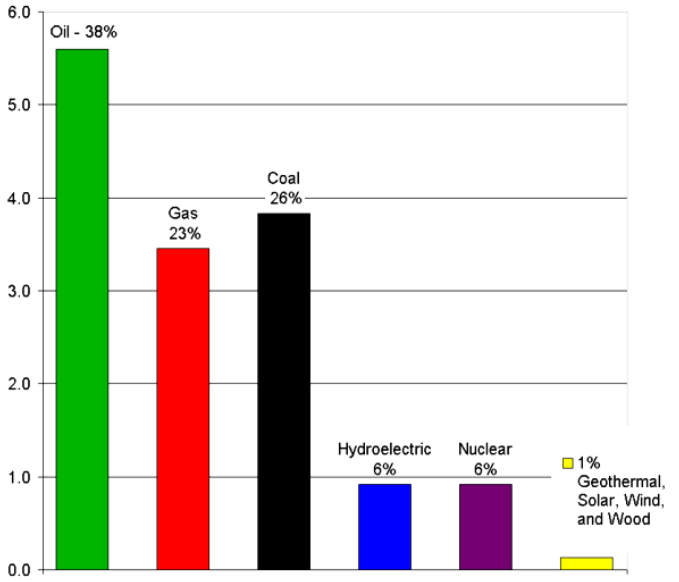
الفصل الثالث

المصادر المتجددة للطاقة

3-1 الطاقة المتجددة

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ أي الطاقة المستدامة. ومصادر الطاقة المتجددة، تختلف جوهريا عن الوقود الأحفوري البترول والفحم والغاز الطبيعي، أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية. ولا تنشأ عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الذرية الضارة الناتجة من مفاعلات القوي النووية. والطاقة المتجددة تُشتق من عمليات طبيعية والتي تتجدد باستمرار في أشكال مختلفة. وهي مشتقة مباشرة من الشمس، أو من الحرارة المتولدة في أعماق الأرض. ومن ضمن تعاريفها أنها هي الطاقة الكهربائية والحرارة المتولدة من الشمس، الرياح، الكتلة الحيوية، الموارد الحرارية الأرضية، والوقود الحيوي، والهيدروجين المشتق من الموارد المتجددة.

وحالياً أكثر إنتاج للطاقة المتجددة يُنتج في محطات القوي الكهرومائية بواسطة السدود العظيمة أينما وجدت الأماكن المناسبة لبنائها على الأنهار ومساقط المياه. وتستخدم الطرق التي تعتمد على الرياح والطاقة الشمسية على نطاق واسع في البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية. ووسائل إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة أصبحت مألوفة في الآونة الأخيرة. وهناك بلدان عديدة وضعت خططا لزيادة نسبة إنتاجها للطاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطاقة بنسبة 20٪ من استهلاكها عام 2020. وفي مؤتمر كيوتو باليابان اتفق معظم رؤساء الدول علي تخفيض إنتاج ثاني أكسيد الكربون في الأعوام القادمة وذلك لتجنب التهديدات الرئيسية لتغير المناخ بسبب التلوث واستنفاد الوقود الأحفوري، بالإضافة للمخاطر الاجتماعية والسياسية للوقود الأحفوري والطاقة النووية. وشكل (3-1) يعرض نسب مصادر الطاقة في العالم لعام 2014.



شكل (3-1): نسب مصادر الطاقة في العالم لعام2014

ويزداد مؤخراً ما يعرف باسم تجارة الطاقة المتجددة الذي هي نوع من الأعمال التي تتعلق بتحويل الطاقات المتجددة إلى مصادر للدخل والترويج لها، التي على الرغم من وجود الكثير من العوائق غير التقنية التي تمنع انتشار الطاقات المتجددة بشكل واسع مثل كلفة الاستثمارات العالية الابتدائية وغيرها إلا أن ما يقارب 65 دولة تخطط للاستثمار في الطاقات المتجددة، وعملت على وضع السياسات اللازمة لتطوير وتشجيع الاستثمار في الطاقات المتجددة.

وطاقة الرياح تنمو بمعدل 30٪ سنوياً وهي تستخدم على نطاق واسع في أوروبا، آسيا، والولايات المتحدة. ومحطات الطاقة الضوئية المعتمدة على ضوء الشمس منتشرة في ألمانيا وإيطاليا والصين واليابان وتوجد محطات الطاقة الشمسية

الحرارية في الولايات المتحدة وإسبانيا. وتمتلك البرازيل واحداً من أكبر برامج الطاقة المتجددة في العالم، حيث تقوم بإنتاج وقود الإيثانول من قصب السكر حيث يوفر الإيثانول الآن 18٪ من وقود السيارات هناك. وكذلك وقود الإيثانول متاح على نطاق واسع في الولايات المتحدة.

وحتى عام 2011، كانت الأنظمة الفولتوضوئية الشمسية الصغيرة توفر الكهرباء لبضع ملايين الأسر في الهند ، وأكثر من 44 مليون أسرة تستخدم الغاز الحيوي في الإضاءة والطبخ، وأكثر من 166 مليون أسرة تعتمد على الجيل الجديد من أفران الطبخ الأكثر كفاءة والتي تعمل بالكتلة الحيوية .

والتطور السريع للطاقة المتجددة وكفاءتها والتنوع التكنولوجي لمواردها من شأنه أن يؤدي إلى تأمين الطاقة وفوائدها الاقتصادية . وحلت الطاقة المتجددة محل الوقود التقليدي في أربعة مجالات مهمة وهي توليد الكهرباء و السخانات والدفايات، ووقود السيارات، وخدمات الطاقة الريفية.

والطاقة المتجددة توفر 19٪ من توليد الكهرباء في العالم. فمولدات الطاقة المتجددة تنتشر في بلدان كثيرة، وطاقة الرياح بمفردها تساهم بالفعل بحصة كبيرة في الكهرباء في بعض المناطق على سبيل المثال 14٪ في ولاية أوهايو الأمريكية، 40٪ في ولاية شلسفيج-هولشتاين شمال ألمانيا، و49٪ في الدنمارك. بعض البلدان تحصل على معظم حاجتها من الطاقة عن طريق الطاقة المتجددة، وتشمل أيسلندا 100٪، النرويج 98٪، البرازيل 86%، النمسا 62٪، نيوزيلاندا 65٪، السويد 54%. وقد وصلت نسبة استخدام الطاقة المتجددة إلى 32٪ من إجمالي الطاقة في دول الاتحاد الأوروبي حيث نقصت نسبة استخدام الفحم إلى 30٪ عام 2012 ثم إلى 6٪ عام 2018 ونقصت نسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون إلى 40٪ عام 2012 ثم إلى 5٪ عام 2018.

والسخانات الشمسية تقوم بإسهام كبير في التسخين في الكثير من البلدان، أشهرها الصين، والتي تمتلك حالياً 70٪ من الإجمالي العالمي . فمعظم هذه الأنظمة مثبتة على مباني يسكنها عائلات وتلبي جزءا من احتياجات المياه الساخنة لما يقدر بحوالي 60

مليون أسرة في الصين. واستمر في النمو استخدام الكتلة الحيوية للتسخين كما في السويد، لاستخدامها لطاقة الكتلة الحيوية وتفوقها على استخدامها للنفط.

والوقود الحيوي المتجدد ساهم في تراجع كبير لاستهلاك النفط في الولايات المتحدة منذ 2006. ففي عام 2009 كان الانتاج العالمي للوقود الحيوي 93 بليون لتر ليحل محل ما يكافئ 68 بليون لتر من البنزين، يساوي حوالي 5٪ من الانتاج العالمي من البنزين .

وعلى المستوى القومي، على الأقل 30 بلداً حول العالم لديها بالفعل طاقة متجددة تساهم في أكثر من 20٪ من إمدادات الطاقة. والأسواق القومية للطاقة المتجددة من المتوقع أن تستمر في النمو بقوة في العقد القادم وما وراءه، وحوالي 120 بلد لديها أهداف سياسية مختلفة لإسهام طويل المدى في الطاقة المتجددة، وتشمل استهداف 20٪ من إجمالي الكهرباء المتولد في الاتحاد الأوروبي بحلول 2020. وبعض البلدان لديها أهداف سياسية طويلة المدى أعلى بكثير لأكثر من 100٪ من الطاقة المتجددة. ففى خارج أوربا، مجموعة متنوعة من بلدان أخرى تستهدف إسهامات طاقة متجددة في الإطار الزمني 2020 إلى 2030 ويتراوح بين 10٪ إلى 50% من استهلاكها للطاقة.

وفي استطلاعات رأي عامة دولية كان هناك تأييد قوي لتعزيز الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وتتطلب مرافقا لاستخدام المزيد من الطاقة المتجددة وتقديم حوافز ضريبية لتشجيع التطوير واستخدام مثل هذه التكنولوجيا. وهناك تفاؤل كبير بأن الإستثمارات في مجال الطاقة المتجددة ستؤتي ثمارها الاقتصادية على المدى الطويل.

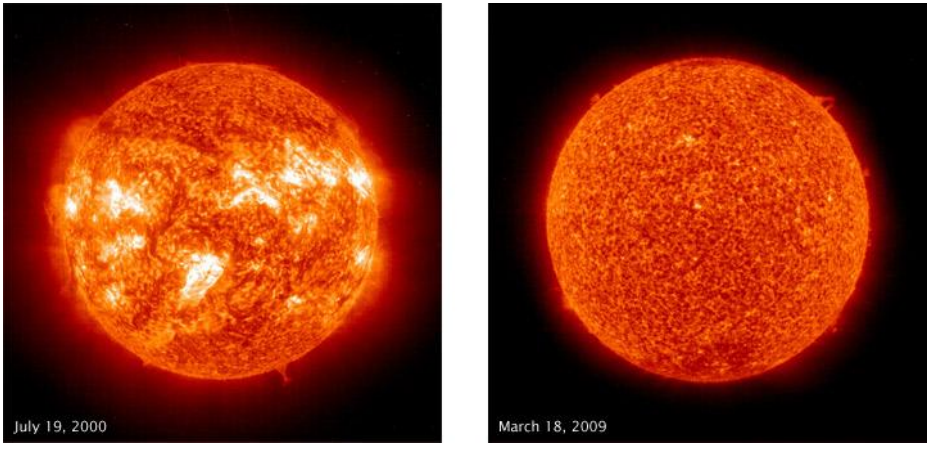
ومخاوف التغير المناخي والاحترار العالمي، والتي تزامنت مع أسعار النفط المرتفعة والدعم الحكومي المتزايد، دفعت لزيادة التشريعات المتعلقة بالطاقة المتجددة مع الحوافز والاستخدام التجاري. فالإنفاق الحكومي الجديد والتنظيم والسياسات ساعدت الصناعة في ظل الأزمة المالية العالمية وكانت أفضل من الكثير من القطاعات الأخرى. وحسب تخطيط 2011 من الوكالة الدولية للطاقة

فمولدات الطاقة الشمسية قد تنتج معظم الكهرباء في العالم في غضون 50 سنة مما سيقلل بشكل كبير من انبعاثات الغازات الدفيئة التي تضر البيئة.

وموارد الطاقة المتجددة، والتي تشتق طاقتها من الشمس، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، مثل الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح، من المتوقع أن تكون قادرة على توفير الطاقة لمدى زمني كبير.

3-2 الطاقة الشمسية

الشمس هي النجم المركزي للمجموعة الشمسية. وهي تقريباً كروية وتحوي بلازما حارة متشابكة مع المجال المغناطيسي. و يبلغ قطرها حوالي 1392684 كيلومتر، وهو ما يعادل 109 أضعاف قطر الأرض ، وكتلتها 2×10^{30} كيلوجرام وهو ما يعادل 330000 ضعف كتلة الأرض مما يشكل نسبة 99.86 ٪ من كتلة المجموعة الشمسية . يمثل شكل (3-2) صورة مأخوذة للشمس من وكالة ناسا الأمريكية.



شكل (3-2): صورة مأخوذة للشمس بالتصوير فوق البنفسجي

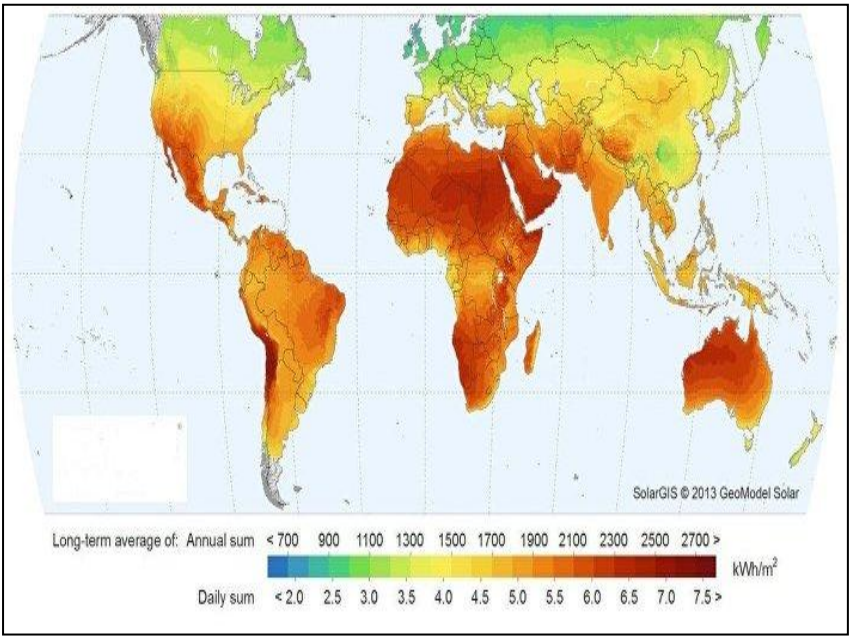
للتلسكوب (EIT) – وكالة ناسا

والشمس هي إحدى نجوم مجرتنا مجرة درب التبانة التي تحوي نحو 200 مليار نجم تقريباً، ومجرتنا نفسها تتبع مجموعة مجرات أخرى تسمى المجموعة المحلية . ويبلغ الفضاء الكوني الذي تشغله تلك المجموعة كرة نصف قطرها نحو 10 ملايين سنة ضوئية هذا بالمقارنة بسرعة الضوء الذي يصلنا من الشمس مستغرقا نحو 8 دقائق . ومن الناحية الكيميائية يشكل الهيدروجين ثلاثة أرباع مكونات الكتلة الشمسية، أما البقية فهي في معظمها هليوم مع وجود نسبة 1.69٪ وتقريباً تعادل 5628 من كتلة الأرض من العناصر الأثقل متضمنة الأكسجين والكربون والنيون والحديد وعناصر أخرى . والطاقة الشمسية هي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس ويصل بعضهما إلى الأرض فوجود الشمس عامل أساسي في استمرار الحياة على هذا الكوكب. وقد استفاد الإنسان من هذه الطاقة الشمسية منذ عصور قديمة باستخدام مجموعة من الوسائل التي تتطور باستمرار. وتضم تقنيات استخدام الطاقة الشمسية استغلال الطاقة الحرارية للشمس سواء للتسخين المباشر أو ضمن عملية تحويل ميكانيكي لحركة أو لطاقة كهربائية أو لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية باستخدام ألواح الخلايا الضوئية. بالإضافة إلى التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، وهي تقنيات تستطيع المساهمة بشكل بارز في حل الكثير من مشاكل احتياج الطاقة في العالم .

