بين هذه الغازات أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون والتي تعتبر من الغازات الدفيئة، إضافة إلى المركبات العضوية المتطايرة...الخ، لكن الملوثات الغازية التي كانت موضوع التشريعات القانونية تمثلت أساسا في أكسيد الآزوت، أكسيد الكبريت والعوالق.

إن التشريعات القانونية الجزائرية حددت القيم القصوى للانبعاثات الغازية لمجموعة من الملوثات المنبعثة من القطاع الصناعي، حيث تضم غاز SO2، NOx والعوالق أنظر الملحق رقم (6)، إلا أن الملوثات التي يجب مراقبتها وقياسها عند المصدر في محطات الإنتاج الكهربائية لم يتم تحديد قيمها القصوى بشكل خاص كما في قطاع البترول، الاسمنت، صناعة الزجاج...الخ، لذلك يتم تطبيق التشريعات والمعايير الدولية (التوجيهات الأوروبية 2001/80/CE)التي تخص محطات الإنتاج الكهربائية، والتي تفرض مراقبة الانبعاثات عند المصدر بالنسبة لغاز أكسيد الآزوت، أكسيد الكبريت والعوالق، أنظر الملحق رقم (7).

بينت نتائج هذا التشخيص بالنسبة لمحطات الإنتاج الكهربائية الحالية، أن انبعاثات غاز أكسيد الآزوت يمثل خطر بتجاوزه للقيم القصوى، في حين سجلت انبعاثات أكسيد الكبريت والعوالق مستويات منخفضة، وهذا راجع إلى استخدام الغاز الطبيعي كمصدر للاحتراق، لأن خطر تجاوزهما للقيم القصوى حد محتمل في حالة الاستخدام المكثف للديزل، لكنه يستخدم إلا في الحالات الإضطرارية؛ إن خطر التلوث

¹. Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz. Environnement hygiène et sécurité dans le secteur de l'électricité et du gaz. Alger : CREG, 2007,P6.

من SO2 والعوالق منخفض، ولكن هذا لا يمنع من المراقبة الدورية للانبعاثات عند المصدر للتأكد من احترام القيم القصوى للتشريعات القانونية؛ لهذا يوصى:

- كخطوة أولى، بأولوية الاهتمام بأكسيد الآزوت من أجل معرفة مستويات الانبعاثات مع استخدام أجهزة قياس عند المصدر؛
- كخطوة ثانية يجب ضمان معدلات منخفضة لانبعاث أكسيد الكبريت والعوالق، في حالة استعمال المواد المحترقة السائلة مثل الديزل.

كما بينت النتائج بأن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية الخاصة SKS و KAHRAMA لديها نظام قياس للانبعاثات، أما بالنسبة للشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء فأغلبية المحطات الحرارية بنسبة 63 % تستخدم قياسات للانبعاثات غير منتظمة وعن طريق طرق غير معيارية (غياب المعلومات حول أهم بروتوكولات القياس) ، والجدول رقم(9.4) يبين الانبعاثات القصوى لغازات NOx عند المصدر في مختلف محطات SPE.

الجدول رقم (9.4): الانبعاثات القصوى لغازات NOx عند المصدر في مختلف محطات SPE

		. () (3 - 3
القيم القصوى	قيم الانبعاثات مغ / م ³	المحطات
	284	عنابة
	79	مسيلة
	290	باب الزوار
	13	حامة
500 مغ/ م³	900	تيارت
	1000	جيجل
	651	ميناء الجزائر
	116	HMN 1 & 2
	230	هاود الحمرة
	230	НМО
	200	رأس جنات
	95	رأس جنات فكرينة

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

[.] Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz. Environnement hygiène et sécurité dans le secteur de l'électricité et du gaz. Alger : CREG, 2007,P6.

¹. Ibid., P12.

يتضح من الجدول رقم(9.4) بأن 75% من المحطات التي تقوم بقياسات لانبعاثاتها، أن القيم القصوى لانبعاث NOx ثابتة ومحترمة للتشريعات القانونية، أما باقي المحطات 25% لا تقوم بأي قياسات للانبعاثات الغازية عند المصدر، لذلك لا يمكن معرفة مستويات الانبعاثات لديها، إلا عن طريق توقعات نظرية من خلال معرفة كمية استهلاك الوقود في الساعة، وكمية الغاز المحترق ...الخ.

من خلال نتائج التشخيص تبين بأن محطات الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء لا تستخدم أي نظام لقياس الانبعاثات في حين أن محطات SKS و KAHRAMA لديها نظام لمراقبة غاز NOx، أما بالنسبة لمحطة فكرينة هناك تقرير بوجود نظام لتخفيض الانبعاثات لكن لم يتم إعطاء معلومات حول طبيعة هذا النظام أ.

ثانيا: الانبعاثات السائلة

إن أهم التصريفات السائلة تتكون من الماء المعاد تبريده والماء المستعمل في النشاطات الداخلية (المطاعم، الغسيل ..)، والتي يتم تصريفها في البحر بدون أي شكل من المعالجة لها.

يحدد المرسوم التنفيذي رقم 06-141 في 2006 القيم القصوى للمصبات الصناعية السائلة، غير أنه في انتظار تسوية وضعية المنشآت الصناعية القديمة في أجل خمس سنوات، تأخذ القيم القصوي للمصبات الصناعية السائلة الصادرة بعين الاعتبار قدم المنشأة الصناعية وذلك بضبط حد مسموح به للمصابات الصناعية الصادرة عن هذه المنشآت2، وتحدد هذه القيم في الملحق رقم (8).

وتحدر الإشارة بأنه في جميع محطات الإنتاج باستثناء محطة SKS الغياب التام للقياسات الخاصة بالتصريفات الصناعية قبل تصريفها في المناطق المستقبلة (البحر)، لذلك لابد من مراقبة هذه التصريفات للتأكد من عدم تحاوزها للقيم القصوى لتلوث المياه.

ثالثا: النفايات الصلبة

تتمثل النفايات الصلبة الناتجة عن محطات إنتاج الطاقة في الورق والمعادن والبلاستيك والنفايات الأخرى، وعادة ما يتم تخزين كل هذه النفايات في المحطة قبل التخلص منها، أما عن ظروف التخزين لهذه النفايات ومدى تأثيرها على البيئة والمحيط فلاتوجد بيانات متعلقة بما؛ ومن خلال التشخيص تبين عدم و جود بيانات عن ظروف التخزين ومدى تأثير ذلك على الحيط والأرض.

¹. Ibid. P12.

^{2.} الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 06-138 المتعلق بتنظيم انبعاث الغاز والدخان والبخار والجزيئات السائلة أو الصلبة في الجو وكذا الشروط التي تتم فيها مراقبتها. الجريدة الرسمية، العدد رقم 24، 15 أفريل 2006، المادة رقم 3.

ويهدف القانون رقم 01-19 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها، إلى تحديد كيفيات تسيير النفايات ومراقبتها ومعالجتها، حيث يجب أن يتم تثمين النفايات وإزالتها وفقا للشروط المطابقة للمعايير البئية، لا سيما دون¹:

- تعريض صحة الإنسان والحيوان للخطر ودون تشكيل أخطار على الموارد المائية والتربة والهواء وعلى الكائنات الحية الحيوانية والنباتية؛
 - إحداث إزعاج بالضجيج أو بالروائح الكريهة؟
 - المساس بالمناظر والمواقع ذات الأهمية الخاصة.

ولضمان الامتثال والاحترام لهذه التنظيمات، يجب التحقق في مواقع المحطات إذا كان قد تم تنفيذ المتطلبات التقنية الموصى بحا؛ وكذلك لا بد من القيام بالإجراءات اللازمة للإدارة السليمة لهذه النفايات من قبل محطات الإنتاج.

رابعا: النفايات السامة والخطيرة

تتمثل هذه النفايات في المواد المصنفة كمواد سامة وخطيرة والتي يتم تخزينها في المحطة قبل استخدامها في مختلف الاحتياجات؛ وهي متكونة من زيت البترول ومواد التشحيم ومواد كيميائية ...الخ.

يجب المحافظة في كل محطات إنتاج الطاقة على شروط تخزين النفايات الخطيرة وفقا للاحتيلطات المعتادة لإدارة النفايات وتنفيذها بما يتماشى مع متطلبات قوانين مراقبة وإدارة النفايات.

خامسا: تخزين الوقود

تقوم محطات إنتاج الطاقة الكهربائية بتخزين المواد والسوائل والغازات التي يتم استخدامها في عملية الإنتاج، ومن الممكن أن يمثل بعض هذه المواد خطرا على البيئة في حالة تسربها من المخزن؛ وقد أكدت المعلومات التي جاءت في التشخيص بأن معظم المحطات تقوم بتخزين هذه المواد في أماكن منعزلة وذات شروط محافظة للبيئة.

167

^{1.} الجمهورية الجزائرية. قانون. القانون رقم 10-19 المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها. الجريدة الرسمية، العدد رقم 77، 12 ديسمبر 2001، المادة رقم11.

المبحث الرابع: تحليل محاور استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

يتناول هذا المبحث تحليل محاور استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتحددة في إنتاج الطاقة الكهربائية من خلال ثلاثة مطالب أساسية، في المطلب الأول يتم إبراز أهمية التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية، ثم في المطلب الثاني سبل استخدام الطاقة النووية والهيدروجين الشمسي لإنتاج الطاقة الكهربائية، أما المطلب الثالث فيتطرق إلى برامج ومشاريع تعزيز استخدام الطاقات المتحددة.

المطلب الأول: التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية

تندرج إستراتيجية استخدام الغاز في الجزائر ضمن الإطار العام للسياسة الوطنية للطاقة، والتي يعتبر نموذج الاستهلاك الوطني للطاقة أحد دعائمها، حيث تميل سياسة استهلاك الطاقة إلى تعزيز استخدام الطاقات المتوفرة والأقل تلويثا للبيئة، والتي يأتي الغاز في مقدمتها، حيث يحتل هذا الأخير مكانة هامة ضمن نموذج الاستهلاك الوطني للطاقة، فابتداء من سبعينيات القرن الماضي أصبح الغاز هو المصدر الطاقوي المفضل للاستخدام المحلي في الجزائر متفوقا بذلك على البترول وباقي المصادر الطاقوية الأحرى، وهذا نظرا لتوفره بكميات كبيرة وبمواصفات اقتصادية وبيئية أجود من المواصفات التي تتمتع بما باقي المصادر الطاقوية الأحرى.

أولا: توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم الجالات الإستراتيجية

يبين الجدول رقم (10.4) القطاعات التي يتم تزويد الغاز الطبيعي بما.

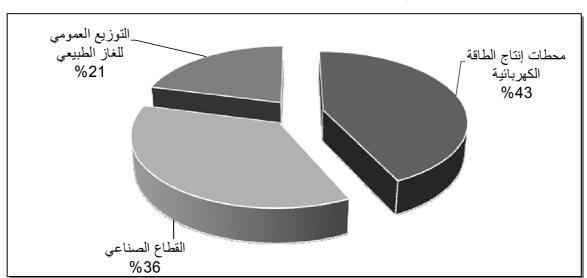
الجدول رقم (10.4): توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات الإستراتيجية (2009)

حجم الاستهلاك (مليار م³)	مجال الاستخدام
11.94	محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
9.82	القطاع الصناعي
5.75	التوزيع العمومي للغاز
27.51	المجموع

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على

. Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz. **Rapport d'activité 2009**. Algérie: CREG,2010, P23.

¹. Ministère de l'Energie et des Mines. **Présentation du Secteur de l'énergie et des Mines**. Annuaire de l'Energie et des Mines, 2008, P18.



الشكل رقم (7.4): توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات في الجزائر (2009)

المصدر : من إعداد الطالب بالاعتماد على الجدول رقم (10.4)

نلاحظ من خلال الجدول رقم (10.4) والشكل رقم (7.4) أن الحصة الأكبر من استخدام الغاز في الجزائر توجه إلى محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث بلغ استهلاك هذه الأخيرة من الغاز سنة 2009 حوالي الجرا1ميار م أي 43% من الحصة الإجمالية لاستهلاك الغاز في الجزائر، ويرجع هذا أساسا إلى زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية ما حتم على السلطات الجزائرية زيادة وتيرة إنتاجها، حيث وجدت في الغاز الوقود الأمثل والأنظف والأكثر كفاءة في هذا المجال، أما القطاع الصناعي فيأتي في المرتبة الثانية من حيث استهلاك الغاز في الجزائر بنسبة 36%، وذلك نظرا لأهمية هذا الأخير في مختلف التطبيقات الصناعية سواء كمصدر طاقويي أو كمادة أولية تدخل في معظم الصناعات البتروكيماوية، أما فيما يخص التوزيع العمومي للغاز فإن برامج هذا الأخير استهلك حوالي 5,75 مليار م من الغاز لسنة 2009 أي ما نسبته 21% من إجمالي استهلاك الغاز في الجزائر، ويرجع هذا أساسا للجهود المبذولة من طرف الحكومة (والتي لا تزال غير كافية نظرا لأهمية هذه البرامج في ترقية الجانب الاجتماعي للتنمية المستدامة في الجزائر) في مجال ربط مختلف المدن الجزائرية بالغاز والطاقة الكهربائية.

ثانيا: مساهمة الغاز الطبيعي في إجمالي الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية

و يعد الغاز الطبيعي أحد أهم المصادر الطاقوية الأولية المستعملة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، بحيث تساهم كل من تقنية التوربينات الغازية وتقنية الدورة المركبة التي تعمل بالغاز الطبيعي، في إنتاج نسبة كبيرة من الطاقة الكهربائية على المستوى الوطني.

إن معظم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر يأتي من مراكز الإنتاج ذات النوع الحراري، وذلك بنسبة 98% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية، في حين تبقى حصة الطاقة الكهربائية المنتجة من مراكز الإنتاج بالطاقة المائية هامشية بحوالي 2% فقط من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر.

ويتضح أن الغاز الطبيعي يساهم بـ 74% من إجمالي الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية بشكل مباشر كما هو موضح في الشكل السابق رقم (5.4)، وذلك من خلال استعماله كوقود أساسي في محطات الإنتاج الكهربائية التي تعتمد على تقنيتي التوربينات الغازية والدورة المركبة، كما يتم استخدامه بشكل غير مباشر في المحطات التي تعتمد على تقنيات التوربينات البخارية، وذلك من خلال استعماله كمصدر طاقوي لإنتاج الحرارة وإنتاج البخار لتشغيل هذا النوع من التوربينات، وبالتالي فالمساهمة الإجمالية للغاز في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر تقدر بـ 96% سنة 2009، فيما يبقى إنتاج تلك الأخيرة بواسطة محركات الديزل هامشيا بنسبة 2% من إجمالي الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية.

