الباب الثامن

مصادر الطاقة المتجددة

الباب الثامن

مصادر الطاقة المتجددة Renewable energy sources

ما هي الطاقة Energy:

أول من استخدم كلمة طاقة Energy هو توماس يونك عام ١٨٣٠ في أغراض محدودة، ثم ما لبث أن شاع استخدام هذه التسمية في الأحاديث اليومية، ثم أضحت كلمة الطاقة من أكثر الكلمات المتداولة حاليا. والطاقة تتصف بظهورها بأشكال متنوعة مثل الطاقة الحركية، والطاقة الحرارية، والطاقة الضوئية، والطاقة الكهربائية، والطاقة النووية، أو غيرها[١].

ما هي مصادر الطاقة المتجددة :

هي مصادر غير معرضة إلى النضوب، وهي تتجدد رغم استخدامها، كالطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية، وطاقة الأمواج، وطاقة المد والجزر، وطاقة البرق، والطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية في البحار والمحيطات، والطاقة الجيوحرارية.

استهلاك الطاقة Energy consumption:

يستهلك العالم عموما الطاقة من ثلاث مصادر اساسية هي مصادر الطاقة الاحفورية من الفحم والنفط والغاز الطبيعي، وتبلغ مساهمة الطاقة الاحفورية في مجمل الاستهلاك العالمي نحو ٩٢%، علما ان استهلاك الطاقة في العالم ارتفع بمقدار ٥٠% خلال عشر سنوات ما بين ١٩٦٥-١٩٧٥[٢].

يعد النفط والغاز المصدرين الاساسيين في تلبية الزيادة على الطلب خلال تلك الفترة، وهذا يشكل خطرا في حد ذاته على الاحتياطي المتبقي منها، وذلك لأنه يهدد بسرعة نضوبهما. وذلك للاعتماد الكبير من قبل الدول

---

(١) عبد المنعم عبد الوهاب ومحمد أزهر السماك وأزاد محمد أمين، جغرافية النفط والطاقة، مطابع مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨١، ص٢٣.
(٢) سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص٢٥.

الصناعية عليهما، اذ تستهلك الدول الصناعية الغربية واليابان اكثر من نصف الطاقة في العالم[1].

ان مصادر الطاقة غير المتجددة تكونت خلال آلاف السنين، وتعتمد واردات الدول النامية عليها فهي تشكل ٦٠% من صادراتها، فضلا عما يرافق استخدامها اضرار بيئية عديدة. ولعب الفحم دورا فعالا في العقود الاولى من القرن العشرين كمصدر اساس للطاقة، ولكن النفط والغاز الطبيعي لبيا متطلبات الطاقة الهائلة من اجل التصنيع وتقدم الاقتصاد العالمي، لذا سمي القرن العشرين بعصر النفط، لأهميته القصوى في تلبية مختلف متطلبات الحياة[2].

ان مما يبعث على التفاؤل في استهلاك الطاقة الاحفورية هو انه لاتزال هناك مناطق جديدة يكتشف فيها حقول جديدة للبترول والغاز الطبيعي، مما يعني اضافة مناطق انتاجية جديدة الى خريطة انتاج النفط والغاز الطبيعي، وهذا ما يطيل من مدة بقاءهما. الا ان ما يهدد مستقبل الطاقة الاحفورية هو ان مصادرها ستنضب عاجلا ام آجلا، الامر الذي سيعرض كثير من الصناعات التي تعتمد على البترول كمصدر لها الى الضرر، كما في صناعة البتروكيمياويات والزيوت، الامر الذي يحتم على دول العالم ان تفكر جديا بالبحث عن البدائل ذات المصدر المتجدد غير المعرض للنضوب، وكان ذلك ان تم اكتشاف واستخدام العديد من مصادر الطاقة المتجددة، التي بدأ العالم بالتوجه نحوها، باذلا في ذلك العلم والتكنولوجيا المتطورة خدمة للتوصل الى احسن استغلال لها، خدمة وتلبية لحاجات الانسان المتزايدة من الطاقة في مختلف المجالات، لاسيما من حيث توليد الطاقة الكهربائية، والمجالات التي يمكن الاستعاضة بها عن مصادر الطاقة المعرضة الى النضوب بمصادر الطاقة المتجددة، للحفاظ على مصادر الوقود الاحفوري بأطول مدة ممكنة لكي تمد الصناعات المختلفة التي هي بأمس الحاجة لها.

ان اكثر المجالات استهلاكا واستخداما للطاقة هو في توليد الطاقة الكهربائية التي تحتاجها الانشطة الخدمية والاقتصادية لكل دولة من دول

---

(١) المصدر نفسه، ص٢٥.

(٢) محمد رأفت أسماعيل رمضان وعلي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، ط٢، دار الشروق، القاهرة، ١٩٨٨،، ص٢١.

العالم، واذا ما تمت المقارنة بين دولتين من الدول الصناعية الكبرى في العالم لظهر ان استهلاك الطاقة الكهربائية فيها يتم من مصادر متنوعة وبنسب مختلفة لكل مصدر، فبينما لايزال الفحم يحتل الصدارة في توليد الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة الامريكية بنسبة ٤٤,٩% من مجمل مصادر توليد الطاقة الكهربائية فيها، كانت الطاقة النووية تساهم بنحو ٧٨,١% من مجمل مصادر توليد الطاقة الكهربائية في فرنسا، يلاحظ الجدول (٣١). ومن تحليل الجدول نفسه يظهر ان مساهمة الطاقة المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية لاتزال قليلة في كلتا الدولتين مقارنة باستخدام مصادر الوقود المعرض الى النضوب.

