الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة سطيف ا - فرحات عباس
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

إقتصاد الطاقة

سنة ثالثة ليسانس اقتصاد دولي

إعداد الدكتور: هواري عبدالقادر

السنة الجامعية: 2025/2024

الفهرس العام

الموضوع	الصفحة
الفهرس العام	3-2
فهرس الجداول	4
فهرس الأشكال	5
قائمة المختصرات	6
مقدمة	7
المحور الأول: الإطار المفاهيمي للطاقة واقتصاديات الموارد	
تمهيد	10
اولا: مفهوم الطاقة أشكالها مصادرها واستخداماتها	10
ثانيا: اقتصاديات الموارد	12
ثالثا: اقتصاد الطاقة	15
رابعا : جور الطاقة في الاقتصاد العالمي	18
خلاصة	20
أسئلة للمناقشة	20
المحور الثاني: مصادر الطاقات التقليدية	
تمهيد	22
أولا: النفط	22
ثانيا: الغاز الطبيعي	38
ثالثا : الفحم	51
رابعا : الطاقة النووية	59
خلاصة	63
أسئلة للمناقشة	63
المحور الثالث: مصادر الطاقات المتجددة	
تمهيد	65
أولا: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح	65
ثانيا: الطاقة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحيوية	72
ثالثا: باقي الطاقات المتجددة	77
خلاصة	84
أسئلة للمناقشة	84
المحور الرابع: تحليل العرض والطلب على الطاقة	
تمهيد	86
أولا: أسواق الطاقة وخصائصها	86

ثانيا: تحليل العرض والطلب على الطاقة في العالم	89
ثالثا : منظمات الطاقة في العالم	92
خلاصة	103
أسئلة للمناقشة	103
المحور الخامس: تجارب التحول الطاقوي في العالم	
تمهيد	106
المحور الأول: مفهوم التحول الطاقوي وأهميته	106
المحور الثاني: تجربة الولايات المتحدة الامريكية	107
المحور الثالث: تجربة ألمانيا	109
خلاصة	114
أسئلة للمناقشة	114
المحور السادس : دور الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة	
تمهيد	117
أولا : الاثار السلبية للطاقات التقليدية	117
ثانيا: أهداف التنمية المستدامة والطاقة	129
ثالثا: دور الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة	132
خلاصة	134
أسئلة للمناقشة	134
الخانمة	
قائمة المراجع	

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	الإحتياطيات النفطية العالمية المؤكدة لسنتي 2014 و2015	35
2	التركيب الكيميائي النموذجي للغاز الطبيعي والبترول	40
3	ترتيب أكبر إحتياطيات الغاز الطبيعي في العالم حتى 2023	48
4	أهم الدول المنتجة والمصدرة والمستهلكة والمستوردة للغاز الطبيعي في العالم نهاية 2023	50
5	تطور احتياطيات الفحم في العالم للفترة 2011-2015	57
6	انتاج اليورانيوم خلال الفترة 2012-2014	61
7	أهم المحطات الشمسية الحرارية في العالم وقدرتها الإنتاجية	67
8	أساس قياس سرعة الرياح حسب سلم بوفورت	69
9	كيفية تحويل بعض أنواع الكتلة الحيوية إلى طاقة	75
10	الدول الأعضاء في الأوبك وتاريخ انضمامها إلى المنظمة	94
11	تطور مفهوم التنمية	123

فهرس الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1	احتياطي الغاز الطبيعي في العالم حتى 2023	**47**
2	توزع احتياطي الفحم الحجري على مناطق العالم سنة 2022	**58**
3	إنتاج اليورانيوم في العالم بين سنتي 2011 و2013	**60**
4	الطاقة التراكمية المركبة في العالم من الخلايا الضوئية	**68**
5	توزيع الطاقات المركبة من طاقة الرياح على دول العالم نهاية 2023	**71**
6	أبعاد التنمية المستدامة	**126**

قائمة المختصرات

الاختصار	الاسم الكامل باللغة الأجنبية	الاسم الكامل باللغة العربية
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	منظمة الدول المصدرة للنفط
IEA	International Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة
IRENA	International Renewable Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
LNG	Liquefied Natural Gas	الغاز الطبيعي المسال
PV	Photovoltaic	الخلايا الكهروضوئية
BP	British Petroleum	شركة بريتيش بتروليوم

مقدمة:

يعتبر اقتصاد الطاقة من المجالات الحيوية والمهمة للغاية التي تلعب دوراً محورياً في تحديد معالم النمو الاقتصادي والتقدم الحضاري للدول بشكل عام. فالمساهمة الفعالة في هذا القطاع الحيوي تأتي من خلال إدارة شاملة وفعّالة لمصادر الطاقة المتاحة، حيث يمكن للدول أن تعمل على تحسين كفاءتها الاقتصادية وتدعيم استقلالها الطاقوي بشكل ملحوظ جداً، مما يساعد في الحد من التقلبات الاقتصادية العالمية التي غالباً ما ترتبط بأسعار الطاقة المتقلبة.

يشمل اقتصاد الطاقة جانبين رئيسيين لا يمكن الاستغناء عنهما، وهما العرض والطلب، حيث يعتمد الاقتصاد بصورة كبيرة على تحليل دقيق للبيانات الاقتصادية والبيئية لتطوير استراتيجيات مستدامة تعزز من الاستدامة البيئية. إن التحليل الكمي والكيفي لاستخدامات الطاقة المتنوعة يلعب دوراً مهماً وفعّالاً في تحديد القطاعات الأكثر استفادة وتأثراً بالتغيرات المستمرة. فضلاً عن الابتكارات الحديثة في قطاع الطاقة، مما يسهم بالتالي في اتخاذ قرارات اقتصادية مدروسة ورشيدة تدعم التنمية المستدامة وتحفز الابتكار في هذا القطاع الحيوي لضمان مستقبل مشرق للأجيال القادمة.

يجب أن نأخذ بعين الاعتبار تأثيرات التغير المناخي وضرورة الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة لضمان توفر الطاقة في المستقبل، بالإضافة إلى أهمية البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في تحسين كفاءة استغلال الطاقة وتحقيق الأهداف التنموية المستدامة.

المحور الأول: الإطار المفاهيمي للطاقة واقتصاديات الموارد

أهداف المحور الأول:

1- التعرف على أهم المفاهيم الأساسية المتعلقة بالطاقة ومصادرها واستخداماتها.

2- الوصول إلى ضبط مفهوم إقتصاد الطاقة والمواضيع التي يدرسها.

الكلمات المفتاح:

الطاقة، اقتصاد الطاقة، الطاقة التجارية، الطاقة الأولية، الطاقة التقليدية، الموارد الاقتصادية

هيكل المحور:

تمهيد

اولا: مفهوم الطاقة أشكالها مصادرها واستخداماتها

ثانيا: اقتصاديات الموارد

ثالثا: اقتصاد الطاقة

رابعا: دور الطاقة في الاقتصاد العالمي

خلاصة

أسئلة للمناقشة

تمهيد

تشكل الطاقة عنصراً حيوياً في حياة البشر، حيث يعتمد عليها جميع جوانب الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية. يهدف هذا العمل إلى توضيح الإطار المفاهيمي للطاقة واقتصاديات الموارد، من خلال تحليل التحديات والفرص المرتبطة بتوزيع واستغلال هذه الموارد. على مر الزمن، أصبحت الطاقة قضية مركزية، خاصة في ظل التغيرات المناخية والنمو السكاني المتزايد، مما يتطلب فهمًا عميقًا للاقتصاديات المتصلة بها. يتناول هذا الإطار المفاهيمي المبادئ الأساسية التي تحكم استخدام الطاقة وتوزيع الموارد، مما يمهد الطريق لفهم أفضل للعوامل الاقتصادية والاجتماعية المرتبطة بإدارة الطاقة وموارد الكوكب.

اولا: مفهوم الطاقة أشكالها مصادرها واستخداماتها

1. تعريف الطاقة

تعرف الطاقة بأنها القدرة على القيام بالعمل أو إحداث تغيير في حالة نظام معين، وتأتي بأشكال متعددة مثل الطاقة الحركية، والطاقة الكامنة، والحرارية. تعد الطاقة عنصرًا أساسيًا في جميع العمليات الطبيعية ولا يمكن تصور الحياة البشرية بدونها. تُقاس الطاقة بوحدات مثل الجول أو الكيلووات-ساعة، وتعبر عن كمية العمل المنجز أو الحرارة المنبعثة. في مجملها، تلعب الطاقة دورًا حيويًا في تحقيق التقدم التكنولوجي وتلبية احتياجات المجتمع الحيوية، مما يجعل فهمها أمرًا ضروريًا لتطوير حلول فعالة ومستدامة.

2. أشكال الطاقة

تتواجد الطاقة في عدة أشكال، كل منها تلعب دورًا مهمًا في حياتنا اليومية وعمليات الإنتاج. أشهر أشكال الطاقة تشمل الطاقة الحركية، التي تُعبر عن حركة الأجسام، والطاقة الكامنة، التي تخزن في الأجسام بسبب موقعها أو تركيبها. هناك أيضًا الطاقة الكهربائية التي تنتج عن حركة الإلكترونات، والطاقة الكيميائية التي تتواجد في الروابط بين الذرات في المواد. قد تتشكل الطاقة أيضًا على هيئة طاقة ضوئية، وهي الطاقة التي تأتي من الشمس، وطاقة نووية تنتج عن تفاعلات جزيئية. يتم تحويل هذه الأنواع من الطاقة لاستخدامات متعددة، مما يعكس أهمية فهم أشكال الطاقة المختلفة وتأثيرها على الحياة والتكنولوجيا.

الطاقة تأتي في عدة أشكال، ويمكن تصنيفها إلى أنواع مختلفة بناءً على مصدرها وطريقة تحويلها أهمها

1.2. الطاقة الميكانيكية

تشمل الطاقة الحركية والطاقة الكامنة:

- **الطاقة الحركية** :ناتجة عن حركة الأجسام (مثل الرياح، المياه المتدفقة، السيارات المتحركة)
- **الطاقة الكامنة** :مخزنة في الأجسام بسبب وضعها أو تركيبها (مثل الطاقة المختزنة في الزنبرك المشدود أو المياه خلف السدود)

2.2. الطاقة الحرارية

تنتج عن حركة الجزيئات داخل المادة، وكلما زادت حركة الجزيئات، ارتفعت درجة الحرارة. يمكن الحصول عليها من الشمس أو الاحتراق أو العمليات الكيميائية، وتعتبر الطاقة الحرارية واحدة من أهم أشكال الطاقة التي تؤثر على حياتنا بشكل مباشر. تُعبر الطاقة الحرارية عن الحركة العشوائية لجزيئات المادة، حيث تزداد الحركة بزيادة درجة الحرارة، مما يؤدي إلى ارتفاع الطاقة. تستخدم الطاقة الحرارية في العديد من التطبيقات، بما في ذلك التدفئة، والطهي، وتوليد الكهرباء. يتم إنتاجها من عدة مصادر، مثل احتراق الوقود الأحفوري، الذي يُعزز من درجات الحرارة، والسخانات الشمسية التي تستفيد من إشعاع الشمس. يُعتبر فهم خصائص الطاقة الحرارية ضرورياً لتطبيقاتها في مختلف الصناعات، والبحث عن طرق لتحسين كفاءتها وتقليل الفاقد منها.

3.2. الطاقة الكيميائية

تُعد الطاقة الكيميائية من أهم أشكال الطاقة المستخدمة في الحياة اليومية، حيث تُخزن في الروابط الكيميائية بين الذرات والجزيئات، وتتحرر عند حدوث تفاعل كيميائي، مثل الاحتراق أو التحلل. تعتمد العديد من مصادر الطاقة على هذه الطاقة المخزنة، ومن أبرزها الوقود الأحفوري مثل الفحم، النفط، والغاز الطبيعي، والتي تُستخدم في تشغيل المركبات، توليد الكهرباء، وتشغيل المصانع. كما تُستخدم البطاريات كمصدر للطاقة الكيميائية، حيث تتحول هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية لتشغيل الأجهزة الإلكترونية. بالإضافة إلى ذلك، يُعد الطعام مصدرًا مهمًا للطاقة الكيميائية، حيث تتحرر خلال عمليات الأيض في جسم الإنسان، مما يمده بالطاقة اللازمة للقيام بالأنشطة الحيوية. وتلعب الطاقة الكيميائية دورًا محوريًا في الصناعة، مثل تصنيع الأدوية، البلاستيك، والمتفجرات، مما يجعلها عنصرًا أساسيًا في الاقتصاد الحديث.

4.4.الطاقة الكهربائية

تُعد الطاقة الكهربائية من أكثر أشكال الطاقة استخدامًا في العصر الحديث، حيث تعتمد عليها معظم الأجهزة المنزلية والصناعية لتشغيل الإضاءة، التدفئة، التبريد، والاتصالات. تنشأ هذه الطاقة من تدفق الإلكترونات عبر المواد الموصلة، مثل الأسلاك النحاسية، ويتم توليدها من مصادر متعددة، أبرزها محطات توليد الكهرباء التي تعتمد على الوقود الأحفوري مثل الفحم والغاز، حيث يتم حرق هذه المواد لتوليد البخار الذي يُشغل التوربينات.

مع التوجه نحو الطاقة المتجددة، أصبحت مصادر مثل الطاقة الشمسية، التي تعتمد على الألواح الكهروضوئية لتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء، وطاقة الرياح، التي تستخدم التوربينات الهوائية، تلعب دورًا متزايدًا في إنتاج الكهرباء بطريقة نظيفة ومستدامة. كما تُستخدم السدود الكهرومائية في استغلال حركة المياه لتوليد الطاقة الكهربائية. في المستقبل، يُتوقع أن تسهم الابتكارات في تخزين الكهرباء، مثل البطاريات

المتطورة وخلايا الوقود، في تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما يجعل الطاقة الكهربائية عنصرًا أساسيًا في التحول نحو اقتصاد مستدام وأقل تلويثًا للبيئة.

5.2.الطاقة النووية

تُعتبر الطاقة النووية من أقوى مصادر الطاقة، حيث تنتج عن انقسام نوى الذرات (الانشطار النووي) أو اندماجها (الاندماج النووي). في المفاعلات النووية، يُستخدم عنصر اليورانيوم-235 أو البلوتونيوم-239 كوقود، حيث يؤدي انشطار نواة الذرة إلى إطلاق كمية هائلة من الطاقة الحرارية، تُستخدم لتسخين الماء وتوليد البخار الذي يُشغل التوربينات لإنتاج الكهرباء. هذه الطريقة تُستخدم في العديد من الدول لتوفير طاقة كهربائية نظيفة ومستدامة، مع تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة.

أما في الاندماج النووي، فهو العملية التي تحدث داخل الشمس والنجوم، حيث تندمج نوى الهيدروجين لتكوين الهيليوم، مطلقةً طاقة هائلة. يحاول العلماء تطوير مفاعلات اندماج نووي على الأرض، مثل مشروع ITER، بهدف إنتاج طاقة آمنة وغير محدودة دون المخاطر الإشعاعية العالية المرتبطة بالانشطار النووي. على الرغم من فوائدها العديدة، تواجه الطاقة النووية تحديات مثل إدارة النفايات المشعة، مخاطر التسرب الإشعاعي، والتكلفة العالية لبناء المفاعلات، مما يتطلب تطورات تقنية لضمان استخدامها الآمن والمستدام في المستقبل.

ثانيا: اقتصاديات الموارد

يعد اقتصاد الموارد أحد الفروع المهمة في علم الاقتصاد، حيث يركز على دراسة كيفية إدارة الموارد الطبيعية والاستخدام الأمثل لها لضمان تحقيق أقصى منفعة اقتصادية مع الحفاظ على استدامتها للأجيال القادمة. يتناول هذا المجال قضايا تتعلق بندرة الموارد، تسعيرها، توزيعها، وتأثير استغلالها على البيئة والاقتصاد. ومع تزايد الضغوط البيئية والنمو السكاني، أصبح من الضروري إعادة التفكير في استراتيجيات استغلال الموارد لضمان التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة.

1.أنواع الموارد الاقتصادية

تنقسم الموارد الاقتصادية إلى قسمين رئيسيين:

1.1. الموارد المتجددة

تُعد الموارد المتجددة عنصرًا أساسيًا في تحقيق التنمية المستدامة، حيث يمكن تجديدها طبيعيًا دون أن تنفد، مما يجعلها بديلاً مهمًا للموارد غير المتجددة. تشمل هذه الموارد المياه، الغابات، والطاقة الشمسية، وهي تلعب دورًا حيويًا في دعم الأنشطة الاقتصادية والبيئية. ومع ذلك، فإن سوء إدارتها قد يؤدي إلى استنزافها، مما يشكل تهديدًا لمستقبل الأجيال القادمة.

تواجه المياه، رغم أنها مورد متجدد، مشكلات ندرة وتلوث بسبب الاستهلاك المفرط والتغيرات المناخية. ويؤدي إزالة الغابات الجائرة إلى تدهور التربة، فقدان التنوع البيولوجي، وزيادة انبعاثات الكربون. أما الطاقة الشمسية، فهي من أنظف مصادر الطاقة، لكن تحديات التخزين والتكلفة لا تزال تعيق انتشارها بشكل واسع.

لضمان استدامة هذه الموارد، يجب تعزيز سياسات الإدارة الرشيدة، مثل تحسين كفاءة استخدام المياه، تطبيق خطط إعادة التشجير، وتوسيع الاستثمار في التقنيات الحديثة لتوليد الطاقة الشمسية. كما تلعب القوانين والتشريعات البيئية دورًا في الحد من الاستغلال غير المستدام لهذه الموارد، مما يساهم في تحقيق توازن بين التنمية وحماية البيئة.

2.1. الموارد غير المتجددة

تُعد الموارد غير المتجددة، مثل النفط، الغاز الطبيعي، والفحم، من الركائز الأساسية للاقتصاد العالمي، حيث تُستخدم في توليد الطاقة، تشغيل وسائل النقل، ودعم العمليات الصناعية. ومع ذلك، فإنها موارد محدودة الكمية، مما يجعل إدارتها تحديًا استراتيجيًا لضمان استمرار توفرها على المدى الطويل. يعتمد الاقتصاد العالمي بشكل كبير على هذه المصادر، مما يزيد من مخاطر ندرتها وارتفاع تكاليف استخراجها بمرور الوقت.

أحد التحديات الرئيسية المرتبطة بهذه الموارد هو التأثير البيئي السلبي، حيث يؤدي احتراق الوقود الأحفوري إلى انبعاثات غازات دفيئة تسهم في التغير المناخي. كما أن عمليات الاستخراج والتكرير قد تسبب تلوث التربة والمياه، مما يضر بالتوازن البيئي. لذلك، أصبح من الضروري تبني استراتيجيات دقيقة، مثل تحسين تقنيات الاستخراج والاستهلاك، وتطوير بدائل طاقة نظيفة للحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

في هذا السياق، تعمل العديد من الدول على تنويع مصادر الطاقة عبر الاستثمار في الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية والرياح، إضافةً إلى تعزيز تقنيات إعادة التدوير لتحسين كفاءة استخدام الموارد النادرة. كما أن البحوث في الطاقة النووية والهيدروجينية تساهم في توفير حلول أكثر استدامة، مما يساعد في تقليل المخاطر الاقتصادية والبيئية المرتبطة بالاعتماد المفرط على الموارد غير المتجددة.

2. مفهوم الندرة وأثرها على اقتصاد الموارد

في علم الاقتصاد، تُعد الندرة مبدأً أساسيًا يشير إلى عدم كفاية الموارد لتلبية جميع الاحتياجات البشرية المتزايدة، مما يؤدي إلى ضرورة اختيار كيفية تخصيص الموارد بأفضل طريقة ممكنة. تنطبق الندرة على جميع أنواع الموارد، سواء كانت طبيعية مثل النفط والمياه، أو اقتصادية مثل رأس المال والعمالة. ويترتب على ذلك أن جميع المجتمعات، بغض النظر عن مستوى تطورها، تواجه تحديات في إدارة مواردها المحدودة لضمان الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية.

يؤدي الطلب المرتفع وقلة العرض إلى ارتفاع أسعار الموارد، مما قد يؤدي إلى أزمات اقتصادية خاصة في الدول التي تعتمد بشكل كبير على الموارد غير المتجددة. على سبيل المثال، يؤدي نقص النفط أو الغاز الطبيعي

إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج والنقل، مما ينعكس على أسعار السلع والخدمات. كما تؤدي ندرة المياه الصالحة للشرب إلى اضطرابات اجتماعية وسياسية في العديد من المناطق حول العالم.

لمواجهة مشكلة الندرة، تلجأ الدول إلى استراتيجيات متعددة، أبرزها البحث عن بدائل مستدامة، مثل الطاقة المتجددة، التي تقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري. كما تعمل الحكومات على تحسين الكفاءة في استغلال الموارد من خلال تقنيات إعادة التدوير، وتقليل الهدر، وتشجيع الابتكار التكنولوجي لتحسين الإنتاجية.

على المستوى السياسي، تدفع الندرة بعض الدول إلى التنافس والصراعات على الموارد، كما هو الحال في النزاعات حول مصادر المياه أو الأراضي الزراعية. ولهذا السبب، تلعب السياسات الاقتصادية والتجارية دورًا مهمًا في إدارة الموارد بشكل عادل ومستدام، من خلال فرض ضرائب بيئية، وتشجيع الاستثمارات في التكنولوجيا الخضراء، ووضع قوانين تنظيمية تمنع الاستغلال المفرط للموارد.

في المستقبل، من المتوقع أن يزداد تأثير الندرة على الاقتصاد العالمي، مما يجعل من الضروري تعزيز التعاون الدولي في إدارة الموارد، والبحث عن مصادر بديلة للطاقة والغذاء، واعتماد نماذج اقتصادية أكثر استدامة. لذا، فإن الحلول المستدامة، مثل الاقتصاد الدائري، والاعتماد على التكنولوجيا الحديثة في تحلية المياه وزراعة الأغذية بطرق مبتكرة، ستكون مفتاحًا لمواجهة تحديات الندرة وضمان التنمية المستدامة.

3.التحديات التي تواجه اقتصاديات الموارد

يواجه اقتصاد الموارد تحديات متزايدة تعيق تحقيق الإدارة المستدامة والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية. وعلى الرغم من الجهود الدولية المبذولة لضمان الاستخدام العادل والمستدام للموارد، لا تزال هناك عوامل اقتصادية، بيئية، وسياسية تعرقل هذه الجهود. وتزداد هذه التحديات تعقيدًا مع النمو السكاني، التوسع الصناعي، والتغيرات المناخية التي تؤثر بشكل مباشر على توفر الموارد واستقرار الأسواق العالمية.

فيما يلي أبرز التحديات التي تواجه اقتصاديات الموارد:

1.3. التغيرات المناخية وتأثيرها على توفر الموارد

أصبحت التغيرات المناخية واحدة من أكبر التحديات التي تهدد استدامة الموارد الطبيعية. فتغير أنماط الطقس، مثل الجفاف المتزايد، الفيضانات، وارتفاع درجات الحرارة، يؤثر على مصادر المياه العذبة، الإنتاج الزراعي، وتوليد الطاقة. على سبيل المثال، نقص المياه في العديد من المناطق يهدد الإنتاج الزراعي ويؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء، مما يسبب أزمات اقتصادية واجتماعية. كما تؤثر التغيرات المناخية على إنتاج الطاقة المتجددة، حيث يمكن أن تؤدي تغيرات الرياح ومستويات الإشعاع الشمسي إلى تقلبات في إنتاج الطاقة الشمسية والرياح.

2.3.الطلب المتزايد على الموارد بسبب النمو السكاني والتوسع الصناعي

مع الزيادة السكانية السريعة والتوسع الصناعي المتزايد، يزداد الطلب على الموارد الطبيعية بشكل غير مسبوق. يستهلك العالم اليوم كميات هائلة من المياه، الوقود الأحفوري، المعادن، والأراضي الزراعية، مما

يؤدي إلى استنزاف الموارد بمعدل أسرع من قدرة الطبيعة على تجديدها. كما أن التحولات الاقتصادية، مثل زيادة الاستهلاك في الاقتصادات الناشئة (مثل الصين والهند)، تضغط على أسواق الطاقة والمواد الخام، مما يؤدي إلى تقلبات أسعار وزيادة المنافسة على الموارد المحدودة.

3.3. الاحتكارات الاقتصادية وتأثيرها على توزيع الموارد

في بعض الأسواق، تسيطر الشركات الكبرى والدول المنتجة على الموارد الاستراتيجية مثل النفط، الغاز، والمعادن النادرة، مما يؤدي إلى تحكم غير متكافئ في الأسعار والمعروض العالمي. فعلى سبيل المثال، تمتلك دول أوبك (OPEC) نفوذًا كبيرًا في سوق النفط، حيث يمكنها زيادة أو تقليل الإنتاج للتأثير على الأسعار العالمية. وبالمثل، فإن الصين، التي تسيطر على جزء كبير من إنتاج المعادن النادرة، تؤثر بشكل مباشر على الصناعات التكنولوجية حول العالم، مما يجعل الاقتصادات الأخرى معرضة للقيود التجارية والتقلبات في الإمدادات.

4.3. الصراعات الجيوسياسية المرتبطة بالموارد الطبيعية

تعتبر الموارد الطبيعية أحد أهم العوامل التي تؤجج النزاعات والصراعات بين الدول، خاصةً عندما تكون هذه الموارد نادرة أو غير متاحة بالتساوي بين البلدان. النزاعات على مصادر المياه، مثل نهر النيل بين دول حوض النيل، أو النزاعات حول احتياطيات النفط والغاز في الشرق الأوسط وبحر الصين الجنوبي، تعكس التوترات الجيوسياسية التي قد تؤدي إلى صراعات عسكرية. كما أن السياسات الحمائية التي تتبعها بعض الدول لحماية مواردها تؤدي إلى توترات تجارية وعقوبات اقتصادية تعيق التعاون الدولي في إدارة الموارد.

5.3. تزايد معدلات التلوث وتدهور البيئة

يؤدي الاستخدام غير المستدام للموارد إلى تزايد معدلات التلوث البيئي، تدهور الأراضي الزراعية، والتصحر. على سبيل المثال، تؤدي الانبعاثات الصناعية الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري إلى تلوث الهواء وتغير المناخ، مما يزيد من الضغط على الموارد الطبيعية. كما أن إزالة الغابات والتوسع العمراني العشوائي يهددان التوازن البيئي، مما يؤدي إلى انخفاض خصوبة التربة وتدمير التنوع البيولوجي.

6.3.الحاجة إلى تطوير تقنيات مستدامة لإدارة الموارد

رغم التحديات، فإن التكنولوجيا الحديثة يمكن أن تلعب دورًا حاسمًا في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الهدر. تحتاج الدول إلى الاستثمار في البحث والتطوير لتطوير تقنيات إعادة التدوير، تحسين كفاءة الطاقة، وزيادة إنتاجية الموارد الزراعية. على سبيل المثال، يمكن لتقنيات تحلية المياه أن تخفف من أزمة ندرة المياه، ويمكن تحسين طرق استخراج النفط والغاز أن يزيد من عمر الاحتياطيات المتاحة.

ثالثا: اقتصاد الطاقة

يُعد اقتصاد الطاقة أحد الفروع المهمة في علم الاقتصاد، حيث يهتم بدراسة إنتاج، توزيع، واستهلاك الطاقة بكفاءة لضمان تحقيق التنمية المستدامة. تلعب الطاقة دورًا حيويًا في تشغيل مختلف القطاعات

الاقتصادية، من الصناعة والزراعة إلى النقل والتكنولوجيا. ومع تزايد الطلب العالمي على الطاقة، أصبح من الضروري البحث عن مصادر مستدامة، وتحسين كفاءة استخدامها، والتعامل مع التحديات البيئية والاقتصادية المرتبطة بها.

1. مفهوم اقتصاد الطاقة

اقتصاد الطاقة هو الدراسة الاقتصادية لكيفية إنتاج الطاقة واستهلاكها وتوزيعها، مع التركيز على تحقيق التوازن بين العرض والطلب وتحليل تأثير السياسات الحكومية، الأسواق، والتطورات التكنولوجية على قطاع الطاقة. يتناول هذا المجال أيضًا الأسعار، التكلفة، التأثيرات البيئية، ودور الابتكار في تطوير مصادر طاقة أكثر كفاءة واستدامة.

2. أهمية اقتصاد الطاقة

يكتسب اقتصاد الطاقة أهمية كبيرة لعدة أسباب، من بينها:

1.2.دعم النمو الاقتصادي

تلعب الطاقة دورًا جوهريًا في تعزيز النمو الاقتصادي، حيث تعتمد مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية على توفر مصادر طاقة مستقرة وفعالة. في القطاع الصناعي، تُستخدم الطاقة في تشغيل المصانع، إنتاج السلع، وتشغيل الآلات الثقيلة، مما يزيد من الإنتاجية ويعزز الاقتصاد. أما في قطاع الخدمات، فتعتمد البنوك، الشركات، والمؤسسات الصحية والتعليمية على الطاقة لتقديم خدماتها بكفاءة.

في مجال التكنولوجيا، تمثل الطاقة العمود الفقري لتشغيل الأجهزة الإلكترونية، مراكز البيانات، والذكاء الاصطناعي، مما يسرّع التحولات الرقمية ويخلق فرص عمل جديدة. كما أن قطاع النقل، الذي يشمل السيارات، القطارات، والطائرات، يحتاج إلى الطاقة لضمان حركة البضائع والأفراد، مما يدعم التجارة والاستثمارات.

علاوة على ذلك، تؤدي الاستثمارات في الطاقة المتجددة إلى تحفيز الاقتصاد من خلال خلق وظائف جديدة في مجالات مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. كما أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة يقلل التكاليف التشغيلية للشركات، مما يساهم في تحقيق استدامة اقتصادية طويلة الأمد تحقيق الأمن الطاقوي: يساعد اقتصاد الطاقة في وضع سياسات لضمان توفر مصادر الطاقة بشكل مستدام، خاصة في ظل تذبذب أسعار النفط والغاز.

2.2.الحد من التغيرات المناخية

يُعد التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة أحد الحلول الأساسية للحد من التغيرات المناخية، حيث يؤدي تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان، المسؤولة عن الاحتباس الحراري. من خلال الاستثمار في الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، يمكن تحقيق إنتاج طاقة نظيف ومستدام، مما يساعد على تقليل البصمة الكربونية العالمية.

علاوة على ذلك، تسهم تقنيات كفاءة الطاقة، مثل استخدام المصابيح الموفرة للطاقة وتحسين العزل الحراري في المباني، في تقليل الاستهلاك العام للطاقة، مما يؤدي بدوره إلى انخفاض الانبعاثات. كما أن تشجيع النقل المستدام، مثل السيارات الكهربائية والقطارات العاملة بالطاقة النظيفة، يساعد في تقليل التلوث الناجم عن وسائل النقل التقليدية.

إضافةً إلى ذلك، تعتمد العديد من الدول على سياسات بيئية صارمة، مثل فرض ضرائب الكربون ودعم المشروعات الخضراء، لتعزيز التحول إلى الطاقة المستدامة. من خلال هذه الجهود، يمكن تحقيق توازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، مما يضمن مستقبلًا أكثر استدامة للأجيال القادمة.

3.2.تعزيز كفاءة استخدام الموارد

يُعد تحسين كفاءة استخدام الموارد أحد الجوانب الأساسية في اقتصاد الطاقة، حيث يساهم في تقليل الهدر وخفض التكاليف، مما يعزز الاستدامة الاقتصادية والبيئية. تعتمد هذه العملية على استخدام الطاقة بأقصى كفاءة ممكنة من خلال تقنيات حديثة وابتكارات تقلل من استهلاك الموارد دون التأثير على الإنتاجية.

على سبيل المثال، في القطاع الصناعي، يؤدي استخدام الآلات ذات الكفاءة العالية وأنظمة إعادة تدوير الحرارة إلى خفض استهلاك الوقود والطاقة. وفي المنازل والمباني التجارية، تساهم تقنيات العزل الحراري والمصابيح الموفرة للطاقة في تقليل استهلاك الكهرباء. أما في قطاع النقل، فإن التحول نحو السيارات الكهربائية والهجينة يساعد في تقليل استهلاك الوقود الأحفوري وتحسين كفاءة استخدام الطاقة.

إضافةً إلى ذلك، تعتمد الحكومات والشركات على أنظمة إدارة الطاقة الذكية، التي تستخدم البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتحليل استهلاك الطاقة وتحديد طرق تحسينه. كما أن تشجيع الأفراد على تبني عادات مستدامة، مثل استخدام الأجهزة الموفرة للطاقة، يعزز من الاستخدام المسؤول للموارد، مما يساهم في تحقيق تنمية مستدامة على المدى الطويل.

3. التحديات التي تواجه اقتصاد الطاقة

رغم التطورات الكبيرة في قطاع الطاقة، لا يزال يواجه العديد من التحديات، من أبرزها:

تقلب أسعار الطاقة: تتأثر أسعار النفط والغاز بعوامل جيوسياسية واقتصادية، مما يؤثر على الاستقرار الاقتصادي العالمي.

الاعتماد على الوقود الأحفوري: لا يزال العالم يعتمد بشكل كبير على النفط والغاز، مما يجعل التحول إلى الطاقة النظيفة بطيئًا.

البنية التحتية للطاقة: تحتاج العديد من الدول إلى استثمارات ضخمة لتطوير شبكات الكهرباء، وتوسيع قدرات تخزين الطاقة المتجددة.

التغيرات المناخية: تؤثر التغيرات المناخية على إنتاج الطاقة، حيث يمكن أن تؤدي موجات الجفاف إلى تقليل كفاءة السدود الكهرومائية، بينما يمكن أن تؤثر العواصف على توربينات الرياح.

التكنولوجيا والتكلفة: رغم التقدم في الطاقة المتجددة، إلا أن التكاليف لا تزال تشكل عائقًا أمام تبنيها على نطاق واسع، خاصة في الدول النامية.

رابعا : دور الطاقة في الاقتصاد العالمي

تلعب الطاقة دورًا محوريًا في الاقتصاد العالمي، حيث تؤثر على جميع القطاعات الإنتاجية والخدمية، وتعد عنصرًا أساسيًا في تحقيق التنمية المستدامة. يرتبط النمو الاقتصادي بتوفر الطاقة، حيث تعتمد الصناعة، النقل، التكنولوجيا، والزراعة على مصادر الطاقة المختلفة لضمان استمرارية الإنتاج وتحقيق الكفاءة.

1. دعم النمو الصناعي

تُعد الصناعة أحد أكبر القطاعات استهلاكًا للطاقة، حيث تعتمد المصانع على الكهرباء والوقود الأحفوري لتشغيل الآلات وخطوط الإنتاج. من دون توفر مصادر طاقة مستقرة، تتأثر الإنتاجية والتكاليف التشغيلية، مما يؤدي إلى ارتفاع أسعار المنتجات وانخفاض القدرة التنافسية للأسواق. علاوة على ذلك، تؤثر تقلبات أسعار الطاقة على استقرار القطاع الصناعي، حيث يؤدي ارتفاع أسعار النفط أو الغاز إلى زيادة تكاليف الإنتاج، مما قد يؤدي إلى تضخم الأسعار وتباطؤ النمو الاقتصادي.

2. تعزيز قطاع النقل والتجارة

يعتمد قطاع النقل بشكل كبير على الطاقة، سواء كان ذلك في النقل البري، الجوي، أو البحري. يساهم توفر الطاقة بأسعار معقولة في تقليل تكاليف الشحن والنقل، مما يعزز التجارة الدولية. على سبيل المثال، يؤدي انخفاض أسعار الوقود إلى تقليل تكاليف الشحن البحري والجوي، مما يجعل المنتجات أكثر قدرة على المنافسة في الأسواق العالمية. كما أن تطور وسائل النقل الكهربائية والهجينة يساعد في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما يحسن من كفاءة الطاقة ويقلل التكاليف التشغيلية.

3. تحقيق الأمن الطاقوي والاستقرار الاقتصادي

يؤثر الأمن الطاقوي على استقرار الاقتصادات العالمية، حيث تسعى الدول إلى تأمين مصادر طاقة موثوقة ومستدامة لضمان استمرار عجلة الإنتاج والتنمية. تعتمد العديد من الدول على واردات الطاقة، مما يجعلها عرضة للتقلبات في الأسعار والصراعات الجيوسياسية. لذلك، تعمل الدول على تنويع مصادر الطاقة من خلال الاستثمار في الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مما يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري المستورد ويحسن الاستقلالية الطاقوية.

4. دور الطاقة في الزراعة والإنتاج الغذائي

تؤثر الطاقة بشكل مباشر على الإنتاج الزراعي من خلال تشغيل الآلات الزراعية، أنظمة الري، ومصانع الأسمدة. يؤدي ارتفاع أسعار الطاقة إلى زيادة تكاليف إنتاج ونقل المنتجات الزراعية، مما يؤثر على الأمن الغذائي. كما أن الاعتماد على مصادر طاقة نظيفة في الزراعة، مثل الطاقة الشمسية لأنظمة الري، يساعد في تقليل التكاليف وتحقيق استدامة زراعية على المدى الطويل.

5. الابتكار والتكنولوجيا في قطاع الطاقة

يعد الابتكار في قطاع الطاقة من المحركات الأساسية للنمو الاقتصادي، حيث يؤدي تطوير تقنيات الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الشبكات الكهربائية، والاعتماد على الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة إلى تحسين الإنتاجية وخفض التكاليف. كما أن الاستثمار في البطاريات وتخزين الطاقة يساعد في التغلب على مشكلات انقطاع التيار الكهربائي، مما يحسن من استقرار الأنظمة الطاقوية ويعزز نمو الاقتصاد الرقمي.

6. تأثير الطاقة على البيئة والتنمية المستدامة

تؤثر الطاقة بشكل مباشر على الاستدامة البيئية، حيث يؤدي الاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري إلى انبعاث الغازات الدفيئة، مما يسبب تغير المناخ. لذلك، تسعى الدول إلى تبني سياسات بيئية صارمة، مثل تقليل الانبعاثات، الاستثمار في الطاقة النظيفة، وتطوير اقتصاد منخفض الكربون، لضمان تحقيق نمو اقتصادي مستدام دون الإضرار بالبيئة.

خلاصة

تلعب الطاقة دورًا حيويًا في دفع عجلة النمو الاقتصادي وتحقيق التنمية المستدامة، حيث تعتمد عليها مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية. ومع تزايد الطلب العالمي على الطاقة نتيجة للنمو السكاني والتطور الصناعي، أصبح من الضروري البحث عن مصادر طاقة مستدامة تضمن تلبية الاحتياجات دون الإضرار بالبيئة. لذلك، يشهد العالم تحولًا كبيرًا نحو اقتصاد الطاقة، الذي يهدف إلى تحقيق الكفاءة في استخدام الطاقة، وتقليل الهدر، وتعزيز الابتكار في مجال الطاقات المتجددة.

أما اقتصاديات الموارد، فهي تعنى بكيفية إدارة الموارد الطبيعية بطريقة تحقق أقصى منفعة اقتصادية واجتماعية مع الحفاظ على البيئة. فالفرق بين الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية والمياه والغابات، والموارد غير المتجددة مثل النفط والغاز والفحم، يستدعي وضع سياسات واستراتيجيات تضمن الاستخدام الرشيد لهذه الموارد لضمان استدامتها للأجيال القادمة.

يواجه العالم اليوم تحديات كبيرة في مجال الطاقة، من التقلبات في أسعار النفط والغاز إلى التغيرات المناخية وتأثيراتها على الموارد الطبيعية. لذلك، أصبح الاستثمار في الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة، وتطوير تكنولوجيات حديثة أمرًا ضروريًا لضمان استقرار الاقتصاد العالمي. كما أن تعزيز التعاون الدولي في مجال الطاقة، ووضع سياسات تدعم التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون، يساعدان في بناء مستقبل أكثر استدامة.

لا يمكن تحقيق التنمية الاقتصادية دون إدارة فعالة لموارد الطاقة، حيث تعتمد رفاهية المجتمعات وازدهارها على مدى قدرتها على تحقيق التوازن بين الطلب على الطاقة، الاستدامة البيئية، والكفاءة الاقتصادية. لذا، يعد الاستثمار في اقتصاد الطاقة واقتصاديات الموارد من أهم الأولويات لضمان مستقبل مستدام يحقق الأمن الطاقوي والاقتصادي في آن واحد.

أسئلة للمناقشة:

السؤال الأول: كيف يساهم اقتصاد الطاقة في تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، خاصة في ظل التحديات المرتبطة بالتغيرات المناخية والاعتماد على الوقود الأحفوري؟

السؤال الثاني: في ضوء الأدوار المتعددة للطاقة في الاقتصاد العالمي، ما هي الاستراتيجيات التي يمكن أن تعتمدها الدول النامية لتعزيز أمنها الطاقوي وتحقيق الاستقلالية في ظل التقلبات العالمية؟

السؤال الثالث: ناقش العلاقة بين الابتكار في تقنيات الطاقة (مثل الذكاء الاصطناعي والطاقة المتجددة) والنمو الاقتصادي، مع تقديم أمثلة على كيفية تأثير هذه الابتكارات في القطاعات المختلفة.؟

المحور الثاني:

الطاقات التقليدية

أهداف المحور الثاني:

1. التعريف بمصادر الطاقات التقليدية ؛
2. ابراز مزايا وعيوب الطاقات التقليدية ؛
3. معرفة خارطة توزع الطاقات التقليدية في العالم؛
4. التطرق إلى مستقبل الطاقات التقليدية في ظل المتغيرات الحاصلة في العالم .