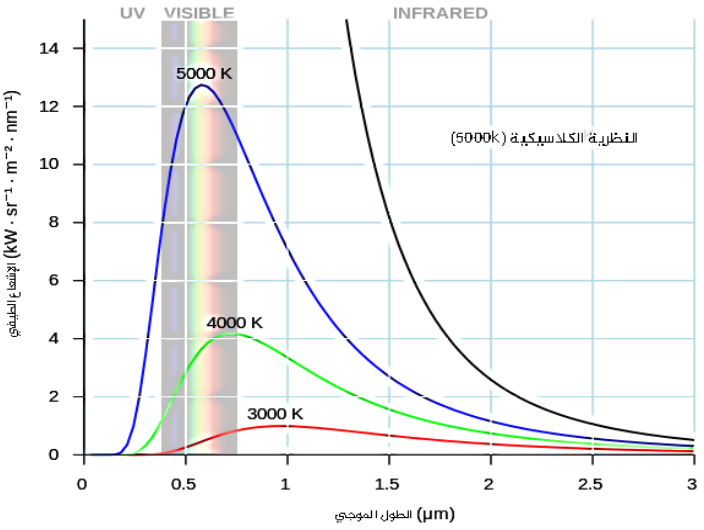
وتعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية . ومن الأهمية هنا أن نذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا. ويتم توليد طاقة كهربية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات كهروضوئية. وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية يكون متاح للإنسان التحكم في استخداماتها. ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب والزراعة خلال التقطير والتطهير أو التحلية ، واستغلال ضوء النهار، وتسخين المياه، والطهو بالطاقة الشمسية، والحصول على الطاقة الحرارية المطلوبة

لأغراض صناعية.

وشكل (3-3) يبين خريطة الإشعاع الشمسي في العالم. وشكل (3-4) يوضح علاقة الطول الموجي والإشعاع الصادر من الشمس.



شكل (3-3): خريطة الاشعاع الشمسي في العالم



شكل (3-4):علاقة الطول الموجي والاشعاع الصادر من الشمس

وتعد الطاقة الشمسية أهم مصدر حميد للطاقة على الكرة الأرضية. ويتكون الإشعاع الشمسي الكلي الذي يصل الأرض من جزئين الأول هو الإشعاع المباشرالصادر عن الشمس نفسها الذي يمكن تركيزه بواسطة العدسات أو المرايا التي يمكن أن تُصمم بحيث تتبع مسار الشمس تتبعاً كاملاً على مدار العام، أو تكون ذات ميل ثابت يمكن تغييره دورياً على حسب فصول السنة. أما الجزء الثاني هو الإشعاع المتشتت أو المنعكس سواء عند سطح الأرض أو من هواء الغلاف الجوي.

ويمكن الإستفادة من الطاقة الشمسية عن طريق المنظومات الحرارية التي تجمع الإشعاع الشمسي لرفع درجة حرارة مائع ما في الغالب الماء أو عن طريق المنظومات الضوئية التي تحول ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربية. وتحدد درجة الحرارة المطلوبة نوع المنظومة الحرارية المناسبة للاستخدام. ففي التطبيقات التي تحتاج لدرجة حرارة منخفضة مثل تطبيقات تسخين المياه والهواء يمكن استخدام المجمعات المسطحة التي تستفيد من الإشعاع الشمسي الكلي. أما في التطبيقات التي تحتاج إلى درجات حرارة متوسطة أو عالية مثل توليد الكهرباء فتستخدم المركزات

الشمسية وهي مرايا مقعرة تركز الإشعاع المباشر . ونجد أهمية كبيرة لمعرفة خصائص الإشعاع الشمسي والعوامل الأخرى المرتبطة به في الموقع المزمع إقامة منظومة لتحويل الطاقة الشمسية به وهي قيم الإشعاع الشمسي على مدار العام فلا تكفي المتوسطات السنوية لتصميم منظومة اقتصادية وذات كفاءة للطاقة الشمسية.
ونظراً لتغير نمط الإشعاع الشمسي اليومي والشهري والفصلي من عام إلى آخر، فإن القياسات يجب أن تكون مستمرة للوصول إلى ما يسمى بالسنة المناخية النمطية لإستخدامها في تصميم منظومات الطاقة الشمسية.

3-2-1 أهمية الإشعاع الشمسي

يستقبل كوكب الأرض 174 بيتا وات من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه عند طبقة الغلاف الجوي العليا. وينعكس ما يقرب من 30٪ من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية. وينتشر معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية. وتمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارتها فيرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات، حيث تنخفض درجة الحرارة، يتكثف بخار الماء في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. وتزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير والأعاصير المضادة. وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط 14 درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب والكتل الحيوية التي يُستخرج منها الوقود الأحفوري .

3-2-2 الطاقة الشمسية والتخطيط المدني والمعماري

لقد أثر ضوء الشمس على تصميم المباني منذ بداية التاريخ المعماري. ولقد تم استخدام وسائل التخطيط المدني والمعماري المتطورة التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية لأول مرة بواسطة اليونانيين والصينيين الذين قاموا بإنشاء مبانيهم بحيث تكون لناحية الجنوب للحصول على الضوء والدفء . ومن الخصائص الشائعة للتخطيط المعماري الذي يعتمد على تقنية الطاقة الشمسية إنشاء المباني بحيث يمكن استغلال هذه الطاقة وعند توافرالخصائص المناسبة مع البيئة والمناخ المحلي يمكن تشييد مباني جيدة الإضاءة ذات مدى متوسط من درجات الحرارة. ويعتبر منزل الفيلسوف اليوناني سقراط الذي يسمى ميجارون مثالاً نموذجيًا للتصميمات المعمارية التي تعتمد على تقنيات الطاقة الشمسية. وتستخدم التطبيقات الحديثة الخاصة بالتصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية بتصميمات يتم تنفيذها على الكمبيوتر بحيث تجمع بين نظم تكييف الهواء بالطاقة الشمسية والتسخين بالطاقة الشمسية التدفئة والإضاءة التي تعتمد على ضوء النهار أو الإضاءة الشمسية في تصميم معماري لاستغلال الطاقة الشمسية وبشكل متكامل . ومن الممكن أن تعوض المعدات التي تعتمد على الطاقة الشمسية مثل المضخات والمراوح والنوافذ المتحركة والتصميمات وتحسن من أداء النظام .

والمناطق الحرارية الحضرية هي مناطق يعيش فيها الإنسان وتكون درجة حرارتها أعلى من درجة حرارة البيئة المحيطة بها. وتُعزى درجات الحرارة المرتفعة في هذه المناطق إلى الامتصاص المتزايد لضوء الشمس بواسطة المكونات التي تميز هذه المناطق مثل الخرسانة والأسفلت والتي تكون ذات قدرة أقل على عكس الضوء وسعة حرارية أعلى من تلك الموجودة في البيئة الطبيعية. ومن الطرق المباشرة لمعادلة تأثير الجزر الحرارية طلاء المباني والطرق باللون الأبيض وزراعة النباتات. وشكل (3-5) يعرض صورة تخطيط عمراني مع استخدام الطاقة الشمسية.

شكل (3-5): التخطيط العمراني مع استخدام الطاقة الشمسية

3-2-3 الطاقة الشمسية والزراعة

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة. فبعض التقنيات التي تنظم مواسم الزراعة حسب أوقات العام تقوم بتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظم الارتفاعات بين الصفوف وتخلط أصناف نباتية مختلفة مما يعمل على تحسين إنتاجية المحصول. وضوء الشمس مصدرًا وفيرًا من مصادر الطاقة وكذلك له أهمية رئيسية بالنسبة للزراعة. ففي المواسم التي كانت فيها المحاصيل تنمو قصيرة خلال الفترة الجليدية زرع الفلاحون الإنجليز والفرنسيون مجموعات من أشجار فاكهة طويلة لزيادة كمية الطاقة الشمسية التي يتم تجميعها إلى الحد الأقصى. وتعمل هذه الأشجار ككتل حرارية، كما أنها تزيد من معدل نضج الفاكهة عن طريق الاحتفاظ بالفاكهة في وسط دافئ. وقديمًا كان يتم زراعة هذه الأشجار عمودية على

الأرض وفي مواجهة الجنوب ولكن بمرور الوقت تم وضعها مائلة لاستغلال ضوء الشمس على وجه أفضل. وفي عام 1699 اقترح «نيكولاس فاشيو دي دوبليير» استخدام أحد الآلات التي من الممكن أن تدور على محور بحيث تتبع أشعة الشمس. وإضافة لزراعة المحاصيل تشمل تطبيقات الطاقة الشمسية في مجال الزراعة استخدامها في إدارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتفريخ الدجاج وتجفيف السماد العضوي للدجاج الذي يستخدم للنباتات. وفي العصر الحديث تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة الالواح الشمسية في عمل عصائر الفاكهة . وتقوم الصوب الزجاجية بتحويل ضوء الشمس إلى حرارة، مما يؤدي إلى إمكانية زراعة جميع المحاصيل على مدار العام، حيث هناك أنواع من المحاصيل والنباتات لا يمكن لها أن تنمو في المناخ المحلي. وقد تم استخدام الصوب الزجاجية لأول مرة في العصر الروماني لزراعة الخيار حتى يمكن توفيره على مدار العام بأكمله للإمبراطور الروماني «تيبريوس» .ولقد تم بناء أول صوبة زجاجية حديثة لأول مرة في أوروبا في القرن السادس عشر من أجل الاحتفاظ بالنباتات الغريبة التي كان يتم جلبها من خارج البلاد بعد فحصها. ومن الجدير بالذكر أن الصوب الزجاجية ظلت تعتبر جزءًا مهمًا من زراعة البساتين حتى وقتنا الحالي، وقد تم استخدام المواد البلاستيكية الشفافة أيضًا في الأنفاق المتشعبة وأغطية صفوف النباتات المزروعة لنفس الهدف.

وشكل (3-6) يعرض الزراعة في البيوت الشمسية وشكل (3-7) يوضح طريقة الري بالطاقة الشمسية.

شكل (3-6): الزراعة في البيوت الشمسية (البيوت الخضراء)

شكل: (3-7) الري بالطاقة الشمسية

3-2-4 الإضاءة بالطاقة الشمسية

الشمس هي مصدر الضوء الطبيعي الرئيسي الأكثر استخدامًا على مر العصور. وقد عرف الرومانيون حقهم في الاستفادة من الضوء منذ القرن السادس الميلادي. وفي القرن العشرين أصبحت الإضاءة باستخدام الوسائل الصناعية المصدر الرئيسي للإضاءة الداخلية، ولكن ظلت التقنيات التي تعتمد على استغلال ضوء النهار ومحطات الإضاءة الهجينة التي تعتمد على ضوء الشمس وغيره من طرق تقليل معدل استهلاك الطاقة .

وتقوم نظم الإضاءة التي تعتمد على ضوء النهار بتجميع وتوزيع ضوء الشمس لتوفير الإضاءة الداخلية. هذا وتقوم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد على الطاقة الشمسية بصورة مباشرة بتعويض استخدام الطاقة عن طريق استخدام الإضاءة الصناعية بدلاً منها، كما تقوم بتعويض بصورة غير مباشرة استخدام الطاقة غير الشمسية عن طريق تقليل الحاجة إلى تكييف الهواء. واستخدام الإضاءة الطبيعة له أيضًا فوائد عضوية ونفسية بالمقارنة مع الإضاءة الصناعية. وتشتمل تصميمات الإضاءة التي تعتمد على ضوء النهار على اختيار دقيق لأنواع النوافذ وحجمها واتجاهها، كما قد يتم الأخذ في الاعتبار وسائل التظليل الخارجي. وتتضمن التطبيقات الفردية من هذا النوع من الإضاءة الطبيعة وجود أسقف مسننة ونوافذ علوية للإضاءة وتثبيت أرفف على النوافذ لتوزيع الإضاءة وفتحات إضاءة في أعلى السقف وأنابيب ضوئية. ويمكن تضمين هذه التطبيقات في تصاميم موجودة بالفعل، ولكنها تكون أكثر فاعلية عندما يتم دمجها في تصميم شامل يعتمد على الطاقة الشمسية بحيث يهتم ببعض العوامل مثل سطوع الضوء وتدفق الحرارة والاستغلال الجيد للوقت. وعندما يتم تنفيذ هذه التطبيقات بصورة سليمة، فمن الممكن أن يتم تقليل حجم الطاقة اللازمة للإضاءة بنسبة 25٪.

وتعتبر نظم الإضاءة الشمسية الهجينة من سبل استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية في الإضاءة الداخلية. وتقوم هذه النظم بتجميع ضوء الشمس باستخدام مرايا عاكسة متحركة تبعًا لحركة الشمس، كما تتضمن أليافًا ضوئية لنقل الضوء إلى داخل المبنى

لزيادة الإضاءة العادية. وفي التطبيقات التي يتم الاستعانة بها في المباني ذات الطابق الواحد، تكون هذه النظم قادرة على نقل 50٪ من ضوء الشمس المباشر الذي يتم استقباله. وتعتبر الإضاءة المستمدة من الشمس التي يتم اختزانها في أثناء النهار واستخدامها للإضاءة في الليل من الأشياء المألوفة رؤيتها على طول الطرق وممرات المشاة في الدول المتقدمة.

وشكل (3-8) يوضح إضاءة الطرق بالطاقة الشمسية أما شكل (3-9) يبين إضاءة الحدائق بالطاقة الشمسية.

شكل (3-8): إضاءة الطرق بالطاقة الشمسية

شكل (3-9): إضاءة الحدائق بالطاقة الشمسية

3-2-5 تسخين الماء بالطاقة الشمسية

تستخدم نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية ضوء الشمس في تسخين الماء. ففي المنخفضات الجغرافية التي تقع تحت 40 درجة مئوية. يمكن أن يتم توفير ما يتراوح من 60 إلى 70٪ من الماء الساخن المستخدم في المنازل بدرجات حرارة ترتفع إلى 60 درجة مئوية بواسطة نظم التسخين التي تعمل بالطاقة الشمسية. ويعتبر من أكثر أنواع سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية الأنابيب المفرغة 44٪ والألواح المستوية المصقولة 34٪ التي تستخدم بصفة عامة لتسخين الماء في المنازل، وكذلك الألواح البلاستيكية غير المصقولة 21٪ التي تستخدم بصفة رئيسية في تدفئة مياه حمامات السباحة.

3-2-6 التدفئة والتبريد والتهوية

في الولايات المتحدة الأمريكية، تحتل نظم التدفئة والتبريد والتكييف نسبة 30٪

من الطاقة المستخدمة في أماكن العمل. ويمكن استخدام تقنيات نظم التدفئة والتبريد والتهوية التي تعتمد على الطاقة الشمسية لتعويض قدر من هذه الطاقة .

