المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

إدارة برامج العلوم والبحث العلمي

مصادر الطاقة النظيفة

أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي

وهيب عيسى الناصر
أستاذ الفيزياء التطبيقية
جامعة البحرين

حنان مبارك البوفلاسه
مساعد بحث وتدريس
جامعة البحرين

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

إدارة برامج العلوم والبحث العلمي

مصادر الطاقة النظيفة

أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي

وهيب عيسى الناصر
أستاذ الفيزياء التطبيقية
جامعة البحرين

حنان مبارك البوفلاسه
مساعد بحث وتدريس
جامعة البحرين

2004

المقدمة

مع نهاية القرن الواحد والعشرين، وإذا استمر الحال على ما عليه نحن من أسلوب استهلاك الطاقة ونمط الحياة، فإن عدد السكان، عالميا، من المحتل جدا أن يتضاعف، وإن احتياجاته ستزداد من 8 إلى 16 مرة. أما الطلب على الطاقة فإنه سيتضاعف مرتين، وربما أربعة مرات، رغم التحسن الرئيسي في كفاءة إنتاج الطاقة. والسؤال الذي يشغل بال متخذي القرار وراسمي السياسات، هو كيف يمكن توفير هذا الكم الهائل من الطلب على الطاقة من دون الأضرار بالبيئة وبأمان مع السعي إلى استدامتها؟. حاليا نحن نستخدم من الطاقة ما يعادل 10 آلاف مليون طن من النفط سنويا! ومع المستويات الحالية من إنتاج الطاقة بات تأثير مخلفات إنتاج الطاقة على الصحة وعلى البيئة واضحا، حيث زاد تكرر وقوع الأعاصير وظاهرة ال نينيو، وارتفعت حرارة الأرض مما أزاد من تكرار حدوث الفيضانات والجفاف؛ أي بات الطقس أكثر تطرفا. فلقد ازدادت نسبة غازات ثاني اكسيد الكربون في جو الأرض، وغيره من غازات الدفيئة، التي تأسر الحرارة في جو الأرض وتحبسها، الأمر الذي يساهم في تغيير مناخ الأرض وسلوكه ونظامه.

إن مصادر الطاقة المتجددة هي مصادر طاقة لا يصدر عن استخدامها ثاني أكسيد الكربون، ومعظمها خال من الضجيج، وهي تبدو أكثر ديمومة من الوقود الأحفوري أو النووي، رغم أن بعض هذه التقنيات لم تنضج بعد ولا زالت كذلك مكلفة اقتصاديا.إن غلاف كوكبنا الجوي هو حقيقة في حوض من الطاقة الشمسية كافية لاستيفاء احتياجات العالم من الطاقة بحوالي 15 ألف مرة! ولكن، وللأسف، فإن استغلال الطاقة المتجددة لإنتاج الطاقة في عالمنا يشكل 2.3% فقط، بينما النفط يشكل 32.6%، والغاز الطبيعي 21.1%، والطاقة النووية 5.7% ، والفحم 22.2%، والخشب التقليدي 10.6%، وطاقة مساقط المياه الكبيرة 5.5% علما بأن مجمل الطاقة المستهلكة على سطح الأرض في عام 2002 كان 451 إكساجول (1 اكسا يساوي بليون بليون 10^{18}), وهذا يعادل 10800مليون طن مكافئ من النفط! لحسن الحظ، بدأ رجال السياسة، وصناع القرار، وأصحاب الاحتراف، والمواطنون يهتمون بمصادر الطاقة المتجددة، وباتوا يرون ضرورة أن يكون هناك نصيب وافر من إنتاج الكهرباء بالطاقة المتجددة من مجمل الإنتاج الكلي للكهرباء في كل موطن، كل حسب استطاعته.

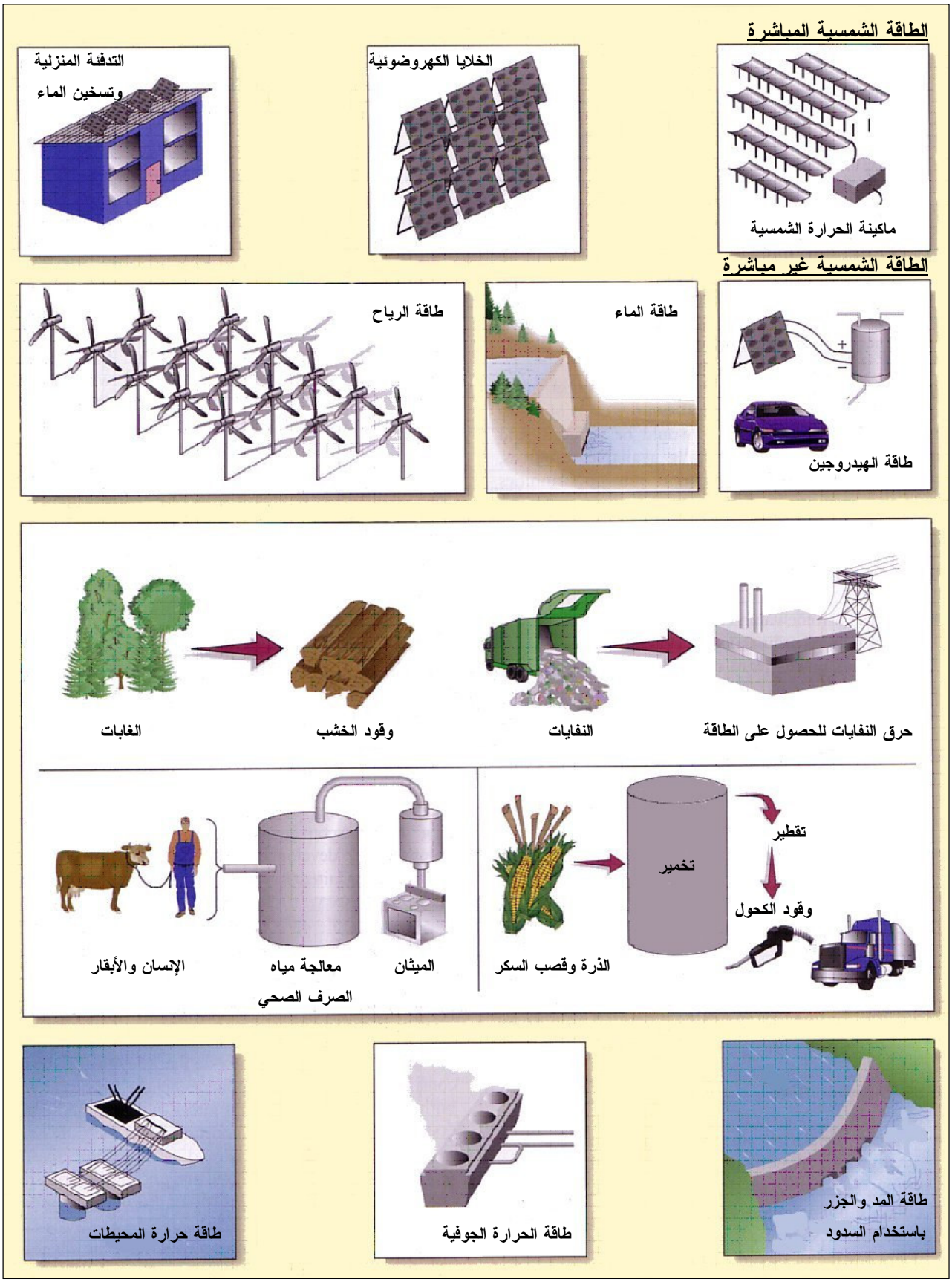
عند استشعار الحاجة لاستغلال الطاقة المتجددة على مستوى عال فحينها فقط سترى المجتمعات الحاجة إلى تثقيف المواطنين حول هذه الطاقات والحاجة إلى تدريب أبنائها، لذلك ارتأت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (الأليسكو)، تونس، المبادرة في

إصدار هذا الكتيب التثقيفي والتعريفي، كما إنها قد أنجزت سابقا ستة حقائب تدريب حول الطاقة المتجددة، ونفذت العديد من الدورات التدريبية في هذا المجال. وكلنا أمل أن يحظى هذا الكتيب باستحسانك أيها القارئ العربي الكريم.

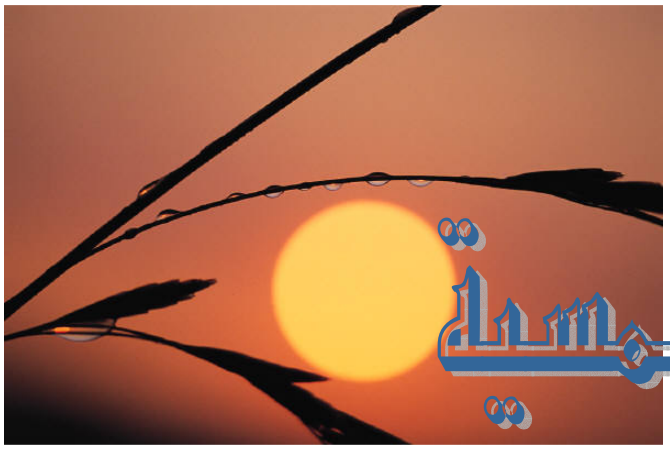
في الوطن العربي

واقع الطاقة في الدول العربية

تشير إحصاءات اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الأسكوا) حول قدرة الإستطاعة الكهربائية الفعلية لدول آسيا خلال الفترة من 1999م حتى 2002م، أن الإستطاعة الكهربائية الفعلية المركبة في مجمل هذه الدول بلغت 86263 ميجاوات، وقدرة محطات الديزل 1964 ميجاوات، والمحطات البخارية والغازية ذات الدورة المركبة 77061 ميجاوات، وقدرة محطات الرياح 63 ميجاوات والمحطات المائية 7175 ميجاوات، والحمل الكهربائي السنوي الأقصى 74187 ميجاوات، وأجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة 363029 ميجاوات. علما بأن عدد السكان في هذه الدول هو 170610 ألف نسمة وبناتج محلي حوالي 541647 مليون دولار، وبهذا يكون نصيب الفرد من الكهرباء المولدة 2209 كيلووات ساعة في السنة (6 كيلووات.ساعة يوميا – أي 252 وات يوميا لكل فرد).



مخطط يوضح البدائل من مصادر الطاقة المتجددة. في الوقت الحاضر تتوفر العديد من تقنيات التي جهدها عال لتزويد الفرد بالطاقة المسديمة مع تأثير متدن جدا على البيئة.ومن هذه التقنيات لدفئة المنازل بأشعة الشمس المباشرة، والخلايا الفولطاضوئية ,واللواقط المقعرة الشمسية ,وطاقة الرياح ,وانتاج الهيدروجين من طاقة الشمس أو الرياح,وخلايا الوقود,وانتاج الميقان من مخلفات الحيوانات والمجاري, كما يمكن استغلال طاقة المحيطات الحرارية(OTEC –Ocean Thermal Energy Conversion), وطاقة جوف الأرض , وطاقة المد والجزر.



الطاقة الشمسية

الشمس هي المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة المتجددة الأخرى وبما أن لها تاريخ طويل مع الأرض والإنسان بشكل خاص، فقد استحوذت على تفكير العلماء والمهندسين والمعماريين؛ الأمر الذي دفعهم في أواسط الثورة الصناعية لتكثيف الجهود والبحث العلمي للوصول لأفضل الطرق الممكنة للاستفادة من الطاقة الشمسية. وقبل البدء بعرض تطبيقاتها واستخداماتها، فلنستعرض أولا بعض خصائص هذه الطاقة.

إن الطاقة الشمسية هي ناتج التفاعلات النووية Thermonuclear التي تحدث في الشمس، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على صورة طاقة إشعاعية مكونة من الأشعة فوق بنفسجية – التي يتم حجب كمية كبيرة منها بوساطة الغلاف الجوي – و الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء (الأشعة الحرارية). والمجموع الكلي للطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض كبير جدا، حيث أن 1% فقط من مساحة الأرض يكفي لتجميع طاقة شمسية تغطي احتياج العالم بأسره من الكهرباء، والجدير بالذكر أن استخدام الطاقة الشمسية لن يغير في المخزون أو في دورة الطاقة Energy Cycle على الأرض، فإن المسطحات المائية واليابسة تمتص أشعة الشمس ومن ثم تقوم بتحويلها إلى طاقة حرارية وإعادة إشعاعها إلى الفضاء الخارجي. وكذلك النسبة البسيطة التي

نجاح الطاقة الشمسية للدول النامية

إن الكهرباء الشمسية باتت شائعة جدا في بعض الدول النامية مثل النيبال لكونها فاعلة اقتصادياً (تكلفتها تستحق ما تنتجه من الطاقة)، حيث تم إمداد كل بيت بكهرباء الشمس عن طريق توفير 2500 نظام لهذا البلد. وفي الوطن العربي هناك أكثر من مائتي مليون من المواطنين لا يحظون بالكهرباء إطلاقا وربما نفس هذا العدد يحظى بطاقة كهربائية أقل من 100 وات يوميا.

(Renewable Energy World, May 1999, 91-95).

يمتصها النبات أثناء التمثيل الضوئي يتم إطلاقها على شكل طاقة حرارية عندما تقوم الكائنات الحية بهضم الطعام. والإنسان أيضا، فإنه يقوم بتحويل حصته من الطاقة الشمسية أو فقدها على شكل حرارة. وبهذا فإن الطاقة الكلية محفوظة ولا خلل في دورتها. وعليه فإن الشمس مصدر متجدد للطاقة ولن ينفد ما دامت الأرض.

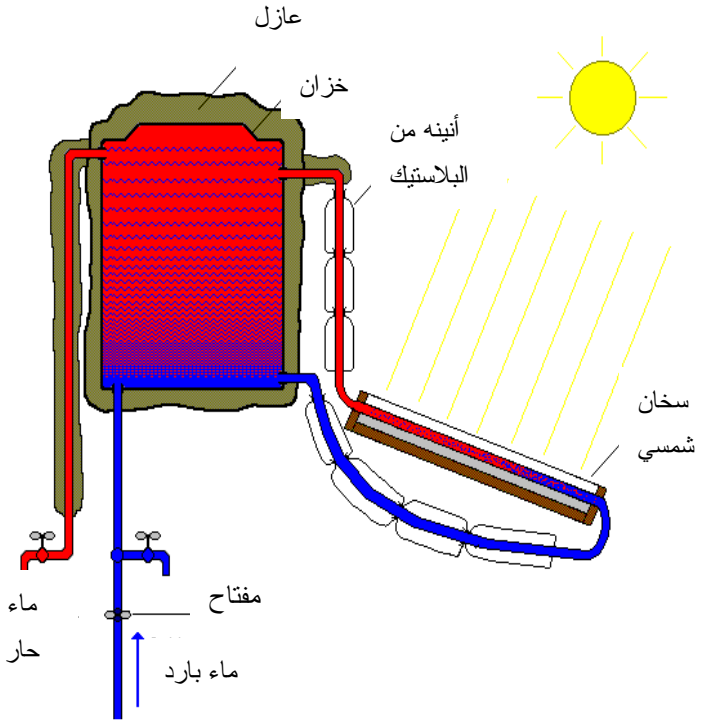
ولنبدأ الآن باستعراض طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية والتي يمكن حصرها على النحو التالية:

التسخين الشمسي Active solar heating:

وهو يتكون من سخان شمسي عادة يثبت على أسقف المباني ليقوم بتجميع الإشعاع الشمسي، ومعظم هذه السخانات بسيطة في تصميمها وتعمل على رفع درجة حرارة الماء (أقل من 100 درجة مئوية)، ويستخدم هذا الخزان للأغراض المنزلية أو حمامات السباحة.

تستخدم السخانات الشمسية بكثرة في المناطق الدافئة والمشرقة، وهي تتكون من مجمع على شكل "علبة" معدنية واسعة، وعادة ما تكون مستطيله الشكل، مغطاة بالبلاستيك أو الزجاج، ولها قاعدة سوداء يمتد بها عدد من الأنابيب. هذا النوع من السخانات يطلق عليه المجمع المسطح Flat Plate Collection ويثبت عادة بميلان يعادل خط عرض الموقع وفي اتجاه الجنوب.

تسخن القاعدة السوداء بوساطة أشعة الشمس الساقطة عليها، ومن ثم الأنابيب التي تحمل الماء ويقوم الغطاء يقوم بحبس الهواء الساخن داخل المجمع لسرعة رفع الحرارة.



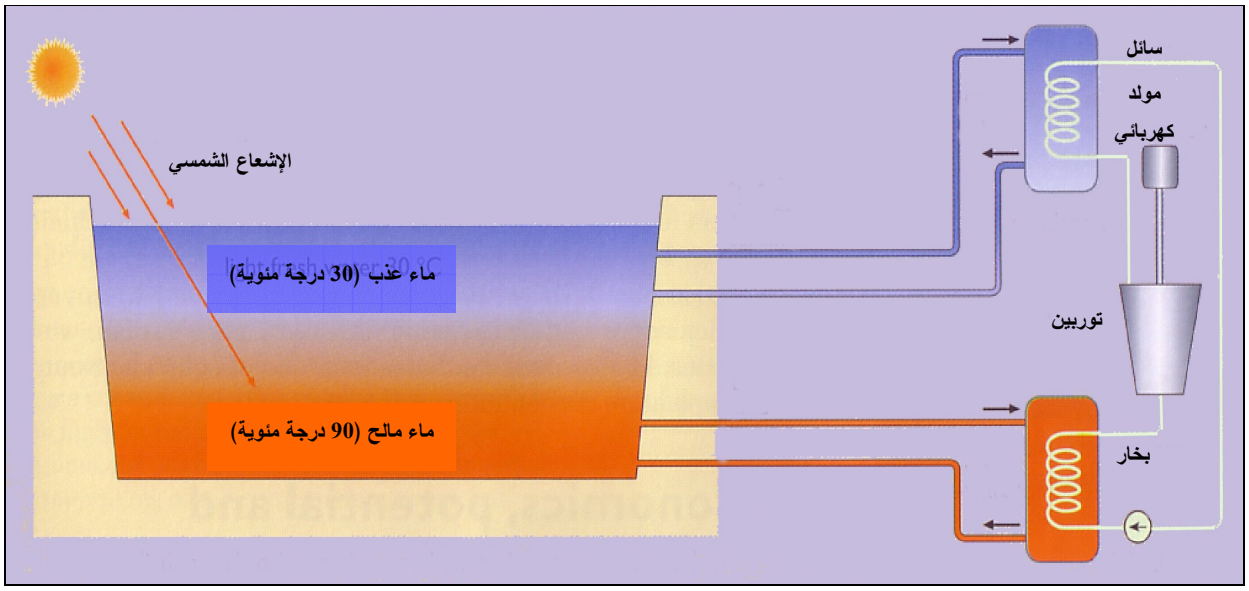
يقوم تيار الحمل على تدوير الماء في السخان فيرتفع الماء الحار ويهبط الماء البارد.

وتنقسم السخانات إلى نوعين: النظام الناشط Active system، وهى تحتوي على مضخة لتدوير الماء الساخن بين الخزان والسخان. والنوع الآخر النظام الخامل أو التمريري Passive system، وهي لا تحتاج إلى مضخة وتعتمد على تيار الحمل لتدوير الماء. ويثبت النوع الأخير من السخانات بحيث يكون خزان الماء أعلى من مستوى السخان، وعليه فإن الماء الساخن سيصعد إلى الخزان عن طريق تيار الحمل Natural convection current، أما الماء البارد فينزل من الخزان إلى السخان (اللاقط أو المجمع).

في الوطن العربي

* تعد الأردن وسوريا من أكثر الدول استخداما وإنتاجا للسخانات الشمسية، حيث تنتج سوريا 6000 منها سنويا، أما في الأردن فإن 26% من البيوت تستعمل السخان الشمسي الذي تنتجه نحو 25 شركة خاصة منتشرة في البلاد.

* لقد تم تنفيذ مشروعين للتسخين الشمسي للعمليات الصناعية في مصر مع ربطها بنظم استعادة الحرارة المفقودة وذلك بكل من الصناعات الغذائية وصناعة الغزل والنسيج. ويوفر المشروعان سنويا حوالي 1800 طن بترول معادل (ط.ب.م).



أحد تصميمات البرك الشمسية Solar Ponds، وهي أحدى تقنيات الطاقة الشمسية تعتمد على رفع درجة حرارة الماء المالح في أسفل البركة الذي يعمل على تسخين سائل ليتبخر، ومن ثم يستخدم لإدارة توربين والحصول على طاقة كهربائية من دون تلوث.

ماكينة الحرارة الشمسية Solar thermal engine:

وهي امتداد للسخان الشمسي ولكن يستخدم لها سخان أكثر تعقيدا لرفع درجة الحرارة لتصبح كافية لإنتاج بخار ماء قادر على تشغيل توربين لتوليد الكهرباء. وتوجد عدة أنواع من هذه التقنية، وقد تم بناء مجمعات منها تتكون من منظومة تحوى ثمان وحدات مثبتة على أبراج إلى منظومات قد تغطي هكتارات من الأراضي وحتى المحيطات.

