د. شيخي بلال جامعة أمحمد بوقرة بومرداس
د. العبسي علي جامعة الشهيد حمة لخضر بالوادي

الملتقى الدولي حول: التنمية المستدامة وإشكالية تمويل الاستثمارات في الطاقات المتجددة
المحور الثاني: الحالة الراهنة وآفاق أسواق الطاقة
الطاقة المتجددة وتحديات تحقيق الاكتفاء والتوازنات الاقتصادية

عنوان المداخلة: مصادر الطاقة المتجددة وأساليب تشجيعها

Renewable energy sources and methods of encouraging

ملخص

مع نهاية القرن الواحد والعشرين واستمرار عملية نضوب الطاقة التقليدية، مثل النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري، أدى بنا إلى التفكير في أسلوب جديد لتعويض الطاقة التقليدية، ولاستغلال هذا ترتب علينا وضع أساليب وبرنامج يتضمن مشاريع رائدة خاصة في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، تمكن هذه المشاريع من تنويع الحافظة الطاقوية التي تعتمد أساسا على الطاقة الأحفورية. مما يستلزم أساليب تشجيعية لزيادة الطاقة المتجددة وتطويرها.

الكلمات الدالة: الطاقة المتجددة، مصادرها، أساليب تشجيج الطاقة المتجددة

Abstract

With the end of the 21st century and the continuation of the process of depletion of traditional energy, such as oil, natural gas and coal, led us to think of a new way of compensating traditional energy. To use this we have developed methods and a program that includes special projects in the field of solar energy and wind, Of the diversification of the energy portfolio, which relies mainly on fossil energy. This requires encouraging methods to increase and develop renewable energy.

Key words: renewable energy, sources, renewable energy

مقدمة:

تعد الطاقة المتجددة من أهم الطاقات في العصر الحديث، فهي بديلة للطاقات التقليدية، إذ لا بد من تشجيعها ووضع اساليب لتشجيع انواعها، والجزائر كباقي الدول تسعى إلى تحقيق الرفاهية جراء استغلال مواردها الطاقوية، قصد الوصول إلى منتوج غي ناضب ومتجدد يكون بديلا للطاقة التقليدية ومتعدد المصادر كالطاقة الشمسية والرياح والمياه والكتلة الحيوية .. وغيرها.

المطلب الأول: الطاقات المتجددة

ويمكن تعريف الطاقة بأنها القدرة على القيام بنشاط ما، وهناك قصور عديدة للطاقة يتمثل اهمها في الحرارة والضوء والصوت، وهناك أيضا الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات، والطاقة الكيميائية التي تنتج من حدوث تفاعلات كيميائية، وهناك الطاقة الكهربائية. الطاقة الكهرومائية، الحركية، الإشعاعية، الديناميكية والذرية.

كما يمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى، من طاقة كيميائية إلى طاقة ضوئية مثلا، والكهربائية إلى حركية. وكمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكن تتحول من صورة إلى أخرى، ولهذا نجد الطاقة هي قدرة المادة للقيام بالشغل (الحركة)، فالطاقة التي تصاحبها حركة يطلق عليها طاقة حركية، والطاقة التي لها صلة بالوضع يطلق عليها طاقة كامنة.

1- تصنيف الطاقة:

وفي هذه الحالة يكمن لنا إعطاء التصنيف التالي للطاقة:

1-1 الطاقة التقليدية أو المستنفذة: وتشمل كل من الفحم والغاز الطبيعي والبترول والمعادن والمواد الكيميائية، وهي مستنفذة لأنه لا يمكن صنعها ثانية أو تعويضها مجددا في زمن قصير.

1-2 الطاقة المتجددة أو النظيفة أو البديلة: وتشمل طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه أو الأمواج والطاقة الجوفية في باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية، والطاقة الهيدروجينية والنووية، وهي طاقات ذات طاقات متجددة عبر الزمن.

2- مفهوم الطاقة المتجددة:

لقد تزايد الاهتمام العالمي حاليا إلى تنويع وتجديد مصادر الطاقة وخاصة المصادر المتجددة(مثل الشمس، الرياح، المصادر المائية)، وذلك لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالزوال ومواجهة التهديدات البيئية (تزايد معدلات الانبعاثات الحرارية) للتغير المناخي التي تتزايد خطرا يوما بعد يوم. كما تتميز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاذ منبعها، فالطاقة المتجددة هي تلك الموارد التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري[1].

وتعد الطاقة المتجددة هي عبارة عن مصادر دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودو أو غير محدودة ولكنها متجددة، وهي نظيفة لا ينتج عن استخدامها تلوث بيئي نسبيا، إذ تعتبر أحد اهم البدائل الصديقة للبيئة والتي يمكن بتعظيم الاعتماد عليها بديلا عن الطاقة التقليدية غير المتجددة تقليل الأضرار التي تتعرض لها بيئة الكرة الأرضية بسبب الاستخدام غير المرشد لمصادر الطاقة التقليدية[2].

كذلك تعني(بالطاقة المتجددة) الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة[3].

كما تعرف على انها تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ، كما تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب، وهي متوفرة في كل مكان على سطح الأرض، ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة[4].

وهناك ثلاث دوافع رئيسية تحفز الدولة إلى الاتجاه نحو الطاقة المتجددة، وهي كالآتي:[5]

الحافز الأول: أمن الطاقة، حيث تشير أغلبية التوقعات إلى أن تضاؤل احتياطات البترول والغاز وازدياد الاستهلاك العالمي الحالي للطاقة سوف يؤدي في النهاية إلى زوال هذا المصدر الحيوي للطاقة، وبالتالي لابد من التفكير من الآن في ايجاد مصادر أخرى بديلة.

الحافز الثاني: والذي يدفع السوق نحو الطاقة المتجددة يتعلق بالقلق من تغير المناخ، فبإمكان الطاقة المتجددة أن تساهم في تأمين احتياجات للطاقة وتقلص في نفس الوقت من انبعاثات للغازات المسببة للاحتباس الحراري، وقد ذكرت عدة مصادر للأنباء أن أكثر من 2000 عالم يتفقون في الرأي على أن كمية الغازات المسببة للاحتباس الحراري، كثاني اكسيد الكربون والميثان، تتزايد في الغلاف الجوي الرقيق المحيط بالكرة الأرضية، وأن هذه الزيادة في كمية الغازات تزيد من ارتفاع درجة الحرارة في العالم، ويعتقد الكثير من هؤلاء العلماء أن ارتفاع درجات الحرارة هذا ينذر بنتائج سلبية وكارثية محتملة، وان الوقت الحاضر هو الاطار الزمني الصحيح لمعالجة هذه المسألة وأن هناك إجراءات يمكن اتخاذها. ومن هذه الاجراءات استعمال طاقة متجددة خالية من الكربون.

الحافز الثالث للسوق: هو كلفة الطاقة المتجددة التي ما فتئت تتقلص منذ عدة عقود، ومن المنتظر أن تستمر تكلفة أنواع معينة من الطاقة المتجددة في الانخفاض، ويمكن إرجاع سبب تقلص تكاليف الطاقة المتجددة إلى تحسيين تكنولوجيات إنتاج الطاقة المتجددة، وسوف يستمر هذا التقلص أثناء نضوب هذه الصناعة.

المطلب الثاني: أساليب تشجيج الطاقة المتجددة

1-الاجراءات الضريبية المتخذة لتشجيع الطاقة المتجددة:

قامت العديد من الدول الأوروبية الاعضاء في الاتحاد الأوروبي باتخاذ إجراءات عدة لتخفيض الغازات الدفيئة المنبعثة منها وذلك عن طريق فرض ضرائب وتقديم دعم وإغراءات مالية لشركاتها الصناعية وكذلك عن طريق تشجيع استعمال الطاقة البديلة. إن من أكثر الدول نشاطا في هذا المجال الدول الإسكافية وبريطانيا وألمانيا. لا تزال هذه السياسات والاجراءات في بدايتها وتقوم الدول الأوروبية بالاستفادة من تجاربها وتجارب الآخرين، وفيما يلي بعض الاجراءات البريطانية التي يمكن ذكرها كنموذج لما يجري والتي يمكن أن تتبعها دول أخرى بإجراءات مماثلة في المستقبل [6].

إن هذه الاجراءات تتمثل في عديد من الأساليب الضريبية منها: ضرائب التغير المناخي، ضرائب الكربون، وضرائب الطاقة وتسعير المشتقات النفطية.

فضرائب الكربون هي إضافة على سعر الوقود الأحفوري وتتناسب مع كمية الكربون المنبعثة عند حرق هذا الوقود. ولقد اعتبرت مثل هذه الضرائب بأنها كفؤة في الحد من الانبعاثات وبالتالي هي ضريبة تشجيعية لاستعمال الطاقة المتجددة.