الكلمات المفتاح:

الطاقات التقليدية، النفط، الغاز الطبيعي، الفحم ، النضوب.

هيكل محاضرات المحور:

تمهيد؛

أولا: النفط؛

ثانيا: الغاز الطبيعي؛

ثالثا: الفحم.

رابعا: الطاقة النووية.

خلاصة؛

أسئلة للمناقشة.

تمهيد

لطالما شكلت الطاقات التقليدية العمود الفقري للنشاط الاقتصادي والصناعي في العالم، حيث تعتمد عليها الدول بشكل رئيسي في توليد الكهرباء، تشغيل وسائل النقل، وتحفيز النمو الاقتصادي. تشمل هذه الطاقات الوقود الأحفوري مثل النفط، الغاز الطبيعي، والفحم، والتي تُستخرج من باطن الأرض وتُستخدم كمصادر أساسية للطاقة منذ الثورة الصناعية. ورغم أن هذه المصادر تتميز بقدرتها العالية على توفير الطاقة بشكل مستمر وكفاءة اقتصادية في بعض الحالات، إلا أنها تواجه تحديات كبيرة بسبب ندرتها، ارتفاع تكاليف استخراجها، وتأثيراتها البيئية السلبية، مثل الاحتباس الحراري والتلوث.

أولا: النفط؛

النفط مصطلح متداول بكثرة في العقود الأخيرة بسبب التسابق نحو امتلاك احتياطياته واكتساح أسواقه من طرف الدول الصناعية، حيث يعتبر أهم مصادر الطاقة في العصر الحالي وهو ما جعل الدول التي تمتلك احتياطيات كبيرة منه فاعلا أساسيا في السوق الدولية ، وهو العامل الذي وفر موارد مالية معتبرة لهذه الدول ساعدتها على تنفيذ الخطط والبرامج التنموية، لكن تبقى الدول الصناعية المستفيد الأكبر من النفط بسبب شرائها له خاما بأسعار منخفضة إذا ما قارناها بأسعار المنتجات النهائية التي تعتمد على النفط كمادة أولية أساسية في تصنيعها، حيث نجد أن الدول الصناعية تعيد تصدير هذه المنتجات للدول المنتجة للنفط وبأسعار عالية جدا.

1. مفهوم النفط

حسب معجم البراق للمصطلحات الطبية والتجارية والاقتصادية يترجم مصطلح النفط أو البترول على أنه "زيت معدني يوجد في أبار ، مركب من عنصري الكربون والهيدروجين يحصل عليه بتقطير زيت البترول ، وهو سريع الاحتراق توقد به النار ويستخدم وقودا للمحركات" وكلمة بترول Petroleum هي من أصل يوناني تتكون من كلمتين، كلمة Petro وتعني الصخر وكلمة Oleumتعني الزيت ، أي أن معنى الكلمتين هو زيت الصخر ، وقد عرف الإنسان البترول منذ القدم في مصر وفارس ، حيث استخدمه في أغراض التدفئة والإضاءة ورصف الطرق

هناك عدة تعريفات للنفط أهمها:

التعريف الأول: " هو مادة سائلة هي الهيدروكاربونات السائلة ويطلق عليها أيضا النفط الخام ، وهذه المادة السائلة لها رائحة خاصة ومتميزة ولونها متنوع بين الأسود والأخضر والبني والأصفر، كما أنه مادة لزجة وهذه اللزوجة مختلفة بحسب الكثافة النوعية لمادة النفط الخام، والكثافة النوعية متوقفة ومتجددة بمقدار نسبة ذرات الكربون في مادة النفط الخام ، فكلما زادت نسبة الذرات الكربونية كلما زادت كثافته النوعية أو ثقله والعكس بالعكس"

التعريف الثاني:"النفط هو سائل يتكون أساسا من خلائط معقدة، وغير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تركيبات جزيئية متنوعة وخواص طبيعية و كيماوية مختلفة، كما يحتوي على بعض الشوائب كالكبريت والأوكسجين و النيتروجين والماء والأملاح وكذلك بعض المعادن مثل الغناديوم والحديد والصوديوم"

التعريف الثالث:" النفط عبارة عن خليط معقد يتألف مما يصل إلى 200 أو أكثر من المركبات العضوية والمواد الهيدروكربونة الخام في الغالب والتي تحتوي على تركيبات مختلفة"

من خلال التعريفات السابقة يمكننا القول بأن النفط هو عبارة عن خليط لزج من مجموعة من المركبات العضوية له عدة ألوان وتختلف كثافته باختلاف مكوناته.

2.نظريات تكوين النفط

لم يتفق العلماء على أصل النفط، حيث يرجع بعضهم أصل النفط إلى مواد عضوية1 ويرجع البعض الأخر أصله إلى مواد غير عضوية، وهو ما أوجد مجموعة من النظريات يسعى أصحابها إلى تفسير أصل النفط وكيفية نشأته، أهم هذه النظريات هي النظرية العضوية أو البيولوجية ، والنظرية الكيمائية والنظرية المعدنية.

1.2.النظرية العضوية أو البيولوجية: يرى أصحابها بأن الزيت قد تكون من النباتات الميتة و من أجسام مخلوقات دقيقة لا حصر لها ، فهذه البقايا ذات الأصل النباتي والحيواني ترسبت في قيعان

[1] سيد فتحي أحمد الخولي، الموارد النفطية ، الجزء الثاني، الطبعة الخامسة، دار زهران للنشر والتوزيع، جدة ، 1997، ص 102.

البحر القديمة ، وترسبت فوقها المزيد من الصخور المحتوية على المواد العضوية نفسها ، ثم انتقلت عن طريق الأنهار لتصب في البحار ، وبدأت هذه المواد العضوية تتشكل على شكل طبقات فوق بعضها البعض مستقرة على قاع البحر ، وبما أن الطبقات القديمة قد دفنت تحت أعماق بعيدة ، فقد تحللت المواد العضوية بفعل الوزن والضغط القائم فوقها ، وهذا الضغط بدوره يولد الحرارة ، وبفعل هذه الحرارة الناتجة والضغط إضافة إلى النشاط الإشعاعي والتمثيل الكيميائي والبكتيري تحولت المادة العضوية إلى مكونات الهيدروجين والكربون ، وصولا الى البترول في شكله الحالي.[1]

2.2. **النظرية الكيميائية:** تفترض هذه النظرية أن بعض الهيدروكربونات[2] قد تكونت في الزمن القديم باتحاد الهيدروجين بالكربون ثم انتشرت في باطن الأرض واختزنت فيها ،وتحولت لاحقا إلى زيت النفط، ثم بدأ هذا الزيت بالتسرب الى خارج الأرض عبر الشقوق والصدوع الموجودة في القشرة الأرضية ، أو عن طريق حفر الآبار الإستكشافية ، ومن أهم حجج أصحاب هذه النظرية وجود أغلب نفط العالم في مناطق صغيرة مثل الخليج العربي وهو ما ينفي في نظرهم تكون النفط من بقايا الكائنات الحية التي من غير المعقول أن تجتمع في أماكن صغيرة دون غيرها [3].

3.2. **النظرية المعدنية:** ترى بأن أصل البترول غير عضوي بل معدني ، حيث أنه يتكون نتيجة بخار الماء الذي تتعرض له رواسب كربيدات الفلزات التي توجد في باطن الأرض ، فنتيجة التفاعل بين كربيد الكالسيوم مع الماء يتكون الهيدروكربون غير المشبع ، غير أن هذه الرواسب نادرة ولا توجد الكميات الكافية منها لإنتاج الكم الهائل الذي نراه من البترول، وهكذا تبقى النظرية العضوية الأقرب إلى الواقع في تفسير تكون النفط[4].

3. أنواع النفط

[1] مهدي أحمد رشيد ، جغرافيا النفط ، دار الجنادرية ، 2015.، ص10.

[2] **الهيدروكربونات**:هي مركبات كيميائيّة عضويّة مكوّنة من عنصري الكروبون والهيدروجين فقط.

[3] منذر ظاهر نصيف ، أصل تكون النفط ، المقالات العلمية لجامعة ديالى ، العراق ، من الموقع http://www.sciences.uodiyala.edu.iq/pageviewer.aspx?id=215

[4] مهند الكاطع،البترول علميا وجيولوجيا وكيميائيا، ص 8 ، مقال الكتروني محمل من الموقع www.sgc.gov.sy/files/sheets/445.pdf

يتم تصنيف النفط الخام حسب عدة معايير مختلفة منها التركيبة الكيميائية له و نسبة الكبريت التي يحتويها وكذلك حسب المقاييس الفيزيائية وأيضا يصنف النفط حسب المقاييس التجارية له، إذن يصنف كما يلي:[1]

1- حسب التركيبة الكيميائية

ينقسم النفط الى ثلاثة أنواع حسب تركيبه الكيميائي:

أ. نفط برافيني الأصل: ويتكون هذا النوع من النفط من الهيدروكربونات البرافينية، وهو خالٍ أو يكاد يكون خالياً من المواد الإسفلتية، ويعطي هذا النوع من النفط كميات جيدة من الشمع البرافيني وزيوت التزييت عالية الجودة.

ب. نفط نفثيني الأصل: ويتألف هذا النوع من النفط من النفثينات[2] ومن نسبة عالية من المواد الإسفلتية، ويحتوي على كميات قليلة من شمع البارفين أو يكاد يخلو منها، ولإنتاج زيوت التزييت من هذا الخام لتكون بكفاءة الزيوت التي يتم إنتاجها من الخامات البرافينية الأصل، يستلزم إجراء معالجات كيميائية خاصة.

ج. نفط مختلط الأصل: ويتكون هذا النوع من النفط من مزيج من البرافينات والنفثينات ونسبة قليلة من المركبات العطرية ويحتوي على مقادير متفاوتة من شمع البرافين والمواد الأسفلتية.

2- حسب المقاييس الفيزيائية

يعتمد تصنيف النفط حسب المقاييس الفيزيائية على مجموعة من العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار أساسا المكونات الجزيئية والذرية والخصائص الفيزيائية للنفط، فهذا التصنيف يكون حسب الوزن الجزيئي الغرامي و الكثافة النسبية والوزن النوعي ، بالإضافة الى أخذ عوامل اللزوجة والخصائص الضوئية ومعامل الانكسار بعين الإعتبار، من جهة أخرى يضيف بعض الخبراء إلى ما سبق عاملي الكربون المتبقي ونقطة الإنسكاب.

3- حسب المقاييس التجارية

[1] أمجد محمد ناجي قاسم، الأسس الكيميائية والمقاييس الفيزيائية لتصنيف النفط الخام، مجلة القافلة ، شركة ارامكوالسعودية ، مجلد 61، ج 1 ، الرياض، يناير/فبراير 2012، ص 18.

[2] النفثينات: تسمى أيضا الألكانات الحلقية وهي ألكانات لديها حلقة واحدة أو أكثر من ذرات الكربون في بنيتها الكيميائية.

يتم تصنيف النفط حسب المقاييس التجارية بالاعتماد على وزنة النوعي أو درجة كثافته (خفيف أو متوسط أو ثقيل) ومحتواه من الكبريت (حلو أو حامض)، وهما عاملان يختلفان باختلاف موقع استخراجه، فالوزن النوعي يدل على درجة كثافة النفط الخام ولزوجته و هو الأمر الذي يشير إليه مقياس معهد النفط الأمريكي(American Petroleum Institute API) الذي سمي باسمه ، ودرجة الكثافة (API) تتراوح بين 1 و60 وكلما كانت هذه الدرجة عالية دل ذلك على أن النفط خفيف أي ذو نوعية عالية وبالتالي أسعاره مرتفعة ، والعكس كلما كانت هذه الدرجة منخفضة دل ذلك على ان هذا النفط ثقيل وبالتالي ذو جودة منخفضة وهو مايعني ان أسعاره أقل بالمقارنة مع الخفيف، أما محتوى النفط من الكبريت فهو الذي يحدد نوعه من حيث الحلاوة والحموضة ، فإذا كان ما يحتويه أقل من 5 بالمائة فهو نفط حلو ، أما إذا كان يحتوي على أكثر من 5 بالمائة من الكبريت فهو نفط حامض، والنفط الحلو اقل تأثيرا على البيئة من النفط الحامض.

بالإضافة إلى ما سبق يصنف النفط أيضا حسب المقاييس التجارية وفق معامل التصنيفK.U.O.P فقد توصل الباحثون في شركة يونيفرسل أويل Universal Oil Productsإلى علاقة بين نوع الهيدروكربونات الموجودة في النفط الخام ونسبتها من ناحية والكثافة النوعية للخام ودرجة غليانه المتوسطة من ناحية أخرى ، وهذه العلاقة عرفت باسم معامل التصنيفK.U.O.P ، ويتراوح هذا المعامل بين 10.5 للخامات النفثينية الثقيلة و 12.9 للخامات البارافينية الخفيفة.

4. خامات النفط القياسية

ان اختلاف تركيبة النفط تؤدي إلى إختلاف نوعيته كما سبق الإشارة إليه، وهو ما يؤدي بالضرورة إلى إختلاف سعره، هذا الإختلاف جعل المتعاملين في أسواق النفط يبحثون عن مقاييس يتفق عليه من أجل تسعير النفط الخام، وهو ما أدى إلى إعتماد مجموعة من الخامات النفطية لجعلها كمراجع قياسية للنفط الخام مثل خام برنت وخام وسيط غرب تكساس، حيث يتم تسعير النفط الخام، بناءً على مدى اختلافها عن تلك الخامات القياسية سواء من ناحية الكثافة أو الحموضة أو غيرها من المؤشرات الفيزيائية المختلفة وأهمها :

1- **خام برنت Brent** : يتكون من مزيج نفطي من 15 حقلا مختلفا في منطقتي برنت ونينيان في بحر الشمال (المملكة المتحدة) حيث تنتج هاتان المنطقتان حوالي 500 الف برميل يوميا ، ويعتبر خام

برنت من أهم الخامات القياسية حيث يستخدم لتسعير ثلثي إنتاج النفط العالمي خاصة في الأسواق الأوروبية والإفريقية، من أشهر خامات النفط القياسية، ويستخدم لتسعير ثلثي إنتاج النفط في العالم، ويعتبر أيضا من النفوط الحلوة الخفيفة المثالية لإنتاج البنزين ووقود التدفئة[1].

يبلغ الوزن النوعي لخام برنت 0.835 درجة، كما أن نسبة الكبريت فيه منخفضة وتبلغ نحو 0.37%، أما درجة API له فحوالي 38.06، ويباع هذا الخام في الأسواق العالمية بسعر أعلى قليلاً (نحو دولار أمريكي) عن سلة نفط أوبك وبسعر أقل (نحو دولار أمريكي) عن خام وسيط غرب تكساس[2].

2- **خام وسيط غرب تكساس(West Texas Intermediate (WTI)**: من خلال اسمه نستدل على أنه ينتج أغلبه في مناطق غرب تكساس ويباع أغلبه في أحد أكبر أسواق النفط في العالم وهو الذي يقع في مدينة كوشينغ في أوكلاهوما[3].

يبلغ وزنه النوعي 0.827 درجة وهو نفط خفيف ونسبة الكبريت فيه قليلة وتبلغ نحو 0.24%، ودرجة API له بحدود 39.6، ويستخدم هذا الخام بشكل أساسي لإنتاج الجازولين في الولايات المتحدة الأمريكية، وهو من أحد خامات النفط القياسية التي تستخدم لتسعير الخامات الأخرى خصوصاً في أمريكا الشمالية[4].

3- **سلة أوبك(The OPEC Reference Basket ORB)** : وضعت منظمة الدول المصدِّرة للنفط أوبك (OPEC)نظاماً مرجعياً خاصاً بها، عرف باسم سلة أوبك والتي تضم مجموعة من خامات النفط، وهذه الخامات هي، الخام العربي السعودي الخفيف، وخام مربان الإماراتي، وخام صحارى الجزائري، وخام التصدير الكويتي، وخام البصرة الخفيف العراقي، والخام البحري القطري، وخام السدر الليبي، والخام الإيراني الثقيل، وخام بوني الخفيف النيجيري، وخام جيراسول الأنجولي، وخام ميري الفنزويلي، وخام أورينت من الأكوادور.

[1] معهد الدراسات المصرفية، الذهب الأسود، نشرية إضاءات، السلسلة الخامسة، العدد 6، الكويت ، 2013، ص2.
[2] أمجد محمد ناجي قاسم، مرجع سبق ذكره ص 19.
[3] أكبر سوق للنفط في العالم ونقطة التسعير هي مدينة كوشينج في أوكلاهوما كونها مركز تقاطع لمجموعة كبيرة من انابيب النفط التي تمكن من نقل النفط إلى مختلف أنحاء الولايات المتحدة، بما في ذلك الموانئ الاميركية، ومن ثم إلى اي مكان في العالم.
[4] أمجد محمد ناجي قاسم، مرجع سبق ذكره ص 20.

نظراً لأن السلة هي مزيج من النفوط الخفيفة والثقيلة، فإن سعرها يكون عادة أقل من سعر "برنت" و"غرب تكساس". وتعتمد "أوبك" على المتوسط الحسابي لسعر هذه السلة في سياساتها الإنتاجية. وعلى الرغم من أن "أوبك" تبنت السلة منذ عام 1987، إلا أن أهميتها ظهرت عام 2000 عندما تبنت "أوبك "النطاق السعري الذي يقضي بتغيير سياسة الإنتاج للمحافظة على سعر هذه السلة[1].

5.مراحل و طرق استخراج النفط

يتم استخراج النفط عن طريق تحديد أماكن تجمعه داخل طبقات الأرض والتي تسمى المكامن، ويتم هذا عبر دراسة جيدة للمنطقة وعمل ثلاث عمليات للمسح هي المسح المغناطيسي، والمسح الثقلي، والمسح الزلزالي، هذه العمليات تسمح بإعطاء صورة على المنطقة غير أنه يعاب عليها أنها ليست دقيقة بالشكل الكافي، حيث أنه من الممكن أن لا نحصل على نتائج إيجابية بعد عملية الحفر أو أو تكون كميات النفط المحصل عليها قليلة وليست لها جدوى إقتصادية اقتصادياً، من أجل ذلك تم وضع مرحلة اخرى قبل عملية الحفر النهائي هي مرحلة الحفر الاستكشافي والذي يسمح باستكشاف المكمن قبل الشروع في استغلاله بشكل نهائي، وتتلخص عمليات استخراج النفط في المراحل التالية:

1.5.مرحلة البحث والاستكشاف

تتبع في هذه المرحلة عدة طرق حسب المنطقة وحسب التكنولوجيا المستعملة ، فنجد طريقة المسح الجيولوجي و طريقة المسح الزلزالي والمغناطيسي.

1.1.5. **طريقة المسح الجيولوجي**:المسح الجيولوجي يتم في كل المشاريع التي لها علاقة بطبقة الأرض، فيتم فيه تقييم الخصائص الطبيعية للمنطقة[2] وذلك من خلال رسم خرائط مختلفة وأخذ صور بالأقمار الصناعية توضح تراكيب الصخور وأنواعها في المنطقة المراد مسحها، وهذا بعد أخذ عينات من هذه الصخور وفحصها مخبريا، كما أن الباحثين يستعينون أيضا ببعض الظواهر الطبيعية لتحديد أماكن تواجد النفط، وباعتمادها على التقنيات الحديثة التي تعمل

[1] سلة أوبك، من الموقع http://petroleum-today.com/index.php?go=news&more=544

[2] حاتم عبد المنعم أحمد عبد اللطيف، تقييم الأثر البيئي لمشروعات التنمية والقرارات من المنظور الإجتماعي،الطبعة الأولى، بورصة الكتب للنشر والتوزيع، القاهرة، 2016، ص76.

ليلا ونهارا كالأقمار الصناعية تعتبر طريقة المسح الجيولوجي أنجع طرق البحث[1] وأقلها تكلفة لأنها لا تعتمد على معدات مكلفة ولا تتطلب إلا خبرات وتقنيات في المجال الجيولوجي.

2.1.5. **طريقة المسح الزلزالي**: بعد التطور العلمي والتكنولوجي في مجال الصناعة النفطية استطاع العلماء أن يتوصل والى عدة طرق أكثر تعقيدا في مجال البحث والإستكشاف عن المكامن النفطية[2] لكنها مجدية بالمقارنة بالطرق التقليدية فظهر ما يسمى بطريقة المسح الجيوفيزيائي وهي التي تضم بدورها كل من المسح الزلزالي والمسح المغناطيسي، فطريقة المسح الزلزالي تعتمد على إرسال موجات صوتية إلى الأرض عن طريق إحداث حركة على السطح أو في أعماق مناسبة ويتم تسجيل ترددات الموجات الصوتية التي ترسلها الطبقات المختلفة على أشرطة مغناطيسية يتم معالجتها بالفعل الآلي وبتفسير هذه المعلومات يمكن التعرف على التراكيب الصخرية وأنواعها.3

3.1.5. **طريقة المسح المغناطيسي** : تستخدم لقياس التغير في شدة المجال المغناطيسي للأرض من مكان لآخر بسبب اختلاف التراكيب الجيولوجية والتغيرات الطبوغرافية لسطح صخور القاعدة، فهذه الطريقة تعتمد أساسا على قياس المجال المغناطيسي في أماكن مختلفة لمعرفة بعد الصخور النارية عن سطح الأرض وهو ما يبين وجود مكامن النفط من عدمها،وحديثاً تستخدم الأقمار الصناعية في رسم الخرائط للتغيرات في شدة المجال المغناطيسي لتحديد التراكيب الجيولوجية في مناطق المسح المغناطيسي[4]،

2.5. مرحلة الحفر والتنقيب

أثناء عملية استخراج النفط من البر تستخدم معدات و آلات خاصة لعملية حفر البئر، وتتم هذه العملية عبر مراحل جزئية هي:

1.2.5. **<u>المرحلة الأولى</u>**: يتم حفر (أبار تحفيزية) مثل بئر ماء أو غاز ،تبدأ عملية الحفر ببساطة عن طريق حفر ثقب طويل و هذا الحفر يتم عن طريق الحفر (المطرقي)، وهو أسلوب ينحصر في أماكن ذات تكلفة

[1] مهدي أحمد رشيد، جغرافيا النفط ، دار الجنادرية، الطبعة الأولى، عمان، 2015، ص97.
[2] المكمن النفطي او الغازي هو تركيب جيولوجي يتكون من صخور ذات مسامية ونفوذية حاوية على النفط والغاز وبعبارة اخرى فالمكمن هو المصيدة الحاوية على النفط او الغاز او كليهما معا.
[3] أمينة مخلفي،محاضرات حول مدخل الى الاقتصاد البترولي، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة ، 2013، ص 25.
[4] مهدي أحمد رشيد، مرجع سبق ذكره، ص 103.

اقل ، أو الحفر (الدوار) و المثقاب و هذه العملية تتم بعمق الموقع المشار إليه بواسطة دراسة المسح الزلزالي[1].

يتم عادة وضع أنبوب بطول عملية الحفر و هو لا بد من أن يكون مصنعا حسب مقاييس معروفة تتحمل الضغط الناتج عن عملية تدفق النفط عند الخروج من البئر، وهذا قصد تمكين النفط من المرور عبره بعد عدة تجاوزات لمراحل الضغط، إذ أن النفط يندفع أولا بقوة، ثم ينخفض حسب الضغط الطبيعي الناتج[2] عن باطن الأرض[3].

2.2.5.المرحلة الثانية: يبدأ في هذه المرحلة إدخال عدة صمامات لهذا الأنبوب الناقل للنفط، تقوم هذه الصمامات بضبط التحكم في ضغط التدفقات المتفاوتة لخروج النفط، حيث أن الضغط العالي من باطن الأرض يقل كلما اندفع النفط إلى أعلى الأنبوب، مما يحتاج إلى تدخل ميكانيكي لدفع عملية استخراج النفط،وأثناء عملية الحفر، يخرج ما يسمي بطين الحفر ، وهو عبارة عن مواد كيميائية مطحونة تخلط بالماء لتكون سائل غليظ، يتم دفع الطين مرة أخرى إلى تجويف أنابيب الحفر ليعاود الكرّة،و عند وصول الحفر إلى عمق معين لابد من (تبطين البئر)[4]وبعدها تعاد عملية الحفر إذا تطلب الأمر ذلك[5].

3.2.5.المرحلة الثالثة: بعد إنتهاء عمليات الحفر ومتطلباتها يركب رأس البئر ويوصل بأنبوب الإنتاج وأنبوب الطي عند قمة البرج،ورأس البئر عبارة عن مجموعة من الصمامات والوصلات، يمكن بواسطتها التحكم في تدفق النفط ، ويزاح الطين بعد ذلك من أنبوب الطي بضخ الماء حتى يصبح ضغط الماء أقل من ضغط النفط في الطبقة المنتجة، وعند ذلك يدفع مخلوط النفط والغاز أمامه من الماء، وتبدأ البئر في الإنتاج[6].

3.5. مرحلة الاستخراج والإنتاج النفطي

[1] طرق استخراج البترول، من الموقع www.blue-nil.net/vb/archive/index.php/t-65893.htm

[2] قد نلاحظ في بعض المناطق التي يكون فيها النفط قريبا من سطح القشرة الأرض يندفع فجأة من باطن الأرض بقوة طبيعية دون يد للإنسان في هذا.

[3] طرق استخراج البترول، من الموقع www.blue-nil.net/vb/archive/index.php/t-65893.htm

[4] تبطين البئر يتم بأنبوب فولاذي يسمى أنبوب البطانة و يتم إنزال هذا الأنبوب من قمة البئر إلى قاعه، ويثبت بضخ نوعية خاصة من الأسمنت بين جدار البئر وأنبوب البطانة تعمل على تثبيت الأنبوب في الجدار ، يمنع هذا الأنبوب من انهيار البئر ، وكذلك يمنع ضياع الطين أثناء ارتفاعه إلى سطح الأرض، وذلك بتخلله خلال جدران البئر (خاصة إذا كانت الصخور مسامية نفاذة) ، أو خلال تجاويف كهفيه قد تكون موجودة في بعض مناطق الحفر ، وكذلك فإن هذا الأنبوب يمنع تسرب المياه الجوفية من طبقات الأرض إلى البئر، ويكون قطر الأنبوب كبيرا عند القمة ويصغر بالتدريج إلى أعماق أكبر ،

[5] استخراج النفط ، الموقع الرسمي لوزارة النفط لدولة الكويت http://www.moo.gov.kw/Oil-Culture .

[6] باقر كرجي الجبوري، محاضرات في طرق الحفر الاستكشافي وعلاقات النفط، الفصل الأول، جامعة الكويت، بدون سنة ، ص 6.

تمرّ هذه المرحلة بثلاث مراحل أساسيّة:

1.3.5.**مرحلة الإستخلاص الأولي:** وهي المرحلة الأولى التي يستخرج فيها حوالي 15 إلى 25 بالمائة من محتوى البئر من النفط، وتتميّز هذه المرحلة بأنّها منخفضة التكاليف التشغيليّة،وهذا راجع لأن الضغط داخل البئر كبير جدا وهو ما يعمل على خروج النفط من باطن الأرض، دون استخدام ايّة وسائل صناعيّة أخرى[1].

2.3.5.مرحلة الانتعاش الثانوي: حيث يستخرج خلالها حوالي 35 إلى 45% من محتوى البئر من النفط، وخلال هذه المرحلة ينخفض ضغط البئر، ممّا يتطلّب استخدام وسائل صناعيّة أخرى لسحب المنتجات النفطيّة، مثل: حقن البئر بالماء، أو الهواء، أو الغاز الطبيعيّ، أو التوربينات الكهربائيّة، لتسريع عملية السحب[2].

3.3.5 مرحلة الاستخلاص الشاق: حيث تكون لزوجة النفط في هذه المرحلة عاليةً جداً، وبشكلٍ يستحيل إخراجه باستخدام التوربينات الكهربائيّة، لذلك تستخدم الحرارة لتليين البترول، وتقليل لزوجته، من خلال استغلال الغاز المستخرج من البئر لتوليد طاقةٍ كهربائيةٍ، تستخدم لدفع بخار الماء الساخن إلى باطن البئر، وزيادة درجة حرارة النفط، وبالتالي تقليل لزوجته، وتسهيل عملية استخراجه إلى سطح الأرض.

4.3.5.مرحلة التكرير : بعد استخراج النفط، يتمّ تكريره، لفصل المشتقات المختلفة، وتتمّ هذه العملية في برج التقطير، حيث يتعرّض الخام، إلى درجة حرارةٍ عاليةٍ ليسخن، وفصل كلّ مشتقٍ من المشتقات على درجة حرارةٍ معينةٍ، فعلى سبيل المثال تنفصل المشتقات الثقيلة عند درجة حرارةٍ منخفضةٍ، لذلك يتمّ الحصول عليها من فتحاتٍ منخفضةٍ من البرج، بينما يتمّ الحصول على المشتقات الغازيّة على درجات حرارةٍ عاليةٍ، ومن فتحات أعلى برج التقطير.

6.أهمية النفط والاحتياطيات العالمية منه

يحتل النفط مكانة هامة في المعاملات العالمية حيث يعتبر من أهم السلع تداولا سواء بشكله الخام أو في شكل منتجات نهائية بعد عملية التصنيع ، من جانب أخر ونظرا لأن البترول يعتبر أهم مصادر الطاقة

[1] جيولوجيا النفط، من الموقع www.geology/posts/970917449642862?_rdc=1&_rdr.
[2] أمينة مخلفي ، مرجع سابق، ص 26.

المستخدمة في معظم الدول فإن الطلب عليه في تزايد مستمر مما يجعل أسواقه تشهد إقبالا متزايد ، لكن من جهة أخرى ونظرا لزيادة المعروض في بعض الأحيان يعرف البترول أزمات من وقت لآخر.

1.6. أهمية النفط واستخداماته

تطورت أهمية النقط منذ اكتشافه، فباستعماله في عدة مجالات من حياة الإنسان زادت هذه الأهمية من عصر إلى آخر ليصبح مادة إستراتيجية لا غنى عنها في العصر الحالي.

1.1.6. أهمية النفط عبر العصور

برزت أهمية النفط منذ القدم حيث ورد في التاريخ القديم أن سفينة نوح عليه السلام قد تم تغطيتها من الداخل والخارج بالقطران أو القير الأسود، كما كان الفراعنة يستخدمون نوعا من البيتومين في تحنيط جثث موتاهم لحفظها من التحلل ، كما أنهم قاموا باستخدام النفط في الإضاءة حيث تم العثور على مصباح قديم به بقايا جافة من الزيت الخام في مناجم الذهب بوادي الحمامات في مصر،واستخدم النفط أيضا كدواء للأمراض الجلدية والروماتيزم وآلام الأسنان والقروح والحروق، واستخدموا في الحروب(النفط الحارق) كسلاح، كما عرف البترول في العراق ومصر ومنطقة الجزيرة ؛حيث وصف الرحالة الايطالي(ماركو بو) كيف كان البترول ينقل على ظهر الجمال من مناطق بحر قزوين الى بغداد للإتجار فيه1.

من هنا ندرك أن أهمية النفط ليست وليدة العصر الحالي لكن تطورت بتطور الإنسان فأصبح النفط الوقود الأساسي للنهضة والتنمية ، وهو ما جعل التسابق الى الحصول عليه من أولى أولويات الدول ، ويعد النفط في عصرنا أهم مصادر الطاقة في العالم ، فهو محور الصراع السياسي والاقتصادي لما يتمتع به من مزايا ، فهو سلعة إستراتيجية لها خطورتها في زمن الحرب والسلم ، وهو مؤشر لقياس مدى تقدم الأمم وازدهارها ،وتزداد أهمية النفط يوما بعد يوم فهو الروح التي تسري في جسد الحضارة الإنسانية المعاصرة 2.

2.1.6. استخدامات النفط

[1] بيوار خنسي ، البترول أهميته مخاطره وتحدياته ، دار تاراس ، أربيل ، العراق ، 2006 ، ص5.
[2] سريان محمد سعيد فاتح بدرانة ، الأهمية الجيوبولتيكية للوطن العربي ، دار عماد الدين ، عمان، 2009، 449.

إن استخدامات النفط لا تنحصر في كونه وقود ومصدر للحرارة والدفء فحسب، وإنما يعتبر مادة أولية أساسية في الصناعات الكيمياويه، فهذه الصناعة تطورت عن طريق صناعة مهمة أخرى هي تصفية النفط، فالمئات من المنتجات هي عبارة عن مشتقات نفطية كصناعة البلاستيك والصابون والمطاط والأدوية ومجموعة كبيرة من المواد الكيمياويه الصناعية، ولاسيما صناعة الأدوية ،كما أن هناك صناعات حديثة متطورة هي الصناعات البتروكيمياوية الناشئة عن كيمياء النفط ،من جانب آخر يعد النفط مصدر أساسي للدخل القومي للعديد من الدول ، وبسبب أهمية النفط كمصدر للطاقة وكمادة أولية للصناعات الجديدة المتطورة المبنية على الكيمياء، أصبح النفط عامل أساسي في السياسة الدولية.

الصناعة الإستخراجية للنفط بدأت عام 1859 في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية، ونظراً لكون النفط المنتج مادة أوليه ذات محتوى عالي للطاقة وسهل النقل لكونه سائل ورخيص، فقد بدأت الشركات التي اكتسبت خبرة ودراية في هذا المجال بعد إن لمست فائدته النوعية والمادية تعمل على زيادة سيطرتها على الحقول النفطية فتوسعت داخل وخارج الولايات المتحدة الأمريكية واتجهت إلى الخارج وخاصة الأقطار العربية وإيران واندونيسيا وفنزويلا والمكسيك ...الخ متعاونة بذلك مع شركات تجارية عالمية احتكارية[1].

مع مرور الزمن حصلت الشركات الكبرى على امتيازات بشروط خاصة في معظم الدول والمناطق التي تتمتع باحتمالات نفطية عالية وانخفاض الاستثمارات اللازمة للبرميل المنتج وكلفة الإنتاج، وقد استمرت الحالة بهذه الصورة إلى إن بدأت الدول المالكة للنفط تشعر بالحقيقة نتيجة هذا الأسلوب في المعاملة من قبل الشركات الاحتكارية وفي بداية الستينات أخذت الدول المنتجة للنفط تجابه الشركات العالمية الاحتكارية بهدف انتزاع حقوقها الشرعية في الاستفادة من ثرواتها الطبيعية2.

2.6. الاحتياطيات النفطية العالمية

بفضل التقدم التكنولوجي العالي الذي شهده العالم ولا يزال في كافّة جوانب الحياة وخاصة في مجال الطاقة أصبح من الممكن الوصول إلى أماكن تخزينها في باطن الأرض والتنبؤ وتقدير الإحتياطيات الموجودة منها

[1] محمد رضا الشوك و حيدر علي الدليمي ،أهمية النفط في الحياة الاقتصادية لدول العالم ، الحوار المتمدن ، عدد 3225 ، من الموقع http://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=239403 تاريخ الاطلاع

[2] المرجع نفسه.

، المقصود بالاحتياطيات هو ما تحتويه الأرض من مصادر طاقة غير متجدّدة، والتي قد تكون على شكل زيت خام، أو غاز طبيعي، أو غاز مصاحب، أو السائل المسترجع من الغاز، وتختلف أهمية حساب الاحتياط النفطي من طرف إلى آخر، فمثلاً الشركات النفطية تستفيد منه في معرفة العمر الافتراضي لها، أمّا الدولة المنتجة فتستفيد منه في تحديد سياستها الاقتصادية التي ستتبعها في عملية الاستهلاك أو التصدير، أمّا على مستوى العالم فيستفاد منه في تحديد القسم الذي سيتمّ تصديره من الدولة المنتجة لإشباع احتياجات الدول المستهلكة[1].

يعتمد تقدير احتياطي النفط على حساب مجموعة من العناصر أهمها تقدير مساحة الأرض التي تحتوي عليه، وذلك عن طريق حسابها بوحدة القدم المربع، يأتي بعد ذلك تحديد عمق وسمك المساحة التي تحتوي على النفط، ويتمّ التعبير عن قيمتها بوحدة القدم، هذا بالإضافة إلى نسبة المياه التي يحتويها السائل النفطي، ومدى تساوي حجم المياه في بقعة معينة إلى الحجم الكلي للمسامات التي تحتوي على السائل النفطي، وتتوزع الإحتياطيات العالمية من النفط على مجموعة من دول العالم ، وتتغير هذه الإحتياطيات من سنة إلى أخرى بسبب تطور الإكتشافات .

الجدول 1: الإحتياطيات النفطية العالمية المؤكدة لسنتي 2020 و2021

(الوحدة : مليار برميل)

الدولة	الاحتياطي المؤكد 2020	الإحتياطي المؤكد 2021	النسبة من الإحتياطي العالمي %	معدل الاحتياطي الإنتاج
فنزويلا	300.9	300	17.7	313.9
السعودية	266.6	267	15.7	60.8
كندا	172.2	172.2	10.1	107.6
إيران	157.8	157.8	9.3	110.3
العراق	143.1	143.1	8.4	97.2
روسيا	102.4	103.2	6	25.5

[1] مقال "أين يوجد أكبر إحتياطي نفط في العالم" من الموقع www.mawdoo3.com

الكويت	101.5	101.5	6	89.8
الإمارات العربية	97.8	97.8	5.8	68.7
أمريكا	55	55	3.2	11.9
ليبيا	48.4	48.4	2.8	306.8
نيجيريا	37.1	37.1	2.2	43.2
الشرق الأوسط	803.5	803.8	47.3	73.1
أوبك	1211.6	1211.1	71.4	86.8
العالم	1697.6	1700	100	

Source: **Bp statistical review of world energy, june 2022, p12.**

3.6. أسعار النفط والعوامل المؤثرة فيها

بما أن النفط سلعة إستراتيجة فإنها تعرف عرضا في الإنتاج وطلبا عليها ، وهو الأمر الذي يتطلب تحديد أسعار الحصول على هذه السلعة ، كما تباعد المسافات بين المنتجين والمستهلكين أدى إلى خلق أسواق خاصة بالنفط، وتتحدد أسعار النفط كغيرها من السلع بناءا على قانون العرض والطلب ، لكن هناك مجموعة من العوامل الأخرى أيضا لها تأثير مباشر أو غير مباشر في سعر النفط.

1.3.6. أسعار النفط

يتم تسعير النفط الخام في الأسواق عن طريق اعتماد وحدة قياس ثابتة وهي البرميل[1] ، ويعتبر هو الوحدة الأساسية في التعاملات اليومية في أسواق النفط، ويعتبر البترول أكثر السلع تداولاً في العالم ، وسعره يتفاوت حسب نوعيته، فالبترول الخفيف الحلو أغلى ثمناً في سوق النفط العالمية،

كما أنّ مشتقات النفط كالغازولين وزيت التدفئة تتمتع بسوق رائجة هي الأخرى، ونظراً لوجود أنواع وأصناف مختلفة من البترول فقد تمّ الاتفاق بين متداولي النفط على اختيار أنواع محدّدة تكون بمثابة معيار للجودة، وعلى أساسها يتم زيادة أو خفض قيمة السلع البترولية، فعلى مستوى العالم أختير خام برنت في

[1] برميل النفط الخام يساوي 159 لتر

المملكة المتحدة ليكون مرجعاً عالمياً، وفي منطقة الخليج العربي، يستخدم خام دبي كمعيار للتسعيرة، وفي الولايات المتحدّة خام وسط تكساس المتوسط1.

2.3.6. العوامل المؤثرة في أسعار النفط

تعتبر أسعار النفط الخام من أهم مؤشرات الاقتصاد العالمي ، فهي المرجعية الإقتصادية الأساسية للعديد من الدول وصانعي السياسات ومسؤولي الشركات ، فبإمكاننا معرفة إتجاه أسعار النفط الخام حتى وإن تطلب بذل الكثير من الوقت والمال فهو مهم من أجل التنبؤ بالمستقبل الإقتصادي للدولة، خاصة الدول التي تعتمد على النفط في تمويل ميزانياتها، وعلى أساسه يتم وضع الخطط المستقبلية، لكن هذه الأسعار تتأثر بالعديد من العوامل أهمها

أ.تأثير العرض والطلب

يتم تحديد المعروض من النفط الخام من قدرة شركات النفط لاستخراج احتياطات من الأرض وتوزيعها في جميع أنحاء العالم. نشير إلى أن هناك ثلاثة متغيرات رئيسية للعرض: التغيرات التكنولوجية، والعوامل البيئية، وقدرة شركات النفط لتجميع وتجديد رأس المال. وكان للتحسينات التقنية خاصة التكسير الهيدروليكي والحفر الأفقي أثر كبير في زيادة المعروض من النفط. أما بالنسبة للطلب على النفط الخام فيأتي عادةً من الأفراد والشركات والحكومات .بشكل عام، يميل الطلب على النفط إلى الإرتفاع خلال الأوقات الاقتصادية الجيدة وإلى الإنخفاض خلال الأوقات الاقتصادية السيئة2 .

