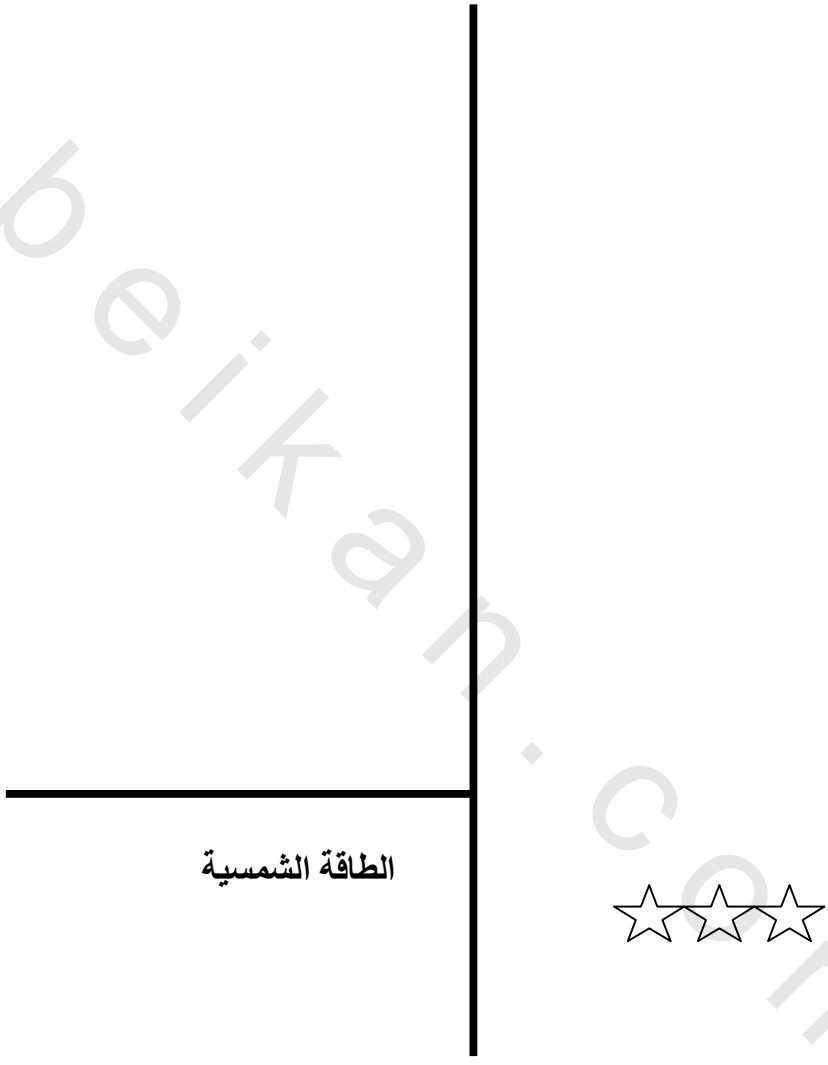
# الباب الثانى




obeikan.com

obeikan.com

يُقصد بالطاقة الشمسية الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار تُعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية، مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية من الأهمية هنا أن نذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا يتم توليد طاقة كهربية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية، فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتهاومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب خلال التقطير والتطهير، واستغلال ضوء النهار، والماء الساخن، والطاقة الحرارية في الطهى، ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية تتسم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية إيجابية وفقًا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالهاوتشمل التقنيات التي

تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقةهذا، في حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه أحد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات الكتلة الحرارية المناسبة أو خصائص تشتيت الأشعة الضوئية، وتصميم المساحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية.

## حجم الطاقة الشمسية القادمة إلى الأرض

يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس ويستقبل كوكب الأرض ١٧٤ بيتا وات من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه (الإشعاع الشمسي) عند طبقة الغلاف الجوي العليا وينعكس ما يقرب من ٣٠% من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية .

وينتشر معظم طيف ضوء الشمس الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية،

ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارتها يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات، حيث تنخفض درجة الحرارة، يتكثف بخار الماء في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون وتزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير والأعاصير المضادة وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط ١٤ 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.