نظرا إلى أن انبعاثات الكربون تسهم بما يقرب من ثلاثة أرباع أسباب الاحتباس الحراري على المدى الطويل من كافة الغازات الدفينة، فأن فكرة فرض ضريبة عالمية على الكربون وجدت في السنوات الاخيرة من يدافع عنها على أساس أنها الطريقة المثلى المتاحة للمجتمع الدولي لمكافحة تغير المناخ العالمي [7].

إن لضرائب الكربون أدوات مالية لها علاقة مباشرة بالسوق، إذ أنه عندما تفرض الضريبة فإن البضاعة التي يحتاج إنتاجها لاستهلاك كثيف من الطاقة (وبالتالي كثيرا من الانبعاثات) سيرتفع سعرها ويقل ربحها. ونتيجة لذلك فإن قوى السوق ستعمل بصورة كفؤة للحد من استعمالها وبالتالي الحد من الانبعاثات، ولهذه الضرائب تأثيران أحدهما مباشر ناتج من زيادة الأسعار مما يؤدي إلى الاستثمارات الكفؤة والمحافظة على الطاقة والتغير في انواع الوقود وكيفية استعماله والتأثير الآخر غير مباشر عن طريق إعادة تدوير حصيلة الضرائب المتقطعة مما يؤدي إلى تغيرات في هيكلية الاستثمار والاستهلاك وفوائد أفضل للأفراد.

بالإضافة إلى الضرائب على الكربون والغازات المنبعثة فإن هناك ضرائب أخرى لها انعكاسات مباشرة على استعمالات الطاقة وتشجيع الطاقة المتجددة. إن الضرائب على الطاقة بصورة عامة وضرائب المبيعات هي في الواقع ضرائب على الكربون وإن كان من غير الممكن اعتبارها ضرائب مباشرة لأنه لا تقرر حسب محتويات الطاقة من الكربون.

1-1 ضرائب الكربون والطاقة الأوروبية: تعتبر أهم الإجراءات التي اتخذها الجماعة الأوروبية بهدف تثبيت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون سنة 2005 عند مستواه سنة 1990، هو اقتراح بفرض الضريبة على مصادر الطاقة بنسبة 50% تبعا للمحتوى الكربوني لكل مصدر ولا يعفى منها إلا الطاقة الجديدة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والامواج لكن هذه الضريبة لقيت معارضة شديدة ادت إلى إدخال تعديلات عليها بالاعتماد معيارين لقياس القدرة على فرضها وهما[8]:

- نصيب الفرد من إنبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون.
- نصيب الفرد من الانتاج المحلي الاجمالي.

ونظرا لتغلب قوى المعارضة على الضريبة فقدت الكثير من قوتها مستهلة سنة 1994 لكن عادت الفكرة في ماي 1995، إذ وضع مقترحا من ثلاث مراحل حيث تبدأ المرحلة الأولى من 01 جانفي 1996 حتى 31 ديمسبر 1999 لكل دولة عضو حرية فرض ما تراه من ضرائب على كل نوع من أنواع الوقود وتقوم المفوضية الأوروبية في المرحلة الثانية بإعداد تقرير حول ما تحقق فعلا المرحلة الأولى أما المرحلة الثالثة فتبدأ من 01 جانفي 2000 وتقوم على اساس نظام كامل التنسيق للضرائب المفروضة على جميع

مصادر الطاقة في كل دول الاتحاد لايتجاوز 15%، مما يطلقه العالم لكنها في الحقيقة أن ما تطلقه الجماعة الأوروبية من ثاني أكسيد الكربون تفرض هذه الضرائب لكي لا يسوء الوضع التنافسي لمنتجاتها في الأسواق العالمية نتيجة لارتفاع تكلفة الطاقة.

1-2 ضريبة الطاقة الأمريكية: جعلت الجماعة الأوربية بعد مؤتمر قمة الأرض 1992 تعلق سريان ضريبة الكربون على شرط قيام الولايات المتحدة واليابان بتطبيق إجراءات يكون لها من الأثار المالية والبيئية مثل ما تحققه ضريبة الكربون إذ أن اهداف الضريبة الأمريكية[9]، تختلف عن أهداف الضريبة الأوروبية في أن الأولى تركز على الجوانب المالية بإستخدام حصيلتها في خفض العجز في الميزانية الفيدرالية كما تستهدف ترشيد الاستهلاك ومن ثم خفض الاعتماد المتزايد على استراد البترول في حين تاتي حماية البيئة في مقدمة أهداف الضريبة الأوروبية بالإضافة إلى أن الضريبة الأمريكية تفرض بكاملها على الطاقة بصرف النظر عن محتواها الكربوني.

1-3 الموقف العربي من ضرائب الطاقة الكربونية: اتخذ الجانب العربي موقف الرفض من تلك الضريبة مستندا إلى أنها تلحق خسائر جسيمة بالإيرادات البترولية تقدر بـ 63 مليار دولار سنويا سنة 2000 بالنسبة لدول OPEP * وهناك تقديرات أخرى تضع خسارتها بين 360 و 590 مليار دولار خلال الفترة 2000-2003 [10].

إن مشكلة حرارة الغلاف الجوي لا يمكن مواجهتها بفرض المزيد من ضرائب الطاقة، وإنما بإجراء المزيد من الأبحاث العلمية توصلا لوضع خطط يساهم في تنفيذها كل العالم فقد أدت الاجراءات التمييزية التي تقوم بها الدول الصناعية، من خلال فرض ضرائب على المشتقات البترولية ودعم أنواع أخرى من الوقود الأحفوري كالفحم الحجري إلى الحد من استهلاك البترول وتقليل الطلب عليه، وهي تجني حاليا مبيعاتها للبترول الخام، إن تطبيق هذا الاجراء سيؤدي إلى نقل الاموال من الدول العربية إلى الدول المتطورة، كما سيؤدي الى رفع تكلفة الاستخدام النهائي للطاقة الذي سينعكس على زيادة أسعار الصادرات من الدول الصناعية إلى الدول العربية، وسيؤدي إلى خفض تدفق المساعدات من الدول المنتجة للبترول إلى الدول النامية المثقلة بالديون، كما أن فرض هذه الضريبة سيحول المشاكل البيئية إلى مشكلة للطاقة هذا بالإضافة إلى الآثار على استقرار السياسي والاقتصادي.

1-4 ضرائب على الكربون وضريبة الطاقة: اتخذت اليابان في معالجة مشكلة التلوث البيئي منهجا مختلفا يعتمد على معاقبة مصدر التلوث بالغرامة ويكافئ بالدعم المالي للشركات التي تبذل جهدا للحد من التلوث وذلك تطبيقا لمبدأ(الملوث يتحمل التكلفة)، ربما وجدت الدول المنتجة من المدخل الياباني ما يساند حجتها وأن كانت اليابان تفرض من الضرائب البترولية عموما ما يقربها من مستوى الاتحاد الأوروبي، كما يمكن للدول المنتجة الاستفادة مما قررته وكالة الطاقة الدولية في تقريرها حول ضريبة الكربون، من أن الأهداف البيئية مع استمرار تأمين الطاقة الدولية لا يمكن تحقيقهما دون اعادة تشكيل الهياكل الضريبية المفروضة على الطاقة في المجموعة الصناعية الغربية.

من الضروري أن نفرق بين ضريبة الكربون وضريبة الطاقة، فضريبة الطاقة تفرض على الانتاج أو الاستهلاك من الطاقة، مثلا دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، أو لكل كيلوواط ساعي من استهلاك

الكهرباء بغض النظر من محتواها من الكربون، بينما ضريبة الكربون تتناسب مع محتوى الكربون في الوقود الأحفوري وبالتالي فهي متعلقة بالوقود الذي يحتوي على الكربون فقط، ويقع عبؤها على الفحم أكثر من غيره من أنواع الوقود الأحفوري ولا تتعرض للطاقة للنووية[11].

الجدول رقم(01): الزيادة في تكاليف الانتاج نتيجة فرض ضريبة على الصناعات الكثيفة الاستعمال للطاقة*

الدولة	الزيادة في تكاليف الانتاج %
الولايات المتحدة	28
اليابان	12
استراليا	52
ألمانيا	16
بريطانيا	16

Source: Baron and ECON-Energy(1997).

يتضح من هذا الجدول أن الدول الكثيفة الاستعمال للفحم مثل استراليا تتأثر من حيث الكلفة أكثر من الدول الأخرى. وقد وجد أنه حتى لا يكون هناك تأثيرات كبيرة مباشرة في الاقتصاد فإنه يفضل أن يكون تنفيذ ضرائب الكربون تدريجيا بحيث يعطي وقتا للمستهلكين لخيارات جديدة مما يختلف التأثير السلبي في الاقتصاد.