ويتم تجميع أشعة الشمس باستخدام مرايا مقعرة، حيث تنعكس كل الأشعة التي تسقط موازية لمحور المرآة وتتجمع في بؤرة المرآة. ونظرا لكون الأشعة غير الموازية لا تنعكس في البؤرة، فإنه من الضروري أن يتم توجيه المرايا بشكل تلقائي دائما باتجاه الشمس. ونظراً لكون البؤرة أمام المرآة فإن كفاءة التجميع ليست عالية، لذا تم صنع مرآة ونستن (Winston mirror) حيث يتم تجميع الأشعة في بؤرة غير محددة ولكنها موجودة خلف المرآة.

إن كل المرايا السابقة يمكن أن تصنع إما ببؤرة خطية (Line focus) أو بؤرة مركزية (Point focus)، في حالة البؤرة الخطية، يمكن تجميع ضوء الشمس في منطقة على طول المرآة، وللتأكد من بقاء الصورة دائما في البؤرة فإنه من المهم أن يكون المجمع Collector باتجاه الجنوب ويقوم بتتبع ارتفاع الشمس (أعلى وأسفل) Sun Tracking.

مجموعة من الصحون العاكسة ذات البؤرة الخطية.

مجموعة من الصحون العاكسة ذات البؤرة المركزية.

أما بالنسبة إلى البؤرة المركزية، فإن الصورة تتجمع على سخان في مركز المرآة، وللحصول على أفضل النتائج فإن محور المرآة يجب أن يكون دائما مواجها للشمس في جميع الأوقات، لذلك لابد من تتبع حركة الشمس (الارتفاع Sun altitude والزاوية بين الشمس والشمال Azimuth).

ويختلف مدى تعقيد تصميم الماكينة حسب نسبة التجميع اللازمة لأشعة الشمس والتي قد تتراوح بين تركيز يصل إلى 1000 مرة، في حالة مرآة مقعرة ذات بؤرة مركزية، إلى 50 مرة في حالة المرآة المقعرة ذات البؤرة الخطية. ويتم تحديد النسبة المطلوبة والتصميم المناسب بناءا على درجة الحرارة المرغوبة بها.

طرق إبداعية لتوليد الطاقة الكهربائية من حرارة

نشرت مجلة نيوساينتست مقالا عن إمكانية تشيد مدخنه (chimney) ارتفاعها 5 متر، في مدينة نورث كيب في جنوب أفريقيا. في قاع المدخنة يتم وضع قرص من الزجاج 7 كم (طولا وعرضا) لتجميع حرارة الشمس، ومن ثم سحب الهواء الحار من وسط المدخنه إلى الخارج لتشغيل توربين لتوليد الكهرباء.

(New Scientist, 6 March 1999, 30-35)

أرخص تكنولوجيا في مجال الطاقة الشمسية

إن الطاقة التي توفرها تقنية استغلال الحرارة الشمسية (مثل طاقة تركيز الأشعة الشمسية) تعتبر هي الأرخص ضمن تقنيات الطاقة الشمسية عالميا. ففي كاليفورنيا تم شبك 354 ميجاوات بالشبكة العامة للكهرباء في الثمانيات من القرن المنصرم من خلال محطات سعة الواحدة من 14 ميجاوات إلى 80 ميجاوات. ومن المتوقع أن المحطات الجديدة باستطاعتها أنتاج طاقة كهربائية بكلفة 10 إلى 12 سنت لكل كيلووات ساعة.

(solarpaces@dlr.deJanuary 1999)

التدفئة الشمسية Passive solar heating:

أن ضوء النهار من الأمور التي أعتدنا عليها ويجب أن نقدرها، و لم يقم الإنسان الاستعاضة عنها بالضوء الصناعي إلا في منتصف القرن العشرين وكان ذلك في حينها أمر مكلف جدا. وعندما أصبحت الكهرباء رخيصة، تم تجاهل الضوء الطبيعي شيئا فشيئا.

توضح صورة لملحق في أحد المنازل. عندما يسخن الهواء في الملحق فإنه ينتقل عن طريق تيار الحمل إلى باقي أجزاء المنزل لتدفئته.

وقديما كانت المنازل مصممة للاستفادة من ضوء النهار الطبيعي سواء في الإنارة أو التدفئة إلا أن التصميمات الحديثة للمباني اعتمدت بشكل كبير على الإضاءة الصناعية. أما بالنسبة للتدفئة الشمسية فمازالت تتمتع باهتمام المهندسين، ويمكن أن نراها من منظورين، الأول ضيق، ويعتمد على امتصاص جدران المباني للطاقة الموجودة في الإشعاع الشمسي لإنتاج الحرارة اللازمة للتدفئة، و في هذه الحالة يستخدم الهواء لتوزيع الحرارة في المبنى دون الحاجة إلى مضخة أو مراوح. والمنظور الآخر الأوسع، هو تصميم المباني لتكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، وذلك من خلال تقليل التدفئة أو التبريد الإضافيين اللازمين للمباني بحيث تصبح أقل وأكثر طاقة شمسية لها الأثر الكبير في توفير مناخ ملائم داخل المباني، وبذلك يمكن خفض فاتورة الكهرباء إلى 75%، علما بأن تكلفة هذه التصميمات الإضافية قد تتراوح بين 5% و10% من كلفة تشييد المباني.

الطاقة الكهروضوئية Photovoltaic:

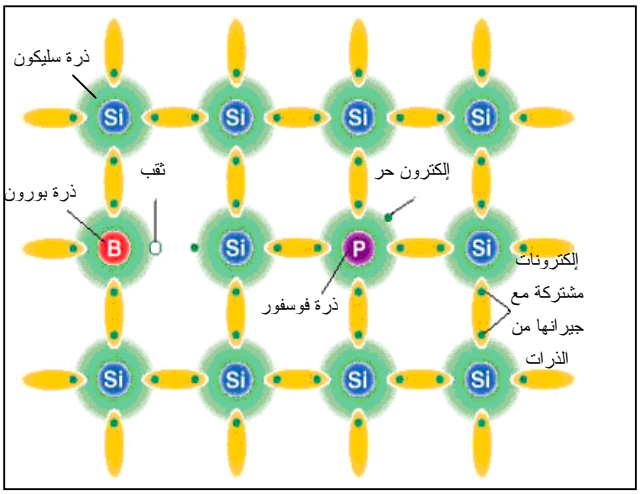
لابد أنك قد رأيت آلة حاسبة تستخدم الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة دون الحاجة إلى البطارية، وأحيانا لا يوجد بها زر الأقفال؛ فطالما توفر الضوء الكافي فإنها ستعمل بصورة جيدة. كما أنه لابد أنك رأيت خلايا شمسية كبيرة مثبتة في الطرق أو على الهواتف العمومية أو العوامات في البحر أو حتى في مواقف السيارات.

فقبل خمسين عاما بدأت ثورة تكنولوجيا الشمس، وبدأت تسيطر فكرة اليوم الذي سيتم فيه استخدام الكهرباء المجانية الموجودة في الشمس. ففي اليوم المشمس، خاصة في الدول العربية، يصل شدة الإشعاع الشمسي حوالي 1000 وات من الطاقة لكل متر مربع عند الظهيرة، وحوالي 500 – 600 وات لكل متر مربع كمتوسط سنوي خلال اليوم، وإذا أمكننا بالفعل تجميع كل هذه الطاقة فإنه باستطاعتنا الحصول على كهرباء مجانية في منازلنا ومكاتبنا.

من اليمين إلى اليسار: تستخدم الخلايا الشمسية في عداد مواقف السيارات، في وسط البحر، والمناطق النائية.

وحقيقة، لو خصصنا مساحة 1% من أراضي المملكة العربية السعودية ووضعت بها خلايا كهروضوئية لتمكنا من الحصول على كهرباء تكفي الوطن العربي بسهولة جداً.

وكانت بدايات الخلايا الشمسية – قبل خمسين سنة – صغيرة جدا وكفاءتها لا تزيد عن 2% و تمركزت تطبيقاتها في بادئ الأمر على أجهزة تحديد شدة الضوء كالتي تستخدم في كاميرات التصوير، والقليل منها الذي كان يعتمد على توليد الطاقة الكهربائية. ومع اختراع الترانزيزتور Transistor وأشباه الموصلات Semiconductor تحسنت كفاءة الأجهزة الكهروضوئية بشكل ملحوظ وأصبحت الطاقة الناتجة عنها أكثر عمليا. ومع مرور السنوات عدة شركات عملت على تحسين الكفاءة إلى أن وصلت إلى 35% في المختبر والتي تعتبر سبع مرات أفضل منها قبل بضع سنوات فقط.

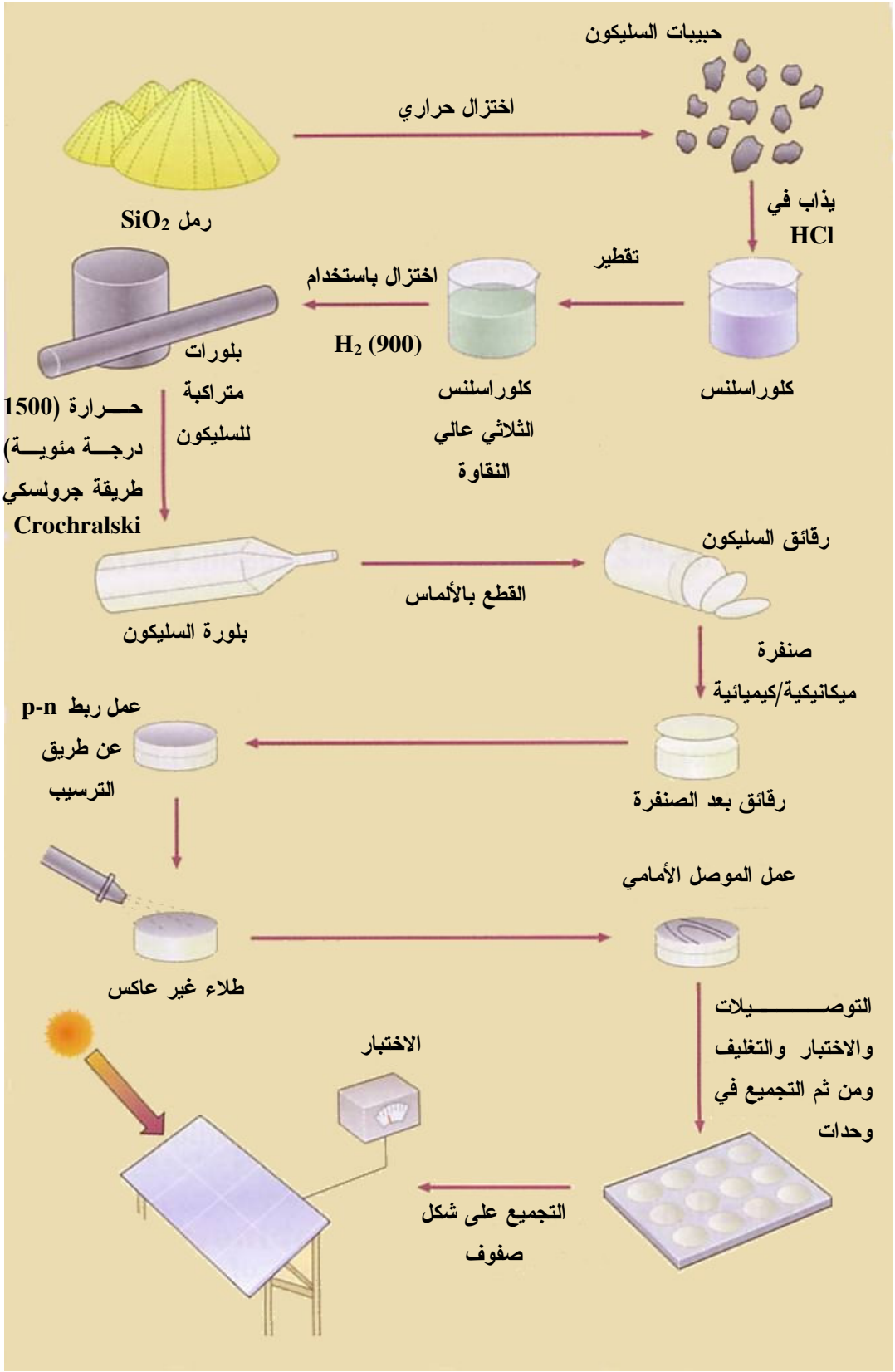


إن المادة المستخدمة في تصنيع الخلايا الشمسية Photovoltaic cells هي السليكون، وهي المادة الأكثر توافرا على سطح الأرض. بالإضافة إلى السليكون هناك عدد من المواد مثل أشباه الموصلات (جاليوم ، جرمينيوم) والصبغات العضوية (organic pigment) . وتصنف الخلايا الشمسية إلى أربعة أنواع أساسية. أولها الخلايا المصنوعة من السليكون الإحادي Single crystal، وهو عبارة عن شرائح قطعت من بلورة متجانسة ذراتها مصفوفة في نفس الإتجاه. ثانيا الخلايا المصنوعة من السليكون المتعدد البلورات Polycrystalline، وهو أرخص من صناعة السليكون الأحادي إلا أن كفاءتها أقل. ثالثا خلايا الأفلام الرقيقة Thin Film، ويتم صناعتها عن طريق الترسيب ويطلق عليها عادة بخلايا السليكون المتبلمره Amorphous silicon cells وهي رخيصة جدا مقارنة بالأنواع الأخرى ولكن ذات كفاءة منخفضة. وتعني كلمة "المتبلمره" Amorphous هو فقدان الشكل البلوري. وهناك أنواع أخرى من خلايا الأفلام الرقيقة مثل المتعددة البلورات Polycrystalline وخلايا الصبغات العضوية Organic cells الرخيصة. رابعا الخلايا المتعددة الطبقات Multilayer cells، حيث تتكون من طبقتين أو ثلاث طبقات من الخلايا المترسبة فوق بعضها بعض، وهي ذات كفاءة عالية.

أفضل الأوضاع لسطح ألواح الخلايا الشمسية:

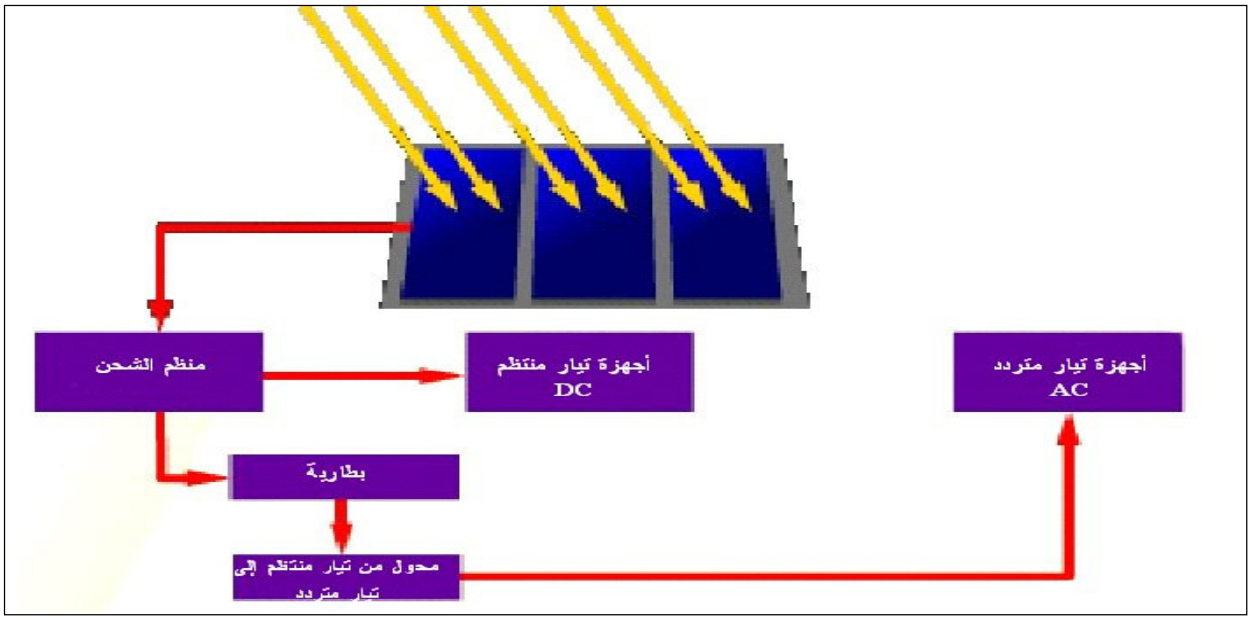
للحصول على الطاقة الكهربائية المطلوبة من الخلايا الشمسية لابد من مراعاة اتجاه وزاوية التثبيت الألواح.

يفضل أن يكون سطح ألواح الخلايا الشمسية باتجاه الشمس دائما ليتمكن من التقاط أكبر قدر من الإشعاع الشمسي. وفي حالة الألواح الثابتة يفضل أن تكون باتجاه الجنوب (في نصف الكره الجنوبي) مائلا بزاوية أقل من خط عرض الموقع



مراحل صناعة الخلايا الشمسية

بمقدار 10 درجات في الصيف، وبزاوية أكثر من خط عرض الموقع بمقدار 10 درجات في الشتاء. أما إذا كان ألـــواح الخلايا الشمسية متحركة بحيث تتتبع الشمس فمن الأفضل أن يكون باتجاه الجنوب بزاوية ميلان مساوية لخـــط عـــرض الموقع. وفي المناطق التي فيها انعكاسية عالية Albedo (أي سطحها عاكس لأشعة الشمس، كالجليـــد أو المـــاء) فإنـــه بلأمكان استغلال الإشعاع المشتت Diffuse والمنعكس Reflected من الأرض إلى اللاقط Collector مرة أخـــرى. وتباع الأسطح الشمسية Solar modulus بقدرة كهربائية 60 وات في السطح الأمـــامي و 37 وات في الســـطح السفلي عندما يكون مقدار الإشعاع الشمسي 1000 وات/متر مربع، ومساحة الأسطح قدرها 0.594 متر مربع.



شكل يوضح كيفية ربط الألواح الشمسية بالأجهزة المختلفة

1 ميجاوات من الكهرباء الشمسية من مبنى أكاديمية في ألمانيا.

تم تركيب 3184 ألواح خلايا شمسية على واجهة وسقف أكاديمية مونت سينس هيرن بالقرب من إيسن بألمانيا للحصول على طاقة قدرها 1 ميجاوات. وأحتاج لتوصيل هذه الألواح 569 عاكس للكهرباء (Inverter). وكل واجهة مكونـــة من طبقتين من الزجاج (6 ملم إلى 8 ملم) بينهما مادة لاصقة بسمك 2 ملم مع خلايا شمسية. وكل خلية شمســـية ذات كفاءة تتراوح من 12.5% إلى 16%.

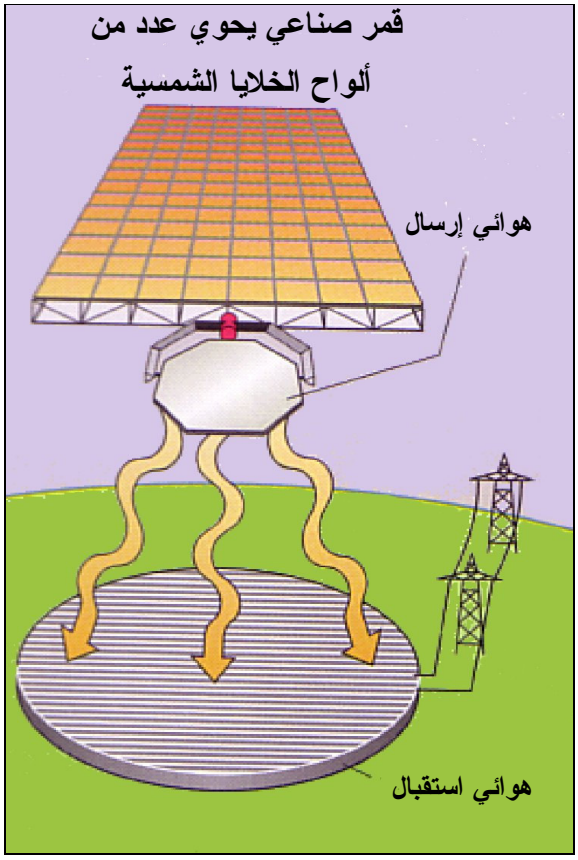
ولقد تميز التصميم النهائي لنظام الكهروضوئي بشكل هندسي رائع يشبه الغيوم في السماء.

(Renewable Energy World, May 1999, 30-36)

القضايا البيئية :

المشكلة البيئية الوحيدة لمثل هذه التقنية هي المساحة المطلوبة لتشييد هذه التقنية بينما الكهرباء الناتجة لا تنفث غازات ولا إشعاعات أو تلوث أو ضجيج، إلا أن بعض القلق يساير الناس في الغازات الداخلة عند إنتاج هذه الخلايا، وكذلك عند انتهاء مدتها حيث بعضها يحتوي على مواد مثل الكادميوم والزرنيخ، وكذلك غاز الميثان، بالإضافة إلى مواد كيميائية ومعادن سامة إلا أن نسبتها قليلة جداً.