يصل إجمالي الطاقة الشمسية التي يقوم الغلاف الجوي والمحيطات والكتل الأرضية بامتصاصها إلى حوالي ٣٨٥٠٠٠٠ كونتليون جول في عام ٢٠٠٢، زادت كمية الطاقة التي يتم امتصاصها في ساعة واحدة عن كمية الطاقة التي تم استخدامها في العالم في عام واحد يستهلك التمثيل الضوئي حوالي ٣٠٠٠ كونتليون جول من الطاقة الشمسية في

العام في تكوين الكتل الحيوية تكون كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض كبيرة للغاية، لدرجة أنها تصل في العام الواحد إلى حوالي ضعف ما سيتم الحصول عليه من مصادر الطاقة المتجددة الموجودة على الأرض مجتمعة معًا، كالفحم والبترول والغاز الطبيعي واليورانيوم الذي يتم استخراجه من باطن الأرض سوف يظهر في الجدول الخاص بمصادر الطاقة أن الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح أو طاقة الكتلة الحيوية ستكون كافية لتوفير كل احتياجاتنا من الطاقة، ولكن الاستخدام المتزايد لطاقة الكتلة الحيوية له تأثير سلبي على الاحتباس الحراري وزيادة أسعار الغذاء بصورة ملحوظة بسبب استغلال الغابات والمحاصيل في إنتاج الوقود الحيوي لقد أثارت طاقة الرياح والطاقة الشمسية موضوعات أخرى، باعتبار أنها من مصادر الطاقة المتجددة.

ولقد ازداد الطّلب مؤخراً على مصادر بديلة للطاقة بعد إدراك مساوئ مصادر الطّاقة الأحفوريّة، مثل: النّفط والفحم التي تلوّث البيئة وتسبب الاحتباس الحراري، كما أنّها معرضّة للنفاذ بعد فترة من الاستهلاك وتُعد الطّاقة الشّمسيّة إحدى مصادر الطّاقة المتجدّدة؛ أي أنّها غير قابلة للنفاذ، فالشّمس تشرق كل صباح وتزودنا بما نحتاجه من ضوء ودفء، كما يمكن استغلال الطّاقة الشّمسيّة باستخدام الخلايا الشّمسيّة التي تحوّل

أشعة الشّمس إلى طاقة كهربائيّة يمكن الاستفادة منها في كثير من المجالات.

## الخلايا الشمسية

تعمل الخليّة الشّمسيّة على تحويل الطاقة الشّمسيّة إلى طاقة كهربائيّة استناداً إلى ظاهرة تُسمى التأثير الضوء جهدي ، وتُبنى الخلايا الشّمسيّة غالباً من بلّورات السّيليكون شبه الموصلة، ويُضاف إليها بعض الشّوائب مثل الفوسفور لتحسين قدرتها على توصيل الكهرباء، وعند سقوط أشعة الشّمس على بلورات السّيليكون فإنها تمتصّها؛ مما يحفّز الإلكترونات التي ترتبط ببعضها بروابط تساهميّة على التّحرر، وتبدأ فى التحرّك عشوائياً داخل بلورة السّيليكون، مما يولّد تياراً كهربائياً ومن والخلية الشمسية أو الضوئية أو الكهروضوئية كان يطلق عليها في الأيام الأولى لصناعتها بطارية شمسية ولكن أصبح ذلك يحمل معنى مختلف تماماً الآن،جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلاً تأثير جهد الضوء ، وتتكون من طبقة سيليكون يضاف لها بعض الشوائب لتعطيها بعض الخواص الكهربائية، فالطبقة العليا المقابلة للشمس يضاف إليها عنصر الفسفور، لتعطيه خاصية ضخ الكُهَيربات عند ارتطام الضويئات بها وتسمى هذه الطبقة بالطبقة N

