المقدمة – preface

تلعب كل الامكانات الطبيعية المتاحة من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة الى جانب تحسين كفاءة الطاقة أدوارا رئيسية في استدامة الطاقة، وذلك شريطة الاستفادة من الامكانات والمصادر حسب جدواها الفنية والاقتصادية في تطبيق حزمة من السياسات تأخذ في الاعتبار الابعاد الاجتماعية والاقتصادية للفئات المختلفة في كل بلد، مع ايجاد قناعات تتمثل في ضرورة الحفاظ على موارد الطاقة المتاحة والحد من تلوث البيئة، وهو ما يستدعي تكاتف الجميع كل في مجاله للوصول الى الهدف محدد وواضح في تمثيل استدامة الطاقة والمزيد من المشاركة المحلية في تصنيع المنتجات، وهو ما يعمل على الوفاء باحتياجات مشروعات التنمية ورفع مستوى المعيشة لمواطني هذه الدول وخاصة في مناطق الريفية، وخلق فرص عمل وجذب مزيد من الاستثمارات الاجنبية وتشجيع القطاع الخاص على المشاركة بفعالية في هذا المجال .

ويعتبر توافر خدمات الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات البشرية ذو أهمية قصوى بالنسبة للركائز الأساسية الثلاثة للتنمية المستدامة، ويؤثر الاسلوب الذي يتم به انتاج هذه الطاقة وتوزيعها واستخدامها على الابعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لأي تنمية محققة.

وتتضمن القضايا الاجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة : التخفيف من وطأة الفقر، وأتاحه الفرص أمام المرأة، والتحول السكاني (الديمغرافي) والحضري، إذ يؤدي الوصول المحدود لخدمات الطاقة الى تهميش الفئات الفقيرة والى تقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية : فحوالي ثلث سكان العالم لاتصل اليهم الكهرباء، بينما تصل الي الثلث الاخر بصورة ضعيفة، كما ان اعتماد سكان المناطق الريفية على انواع الوقود التقليدية في التدفئة والطهي له تأثيرات سلبية على البيئة وعلى صحة السكان، بالإضافة الى ذلك ما زال هنالك تباين كبير بين الدول المختلفة في معدلات استهلاك الطاقة، فالدول الاكثر غنى تستهلك الطاقة بمعدل يزيد 25 ضعفا لكل فرد مقارنة بالدول الاكثر فقرا، وعادة ما تعتمد التنمية الاقتصادية المحلية وبخاصة في المناطق الريفية، على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع تحسين الانتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي من خلال تحسين التنمية الزراعية وتوفر فرص عمل خارج القطاع الزراعي، ومن المعلوم انه بدون الوصول الى خدمات الطاقة ومصادر وقود حديثة يصبح توفر فرص العمل وزيادة الانتاجية وبالتالي الفرص الاقتصادية المتاحة محدودة بصورة كبيرة أما التأثيرات البيئية الناجمة عن استخدام الطاقة، وخاصة غير السليم منها، فتظهر على مستويات عديدة محليا وعالميا، ويمكن أن تتسبب في عواقب مثل التصحر، وتلوث الهواء، والتغير المناخي (الاحتباس الحراري) ويمثل احتراق الوقود الأحفوري أحد مصادر تلوث الهواء المدمرة للصحة، وخاصة انبعاث غازات الدفيئة.

الطاقة وتحدياتها

Energy and its challenges

تعد الطاقة **(Energy)** أحد التحديات الحرجة التي تواجه عالمنا في الوقت الحاضر، فأمور من قبيل مواصلة انتاج النفط بكميات تتناسب مع تزايد معدلات الاستهلاك والطلب المتزايد عليه، وما يستتبعه ذلك من تحديات بيئية تتمثل في انبعاثات ثاني اكسيد الكاربون الناتج عن حرق النفط مما يؤدي الى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري **(Global Warming)** داخل الغلاف الجوي لكوكب الارض ومؤثرا على البيئة في صورة ارتفاع مستمر للمتوسط العالمي لدرجة الحرارة لتظهر مجموعة من المشكلات الخطيرة : مثل ارتفاع مستوى سطح البحر مهددا بغرق بعض المناطق المنخفضة، والتأثير على الموارد المائية والانتاج المحصول بما يهدد الانسان بشكل مباشر ناهيك عن انخفاض كلا من الثروتين الحيوانية والغذائية، بالإضافة الى انتشار بعض الأمراض الخطيرة مثل الملاريا .

لقد كانت هذه المؤشرات الخطيرة حافزا لدولة كإنجلترا لكي تمع فريقا من علمائها لدراسة التأثير الناجم عن تلك التغييرات المناخية والانتكاسات البيئية ونتج عن تلك المجموعة من العلماء- بقيادة سير نيكولاس ستيرن – إصدار تقرير في أواخر عام 2006 يقع في نحو سبعمائة صفحة تحوي مراجعة لاقتصاديات التغيرات المناخية وتأثيرها على الاقتصاد العالمي من خلال تأثير المنظومة البيئية وكل الانشطة التنموية في العقود المقبلة، ولقد جاءت نتائج هذا التقرير محبطة لآمال العديدين ممن تشككوا برومانسية في التأثير التدميري لتغير المناخ.

قديما، كانت وجهة نظر الاقتصاديين أن مشروعات حماية البيئة وصيانتها هي امور ذات كلفة عالية وغير ضرورية، ومن ثم فقد تجاهلوا الاعتبارات البيئية عند دراسة مشروعاتهم وركزوا اهتماماتهم على الاعتبارات الاقتصادية، ولكن مع تزايد الضغوط على الموارد البيئية وتدهور العديد من هذه الموارد واستنزافها، أدرك الكثير من الاقتصاديين قصر نظرهم أيقنوا أن اغفال البعد البيئي يؤثر سلبا على اقتصاديات المشروعات على المدى البعيد، وهو ما دعا الى المطالبة بمراعاة الابعاد البيئية للمشروعات وعند وضع خطط التنمية، بهدف حماية البيئة من جهة، وضمان نجاح تلك المشروعات واستمرارها، ففي اجتماع مجموعة الدول الثماني الكبرى والذي تم عقده في 7 يونيو 2007

اتفق زعماء هذه الدول على عملية متسارعة من شأنها أن تؤدي في النهاية الى خفض الانبعاثات التي تساهم في الاحتباس الحراري **(Global Warming)** بدرجة كبيرة.

وقال الزعماء في إعلان صدروه في مدينة هايليغندام بألمانيا اننا ملتزمون باتخاذ اجراءات قوية ومبكرة لمعالجة قضية التغير المناخي كما طالب قادة الدول الصناعية الكبرى – الذين وصفوا تغير المناخ بأنه يمثل "تحديا ملحا" البلدان الكثيرة الاستخدام للطاقة والتي تمثل مصدرا رئيسيا

لانبعاث الغازات الرافعة للحرارة بتكوين اطار عالمي جديد بنهاية العام 2008 للتعامل مع انبعاثات هذه الغازات، ومن شان هذه الاطار أن يكون بمثابة أساس للتوصل، بحلول العام 2009، الى اتفاقية عالمية اوسع نطاقا برعاية الامم المتحدة لتحل محل بروتكول كيوتو بمجرد أن ينتهي العمل به في عام 2012.

وهو ما ظهر في القانون الامريكي الجديد الذي ينص على " وقف جانب من الاعفاءات الضريبية التي تتمتع بها شركات البترول الامريكية ويبلغ 16 مليار دولار لاستخدامه في البحث عن مصادر بديلة للطاقة، بالإضافة الى إلزام الشركات باستخدام الطاقة الناتجة عن الرياح (**Wind Energy**) والطاقة الشمسية (**Solar Energy**) بما لا يقل عن 15% من الطاقة المستهلكة بحلول 2020 ".

وعلى هذا فمن الانسب ألا يتم النظر الى كل من الجدوى البيئية والجدوى الاقتصادية باعتبارهما نقيضان، وإنما يجب اعتبارهما وجهان لعملة واحدة هي التنمية المستدامة، او التنمية المدعمة بيئيا، فتقييم المنافع البيئية للمشروعات الرشيدة بيئيا يجعل الاستثمارات في هذه المجالات اكثر جاذبية.

مفهوم الطاقة – Energy concept

في السنوات الاخيرة، يتزايد الاستهلاك العالمي لموارد الطاقة يوما بعد يوم، فعلى صعيد الطاقة الأولية تخطي الاستهلاك حاجز المائتي مليون برميل بترول مكافئ يوميا، تضخ الغذاء والطاقة الي الانسان والحيوان وتمنح الحياة لشبكات الاتصالات والمواصلات وغيرها، ويأتي جل هذه المصادر من الوقود الاحفوري (**Fossil fuels**) كالفحم الحجري (**Coal**)، الفحم النفطي الأسود، الغاز الطبيعي(**gas**)، ومن النفط (**Oil**) حيث أن استخدامه العالي مع تقدم الزمن يؤدي الى ارتفاع الاحتباس الحراري (**Global Warming**) زيادة تلوث الهواء (**Air Pollution**) مما يشكل خطرا كبيرا على البيئة، لهذا السبب اصبح من الضروري اللجوء الي استخدام مصادر الطاقة البديلة بدلا من استخدام الوقود الاحفوري .

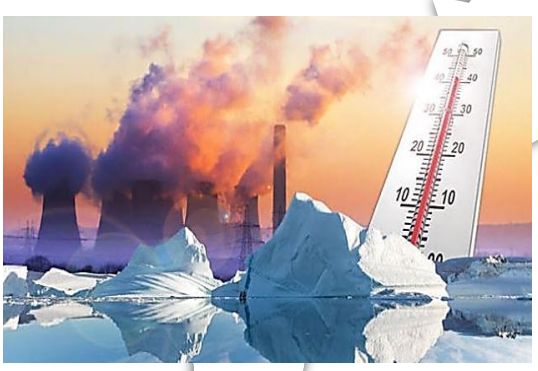
تساهم الطاقة المتجددة أو البديلة أو الطاقة الخضراء (**Renewable Or Green Energy**)، والتي تضم الطاقة الشمسية (**Solar Energy**) وطاقة الرياح (**Wind Energy**) وحرارة باطن الأرض (**Geothermal Energy**) وطاقة المد والجزر (**Tidal Energy**) .... الخ .على استحياء بنسبة 0.5% وبحسب ما أورده تقرير نيكولاس ستيرن – كبير الاقتصاديين السابق بالبنك الدولي – فإن قطاع الطاقة يساهم عالميا بنحو 24% من

انبعاثات الغازات بحسب البيانات المسجلة لعام 2000، وهو ما يضع الطاقة على رأس مصادر غازات الاحتباس الحراري .

الطاقة :- تُعرَّف الطّاقة (Energy) :- بأنّها القُدرة التي تملكها المادّة لإعطاء قوىً قادرة على إنجاز عمل مُعيّن، كما أنّها المَقدرة التي يمتلكها نظامٌ ما لإنتاج الفاعليّة أو النّشاط الخارجيّ، وهي الكيان المُجرّد الذي لا يُعرَف إلا من خلال تحوّلاته، يمكن ان تأخذ الطاقة اشكالا متنوعة منها الطاقة الحرارية، كيميائية، إشعاعية، نووية، طاقة كهرومغناطيسية ..... الخ.

الاحتباس الحراري – Global warming

يقصد بها زيادة درجة الحرارة السطحية المتوسطة في العالم مع زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان، وبعض الغازات الأخرى في الجو. هذه الغازات تسمى بالغازات الدفيئة لأنها تساهم في تدفئة جو الأرض السطحي، من ناحية اخرى يقصد بها الزيادة في نسبة غازات الدفيئة في الهواء الجوي يعود إلى النشاط البشري الذي يعد المسبب الأكبر للاحترار المقاس منذ بداية الثورة الصناعية، وهي الظاهرة التي تعرف باسم الاحتباس الحراري. ولوحظت الزيادة في متوسط درجة حرارة الهواء منذ منتصف القرن العشرين، مع استمرارها المتصاعد، حيث زادت درجة حرارة سطح الكرة الأرضية بمقدار 0,74 ± 0.18 °م (1.33 ± 0.32 فهرنهايت) خلال القرن الماضي .وقد انتهت اللجنة الدولية للتغيرات المناخية إلى أن غازات الدفيئة الناتجة عن الممارسات البشرية هي المسؤولة عن معظم ارتفاع درجة الحرارة الملاحظة منذ منتصف القرن العشرين .



هنالك إجماع علمي على أن الزيادة في نسبة غازات الدفيئة في الهواء الجوي يعود إلى النشاط البشري الذي يعد المسبب الأكبر للاحترار المقاس منذ بداية الثورة الصناعية، وعلى أن الاحترار الملاحظ لا يمكن عزوه بشكل مقنع وملائم إلى مجرد أسباب طبيعية . تعد فترة الخمسين سنة الماضية هي الفترة التي تم فيها الانتباه والتركيز على هذه الظاهرة، حيث بدأت القياسات الفعلية والمتكاملة لتحديد الازدياد في درجة حرارة الأرض، وإن كان موضوع الاحترار العالمي قد بدأ الاهتمام فيه قبل ذلك.

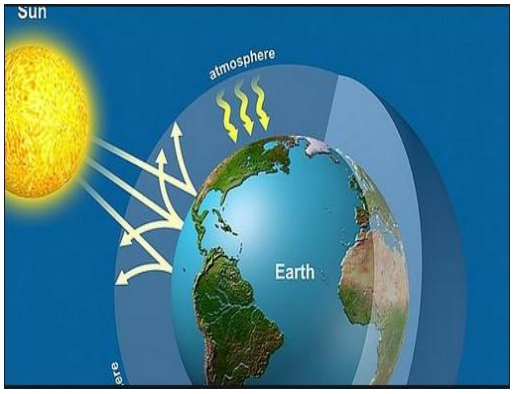
اكتشف الاحتباس الحراري من قبل جون فوريه عام 1824، إلا أن سفانت أرينيوس هو أول من قام بتحديد هذه الظاهرة كمياً عام 1896 . يمكن تعريف الاحتباس الحراري باختصار بأنه الظاهرة التي يؤدي فيها امتصاص وإصدار الأشعة تحت الحمراء إلى تسخين سطح الأرض نتيجة ازدياد تركيز الغازات الدفيئة في الهواء الجوي.

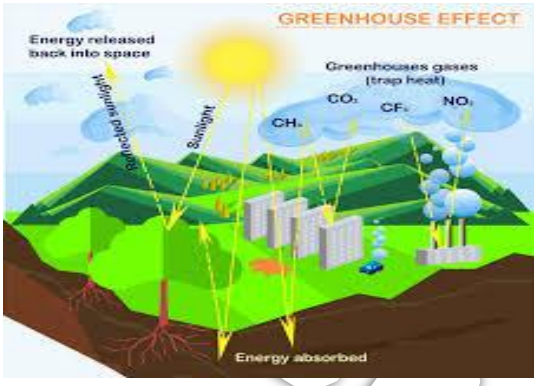
Joseph Fourier

الغازات الدفيئة (Greenhouse Effect):- وهي غازات توجد في الغلاف الجوي تتميز بقدرتها على امتصاص الأشعة التي تفقدها الأرض (الاشعة تحت الحمراء) فتقلل ضياع الحرارة من الأرض إلى الفضاء، مما يساعد على تسخين جو الأرض وبالتالي تساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري و الاحترار العالمي، وتعد الصين أكبر الدول في حجم انبعاثات الغازات الدفيئة. والمشكلة الرئيسية تكمن في تزايد غازات الاحتباس الحراري وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق مليارات الأطنان من الوقود سواء من المنشآت الصناعية أو محطات الطاقة أو وسائل المواصلات حيث ينطلق كل عام ما يزيد عن 20 مليار طن CO2 وهي تمثل 0.7% من كمية الغاز الموجود طبيعياً في الهواء.

والغازات دفيئة هي:

- **بخار الماء $H2O$** : وينتج من عمليات التبخر للماء.
- **ثاني أكسيد الكربون(CO2)** : وينتج من احتراق الوقود و أي مصدر للدخان مثل عوادم السيارات.
- **أكسيد النيتروز $(N2O)$**
- **الميثان (CH4)** وينتج الميثان من الثروة الحيوانية.
- **الأوزون (O_3).**





Greenhouse Effect

تلوث الهواء (Air pollution) :- يقصد به تَعَرُّض الغلاف الجوي لمواد كيماوية أو جسيمات مادية أو مركبات بيولوجية تسبب الضرر والأذى للإنسان والكائنات الحية الأخرى، أو تؤدي إلى الإضرار بالبيئة الطبيعية، من اهم الملوثات هي غاز أول أكسيد الكربونCO1 المنبعث من عوادم السيارات أو ثاني أكسيد الكربون CO2 المنبعث من مداخن المصانع وكذلك الملوثات الناتجة الوقود الاحفوري. وهنالك عدة مصادر تساهم في تلوث الهواء منها،

المصادر الثابتة والتي تشتمل على مداخن محطات توليد الطاقة الكهربائية المنشآت الصناعية (المصانع) ومحارق القمامة، بالإضافة إلى الأفران والأنواع الأخرى المستخدمة في حرق الوقود.
المصادر المتحركة والتي تشتمل على محركات السيارات والمركبات البحرية والطائرات.

Air pollution

تحويل الطاقة

Energy Conversion

تتغير الطاقة وتأخذ صورا كثيرة. وأحيانا نستخدم أنواعا مختلفة من الطاقة لأداء تشغيل ميكانيكي مثل تشغيل الآلات، والإضاءة والتدفئة والتسخين. وعلى سبيل المثال فمحرك الاحتراق الداخلي يحول الطاقة الكيميائية المختزنة في البنزين بالاحتراق مع الأكسجين لتوليد حرارة، وتلك الحرارة تحرك مكابس المحرك مولدة طاقة حركية تحرك السيارة. وتحول الخلية الشمسية طاقة أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية وبها يمكن تشغيل حاسوب، أو الإضاءة أو تشغيل راديو. ويمكن تشغيل الراديو أو هاتف محمول ببطارية وهي طاقة كيميائية مخزونة.

كان الإنسان البدائي يعتمد على طاقة النار للطهو والإضاءة وإرهاب الحيوانات المفترسة، أما نحن اليوم فتتسم حضارتنا باستغلال كميات هائلة من الطاقة كالطاقة الكهربائية والطاقة المخزونة في البترول والفحم، والاستفادة من الطاقة المخزونة في المياه بإقامة السدود وتحويل طاقاتها إلى طاقة كهربائية، تشغل لنا المصانع ووسائل المواصلات وتشغل التلفزيون وهاتف محمول والحاسوب. وتعلمنا تحويل الطاقة إلى صور أخرى للطاقة بحسب الاحتياج.

(إيجابيّات وسلبيّات الطّاقة غير المُتجدّدة)

Advantage and disadvantage of nonrenewable energy

تتمثل إيجابيات هذا النّوع من مصادر الطّاقة بسهولة الاستخدام، وقلّة تكاليف إنتاج الطّاقة من هذه المصادر، بالإضافة إلى إمكانيّة استخدام كميّة صغيرة من هذه الأنواع لإنتاج كميّة طاقة كبيرة.

أمّا سلبيّات استخدام مصادر الطّاقة غير المُتجدّدة فهي إمكانية نضوب (نقصان) هذه المصادر، والتغيُّر السّريع المُتزايد في أسعار البيع لهذه المصادر بسبب نضوبها مع الوقت، والتسبّب في تلوّث البيئة، والتّغيير في التنوّع الحيويّ البيئيّ، بالإضافة إلى أنّها تُعدّ سبباً رئيساً في التغيُّر المناخيّ وظاهرة الاحتباس الحراري، ونتيجةً لهذه السلبيّات فإنّ البحث الحثيث لتوفير وتطوير مصادرَ أُخرى للطّاقة أصبح مَطلباً رئيساً.

الطاقات البديلة أو المتجددة

Renewable Energy

الطاقة المتجددة (الطاقة النظيفة) هي الطاقة التي تستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد باستمرار اي لا تنفذ. ويطلق عليها ايضاً اسم الطاقة المستدامة كونها مصادرها دائمة دوام الحياة على كوكب الأرض ولا تحتاج مصادرها الى استخراج او تعدين او عمليات مكننة فهي طبيعية 100 % . وكذلك يطلق عليها احياناً الطاقة البديلة وهنا يجب الانتباه الى ان هذه التسمية اكثر تعميماً كونها تشمل المصادر التي تستعمل بدلاً من مصادر الطاقة الاحفورية او تنتج وقوداً شبيه بالوقود الناتج عن الطاقة الأحفورية. ولكن ليس كل مصادر الطاقة البديلة تعتبر متجددة فمثلاً الطاقة النووية تعتبر طاقة بديلة للوقود الاحفوري لكنها تعتبر مستنفذة.

وتسمى ايضا بالطاقة الخضراء لأنها لا ينتج عنها مخلفات او غازات تعمل على زيادة الاحتباس الحراري مثل ثاني اوكسيد الكاربون او اكسيدات النيتروجين. وبالرغم ان هذا المصطلح يظهر صديقا للبيئة الا انه تحت هذا المصطلح تنطوي ايضا المخلفات الزراعية التي يمكن ادراجها كمصادر طاقة متجددة كونها مستنفدة أيضا. ويجدر التنبيه الى انها تختلف عن الوقود الاحفوري (Fossil fuel) كالنفط والفحم والغاز الطبيعي. فهي طاقة مصادرها طبيعية بحتة ولا تحتاج في انتاجها الى تقنيات معقدة وجهود كبيرة لاستخراج موادها الخام.

وتنتج الطّاقة المتجددة من الرياح والمياه والشمس، كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من طاقة حرارية أرضية .

حالياً أكثر إنتاج للطّاقة المتجددة يُنتج في محطات القوى الكهرومائية بواسطة السّدود العظيمة أينما وجدت الأماكن المناسبة لبنائها على الأنهار ومساقط المياه، وتستخدم الطّرق التي تعتمد على الرياح والطّاقة الشمسيّة على نطاق واسع في البلدان المتقدّمة وبعض البلدان النّامية؛ لكن وسائل إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطّاقة المتجددة أصبح مألوفاً في الآونة الأخيرة، وهناك بلدان عديدة وضعت خططاً لزيادة نسبة إنتاجها للطّاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطّاقة بنسبة 20% من استهلاكها عام 2020. وفي مؤتمر كيوتو باليابان اتّفق معظم رؤساء الدّول على تخفيض إنتاج ثنائي أكسيد الكربون في الأعوام القادمة وذلك لتجنب التّهديدات الرئيسيّة لتغيّر المناخ بسبب التلوث واستنفاد الوقود الأحفوري، بالإضافة للمخاطر الاجتماعية والسّياسية للوقود الأحفوري والطّاقة النووية.