الجدول (٣١) مصادر الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة الامريكية لسنة ٢٠٠٩، وفرنسا لسنة ٢٠٠٦.

اسم المصدر	الولايات المتحدة الامريكية%	فرنسا%
الفحم	٤٤,٩	٣,٩
غاز طبيعي	٢٣,٤	٣,٨
الطاقة النووية	٢٠,٣	٧٨,١
الطاقة المائية	٦,٩	١١,١
طاقة متجددة	٣,٦	١,٣
بترول	١	١,٨

Source: http://ar.wikipedia.org/wiki/

أنواع مصادر الطاقة المتجددة:

أولا: الطاقة الشمسية Solar Energy:

الطاقة الشمسية هي تلك الطاقة المنطلقة من الشمس والتي يقوم بنقلها الإشعاع الشمسي، عن طريق سلسلة عريضة من الأمواج الكهرومغناطيسية المختلفة الأطوال، بسرعة تبلغ نحو ٣٠٠,٠٠٠ كم / ثا[1].

---

[1] **Arthur N. Strahler, Introduction to physical geography, op. cit, p.43.**

تستلم الأرض يوميا ما يساوي مجموع احتياطي النفط العالمي[١].
وعرف القدماء انه بجمع أشعة الشمس في نقطة معينة يمكن الحصول على درجة حرارة عالية [٢].

لذا دأب العلماء على التطلع إلى الطرق التي تمكنهم من استخدام الطاقة الشمسية في توليد الحرارة وتحويلها الى اشكال اخرى للطاقة ومنها الكهربائية بالدرجة الاساس. لذا ابتكر الانسان المجمعات الشمسية منها الحرارية، ومنها الكهربائية، ومنها الفوتوكيميائية.

وتم صنع الخلية الشمسية Solar Cell أو الضوئية أو الكهروضوئية التي هي جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي، عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون الذي يستخرج من الرمل النقي[٣].

ان للطاقة الشمسية تطبيقات عديدة يمكن ذكرها على النحو الاتي:

١: توليد الطاقة الكهربائية.
٢: زراعة المحاصيل الزراعية على طول السنة، أو زراعتها في غير وقتها المعتاد.
٣: تسخين السوائل ومنها الماء، عن طريق صناعة السخانات الشمسية.
٤: توفير الإضاءة الشمسية الطبيعية.
٥: تحلية المياه المالحة باستخدام المقطرات الشمسية.
٦: تدفئة المنازل عن طريق ضخ الحرارة الى المبنى بواسطة جهاز تدفئة معين.
٧: التبريد الشمسي عن طريق ضخ الحرارة من المبنى الى الخارج باستخدام اداة معينة لذلك.
٨: الطهو بالطاقة الشمسية كما في استخدام صناديق حبس الحرارة.
٩: تجفيف المحاصيل للحفاظ عليها وخزنها لفترة طويلة.

---

[١] عبد المنعم عبد الوهاب ومحمد أزهر السماك وأزاد محمد أمين، مصدر سابق، ص٤٧٧، ٤٧٨.

[٢] فلاديمير كارتسيف وبيوتر خازانوفسكي، ترجمة محمد غياث الزيات، الآف السنين من الطاقة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب، الكويت، ١٩٩٠، ص١٧٤، ١٧٥.

[3] http://ar.wikipedia.org/wiki/خلية_شمسية

١٠: استخدام الطاقة الشمسية بدل الوقود التقليدي في تسيير السيارات والزوارق، والمناطيد، والطائرات، ولو لاتزال على نطاق محدود.

ثانيا: طاقة الرياح Wind Energy:

كان أول استخدام لطاقة الرياح على الماء من قبل الإنسان مع استخدام الزوارق والسفن الشراعية عبر التاريخ، وفي عهد السفن التجارية ظهرت أسطورة السفن الشراعية السريعة كتلك الناقلة للشاي من الهند إلى أوربا، واستمر بناء السفن الشراعية حتى القرن العشرين[١].

في بداية ثمانينات القرن العشرين نزلت إلى الماء في اليابان ناقلة بترولية مجهزة بأشرعة لم تكن من الكتان التقليدي وإنما من الفولاذ وذات تصميم خاص ترفعها محركات كهربائية موجهة من آلة الكترونية آخذة بالحسبان قوة الريح واتجاهها متصلة مرتبطة بالمنائر والأقمار الاصطناعية، بدلا من أن يرفعها البحارة كما في السفن الشراعية التي سبقت وقتها[٢].

اما استخدام طاقة الرياح على اليابس فانتشر بعد أن اخترعت الطواحين الهوائية. إذ استعملت الطواحين الهوائية لأغراض متعددة كرفع المياه وطحن الحبوب ودرء أخطار فيضان البحر، كما في هولنده التي شاع فيها استعمال الطواحين، إذ كانت فيها سنة ١٧٥٠ نحو ٦ إلى ٨ ألف طاحونة[٣].