بينما يضاف عنصر البورون للطبقة السفلى ويعطيه خاصية امتصاص الكُهَيربات وتسمى هذه الطبقة P، فعند ارتطام ضويئات الشعاع الشمسي بالطبقة العلوية تمنح الكُهَيربات طاقة تعتمد على شدة اشعاع الشمس، وعند وجود موصل كهربائي بين الطبقتين تنتقل الكُهَيربات من الطبقة العليا إلى الطبقة السفلى وهكذا يتكون تيار وجهد كهربائيان، وتعتبر الخلايا الشمسية مصدر هام لتزويد المركبات الفضائية والأقمار الصناعية بما تحتاجة من طاقة كهربائية، وتعتبر من البدائل المساعدة لمصادر الطاقة التقليدية من البترول والفحم والغاز ومشتقاته المحدودة في الطبيعة والقابلة للنضوب بسبب الاستنزاف الهائل لها، فالخلايا الشمسية تحول طاقة الأشعة الشمسية مباشرة إلى كهرباء وتتميز بإنتاج كهرباء دون أن تؤدي لتلوث البيئة، وعمرها الأفتراضي يصل إلى ٣٠ سنة، وارتفاع تكلفة انتاجها هو العائق الرئيس لاستخدامها.

وتستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله إلى كهرباء، عندما يتم تجميع وحدات متعددة معاً حيث تكون أولوية التركيب بنظام تعقب قطبي محمول يتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد وتسمى بلوح الطاقة الشمسية والطاقة الكهربائية الناتجة من

الوحدات الضوئية تعتبر مثالاً على استخدام الطاقة الشمسية والخلايا الكهروضوئية .

## فكرة عمل الخلايا الشمسيّة

يقوم مبدأ عمل الخلايا الشمسيّة على امتصاص أشعة الشّمس وتحويل الطّاقة الشمسيّة إلى طاقة كهربائيّة تُمكّن الاستفادة منها عبر هذه العمليّة، وفي هذه الحالة تكون الشّمس قد أدّت دور المُولِّدات الكهربائيّة؛ ففي كل يومٍ تُشرق فيه الشّمس تُطلق طاقة كبيرة على شكل فوتونات تُغطّي كل جزءٍ من سطح الأرض، وتصلُ كميّة هذه الطّاقة إلى أكثر من ألف واطٍ لكلّ مترٍ مُربّع من الأرض المَكشُوفة، وتقوم الألواح الشمسيّة باستقطاب هذه الطّاقة ويحتوي كل لوح من ألواح الطّاقة الشمسيّة على مجموعة من الصّفوف، وكلّ صفّ يحتوي على خلايا شمسيّة، ويتمُّ تجميع هذه الألواح في مصفوفاتٍ كبيرة جدّاً لتشكيل المحطّات الشمسيّة التي تمدُّ المُدُن والمَصانع بالطّاقة في العديد من أنحاء العالَم .

والخليّة الشمسيّة عبارةٌ عن أداةٍ شبه مُوصلة ذات بناءٍ بسيط، وظيفتُها تحويل الفُوتونات الموجودة في أشعّة الضّوء إلى أشكالٍ من الطّاقة يستطيعُ الإنسان الاستفادة منها، والطّريقة الأساسيّة للقيام بهذا التّحويل هي السّماحُ للخليّة الشمسيّة بامتصاص الفُوتونات وإسقاطِها

على سطح كريستاليّ مُكوّنٍ من أحد العناصر الكيميائيّة والخاصيّةً الكريستاليّة أو البلوريّة تُشير إلى أنّ ذرّات هذا العُنصر مُرتّبة على المُستوى الجُزيئيّ بنمطٍ ثابت دقيق جدّاً، ويُعتَبر السّيليكون العُنصر الأكثر رواجاً لاستعماله في هذه الوظيفة بسبب امتلاكه خواصّاً مُشتركة ما بين المعادن (المُوصلة للكهرباء) والعوازل (المانعة للكهرباء)، وبالتّالي يُؤدّي دوراً جوهريّاً في تكوين الخليّة.