أنواع الطاقات المتجددة

Types of renewable energies

1- الطاقة الشمسية Solar energy

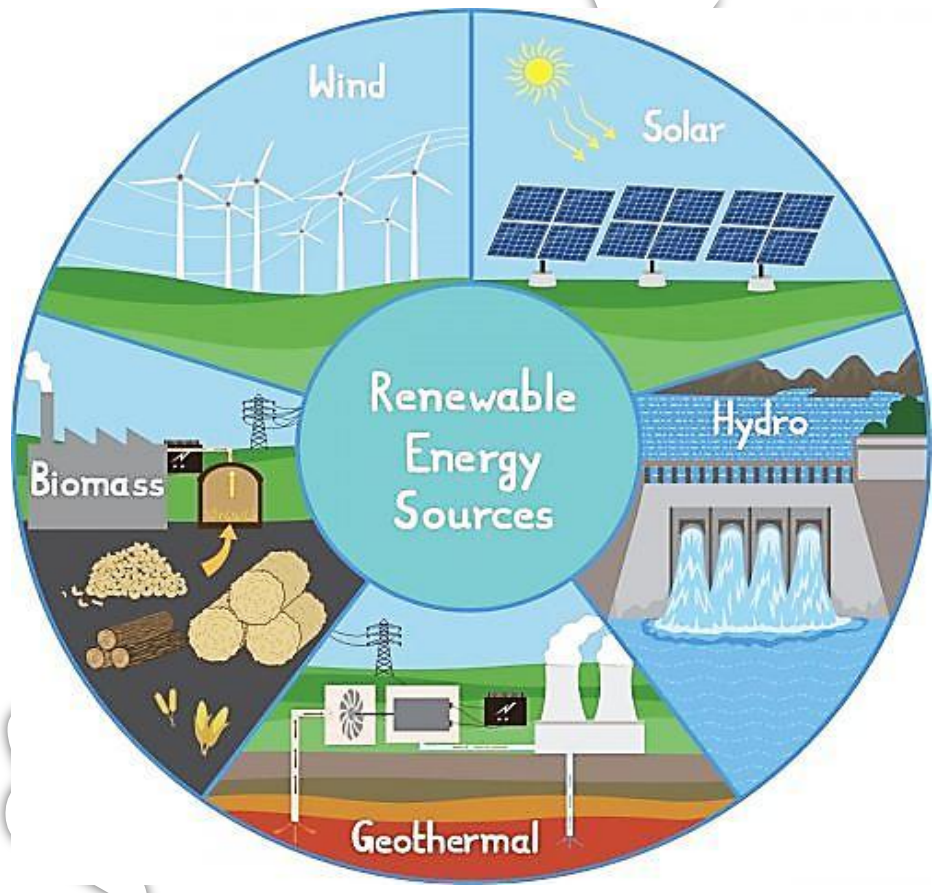
2- طاقة الرياح Wind energy

3- طاقة المد والجزر Tidal energy

4- طاقة الكهرومائية Hydroelectric power

5- طاقة الحرارية الأرضية او طاقة باطن الارض Geothermal energy

6- طاقة الكتلة الحيوية Biomass energy



لماذا يتم التركيز على الطاقات المتجددة ؟

1. إن زيادة نسبة ثنائي اوكسيد الكاربون في الجو تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، اما زيادة انبعاث غاز الميثان تزيد من تساقط الامطار الحامضية .
2. خلال السنوات السبعين الماضية ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 2 درجة سيليزي، وثنائي اوكسيد الكاربون ازداد بنسبة 20 % مما ادى إلى زيادة سخونة الارض.
3. اما غاز الميثان فقد ادت زيادته بمعدل 7% الى زيادة الامطار في بعض مناطق الكرة الارضية وانحباسها في مناطق اخرى. وسقوط الامطار قد ازداد بنسبة 15% ادى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 10.5 cm خلال القرن الماضي مما ادى إلى انغمار بعض الأراضي الصالحة الزراعية وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق اخرى.
4. الإشعاع والمخلفات النووية، والتي تنتج عن المفاعلات النووية المنتجة للطاقة. وبالرغم ان الطاقة النووية شكلت في قبل عدة عقود من الزمان حلاً مثالياً ومصدرا مهما من مصادر الطاقة، الا ان تراكم نواتجها من مخلفات خطيرة على حياة المخلوقات جعلتها غير مرغوب بها. فالمخلفات الناتجة اكثر ضررا واكثر كلفة للتخلص منها.
5. بسبب زيادة تلوث الهواء في الجو والصادر من مخلفات المصانع ومحطات التوليد الطاقات الغير متجددة، وزيادة الاحتباس الحراري لذلك اتجهت أغلب دول العالم الى استخدام الطاقات المتجددة.

مميزات الطاقة المتجددة

Renewable energy advantages

1. متوفرة في معظم دول العالم
2. لا تتسبب بتلوث الغلاف الجوي، أو تغير المناخ، بعكس الوقود الأحفوري.
3. بالمقارنة مع الوقود الاحفوري تعد مصادر الطاقات المتجددة اقتصادية في كثير من الاستخدامات.
4. التقنيات المستخدمة لإنتاج الطاقة من مصادر الطاقات المتجددة هي تقنيات بسيطة وغير معقدة.
5. تضمن الدول وجودها ولا خوف من نفادها ولا حاجة للبحث عن بدائل مستقبلية.
6. حياتها طويلة ولا تحتاج ألا القليل من الصيانة
7. الطاقات المتجددة لا تتسبب في بعض الأمراض للإنسان والحيوان، كمخلفات الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية، التي تتسبب في الكثير من الأمراض السرطانية، والعديد من الاختناقات.
8. الطاقات المتجددة لا تتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري.

عيوب أو سلبيات الطاقات المتجددة

Renewable energy disadvantages

1. تُعاب الطاقة المتجددة بأنّها غير مستمرة من حيث الوفرة، حيث أنّها متقطعة غير متوفرة على مدار 24 ساعة.
2. عدم تمركزها في مكانٍ واحد، حيث تعتبر مشكلة توزعها سلبية نظراً لعدم القدرة على استغلالها على أكمل وجه.
3. الحاجة الماسة إلى وجود بنيةٍ تحتية حديثة ليُصار إلى نقل الطاقة لمستخدميها.
4. مواكبة التكنولوجيا اللازمة لاستغلالها على أكمل وجه، حيث تحتاج إلى تكنولوجيا في كامل تقدمها ليصار إلى استغلالها.

الطاقة الشمسية – Solar Energy

الطاقة الشّمسية (solar energy)، وهي الطاقة المنبعثة من أشعّة الشّمس (sunlight) بشكلٍ رئيسيّ على شكل حرارة وضوء وهي نتاج التفاعلات النووية داخل النجم الأقرب إلينا وهو الشّمس، ولهذه الطاقة أهمية كبيرة في الكرة الأرضية والكائنات الحية الموجودة على سطحها وتعتبر كمية هذه الطاقة الناتجة تفوق بكثير متطلّبات الطاقة الحالية في العالم بشكل عام، وإذا تم تسخيرها واستغلالها بشكلٍ مناسب فقد تلبي جميع احتياجات الطاقة المستقبلية

3.1 أهمية الإشعاع الشمسي – Solar Radiation

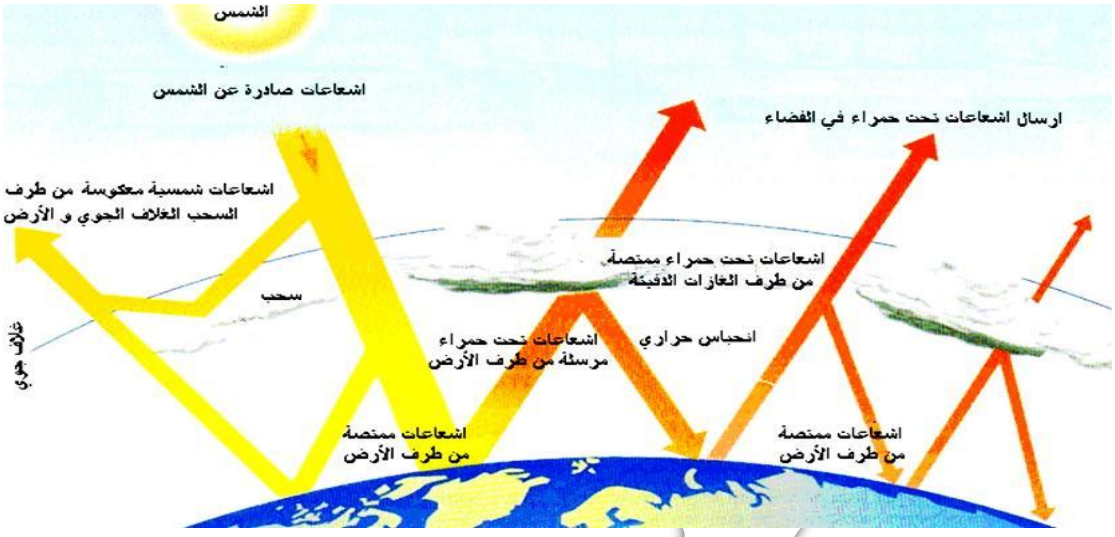
يعد الاشعاع الشمسي المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي أذ يساهم بأكثر من 99,97% من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي وعلى سطح الارض أما المصادر الباقية للطاقة والمتمثلة بطاقة باطن الارض وطاقة المد والجزر فأنها لا تسهم الا بقسط ضئيل جدا لا يزيد عن 0.3%، والطاقة الشمسية هي المسؤولة عن جميع العمليات التي تحدث في الغلاف الجوي كالاضطرابات الجوية والسحب والامطار والرياح والبرق والرعد وغيرها وكما انها السبب الرئيسي في الحركة المستمرة للغلاف الجوي وتقلب الطقس وتغيره، وكما أن الاختلافات الرئيسية القائمة بين مكان واخر هي في وفرة الطاقة الشمسية .

3.1.1 – طبيعة الاشعاع الشمسي

يعرف الإشعاع الشمسي بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية (هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مساحةٍ معينة و القادرة على توليد قدرةٍ كهربائية)، بمعنى أخر الاشعاع الشمسي هو مجموعة من الاشعاعات الاثيرية مصدرها الشمس لذلك يطلق على هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرية، الشمس كتلة غازية ملتهبة قطرها 1,392,684كم. اي انها اكبر من قطر الارض 109 مرة ويبلغ حجمها بقدر مليون مرة قدر حجم الارض وتبلغ كتلتها حوالى $\mathbf{2 * 10^{30}}$ كيلو غرام وهو ما يعادل 330,000 ضعف من كتلة الارض. وتقدر متوسط درجة حرارة سطحها بنحو 6000 درجة مئوية بينما تبلغ حرارة مركزها بأكثر من 20مليون درجة مئوية.

ويمكن تشبيه الشمس بالمفاعل النووي ضخم يتم فيه توليد الطاقة عن طريق التفاعلات الكيمياوية التي يتم بموجبها تحويل ذرات الهيدروجين الي هليوم ويتولد عن الفائض من التفاعل طاقة هي الطاقة الشمسية . وتشع طاقة الشمس في الفضاء على شكل موجات مختلفة تسير بسرعة الضوء. وبما ان المسافة التي تفصل بين الارض والشمس تبلغ في المتوسط حوالي 149,6 مليون كم فأن الاشعة الشمسية تصل الى سطح الارض بعد شروق الشمس بثماني أو تسعة دقائق تقريبا.

ان معظم الاشعة الشمسية يبلغ طولها 0.5 ما يكرون أي انها موجات اشعة قصيرة بينما يبلغ طول معظم الاشعاع الارضي 10ما يكرون. لذلك يطلق على الاشعاع الشمسي تعبير الاشعة قصيرة الموجات بينما يطلق على الاشعاع الارضي الاشعة طويلة الموجة .



قد ميز العلماء ثلاثة انواع من الاشعاع الشمسي (Solar radiation). هي:-

1- الأشعة فوق البنفسجية : Ultra violet Rays

2- الأشعة الضوئية : Light Rays

3- الأشعة الحرارية : Thermal Rays

بالإضافة الى ذلك هنالك أنواع اخرى من الاشعة وهي:

- الإشعاع الأرضي : Earth's Radiation
- الإشعاع الجوي : Atmosphere's Radiation

1- الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet rays

وهى أشعة غير مرئية (أي لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة)، وتمثل هذه الأشعة% 7 من جملة الإشعاع الشمسي، ويتراوح طول موجاتها ما بين حوالى 0.17 إلى 0.40 ما يكرون ولهذه الأشعة عدة فوائد منها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية ، وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح وذلك تكوين فيتامين (D)كما لهذه الاشعة اضرار بالغة على الانسان جميع الكائنات الحية، ولها تأثير على المناخ ومن حسن الحظ لا يصل منها الى الارض الا نسبة قليلة جدا وذلك لامتصاصها من قبل غاز الاوزون الذي يوجد على ارتفاع 35 كم .

2- الأشعة الضوئية : Light rays

أشعة مرئية وهى التي تعرف بضوء النهار، وتقدر نسبتها حوالى 43% من أجمالي الإشعاع الشمسي، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين0.4 – 0,7 مايكرون، وتصل إلى أقصى حد لها في منتصف النهار وتزيد في الصيف عنها في الشتاء، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والحمراء، والتي ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبيض الذى نعرفه بواسطة منشور زجاجي، أو عند سقوط هذه الأشعة على السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئي ملون يعرف باسم قوس قزح Rain Bow، والذى ينتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالي.

3- الأشعة الحرارية : Thermal rays

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراء(Infrared Rays) وهى أشعة غير مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسي، حيث 50% من أجمالي الإشعاع الشمسي وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.7 إلى 0.8 ميكرون، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الشمسي من حيث الموجات .

وتخرج هذه الأشعة كلها من جسم الشمس وتندفع في الفضاء في شكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة (311 ألف كم / ثانية)،

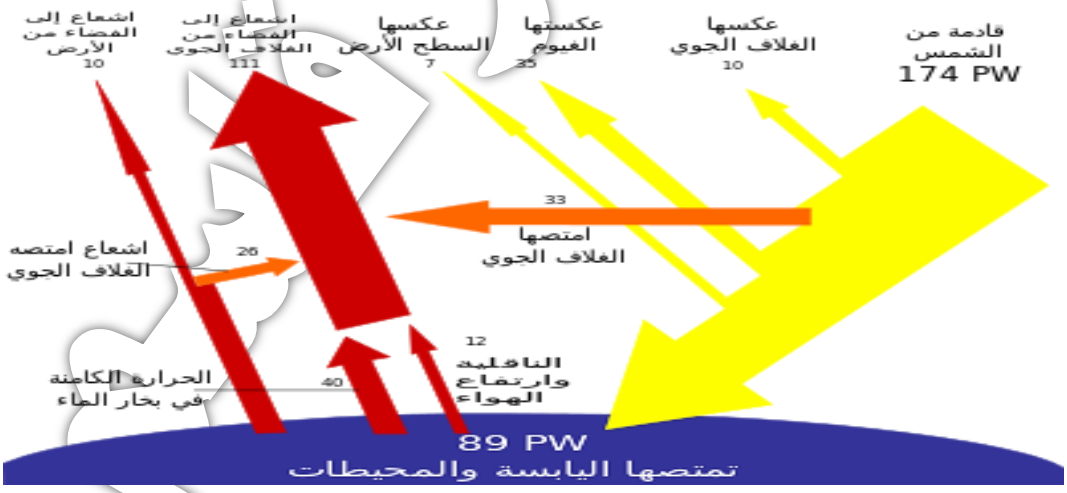
الميكرون = 1000 /1 من المليمتر 1000000 /1 أو من المتر

3.1.2 – اساسيات الاشعاع الشمسي (حجم الطاقة الشمسية القادمة إلى الأرض).

يستقبل الغلاف الجوي لكوكبنا كمية من الاشعاع الشمسي في كل لحظة ما يعادل (174 بيتا واط) ينعكس منها ما يقرب من 30 % عائدة إلى الفضاء بينما تمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الارضية. معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الارض ينتشر عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الاشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية.

تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الاشعاعات الشمسية، مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي او 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. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير و الأعاصير 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 الحفري.



كمية الطاقة الواصلة من الشمس وتوزيعها على الكرة الأرضية

3.1.3 - الزوايا الشمسية والارضية

في دراسات استخدام الطاقة الشمسية يلزم تحديد موقع واتجاه الشعاع الشمسي (sun position) الساقط على سطح مستقبل الأشعة(الالواح الشمسية)، كما أنه يلزم تحديد كيفية تغير الشعاع الشمسي في القيمة والاتجاه خلال اليوم وخلال السنة. ولمعرفة ذلك نتناول الأوضاع المختلفة للشمس بالنسبة للأرض والزوايا الشمسية المختلفة.

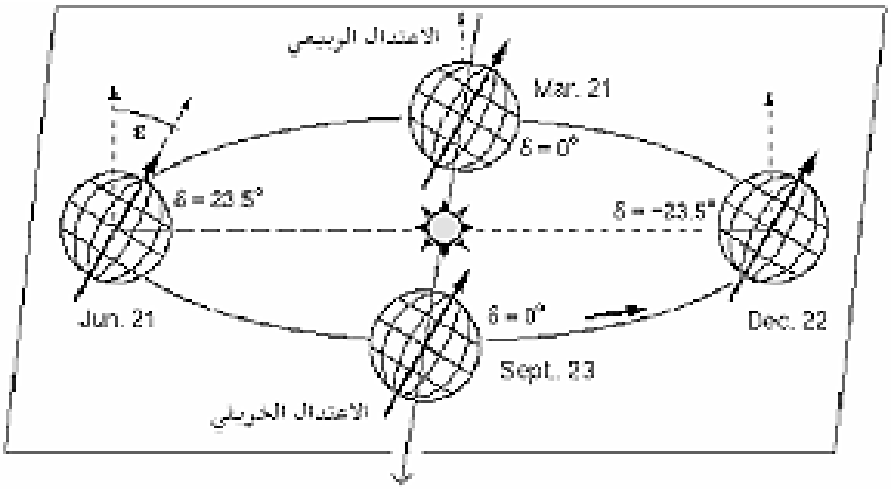
تدور الأرض حول الشمس في مدار قريب من قطع ناقص، والمسافة المتوسطة بين مركزي الشمس والأرض حوالي 149,600,000 كم. وبينما تدور الأرض حول الشمس دورتها السنوية وحول نفسها مرة كل يوم فإن الشمس تدور حول محورها دورة كل شهر من شهور الأرض.

ومحور دوران الأرض حول نفسها هو ما يعرف بأسم المحور القطبي (Polar axis) يميل دائما بزاوية 23.5 درجة تقريبا علي المحور العمودي علي مستوي دوران الأرض حول الشمس ويسمى (Ecliptic axis).

هذا الميل للمحور القطبي يؤدي إلي أن يكون نصف الكرة الشمالي مائل ناحية الشمس في الصيف وبعيدا عن الشمس في الشتاء مما ينتج عنه تغير زاوية ميل أشعة الشمس علي الأرض مع تغير الأيام علي مدار السنة وبدوره يغير فصول السنة.

في فترة الانقلاب الشتوي (Winter solstice) يكون القطب الشمالي مائلا بزاوية 23.5 درجة بعيدا عن الشمس، وهذا يعني أن كل النقط الواقعة أعلي الدائرة القطبية الشمالية تكون في ظلام تام، بينما تكون النقط الواقعة أسفل الدائرة القطبية الجنوبية واقعة في ضوء مستمر أي تستقبل أشعة الشمس علي مدار 24 ساعة. ويكون الوضع عكس ذلك في الانقلاب الصيفي (Summer solstice).

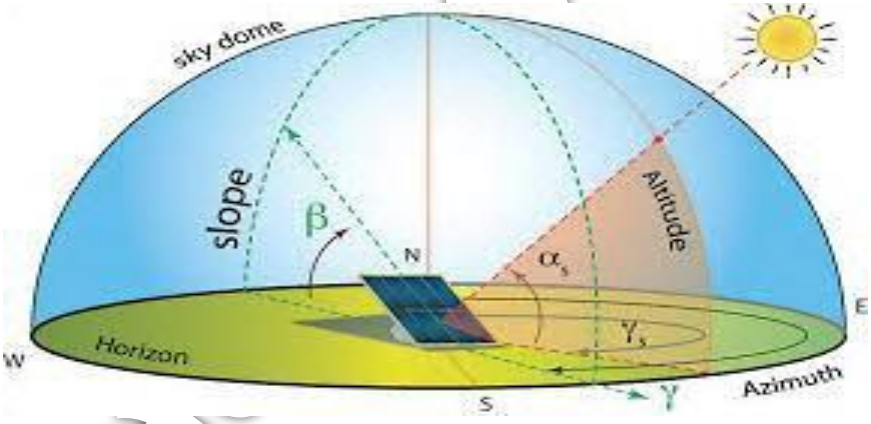
أما في فترتي الاعتدال الربيعي (21 مارس) والخريفي (21 سبتمبر) واللذان يمثلان فترة تساوي الليل والنهار لجميع النقط الواقعة، يكون كل من القطب الشمالي والجنوبي علي مسافات متساوية من الشمس. وحيث أن شدة الإشعاع الذي يتم استقباله عند نقطة ما علي سطح الأرض يتوقف علي العلاقة الهندسية بين سطح الاستقبال علي الأرض ومصدر الإشعاع وهو الشمس، فإنه من الضروري معرفة تغير زاوية ميل الشعاع لأي نقطة في أي يوم وفي أي لحظة والذي يمكن تحقيقه من دراسة الزوايا الشمسية المختلفة.



هنالك ثلاثة انواع من الزوايا تستخدم لحساب موقع الشمس (sun position) أو لتحديد موقع الشمس بالنسبة للأرض وهي:-

1- زاوية الفا (Elvation , Altitude Angle)

يتم من خلال هذه الزاوية قياس ارتفاع الشمس بالنسبة لموقع الالواح الشمسية (solar panels) حيث تكون زاوية الفا = 0 قبل شروق وبعد غروب الشمس لان الارتفاع يكون 0، لكن اعظم ارتفاع لشمس عن موقع الخلايا الشمسية يكون عند الظهيرة. (solar noon) حيث تتعامد اشعة الشمس(solar Radiation) مع الجنوب الحقيقي لخط الاستواء .

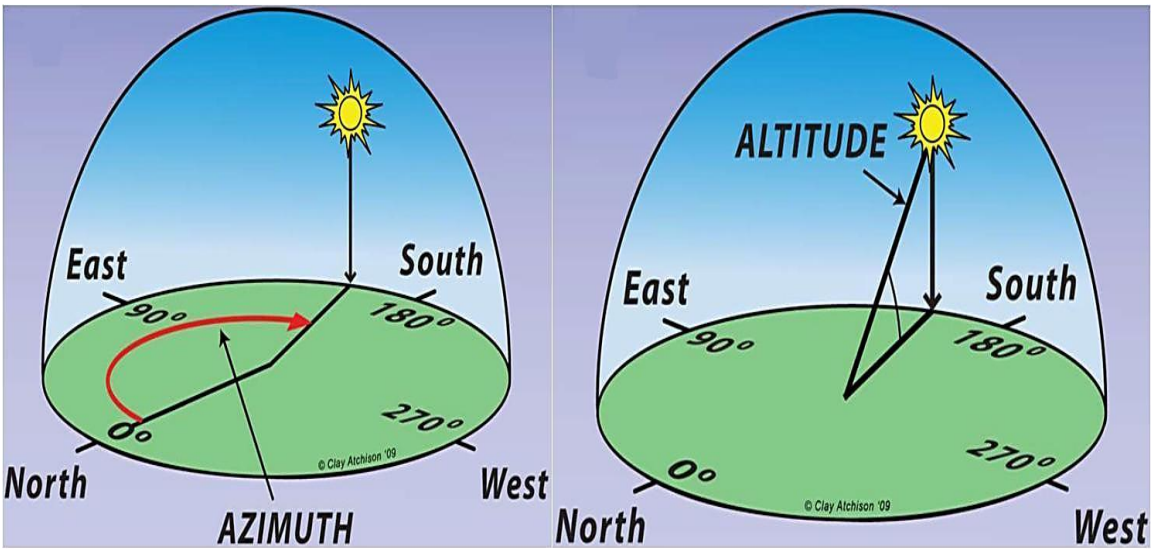


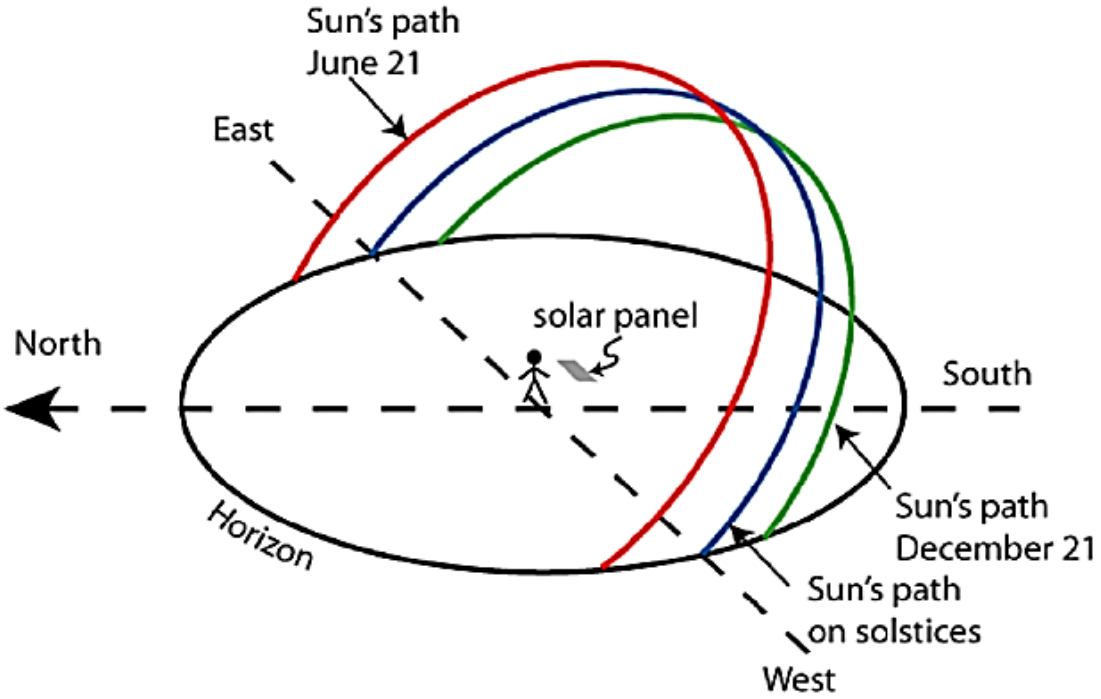
2- زاوية كاما (Azimuth Angle)

يتم من خلال هذه الزاوية قياس نسبة انحراف الشمس عن موقع الخلايا الشمسية حيث تكون هذه الزاوية متغيرة خلال اليوم من شروق الشمس وحتى غروبها .