ب. التأثير المباشر للعوامل الأخرى

بالإضافة إلى العرض والطلب هناك أيضا مجموعة من العوامل التي لها تأثير مباشر على أسعار النفط لعل أبرزها منظمة الأوبك، فهي التي تتدخل في الكثير من الأحيان من أجل خفض الإنتاج أو زيادته ، فعلى سبيل المثال، إن الأزمة الأخيرة التي شهدتها أسعار النفط كانت نتيجة حفاظ الأوبيك على مستوى الإنتاج

[1] رانيا محمد ، البترول ،مركز المنشاوي للدراسات والبحوث، بحث محمل من الموقع http://www.minshawi.com
[2] ريمي محمود ، ماهي العوامل المؤثرة عل أسعار النفط الخام، من الموقع
https://www.dailyfx.com/arabic/tadawul_forex_news/education/2015/12/17/OIL-PRICE-Determinants-4069.html

نفسه رغم تراجع الطلب في كل من أوروبا والصين. هذا كان السبب الرئيسي في إنخفاض السعر بشكل كبير ليبلغ أكثر من النصف، من جهة أخرى تؤثر تكلفة الإنتاج على الأسعار، فلو أجرينا مقارنة أسعار تكلفة إنتاج النفط في مصدرين مختلفين كلياً نلاحظ أن تكلفة إستخراج النفط في الشرق الأوسط رخيصة نسبياً مقارنة بغيرها من الأماكن مثل كندا أو الولايات المتحدة الأميركية... وتميل الأسعار إلى الإرتفاع إذا تم إستنزاف جميع مصادر النفط الرخيصة ولم يتبقى سوى المصادر الأكثر تكلفة[1] .

ج. التأثير غير المباشر للعوامل الأخرى

من جانب أخر هناك مجموعة من العوامل التي تؤثر على الأسعار بشكل غير مباشر، هذه العوامل لا يمكن حصرها لتعددها وتنوعها واختلافها، ويمكن أن نذكر منها على سبيل المثال الأزمات بأنواعها ، الكوارث الطبيعية وحالات الحروب وعدم استقرار أنظمة الحكم، كذلك أسعار العملات كالدولار ، فمعظم التبادلات التجارية بالنفط تكون بالدولار ،إذا إرتفع سعر الدولار ينخفض سعر النفط بينما انخفاض سعر الدولار يؤدي إلى إرتفاع سعر النفط، أيضا تؤثر مصادر الطاقة البديلة واستغلالها وتطور تكنولوجياتها في الأسعار.

ثانيا: الغاز الطبيعي؛

الغاز الطبيعي من أهم مصادر الطاقة، فقد عرفه الإنسان منذ زمن، وتطور إستعماله بتطور حياته اليومية، واليوم أصبح عنصرا أساسيا لسير العديد من المرافق وعلى رأسها قطاع الكهرباء، فأغلب محطات توليد الكهرباء تعتمد أساسا على الغاز الطبيعي ، بالإضافة لكونه أصبح ضروريا للطهي والتدفئة في أغلب أنحاء العالم، وعلى الرغم من أنه من الطاقات الناضبة أو الأحفورية إلا أن الإنتقادات الموجهة إليه أقل من تلك التي توجه للنفط، لكونه صديق للبيئة وغير مسبب للتلوث، لكن تبقى بعض المخاوف من استغلال الغاز غير التقليدي أو الصخري الذي يرى منتقديه بأن مضاره أكثر من منافعه.

1.تطور إستغلال الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة

إن أول استغلال للغاز كمصدر من مصادر الطاقة يعود إلى مئات السنين قبل الميلاد، وفي أماكن متعددة من العالم مثل داغستان وتركمانستان و حول بحر قزوين وفى موطن الهنود الحمر بجبال أبلاش

[1] المرجع نفسه.

بأمريكا الشمالية و الصين حيث لاحظ السكان النيران المشتعلة باستمرار و القادمة من باطن الأرض وكذلك لاحظوا إنبعاثات طبيعية لغاز الميثان وهو ما جعل الصينيين يستغلون هذه الإنبعاثات الغازية ويستعملونها كوقود وهذا منذ عام 940 قبل الميلاد، لكن هذه الإستعمالات كانت بدائية فقد كانوا يستخدمون أنابيب مصنوعة من الخيزران لنقله واستعماله في الطهي وتبخير الماء للحصول على الملح، فكانت هذه الإستعمالات أول أشكال إستعمال الغاز كمصدر للطاقة1.

1.1. الطبيعة التكوينية للغاز الطبيعي وخصائصه

الغاز الطبيعي عديم اللون و الشكل ولا رائحة له في صورته النقية، والغاز الطبيعي عنصر قابل للاحتراق، وعندما يحترق يعطي كمية كبيرة من الطاقة، كما أن الإنبعاثات التي تنبعث منه غير ضارة بشكل كبير بالمقارنة مع بقية أنواع الوقود الأحفوري الأخرى، كما أن سهولة إستعماله ونقله جعلت منه مصدرا مهما للطاقة في الحياة اليومية للإنسان، كما تجدر الإشارة أن الرائحة التي نلاحظها في مختلف أنواع الغاز ماهي إلا مجموعة روائح صناعية، تضاف هذه الروائح من أجل أغراض وقائية وأمنية.

1.1.1. تعريف الغاز الطبيعي وطبيعته التكوينية

الغاز الطبيعي هو مركب كربوني يحتوي على نفس العناصر الرئيسية المكونة للبترول مثلما هو موضح في الجدول ، وإذا كان البترول يوجد في حالة سائلة فإن الغاز الطبيعي يوجد على صورة غازية.وهو مركب لا لون له ولا شكل ولا رائحة [2]، والغاز الطبيعي هو خليط من الغازات القابلة للاحتراق المواد الهيدروكربونية، يتكون أساسا من الميثان بنسبة تزيد عن 92 % من حجمه[3]

الجدول2: التركيب الكيميائي النموذجي للغاز الطبيعي والبترول

	البترول %	الغاز الطبيعي %
الكربون	87-84	80-65

[1] الصباح علي، النفط تاريخ اكتشافه استخداماته ومستقبله، موقع مرافيء الخاص بالمجلس العراقي للسلم والتضامن ، http://www.marafea.org/paper.php?source=akbar&mlf=copy&sid=12389

[2] محمد محروس إسماعيل، اقتصاديات البترول والطاقة، ديوان المطبوعات الجامعية، مصر، 1988، ص137.

[3] حمدي أبو النجا، تكنولوجيا تحويل الغاز الطبيعي إلى أنواع السوائل البترولية، المكتبة الأكاديمية ، القاهرة ، 2010، ص 19.

الهيدروجين	14-11	25-1
الكبريت	2-0.06	0.2-0
النتروجين (أزوت)	2-0.1	15-1
الأوكسجين	2-0.1	0

Source : Albert Legault, **pétrole gaz et les autres énergie** ,FRANCE,2007,p108.

تبقى الكائنات المجهرية التي تتضمن الطحالب والكائنات الحية الميتة و المتراكمة في طبقات المحيطات والأرض تحت طبقات رسوبية، وعبر آلاف السنين وبفعل عاملي الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية تتحول هذه المواد العضوية إلى غاز طبيعى، ولا يختلف الغاز الطبيعي في تكونه كثيراً عن أنواع الوقود الأحفوى الأخرى مثل الفحم والبترول، وبما أن البترول والغاز الطبيعي يتكونان تحت نفس الظروف الطبيعية، فإن هذين المركبين الهيدروكربونيين عادةً ما يتواجدان معاً في حقول تحت الأرض أو الماء1.

بعد التكون التدريجي في القشرة الأرضية يتسرب الغاز الطبيعي والبترول ببطء إلى حفر صغيرة في الصخور المسامية القريبة التي تعمل كمستودعات لحفظ الخام، ولأن هذه الصخور تكون عادةً مملوءة بالمياه، فإن البترول والغاز الطبيعي وكلاهما أخف من الماء وأقل كثافة من الصخور المحيطة، ينتقلان لأعلى عبر القشرة الأرضية لمسافات طويلة أحياناً. في النهاية تُحبس بعض هذه المواد الهيدروكربونية المنتقلة لأعلى في طبقة لا مسامية (غير منفذة للماء) من الصخور تُعرف بصخور الغطاء (Cap Rock)،

بما أن الغاز الطبيعي أخف من البترول فيقوم بتكوين طبقة فوق البترول تسمى غطاء الغاز (Gas Cap).ولا بد أن يصاحب البترول غاز يسمى بـ الغاز المصاحِب(Associated Gas) ، كذلك تحتوى مناجم الفحم على كميات من الميثان الذي هو المكوِن الرئيس للغاز الطبيعي ، وفي طبقات الفحم الرسوبية يتشتت الميثان غالباً خلال مسام وشقوق المنجم، يسمى هذا النوع عادة بميثان مناجم الفحم2.

2.1.1. خصائص الغاز الطبيعي

[1] الغاز الطبيعي، مركز الدراسات والبحوث البيئية، من الموقع http://www.aun.edu.eg/arabic/society/jan_2011.html
[2] المرجع نفسه..

معرفة خصائص الغاز الطبيعي أمر أساسي في تصميم منظومات إنتاج ومعالجة الغاز الطبيعي لأن الغاز الطبيعي مزيج معقد من الهيدروكاربونات الخفيفة مع كميات قليلة من المركبات اللاعضوية ، حيث من المهم جداً معرفة مكونات الغاز الطبيعي لأنها تساعد على معرفة خصائصه.

أ. **القابلية للانضغاط**

تعرف الغازات بقابليتها للانضغاط بسبب المسافات الكبيرة نسبياً التي تفصل جزيئاتها عن بعضها البعض، مما يجعل من الممكن تقليص هذه المسافات لحد معين حسب مقدار الضغط الحاصل عليها، على عكس المواد في الحالتين السائلة والصلبة والتي تمتاز بوجود مسافات صغيرة جداً ما بين جزيئاتها وبالتالي عدم قابليتها للانضغاط.

ب. **الانتشار السريع**

تنتشر جزيئات الغاز بشكل سريع ويمكن لها أن تغطي مساحة كبيرة خلال فترة قصيرة، بسبب قوى التجاذب الضعيفة بين هذه الجزيئات، والتي تسمح لها بالانفصال والابتعاد عن بعضها البعض دون وجود أي مقاومة تذكر، على عكس المواد في الحالة الصلبة والتي تعرف بعدم قدرتها على الانتشار بسبب قوى التجاذب القوية بين جزيئاتها، أما السوائل فتكون هذه القوى متوسطة مما يسمح لها بالانتشار لكن بسرعة أبطأ من سرعة انتشار الغاز.

ج. **الحركة الدائمة**

تعرف جزيئات الغازات بأنّها دائمة الحركة، كما أنّ حركتها عشوائية وسريعة، لامتلاكها مقداراً عالياً جداً من الطاقة الحركية، وتزداد طاقتها الحركية مع ارتفاع درجة حرارتها، كما أنّ جزيئات الغازات تصطدم مع بعضها البعض وبجدار الوعاء المحفوظة فيه خلال حركتها الدائمة، إلّا أنّ تصادماتها مرنة ولا تتسبب بخسارة أي قدر من طاقتها الحركية، أمّا السوائل فتتحرك جزيئاتها بشكلٍ سريع ودائم إلّا أنّ سرعتها أقل من سرعة جزيئات الغازات، في حين أنّ حركة المواد الصلبة ثابتة نسبياً.

د. **الحجم والشكل غير الثابتين**

تساعد قوى التجاذب الضعيفة بين جزيئات الغاز على تشكله بشكل الوعاء الذي يحفظ فيه، أمّا حجم الغاز فغير ثابت ويحدد بمقدار الضغط الواقع عليه، وعلى عكس ذلك تمتاز السوائل بثبات حجمها، إلّا أنها تتشكل بشكل الوعاء الذي تحفظ فيه، وأما المواد الصلبة فشكلها ثابت وحجمها ثابت أيضاً .الكثافة المنخفضة يعرف الغاز بامتلاكه كثافة منخفضة جداً مقارنةً بالمواد السائلة والصلبة، ويعود سبب ذلك إلى حجم جزيئاته الصغير جداً والمسافة الكبيرة الفاصلة ما بين كل جزيء وآخر مقارنةً بحجمها، مما يجعل غالبية حجم الغاز مكون من الفراغ.

2.1. أنواع الغاز الطبيعي

توجد عدة أنواع من الغاز الطبيعي تختلف حسب طبيعته أو شكله أو حتى مكوناته، وهذه الأنواع معروفة لدى المهتمين بصناعة الغاز ، كما أن هناك أنواع من الغاز الطبيعي توجد في الطبيعة على شكلها الأولي، أي بدون تدخل صناعي، وهناك أنواع أخرى تنشأ نتيجة تغيير الطبيعة التكوينية للشكل الأولي للغاز الطبيعي.

أ- **الغاز الطبيعي الجاف(Dry gas)** : هو الغاز الذي يتكون من الميثان والإيثان بصورة رئيسية ولا يحوي على الغازات الهيدروكاربونية الأخرى.

ب- **الغاز الطبيعي الرطب Wet gas)** : هو الغاز الذي يحتوي على مادة البنتان وغيرها من المركبات الأثقل منه بنسب لاتقل عن (0.2-0.1) والبنتان وماسواها من البرافينات الأثقل كسوائل دائمة في درجة الحرارة الاعتيادية والضغط الجوي.

ت- **الغاز الطبيعي المسيَلLiquefied Natural gas(LNG):** هو الغاز الذي يتكون بصورة رئيسية من الميثان مع نسبة قليلة من الإيثان بعد تبريده إلى(-161.5)مْ يتحول من غاز إلى سائل ويعرف بالغاز الطبيعي المسيل ,يشكل الغاز اقل من 600/1 من حجمه الأصلي.

ث- **الغاز السائل أو المسال(liquefied petroleum gas)(LPG):** الغاز السائل هو خليط من البروبان والبيوتان بنسب تتفاوت صيفا وشتاءا ويبقيان في درجة الحرارة الاعتيادية بحالة غازية ولكن تحت

الضغط المعتدل يمكن تسييلهما (تحويلهما إلى سائل)وحين استعمال الغاز السائل يرفع عنه الضغط فيتحول ثانية إلى غاز.

ج- **الغاز ألحامضي(Sour gas)** : هو الغاز الطبيعي الحامل لنسب معينة من بعض الغازات الحامضية مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وثاني اوكسيد الكاربون وكبريتيد الكاربونيل و المركبتانات، ويطلق مصطلح الغاز الحامضي على الغاز الطبيعي الحاوي على اكثر من (5.7 ملغم) من غاز كبريتيد الهيدروجين للمتر المكعب الواحد من الغاز الطبيعي والتي تساوي (4 جزء بالمليون).

ح- **الغاز الحلو(Sweet gas)** : هو الغاز الطبيعي الخالي من المركبات الكبريتية نسبيا سواء كان ذلك عند استخراجه من بعض الحقول الغازية أو النفطية أو بعد تحليته(عملية إزالة المواد الكبريتية) باستعمال مواد التحلية الفيزياوية أو الكيمياوية.

خ- **الغازات النفطية/السائل الخام (بروبان والمواد الأثقل الأخرى (+C3)**: هي الغازات السائلة المستخلصة من الغاز الطبيعي وتكون بحالة سائلة وتحت الضغط الجوي ومن الممكن فصل مكوناتها وهي البروبان والبيوتان والبنتان والمركبات الأثقل منها الذائبة في الغاز الطبيعي ويمكن استخلاصها وفصلها إلى الغاز السائل والكازولين الطبيعي.

3.1. إستخدامات الغاز الطبيعي

يستعمل الغاز الطبيعي في النشاطات الحيوية المختلفة، ومختلف أمور الحياة اليومية للإنسان كالطبخ، والتدفئة، وتسخين الماء، وتعتمد عليه المصانع في تشغيل آلاتها، كما يستخدم الغاز الطبيعي أيضا كوقود للسيارات، وغاز للثلاجات، من جهة أخرى يستعمل كمصدر أساسي للطاقة في محطات توليد الكهرباء، حيث يتم حرق الغاز والاستفادة من الطاقة الناتجة في توليد الطاقة الكهربائية،هذه الطاقة التي لا يستطيع الإنسان الاستغناء عنها في عصرنا الحديث.

1.3.1 إستخدام الغاز الطبيعي في الحياة اليومية

لقد أصبح في عصرنا الحالي من الضروري وجود الغاز من أجل القيام بعملية الطهي، فقد يختلف نوع الغاز المستعمل أو طريقة وصوله إلى المنزل، سواء كان عن طريق عبوات مضغوطة أو عن طريق شبكة من

الأنابيب، فالنتيجة هي أن الطهي لا يتم إلا باستعمال هذه المادة الحيوية، من جانب أخر نجد أن معظم الدول خاصة تلك التي تقع على ضفتي البحر المتوسط والتي تعاني من برد الشتاء القارص، قد تحولت في العقود الأخيرة من الإعتماد على الخشب وبعض أنواع الوقود السائل في التدفئة إلى الغاز الطبيعي، الذي يتميز عن هذه المواد بكونه أكثر أمانا وأقل تكلفة، أنه أيضا لا يضر بالبيئة بالقدر نفسه الذي تضرها به باقي المواد المستعملة في التدفئة، من هنا يمكننا القول أن الغاز الطبيعي أصبح يلعب دورا مهما في الحياة اليومية للإنسان.

2.3.1. إستخدام الغاز الطبيعي في الصناعة

للغاز الطبيعي العديد من الاستخدامات في الصناعة، حيث تستخدم العديد من الشركات لهب أو حرارة الغاز في تغليف وتشكيل وتقطيع الفلزات وبعض المواد الأخرى، وتستخدم حرارة الغاز في تقوية مقدم مخاريط المركبات الفضائية، حتى لا تحترق من الحرارة المكثفة الناتجة عن الإحتكاك الجوي، كما يؤدي الغاز الطبيعي دورا مهما في العديد من العمليات الصناعية، مثل معالجة وتصنيع الخزف والبلاط والطوب والإسمنت والزجاج والأغذية والحديد والفولاذ والورق ومنتوجات أخرى لا تعد ولا تحصى.

كما يستخدم أيضا الغاز الطبيعي كبديل للوقود السائل في تشغيل المحركات والآلات الصناعية، ويكمن الفرق بين إستعمال الغاز في المنازل للطهي والتدفئة واستعماله في المجال الصناعي في درجة الحرارة، فعند إستعمال الغاز الطبيعي في الطهي والتدفئة تتراوح درجة حرارته بين 150 و 260 درجة مئوية، بينما في ميدان الصناعة فيستخدم في درجات عالية تصل إلى 1600 درجة مئوية كما هو الحال في صناعة الحديد والفولاذ.

3.3.1. إستخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات

لاقى استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات قبولاً كبيراً تأكيداً لمزاياه البيئية لأن العوادم المنبعثة من السيارات العاملة بالغاز الطبيعى أقل من مثيلاتها التى تعمل بالمنتجات البترولية السائلة حيث يقل أول أكسيد الكربون بنسبة 86% وثانى أكسيد الكربون بنسبة 21%، هذا إلى جانب خلوه من انبعاث الرصاص والكربون.

من ناحية أخرى فإن الغاز الطبيعى آمن حيث تتم عملية تحويل السيارة لتعمل بالغاز الطبيعى بسهولة ويسر، كما أن وسائل حماية اسطوانة الغاز الطبيعي آمنة تماماً، ولا يقف الأمر عند هذا الحد بل إن استخدام الغاز الطبيعى بالمحركات يقلل من نسب الرواسب الكربونية ويطيل من العمر الافتراضى لمجموعة الكهرباء بمحرك السيارة ، ويعد احتراق الغاز الطبيعي داخل المحرك احتراقاً مثالياً مما يقلل من الضوضاء الصادرة من صوت المحرك أثناء تشغيله وبالتالى الحد من التلوث السمعى بالبيئة، بالإضافة إلى أن الضبط السليم لمجموعات تحويل السيارة بالغاز يعالج مشكلات سحب السيارة وكفاءة العجلة التزايدية للمحرك، بالإضافة إلى أن تكلفة الغاز الطبيعي أقل من تكلفة باقي أنواع وقود السيارات[1].

4.3.1. إستخدام الغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء

يستخدم الغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء، حيث تعتبر المحطات العاملة بالتوربينات الغازية حديثة العهد نسبيا، وتعتبر بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من اكثر البلدان استعمالا لها، وهي ذات سعات وأحجام مختلفة من 1 ميغاواط الى 250ميغاواط، تستعمل عادة أثناء ذروة الحمل في البلدان التي يوجد فيها محطات توليد بخارية أو مائية ، علما أن فترة إقلاعها وإيقافها تتراوح بين دقيقتين وعشرة دقائق.

في معظم دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تستعمل التوربينات الغازية لتوليد الطاقة طوال اليوم بما فيه فترة الذروة، كما يوجد في الأسواق وحدات متنقلة من هذه المولدات لحالات الطوارئ مختلفة الأحجام والقدرات ، وتمتاز هذه المولدات ببساطتها، ورخص ثمنها نسبيا، وسرعة تركيبها، وسهولة صيانتها، وهي لا تحتاج إلى مياه كثيرة للتبريد، كما تمتاز بإمكانية استعمال العديد من أنواع الوقود (البترول الخام النقي – الغاز الطبيعي – الغاز الثقيل وغيرها ...) وتمتاز كذلك بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف[2] .

2. الإحتياطيات الغازية العالمية ومكانة الغاز الطبيعي في سوق الطاقة في العالم

يكتسي الغاز الطبيعي مكانة مهمة في سوق الطاقة العالمي، فكما سبق الإشارة إليه، أصبح لا غنى للعالم اليوم عن إستخدام هذا المصدر في سير الحياة اليومية للإنسان، لكن ليست كل دول العالم تمتلك إحتياطيات من الغاز الطبيعي، بل تتركز هذه الإحتياطيات في دول دون غيرها.

[1] محمد أبو القاسم محمد، الاثار الايجابية لاستخدام الغاز الطبيعي في تشغيل السيارات على الصحة والبيئة ، مجلة اسيوط للدراسات البيئية، العدد 33، جانفي 2009.

[2] طرق توليد الطاقة الكهربائية من الموقع http://www.khayma.com/madina/power.htm

1.2. الغاز الطبيعي المسال في العالم

يهدف تسييل الغاز إلى نقل أكبر كمية منه عبر المحيطات بالناقلات البحرية العملاقة، ولذلك يجري تبريد الغاز وضغطه، ليتم تحويله إلى سائل، وبالتالي يمكن نقل 10 أضعاف الكمية لو نقلت كغاز عادي، وكانت أهم عقبة تواجه صناعة الغاز الطبيعي هي صعوبة تصديره إلى أماكن بعيدة، مثل تصدير الغاز القطري أو الجزائري إلى اليابان، لاستحالة مد أنابيب لمسافة عشرات الآلاف من الكيلومترات.

من هنا ظهرت أهمية صناعة تسييل الغاز ، الذى يتم نقله بواسطة الناقلات العملاقة عبر البحار، وتم تشييد أول مصنع لتسييل الغاز في الجزائر عام 1965م، ولكن طفرة صناعة الغاز المسال تبلورت بشكل حقيقي بقطر، والتي تعتبر حاليا أكبر دولة في العالم بتصدير الغاز المسال، وتبلغ قيمة تشييد مجمع إنتاج الغاز المسال حاليا حوالي 1000 دولار لكل طن، فلو أن مجمعا شيد حاليا لإنتاج 5 ملايين طن من الغاز المسال فتبلغ كلفة إنشاء هذا المشروع حوالي 5 مليارات دولار، وتبلغ كمية الإنتاج العالمي من الغاز المسال حوالي 240 مليون طن سنويا،

لقد تطورت أهمية الغاز المسال كمصدر رئيس للطاقة في العالم في السنوات الأخيرة بشكل لافت للنظر، فلقد ارتفع عدد الدول المستوردة له من 5 دول في عام 1999م الى حوالي 33 دولة في عام 2015م ،بدخول كل من الأردن ومصر وباكستان عالم استيراد الغاز الطبيعي المسال، وفى الفترة 2008-2013م بدأت كل من الكويت والإمارات باستيراد الغاز الطبيعي المسال لتوليد الطاقة.

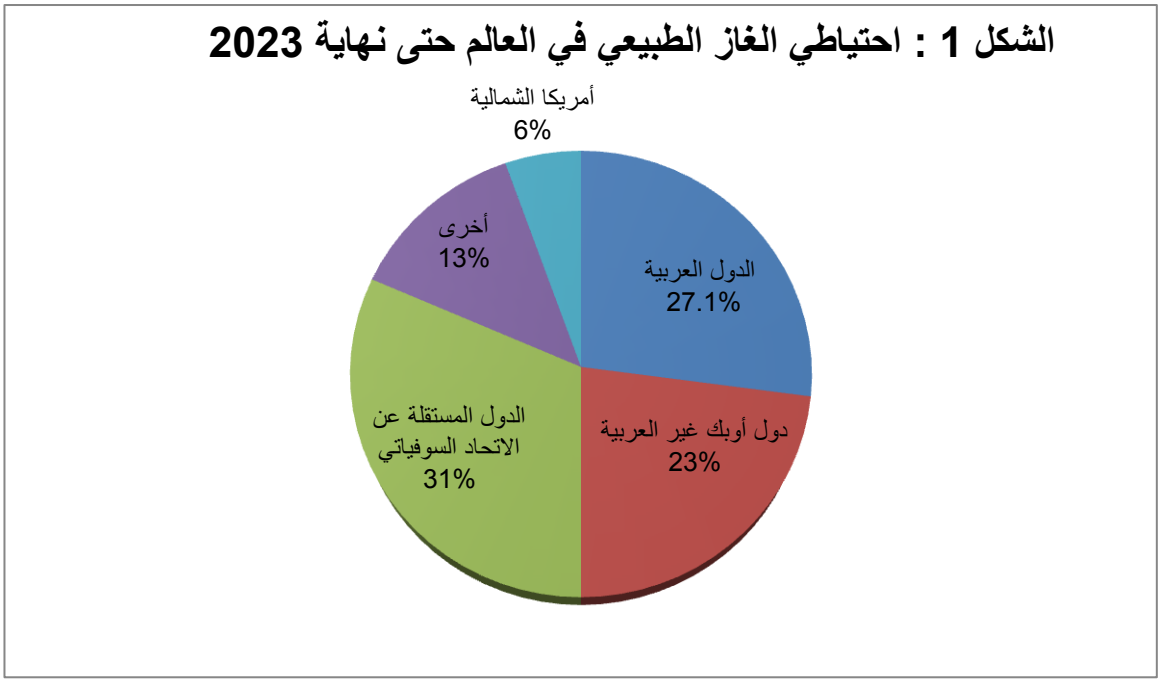
أما الولايات المتحدة فلقد انقلب الوضع فيها في بضع سنين من دولة كانت تستعد لتصبح من أكبر مستوردي الغاز المسال في العالم، حيث شرعت ببناء منصات لاستقبال الغاز المسال القطري وغيره إلى دولة أصبح ينظر لها من أهم الدول القادمة في تصدير الغاز المسال ويحسب لها ألف حساب، ويجرى حاليا تشييد أربعة مصانع لإنتاج الغاز الصخري المسال بطاقة تقارب 45 مليون طن بالسنة، وتم اقتراح مشاريع إضافية في أمريكا وأخذت موافقة الحكومة الأمريكية لإنتاج وتصدير 270 مليون طن سنويا، ولو تم المضي قدما بكل هذه المشاريع فان أمريكا ستصدر حوالي 315 مليون طن سنويا من الغاز المسال، وهو ما يعادل حوالي أربعة إضعاف ما تصدره قطر. وحتى كندا فان مشاريع إنتاج الغاز المسال الموافق عليها تقدر طاقتها التصديرية بأكثر من 100 مليون طن سنويا.

تم في عام 2015م انجاز أربعة مشاريع لإنتاج الغاز المسال في كل من استراليا والجزائر واندونيسيا وغينيا الجديدة، ولقد بلغت طاقة هذه المشاريع مجتمعة حوالي 20 مليون طن بالسنة.

2.2.الإحتياطيات الغازية العالمية

يعرف الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي لحقل ما بأنه الكمية القابلة للاستخلاص على مدى عمر الحقل في ظل التكنولوجيا والاعتبارات الإقتصادية السائدة وتوجد عدة تعريفات أخرى له أهمها تعريف مجلة البترول و الغاز (Oil And Gas Journal) الأميركية المتخصصة حيث يتم تعريف الاحتياطى المؤكد من الغاز الطبيعى بأنه"**الكميات التي يمكن استخراجها في ظل ما هو معروف حالياً من الأسعار و التكنولوجيا** "، أما هيئة سيديغاز (Cedigas) الفرنسية فتُعرِّفه بأنه **"الكميات المكتشفة التى يتأكد بقدر معقول من اليقين إمكانية إنتاجها في ظل الظروف الاقتصادية و الفنية السائدة"** . ويُعدَّ التعريف الأول الأكثر تحفظاً لذا نجد أن احتياطيات الغاز الطبيعي العالمية في أول يناير عام 1999 طبقاً لتقدير مجلة البترول و الغاز تقل بنسبة 7 % عن تقديرات سيديغاز ، بل إن احتياطيات الغاز الطبيعي لمنطقة الشرق الأقصى كانت طبقاً للمجلة تقل بنسبة 30 % عن تقديرات سيديغاز .

الشكل 1 : احتياطي الغاز الطبيعي في العالم حتى نهاية 2023



المصدر:منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الأمين العام رقم 50 ،2023، ص127.

من خلال الشكل1 نلاحظ أن معظم احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم تقع في الدول المستقلة عن الإتحاد السوفيتي سابقا بنسبة تفوق 31 بالمائة، في حين تستحوذ الدول الأعضاء في منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط على ما نسبته 27.1 بالمائة من الإحتياطيات العالمية ،لتأتي بعدها دول أوبك غير العربية بنسبة 23 بالمائة ، أما دول أمريكا الشمالية فلا توجد بها إلا 6 بالمائة من هذه الاحتياطيات ، بينما تبقى 13 بالمائة منها موزعة على باقي دول العالم .

أما بالنسبة لأكبر الدول المالكة لإحتياطي الغاز الطبيعي في العالم فالجدول يوضح ذلك

جدول 3 ترتيب أكبر إحتياطيات الغاز الطبيعي في العالم حتى 2023

الوحدة: (مليار متر مكعب عند نهاية السنة)

الترتيب	الدولة	2019	2020	2021	2022	2023
1	روسيا	47806	47806	47806	47806	47806
2	إيران	33780	33780	34020	34020	34020
3	قطر	24400	24400	24400	24299	24298.6
4	الولايات المتحدة	9877	8723	9578.6	10440.5	8300.2
5	السعودية	8234	8234	8316	8488.5	8588.1
6	تركمانستان	7504	7504	7504	7504	7504
7	الامارات	6091	6091	6091	6091	6091
8	فنزويلا	5563	5562	5581	5701.5	5701.4
9	نيجيريا	5118	5118	5111	5111	5284.2

10	الجزائر	4504	4504	4504	4504	4504
	العالم	194891	196613	195905	196923	195892

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الأمين العام ،2023، ص 129.

3.2.أسعار الغاز الطبيعي

يستخدم لتسعير الغاز الطبيعي وحدات مركبة تجمع بين الحجم (قدم مكعبة أو متر مكعب) والمحتوى الحراري في وحدة الحجم (وحدات حرارية بريطانية تسمى Btu[1]) ثم يحدد السعر لكل مليون Btu، وقد أصطلح على أن كل قدم مكعبة من الغاز تحتوي على 1000 Btu ، وبما أن خصائص الغاز تختلف من حقل إلى اخر، فإن المحتوى الحراري يختلف أيضا في المتر أو القدم المكعبة، كما اصطلح أيضا على أن ما يعادل برميلا من النفط يحتوي 5.6 مليون Btu[2].

كما ترتبط أسعار الغاز الطبيعي إرتباطا مباشرا بأسعار النفط العالمية، فعلى سبيل المثال، يحتوي برميل النفط على حوالي 6 ملايين وحدة حرارية، فعندما كانت أسعار النفط 100 دولار للبرميل كان سعر المليون وحدة حرارية من النفط حوالي 17 دولارا، وهذا كان معدل أسعار الغاز المسال في تلك الفترة 17 دولارا لكل مليون وحدة حرارية، ولكن عندما انخفضت أسعار النفط الى حوالى 40دولارا للبرميل انخفض سعر المليون وحدة حرارية النفطية إلى حوالي 7 دولارات وفي هذه المرحلة انخفضت اسعار الغاز الطبيعي المسال الى مستويات 7 دولارات للمليون وحدة حرارية،وهذا يعرض بوضوح مدى ترابط أسعار النفط وأسعار الغاز الطبيعي المسال[3].

4.2. مكانة الغاز الطبيعي في سوق الطاقة

تتقدم الولايات المتحدة دول العالم بإنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي فهي تنتج حاليا حوالي 21% من الإنتاج العالمي، وقد عرفت الولايات المتحدة قفزات متتالية في إنتاج الغاز بسبب التطور العلمي الحاصل في

[1] وحدة حرارية بريطانية بالإنجليزية British thermal unit أو (Btu):هي وحدة معهودة للطاقة تبلغ نحو 1055 جول، وتعرف بأنها كمية الطاقة اللازمة لتسخين 1 باوند (1 رطل) من الماء درجة واحدة فهرنهايت . وهي تستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية، وفي مولدات البحار، وفي صناعة التسخين، وصناعة تكييف الهواء.

[2] حسين عبد الله، الغاز والطاقة النووية والتغير المناخي من منظور إقتصادي، دار المكتبة الاكاديمية، القاهرة، 2011، ص 22.

[3] سليمان الخطاف، دور الغاز الطبيعي في مستقبل الطاقة بالعالم ، من الموقع http://alphabeta.argaam.com/article/detail/100428.

استخراج الغاز الصخري، وقد ارتفع إنتاجها من 600 مليار متر مكعب في عام 2010م إلى 749.2 مليار متر مكعب في عام 2016م وهى زيادة بحوالي 28 %كلها من الغاز الصخري، وسوف يتم تحويل جزء كبير من الزيادة في إنتاج أمريكا من الغاز الطبيعي إلى غاز مسال بغرض التصدير وهذا ما يعادل حوالي 124 مليون طن سنويا وهى أعلى من نصف الإنتاج العالمي الحالي للغاز المسال وهذا ما يؤرق الدول المنتجة للغاز المسال[1].

الجدول التالي يوضح أهم الدول المنتجة للغاز وكذلك المصدرة والمستهلكة والمستوردة له

الجدول 4 أهم الدول المنتجة والمصدرة والمستهلكة والمستوردة للغاز الطبيعي في العالم نهاية 2023

أهم الدول المنتجة (مليار متر مكعب)		أهم الدول المستهلكة (مليار متر مكعب)		اهم الدول المصدرة (مليون طن)		أهم الدول المستوردة (مليون طن)	
الدولة	الإنتاج	الدولة	الاستهلاك	الدولة	التصدير	الدولة	الإستيراد
الولايات المتحدة	749.2	الولايات المتحدة	778.6	قطر	77.2	اليابان	89
روسيا	579.4	روسيا	390.9	استراليا	44.3	كوريا الجنوبية	38
إيران	202.4	الصين	210.3	ماليزيا	25	الصين	20
قطر	181.2	إيران	200.8	نيجيريا	18.6	الهند	14.6
كندا	152	اليابان	111.2	أندونيسيا	16.6	تايوان	13.6
الصين	138.4	السعودية	109.4	الجزائر	11.5	بريطانيا	8.5
السعودية	109.4	كندا	99.9	روسيا	10.8	إسبانيا	8.2
الجزائر	91.3	المكسيك	89.5	ترينيداد	10.6	المكسيك	6.9
استراليا	91.2	ألمانيا	80.5	سلطنة عمان	8.1	البرازيل	5.7

[1] المرجع نفسه.

ماليزيا	73.8	المملكة المتحدة	76.7	غينيا الجديدة	7.4	تركيا	5.4

Source: **Bp statistical review of world energy, june 2023, pp,28-29.**

من خلال الجدول نلاحظ أن أكبر منتج ومستهلك للغاز في العالم هي الولايات المتحدة الأمريكية، حيث بلغ إنتاجها حوالي 792.2 مليار متر مكعب، وبلغ إستهلاكها حوالي 778.6 مليار متر مكعب ، وهو مايفسر عدم وجودها لا في قائمة مصدري ولا مستوردي الغاز، من جانب آخر نجد روسيا أيضا تعتبر ثاني أكبر منتج ومستهلك بإنتاجها لحوالي 579.4 مليار متر مكعب واستهلاكها لحوالي 390.9 مليار متر مكعب، وهو ما يجعل إنتاجها أكثر من استهلاكها ليوجه الفائض نحو التصدير فهي سابع مصدر للغاز الطبيعي في العالم بكمية تعادل 108 مليون طن.

ثالثا: الفحم.

عرف الإنسان الفحم منذ القدم ، فهو أول مصادر الطاقة التي استعملها في حياته اليومية، ومع تطور الصناعة كان الفحم ولا يزال في العديد من الدول من أهم مصادر الطاقة ، فبعض الدول تمتلك إحتياطيات كبيرة منه، وهو ما يجعلها تحجم عن التفكير في الإعتماد على مصدر آخر غيره على الرغم من بعض سلبياته من جانب آخر تعتبر الطاقة النووية من أهم مصادر الطاقة البديلة على الرغم مما قد يترتب عن سوء استعمالها من اثأر سلبية.

1.ماهية الفحم وأنواعه

يعتبر الفحم من الوقـود الأحفوري، فقد استعمـله الإنسان كمصدر للطـاقة الحرارية منذ القدم، فأستخدم في عدة أغراض أهمها التدفئة، وبعد اختراع الآلات البخارية استعمل كوقود للقاطرات،وبتطور الصناعة تطورت استخدامات الفحم وصولا إلى استعماله في إنتاج الكهرباء.

1.1. ماهية الفحم

الفحم الحجري بالإنجليزية Coal ، صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، وعند احتراق الفحم الحجري فإنه يعطي طاقة على شكل حرارة. ويمكن استعمال الحرارة الصادرة عن احتراق الفحم الحجري في تدفئة المنازل، وفي عمل منتجات عديدة مختلفة. ولكن الاستخدام الأساسي لهذه الحرارة هو في إنتاج الكهرباء .وتعطي معامل إنتاج الطاقة باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء المستهلكة في العالم. ويستعمل الفحم الحجري كذلك في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ،وقد عرف الإنسان الفحم منذ عدة قرون في كل من الصين وبلاد الإغريق لم يقتصر استعماله إلا في التدفئة والطهي1

يستخرج الفحم من باطن الأرض وهو أحد أنواع الوقود الاحفوري ، ولا يوجد له تركيب ثابت فهو خليط من عدة مواد ، وتكون الفحم منذ قديم الزمن، نتيجة لتجمع مواد نباتية تحت الرمال، و مع الحرارة الشديدة في باطن الأرض و الضغط الشديد أفقدها ما بها من أوكسجين و نتروجين، مكونة مادة هيدروكربونية يكثر بها الكربون، و للفحم أنواع كثيرة، تختلف هذه الأنواع باختلاف المحتوى الحراري لكل نوع ، وعادة ما تتخذ إحصاءات الأمم المتحدة، القيمة الحرارية المتوسطة للفحم البيتوميني، وهي 7000 كيلو كالورى لكل كيلوغرام أساسا لحساب الطن من معادل الفحم

لقد كان الفحم ولا يزال وقودا مهما لعدة قرون، ففي القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين كان الفحم رخيصا ومتوفرا، فقد ساهم في الثورة الصناعية ، وساهم الفحم في تشغيل محركات البخار الكبيرة مما سمح لأوروبا بإنشاء بنية أساسية غير مسبوقة من القطارات والسفن والمصانع ، وهوما عمل على تحسين المستوى المعيشي في جميع أنحاء أوروبا[2].

وبحلول عام 1900 أنتج الفحم 90 بالمائة من الطاقة المستعملة في الولايات المتحدة الأمريكية ، وحتى في الخمسينيات من القرن الماضي كان الفحم وقودا مهما للتدفئة المنزلية بالإضافة لكونه مصدرا مهما للطاقة اللازمة للصناعة ، ثمبدأ استبداله تدريجيا خاصة في الإستعمال المنزلي بمصادر أخرى متاحة أكثر ،

[1] أحمد مدحت اسلام ، **الطاقة ومصادرها المختلفة** ،مؤسسة الأهرام ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، 1996 ، ص21

[2] كارل بيلني و جيرارد ريد، ترجمة أسماء عليوة ، لعبة الطاقة الكبرى،مجموعة النيل العربية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، 2014، ص8.

وسهلة النقل بالأنابيب كالغاز الطبيعي والنفط ، كما أنها أكثر نظافة، ومع هذا يبقى الفحم بطريقة غير مباشرة أهم مصادر الطاقة لكونه يساعد في استخراج الغاز والنفط[1].

2.1. أنواع الفحم الحجري

إن طريقة استخدام الفحم الحجري تعتمد على تركيبه الكيميائي ومحتوى الرطوبة فيه. حيث أنه دائما يعامل الفحم الحجري أنه معدن، إلا أنه في الحقيقة ليس كذلك، فهو لا يملك تركيبة كيميائية ثابتة، تتركب كل الفحوم الحجرية من أجسام صلبة معينة ومن رطوبة، أما الأجسام الصلبة فتتركب أساسًا من عناصر الكربون والهيدروجين والنيتروجين والأكسجين والكبريت، ولكن الفحوم الحجرية تتباين كثيرًا من حيث محتواها من هذه العناصر، وكذلك من حيث محتواها من الرطوبة. وفي الحقيقة لا يوجد ترسبان من الفحم الحجري متشابهان تمامًا من حيث التركيب.