إن محطات توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية خلال دورتها تنتج كهرباء أكثر مما تتطلبه من الكهرباء عند تصنيعها حيث أشارت دراسة في سويسرا في أواخر 1980م أن 6.5MW من خلايا الشمس في جبال الألب تنتج 900GWh خلال 30 سنة، وهذا أكثر بكثير مما احتاجته للتركيب والتشغيل وهو 120GWh (15% من خارج العطاء-output), وهذا يعني أنه بعد مضي 4 سنوات من التشغيل تكون الأسطح الكهروضوئية (PV) قد أنتجت كهرباءً أكثر مما استهلكته من مال لإنتاجها وتصنيعها لتعمل حتى 30 سنة.



أحد المشاريع المستقبلية، وهو وضع قمر صناعي في مدار حول الأرض يحوى ألواح خلايا شمسية تقوم بتوليد الكهرباء ومن ثم إرسالها عن طريق هوائيات خاصة إلى محطات على الأرض.

التطلعات المستقبلية :

حسب الدراسات الحديثة فإنه من المتوقع أن ينتشر سوق الخلايا الكهروضوئية في أوائل القرن الواحد والعشرين ليصل من 165MW إلى 250MW، علماً بأن الدراسة كانت تشير أنه عام 1995م كان من المتوقع أن يصل الإنتاج إلى 73MW، ولكنه وصل حقيقة إلى 81MW !

وعلى الرغم من ذلك، فإنه سوف لن يكون هناك نمو طويل الأمد ما لم تنخفض أسعار هذه التقنية 3 إلى 5 مرات، فالسعر المطلوب والمغري لتشجيع انتشار هذه التقنية هو USD 3/W_P أو (USD 3000/kW) لتصل إلى المدى من USD 1000/kW إلى USD 2000/kW.

تشير التقارير الصادرة من شركة Pilkington إن تقنية ماكينة الحرارة الشمسية لها مستقبل جيد ويبعث على

التفاؤل، وأحد الأهداف هو استخدام القدرة الكهربائية الناتجة من الحرارة الشمسية لخفض إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في مناطق الحوض البحر الأبيض المتوسط، حيث يمكن، ضمن خطة طموحة وفي مجال التعاون الدولي، تركيب منظومة للطاقة الشمسية في أراضي عربية لوفرة الإشعاع الشمسي فيها وإنتاج والماء من حرارة الشمس للدول العربية الفقيرة بالماء و إنتاج الكهرباء وتصدر إلى أوروبا.

في الوطن العربي

يبلغ أجمالي القدرات القصوى لمشروعات دول الأسكوا في هذا المجال، خاصة مصر والأردن وسلطنة عمان والمملكة العربية السعودية، أكثر من 1300 كيلووات في أقصى تطبيقات متعددة منها كهربة المنازل (83 كيلووات)، والنظم المركزية لكهربة القرى (590 كيلووات)، وضخ وتحلية المياه (180 كيلووات)، وغيرها، فضلا عن معدات الإنارة للمنازل والطرق والأنفاق.

ويتم التخطيط حالياً لتشييد من أربع إلى خمس محطات (الطاقة من 30MW إلى 70MW) في أسبانيا، والأردن، والمكسيك، وفلسطين المحتلة في بداية القرن الواحد والعشرين. وتخطط شركة Pilkington Solar مع شركات أخرى لإنشاء محطات تتراوح قدرتها من 130MW إلى 160MW في الهند، كما إن هناك محطات على وشك الانتهاء من تشييدها بأنظمة ISCCS (Integrated Solar Combined-Cycle System) وهي:

(1) المغرب : بقدرة 130MW مع 40MW وحدات طاقة شمسية.

(2) مصر : بقدرة 100MW إلى 200MW .

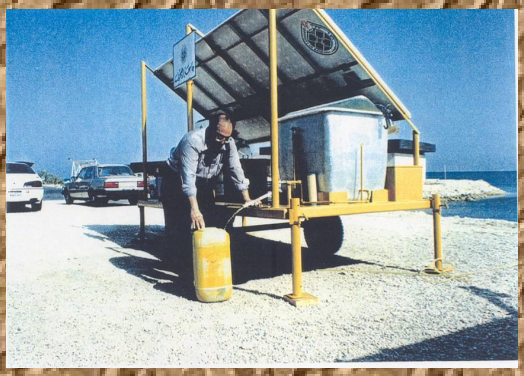
(3) المكسيك : بقدرة 312MW مع نظام مشترك وقدرة 50MW مركبات شمسية.

(4) ناميبيا : بقدرة 200MW مع نظام مشترك وقدرة 80MW مركبات شمسية, وقدرة 150MW من نظام SEGS (Solar Energy Generating Stations).

تجدر الإشارة إن كلفة تشييد محطات من نوع (SEGS) يكلف حوالي 2800 إلى 3000 دولاراً أمريكياً لكل كيلووات، ومن الممكن تخفيض هذا المبلغ من 2000 إلى 2400 دولاراً أمريكياً لكل كيلووات لمحطات ذات قدرة عالية (200MW).

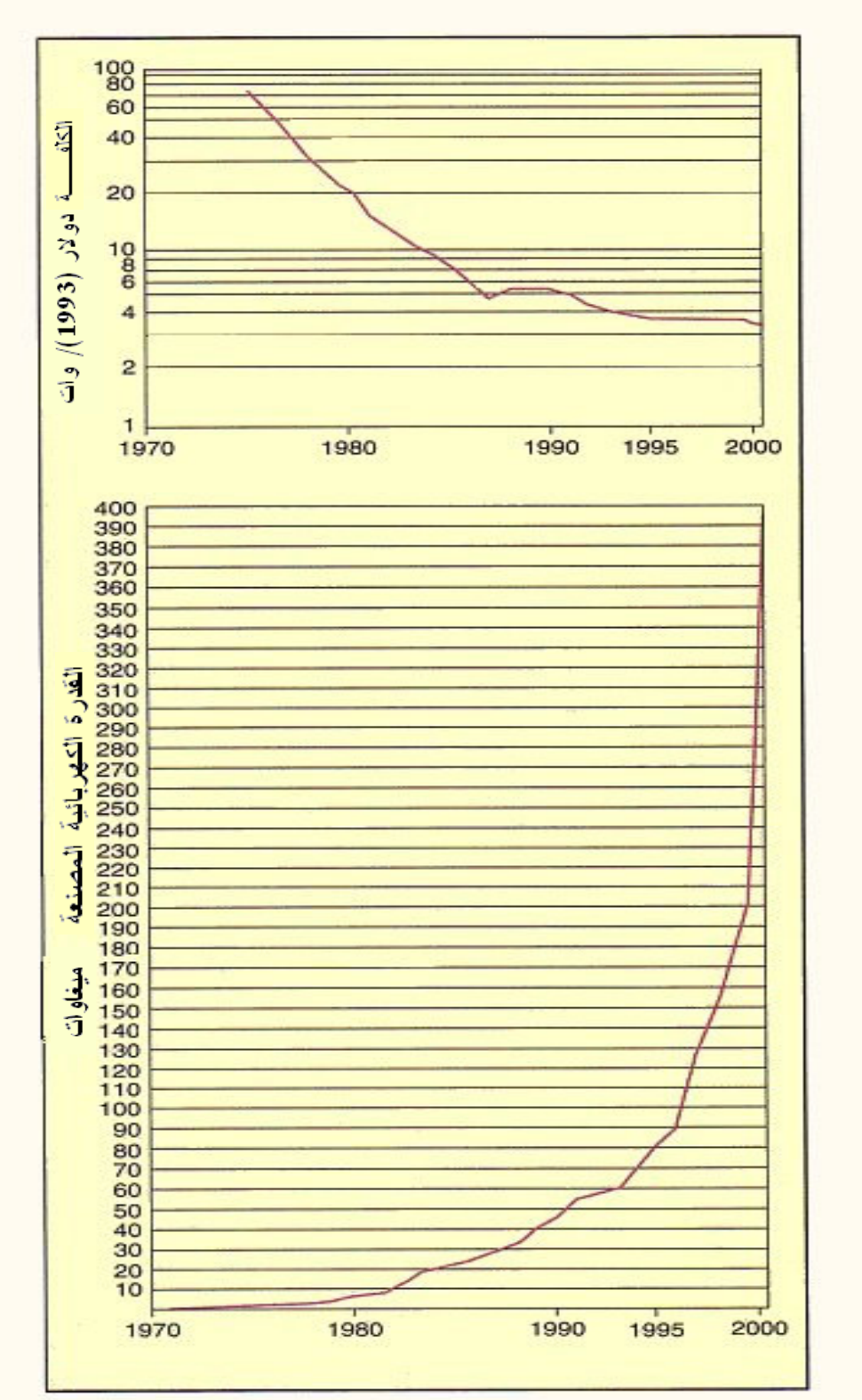
عدد من المشاريع التي تمت في مملكة البحرين في مجال الطاقة المتجددة:

أحد المشاريع التعاقدية الناجحة بجامعة البحرين – كلية العلوم – وهو محطة توليد كهرباء بطاقة الشمس والرياح وبقدرة 2.5 كيلو وات. المحطة متنقلة ويمكنها توفير الكهرباء موسم التخيم وفي المناطق النائية.



مشروع ناجح قامت به جامعة البحرين، لتحلية الماء بالطاقة الشمسية باستخدام تقنية التناضح العكسي. النظام متنقل وينتج 250 لتر يوميا.

أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في شركة ألمنيوم البحرين (ألبا)



شكل يوضح كيف انخفضت أسعار الخلايا الفولتاضوئية بفعل العمل الدؤوب من علماء الفيزياء. لقد انخفضت أسعار هذه الخلايا حوالي 25 مرة خلال ال 25 سنة الماضية لقد ازدادت مبيعات هذه الخلايا بشكل هائل إذ قفزت المبيعات في العام 2001 إلى 395 ميجاوات. من المتوقع أن تزداد المبيعات بعد إعلان الحكومة الأمريكية عن مشروع استكمال تركيب خلايا فولطاضوئية على سقف مليون منزل في عام 2010.

طاقة الرياح

لعبت الطواحين الهوائية (Windmill) – حاليا تسمى توربينات طاقة الرياح – منذ القدم دورا هاما في طحن الحبوب ومن هنا أشتق الاسم، ومنذ ذلك الحين تطورت لتأخذ مهام أخرى كضخ المياه وتوليد نسبة بسيطة من الكهرباء، إلا أن استخداماتها قد تراجع بشكل واضح في الفترة ما بين 1930 و 1940 بسبب انخفاض سعر الوقود الأحفوري المستخدم في توليد الكهرباء، وأستمر هذا الأمر حتى عام 1970 الذي شهد عودة الطواحين مرة أخرى بشكل وتكنولوجيا أفضل.

لقد تم تصميم أنواع مختلفة من توربينات الرياح Wind Turbine، إلا أن غالبيتها مجرد نماذج قيد الاختبار لقياس كفاءتها. أكثر هذه الأنواع انتشارا هي المراوح التي تشبه في تصميمها تلك القديمة والمعتمدة على شفرات تشبه شفرات مروحة السفينة، وذلك لكونها لا تحتاج إلى مضخم سرعة وإنما تثبت المروحة مباشرة بالمولد الكهربائي.

أدى العمل على دراسة وفهم الحركة الديناميكية للرياح إلى رفع كفاءة ومتانة توربينات الهوائية Wind Turbine مما أدى إلى انخفاض كلفة الكهرباء المولدة منها. وعادة ما نرى التوربينات الهوائية على هيئة مزرعة Wind farms ، وهي عبارة عن صفوف تحوي على أعداد من الطواحين التي قد تصل إلى الآلاف، وهذه المزارع متناغمة مع الطبيعية والبيئة ولا تنتج أي تلوث، وتولد كهرباء عالية ذات كلفة منخفضة مقارنة بالطرق التقليدية.

ديناميكية الرياح

عند دراستك للخرائط المناخية ستلاحظ مناطق محددة بكلمة "High" ومناطق أخرى بكلمة "Low"، وهي تدل على مناطق الضغط المرتفع والمنخفض على التوالي، والخطوط على هذه الخرائط هي لتحديد مناطق الضغط المتساوي Isobars. ويدل الضغط العالي على مناخ معتدل مع رياح خفيفة وسماء صافية وجو دافئ، بينما الضغط المنخفض يدل على طقس ورياح متغيرة وجو بارد وعاصف أحيانا.

ويمكن تعريف الرياح على إنها كتل من الهواء التي تتحرك في الغلاف الجوي نتيجة لتغيرات في الضغط الجوي والاختلاف في درجات الحرارة على الأرض.

الرياح، وهو التعبير المستخدم للهواء المتحرك، مثل كل غاز يتمدد أو يزداد حجمه عند التسخين بوساطة أشعة الشمس ويصبح أقل كثافة ومن ثم يستطيع أن يعلو إلى مسافات كبيرة، وينكمش فيقِل حجمه عند التبريد. وتتأثر الرياح بدوران الأرض حول محورها (بسرعة حوالي 1600 كم/ساعة عند خط الاستواء)، ونسبة اليابسة إلى البحر، والموقع الجغرافي والشكل الطبقي للموقع، جبال، وديان، غابات، صحراء ....الخ). وبالتأكيد، تتأثر الرياح بتغير وتوزيع الإشعاع الشمسي باختلاف فصول السنة.

ويمكن تقسيم نظام الرياح إلى نوعين: نظام الرياح العالمي ونظام الرياح المحلي. ويعتمد نظام الرياح العالمي على اختلاف توزيع درجات الحرارة على سطح الأرض حسب فترة وكمية التعرض للإشعاع الشمسي. وهذا الاختلاف في درجات الحرارة سيعمل على تدوير الهواء. أما نظام الرياح المحلي فيمكن تقسيمه إلى نسيم البحر، وهو ما نشعر به بالقرب من الشواطئ نتيجة لاختلاف درجات الحرارة بين البحر واليابسة، حيث أن حرارة اليابسة أثناء النهار أكبر من حرارة سطح البحر، أما في الليل فإن اليابسة تبرد بشكل أسرع من البحر. لذلك، فإنه أثناء النهار يتحرك (يهب) الهواء البارد باتجاه الشواطئ ليحل محل الهواء الساخن المتصاعد من اليابسة، أما في الليل فيحدث العكس فتهب الرياح من اليابسة إلى البحر (لذلك يفضل الإبحار بالقوارب الشراعية فجرا).

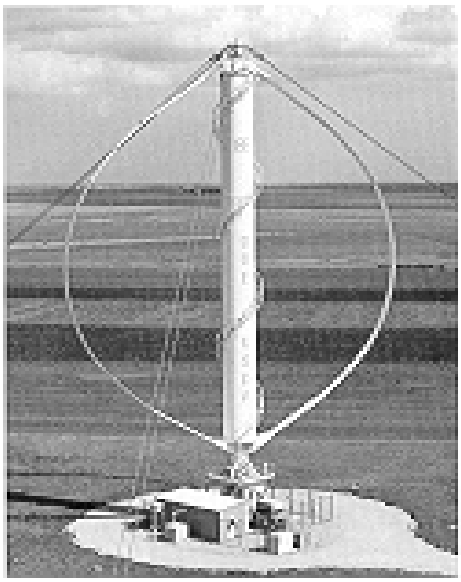
أما رياح المرتفعات فتحدث عندما ترتفع درجة حرارة الهواء في أعلى الجبال، أو المرتفعات الباردة، أثناء النهار مما يقلل من كثافة الهواء ويصبح أخف وزنا ويبدأ بالصعود. وأثناء ذلك يبدأ الهواء البارد في الوديان بالصعود إلى أعلى المرتفعات ليحل مكان الهواء الساخن الصاعد. وأثناء الليل تنعكس الحركة، حيث يهبط الهواء البارد من أعلى الجبال إلى الوديان.

يحدث الضغط الجوي نتيجة وزن عمود الهواء فوق مساحة معينة على الأرض، ويقاس بجهاز يطلق عليه البارروميتر Barometer بوحدة البار.
والضغط الجوي القياسي عند درجة حرارة صفر مئوية هو 1013 مللي بار.

توربينات الرياح:

لقد تم اقتراح عدة تصميمات لزيادة الطاقة المولدة من توربينات الرياح، إلا أن توربينات الرياح الحديثة، المستمدة شكلها من تلك القديمة، هي الأكثر انتشارا وتقبلا. ويمكن تقسيمها إلى نوعين أساسين: توربينات الرياح أفقية المحور وتوربينات هوائية عمودية المحور. وكلا النوعين قادر على توليد طاقة كهربائية تتراوح ما بين بضع عشرات أو مئات من الوات إلى أكثر من ميغاوات.

مجموعة من التوربينات أفقية المحور



تصميم لتوربين عامودي المحور

توربينات الرياح أفقية المحور Horizontal Axis Wind Turbine (HAWTs):

هذا النوع يتكون من اثنان أو ثلاث شفرات أو أكثر، حيث تمسح هذه الشفرات أثناء دورانها مساحة يطلق عليها بالقرص Rotor. وتحدد صلابة هذا القرص حسب عدد الشفرات.فعندما يكون هناك أكثر من ثلاث شفرات فيعتبر ذلك قرص عالي الصلابة high-solidity وهذه تستخدم عادة لضخ المياة من الآبار. أما التوربينات ذات الثلاث شفرات أو أقل فأنها تكون قرص منخفض الصلابة low-solidity، وهي أكثر شيوعا، وتستخدم عادة في توليد الكهرباء. ولقد أدت الجهود المبذولة في تكنولوجيا الطيران،

شفرات توربينات الرياح

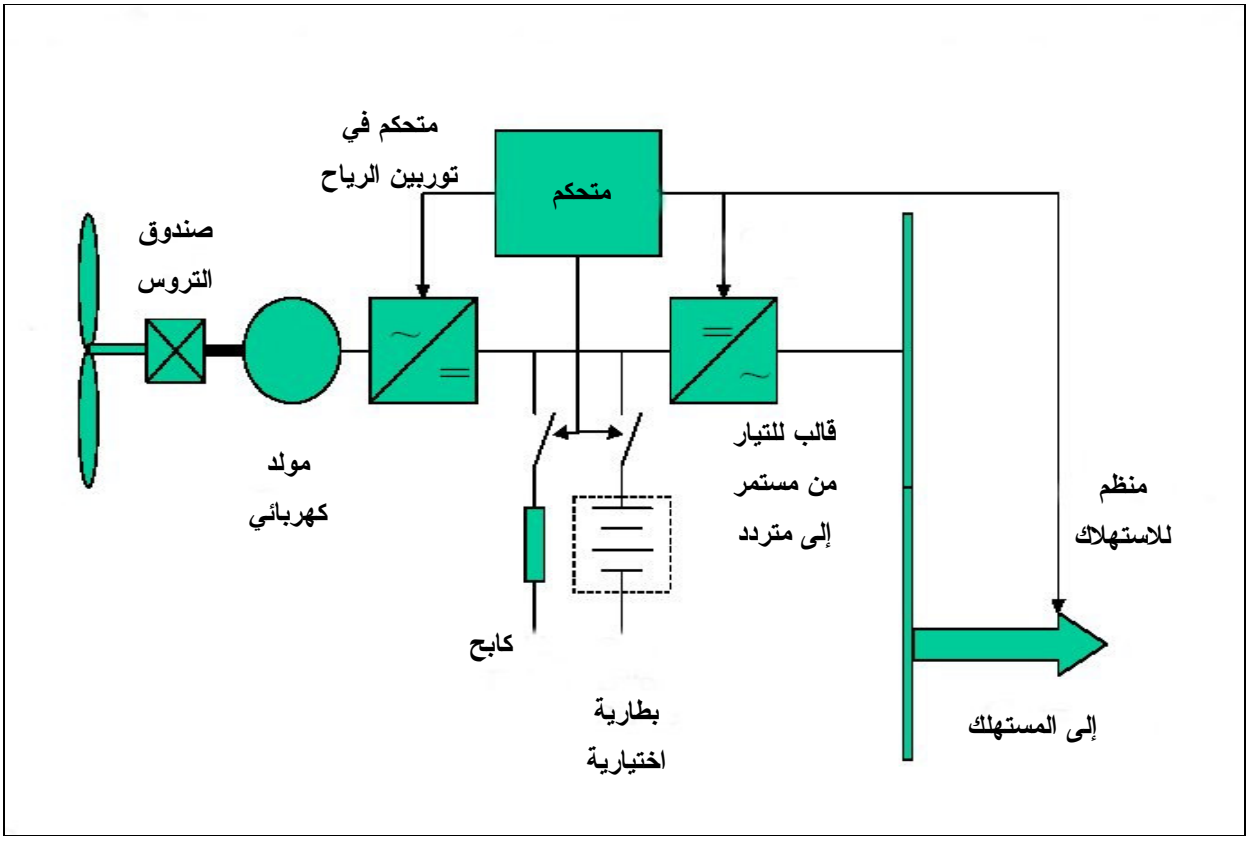
وجد أن أفضل شفرة يمكن تخيلها لتوربين هوائي، من الناحية الأيروديناميكية، تصل كفاءتها إلى 10% فقط، وهي مصنوعة من الخشب الثقيل. وإن صح هذا القول علميا فإن استخدام مواد غير ضارة بالبيئة وتتماشي مع الطبيعة الهوائية للرياح aerofoil سوف يسهم بشكل فعال في تطوير التوربينات الهوائية.