3- زاوية بيتا (Declination Angle)

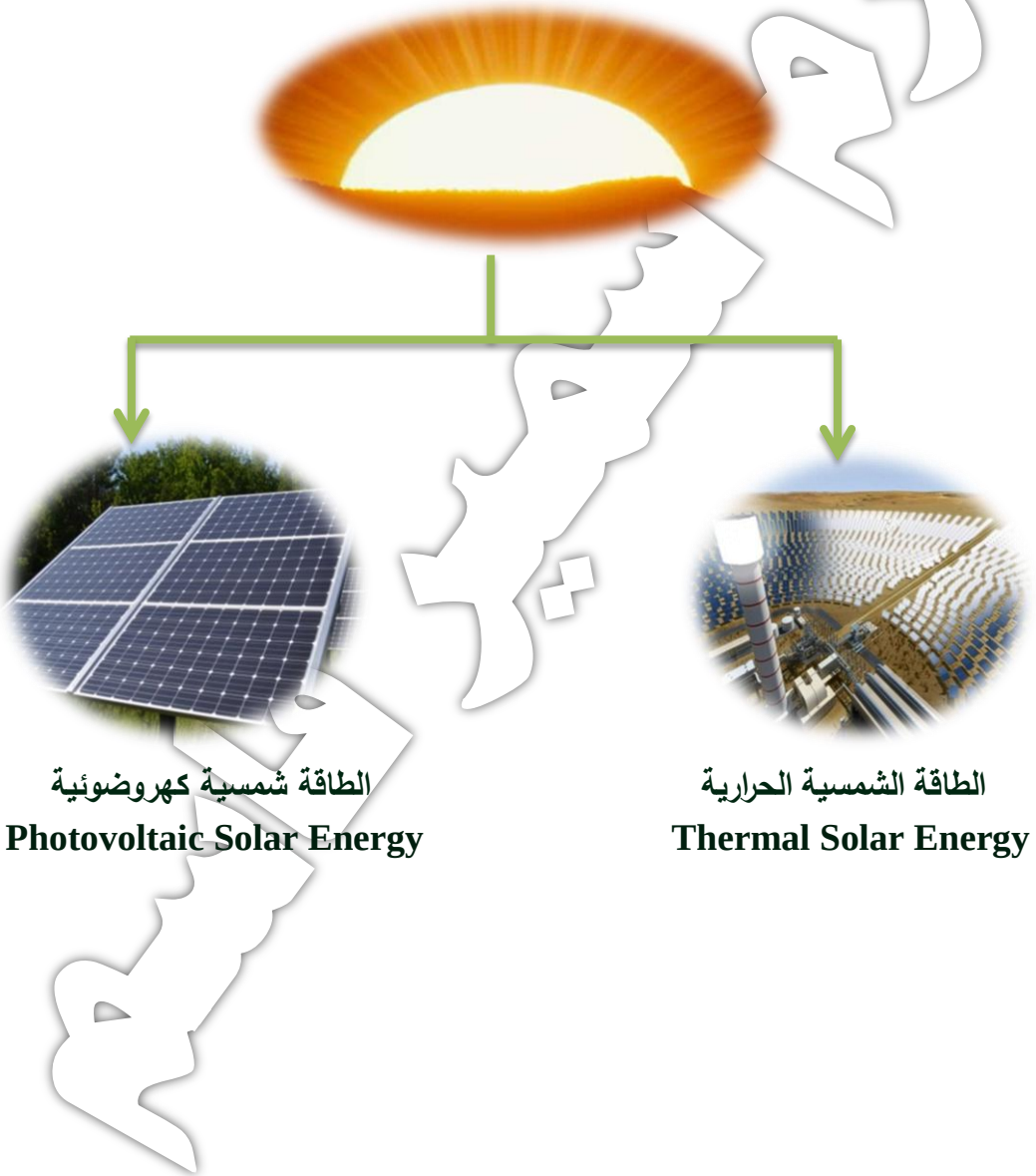
يتم من خلالها حساب الزاوية الشمس من الشروق والغروب بالنسبة لخط الجنوب الحقيقي والذي تكون زاويته اما 0 او زاوية 180، لآن زاوية الدائرة بالكامل تساوي 360 درجة.


East
South
90°
180°
270°
0°
North
West
AZIMUTH
© Clay Atchison '09
ALTITUDE
East
South
90°
180°
270°
0°
North
West
© Clay Atchison '09


Sun's path
June 21
East
solar panel
North
South
Horizon
Sun's path
December 21
Sun's path
on solstices
West

الطاقة الشمسية

Solar Energy



الطاقة شمسية كهروضوئية
Photovoltaic Solar Energy

الطاقة الشمسية الحرارية
Thermal Solar Energy

4- الخلايا الشمسية أو الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cell).

يتكون مصطلح (photovoltaic) من قسمين اولا (photo) ويقصد بها الضوئية، (volatic) يقصد به فولتا ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت – وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية–، وبذلك أصبح المصطلح(photovoltaic) باللغة الإنجليزية منذ عام 1849.

الفولتية الضوئية (Photovoltaic PV) التي تعرف ب الخلايا الشمسية أو الخلايا الكهروضوئية. وهي الخلايا التي من خلالها يتم تحويل الطاقة الشمسية (أشعة الشمس) مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي جهدي (Photovoltaic Effect)عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون، والسليكون وهو نوعين هي:-

1- السليكون متبلور (Crystalline Silicon)

2- السليكون الغير متبلورAmorphous Silicon))

3- الكادميوم تيلو رايد (Cadmium Telluride - CdTe) أو Copper Indium (Diselenide).

تم التعرف لأول مرة على تأثير الضوئي في عام 1839 من قبل الفيزيائي الفرنسي بيكريل. ومع ذلك فقد تم بناء أول خلية ضوئية عام 1883 من قبل شارلز فريتز، الذي قام بتغليف- السيلينيوم أشباه الموصلات- بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات. وفي عام1888 بنى الروسي الفيزيائي الكسندرستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز في وقت سابق من عام 1887 .

وقد وضح ألبرت آينشتاين التأثير الكهروضوئي في عام 1905 وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921. وأكتشف فاديم فوشكوراف. الوصلة الثنائية (p–n junction) في كبريتيد الفضة سنة 1941.

تنتج كل خلية ضوئية ما يقارب 3 واط اي ما يعادل تقريبا0.5 فولت، تربط الخلايا الشمسية (photovoltaic cell) مع بعض مكونتا الالواح الشمسية (solar panels) وتربط الالواح الشمسية مع بعضها مكونتا المجموعات الشمسية (solar array).

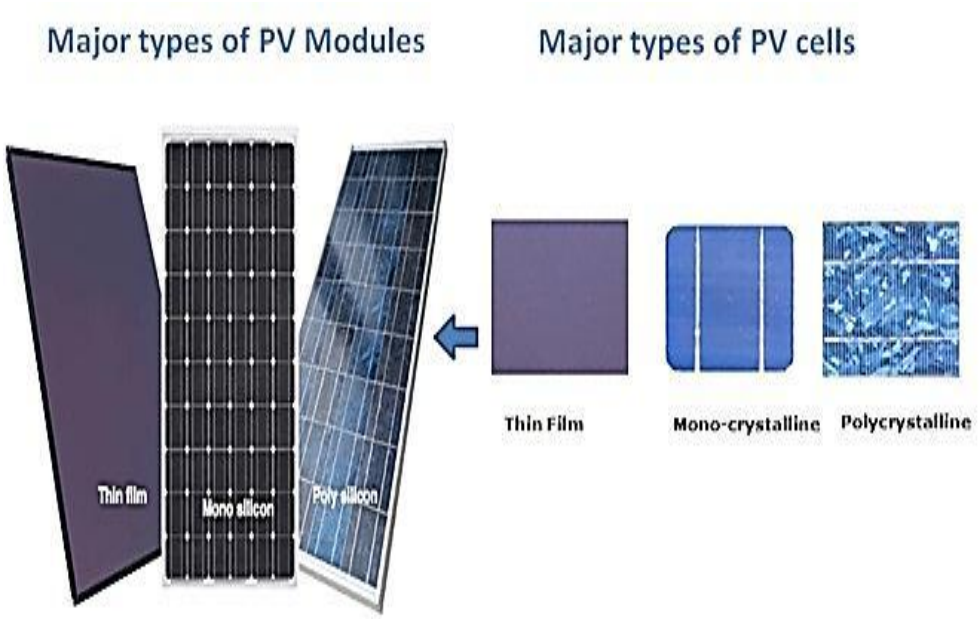
تعتمد شدة التيار الناتج لهذه الخلايا على وقت السطوع وشدة اشعاع الشمس وكفاءة الخلية الشمسية في التحويل. وتستخدم هذه الخلايا في مجال الاتصالات و شبكات الموبايل والحماية الكاثودية ومضخات المياه و أنظمة الإضاءة. والاقمار الصناعية وغيرها.

4.1 - انواع الخلايا الشمسية

1- **(Si Cell – Mono-Crystalline)** :- ويعرف بالألواح الأحادية، ويمتاز بنقاء كريستال السيلكون التي تصنع منها الخلايا، حيث تتكون الخلايا الشمسية فيها من سبائك سيلكون تقطّع على شكل شرائح، ويعد هذا النوع هو الأغلى ثمنًا وكذلك تعطي الخلايا كفاءة عالية مما يقلل من عدد الألواح المحتاج لها لتعطي نفس كمية الكهرباء من الأنواع الأخرى، وتمتاز كذلك بقدرتها على العمل بكفاءة في الضوء الخافت، بالإضافة إلى ارتفاع عمرها الافتراضي.

2-(Poly-Cristalline) :- ويسمى بالألواح الشمسية متعددة الكريستالات، وتختلف عن النوع الأحادي بالشكل، حيث تكون الخلايا فيها عبارة عن مربعات متراصة، وكفاءتها متوسطة مما يؤدي للحاجة إلى عدد أكبر منها للحصول على نفس الكهرباء، وهي أقل ثمنًا من النوع الأحادي، وتأتي بعمر افتراضي كبير.

3- (Thin Film):- يمتاز هذا النوع بمرونته وسهولة تركيبه، وهو رقيق وانسيابي ومتناسق ومظهره جميل، وهو رخيص الثمن مقارنةً بالأنواع الأخرى، ولا يتأثر بالتغيرات المناخية والغيوم، ولكن كفاءته قليلة مما يدعو إلى استخدام عدد أكبر من الخلايا لتغطية مساحات أكبر للحصول على نفس المقدار من الطاقة الكهربائية التي يمكن الحصول عليها من الأنواع الأخرى، وكذلك عمره الافتراضي قليل



فوائد الطاقة الشمسية

1. تكون التقنيات التي تستخدم في هذا النوع من الطاقة المتجددة بسيطة نسبياً عند مقارنتها بالتقنيات التي تستخدم في مصادر الطاقة الأخرى مثل طاقة الرياح.
2. الطاقة الشمسية لا تحتاج الى أي نوع من انواع الوقود (الغاز، الفحم، الكاز ... الخ) لإنتاج الطاقة الكهربائية لهذا تعتبر مصدرا قليلا لتكلفة.
3. تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً بيئياً آمناً، كما أنّها طاقة صديقة للبيئة فلا تُحدث أي شكل من أشكال تلوث الجو، وذلك يجعل منها محافظة على البيئة والحياة البيئية بشكل عام.
4. تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً دائماً للطاقة، فلا تفنى إلا عند فناء العالم.
5. تعد أنظمة التبريد والتسخين من أهمّ الطرق التي يمكن من خلالها استغلال هذه الطاقة، حيث توفر الماء الساخن طيلة الوقت، وذلك عن طريق وضع الألواح أو الأحواض الشمسية فوق أسطح المباني والمنازل في الأيام المُشمسة.
6. تُستخدم الطّاقة الشمسية في بعض الأحيان لإنتاج الهيدروجين النظيف والمتجدد، والتي تشبه إلى حد كبيرة مبدأ عملية التمثيل الضوئي، حيث يتم فصل الأوكسجين عن الهيدروجين في المياه.

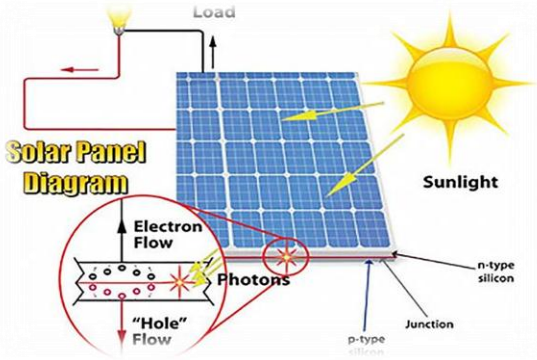
عيوب الطاقة الشمسيّة

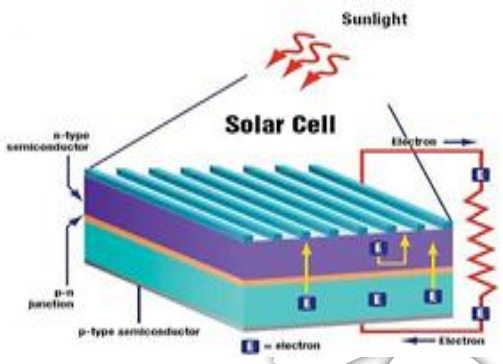
1. كفاءة الخلايا الشمسية تقدر بحوالي 20 % فقط، وعلى الرغم من ذلك فما تزال الدراسات العلمية وعمليات البحث والتطوير على الخلايا قائمة لرفع معدل الكفاءة.
2. ارتفاع أسعار البطاريات التي تستخدم في تخزين الطاقة الشمسية، كما أنه من الصعب تخزين هذه الطاقة بدون خسارة كميات كبيرة منها.
3. لا بدّ من الحرص على تنظيفها بشكلٍ مستمر، لضمان الاستفادة منها، ممّا يشكل عبئاً على الأشخاص الذين يستخدمونها، حيث إنّ تراكم الأتربة والأوساخ يعد مستمراً في ظل وجودها في المناطق المكشوفة.
4. عدم توفر الطاقة الشمسية لطوال اليوم، كما أنّ وجودها أو عدم وجودها يتغير بتغير فصول السنة مما يجعل هذا المصدر غير ثابت بالنسبة للكثيرين.
5. لا يمكن الاستفادة منها في المناطق التي تتعرّض لتساقطٍ كبيرٍ للأمطار.

4.2 آلية عمل الخلية الشمسية.

كما ذكرنا سابقا بأن الخلايا الشمسية:- هي عبارة عن أشباه موصلات تعمل على تحويل أشعة الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية عن طريق التأثير الكهروضوئي وتسمى أيضاً (الخلية الضوئية)، وتعد الخلايا الشمسية موفّراً أساسياً للطاقة حيث لا تحتاج إلى تفاعلات كيميائية أو وقود لإنتاج الطاقة الكهربائية، وعلى عكس المولدات الكهربائية، فإنها لا تملك أي أجزاء متحركة.

عند سقوط الأشعة الشمسية على الخلية الشمسية تعمل الطبقة المضادة للانعكاس على احتجاز الضوء الساقط بفعالية عن طريق تعزيز انتقاله إلى الطبقات التالية، وعندما تتعرض الشريحة السالبة لأشعة الشمس فإن طاقة الفوتونات تنتقل إلى الإلكترونات في منطقة التكافؤ لتصبح قادرة على الانتقال إلى منطقة التوصيل في الشريحة السالبة، وبالمقابل تنتقل الفجوات الموجبة إلى منطقة التوصيل بالشريحة الموجبة، لينتج عن ذلك فرق جهد بين سطحي الوصلة الثنائية، ويمكن الربط بين السطحين بواسطة موصل كهربائي للحصول على تيار كهربائي في دائرة كهربائية، حيث تمر الإلكترونات من الوصلة السالبة إلى الوصلة الموجبة في الدائرة الكهربائية، وبذلك قمنا بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.



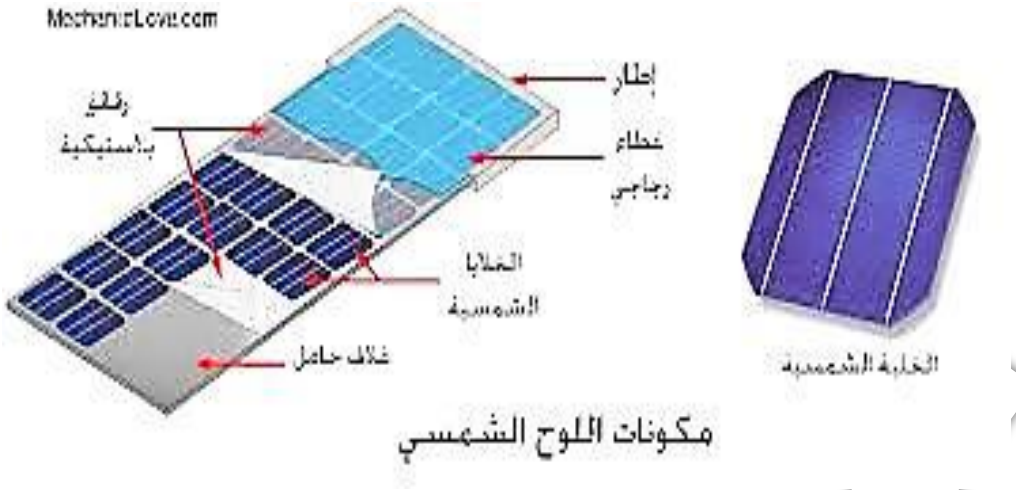


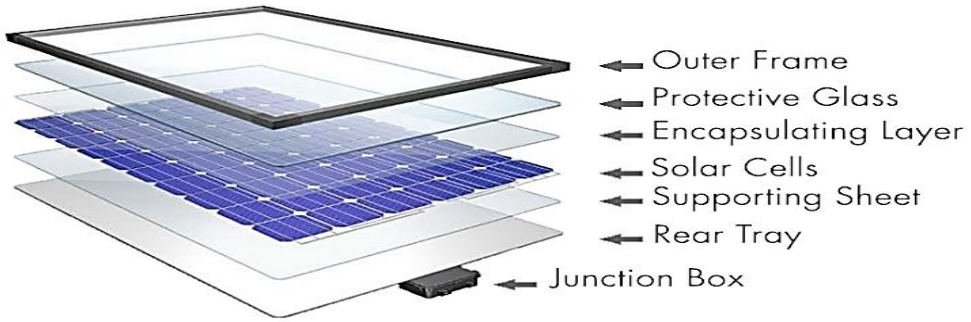
يعتمد مبدأ عمل الخلايا الشمسية على امتصاص أشعة الشمس وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية تُمكن الاستفادة منها عبر هذه العملية. عند سقوط الاشعة الشمسية على سطح الخلية تحفز الفوتونات الساقطة الالكترونات للانتقال عبر المنطقة الفاصلة بين الوصلتين التي تسمى بطبقة الاستنزاف كما ذكرناه أعلاه.

وهذا الانتقال يؤدي الى تكون فرق جهد وبالتالي سريان تيار كهربائي عبر الخلية يمكن الاستفادة منه. ان توليد القوة الكهربائية يتطلب وجود فولتية وتيار ، فلإنتاج قوة كهربائية على الخلية يتطلب توليد فولتية . بالإضافة الى التيار لمجهز بواسطة حركة الالكترونات . اما الفولتية فتجهز بواسطة تأثير المجال الكهربائي الداخلي حول منطقة الاتصال (P-N).

4.3 – تركيب الخلايا الشمسية

تحتوي الخلايا الشمسية على مواد شبه موصلة (مثل السليكون، وفوسفيد الإنديوم، وسيلينايد الإنديوم النحاسي) والتي تعمل على تحويل الطاقة الضوئية للشمس إلى طاقة كهربائية، وتحتوي بشكل أساسي على طبقة مضادة للانعكاس لتقليل فقدان الضوء، وعادةً ما تتكون الطبقة المضادة للانعكاس من أكسيد السيليكون، التيتانيوم، الذي يتشكّل على سطح الخلية عن طريق الطلاء المغزلي أو تقنية الترسيب بالفراغ، ويوجد تحت الطبقة المضادة للانعكاس ثلاث طبقات رئيسية وهي: طبقة التوصيل العليا، والطبقة الممتصة، والطبقة الخلفية. كما تحتوي الخلية على طبقتين كهربائيتين موجبة وسالبة، طبقة التلامس الكهربائي (الموجبة) والتي توجد على وجه الخلية وتتكون من شريحة مأخوذة من بلورات السليكون الأحادية مضافاً إليها بعض الشوائب من عنصر ثلاثي التكافؤ مثل البورون، وطبقة الاتصال الكهربائي الخلفية (السالبة) والتي تتكون من السليكون النقي والمضاف إليها بعض الشوائب لعنصر خماسي التكافؤ مثل الفوسفور، وتعمل كلا الطبقتين معاً على نقل التيار الكهربائي من وإلى الخلية الشمسية.



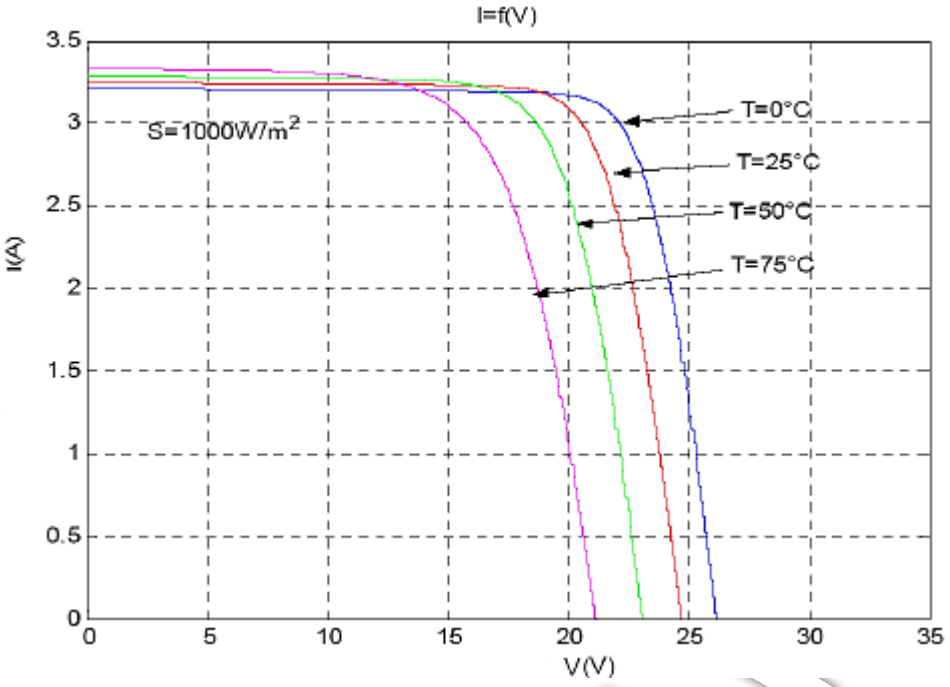


رسم مبسط يوضح مكونات الالواح الشمسية

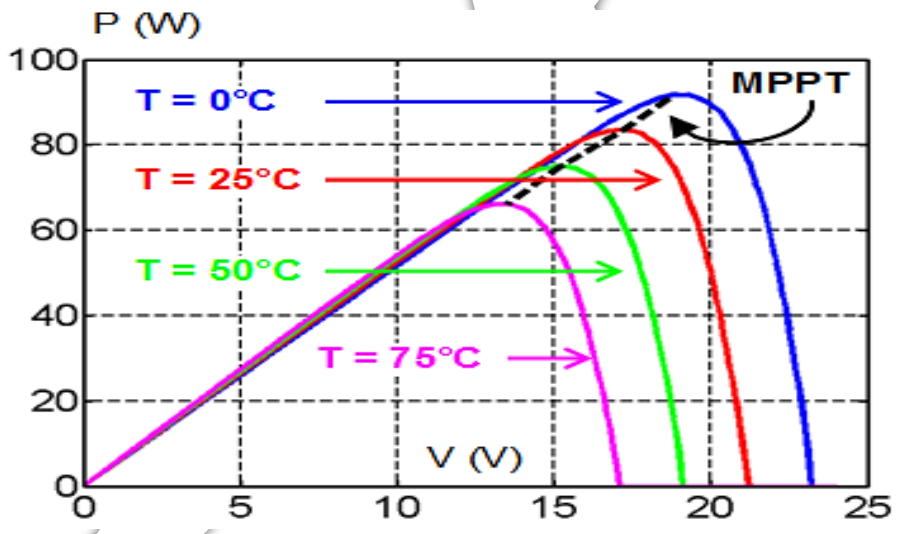
4.4 – تأثير درجة الحرارة على منحنيات خواص الجهد والتيار الخلية الكهروضوئية:-

تتفاوت كفاءة أداء الخلية الكهروضوئية عادة عكسيا بدرجة حرارة التشغيل بمعني آخر ينخفض أداء الخلية بارتفاع درجة حرارة الجو المحيط للخلية، هذا يعني أن الطاقة الكهربائية الناتجة من الخلية تنخفض بارتفاع درجة الحرارة.