ويُقصد بالكتلة الحرارية أية مادة يمكن استخدامها لتخزين الحرارة المنبعثة من الشمس. وتشتمل هذه المواد على الحجارة والأسمنت والماء. ومن الناحية التاريخية، لقد تم استخدام هذه المواد في المناطق ذات المناخ الجاف أو المناخ المعتدل الدافئ للاحتفاظ ببرودة المباني في فترات النهار عن طريق امتصاص الطاقة الشمسية في أثناء النهار وإطلاق الحرارة المخزنة في الأجواء الباردة في فترات الليل. وعلى أية حال، يمكن استخدام هذه المواد أيضًا في المناطق الباردة بشكل متوسط للاحتفاظ بالدفء فيها. ويتوقف حجم ومكان الخامات المستخدمة في تخزين حرارة الشمس على عدة عوامل، مثل الظروف المناخية والإضاءة في فترات النهار والظل. وعندما يتم تضمين هذه المواد في التصميمات، تعمل الكتلة الحرارية على الحفاظ على درجة حرارة المكان في مدى مناسب وتقلل من الحاجة إلى وسائل إضافية للتدفئة أو التبريد. وتعتبر المدخنة التي تعمل بالطاقة الشمسية أو المدخنة الحرارية، في هذا السياق إحدى نظم التهوية التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي تتألف من عمود رأسي متصل بداخل المبنى وخارجه. فعندما ترتفع درجة حرارة المدخنة، فإن الهواء الموجود داخل المبنى يتم تسخينه لذلك ينتج عنه تيار هواء صاعد يرتفع لأعلى ويحل محله هواء بارد.

ويمكن أن يتم تحسين نتائج المدخنة عن طريق استخدام مواد ذات كتلة حرارية وأسطح مصقولة بطريقة تحاكي طريقة عمل الصوب الزجاجية. ويتم استخدام النباتات والأشجار كوسيلة للتحكم في نظم التدفئة والتبريد التي تعمل بالطاقة الشمسية. فعند زراعة هذه النباتات تقوم أوراقها بتوفير الظل للمكان في أثناء فصل الصيف، بينما تسمح الأغصان غير المورقة لضوء الشمس بالدخول إلى المبنى في أثناء فصل الشتاء. ونظرًا لأن الأشجار غير المورقة تقوم بحجب من ثلث إلى نصف الإشعاعات الشمسية الساقطة، فهناك توازن بين فوائد الظل في فصل الصيف والاحتياج إلى التدفئة في فصل الشتاء. وعموما زراعة مثل هذه الأشجار على الناحيتين الشرقية والغربية من المبنى توفر قدر من الظل في فصل الصيف دون التأثير بشكل ملحوظ على الطاقة الشمسية التي يتم الحصول عليها في فصل الشتاء.

3-2-7 معالجة الماء بالطاقة الشمسية

يُستخدم التقطير الشمسي لجعل الماء المالح والماء متوسط الملوحة صالحًا للشرب. وأول من استخدم هذا الأسلوب علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر. هذا وقد تم تأسيس أول مشروع تقطير شمسي ضخم في عام 1872 في مدينة لاس ساليناس التشيلية المتخصصة في التعدين. واستطاع المصنع، الذي تبلغ مساحة منطقة تجميع الطاقة الشمسية الموجودة به 4700 متر مربع، إنتاج ما يصل إلى 22.700 لتر من الماء النقي يوميًا لمدة 40 عامًا. ومن أنواع التصميمات الفردية لأجهزة التقطير الشمسي الأجهزة ذات السطح المنحدر المفرد والمزدوج (التي تشبه الصوبة الزجاجية) والأجهزة الرأسية والمخروطية وذات الألواح الماصة العكسية ومتعددة التأثير. ومن الممكن أن تعمل هذه الأجهزة في وضع نشط أو غير نشط أو مختلط. وتُعد أجهزة التقطير ذات السطح المنحدر المزدوج الأقل تكلفة ويمكن استخدامها في الأغراض المنزلية، بينما تُستخدم الأجهزة متعددة التأثير في التطبيقات واسعة النطاق. وتعتمد عملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية على تعريض زجاجات مملوءة بالماء الجاري الذي يتعرض لضوء الشمس لعدة ساعات. وتختلف مدة التعريض للشمس حسب حالة الجو، وتتراوح من 6 ساعات كحد أدنى إلى يومين في أسوأ الظروف الجوية. وتنصح منظمة الصحة العالمية بالقيام بعملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية كأسلوب بسيط لمعالجة الماء في المنازل والتخزين الآمن لها. ومن الجدير بالذكر أن أكثر من مليوني شخص في البلاد النامية يستخدمون عملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة ماء الشرب العادية المستخدمة يوميًا.

ويمكن استخدام الطاقة الشمسية مع برك الماء الراكد لمعالجة ماء الصرف دون استخدام مواد كيميائية أو الكهرباء. ومن المميزات البيئية الأخرى لهذا الأسلوب أن الطحالب تنمو في مثل هذه البرك وتستهلك ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي . علاوة على ذلك، يتم استخدام الطاقة الشمسية أيضًا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحلل الضوئي. وشكل (3-10) يعرض وحدة معالجة مياه بالطاقة الشمسية.

شكل (3-10): وحدة معالجة مياه بالطاقة الشمسية

3-2-8 الطهو بالطاقة الشمسية

الطباخ الشمسي عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو أوالتجفيف أوالبسترة. وتنقسم أنواعه إلى ثلاث فئات صناديق تحبس الحرارة ومواقد مكثفات منحنية ومواقد مسطحة على شكل ألواح. وأبسط الأنواع هو الصناديق الحابسة للحرارة. وتتكون صناديق الطهو الحابسة للحرارة بشكل أساسي من وعاء معزول وغطاء شفاف. ويمكن استخدامه بشكل فعال في الظروف الجوية السيئة حيث ترتفع درجة حرارته بشكل كبير لتصل إلى ما يتراوح بين 90 و150 درجة مئوية. أما بالنسبة لمواقد الطهو المسطحة الشمسية على شكل ألواح، فإنها تتكون من لوح عاكس لتوجيه أشعة الشمس إلى الوعاء المعزول، وينتج عنها درجة حرارة مرتفعة تصل إلى درجات مشابهة لتلك التي تصل إليها صناديق الطهو الحابسة للحرارة. أما مواقد المكثفات المنحنية الشمسية فتحتوي على الطبق والوعاء والمرايا التي تعمل

على تجميع أشعة الشمس وتركيزها على وعاء الطهو. وينتج عن هذا النوع من المواقد درجة حرارة مرتفعة تصل إلى 315 درجة مئوية وأكثر، ولكنها تحتاج إلى ضوء مباشر لكي تعمل بشكل سليم ويجب أن يتم تغيير وضعها بحيث تكون مواجهة للشمس. أما بالنسبة للوعاء المجمع للطاقة الشمسية، فهو عبارة عن وسيلة لتركيز أشعة الشمس تم استخدامها في المطبخ الشمسي في أوروفيل في الهند، حيث تم استخدام عاكس كروي الشكل ثابت يركز الضوء على طول خط عمودي على السطح الداخلي للكرة. وشكل (3-11) يعرض جهاز طبخ صغير يعمل بالطاقة الشمسية.

شكل (3-11): جهاز طبخ بالطاقة الشمسية

3-2-9 المتطلبات الحرارية من الطاقة الشمسية

وسائل تركيز الطاقة الشمسية مثل وحدة التجميع الشمسي على شكل قطع مكافئ من الممكن أن توفر معالجة حرارية للأغراض الصناعية والتجارية. وقد كان أول نظام تجاري هو مشروع الطاقة الشمسية المتكاملة في شيناندو في ولاية جورجيا في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تم استخدام 114 وحدة تجميع شمسي على

شكل قطع مكافئ، واستطاعوا توفير 50٪ من متطلبات عملية المعالجة الحرارية والمتطلبات الكهربائية ومتطلبات تكييف الهواء لأحد مصانع الملابس. وقد وفر جهاز استهلاك الطاقة لإنتاج الحرارة أو الكهرباء والمتصل بالشبكة 400 كيلو وات من الكهرباء بالإضافة إلى طاقة حرارية في صورة بخار قدره 401 كيلو وات ومياه مبردة. وكما كانت له القدرة على تخزين الحرارة لمدة ساعة واحدة كحد أقصى .

ومن ناحية أخرى، فإن برك التبخير عبارة عن برك ضحلة تعمل على تركيز المواد الصلبة المذابة خلال عملية التبخر وتُستخدم هذه البرك للحصول على الملح من ماء البحر، ويُعد ذلك من أقدم الاستخدامات للطاقة الشمسية.

أما الاستخدامات الحديثة لها، فتتمثل في زيادة تركيز المحاليل الملحية المستخدمة في عملية التعدين بالترشيح وإزالة المواد الصلبة المذابة من الأبخرة. وتعمل أحبال الغسيل والمناشر المتنقلة والحوامل على تجفيف الملابس من خلال التبخير بواسطة الرياح وضوء الشمس دون استهلاك الكهرباء أو الغاز الحيوي. وفي عدد من الولايات الأمريكية، هناك بعض القوانين التي تحمي حق تجفيف الملابس. وحوائط التجميع بالارتشاح غير المصقولة عبارة عن حوائط مثقبة تواجه الشمس وتُستخدم في تسخين الهواء المستخدم في التهوية مسبقًا. ومن الممكن أن ترفع هذه الحوائط من درجة حرارة الهواء الداخل إلى 22 درجة مئوية بينما ترفع درجة حرارة الهواء الخارج إلى ما يتراوح بين 45 و60 درجة مئوية.

وتطويع الطاقة الشمسية الحرارية هي تقنيات تعمل على استخدام الطاقة الحرارية من الشمس مباشرة لتسخين ناقل أو حامل الحرارة والتي تكون في معظم الأحيان مياه. والماء الساخن الناتج يمكن أن يستخدم للأغراض المنزلية والصناعية، ولا توجد انبعاثات تقريبا لأكاسيد الكربون لأنه لا يتم حرق وقود لتسخين المياه.

3-2-10 توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية

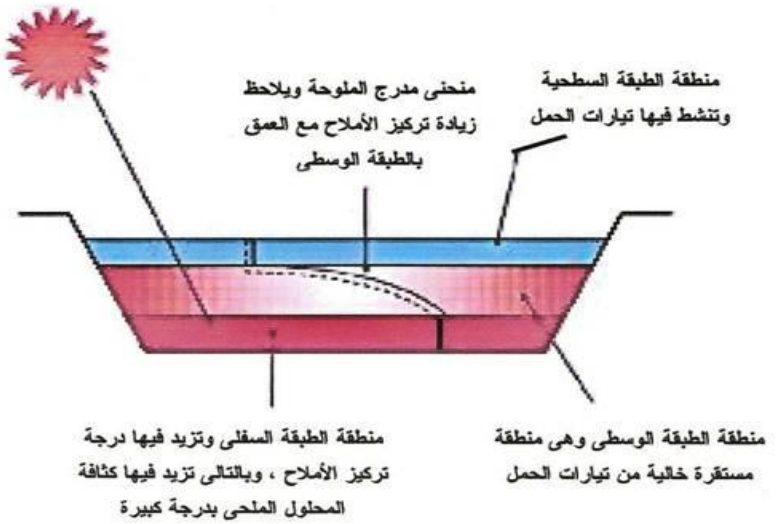
يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام المحولات

كهروضوئية أو الخلايا الشمسية. وكذلك تستخدم عملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) للحصول على طاقة حرارية قادرة على تدوير توربينات ومولدات كهربية. وتُستخدم المحولات أو الخلايا الكهروضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء، بدءًا من الآلة الحاسبة التي يتم تشغيلها بواسطة خلية شمسية واحدة إلى المنازل التي لا تحتوي على شبكة كهرباء والتي يتم إمدادها بالكهرباء بواسطة مجموعة من الخلايا الكهروضوئية.

3-2-11 البرك الشمسية

البركة الشمسية عبارة عن بركة من المياه المالحة وغالبًا ما يتراوح عمقها بين 1 و2 متر تعمل على تجميع وتخزين الطاقة الشمسية. وكان أول من طرح فكرة البرك الشمسية الدكتور «رودولف بلوك» في عام 1948 بعد أن قرأ تقارير حول بحيرة في المجر ترتفع فيها درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى الأعماق. وقد نتج ذلك عن الأملاح الموجودة في ماء البحيرة، والتي أدت إلى زيادة الكثافة ومنع تيارات الحمل الحراري. وتم عمل نموذج أولي في عام 1958 على شاطئ البحر الميت بالقرب من مدينة القدس. كانت هذه البركة تتكون من طبقات من المياه تتدرج درجة ملوحتها من محلول ملحي ضعيف في الأعلى إلى محلول ملحي قوي في الأسفل. وكانت هذه البركة الشمسية تتسم بإمكانية رفع درجة حرارة طبقاتها السفلية إلى 90 درجة مئوية كما تتمتع بالقدرة على توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. وتقوم الأجهزة الكهربائية الحرارية أو الكهروضوئية بتحويل الفرق في درجة الحرارة بين المواد المختلفة إلى تيار كهربي. وفي القرن التاسع عشر قد تم استخدام هذا الأسلوب لتخزين الطاقة الشمسية بواسطة أحد رواد هذه الصناعة «موتشوت».

وشكل (3-12) يوضح مخطط للبركة الشمسية.



شكل (3-12): مخطط للبركة الشمسية

3-2-12 التفاعلات الكيميائية الشمسية

تستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج تفاعلات كيميائية. وتعتبر هذه التفاعلات الكيميائية مصدرًا بديلاً للطاقة التي كان من الممكن أن تأتي من مصدر آخر، ومن الممكن أن تحول الطاقة الشمسية إلى وقود قابل للتخزين والنقل. ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية التي تدخل فيها الطاقة الشمسية إلى تفاعلات كيميائية حرارية وتفاعلات كيميائية ضوئية. تُعد تقنيات إنتاج الهيدروجين من أهم المجالات المتعلقة بالتفاعلات الكيميائية الشمسية منذ سبعينيات القرن العشرين. وبعيدًا عن التحليل الكهربي الناتج عن الخلايا الكهروضوئية أو الكيميائية الضوئية، تم اكتشاف العديد من التفاعلات الكيميائية الحرارية أيضًا. وإحدى هذه الطرق تتمثل في استخدام أجهزة

التركيز في شطري الماء إلى أكسجين وهيدروجين في درجات حرارة عالية جدًا تتراوح من 2300 إلى 2600 درجة مئوية. وكما أن هناك أسلوب آخر يستخدم الحرارة الناتجة عن أجهزة تركيز الطاقة الشمسية لإعادة تشكيل الأبخرة الناتجة عن الغاز الطبيعي، مما يزيد من النسبة الكلية للهيدروجين مقارنةً بأساليب إعادة التشكيل العادية.