وخاصة في تحسين أداء أجنحة الطائرات، إلى تطوير شفرات توربينات الرياح لتقوم بكفاءة عالية بتحويل الطاقة الكامنة في الرياح والاستفادة منها في صور مختلفة.

وعادة ما يثبت بهذه التوربينات جهاز يعمل على تعديل اتجاه القرص ليكون دائما عموديا على اتجاه الرياح. كما أن هذه التوربينات تكون على أرتفاع عالٍ نسبياً من سطح الأرض، حيث تصل في الغالب إلى 120 متر لضمان الحصول على رياح عالية (أكثر من 7 م/ث).

توربينات رياح عمودية المحور Vertical Axis Wind Turbins (VAWTs):

بخلاف النوع السابق، هذه التوربينات لا تحتاج إلى تعديل الاتجاه وذلك لكون شفراتها منحنية على شكل نصف دائرة ومثبت كلتا طرفيها في البرج، وبهذا فإنه يمكن حصد الرياح أيا كان اتجاهها. إلا أن هذا التصميم أكثر تعقيدا ويصعب تصنيعه وتثبيته. ولهذا تم صناعة تصميم آخر ذو شفرات مستقيمة ومثبتة في أعلى البرج على شكل V. وبشكل عام، فإن توربينات الرياح أفقية المحور اقتصادية أكثر، وبالطبع أكثر انتشارا من تلك عمودية المحور.



شكل يوضح كيفية الربط بين توربين الرياح والمستهلك

إن القدرة الكهربائية المولدة من توربينات الرياح، باختلاف أنواعه،ا تعتمد على سرعة الرياح، وخصائص كل توربين، وهذا يعبر عنه من خلال المنحنى البياني لسرعة الرياح والقدرة Wind turbine power curve.

القضايا البيئية :

إن توليد الكهرباء من توربينات الرياح لا يسبب تلوث ناتج عن أكاسيد الكربون أو يؤدي إلى أمطار حمضية أو دخـــان أو حتى مواد مشعة بخلاف الوقود الأحفوري والطاقة النووية، بل إن زيادة استخدامها سيقلل من الحاجة إلى الطاقـــات التقليدية التي يمكن استغلالها في الصناعات البتروكيماوية.

إلا أن التقنيات، باختلاف أنواعها، لها آثار سلبية سواء كانت على البيئة أو الإنسان. ومن أهم الآثار السلبية لتوربينات الرياح والتي يجب مراعاتها عند الشروع في بناء واحدة يمكن تصنيفها على النحو التالي :

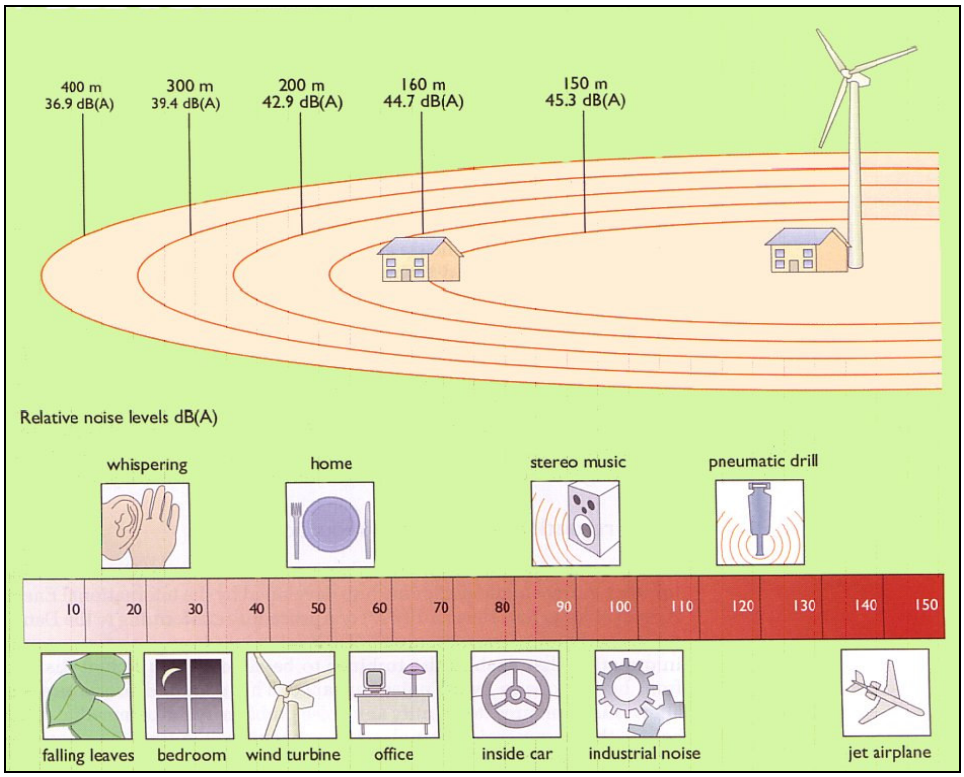
المساحة المطلوبة من الأراضي :

تتطلب حقول الرياح مساحة كبيرة، فمعظم حقول الرياح تحتل مساحة من 0.1 إلى 1 كيلومتر مربع لكل ميجاوات. ونموذجياً، يكون الفاصل بين طاحونة وأخرى من 5 إلى 10 قطر الطاحونة المنصوبة الواحدة، لذا فإن المساحة المطلوبة لتمسحها الشفرات هي حوالي 25 إلى 100 مرة من المساحة التي تغطيها كل شفرة.

الضجيج :

حقول توربينات الرياح تنتج نوعين من الضجيج : الأول ميكانيكي، ويأتي من صندوق التروس (Gear box)، والثاني ضجيج بسبب احتكاك الهواء مع الشفرات.

فالطواحين القديمة كانت تصدر ضجيجاً عالياً، ولكن انخفض الضجيج بطريقة تستحق الإشادة. في الدنمارك تنص القوانين على ألا يزيد الضجيج عن (45 dB) عند مسافة (200m) من أقرب طاحونة في الحقل, وهذا أقل بكثير من الضجيج الصادر من السيارات في الشوارع، أنظر الرسم أدناه.



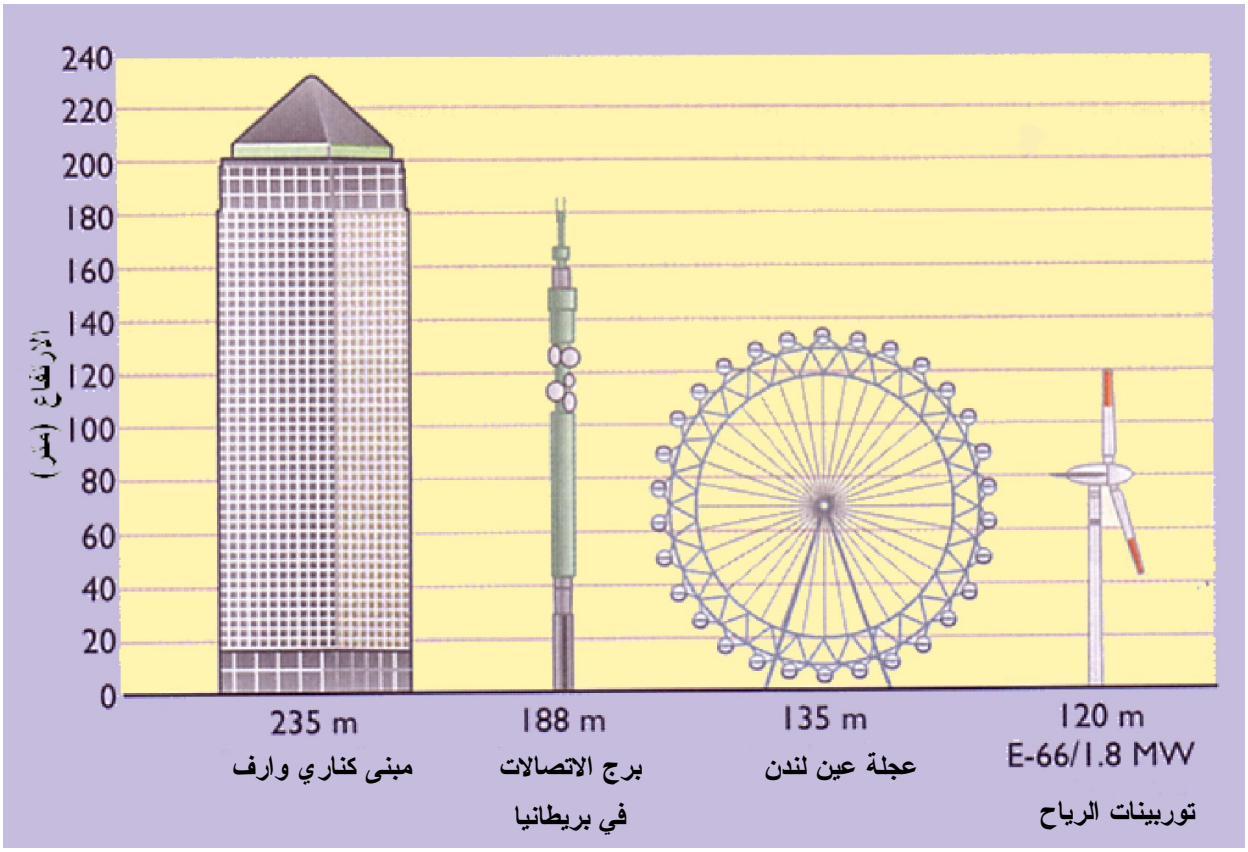
مقارنة بين مستوى الضجيج المحدد لتوربينات الرياح مع مستويات الضجيج أخرى.

التداخل مع الاتصالات اللاسلكية:

يمكن أن تؤثر التوربينات الهوائية على الاتصالات اللاسلكية إذا كانت قريبة منها مثل المطار, والتجهيزات الأخرى الحساسة الكترونياً، إلا أنه يمكن إزالة معظم هذا التداخل بإجراء تقنية خلال عمل خاص، وخير دليل على ذلك مطار كاسترب كوبنهيجن (Copenagens-Kastrup Airport)، إذ تتواجد توربينات الرياح بالقرب من أجهزة الاتصالات. حقيقة، تلك الآثار السلبية كانت في توربينات الرياح القديمة أما تلك الحديثة فإنها تقريبا خالية من الأثر السلبي للبيئة.

التأثير البصري:

تشير دراسة في الدنمارك أن 77% من الناس يرتاحون لمنظر الطواحين، بل أن 48% من الناس مستعدون لدفع كلفة أكثر لهذا النوع من التقنية، إلا أن هناك بعض الناس لا يرتاح لمنظر هذه الطواحين. ولكل مزاجه وهواه!



مقارنة بين ارتفاع التوربينات الهوائية والمنشآت الأخرى.

التطلعات المستقبلية:

نظراً لتطور نوع المواد الداخلة في صناعة توربينات الرياح، وكذلك في التصميم، فلقد أصبح الاتجاه أكثر ناحية طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء. ولقد طالعتنا الصحف مؤخراً بقيام شركة سيميز بتنفيذ توربينات رياح بمبلغ 450 مليون دولاراً أمريكياً لتوليد الكهرباء في كوريا الجنوبية وبيعها للدول، وهذا حقيقةً استثمار جيد.

ويتوقع الخبراء نمواً سريعاً جداً لهذه التقنية، واتساع انتشارها، إلا أنها سوف لن تكون مصدر طاقة هام جداً للمناطق البعيدة عن السواحل في مناطق العالم. إلا أنها مع ذلك لا تبعث ملوثات، كما أنها مقبولة اقتصادياً لتوليد الكهرباء في مناطق متعددة من العالم، بما ذلك سوقها الواسع الحالي في آسيا. وعلى مستوى العالم، فإنه من المتوقع أن يكون سوق توربينات الرياح في نمو يصل من 1 إلى 2 ميجاوات (GW) حتى أوائل هذا القرن.

وفي دراسة مفصلة، فإن الزيادة السنوية لهذه التقنية يصل إلى 1.8GW في كل سنة، حيث أن جمهورية الهند هي الأكثر توقعاً لنشر هذه التقنية واستغلالها.

تجدر الإشارة أنه في بريطانيا وحدها تمّ تشييد العديد من حدائق الرياح (Wind Farm) لتصل قيمة الكهرباء المتحصلة من طاقة الرياح حتى خريف 2001م إلى حوالي 422MW, إذ من المتوقع أن تصل في عام 2002م إلى 472MW، بينما في أوروبا- حسب الجمعية الأوروبية لطاقة الرياح- بلغ إجمالي طاقة الكهرباء المتحصلة من الرياح حوالي 2800MW، وفي أمريكا 2554MW، وفي كندا 137MW مع نهاية عام 2000م. وللتوضيح تشير الجداول إلى بعض من هذه الحقائق.

في الوطن العربي

* في فبراير 2001 بدأت جمهورية مصر العربية بتشغيل مزرعة توربينات رياح في موقع الزعفرانة بخليج السويس لتوليد طاقة كهربائية تصل إلى 63 MW ميغاوات.

* في عام 1985م قام معهد أبحاث الطاقة في السودان بتركيب عشرة توربينات رياح ميكانيكية لضخ المياه لتزويد مزارع صغيرة حول مدينة الخرطوم. وفي نفس العام قام المعهد بتوقيع اتفاقية مع الحكومة الهولندية لتصنيع 60 توربين رياح بالسودان على أن تقوم الحكومة الهولندية بتوفير المواد الخام تحت نظام المساعدة التقنية.

* أتم الأردن تنفيذ 12 مشروعا في استغلال طاقة الرياح بإجمالي قدرة 1620 كيلووات تضمنت أربعة مضخات ميكانيكية للمياه وثلاث محطات لتوليد الكهرباء بقدرة تربو على 600 كيلووات، منها مزرعة رياح تم وصلها بالشبكة الكهربائية لمدينة الأبراهمية بقدرة (4 x 80 كيلووات) ومشروع بقدرة 225 كيلووات بموقع ينتج 2.5 مليون كيلووات/السنة.

* في سوريا تم تنفيذ مشروعين تجريبيين لتوليد الكهرباء بقدرات 1 كيلووات و 150 كيلووات، بالإضافة إلى مشروع كبير لتوليد الكهرباء بمنطقة الجولان بقدرة 3.1 ميجاوات.

* أما في مصر فقد بلغت القدرة الإجمالية لمشروعات الاختبار الميداني لنظم طاقة الرياح حوالي 6 ميجاوات.

* وفي البحرين سيتم تركيب توربينين رياح لكل منها قدرة 2 ميجاوات على ارتفاع 150 متر لكل منها بالتعاون مع ألمانيا، وهناك مساعي أخرى لتركيب توربين رياح آخر بقدرة 1.5 ميجاوات بالتعاون مع الدنمارك.

كهرباء طاقة الرياح عالميا

يمكن لسبع توربينات رياح بسعة 1.65 ميجاوات لكل وحـــدة ، أنتـــاج كهربـــاء قـــدرها 11.5 ميجاوات، وهذا يكفي لتزويد 4000 منزل بالكهرباء. وهذا النوع من التقنية لتوليد الطاقة ينتشـــر بسرعة كبيرة (بمعدل 25 إلى 30% سنوياً) حيث وصل مجمل الكهرباء الناتجة من توربينـــات الرياح 13400 ميجاوات.

والدنمارك من الدول التي تعاني من قلة الوقود الأحفوري فيها ، مما دفعها لاستخدام التوربينـــات الهوائية لتوفر 10% من احتياجاتها من الكهرباء. وتتصدر ولاية كاليفورنيا باقي الولايات بأمريكا في مجال استغلال طاقة الرياح إذ تحوى أحد مناطقها أكثر من 5000 توربين رياح وهي كافيـــة لتوليد الكهرباء إلى 500 ألف منزل.

(Earth Science P.379)

عدد مزارع الرياح التجارية	64
عدد التوربينات التجارية	878
عدد حدائق الرياح في 2001م	11
حجم الكهرباء من طاقة الرياح	422.2MW
مقدار سعة التشييد الجديدة في عام 2001م (تقريباً)	110MW
مقدار الكهرباء المتولدة من طواحين الرياح	981554MWh
مساهمة كهرباء الرياح من الإجمالي	0.3%
مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي تمّ توفير نفثه في الجو (تقريباً)	100.000tonnes

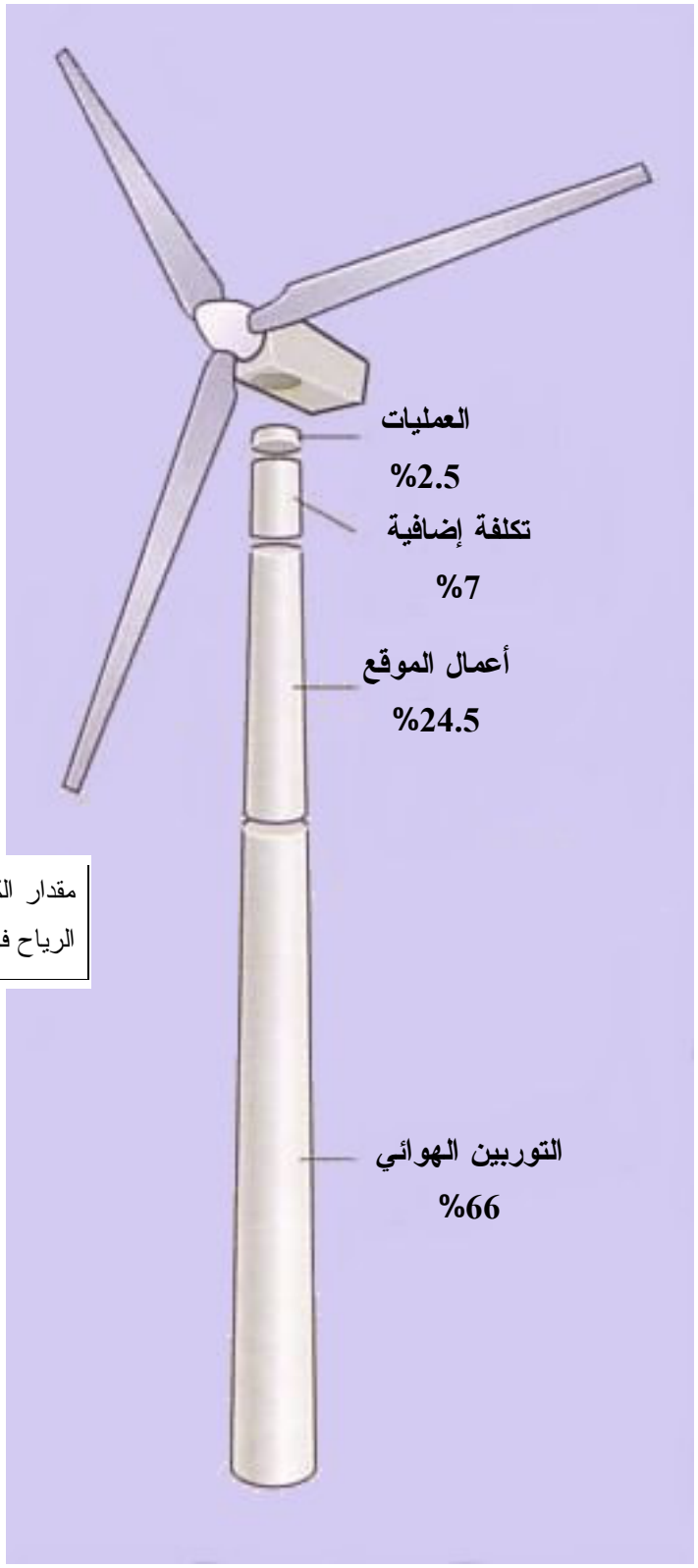
وضع تقنية طاقة الرياح فـــي بريطانيا.

السنة	مقدار كهرباء الرياح (MW)
1991	4
1992	69
1993	119
1994	143
1995	188
1996	258
1997	309
1998	324
1999	344
2000	409
2001	483 (مقدرة)
2002	671.7

نمو تكنولوجيا توربينات الرياح في بريطانيا.

المجموع	12769

البلد	مقدار كهرباء الرياح (MW)
ألمانيا	6113
الدنمارك	2300
أسبانيا	2235
هولندا	446
إيطاليا	427
بريطانيا	409
السويد	231
اليونان	189
ايرلندا	118
البرتقال	100
النمسا	77
فرنسا	66
فنلندا	38
بلجيكا	13
لاكسبورغ	15



مقدار الكهرباء الناتجة من طاقــة الرياح في الدول الأوروبية.