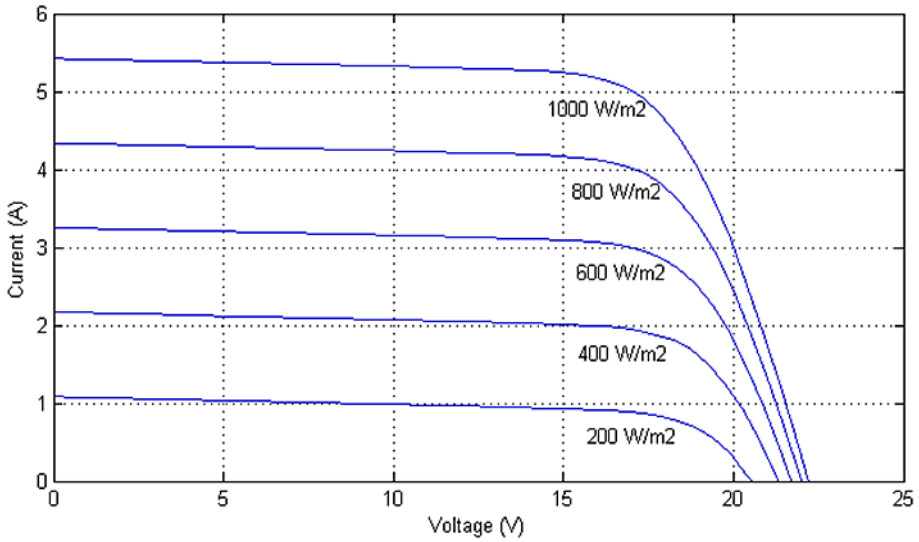
الشكل التالي يوضح تأثير درجة الحرارة على منحني خواص الجهد والتيار وكيف يكون لدرجة الحرارة التأثير المباشر في الطاقة الكهربائية المتولدة.



و الشكل التالي يعزز هذا التأثير في كمية الطاقة الكهربائية المتولدة. عموما درجة الحرارة من العوامل المؤثرة في الخرج و هناك عوامل أخرى تلعب دور في انخفاض أداء هذه الخلية من هذه العوامل سرعة الهواء و الغبار و كثافة الضوء الساقط على الخلية.



أما سرعة الهواء فتأثيرها ليس مثل درجة الحرارة او كثافة الضوء او الغبار ولكن في حساب الطاقة المتولدة رياضيا يؤخذ في الحسبان الشكل التالي حيث يوضح تأثير كثافة الضوء الساقط على الخلية في الطاقة المتولدة.



ان كفاءة اداء الخلايا الكهروضوئية تتراوح من 14 % الى 21 % حسب نوع المواد الخلية المصنعة منها وبإضافة المؤثرات الخارجية نأخذ على سبيل المثال ارتفاع درجات الحرارة سوف تنخفض هذه الكفاءة أكثر وسوف يؤثر ذلك في التكلفة الكلية في انشاء المشروع.

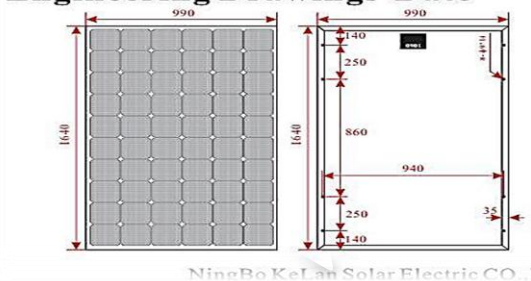
4.5 – لوحة المواصفات للخلية الشمسية.

يوجد على الوجه الخلفي لكل لوح من الواح الطاقة الشمسية لاصق صغير (Nameplate) وتدعى هذا لاصق باللوحة المعلومات الاسمية للوح الشمسي، وفيها يتم وضع جميع القيم المقاسة والاختبارات التي تخضع لها كل لوح شمسي. تفيد هذه اللوحة في توضيح خصائص وقدرات كل لوح شمسي .

Electric & Mechanical Date

Maximum Power(W)	250
Optimum Power Voltage(Vmp)	30
Optimum Operating Current(Imp)	8.33
Open Circuit Voltage(Voc)	36
Short circuit current(Isc)	9.25
Cell Efficiency(%)	17.8
Tolerance Wattage(%)	±3%
Size of Mudule(mm)	1640*990*40
Weight Per Piece(KG)	16
Temperature Range	-40 C to +85 C
Standard test conditions	AM1.5 1000W/㎡ /25 C

Engineering Drawings Date



NingBo KeLan Solar Electric CO.,LTD

windynation
clean | power to the people

100W Polycrystalline Photovoltaic Solar Panel

Part #:	SOL-100P-01
Maximum Power (Pmax):	100 Watts
Open Circuit Voltage (Voc):	21.60 Volts
Short Circuit Current (Isc):	6.32 Amps
Max Power Voltage (Vpm):	17.4 Volts
Max Power Current (Imp):	5.75 Amps
Max System Voltage:	1000 VDC (600 VDC UL)
Dimensions:	40.0" x 26.4" x 1.2" [1015mm x 670mm x 30mm]
Weight:	17.6 lbs [8kg]
Max Series Fuse Rating:	8 Amps
Nom Operating Cell Temp:	45°C [+/-2°]

RoHS

1	Maximum power (Pmax , Watt)	الاستطاعة العظمى (واط)
2	Maximum power voltage (Vmp, volt)	الجهد الأعظم المقابل الاستطاعة العظمى (فولط)
3	Maximum power current(Imp, Ampere)	التيار الاعظم المقابل الاستطاعة العظمى (أمبير)
4	Open circuit voltage (Voc , volt)	جهد الدارة المفتوحة (فولط)
5	Short circuit current (Isc, Ampere)	التيار الدارة المفتوحة (امبير)
6	(Maximum system voltage (volt	جهد النظام الاعظم (فولط)
7	Maximum series fuse (Amp)	تيار الفيوز التسلسلي الاعظم (امبير)
8	Minimum bypass diode (Amp)	التيار الاصغر لدايود العبور (امبير)
9	Fire Rating	تصنيف الاحتراق

لوحة المواصفات في الالواح الشمسية

1- الاستطاعة العظمى (Maximum Power, Pmax, watt):-

وهي أعلى قيمة للاستطاعة يمكن ان ينتجها اللوح عند تعرضه لإشعاع الشمسي تحت شروط الاختبار المعياري (STC). Pmax (Watts) = Vmp (volts) * Imp (amps)

من المهم معرفة قيمة هذه الاستطاعة لكونها تفيد في حسابات الكلية لاستطاعة النظام ككل وبالتالي تحديد عدد الالواح الشمسية المطلوبة.

2 – الجهد الاعظم المقابل للاستطاعة العظمى (Maximum Power Voltage):-

هو قيمة الجهد المقابلة الاستطاعة العظمى وهو قيمة الجهد الذي نراه على المقياس عند اخضاع اللوح للاختبار المعياري (STC).

3- التيار الاعظم المقابل للاستطاعة العظمى "أمبير"(Maximum Power Current):-

وهي قيمة التيار المقابلة لقيمة الاستطاعة العظمى الذي نراه على المقياس المعياري عند اخضاع اللوح للاختبار .

4- جهد الدارة المفتوحة "فولط" (Open Circuit Voltage, Voc ,Volt):-.

هي أعلى قيمة للجهد ينتجها اللوح الشمسي عند اخضاعه للاختبار المعياري (STC) والدارة مفتوحة أي لا يوجد تيار بالدارة. تكمن أهمية هذه الخاصية في أن الرقم الناتج سيستخدم في حساب عدد الواح الشمسية.

5- تيار الدارة المقصورة "أمبير" (Short circuit current, Isc, Ampere)

وهو أعلى قيمة للتيار ينتجها اللوح الشمسي عند اخضاعه للاختبار المعياري والدارة المقصورة ضمن مقياس التيار حيث لا يوجد خسائر في التيار.

6- جهد النظام الاعظم "فولط" (Maximum System Voltage, volt).

تشير هذه القيمة الى أكبر قيمة للجهد يمكن أن يتحملها اللوح عند وصله علة التسلسل مع الالواح الشمسية الاخرى.

7- تيار الفيوز التسلسلي الأعظم " امبير" (Maximum Series Fuse).

الغاية من وجود الفيوز (الفاصمة) هو حماية الأسلاك والتوصيلات والتجهيزات الموصولة مع الالواح الشمسية من التيارات العالية فقط ولا يتعلق بالحماية من الجهود المرتفعة.

8- التيار الأصغر لدايود العبور "أمبير" (Minimum Bypass Diode)

قد تتعرض احدى الالواح الشمسية أو عدد من الخلايا لقليل او جزء من الظل خلال النهار لسبب ما وهذا يجعل من الخلايا المظللة أن تبدو بالنسبة لباقي خلايا اللوح الشمسي كعناصر الكترونية لها مقاومة وتسحب تيار وهذا الأمر مضر جدا باللوح الشمسي ولتفادي هذه الحالة نحتاج الى وصل ديود عبور على التفرع مع كل خلية من خلايا اللوح ولكن بسبب التكلفة الكبيرة لذلك يتم وصل كل مجموعة من الخلايا الشمسية الى ديود عبور واحد .ان الدايود يسمح بمرور التيار باتجاه واحد فقط لذلك عند وصلة على التفرع مع مجموعة الخلايا فلا يسمح بمرور التيار الى الخلايا المظللة.

9- تصنيف الاحتراق (Fire Rating).

في عام 2012 طالب القائمون على الكود العالمي للأبنية (International code, IBC Building) بأنظمة الشمسية متوافقة مع تصنيف الاحتراق للأبنية، بحيث تساعد على انطاء الحريق في حال حدوثه بدلا تسريعه.

5 - طريقة توصيل الالواح الشمسية

1- ربط الالواح الشمسية التوالي 2- ربط الالواح الشمسية التوازي

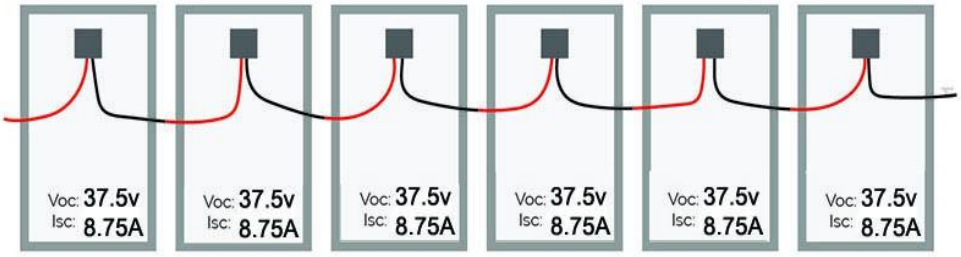
5.1- توصيل الالواح الشمسية على التوالي

تشمل ربط الاتصال الموجب (+) من اللوح إلى السالب (-) في اللوح المقابل. و في جميع الألواح نجد في الكابل الخلفي القطب الموجب مزود بوصلة ذكر MC4 لونها احمر و وصلة MC4 لونها اسود، فيتم توصيل ذكر مع الوصلة في اللوح المقابل مباشرة دون الحاجة لعمل اي وصلات اخرى.

لتوصيل 6 ألواح علي التوالي بالمواصفات الأتية:

تيار دائرة القصر Isc = 8.75A، تيار دائرة القصر يظل ثابت عند 8.75 A.

جهد دائرة القصر Voc = 37.5V، الجهد الإجمالي للمصفوفة = 37.5 * 6 = 225 V



جهد المصفوفة 225V و التيار 8,75A

ويتم اختيار طريقة التوصيل طبقا لاحتياجات و مواصفات منظم الشحن أو الأنفيرتر. فمثلا لو كان منظم الشحن يقبل فولت Voc =150 هذا يعني انه يجب ان لا يزيد عدد الألواح علي التوالي عن 4 الواح و من الأفضل دائما اختيار المنظم الذي يقبل اكبر عدد من الألواح علي التوالي لزيادة الفولت و تقليل التوصيل علي التوازي الذي يؤدي الي زيادة التيار بقدر الإمكان. و هذا يؤدي الي التوفير في مقطع الأسلاك وتقليل فاقد النظام.

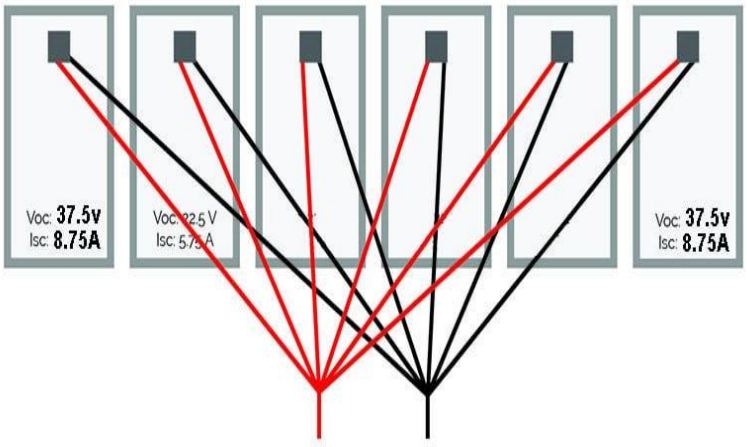
م / عند التوصيل علي التوالي Series يتضاعف قيمة الجهد و يظل الأمبير ثابت.

5.1.2 – طريقة توصيل الالواح الشمسية على التوازي

تشمل ربط الاتصال الموجب (+) من جميع الألواح مع بعضها و ربط جميع نقاط الاتصال السالبة (−) مع بعضها. و في هذه الحالة يجب استخدام وصلات MC4 ثنائية و ثلاثية لعمل هذه الوصلات. في حال زيادة عدد الخطوط التي يتم توصيلها بالتوازي مع بعضها عن 3 يجب تجميعها في لوحة Combiner Box و استخدام البارات النحاس لتنفيذ هذه التجميعات، لتوصيل 6 ألواح علي التوازي:

جهد دائرة القصر يظل ثابت عند = 37.5 v، تيار دائرة القصر المجمع = 8.75 * 6 = 52,5 A

عند التوصيل علي التوازي Parallel يتضاعف الأمبير و يظل الجهد ثابت.



جهد المصفوفة 37.5V و تيار 52.5A

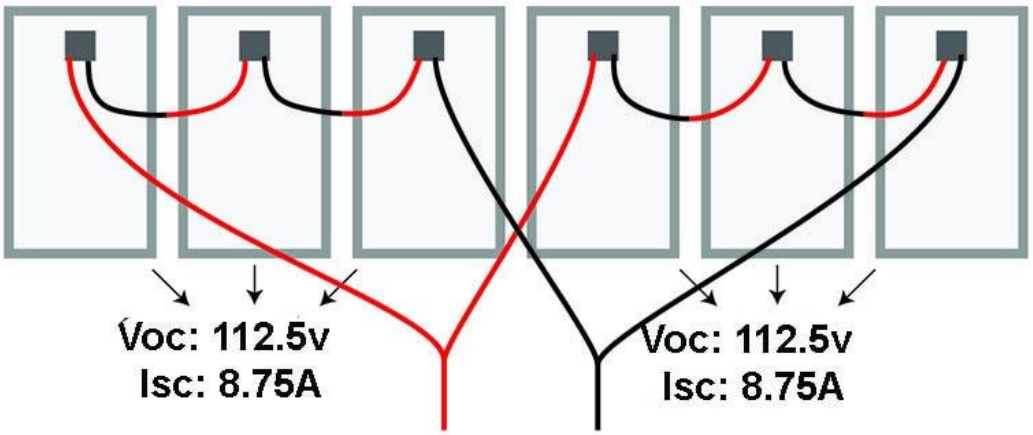
5.1.3 طريقة توصيل الالواح الشمسية على التوالي والتوازي.

يراعي في هذه الطريقة ان يكون الجهد متطابق لكل خط من الخطوط المراد توصيلها علي التوازي.

فمثلا يتم توصيل 3 ألواح علي التوالي و عمل خطين علي التوازي بأجمالي عدد 6 ألواح:

جهد دائرة القصر = 37.5 * 3 = 112 V، تيار دائرة القصر المجمع= 8.75 * 2 = 17.5 A

وهذه المصفوفة تصلح مثلا لتغذية منظم شحن يستقبل جهد اقصي 112.5 V في مدخل الألواح PV in.



جهد المصفوفة 112.5V و تيار 17.5A

هذه الطريقة في التوصيل هي اكثر الطرق انتشارا حيث ان عادة قيمة اقصي جهد لمصفوفة الألواح لأي منظم شحن نادرا ما تتطابق مع الجهد المجمع لجميع الألواح.

5.2- موصلات (MC4 connector).

تستخدم هذه الموصلات لربط اسلاك الالواح الشمسية مع بعضها البعض وبين مكونات المنظومة الطاقة الشمسية (تربط الاسلاك بين الالواح الشمسية بالإضافة الى ذلك تستخدم لربط مآبين منظم الشحن والانفرتر والالواح الشمسية ...) ، توجد اشكال عديدة من هذه الموصلات منها الموصلات الاحادية والموصلات الثنائية والثلاثية والرباعية، تحتوي هذه الموصلات في داخلها ع عنصر الكتروني يسمى الدايود (Diode) الذي يستخدم كعنصر حماية للتيار المعاكس.

شكل مبسط يوضح شكل موصلات الدايود (MC4 connector)

شكل مبسط يوضح طريقة استخدام موصلات الدايود (MC4)

5.3 - منظم الشحن الطاقة الشمسية (Solar Charge Controller)

منظم الشحن (solar charge controller) جهاز الكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره الي البطاريات والصادر من البطارية الى الحمل الكهربائي وذلك للمحافظة على البطاريات المستخدمة والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة أمثل

5.3.1 – انواع منظم الشحن

هناك نوعان رئيسيان من منظمات شحن الطاقة الشمسية و هما منظم الشحن MPPT و منظم شحن PWM .

5.3.1.1 منظم الشحن PWM او (PULSE WIDTH MODULATION)

منظم الشحن PWM يقوم بتقليص الجهد القادم من الألواح الشمسية لتحويله إلى الجهد المناسب لشحن البطاريات و هذا ما يتسبب في فقدان بعض الطاقة و تقليل كفاءة النظام. وهذه أهم عيوب منظم الشحن PWM . منظم الشحن من نوع (PWM) وهي اختصارا للكلمات (Pulse-width modulation) وسمي بهذا الاسم لان المنظم من هذا النوع يقوم بأرسال التيار الكهربائي

الى البطارية على شكل نبضات كهربائية تسمى (pluse) ويقوم هذا النوع بتعديل عرض النبضات وفقا لحجم التيار الكهربائي المخزن في البطارية. ويمكن استخدامه في الانظمة الصغيرة .

تتميز المنظمات من نوع PWM بانها اقل ثمنا من المنظمات الاخرى وتصلح للأنظمة الصغيرة.

5.3.1.2 منظم الشحن MPPT(MAXIMUM POWER POINT TRACKING)

سميت هذه المنظمات بـ MPPT بهذا الاسم اختصارا من العبارة الانجليزية (Maximum Power Point Tracking) والتي تشير الى طريقة عمل هذه المنظمات (تتبع نقطة الطاقة القصوى)، وهي عبارة عن محولات تيار كهربائي dc-to-dc والتي يقوم فيها المنظم بتمرير التيار الكهربائي على شكل نبضات من الخلايا الشمسية الى البطاريات بأفضل جهد كهربائي يمكن شحن البطاريات من خلاله حيث تعتمد على مبدأ استخلاص الطاقة العظمى الممكنة من الخلايا الشمسية و ذلك عن طريق تغير فرق الجهد (الفولتية) بحيث تعطي أعظم استطاعة خرج لها. ويفضل استخدامها في الانظمة الكبيرة.

منظم شحن MPPT متطور على منظم PWM من ناحية الكفاءة. فهو يستغل الطاقة القصوى للألواح الشمسية.

6 – الآنفيرتر أو محول الطاقة أو العاكس (Inverter).

أنفيرتر الطاقة الشمسية أو محول الطاقة (العاكس) كما يسميه البعض هو العنصر المسؤول عن تحويل الكهرباء من تيار كهربائي مستمر DC المتولد من الخلايا الشمسية إلى تيار مترددAC وهو عنصر ضروري في كل انواع الانظمة الشمسية للمنازل لأن اغلب الأجهزة المنزلية تعمل بالتيار المترددAC كالتلفاز، معدات المطبخ، الكمبيوتر أو إنارة المنزل وغيرها. و التيار الذي تنتجه الالواح الشمسية هو تيار مستمرDC.

6.1 – :– أنواع أنظمة الطاقة الشمسية و مكوناتها.

6.1.1 – الأنظمة الشمسية المنفصلة عن الشبكة PV Off-Grid Systems

الأنظمة الشمسية المنفصلة عن الشبكة أو بمعنى أخر المستقلة عن شبكة الكهرباء الوطنية PV Off-Grid Systems هي الطريقة المثالية المناسبة لتزويد المناطق النائية والريفية وغير المزودة بالكهرباء للتزود بالطاقة الكهربية النظيفة لمنازلهم أو مزارعهم.

فوائد الأنظمة الشمسية المنفصلة عن الشبكة

1– الاستقلالية التامة عن الاشتراك مع شبكة شركة الكهرباء.

2– يجب الاعتماد علي النظام الشمسي بنسبة 100% في توفير كل احتياجات الكهرباء.

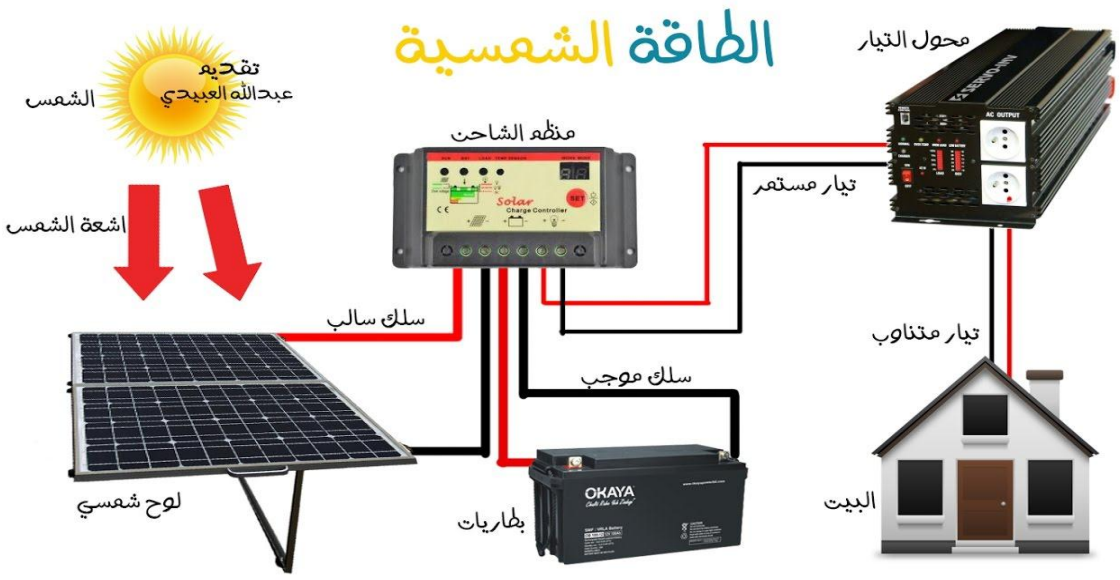
3– يتم تصميم المحطة علي اساس ضمان كل الاحتياج للكهرباء علي مدار كل فصول و ايام السنة.

4– ينصح بعمل هذا النظام في الاستخدامات التي يمكن فيها الاستغناء عن جزء من الطاقة الكهربائية اثناء الفترات الطويلة من سوء الاحوال الجوية. حيث لا يوجد دعم من الشبكة .

5– إمكانية زيادة قدرة النظام من الألواح والبطاريات إذا دعت الحاجة.

مكونات الأنظمة الشمسية المنفصلة عن الشبكة الكهربائية

الألواح الشمسية – منظم الشحن – البطاريات – محول التيار (الانفرتر)– القواطع الكهربائية– الهيكل المعدني – كوابل التيار المستمر والمتردد – نظام التأريض (Grounding)



شكل مبسط يوضح شكل المنظومة الشمسية المعزولة عن الشبكة الكهربائية

فعند تصميم النظام يجب ان تتوفر جميع المعلومات الأتية:

1- حساب قدرة الأحمال الكهربائية (الأجهزة الكهربائية و عددها) وتحسب بـ KW/h Or Kw/day

2- عدد ساعات الاستخدام لكل حمل على حده

3- توقيت استخدام الحمل (في النهار ام في الليل)

4- الموقع الجغرافي لتنصيب المشروع (منظومة الطاقة الشمسية)

5- حساب عدد الالواح الشمسية المطلوبة

6- تحديد العاكس (Inverter) المناسب، تحديد منظم الشحن المناسب (solar charge controller)

7- تحديد عدد البطاريات المناسب وسعتها، وطريقة توصيلها.