وعندما تصطدمُ الفوتونات بالسَطح المُكوّن من السّيليكون فهي تُؤدّي إلى تأيين ذرّاتِه (تنقلُ إليها شحنة كهربائيّة) ممّا يُؤدّي إلى تحرُّر بعض الإلكترونات منها، وبالتّالي تبقى بعضُ الذرّات الكريستاليّة ذات الشّحنة الإيجابيّة، وتستطيعُ الشّحنة الانتقالَ من ذرّة إلى أُخرى بحُريّة كبيرة، وتُصبح هي الأساس للطاقة التي سوفَ تُنتجها الخلية الشمسيّة من الضّوء ويُمكن تبسيط هذا التّفاعل بأنّه يُؤدّي إلى توليد طاقة كهربائيّة داخل السّيليكون بمُجرّد اصطدام أشعة الشّمس به.

بعد ذلك، تبدأ الإلكترونات الموجودة داخل الخليّة الشمسيّة في الحركة نتيجةً لاكتسابها للشّحنة الكهربائيّة،فتقومُ بتشكيل حقلٍ كهربائيّ، وتنطلقُ الإلكترونات من كريستالة السّيليكون (أو أياً كان نوعُ المادة المُستعملة في صناعة الخليّة الشمسيّة) وتتجمّع على شكل طاقة كهربائيّة تُرسلها الخليّة الشمسيّة إلى جهازِ المُحوّل وعندَ هذه المرحلة

تنتج كهرباء في حالة التيّار المُباشر (DC)؛ وهي كهرباء يمكن إنتاجها كيميائيّاً، ومن أمثلتها كهرباءُ البطاريّات، ولكن لا يمكن الاستفادة منها وهي في شكلها الحالي في الأمور الحياتيّة اليوميّة للإنسان، ولذلك تلزم الاستعانةُ بمُحوّل من نوع خاصّ ليقوم بتحويل هذه الكهرباء من حالة التيّار المُباشر (DC) إلى التيّار المُتردِّد (AC)، وبالتّالي تُصبح الطّاقة الكهربائيّة جاهزةً لتشغيل المنازل والمُنشآت البشريّة.

وتُعتمد كميّة الطّاقة المُنتَجة على حجم اللّوح الشمسيّ وما يحتويه من خلايا شمسيّة؛ ففي الألواح الشمسيّة العاديّة، تكون القدرة الإنتاجيّة للوح الواحد في المُتوسّط ٢٥٠ واط تقريباً، ويمكن معرفةُ القدرة الإنتاجيّة للوح الواحد من ورقة البيانات التي تكون مُرفقة مع الألواح عندَ شرائها من شركةٍ تجاريّة وقد اتّخذ هذا النّوع من إنتاج الطّاقة النّظيفة من المصادر المُتجدِّدة مَنحىً كبيراً وحصل على أهميّة كبيرة عند المُنظّمات والحُكومات المُهتمّة بالحفاظ على نظافة البيئة، ويبلغ عمر الإنتاج للألواح الشمسيّة ما يُقارب الخمسة وعشرين عاماً، كما أنّ تكلفته في الآونة الأخيرة باتت مَقبولة وفي مُتناول الأيدي مع تطوُّر نوعيّة صناعته وإنتاجه، ويمكن مَعرفة الجدوى الإقتصاديّة لتركيب هذا النّظام عن طريق مَعرفة مُدّة الاسترداد له التي سيُعيد خلالها تكاليفه؛ فكلما قلّت هذه المدّة كان المشروع أجدى من النّاحية الماديّة.

## تاريخ الخلايا الشمسية

**إن أصل مصطلح الضوء (photovoltaic) من اليونانية ςφ) ((phōs)ويعني الضوء ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت - وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية-،و بذا أصبح المصطلح (photovoltaic)باللغة الإنجليزية منذ عام ١٨٤٩ ولقد تم التعرف لأول** مرة على تأثير الضوء في عام ١٨٣٩ من قبل الفيزيائي الفرنسي **بيكريل ومع ذلك فقد تم بناء أول خلية ضوئية عام ١٨٨٣** بناها **شارلز فريتز، الذي قام بتغليف السيلينيوم كأشباه موصلات بطبقة رقيقة جداً من الذهب لتشكيل التقاطعات وكانت كفاءة الجهاز حوالي ١٪ فقط وفي عام ١٨٨٨ بنى الروسي الفيزيائي الكسندرستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوء الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز في وقت سابق من عام ١٨٨٧ وقد وضح ألبرت آينشتاين التأثير الكهروضوئي في عام ١٩٠٥ وحصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٢١ وحصل روسل أوهل على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام ١٩٤٦، الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت بالترانزستور.**