وبالنسبة للدورات الكيميائية الحرارية التي تتسم بتفكيك وإعادة تكوين المواد المتفاعلة الداخلة في التفاعل، فإنها تُعتبر وسيلة أخرى لإنتاج الهيدروجين. وعملية تحليل أكسيد الزنك باستخدام الطاقة الشمسية والتي تحت التطوير في معهد وايزمان للبحث العلمي تستخدم فرن شمسي قدرته 1 ميجاوات لتحليل وتفكيك أكسيد الزنك في درجات حرارة أعلى من 1200 درجة مئوية. ويعمل هذا التفاعل الأولي على إنتاج زنك نقي، والذي يمكنه أن يتفاعل بعد ذلك مع الماء لإنتاج الهيدروجين. وتتمثل تقنية معامل «ساندیا» في مشروع «صن شاين للبترول» في استخدام درجات الحرارة العالية الناتجة عن تركيز أشعة الشمس مع مادة حفازة مثل مركبات الزركونيوم أو مركب الفيرايت لتحليل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو إلى أكسجين وأول أكسيد الكربون.و بعد ذلك يمكن استخدام أول أكسيد الكربون لتكوين الوقود العادي مثل الميثانول والجازولين ووقود الطائرات. والجهاز الكهربي الضوئي عبارة عن بطارية يعمل المحلول الموجود بها أو ما يحل مكانه كوسط كيميائي غني بالطاقة عند إضاءة البطارية. وهذه المركبات الوسيطة الغنية بالطاقة يمكن أن يتم تخزينها لكي تتفاعل بعد ذلك مع أقطاب الخلية لإنتاج جهد كهربي. وتُعتبر الخلية الكيميائية المكونة من ثيونين الفيرايت مثالاً على هذه التقنية. وتتكون الخلايا الكيميائية الكهربية الضوئية من شبه موصل، وغالبًا ما يكون ثاني أكسيد التيتانيوم أو أحد مركباته مغمورا في محلول إليكتروليتي. وعندما يسري تيار كهربي ينشأ عن فرق جهد كهربي فيضيء شبه الموصل. وهناك نوعان من الخلايا الكهربية أوالكيميائية الضوئية. ويتمثل النوع الأول في الخلايا الكهربية الضوئية التي تحول الضوء إلى كهرباء، بينما يتمثل النوع الثاني في الخلايا الكيميائية الضوئية التي تستخدم الضوء في إنتاج تفاعلات كيميائية مثل التحليل الكهربي.

13-2-3 الطاقة الشمسية في المركبات والأقمار الصناعية

السيارة الشمسية عبارة عن مركبة مزودة بألواح شمسية على سطحها تقوم باستقبال أشعة الشمس وتحويلها إلى طاقة كهربية. وتمر هذه الطاقة خلال دوائر تحكم وتنظيم للتيار الكهربي بما يناسب المحرك أو المحركات التي تدير عجلات هذه العربة، مع الاهتمام أثناء تصميم مثل هذه العربة بمراعاة عدة أمور منها خفة الوزن والمتانة والاعتمادية في اختيار المواد المكونة لمثل هذه العربة. وهذه العربة تعتمد على الشمس فقط في إدارة محركها لذلك تسمي السيارة الشمسية. ولقد كان اختراع سيارة تعمل بالطاقة الشمسية من أهم الأهداف في مجال الهندسة منذ ثمانينيات القرن العشرين. وهناك بعض السيارات العادية التي تحمل معها ألواح الطاقة الشمسية للحصول على المزيد من الطاقة، لتستخدمها على سبيل المثال للتكييف الهوائي داخلها مما يقلل من استهلاك الوقود .

وتم إنشاء أول قارب يعمل بالطاقة الشمسية في إنجلترا في عام 1975. وفي عام 1995، بدأت قوارب المسافرين التي تحتوي على الألواح الكهروضوئية في الظهور، والتي تُستخدم الآن بشكل واسع.

وفي عام 1974، تعتبر «صن رايز 2»، وهي طائرة غير مزودة بطاقم عمل بشري، أول طائرة بالطاقة الشمسية تقوم برحلة طيران. وفي التاسع والعشرين من أبريل عام 1979، تعتبر « سولار رايز» أول طائرة تقوم بأول رحلة باستخدام الطاقة الشمسية، مع التحكم فيها بشكل كامل ووجود طاقم عمل كامل ووصلت إلى ارتفاع 12 م.
وفي عام 1980، كانت طائرة «جوسمار ألباتروس» التي تعمل بالطاقة الشمسية« أول طائرة تقوم برحلات سابقة من نوعها بواسطة طيار باستخدام الطاقة الكهروضوئية. وجاءت كثير من التطورات مما أدى إلى ظهور مرة أخرى طائرات غير مزودة بطاقم عمل بشري وتعمل بالطاقة الشمسية حيث تتمثل أول عودة لهذه الطائرات في طائرة باث فايندر التابعة لوكالة ناسا للفضاء عام 1997، ثم توالى بعد ذلك العديد من التصميمات الأخرى، وأهمها طائرة هليوس التي سجلت رقمًا قياسيًا في الارتفاع في الجو بالنسبة لطائرة لا تدفعها الصواريخ، حيث وصل ارتفاعها إلى 10 كم في عام

2001. وتُعد الطائرة «زيفاير» آخر الطائرات التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي سجلت أرقامًا قياسية، ولقد قامت بتطويرها شركة «بي إيه إي» حيث طارت لمدة 54 ساعة في الجو في عام 2007.

وبالنسبة للمنطاد الشمسي، فهو عبارة عن منطاد أسود مملوء بهواء عادي وعندما تشرق أشعة الشمس على المنطاد، يسخن الهواء الموجود داخله ويتمدد مما يؤدي إلى وجود قوة دافعة لأعلى، مثل المنطاد المملوء بالهواء الذي يتم تسخينه صناعيًا. وبعض المناطيد الشمسية تكون كبيرة بدرجة كافية تسمح بحمل الإنسان. وأما سفن الفضاء التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي يتم دفعها باستخدام مرايا رقيقة للاستفادة من الطاقة الناتجة عن الشمس. وعلى العكس من الصواريخ، فإن السفن الفضائية التي تعمل بالطاقة الشمسية لا تحتاج إمدادها بالوقود. وعلى الرغم من أن قوة الدفع لأعلى ضعيفة بالمقارنة بتلك التي تخص الصواريخ، فإن السفينة تستمر في الصعود طوال فترة إشراق الشمس عليها ويمكن أن تحقق سرعات عالية في الفضاء .

تجدر الإشارة إلى أن المناطيد المزودة بمحرك والتي تصل لارتفاعات عالية عبارة عن طائرة غير مزودة بطاقم عمل بشري وتستمر في الطيران لمدة طويلة كما أن وزنها أخف من وزن الهواء وتستخدم غاز الهليوم لرفعها وخلايا شمسية ذات طبقة رقيقة لإمدادها بالطاقة .

وتعتمد الأقمار الصناعية التي ترسل في مدارات حول الأرض على الطاقة الشمسية وكذلك المسبارات التي ترسل إلى كواكب المجموعة الشمسية القريبة تعتمد على ألواح ضوئية جهدية لإمدادها بالكهرباء عن طريق الأشعة الشمسية. أما بالنسبة للمسبارات التي ترسل إلى الكواكب البعيدة فيضعف الإشعاع الشمسي بحيث يتعذر الحصول على الطاقة الكهربية المطلوبة، ولهذا تستخدم مولدات حرارية تعمل بالنظائر المشعة في تلك المناطق البعيدة عن الشمس. وشكل (3-13) يعرض سيارة تعمل بالطاقة الشمسية أما شكل (3-14) نموذج لقمر صناعي.

شكل (3–13):سيارة تعمل بالطاقة الشمسية

شكل (3–14): نموذج لقمر صناعي

3–2– 14 أساليب تخزين الطاقة الشمسية

بالطبع، لا يمكن الحصول على الطاقة الشمسية خلال الليل. ومن ثم، يُعد تخزين الطاقة أمرًا ضروريًا لأن أنظمة الطاقة الحديثة تحتاج إلى مصدر طاقة متاح طوال الوقت .

وإن نظم الكتل الحرارية تستطيع تخزين الطاقة الشمسية في صورة حرارة في درجات حرارة مفيدة للأغراض المنزلية سواءً بشكل يومي أو على مدار الموسم. وتستخدم أجهزة تخزين الحرارة بشكل عام المواد المتاحة بالفعل ذات سعة حرارية نوعية عالية، مثل الماء والتراب والأحجار. وتستطيع الأجهزة جيدة الصنع أن تقلل توقعات الطلب القصوى من الطاقة وتحول مدة الاستخدام إلى الاستخدام في غير ساعات الذروة وتقلل من متطلبات التسخين والتبريد الكلية. تُعد المواد متغيرة الطور مثل شمع البرافين وملح جلوبر ومحلول مولتن من مصادر تخزين الطاقة الحرارية أيضًا. وهذه المواد تكون غير مكلفة وجاهزة للاستخدام ويمكنها الوصول إلى درجات حرارة مفيدة للأغراض المنزلية. فيمكن تخزين الطاقة الشمسية بدرجات حرارة عالية جدًا باستخدام الأملاح المذابة. وتُعد الأملاح وسيلة فعالة للتخزين لأنها منخفضة التكلفة ولها سعة حرارية نوعية عالية ويمكن أن تجعل درجة الحرارة تصل إلى درجات مناسبة لتلك الخاصة بأجهزة تخزين الطاقة العادية. والطاقة الكهرومائية التي يتم تخزينها عن طريق الضخ تعمل على تخزين الطاقة في صورة ماء يتم ضخه عندما يكون هناك مصدر للطاقة من خزان قليل الارتفاع إلى خزان مرتفع. ويتم استعادة الطاقة عندما تكون هناك حاجة إلى مزيد من الطاقة عن طريق تحرير الماء لتجري خلال مولد طاقة كهربي مائي.

15-2-3 التطوير والتوزيع والاقتصاد

بدءًا بالاستخدام المتزايد للفحم الذي تزامن مع الثورة الصناعية، تحول استهلاك الطاقة بشكل ثابت من الخشب والكتل الحيوية إلى الوقود الاحفوري. ونتج التطور المبكر لتقنيات استخدام الطاقة الشمسية، والذي بدأ في ستينيات القرن التاسع عشر، عن توقع احتمالية ندرة الفحم في وقت قريب. ومع ذلك، فقد أصبح تطور تقنيات استخدام الطاقة الشمسية أبطء في بدايات القرن العشرين نظرًا لازدياد استخدام الفحم والبترول ولوفرته ورخص ثمنه. كما أدى حظر استخدام النفط في عام 1973 وأزمة الطاقة التي حدثت في عام 1979 إلى إعادة تنظيم سياسات استهلاك الطاقة حول العالم وإعادة الاهتمام مجددًا بتطوير تقنيات استخدام الطاقة الشمسية. وقد ركزت استراتيجيات توزيع الطاقة على البرامج المحفزة مثل برنامج

«استخدام الطاقة الكهروضوئية » في الولايات المتحدة الأمريكية وبرنامج «صن شاين» في اليابان. كذلك، ومن مظاهر الجهود التي بذلت أيضًا إنشاء أماكن ومعامل للبحث العلمي في الولايات المتحدة الأمريكية والمعروفة حاليًا بالمعامل القومية لمصادر الطاقة المتجددة وفي اليابان منظمة تطوير تكنولوجيا الصناعة والطاقة الجديدة وفي ألمانيا؛ جمعية فراونهوفر للطاقة .

وبدأت سخانات الماء التجارية التي تعمل بالطاقة الشمسية بالظهور في الولايات المتحدة الأمريكية في تسعينيات القرن التاسع عشر. وشهدت الأجهزة استخدامًا متزايدًا حتى عشرينات القرن العشرين، ولكن تم استبدالها بالتدريج بوقود تسخين أرخص ثمنًا وأكثر فاعلية. وكما هو الحال بالنسبة للأجهزة التي تعمل بالطاقة الفولتوضوئية، فإن سخانات الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية جذبت الانتباه مجددًا إليها نتيجةً لأزمة النفط في سبعينيات القرن العشرين، ولكن تقلص حجم هذا الاهتمام في ثمانينيات القرن العشرين بسبب هبوط أسعار البترول. واستمر تطور أجهزة تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية بشكل مطرد على مدار التسعينيات وأصبح متوسط معدل النمو 20٪ في السنة منذ عام 1999.

3-2-16 الطاقة الشمسية الحرارية

يتم استغلال الطاقة الشمسية الحرارية باستخدام مجمع الطاقة الشمسية الحرارية وهو مجمع يتم تصميمه لتجميع الحرارة عن طريق امتصاص أشعة الشمس. والمجمع هو جهاز يهدف لتحويل الطاقة الحرارية الموجودة في أشعة الشمس أو الإشعاع الشمسي إلى صورة أكثر قابلية للاستخدام والتخزين. وهذه الطاقة تكون على هيئة أشعة كهرومغناطيسية تتراوح أطوالها الموجية بين الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة الفوق بنفسجية. وتصل كمية الطاقة الشمسية التي تضرب سطح الأرض إلى حوالي 1000 وات لكل متر مربع تحت السماء الصافية وهذا يتوقف على الظروف الجوية والموقع واتجاه السطح .

وتعتبر الألواح الشمسية المستخدمة لتسخين المياه المعروفة بالسخانات الشمسية أحد الأشكال الشائعة لمجمعات الطاقة الشمسية الحرارية المستخدمة في

المنازل، ولكن مصطلح «مجمع الطاقة الشمسية الحرارية» قد يشير أيضاً إلى تركيبات أكثر تعقيداً لتركيز وتجميع الطاقة الشمسية الحرارية مثل مركزات الطاقة الشمسية أو أحواض الطاقة الشمسية أو أبراج الطاقة الشمسية، أو يشير إلى تركيبات أقل تركيزا للحرارة وأقل تعقيداً مثل التدفئة الشمسية للهواء وبرج الشمسي للتيار الهوائي الصاعد . كما تستخدم محطات الطاقة الشمسية عادة المجمعات الأكثر تعقيداً لتوليد الكهرباء عن طريق تسخين الماء لإنتاج البخار والذي يحرك توربين متصل بمولد كهربائي. وعادة ما تستخدم المجمعات الأقل تعقيداً في المباني السكنية والتجارية للتدفئة الإضافية للمباني . وشكل (3-15) يوضح تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

شكل (3-15): تسخين المياه بالطاقة الشمسية

3-2-17 أنواع المجمعات الشمسية المستخدمة لتجميع الحرارة

تقع المجمعات الشمسية في فئتين عامتين وهما المجمعات غير المركزة والمجمعات المركزة. وفي النوع غير المركز، تكون منطقة التجميع أي المنطقة التي تعترض الإشعاع الشمسي هي نفس منطقة الامتصاص أي المنطقة التي تمتص الإشعاع. وفي مثل هذه الأنواع، يمتص المجمع الطاقة الشمسية بأكملها. ومنها مجمعات الألواح المسطحة ومجمعات الأنابيب المفرغة لتجميع الحرارة لأغراض تدفئة المباني أو لتدفئة المياه المنزلية أو للتبريد باستخدام مبردات الامتصاص.

3-2-18 مجمع التخزين المتكامل

التخزين بالمجمع المتكامل هو وسيلة لتخزين الطاقة الحرارية داخل مجمع. وعلى الرغم من أن المجمع الحراري القياسي لديه بعض السعة التخزينية داخل الأنابيب الخاصة به، إلاّ أن مجمع التخزين المتكامل يعمل من خلال إمّا أنابيب كبيرة الحجم أو قنوات في صندوق مستطيل كبير من أجل زيادة السعة التخزينية للسائل داخل المجمع. وهذا يسمح لتوفر قدرة حرارية إضافية دون الحاجة إلى خزان معزول منفصل. وشكل (3-16) يعرض مجمع التخزين المتكامل.