شكل يوضح توزيع كلفة الإنشاء في تقنية توربينات الرياح.

الطاقة المائية

يغطي الماء نحو ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية، حيث تحتوي المحيطات فقط على نحو 97% من كل مياه الكرة الأرضية. تاريخيا، تم السيطرة على طاقة المياه أو القدرة المائية، وتسخيرها لأداء عمل معين مثل طحن الحبوب أو قطع الخشب وأعمال أخرى مختلفة. إن أمكانية الحصول على طاقة من أمواج المحيطات، والبحار، ومن جريان الأنهار، ومساقط المياه، والمد والجزر هو أمر قد شغل الإنسان لعصور عديدة.

طاقة مجرى ومساقط المياه:

لقد ظل الناس آلافا من السنين ينظرون إلى قدرة مساقط المياه دون الاستفادة منها، ثم ظهرت فكرة العجلة المائية، فالمياه سريعة الجريان في النهر تقوم بتحريك المجاديف وبالتالي تدوير العجلة. وكثيرا ما كانت العجلات المائية تستخدم في تدوير طواحين الحبوب.

توضح الصورة توربين مائي قديم يستخدم لطحن الحبوب

ولكن، رغم ذلك، فإن العجلة المائية لم تكن تمنح قدرة ميكانيكية عالية لذلك حل مكانها التوربين المائي. وتبني حاليا سدود هائلة من خلالها يتم توجيه المياه منها لكي تسقط خلال أنابيب ضخمة وتصطدم بشفرات التوربين ومن جراء ذلك وهذه تدور بسرعة عالية جدا وتشغل مولدا لإنتاج الكهرباء.

في عام 1986م، كان 14.5% من طاقة العالم الإجمالية كانت مستمدة من السدود ومجاري ومساقط الأنهار. لقد واجهت هذه التقنية عدد من الاعتراضات لما قد يكون لها من آثار سلبية على البيئة، لذا فإنه من الضروري إجراء مسح ودراسة دقيقة للموقع قبل إقامة أي مشروع مائي وذلك لمعرفة مدى تأثيره على البيئة المجاورة.

طاقة الأمواج Wave Energy:

إن الأجهزة أو النماذج التي يتم تثبيتها على السواحل هي أسهل، من حيث التشييد، عن النماذج التي تستخدم داخل البحار والمحيطات إلا أن الأخيرة تنتج طاقة أعلى لأن الأمواج في داخل البحر أقوي منها على السواحل.
لدراسة طاقة الأمواج بتفصيل أكثر فإننا سنتطرق إلى نوعان هما:

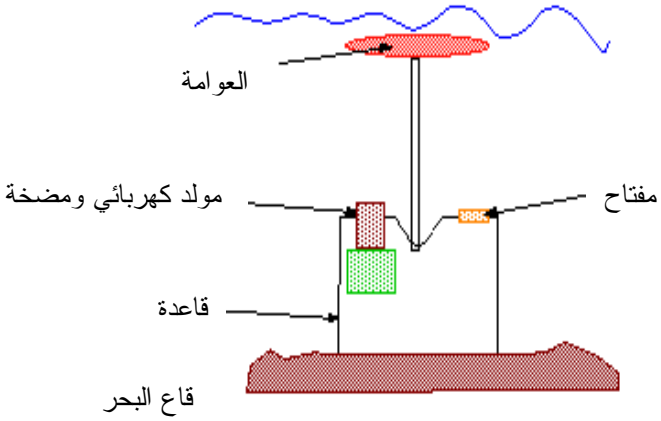
في الوطن العربي

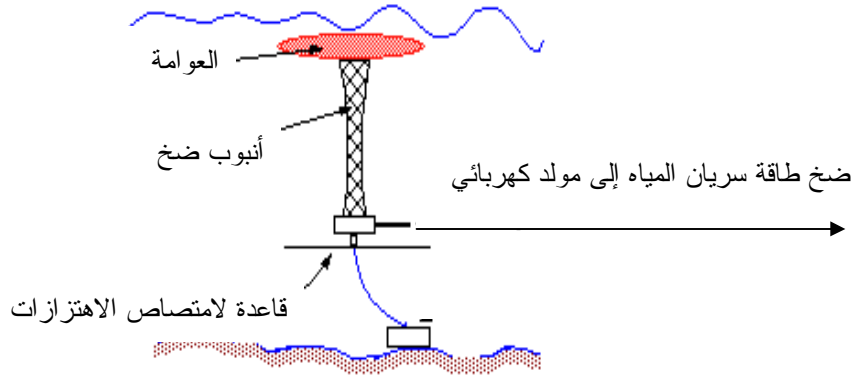
في عام 1960 بدأ العمل في أسوان بجمهورية مصر العربية لبناء السد العالي على النيل، الذي يقوم حاليا بتوليد طاقة كهربائية تصل إلى 10 مليار كيلووات سنويا. ويعد هذا المشروع من أضخم مشاريع الطاقة المتجددة في الوطن العربي.

العوامات Floating Buoy:

لنتمكن من الحصول على الطاقة الموجودة في أمواج البحر، فإنه من الضروري أن يتم دمج الموجة بجسم ليتحرك معها ومن ثم نقل الطاقة والاستفادة منها. فإذا كان هذا الجسم هو العوامة وقد تم تثبيتها في قاع البحر أو جعلها متصلة بالساحل، فإنه لابد من تركها تتحرك بحرية مع الأمواج، ومن ثم تحويل الطاقة المخزونة في الأمواج إلى طاقة حركية والتي عادة ما يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية.

هناك أيضا مجموعة من العوامات غير المثبتة والمتصلة ببعضها بعض بوساطة إطار، على أن تبقى العوامات حرة الحركة مع الأمواج. وهذه التقنية تعتبر حديثة، ومازالت تحت الاختبار، وتولد طاقة لا تتعدى بضع كيلووات.

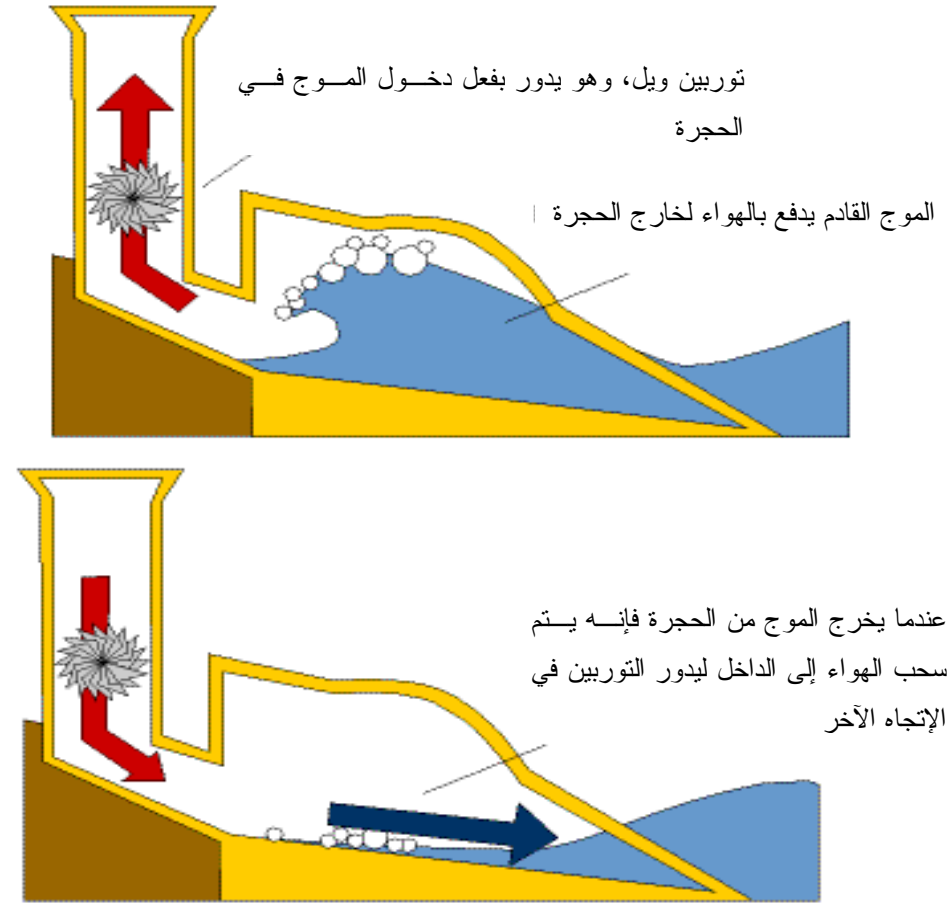




شكل يوضح استخدام طاقة الأمواج لضخ ماء البحر، ومن ثم توليد الكهرباء.

عمود الماء المتردد Oscillating Water Column (owc):

هذا النوع عبارة عن حجرة مفتوحة من الطرفين، قاعدتها أسفل الماء، والمتبقي من الحجرة مملوء بالهواء الذي يتم دفعه بفعل الأمواج الداخلة من أسفل الحجرة إلى أعلاها. ويوجد في أعلى الحجرة توربين يطلق عليه توربين ويل "Well turbine" وهو يدور متأثرا بحركة الهواء. والجدير بالذكر أن هذا التوربين يدور في اتجاهين أحداهما أثناء خروج الهواء، بفعل الموج الداخل والآخر أثناء دخول الهواء إلى الحجرة بفعل انسحاب أو ارتداد الموج.

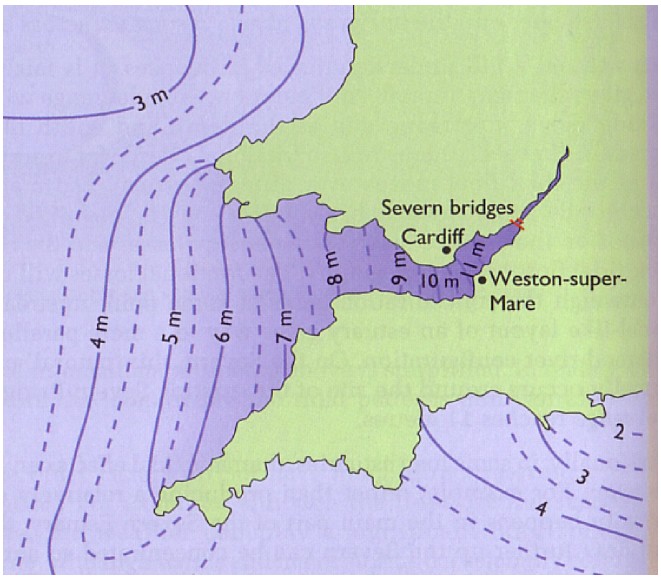


تخطيط يوضح طريقة عمل عامود الماء المتردد.

المد والجزر Tidal Wave:

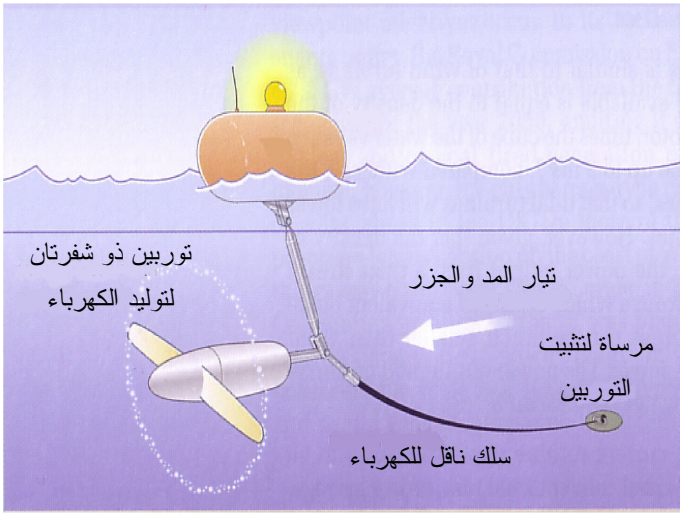
ارتفاع مستوى البحر الناتج عن قوى جذب الشمس والقمر للماء على الكرة الأرضية يعتبر من الظواهر الطبيعيـة الـتي تتكرر بانتظام كل شهر، مما ينتج عنه ما هو معروف بظاهرتي المد والجزر، ولقد استخدمت هذه الطاقة عـبر التـاريخ كمصدر شبه رئيسي للحصول على الطاقة؛ ففي هذه التقنية يتم استغلال حركة البحر لتدوير العجلات المتصلة بماكينات تستخدم كما هو الحال بالنسبة للأنهار لطحن الحبوب.

للاستفادة من الطاقة الموجودة في المد والجزر فإنه لابد أن يكون التغير في مستوى البحر يصل إلى نصف متر تقريبـا، أو أكثر، حتى تكون الطاقة المولدة ذات كفاءة. وتساهم الظروف الطبيعية مثل سرعة الرياح وشكل السواحل والخلجـان على تحفيز هذا الارتفاع بشكل كبير. ولقد قامت بعض الدول مثل فرنسا، باستخدام هذه الظـاهرة لتوليـد الطاقـة الكهربائية، عن طريق بناء سد يفصل خليج لارانس ومثبت في أسفله توربينات تدور نتيجة لحركة المـاء خـلال المـد والجزر.



يساعد الشكل الجغرافي للسواحل على تحفيز ارتفاع المد والجزر، فكلما كان الخليج ضيقا نسبيا وطويلا فإن ارتفاع المد يكون أكثر ليصل أحياناً إلى 11 متر بالقرب من كاردف ببريطانيا

توضح الصورة حوض لارانس في فرنسا الذي يستخدم طاقة المد والجزر لتوليد الكهرباء.



أحد الطرق المقترحة للاستفادة من طاقة المد والجزر، وهي استخدام توربين تحت الماء.

القضايا البيئية

لقد تمّ ملاحظة الآثار السلبية لمثل هذه الطاقات في السنوات القريبة جداً الأمر الذي جعل سويسرا تضع ضوابط على أربعة أنهر لحمايتها من أي عبث حتى لو كانت هناك حاجة للكهرباء لأن الضرر سيكون أكثر من النفع.

ومن ضمن التأثيرات البيئية والمخاطر المتوقعة لمحطات توليد الكهرباء هي:

1) تأثير الإنشاء:

يحتاج إنشاء محطة كهرومائية إلى 35000 عامل مثل محطة (Tueurui) في البرازيل، ونقل موظفين إلى مناطق نائية له ضرر اجتماعي سيئ للغاية.

2) غمر الأراضي (Land Inundation) :

إن معظم مشاريع إنتاج الكهرباء عن طريق مساقط المياه تتطلب بناء خزان (Reservoir) لحفظ أو خزن الماء, حيث يؤثر ذلك على النظام البيئي للمناطق المجاورة في مساحة السد، ولأن الخزان ينتشر بعيداً عن النهر، فإن الأراضي المحيطة غالباً أكثر قيمة من الأراضي بصفة عامة، وهذه الأراضي القيمة للأسف يتم خزنها خلال عملية الغمر.

لاحظ أنه إذا كانت النسبة بين انتاج الكهرباء إلى المساحة (Power/Area) بوحدة (kW/Hectare) أقل من (5kW/Hectare), فإن المحطة تحتاج إلى مساحة أكثر من التي تحتاجها محطات الطاقات المتجددة.

3) التبخير والتأثيرات المناخية :

إن حبس الماء من قبل السد يجعله ساكناً مما يزيد من كمية تبخيره.

الجدول التالي يوضح كمية المياه المفقودة بفعل التبخير في محطات توليد الكهرباء من مساقط المياه :

الموقع	المساحة (km^2)	معدل البخار (الحجم بـ كم^3)	فقد البخار (العمق بالميتر)
700 خزان في 17 (ولاية غربية في أمريكا)	14000	15.2	1.1
(سد أسوان العظيم, النيل)	5200	14	3

علماً بأن 50% من حجم المياه في الخزان يتم فقدها عن طريق التسربات (Seepage)، وهذا هو حقيقة فقد من الخزان وليس فقد إلى البيئة المحيطة.

4) إعادة توطين السكان :

إن إنشاء محطات كهرومائية يتطلب- كما ذكرنا سابقاً- توطين عمال كثيرين فعلى سبيل المثال في الصين، هناك مشروع (Three Gores) حيث تمّ إعادة توطين 1.2 مليون شخص، كذلك مشروع (Bakon) في ماليزيا تمّ إعادة توطين 9000، بالإضافة إلى ذلك، فإن إعادة توطين آلاف الأشخاص لغرض إنشاء مشروع محطة توليد كهرباء بالمساقط المائية يدخل ضمن تكلفة المشاريع، حيث كلّف توطين 45 ألف شخص في البرازيل إلى رفع سعر الكيلووات إلى 250 دولار (U.S. 250/kW) أي زيادة 10%.

5) الترسبات (Sedimentation) :

إن الخزانات لا تخزن ماءً وإنما تعيق تدفق الرواسب, ومع مرور الوقت فإن هذه الرواسب يتم تراكمها في قاع الخزان مما يقلل من سعة خزن هذا الخزان، وهذا بدوره يقلل من عمر المحطة الافتراضي. ولمعالجة ذلك فإننا نحتاج إنفاق دولاراً واحداً لكل متر مكعب من الماء المعالج.

6) تأثير الفلورا (Flora-الأزهار)، والفيونا (Fauna-الحيوانات) :

إن غمر أراضي من أجل خلق خزان للمحطة يؤثر على البيئة المحلية الطبيعية بما في ذلك اليابسه والبحر.

7) انبعاث غازات الدفيئة (الصوبا) Emission of green house gases :

إن المحطات الكهرومائية لا تصدر أية انبعاثات من الغازات، ولكن عند طمر منطقة عشبية بالماء من أجل إنشاء خزان فإن ذلك يؤثر في نسب ثاني أكسيد الكربون في الجو. فالخضرة تحت الماء ستتحلل كيميائيا لتطلق ثاني أكسيد الكربون وميثان إلى الجو، وهي غازات حابسة للحرارة ! وللعلم، فقد أدى إنشاء محطة (Bakon) بماليزيا إلى انبعاث 1.2 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، بينما نتج عن تفكك أو تحلل الكتلة الحيوية في الخزان إلى انبعاث 27 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون. كما أنه خلال عمر هذه المحطة تمّ انبعاث 28.2 مليون طن من ثاني اكسيد الكربون، علماً بأن محطة توليد كهرباء التقليدية تعمل بالوقود الأحفوري (2400MW) تنفث سنوياً 10.5 مليون طن إذا كانت ستستخدم 30% فحم أو 10% فقط أو 60% غاز طبيعي!!

الآثار السلبية لطاقة المدّ والجزر:

وهي تكمن في التغيرات التي ستطرأ على حركة المد والجزر وتيارات الماء خلال تشييد المحطة وتبعاً لذلك على السواحل، وكذلك بعد تشغيل السد، وهذه ستتمثل في حدوث تغيرات في خواص الرواسب (Sediment), وكذلك في ملوحة ونوعية المياه. وهذه السواحل لها أهمية كبيرة في بيئة الحوض (Estuary) والنظام البيئي. كما أن البيئة الفطرية المحلية ستتأثر- مثل الأسماك والطيور- فقد تمّ ملاحظة أن أحواض بريطانيا يرتادها 28% من الإوز العراقّي الأوروبية (Swan)والبطات (Ducks)، وحوالي 47% من الأوز (Geese), وكذلك الأسماك مثل السلامون فهذه قد تغيرت نسبها بعد إنشاء بعض المحطات.

كما أن الرواسب سوف تؤثر في عكرة الماء (Turbidity)؛ الأمر الذي يجعل وصول ضوء الشمس إلى النباتات البحرية بالقاع يكون صعباً ونسبته ضئيلة.

كما أن إنشاء السدود قد يؤثر على الحركة الملاحية، ويحدد من نشاطها إلا أن الحصول على مصدر كهرباء هو عامل هام للصناعة وللاقتصاد والتنمية.

التطلعات المستقبلية :

من الناحية الفنية، فإن المستقبل المتوقع لطاقة مساقط المياه جيد جداً. وهذا النوع من التقنية نظيف نسبياً وذو كفاءة عالية, كما أن مصادر هذه الطاقة متوفر في مناطق كثيرة من العالم خصوصاً في المناطق ذات النمو السكاني العالي في أسيا وأمريكا اللاتينية حيث الطلب على الطاقة في ازدياد. إن تنمية هذا النوع من التقنية له تأثير سياسي واجتماعي مما يخلق اختيارات صعبة لمتخذي القرار الذين يحاولون خلق التوازن بين الاحتياج للطاقة للنمو الاقتصادي مع التأثير الاجتماعي والبيئي والسلبي.

لقد ظهرت في الأونه الأخيرة أصوات معارضة كثيرة لإنشاء محطات كهرومائية بسبب خزان أراضي كثيرة وإعادة توطين السكان.

إن بناء محطات توليد كهرومائية والسدود لها فوائد كثيرة لا يمكن الإغفال عنها، ولها توابع ايجابية كثيرة مثل التحكم في الفيضان، وإنشاء مواقع استجمامية جديدة، ومنتزهات، وتحسين جودة مياه الشرب، وهذا يجب أن لا نغفل عنه.