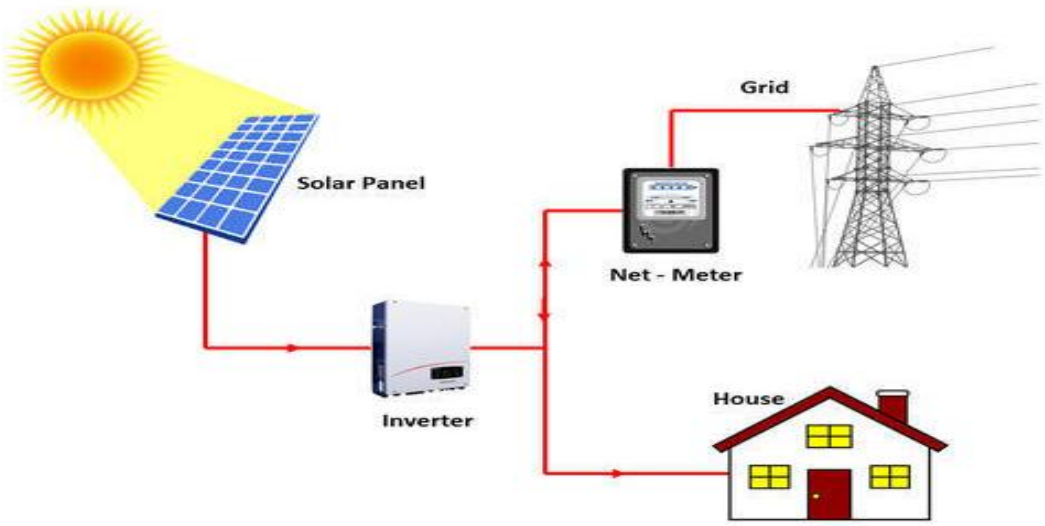
8- تحديد أحجام الكوابل المناسبة في توصيل مكونات منظومة الطاقة الشمسية (الالواح الشمسية، منظم الشحن ... الخ)

6.1.2 – الانظمة الشمسية المتصلة بشبكة الكهرباء PV On-Grid Systems

هذا النوع من الانظمة تربط مع الشبكة (on grid)الاولوية تجهيز الحمل من الخلايا الشمسية . في هذا النظام تكون الكهرباء المنتجة من الخلايا الشمسية والتي تذهب بشكل مباشر الى المنزل مع وجود الوطني والفائض عن استخدام المنزل يرجع الى الشبكة. لذلك يتم ربط عدادات ذكية لشراء الكهرباء الفائض من المواطن . في هذا النظام لاوجود للبطاريات خزن الطاقة لان الفائض يباع للشبكة الوطنية أو احيانا يخزن بالشبكة الوطنية لحين الحاجة للكهرباء. لذلك تكون هذه المنظومة ارخص بكثير من الكلفة الكلية للمنظومة الشمسية .في هذا النوع من الانظمة نحتاج الى عداد طاقة كهربائية ذكي smart meter يقرأ الطاقة الكهربائية المجهزة الى الشبكة الوطنية والطاقة الكهربائية المجهزة من الشبكة الوطنية وحساب الفرق بين الطاقتين لمعرفة الكلفة المباعة الي الشبكة الوطنية او المشتراة منها.

6.1.2.1 – مميزات الانظمة الشمسية المتصلة بالشبكة PV on-Grid Systems

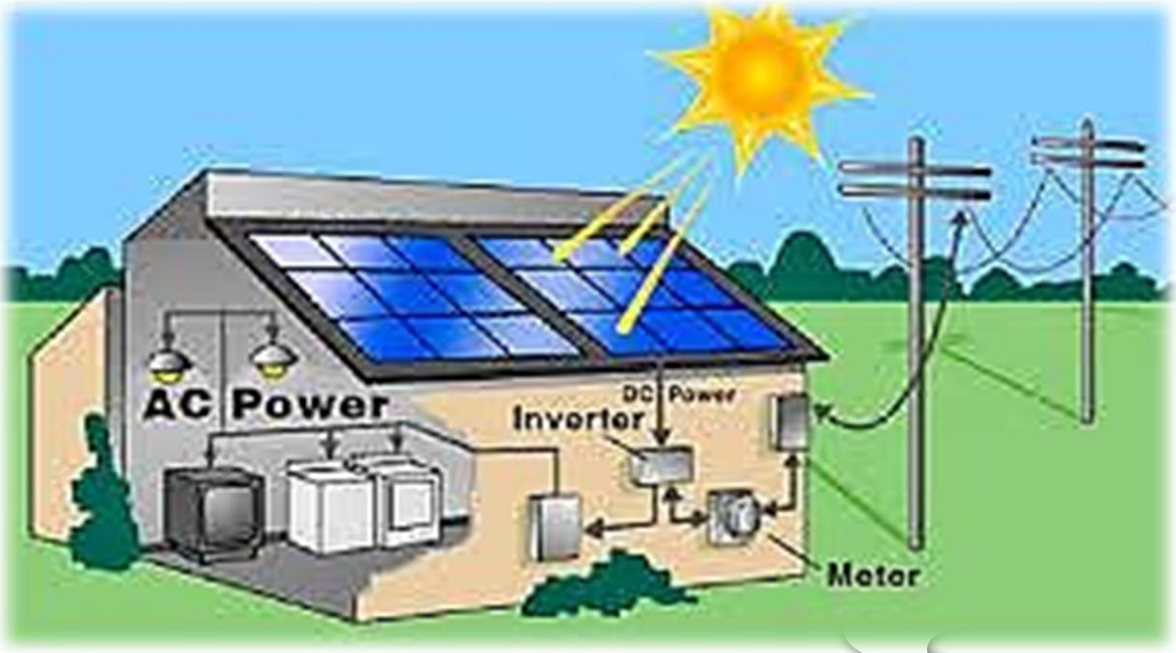
1. المحطات المتصلة On Grid هي أنظمة الشمسية تولد الكهرباء فقط عندما تكون متصلة بشبكة الكهرباء الحكومية
2. محول التيار أو العاكس (الأنفرتر) في هذا النظام يفصل تلقائيا عند انقطاع التيار الكهربائي
3. يتم ربط المحطة بشبكة الكهرباء و بيع فائض الطاقة المولدة من الخلايا الفوتوضوئية الي شركات توزيع الكهرباء القومية بموجب عقود طويلة المدى.
4. المحطات المتصلة يمكن ان تكون مشروع استثماري بحت ليس له علاقة مباشرة باحتياجات المستثمر.
5. لا يوحد بطاريات ذات العمر الافتراضي القليل نسبيا و هذا يقلل من تكاليف المحطة و المصاريف التشغيلية المقارنة مع المحطة المستقلة او الهجين
6. عائد مضمون على الاستثمار في الدول التي لديها تعريفة تغذية مناسبة مع معدلات التضخم المحلية. يتم التعاقد مع صاحب المحطة علي شراء كامل الطاقة التي تولدها الألواح لمدد طويلة تصل الي 25 عام ذلك علي عكس اي مشروع استثماري اخر يخضع تسويقه لتقلبات السوق. يمكن بالتالي في مشروع المحطات المتصلة On Grid عمل دراسة جدوى دقيقة و واقعية لمدة طويلة تخضع للمعطيات المتوفرة دون اللجوء الي تخمينات بالنسبة الي المبيعات.



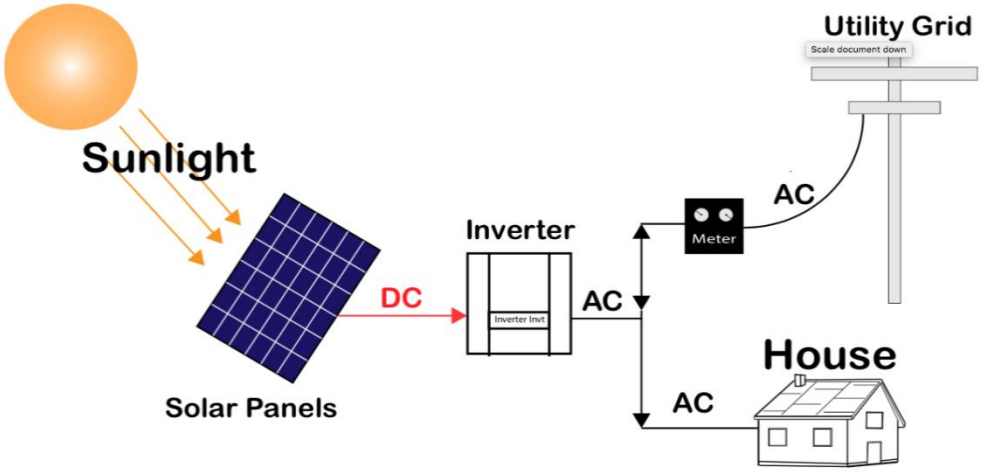
شكل مبسط يوضح مكونات الانظمة الشمسية المتصلة بالشبكة الكهربائية

6.2.2- عداد الطاقة الكهربائية الذكي smart Metering.

يتم تركيب عداد رقمي ذكي smart meter قادر على احتساب «صافي الاستخدام» بحيث يتم قياس التيار القادم من شبكة الكهرباء والتيار المتولد من فائض انتاج النظام الشمسي والمصدر للشبكة، ويحتسب صافي الاستخدام بعدها. فمثلاً إذا كان المشترك يستهلك في الصباح 20 كيلو وات و توليد الألواح الشمسية 30 كيلو وات يكون رصيده 10 كيلو وات ، ثم إذا كان استهلاكه في الليل 15 كيلو وات يصبح صافي الاستهلاك لهذا اليوم 5 كيلو وات. في نهاية كل شهر يتم محاسبة العميل بناء علي صافي الاستهلاك / أو الرصيد بحيث قد يحصل العميل من شركة توزيع الكهرباء علي رصيد نقدي في حال استهلاكه اقل من توليد الألواح الشمسية للكهرباء، أو قد يدفع فاتورة بسيطة عندما يكون استهلاكه اكبر من انتاج الألواح



المنظومة الشمسية المتصلة بشبكة الكهرباء الحكومية

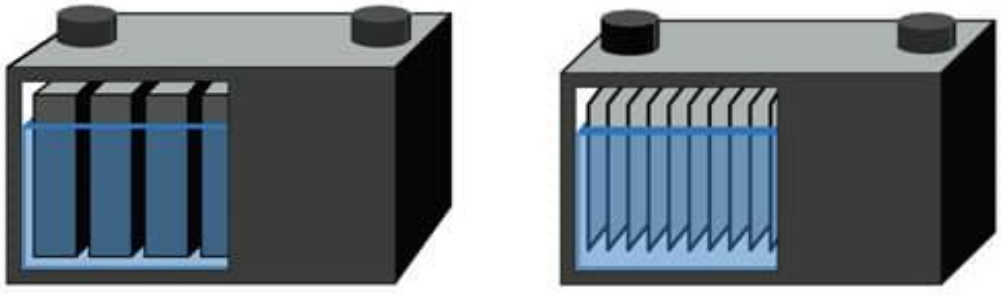


7 – بطاريات الطاقة الشمسية:-

تستخدم بطاريات الطاقة الشمسية من أجل تخزين الكهرباء، بغية الحد من هدر الطاقة الكهربائية التي يتم الحصول عليها من الرياح والبحار والشمس وتغطية فترة الليل. تصنف بطارية الطاقة الشمسية من نوع بطاريات ذات إفراغ الشحن العميق (Deep – Cycle). اما البطارية المستخدمة في السيارات تسمى starter . لا يمكن استخدام بطارية السيارة في النظم الفوتو فولطية لان بطارية السيارة ستفسد بعد فترة قصير لا نها مصممة لكي تعطيك كمية كبيرة من الشحنة الكهربية في فترة قصيرة. وهذه الفترة هي فترة بداية دوران المحرك و باقي الوقت يتم شحنها عن طريق الدينامو في السيارة. و ذلك علي عكس بطاريات الطاقة الشمسية التي هي مصممة لكي يتم شحنها طوال فترة سطوع الشمس ثم تقوم بتفريغ شحنتها طوال الليل و تسطيع ان تقوم بعملية الشحن في وقت طويل وبتيار منخفض وكذلك تستطيع تفريغ الشحنة في وقت طويل.

كما ان يمكن شحنها بنسبة تصل الي 50% لتعيش من 1500الى 3000 دورة، وهذا رقم كبير جدا مقارنة ببطارية السيارة التي لن تعيش اكثر من 100 دورة عند تفريغها بنسبة 50%، و تستطيع بطارية الشحن العميق ان تفرغ شحنتها كاملة دون ان تتلف 200 مرة أما بطارية السيارة العادية فقد تتحمل تفريغ ما بين 12 الي 15 مرة فقط. لهذا السبب لا يمكن استخدام بطارية السيارات في شحن الطاقة الشمسية .

وتتميز بطارية الشحن العميق Deep - Cycle بالحجم والسمك الكبير لصفائح الرصاص التي بداخلها حتي يتحمل الحمل الواقع عليها اثناء الشحن أو التفريغ الكامل. وهذا ما يرفع ثمنها نظرا لأن الرصاص سعره مرتفع.



سمك صفائح الرصاص في بطارية السيارة قليل – خفيفة الوزن – بطارية الشحن العميق سمك صفائح الرصاص كبير جدا

7.1 – أنواع بطاريات الطاقة الشمسية:

هناك العديد من الأنواع البطاريات الطاقة الشمسية ولكن الاقتصادية تكون من النوعية ذات الحامضية والألواح الرصاصية Lead-Acid وغالبيتها 12 فولت أو 24 فولت. وللتعامل معها نحتاج لمعرفة متغيران على الأقل من أصل ثلاثة متغيرات هم الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت (Voltage) والتيار ويقاس بالأمبير (Amper) والقدرة وتقاس بالواط (Watt). يتم الإشارة إلي سعة البطارية بعدد الأمبيرات في الساعة (Amps-Hours (Ah.

فعلي سبيل المثال إذا قرأتم البيانات على البطارية كالتالي 12V/200Ah فإن هذا نظريا يعني أنها تستطيع توفير 200×12 فولت طاقة اي 2400 وات.

1- بطاريات الرصاص المغمورة (FLA – Flooded Lead Acid):-

كما هو واضح من اسمها فالواح الرصاص بها تكون مغمورة تماما بسائل قابل للتأين الكهربي. سميت بهذا الاسم لأن فيها سائل يجب تغييره كل فترة معينة (كبطاريات السيارة). و هذا النوع هو الأقدم و الأكثر استعمالا و تتراوح قدرتها بين 100 و 500 AH. وعمرها قد يصل الى 10 سنوات.، قيمة جهدها 12 فولت أو 24 فولت .

2- بطاريات الجل Deep-Cycle GEL))

الجل المستخدم في البطاريات هو ثاني اكسيد السيلكون (السيليكا) وهو عباره عن ماده اسفنجيه مساميه تعمل على امتصاص السائل المتفاعل وتحتفظ به في داخلها وتمنع خروجه الا عندما يجف خلال التفاعلات. وتعمل على نقل الالكترولايت دون احداث تلامس بين الاقطاب. حيث تمتاز البطاريات التي تحتوي على مادة الجل بنسبة تفريغ ذاتي قليله جدا واكثر تحملا لدرجات الحرارة المرتفعة.

3 – بطاريات السائل القابل للتأين الكهربائي (Deep Cycle AGM - Absorbed Glass Mat)

تكون من نوع البطاريات المغلقة بأحكام وتدعى بـ seild تحتوي بداخلها على فايبر كلاس الياف الصوف المشبعة بمادة الاسيد وهو الرصاص بشكل عام الاوربيين والامريكان يفضلون بطاريات AGM بذات في الدول القابلة لتجمد درجات الحرارة الباردة جدا يفضل استخدام AGM . بصورة عامة بطاريات GEL افضل من AGM وعمرها الافتراضي اطول ولكن تتجمد ف حالة انخفاض درجات الحرارة الى الانجماد .

4- بطاريات الليثيوم (Lithuim lon)

تستعمل بطاريات الليثيوم اليوم في الكثير من الاجهزة المحمولة كالحواسيب المحمولة وذلك بسبب صغر حجمها و خفة وزنها مقارنة بسعتها. و لذلك تستعمل في السيارات الكهربائية التي لا تحبذ الوزن الثقيل. و من مميزات هذه البطارية كذلك أنها سريعة الشحن. لكن رغم ذلك فإن هذا النوع من البطاريات لا يعتبر متأقلما بدرجة كبيرة مع نظام الطاقة الشمسية، وذلك لأنها تستوجب طريقة شحن دقيقة جدا. أي أنها لا تستطيع التأقلم مع التيار المتغير بشدة الذي تولده الألواح الشمسية بالإضافة إلى ذلك فإن بطاريات الليثيوم معروفة بالأضرار التي تسببها في حالة تجاوزها للحد الأقصى لشحنها المسموح. و هذا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها أو انفجارها في بعض الأحيان. لهذا السبب فإن استعمال منظم شحن ذو جودة عالية مع بطاريات الليثيوم في نظام الطاقة الشمسية أمر لا غنى عنه. خاصة و أن الجهد المتأتي من الألواح عادة ما يتجاوز بكثير جهد شحن البطاريات.

شكل مبسط يوضح انواع بطاريات الشحن العميق لطاقة الشمسية

(deep- cycle Battery)

7.2 -المواصفات الاساسية لبطاريات الشحن الطاقة الشمسية

من أجل اختيار بطاريات الطاقة الشمسية المتناسبة لنظام الطاقة الشمسية الخاص بنا يجب أن نعرف أولا ما هي مواصفات البطاريات. ومن أهم هذه المواصفات نذكر:

1- الجهد الكهربائي :

وهو من أهم مواصفات البطاريات و أشهرها ويعرف كذلك بفرق الجهد الكهربائي او القوة الكهربائية الدافعة او الفولتية. و الجهد الكهربائي هو الفرق في قيمة الطاقة الكهربائية (الكمون الكهربائي) بين قطبي البطارية. كما يعرف كذلك على أنه القوة الدافعة للإلكترونات من القطب السالب الى القطب الموجب.

2 - جهد الشحن :

وهي تمثل أقل قيمة جهد كربائي لازمة لشحن البطارية . كمثال فإن بطاريات البلومب ذات جهد 12 فولت تستوجب جهد شحن يتراوح بين 13.2 و 14.4 فولط لشحنها بطريقة جيدة.

3 - قدرة البطارية أو CAPACITY :

القدرة (capacity) هي من أهم مواصفات البطاريات. فهي القيمة التي نبحث عنها عند القيام بحساب بطاريات الطاقة الشمسية. وهي تمثل كمية الطاقة التي يمكن تخزينها في البطارية. لذلك يمكن أن نسميها سعة البطارية. وحدة قياس قدرة البطارية هي Ah اي حاصل ضرب التيار المستخدم (بالامبير) في الوقت اللازم لتفريغ البطارية (بالساعة).

4 - معدل التفريغ (DISCHARGE RATE) :

معدل التفريغ أو ما يسمى كذلك معدل سي (C Rate) للتفريغ يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن للبطارية أن تنقله.

5 - معدل الشحن (CHARGE RATE) :

معدل الشحن او معدل سي للشحن (max charge C Rate) يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن ان تشحن به البطارية.

6 - عمق تفريغ الشحن الاقصى (Depth of Discharge -DOD) :

هناك بعض انواع البطاريات التي لا يمكنها إخراج كل الطاقة المخزونة بداخلها، مثل بطاريات lead-acid. ومن هنا اتى تعريف عمق تفريغ الشحن (Depth Of Discharge) وهو يمثل النسبة المئوية من سعة او قدرة البطارية التي يمكن استعمالها بدون ضرر البطارية طبعا. فمثلا بطاريات Lead-Acid القديمة لا يمكنها تحمل تفريغ شحن كبير لذلك ظهر فرع جديد من هذه

البطاريات يسمى ببطاريات تفريغ الشحن العميق Deep cycle battery. وهذه البطاريات يتراوح عمق تفريغ شحنها بين 45 الى 75 بالمائة و ذلك حسب معطيات الصانع.

7.3 – كيفية توصيل مصفوفة بطاريات الطاقة الشمسية

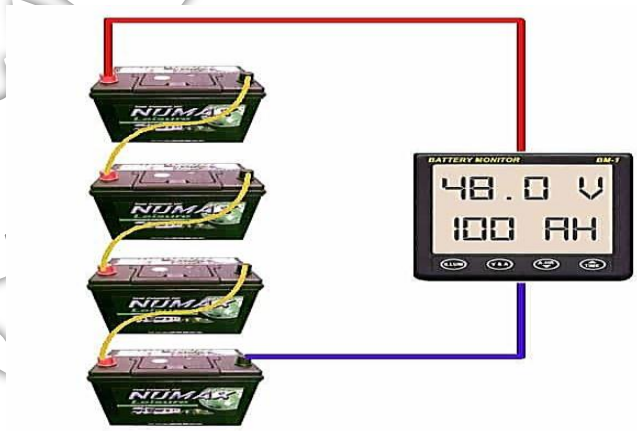
يتم توصيل البطاريات بنفس طريقة توصيل الخلايا للحصول على قيم جهد وتيار مختلفة والمصفوفة يتكون من عدة بطاريات يتم توصيلها ببعض علي التوازي او التوالي لتحقيق الجهد التصميمي المطلوب.

عند التوصيل علي التوالي Series يتضاعف قيمة الجهد و يظل الأمبير ثابت. فمثلاً عند توصيل بطاريتين 100 امبير و جهد 12v علي التوالي يصبح الجهد المجمع 24v و يظل الأمبير 100 .

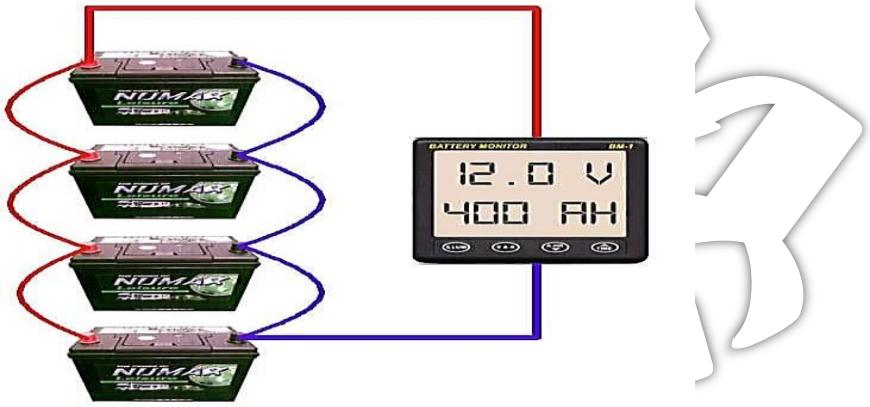
اما عند التوصيل علي التوازي Parallel يتضاعف الأمبير و يظل الجهد ثابت. فمثلاً عند توصيل بطاريتين 100 امبير و جهد 12v علي التوازي يظل الجهد 12v و يصبح الأمبير المجمع 100 .

1. من المهم أن جميع البطاريات تكون من نفس النوع والحالة إن أمكن. هذا يحسن كلا من السلامة والأداء لمصفوفة البطاريات
2. يتم تكوين مصفوفة البطاريات عن طريق التوصيل عالي التوالي و التوازي و ذلك لتحقيق الجهد و الأمبير المطلوب طبقا لمواصفات منظم الشحن مثل 196V/96/48/24/12 فولت
3. الوصلات علي التوالي تشمل ربط الاتصال الموجب (+) من بطارية واحدة إلى السالب (−) في البطارية المقابلة. ويستخدم الموجب (+) للبطارية الأولي مع السالب للبطارية الأخيرة للتوصيل الي منظم الشحن.

وكما هو واضح في الصورة حيث تم توصيل 4 بطاريات 100AH جهد 12 فولت للحصول علي مصفوفة جهدها 48 فولت و قدرة 100AH.