ولقد استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية فقد أحرق أرشميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب عام ٢١٢ ق م عن طريق تركيز إشعاع الشمس على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن آنية ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز إشعاع الشمس للحصول على النار كما قام علماء أمثال تشرنهوس وسويز ولافوازييه وموتشوت وأريكسون وهاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء كما أنشئت في مطلع القرن الميلادي الحالي أول محطة عالمية للري بواسطة الطاقة الشمسية كانت تعمل لمدة خمس ساعات في اليوم وذلك في المعادي قرب القاهرة ولقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الاستفادة من الطاقة الشمسية واستغلالها لكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت آفاقاً علمية جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية .

**أشهر أنواع الخلايا الشّمسيّة:**

**خلية شمسية أحادية البلورة : وهى عبارة عن خلايا قطعت من بلورة سيليكون مفردة وكفاءة هذا النوع من الخلايا من ١١ إلى ١٦% مما يعني أن امتصاص الخلايا من الإشعاع القادم من الشمس الذي تبلغ قوته ١٠٠٠ وات لكل متر مربع وذلك في يوم مشمس بالقرب من خط الاستواء أي أن الواحد متر مربع من هذه الخلايا يمتص الإشعاع الشمسي بهذه الكفاءة ينتج ما بين ١١٠ إلى ١٦٠ وات وهو ذو كفاءة عالية مقارنة بالأنواع الأخرى ولكنه مكلف اقتصادياً.**

**خلايا شمسية متعددة البلورة: وهي عبارة عن رقائق من السليكون كُشطت من بلورات سليكون أسطوانية ثم تعالج كيميائياً في أفران لزيادة خواصها الكهربية وبعد ذلك تغطي أسطح الخلايا بمضاد الانعكاس لكي تمتص الخلايا أشعة الشمس بكفاءة عالية وكفاءة هذا النوع من ٩-١٣% وهو أقل كفاءة من البلورة الأحادية ولكنه أقل تكلفة اقتصادياً.**

**خلايا شمسية غير متبلورة: وفيها مادة السيليكون تترسب على هيئة طبقات رفيعة علي أسطح من الزجاج أو البلاستيك لذلك فإن تصنيع هذه الخلايا يتم بتقنية سهلة ولكن كفاءتها أقل من ٣ إلى ٦% وأسعارها أيضا أقل وهي مناسبة لتطبيقات من ٤٠ وات إلى ما أقل وكفاءته**

وتكلفته أقل من الأنواع المذكورة وهي أول خلايا شمسيّة تم تصنيعها، وذلك في عام ١٩٨١م، وهي مصنوعة من بلورات سيليكون أقل نقاءً من تلك المستخدمة في صنع الخلايا الشّمسيّة أحادية التّبلور.

رقاقات الخلايا الشّمسيّة: وهي خلايا شمسيّة تُصنَع من عدة طبقات من الرّقائق، وتتراوح كفاءتها بين ٧-١٣٪، ويُمكن أن تُصنّف إلى عدة أنواع بحسب المادة المستخدمة في صناعتها، ومنها: السّيليكون غير المتبلور، وتيلوريد الكادميوم، وسيلينيد، ونحاس، وإنديوم، وجاليوم وتتسم هذه المنتجات بأن الخلايا مدعمة بإطار من الألومنيوم للحماية وأيضاً بزوج من الدايود للحماية الكهربية.