يعد البروفسور الدانماركي لاكور العالم الرائد في مجال توليد الطاقة الكهربائية بواسطة طواحين الهواء، وكان من نتاج بحوث لاكور أنه تم تركيب طاحونة هوائية لها أربع شفرات قطر الشفرة منها ٧٥ قدما، وترتكز على برج حديدي ارتفاعه ٨٠ قدما، ويتم نقل الحركة من أعلى البرج إلى أسفله بواسطة مجموعة من المسننات ربطت إلى مولدين كهربائيين قوة الواحد منهما ٩ كيلو وات، وكان ذلك أول خطوة في مجال فتح الباب لتوليد الطاقة الكهربائية من الرياح[٤].

---

(١) سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص٣١.
(٢) المصدر نفسه، ص٣١.
(٣) عبد المنعم عبد الوهاب وحمد أزهر السماك وآزاد محمد أمين، مصدر سابق، ص٤٩٢.
(٤) سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص٣٨، ٣٩.

مع عام ١٩١٠ تم تطوير مولدات كهربائية تعمل على الطواحين الهوائية بقدرة ٢٥ كيلو وات، ولم تتوقف الأمور عند ذلك الحد بل استمرت التطويرات والبحوث في التقدم، وازداد المنتج من الكهرباء من الطواحين الهوائية في الدانمارك[١]. يلاحظ الشكل (٣٦).

نتيجة لما تتصف به الطاقة الكهربائية التي يتم الحصول عليها من الرياح بالتذبذب لتأثرها بسرعة الرياح واتجاهها، ونتيجة لان حاجة الإنسان للطاقة الكهربائية متغير على مدى ساعات اليوم ، لذا برزت الحاجة هنا إلى ضرورة أن يتم تزويد السكان بكهرباء مستقرة ذات ترددات ثابتة.

شكل (٣٦) اعمدة تحمل توربينات هوائية لتوليد الكهرباء في مقاطعة يوتلاند الدانماركية.

Source: http://ar.wikipedia.org/wiki/

لذا اقترحت عدة طرق منها استعمال الطاقة الزائدة عن الحاجة، أو حتى كل طاقة الطاحونة الهوائية لضغط الهواء في خزانات كبيرة تحت الأرض على ضغوط عالية تصل إلى مئات الأرطال على البوصة المربعة، ثم استعمال هذا الهواء المضغوط لتشغيل توربينات موصولة مع مولدات كهربائية [٢].

---

(١) المصدر نفسه، ص٣٩.

(٢) المصدر نفسه، ص٥٢.

ثالثا: الطاقة المائية Wateriness Energy:

هي الطاقة المولدة إما طبيعياً من سقوط المياه من المنحدرات والمرتفعات العالية كالشلالات والمساقط المائية، أو صناعياً من المياه المتدفقة من الخزانات والسدود. وقديما في الحضارات القيمة استغلت طاقة الرياح في طحن الحبوب وادارة النواعير.

كما استخدم الإنسان طاقة الماء الساقط دون تحويلها إلى طاقة كهربائية في تشغيل منافيخ أفران الحديد ورشه، وفي تحريك أنوال النسيج، وفي طواحين طحن الحبوب، وإدارة العجلات الخشبية لرفع الماء من الأنهار للري، إلا إن هذا الاستخدام المباشر للطاقة المائية كان يجابه ببعض المشاكل منها تضاريسية واخرى مناخية[١].

وفقاً لذلك اضمحلت قيمة الطواحين والمصانع التي تعتمد على قوة المياه بعد اختراع الآلات والمكائن التي تسير بقوة البخار أو الاحتراق الداخلي باستعمال الفحم، إلا إن الطاقة المائية أخذت تستعيد مكانتها في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بعد أن أمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية بمساعدة عدة عوامل أهمها: صناعة السمنت لبناء السدود والخزانات، واختراع التوربينات، واستخدام المولد الكهربائي، وصناعة الداينمو، واستخدام الاسلاك المعدنية شديدة المقاومة[٢].

ان كثير من دول العالم تمتلك امكانات مائية لكنها لا تستطيع استغلالها كما في كثير من دول العالم الثالث، (فرغم إن ٤/٣ القوة المائية الكامنة تتركز في قارات أفريقيا واسيا وأمريكا الجنوبية، إلا أن دول هذه القارات لم تستغل إلا نسبة قليلة من إمكاناتها تبلغ نحو ٩/١، وهذا يعود إلى المستوى الحضاري المتأخر لهذه القارات، لاسيما لقارة أفريقيا التي تمتلك نحو ٤٠% من جملة الطاقة الكامنة في العالم، ولم تستغل منها إلا نسبة قليلة جدا تبلغ نحو ٠,١% من إمكاناتها[٣]).

---

(١)عبد المنعم عبد الوهاب ومحمد ازهر السماك وازاد محمد أمين ، مصدر سابق ،ص٤٤٥ .

(٢) المصدر نفسه ،ص٤٤٦-٤٤٧ .

(٣) خالص حسني الأشعب وأنور مهدي صالح، الموارد الطبيعية وصيانتها، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٨، ص٢٠٧.

بينما تأتي قارة أوربا في مقدمة قارات العالم استغلالا للطاقة المائية، إذ تستغل أكثر من نصف طاقاتها انسجاما مع تطورها الحضاري وزيادة الطلب على مصادر الطاقة ومنها الطاقة المائية[١]).