بالنسبة للطاقة المتجددة فإن مثل هذه الضرائب تقلل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وبالتالي تقلل غاز ثاني اكسيد الكربون الناتج للجو وتحسين من امكانيات الطاقة المتجددة، إلا انه تجب ملاحظة أن الدفيئة العالمية ليست فقط ناتجة من الكربون ويجب من أجل البيئة أن يكون هناك اهتمام مماثل بالغازات الأخرى التي قد تؤدي إلى حدوث الدفيئة العالمية.

2-ضرائب التغير المناخي وتشجيع الطاقة المتجددة(التجربة البريطانية):

جرت زيادة كلفة الطاقة في بريطانيا على المستعملين وذلك من أجل الحد وترشيد استعمالها (وكذلك لغايات الأمن الوطني للطاقة)، وقد فرضت الحكومة ضريبة خاصة على القطاع العام والشركات كثيفة الاستعمال للطاقة وأعفي منها قطاع الطاقة المتجددة وسميت هذه الضريبة بضريبة التغير المناخي.

أعلن رسميا عن هذه الخطة في أفريل 2002 إلا ان الترتيبات الأولية لتطبيقها بدأت من سبتمبر 2001 بأسعار متاجرة بين 4 و6 دولار للطن الواحد من غاز ثاني اكسيد الكربون. إن اسعار المتاجرة الحالية لثاني اكسيد الكربون في الاسواق الأوربية تصل إلى 22.5 أورو (25 دولار) للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون، فالمشاركة في هذه الخطة مفتوحة لمعظم الشركات البريطانية وهو اختياري، والخطة حاليا لا تشمل محطات توليد الكهرباء ولا قطاع النقل أو القطاع المنزلي إلا أنه سيتم شمولها بعد فترة، ولقد قامت الحكومة بتقديم مغريات عديدة للشركات للمساهمة بإعادة الضريبة لها في ظروف خاصة منها التقيد بشروط معينة، ويوجد حاليا حوالي 6000 شركة في بريطانيا قادرة على المتاجرة.

إن هذه الخطة البريطانية هي خطة تجريبية خلال الفترة 2002-2006 والتي يتوقع خلالها أن تكون خطة ريادية للبدء بخطة مماثلة تشمل جميع دول الاتحاد الأوروبي. ويتوقع أن يكون السجل البريطاني للمتاجرة وطنيا هو نفس السجل المتوقع أن يطبق للمتاجرة عالميا بالغازات المنبعثة عام 2008. كذلك فإن الحكومة قد أبدت استعدادها لإعادة 80% من قيمة ضريبة التغير المناخي للشركات التي تحقق نتائج فرضية في تحسيين كفاءة استعمالها للطاقة أو تخفيض الغازات المنبعثة عنها [12].

في الوثيق البريطانية البيضاء للطاقة 2003 التزمت الحكومة البريطانية بتخفيض غازات ثاني اكسيد الكربون المنبعثة منها في عام 2050 بحوالي 60% من مستواه في عام 1990 ومحاولة تخفيض 20% من هذه الانبعاثات في عام 2020، وبحسب توجيهات الاتحاد الاوروبي للطاقة المتجددة فإن الحكومة البريطانية التزمت بإتباع أساليب تؤدي إلى أن تساهم الطاقة المتجددة بما لا يقل عن 10% من انتاج الكهرباء عام 2010 وبـ 20% عام 2020. هذا بجانب ضريبة التغير الناخي. كل ذلك لتخفيض غازات الكربون المنبعثة وتحضير المستهلكين الصناعيين البريطانيين للمشاركة في الخطة الأوروبية للمتاجرة بالغازات المنبعثة والتي بدأ تطبيقها في عام 2005. إن كل هذا يلقى عبئا ثقيلا على محطات توليد الكهرباء التي تستخدم الوقود الأحفوري وخاصة الفحم.

3- معوقات نشر الطاقة المتجددة:

وتتمثل المعوقات التي تجابه نشر الطاقة المتجددة في الآتي:[13]

3-1 معوقات فنية: تتمثل أهمها في ما يلي:

- الفجوة التقنية وغياب الجانب المعرفي في الدول النامية.
- معوقات تسويقية وغياب تعريف المستهلك بتطبيقات الطاقة المتجددة المنزلية(التسخين الشمسي للمياه، الإضاءة،...).
- إنخفاض مستوى خدمات ما بعد البيع (التشغيل والصيانة).

3-2 معوقات تشريعية: تتمثل أهما في:

- فرض الضرائب والجمارك على معدات الطاقة المتجددة.
- محدودية مشاركة القطاع الخاص في انشاء مشروعات لإنتاج واستخدام تطبيقات الطاقة المتجددة.
- قصور التمويل المحلي.

ويمكن القول أنه بات قطاع الطاقة المتجددة على وشك الانطلاق، وستدفع أنواع الطاقة المتجددة المتوفرة تجاريا والقادرة على المنافسة اقتصاديا في الكثير من الأماكن عجلة المصالح العالمية من خلال المساعدة في انهاء إدماننا على النفط والبدء في معالجة مسألة ارتفاع درجة حرارة الأرضية. أي ظاهرة الإحترار العالمي، وقد أصبحت صناعة الطاقة المتجددة متأهبة للدخول في المرحلة الثانية التي سوف تضع استثمارات ضخمة لإنتاجها، حيث نجد الولايات المتحدة قد بلغت 15 مليار دولار على مدى 30 عاما في الأبحاث والتطوير وتجربة تكنولوجيات الطاقة المتجددة موضع الاستخدام في الأسواق.

المطلب الثالث: مصادر الطاقة البديلة والمتجددة

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة أحد أهم البدائل الصديقة للبيئة والتي يمكن بتعظيم الاعتماد عليها بديلا عن الطاقة التقليدية غير المتجددة تقليل الأضرار التي تتعرض لها بيئة الكرة الأرضية بسبب الاستخدام غير المرشد لمصادر الطاقة التقليدية.

وتعد المصادر تلك الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في باطن الأرض[14]، وبتعبير أخر هي عبارة عم مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة متوفرة في الطبيعة بصورة محدودة أو غير محدودة إلا انها متجددة بإستمرار، واستعمالها أو استخدامها لا ينتج أي تلوث للبيئة ففي طاقات نظيفة فنجد مثلا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والماء، والحرارة الجوفية لا ينتج عن استخدامها أي تلوث أما احتراق الكتلة الحية فينتج عنه بعض الغازات، الا انها أقل من تلك الناتجة عن احتراق الطاقات الاحفورية، ذات الاحتياطات التي تكونت منذ ألاف السنين.

أولا: طاقة الرياح، المياه والحرارية الجوفية

1-طاقة الرياح:

لم يتوقف الانسان عند هذا الحد في استعمال الرياح لتسيير السفن الشراعية في الأنهار والبحار، بل اخذ الانسان يفكر في اختراع وتطوير آلات وادوات أخرى يمكنها أن تخدمه في حياته، إذ شكلت الطاقة الهوائية مصرا مهما من المصادر التي استخدمها الانسان عبر تاريخه في أغراض مختلفة كالزراعة والصناعة والنقل، غير انه بعد ذلك أستخدم الطاقة الهوائية في توليد الكهرباء، وإا كان الحديث يدور في يومنا هذا عن الطاقة الهوائية فأن الاشارة غالبا ما تعني استعمال هذه الطاقة في توليد الكهرباء التي يمكن استخدامها بعد ذلك في العديد من الأغراض[15].

1-1 مفهوم طاقة الرياح: وهي الطاقة المتولدة من تحريك ألواح كبيرة مثبتة بأماكن مرتفعة بفعل الهواء، ويتم إنتتاج الطاقة الكهربائية من الرياح بواسطة محركات(أو توربينات) ذات ثلاثة أذرع دوارة تحمل على عمود تعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية، فعندما تمر الرياح على الأذرع تخلق دفعة هواء ديناميكية تسبب في دورانها، وهذا الدوران يشغل التوربينات فتنتج طاقة كهربائية[16].