شكل (3-16): مجمع التخزين المتكامل

3-2-19 مجمعات الألواح المسطحة

مجمعات الألواح المسطحة، التي تم تطويرها بواسطة هوتيل وويلير عام 1950، تعد النوع الأكثر شيوعاً. وهي تتكون من لوح مسطح داكن لامتصاص الطاقة الشمسية، وغطاء شفاف يسمح للطاقة الشمسية بالمرور ولكنه يقلل من فقدان الحرارة، وسائل لنقل الحرارة غالبا يكون الماء لامتصاص الحرارة من اللوح، وداعم أو غطاء لعزل الحرارة. ويتكون لوح الامتصاص من طبقة امتصاص رقيقة من بوليمرات ثابتة حرارياً، ألومنيوم، صلب أو نحاس، والتي يتم طلائها بطلاء أسود لامع أو انتقائي مدعومة في كثير من الأحيان بشبكة أو ملف من أنابيب بها سائل موضوعة في غلاف معزول من الزجاج أو غطاء من البولي كربونات. وفي ألواح تسخين المياه، عادة ما يتم تمرير السائل خلال أنابيب لنقل الحرارة من لوح الامتصاص إلى خزان مياه معزول. وقد يتحقق ذلك مباشرة أو عن طريق مبادل حراري. فمعظم الشركات المصنعة لمجمعات تسخين الهواء وبعض الشركات المصنعة لمجمعات تسخين المياه لديها لوح امتصاص مكون من لوحين من المعدن يمر بينهما السائل. ولأن منطقة التبادل الحراري أكبر، فإنها قد تكون أكثر كفاءة قليلاً من ألواح الامتصاص التقليدية .

وهنا يمر ضوء الشمس عبر الواجهات الزجاجية ويضرب لوح الامتصاص، والذي حينما يسخن يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية. ويتم نقل الحرارة إلى السائل الذي يمر خلال الأنابيب المتصلة بلوح الامتصاص. وعادة ما يتم طلاء ألواح الامتصاص «بطلاءات انتقائية»، والتي بدورها تمتص وتحتفظ بالحرارة بدرجة أفضل من الطلاء الأسود العادي. وعادة ما تصنع ألواح الامتصاص من معدن النحاس أو الألومنيوم لأن لتوصيلهما الجيد للحرارة. ويعتبر النحاس أكثر تكلفة ولكنه موصل أفضل وأقل عرضة للتآكل مقارنة بالألومنيوم.

ومعظم مجمعات الألواح المسطحة لديها متوسط عمر متوقع أكثر من 25 سنة . والإستخدام الرئيسي لهذه التقنية يكون في المباني السكنية حيث يكون الطلب على الماء الساخن له تأثير كبير على فواتير الطاقة. وهذا يعني بشكل عام الوضع في عائلة

كبيرة، أو الحالة التي يكون فيها الطلب على الماء الساخن متزايدا أو مفرطا بسبب الغسيل المتكرر. وتشمل التطبيقات التجارية المغاسل، وغسيل السيارات، ومرافق غسيل الملابس العسكرية، ومؤسسات الأطعمة. ويمكن استخدام هذه التقنية أيضا لأغراض التدفئة إذا كان المبنى موجود خارج نطاق الشبكة أو إذا كانت طاقة الاستخدام معرضة للانقطاع المتكرر. ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية من المرجح أن تكون فعالة من حيث التكلفة مقارنة بأنظمة تسخين المياه والتي تعد مكلفة التشغيل، أو مع عمليات مثل المغاسل أو المطابخ والتي تتطلب كميات كبيرة من الماء الساخن. ويشيع استخدام المجمعات السائلة الغير مطلية لتسخين المياه في حمامات السباحة. ولأن هذه المجمعات لا تحتاج تحمل درجات حرارة عالية، فإنها يمكن أن تستخدم مواد أقل تكلفة مثل البلاستيك أو المطاط. وشكل (3-17) يعرض مجمع الألواح المسطحة.

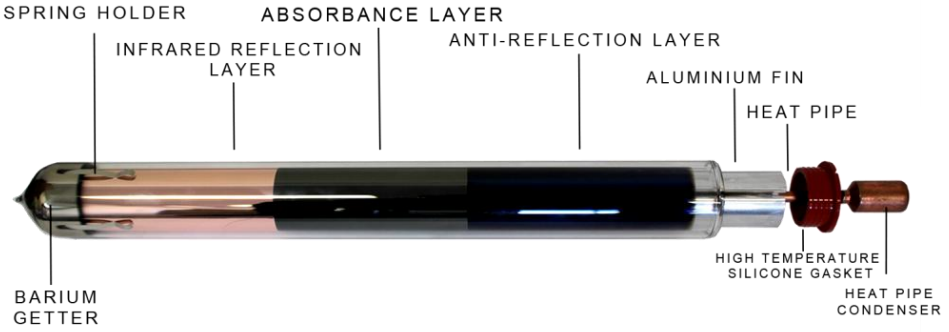
شكل (3-17): مجمع الألواح المسطحة

3-2-20 مجمعات الأنابيب المفرغة

معظم مجمعات الأنابيب المفرغة المستخدمة في أوروبا الوسطى تستخدم أنابيب الحرارة لجوهرها بدلا من تمرير سائل مباشرة من خلالها. ويعتبر التدفق المباشر هو الأكثر شيوعا في الصين. وتتكون أنابيب الحرارة المفرغة من أنابيب زجاجية مفرغة عديدة كل منها يحتوي على لوح امتصاص مدمج أو ملتحم بأنبوبة حرارية .ويتم نقل الحرارة من الطرف الساخن للأنابيب الحرارية إلى الماء. والفراغ الذي يحيط بخارج الأنبوبة يقلل إلى حد كبير من الحمل الحراري والتوصيل وفقدان الحرارة إلى الخارج، لذلك يحقق قدر أكبر من الكفاءة من مجمعات الألواح المسطحة، وخاصة في الأحوال الجوية الأكثر برودة. ويتم فقدان هذه الميزة إلى حد كبير في الظروف المناخية الحارة، إلا في الحالات التي يكون فيها الماء الساخن جدا مرغوب فيه، على سبيل المثال مياه العمليات التجارية. ودرجات الحرارة المرتفعة التي يمكن أن تحدث قد تتطلب تصميم نظام خاص لمنع السخونة الزائدة.

وبعض الأنابيب المفرغة يتم صنعها من طبقة واحدة من الزجاج والتي تلتحم أو تندمج بالأنبوبة الحرارية في النهاية العلوية وتحيط بالأنبوبة الحرارية وبلوح الامتصاص في الفراغ. والبعض تكون مصنوعة من طبقة مزدوجة من الزجاج ملتحمة ببعضها عند إحدى أو كلا النهايات داخل الفراغ ما بين الطبقات حيث يكون لوح الامتصاص والأنبوبة الحرارية موجودين في الضغط الجوي العادي. وشكل (3-18) يوضح مجمع الأنابيب المفرغة أما شكل (3-19) فيبين تركيب الأنبوبة المفرغة.

شكل (3-18): مجمع الأنابيب المفرغة

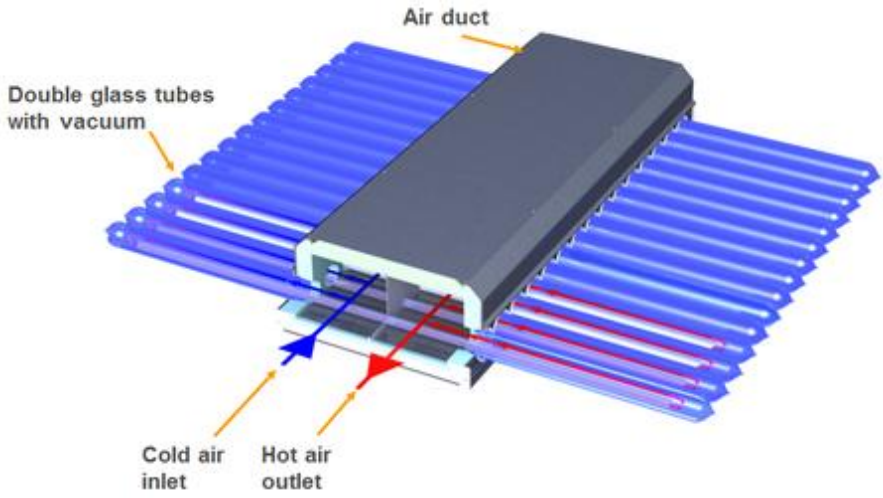


شكل (3-19): تركيب الأنبوبة المفرغة

3-2-21 مجمعات تسخين الهواء

مجمعات الطاقة الشمسية لتسخين الهواء هي مجمعات تسخن الهواء بشكل مباشر، ودائما تستخدم لأغراض التدفئة. كما أنها تستخدم أيضا في التسخين المسبق للهواء في بعض الأنظمة الصناعية والتجارية. كما إنها تقع في فئتين هي المطلية وغير المطلية .فالأنظمة المطلية لها طبقة علوية شفافة وكذلك جانب معزول وألواح

خلفية للتقليل من فقدان الحرارة إلى الجو المحيط. ويمكن لألواح الامتصاص في الألواح الحديثة أن تمتلك امتصاصية أكبر من 93 ٪. ويمر الهواء عادة على طول الجهة الأمامية أو الخلفية من لوح الامتصاص عندما يتم فصل الحرارة مباشرة منه. ويمكن بعد ذلك أن يتم توزيع الهواء المسخن مباشرة لبعض التطبيقات مثل أغراض التدفئة والتجفيف أو قد يتم تخزينه لاستخدامه في وقت لاحق. والأنظمة غير المطلية، أو الأنظمة الهوائية الظاهرة، تتكون من لوح امتصاص يعبر من خلاله الهواء حيث أنه يفصل الحرارة من لوح الامتصاص. وتستخدم عادة هذه الأنظمة في التسخين المسبق للهواء في المباني التجارية. وتعد هذه التقنيات من بين التقنيات الشمسية المتاحة والاقتصادية والأكثر كفاءة والتي يمكن الاعتماد عليها. وعمر الألواح الشمسية المطلية لتسخين الهواء قد يكون لمدة أقل من 15 سنة تبعا للوقود الذي يتم استبداله. وشكل (3-20) يوضح نموذج المجمع الشمسي لتسخين الهواء.



شكل (3-20): المجمع الشمسي لتسخين الهواء

3-2-22 المجمع الطبق

هو أحد مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية والتي تعمل على غرار طبق القطع المكافئ، ولكن بدلا من استخدام مرآة تعقب مكافئة ذات جهاز استقبال ثابت، يمتلك المجمع مرآة كروية ثابتة ذات جهاز استقبال تتبعي .وهذا يقلل من كفاءتها ولكن يجعلها أقل ثمناً لكي يتم بنائها وتشغيلها .ويطلق عليها المصممون مرآة ثابتة موزعة لنظام للطاقة الشمسية المركزة .ويتمثل السبب الرئيسي لتطويرها في تقليل تكاليف تحريك مرآة كبيرة لتعقب الشمس كما هو الحال في أنظمة المجمعات ذو شكل الطبق .

والمرآة الثابتة المكافئة تكون صورة مختلفة للشمس وهي تتحرك في عرض السماء. وفقط عندما توجه المرآة مباشرة للشمس، حيث يتركز الضوء في نقطة واحدة. وهذا هو السبب في أن أنظمة طبق القطع المكافئ تتبع الشمس. وتقوم المرآة الكروية الثابتة بتركيز الضوء في نفس المكان غير معتمدة على موضع الشمس. ومع ذلك، فإنه لا يتم توجيه الضوء إلى نقطة واحدة ولكن يتم توزيعه على خط من سطح المرآة لأحد أنصاف قطرها (على طول الخط الذي يمر عبر مركز الكرة والشمس. وشكل (3-21) المجمع الشمسي الطبق.

شكل (3-21): المجمع الشمسي الطبق

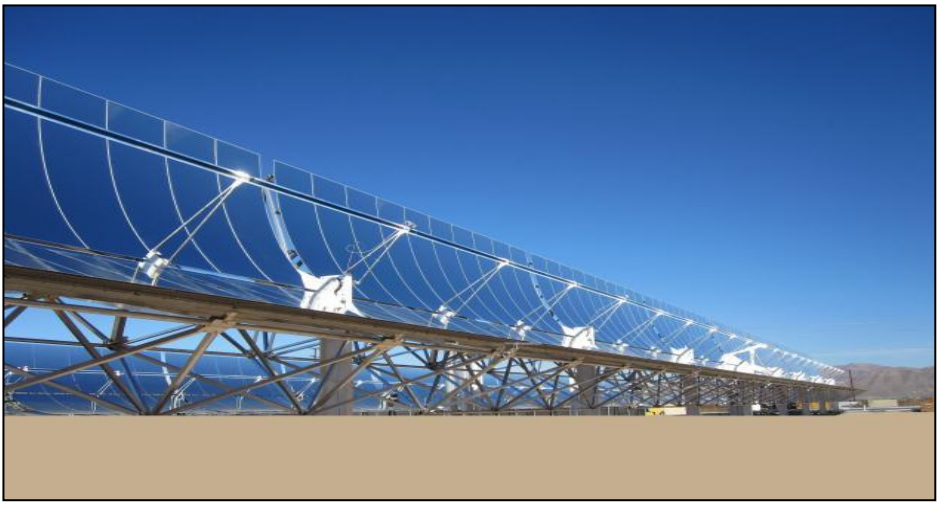
وبما أن الشمس تتحرك عبر السماء، فإن فتحة العدسة لأي مجمع ثابت تتغير. وهذا يسبب تغيرات في كمية ضوء الشمس الملتقطة، منتجة ما يسمى بالتأثير الجيبي لإنتاج الطاقة. فالمؤيدين لتصميم يدعون بأنه يمكن تعويض انخفاض ناتج الطاقة الإجمالي مقارنة بمرايات القطع المكافئ المتتبعة عن طريق خفض تكاليف النظام. وضوء الشمس المركز على الخط المحوري للعاكس الكروي يتم تجميعه باستخدام جهاز استقبال تتبعي. ويتمحور جهاز الاستقبال حول خط الاتصال وعادة ما يتم مواجهته. وقد يتكون هذا الجهاز من أنابيب تحمل السوائل من أجل النقل الحراري أو خلايا كهروضوئية للتحويل المباشر للضوء إلى كهرباء .وقد نتج تصميم المجمع الشمسي الطبق من مشروع لقسم الهندسة الكهربية لجامعة تكساس التقنية لتطوير مشروع لإنتاج طاقة مقدارها 5 ميجا وات.

3-2-23 المجمعات الشمسية المستخدمة لتوليد الكهرباء

تستخدم أحواض القطع المكافئ والأطباق والأبراج بشكل حصري في محطات توليد الطاقة الشمسية أو للأغراض البحثية. وعلى الرغم من بساطتها، إلا أن هذه المركزات الشمسية لا تزال بعيدة تماما عن التركيز الأقصى النظري .فعلى سبيل المثال، تركيز أحواض القطع المكافئ هي حوالي ثلث الحد الأقصى النظري. وقد يتم تحقيق الإقتراب من الحد الأقصى النظري عن طريق استخدام مركزات أكثر تطوراً.

3-2- 24 حوض القطع المكافئ

يستخدم عادة هذا النوع من المجمعات في محطات الطاقة الشمسية. حيث يتم استخدام عاكس قطع مكافئ على شكل حوض لتركيز أشعة الشمس على أنبوب معزول، موضوع عند نقطة الاتصال، وتحتوي على سائل تبريد والذي يعمل على نقل الحرارة من المجمعات إلى الغلايات في محطة توليد الكهرباء وشكل (3-22) يوضح مجمع القطع حوض المكافئ.