ثالثا: مجهودات الجزائر في استخدام الغاز الطبيعي لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية

في هذا الإطار تسعى الجزائر إلى إنشاء أول محطة هجينة في العالم من حيث إنتاج الطاقة الكهربائية بالاعتماد على تقنية المزاوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي في منطقة حاسي الرمل، تبلغ طاقتها الإنتاجية 150ميغاواط من الطاقة الكهربائية، منها 25 ميغاواط عن طريق الطاقة الشمسية لوحدها أ حيث تعتبر هذه التقنية من أحدث التقنيات في مجال ترقية كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الغاز والطاقة الشمسية، وأوكلت مهام انجاز هذه المحطة إلى شركة مختلطة جزائرية إسبانية، ووضع حجر الأساس للشروع في تجسيد هذه المحطة في 03 نوفمبر 2007، مع هدف إكماله مع نحاية سنة 2010، لكن الوتيرة الحالية للأشغال لم تسمح بإكماله في التاريخ المحدد له نتيجة للعديد من الاعتبارات الاقتصادية المتعلقة أساسا بالتكاليف، وللعديد من الاعتبارات التقنية خاصة فيما يخص تكنولوجيات التشغيل والإنتاج والصيانة؛ وتبلغ التكلفة التقديرية الإجمالية لهذه المحطة حوالي 350 مليون دولار، وهي جزء من برنامج يشمل 04 محطات هجينة بالجزائر، حيث ستتربع على مساحة 152 هكتار، وتستعمل مرايا ضخمة مقعرة ولوحات شمسية لإنتاج التيار الكهربائي، وسيشكل على مساحة على الصعيد العالمي في مجال المزاوجة بين الغاز والطاقة الشمسية.

كما يضم هذا المشروع أيضا قطبا تكنولوجيا ملحقا يسمح بإيجاد الوسائل الكفيلة بخفض تكلفة الطاقة الكهربائية وجعلها تنافسية في السوق، حيث سوف يصبح بإمكان هذه المحطة لاحقا تصدير الطاقة الكهربائية إلى السوق الأوروبية².

2. وزارة الطاقة والمناحم. "تشغيل المحطة الهجينة الضخمة بحاسي الرمل في 2010". محلة الطاقة والمناحم، 2008، حويلية، العدد09، ص13.

¹. DERRADJI Badis. **Le projet de centrale hybride Solaire/gaz de Hassi R'Mel**. Conférence Stratégique Internationale - CSI6, Alger, du 16 - 17 Novembre 2008, New Energy Algeria (NEAL), P9.

المطلب الثاني: استخدام الطاقة النووية والهيدروجين الشمسي في إنتاج الطاقة الكهربائية أولا: استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

إن استعمال الطاقة النووية والذي قد يساهم بشكل كبير في توفير الطاقة الكهربائية على المستوى الوطني، يبقى محدود جدا لما يواجه من تحديات وصعوبات لاسيما التبعية التكنولوجية فيما يخص إعادة معالجة المواد المشعة، وكذا التزويد بالوقود المخصب، ولدعم هذا الاتجاه يقوم القطاع بوضع الأطر القانونية والتنظيمية من احل تطوير واستغلال هذه الطاقة، مراعيا بذلك التغيرات التي تشهدها الأسواق العالمية للنفط والغاز، ومن جهة أحرى التحديات التي تفرضها التغيرات المناحية.

تمتلك الجزائر مفاعلين نوويين، الأول يسمى" نور "يقع بدرارية بالقرب من العاصمة الجزائرية ويتعلق بإنتاج الطاقة الكهربائية النووية وتصل قوته إلى 17 ميغاواط والثاني يسمى" سلام" يوجد بمنطقة عين وسارة بولاية الجلفة ويتعلق بتحلية مياه البحر باستعمال الطاقة النووية أو محافظة للطاقة النووية (كومينا)، وهي بذلك تعد ثاني أهم دولة في إنتاج الطاقة النووية في إفريقيا بعد دولة جنوب إفريقيا، ومع ذلك فقد قرر بناء 10 مفاعلات نووية جديدة موجهة لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ حيث تتلقى الجزائر المساعدات التكنولوجية النووية من الصين وروسيا، ومن ناحية أخرى تملك الجزائر موارد هامة من مادة اليورانيوم مع إمكانية اكتشاف كميات مهمة منها، وتقدر احتياطات اليورانيوم التي تم اكتشافها حتى الآن بـــ 30 ألف طن.

وسيتم إنجاز هذه المفاعلات التي تشكل الدفعة الأولى من البرنامج الذي تم تسطيره من قبل الجهات المختصة في غضون 20 سنة، وهذا بالتعاون مع دول معروفة بإتقالها لهذا النوع من التكنولوجيا، وفي مقدمتها الولايات المتحدة التي سبق للجزائر أن وقعت معها إتفاق يقضي بالتعاون في مجال الطاقة النووية ذات الأغراض السلمية، وقد بادرت الجزائر في وقت لاحق إلى التوقيع على إتفاقية الحد من انتشار الأسلحة النووية في سنة 1995، وقد أبدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية استعدادها لمساعدة الجزائر في مجالات إنتاج الطاقة الكهربائية وغيرها بواسطة الطاقة النووية، كما حصلت الجزائر على دعم من الوكالة من خلال تجهيزات لرصد الإشعاعات النووية ورصدها، وكانت الجزائر قد قدمت طلبا للوكالة الدولية خلال 2005 لبناء سلسلة من محطات الطاقة النووية حيث ردت الهيئة برأي مؤيد لطلب الجزائر في نهاية 2006.

لقد مكنت الدراسات التنفيذية لإدخال الالكترونووي من إمكانية إنشاء محطة نووية ذات قدرة 1000 ميغاوات، مما يسمح بإنتاج حوالي 8% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية بحلول سنة 2040.

إن الصعوبات المتعددة التقنية منها والاقتصادية، بينت صعوبة تشغيل محطات من هذا النوع على المدى القريب.

¹. SAIDY Brahim. Le nucléaire civil dans les stratégies de sécurité énergétique. Québec: UQAM, 2009, P14.

^{2.} وزارة الطاقة والمناحم. قطاع الطاقة في الجزائر. مرجع سابق، ص9.

ثانيا: إنتاج الهيدروجين الشمسى في الجزائر

استجابة للمشاكل ذات الصلة بأزمة الطاقة التي قمز العالم حاليا وما يُرافقها من إرتفاع في أسعار الوقود الأحفوري، وانبعاثات للغازات الدفيئة، يبدو الهيدروجين اليوم بمثابة أكثر أنواع الوقود الإستراتيجية البديلة حاذبية ووفرة؛ وعليه وُلدت فِكرة مشروع "المغرب العربي- أوروبا" لإنتاج وتصدير الهيدروجين الشمسي (المنتج باستخدام الطاقة الشمسية)، وكان المشروع قد تم اقتراحه في "بيان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتجدد"، ويُشرف على تنفيذ فكرته باحثون من مركز تطوير الطاقات المتجددة CETH في العاصمة الجزائرية، وأعضاء من الشركة الأوروبية لتكنولوجيات الهيدروجين أعيدروجين CDER.

يمكن لمشروع "المغرب العربي – أوروبا" أن يُطلق عبر إنشاء محطة للطاقة الشمسية قُرب مدينة غرداية القريبة من حقل حاسي الرمل، وهي تُعتبر موقعا يستجيب بشكل تام لعناصر حدوى المشروع، والمتمثلة في 2 :

- مكمن شمسى معتبر؛
- كميات ضخمة من المياه قابلة للاستغلال؛
- شبكة أنابيب نقل الغاز العابرة للمتوسط لنقل الهيدروجين؟
 - وجود تقنيات ناضجة وفعالة لإنتاج الهيدروجين.

يقدم هذا المشروع لكل من بلدان المغرب العربي وبلدان الاتحاد الأوروبي، إمكانية تثمير النواقل الطاقوية للهيدروجين عبر الاستخدام المستدام للمكمن الشمسي العملاق الذي تخزنه الصحراء الكبرى الجزائرية، ولا شك أن تنفيذ هذا المشروع الضخم يحتاج في مرحلة أولى إلى مشاورات مكثفة وواسعة بين البلدان المتوسطية، ويتعين أن يساهم في تلك المشاورات رحال السياسة ، وأرباب الصناعة، والعلماء الباحثين الذين ينشطون في هذا الميدان في مختلف البلدان ذات الصلة بالمشروع.

المطلب الثالث: تعزيز استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

يعود الاهتمام بتطوير الطاقات المتحددة في الجزائر إلى سنوات الاستقلال الأولى بإنشاء معهد الطاقة الشمسية سنة 1962، وتعتبر تنمية الطاقات المتحددة إحدى الخيارات الرئيسية التي تضمنها قانون التحكم في الطاقة لسنة 1969، نظرا لمزاياها الاجتماعية والاقتصادية والبيئة الكبيرة وباعتبارها أحد روافد التنمية الوطنية المستدامة، فقد أوليت أهمية كبيرة لتطوير هذه الموارد، من خلال إصدار القانون رقم 04-09 المتعلق بتنمية الطاقة المتحددة في إطار التنمية المستدامة.

 $^{^{1}}$. بوزیان مهماه وآخرون. مرجع سابق، ص 1 61.

². المرجع نفسه، ص 164.

- ويهدف الاهتمام بتطوير الطاقة المتجددة في الجزائر تحقيق هدفين رئيسيين يتمثلان في:
- تقديم الخدمات الطاقوية اللازمة للمناطق المعزولة والبعيدة عن شبكات توزيع الطاقة؛
- المساهمة في المحافظة على احتياط المحروقات باستغلال حقول الموارد المتحددة التي تتوفر عليها الجزائر و حاصة الطاقة الشمسية.

أولا: الهيئات المؤسساتية لتطوير الطاقات المتجددة

للجزائر قدرات هامة من الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية، تأهلها للعب دور مهم في إنتاج وتصدير الطاقة الكهربائية، وهذه الأخيرة لا تزال في بداية مسارها في الجزائر مقارنة مع دول أخرى، ويرجع هذا التأخير في تطوير الطاقات المتجددة في الاعتماد على وفرة الطاقة الاحفورية وانخفاض تكلفتها.

ونظرا لإدراك أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الحفاظ على موارد الطاقة الأحفورية غير المتجددة وحماية البيئة، أصبحت الطاقة المتجددة أحد أهم محاور السياسة الطاقوية والبيئية في الجزائر، وفي هذا السياق ومن أجل ترقية إنتاج الطاقة المتجددة، تم إنشاء الهيئات التالية:

- 1. نيو إينارجي ألجيريا (New Energy Algeria): وهي شركة مختلطة بين الشركة الوطنية سوناطراك والشركة الوطنية سونلغاز ومجمع (SIM) لإنتاج المواد الغذائية، تم إنشاؤها سنة 2002، وتتلخص مهامها في أ:
 - ترقية الطاقات الجديدة والمتجددة وتطويرها؟
- تعيين وإنجاز المشاريع المرتبطة بالطاقات الجديدة والمتحددة، والتي تكون لديها فائدة مشتركة بالنسبة إلى الشركاء سواءً في الجزائر أو خارجها.

ومن أهم مشاريعها والتي شرعت في تنفيذها خلال 2005:

- مشروع 150 ميغاواط تحجين شمسي غاز في حاسي الرمل، يمثل الجزء الشمسي فيه 30%؛
 - مشروع إنجاز حظيرة هوائية بطاقة 10 ميغاواط في منطقة تندوف؟
- استعمال الطاقة الشمسية في الإنارة الريفية في تمنراست ومنطقة الجنوب الغربي (مشروع إيصال الطاقة الكهربائية إلى 1500 حتى 2000 مترل ريفي) .
- 2.وحدة تطوير التجهيزات الشمسية(U.D.E.S): هذه الوحدة مكلفة بتطوير التجهيزات الشمسية وإنجاز نماذج تجريبية تتعلق ب:
 - التجهيزات الشمسية ذات المفعول الحراري وذات الاستعمال المترلي أو الصناعي والفلاحي؟
 - التجهيزات الشمسية بفعل الإنارة الفولتية وذات الاستعمال المترلى والفلاحي؟
 - التجهيزات والأنظمة الكهربائية، الحرارية، الميكانيكية والتي تدخل في تطوير التجهيزات الشمسية.

¹. Ministère de l'Energie et des Mines. **Création de la New Energy Algeria** [en Igine]. Disponible sur :< http://www.mem-algeria.org/fr/entreprises/neal.htm http://www.mem-algeri

3. مركز تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة (C.D.E.R): وتتلخص مهام هذا المركز فيما يلي:

- جمع ومعالجة المعطيات من أحل تقييم دقيق للطاقات :الشمسية، الرياحية، حرارة الأرض الجوفية والكتلة الحيوية؛
 - صياغة أعمال البحث الضرورية لتطوير إنتاج الطاقات المتحددة واستعمالها؟
- وضع إجراءات تقنية وتجهيزات مادية ووسائل القياس الضرورية لاستغلال الطاقات المتحددة واستعمالها؛
 - صياغة معايير تأهيل المواقع؛
 - صياغة معايير صناعة التجهيزات في ميدان الطاقات المتجددة واستعمالها.

ثانيا: خطة الجزائر في مجال الطاقات المتجددة

مهدت الجزائر لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة، وتستند رؤية الحكومة الجزائرية على إستراتيجية تتمحور حول تثمين الموارد التي لا تنضب مثل الموارد الشمسية واستعمالها لتنويع مصادر الطاقة وهذا لإعداد جزائر الغد؛ وبفضل الإدماج بين المبادرات والمهارات، تعتزم الجزائر الدخول في عصر الطاقة الجديد المستدام.

إن البرنامج يتمحور على تأسيس قدرة ذات أصول متجددة بحوالي 22000 ميغا واط وهذا خلال الفترة الممتدة مابين2011 و2030، منها 12000 ميغاواط موجهة لتغطية الطلب الوطني على الطاقة الكهربائية و10000 ميغا واط للتصدير أ؛ وبالنسبة للتصدير فهو مشروط بوجود طلب شراء مضمون على المدى الطويل، ومتعاملين نجعاء والتمويلات الخارجية.

إن الطاقات المتجددة تتواجد في صميم السياسات الطاقوية والاقتصادية الجزائرية، ومن الآن وإلى غاية سنة 2030، سيكون حوالي 40 % من إنتاج الطاقة الكهربائية انطلاق من طاقة شمسية كهرضوئية وحرارية، اللتين سوف تكونان محرك لتطوير اقتصادي مستدام من شأنه التحفيز على نموذج جديد للنمو؛ فالإمكانيات الوطنية من الطاقات المتجددة هامة جدا ولاسيما بالطاقة الشمسية، لذا تعتبر الجزائر هذه الطاقة بمثابة فرصة ومحرك للتطوير الاقتصادي والاجتماعي وهذا من خلال إقامة صناعات خلاقة للثروة ومناصب الشغل، مقارنة بإمكانياتها من طاقات الرياح والكتلة الحية والحرارة الجوفية والطاقة الكهربائية المائية المتواجدة بدرجة أقل أهمية؛ وهذا لا يمنع من إطلاق عدة مشاريع لإنجاز مزارع لطاقة الرياح وإنشاء مشاريع تجريبية في الكتلة الحية والحرارة الجوفية.