لقد بلغ عدد الصينيين الذين ماتوا بسبب فيضان (Yang+ze) في الصين عام 1931م حوالي 140 ألف شخص، وتكرر ذلك في عام 1935م، لذا فإنه من المتوقع أن مشروع محطة (Three Gorges) في الصين، والتي هي تحت الإنشـــاء، ستضع نهاية لهذه المأساة، وبرغم ذلك فإن القدرة الكهرومائية مهمة جداً لتوليد الطاقة في المستقبل.

سيكون من المستحيل توسيع مستوى العيش للمـــواطنين في المناطق النامية من دون تزويدهم بالكهربـــاء، وهنـــا يكون خيار الطاقة المائية مناسباً لنظافتها نسبياً، وكفاءتها علماً بأنها أكثر اقتصاداً من الطاقة الاعتيادية.

إن كلفة إنتاج محطة توليد كهرومائية يتراوح مـــن 600 دولار لكل كيلووات إلى 2000 دولار لكل كيلووات، وهذا التباين في الكلفة هو بسبب الاخـــتلاف في أجـــر العمالة. أما الكلفة السنوية للتشغيل والصـــيانة فهـــي حوالي 20 دولار لكل كيلووات.

سعة الطاقة الكهرومائية

حوالي 5.8% من الطاقة الكهربائية المولدة فـــي الولايات المتحدة مصدرها السدود الكهرومائيـــة، ومنها 300 سدود كبير متمركزة في شمال غرب وجنوب شرق أمريكا. وعلى المستوى العـــالمي، فإن السدود الكهرومائيـــة لـــديها ســـعة توليـــد 678000 ميجاوات مع ما يربو علـــى 50000 ميجاوات تحت التشيد أو في مرحلـــة التخطـــيط. وهي تشكل 19% من مجمل طاقة الكهرباء.

(Earth science, P.377, 2004)

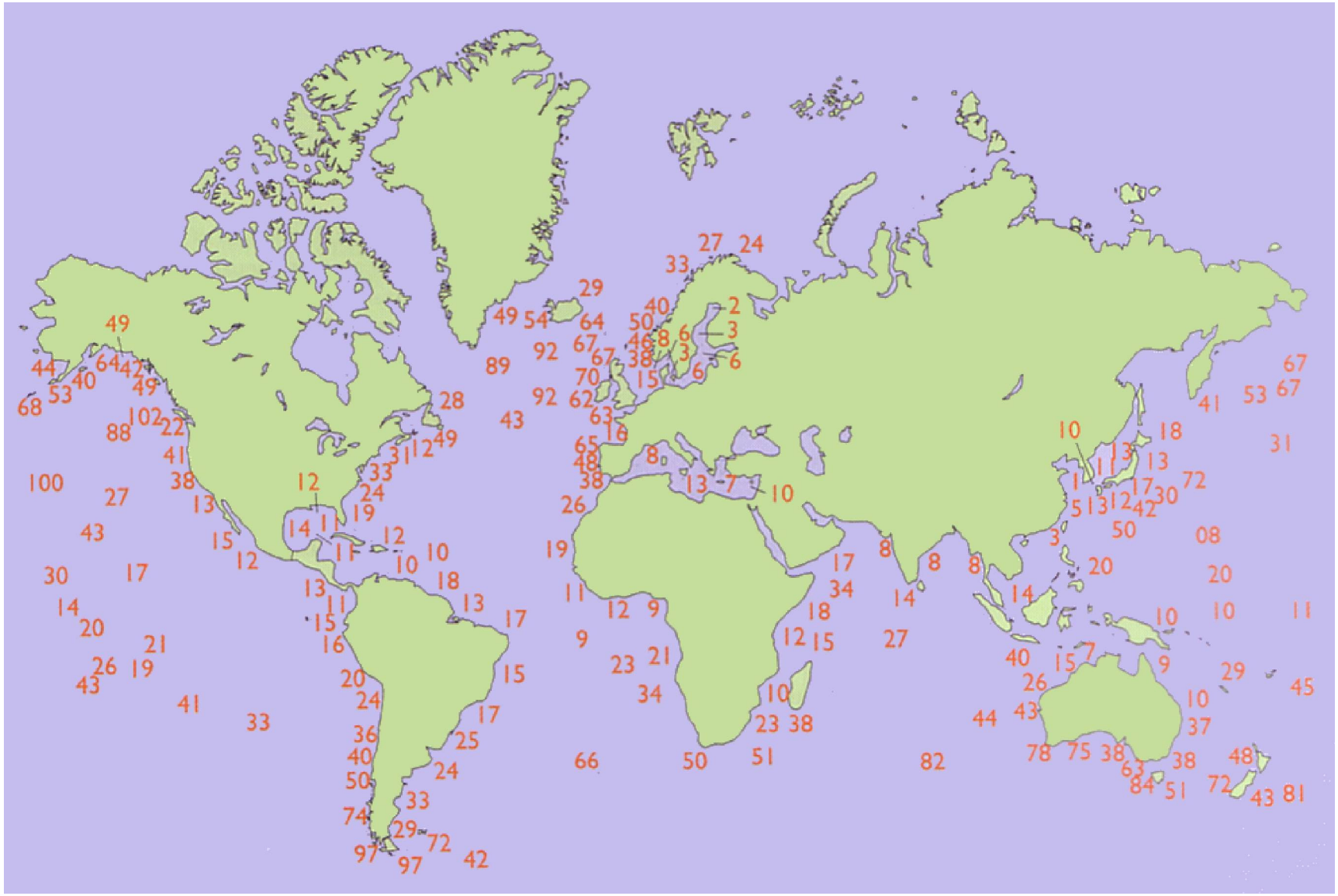
ونذكر هنا، أنه إذا كانت المحطة تنتج أقل من 5 كيلووات لكل هكتار (0.5 ميجاوات لكل كيلومتر مربع) فإننا نحتاج إلى أرض أكثر من 2 كيلومتر مربع لكل ميجاوات، لذا فإن هذا النوع من التقنية يحتاج إلى مساحة أكثر من أي تقنيـــة أخرى من تقنيات الطاقة المتجددة.

لذا، ومن أجل نمو مضطرد لمثل هذه التقنية فإن ذلك يتطلب إجراء تغيرات كثيرة، وأهمها التالي:

(1) خفض الكلفة الابتدائية للإنشاء- نتيجة تطويرات تقنية أو بأنظمة عيارية أعظم.

(2) تغير في العوامل المالية- مثل خفض في الضرائب لتعكس الفوائد البيئية على المدى الطويل, أي إجراء تغـــير في سياسة الدولة لخفض معدل الفوائد السنوية.

(3) تقبل الحكومات إلى قبول عائد أقل من تقنية الطاقة المائية لمحطات التوليد الصغيرة.



متوسط قدرة طاقة الأمواج بوحدة كيلووات / متر في السنة في مناطق من العالم.

طاقة الكتلة الحيوية

يتردد الكثيرون في فهم المقصود من طاقة الكتلة الحيوية Biomass ، وحقيقة الأمر أن المقصود بها هو اشتقاق الطاقة من التمثيل الضوئي، أو الحصول على طاقة من حرق خشب النار، أو التحول البيولوجي Bioconversion. فبالإضافة إلى الحصول على طاقة من حرق الخشب في الأفران فإن طاقة الكتلة الحيوية تشمل الحصول على طاقة من حرق المخلفات البلدية، و الورق، وبعض مخلفات الهضم العضوية. وكذلك الحصول على غاز الميثان (مصدر طاقة) من الهضم اللاهوائي للمخلفات الحيوانية ومخلفات المجاري، والحصول على الكحول من تخمير الحبوب والمواد النشوية.

مصادر الكتلة الحيوية:

كل الكائنات الحية على الأرض تعتبر من مصادر الكتلة الحيوية، وهي تمثل نسبة صغيرة من الكتلة الكلية للأرض، ولكنها تعتبر مخازن عملاقة للطاقة. وأهم المصادر المستخدمة في توليد الطاقة هي الأخشاب (النباتات) والمخلافات المترلية والحيوانية والمجاري.

الأحتراق Combustion:

تعتبر الأخشاب أهم مصدر للطاقة المنتجة من الكتلة الحيوية، وهي من أقدم أنواع مصادر الطاقة المتجددة. ومن الناحية البيئية فإن الغازات الناتجة من عملية إحتراق الأخشاب مثل أكاسيد النيتروجين تعتبر قليلة مقارنة بالوقود الأحفوري، إلا أن الدخان الناتج من حرقها قد يسبب بعض المشاكل. وللسيطرة على الأضرار الناجمة من هذا الأحتراق يتم العمل على تقليل

في الوطن العربي

* الريف اللبناني يستخدم حالياً نحو 60 ألف طن من الأخشاب سنويا تعطي عند حرقها طاقة تعادل 5 كيلو واط لكل كلغ واحد، إذا كان الخشب يابسا و2 كيلو واط لكل كلغ واحد إذا كان الخشب أخضر.

* تم تنفيذ مشروع لإنتاج الكهرباء من الغاز البيولوجي في بعض القرى بقدرة 1 ميجاوات، وهذا الغاز الناتج من معالجة مخلفات الصرف الصحي بعمان وبدأ تشغيله عام 2000 وذلك بتمويل من مركز البيئة العالمي.

*أما في مصر فقد تم إنشاء عدد من مشاريع معالجة المخلفات الصلبة للصرف الصحي بقدرات وصلت 1100 طن/اليوم. أما نظم حرق مخلفات المستنقعات فقد بات جدواها مناسب (450 – 1000 كجم/ساعة).

الدخان الناتج، وذلك بزيادة كفاءة الأحتراق، ومعالجة الدخان قبل إطلاقه إلى الغلاف الجوي.

عادة يمر الأحتراق بمرحلتين، وذلك لكون أن المواد الصلبة عند بداية أحتراقها تنتج مواد متطايرة ومع أرتفاع درجة الحرارة تتحول هذه المواد إلى سوائل زيتية. وتستخدم الحرارة الناتجة عن الأحتراق لرفع درجة حرارة الماء حتى الغليان، ومن ثم يستخدم البخار الناتج لتدوير توربينات لتوليد الطاقة الكهربائية وللتدفئة.

أحد محطات توليد الكهرباء عن طريق حرق النفايات (الكتلة الحيوية).

وبالإضافة إلى الأخشاب، فإن بعض النفايات المترلية القابلة للإحتراق قد تستخدم للحصول على نفس النتجة.

يتم التعامل مع الرماد المتبقى من هذه العملية إما بدفنه أو أستخدامه في رصف الشوارع، أو في مواد البناء.

في الوطن العربي

* قامت السودان بإنشاء مصنع لضغط قشر الفول واستعماله بديلاً للحطب بطاقة قدرها حوالي 2.4 طن في الساعة.

* أما في اليمن فهناك مشروع تنفيذ 32 وحدة للغاز البيولوجي بالتعاون مع الأسكوا حيث يتم أنتاج هذا الغاز من المخلفات في الريف.

الوقود البيولوجي (الكحول) Biofuel:

هناك دلائل على أن أنتاج الكحول عن طريق التخمير كان مستخدما منذ القدم، إلا أن الناحية العلمية للتخمير لم تكن واضحة إلا في منتصف القرن التاسع عشر حيث تم أكتشاف أنها عبارة عن نشاط لكائنات ميكروبية.

ولقد أستفيد من هذه الطريقة حاليا لتخمير قصب السكر، وأحيانا العنب، للحصول على الكحول الذي يمكن استخدامة كوقود للسيارات بدلاً من البترول.

الإيثانول من قصب السكر في تايلند

قامت تايلند بزراعة قصب سكر لإنتاج حوالي 63 مليون طن من قصب السكر حيث أستخدم للحصول على لتر من الإيثانول 3.14 كجم من قصب السكر ، وهذا يعادل كلفة قدرها حوالي 10 بات تايلندي لكل لتر 1 و 0.7 بات لكل كيلوجرام من قصب السكر.

(Renewable Energy Foucus, May/June, 2004, p.46)

الغاز البيولوجي (الميثان) Biogas :

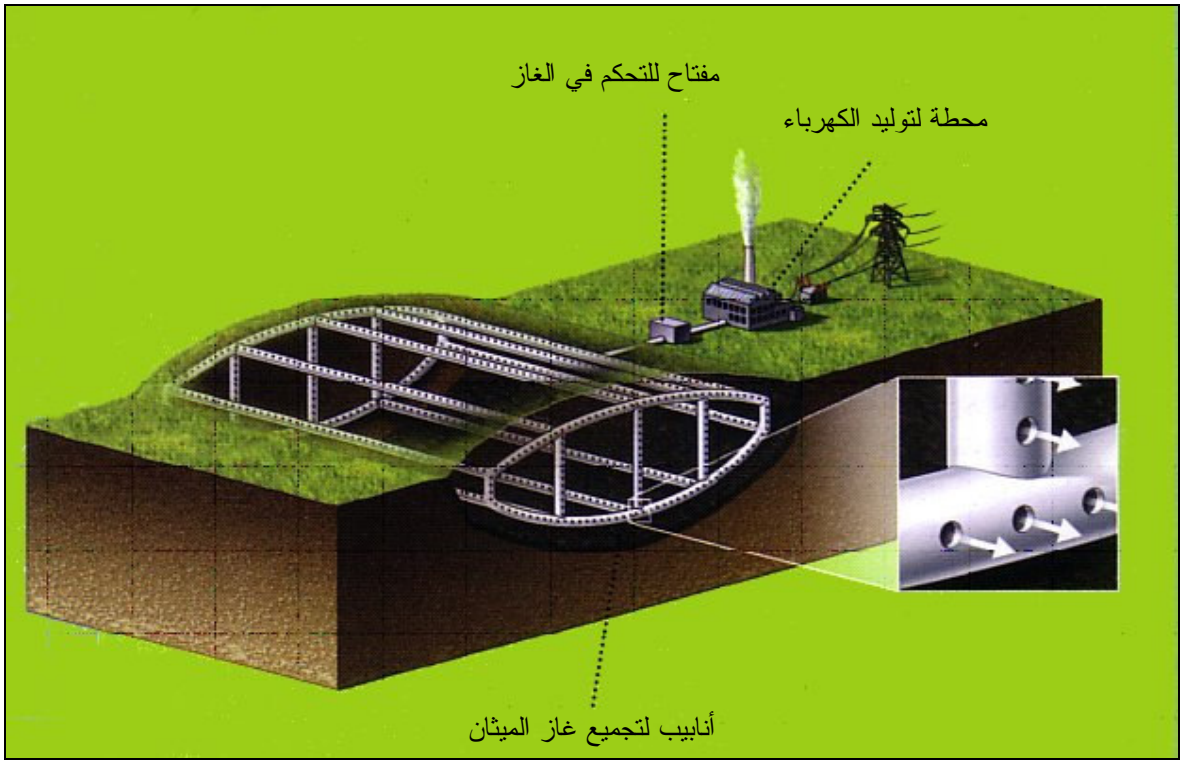
يمكن أنتاج غاز الميثان Methane عن طريق الهضم اللاهوائي لمكونات مياه المجاري، وهي الطريقة ذاتها المستخدمة في معالجة مياه المجاري قبل استخدامها مرة أخرى لريّ الزراعة أو الشرب. وينتج من هذه العملية 2/3 غاز الميثان والمتبقى عبارة عن مواد صلبة تستخدم كأسمدة. وتعد هذه الطريقة أكثر كفاءة من إنتاج الكحول.

مدافن المخلفات (LandFill):

يتم التخلص من النفايات المترلية بدفنها تحت الأرض، ومن ثّم تغطى بمادة بلاستيكة خاصة وبالتراب. وعادة ما تكون مكونات النفايات عبارة عن مواد قابلة للتحلل عن طريق الهضم اللاهوائي الذي تقوم به الكائنات الميكروبية. والناتج من هذا التحلل هو غاز الميثان الذي قد يمثل خطورة على الموقع والمناطق المجاورة إذا لم يتم تجميعه.

إن من أهم القضايا البيئية التي يعاني منها العالم هو كيفية التخلص من النفايات، ولكن كبديل يمكن اعتبارها مصدر هام للطاقة

موقع لمدافن النفايات فـــي ليستر بالمملكة المتحدة.



تتم عملية تجميع الغاز بتثبيت أنانبيب في المدافن بحيث يسمح للغاز ذو الكثافة المنخفضة بالهروب إلى أعلى ومن ثّم إلى نقاط التجميع. حيث يستخدم غاز الميثان، الناتج من مدافن النفايات، في توليـــد الكهرباء.

القضايا البيئية:

إن توليد الكهرباء والطاقة بالكتلة الحيوية لديها العديد من الفوائد أو الإيجابيات مقارنة بتلك الناتجة من الفحم؛ فعلى سبيل المثال، يكون محتوى الرماد (Ash) في الكتلة الحيوية أقل بكثير من الفحم، كما أن الرماد الناتج من الكتلة الحيوية خالٍ من المواد السامة. كما أن الكتلة الحيوية تنفث كبريتاً أقل بكثير من الفحم (حوالي 0.01% إلى 0.1%) مقارنة بالفحم (0.5% إلى 5%)، لذا فإن نفث غاز ثاني أكسيد الكبريت، الناتج من حرق الكتلة الحيوية، أقل من ذلك الناتج من حرق الفحم. كما أن الكتلة الحيوية أكثر تفاعلاً من الفحم، فلذا يمكن تحويلها إلى غاز بسهولة أكثر من الفحم مما يؤدي إلى زيادة كفاءة الطاقة.

مع ذلك، فإن حرق الكتلة الحيوية يبعث جسيمات من أكاسيد النيتروجين (NO_x). يتم إيقاف غازات ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من حرق الكتلة الحيوية عن طريق استغلال هذا الغاز لنمو كتل حيوية جديدة، وهذا يشكل اتزاناً بيئياً (ايكولوجيا) إذا كان قطع الأشجار موزوناً ومحسوباً وليس جائزاً؛ وهذا مخالف جداً لإزالة الغابات في المناطق الاستوائية حيث يسبب ذلك نفث 2Gt (بليون طن) من غاز CO_2 في الجو سنوياً.

التطلعات المستقبلية:

إن الرغبة في تكنولوجيا الكتلة الحيوية يمكن أن تتغير كثيراً إذا أصبحت قضية دفء الأرض (Global Warming) هي أحد العناصر الهامة في سوق الطاقة (Energy Market). فالحصول على تقنية إنتاج الطاقة، مؤسسة على حرق الكتلة الحيوية ولا تنفث ثاني أكسيد الكربون، يمكنها أن تساهم بشكل كبير في توليد الكهرباء مستقبلاً، خصوصاً عند الحديث عن سوق محطات توليد الكهرباء الصغيرة.

الطحالب البحرية مصدر هام للكتلة الحيوية

إن الطحالب البحرية (Algae) هي مصدر واعد لطاقة الكتلة الحيوية لأنها تنمو بسرعة فائقة جدا. ومؤخرا تم تطوير تقنية جديدة لمعالجة هذه الطحالب، وهي لا تتطلب تجفيف هذه الطحالب، وكذلك تخفض من الطاقة اللازمة لتزويد هذه الطحالب بالغذاء.

(New scientist 17 July 1999, 17)

طاقة الحرارة الجوفية

أن البحث المستمر عن مصادر طاقة جديدة آمنة على البيئة، جعل للحرارة الجوفية دورا هاما وذلك لكونه المصدر الوحيد من بين مصادر الطاقة المتجددة الذي يأتي من الأرض، إلا أن المقارنة بينه وبين حرارة الشمس غير منصفة نظرا لأن الحرارة المنبعثة من سطح الأرض تساوي 10^{21}J/yr (جول/السنة) بينما الحرارة الشمسية تساوي 5.4 J/yr x 10^{24} (جول/السنة).

تعتبر المناطق البركانية من أهم مصادر طاقة الحرارة الجوفية.

الحرارة الجوفية هي الحرارة المخزونة بين الصخور نتيجة الانتقال الحراري الطبيعي في المناطق البركانية والمناطق الغنية بأحواض الصخور البركانية، وأخيرا مناطق الجرانيت.

إن التقنية المستخدمة في الاستفادة من الحرارة الجوفية لتوليد الطاقة آخذة في التطور، حيث تّم في عام 1998م توليد 8240 MW (ميجاوات) من الكهرباء، وهذه تعادل ما تنتجه ثمان محطات نووية كبيرة أو محطات توليد الكهرباء بالفحم.

إن أكثر البلدان استخداما لهذه الطاقة هي نيكاراجوا، والفلبين، وكينيا، وأيسلندا ونيوزيلندا. و تقع أكبر محطة لتوليد الكهرباء من الحرارة الجوفيه بالولايات الأمريكا المتحدة في منطقة جيكزرز The Gegsers ، الواقعة على بعد 110 كم شمال سان فرانسيسكو، وهي تنتج 1600 MW (ميجاوات) وتوفر 7% من احتياجات كاليفورنيا من الكهرباء .

وتستخدم هذه الحرارة في العمليات الصناعية والتدفئة، كما استخدمت بعضها كمنتجعات علاجية وسياحية.