وبتعبير آخر تنج طاقة الرياح عن عدة عوامل منها التوزيع الغير متساوي للحرارة الشمسية على سطح الأرض بين منطقة الحزام الاستوائي ومناطق القطبية بحث ينتج عنه اختلاف في تسخين الكتل بالغلاف الجوي. ويتأثر سرعة الرياح واتجاهاتها بعدة عوامل منها حركة دوران الأرض وطبيعة تضاريس الأرض. يتم استغلال الرياح بإستعمال مراوح هوائية تحول طاقة الرياح إلى طاقة حركية يتم تحويلها هي الأخرى بإستعمال مولدات إلى طاقة كهربائية، وتستخدم حاليا المراوح ذات ثلاث شفرات بالكفاءة العالية وبشكل واسع في إنشاء حقول طاقة الرياح، إذ وصلت قدرة أكبر مروحة في العالم 6 ميغاواط وطول شفرتها 128 متر، من صنع مؤسسة صينية، وتعد ولاية تكساس الأمريكية الأول في العالم بحيث تستغل مجموعة من حقول

الرياح تبلغ 10 ألاف ميغاواط أي ربع مجموعة قدرة طاقة الرياح بالولايات المتحدة [17]. وفي ما يلي بعض منتوجات الطاقة بفضل الرياح[18]:

1-2 انتاج الطاقة الميكانيكية بفضل الريح: تستعمل المحركات الريحية الميكانيكية في أغلب الأحيان في ضخ الماء، تجر المروحية المكبس الذي يؤدي إلى صعود الماء من باطن الأرض، بداية إن هذه التقنية مناسبة تماما لتلبية الاحتياجيات من الماء من طرف القرى المعزولة.

1-3 إنتاج الكهرباء عن طريق مولدات الهواء: وتعتمد كمية الطاقة المنتجة من توربين الرياح على سرعة الرياح وقطر الذراع، لذلك توضع التوربينات التي تستخدم لتشغيل المصانع فوق أبراج، لأن سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع عن سطح الأرض، ويتم وضع تلك التوربينات بأعداد كبيرة على مساحات واسعة من الأرض لإنتاج كمية أكبر من الكهرباء.

2-طاقة المياه[19]: لقد تركز الجهود الحالية في مجال استغلال حركة المد والجزر على استغلال هذه الحركة للإنتاج الكهرباء، وتقوم الفكرة أن منسوب المياه يرتفع وقت المد وينخفض وقت الجزر، وعلى ذلك فناك فارق في ارتفاع منسوب المياه، وهذا الفارق يشكل مصدرا كبيرا للطاقة خاصة إذا أخذنا بعبين الاعتبار ملايين الأمتار المكعبة من الماء التي تتعرض لهذه الحركة.

ويعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر حتى ذلك الوقت، كان الانسان يستخدم مياه الأنهار في تشغيل بعض النواعير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج ونشر الأخشاب، اما اليوم وبعد أن دخل الانسان عصر الكهرباء، بدا استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية كما نشهد ذلك في الكثير من الدول كالنرويج والسويد وكندا والبرازيل، ومن أجل هذه الغاية، تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وتبني السدود والبحيرات الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من المياه تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة. وتشير التوقعات المستقبلية لهذا المصدر من الطاقة إلى زيادة تقدر بخمسة أضعاف الطاقة الحالية بحلول عام 2020.

وتعود فكرة إنشاء محطات الطاقة من مساقط الأنهار الى أواخر القرن الماضي حوالي عام 1870 حين طرحت فكرة انشاء محطة لتوليد الطاقة عند شلالات (نياجارا)، وقد بدأ العمل في المحطة المذكورة في عام 1886 وتم تشغيلها في عام 1895، وكانت طاقتها تعادل 3.75 ميغاواط، وفي ذلك الوقت كان يجري العمل على إقامة بعض المحطات الأخرى في أوروبا.

تعتمد كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد المائية على حجم كمية الماء وعلى مسافة سقوط الماء، فكلما ارتفعت قيمة أي من العاملين المذكورين ارتفعت قيمة الطاقة الكامنة في المحطة، وتعمل محطات الطاقة المائية بكفاءة عالية تصل إلى 80-90% بالمقارنة مع محطات توليد الطاقة الحرارية التي تستعمل الوقود الأحفوري والتي تعمل بكفاءة لا تزيد عن 30% في العادة.

2-1 المد والجزر: تتعرض الارض إلى تأثيرات قوى الجاذبية من جانب الشمس والقمر وحسب قوانين نيوتن في الجاذبية فإن قوة الجذب بين جسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة

بين مركزي ثقلهما، وتتركز النظرية القائمة على افتراض وجود طبقة مائية تغطي سطح الارض باسم المد التوازني، وتبين هذه النظرية النقطتين الواقعتين على الخط الواصل بين مركزي الأرض والقمر مثلا على طرفي قطر الأرض تتعرضان إلى قوى متساوية لنها مختلفة الاتجاه. وعليه فان منسوب المياه يرتفع في كلا النقطتين في ذات الوقت، أن ارتفاع منسوب المياه هذا لابد وأن يقابله انخفاض في المنسوب في نقاط أخرى، ولذا فان حركة المد في نقطة ما على سطح الأرض يقابلها جزر في نقطة أخرى.

وحسب الحسابات الرياضية لهذه النظرية فان قوى جذب القمر تؤدي الى ارتفاع منسوب المياه بمقدار 35.4 سم في النقطتين الواقعتين على طرفي قطر الأرض الذي يشكل جزءا وامتدادا للخط الواصل بين مركزي الأرض والقمر، اما الشمس فإنها تؤدي الى ارتفاع منسوب المياه بمقدار 16.2 سم، وهذا يعني ان الشمس أقل تأثيرا من القمر في احداث حركة المد على سطح الأرض. أما اقصى انخفاض لسطح الطبقة المائية المفترضة فهو 17.7 سم بالنسبة للقمر 8.3 سم بالنسبة للشمس. ان تأثير الشمس في طلتا الحالتين أقل من تأثير القمر ويساوي حوالي 46% من تأثير القمر.

إن نظرية المد التوازني إذن تعطينا صورة عامة عن طبيعة حركة المياه على سطح الأرض في ظل تأثيرات قوى جذب الشمس والقمر، وتمكننا هذه النظرية من فهم الخصائص العامة لهذه الحركة، وكشكل عام إن حركة المد محكومة بمجموعة من العوامل التي تحدد في النهاية ارتفاع منسوب المياه وأوقات حصول المد، وما اذا كان يحصل مد واحد في اليوم أو أكثر، وتبعا لذلك نشاهد أن ارتفاع المد يختلف من منطقة إلى أخرى، فالبحر الأبيض المتوسط مثلا من المناطق التي لا يرتفع فيها المد إلى ارتفاعات ذات أهمية، ولكن من جانب آخر هناك بعض الخلجان التي يصل ارتفاع المد الى 17 مترا مما يجعلها منطقة ملائمة لمشاريع الطاقة، أما في الخليج العربي فان ارتفاع المد يختلف من منطقة إلى أخرى فهو يصل الى حوالي 4 أقدام عند قطر ويرتفع الى حوالي 11 قدما عند الكويت وقد استطاع العلماء السوفييت انشاء محطة تعمل على ارتفاع للمد يتراوح بين 5–13 قدما مما يدل على أن هناك امكانا لاستغلال هذا المصدر في بعض مناطق الخليج العربي.

2–2 طاقة ملوحة البحر: يتم توليد الطاقة الكهربية بناء على اختلاف نسبة الأملاح بين المياه العذبة ومياه البحر. حيث يتم إنشاء ضغط يؤدي إلى حركة و دوران التوربين فعند التقاء ماء عذب وآخر مالح، يربط بينهما غشاء رقيق حاجز، فينتقل الماء العذب إلى المالح عبر الغشاء مولداً بذلك ضغطا يُستخدم لتحريك التوربين و توليد الكهرباء . فمثلا بنسبة أملاح 3.5 % و بدرجة حرارة 10 سيلسيوس فإن الضغط الناشئ يكون 28 بار، و الذي ينخفض إلى النصف تقريبا داخل المحطة .

وتعتبر الأماكن التي يصب فيها نهر (ماء عذب) في البحر (ماء مالح) أو ملتقى مصبين يختلفان في نسبة أملاحهما، كمجرى المياه العادمة مثلا في النهر هي أنسب الأماكن لإنشاء محطة طاقة إسموزية[20].

2–3 اختيار الاماكن الملائمة[21]: عند التفكير بالاستفادة من طاقة المد في البحار، لابد من اجراء دراسات مفصلة حول مدى جدوى مشاريع الطاقة هذه من وجهة نظر فنية واقتصادية، وأول الأمور الفنية التي يجب

دراستها هي حركة المياه أثناء المد والجزر وحجم الحوض الذي يمكن أنشاؤه. وتتبع أولوية هذين الأمرين من حقيقة ان الطاقة التي يمكن الحصول عليها من مشاريع المد والجزر تتناسب مع ارتفاع منسوب مياه المد فوق مياه البحر من جانب ومع كمية المياه المحجوزة في الحوض من جاني آخر. فقد يحصل مثلا أن تتواجد خزانات طبيعية ملائمة في بعض المناطق لكن دون توفر ارتفاع ملائم لمنسوب المياه أثناء المد، وقد يحدث أن يتوفر ارتفاع عال لمنسوب المياه دون أن تتوفر مناطق تصلح أن تكون خزانات للمياه، في مثل هذه الحالات تقل فرص الاستفادة من طاقة المد، وإذا ما تم التفكير باستغلالها فقد يثبت أن التكلفة الاقتصادية عالية جدا، ومثال ذلك ما إذا انعدم وجود الأحواض الطبيعية وأصبح لزاما انشاء حوض صناعي فان تكلفة انشاء مثل هذا الحوض قد تجعل من انشاء محطة طاقة أمرا مكلفا وليس اقتصاديا.