174

^{1.} وزارة الطاقة والمناجم. برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية. الجزائر: وزارة الطاقة والمناجم، 2011، ص4.

يشتمل البرنامج من 2011 والى غاية 2020 على انجاز (60) محطة شمسية كهروضوئية وشمسية حرارية وحقول لطاقة الرياح ومحطات مختلطة، ويكون انجاز مشاريع الطاقات المتحددة لإنتاج الطاقة الكهربائية المخصصة للسوق الوطنية على ثلاث مراحل¹:

- المرحلة الأولى: مابين 2011 و 2013، وتخصص لإنجاز المشاريع الريادية(النموذجية) لاحتبار مختلف التكنولوجيات المتوفرة؛
 - المرحلة الثانية: ما بين 2014و 2015، وسوف تتميز بالمباشرة في نشر البرامج؟
 - المرحلة الأخيرة: مابين 2016 و2020، وسوف تكون حاصة بالنشر على المستوى الواسع.

هذه المراحل تجسد إستراتيجية الجزائر التي تهدف إلى تطوير جدي لصناعة حقيقية للطاقة الشمسية مرفقة ببرنامج تكويني وتجميع للمعارف التي تسمح باستغلال المهارات المحلية الجزائرية وترسيخ النجاعة الفعلية، لا سيما في مجال الهندسة وإدارة المشاريع؛ ويسمح كذلك برنامج الطاقات المتحددة في احتياحات الطاقة الكهربائية بالسوق الوطني إلى خلق عدة آلاف من مناصب الشغل المباشرة وغير المباشرة.

1. برنامج الطاقات المتجددة (2010-2010): تعتزم الجزائر على أن تسلك نهج الطاقات المتحددة قصد إيجاد حلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية والمشاكل للحفاظ على الموارد الطاقوية ذات الأصول الأحفورية.

إن هذا الخيار الاستراتيجي تحفزه الإمكانيات الهامة للطاقة الشمسية الحرارية والكهرضوئية كحصة معتبرة، ويجب أن يبلغ إنتاج الطاقة الشمسية من الآن و إلى غاية سنة 2030 أكثر من 37% من مجمل الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية.

وبالرغم من القدرات الضعيفة، فإن البرنامج لا يستثني طاقة الرياح التي تشكل المحور الثاني للتطور والتي يجب أن تقارب حصتها 3% من مجمل الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية في سنة 2030؟ كما تنوي المحزائر أيضا تأسيس بعض الوحدات التجريبية الصغيرة بهدف احتبار مختلف التكنولوجيات في ميادين طاقات الكتلة الحية، الحرارة الجوفية وتحلية المياه المالحة عن طريق مختلف فروع الطاقات المتجددة.

ويعرف برنامج الطاقات المتجددة بالمراحل التالية²:

- من سنة 2011 و إلى غاية سنة 2013، يتوقع تأسيس قدرة إجمالية تقدر بـــ 110 ميغاواط؛
 - في أفق 2015، يتم تأسيس قدرة إجمالية تقارب 650 ميغاواط؛

^{1.} المرجع نفسه، ص5.

^{2.} المرجع نفسه، ص9.

- من سنة 2011 و إلى غاية سنة 2020، ينتظر تأسيس قدرة إجمالية بحوالي 2600 ميغاواط للسوق الوطني واحتمال تصدير ما يقارب من 2000 ميغاواط؛
- من سنة 2011 و إلى غاية سنة 2030 من المرتقب تأسيس قدرة تقدر بحوالي 12000 ميغاواط للسوق الوطني ومن المحتمل تصدير ما يقارب من 10000 ميغاواط.

ويمكن تلخيص البرنامج حسب كل نوع من الطاقة كالتالي :

أ- الطاقة الشمسية الكهروضوئية: تستند الإستراتيجية الطاقوية للجزائر على التسريع في تطوير الطاقة الشمسية، فالحكومة تخطط إلى إطلاق عدة مشاريع شمسية كهروضوئية بقدرة كاملة تبلغ حوالي 800 ميغاواط/ذروة من سنة 2011 و إلى غاية 2020، وكذا إنجاز مشاريع أخرى ذات قدرة 200 ميغاواط/ذروة في الفترة الممتدة بين 2021 و 2030.

ب- الطاقة الشمسية الحرارية: تعتزم الجزائر تثمين إمكانياتها من الطاقة الشمسية، التي تعتبر من بين الأهم في العالم، بالشروع في انجاز مشاريع هامة في الطاقة الشمسية الحرارية، بحيث سوف يتم الشروع في انجاز مشروعين نموذجين لمحطتين حراريتين ذوات تركيز مع التخزين بقدرة إجمالية قدرها حوالي 150 ميغاواط لكل واحدة في الفترة الممتدة مابين 2011 و 2013 هذان المشروعان يضافان إلى المحطة المحتلطة بحاسي الرمل ذات القدرة الإنتاجية بـ 150 ميغاواط منها 25 ميغاواط من الطاقة الشمسية، وفي المرحلة الممتدة مابين 1200 و 2020، سيتم إنشاء وتشغيل أربع محطات شمسية حرارية مع تخزين بقدرة إجمالية تبلغ حوالي 500 ميغاواط في السنة وهذا إلى غاية سنة 2020 ثم ميغاواط في السنة إلى غاية سنة 2030.

ج- طاقة الرياح: يرتقب برنامج الطاقات المتحددة في المرحلة الأولى الممتدة مابين 2011 و2013، تأسيس أول مزرعة هوائية بقدرة تبلغ بـــ10 ميغاواط بأدرار؛ وانجاز بين فترة 2014 و2015 مزرعتين هوائيتين تقدر طاقة كل واحدة منهما بـــ 20 ميغاواط، وسوف يشرع في إجراء دراسات لتحديد المواقع الملائمة لانجاز مشاريع أخرى في الفترة الممتدة مابين 2016 و 2030 بقدرة تبلغ حوالي 1700 ميغاواط.

2. تطوير القدرات الصناعية للطاقات المتجددة: عملا على مرافقة وإنجاح برنامج الطاقات الجديدة والمتحددة، تعتزم الجزائر تقوية النسيج الصناعي حتى يكون في طليعة التغيرات الإيجابية، سواء على الصعيدين الصناعي والتقني أو على الصعيدين الهندسي والبحثي، كما أن الجزائر عازمة على استثمار جميع الأقسام المبدعة وتطويرها محليا حسب كل نوع من الطاقات، كالآتي 2 :

¹. المرجع نفسه، ص10·11.

². المرجع نفسه، ص18، 19،20.

أ- الطاقة الشمسية الكهروضوئية: يرتقب في الفترة الممتدة بين 2011 و2013، بلوغ نسبة 60% من إدماج الصناعة الجزائرية، وسيتم بلوغ هذا الهدف الطموح بفضل إنشاء مصنع لإنتاج الألواح الكهرضوئية بقدرة تعادل 120 ميغاواط/ الذروة في السنة من طرف مجمع سونلغاز عبر شركتها الفرعية (الرويبة إنارة) والذي يرتقب الشروع في تشغيله مع نهاية 2013؛ كما ستتميز هذه الفترة أيضا بأعمال تقوية النشاط الهندسي ودعم وتطوير الصناعة الكهرضوئية من خلال تكوين شراكة تجمع مختلف الفاعلين (الرويبة للإنارة، سونلغاز، مركز البحث وتطوير الطاقة الكهربائية والغاز، مركز تطوير الطاقات المتحددة ووحدة تطوير تكنولوجيا السلسيوم) بالشراكة مع مراكز للبحوث.

يتمثل الهدف في الفترة الممتدة بين 2014 و2020، إلى بلوغ نسبة 80% من إدماج القدرات الجزائرية. ولهذا الغرض، يرتقب بناء مصنع لإنتاج السليسيوم. ومن جهة أخرى، ينتظر إنشاء شبكة وطنية للمقاولة لصناعة منوبات التيار، البطاريات، المحولات والكوابل والأجهزة الأخرى التي تدخل في بناء المحطات الكهرضوئية؛ كما يجب أن تتوفر لدى الجزائر في نفس الفترة قدرات في التصميم والتزويد والإنجاز قادرة على بلوغ نسبة إدماج قدرها 60 % من طرف مؤسسات جزائرية. كما يرتقب إنجاز مركز للموافقة على المنتجات الخاصة بتجهيزات الطاقة المتجددة.

في الفترة الممتدة بين 2021 و2030، سيتمثل الهدف في بلوغ نسبة إدماج تفوق 80%. ولهذا، فإنه يجب توسيع القدرة على إنتاج الخلايا الكهروضوئية لبلوغ 200 ميغاواط/ الذروة في السنة. وسوف تتميز هذه الفترة بتطوير شبكة وطنية للمقاولة لصناعة الأجهزة الضرورية في بناء محطات شمسية كهرضوئية. كما ستتميز بالتحكم الكامل في نشاطات الهندسة والتزويد وبناء محطات ووحدات تحلية المياه المالحة. ويرتقب خلال نفس هذه الفترة القيام بالتصدير ليس للكهرباء المنتجة من الطاقات المتجددة فحسب، بل و أيضا للمهارة والأجهزة التي تدخل في إنتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من الطاقات المتجددة.

ب- الطاقة الشمسية الحرارية: ستعرف الفترة الممتدة بين 2011و 2013 انطلاق دراسات من أجل الصناعة المحلية للأجهزة الخاصة بفرع الطاقة الشمسية الحرارية.

وفي الفترة الممتدة بين 2014 و2020، يرتقب بلوغ نسبة إدماج تقدر بــ50% من خلال انجاز ثلاثة مشاريع أساسية والتي سوف تتم بالتوازي مع أعمال دعم القدرات الهندسية:

- بناء مصنع لصناعة المرايا؟
- تشييد مصانع لصناعة أجهزة السائل الناقل للحرارة و أجهزة تخزين الطاقة؟
 - بناء مصنع لصناعة أجهزة كتلة الطاقة؛
 - تطوير نشاط الهندسة وقدرات التصميم والتزويد والإنجاز.

ويجب أن تفوق نسبة الإدماج في الفترة الممتدة بين 2021 و2030 ، نسبة 80 % بفضل تحسيد المشاريع الآتية:

- توسيع قدرة صنع المرايا؟
- توسيع قدرة صنع السوائل الناقلة للحرارة وأجهزة تخزين الطاقة؛
 - توسيع قدرة صنع أجهزة كتلة الطاقة؛
 - صنع وتزويد وإنجاز محطات عن طريق الإمكانيات الخاصة.

ج- طاقة الرياح: يرتقب في سنة 2013، الشروع في دراسات لإقامة صناعة الطاقة الرياحية، وفي الفترة الممتدة بين 2014 و2020، يكون الهدف هو التوصل إلى نسبة إدماج تقدر بــ50%، وسوف تتميز هذه الفترة بالنشاطات الآتية 1:

- تشييد مصنع لصناعة الأعمدة ودوارات الرياح؟
- إنشاء شبكة وطنية للمقاولة من الباطن لصناعة أجهزة أرضية رافعة؟
- الرفع في كفاءة نشاط الهندسة وقدرات التصميم والتزويد والانجاز من أحل بلوغ نسبة إدماج تقدر على الأقل بـــ50 % من طرف المؤسسات الجزائرية.

ويجب أن تفوق نسبة الإدماج 80 % في الفترة الممتدة بين 2021 و2030، بفضل توسيع قدرات صناعة الأعمدة وعنفات الرياح وتطوير شبكة وطنية للمقاولة من الباطن لصناعة أجهزة أرضية رافعة، كما يرتقب تصميم وتزويد وإنجاز عنفات الرياح بإمكانيات خاصة والتحكم في نشاطات الهندسة والتزويد وبناء محطات ووحدات تحلية المياه المالحة.

ثالثا: دور الطاقة الشمسية في ترقية المناطق النائية والصحراوية بالجزائر

إن نسبة تغطية الطاقة الكهربائية في الجزائر بلغت 97%، والنسبة المتبقية غير المستفيدة من الطاقة الكهربائية هي قرى ذات الكثافة السكانية القليلة والمتباعدة، إلى جانب القرى المتواجدة في المناطق الجبلية والهضاب العليا، ولأسباب اقتصادية واضحة فإن تزويدها بطاقة كهربائية كافية غير محقق نظرا لارتفاع تكاليف الصيانة والإنتاج والتركيب، حاصة للمراكز البعيدة عن محطات الإنتاج المتواجدة، وعليه فإن البديل الفعلى لتزويد هذه المناطق بالطاقة الكهربائية يتمثل في الطاقة الشمسية.

 $^{^{1}}$. المرجع نفسه، ص 20 .

في إطار برنامج الكهربة الريفية 1995 -2002 تم تزويد 20 قرية بالخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية، شملت 1000 أسرة أ، وهذا في أربعة ولايات في الجنوب هي: تمنراست، تندوف، إليزي وأدرار، والجدول في الملحق رقم (9) يوضح ذلك.

وفي إطار البرنامج الوطني للإنارة الريفية 2006-2009 تم تزويد 16 قرية معزولة عن طريق الطاقة الشمسية بفعل الإنارة الفوتوفلتية، ويقدم الجدول في الملحق رقم(10) معلومات عن هذه القرى.

إن الطاقة الكهربائية الموفرة من خلال هذه المشاريع، قد تسمح بتحسين الظروف المعيشية لسكان القرى وبتعزيز استقرارهم، وخدمة أراضيهم، ويمكن ذكر بعض النتائج التي يمكن تحقيقها من هذه المشاريع كمايلي:

- باستخدام الطاقة الشمسية يمكن تخفيض تكلفة الإنارة في القرى النائية؛
- تمكين سكان المناطق النائية من الاستفادة من الخدمات العمومية دون اللجوء إلى قطع مسافات طويلة اتجاه المدن؟
- المساهمة في محاربة ظاهرة التروح الريفي وذلك عن طريق توفير الطاقة الكهربائية لاستخدامها في مختلف المحالات وخاصة الزراعية.

تعتبر المشاريع السابقة مشاريع أولية ينتظر تعميمها في السنوات القادمة لإتاحة الفرص لجميع الــسكان وتوفير أدبى متطلبات الحياة من الطاقة الكهربائية.

179

¹. Ministère de l'Energie et des Mines. **Présentation des 20 villages solaires dans le Sud Algérien**[en ligne]. Disponible sur : < http://www.mem-algeria.org/fr/enr/energie%20solaire/pres_20-villages.htm (consulté le 20/11/2011).