شكل (3-22): مجمع حوض القطع المكافئ

3-2-25 طبق القطع المكافئ

هذا هو النوع الأكثر قوة من المجمعات. حيث يقوم واحد أو أكثر من الأطباق مكافئة المقطع بتركيز الطاقة الشمسية عند نقطة اتصال واحدة، بطريقة مشابهة لتلسكوب عاكس والذي يقوم بتركيز ضوء النجوم، أو لطبق هوائي يستخدم لتركيز موجات الراديو اللاسلكية. ويمكن استخدام هذه الهندسة في أفران الطاقة الشمسية ومحطات توليد الطاقة الشمسية. هناك نوعان من الظواهر الرئيسية يمكن فهمهما لاستيعاب تصميم الطبق مكافئ المقطع. وإحداهما هي أن شكل القطع المكافئ يتم تعريفه بحيث أن الأشعة الواردة والتي هي موازية لمحور الطبق سوف يتم عكسها تجاه البؤرة، بغض النظر عن مكان وصولها على الطبق. المفتاح الثاني هو أن أشعة الضوء من الشمس والتي تصل لسطح الأرض تكاد تكون متوازية تماما. لذا، إذا كان

الطبق محاذيا مع محوره مشيرا إلى الشمس، فإنه سوف يتم انعكاس تقريبا كل الأشعة الواردة تجاه نقطة البؤرة للطبق، حيث أن الطبق يتم تصميمه عموما ليكون صغيرا ويكون هذا العامل غير ذي أهمية في يوم مشمس. وفي تصاميم محطات توليد الطاقة باستخدام الأطباق مكافئة المقطع، يتم وضع محرك ستيرلينج بالإضافة إلى دينامو في بؤرة الطبق، والتي تمتص الحرارة من الإشعاع الشمسي الحادث وتحوله إلى كهرباء.

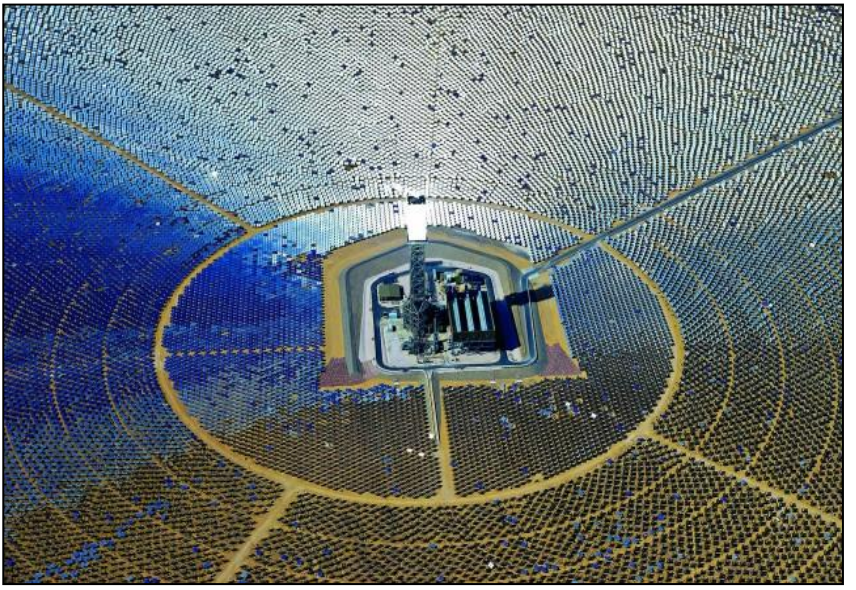
وشكل (3-23) يوضح حقل من مجمعات طبق القطع المكافئ.

شكل (3-23): حقل مجمعات طبق القطع المكافئ

3-2-26 برج الطاقة الشمسية

برج الطاقة هو عبارة عن برج كبير محاط بمرايا للتتبع يُطلق عليها هليوستات. وتلك المرايا تحاذي بعضها البعض وتركز أشعة الشمس على جهاز الاستقبال عند الجزء العلوي من البرج، ويتم تحويل الحرارة المجمعة إلى محطة توليد الكهرباء

بالأسفل. وشكل(3-24) يعرض حقل برج الطاقة الشمسية في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية.



شكل (3-24): حقل برج الطاقة الشمسية في كاليفورنيا – الولايات المتحدة الأمريكية

3-2- 27 مزايا إنتاج الكهرباء بالمركزات الشمسية

هنا يتم الوصول إلى درجات حرارة عالية جدا. فدرجات الحرارة المرتفعة تكون مناسبة لتوليد الكهرباء باستخدام الطرق التقليدية مثل التوربين البخاري أو بعض التفاعلات الكيميائية عالية الحرارة المباشرة مثل الملح السائل .ومن مزايا إنتاج الكهرباء بمركزات الطاقة الشمسية.

- الكفاءة الجيدة، عن طريق تركيز أشعة الشمس. فإن أنظمة تركيز الطاقة الشمسية غالبا لها كفاءة أفضل من الخلايا الشمسية البسيطة.
- يمكن تغطية مساحة أكبر باستخدام المرايا غير المكلفة نسبياً بدلاً من

استخدام الخلايا الشمسية المُكلفة.

- يمكن إعادة توجيه الضوء المركز إلى موقع مناسب عبر كابل الألياف البصرية وعلى سبيل المثال المباني المضيئة.

- يتم تحقيق تخزين الحرارة لإنتاج الطاقة أثناء الظروف الجوية الغائمة وخلال الليل في الغالب بواسطة صهريج تخزين تحت الأرض من السوائل الساخنة. وقد استخدمت الأملاح المنصهرة للحصول على طاقة دائمة.

3-2- 28 عيوب إنتاج الكهرباء بالمركزات الشمسية

- أنظمة التركيز تتطلب وجود نظام تتبع للشمس للحفاظ على تركيز أشعة الشمس على المجمع.

- عدم القدرة على توفير الطاقة في ظروف انتشار الضوء. الخلايا الشمسية قادرة على توفير بعض الإنتاج حتى لو كانت السماء غائمة قليلاً، ولكن ناتج الطاقة من أنظمة التركيز ينخفض بشكل كبير في الظروف الغائمة حيث أنّه لا يمكن تركيز الضوء المنتشر بشكل سلبي.

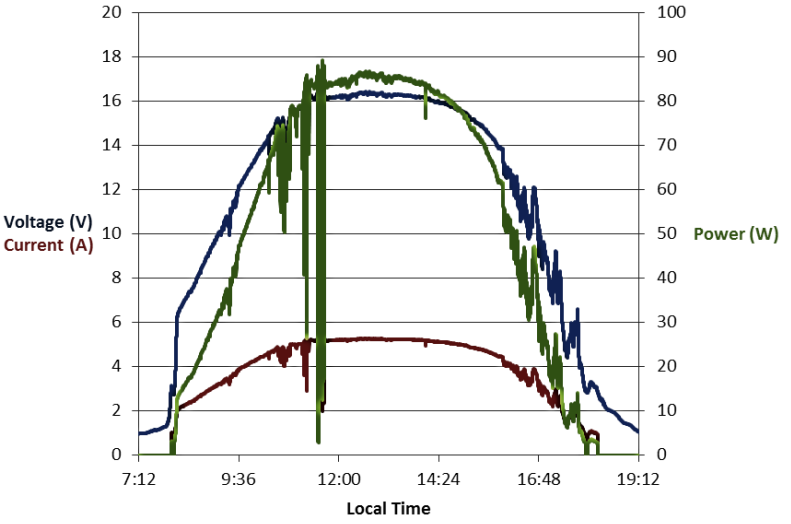
3-2- 29 أنظمة الطاقة الكهروضوئية

ساهمت الطاقة الشمسية بالفعل الى حد 94٪ من استخدام كوكبنا للطاقة. وتقوم الاشعة الشمسية بتدفئة سطح الارض وغلافها الجوي من درجة حرارة الفضاء البالغة من -273درجة مئوية إلى +14.5 درجة مئوية في المتوسط، وبهذا هي تمكّن جميع أنواع الحياة. ومن دون الطاقة الشمسية، ستكون الارض قطعة صخرية في الفضاء بدرجة حرارة قريبة من الصفر المطلق.

والتقنية الكهروضوئية هي التطبيق الأكثر تنوعاً للطاقة الشمسية، حيث تمكّن القدرة الكهربائية الشمسية المتولدة عن طريق التحويل المباشر لضوء الشمسية الى كهرباء. وفي الوقت الحاضر تقوم الأنظمة الكهروضوئية بتحويل 15٪ من الأشعة الشمسية القادمة على الاقل الى كهرباء مستدامة على جميع أجزاء الأرض بعمر افتراضي 30 عاما لكل خلية. فعندما يسقط ضوء الشمس على الخلية فإن جزء معين منها داخل المادة الشبه موصلة يقوم بامتصاص الضوء وتنطلق الإلكترونات والتدفق

كتيار فى اتجاه معين. ويمكننا أن نسحب التيار للاستعمال الخارجي وذلك بوضع وصلات معدنية في قمة وأسفل الخلايا الكهروضوئية. والتيار مع الجهد الكهربائي للخلية يقومان بتحديد القدرة الكهربية التي بمكن أن تنتجها الخلية الشمسية. وشكل (3-25) يوضح استخدام الخلايا الفولتوضوئية فوق أسطح المنازل لتوليد الكهرباء. أما شكل (3-26) فيوضح الكهرباء الناتجة من خلية كهروضوئية خلال اليوم.

شكل (3-25): استخدام الخلايا الفولتوضوئية فوق أسطح المنازل لتوليد الكهرباء



شكل (3-26): الكهرباء المنتجة من خلية ضوئية خلال اليوم

3-2-30 أنواع الخلايا الشمسية

الخلايا الغير متصلة بالشبكة الكهربية وتتكون من وحدات كهروضوئية ونظام تخزين يضمن توفير الطاقة الكهربائية أثاء الليل. وهذه الخلايا مفيدة من الناحية الفنية والمالية لأنها يمكن أن تحل محل مجموعات المولدات الكهربائية عندما تكون الشبكة الكهربائية غير موجودة أو عندما لا يكون من السهل الوصول إليها. ومن تطبيقات هذا النوع ضخ معدات المياه، تشغيل الرادارات، في محطات رصد الطقس أو الزلازل ونقل البيانات، أنظمة البرق، نظم الإشارات للطرق والموانئ والمطارات، المنشآت الإعلانية، محطات الارسال وشبكات الهاتف. أما الخلايا الكهروضوئية المتصلة بالشبكات بشكل دائم الطاقة فانها تغذي الشبكة خلال الساعات التي لا يستطيع فيها مولد الطاقة الكهروضوئية إنتاج الطاقة اللازمة لتلبية احتياجات المستهلك. على العكس من ذلك، إذا كان النظام الكهروضوئي ينتج طاقة كهربائية زائدة، فإن الفائض يوضع في الشبكة. ومن مميزات هذا النوع من الخلايا تقديم ميزة التوزيع بدلاً من التوليد المركزي، حيث أن الطاقة المنتجة بالقرب من منطقة الاستهلاك لها قيمة أعلى من تلك المنتجة في محطات الطاقة الكبيرة التقليدية، لأن خسائر الإرسال محدودة ومصروفات النقل الكبيرة وإرسال الأنظمة الكهربائية يتم تخفيضها .بالإضافة إلى ذلك، يسمح إنتاج الطاقة في ساعات التشميس بخفض متطلبات الشبكة خلال النهار، أي عندما يكون الطلب أعلى .

والخلايا الشمسية المتحركة تحتوي على المتتبع الشمسي وهو جهاز يعمل على تحريك الخلية من الشرق الى الغرب لاستغلال أطول مدة زمنية من أشعة الشمس. وفي التطبيقات الكهروضوئية المسطحة يمكن استخدام أجهزة التعقب هذه أو المتتبعات الشمسية لتقليل زاوية الحدوث بين ضوء الشمس القادم والخلايا الضوئية. وهذا يزيد من كمية الطاقة الكهربية المنتجة. وفي التطبيقات الكهروضوئية المعيارية. وشكل (3-27) يوضح حقل خلايا كهروضوئية متحركة.

شكل (3-27): حقل خلايا كهروضوئية متحركة

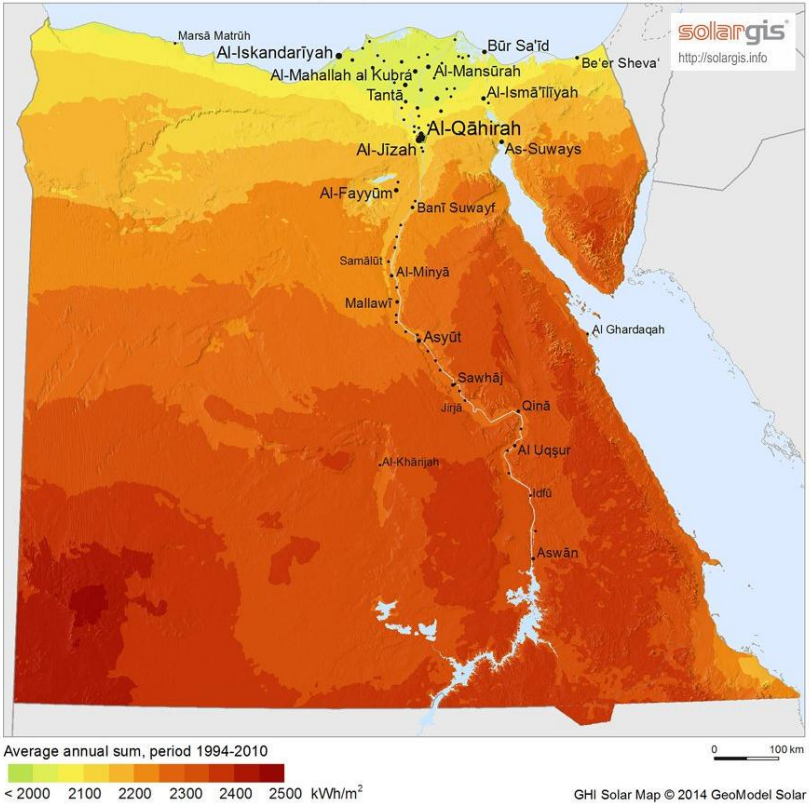
3-2-31 الطاقة الشمسية في مصر

تقع مصر جغرافياً بين خطي عرض 22 و31.5 شمالاً، وبهذا فإن مصر تعتبر في قلب الحزام الشمسي العالمي. وبذلك فإنها تعد من اغنى دول العالم بالطاقة الشمسية. وشكل (3-28) يعرض خريطة الاشعاع الشمسي في مصر.

تتلقى معظم أنحاء البلاد بداية من القاهرة وحتى أقصى الجنوب إشعاعاً يتجاوز 6 كيلووات في الساعة على المتر المربع. وتقل الأيام التي تظهر فيها السحب أغلب ساعات النهار عن 20 يوم في العام. ويتزايد الإشعاع الكلي من الشمال للجنوب حيث تبلغ قيمته 5 كيلووات في الساعة على المتر المربع بالقرب من الساحل الشمالي وتزيد عن 7 كيلووات في الساعة على المتر المربع في بعض المناطق الجنوبية. ويصل عدد ساعات سطوع الشمس إلى ما يتجاوز 4000 ساعة سنوياً. وتعد هذه الأرقام من أعلى المعدلات في العالم.

وتحتاج بعض القطاعات الصناعية كميات كبيرة من الطاقة الحرارية ومنها صناعة الغزل والنسيج، والصناعات الغذائية، والصناعات الكيماوية والدوائية،

والصناعات المعدنية، والصناعات الحرارية مثل صناعة الطوب الحراري. كذلك تحتاج المنازل إلى سخانات المياه ولكن من أهم العوامل التي أدت إلى قلة استخدام السخانات الشمسية مقارنة بالسخانات الأخرى المركبة في المنازل، والتي تعمل بالغاز والكهرباء هو ارتفاع التكلفة الاستثمارية للسخانات الشمسية. فالسخان الشمسي النمطي يصل إلى ضعف أو ثلاثة أضعاف ثمن سخان الغاز أو السخان الكهربي المناظر .