تجمع الفحوم الحجرية في أربعة أصناف رئيسية هي[2]:

1- الأنتراسيتات.
2- الفحوم الحمرية أو القارية.
3- الفحوم تحت الحمرية أو تحت القارية.
4- اللجنيتات أو الفحوم البنية اللون.

يتناقص محتوى الكربون في الفحوم الحجرية مع تدني رتبها. فالأنثراسيتات ذات الرتبة الأعلى تحتوي على حوالي 98% من عنصر الكربون، بينما يحتوي اللجنيت ذو الرتبة الأدنى على حوالي 30% من عنصر الكربون. أما كمية الرطوبة في الفحوم الحجرية فتتزايد عكسيًا مع تدني رتبها في الفحوم تحت القارية واللجنيتات. وتحتوي الفحوم الأخيرة على طاقة حرارية أقل من الطاقة الحرارية في كل من الأنثراسيتات

[1] إدوارد جي تاربوك و فريدريك كي لوتجينس و دينيس تازا، الأرض: مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة الغلوم الأساسية، دار العبيكان ، الطبعة الأولى ، الرياض ، 2014 ، ص 645.
[2] مهدي أحمد رشيد، مرجع سبق ذكره ، ص 119.

والفحوم القارية. ويشار إلى الطاقة الحرارية على أنها كمية الحرارة الناتجة عن احتراق مقدار مُعَيَّن من الفحم الحجري[1].

تعد الفحوم الجمرية إلى حد بعيد من الفحوم الأكثر وفرة، كما أنها الأكثر استخداما من بين رتب الفحم الحجري الرئيسية، وهي ذات طاقة حرارية أعلى قليلا مما تنتجه فحوم الأنتراسيتات، وهي الفحوم الوحيدة الملائمة لإنتاج الكوك، أما الأنتراسيتات فهي صعبة الاشتعال كما أنها بطيئة الاحتراق لاتناسب الطرق الحديثة المعتادة لإنتاج الطاقة الكهربائية من الفحم الحجري، كما أنها الأقل وفرة من بين رتب الفحوم الحجرية الأربع.

3.1.إستخدامات الفحم

يستعمل الفحم على عدة أوجه، ومن أهمها استخدامه كوقود، فهو وقود نافع بسبب وفرته واحتوائه على قيمة حرارية عالية نسبيا، ومع ذلك يحتوي الفحم الحجري على شوائب معينة تحد من صلاحية استعماله كوقود،تشمل هذه الشوائب عنصر الكبريت ومعادن أخرى متنوعة، وعند عملية احتراق الفحم الحجري فإن كمية كبيرة من عنصر الكبريت تتحد مع الأكسجين وهو ما يشكل غازا سامًا هو غاز ثاني أكسيد الكبريت، بينما تتحول أغلب المعادن الأخرى إلى رماد، وتحتوي بعض أنواع الفحوم الحجرية على أقل من 1% من عنصر الكبريت. وهذه الفحوم ذات المحتوى القليل من عنصر الكبريت يمكن حرقها بكميات كبيرة وبدون إطلاق كميات ضارة من غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى الهواء، إلا أن هناك فحومًا حجرية عديدة تحتوي على ما يزيد على 1% من عنصر الكبريت. وتسبب هذه الفحوم الحجرية ذات المحتوى المتوسط وذات المحتوى العالي من عنصر الكبريت تلوثًا خطيرًا للهواء إذا أُحْرِقَت بكميات كبيرة دون أخذ تدابير الأمان المناسبة، ويتركز استعمال الفحم الحجري كوقود بشكل رئيسي لإنتاج القدرة الكهربائية[2].

من جانب آخر يستعمل الفحم الحجري بكثرة في مناطق من قارتي آسيا وأوروبا في تدفئة المنازل، وفي الولايات المتحدة أدى ارتفاع تكلفة النفط والغاز الطبيعي ببعض المصانع والمباني التجارية إلى العودة إلى استخدام الفحم الحجري، وقد استخدم الفحم الحجري في الماضي من أجل الحصول على الحرارة اللازمة

[1] المرجع نفسه، ص120.

[2] الفحم الحجري ، من الموقع http://www.marefa.org ،

لصناعة منتجات كثيرة تتفاوت من صناعة الزجاج إلى صناعة الأطعمة المعلبة، ومنذ بدايات القرن العشرين، اقتصرت الاستخدامات الرئيسية للفحم الحجري على صناعات الإسمنت والورق، ومع ذلك تحولت بعض الصناعات الى الفحم الحجري تفاديًا لأسعار الغاز الطبيعي المرتفعة[1].

الإستخدام الرئيسي للفحم الحجري هو توليد الكهرباء إضافة إلى عمليات التسخين الصناعية، وقد استخدمت 68 بالمائة من كميات الفحم لهذا الغرض عام 2013 ،وعموما يلعب الفحم الحجري دورا مهما في مجال الطاقة في العالم بسبب إنخفاض تكلفته مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى، وكذلك توفر مصادره في العديد من دول العالم ، إضافة إلى سهولة نقله وتصديره واستيراده،ويقدر مجلس الطاقة الدولي كفاءة الطاقة في المحطات العاملة على الفحم بحوالي 46 بالمائة ، و61 بالمائة في المحطات العاملة على الغاز2.

2. مكانة الفحم في استهلاك الطاقة والاحتياطيات العالمية

على الرغم من التنوع في مصادر الطاقة وتوجه العالم نحو النفط والغز الطبيعي والطاقات المتجددة بشكل سريع، إلا أن الفحم الحجري لا يزال يحتفظ بمكانته في سوق الطاقة العالمية، كما أن العديد من الدول تمتلك إحتياطيات هائلة من هذه الطاقة.

1.2. مكانة الفحم في استهلاك الطاقة العالمي

يوجد أكبر احتياطي من الفحم الطبيعي في العالم في الولايات المتحدة ، حيث بلغت نسبته 22 من الاحتياطي العالمي في نهاية العام 2016م، تليها مباشرة الصين بنسبة احتياطي قدرها 21 % من الاحتياطي العالمي، وخلال السنوات العشر الأخيرة ظل إنتاج الفحم يرتفع لمدة ثماني سنوات بين 2016 إلى 2024م، حتى وصل الإنتاج إلى 4000 مليون طن،غير أنه منذ عام 2014م وحتى 2017، كان إنتاجه ينخفض

[1] المرجع نفسه.

[2] منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الأمين العام 42، مرجع سبق ذكره..

باستمرار، فبلغ في عام 2016م نحو 3656 مليون طن. وهذا يشكِّل انخفاضاً في الإنتاج قيمته 6.2 في المئة مقارنة بالعام الذي سبقه[1].

تحتل الصين رأس قائمة الدول المنتجة للفحم. فقد بلغ إنتاجها 46 في المئة من الإنتاج العالمي في العام، وتليها الولايات المتحدة بنسبة 10 %، ثم أستراليا (8.2 %)، والهند (7.9 %)، وإندونيسيا (7 %)، ومن بعدها روسيا (5.3 %)، وأخيراً جنوب إفريقيا (3.9 %)، أما على صعيد الاستهلاك، فقد انخفض الاستهلاك العالمي من الفحم بنسبة 1.7 % مقارنة بالأعوام السابقة ليصل إلى 3732 مليون طن .وذلك بعد أن ظل الاستهلاك العالمي من الفحم ينمو بنسبة 1.9 %ما بين العامين 2005 و2015م، وتجاوز عتبة 3800 مليون طن سنوياً للمرة الأولى في عام 2011م، وظل فوق هذا المستوى حتى نهاية عام 2014، وقد يكون هذا الارتفاع في الفترة الواقعة بين عامي 2011 و2014، مرتبطاً ارتباطاً كبيراً بعاملين: الأول هو الزيادة السكانية في العالم، والثاني زيادة الطلب على الطاقة بصورة عامة، وهو ما أدَّى إلى ارتفاع أسعار الوقود السائل عالمياً[2].

يتركَّز معظم الاستهلاك العالمي من الفحم في الدول النامية بطبيعة الحال. ولكن هذا لا يعني أن الدول الصناعية والمتقدمة استغنت عنه، ففي عام 2016، استحوذت دول آسيا والمحيط الهادي على ما نسبته 73 % من الاستهلاك العالمي. تلتها أوروبا بنسبة % 12، ثم أمريكا الشمالية بنسبة 10 %.

ليس لدول أمريكا الوسطى والجنوبية حصة كبيرة من سوق استهلاك الفحم عالمياً، حيث أن استهلاكها في العام الماضي لم يتجاوز 1% من الاستهلاك العالمي، لكن نسبة نمو هذا الاستهلاك فيها سنوياً عالية، بل هي الأعلى بين جميع المناطق الجغرافية في العالم، فقد نما استهلاك الفحم في دول أمريكا الوسطى والجنوبية في المتوسط بنسبة 5.4 % في الفترة 2005-2015م، بينما نمت نسبة الاستهلاك في آسيا والمحيط الهادي بنسبة 3.9 %فقط، وفي المقابل، انخفض متوسط الاستهلاك في أوروبا وأمريكا الشمالية بنسبة % 0.9و 3.7 %، على التوالي، وفي منطقة الشرق الأوسط، بدأ الفحم يظهر كمصدر من مصادر الطاقة مع تزايد أنشطة

[1] Bp statistical review of world energy, june 2020,p36.
[2] Ibid, p38.

التصنيع، رغم أن نسبة نمو الاستهلاك في المنطقة على المستوى العالمي في المتوسط لا تزال ضئيلة جداً، ولم تصل إلى نصف من واحد بالمئة[1].

2.2. احتياطيات الفحم الحجري العالمية

بلغت الإحتياطيات العالمية من الفحم الحجري حوالي 891.5 مليار طن نهاية سنة 2020، وهي نفسها إحتياطيات 2018 حيث لم يسجل أي تغيير، هذا الرقم الذي تغير بعدما بقي ثابتا سنوات 2010 و 2011 و 2012 في حدود 860.9 مليار طن ، وتتصدر الولايات المتحدة الأمريكية هذه الإحتياطيات بحوالي 237.3 مليار طن، تليها دول الإتحاد السوفياتي السابق بحوالي 228 مليار طن، ثم الصين بحوالي 114.5 مليار طن والجدول5 يوضح بالتفصيل هذه الإحتياطيات

الجدول5: تطور احتياطيات الفحم في العالم للفترة 2017-2021 (الوحدة: مليار طن)

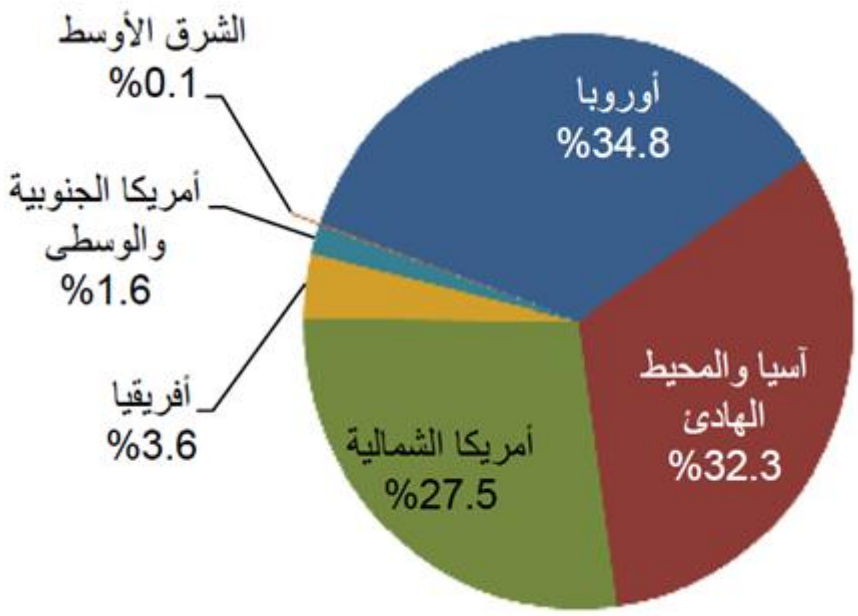
الدولة	2017	2018	2019	2020	2021
أمريكا الشمالية	245.1	245.1	245.1	245.1	245.1
أمريكا الجنوبية	12.5	12.5	14.6	14.6	14.6
أوربا	304.6	304.6	310.5	310.5	310.5
اسيا واستراليا	265.8	265.8	288.3	288.3	288.3
إفريقيا	31.7	31.7	31.8	31.8	31.8

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط، تقرير الأمين العام ، 2022.

[1] من الموقع https://www.alarabiya.net/ar/qafilah/2017/11/01

أما بالنسبة لتوزيع الإحتياطيات العالمية على القارات، فتلاحظ من خلال الشكل (1-2) أن أوروبا تحتل المرتبة الأولى بنسبة 34.8 بالمائة من هذه الإحتياطيات بمقدار 304.6 مليار طن، تليها آسيا والمحيط الهادي بنسبة 32.3 بالمائة بواقع 265.8 مليار طن،

الشكل2 : توزع احتياطي الفحم الحجري على مناطق العالم سنة 2022.



المصدر : منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الأمين العام ، مرجع سبق ذكره،

ثم نجد أمريكا الشمالية بنسبة 27.5 بالمائة من الإحتياطيات العالمية للفحم بمقدار 245.1 مليار طن ، لتأتي بعد ذلك إفريقيا بنسبة 3.6 بالمائة والمقدرة بحوالي 31.8 مليار طن،ثم أمريكا الجنوبية والوسطى بنسبة 1.6بالمائة بمقدار 14.6 مليار طن، وأخيرا دول الشرق الأوسط بنسبة 0.1 بالمائة من الإحتياطيات العالمية والتي تعادل 1.1 مليار طن.

من الملاحظ على الاحتياطيات العالمية أنها تتركز في مناطق معينة من العالم، كما يلاحظ أنها قليلة جدا في المنطقة العربية ، بل تكاد تكون منعدمة ، وهذا راجع لكون المنطقة العربية بالنفط والغاز وتعتمد عليه إعتمادا شبه كلي، وبالتالي فهي لا تهتم بالبحث عن أو استغلال الفحم الحجري،كما نلاحظ أيضا، أنه وعلى

الرغم من إمتلاك الولايات المتحدة لإحتياطيات كبيرة من النفط، فهي تمتلك إلى جانب ذلك إحتياطيات ضخمة من الفحم الحجري، فهي بهذا تسيطر على مصدرين مهمين من مصادر الطاقة.**رابعا: الطاقة النووية**

تعتبر الطاقة النووية من أهم الطاقات البديلة غير المتجددة ، على الرغم من مخاوف بعض الدول من إستغلالها، إلا أنها تعتبر مصدرا مستداما وفعالا لتوليد الطاقة الكهربائية، كما هو الحال بالنسبة للعديد من الدول التي تمتلك مفاعلات نووية هي قيد التشغيل ولها إنتاجية عالية.

1. مفاعلات الطاقة النووية

هناك نوعان من التفاعلات النووية التي نتمكن من خلالها الحصول على الطاقة، النوع الأول هو الإندماج النووي ويحدث عند اندماج نواتين لذرتين خفيفتين، مثل الهيدروجين مع بعضهما البعض لتكوين ذرة واحدة كبيرة، هي الهيليوم الذي تقل كتلته عن مجموع كتلتي الهيدروجين، وهذا الفرق يتحول إلى طاقة هائلة، تماماً كما يحدث داخل الشمس لتوليد الطاقة الشمسية، أما النوع الثاني فهو الإنشطار النووي ويحدث عند تهشم بعض الذرات الكبيرة مثل اليورانيوم، لتكوين ذرتين أو أكثر أصغر حجماً، مولدة بذلك طاقة هائلة لفرق الكتلة بين مجموع الكتل المتولدة والكتلة الأصلية.

. ومن الناحية العملية، تستخدم الطاقة النووية وقودًا مصنوعًا من اليورانيوم المُستخرج من الأرض والمُعالج لإنتاج البخار وبالتالي توليد الكهرباء، والطاقة النووية هي المصدر الوحيد الذي يمكنه توليد كميات كبيرة من الكهرباء – تُعرف بكهرباء الحمل الأساسي – على نحوٍ موثوق دون انبعاث أي غازات ضارة مثل غازات الاحتباس الحراري، إضافةلذلك، تعد الطاقة النووية من المصادر التي تقلّ فيها بشدّة الآثار البيئية سواءً على الأرض أو الموارد الطبيعية، من بين جميع مصادر إنتاج الكهرباء الأخرى.

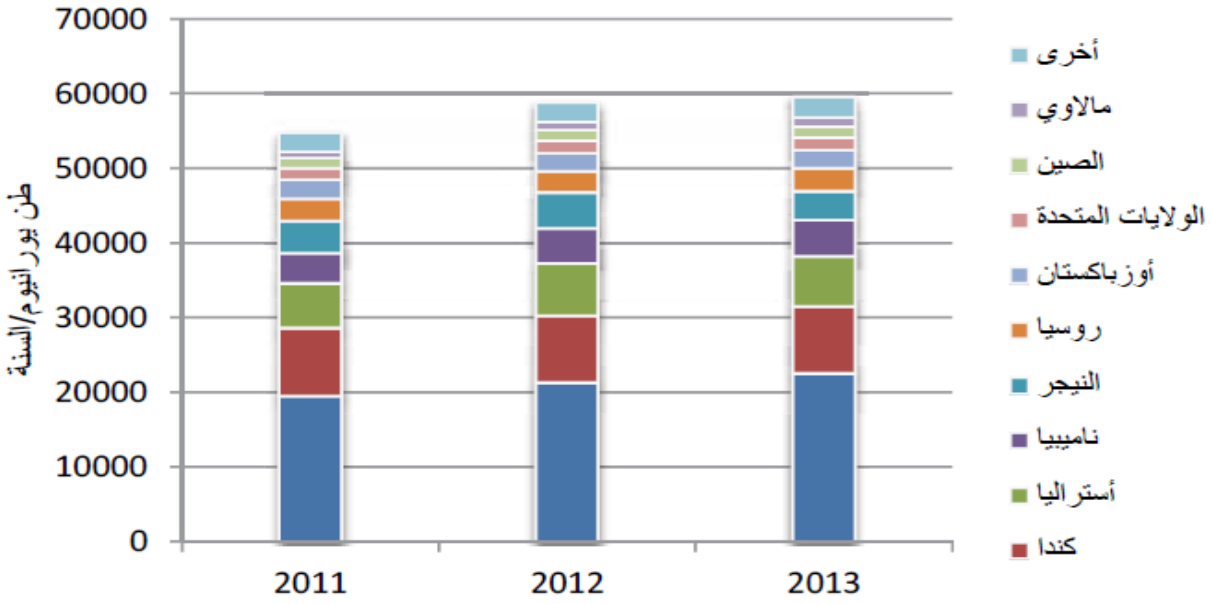
هناك أنواع عديدة من مفاعلات الانشطار النووي يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين مفاعلات اليورانيوم المخصب و مفاعلات اليورانيوم الطبيعي، مفاعلات اليورانيوم المخصب يستعمل فيها الماء الطبيعي كمهدئ للنيوترونات ولنقل الحرارة، ومن الأمثلة على ذلك مفاعلات الماء المغلي ومفاعلات الماء المضغوط، أمامفاعلات اليورانيوم الطبيعيفيستعمل فيها الماء الثقيل كمبرد ومهدئ للنيوترونات، ومن الأمثلة على ذلك مفاعلات "كندو" الكندية، والمفاعلات المبردة بغاز ثاني أكسيد الكربون البريطانية ، ويمكن أن يكفي

استعمال الوقود النووي بتكلفة غير باهظة لمدة قرن على الأقل، وإذا ما استعمل ما يسمى "بالمفاعل النووي المنتج" فإن الوقود النووي سيسد الحاجة اللازمة للطاقة لقرون عديدة ، والجدير بالذكر أن هذا المفاعل المنتج يولد وقوداً نووياً أكثر مما يستهلك، وبذلك يفوق احتياطي الوقود النووي أضعاف احتياطي الوقود التقليدي مجتمعا[1].

2. إستغلال الطاقة النووية

حتى نتكلم عن إستغلال الطاقة النووية، لا بد أن نتكلم عن العنصر الأساسي اللازم لإستغلالها ألا وهو اليورانيوم ، حيث أنه لا وجود لإستغلال الطاقة النووية إلا بوجوده، وفي تقرير أعدته الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالتعاون مع منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية بعنوان "اليورانيوم 2014: المصادر، الإنتاج والطلب" قدرت مصادر اليورانيوم التي يمكن إنتاجها بتكلفة أقل من 260 دولار للكيلوغرام بحوالي 7.6 مليون طن من اليورانيوم[2].

الشكل3: إنتاج اليورانيوم في العالم بين سنتي 2011 و2013



المصدر : منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الامين العام 42، ص 129.

[1] محمدرأفت اسماعيل وعلي جمعان الشكيل ، مرجع سبق ذكره، ص 159.

[2] منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، تقرير الأمين العام 43، مرجع سبق ذكره ، ص 128.

أما عن إنتاج اليورانيوم فهو موضح في الشكل (2-4) حيث نلاحظ من خلاله أنه تم إنتاج اليورانيوم في 21 دولة في الفترة الممتدة بين 2012 و 2014 ، وكان إجمالي الكمية المنتجة 55975 طن سن 2014 ، وتحتل كازاخستان وكندا وأستراليا المراتب الأولى في ذلك كما هو مبين بالتفصيل في الجدول 6

الجدول 6

إنتاج اليورانيوم خلال الفترة 2012 و 2014 (طن)

الترتيب	الدولة	2012	2013	2014
1	كازاخستان	21240	22513	22781
2	كندا	8998	9332	9136
3	أستراليا	7009	6432	4976
4	النيجر	4822	4528	4057
5	ناميبيا	4239	4264	3246
6	روسيا	2862	3135	2991
7	أوزباكستان	2400	2400	2700
8	الولايات المتحدة	1667	1792	1881
9	الصين	1450	1500	1550
10	أوكرانيا	1012	926	954
11	جنوب أفريقيا	467	531	566
12	الهند	385	385	385
13	مالاوي	1103	1132	369
14	جمهورية التشيك	228	215	154
15	رومانيا	80	80	80
16	البرازيل	326	192	55
17	الباكستان	45	45	45
18	إيران	24	8	11
19	ألمانيا	50	27	33
20	فرنسا	3	5	3
21	هنغاريا	1	3	2
	المجموع	**58411**	**59445**	**55975**

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط، تقرير الأمين العام 43، مرجع سبق ذكره، ص 150.

وقد بلغ عدد المفاعلات النووية العاملة في العالم 438 مفاعلا سنة 2014، وتولد هذه المفاعلات ما مقداره 736.2 جيغاواط من الكهرباء، أما المفاعلات التي هي قيد الإنشاء فقد بلغت 70 مفاعلا، وتحتل الصدارة في عدد المفاعلات العاملة الولايات المتحدة الأمريكية بحوالي 99 مفاعلا بطاقة كهربائية إجمالية مولدة قدرها 98639 ميغاواط، متبوعة بفرنسا بعدد 58 مفاعلا بطاقة إجمالية قدرها 63130 ميغاواط.

3. مزايا الطاقة النووية وعيوبها.

تتميز محطات القدرة النووية عن محطات الوقود الأحفوري بميزتين أولاهما أنها تستعمل وقودًا أقل بكثير مما تستهلكه محطة الوقود الأحفوري، فانشطار طن متري من اليورانيوم مثلاً يعطي طاقة حرارية تعادل ما ينتج عن احتراق ثلاثة ملايين طن من الفحم الحجري أو 12 مليون برميل من النفَّط، والميزة الثانية أن اليورانيوم لا يطلق مواد كيميائية ملوثة أو صلبة إلى الجو أثناء استعماله على عكس الوقود الأحفوري ، لكن للطاقة النووية . على الرغم من مزاياها ، ثلاثة عيوب رئيسية عملت على إبطاء تطور الطاقة النووية في العالم، وهي أن تكلفة إنشاء المحطة النووية تفوق كثيرًا تكلفة إنشاء محطة الوقود الأحفوري، كما أن أخطار المحطات النووية كبيرة إضافة إلى أن اليورانيوم يستمر في إطلاق إشعاعات خطيرة، ولفترة طويلة، بعد استعماله كوقود للطاقة النووية، كما أن مشكلة تخزين نفايات اليورانيوم لم تحل بعد.

خلاصة:

عرف الإنسان مصادر الطاقة منذ القدم،فاستعملها في أغراض حياته اليومية كالتسخين والتدفئة والطهي، ومع التطور الصناعي تطور استغلال هذه المصادر، فأصبحت تستعمل في توليد الكهرباء والتسخين الصناعي وغيرها،مما ساهم في تيسير صعاب حياة الإنسان، فاستفاد من الكهرباء بدرجة أعلى في شؤونه اليومية، وأصبحت المدن تزود بالتدفئة عبر شبكات منظمة ونظيفة.

النفط وإضافة لكونه مصدرا للطاقة، يعتبر أيضا سلعة إستراتيجية، تعمل على توجيه موازين القوى الإقتصادية في العالم، فالدول المنتجة للنفط ومن خلال منظمة الأوبك تسعى لحماية حقوقها والتكتل في تجمع يزيد من قوتها التفاوضية، وهذا من أجل الضغط على المستهلكين والتحكم في أسعار النفط بما يخدم توازن السوق، كما أن الغاز الطبيعي يبقى البديل الاستراتيجي والفعال للنفط، لكونه أنظف مصادر الطاقة الأحفورية، كما أن استخداماته توسعت مع تطور الإنسان ليصبح جزءا أساسيا من متطلبات حياته اليومية.

من جانب أخر يعد الفحم من أقدم مصادر الطاقة، والتي لا تزال ذات فعالية إلى حد الآن،إلا أن الآثار البيئية الناتجة عن إستغلاله جعلت المجتمع الدولي يدعو إلى الحد من الإعتماد عليه كمصدر للطاقة، وهو ما جعل إنتاج الفحم في السنوات الأخيرة في تناقص، كما أن الطاقة النووية تعتبر من أحسن المصادر الطاقوية البديلة، لكن تبقى بعض المخاوف المنتشرة خاصة ما يتعلق بالاشعاعات والمخلفات النووية حائلا دون توسع استغلالها في العديد من الدول.

أسئلة للمناقشة.

السؤال الأول: ما هي مزايا وعيوب استخدام كل من النفط، الغاز الطبيعي، الفحم، والطاقة النووية؟

السؤال الثاني: كيف تؤثر المتغيرات الجيوسياسية والبيئية على مستقبل الطاقات التقليدية؟

السؤال الثالث: ناقش الأسباب التي تدفع إلى تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية واستبدالها بمصادر أخرى.

المحور الثالث:

الطاقات المتجددة

هيكل المحور:

تمهيد

أولا: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛

ثانيا: الطاقة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحية؛

ثالثا: باقي الطاقات المتجددة؛

خلاصة؛

أسئلة للمناقشة.

تمهيد

أدى السباق نحو التصنيع إلى استنزاف العديد من مصادر الطاقة التقليدية وهو ما جعلها آيلة إلى الزوال والنضوب ، كما أن هذا الاستغلال المكثف ألحق عدة أضرار بالبيئة مما أصبح يهدد الحياة على كوكب الأرض ، كل هذه العوامل جعلت المجتمع الدولي يدعو إلى الحد من استغلال الطاقات التقليدية بشكل عشوائي من خلال اتفاقيات دولية توجت بتبني مبادئ التنمية المستدامة ، والتي تقضي بضرورة البحث عن مصادر للطاقة صديقة للبيئة ومستدامة ، فكان التوجه نحو الطاقات المتجددة التي تتوفر فيها كل متطلبات التنمية المستدامة.

هناك العديد من الطاقات المتجددة، على رأسها الطاقة الشمسية التي تعتبر أهم هذه الطاقات وأوسعها إنتشارا، وهناك أيضا طاقة الرياح، والطاقة المائية بأنواعها، كما أن هناك بعض الأنواع من الطاقات المتجددة محدودة الإستغلال، أو تستغل على نطاق ضيق وفي عدد محدود من الدول ، أهمها طاقة الهيدروجين والطاقة الجوفية.

أولا: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛

1. الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية أهم مصادر الطاقة المتجددة، وأكثرها توفرا ونظافة،فمصدرها الضوء والحرارة المنبثقان عن كوكب الشمس، وقد استغلها الإنسان منذ القدم توليد الطاقة، كما تمكّن من إيجاد وسائل وتقنيات تساعده على القيام بهذه المهمة، ويقصد بالطاقة الشمسية الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة،باستخدام مجموعة من الوسائل التكنولوجية التي تطور باستمرار،وتعتبر الشمس المصدر الأساسي للعديد من الطاقات المتجددة الأخرى كطاقة الرياح وطاقة الأمواج وغيرها[1].

يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس، ويستقبل كوكب الأرض 174 بيتاواط[2] من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه عند طبقة الغلاف الجوي العليا، وينعكس ما يقرب من 30 بالمائة من الإشعاعات عائدة إلى الفضاء ، بينما يمتص الباقي من المحيطات والسحب والكتل الأرضية، ويصل إجمالي هذه الطاقة الممتصة 3.850.000 كونتليون[3] جول في العام[4].

1.1. استخدامات الطاقة الشمسية

تستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في العديد من التطبيقات منها التدفئة و إضاءة المباني وتسخين المياه وإنتاج البخار، كما تستخدم أيضا في تحلية وضخ المياه وتوليد الكهرباء حراريا، وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام 2030 سوف تساهم النظم الحرارية الشمسية في توليد 130 جيغاواط ، كما أن الخلايا الشمسية تستخدم أيضا في توليد الكهرباء مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولطية، وهي تقنية تستخدم أيضا في محطات إنتاج الكهرباء[5].

1.1.1. الطاقة الشمسية الحرارية

تستخدم تقنية الطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الطاقة من الشمس عن طريق ألواح مسطحة والتي بدورها تولد طاقة حرارية ذات درجة حرارة تتراوح ما بين منخفضة ومتوسطة جاهزة للاستخدام مباشرة،

[1] عبد القادر هاني ، النفط وعصر القوة ، دار غيداء، عمان ،2012، ص96.
[2] *بيتا* واط : يرمز له بالرمز(PW) و ويساوي 10 [15]واط
[3] *كونتليون* =واحد و18 صفرا
[4] المرجع نفسه.
[5] مروان عبد القادر أحمد،الطاقة المتجددة ، دار الجنادرية، عمان ، 2016، ص 137.

من أشهر تطبيقات استخدام هذه الطاقة نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية، أجهزة التدفئة الشمسية في الفضاء، وحمامات السباحة إضافة إلى أنظمة التبريد سواء في المباني السكنية أو التجارية، كما تستخدم أنظمة الطاقة الشمسية المركزة عدسات أو مرايا لتركيز بقعة كبيرة من ضوء الشمس على مساحة صغيرة. بعد ذلك يتم توجيه ضوء الشمس المركز على أسطح فولتضوئية أو يتم استخدامها لتسخين سائل ناقل لمحطات توليد الطاقة التقليدية لإنتاج الكهرباء.

توجد في الكثير من دول العالم محطات توليد للطاقة الكهربائية إعتمادا على الطاقة الشمسية الحرارية، والجدول الموالي يوضح أهم هذه المحطات عبر العالم.

من خلال الجدول نلاحظ أن أكبر هذه المحطات تقع في الولايات المتحدة الأمريكية بطاقة إجمالية تفوق 700 ميغاواط ، اما إسبانيا فتعتبر رائدة في مجال الطاقة الشمسية الحرارية حيث تمتلك العديد من المحطات العاملة في هذا المجال، وتسعى لإبرام شراكات جديدة للتوسع في إستغلال الطاقة الشمسية الحرارية خارج أوروبا.

الجدول 7: أهم المحطات الشمسية الحرارية في العالم وقدرتها الإنتاجية

المرتبة	اسم المحطة	البلد	الطاقة الإنتاجية
01	Ivanpah	الولايات المتحدة	377 ميغاواط
02	SEGSكاليفورنيا (9محطات)	الولايات المتحدة	354ميغاواط
03	Solana	الولايات المتحدة	280ميغاواط
04	Genesis	الولايات المتحدة	250ميغاواط
05	Solaben	إسبانيا	200ميغاواط
06	Solnova	إسبانيا	150ميغاواط
07	Andasol	إسبانيا	150ميغاواط
08	Extresol	إسبانيا	150ميغاواط
09	Palma del Rio	إسبانيا	100ميغاواط
10	Manchasol	إسبانيا	100ميغاواط

Source: 1- REE, *Rapport annuel 2012 de Red Electrica de Espana*, Red Electrica de España.

2- Renewable energy - Medium-Term - Market Report 2013 , sur https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2013MTRMR.pdf ,

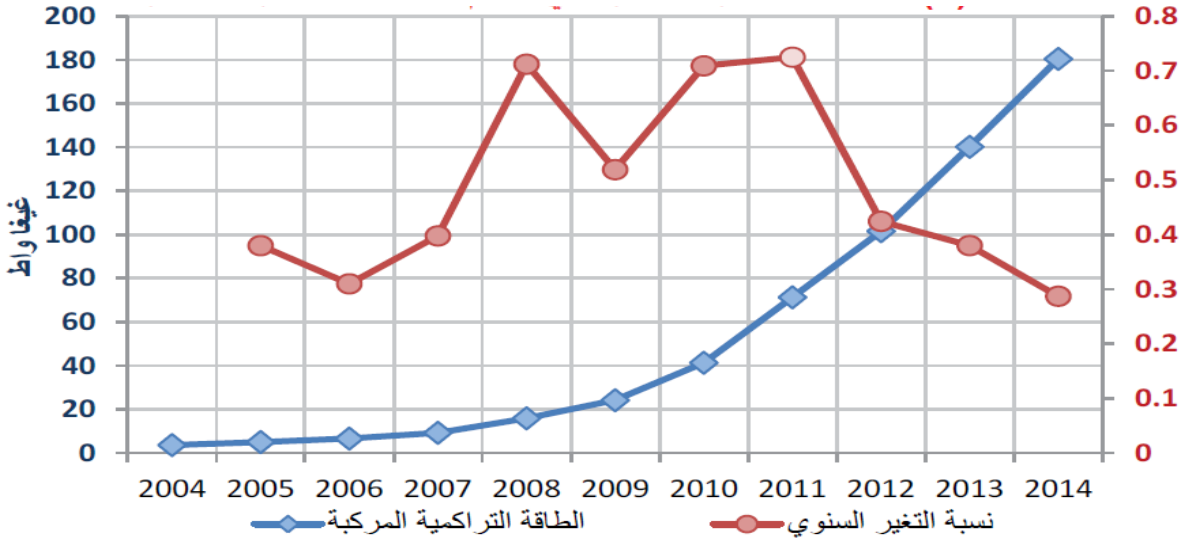
2.1.1. الطاقة الشمسية الكهربائية

تسمى أيضا ًبالطاقة الشمسية الفوتوفولطائية (Photovoltaic)، والظاهرة الفوتوفولطائية، وهي عملية تحويل الضوء الناتج عن الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة باستخدام الخواص الالكترونية لبعض المواد مثل السيلكون ومركبات أخرى، وتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية يتم من خلال تراكيب الكترونية تسمى الخلايا الشمسية ، والخلية الشمسية هي عبارة عن وصلة تكون فيها الطبقة رقيقة ويتم تسليط الضوء عليها لكي تتولد فولتية بين طرفيها وتيار يسري في حمل خارجي، ويتم تجميع الطاقة عن طريق استخدام الخلايا التي تنتج الكهرباء عند تعرضها إلى طاقة مشعة كالضوء بشكل خاص،ويتم تحويل هذه الطاقة إلى مصدر للتيار المستمر. وتستخدم هذه الطاقة بدورها في مصادر الكهرباء أو يتم تحويلها إلى تيار متردد عن طريق استخدام عاكس التيار الكهربائي ثم تخزينها لاستخدامها لاحقًا في البطاريات[1].

تعتبر تقنية الخلايا الضوئية الشمسية من أسرع مصادر الطاقة المتجددة نموا، حيث يمكن ملاحظة التغير في معدل نموها من خلال الشكل4.

الشكل4:الطاقة التراكمية المركبة في العالم من الخلايا الضوئية

[1] وكاع فرمان، الطاقة الشمسية دعوة لاستغلالها قبل فوات الأوان، مجلة فلاديلفيا، جامعة فلاديلفيا، الأردن، ص 63، من الموقع https://www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue7/no7/11.pdf



المصدر: منظمة الأقطار المصدرة للنفط، تقرير الأمين العام42 ، مرجع سبق ذكره، ص 136.

من خلال الشكل نلاحظ زيادة في الطاقة التراكمية المركبة من الخلايا الشمسية بداية من 2004 ، حيث كانت أقل من 20 غيغاواط ، لتصل سنة 2014 الى ما يقارب 185 غيغاواط، بينما عرفت نسبة التغير السنوي زيادة إلى غاية 2009، حيث إنخفضت إنخفاضا طفيفا لتعود إلى الإرتفاع سنة 2011 وتبلغ أكثر من 0.7 بالمائة ، وهي أعلى نسبة وصلت إليها لتعود إلى الإنخفاض من جديد في الثلاث سنوات الموالية.

2. طاقة الرياح

تعتبر طاقة الرياح إحدى الطاقات الناتجة عن التحويل غير المباشر للطاقة الشمسية.فالرياح تنتج عن فروق درجات الحرارة، ومن وجهة أخرى فإن طاقة الرياح تأتي من الدرجة الثانية من الأهمية في الدراسات والتطبيقات العالمية بعد الطاقة الشمسية كمصادر بديلة للطاقة حيث يجري العمل في العديد من دول العالم لتطوير استخدام طاقة الرياح في مجال توليد القدرة الكهربائية.

1.2.تكون الرياح

تتكون الرياح نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين سطح البحر واليابسة، ومرجعها الأصلي للشمس ، وإتجاه الريح هو الإتجاه الجغرافي الذي تهب منه ، وتقدر شدة الرياح بمقياس بوفورت Beaufort والذي

صممه بحار إنجليزي في القرن التاسع عشر والذي يعتمد على مراقبة تأثير الرياح على الأشياء العادية وبناءا على هذا الأثر تصنف الرياح ، ويتدريج هذا المقياس من صفر – 12 ويعبر كل مستوى للشدة عن سرعة مناظرة للرياح وبذلك يمكن تقدير سرعة الرياح بطريقة تقريبية دون اللجوء إلى الأجهزة، كما هو مبين في الجدول

الجدول8 رقم : أساس قياس سرعة الرياح حسب سلم بوفورت

القوة	تسمية الرياح	وصف حالة الرياح	السرعة		
			ميل/سا	كم/سا	م/ثا
0	ساكنة	يصعد الدخان عموديا،	0	0	0
1	هادئة	يتحرك الدخان قليلا بحيث يحدد إتجاه الرياح	3-1	4.8-1.6	1.7
2	نسيم خفيف	يشعر الانسان بحركة الرياح على وجهه	7-4	11.2-6.4	3.3
3	نسيم منعش	تتحرك اوراق الشجر باستمرار	12-8	19.2-12.8	4.2
4	نسيم معتدل	تتمايل الأغصان الصغيرة	18-13	28.8-20.8	7.4
5	نسيم قوي	تهتز الشجيرات	24-19	38.4-30.4	10.8
6	ريح شديدة	تهتز فروع الاشجار الكبيرة ويسمع صفير الأسلاك	31-25	49.6-40	12.4
7	عاصفة معتدلة	تهتز الأشجار ويصعب السير ضد الرياح	38-32	60.8-51.2	17
8	عاصفة	تكسر الأغصان ويتعذر فيها السير	46-39	72.6-62.4	20.6
9	عاصفة شديدة	تتكسر الأغصان الكبيرة، تلف بسيط للمباني	54-47	82.4-75.2	24.2
10	عاصفة هوجاء	تقتلع الشجر من جذوره وتهشم النوافذ	63-55	100-88	28.2
11	زوبعة	تقتلع غابات بأكملها، يمكن أن تحرك الشخص	75-64	120-102.4	33.6

12	إعصار	مثل سابقها وتصل إلى تدمير عام للمباني	≤76	≤121	≤33.7

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، إرشادات ومعايير، من الموقع www.fao.org/3/a-i6719a.pdf

2.2. استغلال طاقة الرياح

بدأ استغلال طاقة الرياح منذ حوالي عشرة قرون في أوربا، وكان هناك استغلال لها في طحن الحبوب، وخاصة الذرة أو في ضخ المياه وكان ذلك في حدود القرن الحادي والثاني عشر ميلاديا ثم أدخلت بعد ذلك في ضخ مياه الصرف واستصلاح الأراضي وخاصة في هولندا وكانت هذه الطرز من طواحين الهواء لديها المقدرة لتوليد طاقة حتى 50 حصان، وكانت هناك بعض المحاولات البدائية في بدايات الهجرة الأوربية إلى أمريكا لإستغلال طاقة الرياح فاستخدمت في توليد طاقة كهربائية بسيطة لأغراض الإضاءة وكذا ضخ المياه واستمرت هذه المحاولات حتى بدايات القرن العشرين حيث بدأت محاولات عديدة لتصميم محطات أو طواحين لاستغلال طاقة الرياح بشكل اقتصادي وفنى مجدي على نطاق واسع لإنتاج الطاقة[1].