رابعا: طاقة المد والجزر Tides Energy:

المد والجزر ظاهرتان طبيعيتان تحدثان لمياه المحيطات والبحار، إذ يكون المد هو ارتفاع وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. والجزر هو انخفاض وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. و العوامل المؤثرة على حدوث المد والجزر هي: قوة جذب القمر للأرض، وقوة جذب الشمس للأرض، وقوة الطرد المركزية للأرض[٢].

يحدث المد مرتين كل يوم أي مرة كل ١٢ ساعة، لأن جذب القمر يحدث مداً في نقطتين متقابلتين على سطح الأرض في آن واحد، فان الفترة الزمنية بين كل مَدّين متتاليين هو ١٢ ساعة. ثم لا يلبث أن يحدث الجزر مرتين أيضا عندما تبتعد هذه الأماكن عن القمر[٣].

يختلف ارتفاع المد باختلاف موقع القمر في مداره بالنسبة لكل من الأرض والشمس. ففي المحاق والبدر يعلوا المد إلى أقصى دورته نظرا لوقوع الشمس والقمر في جهة واحدة. وتبلغ قوة جاذبية القمر أقصاها عند ظاهرة الكسوف. أما في الأسبوعين الأول والثالث من كل شهر قمري يكون المد ضعيف، بسبب وقوع كل من الشمس والقمر على ضلعي زاوية رأسها مركز الأرض[٤].

تستخدم طاقة المد في توليد الكهرباء عن طريق بناء سد عند مدخل الخليج الذي يتمتع بفرق كبير في منسوب الماء بين المد والجزر، وتوضع توربينات توليد الكهرباء عند بوابة هذا السد. ففي فترة المد يرتفع منسوب الماء في المحيط أمام بوابات السد، فتفتح البوابات شيئاً فشيئاً، ويدخل الماء

---

(١) المصدر نفسه، ص٢٠٧.

(٢) الهادي مصطفى ابو لقمة ومحمد علي الاعور، الجغرافيا البحرية، ط٢، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والاعلان، ليبيا، ١٩٩٩، ص١٠٨.

(3) http://ar.wikipedia.org/wiki/مد-وجزر.op.cit.

(4) Ibid.

من المنسوب المرتفع خارج الخليج إلى المنسوب المنخفض داخله، فيدير توربينات توليد الكهرباء وتغلق البوابات بعد ذلك[١].

أما عندما ينحصر المد، وينخفض منسوب المياه في المحيط أمام السد، تفتح البوابات شيئاً فشيئاً، فيندفع الماء من المنسوب المرتفع داخل الخليج، إلى المنسوب المنخفض في المحيط فيدير توربينات الكهرباء بما فيه من طاقة وقد تحولت إلى طاقة حركية. ثم تغلق البوابات بعد ذلك حتى يبدأ المد مرة أخرى بعد ١٢ ساعة فتعود الدورة من جديد. لذلك هناك أربع دورات لتوليد الكهرباء في اليوم الواحد. اثنتان أثناء المد ودخول الماء من المحيط إلى داخل الخليج، واثنتان أثناء الجزر وخروج الماء من الخليج إلى المحيط[٢].

لقد انشأت الولايات المتحدة الأمريكية محطة مدية قرب شاطئ بريتاني، عند مدخل نهر رانس، قدرتها ٢٤٠ ميجاوات، وهناك خطة لاستغلال طاقة المد والجزر من أجل توفير ١% من احتياجات الولايات المتحدة الامريكية من الطاقة. وهناك مشروع آخر تحت الدراسة، يزمع إقامته على الشواطئ الغربية لنوفاسكوتشيا، حيث يبلغ ارتفاع موجة المد نحو ٨,٧ متر، عند مدخل نهر انابوليس. وعند خروج المياه إلى البحر، أثناء الجزر، تدفع توربينات يتوقع لها أن تولد نحو ٢٠ ميجاوات[٣].

في الخليج العربي لا تتعرض شواطئ الجانب الغربي من الخليج العربي إلى حركات مد عالية جداً كتلك الموجودة في بعض الشواطئ الأوروبية والأمريكية والتي تصل ١٠ أمتار فأكثر، لكن مع ذلك فأن ارتفاع المد في الخليج أو بعض مناطقه يصل إلى مستويات تسمح باستغلاله[٤].

فارتفاع المد في الخليج يزداد بالاتجاه شمالاً فهو يصل إلى أربعة أقدام عند سواحل قطر، ويرتفع إلى أكثر من أحد عشر قدماً عند شواطئ الكويت، واثبت العلماء الروس من خلال محطة الطاقة في منطقة كسلاياغوبا، إنه بالإمكان الاستفادة من طاقة المد ولو كان ارتفاعه أقل من

---

(1) http://www.qalqilia.edu.ps/renewe.htm, op. cit.
(2) Ibid.
(3) Ibid.

(٤)سعود يوسف عياش ، مصدر سابق ، ص٩٣ .

١١قدم، إذ يبلغ المعدل الوسطي لارتفاع المد في تلك المنطقة حوالي ٨ أقدام، ويتغير ما بين ٣-١٣ قدم[١].