## طريقة صنع ألواح الطاقة الشّمسيّة

يمكن تصنيع ألواح الطاقة الشّمسيّة من خلال اتباع الخطوات الآتية:

شراء الخلايا الشّمسيّة:

عند شراء الخلايا الشّمسيّة يراعى شراء خلايا ذات كفاءة عالية وتكلفة قليلة (يُفضّل استخدام الخلايا الشّمسيّة متعددة البلورات)، ويتم اختيار عدد الخلايا الشّمسيّة اعتماداً على كمية الطاقة التي يُراد إنتاجها.

تجهيز لوح من مادة عازلة:

يمكن اختيار لوح من الخشب، أو البلاستيك ، أو الزّجاج بحيث يكون حجمه مناسباً لعدد وترتيب الخلايا الشّمسيّة، مع ترك مسافة كافية من الأطراف لتوصيل الأسلاك الكهربائيّة ويُعدّ لوح الخشب هو الخيار الأفضل لأنّه يمكن حفر ثقوب فيه بسهولة لتمرير الأسلاك الكهربائيّة.

قياس وقصّ أسلاك التّوصيل:

يظهر على الخليّة الشّمسيّة عدد من الخطوط القصيرة التي تمتد على عرض الخليّة الشّمسيّة، وخطان طويلان يمتدان على طول الخليّة الشّمسيّة، ولقص أسلاك التّوصيل ستحتاج كل خلية شمسيّة إلى سلكين؛ طول كل واحد منهما ضعف طول الخطيّن الطّويليّن في وسط الخليّة الشّمسيّة.

لحتم سلكي التّوصيل:

يُلحَم سلكا التّوصيل بالجهة الخلفيّة للخلية الشّمسيّة باستخدام مسدّس اللّحام، ويُكرّر ذلك لكل الخلايا الشّمسيّة، ويجب الانتباه أن يكون السّلكان على امتداد الخطين الطّويلين اللّذين يظهران على الجهة الأماميّة للخلية الشّمسيّة.

تثبيت الخلايا الشّمسيّة:

**تُثبّت الخلايا على اللّوح العازل باستخدام صمغ يوضع على منتصف الجهة الخلفيّة من الخلايا، ويتم الضغط قليلاً لتثبيتها على اللّوح، ثم يجب التأكد من ظهور طرفي سلكي التّوصيل من كل خلية، وأنه يمكن تحريك الأسلاك بسهولة، يُفضل ترتيب الخلايا الشّمسيّة في صفوف قليلة، في المقابل يمكن زيادة عدد الخلايا في كل صف، ومراعاة أن يتم تركيب صفوف الخلايا باتجاهات متعاكسة، بحيث يظهر سلك التّوصيل للصف الأول من جهة، ويظهر من الجهة المعاكسة في الصّف التالي، وهكذا، ومراعاة ترك مسافة فارغة على أطراف اللّوح.**

**توصيل الخلايا الشّمسيّة ببعضها البعض:**

**يوصّل سلك التّوصيل في نهاية خلية بالجهة الأماميّة من الخليّة التّالية، ويكرّر ذلك كل مرة، ويتم لحم أسلاك الخليّة الأولى مع أسلاك الخليّة الثّانية.**

**مد سلكيّ التّوصيل الملحومَين بالخليّة الشّمسيّة الأولى من الصّف الأول، ولحمهما بسلك توصيل عموميّ وتكرار ذلك في الخليّة الأولى من الصّف الثاني.**

مد سلكيّ التّوصيل في نهاية الصّف الأول من الخلايا، والسّلكين في بداية الصّف الثّاني من الخلايا، ولحم الأسلاك الأربعة باستخدام سلك توصيل عموميّ.

توصيل باقي الصّفوف بالطريقة ذاتها باستخدام أسلاك التّوصيل العموميّ الطّويلة حتى الوصول إلى النّهاية، حينها يتم استخدام سلك توصيل عموميّ قصير، كالذي تم استخدامه في الخليّة الأولى من الصّف الأول، يمثّل سلك التّوصيل العموميّ الموصول بالخليّة الأولى من الصّف الأول القطب الموجب للوحة الخلايا الشّمسيّة، أما سلك التّوصيل العمومي الموصول بالخليّة الأخيرة من الصّف الأخير فيمثّل القطب السّالب للوحة الخلايا الشّمسيّة.