هناك عدة محددات لاستغلال طاقة الرياح أهمها[2]:

1- عدم انتظام سرعة الرياح (سرعة أقل من 10 كم/ ساعة عادة ما تكون غير اقتصادية)

2- عدم انتظام اتجاه الرياح ولذلك يوصى بأن تكون المروحة قابلة للحركة على قاعدتها حول محور رأسي وتكون أطراف المروحة تسمح باستقبال أكبر قدر من قوة دفع الرياح مهما تغير اتجاهها .

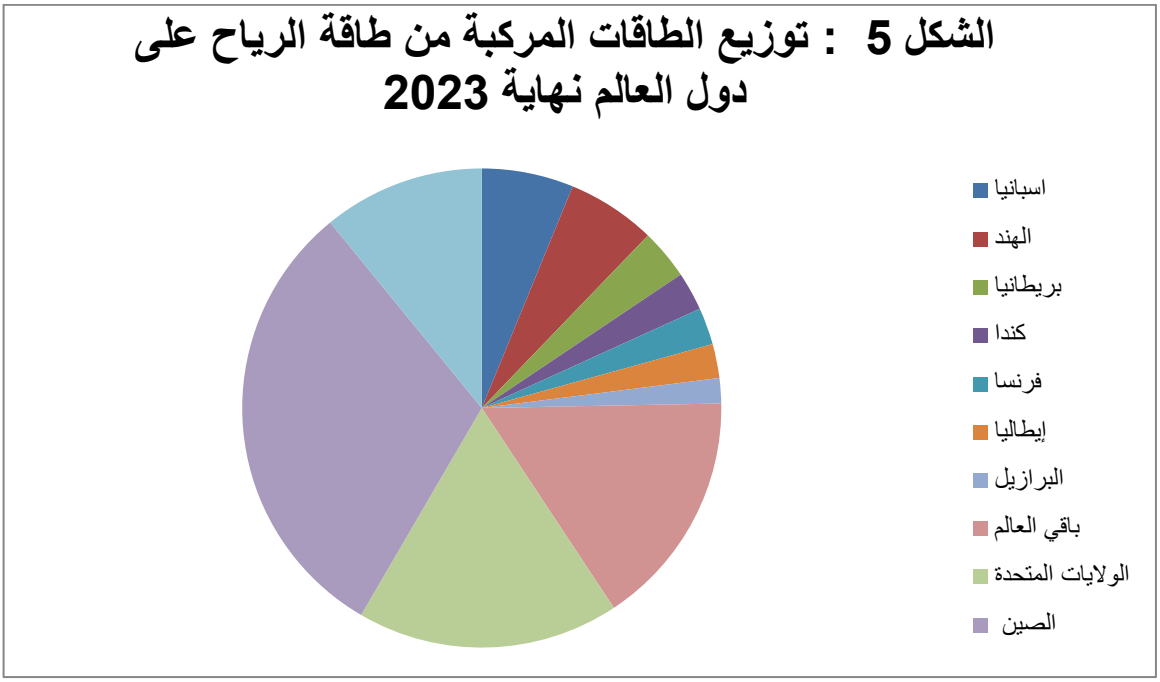
3- عدم انتظام القدرة المولدة بالمراوح مما يؤثر على عدم انتظام شدة التيار الكهربائي أو كمية المياه المضخة.

4- هناك إمكانية الحصول على تدفق مستمر للرياح ولكن على ارتفاعات كبيرة(400- 500م) إلا أنه يعاب على هذه الطريقة ارتفاع تكاليف إنشاء هذه الأبراج العالية،حيث أنه لا يمكن تخزين طاقة الرياح في شكلها الأول (طاقة حركية).

[1] طاقة الرياح، محاضرات في الطاقة المتجددة، مرجع سبق ذكره.
[2] المرجع نفسه.

بلغت الطاقات المركبة من طاقة الرياح في العالم سنة2014 حوالي 372961 ميغاواط بزيادة 16 بالمائة عن سنة 2013، وتتوزع هذه الطاقات على 89 دولة من دول العالم على رأسها الصين والولايات المتحدة وألمانيا بنسبة 84 بالمائة والباقي موزع على باقي دول العالم كما هو موضح في الشكل5.

الشكل 5 : توزيع الطاقات المركبة من طاقة الرياح على دول العالم نهاية 2023



المصدر:منظمة الأقطار المصدرة للنفط، تقرير الأمين العام ، مرجع سبق ذكره،

إستغلال طاقة الرياح لا يخلو من العيوب وعلى رأسها التذبذب الكبير في سرعة الرياح مما يؤثر على التوربينات أو الطواحين وسرعتها، كما أن طواحين الهواء الكبيرة تتطلب مساحات أرضية كبيرة، كما أنها قد تؤثر على الجانب الجمالي والسياحي، من جانب أخر قد تتسبب الطواحين الكبيرة في قتل الطيور خاصة الكبيرة منها والتي تحلق بجانب الطاحونة، أيضا تتصف طاقة الرياح بعدم الإستمرارية لمستوى الطاقة المتولدة في بعض المناطق 1.

ثانيا: الطاقة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحية:

1. الطاقة الكهرومائية

[1] إدوارد أ كيلر، الجيولوجيا البيئية، دار العبيكان، الرياض ، 2014، ص 468.

إن استخدام المصادر المائية كمصدر للطاقة تعود إلى القرن الميلادي الأول حيث استخدم الإنسان مياه الأنهار لتشغيل بعض النواعير، التي تستعمل بدورها لتشغيل مطاحن الدقيق ،وكانت النواعير الأولى أفقية أي أن حركة دورانها تحدث في مستوى أفقي ، ومنذ بداية القرن الرابع الميلادي تطورت الناعورة العمودية وانتشرت في الشرق الأوسط ثم امتدت إلى أوربا بعد الثورة الصناعية ومنها الى الولايات المتحدة الأمريكية ، وهي عبارة عن وسيلة لجمع وتحويل الطاقة الناتجة عن قوة المياه المتساقطة من أعالي الشلالات والأنهار ومياه السدود.

الطاقة الكهرومائية هي إحدى صور الطاقة المتجددة وهي الطاقة الناتجة من الموارد المائية المخزونة خلف السدود أو من مياه البحار والمحيطات، واستخدام الماء كمصدر للطاقة دون فقد الماء خلال استغلاله يتم ببناء خزان كبير تجمع فيه المياه، ثم تترك المياه تتدفق بمعدل ثابت، لتسقط من ارتفاع لتحرك التوربينات، والتي تولد طاقة كهربائية، وكلما كان هذا الارتفاع كبيرا كلما كانت الطاقة المتولدة من حجم معين من الماء أكبر ، تتمثل تكنولوجيا تحويل الطاقة المائية إلى طاقة كهربائية بصوره مبسطة، في أن الماء يسري في منطقة منحدرة، يعترض ذلك الماء المتدفق سدا أو مجموعة من السدود في نقـاط معينة أي مناسبة، وذلك لتكوين بحيرة كبيرة لتخزين المياه، ومن المعتاد عمل السدود أو الخزانات في المياه بطيئة السريان، حيث نتحصل على ضاغط مائي من المياه، ولتوليد الكهرباء تفتح أبواب الخزانات مما يجبر الماء على السريان بقوه في اتجاه عنصر دوار، يقوم بتحويل طاقة حركة المياه إلى طاقة حركة دورانية للعنصر الدوار، ثم يوصل هذا العنصر الدوار مع مولد كهربائي، ويولد الأخير تيار كهربائي[1].

إن فكرة إنشاء محطات الطاقة على مساقط مياه الأنهار تعود أصلا إلى عام 1870 ، حيث تم طرح فكرة إنشاء محطة لتوليد الطاقة في شلالات نياجارا، وبالفعل بدأ تنفيذ المشروع في 1886، وانطلق في العمل فعليا سنة 1895، ولم تكن تتجاوز طاقة المحطة الإنتاجية 3.75 ميغاواط، وفي نفس الوقت كان العمل جاريا لإنشاء عدة محطات أخرى في أوربا ، كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد هذه تعتمد أساسا على

[1] الطاقة الكهرومائية ، محاضرات في الطاقة المتجددة ، من الموقع -*https://kenanaonline.com/files/0050/.../421-6-20%مائية%20%20%-20%20%20%20doc*. تاريخ الاطلاع 2017/06/09.

متغيرين ، هما كمية الماء ومسافة سقوطه، فكلما كان ارتفعت قيمة هذين المتغيرين ارتفعت بالمقابل كمية الطاقة الكامنة في المحطة، وتعمل هذه المحطات بكفاءة عالية تصل في بعض الأحيان إلى 80-90 بالمائة[1].

وصل إجمالي الطاقة الكهرومائية المركبة في العالم إلى 1036 جيغاواط سنة 2014، حيث شهدت هذه السنة(2014) إضافة نحو 36 جيغاواط إلى إجمالي ماهو مركب من قبل، وتقدر كمية الكهرباء المولدة بالطاقة الكهرومائية في نفس السنة حوالي 3600 تيراواط[2]،وبلغت الطاقة المركبة في العالم من الطاقات الكهرومائية ألى غاية سنة 2014 حوالي 1036610 ميغاواط[3].

2. طاقة الكتلة الحيوية

طاقة الكتلة الحيوية هي بديل آخر يتم إنتاجه بإطلاق الطاقة الكيميائية المخزونة في أنواع من وقود الكتلة الحيوية، وهي في الواقع منتَج للطاقة الشمسية من خلال عملية التمثيل الضوئي للنباتات التي تمتص ثاني أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي والماء من التربة لتنمو، وتوجد الكتلة الحيوية في كثير من النفايات الشائعة، مثل المخلفات الزراعية والصناعية وفضلات الصناعة الغذائية، وتستعمل هذه الطاقة على نطاق واسع في الطهي والتدفئة في أرياف بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بسبب الطبيعة شبه الجافة لهذه البلدان[4].

1.2. مفهوم طاقة الكتلة الحيوية

تعرف طاقة الكتلة الحيوية أيضا بالطاقة الحيوية أو الوقود الحيوي. وهي التي يتم الحصول عليها من المواد العضوية، إما مباشرة من النباتات أو بشكل غير مباشر من المنتجات الصناعية والزراعية والمنزلية والتجارية. يعتبر استخدام طاقة الكتلة الحيوية في عداد التقنيات المتوازنة لأن غاز ثاني أوكسيد الكربون

[1] كمال ايت زيان و محمد اليفي، **واقع وأفاق الطاقة المتجددة في الدول العربية**، الملتقى الدولي:التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، جامعة فرحات عباس سطيف، أفريل 2008.

[2] منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط، مرجع سابق، ص 133.

[3] أنظر الملحق 03.

[4] باسل اليوسفي وعلي القرة غولي، **جدوى إقتصادية وبيئية من استغلال الطاقة المتجددة في المنطقة العربية** ، مجلة البيئة والتنمية، عدد 24 مارس 2007.

المنطلق أثناء توليد الطاقة يتوازن مع ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه النباتات أثناء نموها[1]، إذن فطاقة الكتلة الحيوية هي الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية الصلبة ومخلفات الحيوانات المختلفة ومخلفات الصرف الصحي والقمامة والمخلفات الصناعية ، ويبلغ إجمالي الكتلة الحيوية 14.5 مليون طن برميل مكافيء، والمتاح منها لتحويله إلى طاقة 6.6 مليون طن برميل مكافيء[2].

يعتبر وقود الإيثانول (Ethanol)[3] من أفضل أنواع الوقود المستخلصة من الكتلة الحية، يتم إستخراجه من محاصيل الذرة أو السكر، وهناك وتجرى تجارب تجرى باستمرار لإيجاد وسائل اقتصادية لاستخدام الكتلة الحية في توليد الكهرباء، من أهم هذه التجارب العمل على حجز غاز الميثان المنطلق من المواد النباتية الذابلة، وكذلك من المخلفات الحيوانية ومن ثم استخدامه كوقود،هنالك أيضاً تجارب أخرى تهدف إلى استخدام الأخشاب في صناعة الكهرباء، حيث يمكن الاستفادة من الفضلات الخشبية الناتجة عن صناعة الورق في توليد طاقة كهربائية تغذي هذه الصناعات نفسها.

هناك عدة أنواع من الكتلة الحيوية[4]:

أ- **ذات الموارد غير المستقلة**: وهي مخلفات العمليات الإنتاجية والفضلات المتولدة من العمليات الصناعية والتجارية والزراعية، وتشمل نواتج الغابات والنفايات الخشبية والقش ونواتج الحيوانات والنفايات الصناعية (مثل النفايات الناتجة عن تجهيز الأغذية

ب-**المحاصيل المخصصة لإنتاج الطاقة (نباتات الطاقة)**: وهي المحاصيل ذات دورة حياة قصيرة مثل الصفصاف والحور والتي تزرع على وجه التحديد لتستخدم في توليد الطاقة .

ت-**المحاصيل متعددة الوظائف**: وهي المحاصيل التي يمكن أن تستخدم لإنتاج أنواع مختلفة من الطاقة على سبيل المثال بقايا القمح، ويمكن أن تستخدم لتوليد الوقود (يتضمن الايتانول الحيوي والديزل الحيوي)، كما يمكن أن يستخدم القش لتوليد الكهرباء.

والجدول يوضح كيفية تحويل بعض أنواع الكتلة الحيوية إلى طاقة

[1] طاقة الكتلة الحية، من الموقع http://www.chamsolar.com/ar/ed/biomass.htm

[2] محمد منير مجاهد ، مصادر الطاقة في مصر وآفاق تنميتها،الطبعة الأولى، المكتبة الأكاديمية ، القاهرة، 2002، ص 483.

[3] مواد تستخلص من تخمر السكر الطبيعي أو من تحويل المواد النشوية الموجودة بالذرة والقمح أو بمحاصيل زراعية مثل قصب السكر والبطاطس والتمور وغيرها. وتعرف أيضا بالوقود الحيوي.Bio-ethanol fuel

[4] من الموقع http://www.chamsolar.com/ar/ed/biomass.htm

الجدول9: كيفية تحويل بعض أنواع الكتلة الحيوية إلى طاقة

الوقود	الطريقة	الايثانول من السكر أو المحاصيل النشوية	الايثانول من الكتلة الحيوية الخشبية	الهيدروجين من الكتلة الحيوية الخشبية	الميثانول من الكتلة الحيوية الخشبية	الزيت العضوي من الكتلة الحيوية الخشبية
الفكرة أو الطريقة	الاستخلاص والاسترة	التخمير	-التحلل بالماء. -التخمير وإنتاج الكهرباء	التحويل إلى غاز	التحويل إلى غاز	التحلل بالحرارة
الكافاءة الصافية للتحويل الى طاقة	75%بالاعتماد على كامل الطاقة المدخلة	50 %من شمندر السكر و44% من قصب السكر	60-70% على المدى الطويل مصحوبا بتوليد الكهرباء	55-65% و60 -70 على المدى الطويل	50 -60% أكثر من 60-70 %على المدى الطويل	70%زيت عضوي خام
معدل الكلفة على المدى القريب	15 -25 دولار/جيغاجول شمال غرب أوربا	15-25 دولار/ جيغاجول من الشمندر السكري و8-10 دولار من قصب السكر	10-15 دولار/ جيغاجول	8-10 دولار /جيغاجول	11-13 دولار/جيغاجول	لا تتوفر تقديرات
معدل الكلفة على المدى البعيد	غير متوفر	غير متوفر	6-7 دولار / جيغاجول	6-8 دولار / جيغاجول	7- 10 دولار/جيعاجول	غير محدد

المصدر: ليور نؤام، **توليد الكهرباء في المستقبل ودور مصادر الطاقة المتجددة** ، النفط والتعاون العربي،العدد 121سنة 2007.

2.2.إيجابيات وسلبيات طاقة الكتلة الحيوية

كغيرها من باقي الطاقات ، تميز طاقة الكتلة الحيوية بمزايا، كما أن لها بعض العيوب أيضا، من مزاياها:[1]

- تعتبر طاقة الكتلة الحيوية طاقةً متجددة ويمكن التعامل معها عن طريق العديد من التقنيات .
- تعتبر طاقة الكتلة الحيوية مصدر للوقود الذي يمكن خزنه ونقله واستخدامه عند وجود الحاجة إليه.
- تعتبرهذه الطاقة متاحةً في كل مكان حول العالم.
- تعتبر الكحوليات وغيرها من أنواع الوقود الحيوي ذات قيمة حرارية جيدة وقابلة للاستخدام وذات احتراق نظيف إذا ما قورنت بالانبعاثات الغازية الناتجة عن حرق النفط والفحم الحجري.
- يترافق نمو نباتات الطاقة بامتصاص غاز ثاني اوكسيد الكربون من الجو وإنتاج الأوكسجين.
- يتيح استخدام طاقة الكتلة الحيوية الفرصة لإعادة استخدام مخلفات المحاصيل الزراعية ومياه الصرف الصحي.

ومن عيوبها:

- هناك بعض الأدلة التي تشير إلى أن استهلاك النباتات من أجل انتاج الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء وهو ما له أثر سلبي على الفئات الفقيرة في المجتمع.
- ازدياد استهلاك الخشب لتوليد الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الخشب ومنتجاته.

[1] موقع بحوث، الطاقة الحيوية، من الموقع https://haidy-research.blogspot.com/2011/04/blog-post_27.html

- يتطلب انتاج الكتلة الحيوية زراعة مساحات كبيرة مما يؤدي إلى تناقص مساحة الأراضي المخصصة لزراعة المنتجات الغذائية.
- يؤدي حرق الكتلة الحيوية بشكل مباشر إلى الاسهام بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري.
- يبقى هذا المصدر الطاقي مرتفع الكلفة سواء في مرحلة إنتاج الكتلة الحيوية أو مرحلة تحويلها إلى كحوليات.
- من الآثار البيئية الضارة انتشار التصحر نتيجة لقطع الأشجار بشكل عشوائي مما يؤدي إلى تعرية التربة.
- تستهلك عملية إنتاج الغاز كمية كبيرة من الطاقة لأن الطاقة المستخدمة في عمليات الجمع و التجفيف و نقل المخلفات إلى محطات الطاقة كبيرة نسبياً لذلك لا يمكن ان تقام محطات الإنتاج هذه على نطاق صغير لأنها الطاقة المنتجة تكون اقل من الطاقة اللازمة للعمليات السابقة.

تمثل الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية المستخدم الرئيسي لطاقة الكتلة الحيوية في العالم، وفي عام 2013 تم إنتاج وإستهلاك 85.7 بالمائة من هذه الطاقة في هذه الدول، خاصة في الدول النامية في جنوب إفريقيا و آسيا، وتتصدر الولايات المتحدة ترتيب دول العالم في القدرات المركبة من طاقة الكتلة الحيوية، حيث بلغت ال8477 ميغاواط سنة 2013 ، والملحق رقم 06 يبين القدرات المركبة في كل دول العالم بين سنتي 2012 و 2013.

ثالثا: باقي الطاقات المتجددة؛

1. طاقة الحرارة الجوفية للأرض

لقد استخدم الانسان النشاط الحراري الجوفي للأرض في شكل ينابيع الماء الحارة منذ عدة قرون، لكن محاولات توليد الطاقة الكهربائية عبرهذا المصدر لم يبدأ إلا في القرن العشرين، فإنتاج الكهرباء من مصادر النشاط الجوفي يمكن أن يكون مصدر جيدا للطاقة، لكن للموقع دور مهم في ذلك ، فعلى مستوى العالم لا يوجد سوى أماكن قليلة من تلك التي يمكنها إنتاج كهرباء عبر الطاقة الحرارية الجوفية[1].

[1] حمزة الجبالي ، مرجع سبق ذكره ، ص 237.

يستفاد من ارتفاع درجة حرارة باطن الأرض حيث تكون هذه الحرارة قريبة من السطح في بعض المناطق، فتنتج عن ذلك الينابيع الحارة وكذلك الحمامات المعدنية ، ففي إيسلندا مثلا تنتشر هذه الينابيع ويستفاد منها لأغراض التدفئة والتسخين[1].

1.1. كيفية إستغلال طاقة الحرارة الجوفية للأرض

يتم الحفر بقاع الأرض لمد أنبوب ذو طرفين يثبت على شكل حرفU ، ثم يتم ضخ مياه عادية عبر طرف من أطراف ذلك الأنبوب إلى أسفل، عندما تصل المياه إلى الأسفل ونتيجة احتكاكها مع الحرارة العالية، يتبخر الماء بشدة (حيث تبلغ الحرارة 1000 درجة) ليخرج البخار من الطرف الآخر مشكلاً ضغطاً هائلاً، فيصعد البخار بقوة نحو الأعلى، وفي نهاية الطرف الذي يصعد منه البخار، توضع توربينات ضخمة من شأنها توليد الطاقة. ويكون البخار الصاعد إلى أعلى المحرك الأساسي لتلك التوربينات، والميزة الرائعة للمضخات الحرارية انه بالإمكان استخدامها في كثير من الأماكن، حتى الأماكن المثلجة والباردة تعطي نتائج فعالة[2].

2.1.مزايا وعيوب طاقة الحرارة الجوفية

ربما تعد طاقة الحرارة الجوفية من الطاقات المجدية إقتصاديا على الرغم من وجود بعض العيوب التي تحول دون إستغلالها استغلالا واسعا، فمن مزاياها [3]:

1- تعد الطاقة الجوفية من مصادر الطاقة المتجددة فهي من مصادر الطاقة التي لا تنفذ على الأقل للأجيال القادمة، وتعتبر الطاقة الجوفية طاقة نظيفة وغير مضرة بالبيئة ولا تسبب في أي تلوث سواء في استخراجها أو في تحويلها أو استعمالها.
2- تتوفر الطاقة الجوفية بكميات كبيرة جدا وفي مساحات شاسعة و لأغلب بلدان العالم.
3- قلة تكاليف إنتاج الطاقة الجوفية بعد التكاليف الأولية لإنتاج المحطة والتي يمكن أن تكون باهظة.
4- المردود العالي للطاقة المستخرجة.

[1] السروي أحمد ، الملوثات الطبيعية والصناعية، المكتبة الأكاديمية، الطبعة الأولى ، الجيزة، 2011،ص 104.
[2] من موقع إمكانات لمصادر الطاقة الطبيعية المتجددة والنظيفة، http://www.emkanat.org/geothermal_power/
[3] اللجنة العلمية، الطاقة الحرارية الجوفية، من الموقع https://www.paldf.net/forum/showthread.php?t=661664

رغم كل مميزات الطاقة الجوفية التي جعلتها في مقدمة مصادر الطاقة البديلة المستقبلية إلا أنها تواجه بعض عوامل التي تعرقل انتشارها على الأقل في وقتنا الحالي ومن هذه الأسباب ارتفاع تكلفة إقامة محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الجوفية، ويعود السبب في ذلك إلى صعوبة حفر أبار بأعماق سحيقة قد تصل إلى عمق 5 كيلومترات، ووسط درجات حرارة مرتفعة وبأعداد كبيرة تتيح إنشاء محطة قوى متوسطة القدرة، كما أن المساحة المتطلبة لمد نظام الأنابيب قد يكون ممتداً وواسعاً، وهذا الأمر قد يتطلب مساحة كبيرة.

بلغ مجموع الطاقات المركبة من طاقة الحرارة الجوفية في عام 2014 حوالي 12594 ميغاواط تتوزع على 24 دولة، ويتركز هذا النوع من الطاقة في عشر دول تمتلك 93 بالمائة من إجمالي الطاقات المركبة، وتتصدر الولايات المتحدة الأمريكية العالم بما مجموعه 3525 ميغاواط، تليها الفلبين بحوالي 1868 ميغاواط

2.طاقة المد والجزر وطاقة المحيطات

كانت المحيطات والبحار ومنذ فترة طويلة ولا تزال، المصدر المحتمل للطاقة البديلة، حيث تحمل حركة المحيط طاقة على شكل مد وجزر وموجات وتيارات مائية، من الممكن استغلالها في الحصول على طاقة في ظل نضوب مصادر التقليدية، والبحث عن مصادر جديدة ومتجددة.

1.2. طاقة المد والجزر

المد والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة عند سكان سواحل البحار. فهم يرون مياه البحر ترتفع في بعض ساعات اليوم وتنخفض في البعض الآخر. وقد لا يعلمون أن هذا الارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريبا من هذه السواحل وان ذلك الانخفاض يحدث عندما يكون القمر بعيدا عن هذه السواحل، أي عندما يغيب القمر[1].

طاقة المد والجزر Tidal power، هي شكل من أشكال الطاقة المائية التي تحول المد والجزر إلى أشكال مفيدة للطاقة، وخاصة الكهرباء، وتسمى أيضا الطاقة القمرية فهي نوع من طاقة الحركة التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر الناتجة بطبيعة الحال عن جاذبية القمر و الشمس ودوران الأرض حول

[1] علي محمد عبد الله، الطاقة المتجددة، وكالة الصحافة العربية(ناشرون)، 2012، ص 68.

محورها وعليه تُصنف هذه الطاقة على أنها طاقة متجددة،وتوليد الطاقة باستخدام تدفق الماء ليس فكرة جديدة، بل كانت مستخدمة قديما[1] .

توجد طريقتان أساسيتان لتوليد الطاقة الكهربائية باستغلال ظاهرة المد والجزر[2]:

أ-**طريقة بناء السدود للتحكم في التيارات الناتجة عن المد والجزر:** بتوجيه هذه التيارات بطريقة تمر في فتحات التوربينات أو المراوح، هذه التوربينات شبيهة بالمرواح التي تستخدم لتوليد الطاقة من الريح ، تنصب هذه المراوح تحت سطح المياه في فتحات و بفعل التيارات المائية تدور هذه التوربينات و عبر ناقل الحركة نقوم بمضاعفة عزم الدوران و من ثم نستفيد من هذا العزم لتحريك المولد الذي و بفعل الحقل المغناطيسي يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية.

ب.**طريقة الأبراج** : تعتمد تلك الطريقة على تثبيت مروحة أو مروحتان على برج متين بحيث تكون تلك المراوح تحت سطح الماء . و بنفس الطريقة المشروحة أعلاه تتحول طاقة حركة المروحة بواسطة المولد الكهربائي إلى كهرباء .

حتى تكون طاقة المد والجزر مجدية إقتصاديا، لابد من إن يكون إرتفاع المد والجزر لا يقل عن 5 أمتار، ولذلك يوجد في العالم 100 موقع يتوفر فيه هذا الشرط. كما استخدام هذه التكنولوجيا في المياه المالحة يعرض القطع المعدنية المستخدمة إلى الصدأ وبالتالي لا بد من العناية والصيانة الدائمة وهذا ما قد يرفع من التكلفة و بالتالي تدني الربح.

2.2. :طاقة أمواج البحار والمحيطات

طاقة الأمواج أو الطاقة الموجية (Wave power) هي نقل الطاقة من أمواج المحيطات أو البحار لتسخيرها في أعمال ميكانيكية مفيدة مثل توليد الكهرباء، تحلية المياه أو ضخ المياه إلى المخازن المائية،فالأمواج مصدر هائل من مصادر الطاقة، فهي تنشأ نتيجة حركة الرياح، وتنتج الأمواج في الأحوال العادية طاقة بين عشرة إلى مائة كيلو وات لكل متر من الشاطئ في المناطق متوسطة البعد عن خط الاستواء.

[1] نصري ذياب، مرجع سبق ذكره، ص 14.
[2] هاني عبد القادر عمارة، مرجع سابق ، ص 65

لذا فإن الاستغلال الاقتصادي لطاقة الأمواج الميكانيكية يتطلب وجود عدد كبير من أجهزة أو وسائل لجمع هذه الطاقة ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربية على سبيل المثال[1].

تعود أول براءة اختراع لتوليد الطاقة من الأمواج إلى العام 1799 في باريس للمخترع جيرراد وأحد التطبيقات القديمة للاستخلاص طاقة الأمواج هو جهاز بناه أحد الفرنسيين عام 1910 وذلك من أجل إنارة منزله وهو يعتبر أول نموذج من نماذج محطات التوليد[2]، وبعد أكثر من عقد من الاختبارات والتجارب، في 2015 نجحت شركة "كارينجي ويف انيرجي Carnegie WaveEnergy" للطاقة الاسترالية في تشغيل أول محطة طاقة في العالم تعمل بقوة الأمواج قبالة ساحل غرب أستراليا.[3]

يقوم النظام على مجموعة من العوامات المغمورة المرتبطة بوحدات ضخ بقاع البحار، والتي يتم تثبيتها على عمق بين 25 و 50 مترا. و حينما تصطدم الأمواج بالعوامات يعمل محرك المضخات، مما يدفع مياه مضغوطة عن طريق خط أنابيب تحت قاع المحيط إلى محطة توليد الطاقة على اليابسة. وهنا، يدير الماء ذو الضغط العالي التوربينات ،مما يؤدى لتوليد الكهرباء [4].

هناك العديد من النواحي البيئية التي يتم أخذها بعين الاعتبار أثناء إستغلال هذه الطاقة أهمها تأثيرها السلبي أو الإيجابي على الحياة البحرية، وكذلك الإنبعاثات السامة منها بسبب المواد التي بداخلها في حال وقوع حادث ما،كما يوجد هناك تأثيرها على حركة الملاحة التجارية، من جهة أخرى نلاحظ بأن هذه التقنية لا تزال في بداياتها، وبالتالي فإنها تواجه جملة من التحديات على رأسها التأرجح الكبير في الطاقة الموجودة في الأمواج، لذلك يجب على الأجهزة أن تتناسب مع هذا التأرجح ، بالإضافة إلى الحاجة إلى تطوير أجهزة تستخلص كمية أكبر من طاقةالأمواج غير المنتظمة في مساحات مائية أكبر، وكذلك تواجه هذه الطاقة نقص الإستثمار فيها لتخوف العديد من الدول من مردوديتها[5].

3. طاقة الهيدروجين

[1] أسامة الفاضل، طاقة الأمواج ، من الموقع http://kawngroup.com/tag/%E2%80%AB%E2%80%AAoscillating-water-column%E2%80%AC%E2%80%AC/
[2] حميد علي مبارك، طاقة الأمواج، تقرير مقدم لجامعة عجمان، مطبعة الجامعة ، 2016، ص03،
[3] أهمية طاقة الأمواج كمصدر لتوليد الطاقة الكهربائية، من الموقع www.m5zn.com/newuploads/2015/09/29/doc/6f2c5c1e2456212.doc
[4] طاقة الأمواج، من الموقع https://docslide.com.br/documents/-5695d4da1a28ab9b02a30672.html.
[5] أسامة الفاضل، مرجع سبق ذكره.

يعد الهيدروجين أخف العناصر الكيميائيّة وأكثرها وفرةً في الكون، حيث يشكّل 75% من حجم الكون، أغلب الهيدروجين الموجود على الأرض يكون على شكل جزيئي، وذلك بدخوله في تشكيل بنية الماء وأغلب المركبات العضوية،وبعد الثورة الحاصلة في عالم الطاقة، والتي دفعت إلى البحث عن مصادر طاقة جديدة، كان الهيدروجين من بين البدائل الطاقوية المتاحة، فظهرت دراسات حول التوجّه نحو اقتصاد الهيدروجين مع العلم أن تكاليف هذا التوجه من بنية تحتية مرتفعة جدا، والهيدروجين نفسه لا يعد مصدراً للطاقة، إنما هو عبارة عن حامل للطاقة.

تعتبر خلايا الوقود تكنولوجيا واعدة للعمل كمصدر للحرارة والكهرباء في المباني والسيارات، لذا تعمل شركات تصنيع السيارات علي تصنيع وسائل نقل تعمل بخلايا الوقود والتي تحتوي علي جهاز كهر وكيميائي "Electrochemical" يفصل الهيدروجين والأكسجين لإنتاج كهرباء يمكنها إدارةمحرك كهربي يتولى تسيير العربة، إلا أن استخدام الهيدروجين في الوقت الراهن سوف يؤدي إلي استهلاك قدر كبير من الطاقة اللازمة لإعداد بنية تحتية "Infrastructure" تشمل إنشاء محطات التزود به وغيرها من التجهيزات الضرورية لهذه المحطات[1].

يمكن إستخدام الهيدروجين كوقود و خصوصًا للسيارات إما في صورة هيدروجين نقي و بالتالي لا ينتج أي نسب تلوث أو مضافًا للبنزين أو الديزل، و بالتالي يخفض نسبة الانبعاثات الملوثة من 30% إلى 40.%، والهيدروجين أيضًا يمكن أن يكون وقودًا مثاليًّا للطائرات، فهو ينتج كمية أكبر من الطاقة، فستحتاج الطائرات إلى كمية أقل من الوقود، كما أنه أخف من الوقود الحالي، و بالتالي ستستطيع الطائرة زيادة حمولتها.

أما عن إنتاج الهيدروجين طبيعيًّا اكتشف العلماء بعض الأنواع من الطحالب والبكتيريا التي تقوم بإنتاج الهيدروجين كناتج طبيعي، وتجري الأبحاث حاليًا حول حَثِّ تلك الطحالب على إنتاج كميات أكبر من الهيدروجين.

[1] محمد مصطفي الخياط وماجد كرم الدين محمود ، **الطاقة المتجددة الحاضر ومسارات المستقبل**، ورشة عمل عن أنواع الطاقة المتجددة، برعاية مؤسسة هانس زايدال الألمانية، القاهرة،مصر.2007

خلاصة

الطاقات المتجددة هي تلك الطاقات التي تتميز بمجموعة من الصفات تجعل منها بديلا للطاقات الأحفورية الناضبة والملوثة للبيئة، فهي طاقات صديقة للبيئة ليس لها أثر سلبي عليها ، كما أنها تتجدد باستمرار أي أن مصادرها لا تنضب، وهو ما يضمن حقوق الأجيال القادمة فيها أيضا، على رأس هذه الطاقات الطاقة الشمسية التي تعتبر أهمها وأنظفها وأوسعها إنتشارا، فمصدرها الشمس التي تطل على كل العالم، وهو ما يجعل منها طاقة سهلة الإستغلال في أي مكان من الأرض.

تستغل الطاقة الشمسية على وجهين ، إما باستخدام حرارتها وهي الطاقة الشمسية الحرارية أو باستخدام ضوئها وهي الطاقة الشمسية الضوئية وهناك العديد من الدول تستغل النوعين فكلاهما مجد في إنتاج الطاقة الكهربائية، إلى جانب دلك تستغل الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية أيضا عن طريق تحويل الطاقة الحركية إلى كهربائية، وهو الأمر نفسه الذي يستعمل في الطاقة الكهرومائية على مساقط المياه والشلالات وفي السدود،

هناك أيضا مجموعة من الطاقات المتجددة الأخرى لكن استغلالها محدود في دول دون غيرها سواء لعدم توفرها أو تعقد تكنولوجياتها منها طاقة الكتلة الحيوية التي تعتمد على تحويل الكتلة الحية إلى طاقة وكذلك استغلال طاقة الحرارة الجوفية للأرض وطاقة المحيطات والمد والجزر، وأخيرا طاقة الهيدروجين الذي يرى بعض المختصين أنه سيصبح وقود المستقبل

أسئلة للمناقشة

السؤال الأول: ما هي أهم مصادر الطاقات المتجددة وأين تنتشر جغرافياً؟

السؤال الثاني: ما هي التحديات التي تواجه توسيع استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح مقارنةً بباقي الطاقات المتجددة؟

السؤال الثالث: ناقش مزايا وعيوب الطاقات المتجددة مقارنة بالطاقات التقليدية في ضوء التنمية المستدامة.

المحور الرابع:

تحليل العرض والطلب على الطاقة

أهداف المحور:

1. التطرق إلى أهم أسواق الطاقة في العالم؛
2. تحليل العرض والطلب العالمي على الطاقة؛
3. التعرف على أهم منظمات الطاقة في العالم .

الكلمات المفتاح:

الأوبك، الأوابك، برميل النفط، سلة أوبك، العقود الأجلة.

هيكل محاضرات المحور:

تمهيد؛

أولا: أسواق الطاقة وخصائصها

ثانيا: تحليل العرض والطلب على الطاقة في العالم

ثالثا: منظمات الطاقة في العالم

خلاصة؛

أسئلة للمناقشة.

تمهيد

تعد أسواق الطاقة من أهم القطاعات الاقتصادية العالمية، حيث تلعب دورًا محوريًا في تحفيز النمو الاقتصادي، دعم التنمية الصناعية، وتوفير احتياجات المجتمعات من الطاقة. تعتمد هذه الأسواق على

مجموعة متنوعة من المصادر، منها الوقود الأحفوري (النفط، الغاز الطبيعي، والفحم)، الذي لا يزال يشكل المصدر الرئيسي للطاقة في العديد من الدول، إلى جانب الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية، الرياح، والطاقة المائية، التي تشهد نموًا متسارعًا في ظل التحول الطاقوي العالمي.

أولا: أسواق الطاقة وخصائصها

1. ماهية أسواق الطاقة

أسواق الطاقة هي الأنظمة التي يتم من خلالها إنتاج، توزيع، وتداول الطاقة بمختلف أنواعها، سواء كانت تقليدية مثل النفط، الغاز الطبيعي، والفحم، أو متجددة مثل الطاقة الشمسية، الرياح، والطاقة المائية. تعتمد هذه الأسواق على التفاعل بين العرض والطلب، حيث تتأثر بالعديد من العوامل الاقتصادية، الجيوسياسية، والتكنولوجية.

تتمثل وظيفة أسواق الطاقة في ضمان توفير الطاقة للمستهلكين بكفاءة واستدامة، من خلال آليات مثل التداول في البورصات العالمية (مثل بورصة نيويورك للطاقة)، العقود الآجلة، والاتفاقيات طويلة الأجل بين الدول والشركات. كما تشمل هذه الأسواق البنية التحتية المرتبطة بها، مثل شبكات النقل، مصافي التكرير، ومحطات التوليد، والتي تسهم في إيصال الطاقة إلى مختلف القطاعات الصناعية، التجارية، والسكنية.

وتتسم أسواق الطاقة بالتقلبات السعرية نتيجة لعوامل مثل الأزمات السياسية، الكوارث الطبيعية، التغيرات في الإنتاج، والتطورات التكنولوجية. كما أن التحول نحو الطاقة النظيفة يغيّر من ديناميكيات هذه الأسواق، مما يدفع الحكومات والشركات إلى تبني استراتيجيات جديدة لضمان أمن الطاقة واستدامتها.

2. خصائص أسواق الطاقة

تتميز أسواق الطاقة العالمية بعدد من الخصائص التي تجعلها معقدة وديناميكية، حيث تتداخل فيها العوامل الاقتصادية، السياسية، والتكنولوجية، مما يؤثر على توازن العرض والطلب، ويؤدي إلى تغيرات مستمرة في الأسعار والاتجاهات السوقية. فيما يلي أبرز خصائص أسواق الطاقة

1.2. التقلبات السعرية العالية

تُعد أسعار الطاقة من أكثر الأسعار تقلبًا في الأسواق العالمية، حيث تتأثر بعدة عوامل، منها:

أ. **العرض والطلب**: أي تغير في إنتاج الطاقة أو استهلاكها يؤدي إلى تذبذب الأسعار، مثلما حدث خلال جائحة كورونا عندما انخفض الطلب بشكل كبير، مما أدى إلى انهيار أسعار النفط.

ب. **العوامل الجيوسياسية**: النزاعات بين الدول المنتجة، العقوبات الاقتصادية، أو الأزمات السياسية تؤثر بشكل مباشر على الإمدادات والأسعار. على سبيل المثال، تؤدي التوترات في الشرق الأوسط إلى ارتفاع أسعار النفط بسبب القلق من تعطل الإمدادات.

ج. التغيرات المناخية: العواصف، الجفاف، أو غيرها من الظواهر الطبيعية قد تؤثر على إنتاج الطاقة، خاصة الطاقة المتجددة مثل الرياح والمياه، مما يساهم في تقلب الأسعار.

2.2.. التأثير القوي للسياسات الحكومية والتنظيمات

تلعب الحكومات دورًا رئيسيًا في تنظيم أسواق الطاقة من خلال:

أ. الدعم الحكومي: تقدم بعض الدول دعمًا للطاقة التقليدية أو المتجددة لتشجيع استخدامها، مثل دعم الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية.

ب. الضرائب والرسوم: تؤثر الضرائب على تكلفة الإنتاج والاستهلاك، مثل فرض ضرائب بيئية على انبعاثات الكربون لتشجيع التحول إلى مصادر أنظف.

ج.اتفاقيات التجارة الدولية: تنظم بعض الدول الصادرات والواردات من الطاقة وفقًا لاتفاقيات دولية تؤثر على الأسعار والإمدادات.