ولتوفر امكان استغلال مصدر الطاقة للمد هناك شرطان هما:

- أن يكون هناك فارق معتدل بين منسوبي المياه وقت المد والجزر.
- أن تتوفر مناطق طبيعية ملائمة تشكل أحواض احتمالية بحيث يتطلب الأمر سوى سدود بمقاسات معتدلة وتكلفة قليلة.

3- الطاقة الحرارية الجوفية:

يقصد بالطاقة الحرارية الأرضية الجوفية، الحرارة المخزونة تحت سطح الأرض، وهي تزداد مع زيادة العمق، وتخرج من جوف الأرض عن طريق الاتصال والنقل الحراري والينابيع الساخنة والبراكين الثائرة ويمكن استغلالها بالطرق الفنية المتوفرة بصورة اقتصادية، ويتجسد هذا النوع من الحرارة في الماء الساخن والبخار الرطب والجاف، الصخور الساخنة، الحرارة المضغوطة في باطن الأرض وأفضلها البخار الجاف لقدرته الحرارية المرتفعة وعدم تسببه في تآكل المعدات. كما نجد في مناطق عديدة من العالم، نافورات طبيعية أو عيونا للماء الساخن التي تستخدم كحمامات علاجية أو ترفيهية. وقد اجريت أول تجربة لتوليد الكهرباء عن طريق بخار جوف الارض، في ايطاليا عام 1904 بطاقة انتاجية 280 ألف كيلووات. كما توجد محطات توليد كهربائية تعمل بالحرارة الجوفية في المكسيك، ايسلندا، نيوزلندا، اليابان، روسيا والولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى في العالم، حيث بلغ اجمالي طاقة الحرارة الجوفية المركبة فيها 3386 ميغاواط عام 2012[22].

3-1 أنواع الحقول الجيوحرارية: يمكننا ان نقسم الحقول الجيوحرارية إلى ثلاثة انواع بشكل عام[23]:

- حقول البخار الجافة، بحث تكون الطبيعة الغالبة لهذه الحقول هي وجود خزانات من أبخرة الماء على درجات حرارة عالية وتحت ضغوط عالية أيض ويعتبر هذا النوع من الحقول أكثر ملائمة لأغراض توليد الطاقة الكهربائية.
- حقول الماء الساخن، حيث يغلب في هذه الحقول توفر الماء الساخن، وقد يوجد الماء على درجات حرارة عالية وتحت ضغوط عالية أيضا مما يسمح في هذه الحالة بارتفاع درجة حرارة الماء الى أكثر من 100 درجة مئوية دون حدوث الغليان بسبب وجود هذه المياه تحت ضغط عال. بالإضافة الى وجدود نوع

آخر من هذا النوع من الحقول لكن بدرجة حرارة اقل من الغاليان وقد توجد هذه الحقول تحت ضغط منخفض نسبيا من الحقول السابقة.

حقول الصخور الحارة وتتميز هذه الحقول بكونها لا تحتوي على مياه أو سوائل أخرى تسهل من عملية نقل الحرارة من باطن الأرض إلى سطحها.

3-2 الخصائص العامة للحقول الجيوحرارية[24]:

- وجود طبقة صخرية صلبة حارة تشكل المصدر الحراري لتسخين المياه.
- وخود خزان مائي مجاور للطبقة الصخرية الصلبة الحارة.

وجود طبقة من الصخور غير السامية فوق خزان المياه تشكل عازلا حراريا وتقلل من تسرب الحرارة من خزان الماء إلى سطح الأرض.

ثانيا: الطاقة الشمسية

الشمس هي مصدر طاقة حياة الأرض اذ لولاها لما وجدت الحياة بشكلها الحالي على سطح كوكبنا، وقد ادرك الانسان منذ القدم أهمية الشمس في حياته فلم يدخر وسعا طوال تاريخه في أن يدرس حركتها وأن يعمل باستمرار على كشف المزيد من الحقائق المحيطة بها[25]. كما يذكر فريق من الباحثين أن الطاقة التي تستهلكها الحياة البشرية على سطح الأرض في كافة الأغراض تعادل فقط عشر الطاقة الشمسية التي تصل الى سطح الأرض لو أحسن استغلالها، مما يعني أن الشمس يمكن اعتبارها بنكا مركزيا للطاقة التي تحتاج إليها الحضارة البشرية تنهل منها وفق حاجتها وعلى قدر تكنولوجيتها المتاحة دون أي اعتبار أو خوف من نفاذ مصادر الطاقة التقليدية المعروفة حاليا، مصداقا لقول الله تعالى" وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ " صدق الله العظيم (سورة يس: الآية 38).

تتولد الحرارة في الشمس ذاتيا بحكم طبيعتها الغازية، لذلك ينبعث منها الأشعة الحرارية والضوئية في للفضاء، ويبلغ قطر الشمس 1392 ألف كيلومترا (لا يتعدى قطر الأرض 12756 كيلومترا) لذلك فإن حجمها يفوق حجم الأرض بأكثر من مليون مرة. وتتألف الشمس أساسا من غازي الهيدروجين والهيليوم، إلى جاني النيتروجين، الكربون، الأكسجين، وتتناقص درجة الحرارة من 13 مليون درجة مطلقة كيفلين عند سطح الشمس النير –السطح الخارجي الممضي للشمس– ثم تعود لترتفع مرة أخرى لتبلغ 2 مليون درجة مطلقة عند الاكليل الشمسي وهو عبارة عن غلاف يدخل في مجال الشمس رغم انه يبعد عن قرص الشمس بمسافات طويلة، لذا تعد الشمس كتلة غازية التكوين ملتهبة[26].

1- أشعة الشمس:

تندفع الأشعة المنبعثة من قرص الشمس عبر الفضاء صوب الأرض في شكل موجات متتالية تنتشر بسرعة الضوء أي بمعدل ثلاثمئة ألف كيلومترا في الثانية الواحدة، ولا يصل إلى الكرة الأرضية سوى نسبة محدودة من أشعة الشمس لا تتجاوز جزء من المليون، ويمكن تصنيف الأشعة المنبعثة من الشمس إلى ثلاثة أنواع، وهي حسب نسبتها إلى جملة أشعت الشمس على النحو التالي: [27]

1-1 الأشعة الحرارية: Thermal radiation

وهي الأشعة المعروفة باسم تحت (دون) الحمراء ... Infrard وتشكل حوالي 46% من اجمالي أشعة الشمس، وهي أشعة غير مرئية ذات موجات طويلة إذ يتجاوز طول موجاتها0.7 ميكرون (الميكرون وحدة قياس طول موجة الضوء، وهي جزء من ألف من المليمتر).

2-1 الأشعة الضوئية:Sunlight radiation

وهي مرئية، لذا تعرف أحيانا باسم الأشعة المرئية، وهي تشكل ما يوازي 45% من اجمالي أشعة الشمس وإن كانت نسبتها تزيد خلال شهور الصيف عنها في الشتاء، كما تبلغ أقصاها في منتصف النهار. ويتراوح طول موجتها بين 0.4 و0.7 ميكرون تقريبا.

3-1 الأشعة البنفسجية وفوق البنفسجية:Violet radiation, Ultraviolet radiation

وهي أشعة غير مرئية تعرف باسم الأشعة الحيوية أو الكتينية Actinic، وعرفت بهذا الاسم لقدرتها على احداث تغيرات كيمائية، لذا تساعد في نمو بعض الكائنات الحية، وفي العلاج بعض الامراض وهو ما يفسر تركز بعض مراكز الاستشفاء فوق السفوح الجبلية عالية المنسوب. وتشكل هذه الأشعة ما يعادل 9% من اجمالي أشعة الشمس، ويتراوح طول موجاتها بين 0.6 و 0.4 ميكرون تقريبا.