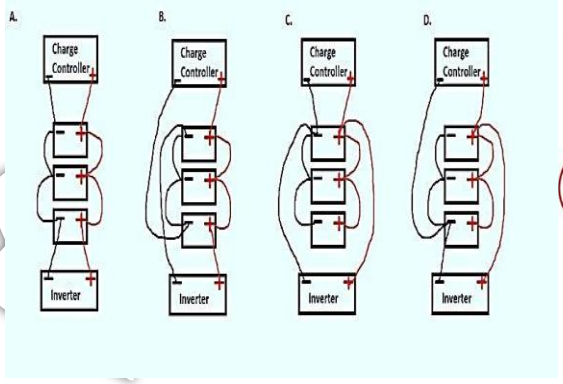


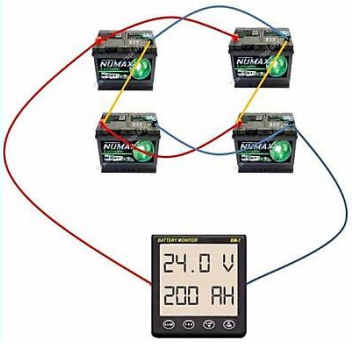
4 - التوصيل علي التوازي يشمل ربط الاتصال الموجب (+) من بطارية واحدة مع الاتصال الموجب (+) من البطارية المقبلة. و الشيء نفسه ينطبق على الجانب السلبي. السالب (−) للبطارية الأولى يصل إلى السالب (−) للبطارية المقبلة. و يتم استخدام القطب الموجب (+) للبطارية الأولي مع السالب للبطارية الأخيرة للتوصيل الي منظم الشحن.



وفائدة اتصال النظام في النهايات هو ان تتم دورات الشحن والتفريغ بطريقة متوازنة و زيادة العمر الافتراضي للبطاريات. و كما هو واضح في الصورة تم توصيل 4 بطاريات 100AH جهد 12 فولت للحصول علي مصفوفة جهدها 12 فولت و قدرة 400AH.

5 – في بعض الحالات يتم توصيل البطاريات علي التوالي و التوازي في نفس الوقت يتم عمل مجموعة من السلاسل Strings و السلسلة الواحدة عبارة عن مجموعة من البطاريات يتم توصيلها علي التوالي. و جميع السلاسل لها فولت متطابق يعتمد علي مواصفات منظم الشحن. أخيرا يتم توصيل هذه السلاسل علي التوازي للوصول الي الأمبير و القدرة التخزين المطلوبة للمصفوفة. و يتم استخدام القطب الموجب (+) للسلسلة الأولي مع سالب السلسلة الأخيرة للتوصيل الي منظم الشحن. في الواقع طريقة التوصيل هذه طبيعية جدا ، و لا يجب ابدا ان تزيد عدد السلاسل التي تم توصيلها علي التوازي عن ثلاثة.





8- محطات المركزات الشمسية (Concentrating Solar Plant)

تستخدم أنظمة محطات المركزات الشمسية مجموعة من المرايات أو العدسات لتركيز حزم الاشعة الشمسية المباشرة بغرض انتاج أشكال من الطاقة المفيدة مثل الحرارة أ الكهرباء أو ..... وذلك باستخدام تكنولوجيات مختلفة غالبا يستخدم التعبير (محطة المركزات الشمسية) (Concentrating Solar Plant) كمرادف للتعبير عن "محطة المركزات الحرارية " (Concentrating Solar thermal Plant) وكل منها يرمز له بالحروف (CSP) أو (CST).

"تحتاج أنظمة CSP الى اشعاع شمسي لكي تعمل، بأكثر دقة وتحتاج الي مركبة المباشرة للإشعاع الشمسي ".من الضروري استخدام الاشعاع المباشر لأنظمة الطاقة الحرارية ذات الدرجات الحرارية العالية لآنها يمكن ان تتركز في مساحات صغيرة باستخدام المرايا او العدسات، لتركيز اشعة الشمس يتطلب سماء صافية والتي يجب ان تكون مناطق حارة وشبه جافه بالتالي تكون هذه المناطق مناسبة لأنشاء محطات (CSP).

يتراوح مستوى بداية للإشعاع العادي المباشر (DNI) Direct Normal Irradiance)) المناسب للإنشاء محطات CSP من 1900 Kwh / m^2 /y الي 2100 وهذا الاشعاع يستخدم للمحطات CSP لإنتاج الكهرباء من خلال تركيز طيف الطاقة الشمسية للحصول على درجة حرارة عالية لموائع او مواد واستخدامها لإدارة الماكينات أو المولدات الكهربائية.

إيجابيات وسلبيات محطات المركزات الشمسية

الإيجابيات	السلبيات
تستخدم مرايات غير مرتفعة التكاليف نسبيا	تحتاج أنظمة المركزات الشمسية تتبع الشمس للحفاظ على تركيز اشعة الشمس على المجمع
كفاءة جيدة	عدم القدرة على الحصول على طاقة في حالات الأشعة المتناثرة
تصل الي درجات حرارة عالية جدا	تكاليف مرتفعة
لا توجد تكاليف للوقود	تحتاج مساحات شاسعة أماكن محددة
غير ملوث للبيئة	

يتكون كل مجمع (محطات المركزات الحرارية) من الاجزاء الاساسية التالية.

1- المستقبل (Receiver) قد يكون المستقبل برجا او انبوبا حسب نوع المحطة ووظيفة المستقبل تكمن في استقبال الاشعاع الشمسي المركز المنعكس عن المرايا وتخزين الطاقة هذا الاشعاع على شكل حرارة عن طريق سائل ما.

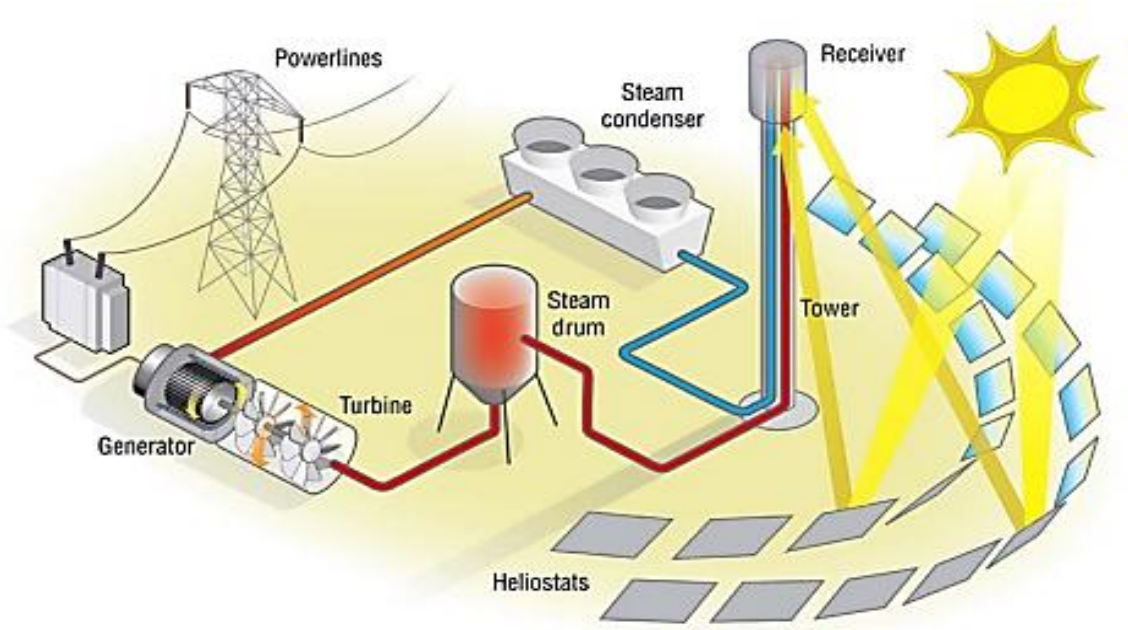
2- المرايا العاكسة :- مجموعة من المرايا توضع بترتيب معين بحيث تتمكن من عكس أكبر قدر من الاشعاع الشمسي نحو نقطة واحة وهي تمثل مستقبل الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسي.

3 - خزان البخار :- عندما يقو السائل المسخن بتحويل المياه الي بخار، يتم تجميعه ضغطه في خزان ليتم توجيهه بضغط وسرعة معينين نحو التوربين.

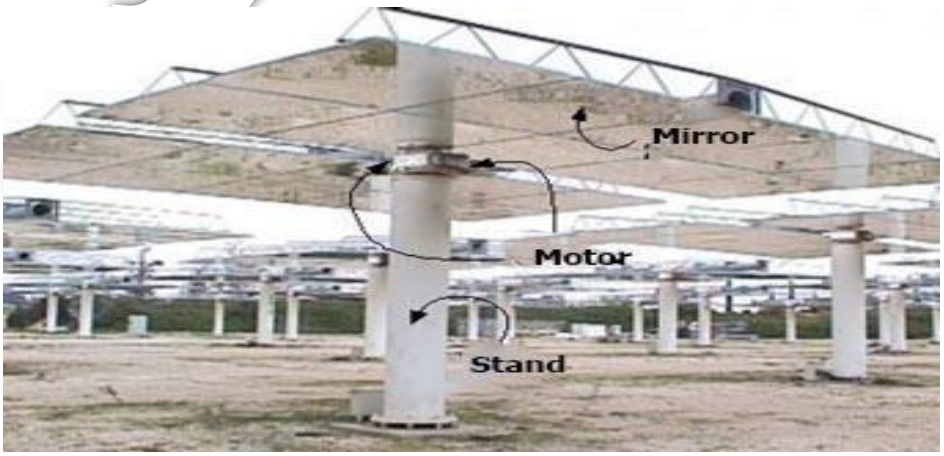
4- المولد الكهربائي :- مولد ثلاثي الطور موصول بشكل مباشر مع الشبكة الكهربائية ليتم تغذية الشبكة بالطاقة الناتجة

8.1- البرج الشمسي، برج الطاقة أو المستقبل (Receiver).

يعتبر المستقبل من اهم التقنيات المستخدمة لاستغلال الطاقة الشمسية في انتاج الطاقة الكهربائية والحرارية . وهو عبارة عن منشأة محاطة بالمرايا من كل الجهات تعمل على تجميع اشعة الشمس القادمة من المرايا المنتشرة حولها على مساحة واسعة . والتي تعكس اشعة الشمس على البرج الشمسي. هذا البرج يمكن تحويل اشعة الشمس المنعكسة الي انواع اخرى من الطاقة.



تحوي المرايا على محركات ذاتية الحركة مرتبطة بحسابات لتغير اتجاهها مع حركة القرص الشمس في السماء . ومن ثم توجه الاشعة نحو الطرف الأعلى من البرج الشمسي.



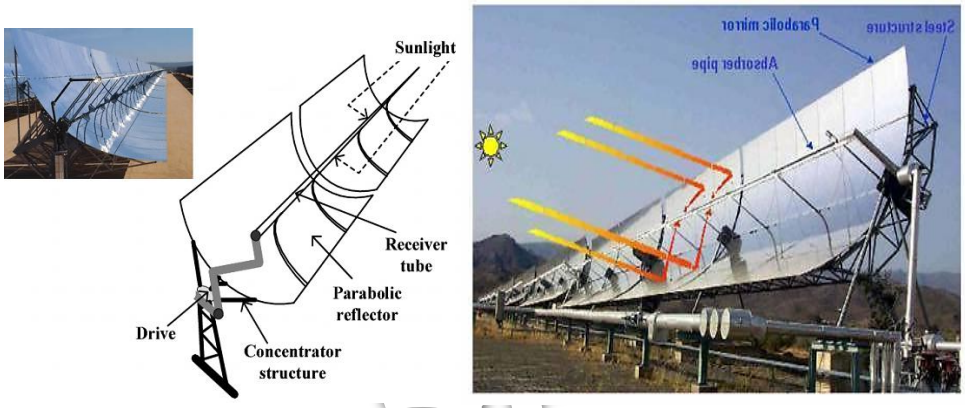
8.2 – مبدأ عمل البرج الشمسي.

يتم عكس الشعاع الشمسي على البرج الشمسي (المستقبل) للوصول الى درجات حرارة عالية، وذلك بتسخين هواء مضغوط بواسطة الاشعة المركزة ليصل الى درجات حرارة عالية ويقدر ب 1400 درجة مئوية في منشأة خاصة معزولة عن المحيط الخارجي لتقليل تسرب الحرارة . ومن هذه الحرارة يتولد ضغط عالي على المحركات التوربينية لتدويرها والتي تقوم بتدوير المولد الطاقة الكهربائية.

8.3– تصنف تكنلوجيا مجمعات المركزات الشمسية الي:

1– تركيز النقطة (point focusing) والتي تعني أنها تركز اشعة الشمس في نقطة وتحتوي على تتبع للشمس وعلى محورين . هذا النوع هو الابراج الشمسية (solar towers) واطباق القطع المكافئ (parabolic dishes) في هذه الانواع تصل درجة الحرارة الي ما يقارب 2000 C .

2– التركيز الخطي (Line focusing) والتي تعني انها تركز اشعاع الشمس على انبوبة تتبع مسار الشمس بمحور واحد . في هذه الانواع تصل درجة الحرارة بين 450 C , 120 C.



تقنية التركيز الخطي لتوليد الطاقة الكهربائية

8.3.1 – حساب كمية الطاقة العملية التي ينتجها البرج الشمسي .

الطاقة العملية الكلية المستخرجة لمساحة A في وحدة الزمن t يمكن ان تعطى بالمعادلة التالية:

$$E_{total} = E * A * t$$

مثال/ برج للطاقة ينتج 3500 جول من الطاقة في الثانية الواحدة. أحسب الطاقة التي ينتجها خلال ساعة من الزمن باستخدام مرايا تمتد على مساحة 1000 m^2 ثم احسب القدرة بالواط.

$$E_{total} = E * A * t$$

$$E_{total} = 3500 * 3600 * 1000$$

اما القدرة الناتجة بالواط فهي:

$$P = \frac{E_{total}}{t} = \frac{12600,000000}{3600} = 3500,000 \text{ Watt} = KW\ 3500$$

8.4 استخدام البرج الشمسي في انتاج الهيدروجين .

يعد غاز الهيدروجين من الغازات القابلة للاشتعال بسهولة وبدون مخلفات ضارة لذلك كان انتاج غاز الهيدروجين واستخدامه احد اهداف العلماء مند سنين طويلة، كونه يشتعل بسهولة ويولد طاقة اضعاف ما يولد الوقود الاحفوري، فمثلا كتلة 1Kg من الهيدروجين يمكن ان يولد ثلاثة اضعاف الطاقة التي تولدها نفس الكتلة من البنزين . ولكن المشكلة هي في استخلاص الهيدروجين فهي عملية مكلفة وتتطلب طاقة كبير مقارنة بالطاقة التي يولدها، فيعتبر الماء هو المصدر الاساسي لاستخراج الهيدروجين كونه يتألف من ذرتي هيدروجين وذرة اوكسجين واحدة. ويمكن فصل العنصرين بواسطة التحليل الكهروكيميائي كما في المعادلة ادناه.

$$2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_2 + O$$

ولكن هذا يتطلب طاقة كهربائية اكبر من الطاقة التي توفرها كمية الهيدروجين المستخلصة. لذلك يعتبر البرج الشمسي مصدرا مفيدا في التحليل الماء للحصول على غاز الهيدروجين كونه يوفر الطاقة اللازمة لاستخراجه من الماء.

ميزات عملية استخراج الهيدروجين باستخدام البرج الشمسي .

- منظومة تزويد الطاقة التي يعمل على الهيدروجين لا تلوث المحيط. نبدأ وننتهي بالماء.
- يمكن استخدام منظومة البرج الشمسي للحصول على الهيدروجين من الماء في اي منطقة من العالم تقريبا.
- يمكن ان ينقل غاز الهيدروجين عند تحليل الماء عبر انابيب او صهاريج لآي مكان تحتاجه.

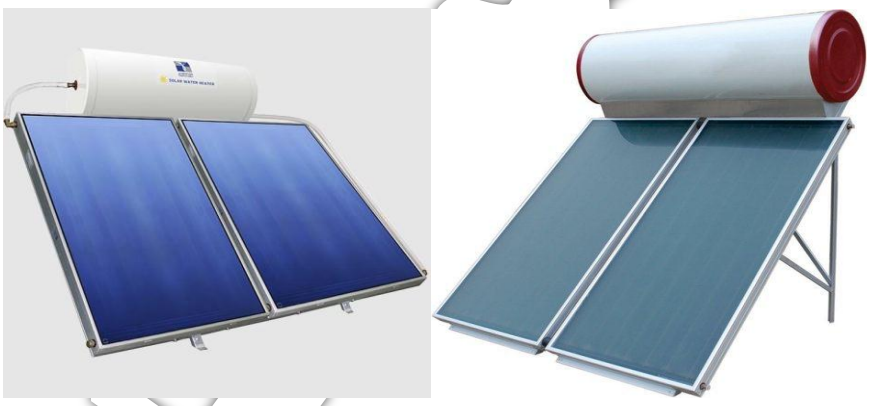
8.5 استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه.

8.5.1 منظومة تسخين المياه المنزلية. يتكون المجمع الشمسي من لوح ماص للحرارة على شكل صفيحة سوداء اللون ذات قابلية امتصاص عالية، تقوم بامتصاص الاشعة الشمسية ، تكون هذه الصفيحة بملامسة مائع ما (هواء او ماء)، ويتم تحريك المائع بواسطة مضخات . يتم تغطية الوح الماص بطبقة من الزجاج لتقليل الخسائر الحرارية بواسطة الحمل او الاشعاع حيث يقوم الزجاج بعمليتين هما:

- منع خروج الشعاع المنعكس من اللوح الماص
- من حدوث الخسائر الحرارية بواسطة الحمل

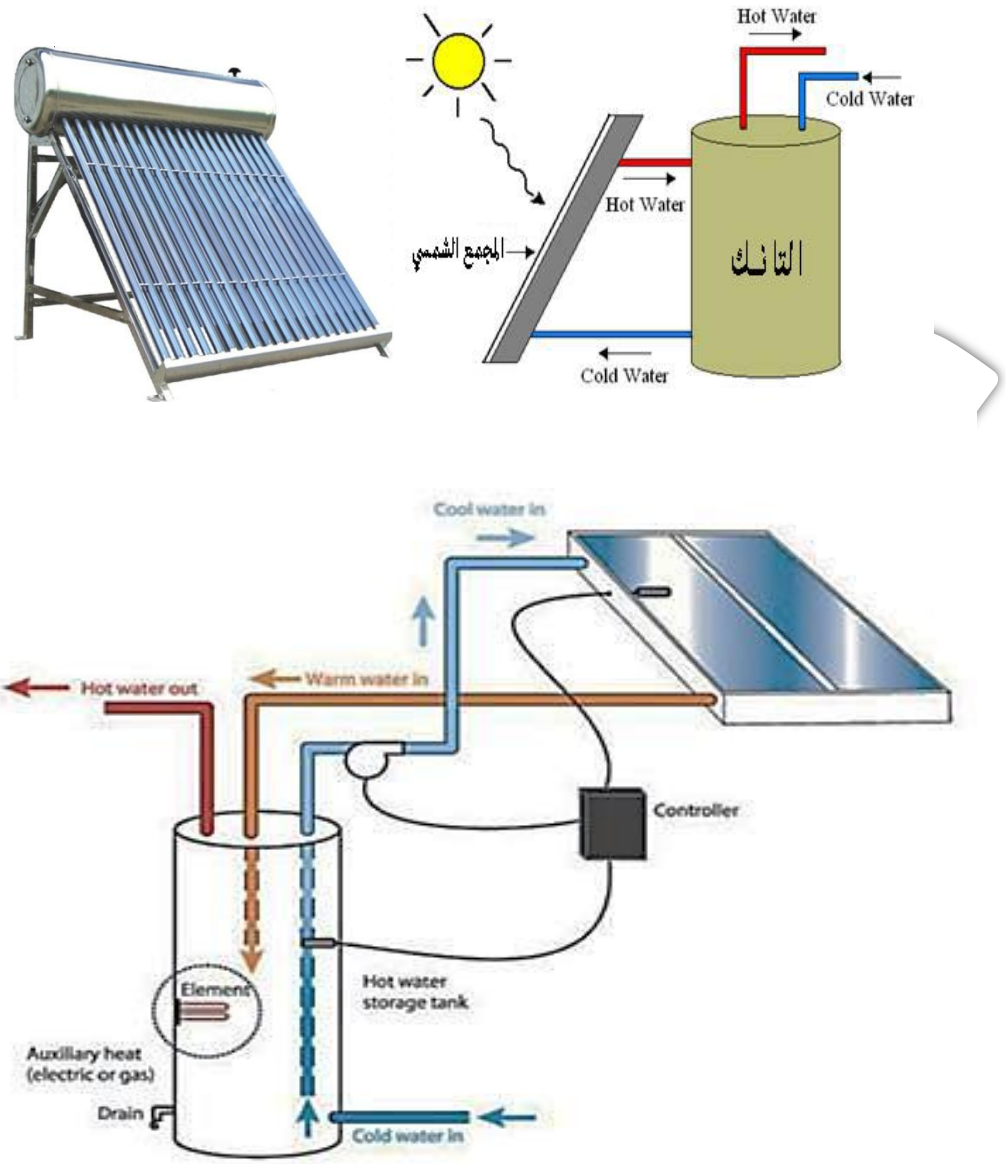
حيث يسمح الزجاج لحوالي 90 % من الأشعة الشمسية ذات الموجات المقيدة بالدخول الى اللوح الماص ويمنع خروج الاشعاع ذي الموجات الطويلة المنعكسة من نفس اللوح .

يتم توصيل الانابيب التي يمر بها المائع مباشرة باللوح الماص او تكون جزءا منه ، يستخدم غالبا مواد ذات توصيلية عالية للحرارة في صنع اللوح الماص مثل النحاس والالمنيوم والحديد.



منظومة تسخين المياه المنزلية

اما الشكل الحديث لمنظومات التسخين الشمسي فهي منظومة فعاله تتكون من مجمعات شمسيه ومبادل حراري وخزان ماء حار وبارد ومضخات لتدوير الماء في المنظومة. وتكون منظومة تسخين على شكل صندوق يحتوي عدد من الانابيب عالية التوصيل الحراري معزولة حراريا عن المحيط الخارجي بواسطة زجاج مضلل باللون الاسود لامتصاص اعظم مقدار من الطاقة. يتم تسخين الماء عن طريق امتصاص الأشعة الشمسية الساقطة على المجمع الشمسي فيسخن الماء الموجود في الانابيب ويتم تمريره عبر انابيب الى الخزان ثم يضخ الماء البارد مرة اخرى الى الانابيب لتسخينه وهكذا الى ان نحصل على خزان ماء ساخن. بواسطة زجاج مضلل باللون الاسود لامتصاص اعظم مقدار من الطاقة .



الشكل الحديث لمنظومات التسخين الشمسي

ويمكن قياس كفاءة المجمع الشمسي بالمعادلة التالية:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{كمية الحرارة الناتجة}}{\text{كمية الاشعاع الساقط}} \times 100\%$$

8.6 العوامل التي تؤثر على كفاءة المجمع الشمسي.

- درجة حرارة المائع الداخل.
- درجة حرارة المحيط.
- كمية الاشعاع الشمسي
- عدد ونوع الغطاء الخارجي
- مواصفات اللوح الماص

مثال/ ماهي مساحة المجمعات الشمسية اللازمة لتزويد منزل بالماء الحار لمدة يوم كامل اذا كانت الحرارة المطلوبة 6000 واط بالساعة. على افتراض ان كمية الاشعاع الشمسي الساقط كان 4960 واط في اليوم الواحد لكل متر مربع. وأن كفاءة المجمعات الشمسية هي 50%.

الحل.

كمية الحرارة = كمية الاشعاع * كفاءة المجمعات * المساحة

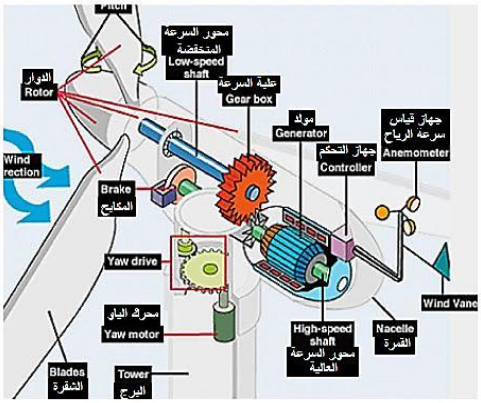
6000 واط /ساعة * 24 ساعة / يوم = 4960 واط / $م^2$. يوم * 0.5 * المساحة

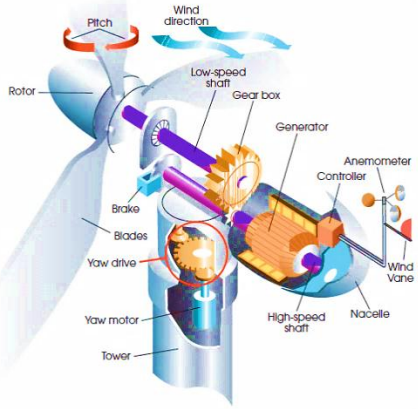
المساحة = 6000 * 24 / 4960 * 0.5 = 58 متر مربع.