خلاصة الفصل

من خلال هذا الفصل تبين أن الجزائر تمتلك إمكانيات طاقوية هامة متنوعة بين الطاقات الأحفورية، بتوفرها على إحتياطات كبيرة من الغاز الطبيعي، والطاقات المتحددة أين تستفيد الجزائر من شساعة إقليمها وتنوع ظروفها المناخية في تنوع مصادر الطاقة المتحددة وأهمها الطاقة الشمسية، لكن رغم هذا التنوع في مصادر الطاقة تبقى الطاقة الأحفورية السمة الغالبة المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية، بحيث يعتبر الغاز أهم مصدر طاقوي أولي مستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، فالمساهمة الإجمالية له في الإنتاج تقدر بـ 96 % عام 2009، ويعود ذلك أساسا لتوفره بالكميات والنوعيات المناسبة ونظرا لكفاءته الاقتصادية والبيئية في هذا المجال.

ومن هذا المنطلق يجب أن تتجه إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر نحو الاستخدام الرشيد والأكفأ للطاقة بما في ذلك التوسع في استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية، باستخدام محطات الدورة المركبة التي تتميز بالكفاءة العالية، واستكمال مشاريع الربط الكهربائي الإقليمية، مع زيادة مساهمة القطاع الخاص المحلي والأجنبي في مشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية، وتجسيد فعلي للبرامج المخطط لها لتطوير وترقية استخدام الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية.

وقد سعت الجزائر إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، من خلال إنشاء أول محطة هجينة في العالم تعمل بالمزاوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي لإنتاج 150 ميغاواط من الطاقة الكهربائية سنويا، حوالي 83 % منها عن طريق الغاز الطبيعي المتواجد في حقل حاسي الرمل بالجنوب الجزائري وحوالي 17% عن طريق الطاقة الشمسية التي تمتلك الجزائر منها إمكانيات جد معتبرة.

خـــاتمة

إن وضع إستراتيجية متكاملة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، يستلزم تحديد أنسب الوسائل المتاحة على المستوى الوطني أو الإقليمي، فضلاً عن تحديد أولويات تطبيقها، طبقًا لعناصر تقويم محددة تستهدف تحديد أقصى حدوى فنية واقتصادية من هذا التطبيق، ويعتمد ذلك على الفهم الصحيح للتنمية الشاملة المستدامة كفكرة نظرية وممارسة عملية لمختلف حوانبها وأبعادها الاقتصادية والاحتماعية والبيئية.

من هذا المنطلق ومن خلال هذه الدراسة، نخلص إلى النتائج التالية، والتي تتضمن في ثناياها إجابات عن التساؤلات المطروحة في إشكالية الدراسة، كما تعتبر احتباراً لفرضياتها:

نتائج الدراسة النظرية

- تم التأكد من خلال هذه الدراسة بأن الطلب على الطاقة الكهربائية في ارتفاع نتيجة عوامل عديدة، وأن الوقود الأحفوري سيظل الوقود الأساسي في إنتاج الطاقة الكهربائية بنسبة أكثر من 67 %، حيث يتسبب الاستعمال الكثيف واللاعقلاني للطاقة الأحفورية وحرقها في انبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة (حوالي 80 % من الغازات الدفيئة عالميا مصدرها القطاع الطاقوي)، والتي أدت إلى بروز ظاهرة الاحتباس الحراري التي تهدد العالم بكوارث بيئية خطيرة وتغيرات مناخية قد تؤثر على الكرة الأرضية سلبيا بشكل كبير، وبالتالي فإن إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي الحالي غير مستدام، بدلا من أن يوفر أساسا للتنمية للأحيال القادمة، فإنه يشكل خطرا عليها، وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الأولى؛

- تعد الطاقة الكهربائية من العناصر الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تشكل إمداداتها عاملا أساسيا في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو وتوفير فرص للعمل، وتحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر، لذلك لابد من ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية بغرض انتشارها بشكل مقبول اقتصاديا، احتماعيا وبيئيا وفق ضوابط التنمية المستدامة؟

- يساهم استخدام نظام الإدارة البيئية وأسلوب الإنتاج الأنظف في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وفق متطلبات التنمية المستدامة، من خلال تحقيق أداء بيئي أفضل، وتحقيق كفاءة أكبر في استخدام الموارد والطاقة والوصول إلى إنتاج أكبر نتيجة تقليل الهدر والفاقد في إنتاج الطاقة الكهربائية، بالإضافة إلى الحد من التلوث البيئي، وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الثانية؛

- إن ترقية كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية تؤدي إلى خفض استهلاك الوقود، وبالتالي خفض انبعاث الغازات الدفيئة، ويعتمد ذلك على الوسائل والإجراءات التالية:
- استخدام التكنولوجيات المتطورة لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية مثل محطات الدورة المركبة والدورة المشتركة للحرارة والطاقة الكهربائية، والذي يؤدي إلى رفع الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية بأكثر من 60%، كما أن استخدام تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون تساهم في تقليل انبعاث الغازات الدفيئة؛ ويعتبر الربط الكهربائي أحد الوسائل الهامة لترشيد المنظومات الكهربائية، كما أنه يعتبر أحد أركان التعاون الأساسي بين الدول بهدف الحد من التكاليف الرأسمالية والتكاليف التشغيلية لإنتاج الطاقة الكهربائية لمقابلة مستوى معين من الطلب، ولتحقيق وفر في استخدام الطاقة الأولية؛
- إن التحول إلى استخدام مصادر أنظف للوقود، يؤدي إلى خفض انبعاث الغازات الدفيئة في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، ويعد الغاز أحد الخيارات الطاقوية المستدامة نظرا لأنه متوفر بالكمية والنوعية المناسبتين، ولكفاءته الإنتاجية العالية للطاقة الكهربائية، ويساهم استخدامه في دعم النمو الاقتصادي على المدى المتوسط والبعيد، ومن الناحية البيئية فالغاز يعتبر مصدر طاقة أقل تلويثا للبيئة من مصادر الطاقة الأحفورية الأحرى(الفحم والبترول)؛
- تعتبر تكنولوجيا استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية أحد الخيارات الطاقوية المستدامة حاليا، ولكن بشكل أقل وتحفظ أكثر، وذلك لكونها غير منتجة للغازات الدفيئة المتسببة في ظاهرة الاحتباس الحراري، ولكفاءتها الإنتاجية العالية للطاقة الكهربائية، ولكنها غير مفضلة على المستوى الاجتماعي لأسباب تتعلق بمخاطر إدارة النفايات الإشعاعية، وكذلك من ناحية تنامي الاستعمالات العسكرية لهذه الطاقة، وبالتالي فاختيار هذه الطاقة كأحد البدائل الأساسية للتنمية المستدامة يتطلب تكثيف الأبحاث في مجال تأمين إنتاجها، وكذلك تطوير تكنولوجيات توزيع هذه الطاقة بالشكل الذي يسمح بتقليل النفايات الإشعاعية الصادرة عنها؛
- تؤدي إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية الحصول على إنتاج أكثر باستهلاك طاقة أقل، وهي تلك الجهود المخططة للتأثير على المستهلكين لتبني واستخدام بعض الإجراءات الهادفة لتخفيف استهلاكهم، وذلك عن طريق الترشيد في استخدام الطاقة الكهربائية؛ مما يساعد في رفع كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية وتقليل التكلفة، والحفاظ على الموارد الطبيعية والمحافظة على البيئة؛
- إن استخدام المصادر المتحددة لإنتاج طاقة نظيفة لا تسبب تلوث للبيئة، قد أصبح مطلبا ملحا وأنه لابد من العمل على تطوير هذه المصادر الجديدة خاصة منها الطاقة الشمسية وتنميتها لاستخدامها في إنتاج الطاقة الكهربائية، وذلك من خلال رسم سياسة اقتصادية متسلسلة ومعتمدة على الجوانب الهامة كالسعر والجانب المالي، وتشجيع وتطوير التجارة المتعلقة بالتكنولوجيات ذات الصلة بالطاقات

المتحددة؛ وإن إنتاج طاقة كهربائية لامركزية من الطاقات المتحددة هي وسيلة لتهيئة إقليم، وتحقيق استقلالية في إنتاج الطاقة، وحماية البيئة وتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية مستدامة.

تؤكد هذه النتائج على أن استخدام تكنولوجيا الطاقة الأحفورية النظيفة، وتطوير تقنيات الطاقات المتحددة، وترشيد استخدام الطاقة الكهربائية تعتبر أهم ركائز لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الثالثة.

نتائج الدراسة التطبيقية

- تمتلك الجزائر احتياطات كبيرة من الطاقات غير المتجددة، بالنسبة للغاز الطبيعي قدرت الاحتياطات بحوالي 4500 مليار م⁸ عام 2009، أما بالنسبة للبترول فبلغت الاحتياطات حوالي 12.2 مليار برميل في عام 2009؛ أما بالنسبة للطاقات المتجددة فتمتلك الجزائر إمكانات هائلة في مجال الطاقة الشمسية، حيث تعتبر من بين الأكبر على المستوى العالمي، حيث تقدر المدة الزمنية (كثافة الفيض الإشعاعي) بأكثر من 200 ساعة ويمكن أن يصل إلى 3900 ساعة في (الهضاب العليا والصحراء)؛

- وصلت كفاءة الإنتاج بالمحطات الحرارية في الجزائر إلى 39 %، ويعود الارتفاع النسبي للكفاءة إلى وحود قدرات إنتاجية عالية لاسيما لدى معظم محطات الإنتاج الخاصة، والتي تعمل بمحطات الدورة المركبة ذات الكفاءة الإنتاجية العالية (من 58 % إلى 60 %)، والتي تشكل نسبة 18 % من مجموع الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في الجزائر؛

- قامت الجزائر بخصخصة قطاع الطاقة الكهربائية ليتولى دوراً أساسياً للاستثمار فيها وإدارة وتشغيل مشاريعها، ومن الملاحظ أن التنظيم الجديد لقطاع الطاقة الكهربائية بالجزائر يهدف إلى تميئة القطاع لجابحة التحديات المستقبلية ومساندة التنمية وفتح المحال لتنويع مصادر الدخل وإيجاد فرص عمل للأجيال القادمة، وذلك من خلال وضع الأسس التنظيمية الفاعلة والمرنة لهذا القطاع الحيوي لتنفيذ المشاريع من المنظور الوطني الشامل وفي التوقيت المناسب، وعما يحقق خفضاً للتكاليف الإجمالية التي تنعكس في النهاية لصالح المستهلك؛

- تتجه سياسة تسعير الطاقة الكهربائية بالجزائر في السنوات الأخيرة نحو تحرير الأسعار (الأسعار الحقيقية) إذ يجب أن تعبر هذه الأسعار، عن التكلفة الاقتصادية عند وضع هذه المواد في متناول المستهلك، كما تسمح بإبراز أي دعم حكومي عن طريق اختيار المواد التي يجب تشجيع استهلاكها أو تلك المخصصة لطبقات اجتماعية معينة ترى الدولة و جوب حمايتها؛

- انبثق من الاتجاهات الكبرى للسياسة الطاقوية التي اتخذها الجزائر عدد من البرامج والنشاطات ترمي إلى توفير الطاقة الكهربائية اللازمة للاقتصاد الوطني واستغلالها بصورة عقلانية وبأقل تكلفة، حيث يعتبر برنامج الفعّالية الطاقوية وبرنامج التحكم في الطاقة عنصرا أساسيا للتطور الاقتصادي والاجتماعي، والمحافظة على البيئة وكذا المحافظة على مصادر الطاقة الوطنية، وتم تحديد البرنامج الوطني لترشيد الطاقة (PNME) حسب نوعية المواد الطاقوية (مواد بترولية، طاقة كهربائية)، ومجالات الاستعمال (إنارة، تدفئة)، وكذا ميادين الاستخدام المختلفة (صناعة، زراعة...الح)؛

- يعتبر الغاز أهم مصدر طاقوي أولي مستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، فالمساهمة الإجمالية له في الإنتاج تقدر بـ 96 % عام 2009، ويعود ذلك أساسا لتوفره بالكميات والنوعيات المناسبة ونظرا لكفاءته الاقتصادية والبيئية في هذا المجال، وقد سعت الجزائر إلى ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، من خلال إنشاء أول محطة هجينة في العالم تعمل بالمزاوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي لإنتاج 150 ميغاواط من الطاقة الكهربائية سنويا، حوالي 83 % منها عن طريق الغاز الطبيعي المتواجد في حقل حاسي الرمل بالجنوب الجزائري و 17% عن طريق الطاقة الشمسية التي تمتلك الجزائر منها إمكانيات جد معتبرة؛

- مهدت الجزائر لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتحددة، خاصة الطاقة الشمسية، والذي يتمحور على تأسيس قدرة ذات أصول متحددة بحوالي 22000 ميغاواط وهذا خلال الفترة الممتدة مابين 2011 و2030، منها 12000 ميغاواط موجهة لتغطية الطلب الوطني على الطاقة الكهربائية و10000 ميغاواط للتصدير، مما يؤهلها للعب دور مهم في إنتاج وتصدير الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة الشمسية؛

- في إطار استخدام الطاقة الشمسية في المناطق الصحراوية والنائية بالجزائر، تم تزويد 20 قرية بالخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية، شملت 1000 أسرة، مما سمح بتحسين الظروف المعيشية لسكان هذه القرى وبتعزيز استقرارهم، وخدمة أراضيهم، والاستفادة من الخدمات العمومية دون اللجوء إلى قطع مسافات طويلة اتجاه المدن، والمساهمة في محاربة ظاهرة التروح الريفي.

تؤكد النتائج الثلاثة الأحيرة، على أن الاستخدام الأمثل للغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية وهذا ما وتعزيز استخدام الطاقة الكهربائية، وهذا ما يؤكد صحة الفرضية الرابعة.