وتنقسم أشعة الشمس المتجهة إلى سطح الأرض تبعا لشكلها العام إلى نمطين رئيسيين هما:

- **الأشعة المباشرة:** وهي التي تسقط على سطح الأرض بشكل مباشر وتعرف باسم أشعة الشمس.
- **الأشعة المنتشرة:** وهي التي تنتشر خلال الغلاف الجوي للأرض عندما تعترض السحب وغيرها من الظواهر الجوية الأشعة المباشرة المنبعثة من الشمس في تجاه الأرض.

2- التوازن العام للطاقة الشمسية:

تفقد أشعة الشمس خلال رحلتها إلى سطح الأرض واختراقها للغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية في شكل موجات قصيرة نسب متباينة من طاقتها عن طريق عمليات الامتصاص والتشتت وبتأثير عوامل متعددة، وخلال اختراقها للغلاف الجوي يتم امتصاص أشعة إكس ونسبة من الأشعة فوق البنفسجية، ومع استمرار اختراق أشعة الشمس للغلاف الجوي واتجاهها صوب سطح الأرض تصل طبقة الاستراتوسفير، وباستمرار اتجاه أشعة الشمس صوب الارض تصل إلى طبقة الترويوسفير(الطبقة السفلية للغلاف الجوي) التي يتألف منها الغلاف الجوي وخاصة النيتروجين والأكسجين مما يجعل الأشعة الضوئية مرئية وتتحرك في كافة الاتجاهات، مما يؤدي بدوره الى تشتت نسبة من هذه الطاقة التي تتجه صوب الفضاء الخارجي في شكل موجات طويلة[28].

3- أساليب استغلال أشعة الشمس للحصول على الطاقة:

تتعدد الطرق والوسائل التي يمكن بواسطتها الحصول على الطاقة الشمسية التي تتصف بالنظافة والخلو من مصادر التلوث الناتج عن عوادم وغازات مصادر الوقود المختلفة، بالإضافة الى الحصول على الطاقة الشمسية بدون مقابل وفي معظم شهور السنة، وفي ما يلي عرض لبعض طرق ووسائل استغلال الطاقة الشمسية[29]:

- استخدام مرايا ضخمة أو عدسات – كخلايا شمسية – لتركيز حرارة ضوء أشعة الشمس التي يمكن ان تستغل في تدفئة المساكن المختلفة بشكل مباشر، وأيضا تكييف الهواء داخل المنشآت المختلفة، أو توليد الطاقة الكهربائية.

- تجميع أشعة الشمس عن طريق عدد من الأقمار الصناعية التي تعترض مسارها في الفضاء وتوجهها صوب الأرض كحزمة قوية من الموجات في مواقع معينة لاستقبال واستغلالها كما في العديد من محطات البحوث والتجارب التابعة لبعض الدول لكبرى.

- تجميع أشعة الشمس وتركيزها عن طريق مجمعات لأشعة الشمس وعاكسات لها صوب أنابيب شفافة يجري خلالها سائل مصهور من عنصري البوتاسيوم والصوديوم، ويستغل السائل المعدني عندما تصل الحرارة إلى درجة غليان الماء في إنتاج البخار، الذي يستخدم في توليد الطاقة الكهربائية.

- الاستفادة من تسخيين أشعة الشمس للطبقات السطحية من مياه البحار والمحيطات في بعض العروض، بحيث يكون الفارق بينها وبين درجة حرارة الطبقات العميقة من المسطحات البحرية والمحيطة نحو 15 درجة مئوية، وهو فارق حراري يمكن استخدامه في توليد الطاقة.

4- خصائص الطاقة الشمسية[30]:

تمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بما يلي:

- إن التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبياً وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى خاصة منها الطاقة النووية.

- توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو ولا تترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن الحالي.

- استخدام الطاقة النووية يؤدي أحياناً إلى أخطار جسيمة وذلك ناتج عن استخدام المواد المشعة التي تشكل خطراً على الإنسان والبيئة مما يشكل تهديداً لأمن وسلامة البلدان، أما الطاقة الشمسية فهي طاقة نظيفة لا تلوث البيئة ولا تحتاج لكميات كبيرة من المياه مثلما تحتاجه الطاقة النووية خلال عمليات التبريد اللازمة.

- استخدام الطاقة الشمسية لا يحتاج إلى تقنية معقدة مثلما تحتاجه الطاقة النووية وخاصة ما يرتبط منها بنظم التحكم والأمان الدقيقة.

- الطاقة الشمسية لا تترك مخلفات أو فضلات كبيرة تلوث البيئة.

- صعوبة توفير الوقود التقليدي اللازم لتشغيل مولدات الكهرباء في المناطق النائية والمناطق الجبلية الوعرة حيث تكون الطاقة الشمسية ميزة مهمة لهذه المناطق من الناحية الاقتصادية حيث توفر تكاليف الوقود واليد العاملة وصيانة الآلات في تلك المناطق.

- يؤدي استخدام الطاقة الشمسية إلى عدم الاعتماد على الدول الصناعية وتدّعم من الاستقلالية السياسية والاقتصادية بينما الطاقة النووية تحتاج إلى وقود اليورانيوم المخصب مما يؤدي إلى اعتماد دول العالم الثالث على الدول الصناعية للحصول على اليورانيوم المخصب بصورة مستمرة

ثالثا: الطاقة الهيدروجينية، النووية والكتلة الحيوية

1- الطاقة الهيدروجينية:

إن الهيدروجين هو العنصر الأكثر انتشارا قي الكون والأبسط والأخف بين جميع العناصر، اذ يمثل 75% من كتلة الكون و90% من الجزيئات التي تكونه. إذ توصلت البشرية لاستغلاله فغنها ستصل الى مصدر كامن للطاقة غير محدود. هذا الأكسير الذي لم يستطع الكيميائيون والخيميائيون اكتشافه. بطريقة ما فإن عهد الهيدروجين كما دلت عليه نذر نهاية القرن التاسع عشر حسبما تخيلها جول فيرن كان ظاهرا.

رؤية جول فيرن للعالم في المستقبل مؤسسة على طاقة الهيدروجين أصبحت اليوم موضوع اهتمام من جانب اداري أهم الشركات النفطية وصانعي السيارات والخدمات العامة وعدد أكبر من رجال السياسة والجمعيات غير الحكومية في الدول الصناعية والنامية على السواء.

إن اقتصاد الهيدروجين هو نظام مقترح لتوزيع الطاقة باستخدام الهيدروجين. بما أن الهيدروجين غير متوافر بشكل حر في الطبيعة لذلك لابد من انتاج الهيدروجين من التحاليل الكهربائية للماء أو أحد الطرق المعروفة الأخرى. وعدم توافره في الطبيعة يجعل منه حاملا للطاقة(مثل الكهرباء) وليس مصدرا رئيسيا للطاقة (مثل الفحم). إن الفائدة من اقتصاد الهيدروجين تعتمد على القضايا المتعلقة بمصادر الطاقة مثل استخدام الوقود الأحفوري والتغير المناخي وتوليد الطاقة المتجددة[31].

1-2 طرق انتاج الهيدروجين: يمكن انتاج الهيدروجين من مجموعة متنوعة من المواد الأولية، وتشمل هذه الأخيرة الموارد الأحفورية، مثل الغاز الطبيعي والفحم وكذلك الموارد المتجددة مثل أشعة الشمس والرياح والطاقة المائية والكتلة الحيوية، كما تجدر الاشارة أن التكنولوجيا التجارية الأولى لإنتاج الهيدروجين هي التحليل الكهربائي للماء ويعود تاريخها إلى أواخر عام 1920، وفي عام 1960 تحول الانتاج الصناعي من الهيدروجين ببطء نحو وسيطه القائم على الوقود الاحفوري، والتي هي المصدر الرئيسي لإنتاج الهيدروجين اليوم[32].

إن انتاج الهيدروجين بالطرق الكلاسيكية أي من خلال الطاقة الأحفورية ليس له أهمية كبيرة لأنه يؤدي إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، كما أنه من المفيد استعمال الطاقة الأحفورية مباشرة دون المرور بالهيدروجين. ومن ثم فإن انتاج الهيدروجين سوف يكتسي أهمية بالغة إذا تم انتاجه بطرق نظيفة أي باستعمال الطاقات المتجددة(الشمسية، الرياح طاقة الحرارة الجوفية،...) من أجل انتاج الكهرباء الضرورية لتحليل الكهربائي. وتأتي طرق إعداد الهيدروجين من الفيزياء والكيمياء أو من البايولوجيا ويمكن تخليص طرق انتاج الهيدروجين فما يلي، تصنف هذه الأخيرة في مجموعتين أساسيتين تتمثل في الطرق الكيمائية الحرارية التي تعتمد على الوقود الأحفوري والمجموعة الثانية تتمثل في تحليل الماء إلى مكونيه:[33]

1-2-1 التحليل الكهربائي: وهي الطريقة الأكثر شيوعا ويتم ذلك عن طريق تمرير تيار كهربائي في الماء مما يؤدي إلى تحليله إلى عنصرين، وتصل نسبة الكفاءة هما إلى 80% تنخفض إلى 30% بحساب كفاءة عملية توليد الكهرباء من مصدر آخر. ومن ثم فإن البعض يرى أن الاستخدام الناجح للمصادر الأولية للطاقة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها والتي قد تكون في مناطق بعيدة عن مراكز العمران يمكن في استخلاص الهيدروجين الذي يتنقل بشتى الطرق إلى تلك المراكز لاستهلاكه، ويوجد العديد من المحللات الكهربائية أهمها:

- المحللات الكهربائية التي تستعمل محلول مائي والتي تم تسويقها منذ عدة سنوات.
- تكنولوجيا غشاء البوليمر لتبادل البروتون.
- محلل يعمل في الحرارة العالية باستخدام مادة صلبة وهو معدل عن غشاء البوليمر لتبادل البروتون.