خامسا: الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات Ocean Energy:

كان يعتقد حتى منتصف القرن السابع عشر أن مصدر حرارة مياه البحار والمحيطات هو الحرارة المشعة من باطن الأرض. وأن حرارة المياه ترتفع كلما توغلنا في اعماق المحيط. ولكن نتائج الأبحاث الحديثة دلت على أن حرارة المياه تنخفض بالتدريج كلما تم التوغل في عمق المحيط، وبالتالي توصل العلماء إلى أن سبب حرارة المياه هو الإشعاع الشمسي. بينما تساهم حرارة كل من باطن الأرض والبراكين وبعض المواد المشعة كالراديوم في حرارة مياه البحار والمحيطات بنسب قليلة [٢].

يستنفذ جزء من طاقة الاشعاع الشمسي في تسخين المسطحات المائية، وهذا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة هذه المسطحات، ويقل تأثير الإشعاع الشمسي كلما زاد توغله في مياه البحار والمحيطات، مما يؤدي إلى وجود تدرج حراري واضح في مياه البحار والمحيطات، أي أن درجة حرارة البحار والمحيطات تنخفض بالعمق وتزداد بالاقتراب من السطح. وهذا الفارق في درجات الحرارة هو الذي يمكن أن يستغل في توليد الطاقة الكهربائية.

إن وجود الفارق في درجة الحرارة بين مياه سطح البحار والمحيطات ومياه أعماقها يعد شرطا أساسيا لإمكان استغلال الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات، وتعد المناطق البحرية الواقعة بين المدارين ٢٣,٥° شمالا وجنوبا من أكثر المناطق ملائمة لإنشاء المحطات، وذلك لان كمية الإشعاع الشمسي الساقطة في هذه المنطقة تكون أعلى من المناطق الأخرى، كما إن بعد هذه المنطقة عن القطبين جعلها أقل تأثراً بالبرودة الشديدة، فضلاً عن ذلك وجود فارق حراري فيها يمكن أن يستغل لإنشاء محطات تعمل على مدار السنة[٣].

---

(١) المصدر نفسه ، ص٩٣-٩٤ .

(٢)http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture.aspx?fid=11&lcid=33627.

(٣)سعود يوسف عياش ، مصدر سابق ، ص٦٠-٦١ .

فدرجة الحرارة على سطح البحار المدارية تبلغ نحو ٢٥-٢٧°م ضمن طبقة سمكها يتراوح بين ٥٠-١٠٠ متر، ثم تنخفض سريعا إلى ١٠°م على عمق ٢٠٠ متر، ويسمى هذا الانخفاض السريع بالانحدار الحراري، وبعد ذلك تنخفض درجات الحرارة ببطيء لتصل نحو ٧°م على عمق ٧٠٠ متر، والى ٥°م عند عمق ١٠٠٠ متر، وتكاد لا تنخفض درجة الحرارة في مثل هذه المناطق حتى على أعماق اكبر عن ٤°م، وإن شرط هذا التدرج الحراري هو عدم وجود أية مصادر حرارية في قعر البحار كمصادر الطاقة الجيوحرارية مثل البراكين[١].

اما في الخليج العربي الذي يقع بين دائرتي عرض ٢٤°-٣٠° شمالاً، فإن كميات الإشعاع الشمسي الساقط على الخليج كبيرة، إلا إن ضحالة مياه الخليج العربي النسبية لا تسمح بوجود فوارق حرارية كبيرة بين مياه السطح ومياه الأعماق، لذلك فأنه من الصعب استغلال مياه الخليج لتوليد الطاقة الكهربائية حاليا[٢].

لكن ربما بالإمكان استغلالها مستقبلا في ضوء التطور التكنلوجي السريع الذي يشهده العالم في مختلف المجالات ومنها استغلال مصادر الطاقة المتجددة، لاسيما إذا تعرضت أسعار مصادر الطاقة الرئيسة المتمثلة بالوقود الاحفوري إلى الارتفاع أو تعرضت تلك المصادر إلى النضوب، وحصل تطور في استغلال المياه الضحلة كمياه الخليج العربي، واستغلال الفوارق القليلة في درجات حرارة المسطحات المائية.

سادسا: طاقة الأمواج البحرية Wave Energy:

تتحرك الامواج وتكتسب طاقتها من حركة الرياح التي تنشأ نتيجة الاختلاف في قيم الضغط الجوي من مكان الى آخر.

فإذا ما هبت الرياح لمدة قصيرة فإنها لا يمكن أن تسبب نشوء أمواج عالية، كما إن مساحة المسطح المائي لها دورها في حركة الأمواج وسرعتها، إذ يتضح هذا عند هبوب الرياح من اليابس، فان الأمواج الصغيرة تتكون بالقرب من الساحل، ويزداد حجمها بالتدرج بالتوغل صوب المياه

---

(١) المصدر نفسه، ص٦١.
(٢) المصدر نفسه، ص٧٢-٧٣ .

العميقة إلى أن تصل إلى نقطة يتلاشى عندها اثر مساحة المسطح المائي، ليصبح حجم الموج وسرعته مرتبطان بسرعة الرياح فقط[١].