شكل (3-28): خريطة الإشعاع الشمسي في مصر

ورغم أن تكلفة التشغيل للسخانات منخفضة حيث لا تحتاج إلى وقود أو كهرباء لتشغيلها، وتقتصر تكلفة التشغيل على بعض الصيانات البسيطة، إلا أن التكلفة الاستثمارية تعتبر مرتفعة بالنسبة للمستهلك العادي نظراً لضعف القدرة الشرائية بالنسبة لعامة الشعب المصري، الأمر الذي يجعل المستهلك يفضل شراء السخانات الأخرى الأقل تكلفة على أن يتحمل تكلفة تشغيل شهرية أكبر .

وقد تم بناء محطة ريادية لتوليد الكهرباء بالتوربينات البخارية وتشغيلها بواسطة الطاقة الحرارية الناتجة عن استخدام المركزات الشمسية في منطقة الكريمات بمحافظة الجيزة حيث تعطي 20 ميجا وات من الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية وحوالي 120 ميجاوات بالطاقة باستخدام الغاز الطبيعي.

أما في مجال الخلايا الضوئية الشمسية فإنها تمثل بديلاً مشجعاً للغاية حيث أنها لا تشتمل على أي أجزاء متحركة ولا تسبب تلوثاً بيئياً. وترتبط صناعة الخلايا الشمسية ارتباطاً وثيقاً بالصناعات الإلكترونية المتطورة التي نشأت بالارتباط مع غزو الفضاء ورغم أن تكلفتها تنخفض باستمرار عاماً بعد عام إلا أنها لازالت بديلاً مكلفاً، بالرغم من اقتصادها مشجع للأحمال الصغيرة بالأماكن النائية البعيدة عن الشبكة الكهربية الموحدة . والاستخدامات الحالية في مصر من الخلايا الشمسية تتم على مستوى تجريبي، وتتضمن توليد الكهرباء اللازمة لضخ المياه وإزاحة الملوحة والتبريد والاتصالات وإضاءة بعض الطرق.

3-3 الطاقة المائية

الطاقة المائية هي الطاقة المستمدة من حركة المياه المستمرة. وهي من أهم مصادر الطاقة المتجددة. ومنذ العصور القديمة استخدم الإنسان طاقة حركة الماء في الري وطحن الحبوب وصناعة النسيج تشغيل المناشير وغيرها من العمليات الحياتية.

وتم استغلال طاقة المياه لقرون طويلة. ففي امبراطورية روما، كانت الطاقة المائية تستخدم في مطاحن الدقيق وإنتاج الحبوب ، كما في الصين وبقية بلدان الشرق الاقصى والعصر الذهبي للحضارة الإسلامية. وتستخدم حركة الماء الهيدروليكية فى

تحريك عجلة لضخ المياه في قنوات الري وهو ما يعرف بالسواقي كالتي استخدمت في مصر منذ عهد النبي يوسف عليه السلام.

وكان نقل الطاقة الميكانيكية مباشرة يتطلب وجود الصناعات التي تستخدم الطاقة المائية قرب شلال أو جريان للماء. وخاصة خلال النصف الأخير من القرن التاسع عشر، واليوم يعتبر أهم استخدامات الطاقة المائية هو توليد الطاقة الكهربية، مما يوفر الطاقة المنخفضة التكلفة حتى لو استخدمت في الأماكن البعيدة من المجرى المائي. وأنواع الطاقة المائية هي:

- السواقى التي استخدمت لمئات من السنين في الري وتشغيل المطاحن وتسيير الآلات.
- الطاقة الكهرومائية والمقصود هنا السدود والمنشآت النهرية التي تنتج الكهرباء.
- طاقة المد والجزر وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه الأفقي.
- طاقة التيار المدي وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه العمودي.
- طاقة الأمواج التي تستخدم الطاقة على شكل موجات.
-

3-3- 1 الطاقة الكهرومائية

الطاقة الكهرومائية اسم مشتق من كلمتي كهرباء وماء وهي الطاقة التي يستفاد في توليدها من الطاقة المائية. وهي بذلك تعد من أشكال الطاقة النظيفة المستخدمة في نطاق عالمي. وتعتمد طريقة التوليد على تحويل طاقة المياه الكامنة إلى طاقة حركية ثم إلى شغل آلي ثم طاقة كهربية. ولكل عملية تحويل تقنيتها الخاصة والأكثر شيوعا هو بناء سد على مجرى مائي فتتكون بحيرة اصطناعية بسعة مائية كبيرة. وعند فتح المنفذ المائي في السد تتدفق المياه بتأثير الجاذبية وتتحول طاقة الماء الكامنة إلى طاقة حركية. وتقوم الطاقة الحركية للمياه بشغل آلي هو تدوير المولد الكهربي. ويتم نقل الطاقة الكهربائية المولدة إلى شبكة التغذية بجهد عال لتقليل الفقد الناجم عن

مقاومة التيار الكهربي في الأسلاك.

3-3-2 محطات توليد الطاقة الكهرومائية

هناك تنوع كبير في محطات الطاقة الكهرومائية اعتمادا على تكوين المجرى المائي، والتضاريس، وارتفاع الماء أمام السد. فالمحطات متوسطة الحجم ذات التدفق العالي ومع ارتفاع منخفض من10 إلى 15 متر ولكن تدفق عال جدا . غالبا في الكميات الكبيرة للمياه تضخ المياه إلى خزان علوي عند توفر فائض من الإنتاج ثم استعمال هذه المياه المخزنة لتولد الطاقة عند ذروة الطلب. وهذه الدورة يمكن أن تكون يومية أو أسبوعية أو فصلية وتسمى بتقنية الطاقة الكهرومائية بالضخ والتخزين. وشكل (3-29) يوضح سد محطة التبت للطاقة الكهرومائية بالصين.

شكل (3-29): محطة التبت للطاقة الكهرومائية – الصين

3-3-3 الطاقة الكهرومائية في مصر

سد أسوان العالي أو السدّ العالي هو سد مائي على نهر النيل في جنوب مصر، وقد ساعد السوفييت في بنائه وهو ثاني سد يتم بنائه على النيل بأسوان ، حيث تم بناء السد الأول بين عامي 1898 و 1902 بواسطة المصريين والإنجليز وسمي سد أسوان حيث كان هدف السد هو تقليل أثار فيضان النيل الذي يأتي كل عام وكان يغرق الكثير من قرى مصر. أما السد الثاني سمي السد العالي وقد ساهم أيضا في التحكم في تدفق المياه وتوليد الكهرباء في مصر. وطول السد العالي 3600 متر، وعرض القاعدة 980 متر، عرض القمة 40 مترا، والارتفاع 111 متر. حجم جسم السد 43 مليون متر مكعب من إسمنت وحديد ومواد أخرى، ويمكن أن يمر خلال السد تدفق مائي يصل إلى 11000 متر مكعب من الماء في الثانية. وبدأ بناء السد في عام 1960 وعمل في بنائه الخبراء المصريين مع 400 خبير سوفييتي وأكمل بناؤه في 1968. وتم تركيب آخر 12 مولد كهربائي في 1970 وافتتح السد رسمياً في عام 1971. ولكن أدى السد العالي إلى تقليل خصوبة نهر النيل وعدم تعويض المصبات في دمياط ورأس البر بالطمي. وتجدر الإشارة هنا إلى أن أول من اشار ببناء سد على النيل هو العالم العربي المسلم الحسن بن الحسن بن الهيثم ولد عام 965م وتوفى عام 1029م في عهد الدولة الفاطمية والذي لم تتح له الفرصة لتنفيذ فكرته وذلك بسبب عدم توفر الآلات اللازمة لبنائه.

وتوجد محطة الكهرباء عند مخارج الأنفاق حيث يتفرع كل نفق إلى فرعين مركب على كل منهما توربين لتوليد الكهرباء وعدد التوربينات 12 توربين قدرة التوربين 175 ميجاوات القدرة الإجمالية للمحطة 2100 ميجاوات الطاقة الكهربية المنتجة 10مليار كيلووات ساعة سنويا. وشكل (3-30) صورة للسد العالي بأسوان للطاقة الكهرومائية بمصر.

شكل (3-30): السد العالي بأسوان للطاقة الكهرومائية – مصر

3-3-4 طاقة المد والجزر

طاقة المد والجزر هي شكل من أشكال الطاقة المائية التي تحول المد والجزر إلى أشكال مفيدة للطاقة، وخاصة الكهرباء. حيث تحمل حركة المحيط طاقة على شكل مد وجزر وموجات وتيارات مائية وهناك اهتمام ثابت في تسخير قدرة المد والجزر وتم تركيز الاهتمام على مصبات الأنهار حيث تعبر حجوم كبيرة من الماء خلال قنوات ضيقة مما يزيد من سرعة الجريان ولكن كان هناك مشاكل بيئة كبيرة واجهت العلماء لتنفيذ هذه التقنية. لذلك لجأ العلماء إلى النظر إلى إمكانية استخدام التيارات الساحلية وفي التسعينيات تم انتشار الأسيجة المدية في القنوات بين الجزر الصغيرة وكان ذلك خيارا فعالا أكثر من وجودهما على مصبات الأنهار. وشكل (3-31) يعرض محطة لارانس للمد والجزربفرنسا، والتي بدأ تشغيلها عام 1966.

شكل (3-31) :محطة لارانس لطاقة المد والجزر- فرنسا

ومبدأ عمل المحطات المدية الجزرية يشبه إلى حد ما المحطات الكهرومائية. وتتكون المحطة المدية الجزرية من الحوض المدي أو المصب وإيجاد المكان المناسب الذي يحتوي على المصب ضروري لنجاح هذه المحطة وهذا المصب لا يكون من صنع الإنسان وإنما يكون طبيعيا والحوض المدي يكون ميزة جغرافية وليس من السهولة إيجاده أو تصنيعه. فالمصب المناسب يجب أن يكون مجسما ضخما من الماء المحاط كليا بالأرض مع فتحة صغيرة إلى البحر وكمية الطاقة التي يمكن أن تولدها من هذه المحطة يتبع لحجم الصب فكلما زاد حجم الصب تزيد كمية الطاقة. والحاجز المدي هذا الحاجز يبدو مثل الحائط الذي يفصل الحوض المدي عن باقي البحر أسفل هذا الحاجز يكون مثبتا على قاع البحر وقيمة هذا الحاجز تكون فوق أعلى مستوى يمكن أن يصل إليه الماء من أكبر مد. والحاجز المدي يؤدي غرض قطع مياه البحر عن الماء في مصب النهر لذا فالماء يمكن أ ن يحصر بطريقة أو أسلوب مفيد من أجل أحداث الطاقة المدية.

وبوابات التحكم وهي مناطق من الحاجز يستطيع الماء أن يتدفق بحرية من وإلى خارج المصب وهذه البوابات ليست مفتوحة بشكل دائم حيث يتم التحكم بها بواسطة مشغلي مركز الطاقة لتحديد التدفق المناسب من الماء إلى التوربينات المدية. والتوربينات المدية نفسها هذه التوربينات مرتبة ضمن الحاجز المدي وتستقر بالقرب من قاع أرضية البحر وتصمم هذه التوربينات بأسلوب مماثل للتوربينة البخارية. وتقع التوربينات بين موضع بوابات التحكم على كلا المصب وجانب البحر من الحاجز المدي عندما تفتح هذه البوابات يندفع الماء خلالها إلى التوربينات لتدور وتتولد الكهرباء.

3ـ 4 طاقة الرياح

يتم تحويل طاقة حركة الرياح إلى طاقة كهربية باستخدام التوربينات التي تحرك مولدات كهربائية . واستخدمت طاقة الرياح في الحضارات القديمة فقد استخدمها الفراعنة في تسيير المراكب في نهر النيل كما استخدمها الصينيون عن طريق طواحين الهواء ولضخ المياه الجوفية. ويتم تركيب توربينات الرياح في حقول بأماكن فيها الرياح تقريبا دائمة طوال العام. وقد تستخدم التوربينات الصغيرة لتوفير الكهرباء للمنازل الريفية او شبكات المناطق النائية. وتعتبر طاقة الرياح آمنة فضلا عن أنها طاقة متجددة، فهي طاقة صديقة بيئية لا يصدر منها ملوثات مضرة بالبيئة.

3ـ 4ـ 1 توربين الرياح

المكونات الرئيسية لتوربين الرياح هي أذرع دوَّارة تحمل على عمود ومولد يعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربية، فعندما تمر الرياح على أذرع التوربين يسبب دورانها وهذا الدوران يشغل المولد فينتج طاقة كهربية، كما جهزت تلك التوربينات بجهاز تحكم في دوران التوربين لتنظيم معدل الدوران.

تعتمد كمية الطاقة المنتجة من توربين الرياح على سرعة الرياح وقطر دوران أذرع التوربين لذلك توضع التوربينات التي تستخدم لتشغيل المصانع أو للإنارة فوق أبراج لأن سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع عن سطح الأرض، ويتم وضع تلك التوربينات

بأعداد كبيرة على مساحات واسعة من الأرض لإنتاج أكبر كمية من الكهرباء. وعادة يتم تخزين الكهرباء الزائدة عن الاستخدام في بطاريات، ولأن هناك بعض الأوقات التي تقل فيها سرعة الرياح، مما يصعب معه إنتاج الطاقة الكهربية، فإن مستخدمي طاقة الرياح يجب أن يكون لديهم مولدًا احتياطيًّا يعمل بالديزل أو بالطاقة الشمسية لاستخدامه في تلك الأوقات.

المكان الأفضل لوضع التوربينات يجب ألا يقل متوسط سرعة الرياح فيه سنويًّا عن 10 متر في الثانية. وأيضا توربينات الرياح يمكنها إنتاج طاقة ميكانيكية تستخدم في عدد كبير من التطبيقات، مثل ضخ المياه، والري، وتجفيف الحبوب وتسخين المياه. وتنتج دول كثيرة الطاقة الكهربية باستخدام توربينات الرياح مثل الولايات المتحدة حقول الرياح فيها موجود معظمها في كاليفورنيا، ومصر يوجد حقل توربينات الرياح بمنطقة الزعفرانة – البحر الأحمر. وشكل (3-32) يعرض محطة طاقة رياح بالدنمارك، أما شكل (3-33) يعرض توربينات رياح بحرية.

شكل (3-32): محطة طاقة رياح – الدنمارك

شكل (3-33): توربينات رياح بحرية

3-5 طاقة الحرارة الأرضية

باطن الأرض الساخن يعتبر كمصدر طاقة بديل نظيف ومتجدد، والطاقة الناتجة هي طاقة حرارية كبيرة و ذات منشأ طبيعي تكون مختزنة في صخور الماجما في باطن الأرض. حيث يقدر أن أكثر من 99٪ من كتلة الكرة الأرضية عبارة عن صخور تتجاوز حرارتها 1000 درجة مئوية. ويستفاد من هذه الطاقة الحرارية بشكل أساسي في توليد الكهرباء. وفي بعض الأحيان تستخدم للتدفئة عندما تكون الحرارة قريبة من سطح الأرض أو على صورة ينابيع حارة.