توصيات واقتراحات

بناء على النتائج سابقة الذكر المتوصل إليها من خلال هذه الدراسة، يمكن تقديم التوصيات والاقتراحات التالية:

- تحديث الإستراتيجية الوطنية للطاقة في الجزائر، لتتلاءم مع المستجدات الحديثة والنمو المطرد في استخدام الطاقة الكهربائية؛
 - رفع كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية في محطات الإنتاج القائمة واستخدام التقنيات المتطورة؟
- تعزيز استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية لكونه أرخص المشتقات النفطية وكونه أقل تلوثاً للسئة.
- تطبيق برامج مراقبة حودة الهواء والمياه، وتوفير إمكانيات معالجة مياه الصرف الصناعي بمحطات الإنتاج؛ - استكمال وتعزيز مشاريع الربط الكهربائي الإقليمية.
- نشر الوعي لزيادة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية من خلال وضع أنظمة متطورة لتسعيرة الطاقة واستخدام الأجهزة الموفرة للطاقة الكهربائية وغيرها.
- تطوير السياسات للاقتصاد في استخدام مصادر الطاقة المستنفدة (الوقود الأحفوري)، خاصة تشريعات وآليات تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وحوافز الاستثمار والنظم الضريبية المشجّعة على إقامة تلك المشروعات؛
- التوجه نحو تغيير نمط الحياة والسلوك الاستهلاكي ترشيدًا لاستخدام الطاقة الكهربائية، من خلال التوعية العامة وتنمية مهارات الفنيين لتلافى عدم الكفاءة، هذا بالإضافة إلى رفع القدرات الإدارية ووضع أساس لنظام معلوماتي حول كفاءة الطاقة؛
 - دعم البحث العلمي والتطوير التقني في جميع محالات الطاقة التقليدية والمتحددة والنووية؛
- التأكيد على أهمية شفافية البيانات المتعلقة بجميع مشاريع الطاقة المختلفة كمشاريع الطاقة النووية والطاقة المتجددة وغيرها من حيث اختيار المواقع ونواحي السلامة العامة والتكلفة والجدوى الاقتصادية والآثار البيئية المترتبة عن إنشاء هذه المشاريع مع ضرورة فتح باب الحوار والنقاش العام بهدف تحقيق المصلحة العامة؟
- تقييم التأثيرات البيئية كأساس لدراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروعات إنشاء محطات إنتاج الطاقة الكهربائية الجديدة، وتوفيق الأوضاع البيئية بمحطات الإنتاج القديمة؛
- لابد من العمل على تطوير المصادر المتحددة خاصة منها الطاقة الشمسية وتنميتها لاستخدامها في إنتاج طاقة نظيفة، وذلك من خلال رسم سياسة اقتصادية متسلسلة ومعتمدة على الجوانب الهامة كالسعر والجانب المالي، وتشجيع وتطوير التجارة المتعلقة بالتكنولوجيات ذات الصلة بالطاقات المتحددة.

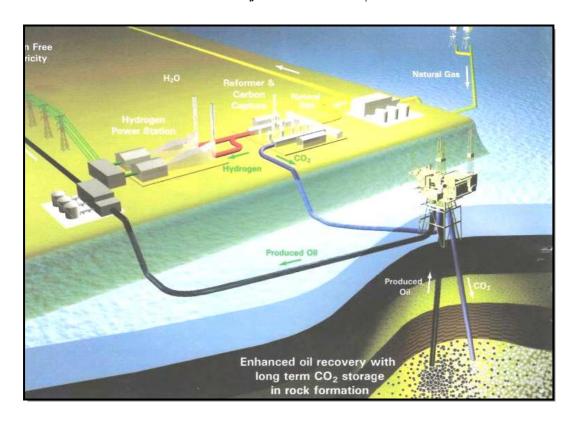
آفاق الدراسة

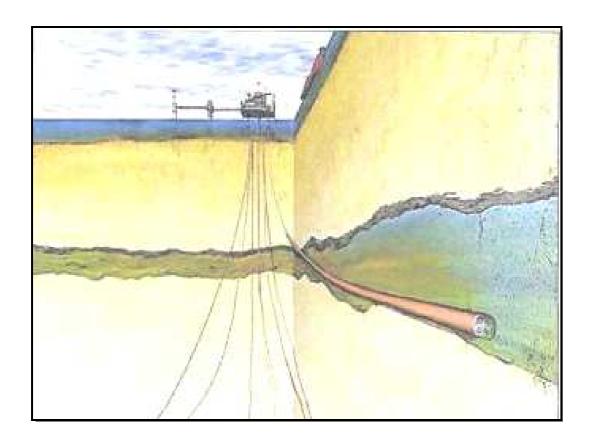
إن هذه الدراسة لا تقدم رؤية مطلقة أو نهائية عن موضوع ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة، ويرجع ذلك إلى إمكانية دراسة هذا الموضوع من جوانب عديدة وبأبعاد مختلفة .ولذلك يمكن اقتراح العديد من المواضيع التي قد تكون مكملة لهذه الدراسة أو تزيد في إثرائها من الناحيتين النظرية والعملية، وتتمثل هذه المواضيع فيما يلي:

- دور الربط الكهربائي بين البلدان في تحقيق التكامل الاقتصادي؛
- إستراتيجية التحكم في الطاقة في ظل ضوابط التنمية المستدامة؛
 - دور الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المحلية المستدامة؛
- آثار استغلال اقتصاديات الطاقات المتجددة على الدول العربية؟
- إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة؛
 - أثر الطاقة النووية على تحقيق التنمية المستدامة.

عالم

الملحق رقم (1):تقنية تخزين ثاني أكسيد الكربون





الملحق رقم (2):إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في بعض دول العالم لعامي 2007-2008

	الطاقة المركبة (MW – ميغاواط)		معدل النمو السنوي 2008/2007
	2007	2008	(%)
الصين	147000	147800	0.5
الولايات المتحدة الأمريكية	99771	99788	0.02
كندا	73616	74614	1.36
اليابان	47313	47341	0.06
فرنسا	25128	25175	0.19
ايطاليا	21117	21276	0.75
تركيا	13395	13829	3.24
النمسا	12145	12504	2.96
المكسيك	11519	11389	(1.13)
المانيا	10067	10001	(0.66)
استرائيا	9317	9304	(0.14)
كوريا الجنوبية	5492	5505	0.24
نيوزيلندا	5346	5373	0.51
المملكة المتحدة	4269	4373	2.44
جمهورية التشيك	2176	2192	0.74
بلجيكا	1417	1418	0.07
هنغاريا	49	51	4.08
هولندا	37	37	0.00
الدائمارك	9	9	0.00

ملاحظة: الأرقام بين قوسين تعنى سالبا.

لمصادرة

[.] IEA Renewables Information 2010 -

^{.(}WEC -World Energy Council 2010 (Survey of Energy Resources -

الملحق رقم (3):إجمالي طاقات الرياح المركبة في بعض دول العالم لعامي 2008-2009

	الطاقة المركبة (MW – ميغاواط)		معدل النمو السنوي 2009/2008
	2008	2009	(%)
الولايات المتحدة الامريكية	25237	35159	39.3
المانيا	23933	25813	7.9
الصين	12121	25853	113.3
أسبانيا	16543	18784	13.5
الهند	9655	10827	12.1
ايطاليا	3731	4845	29.9
فرنسا	3671	4775	30.1
الدائمارك	3159	3408	7.9
المملكة المتحدة	3263	4340	33.0
البرتغال	2829	3474	22.8
کندا	2371	3321	40.1
هولندا	2222	2226	0.2
اليابان	2033	2208	8.6
السويد	1024	1537	50.1
النوسا	996	995	(0.1)
بولندا	472	849	79.9
تركيا	458	801	74.9
مصر	384	552	43.8
المغرب	206	254	23.3
هنغاريا	127	201	58.3
تونس	20	54	170.0

المصادره

[.] BP Statistical Review of World Energy, June 2010 -

[.] EWEA - European Wind Energy Association 2010 -

[.] Global Wind Energy Council, 2010 -

^{.(}WEC -World Energy Council 2010 (Survey of Energy Resources -

الملحق رقم (4):إجمالي الطاقات الفوتوفولتية التراكمية المركبة في بعض دول العالم لعامي 2008-2009

	الطاقة – MW)	المركبة ميغاواط)	معدل النمو السنوي 2009/2008
	2008	2009	(%)
المانيا	5877.0	9677.0	64.7
اسبانيا	3354.0	3423.0	2.1
اليابان	2144.2	2628.2	22.6
الولايات المتحدة الأمريكية	1168.5	1645.5	40.8
ايطاليا	458.3	1188.3	159.3
كوريا الجنوبية	357.5	525.5	47.0
فرنسا	179.7	364.7	102.9
استراليا	104.5	170.5	63.2
هولندا	57.2	63.6	11.2
سويسرا	47.9	65.9	37.6
كندا	32.7	102.7	214.1
النمسا	32.4	37.5	15.7
المملكة المتحدة	22.5	32.5	44.4
المكسيك	21.8	23.0	5.5
باقي دول العالم	1740.9	2981.0	71.2
اجمالي العالم	15599.1	22928.9	47.0

لمصدر

[.] IEA Trends in Photovoltaic Applications 2010 -

الملحق رقم (5):إجمالي طاقة الكتلة الحيوية المركبة في بعض دول العالم لعامي 2007-2008

	الطاقة – MW)	المركبة ميغاواط)	معدل النمو السنوي 2008/2007
	2007	2008	(%)
الولايات المتحدة الأمريكية	7056	7172	1.6
السويد	2570	2761	7.4
ايطاليا	1936	2131	10.1
فتلندا	1757	1757	0.0
النمسا	1699	2024	19.1
المانيا	1300	1380	6.2
الدانمارك	333	558	67.6
المملكة المتحدة	530	513	(3.2)
المكسيك	473	473	0.0
جمهورية التشيك	387	468	20.9
استراليا	535	454	(15.1)
بلجيكا	329	442	34.3
كندا	329	442	34.3
هولندا	324	405	25.0
اسبانيا	396	374	(5.6)
تركيا	72	69	(4.2)
كوريا الجنوبية	6	10	66.7

ملاحظة: الأرقام بين قوسين تعنى سالبا،

المصدرة

[.] IEA Renewables Information 2010 -

الملحق رقم (6):التشريعات الجزائرية للقيم القصوى للانبعاثات مع/م³ Réglementation Nationale: Seuils limites d'émission (mg/m3)

	Centrales existantes	Futures centrales
Oxydes d'azote (NOx)	500	300
Dioxyde de soufre (SO2)	500	300
Poussières	100	50

المصدر: الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 06-138 المتعلق بتنظيم انبعاث الغاز والدخان والبخار والجزيئات السائلة أو الصلبة في الجو وكذا الشروط التي تتم فيها مراقبتها. الجريدة الرسمية، العدد رقم 24، 16 أفريل2006، ص 15.

الملحق رقم (7):

Directive Européenne 2001/80/CE: Seuils limites d'émission (mg/m3)

	Combustib	le liquide	Combustibl	e gazeux	
Oxydes d'azote (NOx)	Installations	Installations existantes		Installations existantes	
,	50-500 MW > 500 MW	450 400	50-500 MW > 500 MW	300 200	
	Installations	nouvelles	Installations 1	nouvelles	
	50-100 MW >100 MW	400 200	50 -300 MW > 300 MW	150 100	
NB: Pour les turbines à gaz, le installations est de 50 mg/m3 p			a.		
Dioxyde de soufre (SO2)	Installations		Installations 6	existantes	
bioxyde de sourie (802)	50-300 MW 300-500 MW >500 MW	1700 1700-400 400	Toutes les installations	35	
	Installations nouvelles		Installations nouvelles		
	50-100 MW 100-300 MW >300 MW	850 400-200 200	Toutes les installations	35	
Poussières	Installations existantes		Installations e	existantes	
Toussieres	Toutes les installations	50	Toutes les installations	5	
	Installations	nouvelles	Installations 1	nouvelles	
	50-100 MW	50	Toutes les	5	

Source: Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz. Environnement hygiène et sécurité dans le secteur de l'électricité et du gaz. Alger : CREG, 2007,P13.

الملحق رقم(8): القيم القصوى لمعايير المصبات الصناعية السائلة

الرقم	المعايير	الوحدة	القيم القمسوى	القيم المسموحة للمنشآت القديمة
1	درجة الحرارة	°C	30	30
2	ك هـ	7=1	8,5 - 6,5	8,5 - 6,5
3	مع	مغ/ل	35	40
4	آزوت كلدهال	*	30	40
5	فوسفور كامل	***	10	15
6	طك أ	828	120	130
7	طب أ 5		35	40
8	المنيوم		3	5
9	مواد سامة بيو مجمّعة	828	0,005	0,01
10	سيانور	*	0,1	0,15
11	فليور ومركباته		15	20
12	مؤشر الفينول	888	0,3	0,5
13	محروقات كاملة		10	15
14	رُيوت ودهون		20	30
15	كدميوم	8.58	0,2	0,25
16	نحاس گامل	*	0,5	1
17	زئبق كامل		0,01	0,05
18	رصاص كامل	S. 8 .5	0,5	0,75
19	کروم کامل		0,5	0,75
20	الإتان كامل		2	2,5
21	منغنيز	8.50	1	1,5
22	نیکل کامل	*	0,5	0,75
23	رْنك كامل	(.e c)	3	5
24	حديد		3	5
25	مركبات عضوية كلورية		5	7

PH / ك هـ: كمون هيدروجيني DBO5 / ط ب أ 5 : طلب بيولوجي للأكسيجين لمدة 5 أيام DCO / ط ك أ : طلب كيميائي للأكسيجين MES / م ع : مواد عالقة

المصدر: الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 06-141 المتعلق بضبط القيم القصوى للمصبات الصناعية السائلة. الجريدة الرسمية، العدد رقم 26، 19 أفريل2006، ص 6.

الملحق رقم(9):مشروع تزويد 20 قرية بالخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية

ید	أنواع أنظمة التزويد		عدد الأسر	القرية	البلدية	الولاية
(كيلوواط كالوري)		5)	المستهدفة			
6	3	1.5				
1	9	0	66	غار جبيلات	غار جبيلات	à
1	5	0	42	حاسي منير	أم العسل	تندوف
4	0	0	48	ضيعة الخضراء	نتدوف	
1	5	1	33	تالة	مطارفة	اً د ا
7	2	0	12	حمو موسى	تيميمون	أدرار
2	0	0	24	تيهاهيوت		- 11
1	0	1	15	إ <u>ف</u> ني		إليزي
1	3	1	33	إمهرو		
2	1	0	30	و اد سمن		
2	2	4	48	تمجارت		
1	1	0	18	مو لاي لحسن	تمنر است	(
7	6	1	123	أرك	إدلس	تمنراست
8	1	0	102	أمقود	عين أمقل	
2	1	0	30	عين دلاغ	تازروك	
7	6	1	123	تهيفات		
3	4	0	60	تهارنانت		
4	3	1	69	تین تار ابین		
2	1	0		عين بلات		

المصدر:

[.] Ministère de l'Energie et des Mines. **Présentation des 20 villages solaires dans le Sud Algérien**[en ligne]. Disponible sur : $< \frac{\text{http://www.mem-algeria.org/fr/enr/energie%20solaire/pres_20-villages.htm}> (consulté le 20/11/2011).$

الملحق رقم (10) : مشروع تزويد 16 قرية بالإنارة الريفية

مسافة	سكنات	مركز	بلدية	ولاية	رقم
الشبكة (كم)	1000	the same	W		
70	20	إكبران ترات	إليزي	إليزي	1
140	52	ریکین	جانت	إليزي	2
90	12	إسندلين	جانت	إليزي	3
50	20	ديدر	برج الحواس	إليزي	4
270	3	أبدنيزي	إدلس	تمنراست	5
150	20	أيت أوكلان	تزروك	تمنراست	6
90	26	عين أزارو	عبالسة	تمنراست	7
70	70	تيڤانوين	تمنراست	تمنراست	8
50	25	إديكال	تمنراست	تمنراست	9
44	15	تيت لوكتان	تمنراست	تمنراست	10
25	20	إلمان	تمنراست	تمنراست	11
120	20	تنسو	تمنراست	تمنراست	12
50	100	زبيرات	سيد عيسى أولاد عبد الله لعقالة	المسيلة	13
45	40	الغانمي	دوار الماء	الوادي	14
40	60	المقلية	بن فرشة	الوادي	15
60	72	حاسى غانم	المنيعة	غرداية	16
1 1000	548	مجموع	report # Maley 1		

المصدر: وزارة الطاقة والمناجم. دليل الطاقات المتجددة. الجزائر: وزارة الطاقة والمناجم، 2007، ص 69.