كما إن لعمق المياه ودرجة حرارتهما اثر في حدوث الأمواج، حيث يتضاعف ارتفاع الأمواج إذا ما انخفضت درجة الحرارة والملوحة المائية عن حرارة المسطح المائي بمقدار ١١ درجة مئوية مع ثبات سرعة الرياح. لذا إن انسب الظروف لنشأة الأمواج العالية تتمثل في المسطحات المائية الواسعة، أما البحار والبحيرات الداخلية المغلقة أو شبه المغلقة فإنها لا تساعد على تكوين الأمواج العالية[٢].

تستغل الطاقة الحركية الموجودة في الامواج البحرية لتوليد الكهرباء، وهي طاقة اصبح استخدامها اقتصاديا في الوقت الحاضر، وان انتاج الطاقة الكهربائية من الامواج في تزايد مستمر، واقيمت اكبر المشاريع لتوليد الطاقة من الامواج البحرية في البرتغال[٣].

سابعا: الطاقة الجيوحرارية Geothermal Energy:

الطاقة الحرارية الأرضية مصدر طبيعي من مصادر الطاقة المتجددة البديلة التي تعتمد على درجة حرارة باطن الأرض المختزنة على وجه الخصوص في الصهير. حيث يقدر أن أكثر من ٩٩% من كتلة الكرة الأرضية عبارة عن صخور تتجاوز حرارتها ١٠٠٠ درجة مئوية. وترتفع درجة الحرارة بزيادة التعمق في جوف الأرض بمعدل نحو ٢,٧ درجة مئوية لكل ١٠٠ متر في العمق، أي أنها تصل إلى معدل ٢٧ درجة مئوية على عمق ١ كيلومتر أو ٥٥ درجة مئوية على عمق ٢ كيلومتر[٤].

يستفاد من الطاقة الجيوحرارية بشكل أساس في توليد الكهرباء. إلا أن تحويلها إلى طاقة كهربائية عملية باهظة التكاليف، بسبب عمليات الحفر إلى أعماق سحيقة والحاجة إلى أنابيب كثيرة لاستخراج الماء الساخن بكميات

---

(١) الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الأعور، مصدر سابق، ص١٠٠.
(٢) المصدر نفسه، ص١٠٠.
(٣) علي احمد غانم، المناخ التطبيقي، مصدر سابق، ص ٢١٩.
(4) http://ar.wikipedia.org/wiki/ طاقة_حرارية_ارضية

وفيرة، رغم أن الطاقة الأساسية (المادة الأولية) مجانية وهي متوفرة بكثرة لكن يصعب الحصول عليها [١].

في القرن العشرين أدى زيادة الطلب على الكهرباء للنظر في الطاقة الحرارية الجوفية كمصدر توليد. فقام الأمير بييرو جينوري كونتي بأول اختبار لتوليد الطاقة الحرارية الأرضية في ٤ تموز ١٩٠٤ في لاريديريلو Larderello في إيطاليا، وتمكن من جعل أربع مصابيح كهربائية مضاءة بنجاح، وفي وقت لاحق في عام ١٩١١، تم بناء أول محطة للطاقة الحرارية الأرضية التجارية في العالم هناك[٢].

كما تم بناء مولدات تجريبية في اليابان، وكاليفورنيا لتشغيل السخانات في سنة ١٩٢٠، ولكن كانت إيطاليا حتى عام ١٩٥٨ الدولة الوحيدة المنتجة صناعيا للكهرباء الحرارية الأرضية. وفي عام ١٩٥٨ أصبحت نيوزيلندا ثاني اكبر منتج في صناعة الكهرباء من طاقة حرارة الأرض حيث تم إنشاء محطة ايراكي فيها وكانت أول محطة استخدمت فيها تكنلوجية بخار فلاش[٣]. وحاليا يستخدم توليد الكهرباء من طاقة الأرض الحرارية ولأغراض التدفئة في عشرات البلدان من دول العالم.

ثامنا: **طاقة البرق Lightning Energy:**

يحصل البرق مع وجود السحب الركامية المزنية، التي تتكون عندما يسخن الهواء الرطب الملامس لسطح الأرض، فيصعد إلى الأعلى على شكل تيارات هوائية صاعدة، وإذا كانت عملية التسخين سريعة وكذلك الصعود فستتكون سحب ركامية مزنية ذات شحنة سالبة في أعلاها، فيحدث التفريغ الكهربائي مع أسفل السحابة ذات الشحنة الموجبة أو مع الأجسام الأخرى ذات الشحنة الموجبة، مسببة ذلك الوميض الذي يسمى بالبرق. ويتخذ التفريغ الكهربائي أشكالاً متعددة إذ قد يكون على شكل خطٍ متعرج zigzag أو شوكي Forked أو على شكل قطعة Sheet أو كرة ball.

---

(1) Ibid.

(2) http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_electricity.

(3) Ibid.

ان ومضة البرق الواحدة تستمر نحو ٠,٠٠٠٢ من الثانية، ويتولد عنها تيار كهربائي يبلغ مقداره نحو ١٠٠,٠٠٠ فولت، ويسير بسرعة ٣٣٠,٠٠٠ كم في الثانية . وهي قوة كهربائية كبيرة جداً، إذ أنه لو استمرت الشحنات الكهربائية لمدة ثانية، فأن مقدار القوة المتولدة ستصل إلى نحو ٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠ فولت/ثانية[١].