3.2. الاعتماد على مصادر متنوعة للطاقة

تتكون أسواق الطاقة من مزيج من المصادر التقليدية والمتجددة، حيث لا يزال الوقود الأحفوري (النفط، الغاز، الفحم) يحتل الحصة الأكبر، بينما تتزايد حصة الطاقة المتجددة مع التطور التكنولوجي والاهتمام بالاستدامة، فالنفط يُستخدم بشكل أساسي في النقل والصناعات، ويُعد سوقه الأكثر تأثيرًا عالميًا، أما الغاز الطبيعي فيشهد نموًا سريعًا، خاصة مع استخدامه في توليد الكهرباء وكونه مصدرًا أقل تلويثًا من الفحم، في حين أن الطاقة المتجددة: مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي تتطلب استثمارات كبيرة ولكنها تساهم في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

4.2. الترابط العالمي بين الأسواق

أسواق الطاقة مترابطة عالميًا، حيث تؤثر التطورات في أي منطقة على الأسواق الأخرى بسبب حركة الصادرات والواردات فبعض الدول مثل الولايات المتحدة والسعودية وروسيا تعتبر من أكبر مصدري النفط، بينما تعتمد دول أخرى مثل أوروبا واليابان على الاستيراد، اضافة إلى التكنولوجيا والتطورات الحديثة من خلال الابتكارات في مجالات مثل تخزين الطاقة أو تقنيات الحفر التي تؤثر على المعروض العالمي، بالاضافة إلى الاتفاقيات الدولية مثل اتفاقية أوبك+ التي تنظم إنتاج النفط بين الدول المنتجة لتحقيق استقرار الأسواق.

5.2. الحاجة إلى بنية تحتية ضخمة

تعتمد أسواق الطاقة على شبكة معقدة من البنية التحتية لضمان إنتاج ونقل الطاقة، وتشمل حقول النفط والغاز من مواقع الإنتاج التي تعتمد على استثمارات ضخمة في الاستكشاف والاستخراج، ومحطات توليد الكهرباء التي تشمل المحطات التقليدية التي تعمل بالفحم والغاز، بالإضافة إلى محطات الطاقة

المتجددة، وكذلك شبكات النقل والتوزيع التي تشمل خطوط الأنابيب لنقل النفط والغاز، وشبكات الكهرباء التي توصل الطاقة إلى المستهلكين.

6.2. الدور المتزايد للابتكار والتكنولوجيا

تشهد أسواق الطاقة تغيرات سريعة بفضل الابتكار التكنولوجي، ومن أبرز المجالات التي تشهد تطورات كبيرة منها تكنولوجيا الطاقة المتجددة المتمثلة في تطوير ألواح شمسية أكثر كفاءة وتوربينات رياح عالية الأداء، وكذلك التخزين الذكي للطاقة المتمثل في تحسين البطاريات لتخزين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لاستخدامها عند الحاجة، بالاضافة الى الذكاء الاصطناعي في إدارة الشبكات الذي يساعد في تحسين توزيع الطاقة وخفض التكاليف التشغيلية.

7.2.التوجه نحو الاستدامة والتحول الطاقوي

بسبب التغيرات المناخية والالتزامات البيئية، هناك تحول تدريجي نحو الطاقة النظيفة، حيث تعتمد الدول سياسات جديدة مثلخفض انبعاثات الكربون والالتزام بالاتفاقيات الدولية مثل اتفاقية باريس للمناخ، و تشجيع الاستثمارات في الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري ، وتعزيز كفاءة استخدام الطاقة من خلال تقنيات متطورة تقلل من الفاقد الطاقوي.

ثانيا: تحليل العرض والطلب الطاقات التقليدية والطاقات المتجددة في العالم

يُعتبر العرض والطلب على الطاقة أحد العوامل الرئيسية التي تحدد أسعار الطاقة، وتوجهات الاستثمار، والسياسات الاقتصادية العالمية. يشهد قطاع الطاقة تغيرات ديناميكية متأثرة بعوامل اقتصادية، جيوسياسية، وتقنية، مما يجعل تحليل هذه العوامل ضروريًا لفهم تطورات الأسواق العالمية.

1. تحليل الطلب على الطاقة

1.1. العوامل المؤثرة في الطلب على الطاقة

يُعتبر الطلب على الطاقة عاملًا حاسمًا في الاقتصاد العالمي، حيث يتأثر بمجموعة من العوامل الاقتصادية، الديموغرافية، البيئية، والتكنولوجية. في هذا التحليل، سنشرح العوامل الرئيسية التي تؤثر على استهلاك الطاقة عالميًا.

أ. النمو الاقتصادي

يُعد النمو الاقتصادي من أهم العوامل التي تؤثر على استهلاك الطاقة، حيث ترتبط زيادة الناتج المحلي الإجمالي بارتفاع الطلب على الكهرباء، الوقود، والطاقة الصناعية. يمكن تفسير هذا التأثير على النحو التالي:

التوسع في القطاعات الإنتاجية: مع تحسن الاقتصاد، يزداد النشاط الصناعي والتجاري، مما يتطلب تشغيل المصانع والمعدات، وبالتالي استهلاك المزيد من الطاقة.

زيادة الدخل وتحسين مستوى المعيشة: يؤدي ارتفاع دخل الأفراد إلى زيادة استهلاكهم للكهرباء، الأجهزة الإلكترونية، وسائل النقل، مما يرفع الطلب على الطاقة.

تنمية البنية التحتية: يؤدي النمو الاقتصادي إلى التوسع في مشاريع البنية التحتية مثل الطرق، السكك الحديدية، والمطارات، التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة في عمليات البناء والتشغيل.

ارتفاع الاستثمارات في التكنولوجيا والصناعة: يشجع النمو الاقتصادي على تطوير تقنيات جديدة، مما يزيد من الحاجة إلى الطاقة، خاصة في الصناعات الثقيلة مثل الصلب، الإسمنت، والبتروكيماويات.

التوسع في قطاع الخدمات: مع نمو الاقتصاد، تتوسع قطاعات الخدمات مثل السياحة، الاتصالات، والرعاية الصحية، مما يزيد الطلب على الطاقة الكهربائية.

النمو السكاني: يساهم ازدياد عدد السكان في ارتفاع استهلاك الطاقة، خاصة في الدول النامية التي تشهد نموًا ديموغرافيًا مرتفعًا.

التوسع الصناعي والتكنولوجي: يؤدي استخدام التكنولوجيا الحديثة وزيادة الإنتاج الصناعي إلى زيادة الطلب على الكهرباء والوقود.

أنماط الاستهلاك: تغير أنماط الاستهلاك، مثل الاعتماد المتزايد على السيارات الكهربائية والتقنيات الرقمية، يؤثر على الطلب على أنواع معينة من الطاقة.

الطقس والتغيرات المناخية: تؤثر درجات الحرارة على استهلاك الطاقة، حيث يزداد الطلب على الكهرباء في الصيف للتبريد، وفي الشتاء للتدفئة.

السياسات البيئية والضريبية: تؤثر التشريعات البيئية على الطلب، حيث تدفع بعض الدول نحو تقليل استهلاك الوقود الأحفوري لصالح الطاقة المتجددة.

ب.تأثير النمو السكاني على استهلاك الطاقة

يؤدي النمو السكاني إلى زيادة عدد المستهلكين للطاقة، مما يرفع الطلب بشكل ملحوظ. تشمل تأثيراته:

زيادة عدد المنازل والمباني السكنية: مع ارتفاع عدد السكان، يزداد الطلب على الكهرباء لتلبية احتياجات الإضاءة، التبريد، والتدفئة.

ارتفاع استهلاك المياه والطاقة المرتبطة بها: يؤدي تزايد السكان إلى زيادة الحاجة إلى محطات تحلية المياه ومعالجة الصرف الصحي، والتي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة.

زيادة عدد المركبات على الطرق: يؤدي ارتفاع عدد السكان إلى زيادة الحاجة إلى وسائل النقل، مما يرفع الطلب على البنزين، الديزل، والكهرباء للسيارات الكهربائية.

نمو الطلب على الغذاء والزراعة: يتطلب الإنتاج الزراعي طاقة كبيرة في تشغيل المضخات، أنظمة الري، وتخزين المنتجات، مما يزيد الاستهلاك الطاقوي.

التوسع في الخدمات العامة: يؤدي ازدياد عدد السكان إلى الحاجة إلى مزيد من المدارس، المستشفيات، والمرافق الحكومية، مما يزيد من استهلاك الكهرباء والطاقة.

ج. دور التوسع الصناعي والتكنولوجي في رفع الطلب على الطاقة

تعتبر الصناعة والتكنولوجيا من أكبر مستهلكي الطاقة، حيث أن الابتكارات الحديثة تتطلب مصادر طاقة موثوقة لدعم الإنتاج والتشغيل. يمكن تحليل تأثير هذا العامل كما يلي:

التوسع في المصانع والإنتاج الصناعي: تحتاج الصناعات الثقيلة مثل التعدين، إنتاج المعادن، وصناعة البتروكيماويات إلى كميات كبيرة من الطاقة الحرارية والكهربائية.

زيادة الاعتماد على الروبوتات والذكاء الاصطناعي: مع تطور التكنولوجيا، يزداد استخدام الآلات الذكية التي تحتاج إلى الطاقة الكهربائية للعمل.

التحول إلى الاقتصاد الرقمي: تعتمد مراكز البيانات، الحوسبة السحابية، والإنترنت على الطاقة الكهربائية بشكل متزايد، حيث تستهلك الخوادم العملاقة طاقة هائلة.

التوسع في تصنيع الأجهزة الكهربائية: يزداد الطلب على الأجهزة المنزلية الذكية، الهواتف المحمولة، وأجهزة الحواسيب، مما يرفع استهلاك الكهرباء.

تطوير شبكات الاتصالات والبنية التحتية الرقمية: يؤدي الانتشار الواسع لشبكات الاتصالات مثل الجيل الخامس (G5) إلى استهلاك كميات كبيرة من الطاقة.

د. تأثير أنماط الاستهلاك على الطلب على الطاقة

تؤثر العادات الاستهلاكية للأفراد والمجتمعات على استهلاك الطاقة، ومن أبرز العوامل المؤثرة في هذا الجانب:

انتشار السيارات الكهربائية: مع التحول إلى وسائل النقل الكهربائية، يزداد الطلب على الكهرباء، مما يغير موازين استهلاك الطاقة بين الوقود الأحفوري والطاقة النظيفة.

استخدام الأجهزة الكهربائية المنزلية: تزايد الاعتماد على المكيفات، السخانات، والغسالات يزيد من استهلاك الطاقة في المنازل.

تغير نمط الحياة والعمل: يؤدي التحول إلى العمل عن بُعد وزيادة استخدام الحواسيب والمكاتب المنزلية إلى ارتفاع استهلاك الكهرباء.

اتجاه الأفراد نحو الرفاهية: مع تحسن الدخل، يزداد استهلاك الطاقة بسبب تزايد استخدام الأجهزة الترفيهية مثل الشاشات الذكية، وحدات التدفئة المركزية، والمسابح الكهربائية.

تحول الشركات إلى أنظمة الطاقة الذكية: تعتمد الشركات على تقنيات حديثة مثل إنترنت الأشياء (IoT) لإدارة الطاقة بذكاء، مما قد يؤدي إلى تقليل الهدر ولكن يزيد من استخدام الطاقة في بعض القطاعات الأخرى.

هـ. تأثير الطقس والتغيرات المناخية على الطلب على الطاقة

تلعب الظروف المناخية دورًا رئيسيًا في تحديد الطلب على الطاقة، حيث تؤثر على استهلاك الكهرباء والوقود في مختلف القطاعات:

زيادة الطلب على التكييف في الصيف: في المناطق الحارة، يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة استهلاك الكهرباء لتشغيل مكيفات الهواء.

ارتفاع استهلاك التدفئة في الشتاء: في المناطق الباردة، يزداد استهلاك الغاز والكهرباء لتشغيل أنظمة التدفئة.

التغيرات المناخية وزيادة الظواهر الجوية المتطرفة: يؤدي تزايد العواصف، الفيضانات، والجفاف إلى الحاجة إلى مزيد من الطاقة لمواجهة حالات الطوارئ وإصلاح البنية التحتية.

التأثير على إنتاج الطاقة المتجددة: يمكن أن تؤدي التغيرات المناخية إلى انخفاض إنتاج الطاقة الشمسية والرياح في بعض المناطق، مما يزيد الضغط على مصادر الطاقة الأخرى.

زيادة الطلب على المياه والطاقة المرتبطة بها: يؤدي الجفاف إلى زيادة الحاجة إلى محطات تحلية المياه، والتي تتطلب كميات كبيرة من الطاقة.

و. تأثير السياسات البيئية والضريبية على استهلاك الطاقة

تلعب الحكومات دورًا مهمًا في توجيه الطلب على الطاقة من خلال السياسات البيئية والتشريعات الضريبية، ومن أبرز هذه التأثيرات:

فرض ضرائب على انبعاثات الكربون: تسعى العديد من الدول إلى تقليل استخدام الوقود الأحفوري من خلال فرض ضرائب على الشركات التي تنتج كميات كبيرة من الغازات الدفيئة.

تشجيع استخدام الطاقات المتجددة: تقدم بعض الحكومات حوافز مالية للأفراد والشركات لاستخدام الطاقة الشمسية، الرياح، والمركبات الكهربائية.

تحديد معايير كفاءة الطاقة: تفرض القوانين معايير جديدة للأجهزة الكهربائية والمباني لضمان تقليل استهلاك الطاقة.

دعم تقنيات تخزين الطاقة: يتم تشجيع الاستثمار في تقنيات البطاريات لتخزين الكهرباء من المصادر المتجددة، مما يساهم في تحقيق استقرار الإمدادات.

حظر بعض مصادر الطاقة التقليدية: تتجه بعض الدول إلى فرض قيود على استخدام الفحم والديزل في الصناعات والنقل، مما يؤدي إلى تحول نحو مصادر أنظف للطاقة.

ثالثا : منظمات الطاقة في العالم

1.منظمة الدول المنتجة للنفط (أوبك)

من أجل المحافظة والدفاع على حقوق الدول المنتجة والمصدرة للنفط ، وحتى تكتسب المزيد من القدرات التفاوضية، قامت مجموعة من الدول النفطية بالتجمع بشكل رسمي في منظمة دولية تسعى للحفاظ على حقوقها وتعزز موقعها في سوق الطاقة الدولية.

1.1. نشأة الأوبك

بعد اكتشاف النفط زادت الأهمية الإستراتيجية للدول المنتجة له، وهو ما دفع هذه الدول وعلى رأسها العراق والمملكة العربية السعودية والكويت وإيران إلى توحيد جهودها للحفاظ علي مصالحها التي تؤثر من خلالها علي الدول المستهلكة للنفط، وهو ما طرح فكرة التكتل في منظمة إقليمية تضم منتجي النفط لتزيد من قوتهم التفاوضية مع الدول المستهلكة وباقي دول العالم، وفعلا أثمرت الجهود بإنشاء منظمة الأوبك.

ظهرت أول بادرة لإنشاء الأوبك في القاهرة سنة 1959 خلال إنعقاد المؤتمر البترولي الأول الذي نظمته اللجنة البترولية التابعة لجامعة الدول العربية، فبالموازاة مع فعاليات المؤتمر جرت في الكواليس محادثات بين ممثلي كل من المملكة العربية السعودية وفنزويلا و العراق وإيران والكويت تمحورت حول إنشاء هيئة تجتمع كل مرة وتناقش القضايا البترولية التي تهم الدول المصدرة[1].

1.1.1.عوامل نشأة الأوبك

هناك مجموعة من العوامل المباشرة غير المباشرة التي أدت إلى إنشاء منظمة الأوبك يمكن أن نذكر أهمها فيما يلي[2]:

أ- **تنامي الوعي السياسي:** بظهور الحركات الوطنية للتحرر والإستقلال السياسي والإقتصادي وانتشارها.

ب- **زيادة الوعي النفطي في الدول المنتجة والمصدرة:** وهو ما أدى إلى شعورها بضرورة الحفاظ على الثروة النفطية والعمل على استغلالها على أحسن وجه.

[1] جهاد عودة، مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة، دار المكتب العربي للمعارف، القاهرة، 2014، ص 223.
[2] سالم الحسن رسن،إقتصاديات النفط، الطبعة الأولى، دار الجامعة المفتوحة، طرابلس، 1999، ص 248.

ت- **زيادة أهمية النفط:** حيث أصبح المصدر الرئيس للطاقة وهذا بعد التغيرات الهيكلية في سوق الطاقة بعد الحرب العالمية الثانية التي صاحبها إرتفاع معدلات النمو الإقتصادي وما صاحبه من زيادة الطلب على الطاقة وخاصة النفط.

ث- **بروز المعسكر الشرقي والتغير في أوضاع الدول الصناعية**، وكذلك بعض الأحداث في بعض الدول العربية مثل العدوان الثلاثي على مصر وتأميم قناة السويس وقيام النظام الجمهوري في العراق بعد ثورة 1958/07/14.

ج- **التخفيض الإحتكاري**: هذا التخفيض المتعمد لأسعار نفط الشرق الأوسط بإتجاه نصف الكرة الغربي، باعتماد معادلة حساب نقطة الإرتكاز الواحدة لخليج المكسيك، مما جعل دول الشرق الوسط تتكبد خسائر كبيرة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى تحقيق الشركات النفطية الإحتكارية أرباحا كبيرة على حساب هذه الدول.

ح- **استمرار الشركات النفطية الإحتكارية بتخفيض أسعار النفوط**: والتي تركزت على النفوط العربية بشكل خاص بحجة وجود فائض نفطي.

2.1.1. تعريف منظمة الأوبك

منظمة الدول المصدرة للنفط وباللغة الإنجليزية (Organization of the Petroleum Exporting Countries) واختصارها(OPEC) هي تنظيم رسمي لمجموعة من الدول المنتجة والمصدرة للنفط بهدف تنسيق وتوحيد وتطوير السياسات النفطية لهذه الدول[1]، تمثل الدول الأعضاء في هذه المنظّمة 40٪ من الناتج العالمي و70٪ من الاحتياطي العالمي للنّفط. تأسّست يوم 14 سبتمبر 1960بالعاصمة العراقية بغداد من طرف السعودية، إيران، العراق، الكويت وفنزويلا ، ثم انضمت إليها عدة بلدان تباعا[2].

الجدول 10 يوضح تاريخ إنضمام كل دولة، كما شهدت المنظمة أيضا إنسحاب دول أعضاء ثم عودتهم مجددا وهو ما يوضحه الجدول أيضا.

[1] جميل عبد الله محمد المصري، حاضر العالم الإسلامي وقضاياه المعاصرة، الطبعة الحادية عشرة، دار العبيكان،الرياض، 2018، ص 167.
[2] محمد سعيد حمدان، العلاقات العراقية السعودية بين 1914-1953، دار يافا للنشر، عمان ، 2013، ص 432.

الجدول 10: الدول الأعضاء في الأوبك وتاريخ انضمامها إلى المنظمة

	الدولة	تاريخ الانضمام	تاريخ الإنسحاب	تاريخ العودة
01	إيران	1960	/	/
02	العراق	1960	/	/
03	الكويت	1960	/	/
04	السعودية	1960	/	/
05	فنزويلا	1960	/	/
06	قطر	1961	/	/

07	أندونيسيا	1962	2008	/
08	ليبيا	1962	/	/
09	الإمارات	1967	/	/
10	الجزائر	1969	/	/
11	نيجيريا	1971	/	/
12	الإكوادور	1972	1992	2007
13	الغابون	1975	1994	2016
14	أنغولا	2007	/	/
15	غينيا الاستوائية	2017	/	/

المصادر:

1- **Brief History,** The official website of OPEC, **http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm ,**

2- **Member countries ,** The official website of OPEC, **http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/25.htm**

عرفت المنظمة خروج الإكوادور في 1992 والغابون في 1994 وأندونيسيا في 2008، ليتقلص عدد الدول إلى 11، إلا أن الإكوادور و الغابون عادتا إلى عضوية الدول المصدرة للنفط سنتي 2007 و 2016 على التوالي، وتسعى المنظمة إلى ضمان الإبقاء على حصصها، من خلال التنسيق مع الدول غير الأعضاء على رأسها روسيا والمكسيك،

2.1.أهداف منظمة أوبك وآليات عملها

إن الهدف الرئيس من إنشاء منظمة الأوبك هو توحيد مواقف وسياسات الدول الأعضاء وتأمين الأسعار المناسبة الثابتة للدول المنتجة للنفط[1]، وهذا من خلال تحقيق مجموعة من الأهداف التي تصب في هذا المجال، من جهة أخرى تتبع المنظمة مجموعة من الاليات التي تسعى من خلالها الى ضبط أسعار النفط وتحقيق الهدف الأساسي الذي وجدت من اجله.

[1] تقرير الأمين العام لمجلس الوحدة الإقتصادية العربية المقدم للدورة العادية للمجلس، المجلد 87، 2008، ص 196.

1.2.1. أهداف منظمة الأوبك

تهدف الأوبك إلى التنسيق بين الأعضاء وتوحيد السياسات البترولية وإقرار السعر العادل لكل من المنتجين والمستهلكين بهدف تحقيق الاستقرار والتوازن في أسواق البترول وضمان إستمرار تدفق البترول للدول المستهلكة بمعدلات إقتصادية، من أجل ذلك فإن منظمة الأوبك تعمل على 1:

أ- **تنسيق وتوحيد وتطوير السياسات النفطية للدول الأعضاء**: وهذا من خلال العمل على البحث على إيجاد سياسة نفطية موحدة تسعى إلى إيجاد أفضل السبل لحماية مصالح الدول الأعضاء منفردين أو مجتمعين.

ب- **تفعيل المشاركة الفعالة في وضع السياسة التسعيرية:** وذلك بتنسيق الجهود من أجل الوصول إلى إتفاقات واليات تتضمن تحقيق استقرار الأسعار في الأسواق العالمية، بما يخدم الدول المصدرة للنفط وتجنب التقلبات الضارة بإيراداته.

ت- **تحقيق عائد عادل في استثمارات العاملين في الصناعة النفطية:** بما يعطي هذه الصناعة جدوى وعائد إقتصادي يشجع على الإستثمار فيها ويعطي عوائد عادلة لعوامل الإنتاج المستخدمة فيها.

ث- **المشاركة الفعالة في وضع السياسات الإنتاجية**: وهذا بجعلها على نحو تكون فيه متميزة بالانتظام والاقتصاد والكفاءة من أجل ضمان مصالح كل من الدول المنتجة و الدول المستهلكة على حد السواء.

ج- **المشاركة في عقود الامتياز القائمة وتحسين شروطها**: بتثمين العقود العادلة والتي لاتضر بمصالح الدول المنتجة، وكذلك العمل على تحسين الشروط للعقود التي لم تبرم بعد بما يخدم مصالح طرفيها.

ح- **استغلال الدول المنتجة لمصالحها النفطية:** من خلال السعي إلى الاستغلال الأمثل لإمكاناتها النفطية لتعظيم العائد وزيادة القدرات الإنتاجية والتشغيلية في قطاع الصناعة النفطية كلما أمكن ذلك.

[1] أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات، من الموقع https://www.babonej.com/opec-1682.html

خ- **إسقاط نفقات التسويق ورفع معدل الضريبة على الدخل:** بإيجاد الطريق للتعويض عن الآثار السلبية التي يتعرض لها الدخل الحقيقي للبرميل، نتيجة التطورات النقدية العالمية تجاه معدلات التضخم.

د- **المحافظة على الثروة النفطية بواسطة تقنية الإنتاج:** بانتهاج الطرق الحديثة في الإنتاج من أجل المحافظة على الثروة النفطية وزيادة عمرها الإفتراضي، وكذلك تفعيل نشاط البحث والإكتشاف باستخدام أحدث الطرق والتقنيات.

ذ- **التعاون مع باقي دول العالم:** وهذا بغرض إرساء نظام اقتصادي عالمي جديد يؤسس على مبادئ أكثر عدلاً، مما يحقق الرفاهية لكل شعوب العالم.

2.2.1.آلية أوبك لضبط أسعار النفط

بعد نهاية تحديد السعر بالسعر الثابت المحدد من الدول المنتجة، وبعد انهيار أسعار النفط في عامي 1986 و 1998 ،أصبح النفط كغيره من السلع الأخرى يخضع لنظام السوق تبعا للعرض والطلب، فحاولت الدول الصناعية إضعاف آلية السوق والحد من دور منظمة الأوبك في رسم السياسة النفطية، وهو ما أدى إلى تراجع أسعار النفط إلى أدني مستوياتها، فكانت الأوبك تسعى إلى الحيلولة دون انهيار الأسعار، لكن الأسعار ارتفعت بطريقة كبيرة وفقدت الأوبك السيطرة عليها فتجاوزت كل التوقعات[1] .

على الرغم من أهمية العرض والطلب في تحديد أسعار النفط، إلا أن منظمة الأوبك أدركت بأن هناك اعتبارات أخرى لا تقل أهمية تتعلق أساسا بسقف الإنتاج أو حصص الدول المنتجة وضرورة الإلتزام بهذه الحصص، مع الأخذ بعين الإعتبار أثر ذلك على نمو الإقتصاد العالمي وانعكاساته على مستوى الطلب، ساهت في خلق عدم الإستقرار في سوق النفط العالمي، وهو ما انعكس سلبا على كل من الدول المنتجة النامية والدول الصناعية على حد سواء2.

إلى جانب ذلك يوجد أيضا عامل آخر لا يقل أهمية، وهو عملية التنسيق بين الدول الأعضاء في الأوبك والدول المنتجة للنفط خارج المنظمة، حيث أن هذه الأخيرة تمتلك مالا يقل عن ثلثي الإنتاج العالمي، مثل

[1] حسين عبد الله وآخرون، الفوائض المالية العربية بين الهجرة والتوطين، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، عمان، 2007، ص 53.
[2] حسان خضر، أسواق النفط العالمية، سلسلة جسر التنمية،العدد57، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، نوفمبر،2006، ص15.

النرويج، التي تعتبر ثاني أكبر مصدر للنفط بعد المملكة العربية السعودية، استنادا إلى هذا أقرت منظمة الأوبك في شهر مارس 1999 آلية لضبط أسعار النفط، تقضي هذه الآلية بخفض مستوى الإنتاج بما قدره 500 ألف برميل يوميا إذا ما بقي سعر سلة أوبك أقل من 22 دولار لمدة عشرة أيام متواصلة، وزيادته بنفس الكمية إذا إرتفع السعر فوق 28 دولار لبرميل سلة أوبك طوال 20 يوم متواصلة1.

على الرغم من هذه الآلية إلا أن المنظمة دائما تجد نفسها أمام قرارات صعبة تخص خفض أو رفع الإنتاج وفقا لمتطلبات وواقع الإقتصاد العالمي خاصة حالات الركود الإقتصادي، واعتماد ميزانيات بعض الدول الأعضاء اعتماد شبه كلي على إيرادات النفط، وذلك راجع إلى عدم وجود بدائل تمويلية تسد عجز ميزانياتها.

2. منظمة الأقطار العربية المنتجة للنفط

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول تسمى إختصارا أوابك، وذلك بجمع الأحرف الأولى من اسم المنظمة باللغة الإنجليزية (OAPEC)، تأسست كمنظمة عربية إقليمية ذات طابع دولي، بموجب اتفاقية تم التوقيع على ميثاقها في مدينة بيروت في 9 يناير 1968، بين كل من المملكة العربية السعودية والكويت وليبيا، وتم الاتفاق على أن تكون دولة الكويت مقراً للمنظمة[2].

كان ظهور "أوابك" في ذلك الوقت إنجازا عربياً مهماً، إذ سادت ظروف تاريخية صعبة أعقبت الحرب العربية الإسرائيلية عام 1967. علاوة على الروابط التقليدية والتاريخية التي تجمع بين الدول العربية (اللغة والتاريخ والدين والمصير المشترك)، وبروز الصناعة البترولية كعامل اقتصادي رئيسي مشترك بين معظم الدول العربية، ومن ثمة برزت حاجة الدول العربية المصدرة للبترول إلى آلية ترسي أسس التعاون فيما بينها وتدعمها في المجالات الاقتصادية، وتختص دون غيرها بشؤون النفط لأهمية وزنه في الدخل الوطني لكل دولة، ولتأثيره على مختلف قراراتها محليا وقوميا ودوليا، لذلك بادرت الدول الثلاث آنفة الذكر إلى إنشاء المنظمة، وقد حددت المادة الثانية من اتفاقية إنشاء (أوابك) أهدافها الرئيسية كما يلي:

[1] المرجع نفسه، ص16.
[2] منظمة اللأقطار العربية المصدرة للبترول، وزارة النفط والثروة المعدنية، الجمهورية السورية، http://mopmr.gov.sy/index.php/ar/news-ar/99-awabec26-11-2017

"هدف المنظمة الرئيسي هو تعاون الأعضاء في مختلف أوجه النشاط الاقتصادي في صناعة البترول وتحقيق أوثق العلاقات فيما بينها في هذا المجال، وتقرير الوسائل والسبل للمحافظة على مصالح أعضائها المشروعة في هذه الصناعة منفردين ومجتمعين، وتوحيد الجهود لتأمين وصول البترول إلى أسواق استهلاكه بشروط عادلة ومعقولة وتوفير الظروف الملائمة لرأس المال والخبرة المستثمرين في صناعة البترول في الدول الأعضاء[1]."

من أجل تحقيق أهدافها تعمل منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط على[2]:

أ- **تنسيق السياسات** : وذلك باتخاذ الإجراءات الكفيلة بتنسيق السياسات الاقتصادية البترولية لأعضائها، وكذلك اتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتوفيق بين الأنظمة القانونية المعمول بها في الأقطار الأعضاء إلى الحد الذي يمكن (المنظمة) من ممارسة نشاطها.

ب- **مساعدة الأعضاء والتعاون بينهم** : من خلال العمل على تبادل المعلومات والخبرات وإتاحة فرص التدريب والعمل لمواطني الأعضاء في أقطار الأعضاء التي تتوفر فيها إمكانيات ذلك، وتعاون الأعضاء في حل ما يعترضهم من مشكلات في صناعة البترول.

ت- **الشراكة بين الدول الأعضاء**: وهذا بالإستفادة من موارد الأعضاء وإمكانياتهم المشتركة في إنشاء مشروعات مشتركة في مختلف أوجه النشاط في صناعة البترول يقوم بها جميع الأعضاء أو من يرغب منهم بذلك.

3. : منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)

حتى تتمكن الدول المصدرة للغاز من توحيد مواقفها ، وزيادة قدرتها التفاوضية في أسواق الطاقة الدولية، كان لابد عليها من التكتل في منظمة دولية هدفها الأساسي حماية مصالح هذه الدول والعمل على الدفاع عن حقوقها في ظل التسارع الدولي نحو استنزاف الطاقة بأنواعها، من هذا المنطلق قامت مجموعة من الدول المصدرة للغاز بأنشاء ما يسمى منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF).

1.3. نشأة منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF).

[1] نشأة المنظمة، الموقع الرسمي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط http://oapecorg.org/ar/Home/About-Us/History

[2] المرجع نفسه.

منتدى الدول المصدرة للغاز بالإنجليزية (GasExporting Countries Forum) هو منظمة حكومية دولية توفر إطارا لتبادل الخبرات والمعلومات فيما بين البلدان الأعضاء، تأسس المنتدى في جويلية 2001 في طهران (إيران) ، ويقع مقره في الدوحة (قطر)، ويضم هذا المنتدى مجموعة من أبرز منتجي الغاز في العالم، وقد تم تأسيسه كمنظمة حكومية دولية بهدف زيادة مستوى التنسيق وتعزيز التعاون بين الدول الأعضاء، و بناء آلية لإجراء حوار أكثر وضوحا بين منتجي الغاز ومستهلكيه من أجل تحقيق الاستقرار والأمن في العرض والطلب في أسواق الغاز الطبيعي العالمية .

الدول الأعضاء في المنتدى هي: الجزائر وبوليفيا ومصر وغينيا الاستوائية وإيران وليبيا ونيجيريا وقطر وروسيا وترينيداد وتوباغو والإمارات العربية المتحدة وفنزويلا،بالإضافة إلى أذربيجان والعراق وكازاخستان وهولندا والنرويج وعمان وبيرو كمراقبين، وبفضل العدد الحالي من الأعضاء يتمتع المنتدى بموقف قوي في سوق الغاز العالمي وبين منظمات الطاقة الدولية، حيث أن هذه الدول تمتلك 67٪ من احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة في العالم1.

2.3. أهداف منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF).

يهدف المنتدى إلى دعم وتعزيز المصالح المتبادلة ورفع مستوى التنسيق وتعزيز التعاون بين الدول الأعضاء، بالإضافة إلى تشجيع ودعم الحوار بين الدول المنتجة والمستهلكة للغاز بهدف تحقيق التوازن المطلوب فى أسواق الغاز للوصول إلى أسعار مناسبة تحقق التوازن للطرفين، والعمل على تحقيق أقصى استفادة اقتصادية من موارد الغاز الطبيعى هذا بالإضافة إلى دعم وتعزيز السياسات المشتركة بهدف توفير الاستثمارات اللازمة لهذه الصناعة وتبادل المعلومات والخبرات بين الدول الاعضاء من أجل تحقيق التكامل بين اسواق الغاز واستقرارها وتشجيع اكتساب وتبادل التكنولوجيات المتطورة. وتنبع أهمية مشاركة مصر فى هذه المؤتمرات العالمية فى ضوء تزايد دورها على المستوى العالمى لصناعة الغاز واستمراراً لجهودها ودعم التعاون والتنسيق مع الدول المنتجة والمصدرة للغاز[2].

وفقا للنظام الأساسي للمنظمة، فإنها تهدف إلى دعم الحقوق السيادية لأعضائها، والمحافظة على مواردها من الغاز الطبيعي، وقدرتها على تطوير هذه الموارد واستخدامها لصالح شعوبها، من خلال تبادل الخبرات والآراء،

[1] Official website of the Gas Exporting Countries Forum, https://www.gecf.org/about/overview.aspx ,

[2] منتدى الدول المصدرة للغاز، مقال على الموقع http://petroleum-today.com/index.php?go=news&more=302

المعلومات والتنسيق في المسائل المتعلقة بالغاز، وقد أنشئ المنتدى لدعم الحقوق السيادية للبلدان الأعضاء على مواردها من الغاز الطبيعي، وقدرتها على التخطيط والإدارة الكفؤة للتنمية المستدامة، واستخدام وصيانة موارد الغاز الطبيعي لصالح شعوبها، ويتم تعزيز هذه الأهداف من خلال تبادل الخبرات والآراء والمعلومات والتنسيق في جملة أمور من بينها المواضيع المرتبطة بما يلي[1]:

أ- **الرصيد الحالي والمتوقع للعرض والطلب على الغاز**: من خلال دراسة وإعداد التقارير المتعلقة بسوق الغاز وما يتعلق به من العرض والطلب.

ب- **استكشاف وإنتاج الغاز في جميع أنحاء العالم:** وذلك باستغلال أحدث التقنيات في البحث والتنقيب لاستكشاف الحقول الغازية، والعمل على استخدام أحدث التكنولوجيا الانتاجية في هذا المجال.

ت- **تطوير أسواق الغاز (الإقليمية والعالمية)**: يسعى المنتدى إلى العمل على تطوير أسواق الغاز سواء على المستوى الإقليمي أو العالمي، وكذلك السعي إلى خلق أسواق مستقلة عن البترول.

ث- **نقل الغاز:** عن طريق البحث عن أحدث السبل لتطوير خطوط الأنابيب، و كذلك السعي إلى إعطاء فرصة أكبر للشركات العاملة في مجال الغاز الطبيعي المسال من أجل التوسع أكثر وزيادة النشاط.

ج- **الترابط بين الغاز والمنتجات النفطية والفحم ومصادر الطاقة الأخرى**: وذلك بالبحث عن قنوات إتصال بين منتجي مختلف الطاقات وأسواقها قصد تنسيق الجهود والتوحد لمواجهة أزمات الأسعار.

ح- **تكنولوجيات ومناهج الإدارة البيئية المستدامة**: أي تعظيم الإنتاج مع مراعاة القيود البيئية، والأنظمة الوطنية، والاتفاقات المتعددة الأطراف بشأن البيئة، وأثرها على حجم واستهلاك الغاز، وكذلك البحث عن التقنيات والسبل التي تعمل على تعظيم مساهمة موارد الغاز الطبيعي في تعزيز الاقتصاديات المستدامة، وتنمية الموارد البشرية في البلدان الأعضاء.

[1] Official website of the Gas Exporting Countries Forum, https://www.gecf.org/about/mission-objectives.aspx ,

3.3. رؤية منتدى الدول المصدرة للغاز "مستقبل الطاقة 2040"

يرى منتدى الدول المصدرة للغاز الطبيعي إن الطلب على الطاقة في العالم سوف يشهد نموا ملحوظا بمعدل يبلغ «1.1» بالمائة سنويا، ومن المتوقع أن تحتل الطاقة الأحفورية نسبة 75 % من جملة الطلب العالمي على الطاقة، وأن حصة الغاز الطبيعي من مزيج الطاقة العالمي سترتفع من 22 % عام 2016إلى 26 % بحلول عام 2040 [1].

كما يتوقع تقرير المنتدى لعام 2017 حول مستقبل الطاقة، أن يستمر النمو في تجارة الغاز الطبيعي المسال مع الزيادة في الإنتاج، واقامة المزيد من مصانع إنتاج الغاز المسال في العالم، وخاصة في الولايات المتحدة واستراليا والتي تتم بمعدلات عالية، وان الموجة الثانية من التوسع سوف تأتي من دولة قطر بشكل رئيسي وغيرها من الدول الأعضاء في المنتدى بحلول عام 2025، كما ستتراجع حصة الفحم بنسبة 7 % من 27 % إلى 20 % فيما يحل الغاز الطبيعي تدريجيا محل الفحم، و ستبلغ حصة الطاقة المتجددة 17 %، والطاقة النووية 6 %، فيما ستتراجع حصة النفط من مزيج الطاقة العالمي بنسبة 3 % لتصل إلى 29 % بحلول عام 2040 [2].

مستهلكي الغاز الطبيعي في العالم سيكونون الرابح الأكبر من ميزات الغاز الاقتصادية والبيئية، وخاصة سعره المنخفض، كما أن الاستهلاك العالمي للغاز الطبيعي سوف يرتفع بحوالي 53 % في الفترة بين 2017 و2040، وسيشهد العالم توسعا في تجارة الغاز الطبيعي عبر خطوط الغاز، وزيادة ملحوظة في تجارة الغاز المسال، الزيادة السكانية في العالم ستبلغ عام 2040 حوالي 2.9 مليار نسمة سيرافق هذه الزيادة ارتفاع في دخل الفرد بنسبة 80 % على مستوياته الحالية، هذه الزيادة سترفع من الطلب على الطاقة مباشرة أو عن طريق القطاع الصناعي، كما أن التحسن في المستوى المعيشي سوف يرفع عدد السيارات المستخدمة في العالم بنسبة 60 % إلى حوالي 2 مليار سيارة بحلول عام 2040، وهو ما يعني زيادة ملحوظة في الطلب على الطاقة [3].

[1] سيد محمد حسين عادلي، الأمين العام لمنتدى الدول المصدرة للغاز الطبيعي، من الموقع http://www.alquds.co.uk/?p=845206
[2] Global gas outlook , Exporting Gas countries Forum, 2017, p45.
[3] Ibid, p .41.

خلاصة

يعد العرض والطلب على الطاقة من العوامل الأساسية التي تؤثر على استقرار الاقتصاد العالمي، حيث يتحدد العرض بمدى توفر الموارد الطبيعية، وتطور تقنيات الإنتاج، والاستثمارات في قطاع الطاقة. في المقابل، يتأثر الطلب بعوامل مثل النمو الاقتصادي، التطور الصناعي، التوسع السكاني، والتغيرات المناخية. يؤدي اختلال التوازن بين العرض والطلب إلى تقلبات في الأسعار، مما يؤثر على الأسواق العالمية ويحفز الدول على البحث عن بدائل مستدامة.

في هذا السياق، تلعب منظمات الطاقة العالمية دورًا مهمًا في تنظيم الأسواق، تحقيق الاستقرار، وتعزيز التعاون الدولي. من أبرز هذه المنظمات منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) التي تتحكم في سياسات إنتاج النفط، والوكالة الدولية للطاقة (IEA) التي تقدم تحليلات واستراتيجيات لضمان أمن الطاقة، والمنتدى الدولي للطاقة (IEF) الذي يعزز الحوار بين الدول المنتجة والمستهلكة. كما تساهم منظمات مثل وكالة الطاقة المتجددة (IRENA) في تشجيع التحول نحو الطاقات النظيفة، ومن هنا يمكننا القول بأن تحقيق توازن مستدام بين العرض والطلب يتطلب سياسات متكاملة تشمل الاستثمار في التكنولوجيا، تعزيز كفاءة استخدام الطاقة، وتطوير بدائل متجددة، مع تعزيز التعاون الدولي لضمان أمن الطاقة العالمي.

أسئلة للمناقشة

السؤال الأول: كيف يؤثر توازن العرض والطلب على استقرار أسواق الطاقة العالمية؟

السؤال الثاني: ما دور منظمات الطاقة الدولية مثل الأوبك ووكالة الطاقة الدولية في تنظيم الأسواق العالمية؟

السؤال الثالث: كيف تؤثر العقود الآجلة وتطورات السوق على الأسعار العالمية للطاقة؟

المحور الخامس:

تجارب التحول الطاقوي في العالم

أهداف المحور

1. عرض أهم تجارب التحول الطاقوي في العالم؛
2. ابراز مقومات ومراحل التحول الطاقوي؛
3. دراسة امكانية التحول الطاقوي في الجزائر

الكلمات المفتاح:

الامن الطاقوي، التحول الطاقوي، الامدادات الطاقوية.