المنالة المنالة

	قائمة المختصرات
AEC	Algerian Energy Company
APRUE	L'Agence nationale pour la P romotion et la R ationalisation de l' U tilisation de l' E nergie
BWR	Boiling Water Reactor
CCS	Carbon Sequestration and Storage
CDER	Centre Des Énergies Renouvelables
CIME	Comité Intersectoriel de la Maîtrise de l'Energie
CREG	Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz
EGA	Electricité et Gaz d'Algérie
EPIC	Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial
FAO	Food and Agriculture Organization
FNME	Le Fonds National de Maîtrise de l'Énergie
GRTE	La Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité
IEA	International Energy Agency
IGCC	Intergrated coal Gasification Combined Cycle
ISO	International Standard Organisation
IUCN	International Union for Conservation of Nature
NGCC	Natural Gas Combined Cycle
os	l'Opérateur Système électrique
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
PNME	Programme National de Maîtrise de l'Energie
PWR	Pressurized Water Reactor
SAEF	Société Algérienne d'Éclairage et de Force
SKH	Shariket Kahraba Hadjret ennous
SPE	Société Algérienne de Production d'Electricité
SKB	Shariket Kahraba Berouaguia
SKS	Shariket Kahraba Skikda
UDES	Unité de Développement des Equipements Solaire
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

فائمة المراجع

قائمة المراجع

أولا: المراجع باللغة العربية

الكتب

- 1. أحمد عرفة. **الإدارة الإنتاجية والفراغ فعاليات نظام وتخطيط ورقابة الإنتاج**. ط4. مصر: مؤسسة شباب الجامعة، 2002.
- 2. أحمد محمد المصري. الكفاءة الإنتاجية للمنشآت الصناعية. الإسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة، 2004.
 - 3. أحمد مدحت إسلام. الطاقة وتلوث البيئة. الكويت: دار الكتاب الحديث، 1999.
- 4. باتر محمد علي ودرم. العالم ليس للبيع: مخاطر العولمة على التنمية المستدامة. الطبعة الأولى. عمان: الأهلية للنشر و التوزيع، 2003.
 - 5. بول سامويلسن ويليام نوردهاوس، ترجمة هشام عبد الله. الاقتصاد. ط2. عمان: دار الأهلية، 2006.
 - 6. جان شنكجي و آخرون. الكهرباء والمغناطيسية. حلب: منشورات جامعة حلب، 1999.
 - 7. جميل طاهر. النفط والتنمية المستديمة الأقطار العربية. الكويت: المعهد العربي للتخطيط، 1997.
 - 8. حسن أحمد شحاتة. التلوث البيئي ومخاطر الطاقة. القاهرة:مكتبة الدار العربية للكتاب، 2002.
 - 9. حسين عبد الله. مستقبل النفط العربي. الطبعة الأولى. لبنان: مركز دراسات الوحدة العربية، 2000.
 - 10. حسين على السعدي. أساسيات علم البيئة والتلوث. الأردن: دار اليازوري، 2006.
- 11. ديفيد هارت. المخاطر والغموض في أسواق الطاقة العالمية المتغيرة. ط1. الامارات: مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2006.
- 12. دو حلاس موسشيت، ترجمة بهاء شاهين. مبادئ التنمية المستدامة. مصر: الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، 2000.
- 13. دو نالد اتكين، ترجمة هشام محمود العجماوي. التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة، فريبورق: المنظمة الدولية للطاقة الشمسية، 2005.
 - 14. سامية حلال سعد، الإدارة البيئية المتكاملة. مصر: المنظمة العربية للتنمية الإدارية، 2005.

- 15. شارلس كولستاد، ترجمة أحمد يوسف عبد الخير. **الاقتصاد البيئي**. الجزء الأول. السعودية: جامعة الملك سعود، 2005.
- 16. صلاح محمد الحجار، داليا عبد الحميد صقر. نظام الإدارة البيئية والتكنولوجية. ط1. القاهرة، دار الفكر العربي، 2006.
- 17. عبد الرحمن رشاد. إنتاج الطاقة الكهربائية وتلوث الهواء بدول الخليج العربي. المملكة العربية السعودية: الشركة السعودية للكهرباء، 2006.
- 18. عبد الرحيم علام. مقدمة في نظم الإدارة البيئية. القاهرة: منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، 2005.
- 19. عبد المطلب النقرش. **الطاقة مفاهيمها أنواعها ومصادرها**. الأردن: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2005.
 - 20. عثمان محمد غنيم و آخرون. التنمية المستديمة. ط1.عمان: دار الصفاء، 2007.
 - 21. على لطفى. الطاقة والتنمية في الدول العربية. مصر: المنظمة العربية للتنمية الإدارية ، 2008.
- 22. كاميليا يوسف محمد. البيئة الطاقة وغازات الاحتباس الحراري. ط2. الإسكندرية: دار الجامعيين، 2004.
- 23. ماجد كرم الدين محمود، محمد مصطفى محمد الخياط. سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2009.
- 24. مايكل كليج. مستقبل الغاز الطبيعي في سوق الطاقة العالمية. الطبعة الأولى. أبو ظبي: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، 2004.
 - 25. محمد ابراهيم محمد شرف. جغرافية المناخ والبيئة. مصر: دار المعرفة الجامعية، 2008.
 - 26. محمد أحمد الدوري. محاضرات في الاقتصاد البترولي. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 1983.
- 27. محمد سمير مصطفى. التنمية الحضوية المستدامة في البرازيل. في: الموسوعة العربية للمعرفة من اجل التنمية المستدامة، ط 1. بيروت: الدار العربية للعلوم، 2006.
- 28. محمد صلاح الدين عباس. نظم الإدارة البيئية والمواصفات القياسية إيزو 14000. القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2006.
 - 29. محمد عبد البديع. اقتصاد هماية البيئة. مصر: دار الامين للنشر والتوزيع، 2000.

- 30. محمد محمود الإمام. الطريق الرابع نحو تنمية تكاملية. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية،2001.
- 31. محمد مصطفى محمد الخياط. الطاقة مصادرها أنواعها واستخداماها. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2006.
- 32. نادر أحمد أبوشيخة. الكفاية الإنتاجية ووسائل تحسينها في المؤسسات العامة. الأردن: حامعة الدول العربية، 1986.
 - 33. هشام سمعان. أساسيات الطاقة. دمشق: منشورات وزارة الثقافة، 2004.
- 34. هشام محمد الخطيب. الطلب على الطاقة. في: الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، الطبعة الأولى. بيروت:الدار العربية للعلوم، 2006.
 - 35. يونس ابراهيم أحمد يونس. البيئة والتشريعات البيئية. الأردن: دار الجامد، 2008.

المجلات

- 36. أسماء على أباحسين." استشراف آفاق تقنية اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في البلدان العربية". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130.
 - 37. الاتحاد العربي للكهرباء. "النشرة الإحصائية 2010". محلة كهرباء العرب، 2011، العدد 1.
- 38. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." إنتاج الطاقة الكهربائية استباق رهانات المستقبل". مجلة نور، 2008، ديسمبر، العدد7.
- 39. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." بدأ تنفيذ السياسة التسعيرية الجديدة". مجلة نور، 2005 ، ديسمبر، العدد 5.
- 40. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." سونلغاز 40 سنة من التاريخ". مجلة نور، 2009، العدد8.
- 41. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز)." تاريخ إنتاج الكهرباء في الجزائر". محلة نور، 2009، العدد8.
- 42. الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي. "التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد133.
- 43. بوزيان مهماه وآخرون." مشروع المغرب العربي أوروبا لإنتاج الهيدروجين الشمسي". مجلة النفط والتعاون العربي، 2008، المجلد 34، العدد125.

- 44. جمال حربي." اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المجلد 35، العدد130.
- 45. حمد مصطفى محمد الخياط." تكنولوجيا طاقة الرياح". محلة الكهرباء العربية، 2007، ديسمبر، العدد91.
- 46. رولا نصر الدين. "آلية التنمية النظيفة في بروتوكول كيوتو". مجلة النفط والتعاون العربي، 2008، المجلد34، العدد 124.
- 47. عدنان شهاب الدين. " دور الطاقة النووية والطاقة المتجددة في توليد الكهرباء". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد133.
 - 48. عماد سعد. "تكنولوجيا الإنتاج الأنظف تطور تنموي صديق للبيئة". محلة الخفجي، 2005، العدد7.
- 49. عماد مكي. "نظام الإدارة البيئية في صناعة تكرير النفط". مجلة النفط و التعاون العربي، 2011، المجلد 37، العدد 136.
- 50. عمر حالد الحاج." تقنيات اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، المحدد 35، العدد 130.
- 51. غيير هار. "إدارة غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 مفتاح التنمية المستدامة". مجلة النفط والتعاون العربي، 2007، المجلد 33، العدد 123.
- 52. فوزي حربط. "استهلاك الطاقة في قطاع الكهرباء في الدول العربية". مجلة كهرباء العرب، 2010، حويلية، العدد 16.
- 53. محمد مصطفى محمد الخياط." الطاقة البديلة تحديات و آمال". مجلة السياسة الدولية، 2006، أفريل، المجلد 41، العدد 164.
- 54. مهدي الهواري. "ترشيد استهلاك الطاقة في البلدان العربية". مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المحدد 135.
- 55. وسام قاسم الشالجي. "اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه". مجلة النفط والتعاون العربي، 2009، العدد129.
 - 56. وزارة الطاقة والمناجم. "تشغيل المحطة الهجينة الضخمة بحاسي الرمل في 2010". محلة الطاقة والمناجم، 2008، حويلية، العدد09.

الدراسات والملتقيات

- 57. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. ترشيد استخدام الطاقة في القطاع الصناعي في الدول العربية. في: مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ماي 2006، عمان.
- 58. بوعشة مبارك. التنمية المستدامة مقاربة اقتصادية في إشكالية المفاهيم والأبعاد. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو- مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008.
- 59. رشيد بنشريفة وإدريس الزجلي. الهيدروجين وخلايا الاحتراق: صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية وتوافق بيئي. في المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية، 20-22 نوفمبر 2004، طرابلس.
- 06. صالح صالحي. التنمية الشاملة المستدامة والكفاءة الاستخدامية للثروة البترولية في الجزائر. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008.
- 61. عمار عماري. إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008.
- 62. فاتح بن نونة والطاهر خامرة. تحديات الطاقة والتنمية المستدامة. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة. 07 08 أفريل 2008، سطيف. عين مليلة: دار الهدى للطباعة والنشر، 2008.
- 63. محمد فرحات. التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية. في: مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ماى 2006، عمان.
- 64. وزارة الطاقة والمناجم. قطاع الطاقة في الجزائر. في: مؤتمر الطاقة العربي التاسع ، 9-12 ماي 2010، قطر.

التقارير

- 65. الأمم المتحدة. بروتوكول كيوتو. نيويورك: الأمم المتحدة، 2005.
- 66. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الحد من انبعاث غازات الدفيئة من قطاع الكهرباء. بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2002.
- 67. اللجنة الاقتصادية والاحتماعية لغربي آسيا. المعايير البيئية والقدرة التنافسية للقطاعات الاقتصادية. نيويورك: الأمم المتحدة، 2005.
- 68. اللجنة الاقتصادية والاحتماعية لغربي آسيا. تعزيز التعاون الإقليمي في مجال الطاقة من أجل التنمية المستدامة. نيويورك: الأمم المتحدة، 2009.
- 69. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية. بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا.
- 70. اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ترجمة محمد كامل عارف. مستقبلنا المشترك. الكويت: سلسلة كتب عالم المعرفة، 1989.
- 71. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. محطات التوليد ونقل القدرة. المملكة العربية السعودية: المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني.
- 72. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. الخلايا الشمسية. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 2000.
- 73. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، الطاقات المتجددة. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 2000.
- 74. لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. تقرير نشاط 2010. الجزائر: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز، 2010.
- 75. هيئة الطاقة الذرية الأردنية. الكتاب الأبيض للطاقة النووية في الأردن. الأردن: هيئة الطاقة الذرية الأردنية، 2011.
- 76. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. التقرير الإحصائي السنوي 2010. الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول،2010.
 - 77. منظمة الأوابك. تقرير الأمين العام السنوي السابع والثلاثون. الكويت: منظمة الأوابك، 2010.

- 78. وزارة الطاقة والمناجم. **دليل الطاقات المتجددة**. الجزائر:وزارة الطاقة والمناجم، 2007.
- 79. وزارة الطاقة والمناجم. برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية. الجزائر: وزارة الطاقة والمناجم، 2011.
 - 80. وكالة الطاقة الدولية. **دليل إحصاءات الطاقة**. فرنسا: وكالة الطاقة الدولية، 2005.

المواثيق والقوانين

- 81. الجمهورية الجزائرية. قانون. القانون 99-09 المتعلق بالتحكم في الطاقة. الجريدة الرسمية، العدد رقم 60، 28 حويلية 1999.
- 82. الجمهورية الجزائرية. قانون. القانون 02-01 المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات. الجريدة الرسمية، العدد رقم 08، 6 فيفري 2002.
- 83. الجمهورية الجزائرية. قانون. القانون رقم 01-19 المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها. الجريدة الرسمية، العدد رقم 77، 12 ديسمبر 2001.
- 84. الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 05-182 المتعلق بضبط التعريفات ومكافأة نشاطات نقل و توزيع و تسويق الكهرباء والغاز. الجريدة الرسمية، العدد رقم 36، 18 ماى 2005.
- 85. الجمهورية الجزائرية. مرسوم. المرسوم التنفيذي 06-138 المتعلق بتنظيم انبعاث الغاز والدخان والبخار والجزيئات السائلة أو الصلبة في الجو وكذا الشروط التي تتم فيها مراقبتها. الجريدة الرسمية، العدد رقم 24، 15 أفريل 2006.