منذ أواخر سنة ١٩٨٠، كانت هناك عدة محاولات للتحقيق في إمكانية حصاد الطاقة من البرق. في صيف عام ٢٠٠٧ قامت شركة الطاقة البديلة (AEHi)باختبار طريقة لالتقاط طاقة البرق. وقامت بتصميم نظام تم شراؤه من إلينوي من مخترع يدعى ستيف لوروا، الذي قيل إنه قادر على تسليط ٦٠ واط لمبة ضوء لمدة ٢٠ دقيقة، باستخدام الطاقة التي تم الحصول عليها من ومضة صغيرة من البرق الاصطناعي. والأسلوب ينطوي على البرج، الذي يكون وسيلة من المناورة قبالة جزء كبير من الطاقة الواردة، و مكثف لتخزين بقية الطاقة[٢].

وفقا لمارتن أومان المدير المشارك لمختبر أبحاث البرق في جامعة فلوريدا والسلطة الرائدة في البرق، فان صاعقة واحدة، في وميض سريع مبرق يحتوي على قليل من الطاقة للغاية، فان عشرات من أبراج البرق مثل تلك المستخدمة في نظام اختبارها من قبل AEHi ستكون هناك بحاجة إلى تشغيل خمسمائة واط من المصابيح الكهربائية لمدار السنة. وذكروا أن الطاقة في العاصفة الرعدية هي مماثلة لتلك المنطلقة من قنبلة ذرية، ولكن محاولة حصاد الطاقة من البرق من الأرض هو لايزال ميؤوس منه[٣].

من التحديات الرئيسة عند محاولة حصاد الطاقة من البرق هو استحالة التنبؤ بمتى وأين سوف تحدث العواصف الرعدية وسيضرب البرق. رغم ذلك هناك طريقة لحصاد البرق وهو أن يتم مباشرة من الغلاف الجوي قبل أن يتحول إلى البرق، وقد فعل ذلك بنيامين فرانكلين في تجربة مع الطائرة الورقية له. ومع ذلك فان لجمع كميات معقولة من الطاقة يتطلب

---

(١)عادل الراوي سعيد الراوي وقصي عبد المجيد السامرائي ، المناخ التطبيقي، مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٩٠، ص٣٠٢ .

(2)http://en.wikipedia.org/wiki/Harvesting_lightning_energy.

(3)Ibid.

إنشاءات كبيرة جدا، وأنه من الصعب نسبيا الاستفادة من ناتج الجهد العالي جدا مع كفاءة معقولة[١].

تاسعا: الطاقة الحيوية Biomass Energy:

هي تلك الطاقة التي يمكن الحصول عليها من أنواع معينة من النباتات والمخلفات الزراعية النباتية والحيوانية فضلاً عن القمامة. واصل الطاقة الحيوية يعود إلى ضوء الشمس الذي يدخل في عملية التركيب الضوئي للنباتات، ومن النباتات تنتقل الطاقة إلى الحيوانات والإنسان.

يمكن الحصول على الطاقة الحيوية من المصادر الآتية:

١: طاقة الخشب Wood Energy:

الخشب يعد من مصادر الطاقة المتجددة، إذ أن الطاقة الخشبية كانت ولاتزال الوقود الذي يعتمد عليه تطور الحضارة، واليوم لاتزال الأخشاب المصدر المهم للطاقة المتجددة، فهي توفر أكثر من ٩% من أجمالي الطاقة الأولية في العالم، وتقدر الطاقة المستمدة من الأخشاب بنحو أكثر من ١١٠٠ مليون طن مكافئ من النفط كل عام. ويعتمد أكثر من مليارين من السكان على الطاقة الخشبية في الطهي أو التدفئة، لاسيما في الدول النامية[٢].

يمكن تلخيص الطرق التي يتم بها الاستفادة من الخشب لإنتاج الطاقة على النحو الآتي[٣]:

أ: الطريقة الحرارية: عن طريق حرق الخشب مباشرةً، واستخدام الحرارة الناتجة في مجالات مختلفة.

ب: طريقة التقطير الاتلافي للخشب: أي تسخين الخشب وتقطيره بمعزل عن الهواء، واستخدام ما ينتج من غازات وسوائل، فضلاً عن استخدام الفحم النباتي الناتج كمصدر للحرارة.

---

(1) Ibid.

(2) Food and Agriculture Organization of the United Nations, State of the World's Forests 2012, Rome, 2012, p. 27.

(٣)عبد الرحمن السعدني وثناء مليجي عودة ، مصدر سابق ، ص١١٤ .

ج٣:الطريقة الكيميائية: ويتم تعريض الخشب أو نشارته إلى بعض المواد الكيميائية تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة عالية، فيتم الحصول على زيوت قابلة للاشتعال، يمكن استخدامها كوقود سائل.

ثانيا: الوقود الحيوي:

الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء كانت نباتية أو حيوانية. ويتم الحصول على الوقود الحيوي من أنواع معينة من النباتات. وكذلك يتم الحصول عليه من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب والسماد، وقشر الأرز، وتحلُل نفايات المنازل ونفايات الورش والمصانع، ومخلفات الأغذية، التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق الميكروبات ذات الهضم اللاهوائي[١].