بناء صندوق من الخشب المضغوط لوضع الخلايا الشّمسيّة فيه، ويفضل طلاء الصّندوق بألوان عاكسة حتى يبقى الصّندوق بارداً؛ إذ إنّ الخلايا تعمل بشكل أفضل عندما تكون باردة، ويساهم طلاء الصّندوق فى حمايته من العوامل الخارجيّة ويطيل عمره، بعد ذلك يتم وضع الخلايا الشّمسيّة داخل الصندوق بحيث تتّجه لأعلى.

توصيل سلك التّوصيل العمومي الذي يمثّل القطب السّالب بصمام ثنائي، أو ديود ذي أمبيرية أكبر من تلك التي تُنتجها الألواح الشّمسيّة، وتثبيته بقليل من السّليكون.

توصيل سلك أسود بالصّمام الثّنائي، وتوصيله من الجهة الأخرى بمجموعة أطراف توصيل يتم تثبيتها في جانب الصّندوق، وتوصيل الجهة المقابلة من مجموعة أطراف التّوصيل بالقطب الموجب من لوحة الخلايا الشّمسيّة.

توصيل اللّوحة الشّمسيّة فى متحكّم شحن مع مراعاة توصيل الأطراف السّالبة والموجبة بشكل سليم، وتوصيل الأسلاك من مجموعة أطراف التّوصيل إلى متحكّم الشّحن، ويفضل استخدم أسلاكِ برموز لونيّة لتتبّع الشّحنات.

توصيل متحكّم الشّحن ببطاريات مناسبة لحجم لوحة الخلايا الشّمسيّة وفق إرشادات المُصنّع.

بعد توصيل البطاريات وشحنها من اللّوحات الشّمسيّة، يمكن تشغيل الأجهزة الإلكترونية باستخدام البطاريات.

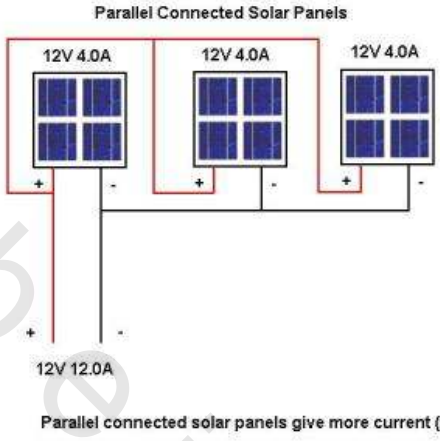
إغلاق الصّندوق بإحكام باستخدام لوح مناسب من الزّجاج الصّناعي، والحرص على إغلاق الفجوات لمنع تسرّب الماء داخل الصّندوق.

تركيب الألواح الشّمسيّة بالطريقة المناسبة، ويمكن اختيار عدة طرق، منها: تركيب الألواح على عربة بحيث يمكن تعديل اتجاه اللّوح اعتماداً على اتجاه الشّمس لزيادة كمية الطاقة الشّمسيّة الممكن الحصول عليها أثناء اليوم، أو تركيب الألواح على سطح المنزل، على أن تكون زاوية السّطح مناسبة لاتجاه الشّمس على الأقل وقت الذروة، وهي فترة الظّهيرة غالباً، أو يمكن تثبيت الألواح على قاعدة لاقط استقبال فضائيّ، ويمكن برمجتها للتحرّك مع حركة الشّمس.