1-2-2 التحليل الحراري: ويتم ذلك بتسخين بخار الماء إلى 2500° م وعندئذ يتحلل الماء إلى عنصريه الهيدروجين والأكسجين، يتم الحصول على الأول والتخلص من الثاني إذا لم تكن هناك حاجة إليه، لكن المشاكل التي تعترض هذه الطريقة تتمثل في الحصول على الحرارة اللازمة لهذه العملية والتي لا تتوفر حتى في المفاعلات النووية فمياه وغازات التبريد لا ترتفع حرارتها إلى أكثر من 800° م، كذلك فان الطاقة الشمسية وغيرها لا توفر هذا القدر من الطاقة، وتوفير الاجهزة والادوات القادرة على تحمل درجات الحرارة هذه هي أيضا مشكلة أخرى.

1-2-3 التركيب الضوئي والتركيب الضوئي للطحالب: تتم عملية التركيب الضوئي بطريقة عكسية في الماء عما يحدث في الهواء الطلق حيث تطلق الطحالب الهيدروجين بدلا من الأكسجين وهذا يعني أنه يمكن الحصول على الهيدروجين دون الحاجة إلى مصادر طاقة أخرى غير الطاقة الشمسية ولكن يعاب على هذه الطريقة انخفاض نسبة كفاءتها 1-2% في الطبيعة و9% في المعامل كما أنها بحاجة إلى مساحات كبيرة جدا من المناطق المزودة بالطحالب لتوفير كميات اقتصادية من الهيدروجين.

1-2-4 الطرق الكيمائية الحرارية: إذ يتم انتاج الهيدروجين باستخلاصه من الوقود الأحفوري أو طاقة الكتلة الحيوية وتتمثل أهم الطرق الكيميائية الحرارية المعروفة لإنتاج الهيدروجين في روفورماج (اصلاح) للغاز الطبيعي، الأكسدة الجزئية للهيدروكربونات، تغويز الفحم أي تحويله إلى غاز، تغويز الكتلة الحيوية.

1-2 خزن الهيدروجين ونقله: بعد انتاج الهيدروجين يتم تخزينه ونقله من أجل الاستعمال النهائي سواء في توليد الكهرباء أو النقل أو غيرها من الاستعمالات وهناك ثلاث طرق سائدة لخزن الهيدروجين:

- كغاز هيدروجين في خزانات ذات ضغط عال وهذه الطريقة لها الأفضلية.
- كسائل مبرد جدا.
- كمزيج من سائل بارد وهيدروجين صلب.
- إمكانية خزن الهيدروجين من خلال امتصاصه في مادة سائلة أو اصلية.

2- الطاقة النووية[34]: تعمل محطات الطاقة النووية المستعملة حاليا على ما يعرف بالانشطار النووي وهو نفس فكرة القنبلة الذرية. وتقوم فكرة استخلاص الطاقة من الانشطار النووي على أن بعض العناصر تنشطر نواتها حين يصدمها نيوترون وينتج عن الانشطار ظهور مواد جديدة واشعاعات وتحول جزء من المادة الى طاقة حرارية اضافة الى نيوترونات أخرى تقوم بدورها بالاصطدام مع ذرات أخرى، وهكذا ينشأ عن هذه العملية تفاعل متسلسل لا ينتهي الا بتحويل كل المادة القابلة للانشطار الى مواد جديدة واطلاق كمية كبيرة من الطاقة.

إن المادة المستعملة في عمليات الانشطار النووي هي اليورانيوم والذي يوجد بكميات قليلة في الطبيعة مع عنصر اليورانيوم، فحين يصدم نيوترون نواة عنصر اليورانيوم، فإن نواته تنقسم الى قسمين متساويين تقريبا وينتج

أيضا تحرير نيوترونين يقومان بدورهما بالاصطدام مع نوى أخرى لليورانيوم، ويتوافق مع هذه العملية تحول جزء من مادة النواة الى كميات هائلة من الطاقة الحرارية فإذا استمر هذا التفاعل بدون ضوابط فقد يتحول التفاعل الى قنبلة نووية ذرية، وأما إذا ضبط التفاعل بحيث يحصل بمعدلات معينة وجرى في ذات الوقت نقل حرارة التفاعل باستعمال السوائل والغازات المبردة فان بالإمكان استعمال المفاعل للأغراض السلمية.

ولقد تم ظهور هذا النوع من مصادر الطاقة بعد الأزمة البترولية سنة 1971، وتعتبر فرنسا الرائدة في هذا المجال حيث وصلت الى الاستقلالية الطاقوية من خلال استعمال هذا النوع من الطاقة بنسبة 50%، وساهمت الذرة في انتاج الكهرباء بنسبة 75%. هناك تحسينات مستمرة للمولدات الكهربائية التي تعتمد على اليورانيوم لتوليد الطاقة وهو سر استمرارها في الخدمة لمدة فاقت 40 سنة.

يقابل الاهتمام المتزايد من طرف الدول المصنعة في بناء المولدات التي تعتمد على اليورانيوم سنوات السبعينيات وبداية الثمانينات حذر متزايد في العشريتين الأخيرتين نظرا للحوادث الخطيرة وعواقبها على السكان والطبيعة مثل حادثة (Three mile island) بالولايات المتحدة عام 1979، وحادثة (Tchernobyl) بأوكرانيا سنة 1986، وأخيرا حادثة (Fukushima) باليابان سنة 2011. علما أن الولايات المتحدة والدول الأوروبية لم تبني أي مفاعل منذ 25 سنة، أما كندا فقد توقفت منذ 10 سنوات نظرا للخطر الذي يكتنف هذا النوع من الطاقة، بالإضافة الى ان هناك اسباب أخرى للتوجه الى مصادر الطاقة الاخرى عدا الخطر، تكلفة إنتاج الكيلوواط الساعي من اليورانيوم أغلى من ذلك المنتج بواسطة الغاز الطبيعي، مما أدى جل الدول إلى تدعيم الكهرباء المنتج من الطاقة الذرية.

3- طاقة الكتلة الحيوية: [35]

ويقصد بها تحويل الكائنات العضوية إلى وقود، ويشمل ذلك خشب الغابات وفضلات الحيوانات، وتتمثل هذه الطاقة في صورتها الأولية فيها يعرف بالطاقة البدائية أو الطاقة غير التجارية، حيث تحول مباشرة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتراق، أو الى طاقة حركية (ميكانيكية). وطاقة الكتلة الحيوية تسمى احيانا الطاقة الحيوية وهي في الاساس مادة عضوية مثل الخشب والمحاصيل الزراعية والمخلفات الحيوانية، وهذه الطاقة هي طاقة متجددة، لأنها تحول طاقة الشمس الى طاقة مخزنة في النباتات عن طريق عملية التمثيل الضوئي، فطالما هناك نباتات خضراء فهناك طاقة شمسية مخزنة فيها، وبالتالي لدينا طاقة الكتلة الحيوية التي نستطيع الحصول عليها بطرق مختلفة من النباتات. أما مصادر الكتلة الحيوية في الوقت الحاضر هي: مخلفات الغابات والمخلفات الزراعية، استغلال (قطع) أخشاب الغابات بشكل مدروس، فضلات المدن والمحاصيل التي تزرع خصيصا لغابات الحصول على الطاقة منها.

3-1 خصائص استغلال النفيات الحيوية الصلبة كمصدر للوقود والطاقة: ويحدد امكانية ومستوى استغلال النفايات الحيوية الصلبة كمصدر للوقود والطاقة الخصائص الرئيسية التالية:

- نسبة ما تحتويه من رطوبة وسوائل، وهي نسبة تتباين تبعا لخصائص هذه النفايات ومصادرها، يحتوي بعضها على سوائل تصل نسبتها إلى ما يوازي 50% من جملة وزنها.