ثالثا:طاقة القمامة والنفايات:

إن القمامة والنفايات تشمل على بقايا الطعام، والعبوات الفارغة بكافة أنواعها المعدنية والزجاجية والبلاستيكية، وبقايا الملابس، وبقايا الاخشاب، والاثاث المستهلك، والمخلفات الصناعية، وبقايا الاجهزة الكهربائية المستهلكة، والمخلفات الزراعية ومخلفات الحيوانات...الخ[٢]. ويمكن الحصول على الطاقة من القمامة والنفايات عن طريق الطرق الاتية[٣]:-

أ. **الحرق المباشر :** عن طريق حرق المخلفات الصلبة في أفران خاصة، ثم الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة في التدفئة، أو تسخين المياه، أو إنتاج بخار الماء الذي يستخدم في إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء.

ب. **التخمير اللاهوائي :** عندما تتراكم القمامة فأنها تتخمر بفعل أنواع من البكتريا بغياب الاوكسجين، فيؤدي هذا التخمر الى التحليل الى المواد العضوية ، ويتحول أغلبها الى غاز الميثان المسمى البيوجاز Biogas ويستخدم في أغراض التسخين والطهي.

ج. **التحلل الحراري :** وفي هذه الطريقة يتم تجفيف النفايات وتقطيعها الى قطع صغيرة ، ثم توضع في إناء محكم الغلق لا يدخله الهواء، ثم تسخن

---

(١) http://ar.wikipedia.org/wiki/وقود_حيوي.

(٣) عبد الرحمن السعدني وثناء مليجي عودة، مصدر سابق، ص١١٥ .

(٣) عبد الرحمن السعدني وثناء مليجي عودة، مصدر سابق، ص١١٥-١١٦ .

النفايات الى ٥٠٠ °م تقريباً، وينتج عن هذه العملية الفحم وأنواع معينة من الزيوت والغازات القابلة للتخزين والاستخدام عند الحاجة.

العراق ومصادر الطاقة المتجددة:

لا يزال العراق يعتمد النفط مصدرا رئيسا بل يمكن القول بانه مصدرا وحيدا للطاقة فيه، رغم الخطورة البيئية، فضلا عن الخطورة الاقتصادية الناجمة عن ذلك الاعتماد. فدول العالم أخذت تفكر في استغلال مصادر الطاقة المتجددة وحتى الدول النفطية اخذت تستثمر ذلك جديا، وذلك يعود الى المزايا التي تتصف بها مصادر الطاقة المتجددة، فضلا عن تفكير دول العالم في اطالة عمر النفط لأطول مدة زمنية ممكنة فيها لأنه سيتعرض الى النفاذ عاجلا ام آجلا.

حقيقة ان العراق يمتلك من مقومات مصادر الطاقة المتجددة، ما لو استغلت استغلالا صحيحا لاستطاع توفير طاقة متجددة نظيفة لسكانه وبيئته، وتمكن من ان يحل ازمة الطاقة الكهربائية فيه، فضلا عن الاحتفاظ بالنفط كمصدر اقتصادي مهم للبلد، وتقليل المنطلق من غاز ثاني أكسيد الكربون الى الغلاف الغازي مما يخفف من مشكلة الاحترار فيه.

فالعراق يمتلك نهرين كبيرين الا وهما نهري دجلة والفرات، وقد اقام على هذين النهرين العديد من السدود والخزانات التي بإمكانها ان تولد طاقة كهرومائية، وفعلا استغل العراق ذلك، ولكنه كان استغلالا محدودا حيث كانت الطاقة الكهرومائية الناتجة لا تفي بمتطلبات البلد من الطاقة الكهربائية.

ان العراق يمتلك من مصادر الطاقة المتجددة الاخرى التي لو تظافرت مع الطاقة المائية لأغنت العراق، فالعراق يقع في القسم الجنوبي من المنطقة المعتدلة، وبموقعه هذا ضمن العروض شبه المدارية جعل اراضيه يصلها كمية كبيرة وفيرة من الاشعاع الشمسي بالإمكان ان تستغل كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة الا وهي الطاقة الشمسية، لاسيما ان اجواءه تتصف بكونها ذات سماء صافية معظم ايام السنة، فضلا عن جفاف هواؤها.

لا يقتصر الامر على الطاقة الشمسية فبالإمكان ان تستغل طاقة الرياح كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة، لاسيما ان سرعة الرياح في العراق تقع ضمن الحدود التي يطلبها تشغيل الطواحين الهوائية في معظم اراضيه، وخصوصا في المناطق المفتوحة، لاسيما صيفا. فضلا عن ذلك ان

اتجاه الرياح فيه تكاد تكون السيادة لنوع واحد من الرياح في معظم محطات العراق، الا وهو الاتجاه الشمالي الغربي.

فضلا عن ذلك هناك العديد من مصادر الكتلة الحيوية في العراق والتي تتمثل بالمخلفات الحيوانية والمحاصيل الزراعية والنفايات والقمامة التي تثقل كاهل المجالس البلدية، التي بالإمكان ان تستغل في توليد الطاقة الكهربائية، والاستفادة منها في عدة مجالات، انسجاما مع دول العالم الاخرى. وهذا كله سيؤدي بالنتيجة الى استخدام وقود نظيف لا يسبب تلوثا للبيئة، الامر الذي يقلل من المشاكل الناجمة عن استخدام مصادر الوقود التقليدي، والتقليل من الاعتماد الرئيس على النفط، فضلا عن انها مصدر طاقة متجدد غير معرض للنضوب.