ولحسن الحظ، إن هناك مواقع كثيرة على الأرض تحتوي على ما يكفي من الحرارة الجوفية المناسبة لتوليد الكهرباء، وعادة ما توجد بصورة بخار ماء أو بحيرات من ماء ساخن حرارتها من 150 °C إلى 200 °C .

وتبدأ عملية التنقيب عن مناطق الحرارة الجوفية عن طريق المسح الميداني والجيولوجي للبحث عن أيّ أثر لبخار أو عيون طبيعية حارة و صخور تدل على تفاعلات كيميائية نتيجة الحرارة.

بئر يستخدم لتوليد الكهرباء من البخار الساخن المتدفق من جوف الأرض.

وعند إيجاد منبع للحرارة الجوفية يتم العمل على بناء آبار باستخدام تقنية خاصة لتتحمل درجات حرارة عالية، وكذلك توفر آلات قادرة على تنقيب وثقب الصخور التي تعترضها، وهي أحياناً أكثر صلابة من تلك التي تعترض أستخراج النفط أو آبار الماء الارتوازية.

التأثيرات البيئية:

من بين كل تقنيات الطاقة المتجددة فإن طاقة جوف الأرض لها تأثيرات بيئية مشابه لتلك الناتجة من الطاقة الإحفورية. والغازات النافثة من هذه التقنية هي كبريتيك الهيدروجين (H_2S)، وكلوريد الهيدروجين (Hydrogen Chloride)، وثاني أكسيد الكربون (Co_2)، وقليل من غاز الميثان (CH_4)، والأمونيا، والرادون، وبعض العناصر السامة مثل الزئبق المذاب في البخار والماء في جوف الأرض. ويعتبر غاز كبريتيك الهيدروجين (H_2S)، وهو الأكثر إزعاجاً برائحته المشابه للبيض الفاسد، ساماً جداً وإذا وصل إلى مستوى عال، على الرغم من أخذ إجراءات لإزالة هذا الغاز من تيار الغاز النافث.

وعلى الرغم من هذه الغازات إلا أن نسب إنتاجها يكون قليلاً مقارنة بالطاقة الإحفورية، علماً بأن محطات حرارة جوف الأرض تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون بمعدل 0.05-0.07kg/kWh، بينما الغاز الطبيعي حوالي 0.55kg/kWh، والفحم 1.13kg/kWh.

أما السلبية الأخرى فهي المساحة التي تتطلبها هذه التقنية حيث تتطلب 0.12h/MW، بينما الطاقة النووية تتطلب 1h/MW، والحرارة الشمسية 2.8h/MW، والفحم والبخار 4ha/MW، والخلايا الشمسية 6.6h/MW.

التطلعات المستقبلية:

من المتوقع أن يزداد نمو توليد الكهرباء من حرارة جوف الأرض من 5% إلى 15% خلال العشرين سنة القادمة. وحالياً، تقدر مساهمة الكهرباء الناتجة من هذا المصدر، مقارنة بالمصادر المتجددة الأخرى، حوالي 0.2%. ويتوقع الخبراء أن تتضاعف هذه النسبة حتى نهاية عام 2010م. وعلى الرغم من أن مصادر الطاقة من حرارة جوف الأرض هائلة جداً وتنتج قليلاً من غازات ثاني أكسيد الكربون، عندما تستخدم لإنتاج وتوليد الطاقة، إلا أن هناك مصادر طاقة أخرى متجددة تنفث نسب غازات أكثر من ذلك.

إن تكاليف التطوير هي إحدى العراقيل التي تواجه هذه التقنية ليتم استخدامها على نطاق تجاري واسع، لذلك فإن طاقة حرارة جوف الأرض من المتحمل جداً أن تبقى محلية- أي يستغلها بلد معين بسبب وفرة هذا المصدر فيها دون غيرها، أي أنها طاقة محلية وليست عالمية.

تخزين الطاقة المتجددة

لقد تعرضت الطاقة المتجددة إلى الكثير من الانتقادات والتحديات حول إمكانية استطاعتها الإحـــلال مكـــان الطاقـــة التقليدية. ومن أهم هذه الانتقادات هو عدم استمراريتها، أي أنها غير ثابتة بالنسبة للطاقة المولدة. فالطاقة الشمسية تعتمد على المدة التي تسطع فيها الشمس في اليوم، والتي تعتمد على اختلاف الفصول والظروف المناخية للمنطقة. أمـــا طاقـــة الرياح فإنها تعتمد على حالة الطقس واختلاف سرعة الرياح. وكلا هذين المصدرين يمكن حسابهما والتنبؤ بهمـــا علـــى المدى القصير. أما بالنسبة للطاقة المائية فإنها أكثر ثباتا ويمكن التنبؤ بها لمدى أطول. وأكثر هذه المصادر ثباتا همـــا طاقـــة الكتلة الحيوية وطاقة الحرارة الجوفية.

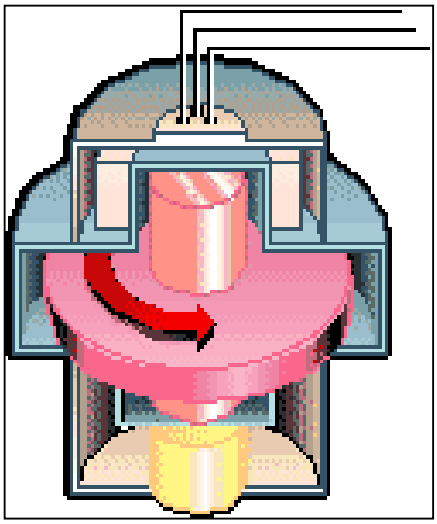
إن هذه الطاقة "المتقطعة، غير المنتظمة" تحتاج إلى تخزين ليتم استعمالها في الأوقات التي يقل أو ينعدم فيه المصدر كما هو الحال بالنسبة لغروب الشمس (في طاقة الشمس) أو تباطؤ سرعة الرياح (في طاقة الرياح). وسوف نقـــوم باســـتعراض بعض أنواع التخزين ومدى فاعليتها:

البطاريات Batteries:

وهي تعتبر أكثر تقنيات التخزين انتشارا، إلا أنها تعاني من قصر العمر الذي قد لا يزيد عن 5 سنوات، ممـــا يـــؤدي إلى ضرورة زيادة السعة الكلية للبطاريات المستخدمة بصورة أكثر من الحاجة المحسوبة أو المتوقعة؛ وبالتأكيد سيرفع ذلك من التكلفة الكلية للتخزين. كما إنه لا يخفى على أحد المشاكل التي تواجه العالم للتخلص من نفايات هذه البطاريـــات ممـــا يجعلها، رغم انتشارها، أحد المصادر التي تهدد البيئة.

التروس الطائرة (Flywheel):

مازالت هذه التقنية تحت التجربة، وتعتمد على تخزين الطاقة ميكانيكا، حيث تقوم كتلة كبيرة وثقيلة بالدوران حول محورها وتخزن الطاقة على هيئة طاقة حركية. وتوجد تطبيقات لهذا النوع من التخزين مستخدمة في مختبر راذرفورد أبلتون Rutherford Appleton Laboratory وفي جزيرة .Feutaventura بالمملكة المتحدة.



تعتبر التروس الطائرة من أحد أهم التقنيات الواعدة للإحلال مكان البطاريات التقليدية.

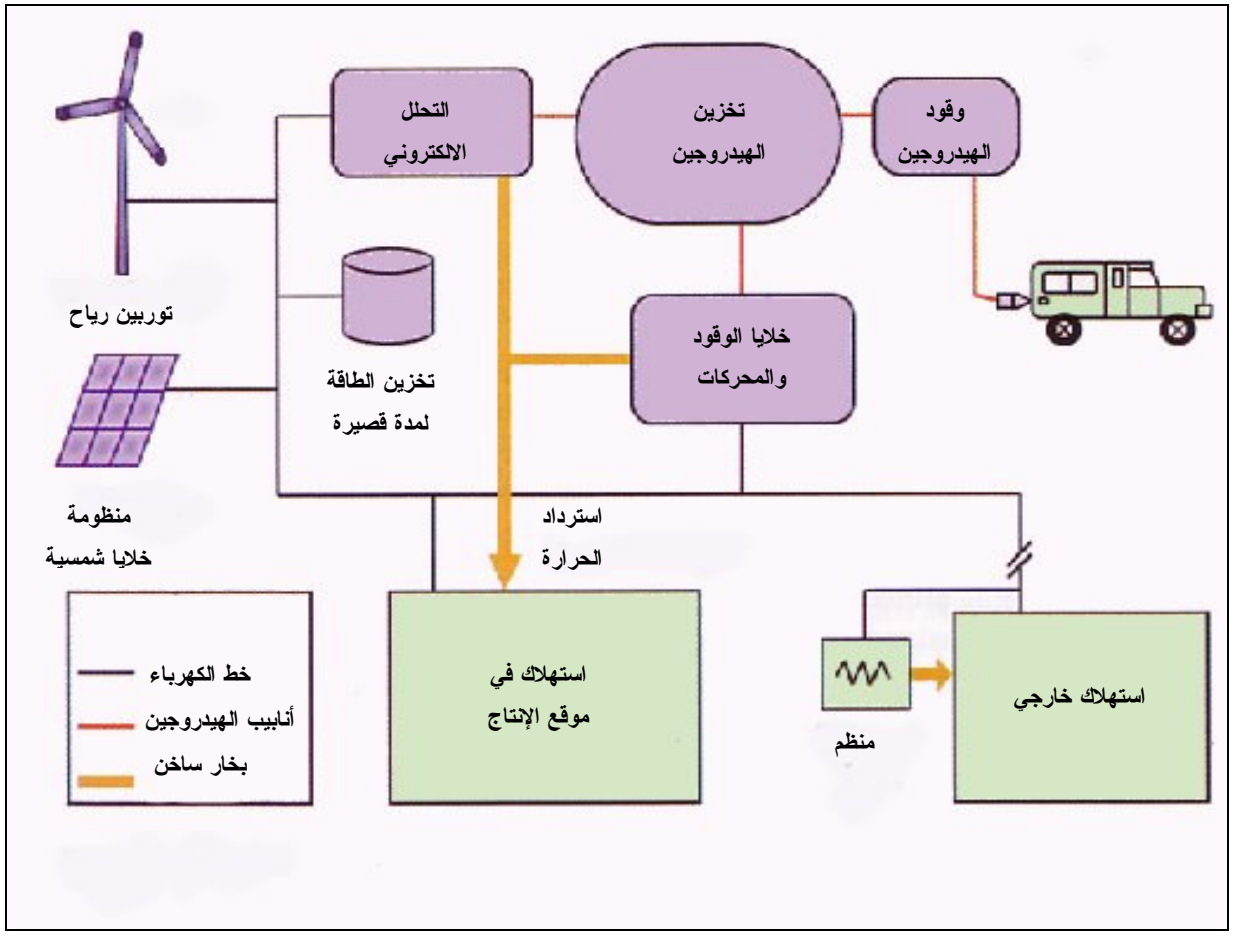
نظام طاقة الرياح مع شبكه بمولد كهربائي (ديزيل):

يستخدم هذه النظام بكثرة للمناطق النائية التي يصعب توصيل التيار الكهربائي إليها، حيث يتم بناء توربين هوائي يقوم، بالإضافة إلى مولد الديزيل، بتوفير الطاقة الكهربائية. وتعتمد هذه الفكرة على أن يقوم مولد الديزيل بمساندة التوربين الهوائي في حالة تناقص سرعة الرياح أو انعدامها. ومن أهم المشاكل التي قد تواجه هذه النظام هو عدم التخطيط المسبق للطاقة المطلوب توفيرها للمستهلك ومقارنتها بحجم التوربين الهوائي وطبيعة الرياح في المنطقة. وفيما يلي تحديد لأهم العناصر التي يجب أن تتوافر في هذا النظام:

- مطابقة الاستهلاك والإنتاج من الطاقة.
- تقليل استخدام أكبر قدر ممكن من وقود الديزيل.
- استخدام أكبر قدر متوفر من طاقة الرياح.
- تقليل فترات القطع والتشغيل للديزيل.
- خفض الكلفة الكلية.
- التأكد من أن الأجهزة المستخدمة لهذا النظام ذات كفاءة ومتانة عالية.

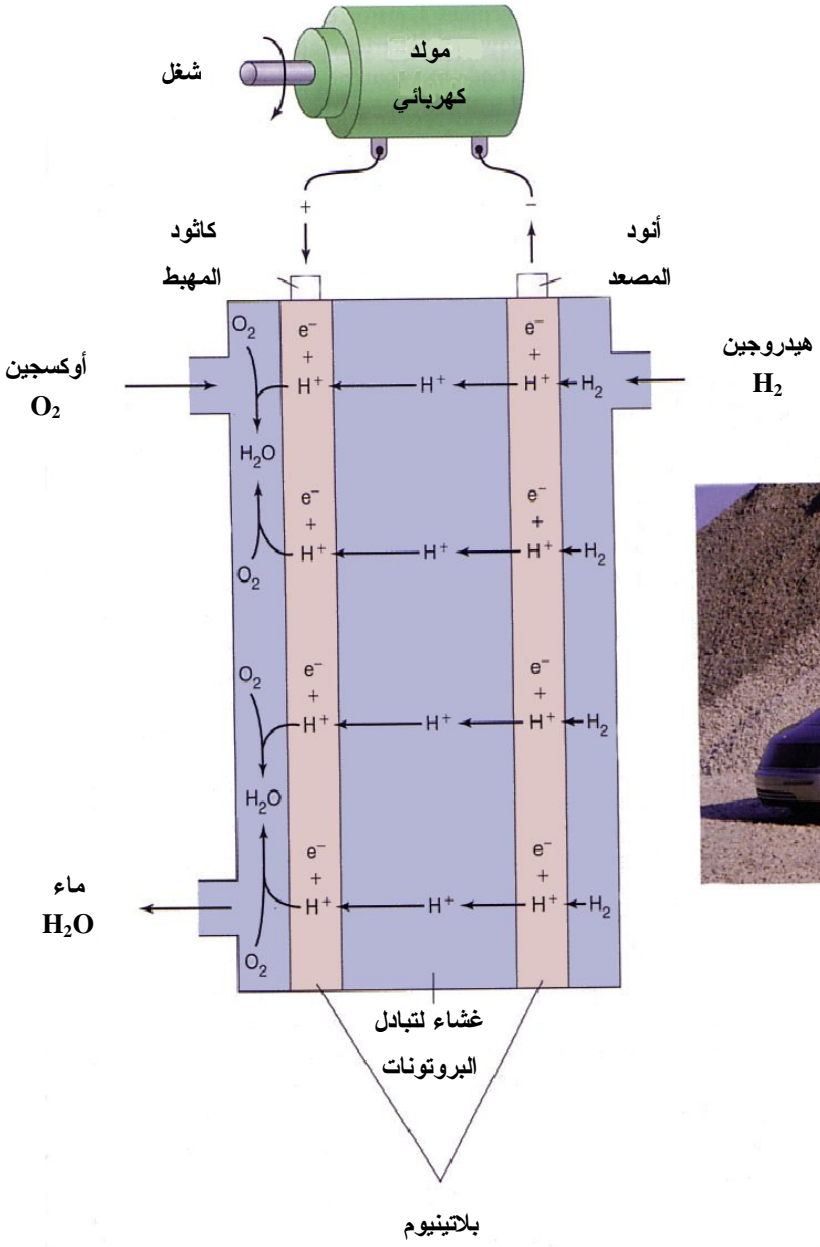
وقود الهيدروجين Hydrogen as Fuel:

من ضمن التقنيات الواعدة حاليا هو تقنية وقود الهيدروجين الذي يستخدم لتخزين ونقل الطاقة، وعادة ما يستخدم مع الطاقة الشمسية، وأيضا مع مصادر طاقة متجددة أخرى. ويتم الحصول على الهيدروجين عن طريق التحلل الالكتروني للماء باستخدام الطاقة المتجددة كمصدر للطاقة الكهربائية، وبعدها يخزن الهيدروجين. ويمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من مخزون الهيدروجين المخزون أما عن طريق المولدات Engine-powered generator أو استخدام خلايا الوقود Fuel Cells.



خلايا الوقود Fuel Cells:

إن خلايا الوقود هي تستعيض عن حرق الهيدروجين لإنتاج الطاقة؛ فخلايا الوقود تنتج كهرباء وطاقة، وهي عكس عملية التحلل الالكتروني (فصل الأكسجين عن الهيدروجين في الماء). ففي هذه التقنية يتم ضخ أكسجين (الهواء) من قطب وهيدروجين من قطب آخر، وعن طريق أغشية خاصة يتم دمج الهيدروجين والأكسجين لينتج ماء بينما الالكترونات تمر عبر جهاز أو ماكينة أو آلة، كما في الشكل التالي.



شكل يوضح كيفية عمل خلايا الوقود. الخلية أعلاه لنظام الهيدروجين– الأكسجين.يتم تدفق غاز الهيدروجين في الخلية ليلتقي هذا الغاز بالالكترود المحفز، حيث يتم فصل الالكترونات من الهيدروجين، ليتخلف عن ذلك البروتونات (ايونات الهيدروجين). تنتشر هذه البروتونات خلال أغشية تبادل البروتونات، أما الالكترونات فإنها تتدفق من الأنود(المصعد) إلى الموتور (المحرك). ومع تدفق الالكترونات من الموتور الى الكاثود(المهبط)لخلية الوقود، تلتقي هذه الالكترونات مع البروتونات والأكسجين ليتكون ماء– أي أن مخلفات هذا النظام هو الماء. يتم تزويد الهيدروجين من خزان خارجي، أما الأكسجين فإنه يتم سحبه من الهواء. السيارة التي بالصورة تعمل بخلايا الوقود, وهي طراز GM Hy- Wire، حيث تبلغ قدرة هذه الخلايا 94 كيلووات من الكهرباء، علما بأن نظام الدفع والتحكم ضمه في صندوق بسماكة 11 بوصة فقط من الشاسي, مما يعني أن هذا النظام يمكن تركيبه في أي موديل من السيارات. هذا وإن كفاءة السيارات التي تستخدم وقود الهيدروجين تتراوح من 45 إلى 60% مقارنة بالسيارات التي تستخدم البترول والتي تصل كفاءتها إلى 10% فقط.

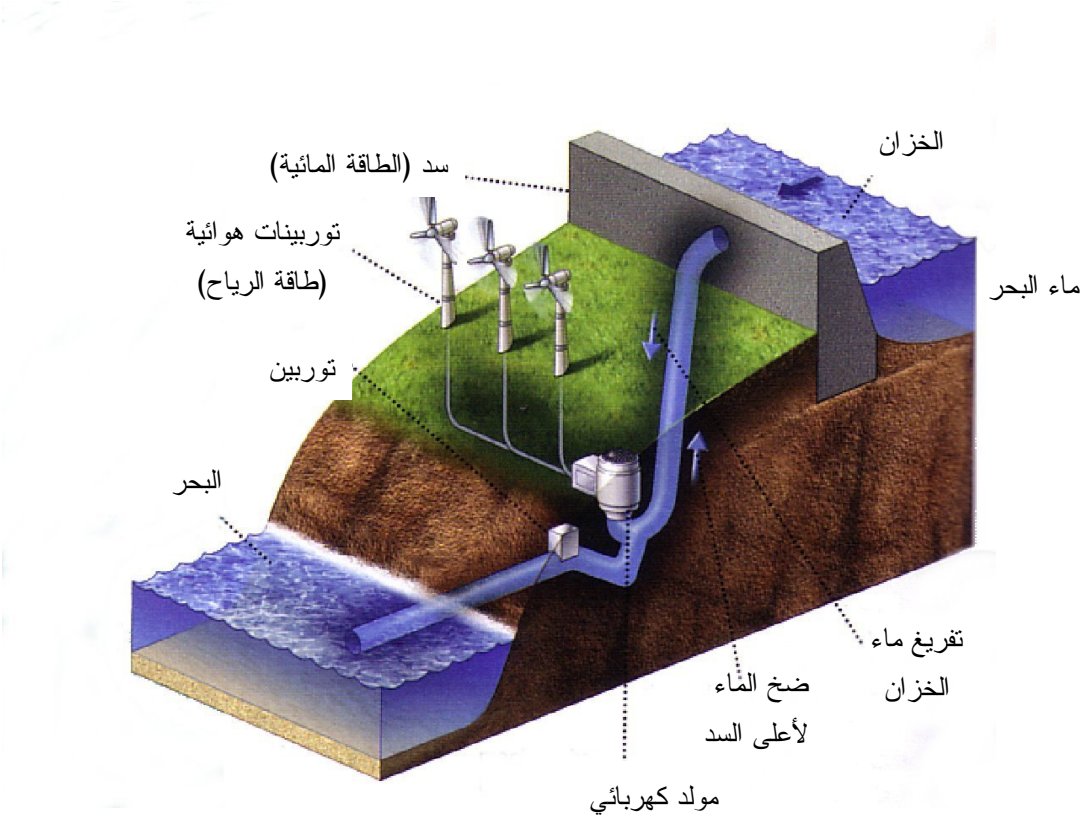
أنجاز علميا هائلا للنرويج

لقد طالعتنا وسائل الأعلام مؤخرا بنبأ افتتاح محطة توليد كهرباء تعمل بغاز الهيدروجين- الذي يتم إنتاجه من ماء البحر باستخدام طاقة الرياح- وذلك في أحدى جزر النرويج(جزيرة أوتيسرا Utisra). هذه المحطة تغذي 20 منزلا بالكهرباء، وفواتير الكهرباء أصبحت أقل بحوالي 20% من السابق. ليس هذا وحسب وإنما أهالي الجزيرة سعيدين لأن خشية انقطاع الكهرباء أو نضوب النفط فيها سوف لن يكون هاجسا، كما أن ضرر التلوث البيئي بات زائلا. وهذا المشروع هو ثمرة تعاون نرويجي- دنماركي- ألماني. للعلم، النرويج بلد غني جدا بالنفط، ومع ذلك فإنه اهتم بالطاقة المتجددة كما أنه يهتم بأبحاث ودراسات النفط والغاز الطبيعي. كما أن الجزيرة أوتيسرا أصبحت موضع الاهتمام العالمي وستغدو بلدا سياحيا علميا ومركزا لأبحاث الطاقة المتجددة، وهكذا يجب أن نتعلم، العلم النافع الموائم للبيئة يكسب المال والسمعة الطيبة ويفتح آفاقا للوظائف ويدعم الدخل القومي.