9 – طاقة الرياح (Wind Energy)

وهي طاقة مستخرجة من الطاقة الحركية للرياح بواسطة استخدام عنفات(الشفرات) الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية، وهي تعتبر نوع من أنواع الطاقة الكهروميكانيكية. تعد طاقة الرياح أحد أنواع الطاقة المتجددة التي انتشر استخدامها كبديل للوقود الأحفوري، وهي طاقة وفيرة وقابلة للتجدد وتوجد بعموم المناطق، إلا أن وفرتها تختلف من موقع إلى آخر. وهي طاقة نظيفة متجددة لا ينتج عنها انبعاثات الغازات الدفيئة (غازات الاحتباس الحراري) أثناء التشغيل وهي تحتاج إلى مساحات متفاوتة على حسب حجم المحطة ونوع الأبراج المستخدمة، بمعنى اخر. طاقة الرياح هي الطاقة المتولدة بتأثير الرياح القوية التي تؤدي الى توليد عزم مدور يقوم بتدوير شفرات المروحة مولدا حركة دورانية لأجزائها الداخلية. وتنتقل هذه الحركة الى عنفات دوارة موصولة بمولدات الطاقة الكهربائية . وتوفر طاقة الرياح امكانية واسعة لتوليد قدرات كبيرة من الطاقة الكهربائية من دون

مشاكل التلوث التي تحدثها مصادر الوقود الاحفوري . استخدمت طاقة الرياح منذ القدم في طحن الحبوب والري وبعض التطبيقات الاخرى. ولكن تم الاستغناء عنها بعد اكتشاف الوقود الاحفوري. وبعد المشاكل البيئية وارتفاع اسعار النفط زاد الاهتمام بطاقه الرياح وتطويرها





أول طاحونة هوائية استخدمت لإنتاج الكهرباء بنيت في اسكتلندا في يوليو 1887 من قِبل البروفيسور جيمس بليث الأستاذ بكلية أندرسون في غلاسغو. فقد ثبّت العنفات على ارتفاع 10 أمتار في حديقة منزله في ماريكيرك، وكان يستخدمها لشحن البطاريات التي طورها الفرنسي كاميل ألفونس فور، لتشغيل الإضاءة في الكوخ، مما يجعل من أول بيت في العالم أضيء بالكهرباء الموردة من طاقة الرياح. مع تطور الطاقة الكهربائية، وجدت طاقة الرياح تطبيقات جديدة في إضاءة المباني البعيدة عن محطات الطاقة المركزية. طوال القرن العشرين وضعت محطات الرياح الصغيرة مسارات متوازية مناسبة للمزارع أو المساكن، ومولدات الرياح التي أصبحت ذات فائدة أكبر يمكن أن ترتبط بشبكات الكهرباء لاستخدامها عن بُعد.

9.1 – المكونات الاساسية للتوربينات الهوائية (Component Of Wind Turbine)

1- جهاز قياس سرعة الرياح(Anemometer):- يمثل هذا الجهاز احدى مكونات توربينات الرياح الاساسية الغرض منه قياس سرعة الرياح ومن ثم يتم تحويل هذه القراءات الي جهاز التحكم(controller).

2- الريش أو الشفرات او العنفات(Blades):- تمثل الشفرات الجزء الرئيسي لتوربينات الهوائية ومعظم توربينات الهوائية تحتوى اما على توربين ذو شفرتين أو توربين ذو ثلاث شفرات وهو المسؤول الاول عن الحركة الدورانية للتوربين .

3- المكابح (Brake):- يمثل احدى اجزاء الاساسية لتوربينات الهوائية وهو عبارة عن قرص يسلط ضغط ميكانيكي، كهربائي او هيدروليكي لغرض توقيف دوران التوربين في الحالات الطارئة أو لأغراض الصيانة.

4- جهاز التحكم (controller):- يتصل جهاز التحكم (المسيطر) مع المحرك او المولد بصورة مباشرة، عند ارتفاع سرعة الرياح عن 55ميل/ساعة يعمل على فصل التوربين عن العمل وذلك لتجنب تلف المحرك او المولد وعند انخفاض سرعة الرياح يتم توصيل المولد مع التوربين، وبناءً على سرعة الرياح تعطي أمر بتغير اتجاه التوربين الهوائي وتغيير زاوية ميل العنفات (الشفرات) وذلك من أجل زيادة الكفاءة.

5- علبة السرعة (Gear box):- عبارة عن عتلة مسننة تربط بصورة مباشرة محور السرعة البطيئة (Low speed shaft) مع محور السرعة السريع (high speed shaft) من جهة، وتربط مع عتلة مسننة من الجهة الاخرى الهدف منها زيادة سرعة دوران المولد من 30 الي 60 دورة/ثانية، الغرض من زيادة السرعة الدورانية لكي يتم زيادة الطاقة الكهربائية المتولدة.

6- المولد الكهربائي (Generator):- هو جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي ويعمل المولد الكهربائي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي والذي هو الأساس في توليد التيار الحثي وينتج تيار متردد.

7- غرفة المحتويات (Nacelle):- توجد غرفة المحتويات بالطرف العلوى من البرج وتوفر حماية لجميع المكونات الداخلية(المكابح، المولد الكهربائي، علبة السرعة، ....الخ) لمكونات التوربين الهوائي، علما انه يتم النزول على غرفة المحتويات من خلال طائرة الهليكوبتر.

8- البرج (Tower):- يمثل البرج الجزء الرئيسي من التوربين الهوائي يتألف من ارتفاعات مختلفة ويتمركز عليه التوربين الهوائي يتم صنعه من مادة الستيل الصلب (Tubular steel).

9- محرك ياو (Yaw motor):- عبارة عن ماطور يرتبط بعتلة مسننة تسمى عتلة ياو (yaw drive) الغاية منه يعطي القدرة الكهربائية اللازمة لـ (yaw drive) لغرض تغيير اتجاه (دوران) التوربين الهوائي .

10- عتلة ياو (yaw drive):- تمثل احدى اجزاء التوربين الهوائي وهي عبارة عن عتلة مسننة ترتبط مع عتلة اخرى ومع ماطور ياو (yaw motor) وظيفتها تغيير اتجاه التوربين الهوائي طبقا مع تغيير اتجاه الرياح.

11- متجه الرياح (wind vane):- يستخدم لتحديد اتجاه الرياح، ويرتبط بصورة مباشرة مع جهاز التحكم ومع

(yaw drive) لغرض ارسال البيانات ومن ثم تثبيت اتجاه التوربين الهوائي طبقا لاتجاه الرياح.

9.2 - تعتمد الطاقة المستخلصة من الرياح على عدة عوامل منها:-

- سرعة الرياح وقوتها.
- تصميم المنظومة التوربينية وشكلها.
- مواصفات المنظومة ونوع مادتها.
- اسس توليد الطاقة الكهربائية (استخدام شخصي أو على مستوى المدينة او الدولة)
- نوع منظومات السيطرة والخزن المستخدمة.

9.3 منشأ الرياح

تتولد الرياح بسبب امتصاص اشعه الشمس من قبل عناصر الجو وسطح الارض بنسب متفاوتة ، فعند سقوط الاشعاع الشمس على منطقة ما يؤدي ذلك الى تسخين الهواء وزيادة حجمة وانخفاض كثافته وكذلك وزن عموده على وحدة المساحة فتتولد مناطق ضغط واطئ وفي المناطق التي يقل فيها مقدار الاشعاع الشمسي فإن كثافة الهواء ستكون عالية بسبب البرودة وعمود الهواء سيكون اثقل لذلك تتولد اماكن ضغط عالية . لذلك تتولد تيارات حمل هوائية لموازنة درجة الحرارة في الغلاف الجوي وكذلك الضغط. هذه التيارات تمثل الرياح. حيث تتناسب الطاقة التي يتم الحصول عليها من حركة الرياح تناسب طردي مع مكعب سرعة الرياح ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$P_W = \frac{1}{2}\rho A \eta v^3$$

حيث ان : Pw القدرة المستخرجة من الرياح، ρ كثافة الرياح (kg / m^3)، A مساحة المقطع العرضي للمروحة المقابل للرياح (m^2)، η كفاءة التوربين، v سرعة الرياح (m / s).

ويمكن كتابة معادلة (1) اعلاه بالشكل الآتي:

$$\frac{P_W}{A} = \frac{1}{2}\rho A \eta v^3$$

حيث ان المقدار $\frac{P_W}{A}$ يسمى كثافة الطاقة وتقاس بوحدات Watt / m^2 .

مثال 1 / اوجد الطاقة الكهربائية المتولدة من مروحة هوائية مساحة زعانفها $20m^2$ اذا كانت كثافة الهواء

$0.1\ \text{kg} / m^3$، وسرعة الرياح $7\text{m} / \text{s}$. اذا كانت كفاءة التوربين 70%.

$$P_W = \frac{1}{2}\rho A \eta v^3$$

$$P_W = \frac{1}{2} * 0.1 * 0.7 * 7^3 = 12\ watt$$

9.4 مصادر الرياح

يتم استغلال الرياح ومناطق حركتها على الكرة الارضية واتجاهاتها في عملية نصب مراوح توليد الطاقة الكهربائية ، حيث يتم الاعتماد على خرائط الرياح العالمية وتحديد اماكنها ومن اهم مصادر الرياح حسب المواقع والظواهر الجغرافية الطبيعية:-

1- نسيم البر والبحر :- بسبب اختلاف درجات الحرارة بين اليابسة والمسطحات المائية مثل البحار والمحيطات والتي تولد اختلاف في الضغط الجوي والذي يولد رياح تنتقل من البحر الى اليابسة نهارا تسمى نسيم البحر وبالعكس ليلا وتسمى نسيم البر ويتم الاستفادة منها بنصب مراوح التوليد على شواطئ البحار والمحيطات للاستفادة من هذه الرياح .

2 - نسيم الجبل والوادي : - يتم نصب مراوح توليد كبيرة على اطراف الجبال والحدود الداخلة مع الواديان الكبيرة للاستفادة من هذه الرياح المتولدة من اختلاف الضغط بين الجبال والوديان .

3 – الرياح المحلية : لكل مناطق الارض هنالك رياح مختلفة ثابتة تقريبا على طوال السنة تتولد بسبب حركه الكرة الارضية واختلاف التضاريس وتواجد المسطحات المائية وتغير الفصول فمثلا في العراق تكون الرياح هي شمالية غربية.

4 – الرياح الموسمية والتجارية وغيرها.

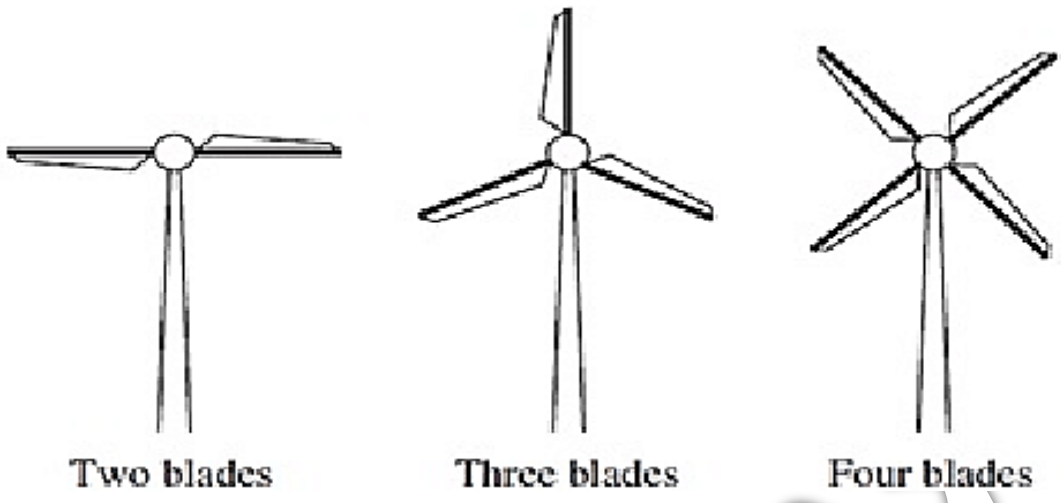
5 – المناطق الصحراوية المفتوحة.

9.5 انواع التوربينات الهوائية وعوامل زيادة كفاءتها.

هناك اشكال عديدة لتوربينات الهوائية ظهرت منذ بداية استخدام الرياح كمصدر طاقة كهربائية. وفي الوقت الحاضر ظهرت العديد من التصاميم المبتكرة لتوربينات الرياح للحصول على اكبر طاقة ممكنة واستغلال اقل سرعات الرياح في توليد الكهرباء. وعلى الرغم من اختلاف تلك التصاميم والاشكال الا ان التوربينات الهوائية يمكن تصنيفها الى نوعين رئيسيين حسب محور العنفة بالنسبة الى الرياح، وهما :

1– التوربينات افقية المحور Horizontal Axis Wind Turbine HAWT:

وهي التي يكون اتجاه العنفة فيها موازي لاتجاه الرياح مع انحراف بسيط لشفرات التوربين بزاوية معينة . ويكون محور دورانها موازي للأرض ولاتجاه الرياح. تتكون هذه العنفات عادة من شفرتين او ثلاث او اكثر . حيث تسمى العنفات ذات الشفرات الكثيرة بالتوربينات الصلبة لأنها تشبه القرص الصلب ، اما العنفات التي لها عدد قليل من الشفرات تسمى التوربينات المرنة. حيث يكون تصميمها الحديث انسيابي اعتمادا على قوانين حركة الموائع حيث تم اقتباسها من تصميم اجنحة الطائرات والاجهزة الدوارة الاخرى ويحتوي على توربين على شفرتين او ثلاث مشابهه للأجنحة. وتحتاج تلك التوربينات الى موجه وهو لوح صلب ذو شكل يشبه ذيل الطائرة تقريبا يوضع عادة في الجهة الخلفية من المنظومة لتغيير اتجاه العنفة باتجاه الرياح. الاشكال ادناه توضح التوربينات الافقية.



2 – التوربينات عمودية المحور Vertical Axis Wind Turbine VAWT:

وفيها تعلق منظومة التوربين على عمود بحيث يكون محور دورانها عمودي على اتجاه الارض وكذلك اتجاه الرياح. وهذا التصميم يجعل العنفة لا تحتاج الى موجه فأي اتجاه للرياح سوف يقوم بتدوير شفرات العنفة وبالتالي توليد الطاقة. ابتكرت هذه التوربينات من قبل مخترع يسمى جورج داروين وقد حملت اسمه. هذه التوربينات لها شفرات منحنية متصلة من احد جوانبها في عمود الدوران من الاعلى والطرف الاخر في نفس العمود من الاسفل . ان توربينات داروين هي الاكثر تقنية بين كل انواع العنفات العمودية حيث تكون شفراتها بشكل منحني يشبه حبل القفز لذلك تكون لها كفاءة في تحمل القوة الطاردة المركزية عليها. الاشكال ادناه توضح تصاميم مختلفة للمراوح العمودية.

9.5.1 مقارنة بين التوربينات الافقية المحور والعمودية المحور

التوربينات افقية المحور	التوربينات عمودية المحور
اتجاه محور الدوران مواز لاتجاه الرياح والارض	اتجاه محور الدوران عمودي على اتجاه الرياح والارض
جميع الشفرات تعمل بنفس الوقت بسبب مواجهتها جميعها للرياح بنفس الوقت	شفرة واحد يمكن ان تتأثر بالرياح في اللحظة التي تتعرض فيها لمواجهتها لأن كل شفرة تكون باتجاه مختلف
يعمل في اتجاه واحد فقط. لذا يحتاج الى موجه يغير اتجاهه باستمرار باتجاه الرياح عند تغير اتجاهها	يعمل في جميع اتجاهات الرياح
اعلى كفاءة بسبب دوران جميع المراوح بنفس الوقت	اقل كفاءة
تتطلب مساحة وارتفاع اكثر	تتطلب مساحة وارتفاع اقل
بسبب كبر المساحة المطلوبة لا يمكن تنصيب توربينات عملاقة من هذا النوع في المدن والتجمعات السكانية	بسبب قلة المساحة المطلوبة وسهولة التثبيت يمكن نصبها في المدن والتجمعات السكانية وكذلك في الطرق المرورية
عزم التدوير ينتج عن قوة رفع	عزم التدوير ينتج عن قوة دفع

9.6 - مبدأ عمل التوربينات الهوائية

تمّ الاستفادة من توربينات توليد الكهرباء بخطوات متسلسلة تعتمد على شدّة الرياح، وذلك لتحويل طاقة الرياح لطاقة كهربائية، ويمكن تلخيص مبدأ عمل هذه التوربينات كالتالي :

أولًا: تؤدّي الرياح إلى دوران شفرات التوربين من خلال إعطائها جزء من طاقتها الحركية.

ثانيًا: في داخل غطاء التوربين تقوم ناقلات الحركة بتحويل الدوران البطيء للمحور المربوط بالشفرات إلى سرعات أعلى، وذلك للوصول إلى كفاءة في توليد الطاقة الكهربائية في المولد.

ثالثًا: يقوم المولد الموضوع مباشرة خلف ناقل الحركة بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

رابعًا: يقوم التوربين وبعض الأجهزة أيضًا بقياس سرعة الرياح واتجاهها وبناءً على هذه القياسات بإمكان التوربين تحريك الجزء العلوي منه كاملًا (الغطاء والشفرات) باستخدام محرك موجود بين برج التوربين والجزء العلوي منه؛ بحيث يضرب الهواء بالتوربين بشكل مباشر لتوليد أكبر قدر من الطاقة.

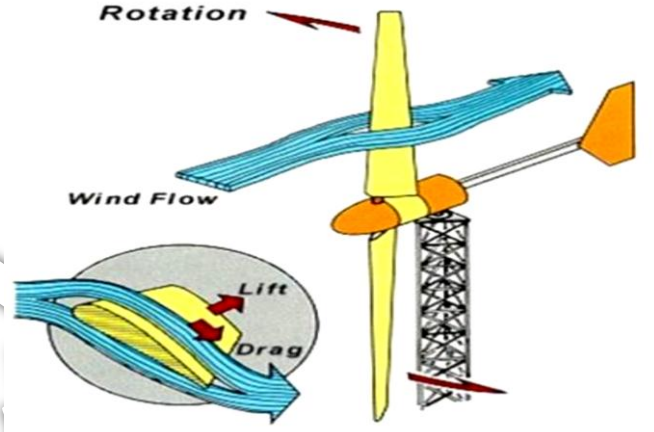
خامسًا: ينتقل التيار الكهربائي بعد ذلك في أسلاك موجودة في داخل البرج إلى أسفله، حيث يوجد محول كهربائي يقوم بتحويل الكهرباء إلى فولتية أعلى بحوالي 50 مرة ليتم نقلها بكفاءة عالية إلى شبكة الكهرباء. وكلما كانت الرياح أعتى، سينتج توليد أكبر للطاقة كهربائية، ولاستغلال الأماكن التي تصلها الرياح بكثرة، يوضع أكثر من توربين هواء بجوار بعضها في ما يسمّى مزارع الرياح، وربط أكثر من مزرعة رياح بشبكة الكهرباء. ويبلغ معدل قطر شفرات توربينات الرياح 70 مترًا، في حين يبلغ ارتفاع المولد حوالي 85 مترًا عن سطح الأرض، ويعود سبب هذا الارتفاع إلى أن سرعة الرياح تتناسب طرديًا مع الارتفاع؛ إذ أنّ مضاعفة ارتفاع التوربين سيؤدي إلى زيادة طاقة التوليد إلى الثلث.

9.7 علاقة سرعة دوران الشفرات مع سرعة الرياح

يمكن حساب سرعة دوران العنفة الهوائية اما بقياس عدد الدورات في الدقيقة RPM او بواسطة الزاوية النصف قطرية في الثانية rad\s .ω . ويرمز لهذه السرعة بالرمز

$$1\ RPM = \frac{2\pi}{60}\ Rad/s = 0.10472\ Rad/s$$

اما السرعة المماسية للجزء الدوار V، والتي تمثل سرعة تماس الجزء الدوار على حافة الشفرات مع نصف ω فهي سرعة خطية وتقاس بالمتر على ثانية. وتمثل حاصل ضرب السرعة الزاوية قطر الشفرة R . اي ان $V = w\,R = R\ m/s\ \frac{2\pi}{60}$



Principles of Wind Turbine Aerodynamic Lift

وعند تقسيم سرعة التماس V على سرعة الرياح في المسار العلوي للجزء الدوار نحصل على نسبة مهمة بدون وحدات تسمى نسبة سرعة الحافة Tip speed ratio ويرمز لها ν ، وهذه النسبة تعتبر مقياس لأداء شفرات الرياح ذات الخصائص المختلفة ، حيث يمكن لعنفة ذات تصميم معين ان تعمل على مديات واسعة من نسبة سرعة التماس ولكنها تعمل بأعلى كفاءة عند نسبة سرعة تماس معينة .

9.8 تأثير عدد الشفرات وتصميمها على كفاءة التوربين

ونسبة سرعة التماس القصوى للتوربين تعتمد على عرض الشفرات وعددها فالعنفات الريحية ذات العدد الكبير من الشفرات لها مساحة جزء صلب كبيرة حيث تسمى العنفات ذات الصلابة العالية . اما عنفات الرياح ذات الشفرات الضيقة فإنها تسمى العنفات ذات الصلابة القليلة ، ولاستخلاص اكبر ما يمكن من الطاقة بأكبر كفاءة ممكنة فان الشفرات يجب ان تكون على تماس مع اكبر كمية من الرياح المارة خلال الجزء الدوار. فالعنفة ذات الشفرات العريضة والعديدة تتماس مع الرياح تحت نسبة سرعة تماس قليلة جدا. ولكن العنفة ذات الشفرات الرفيعة والقليلة يجب ان تدور بسرعة كبيرة لتستطيع التماس مع الهواء المار . فاذا كانت نسبة سرعة التماس قليلة فانه سيمر جزء من الهواء دون تماس مع الشفرة. واما اذا كانت نسبة سرعة التماس عالية جدا فان العنفة ستظهر مقارمه كبيرة للرياح وبذلك تذهب الرياح حول الجزء الدوار. فالعنفة ذات الشفرتين والتي لها نفس عرض شفرات عنفة ذات ثلاث شفرات تكون لها نسبة تماس قصوى اكبر بنسبة الثلث من العنفة ذات الثلاث شفرات. والعنفة ذات الشفرة الواحدة والتي لها عرض شفرات مساوي لعنفة ذات شفرتين لها ضعف نسبة سرعة التماس مما للعفئة ذات الشفرتين . ان نسبة سرعة التماس القصوى للعنفات الحديثة تتراوح بين 6 الى 20.

ونظريا فانه عندما يكون عدد الشفرات كبير فانه يجب ان تكون الكفاءة اعلى، ولكن وجود شفرات اكثر يمكن ان يؤدي الى التداخل بينها. وبذلك تكون العنفة ذات الشفرات الكثيرة اقل كفاءة. لهذا فإن العنفات ذات الصلابة العالية تكون اقل كفاءة بصورة عامة من العنفات ذات الصلابة القليلة. وفي العنفات ذات الصلابة القليلة وجد ان العنفات ذات الثلاث شفرات اعلى كفاءة من العنفات ذات الشفرتين وان الاخيرة اعلى كفاءة من العنفات ذات الشفرة الواحدة .

ان القوه الميكانيكية المستخلصة من عنفات الرياح تعادل حاصل ضرب السرعة الزاوية والعزم المسلط من قبل الرياح، والعزم هو القوة المسلطة حول مركز الدوران الناتجة من قوة ضاربة للرياح على شفرات الجزء الدوار ويقاس ب N.m . لقوة معينه ثانية فانه لأقل سرعة زاوية عزما اعلى ولأعلى سرعة زاوية عزم اقل .

9.9- التأثيرات البيئية لاستخدام طاقة الرياح

رغم الكم الهائل من الطاقة التي توفرها و ميزات استخدامها، الا ان تطور استخدام طاقة الرياح له مساوئه البيئية ايض ا. ًولغرض توسيع انتاج الطاقة من الرياح يجب ان تكون المحاسن في حدها الاعلى والمساوئ في حدها الادنى.

9.9.1 الفوائد البيئية

ان توليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح لا يتضمن انبعاث ثاني اوكسيد الكاربون او سقوط الامطار الحامضية او ملوثات اخرى كالتي تنتج من الوقود التقليدي. وكذلك فان العنفات لا تعتمد في انتاج الطاقة الى وجود المياه للتبريد او انتاج البخار كبعض المصادر التقليدية او المتجددة.