- تتوافر النفايات الحيوية الصلبة أحيانا في أقاليم تبتعد عن المواقع التي تحتاج إليها لاستغلالها كمصادر للطاقة بمسافات طويلة تقلل كثيرا من جدوى استغلالها.
- لا يفضل في بعض أقاليم التركز السكاني وخاصة في المناطق الحضرية استغلال بعض عناصر النفايات الحيوية الصلبة المتاحة في أقاليم متاخمة لها كالمخلفات حيوانية الأصل والتي قد تتوافر في الأقاليم الريفية المجاورة، كما ان استغلال بعضها الآخر يكتنفه بعض المحاذير لارتفاع نسبة السمية فيها.
- تتصف بعض النفايات الحيوية الصلبة بصعوبة استغلالها من الناحية الطبيعية او بارتفاع تكاليف هذا الاستغلال كمخلفات بعض المحاصيل الزراعية.
- تتخذ بعض النفايات الحيوية الصلبة أشكالا أو تكون من صور لا تمكن من استغلالها بشكل مباشر في توليد الطاقة.

وبسبب الخصائص الرئيسية الخمس المشار اليها يواجه استغلال بعض النفايات الحيوية الصلبة في توليد الطاقة صعوبات فنية وتحديات تقنية يحتاج التغلب عليها وتجاوزها إلى بعض الوقت.

3-2 الطرق الفنية الرئيسية لاستغلال النفايات الحيوية الصلبة في توليد الطاقة: وعند استغلال النفايات الحيوية الصلبة في توليد الطاقة أو كوقود نتبع إحدى الطرق الفنية الرئيسية التالية:

- استغلال بعضها بشكل مباشر وذلك إما عن طريق الحرق في مواقد خاصة، أو عن طريق تجفيف روث الماشية واستخدامه.
- استغلال بعضها الآخر عن طريق عمليات الكيمياء العضوية الخاصة بإنتاج وقود ذو طاقة حرارية مرتفعة.
- استغلال بعضها الثالث عن طريق عمليات الكيمياء الحرارية لا نتاج وقود ذو طاقة حرارية عالية.

وتتلخص مثل هذه العمليات في إخضاع النفايات العضوية لدرجة حرارة عالية بهدف تحللها وهو ما يعرف بالحل الحراري.

خلاصة:

وتعد الطاقة المتجددة هي عبارة عن مصادر دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودو أو غير محدودة ولكنها متجددة، وهي نظيفة وصديقة للبيئة، كما تحاول العديد من الدول وخاصة الدول الأعضاء في السوق الأوروبية تشجيع الطاقة البديلة وخاصة الطاقة المتجددة بأساليب متعددة والدوافع إلى ذلك عادة عدة أهداف منها: امن الطاقة، الدافع البيئي، وتنويع مصادر الطاقة.

لغاية ذلك فإن بعض الدول أخذت تلجأ إلى أساليب ضريبية وتسعيرية من أجل تشجيع ونشر الطاقة المتجددة كما هو موضح أدناه، إن هذه الأساليب والدوافع هي التي تبقي الطاقة المتجددة كمركز للاهتمام في عديد من الدول.

الهوامش

[1] زرزور ابراهيم، **التنمية المستدامة والمسألة البيئة**، الملتقى الوطني الأول، جامعة المدية، يومي17و18 جوان 2006، ص: 6.
[2] معهد الأبحاث التطبيقية، **مشروع الإنارة باستخدام الطاقة الشمسية**، القدس(أريج)، 2016، ص: 3.
[3] محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لاجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث، جامعة ورقلة، العدد 06، افريل 2006، ص: 203.
[4] فروحات حدة، **الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر**، مجلة الباحث، جامعة ورقلة، العدد 2012/11، ص: 149.
[5] أيت زيان كمال، إليفي محمد، **واقع وآفاق الطاقة المتجددة في الدول العربية(الطاقة الشمسية وسبل تشجيعها في الوطن العربي)**، المؤتمر الدولي حول التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، جامعة فرحات عباس بسطيف، يومي 1و8 أفريل 2008، ص: 14.
[6] مداحي محمد، **الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي في ظل المسؤولية عن حماية البيئة**، اطروحة دكتوراه، قسم العلوم الاقتصادية، جامعة 20 أوت بسكيكدة، 2012، ص: 65
[7] بيرون لارس، انور شاه، **مكافحة أثر الدفيئة**، مجلة التمويل والتنمية، المجلد29، العدد04، ديسمبر 1991، ص: 21.
[8] مشدن وهيبة، **أثر تغيرات اسعار البترول على الاقتصاد العربي خلال الفترة 1973-2003**، أطروحة دكتوراه في النقود والمالية، جامعة الجزائر، 2005/2004 ، ص: 188.
[9] حسن عبد الله، **موفق الدول المصرة للنفط من ضرائب الكربون والطاقة النفط والتعاون العربي**، المجدل 18، العدد 67، 1993، ص: 21.
[*] منظمة الدول المصدرة للنفط.
[10] ابراهيم عبد الحميد اسماعيل، **الآثار الاقتصادية المترتبة على الدول المصدرة للبترول من خلال تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن مناخ الأرض وبروتوكول كيوتو الملحق بها**، أخبار النفط والصناعة، العدد 370، الأردن، جويلية 2001، ص: 14.
[11] مشدن وهيبة، **مرجع سابق**، ص: 189.
[*] الزيادة في تكاليف الانتاج نتيجة فرض ضريبة كربون مقدارها100 دولار لكل طن كربون على الصناعات الكثيفة الاستعمال للطاقة
[12] E Coal, **The News Lette of the World Coal Institute**, June, 2002 p 4-6.
[13] محمد مصطفى الخياط، **مشروع الاستراتجية العربية للطاقة المتجددة**، دراسة بتكليف من جامعة الدول العربية، ماي 2009، ص ص: 2-4.
[14] سعود يوسف عياش، **تكنولوجيا الطاقات البديلة**، اصدارات المجلس الوطني للثقافة والادب، الكويت، 1981، ص: 157.
[15] سعود يوسف عياش، **تكنولوجيا الطاقة البديلة**، عالم المعرفة، الكويت، 1990، ص ص: 42-43.
[16] هشام الخطيب، **مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية(عربيا وعالميا)**، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، 2004، ص: 23.
[17] رشيد بن شريفة، **تطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة من أجل تحقيق صناعة خضراء في العالم العربي**، الؤتمر الدولي حول دور القطاع الخاص في التنمية التكنولوجية، الرباط، 6-8 جوان،2012، ص: 05.
[18] مايكل اكهارات، **الطاقات المتجددة: التطلع نحو طاقة لا تنضب**، مجلة مواقف اقتصادية، المجلد 11، العدد02، جويلية 2006، ص: 21.
[19] سعود يوسف عياش، **مرجع سابق** ص ص: 90-100.
[20] أمال رحمان، **طاقة المياة**، مكانة صادرات الغاز الطبيعي في ظل منافسة الطاقة البديلة والمتجددة. مرجع سابق، ص9.
[21] **نفس المرجع**، ص ص: 101-102.
[22] أمينة مخلفي، **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة**، مجلة الباحث، عدد9، جامعة ورقلة، الجزائر، 2011، ص227.
[23] سعود يوسف عياش، **مرجع سابق**، ص ص: 122-123.
[24] **نفس المرجع**، ص: 126.
[25] أمينة مخلفي ، **مرجع سابق**، ص: 17.
[26] محمد خميس الزوكة، **جغرافيا الطاقة (مصادر الطاقة بين الواقع والمأمول)**، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 2001، ص ص: 275-288.
[27] **نفس المرجع**، ص: 289
[28] محمد خميس الزوكة، **مرجع سابق** ، ص ص: 292-293.
[29] **نفس المرجع**،ص ص: 294-296.
[30] عمر شريف، **استخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة(دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر)**، أطروحة دكتوراه الدولة في العلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2007، ص: 35.
[31] أمال رحمان، **فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية**، ملتقى وطني بجامعة 20 اوت 1955 بسكيكدة، يومي 11-12 نوفمبر2013، ص: 3.
[32] International Energy Agency, Hydrogen production and Storage, Paris, France, 2006, p 5-6.
[33] أمال رحمان، **فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية**، مرجع سابق، ص ص: 5-6.
[34] زبير عياش، **متطلبات الأمن الطاقوي في الجزائر**، ملتقى حول فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت 1955 بسكيكدة، يومي 11-12 نوفمبر 2014، ص ص: 7-8.
[35] محمد خميس الزوكة، **مرجع سابق**، ص ص: 388-389