نظام الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة Integrating of renewable energy resources:

إن أحد الطرق المتبعة للاستفادة بأقصى صورة من مصادر الطاقة المتجددة وتقليل الحاجة إلى وسائل التخزين المكلفة، هو نظام الدمج بين مصادر الطاقة المتجددة. وأكثر تلك النظم استخداما هو طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وهو يعتمد على توافر كلتا الطاقتين أثناء اليوم وفي كل فصل. وعادة ما تكون سرعة الرياح أكبر في الليل عنها في فترة النهار، وخاصة بالقرب من البحر، وهي الفترة التي تنعدم فيها الطاقة الشمسية التي تتوافر في النهار. وهكذا بالإمكان تخطيط نظام يستفيد من هذا التغير الطبيعي للحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة.

وكما هو الحال بالنسبة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فإن الطاقة المائية قد لعبت دوراً هاما كمصدر هام لتخزين المصادر الأخرى، حيث تعتمد الفكرة على استخدام مصادر الطاقة المتجددة الأخرى في فترة توافرها لضخ الماء إلى خزان يتم تفريغه ليندفع الماء إلى توربينات لتوليد الكهرباء في وقت الحاجة لذلك. والجدير بالذكر أن هذه الطريقة مستخدمة الآن في بعض الدول لتخزين الطاقة الكهربائية المولدة من الوقود التقليدي في فترات انخفاض الاستهلاك ليتم استخدامها مرة أخرى في فترات الذروة.



أثناء المد يتم ضخ المياه إلى خزان ليتم بعدها تفريغ هذه المياه لتشغيل توربيناً عند الحاجة للكهرباء. كما أن طواحين الرياح ستوفر الطاقة أثناء الليل – عند انعدام أشعة الشمس – للحصول على الطاقة.

بيوت المستقبل

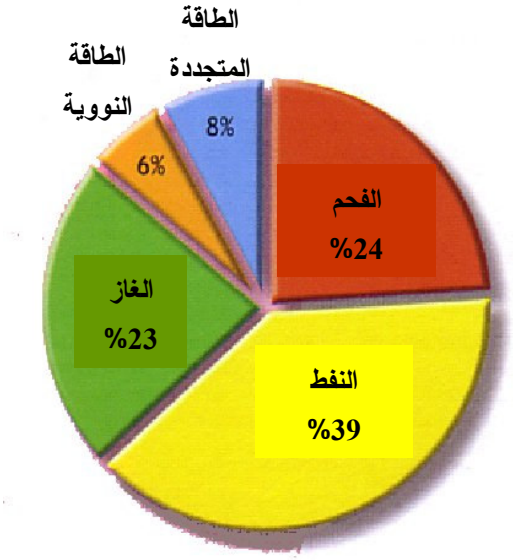
يراهن الكثيرون أن العقود القادمة ستشهد تحولا كبيرا في إنتاج الطاقة، إذ سيتم ابتكار تقنيات جديدة مبدعة تنتج الطاقة من قبل كبريات شركات إنتاج الطاقة. وستكون مصادر هذه الطاقة، على الأرجح، الطاقات المتجددة والجديدة. أما مصادر الطاقة الاعتيادية فمن المتوقع أن تستغل للصناعات البتر وكيماوية والمنتجات العضوية. وربما تنقلب الموازين فتكون مصادر الطاقة الاعتيادية(النفط والغاز الطبيعي والفحم) مساندة بينما الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية والرياح والأمواج والمد والجزر وغيرها) أساسية. فمن المتوقع أن تزخر بيوت المستقبل بكهرباء الشمس, وربما يكون وقود سياراتنا الإيثانول والهيدروجين، ويتم ضخه من كراجات هذه البيوت! والجميل في الطاقة المتجددة أنها يمكن تطبيقها على مستوى صغير ، كالمنازل.

وحاليا فإنه لا يمكننا عمل محطة توليد كهرباء تعمل بالنفط أو الفحم لمنزل واحد بينما ذلك ممكنا بالطاقة الشمسية إذ يتم وضع خلايا شمسية على سقف منزل أو وضع مولد كهرباء بطاقة الرياح(طاحونة رياح) وتشغيل كافة الأجهزة الكهربائية في المنزل. كما يمكن تسخين المياه، وتدفئة غرف البيوت، أو تبريدها، بحرارة الشمس. وبذلك سوف لن يظل المواطن في الدول المستوردة للطاقات التقليدية أسيرا لسوق النفط، خصوصا إذا ارتفع سعر النفط الخام، كما حصل مؤخرا إذ بلغ سعر البرميل في منتصف سبتمبر 52 دولارا أمريكيا.

وفي هذا السياق يجب من الآن أن تقوم كل دولة عربية، سواء كانت مستوردة أو مصدرة للنفط، تدريب مهندسيها وفنييها في وزارات الكهرباء ومراكز البحث على طرق إنتاج وتصميم أجهزة الطاقة المتجددة. وكذلك عليها تشييد نماذج لبيوت تعمل بالطاقات المتجددة لتقيمها والتدريب عليها، وذلك بالتعاون مع الدول الرائدة في مجال الطاقة المتجددة، كأمريكا والمانيا وبريطانيا وفرنسا وايطاليا وروسيا وغيرها. وحقيقة، يجب أن يكون في الوزارة المعنية بإنتاج الكهرباء في الدول العربية وحدة خاصة أو هيئة للطاقة المتجددة، فيجب الاستعداد للمستقبل، وإن ظل النفط متوفراً للآلاف السنين فإن ذلك لا يمنع من أن نستفيد من كل ثروة طبيعية، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح الذي تزخر بهما المنطقة العربية.

الطاقة والبيئة والاقتصاد

لقد طور الإنسان طاقات تساعد على استخدام الأدوات، أو ما يسمى الآن تكنولوجيا، في مختلف حاجته اليومية من المأوى والطعام، والتدفئة، والاتصالات والمواصلات. وكل هذه الاستخدامات لها آثار جانبية على البيئة. إن حصة الإنسان من استخدام الطاقة قد وضع ضغطاً على البيئة الطبيعية لدرجة عدم استطاعتها على استيعاب ما تخلفه هذه التكنولوجيا من نفايات، علما بان حياتنا آخذة في التطور مستخدمة كل موارد هذا الكوكب المحدودة.



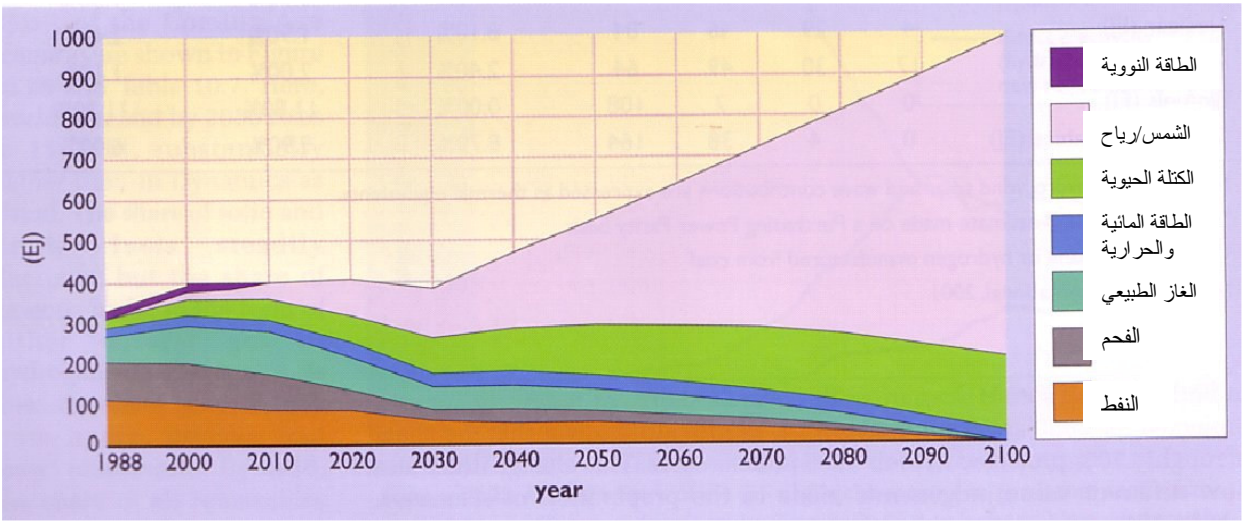
شكل يوضح نسب استغلال مصادر الطاقة العالم حيث أن معظمها من النفط

إن مصادر الطاقة الاعتيادية هي أحد أهم الأمثلة للموارد المحدودة، والتي يؤدي استخدامها المفرط إلى الإضرار بالبيئة. ومن الواضح أن الطاقة المستخدمة في الوقت الحاضر لها أضرار على البيئة وأن مشاكل البيئة يمكن التعبير عنها بازدياد استخدامنا للطاقة والتكنولوجيا. ومن أهم هذه المؤثرات على البيئة هي الأضرار التي يخلفها التنقيب عن الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ومن ثم توزيع الوقود للاستخدامات المختلفة، وعليه فإن الزيادة المطردة في استخدام هذا الوقود يخلق مشكلة أساسية. حرق الوقود في المحطات لتوليد الطاقة، أو في المنازل للتدفئة، أو السيارات لتوفير المواصلات ينتج غازات

ضارة ومخلفات أخرى من أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي يلعب دورا هاما في مشكلة الاحتباس الحراري (ظاهرة دفْ كوكب الأرض).

وفي عام 1990 لوحظ ازدياد واضح في درجات الحرارة للكرة الأرضية. وإذا أستمر هذا الارتفاع فإن المنـــاخ العـــالمي سيتغير، مما قد يؤدي، على سبيل المثال وليس الحصر، إلى ذوبان جليد القطبين المتجمدين منتجاً فيضانات وعواصـــف، ومغيرا تيار الخليج الأوروبي مما يترتب عليه ظواهر عديدة منها أل نينو والأعاصير والجفاف.

إن الضرر الناتج من استخدام الوقود الأحفوري لا يشكل خطرا بيئيا فقط، بل إنه عنصرا هامـــا في تكـــوين الاقتصـــاد العالمي. فالمخزون المتبقي من الوقود الأحفوري قد يكفي 20 أو 50 سنة قادمة، وربما أكثر من ذلك، ولكنه محدود، بما في ذلك النفط الخام، وهذا الأمر يدفعنا للبحث عن مصادر أخرى للطاقة التي يمكن أن نراها متجلية بوضوح في التوجـــه نحو الطاقة المتجددة، حيث أن تقنية الطاقة الشمسية وطاقة الرياح آخذة في التطور، وبإمكانها أن تساند بدايـــة مصـــادر الطاقة التقليدية خلال السنوات القادمة لتحل بدلها مستقبلا.



السيناريو الذي وضعته منظمة السلام الأخضر لمستقبل الطاقة في المستقبل.

والسؤال الذي يفرض نفسه هو، هل نقوم بخطوات الترويج أو حتى إلزام الانتقال إلى الطاقة المتجددة؟ أو هل نقوم بإلغاء أو التقليل من استخدام الطاقات التقليدية ونجبر السوق على العمل لوضع آلية لحل مشكلة الطاقة؟ في حقيقة الأمـــر، إن

العالم الآن يعي جيدا هذه المشكلة، وبدأ بوضع السياسات لدعم التحول من الاعتماد على النفط الخام، مثلا إلى الاعتماد على الطاقة المتجددة. وتنص السياسة التي وضعت في عام 1970م لدعم الطاقة الشمسية على النحو التالي:

- دعم البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة.
- تشجيع صانعي الطاقة الشمسية أو أجهزة منتجات الطاقة الشمسية.
- إعفاء الأشخاص الذين يقومون بتركيب أجهزة الطاقة الشمسية على المنازل والمباني من الضريبة.
- فرض ضريبة إضافية على استخدام مصادر الوقود التقليدية ورفع أسعارها مقارنة بالطاقة الشمسية.
- زيادة كفاءة الوقود في السيارات.
- أن تتكفل الجهات الحكومية ببيع الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية.
- استغلال النفط والغاز الطبيعي للصناعات البتروكيماوية.

في الوطن العربي

الربط الكهربائي في الدول العربية

هناك الربط الكهربائي السداسي بين ستة دول هي: مصر، الأردن، سوريا، العراق، تركيا ولبنان حيث وافق وزراء الكهرباء والطاقة على هذا المشروع في مايو 2000م. كما أجريت دراسة جدوى لإنشاء مركز مراقبة لدول الربط السداسي ودول المغرب العربي مع الأخذ في الاعتبار البعد المستقبلي لربط دول مجلس التعاون الخليجي بهذه الدول. علما بأن هناك ربط كهربائي بين مصر والأردن وبين الأردن وسوريا. كما أن هناك آفاق للربط الكهربائي بالدول الأفريقية والأوروبية. وبهذا يكون من السهل نقل الكهرباء الشمسية إلى أوروبا والحصول بنصيب وافر منها لتحلية المياه وإنتاجها في الوطن العربي.

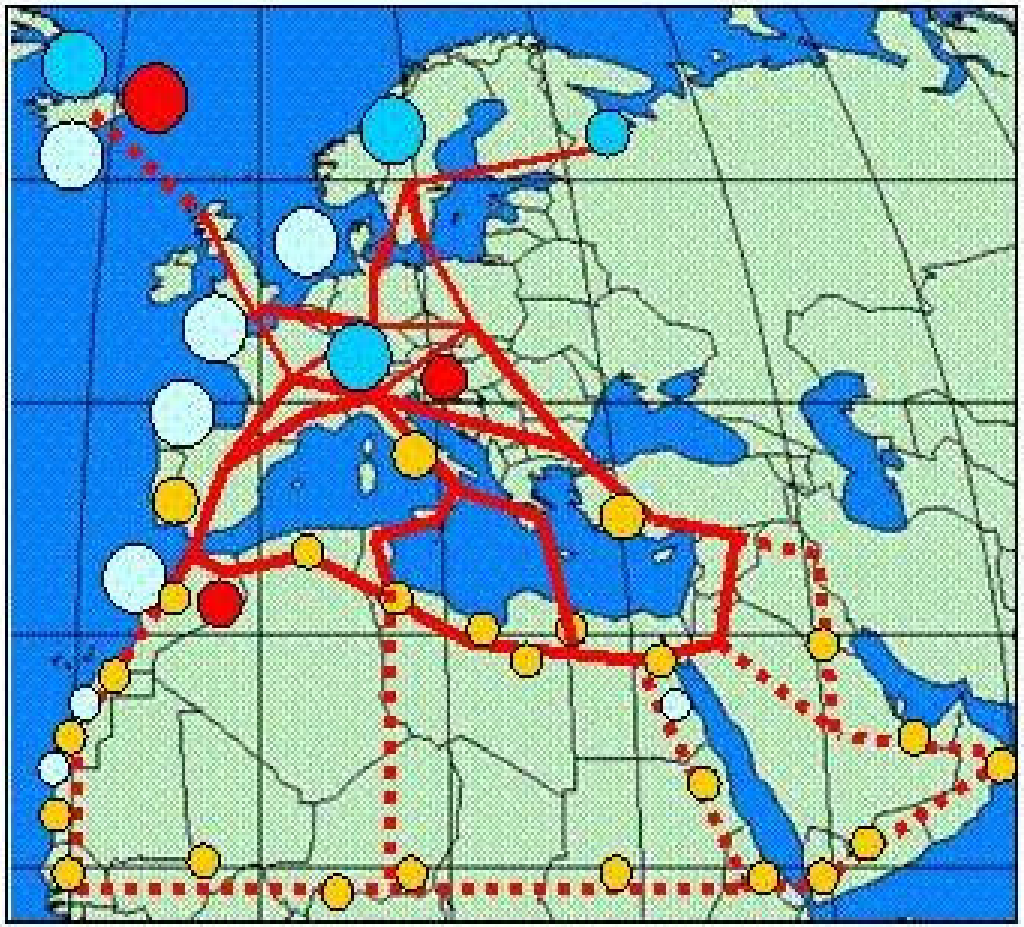
ومنذ ذلك الحين فقد وضعت العديد من السياسات في محاولة لتشجيع تواجد الطاقة المتجددة في السوق العالمية للطاقة، إلا أنه باتت الحاجة إلى اتفاقيات بين الدول لخفض انبعاث الغازات الضارة، ومعظم هذه الاتفاقيات بدأت في عام 1980م.

معاهدة (بروتوكول) كويوتو Kyoto Protocol:

في عام 1997 عقد مؤتمر كويوتو الذي انبثق منه عدة قرارات تهدف إلى خفض انبعاث الغازات التي تسبب الاحتباس الحراري من الدول الصناعية بنسبة 5.2% عن تلك المنبعثة في عام 1990، ولقد تم تحديد الفترة للوصول لهذا الهدف، وهو بين عام 2008 إلى 2012.

وتقسم هذه المعاهدة الدول في العالم إلى فئتين وهي الدول الصناعية وتشمل الولايات المتحـــدة الأمريكيـــة، وأوروبـــا، واليابان، وأستراليا، وروسيا. أما فئة الثانية فهي تشمل الصين، والهند، والدول التي تسعى إلى إنماء الصناعة لديها.

والدول التي تنتمي إلى الفئتين عليها أن تعمل لخفض الإنبعاثات في الفترة المحددة، وطبقا لخطة تضعها الـــدول نفســـها. والدول التي تفشل في ذلك عليها أن تقوم بشراء " هواء نظيف " من الدول التي تمكنت من خفض انبعـــاث الغـــازات الضارة. كما ويدعم البرتوكول أن تتشارك الدول في تبادل التقنيات الحديثة ذات الكفـــاءة العاليـــة في توليـــد الطاقـــة الكهربائية والتي لديها مستويات منخفضة من الغازات المنبعثة.



مجمع حرارة الشمس

الرياح

الطاقة المائية

طاقة الحرارة الجوفية

خطوط جهد عال HVDC

تمديدات ممكنة مع فقدان للطاقة يصل إلى 3% لكل 1000 كلم

خارطة تستشرف مستقبل نقل الطاقة الكهربائية بين القارات، إذ يمكن توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية الهائلة في الوطن العربي والاستفادة منها في توفير المياه وجزء من الكهرباء، والفائض من الكهرباء يصدر إلى الدول الأوروبية لغرض الصناعة، وبذلك يتم حفظ التلوث في أوروبا وحل جزء من مشكلة فقر المياه في الوطن العربي.

المراجع

1. أ.د. وهيب عيسى الناصر، مستقبل الطاقات المتجددة، 2002: الجمعية العالمية للطاقة الشمسية، القسم العربي. 38.
2. أ.د. وهيب عيسى الناصر و أ.د. علي عباس القره غولي، حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، 2000: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. 257.
3. Aubrecht, G.J., *Energy*. Second ed. 1995: Prentice-Hall, Inc. 669.
4. Boyle, G., *Renewable Energy Power for a Sustainable Futur*. 1996: The Open University. 477.
5. Boyle, G., *Renwable Energy Power for A Sustainable Futur*. Second ed. 2004: The Open University. 452.
6. Elliott, D., *Energy, Society and Environment*. 1998: Routledge. 252.
7. Foster, N., *Solar Power The Evaluation of Sustainable Architecture*. 2000: Prestel. 240.
8. Gribbin, J., *Alternative Energy*. 2002: Essential Science. 72.
9. Hinrichs, R.A. and M. Kleinbach, *Energy Its Use and the Environment*. Third ed. 2002: Thomson Learning, Inc. 589.
10. Wright, R.T. and B.J. Nebel, *Environmental Science Toward A Sustainable Futur*. 2002: Pearson Education. 681.