هيكل المحور

تمهيد

أولا: مفهوم التحول الطاقوي ومتطلباته

ثانيا: تجربة الولايات المتحدة الامريكية

ثالثا: تجربة ألمانيا

خلاصة

أسئلة للمناقشة

تمهيد

يشهد العالم اليوم تحولاً غير مسبوق في مجال الطاقة، حيث تبرز التحولات في مجال الطاقة كواحدة من أهم التحديات والفرص التي تواجه المجتمعات المعاصرة. وينبع هذا التحول من الحاجة الملحة إلى موارد طبيعية مستدامة وتخفيف الآثار البيئية المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري.

وفي هذا السياق، أصبح من المسلم به أن التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، هو السبيل لتحقيق التنمية المستدامة والحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري. وتجسد تجارب البلدان المختلفة في التحول في مجال الطاقة نماذج مختلفة، كل منها يبرهن على تكيفه مع الظروف البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

على سبيل المثال، تعتبر الدنمارك رائدة في هذا المجال، حيث نجحت في توظيف التقنيات الحديثة على نطاق واسع لتسخير طاقة الرياح، مما يجعلها واحدة من أكبر الدول المصدرة للطاقة المتجددة في العالم. وعلى العكس من ذلك، تسعى العديد من البلدان النامية إلى استغلال الطاقة الشمسية، نظرًا لتوافرها وسهولة الوصول إليها، مما يقدم فرصًا جديدة للتنمية الاقتصادية المستدامة.

علاوة على ذلك، يرتبط التحول في مجال الطاقة بتحولات اقتصادية واجتماعية عميقة، لأنه ينطوي على إعادة هيكلة كيفية إنتاج الطاقة واستهلاكها، مما يستلزم استراتيجيات متكاملة تهدف إلى تعزيز التعاون بين مختلف أصحاب المصلحة، بما في ذلك الحكومات والقطاع الخاص والمجتمعات المحلية. ومن خلال هذه النظرة التحليلية الشاملة، يتضح أن التحول في مجال الطاقة ليس مجرد تغيير تقني، بل هو عملية متعددة الأبعاد تتطلب جهدًا جماعيًا لتحقيق مستقبل مستدام للطاقة.

أولا: مفهوم التحول الطاقوي وأهميته

1. مفهوم التحول الطاقوي

يشير التحول الطاقوي إلى عملية الانتقال التدريجي من الاعتماد على الطاقات التقليدية، مثل النفط، الغاز الطبيعي، والفحم، والتي تشكل اليوم المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، إلى نظام أكثر استدامة يعتمد على الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، والطاقة الحيوية. يتمثل الهدف الأساسي من هذا التحول في ضمان أمن الطاقة، الحد من الانبعاثات الكربونية، وتحسين كفاءة استخدام

الموارد الطبيعية، مما يساهم بشكل مباشر في تحقيق التنمية المستدامة وتقليل التأثيرات البيئية السلبية المرتبطة بأنظمة الطاقة التقليدية.

2.أهمية التحول الطاقوي

يكتسب التحول الطاقوي أهمية متزايدة نظرًا لعدة عوامل رئيسية، منها:

أ.تحقيق أمن الطاقة

تعتمد العديد من الدول على واردات الطاقة الأحفورية لتلبية احتياجاتها، مما يجعلها عرضة للتقلبات الجيوسياسية وارتفاع الأسعار. يساهم التحول إلى مصادر متجددة في تقليل الاعتماد على الواردات، وتعزيز الاستقلال الطاقوي، مما يضمن استقرار الإمدادات ويقلل من المخاطر الاقتصادية.

ب.تقليل الانبعاثات الكربونية

يعد احتراق الوقود الأحفوري المصدر الرئيسي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والغازات الدفيئة، التي تسبب الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية. يهدف التحول الطاقوي إلى تقليل هذه الانبعاثات من خلال اعتماد تقنيات نظيفة، مما يساعد على مكافحة التغير المناخي والحفاظ على التوازن البيئي.

ج. تعزيز كفاءة استخدام الموارد

يؤدي التحول الطاقوي إلى زيادة كفاءة استخدام الطاقة، من خلال تقنيات مثل الشبكات الذكية، والتخزين الفعال للطاقة، والتطوير المستمر للبطاريات. كما أن الطاقات المتجددة تتسم بكونها غير محدودة مقارنة بالوقود الأحفوري الذي يعاني من محدودية الاحتياطات وارتفاع تكاليف الاستخراج.

د. دعم النمو الاقتصادي وخلق فرص العمل

يفتح التحول الطاقوي آفاقًا جديدة للنمو الاقتصادي، حيث يساهم في خلق فرص عمل في مجالات مثل تصنيع الألواح الشمسية، بناء مزارع الرياح، وتطوير تقنيات تخزين الطاقة. تشير التقارير إلى أن قطاع الطاقة المتجددة يشهد نموًا سريعًا، مما يعزز التنمية الاقتصادية في العديد من البلدان.

هـ. الحد من التلوث وتحسين جودة الحياة:

يؤدي استخدام الوقود الأحفوري إلى تلوث الهواء والمياه، مما يؤثر سلبًا على صحة الإنسان ويسبب أمراضًا تنفسية وقلبية. يساهم التحول إلى الطاقة النظيفة في تحسين جودة الهواء وتقليل الأمراض المرتبطة بالتلوث، مما يعزز مستوى الرفاهية في المجتمعات.

ثانيا: تجربة الولايات المتحدة الامريكية

في تحول محوري ظهر في الآونة الأخيرة، أصبحت الولايات المتحدة على بُعد أشهر من تحقيق الاستقلال الكامل في الطاقة، فبحلول عام 2030، من المحتمل أن يتجاوز إجمالي إنتاج الطاقة الأولية الطلب على الطاقة ذاتها بما يقارب 30%، وذلك وفقا لآخر توقعات شركة "ريستاد إنرجي" للنفط والغاز.
إن هذا الإنجاز يأتي في أعقاب فترة نمو قوية في كل من الموارد الهيدروكربونية والموارد المتجددة، ومن المتوقع أن تسجل الولايات المتحدة فائضا أوليا في الطاقة بحلول فبراير أو مارس 2025، بناء على موسم الشتاء.

1.الاستقلال في الطاقة

ستكون الولايات المتحدة قادرة على تحقيق استقلاليتها في مجال الطاقة بنسق شهري، حيث ستتجاوز معدلات إجمالي إنتاج الطاقة الأولية الطلب على الطاقة الأولية بحوالي 30% بحلول عام 2030،إن هذه التطورات قد بلغت بالفعل ذروتها. وبناء على ذلك، تتوقع شركة ريستاد إنرجي للنفط والغاز أن الإصدار الشهري القادم من إدارة معلومات الطاقة الأميركية سوف يكشف أن الولايات المتحدة لطالما تمتعت بالاكتفاء الذاتي في مجال الطاقة الأولية لمدة 12 شهرا كاملة، من أكتوبر/تشرين الأول 2018 إلى حدود سبتمبر/أيلول 2019.
قُدر عجز النفط الولايات المتحدة بـ62 مليار دولار، وهو ما يعادل 10% من العجز التجاري الكلي للبلاد البالغ 621 مليار دولار، بما في ذلك السلع والخدمات سنة 2018، ويمكن لهذه التغييرات الحاصلة في ميزان الطاقة الأميركي أن تحول عجزها الحاصل على مستوى النفط الذي بلغ 62 مليار دولار عام 2018، إلى فائض قدره 340 مليار دولار بحلول عام 2030.

إن هذا التغيير قد يضيف تحولا يصل إلى 400 مليار دولار، في غضون فترة لا تزيد على 12 عاما، ويرجع الفضل في ذلك في المقام الأول إلى الارتفاع الهائل في إنتاج قطاع الصخر الزيتي في الولايات المتحدة، في هذا الصدد، تتوقع شركة ريستاد إنرجي ارتفاع إجمالي إنتاج الطاقة الأولية من 95 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2018، إلى 138 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2030.

إن إنتاج النفط الخام والغاز الطبيعي على حد سواء، سيكونان المساهمين الرئيسيين في نمو إمدادات الطاقة الأولية في تلك الفترة، حيث سيمثل النفط 75% من النمو وسيمثل الغاز نسبة 38%.، ومن المتوقع أيضا أن ينمو إنتاج النفط الخام المتأتي من أحواض البيرميان وباكن وإيغل فورد الصخرية من 21.5 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (10.32 ملايين برميل يوميا) في عام 2018، إلى 39 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية أي ما يعادل (18.73 مليون برميل يوميا) في عام 2030.

ويعود النمو في إنتاج الغاز الطبيعي إلى زيادة الإمدادات في أحواض مارسيلس وهاينسفيل وأحواض أوتيكا، كما أن هناك أيضا كمية كبيرة من الغاز المصاحب من أحواض البرميان، وهو ما من شأنه أن يجعل إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي يصل إلى أربعين كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (حوالي 1.1 تريليون متر مكعب من الغاز الطبيعي) في عام 2030، مقارنة بـ29 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (0.8 طن مكعب من الغاز) في عام 2018.

2. الطاقة المتجددة

يتوقع أن يزيد إنتاج الطاقة الأولية من خلال المصادر المتجددة، بما في ذلك توليد الطاقة الكهرمائية، من 11.7 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (3.43 تريليونات كيلوواط من الكهرباء) في عام 2018، إلى 19 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (5.57 تريليونات كيلوواط ساعة من الكهرباء) في عام 2030.

وهذا يعادل نسبة 63% من النمو، في حين من المتوقع أن يصل معدل نمو الطاقة الشمسية وطاقة الرياح إلى حوالي 357% و257% على التوالي، ومن المتوقع أن ينخفض إنتاج الفحم بنسبة 37% في نفس الفترة، حيث انخفض من 15.3 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (أي ما يعادل 809 ملايين طن من الفحم) في عام 2018، إلى 9.6 كوادريليونات وحدة حرارية بريطانية (أو ما يعادل 492 مليون طن) بحلول عام 2030.

أما فيما يتعلق بالطلب، فتتوقع شركة ريستاد إنرجي معدل نمو تراكمي قد يصل إلى ما يقارب 0.4% من 2018 إلى 2030، والذي قد يصل إلى 106 كوادريليونات وحدة حرارية بريطانية في عام 2030، ومن الممكن أن يجعل فائض الطاقة الناشئ الولايات المتحدة أقل عرضة للسياسات المتعلقة بالطاقة الخارجية، ويسهل نمو الصادرات، وعلى الرغم من أن استهلاك الطاقة المتجددة سيقع استهلاكه على المستوى المحلي، فإن مستقبل صادرات النفط والغاز يعتبر باهرا.

يظهر ميزان الطاقة المستمدة من الوقود الأحفوري في ريستاد إنرجي أن الولايات المتحدة كانت مستوردا صافيا، حيث بلغ حجم صادراتها 1.8 مليون برميل من مكافئ برميل النفط يوميا في عام 2018، مدعومة بتوازن كبير للغاية من السوائل المستوردة، ومع استمرار نمو إنتاج النفط والغاز الصخري، سوف تستورد الولايات المتحدة عددا أقل من براميل النفط، وستزيد صادراتها من الغاز الطبيعي، وهو ما من شأنه أن يجعل البلد مصدرا صافيا لما قدره 0.6 مليون برميل من الوقود الأحفوري.

تتوقع شركة ريستاد إنرجي أن يرتفع الفائض الأميركي من الوقود الأحفوري إلى 12 مليون برميل في اليوم بحلول عام 2030، مما قد يسمح بزيادة أكبر في صادرات الغاز الطبيعي والسوائل، وسوف يستمر نمو صناعة

الصخر الزيتي في إحداث ثورة في ميزان الطاقة الأميركي وخلق فرص جديدة للصادرات والتطورات في إجمالي الميزان التجاري للبلاد.

ثالثا: تجربة ألمانيا

يعد نظام الطاقة من أكثر النُظم تعقيداً على مستوى العالم، حيث إنه يؤثر ويتأثر بالعديد من العوامل السياسية والاقتصادية والبيئية. فعلى سبيل المثال، تسبب الصراع الروسي الأوكراني الأخير في أزمة طاقة عالمية؛ مما كان سبباً ملحاً لدفع الدول الأوروبية، خاصة ألمانيا إلى أهمية التحول لاستخدام الطاقة المتجددة التي تُعد أيضاً طاقة صديقة للبيئة.

في هذا الإطار، أصدرت وزارة الاقتصاد وحماية المناخ الألمانية تقريراً بعنوان "تمويل بحوث تحول الطاقة" في يونيو 2023، يتناول استراتيجية التحول الطاقوي في هذا البلد، من خلال تحديد أسباب ذلك التحول، والمصادر الجديدة للتحول الطاقوي، فضلاً عن الجهود المبذولة في هذا المجال، مع ذكر أمثلة تطبيقية على هذا التحول.

1.أهداف أساسية:

يطرح التقرير أهداف الوزارة في تشجيع وتمويل الأبحاث والمشروعات التي تؤدي إلى التحول إلى الطاقة النظيفة، من أجل تقليل الانبعاثات والحفاظ على الموارد والتنوع البيولوجي. وفي ظل التحديات العالمية التي تؤثر في إمدادات الطاقة غير المتجددة المحلية، حدد التقرير أهم القطاعات التي تُسهم بنصيب أكبر في استهلاك الطاقة غير المتجددة، والمتمثلة في:

أ. قطاع الإسكان

يُعد هذا القطاع مسؤولاً عن حوالي 40% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا، إذ تستهلك نُظم التدفئة والتبريد حوالي 52% من الطاقة في البلاد، وغالباً ما يتم إنتاج هذه الطاقة بواسطة الوقود الأحفوري، وهو ما يتسبب في ظهور الانبعاثات الملوثة للبيئة. جدير بالذكر أن حوالي نصف المنازل في ألمانيا تقع في مبانٍ سكنية متعددة الشقق، والعديد منها تم بناؤها قبل أول لائحة للحماية الحرارية الصادرة عام 1979، فلم يكن هناك تخطيط لترشيد استهلاك الوقود الأحفوري المطلوب لتوفير معدلات التدفئة المطلوبة.

من هنا، ظهرت فكرة مبادرة ترشيد استهلاك الطاقة المستخدمة في قطاع الإسكان، واستحداث أساليب طاقوية جديدة صديقة للبيئة، وفي هذا الصدد ظهرت مبادرة (نظام لو إكس) مستهدفة استحداث أساليب جديدة في مجال الطاقة النظيفة خلال الفترة الزمنية (2016-2022) وبميزانية قدرها 4.5 مليون يورو. وتعاونت الوزارة في هذه المبادرة مع منظمات بحثية وشركات عديدة لتوفير بدائل آمنة وصديقة للبيئة عند توليد الطاقة، إذ يتم العمل على إدخال نظام المضخات الحرارية لتوفير التدفئة للمباني، والتي تسهم بتقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ما يقرب من 50%.

ب. قطاعات التجارة والصناعة والخدمات

تستهلك تلك القطاعات قرابة 45% من الطاقة في ألمانيا، ويمكن اعتبار الحاجة للتدفئة أو التبريد في العمليات الصناعية وتوليد الكهرباء، الأكثر استهلاكاً للطاقة في تلك القطاعات. وأدى تزامن التقدم التكنولوجي مع التوسع في قطاعات التجارة والصناعة والخدمات في الآونة الأخيرة إلى الاستخدام الفعَّال لمصادر الطاقة، إلا أنه أيضاً لم يحقق النتائج المرجوة من الناحية البيئية من حيث تقليل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون؛ وذلك لأنه يتم الاعتماد بشكلٍ كبير على الغاز الطبيعي، كمصدر للطاقة ولاسيما في قطاع الصناعة. ولكي يتم تقليل هذه الانبعاثات، يجب التحول سريعاً إلى الاستخدام المكثف للطاقات النظيفة، ومثال لذلك، استخدام الهيدروجين الأخضر في توليد الطاقة.

ومن أهم المبادرات التي تم إطلاقها لتحقيق الأهداف الطاقوية في هذا المجال هو (مشروع كوبر نيكوس)، والذي يهدف إلى مزامنة احتياجات الطاقة للصناعة الألمانية بشكلٍ فعَّال مع العرض الطاقوي الذي يتغير بشكل متقلب، وهو ما يعرف بـ"مرونة الطاقة"، والتي من سبل الوصول إليها إطلاق شراكات بين العديد من ممثلي القطاعات الاقتصادية والعلمية والمجتمع المدني لتوضيح معنى مرونة الطاقة وتسويقها وكيفية استخدامها من خلال توفير استراتيجيات ودراسات تدير وتراقب توزيع الطاقة في مجال الصناعة، ومن ثم تطوير هذه الدراسات للوصول إلى استراتيجيات توضِّح الاستخدام الأمثل وتقليل إهدار الموارد الطاقوية المستخدمة في هذه المجالات. ومن أبرز الصناعات ذات الاستهلاك العالي للطاقة التي اهتم بها المشروع، الزجاج والورق والمعادن.

ج.استراتيجيات الطاقة

اعتمدت وزارة الاقتصاد وحماية المناخ الألمانية على استراتيجيتين متكاملتين لتوفير الطاقة المطلوبة في جميع القطاعات، وهما:

1) الاستراتيجية الأولى: استخدام أساليب جديدة لتوليد الطاقة النظيفة، وقد ضمت عدة مجالات أساسية، من أهمها:

- **الطاقة الشمسية:** نشرت الوزارة الألمانية مسودة في إبريل 2022 تناقش أهمية وسبل التوسع في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام الطاقة النظيفة تدريجياً، إلى أن يتم الاعتماد شبه الكامل على تلك الطاقة بحلول عام 2035. ومن أهم المصادر التي تؤدي دوراً محورياً في المسودة هي الطاقة الشمسية، ويتم استخدام الشمس في توليد الطاقة عن طريق وضع ألواح كهروضوئية في المناطق المُعرَّضة لأشعة الشمس ومن ثم تحويل هذه الطاقة الممتصة إلى طاقة كهربائية. وذكر تقرير الوزارة أن التحول إلى هذا الأمر سيأتي عن طريق الاهتمام بإتاحة واستخدام عدد أكبر من الألواح الكهروضوئية ودمجها في واجهات المباني، واستخدامها في المساحات الزراعية والمائية المناسبة، وتوفير الدعم للدراسات والأبحاث التي تسهم في تطبيق هذه الاستراتيجية. وفي هذا الصدد قامت وزارتا الاقتصاد وحماية المناخ، والتعليم والبحث الألمانيتين في عام 2022 بتمويل 478 مشروعاً جارياً في مجال الطاقة الشمسية بما يقدر بحوالي 70.14 مليون يورو، كما تمت الموافقة في عام 2022 على 105 مشروعات بحثية جديدة من قبل الوزارتين.

- **طاقة الرياح**، وهي من أهم مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة بالفعل لتوليد الكهرباء حيث يتم استخدام توربينات الرياح الموجودة على اليابسة أو البحر لتوليد الطاقة الكهربائية. وتُمثل الرياح المصدر الرئيسي لإنتاج الكهرباء في ألمانيا الآن، بل إنها تفوقت على استخدام الفحم، حيث تسهم بما يقارب من 25.9% من إنتاج الكهرباء، وهو ما يزيد عن 125 مليار كيلو وات/ ساعة من الكهرباء في العام الماضي، وتشهد هذه النسبة ازدياداً بقيمة 10% عن العام الماضي.

وبالرغم من الاستغلال الفعلي لطاقة الرياح في ألمانيا فإنه توجد العديد من الجهود والدراسات المبذولة للوصول إلى الاستغلال الأمثل لهذه الطاقة، عن طريق العمل على زيادة الطاقة الإنتاجية للمحطات القائمة، والتوسع في إنتاج محطات جديدة وتحسين جودة المولدات والتوربينات المستخدمة، والجدير بالذكر أنه طبقاً للدراسات، فإن استخدام طاقة الرياح يحظى بقبولٍ شعبي من السكان عند الحديث عن التحول النظيف في استخدام الطاقة.

- **الطاقة الحيوية:** وهي تُمثل حالياً مصدر ثُلثي إنتاج الطاقة المتجددة في ألمانيا، وترمز إلى استخدام مجموعة متنوعة من المواد العضوية أو الكتل الحيوية مثل: الخشب والسماد والروث والمخلفات الزراعية لإنتاج الكهرباء والحرارة، والجدير بالذكر أن استخدام هذه الطاقة قد يؤدي إلى انبعاثات ضارة بالبيئة، لكنها ليست بمقدار ضرر مصادر الطاقة غير المتجددة، لذلك يتم بذل الجهود للاهتمام بالدراسات التي من شأنها زيادة كفاءة استخدام هذه المواد وتقليل الانبعاثات الضارة منها.

- **الطاقة الحرارية الأرضية:** وهي تُعد مصدراً مهماً ونظيفاً لتوفير الطاقة اللازمة لنُظم التدفئة والتبريد في المباني السكنية والمنشآت الصناعية، حيث يتم استخدام هذه الطاقة عن طريق إنشاء آبار طاقة حرارية أرضية لجمع الطاقة ومن ثم استخدامها في نظم التدفئة عن طريق مضخات حرارية مصممة خصيصاً لهذا النوع. وتركز أهم الجهود المبذولة حالياً على تعزيز استخدام هذه الطاقة واستخدام التقنيات الجديدة التي تقلل التكاليف المصاحبة والعمل على زيادة وعي السكان وقبولهم لاستخدام هذه الطاقة.

2) الاستراتيجية الثانية: إصلاح القصور والاستخدام الكفء لمصادر الطاقة غير المتجددة: حيث أعلنت وزارة الاقتصاد أنه لا غنى عن إصلاح البنية التحتية لشبكات الكهرباء وإعادة هيكلتها. ففي الماضي كان يتم نقل الكهرباء في مسارات قصيرة من محطات توليد الكهرباء إلى المنشآت الصناعية والمباني المحيطة. أما في الوقت الراهن فصارت المسارات أكثر طولاً وتعقيداً، فعلى سبيل المثال، يجب نقل الكهرباء من توربينات الرياح في المناطق الشمالية إلى مناطق التجمع السكانية الكثيفة في الجنوب والغرب؛ لذلك يتم العمل على إصلاح البنية التحتية وتوفير التكنولوجيا اللازمة لتحقيق الاستفادة الأمثل من هذه الشبكات وتجنب الهدر.

التعاون الدولي:

أوضح تقرير وزارة الاقتصاد الألمانية حرصها على التعاون الأوروبي والعالمي في مجال التحول الطاقوي، للاستفادة من جميع الخبرات والتجارب الممكنة، ومن أهم تلك المبادرات:

- **الصعيد الأوروبي:** تُعد ألمانيا مشاركاً فعالاً في المبادرات الهادفة لتطوير أنظمة البحث والعلوم الأوروبية منذ 20 عاماً، وتبلور هذا الدور عندما تولت ألمانيا رئاسة مجلس الاتحاد الأوروبي عام 2020، فظهرت مبادرة "أفق أوروبا" "Europa horizon" عام 2021، والتي تهدف بشكلٍ عام لزيادة أوجه الإنفاق على أوجه البحث العلمي والتطوير في أوروبا وبشكلٍ خاص في مجال الطاقة. فوفقاً للبند الخامس في المبادرة تم توفير ميزانية قدرها 15 مليون يورو بهدف تسهيل وتسريع الاستخدام النظيف للطاقة والتحول الرقمي، وما يرتبط بذلك من إحداث تغييرات على صعيد الاقتصاد والمجتمع.

وشاركت ألمانيا في 97 مشروعاً من مشاريع المبادرة، كما مثلت الجهات الألمانية الفاعلة 70.8% من جميع مشروعات التعاون في قطاع الطاقة في مبادرة "أفق أوروبا"، وتولت دور التنسيق في 11 مشروعاً. ويمكن القول إن إسهام ألمانيا في تلك المبادرة يأتي بالمرتبة الثانية بعد إسبانيا، وقد اهتمت هذه المشروعات بالبحث التجريبي والتطبيقي في الطاقة المتجددة، كطاقة الرياح وطاقة حرارة الأرض والطاقة الشمسية والطاقة الحيوية والتركيز على صيانة وإصلاح الشبكات والبنى التحتية المسؤولة عن إمداد الطاقة.

- **الصعيد العالمي:** عقدت ألمانيا العديد من الشراكات مع دول العالم المختلفة، ومن هذه الدول ناميبيا لأنها من أكثر الدول ذات المستقبل الواعد في استخدام الهيدروجين الأخضر عن طريق إنتاج الهيدروجين ومشتقاته مثل الميثان والأمونيا والميثانول، ويُعد الهيدروجين ومشتقاته من أهم مصادر الطاقات النظيفة المستدامة والصديقة للبيئة في وقتنا الحالي. وتسعى ناميبيا في ذلك الصدد إلى البدء بتصدير الهيدروجين الأخضر قبل عام 2025، وتقوم ألمانيا بمساعدتها في هذا الأمر عن طريق توفير المنح والمشروعات التجريبية في ذلك المجال، وتم عقد شراكة طويلة الأجل بين المفوضية الأوروبية وقارة إفريقيا عام 2021 في مجال البحث والابتكار الخاص بالطاقة المتجددة، وتشارك ألمانيا في تمويل ثمانية مشروعات من مشاريع المبادرة.

خلاصة

يعد التحول الطاقوي عملية استراتيجية تهدف إلى الانتقال من الاعتماد على الطاقات التقليدية، مثل النفط والغاز والفحم، إلى مصادر طاقة متجددة أكثر استدامة، مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة المائية. يسعى هذا التحول إلى تحقيق أمن الطاقة، تقليل الانبعاثات الكربونية، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، مما يساهم بشكل مباشر في تحقيق التنمية المستدامة.

يكتسب التحول الطاقوي أهمية متزايدة في ظل التغيرات المناخية وارتفاع أسعار الوقود الأحفوري، مما يدفع الحكومات والشركات إلى تبني استراتيجيات جديدة تعتمد على الطاقة النظيفة والتكنولوجيا المتطورة. كما أن هذا التحول يعزز الاستقلال الطاقوي للدول، ويقلل من الاعتماد على واردات الوقود، مما يحد من التأثيرات الاقتصادية والجيوسياسية المرتبطة بأسواق الطاقة التقليدية.

رغم الفوائد العديدة، يواجه التحول الطاقوي تحديات كبيرة، مثل ارتفاع تكاليف الاستثمار الأولية، الحاجة إلى بنية تحتية متطورة، وعدم استقرار إنتاج بعض مصادر الطاقة المتجددة. ومع ذلك، فإن التقدم في تكنولوجيا تخزين الطاقة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، والدعم الحكومي، يسهم في تسريع وتيرة هذا التحول، ويمثل التحول الطاقوي فرصة حقيقية لتحقيق اقتصاد مستدام، وحماية البيئة، وضمان مستقبل طاقوي أكثر أمانًا واستقرارًا للأجيال القادمة، مما يتطلب تعاونًا عالميًا واستثمارات مستدامة لضمان نجاحه.

أسئلة للمناقشة

السؤال الأول: ما هي أبرز التجارب الدولية في التحول الطاقوي (ألمانيا، الولايات المتحدة مثلًا)؟

السؤال الثاني: ما المقومات التي يجب أن تتوفر لتحقيق تحول طاقوي ناجح في الجزائر؟

السؤال الثالث: ناقش التحديات الاقتصادية والتقنية التي تعيق التحول الطاقوي في الدول النامية.

المحور السادس: دور الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

أهداف المحور:

1. التطرق إلى أهم أهداف التنمية المستدامة؛
2. معرفة دور الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؛
3. قراءة في أهم ماحققته الطاقات المتجددة في تجسيد أهداف التنمية المستدامة .

الكلمات المفتاح:

التنمية المستدامة، الطاقة المستدامة، التغير المناخي، الاحتباس الحراري، التلوث

هيكل المحور:

تمهيد

أولا : الاثار السلبية للطاقات التقليدية

ثانيا: أهداف التنمية المستدامة والطاقة

ثالثا: دور الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

خلاصة

أسئلة للمناقشة

تمهيد

تمهيد

هناك مجموعة من الأسباب التي تفرض على العالم اليوم التوجه نحو إستغلال الطاقات المتجددة، وهذه الأسباب تجعل من هذا الإختيار حلا أمثل للعديد من المشاكل، على رأس هذه الأسباب مشاكل الطاقات الأحفورية ، بدءا بمحدودية مخزوناتها وتوجهها نحو الزوال، وهو ما يهدد مستقبل الأجيال القادمة حيث أنه من الممكن إذا استمر إستغلال هذه الطاقات كما هو عليه حاليا أن لا تجد هذه الأجيال من مصادر الطاقة الحالية شيئا، هذا من جهة، من جهة أخرى يسبب الإستغلال المكثف للطاقات الأحفورية مشاكل عديدة تضر بالبيئة، وعلى رأسها التلوث والإحتباس الحراري والأمطار الحمضية وغيرها من المشاكل البيئية الناتجة عن إستغلال الطاقات الأحفورية، كما أن إنتهاج العالم للتنمية المستدامة والعمل على تحقيق أهدافها يجعل من الطاقات المتجددة الوسيلة الوحيدة للحصول على الطاقة النظيفة والمستدامة.

أولا : الاثار السلبية للطاقات التقليدية

منذ البدء في إستغلال الطاقات الأحفورية ظهرت مجموعة من المشاكل التي رافقت هذا الإستغلال، على رأس هذه المشاكل إكتشاف محدودية الإحتياطي المؤكد من هذه الطاقات، حيث أن أغلب التقديرات تشير إلى أن هذه الإحتياطيات لن تتجاوز في أحسن الأحوال القرن القادم، بالإضافة إلى الأضرار التي ترافق عملية إستغلال هذه الطاقات والتي ترجح أغلب المنظمات المعنية بحماية البيئة على أن السبب الرئيس فيها هو الإنبعاثات الصادرة عن هذه العملية.

1. الطاقات الأحفورية آيلة إلى الزوال

تعتمد شركات البترول تقنيات حديثة لاكتشاف حقول جديدة في أعماق البحار أو في الصخور، بالإضافة إلى تحسين معدلات الإنتاج من الحقول المكتشفة. وتعرَف هذه الأخيرة بوسائل «استخلاص النفط المعزز»، فبدلاً من استخراج نحو 15 في المئة من النفط في حقل معين، كما كان يجري في معظم حقول الشرق الأوسط حتى فترة قريبة، يعمَل الآن على استخلاص نسبة أعلى بكثير. وأعلنت شركة «ستاتويل» النرويجية أخيراً أنها في صدد تأسيس مركز بحوث متخصص في استخلاص النفط المعزز، علماً أنها تستخلص حالياً نحو 50 في المئة من النفط في حقولها، بينما يبلغ معدل الاستخلاص المعزز عالمياً نحو 35 في المئة.

وتهدف «ستاتويل» إلى تطوير طرق الاستخلاص المعزز بنسبة واحد في المئة سنوياً، كي تصل إلى معدل استخلاص معزز في حقولها كلها يساوي نحو 60 في المئة[1].

هذا الإستنزاف الحاصل في استخراج النفط بصفة خاصة والطاقات الأحفورية بصفة عامة، من شأنه أن يعجل بنهاية هذه الثروة الحيوية، فمن خلال البيانات الإحصائية والتقارير الدورية للشركات المختصة فإن الإحتياطيات من الطاقات الأحفورية إحتياطيات محدودة، معنى ذلك أن كل زيادة في وتيرة الإنتاج هي تعجيل بنهاية هذه الثروة، وهو مانراه في وقتنا الحالي ، حيث أن الشركات النفطية تسعى إلى زيادة الإنتاج إلى أعلى مستوياته، والعمل على تطوير تقنيات حديثة ترفع منه إلى أكبر حد.

لقد توقع الكثير من الباحثين والعلماء والمختصين في مجال النفط والطاقات الأحفورية سنة نهاية النفط، وقد اختلفوا في تحديدها بالضبط، لكنهم أجمعوا على أن الفترة الحالية (منذ مطلع 2000 إلى أيامنا هذه) هي فترة الذروة في استغلال النفط، فقد بلغ الإنتاج أوجه في هذه الفترة وهو ما يعلن قرب النهاية، وقد ذهب البعض إلى تحديد سنوات بعينها، فمنهم من قال أن سنة 2040 هي سنة النهاية ومنهم من قال غير ذلك.[2]

من جانب آخر يساهم التطور الحاصل في تقنيات الطاقات البديلة والمتجددة أحد أهم الأسباب التي تعجل بنهاية عصر الطاقات الأحفورية، فلجوء العديد من الدول إلى إستغلال هذه الطاقات على نطاق واسع جعل من استغلال الطاقات الأحفورية مهدد بشكل كبير، كما أن تطوير بعض المنتجات التي تعتمد في طاقتها على طاقات بديلة للطاقات الأحفورية، من شأنه أن يعجل بنهاية هذه الخيرة، وخير مثال على ذلك السيارة الكهربائية التي تشهد إنتشارا كبيرا في السنوات الأخيرة.

2. المشاكل البيئية المرافقة لاستغلال الطاقات الأحفورية

إن التأثير السلبي للطاقات الأحفورية على البيئة له صور متعددة منها تلوث الهواء، تلوث الماء، التغير المناخي، تآكل طبقة الأوزون، وحتى نتمكن من التعرف على هذه التأثيرات بشكل واضح،لا بد أن نعرف أولا ماهية البيئة.

[1] وليد خدوري، متى ينتهي النفط، مقال منشور على الموقع http://www.alarabiya.net/views/2012/10/07/242297.html
[2] كولن كامبل واخرون، ترجمة عدنان عباس علي، نهاية عصر البترول، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب، الكويت ، 2004، ص 79.

هناك صعوبة في ضبط تعريف دقيق للبيئة،حيث جاء تعريف المشرع الفرنسي "الفضاء والموارد والوسط الطبيعي،والمناظر والمشاهد الطبيعية،نقاء الهواء، أنواع الحيوانات والنباتات، التنوع والتوازن البيولوجي،كلها تشكل جزءا مشتركا من تراث الأمة المشترك"[1]ويمكن تعريف البيئة بأنها المحيط المادي الذي يعيش فيه الإنسان بما يشمل من ماء وهواء وفضاء وتربة وكائنات حية، ومنشآت أقامها لإشباع حاجاته[2].

كما يمكن إطلاق البيئة في مفهومها الواسع على مجموعة من المؤثرات الثقافية والحضارية والنفسية إلى جانب البيئة من مفهوم النطاق المادي، بيد أن البيئة بهذا المعنى ليست مرادفة للطبيعة[3].ومن أهم الآثار السلبية التي قد تلحق بالبيئة نتيجة استغلال الطاقات الأحفورية تلوث الهواء،وتلوث الماء.

1.2. تلوث الهواء

يقصد بالتلوث اختلاط شيء بشيء آخر يؤثر أحدهما على الآخر، وعادة ما يكون هذا الأثر سلبيا فيصبح العنصر المتأثر ملوثا، ويعرف التلوث على أنه تغير في الخواص الطبيعية والكيميائية و الحيوية لمكونات البيئة المحيطة بالإنسان من هواء وماء وتربة، وقد يسبب أضرار على حياة الإنسان[4]، ويمكن أن نميز بين عدة أنواع من التلوث، أهمها تلوث الهواء و تلوث الماء، فتلوث الهواء هو أخطرها ، من أهم الأسباب المباشرة له الطاقات الأحفورية.

إن الصناعات التي تعتمد على الطاقات الأحفورية من فحم و نفط وغاز طبيعي كمصدر أساسى للطاقة تعتبر من أكبر مصادر الملوثات الهوائية، إذ ينطلق منها عند احتراقها كميات كبيرة جداً من الغازات والجسيمات التي تعمل من خلال تراكمها في الغلاف الجوي على تغيير وإفساد تركيبة الهواء، مما يؤدي إلى حدوث خلل في نظامه الأيكولوجي، يصبح معه الهواء مصدراً لكثير من المخاطر والأضرار التي باتت تهدد كافة صور الحياة على الأرض، وذلك نتيجه لتعدد أنواع الغازات والشوائب التي تتصاعد إلى الهواء نتيجة إحراق الوقود في المصانع، ومحطات القوي، وفي محركات السيارات. مما يجعل الهواء ملوثاً بثاني أكسيد الكربون و

[1] هشام بشيرو علاء الضاوي سبيطة،حماية البيئة والتراث الثقافي في القانون الدولي ،الطبعة الأولى ،2013 ، ص
[2] .محمد مرسي ،الاسلام والبيئة ،أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الرياض ، 1999، ص18.
[3] الشحات ابراهيم محمد منصور، البيئة في الإسلام ،دار النهضة العربية ، القاهرة ، بدون سنة ،ص9.
[4] مصطفى يوسف كافي، التنمية المستدامة، دار الاكاديميون للنشر والتوزيع، عمان ، 2017، ص 25.

ثاني أكسد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، وأول أكسيد الكربون، إضافة إلى تلوثه بعادم السيارات والرصاص[1].

2.2. الأضرار الناجمة عن تلوث الهواء

من أهم الأضرار الناتجة عن تلوث الهواء الأمطار الحمضية، فقد ثبت أن السبب الرئيسي في تكوين الأمطار الحمضية هو قيام المراكز الصناعية الضخمة، التي تنتشر في كثير من الدول بحرق كميات ضخمة من الوقود،ودفعها إلى الهواء يومياً بكميات هائلة،ولهذه الأمطار عدة آثار سلبية فهي عندما تسقط على سطح الأرض تتفاعل مع بعض مكونات التربة القلوية وتعادلها، وتساعد على تفتيت كثير من الصخور، وتذيب عناصر الكالسيوم الموجودة في التربة وتحملها معها لمياه الأنهار، كما ينتج أيضا عن تلوث الهواء الإضرار بطبقة الأوزون[2].

بالنسبة للإنسان يؤدي وصول الأشعة الناتجة عن ثقب طبقة الأوزون إلى انتشار مرض سرطان الجلد، والتأثير الوراثى (حدوث تلف في الحمض النووي D.N.A)، حدوث المياه البيضاء (الكتاركت)[3] في العيون، حدوث أمراض متعددة بالجهاز التنفسي والأزمات الصدرية، النزلات الشعبية، ضعف الجهاز المناعي، وأمراض القلب والسرطان.

أما بالنسبة للحيوان يؤدي ثقب طبقة الأوزون إلى إصابة الثروة الحيوانية بالأمراض، حيث يمتد التلوث للأعشاب والزراعات التي تتغذى عليها الحيوانات، مما يلحق الضرر بالثروة الحيوانية أيضاً، فانتشار المجاعات لن يقتصر على غذاء الإنسان فقط بل أيضاً الحيوان، كما يؤثر على الثروة السمكية والنباتات4.

3.2. تلوث الماء

[1] التأثيرات السلبية للطاقة غير المتجددة على البيئة من الموقع http://www.aladalacenter.com/index.php/2012-10-31-17-26-38/314-nano-tec/7340-piddff

[2] المرجع نفسه

[3] **الكاتاراكت** *Cataract* أو **السُدّ** أو **الماء الأبيض** أو **عتامة العين** أو **إعتام عدسة العين** هو مرض يصيب عدسة العين الطبيعية القائمة خلف الحدقة فيعتمها ويفقدها شفافيتها مما يسبب ضعفاً في البصر دون وجع أو الم، ويعاني المصاب بالساد من تحسسه للإنارة المبهرة والقوية مع ضعف في النظر ليلاً، وقد يصيب عيناً واحدةً أو كلا العينين سويةً.

[4] المرجع نفسه.

يساهم النفط بصورة كبيرة في حدوث التلوث المائي فهناك العديد من الأضرار الناتجة عن تلوث الماء بزيت البترول. ومنها ظهور آثار سامة في منطقة الحادث نتيجة بعض العناصر الثقيلة (كالزئبق، والرصاص، الكادميوم)،وقيام الرياح وحركة الأمواج بدفع أجزاء من بقعة الزيت نحو الشواطئ المقابلة لمنطقة الحادث فتلوث رمالها وتحيلها لمنطقة عديمة النفع والفائدة. كما تعتبر أيضاً النفايات والمخلفات البترولية التي تلقيها ناقلات البترول في البحار أثناء سيرها فيها من أهم أسباب تلوث المياه بزيت البترول، هذا الأخير يؤدي إلى العديد من الأضرار البيئية.

3. متطلبات التنمية المستدامة

يشير مصطلح التنمية المستدامة إلى التنمية الاقتصادية والاجتماعية و السياسية والبيئية ، فقد لاقى هذا المفهوم العديد من التعاريف واختلفت حوله الآراء والاتجاهات ، فلكل تعريف خاص ، فهو من بين المواضيع المهمة التي لاقت انتباه واهتمام الباحثين في مختلف الميادين ، واعتبرته المنظمات الدولية حق على الدول كغيرها من الحقوق الأخرى تسعى كل دولة لتحقيقه.[1]

1.3. تطور مفهوم التنمية المستدامة

تعود أصول مصطلح التنمية المستدامة إلى خمسينيات القرن الماضي حيث بدأ التفكير العالمي بشأن التدهور البيئي سنة 1950عندما نشر الاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة l'Union internationale pour la conservation de la nature[2]، 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،وفي سنة 1962 تم إنشاء نادي روما بمشاركة عدد قليل نسبيا من الأفراد لكنهم يحتلون مناصب مرموقة في دولهم حيث كان الهدف من إنشاء النادي معالجة النمو الاقتصادي المفرط وتأثيراته المستقبلية[3].

[1] تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، مستقبلنا المشترك ، الأمم المتحدة، نيويورك، 1987، ص11.

[2] منظمة عالمية أنشئت سنة 1948 ومقرها بسويسرا.