وتكمن الحرارة الجوفية في باطن الأرض والتي يمكن أن يستفيد منها الإنسان باستخدامها كطاقة بديلة في الأجزاء السطحية التي يمكن أن تصل إليها أعمال الحفر الآلي. وشكل (3-34) يعرض محطة نسجافلير للطاقة الحرارية الأرضية في آيسلاندا.

شكل (3-34): محطة نسجافلير للطاقة الحرارية الأرضية في آيسلاندا

وثمة ظواهر طبيعية تشير إلى سخونة باطن الأرض، أهمها النشاطات البركانية التي ترافقها انفجارات وأبخرة وغازات ومقذوفات بركانية وتدفق حمم منصهرة وينابيع معدنية حارة. ويتعرض الإنسان إلى حرارة باطن الأرض مباشرة حين يتعمق داخل الحفر، مثل منجم وِسْتِرن ديب ليفل لاستثمار الذهب في جنوب إفريقيا، والذي تصل أعماقه إلى نحو 3500 متر، إذ تبلغ الحرارة في أعماقه ما يقرب من 40° درجة مئوية، على الرغم من استخدام أجهزة التهوية والتكييف. كما يلاحظ هذا التزايد الحراري بوضوح في عمليات الحفر الآلي العميق في أثناء عمليات التنقيب عن النفط.

ويقدر العلماء بناءا على قياسات أجريت في أثناء التعمق بالحفر في باطن الأرض،

تزايد درجة الحرارة مع العمق بنحو 25 إلى 30 درجة مئوية لكل 1000 متر، وهو ما يعرف بالتدرج الحراري الأرضي. ويزيد هذا المعدل عادة أو يتضاعف في أماكن النشاط الناري أو النشاط البركاني. فإذا كانت القياسات المباشرة لهذا التدرج الحراري تقتصر على أعماق سطحية جداً من الأرض، إذ إن أعمق الآبار الآلية التي حفرت لا تزيد إلا قليلاً على 1000 متر، فإنه يتوقع، إذا استمر تزايد الحرارة وفق هذا المعدل، أن تصل درجة الحرارة في مركز الأرض، على عمق6500 كيلومتر، إلى حوالي 2 مليون درجة، وهي درجة أعلى من درجة حرارة سطح الشمس ولذلك يعتقد أن معدل هذا التزايد الحراري، في معظم أعماق الأرض، أقل بكثير مما ذكر.

وتقسم مصادر الحصول على الطاقة الحرارية الأرضية إلى قسمين الأول هو المياه الحارة الجوفية والثاني هوالصخور الحارة التي توجد في المناطق النشطة بركانيا أو في الأعماق البعيدة تحت سطح الأرض و يمكن الاستفادة من المياه الجوفية الحارة والصخور الحارة في توليد الطاقة الكهربائية وتسخين المياه التي تستخدم في التدفئة بالإضافة إلى استعمالها في الكثير من ميادين الصناعة و الزراعة الأخرى. وأحيانا تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية في تدفئة المنازل عندما تكون الحرارة قريبة من سطح الأرض أو على صورة ينابيع حارة. ففي أيسلندا تنتشر هذه الينابيع الحارة، وتستعمل لأغراض التدفئة والتسخين.

3-5-1 محطات الطاقة الحرارية الأرضية

هناك ثلاثة أنواع من محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية، والنوع الأول هو محطات البخار الجاف وهي أقدم الطرق واكثرها انتشارا وهي نفس الطريقة التي استخدمت في إيطاليا سنة 1904م. وتستخدم هذه المحطات الماء الموجود بشكل طبيعي في الطبقات الأرضية العميقة والموجود تحت تأثير ضغط وحرارة عاليين فيتم استخراجه بواسطة حفر آبار عميقة فيخرج على شكل بخار ماء بسبب حرارته العالية وبسبب فرق الضغط. ويسيرهذا البخار في أنابيب ثم يعرض لتوربينات لتشغيل المولدات الكهربية التي تنتج الطاقة الكهربائية. ويضخ الماء المتكثف إلى الأرض عبر بئر آخر يسمى بئر الحقن.

والنوع الثاني هو محطات التبخير وتستخدم السوائل الموجودة بضغط عال تحت الأرض حيث يتم تركزها في وعاء ذي ثقب صغير يؤدي إلى وعاء أخر ذي ضغط معتدل فعند تحرك السائل من الوعاء الأول إلى الثاني عبر الثقب يتبخر بسبب السرعة وفرق الضغط العالي. يحرك البخار التوربين فيحرك بدوره المولدات الكهربائية التي تنتج الكهرباء ثم يضخ الماء المتكثف المتبقي إلى الأرض عبر بئر الحقن.

والنوع الثالث هو محطات الدائرة المزدوجة وتستخدم هذه المحطات السوائل الموجودة تحت الارض ذات درجة الغليان المرتفعة حوالي 200 مئوية حيث يتم ضخها إلى الأعلى فتقوم بتسخين الماء الأقل في درجة الحرارة في أنبوب آخر يمر بمحاذات الأنبوب الساخن في عملية تبادل حراري. فيتبخر الماء الذي تم تسخينه بسبب درجة الحرارة المرتفعة للسائل في الأنبوب الآخر. ثم يحرك البخار توربين المولد الكهربائي ويتكثف فيعود مجددا إلى محاذاة الأنبوب الساخن ويتحرك بهذه الطريقة في دوران مستمر. ويضخ الماء المستخرج مجددا إلى الأرض عبر بئر الحقن.

3-5-2 مصادر الطاقة الجوفية

يعتقد كثير من العلماء أن الأرض قد استمدت سخونتها في أثناء تكونها في النظام الشمسي، ومن تصادم الأجسام النيزكية، يضاف إلى ذلك التسخين المستمر الناتج من الحرارة التي يطلقها تفكك العناصر المشعة كاليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم التي تتوزع في القشرة الأرضية. وكذلك من الحرارة الناجمة من احتكاك الكتل الصخرية الهائلة بالعمليات التكتونية والتفاعلات الكيميائية.

ورغم كل مميزات الطاقة الحرارية الأرضية، والتي جعلتها في طليعة مصادر الطاقة البديلة المستقبلية. إلا أن هناك بعض العوامل التي تصعب انتشارها على الأقل في وقتنا الحالي. ومن أهم هذه الأسباب ارتفاع تكلفة إقامة محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية. ويرجع السبب في ذلك إلى صعوبة حفر آبار بأعماق سحيقة ووسط درجات حرارة مرتفعة جدا. وكذلك عدم توافر أنظمة مائية في كثير من بقاع العالم. ومع أن الطاقة الحرارية الأرضية أقل كلفة من أي مصدر آخر للطاقة إلا أنها قابلة للاستنفاد، وقد تخلق مشكلات بيئية. فهي حين تستنفد في مَنَشَأَةٍ

ما تؤدي إلى ضياع المنشأة كلها. كما يصدر عن بعض المنشآت كميات كبيرة من الكبريت يمكن أن تعادل ما تطلقه منشآت مماثلة في الحجم تستخدم وقود الفحم الحجري ذي المحتوى العالي من الكبريت.

3-6 الطاقة الحيوية

الطاقة الحيوية هي طاقة متجددة متوفرة من موارد مشتقة من المصادر الحيوية. والكتلة الحيوية وهي أي مادة عضوية قامت بتخزين ضوء الشمس في شكل طاقة كيميائية. ومن الممكن أن يتضمن شكل الوقود منها الخشب ونفايات الخشب والقش والسماد وقصب السكر، والعديد من المنتجات الثانوية الأخرى الناتجة عن عمليات زراعية متنوعة .

وإحدى مميزات وقود الكتلة الحيوية هو أنه غالبًا ما يكون منتجًا ثانويًا أو من بقايا أو منتج من نفايات عمليات أخرى، مثل الزراعة أو تربية الماشية أو الغابات. وذلك يعني نظريًا أنه لا يوجد تنافس بين إنتاج الغذاء وإنتاج الوقود، ولكن هذا ليس الحال دائمًا .

والكتلة الحيوية تشتق من العضويات التي كانت حية إلى وقت قريب، وهي تتضمن النباتات والحيوانات ومنتجاتها الثانوية . فالروث ونفايات الحدائق وبقايا المحاصيل تعد جميعها مصادر للكتل الحيوية. وهي مصدر طاقة متجدد يعتمد على دورة الكربون، على عكس الموارد الطبيعية الأخرى مثل النفط والفحم والوقود النووي. وتتضمن المصادر الأخرى روث الحيوانات، والذي يعد ملوثًا مستمرًا ولا يمكن تجنبه وينتج بشكل رئيسي عن الحيوانات التي يتم تربيتها في مزارع تربية الماشية الصناعية ذات الحجم الكبير .

وهناك أيضًا منتجات زراعية يتم زراعتها خصيصًا لإنتاج الوقود الحيوي. وهي الذرة وفول الصويا وإلى حدٍ ما، على مستوى غير تجاري لإجراء الأبحاث، الصفصاف والثمام العصوي بشكل رئيسي في الولايات المتحدة. والسلجم والقمح والشمندر السكري والصفصاف في أوروبا بشكل رئيسي وخاصة في السويد. وقصب

السكر في البرازيل وزيت النخيل والحشيشة الفضية في جنوب شرق آسيا والسورغم والكاسافا في الصين والجتروفا في الهند. ولقد ثبتت فعالية القنب أيضًا في العمل كوقود حيوي. و يمكن استخدام المنتجات التي يمكن أن تتحلل حيويًا والناتجة عن العمليات الصناعية أو الزراعية أو العمل في الغابات أو نفايات المنازل لإنتاج الوقود الحيوي، باستخدام، على سبيل المثال، الهضم اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي والتغويز لإنتاج غاز التصنيع أو بواسطة الحرق المباشر. وتتضمن أمثلة المخلفات القابلة للتحلل الحيوي القش والخشب والروث وقشور الأرز ومياه الصرف الصحي والمخلفات الغذائية. ومن ثم يمكن أن يساهم استخدام وقود الكتلة الحيوية في إدارة المخلفات وأيضًا توفير الوقود والمساعدة في إيقاف تغير المناخ أو إبطاؤه، ولكنه بمفرده لا يعد حلاً شاملاً لهذه المشكلات .

ومن الممكن تحويل الكتلة الحيوية إلى أشكال أخرى من أشكال الطاقة القابلة للاستخدام مثل غاز الميثان أو وقود النقل مثل الإيثانول أو الديزل الحيوي. كما أن القمامة المتعفنة والنفايات الزراعية والبشرية جميعها تطلق غاز الميثان، والذي يطلق عليه أيضًا «غاز مدافن القمامة» أو «الغاز الحيوي». ويمكن تخمير المحاصيل مثل الذرة وقصب السكر لإنتاج وقود النقل وهو الإيثانول. ويمكن إنتاج الديزل الحيوي، وهو أحد غازات النقل الأخرى من بقايا المنتجات الغذائية مثل الزيوت النباتية والدهون الحيوانية .

ومن الملاحظ حالياً أن الأنواع الأخرى من الطاقة المتجددة تتفوق على الوقود الحيوي من حيث أثر محايدة الكربون، وذلك بسبب ارتفاع استخدام الوقود الاحفوري في انتاجه. بالإضافة إلى ناتج احتراق الوقود الحيوي من ثاني أوكسيد الكربون فضلاً عن الغازات الغير بيئية الاخرى.

والكربون الناتج عن الوقود الحيوي لا يتمثل فقط بنواتج الاحتراق وإنما يضاف إليه ما هو صادر عن النبات خلال دورة نموه. لكن الجانب الايجابي من الموضوع هو أن النبات يستهلك ثاني أوكسيد الكربون في عمليات البناء الضوئي في النباتات ومن هنا أتى ما يسمى بتعديل الكربون أو «محايدة الكربون». ومن الواضح أيضا أن

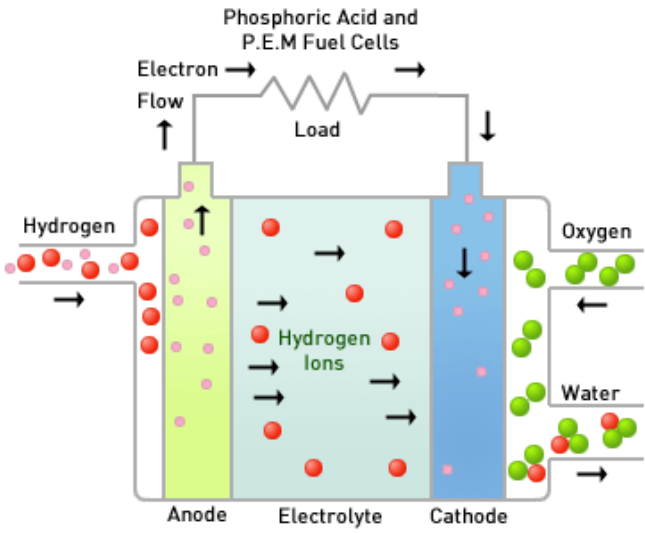
قطع الأشجار في الغابات التي نمت منذ مئات أو آلاف السنين، لاستخدامها كوقود حيوي، دون أن يتم استبدالها لن يساهم في الاثر المحايد للكربون. ولكن يعتقد الكثير أن السبيل إلى الحد من زيادة كمية ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو استخدام الوقود الحيوي لاستبدال مصادر الطاقة غير المتجددة.

3-7 الهيدروجين كمصدر للطاقة

طاقة الهيدروجين هي طاقة حرارية تنتج عن تفاعل الاتحاد الكيميائي بين الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء في خلايا الوقود المستخدة لتوليد الكهرباء. حيث أن الهيدروجين لا ينتج عند احتراقه أي انبعاثات ضارة للبيئة، بل إن الانبعاثات الصادرة عنه هي كل ما نسعى إليه مثل الكهرباء أو الحرارة أو الماء النقي.

وخلية الوقود أو خلية الطاقة تُنتج الكهرباء من خلال تفاعل كيميائي باستخدام الهيدروجين والأوكسجين. فهذه الخلية الكهروكيميائية تستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق تزويد الخلية بغازي الأكسجين والهيدروجين باستمرار. والتيار الكهربي الناتج يعمل على تشغيل محرك كهربي يمكن أن يستخدم في مجالات كثيرة خاصة السيارات. أي أن عددا كبيرا من سيارات المستقبل سوف تسير بغاز الهيدروجين بدلا عن البنزين. وتوجد أنواع متعددة من خلايا الوقود والتي يمكن تصنيفها حسب نوع الأقطاب ودرجة الحرارة التي تعمل عليها.

وتعتبر تقنية استغلال الهيدروجين لإنتاج الطاقة الكهربائية من أحسن وسائل توليد الطاقة حفاظا على البيئة حيث لا ينتج عنها إلا التيار الكهربائي والماء. لهذا تحظي تلك التقنية الجديدة باهتمام كبير نحو تطويرها وتسخيرها في تسيير السيارات وإمداد المنازل بالتيار الكهربائي. وقد بدأت شركات كبيرة لصناعة السيارات في إنتاج سيارات صغيرة وتعرضها في الأسواق. وبدلا من شحنها بالبنزين أو الديزل يمكن شحنها حوالي 4 كيلوجرام من الهيدروجين تكفيها للسير مسافة نحو 400 كيلومتر. وشكل (3-35) يعرض نموذج لخلية الهيدروجين.



شكل (3-35): نموذج لخلية الهيدروجين