9.9.2 المساوئ البيئية

1. اهم المشاكل البيئية الناتجة عن استخدام منظومات طاقة الرياح هي الضجيج والتداخل الكهرومغناطيسية والتأثيرات البصرية كتلوث المنظر وانعكاسات اشعة الشمس عن الشفرات اثناء دورانها.
2. ضجيج التوربين الهوائي : هناك نوعان من الضجيج هما الضجيج الميكانيكي الناتج من المعدات الميكانيكية والكهربائية المستخدمة في تقنيه طاقة الرياح والثاني هو الضجيج الأيروديناميكي الناتج من تداخل تيارات الهواء مع الشفرات الهوائي ويمكن التخلص من الاولى بإنتاج اجزاء ميكانيكية هادئة ومعزولة اما الثاني فيتم التخلص منه باستخدام شفرات ذات اشكال انسيابية وملتوية وذات حدود مقوسة.
3. التداخل الكهرومغناطيسي :تؤثر شفرات الرياح على موجات الراديوية والتلفزيونية وقد تشوهها بسبب حدوث تداخل مغناطيسي والذي يعتمد على نوع مادة الشفرات فاذا كانت من المعدن فان التداخل محتمل الحدوث اما اذا كانت من مواد اخرى فان احتمالية امتصاص الموجات يكون اكثر.

10- الطاقة الحرارية الجوفية (Geothermal energy)

تعتبر الارض مصدرا اساسيا للحرارة التي يعتقد انها تنبعث من مصدريين

المصدر الاول :هو ان الارض كانت كتلة غازية حارة جدا ثم بدأت تبرد مع مرور الزمن اذ بردت قشرتها وتصلبت نتيجة تماسها المباشر مع الفضاء الخارجي. أما الجزء الداخلي فمازال درجة حرارته عالية جدا.

المصدر الثاني: هو ان حرارة الارض هي الحرارة الناتجة من تحلل المواد المشعة الموجودة بمقادير صغيرة من الصخور نتيجة لتحلل عناصر الراديوم واليورانيوم والتوريوم والبوتاسيوم وغير ذلك من المواد المشعة الموجودة بنسب متفاوتة في هذه الصخور على سبيل المثال .ظهور النشاط الاشعاعي بشكل بارز في صخور الغرانيت (الصخور النارية).

ان كمية الحرارة المتربة سنويا من باطن الارض تعادل تقريبا 10^{12}جول، وهي قليلة مقارنة بحرارة الشمس التي تصل الى الارض سنويا البالغة 5.4 * 10^{24} جول.

في بعض مناطق الارض تكون فيها كميات الحرارة مركزه وقريبة من سطح الارض بحيث تقوم المياه الجوفية بنقل هذه الحرارة الي سطح الارض على شكل ينابيع ساخنه يتصاعد منها الماء الساخن او البخار ويمكن بذلك الاستفادة من هذه الحرارة للتسخيين او توليد الطاقة الكهربائية.

والي حد عام 1990 كانت كمية الطاقة الكهربائية المتولدة من طاقة الحرارة الجوفية في مختلف دول العالم كانت تبلغ حوالي 6 جيغاوات، وهي تمثل نسب قليلة من الطاقة الكهربائية الكلية المولدة ألا انها تعتبر أحدى مصادر الطاقة المهمة في بعض المناطق التي كانت تستخدم لغرض التدفئة والزراعة ومختلف العمليات الصناعية .

في القرن التاسع عشر أمكن، بفضل التقدم التقني تم استغلال هذه المصادر بصورة علمية .على سبيل المثال، في منطقة توسكني الايطالية (Tuscany) استخدمت الطاقة الجوفية بدلا من الخشب في عمليات تحضير مركب البورون والامونيوم .

شهد العالم تشييد اول محطة توليد بطاقة 250 كيلو واط في منطقة لارديرلو (Larderllo) من قبل الامير كونتي (conti) والتي تبلغ سعتها 400 ميغاواط في الوقت الحالي .

ويعتبر حقل ويراكي (wairakei) في نيوزلندا الحقل الثاني الذي استثمر في عام 1950 في مجال توليد الطاقة الكهربائية .

ومن الدول التي استثمرت هذه الطاقة هي ايطاليا، اليابان، الفلبين، المكسيك، ايسلندا ..... الخ.

اما الدول التي استخدمت الحرارية بشكل مباشر للأغراض التدفئة الزراعة هي اليابان، الصين، جورجيا وداغستان. وتعتبر المجر وايسلندا هما الدولتان الرئيسيتان اللتان استغلتا الطاقة الجوفية في

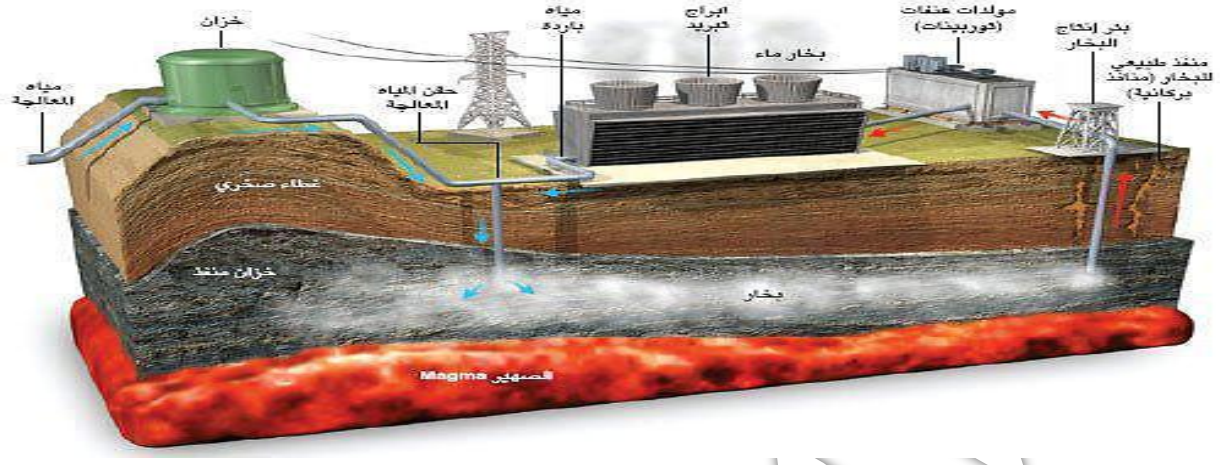
مجال الاستخدام المباشر، بالإضافة الى انه تم تطوير تقنيات متقدمة في فرنسا وبعض الدول الاوربية الاخرى.

10.1 انواع المصادر الحرارية

تنتشر الحرارة الباطنية للأرض من الداخل إلى سطح الأرض عن طريق الحمل الحراري بمعدل 2 و44 تيرا واط. ويعتبر النشاط الإشعاعي في قلب الأرض أهم مصادرها، التي تصل إلى معدل 30 تيرا واط. ويرجع الجزء بين المعدلين إلى كمية الطاقة المخزونة في الأرض أثناء تكون الكرة الأرضية من الغبار الكوني تحت فعل الجاذبية . ويقدر معدل الطاقة الحرارية الجيولوجية بنحو ضعف كل ما يستخدمه الإنسان الحديث من الطاقة من المصادر المختلفة. وعلاوة على تلك الطاقة الآتية من الأعماق الجيولوجية للأرض فإن سطح الأرض يستقبل طاقة الشمس ويخزنها في الطبقة السطحية ويقدر سمكها ب 10 متر خلال أشهر الصيف ويطلقها خلال أشهر الشتاء. وتبدأ درجة الحرارة تحت تلك الطبقة السطحية في الارتفاع بمعدل 27 درجة مئوية كل 1 كيلومتر، أي أنها تصل إلى نحو 55 درجة مئوية على عمق 2كيلومتر وهكذا. وتزداد تلك القيم عند تقاطع الصفائح حيث تكون القشرة الأرضية رقيقة نسبيا. وقد تزداد درجة الحرارة بفعل حركة السوائل الساخنة مثل الصهارة أو الينابيع الحارة أو تجمعات لهذه وتلك. وتعتبر كفاءة استغلال الطاقة الحرارية الباطنية في توليد الطاقة الكهربائية معتمدة على درجة الحرارة. ويسهل وجود الينابيع الحارة استغلالها وذلك بسعر زهيد. وإذا لم توجد الينابيع الحارة فيمكن الحفر بالأنابيب بحيث يضخ الماء من أعلى في أنابيب فيكتسب الماء الحرارة من الصخور والطبقات الأرضية الساخنة، وتقوم مضخات مركبة على أنابيب أخرى حولها بسحب الماء الساخن إلى أعلى لاستغلاله، وتسمى تلك الطريقة المتبعة في بعض المناطق الأوروبية الطاقة الحرارية للصخور الجيولوجية الساخنة hot dry rock geothermal energy أو تسمى في أمريكا الشمالية أنظمة حرارة الطبقات الجيولوجية المحفزة .

10.2 توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية

تعتبر الطريقة الأولى والأهم للاستفادة من الطاقة الحرارية الجوفية هي بتحويلها إلى طاقة كهربائية، ويتم ذلك في محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية. هناك ثلاث أنواع من محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية، وهي كالتالي:

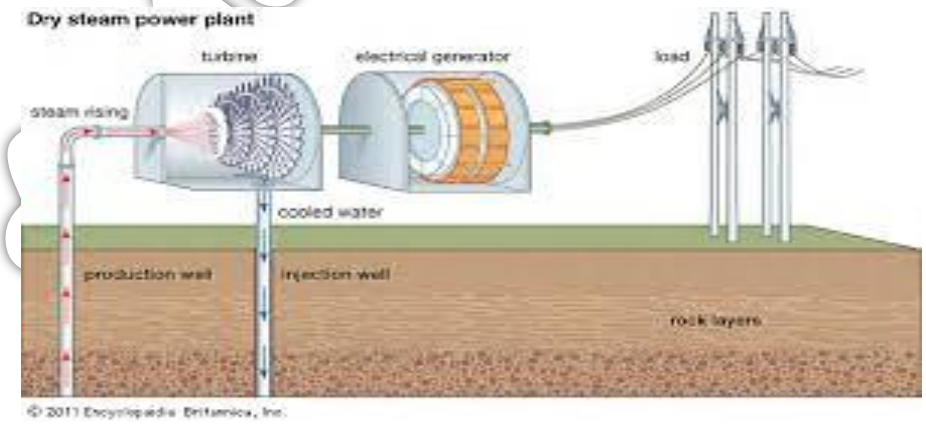


توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية

أنواع محطات الطاقة الحرارية الارضية Geothermal Energy Power Plant

1 – محطات الطاقة العاملة بطريقة البخار الجاف(Dry steam power plant):

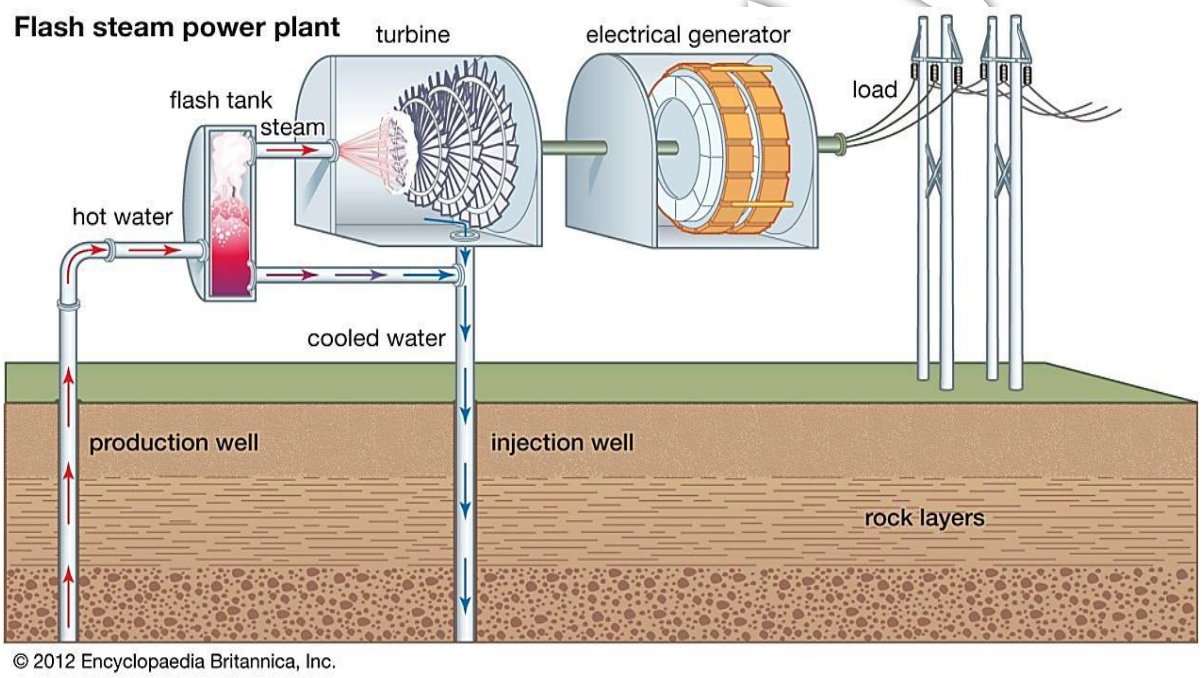
هذه الطريقة هي أقدم الطرق واكثرها انتشارا، وهي نفس الطريقة التي استخدمت في إيطاليا سنة 1904م. تستخدم هذه المحطات الماء الموجود بشكل طبيعي في الطبقات الأرضية العميقة والموجود تحت تأثير ضغط وحرارة عاليين، فيتم استخراجه بواسطة حفر آبار عميقة فيخرج على شكل بخار ماء بسبب حرارته العالية وبسبب فرق الضغط. يسير هذا البخار في الأنابيب ثم يعرض لتوربينات (العنفات التي من خلالها يتم دوران المولد الكهربائي) تدور المولدات الكهربائية التي تنتج الطاقة الكهربائية. يضخ الماء المتكثف إلى الأرض عبر بئر آخر يسمى بئر الحقن(Injection well).



شكل مبسط يوضح عمل محطات الطاقة العاملة بطريقة البخار الجاف

2 – محطات الطاقة العاملة بالتبخير(Flash steam power plant)

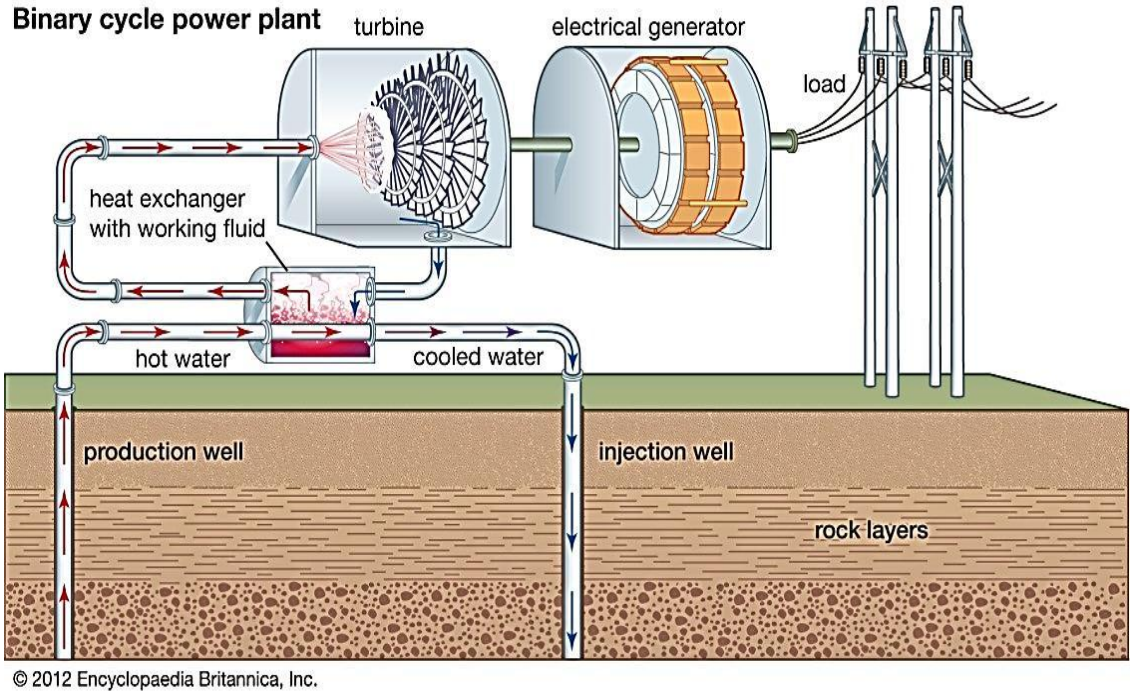
تختلف هذه المحطات عن محطات البخار الجاف بانه يتم فيها ضخ المياه الحارة بدلا من البخار وبضغط عال مباشرة الى خزان التبخير الموجود على سطح الارض، ويكون درجة حرارة خزان التبخير منخفضة وكذلك الضغط، وهذا الانخفاض في الحرارة والفرق في الضغط يسبب تبخر الماء الحار فيتشكل البخار الذي يوجه نحو العنفة لتدور ويدور معها المولد الكهربائي. بعد ذلك في الصورة نلاحظ صعود الماء الساخن (Hot water) ويدخل الى خزان التبخير(Flash Tank) يتحول الماء الساخن في خزان التبخير الي بخار يسبب دوران العنفة ومعها المولد الكهربائي. بينما يعود الماء الزائد الى الارض (Injection Well) .



شكل مبسط يوضح عمل محطات الطاقة العاملة بطريقة بالتبخير

3 – محطات الطاقة العاملة بالدائرة المزدوجة (Binary cycle power plant)

تختلف محطات الطاقة بالدائرة المزدوجة عن المحطات السابقة بانه لا يصل البخار من مياه باطن الارض بشكل مباشر الى العنفة . وانما يتم ضخ الماء الساخن من باطن الارض الى مبادل حراري حيث يمر الماء الساخن بأنابيب ضمن سائل مختلف ذو درجة غليان منخفضة (أقل من درجة حرارة غليان الماء). يتحول السائل الثاني الى بخار بفعل حرارة الماء في أنابيب . ويتجه نحو العنفة فتدور ويدور معها المولد الكهربائي 0.بعد ذلك يعود الماء الى جوف الارض بواسطة بئر الحقن(Injection Well)، بينما البخار الذي قام بتدوير العنفة يتم تكثيفه ويعود الى المبادل الحراري ليتم استخدامه من جديد.



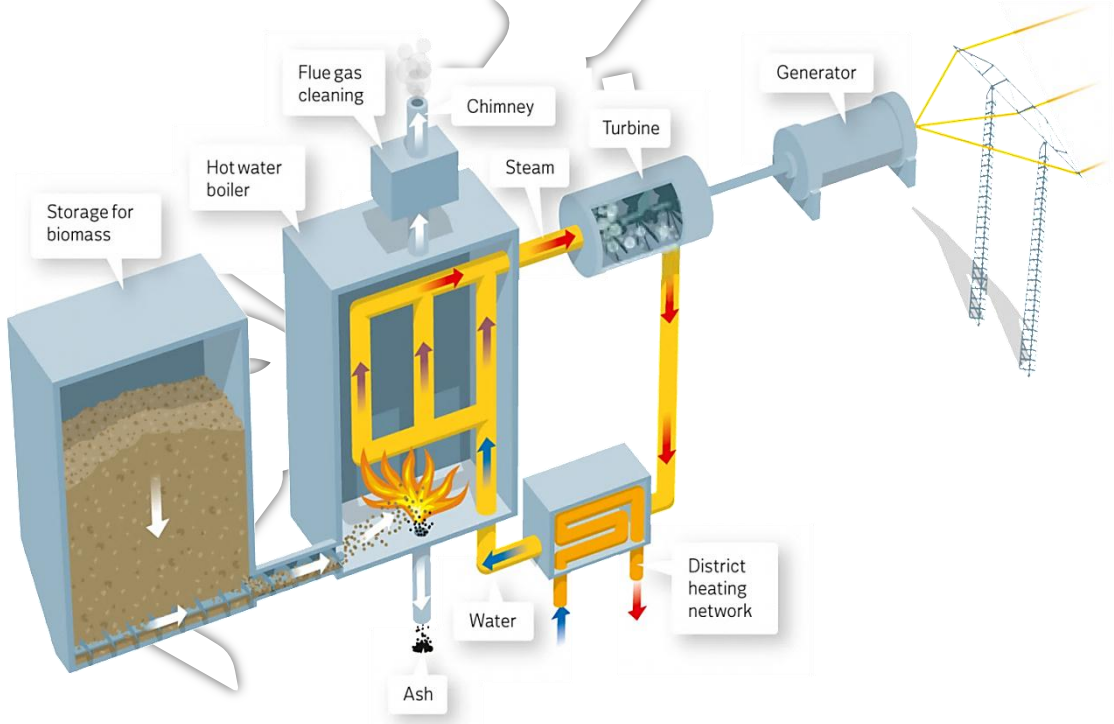
شكل مبسط يوضح عمل المحطة العاملة بالدارة المزدوجة

11– طاقة الكتلة الحيوية (Biomass Energy)

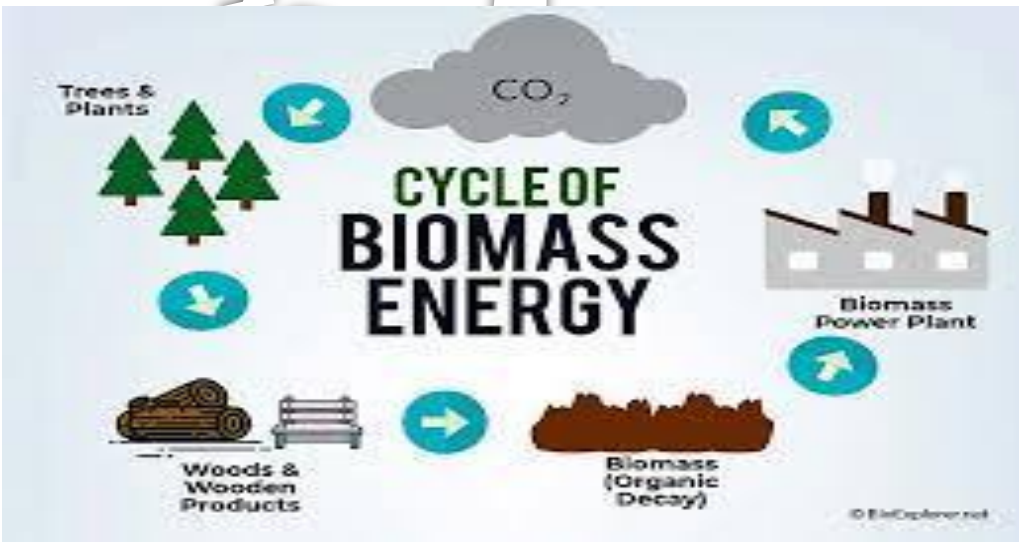
تشير الكتلة الحيوية في صناعة الطاقة إلى المواد الحيوية الحية والتي كانت حية إلى وقت قريب، والتي يمكن استخدامها كوقود، أو في الإنتاج الصناعي. أغلب الكتلة الحيوية هي مواد نباتية تستخدم كوقود حيوي، إلا أن المصطلح يشير أيضا إلى مواد نباتية أو حيوانية تستخدم في إنتاج الألياف، أو الكيماويات، أو الحرارة. قد تتضمن الكتلة الحيوية أيضا نفايات تتحلل طبيعياً يمكن حرقها كوقود. تستثنى من ذلك المواد العضوية التي حولتها العمليات الأرضية إلى فحم أو نفط.

يتضمن الوقود الحيوي إيثانول، والديزل الحيوي، والغاز الحيوي، والبيوتانول الحيوي، التي كلها أنواع وقود يستخدم مباشرة في محركات النفط.

بالرغم من أن الكتلة الحيوية وقود متجدد، إلا أنها لا تزال تسهم بشكل كبير في الاحترار العالمي، الذي يحدث عند اختلال التوازن الطبيعي للكربون، مثلا في حالات إزالة الغابات أو توسع المدن في المناطق الخضراء. سبب ذلك أن الكتلة الحيوية جزء من دورة الكربون. يتحول الكربون في الغلاف الجوي إلى مادة حيوية بالبناء الضوئي، ويطلق ثانية في الهواء عند تحلل النبات أو احتراقه. يحدث هذا عادة على مدى زمني قصير، ويمكن أن تستبدل المادة النباتية المستخدمة كوقود بزرع نبات جديد. لذلك فإن توازنا معقولا لكربون الهواء أو ما يعرف بمحايدة الكربون قد ينشأ من استخدام الكتلة الحيوية كوقود.



شكل مبسط يوضح مكونات محطات التوليد الطاقة الكهربائية باستخدام Biomass Energy


Trees & Plants
CO_2
CYCLE OF BIOMASS ENERGY
Biomass Power Plant
Woods & Wooden Products
Biomass (Organic Decay)