[3] بوشقير إيمان وشبيرة بوعلام عمار، **قراءات حول التطور التاريخي لفلسفة التنمية المستدامة، مقال منشور على الموقع** www.rooad.net/uploads/news/mkalt_bwshnkyr333_ayman_algzair.docx

المحطة التالية هي مؤتمر ستوكهولم، الذي عقد سنة 1972، بمشاركة 122 دولة، هذا المؤتمر يعتبر المنصة الأولى لبروز بعض دلالات مفهوم التنمية المستدامة، حيث جرى مناقشة قضايا البيئة وارتباطها بالجوانب الإقتصادية كالفقر وضعف التنمية في العديد من الدول،[1]كما استمرت محاولات بعض المفكرين في البحث عن حلول للمشاكل البيئية التي تتفاقم بسرعة، فقد أبدى الفيلسوف والمفكر الألماني هانس جوناس (Hanse Jonas) قلقه على الأوضاع البيئية في كتابه "مبدأ المسؤولية" سنة 1979.

في عام 1980 أصدر الإتحاد الدولي للحفاظ على البيئة تقريرا، حمل لأول مرة مفهوم التنمية المستدامة، جاء هذا التقرير تحت عنوان" الإستراتيجية الدولية للبقاء"، وفي عام 1983 صدر تقرير عالمي حول التعاون من أجل نهضة دولية وضعته مجموعة من الشخصيات الدولية المرموقة برئاسة ويلي برانت المستشار الالماني السابق، وقد ندد هذا التقرير في مقدمته بمستوى نفقات التسلح، وأشار إلى خطر التدمير الذاتي للإنسانية، ليس فقط نتيجة السباق العالمي على التسلح ، وإنما أيضًا نتيجة استغلال الموارد الكلية وتدميرها، وفي عام 1986 أشارت رئيسة وزراء النرويج آنذاك Gro Harlem Brundtlan في محاضرة لها،إلى أن التنمية المستدامة لها أبعاد متعددة وتتطلب مكافحة الفقر والحرمان ، والحفاظ على قاعدة الموارد الطبيعية وتحسينها، وتوسيع مفهوم التنمية ليشمل بالإضافة للنمو الاقتصادي التنمية الاجتماع والثقافية، وضرورة تضمين الاعتبارات البيئية والاقتصادية في عملية صنع القرار على كافة المستويات[2].

أصدرت اللجنة العالمية للتنمية و البيئة عام 1987 تقرير" مستقبلنا المشترك" كانت رسالته الدعوة إلى أن تراعي تنمية الموارد البيئية تلبية الحاجات المشروعة للناس في حاضرهم من دون الإخلال بقدرة النظم البيئية على العطاء الموصول لتلبية حاجات الأجيال المستقبلية ، و لما انعقد مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية "قمة الأرض " بجوهانسبورغ عام 1992 برزت فكرة التنمية المستدامة أو المتواصلة كواحدة من قواعد العمل الوطني و العالمي، ووضع المؤتمر" أجندة 21 "تضمنت 40 فصلا تناولت ما ينبغي الإسترشاد في مجالات التنمية الإقتصادية ، التنمية الإجتماعية ، و في مشاركة قطاعات المجتمع في مساعي التنمية.

تمّ جاءت بعدها قمّة الأرض التانية في جوهانسبورج سنة 2002 تحت شعار " القمة العالمية للتنمية المستدامة " الذّي أتاح الفرصة لإعادة رصد ماقدمته الدّول من تقدم نحو التنمية المستدامة لكن للأسف لم

[1] عبد الله بن عبد الرحمن البريدي، التنمية المستدامة مدخل تكاملي لمفاهيم الإستدامة وتطبيقاتها، دار العبيكان ، الرياض ، 2015، ص 43.
[2] سليمان بن حمد البطحي، التطور التاريخي للتنمية المستدامة، مقال منشور على الموقع http://albuthi.com/blog/209

تنفد إلا القليل من التعهدات بسبب ضعف الإلتزام السياسي و هيمنة الإقتصاد الليبرالي، وفي 2012 عقد مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة الذي عرف بقمة ريو +20 ، والذي استضافته ريودي جانيرو ، واختتمت أشغاله بوثيقة سميت " المستقبل الذي نصبو إليه"[1].

أما بالنسبة لتطور مفهوم التنمية، فقد مر بأربعة مراحل حيث كان في باديء الأمر يعبر عن التنمية الإقتصادية، أي أن التنمية تهتم بالجانب الإقتصادي فقط لتتطور بعد ذلك وصولا إلى مفهوم التنمية المستدامة التي تهتم بجميع الجوانب الإقتصادية والإجتماعية والبيئية

الجدول 11: تطور مفهوم التنمية

المرحلة	مفهوم التنمية	الفترة الزمنية	محتوى التنمية /درجة التركيز	أسلوب المعالجة	المبدأ العام للتنمية بالنسبة للإنسان
01	التنمية = النمو الاقتصادي	1965-1945	اهتمام كبير بالاقتصاد اهتمام ضعيف بالمجتمع إهمال البيئة	معالجة كل جانب معالجة مستقلة	الإنسان هدف التنمية
02	التنمية = النمو الاقتصادي + التوزيع العادل	1975-1965	اهتمام كبير بالاقتصاد اهتمام متوسط بالمجتمع إهمال البيئة	معالجة كل جانب معالجة مستقلة	الإنسان هدف و وسيلة التنمية
03	التنمية الشاملة= الاهتمام بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية بالمستوى نفسه	1987-1975	اهتمام كبير بالاقتصاد اهتمام كبير بالمجتمع اهتمام متوسط بالبيئة	معالجة كل جانب معالجة مستقلة	الإنسان هدف ووسيلة وصانع التنمية
04	الاهتمام بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بالمستوى نفسه	1987-وقتنا الحالي		معالجة كل جانب معالجة مستقلة	الإنسان هدف ووسيلة وصانع التنمية

[1] مكتبة وثائق المم المتحدة المتعلقة بالبيئة، من الموقع http://research.un.org/ar/docs/environment/conferences تاريخ الاطلاع 2018/02/02.

المصدر: عثمان محمد غنيم وماجدة أحمد أبو زنط، التنمية المستدامة :فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها، دار صفاء، عمان، الأردن، 2006 ، ص 34.

2.3. تعريف التنمية المستدامة

حتى نعطي المصطلح تعريفه الأوفى،سنقوم بتعريف كل من التنمية والإستدامة، فالتنمية تعرف على أنها " عملية شاملة مستمرة إقتصادية وإجتماعية وثقافية وسياسية تهدف إلى تحقيق تقدم مستمر في حياة الأفراد ورفاهيتهم، وذلك من خلال مساهمة جميع أفراد المجتمع وعلى أساس التوزيع العادل لعائداتها "[1] أما معنى الاستدامة فتعرف على أنها" ضمان ألا يقل الاستهلاك مع مرور الزمن وتدفقه وتحقيق المنفعة العامة"[2] كما تعرف أيضا على أنها "استمرارية الموارد الطبيعية لأجيال الحاضر والمستقبل والمحافظة على خصائصها"[3]

لقد ظلت التنمية لفترة طويلة مرتبطة فقط بالمفهوم الإقتصادي، على وجه التحديد أي أن هناك تركيز مكثف على البعد الإقتصادي وإهمال واضح للأبعاد الأخرى أي لا حديث عن التنمية الإجتماعية ولا البيئية ، وهو ما فسره ترتيب الدول من ناحية التنمية وفق مؤشرات إقتصادية بحتة وهو ما لا يعطي نتائج صحيحة، فهناك دول لديها معدلات نمو إقتصادية عالية غير أنها لا تولي إهتماما بباقي الجوانب وهو ما دفع إلى البحث عن مفاهيم أوسع مرورا بالتنمية الاجتماعية والبشرية ووصولا إلى التنمية المستدامة[4].

للتنمية المستدامة عدة تعاريف أهمها: التنمية المستدامة هي:

<u>تعريف 1</u>: تعريف الأمم المتحدة التنمية المستدامة من خلال تقرير اللجنة العلمية للبيئة والتنمية سنة 1987بأنها "**تلك التنمية التي تلبي حاجيات الحاضر دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة في تلبية حاجاتهم**".[5]

[1] خالد مصطفى قاسم،إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، جامعة الدول العربية ، القاهرة ،2007، ص19.
[2] المرجع نفسه ، ص19.
[3] تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، مرجع سابق ، ص 15.
[4] عبد الله بن عبد الرحمن البريدي ، مرجع سبق ذكره، ص 27.
[5] المرجع نفسه، ص 16.

تعريف2: "هي مجموعة السياسات والإجراءات التي تتخذ للإنتقال بالمجتمع إلى وضع أفضل باستخدام التكنولوجيا المناسبة للبيئة ، لتحقيق التوازن بين بناء الموارد الطبيعية وهدم الإنسان لها في ظل سياسة محلية وعالمية للمحافظة على هذا التوازن" [1]

تعريف 3: " التنمية المستدامة هي ضرورة استخدام الموارد الطبيعية غير المتجددة بطريقة لا تؤدي إلى فنائها أو تدهورها ، أو تؤدي لإلى تناقص نصيب الأجيال القادمة منها، وذلك بالمحافظة على رصيد ثابت من الموارد الطبيعية مثل التربة والمياه الجوفية والمعادن والكتلة البيولوجية"[2]

من خلال التعريفات السابقة وغيرها من تعريفات التنمية المستدامة يمكننا أن نميز بينها حسب طبيعة الجهة التي تعرفها، فمن وجهة النظر الإقتصادية تعني التنمية المستدامة إستمرارية و تعظيم الرفاه الإقتصادي بأطول فترة ممكنة أمّا قياس هذا الرفاه فيكون عادة بمعدلات الدّخل و الأستهلاك و يتضمّن ذلك الكتير من مقومات الرفاه الإنساني متل : الطعام والمسكن والنقل والملبس والصحّة والتعليم ، وهي تعني الأكتر نوعية من كلّ هذه المكونات أمّا الإقتصاديون المهتمون بالبيئة، فهم يركزون على ما يسمى (الرأسمال الطبيعي) و الذي يعني بعض الموارد الطبيعية ذات القيمة الإقتصاديّة والتي هي أساس النظام الإقتصادي فعليا مثل النباتات ،التربة،الحيوان ، الأسماك ، و أساس النظام البيئي الطبيعي مثل : تنظيف الهواء و تنقية المياه.

أما من وجهة النظر البيئية، فيعرف البيئيون التنمية المستدامة من خلال تركيزهم على مفهوم الحدود البيئية و التي تعني أن لكل نظام طبيعي حدودا معينة لايمكنه تجاوزها بالإستهلاك، و أي تجاوز لهذه القدرة الطبيعية تعني تدهورا في النظام البيئي دون رجعة ، فإنّ الإستدامة من المنظور البيئي هو وضع حدود أمام الإستهلاك و النمو السكاني و التلوت و أنماط الإنتاج البيئية و إستنزاف المياه و قطع الغابات و إنجراف التربة.

من جهة اخرى نجد أن المنظور الإجتماعي للتنمية المستدامة يرى بأن الإنسان هو جوهر التنمية وهدفها النهائي و يركز على العدالة الإجتماعية و مكافحة الفقر و توزيع الموارد وتقديم الخدمات الإجتماعي الرئيسية إلى كلّ المحتاجين لها بالإضافة إلى أهمية مشاركة الشعوب في إتّخاد القرار و الحصول على المعلومات التي تؤثّر على حياتهم بشفافية ودقّة.

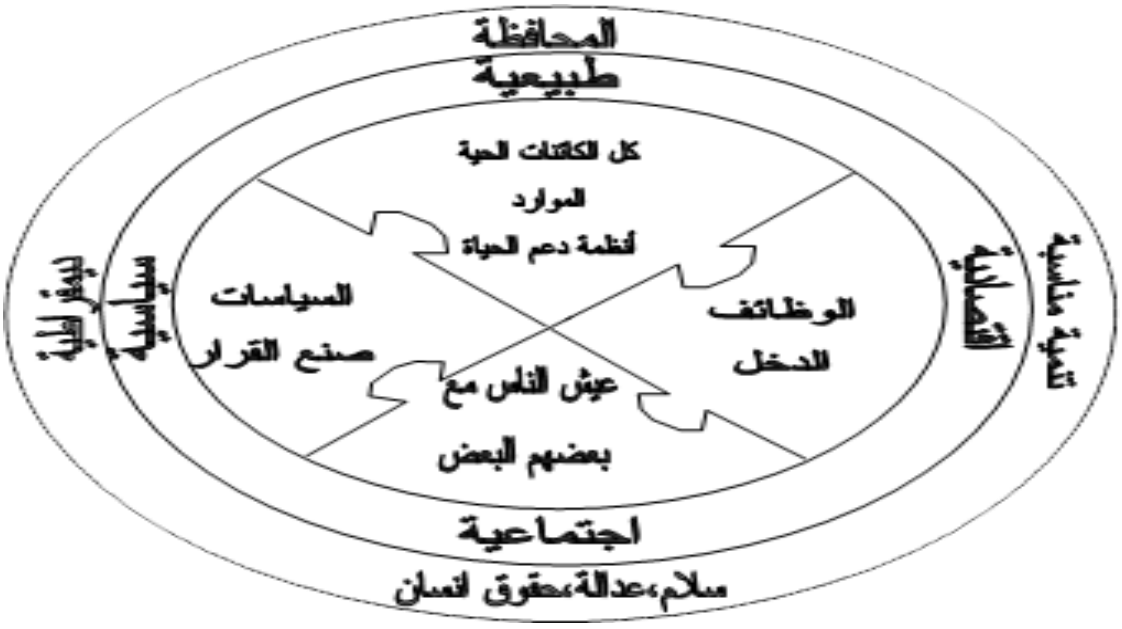
[1] مدحت أبو النصر وياسمين مدحت، التنمية المستدامة مفهومها وأبعادها ومؤشراتها، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة ، 2017، ص 81.
[2] محمد خليل محمود أحمد، المشروعات الصغيرة مدخل للتنمية المستدامة، دار حميترا للنشر والترجمة، القاهرة ، 2018، ص 58.

ومنه يمكن تعريف التنمية المستدامة بأنها تلك التنمية التي تهيئ للجيل الحاضر الأساسية والمشروعة دون أن يخلّ بقدرة المحيط الطبيعي على أن يهيئ للأجيال التالية متطلباتها أي إستجابة التنمية لحاجات الحاضر، دون مساومة على قدرة الأجيال المقبلة على الوفاء بحاجاته.

3.3. أبعاد التنمية المستدامة

للتنمية المستدامة أربعة أبعاد أساسية لا تتم إلا بتحقيقها مجتمعة، فالبعد الإقتصادي هو الذي يتعلق بالجوانب الإقتصادية للتنمية، والبعد الإجتماعي فيخص الحياة الإجتماعية للأفراد وما يحتاجونه من أجل الوصول للعدالة الإجتماعية، أما البعد البيئي فيعطي الأهمية للبيئة والمحيط حتى يكون قابلا للعيش، واخيرا البعد السياسي والذي يخص حقوق المواطنين في الديمقراطية والمشاركة وغيرها من الحقوق التي تضمن حقوقهم السياسية

الشكل 6 يوضح أبعاد التنمية المستدامة



المصدر: الموقع الرسمي لوزارة البيئة لجمهورية مصر العربية http://www.eeaa.gov.eg/ar-eg/ **تاريخ الزيارة**

2018/01/12.

أ. البعد الاقتصادي

يتعلق بإنتاج ما يغطي جميع حاجيات الإنسان الأساسية ويحسن رفاهيته ومستوى عيشه، وهذا يستدعي تطوير القدرات الإنتاجية والتقنيات المتاحة عبر دعم البحث العلمي وتحفيز المقاولات على الاستثمار، وتبني أساليب الإنتاج والإدارة الحديثة من أجل مضاعفة الإنتاجية .

يسعى هذا البعد إلى زيادة رفاهية المجتمع إلى أقصى حد، والقضاء على الفقر من خلال استغلال الموارد الطبيعية على النحو الأمثل ويتحقق ذلك من خلال إيقاف تبديد الموارد الطبيعية، و تقليص تبعية البلدان النامية، و المساواة في توزيع الموارد و الحد في تفاوت مستوى الدخل،[1] أي أن البعد الإقتصادي يتعلق برفع مؤشرات كل من التنمية الإقتصادية و التنافسية والنمو الإقتصادي والإبداع والتنمية الصناعية وكل مايتعلق بها[2].

ب. البعد الاجتماعي

يكون بضمان نمو مُدمِج عبر توزيع عادل للثروة وللموارد ومنظومة ضريبية عادلة، وإرساء نظام حماية اجتماعية يوفر الحق لجميع أفراد المجتمع بدون تمييز في الحصول على الخدمات الصحية وتأمينهم ضد أخطار الحياة.، ويتضمن هذا البعد أن تأخذ التنمية المستدامة في إعتبارها سعادة الإنسان بتحسين نوعية حياته، وتوفير فرص العمل له، وكذلك توجيه الجهود للإستثمار في رأس المال البشري بترقية الصحة والتعليم ، وزيادة معارف ومهارات البشر من اجل مساعدتهم على تحسين أدائهم في العمل الإنتاج[3].

ج. البعد البيئي

يركز البعد البيئي للتنمية المستدامة على العمل على الحد من الآثار الضارة للأنشطة الإنتاجية على البيئة،والاستهلاك الرشيد للموارد غير المتجددة، والسعي إلى تطوير استعمال مصادر الطاقة المتجددة وإعادة تدوير المخلفات، وانتهاج التخطيط البيئي بهدف الوصول الي بيئة حياتية ذات نظام ايكولوجي متزن ومتنوع تستثمر عبقرية المكان والإنسان .

[1] أحمد جلال، الأبعاد الإقتصادية للمشاكل البيئية وأثر التنمية المستدامة، دار المنهل الطباعة والنشر، بيروت ، 2017، ص 265.
[2] حمزة الجبالي، التنمية المستدامة استغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، دار عالم الثقافة للنشر، عمان ، 2016، ص 22.
[3] مدحت ابو النصر وياسمين مدحت، مرجع سبق ذكره، ص 104.

يشكل البعد البيئي محورا أساسيا لكافة القطاعات التنموية والإقتصادية بشكل يحقق أمن الموارد الطبيعية، ويدعم عدالة استخدامها والإستغلال الأمثل لها والإستثمار فيها، بما يضمن حقوق الأجيال القادمة فيها ويعمل علي تنويع مصادر الإنتاج والأنشطة الاقتصادية ويساهم في دعم التنافسية وتوفير فرص عمل جديدة والقضاء علي الفقر ويحقق عدالة إجتماعية مع توفير بيئة نظيفة وصحية وآمنة للإنسان[1]

د. البعد السياسي للتنمية المستدامة

يتعلق البعد السياسي للتنمية المستدامة بضمان الحقوق السياسية للمواطنين، والمتمثلة أساسا في حق الشعب في اختيار من يحكمه، وبكل ديمقراطية، وأن يكون الحاكم قابلا خاضعا للمساءلة، ويتصرف بشفافية ومسؤولية، كما أن حرية التعبير لابد أن تكون محفوظة، بالإضافة ضمان المساواة بين الجميع.

إن العملية التنموية لا يمكن أن تتم إلا بإدراج هذا البعد، فمهما كانت التنمية الإقتصادية مزدهرة في بلد ما ، ورافقتها في ذلك التنمية الإجتماعية والبشرية، مع مراعاة الجوانب البيئية، إلا أن هذه العملية التنموية لن تتواصل ولن تحقق الإستدامة إلا بتوفير جميع الحقوق السياسية المشار إليها، وهو ما يجعل من السياسات رشيدة، فتتواصل العملية بنجاح ، ونصل إلى تحقيق التنمية المستدامة.

4. خصائص التنمية المستدامة

تتميز التنمية المستدامة بمجموعة من الخصائص تجعل منها عملية شاملة ومتواصلة أهمها[2]:

أ - **التنمية المستدامة تنمية طويلة الأمد**: لأنها تأخذ بعين الاعتبار حقوق الأجيال القادمة في موارد الأرض وتسعى إلى حمايتها .

ب - **التنمية المستدامة تسعى لإشباع حاجات الأفراد المختلفة**: حيث أنها تلبّي احتياجات الفرد الأساسيّة والضروريّة من الغذاء، والكساء، والحاجات الصحيّة والتعليمية التي تؤدّي إلى تحسين الأوضاع الماديّة والاجتماعيّة للبشر دون الإضرار بالتنوّع الحيويّ، وهذا من أولويّاتها فعناصر البيئة منظومةٌ متكاملةٌ والحفاظ على التوازن ما بين هذه العناصر يوّفر بيئةً صحيةً للإنسان .

[1] البعد البيئي، وزارة التخطيط والمتابع والإصلاح الإداري لجمهورية مصر العربية، من الموقع http://mpmar.gov.eg/stratiges/index
[2] محمد فتحي الدعدع، مراحل تطور مفهوم التنمية المستدامة، من الموقع http://ioverview.info/watch/nbovwX48Mms

- **ت - التنمية المستدامة تهدف إلى حفظ البيئة:** فهي تسعى إلى المحافظة على عناصر المحيط الحيوي ومركباته الأساسيّة، مثل: الهواء والماء، حيث تشترط الخطط عدم استنزاف الموارد الطبيعيّة في المحيط الحيويّ، وذلك برسم الخطط والاستراتيجيات التي تحدّد طرق استخدام هذه الموارد مع المحافظة على قدرتها على العطاء.
- **التنمية المستدامة تعتمد على التنسيق بين سلبيّات استخدام الموارد وتشجيع الاستثمارات:** حيث تعمل على تشجيع الاستثمار بتحقيق الأبعاد الإقتصادية وذلك بانسجامٍ داخل منظومة البيئة، أي دون الإضرار بها بما يحقّق التنمية المتواصلة المنشودة.

ثانيا: أهداف التنمية المستدامة والطاقة

وضعت هيئة الأمم المتحدة مجموعة من الهداف سمتها أهداف الألفية الإنمائية ، تتعلق هذه الأهداف بعدة مجالات تمس بطريقة مباشرة حياة الإنسان، وهناك هدف مهم يتعلق بالطاقة وهو ما سنتناوله

1. أهداف التنمية المستدامة

وضعت لأول مرة أهداف التنمية المستدامة عام 1972 عندما اجتمعت الحكومات تحت رعاية مؤتمر الإنسان والبيئة التابع للأمم المتحدة للنظر في حقوق الإنسان في بيئة سليمة ومنتجة،ثم توالت المؤتمرات حتى صدور الوثيقة الختامية لمؤتمر قمة الألفية الثالثة للأمم المتحدة عام 2000التي أسست الأهداف الإنمائية للألفية ، وكان من المفترض أن يتم تحقيق أهداف الألفية الإنمائية بحلول العام 2015، لكن لم يتم ذلك، ونظرا للحاجة لخطه لمتابعه تطور الأهداف ما بعد عام 2015 ، بدأت المناقشة مبكرا على جدول أعمال للتنمية المستدامة، حيث وضعت صيغته النهائية في جويلية 2014، وفي أوت 2015 وافقت 193 دولة على الأهداف السبعة عشر للتنمية المستدامة التالية1:

أ- إنهاء الفقر بكل أشكاله في كل مكان.

ب- إنهاء الجوع، تحقيق الأمن الغذائي وتحسين التغذية وتعزيز الزراعة المستدامة.

[1] موقع أهداف التنمية المستدامة ، الأمم المتحدة http://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/sustainable-development-goals/

ت- ضمان حياة صحية وتعزيز الرفاه للجميع من جميع الأعمار.

ث- ضمان تعليم ذو جودة شامل ومتساوي، وتعزيز فرص تعلم طوال العمر للجميع.

ج- المساواة بين الجنسين، وتمكين جميع النساء والفتيات.

ح- ضمان الوفرة والإدارة المستدامة للمياه والصحة للكل.

خ- طاقة متجددة وبأسعار معقولة، بضمان الحصول على الطاقة الحديثة والتي يمكن الاعتماد عليها والمستدامة للجميع.

د- تعزيز النمو الاقتصادي النامي والشامل والمستدام والتوظيف الكامل والمنتج بالإضافة إلى عمل لائق للجميع.

ذ- بناء بنية تحتية مرنة وتعزيز التصنيع الشامل والمستدام وتعزيز الابتكار.

ر- تقليل عدم المساواة في داخل الدول وما بين الدول وبعضها البعض.

ز- جعل المدن والمستوطنات الإنسانية شاملة وآمنة ومرنة ومستدامة.

س- الاستخدام المسؤول للموارد، وضمان الاستهلاك المستدام وأنماط الإنتاج.

ش- التصرف العاجل لمكافحة التغير المناخي وتأثيراته.

ص- الاستخدام المُحافظ والمستدام للمحيطات والبحار والموارد البحرية للتنمية المستدامة.

ض- الاستخدام المستدام للأرض، وذلك بحماية واستعادة وتعزيز الاستخدام المستدام للنظم الإيكولوجية الأرضية، إدارة الغابات بصورة مستدامة ومكافحة التصحر ووقف تدهور الأراضي واستعادتها ووقف فقدان التنوع البيولوجي.

ط- السلام والعدالةعن طريق تعزيز الجمعيات المُسالمة والشاملة للتنمية المستدامة، وتوفير الحصول على العدالة للجميع وبناء مؤسسات فعالة وقابلة للمحاسبة وشاملة على كافة المستويات.

ظ- الشراكة من أجل التنمية المستدامة بتقوية وسائل تنفيذ وإعادة تنشيط الشراكة العالمية للتنمية المستدامة.

2. الطاقة المستدامة

إن إدراج الهدف 7 من أهداف التنمية المستدامة المتعلق بالطاقة، ضمن الخطة الجديدة أمر يدل على أن الأمم المتحدة ودولها الأعضاء لها رغبة في التوجه نحو فكر جديد ، وسياسة جديدة تهتم فعلا بالطاقة المستدامة، أو الطاقة التي يمكن الحصول عليها بسهولة ودون أن أن تسبب ضررا للبيئية، فقد ظلت الطاقة تشكِّل جزءاً من الحوار العالمي على مدار عقود من الزمن. وما تسطير هذا الهدف ضمن أهداف المم المتحدة إلا تتويج لهذا الحوار.

إن الهدف 7 الذي يرمي إلى "ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة" يسعى إلى إيجاد حل لعدم الكفاءة النسبي للطاقة التقليدية، زيادة على السعي إلى العمل على تجنب آثارها المدمِّرة على تغيُّر المناخ ، ومن أجل فهم الطاقة المستدامة المذكورة في الهدف رقم 7 من أهذاف الأمم المتحدة، علينا أن ننظر إلى غاياته المحددة بوضوح بالنسبة لعام 2030 والتي تتمثل في1 :

أ- ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة

ب- تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مجموعة مصادر الطاقة العالمية

ت- مضاعفة المعدل العالمي للتحسن في كفاءة استخدام الطاقة

ث- تعزيز التعاون الدولي من أجل تيسير الوصول إلى بحوث وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بما في ذلك تلك المتعلقة بالطاقة المتجددة، والكفاءة في استخدام الطاقة وتكنولوجيا الوقود الأحفوري المتقدمة والأنظف، وتشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة وتكنولوجيا الطاقة النظيفة

ج- توسيع نطاق البُنى التحتية وتحسين مستوى التكنولوجيا من أجل تقديم خدمات الطاقة الحديثة والمستدامة للجميع في البلدان النامية، وبخاصة في أقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية، والبلدان النامية غير الساحلية، وفقاً لبرامج الدعم الخاصة بكل منها على حدة

[1] هدف التنمية المستدامة 7 والتنمية المستدامة للطاقة في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، مجلة وقائع الأمم المتحدة، العدد 3 من المجلد الثاني والخمسين، 2015، من الموقع https://unchronicle.un.org/ar/article/1956

ثالثا: دور الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

تلعب الطاقات المتجددة دورا مهما في تحقيق البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة، فبالنسبة للدول المنتجة للنفط والغاز تعتبر الطاقات المتجددة طاقويا بديلا مهما يمكنها من زيادة العمر الإفتراضي لهذه الثروات هذا من جهة، من جهة أخرى يمكن للطاقات المتجددة أن تضمن الموارد المالية التي كانت توفرها الطاقات التقليدية لكون هذه الطاقات مجدية إقتصاديا بالنسبة للدول المنتجة للنفط والغاز، أما بالنسبة للدول المستوردة للطاقات التقليدية فبإمكانها خلق مصادر جديدة للطاقة تغنيها عن الإستيراد والتبعية للدول المنتجة.

كما أن مشاريع الطاقات المتجددة شانها كشأن باقي المشاريع الإقتصادية من شأنها خلق مناصب شغل وزيادة الثروة ورفع معدلات النمو وزيادة الناتج الخام، وهذه المؤشرات كلها تدعم المتغيرات الكلية للإقتصاد، وهو ما يقودنا إلى تحقيق البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة.

إن استخدام الطاقة المتجددة يخفض غازات الاحتباس الحراري في العالم بحسب نصيب الفرد ذلك أن العالم اليوم يواجه أكتر التحديات صعوبة على مر التاريخ و المتمثلة في الارتفاع الملحوظ في درجات الحرارة نتيجة الثلوت الذي أحدثه الإنسان بفعالياته المختلفة.و على عكس ذلك فإن لاستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاث تلك الغازات و منه الثلوت البيئي ، و في تقرير أصدرته شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن 21 يقول بأنه يجب أن تلعب الطاقة المتجددة دورا رئيسيا في إمدادات الطاقة العالمية و ذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية و الاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطرا و بالتالي يمكن القول بأن الطاقات المتجددة لها أهمية بالغة في حماية البيئة باعتبارها طاقة غير ناضبة و توفر عامل الأمان البيئي1.

تتضح العلاقة بين التنمية البشرية والطاقة من خلال الارتباط القوي بين متوسط ستهلاك الفرد من الطاقة ومؤشر التنمية البشرية وخاصة في الدول النامية، كما يؤدي استهلاك الفرد من مصادر الطاقة التجارية دورا هاما في تحسن مؤشرات التنمية البشرية عن طريق تأثيرها في تحسين خدمات التعليم والصحة وبالتالي

[1] محمد طالبي ،أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة من أجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث، العدد 06، جامعة ورقلة، سنة 2008 ص 205.

مستوى المعيشة، وتعطي الكهرباء صورة واضحة حول ذلك، إذ تمثل مصدرا لا يمكن استبداله بمصدر آخر للطاقة في استخدامات كثيرة كالإنارة، التبريد والتكييف وغيرها[1].

خلاصة

تلعب الطاقة دورًا جوهريًا في تحقيق التنمية المستدامة، حيث تعد عنصرًا أساسيًا في دعم النمو الاقتصادي، تحسين جودة الحياة، وحماية البيئة. تعتمد القطاعات المختلفة، مثل الصناعة، الزراعة، النقل، والخدمات، على الطاقة لضمان الإنتاج والاستمرارية، مما يجعل توفرها بشكل مستدام شرطًا أساسيًا لتحقيق التنمية طويلة الأمد.

يساهم استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة المائية، في تقليل الانبعاثات الكربونية والحد من تأثير التغيرات المناخية، مما يساعد في الحفاظ على البيئة للأجيال القادمة. كما أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة يقلل من الهدر، ويضمن استغلال الموارد بشكل أكثر مسؤولية، مما يؤدي إلى تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية.

على المستوى الاجتماعي، توفر الطاقة فرصًا جديدة للتعليم والصحة، حيث تساهم في تشغيل المدارس والمستشفيات، وتساعد على تحسين الخدمات الأساسية، مما يؤدي إلى رفع مستوى المعيشة في المجتمعات. كما أن الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المستدامة يعزز من خلق فرص العمل، ويدعم الابتكار في مجالات التكنولوجيا والاقتصاد الأخضر.

لذلك، يعد تبني سياسات طاقوية مستدامة أمرًا ضروريًا لضمان أمن الطاقة، وتحقيق تنمية عادلة ومتوازنة، تسهم في تحسين رفاهية الشعوب مع الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

أسئلة للمناقشة.

السؤال الأول: ما العلاقة بين الطاقة المتجددة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة؟

السؤال الثاني: كيف يمكن للطاقة المتجددة المساهمة في الحد من الاحتباس الحراري والتغير المناخي؟

السؤال الثالث: ناقش الآثار السلبية للطاقات التقليدية على البيئة، والحلول التي تقدمها الطاقات المتجددة.

[1] فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، العدد 11، جامعة ورقلة، 2012، ص 151.

الخاتمة:

يعد اقتصاد الطاقة عنصرًا محوريًا في استقرار ونمو الاقتصاد العالمي، حيث يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالإنتاج الصناعي، التنمية المستدامة، والتوازن البيئي. إن تحقيق كفاءة اقتصادية في قطاع الطاقة يتطلب سياسات متوازنة تعزز من استغلال الموارد بأقصى درجة ممكنة، مع تقليل التكاليف وتعزيز الابتكار التكنولوجي. كما أن التحولات في أسواق الطاقة تؤثر بشكل كبير على الاقتصادات الوطنية، مما يستدعي اتباع استراتيجيات مرنة تتكيف مع التغيرات العالمية.

يمثل التحول الطاقوي تحديًا وفرصة في آن واحد، حيث يسعى العالم للانتقال من مصادر الطاقة التقليدية الملوثة إلى مصادر متجددة أكثر استدامة. ويتطلب هذا التحول استثمارات ضخمة في البنية التحتية، البحث والتطوير، ووضع سياسات داعمة للطاقة النظيفة. إضافة إلى ذلك، فإن نجاح هذا الانتقال يعتمد على مدى استعداد الدول لتبني سياسات تدعم الابتكار وتحفز الاستثمارات في التكنولوجيا الخضراء.

من جهة أخرى، فإن التحديات التي تواجه التحول الطاقوي تشمل التكاليف المرتفعة، الحاجة إلى تطوير شبكات طاقة حديثة، والتعامل مع تقلبات العرض والطلب على مصادر الطاقة الجديدة. كما أن بعض الدول الغنية بالوقود الأحفوري تواجه صعوبة في تقليل الاعتماد على هذه المصادر، مما يستدعي توازنًا دقيقًا بين تحقيق الأهداف البيئية والحفاظ على الاستقرار الاقتصادي.

و تقدم السياسات المستدامة حلولًا عملية لدعم التحول الطاقوي، مثل دعم الطاقات المتجددة، وضع تشريعات بيئية تحفز الاستثمار في التكنولوجيا النظيفة، وتعزيز التعاون الدولي في مجال البحث والابتكار. علاوة على ذلك، يمكن للحكومات والشركات العمل معًا لتطوير حلول تخزين الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها، مما يقلل من الأثر البيئي ويحقق فوائد اقتصادية طويلة الأمد.

مما سبق يمكن القول ان اقتصاد الطاقة والتحول الطاقوي من أهم القضايا التي تواجه العالم اليوم، إذ يرتبطان بمستقبل التنمية المستدامة وأمن الطاقة العالمي. ويتطلب تحقيق تحول ناجح في قطاع الطاقة نهجًا متكاملًا يجمع بين التقدم التكنولوجي، السياسات الداعمة، والتعاون الدولي. من خلال هذه الجهود المشتركة، يمكن بناء نظام طاقوي أكثر استدامة ومرونة، قادر على تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية.

قائمة المراجع

أولاً :الكتب

1. أحمد مدحت إسلام، *الطاقة ومصادرها المختلفة*، مؤسسة الأهرام، الطبعة الثانية، القاهرة، 1996.
2. أمينة مخلفي، *محاضرات حول مدخل إلى الاقتصاد البترولي*، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2013.
3. أمينة مخلفي، *أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات*.
4. باقر كرجي الجبوري، *محاضرات في طرق الحفر الاستكشافي وعلاقات النفط*، جامعة الكويت، بدون سنة.
5. بيوار خنسي، *البترول أهميته مخاطره وتحدياته*، دار تاراس، أربيل، العراق، 2006.
6. حاتم عبد المنعم أحمد عبد اللطيف، *تقييم الأثر البيئي لمشروعات التنمية والقرارات من المنظور الاجتماعي*، بورصة الكتب، القاهرة، 2016.
7. حمدي أبو النجا، *تكنولوجيا تحويل الغاز الطبيعي إلى أنواع السوائل البترولية*، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2010.
8. حمزة الجبالي، *التنمية المستدامة: استغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة*، دار عالم الثقافة، عمان، 2016.
9. حسين عبد الله، *الغاز والطاقة النووية والتغير المناخي من منظور اقتصادي*، دار المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2011.
10. جميل عبد الله محمد المصري، *حاضر العالم الإسلامي وقضاياه المعاصرة*، دار العبيكان، الرياض، 2018.
11. حسان خضر، *أسواق النفط العالمية*، سلسلة جسر التنمية، العدد 57، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 2006.
12. خالد مصطفى قاسم، *إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة*، جامعة الدول العربية، القاهرة، 2007.
13. رانيا محمد، *البترول*، مركز المنشاوي للدراسات والبحوث.
14. عبد القادر هاني، *النفط وعصر القوة*، دار غيداء، عمان، 2012.
15. عبد الله بن عبد الرحمن البريدي، *التنمية المستدامة: مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها*، دار العبيكان، الرياض، 2015.
16. عبد الله يوسف كافي، *التنمية المستدامة*، دار الأكاديميون، عمان، 2017.
17. فتحي أحمد الخولي، *الموارد النفطية*، الجزء الثاني، الطبعة الخامسة، دار زهران للنشر، جدة، 1997.

18. كارل بيلني و جيرارد ريد، ترجمة أسماء عليوة، *لعبة الطاقة الكبرى*، مجموعة النيل العربية، القاهرة، 2014.
19. كولن كامبل وآخرون، ترجمة عدنان عباس علي، *نهاية عصر البترول*، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 2004.
20. محمد أبو القاسم محمد، *الآثار الإيجابية لاستخدام الغاز الطبيعي*، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، عدد 33، 2009.
21. محمد رضا الشوك وحيدر علي الدليمي، *أهمية النفط في الحياة الاقتصادية*، الحوار المتمدن، عدد 3225.
22. محمد سعيد حمدان، *العلاقات العراقية السعودية بين 1914–1953*، دار يافا للنشر، عمان، 2013.
23. محمد فتحي الدعدع، *مراحل تطور مفهوم التنمية المستدامة*.
24. محمد محروس إسماعيل، *اقتصاديات البترول والطاقة*، ديوان المطبوعات الجامعية، مصر، 1988.
25. محمد منير مجاهد، *مصادر الطاقة في مصر وآفاق تنميتها*، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2002.
26. مروان عبد القادر أحمد، *الطاقة المتجددة*، دار الجنادرية، عمان، 2016.
27. مهدي أحمد رشيد، *جغرافيا النفط*، دار الجنادرية، عمان، 2015.
28. مصطفى يوسف كافي، *التنمية المستدامة*، دار الأكاديميون، عمان، 2017.
29. هشام بشير وعلاء الضاوي سبيطة، *حماية البيئة والتراث الثقافي في القانون الدولي*، .2013

ثانياً :مقالات ودوريات

1. أمجد محمد ناجي قاسم، *الأسس الكيميائية والمقاييس الفيزيائية لتصنيف النفط الخام*، مجلة القافلة، شركة أرامكو السعودية، مجلد 61، عدد 1، 2012.
2. جهاد عودة، *مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة*، دار المكتب العربي للمعارف، القاهرة، 2014.
3. فروحات حدة، *الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر*، مجلة الباحث، عدد 11، جامعة ورقلة، 2012.
4. محمد طالبي، *أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة من أجل التنمية المستدامة*، مجلة الباحث، عدد 6، جامعة ورقلة، 2008.
5. محمد مصطفى الخياط وماجد كرم الدين، *الطاقة المتجددة: الحاضر ومسارات المستقبل*، ورشة عمل، مؤسسة هانس زايدال الألمانية، 2007.
6. مدحت أبو النصر وياسمين مدحت، *التنمية المستدامة: مفهومها وأبعادها ومؤشراتها*، المجموعة العربية للتدريب والنشر، 2017.

7. محمد خليل محمود أحمد، *المشروعات الصغيرة: مدخل للتنمية المستدامة*، دار حميترا، القاهرة، 2018.
8. أحمد جلال، *الأبعاد الاقتصادية للمشاكل البيئية وأثر التنمية المستدامة*، دار المنهل، بيروت، 2017.
9. حمدي أبو النجا، *تكنولوجيا تحويل الغاز الطبيعي إلى سوائل بترولية*، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2010.

ثالثاً :مواقع إلكترونية

1. موقع وزارة النفط الكويتيةwww.moo.gov.kw :
2. موقع أرامكوwww.aramco.com :
3. موقع الهيئة العامة للبيئةwww.aun.edu.eg :
4. موقع منتدى الدول المصدرة للغازwww.gecf.org :
5. موقع أوبكwww.opec.org :
6. موقع المعرفةwww.marefa.org :
7. موقع بحوثhaidy-research.blogspot.com :
8. موقع الشام سولارwww.chamsolar.com :
9. موقع كنانة أونلاينkenanaonline.com :
10. موقع اليونسكوwww.un.org :
11. موقع اليوم السابع، المقال :*أين يوجد أكبر احتياطي نفط في العالم*، mawdoo3.com
12. موقع المنشاويwww.minshawi.com :
13. موقع فلادلفياphiladelphia.edu.jo :
14. موقع مرافيءwww.marafea.org :
15. موقع دايلي إف إكسdailyfx.com :