الرسائل والأطروحات

- 86. بو جعدار خالد. مساهمة في تحليل و قياس تكاليف أضرار و معالجة التلوث الصناعي: دراسة ميدانية على مصنع اسمنت حامة بوزيان. رسالة ماحستير. قسنطينة: حامعة منتوري، 1997.
- 87. عمر شريف. استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة: دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر. رسالة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية. باتنة، جامعة الحاج لخضر، 2007.

ثانيا: المراجع باللغة الأجنبية

OEUVRAGES

- 88. AFNOR. Guide pratique du développement durable un savoir-faire à l'usage de tous. France : Afnor, 2005.
- **89.** ATLAN Sofie. **Développement Durable: Normation et Environnement**. France: centre de normalisation, Article N°08, 2003.

- **90.** AUBERTIN Catherine et DOMINIQUE Franck. Le Développement durable enjeux politiques économiques et sociaux. Paris: IRD Edition, 2005.
- **91.** BAADACHE Farid. Le développement durable tout simplement. Paris: Edition Eyrolle, 2008.
- **92.** BARACCHINI Paolo, **Guide à la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO14001.** 3^{ème} édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2007.
- **93.** BETEL Evelyne, NAUDET Gilbert. L'économie de l'énergie nucléaire. France: EDP SCIENCES, 2004.
- **94.** BONFILS Sibi. **Stratégies énergétiques pour le développement durable**. Canada : Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, 2008.
- **95.** DUBIGEON Olivier. **Mettre en pratique le développement durable**. 2^{ème} édition. Paris : Editions Village Mondial, 2005.
- **96.** JEANE Manning, Traduit par ROTH Liliane. **Energie libre et Technologies**, Québec :Louise Courteau, 2001.
- **97.** JOUNOT Alain. **100** Questions pour comprendre et agir le développement durable, France: Afnor, 2004.
- **98.** LAMPRECHT James. **ISO 14001: commentaire et conseils pratiques.** France: AFNOR, 2003.
- **99.** LAZERRI Yvette. MOUSTIER Emmanuelle. **Le Développement durable: du Concept à la mesure**. Paris : L'HARMATTAN. 2008.
- **100.** SAIDY Brahim. Le nucléaire civil dans les stratégies de sécurité énergétique. Québec: UQAM, 2009.
- 101. WAKERMAN Gabriel. Le Développement durable. France: édition ellipses, 2008.

REVUES, SEMINAIRES ET THESES

- **102.** BAHEDJA Ibrahim. **Maîtrise d'énergie, production d'électricité et développement socio-économique durable à Mayotte**, THESE de Doctorat en Géographie et Aménagement, Université de LIMOGES. 2008.
- **103.** DERRADJI Badis. Le projet de centrale hybride Solaire/gaz de Hassi R'Mel. Conférence Stratégique Internationale CSI6, Alger, du 16 17 Novembre 2008, New Energy Algeria (NEAL).

RAPPORTS

- **104.** BP. Statistical Review of World Energy **2011**, June 2011.
- **105.** Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz, **Rapport d'activité 2009**, CREG, Alger : 2010.
- **106.** Commission de Régulation de L'électricité et du Gaz. Environnement hygiène et sécurité dans le secteur de l'électricité et du gaz. Alger : CREG, 2007.
- **107.** Energy Information Administration, **International Energy Outlook 2010**. USA: Energy Information Administration, 2010.
- **108.** International Energy Agency. **Electricity information 2010**. France: IEA, 2010.

- **109.** International Energy Agency. **Key World Energy Statistics 2011**. France: IEA, 2011.
- 110. International Energy Agency. World Energy Outlook 2008. France: IEA, 2010.
- 111. International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. France: IEA, 2010.
- 112. International Standard Organisation. La famille ISO 14000: Des Normes Internationales pour le management Environnemental. Suisse: ISO, 2009.
- 113. Ministère de l'Energie et des Mines. Présentation du Secteur de l'énergie et des Mines. Annuaire de l'Energie et des Mines, 2008.
- 114. Opec. World Oil Outlook2009. Vienna: Opec, 2009.
- 115. REN21. Renewables 2011: Global Status Report. paris, REN21 secretariat, 2011.

ثالثا : المواقع الإلكترونية

- 116. الأمم المتحدة. أنماط الاستهلاك والإنتاج [على الخط].متاح على: .< http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/media/fact10.html >
 - 117. الأمم المتحدة. قمة جوهتربورج لعام 2002 [على الخط].متاح على: http://www.un.org/arabic/conferences/wssd/>
- 118. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). **تاريخ سونلغاز** [على الخط]. متاح على: < http://www.sonelgaz.dz/Ar/rubrique.php3?id_rubrique=67 >
- 119. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). الشركة الجزائرية لإنتاج الطاقة الكهربائية [على http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id_article=77>.
- 120. الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (سونلغاز). مسير منظومة الطاقة الكهربائية OS [على الخط]. ماح على: http://www.sonelgaz.dz/Ar/article.php3?id article=66>.
- 121. اللجنة الوطنية للطاقة النووية. الطاقة النووية وفرص المستقبل لدول الخليج العربية [على اللجنة اللجنة الخط]. الكويت، متاح على :< http://www.knnec.gov.kw/pdf/4.pdf >.
- 122. اللجنة الدولية للتقانة الكهربائية. الكهرباء الذكية، المفتاح إلى كفاءة استغلال الطاقة[على الخط]. http://www.iec.ch/smartenergy/pdf/summary_arabic.pdf>.
- 123. الموسوعة العربية، محطات توليد الطاقة الكهربائية [على الخط]. في: الموسوعة العربية. سورية، متاح متاكلية. http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=162071&m=1.
- 124. بيت الاستثمار العالمي "حلوبل". **الإستراتيجية الاقتصادية والرؤية المستقبلية الجزائر**[على الخط]. http://www.menafn.com/arabic/>.

- 125. رمزي سلامة. التنمية المستدامة: تطور المفهوم من وجهة نظر الأمم المتحدة [على الخط]. في: مئر سسة الفكر العربي. متاح على: http://www.arabthought.org/node/673.
 - 126. لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. دورها ومهامها [على الخط]. متاح على : http://www.creg.gov.dz/ar/roleetmission.htm>.
 - 127. لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز. **قانونها الأساسي**[على الخط]. متاح على: http://www.creg.gov.dz/ar/presentation.htm>.
 - 128. مقداد مهنا، محمد هاشم أبو الخير. اقتصاد الطاقة [على الخط]. متاح على: doc.abhatoo.net.ma/IMG/doc/10oct13.doc >
- 129. منصور العبادي. آلات وأنظمة الطاقة الكهربائية. [على الخط]. الأردن: جامعة العلوم والتكنولوجيا، متاح على:< http://www.kutub.info/library/book/3866>.
- **130.** APRUE. **Contenu De PNME 2007-2011**[en ligne]. Disponible sur : < http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011-contenu.html>.
- **131.** APRUE. **PNME 2007-2011**[en ligne]. Disponible sur : < http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011.html>.
- **132.** APRUE. **Programme Triennal D'efficacité Energétique « 2011-2013 »** [en ligne]. Disponible sur :< http://www.aprue.org.dz/PNME%202011%202013.html>.
- **133.** Association nucléaire canadienne. **Histoire de l'uranium**[en ligne] . disponible sur : hist-fra.asp?bc=Histoire%20de%20l'uranium.
- 134. COMELEC . Statistiques 2009[en ligne].2009. disponible sur :< http://comelec-net.org/>
- **135.** Food and Agriculture Organization. Publication [en ligne]. Disponible sur : http://www.fao.org/docrep/004/x3307a/x3307a04.htm#P100_27977.
- **136.** La rousse. **Énergie**. [en ligne]. Disponible sur : http://www.larousse.fr/encyclopedie/nom-commun-nom/%C3%A9nergie/47746.
- **137.** Ministère de l'Energie et des Mines. **Création de la New Energy Algeria** [en ligne]. Disponible sur :< http://www.mem-algeria.org/fr/entreprises/neal.htm >.
- **138.** The United Nations Conference on Environnement and Development. Publication [en ligne]. Disponible sur :< http://www.un.org >.
- **139. U.S.** Energy **Information Administration**. Electricity Is a Secondary Energy Source [en ligne]. Disponible sur : http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_home>.
- **140.** Wikipedia. **Energy conversion efficiency**[en ligne]. Disponible sur: < http://en.wikipedia.org/wiki/Energy conversion efficiency>.

الكمثال عالمان المعال ا

قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
27	استهلاك الطاقة الكهربائية وفقا لاستهلاك مجموع السكان والفرد الواحد لعام(2008)	1.1
28	الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية والتوقعات المستقبلية في دول العالم	2.1
106	مقارنة بين تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من الغاز ومصادر الطاقة الأخرى	1.3
120	تكاليف تكنولوجيات الطاقة المتجددة	2.3
136	الاحتياطات المؤكدة من الغاز الجزائري/ إجمالي العالم (نماية سنة 2009)	1.4
137	القدرات الشمسية في الجزائر	2.4
139	نسبة تغطية الطاقة الكهربائية بين الريف والمدن في الجزائر سنة (2009)	3.4
145	استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر حسب الجهد (2010-2009)	4.4
149	كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية في عام (2008-2009)	5.4
150	مقارنة لنسبة الكفاءة الإنتاجية لمحطات الدورة المركبة مع المحطات الغازية في الجزائر	6.4
152	شبكة الربط بين الجزائر وتونس المنجزة حتى 2009/12/31	7.4
153	شبكة الربط بين الجزائر والمغرب المنجزة حتى 12/31/2009	8.4
156	الانبعاثات القصوى لغازات NOx عند المصدر في مختلف محطات SPE	9.4
168	توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات الإستراتيجية (2009)	10.4

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الأشكال	رقم الشكل
6	تحولات الطاقة من شكل إلى آخر	1.1
15	سلسلة صناعة الطاقة الكهربائية	2.1
17	المخطط العام لمحطة إنتاج الطاقة الكهربائية	3.1
18	محطة تخزين بالضخ	4.1
18	محطة إنتاج باستخدام المياه الجارية	5.1
18	محطة إنتاج باستخدام مياه السدود	6.1
20	مركبات محطة إنتاج بخارية	7.1
21	مكونات محطة إنتاج غازية	8.1
22	عنفة غازية تعمل على البترول	9.1
23	محطة إنتاج الدورة المركبة	10.1
24	مخطط هيكلي لمحطة نووية	11.1
29	توزيع الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية حسب أهم القطاعات في عام 1973 و2008	12.1
32	معدل نمو إنتاج و استهلاك الطاقة الكهربائية العالمي	13.1
33	تطور استهلاك أنواع الوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية خلال الفترة (1973 - 2008)	14.1
33	مقارنة نسب كميات الوقود المستهلكة في إنتاج الطاقة الكهربائية ما بين عام (1973- 2008)	15.1
34	توقعات أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية للفترة من عام (2007-2035)	16.1
37	تطور انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة ما بين (1973 - 2008)	17.1
47	مراحل التطور التاريخي لمفهوم التنمية المستدامة	1.2
57	أبعاد التنمية المستدامة	2.2
74	شكل يبين أن الطاقة الناتحة أقل من الطاقة المستهلكة	3.2

88	تقنية الدورة المركبة المتكاملة للفحم المحول إلى غاز	1.3
90	تقنيات اصطياد ثابي أكسيد الكربون	2.3
92	مخطط مبسط لعملية اصطياد CO2 بطريقة الاحتراق مع الأوكسجين	3.3
93	مخطط مبسط لسير عملية اصطياد CO2 قبل الاحتراق في محطة إنتاج الطاقة الكهربائية	4.3
94	مخطط مبسطا لسير عملية اصطياد CO2 بطريقة بعد الاحتراق	5.3
95	كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية في محطة إنتاج(NGCC)بوجود منظومة اصطياد CO2	6.3
108	التطور التاريخي لعدد المحطات النووية	7.3
109	إنتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة النووية وحصتها من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية	8.3
117	نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي عام 2008	9.3
138	رسم معدلات سرعة الرياح على 10 أمتار من الأرضية	1.4
145	تطور استهلاك الطاقة الكهربائية خلال الفترة (2000-2010)	2.4
146	تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (2000-2010)	3.4
147	حصة كل متعامل في إنتاج الطاقة الكهربائية سنة 2010	4.4
148	القدرة المركبة لإنتاج الطاقة الكهربائية سنة 2010	5.4
154	تطور الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر والمغرب وتونس خلال الفترة (1988-2008)	6.4
169	توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المحالات في الجزائر (2009)	7.4

فهرس المكنوبات

فهرس المحتويات

**		**
A A	1	۵۵

	الفصل الأول، مدخل إلى الطاقة الكمربائية
3	المبحث الأول: مفاهيم أساسية حول الطاقة الكهربائية ومصادر إنتاجها
3	المطلب الأول:تعريف الطاقة وأشكالها
3	أولا: تعريف الطاقة
4	ثانيا: أشكال الطاقة
5	ثالثا:آلية تحول الطاقة
8	المطلب الثاني: تعريف الطاقة الكهربائية وأهميتها
8	أولا: تعريف الطاقة الكهربائية
8	ثانيا: أهمية الطاقة الكهربائية ومجالات استخدامها
9	المطلب الثالث: مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية
9	أو لا:المصادر غير المتجددة
11	ثانيا: المصادر المتجددة
15	المبحث الثاني، صناعة الطاقة الكهربائية
15	المطلب الأول: سلسلة صناعة الطاقة الكهربائية
16	المطلب الثاني: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
18	المطلب الثالث: أنواع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
18	أولا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية المائية
19	ثانيا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية
23	ثالثا: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية النووية
24	المطلب الرابع: محطات التحويل وخطوط النقل
24	أو لا: محطات التحويل
25	ثانيا: خطوط النقل
27	ملبحث الثالث،الاستملاك والإنتاج العاملي للطاقة الكمربائية
27	المطلب الأول:الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية
28	أولا: تطور الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية
29	ثانيا: التوقعات المستقبلية للطّلب على الطاقة الكهربائية
30	ثالثا:أسباب زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية

31	المطلب الثاني: إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي وتوقعاته المستقبلية
32	المطلب الثالث: أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا وتوقعاته المستقبلية
32	أولا: تطور استهلاك أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية عالميا
34	ثانيا: التوقعات المستقبلية لاستهلاك أنواع وقود إنتاج الطاقة الكهربائية
36	المبحث الرابع، الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية
36	المطلب الأول: الأبعاد المختلفة للتلوث البيئي الناتج من احتراق الوقود
36	أولا: تلوث الهواء
39	ثانيا: تلوث المياه والأرض
40	المطلب الثاني: مظاهر الاختلال البيئي الناجم عن تلوث الهواء
40	أولا: ظاهرة الاحتباس الحراري
41	ثانيا: استتراف طبقة الأوزون
41	ثالثا:الأمطار الحمضية
42	المطلب الثالث: العلاقة بين كلفة الإنتاج والآثار البيئية الناجمة عنها
44	خلاصة الفصل
	الفصل الثاني، تحديات الطاقة الكهربائية والتنمية المستدامة
47	المبحث الأول؛ مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها وأبعادها
47	المبحث الأول، مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها وأبعادها
47	الهبخت الرول؛ معموم التنمية الهسندامة وإهدافها وإبعادها
47	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52 55	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52 55 57	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52 55 57	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52 55 57 57	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة
47 48 49 52 55 57 57 58 59	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي المطلب الثاني: مفهوم التنمية المستدامة المطلب الثالث: أهداف التنمية المستدامة الملبحث الثاني، الطاقة الكهربائية وركائز التنمية المستدامة المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة أولا: البعد الاقتصادي
47 48 49 52 55 57 57 58 59 60	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة. المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي المطلب الثاني: مفهوم التنمية المستدامة. المطلب الثاني، الطاقة الكهربائية وركائز التنمية المستدامة. المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة. أولا: البعد الاقتصادي. ثانيا: البعد الاحتماعي ثانيا: البعد الاجتماعي
47 48 49 52 55 57 57 58 59 60 61	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي المطلب الثاني: مفهوم التنمية المستدامة المطلب الثالث: أهداف التنمية المستدامة المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة أولا: البعد الاقتصادي ثانيا: البعد الاحتماعي ثانيا: البعد البيئي والتكنولوجي
47 48 49 52 55 57 57 58 59 60 61 61	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي المطلب الثاني: مفهوم التنمية المستدامة المطلب الثاني: الطاقة الكهربائية وركائز التنمية المستدامة. المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة. أولا: البعد الاحتماعي. ثانيا: البعد الاحتماعي. ثانيا: البعد البيئي والتكنولوجي ثالثا: البعد السياسي المطلب الثاني: دور الطاقة الكهربائية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة.
47 48 49 52 55 57 57 58 59 60 61 61 61	المطلب الأول: السياق التاريخي لظهور مفهوم التنمية المستدامة المرحلة الأولى: مرحلة التركيز على النمو الاقتصادي وبداية الاهتمام بحماية البيئة المرحلة الثانية : مرحلة ظهور مفهوم التنمية المستدامة والاهتمام به بشكل صريح ورسمي المطلب الثانى: الهداف التنمية المستدامة المطلب الثانى: الطاقة الكهربائية وركائز التنمية المستدامة. المطلب الأول: أبعاد التنمية المستدامة. أولا: البعد الاجتماعي ثانيا: البعد البيئي والتكنولوجي ثالثا: البعد البيئي والتكنولوجي المطلب الثاني: دور الطاقة الكهربائية في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة أولا: الطاقة الكهربائية والبعد الاجتماعي

65	المبحث الثالث؛ النموذج المستدام للطاقة الكهربائية
65	المطلب الأول: تحليل مدى استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالي
66	المطلب الثاني: التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية
68	المطلب الثالث: ضوابط التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية
68	أولا: تخفيف حدة الفقــــر
68	ثانيا: تغيير الأنماط غير المستدامة في الاستهلاك والإنتاج
69	ثالثا: الأخذ بعين الاعتبار للتكاليف الاجتماعية والبيئية للطاقة
69	رابعا: حماية وإدارة قاعدة الموارد الطبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية
70	حامسا: جعل الكفاءة الطاقوية أولوية عالمية
71	المبحث الرابع، نظم وأساليب تحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في محطات الإنتاج
	الكهربائية
71	المطلب الأول:مفهوم الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
71	أولا: تعريف الكفاءة الإنتاجية
72	ثانيا:أهمية الكفاءة الإنتاجية
73	ثالثا: قياس الكفاءة الإنتاجية
74	رابعا: الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
76	المطلب الثاني:نظام الإدارة البيئية لتحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
76	أولا: تعريف نظام الإدارة البيئية
77	ثانيا: معايير سلسلة الإدارة البيئية ISO 14000
79	ثالثا: خطوات تنفيذ نظام الإدارة البيئية ISO 14001
79	رابعا: فوائد تطبيق نظام الإدارة البيئية في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
80	المطلب الثالث: أسلوب الإنتاج الأنظف لتحسين الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
80	أو لا: تعريف الإنتاج الأنظف
81	ثانيا: أهداف الإنتاج الأنظف
83	ثالثا: دور أسلوب الإنتاج الأنظف في تحسين الكفاءة الإنتاجية في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
84	خلاصة الفصل
	الفصل الثالث، إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
87	المبحث الأول؛ استخدام وسائل تقنية متطورة لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
87	المطلب الأول: استخدام التكنولوجيات المتطورة لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية
87	أولا: استخدام محطات الدورة المركبة في إنتاج الطاقة الكهربائية
88	ثانيا:الإنتاج المزدوج للحرارة وللطاقة الكهربائية
89	ثالثا:تحسين عملية الاحتراق في المحطات الحرارية

89	رابعا:تقنية تخزين الطاقة الكهربائية.
89	المطلب الثاني: استخدام تقنية اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه
89	أولا: نظرة شاملة على تقنية اصطياد ثاني الكربون ونقله وتخزينه
91	ثانيا: تقنية اصطياد ثاني أكسيد الكربون في صناعة الطاقة الكهربائية
94	ثالثا: مقارنة اقتصادية لتقنيات اصطياد (CO2) في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
96	المطلب الثالث: الربط الكهربائي بين الدول لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
96	أولا: أنواع الربط المختلفة
97	ثانيا: المزايا الاقتصادية والفنية للربط الكهربائي
99	المبحث الثاني، الوسائل الإدارية والمعايير البيئية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
99	المطلب الأول: الوسائل الإدارية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
99	أولا: خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية
100	ثانيا: سياسات التسعير على أسس اقتصادية
101	المطلب الثاني:إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية
101	أولا: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المترلي
102	ثانيا:ترشيد الطاقة الكهربائية في المباني الحكومية
103	ثالثا:ترشيد الطاقة الكهربائية في الإنارة العامة (إنارة الطرق والشوارع)
103	المطلب الثالث: المعايير البيئية المتعلقة بترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
103	أولا: مفهوم المعايير البيئية
104	ثانيا: المعايير البيئية المرتبطة بقطاع الطاقة الكهربائية
105	المبحث الثالث، التحول إلى الوقود الأنظف في إنتاج الطاقة الكهربائية
105	المطلب الأول : التحول إلى الوقود الأحفوري الأنظف
105	أولا: التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية
107	ثانيا: الفحم المزال الكربون
108	المطلب الثاني: دور الطاقة النووية في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
108	أولا:التطور التاريخي لنمو عدد المحطات النووي
110	ثانيا:أهمية الطاقة النووية
111	ثالثا:تكنولوجيا الطاقة النووية
112	رابعا:التحديات والعقبات التي تواجه الطاقة النووية
114	المطلب الثالث: استخدام طاقة الهيدروجين في إنتاج الطاقة الكهربائية
114	أولا: الخواص الأساسية للهيدروجين
115	ثانيا:تقنيات إنتاج الهيدروجين ونقله
116	ثالثا: استخدام الهيدروجين في خلايا الاحتراق لإنتاج الطاقة الكهربائية

117	المبحث الرابع، تعزيز استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية
117	المطلب الثالث: تطور استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية
117	أولا:تطور إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقات المتجددة
119	ثانيا:تكاليف تكنولوجيات الطاقة المتجددة
121	المطلب الثاني: أساليب وسياسات نشر الطاقة المتجددة
121	أولا:سياسات تنمية الطلب والإنتاج
126	ثانيا:سياسات تشجيع التصنيع المحلي
127	ثالثا:سياسات دعم استخدام الطاقة المتجددة
12,	المطلب الثالث: دور الطاقات المتجددة في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في المناطق
128	النائية والريفية
129	خلاصة الفصل
	الفصل الرابع. الطاقة الكهربائية في الجزائر وإستراتيجية ترقية كفاءتها الإنتاجية
132	المبحث الأول:واقع قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر
132	المطلب الأول: التطور التاريخي لقطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر
132	المرحلة الأولى: إنشاء شركة كهرباء وغاز الجزائر (EGA)
133	المرحلة الثانية: إنشاء شركة سونلغاز
135	المرحلة الثالثة :فتح قطاع الطاقة الكهربائية للمنافسة
135	المطلب الثانى: مصادر الطاقة الكهربائية في الجزائر
135	أولا: مصادر الطاقة غير المتحددة
137	ثانيا: مصادر الطاقة المتحددة
139	المطلب الثالث:نسبة تغطية الطاقة الكهربائية في الجزائر
140	المبحث الثاني، منظومة الطاقة الكهربائية في الجزائر
140	المطلب الأول: صناعة الطاقة الكهربائية في الجزائر
140	أو لا:محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
141	ثانيا: شبكة النقل و التوزيع
142	المطلب الثاني: الهيئات المسؤولة عن تسيير وتنظيم وضبط منظومة الطاقة الكهربائية
142	أولا: لجنة ضبط الطاقة الكهربائية والغاز(CREG)
144	ثانيا:مسير منظومة الطاقة الكهربائية (OS)
144	المطلب الثالث: إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر
145	أولا: استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر
146	ثانيا: إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

	المبحث الثالث. الوسائل التقنية والإدارية والتشريعية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة
150	الكهربائية في الجزائرالكهربائية في الجزائر
150	المطلب الأول: الوسائل التقنية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر
150	أولا:تكنولوجيا محطات إنتاج الطاقة الكهربائية
151	ثانيا: تقنية اصطياد ثابي أكسيد الكربون
152	ثالثا: مشاريع الربط الكهربائي
156	المطلب الثاني: الوسائل الإدارية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر
156	أولا:خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر
157	ثانيا: آلية تسعير الطاقة الكهربائية في الجزائر
159	المطلب الثالث: برامج إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية وترشيد استهلاكها
160	أولا:البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة (2011/2007)
161	ثانيا:برنامج الفعالية الطاقوية (2011-2013)
163	المطلب الرابع: المعايير والتشريعات البيئية لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر
	المبحث الرابع، تحليل محاور استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في إنتاج الطاقة
168	الكهربائيةالكهربائية
168	المطلب الأول: التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية
168	أولا: توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المحالات الإستراتيجية
169	ثانيا: مساهمة الغاز الطبيعي في إجمالي الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية
170	ثالثا: مجهودات الجزائر في استخدام الغاز الطبيعي لترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية
171	المطلب الثاني: استخدام الطاقة النووية والهيدروجين الشمسي في إنتاج الطاقة الكهربائية
171	أولا: استخدام الطاقة النووية في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
172	ثانيا: إنتاج الهيدروجين الشمسي في الجزائر
172	المطلب الثالث: تعزيز استخدام الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
173	أو لا:الهيئات المؤسساتية لتطوير الطاقات المتجددة
174	ثانيا: خطة الجزائر في مجال الطاقات المتجددة
178	ثالثا: دور الطاقة الشمسية في ترقية المناطق النائية والصحراوية بالجزائر
180	خلاصة الفصل
181	خـــاقة
188	المــــــــــــــــــــــــــــــــــــ
198	قائمة المختصرات
200	قائـــمة المراجع
212	قائمة الجداول
213	قائمة الأشكال

ملخص

مع تطور الحياة الاقتصادية والارتفاع في النمو السكاني، زاد الطلب على الطاقة الكهربائية بشكل كبير، مما ساهم في زيادة استهلاك الوقود الأحفوري كالغاز الطبيعي، البترول والفحم لإنتاجها، وذلك ولد ضغوط على البيئة العالمية من التلوث إلى الاحتباس الحراري وصولا إلى التغيرات المناخية وانعكاساتها، ومن هنا أصبح من الضروري وضع إستراتيجية تشمل أهم الوسائل والإجراءات التي يمكن من خلالها ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية، والتي تؤدي إلى حفض استهلاك الوقود الأحفوري، وبالتالي خفض انبعاث غازات الدفيئة، والبحث عن مصادر بديلة لإنتاج الطاقة الكهربائية وترقية كفاءتها الإنتاجية وتطويرها في الوقت المناسب قبل أن تعجز مصادر الطاقة الطبيعية غير المتحددة عن الوفاء بالاحتياجات المتزايدة منها، لذلك فإن أهم التقنيات يجب أن تتضمن تحسين كفاءة الإنتاج باستخدام تقنيات وسائل أعلى كفاءة، والتحول إلى مصادر أنظف للوقود، خاصة الغاز الطبيعي ونظم الطاقة المتحددة والطاقة النووية.

ومن هذا المنطلق يجب أن تتجه إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في الجزائر نحو الاستخدام الرشيد والأكفأ للطاقة بما في ذلك التوسع في استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية، باستخدام محطات الدورة المركبة التي تتميز بالكفاءة العالية، واستكمال مشاريع الربط الكهربائي الإقليمية، مع زيادة مساهمة القطاع الخاص المحلي والأجنبي في مشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية، وتجسيد فعلي للبرامج المخطط لها لتطوير وترقية استخدام الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الكهربائية، الكفاءة الإنتاجية، الطاقات المتحددة، التنمية المستدامة.

Abstract

Demand for electrical energy has grown rapidly with the development of economies and the increasing growth of population, this led to an increased consumption of fossil fuels like: Natural gas, oil and coal to generate electricity. That impacted greatly on the global environment (pollution, global warming and climate change and its effects...). Therefore, a strategy must be set including all the means and measures through which a promotion of the electrical energy productive efficiency would be achieved together with a decrease in the consumption of fossil fuels, leading consequently to a decrease in greenhouse gas emissions, and to a search for alternative sources to generate electrical power, promote its productive efficiency and develop it in due time before non-renewable natural energy sources prove unable to meet the increasing demands. main techniques involve improving productive efficiency using more efficient means and techniques, shift to cleaner sources of energy; namely, natural gas and renewable and nuclear energy.

From that perspective, a strategy aiming at promoting the electrical energy productive efficiency must be set in Algeria to achieve a responsible and efficient energy use, promoting the introduction and expanded use of natural gas to generate electrical energy using highly efficient combined cycle power plants, regional interconnection projects, expanding the contribution of local and foreign private sectors to electricity generating projects, Effective approaches to realize the planned programs aiming at the development and promotion of the use of renewable energies especially solar energy.

Key words: Electrical Energy, productive efficiency, renewable energies, sustainable development.