## توصيل الألواح الشمسية

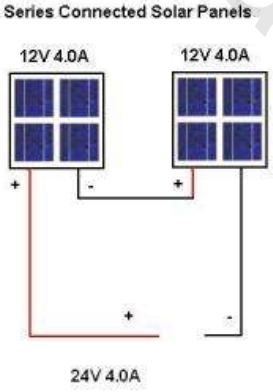
(١) توصيل على التوازي

وهي عن طريق توصيل البدايات مع البدايات والنهايات مع النهايات – موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم - من أجل الحفاظ على نفس الجهد ولكن مع جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل زيادة التيار الكلي وبالتالي رفع القدرة الكلية كالتالي :




Parallel connected solar panels give more current (ampere)

(2) توصيل على التوالي ويتم عن طريق توصيل النهايات مع البدايات – موجب مع سالب وسالب مع موجب مثل القطار من أجل الحفاظ على نفس التيار لكن مع جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي كالتالي :




By series connecting gives higher voltage
Current remains same.

obeikan.com

## خلايا شمسية تعمل تحت الماء

تمكن العلماء فى مختبر الأبحاث البحرية فى الولايات المتحدة الأمريكية من ابتكار خلايا شمسية تعمل تحت الماء وتستطيع تلك الخلايا الشمسية الجديدة توليد مقدار من الطاقة الكهربية كافي لتشغيل بعض الآلات تحت الماء حتى عمق يصل إلى ٩ أمتار

هناك العديد من العوائق التي كانت تواجه تطوير خلايا شمسية تعمل تحت سطح الماء، أولى تلك العوائق هو انخفاض شدة الضوء كلما زاد العمق تحت سطح الماء بسبب امتصاص جزء كبير من أشعة الشمس بواسطة الماء بالإضافة إلى فلترة أشعة الضوء بواسطة المياه ليصبح الجزء المتبقي من الضوء عدد من الأمواج الطولية الخاصة باللونين الأزرق والأخضر .

ليصبح بذلك التحدي لدى العلماء هو القدرة على تصميم خلايا شمسية قادرة على تحويل هذا العدد الضئيل من الفوتونات إلى طاقة كهربائية بكفاءة مناسبة، وقد تغلب علماء مختبر الأبحاث البحرية على تلك العوائق عبر استخدام مادة جديدة لصنع الخلايا الشمسية .

فبدلاً من استخدام بلورات السيليكون أو السيليكون الغير متبلور في صنع الخلايا الشمسية، يتم استخدام فوسفيد الجاليوم والإنديوم

**(gallium indium phosphide (GaInP)) لتصنيع خلايا شمسية جديدة قادرة على توليد كهرباء في حالة ضعف شدة الإضاءة وقلة الفوتونات ) الخلايا الشمسية الجديدة أثبتت كفاءتها العالية خلال التجارب التي أجراها العلماء عليها .**

**مزايا الاختراع : تتميز هذه الخلايا الشمسية الجديدة بقدرتها على العمل تحت الماء بكفاءة عالية بخلاف الخلايا الشمسية السابقة وستستخدم هذه الخلايا الشمسية لإمداد بعض الآلات بالطاقة وتشغيلها ذاتياً حيث سيتم تزويد بعض المجسات البيئية الموضوعة في مياه البحار والمحيطات بتلك الخلايا الشمسية لتتمكن من العمل بشكل ذاتي.**

**والمهم معرفة أن الأسطح الغامقة تمتص الحرارة ولا تعكسها كثيراً، لهذا تسخن عكس الأسطح الفاتحة التي تعكس حرارة الشمس، لهذا لا تسخن والحرارة تنتقل بثلاث طرق، إما بالتوصيل من خلال مواد صلبة، أو بالحمل من خلال الغازات أو السوائل، أو بالإشعاع من هنا نجد الحاجة لانتقال الحرارة بصفة عامة لنوعية المادة الحرارية التي ستختزنه، لتوفير الطاقة وتكاليفها لهذا توجد عدة مبادئ يتبعها المصممون لمشروعات الطاقة الشمسية، من بينها قدرة المواد الحرارية المختارة لتجميع وتخزين الطاقة الشمسية حتى في تصميم المباني واختيار مواد**

بنائها حسب مناطقها المناخية سواء في المناطق الحارة أو المعتادة أو الباردة كما يكونون على بينة بمساقط الشمس على المبني والبيئة من حوله كقربه من المياه واتجاه الريح والخضرة ونوع التربة، والكتلة الحرارية التي تشمل الأسقف والجدران وخزانات الماء كل هذه الاعتبارات لها أهميتها في امتصاص الحرارة أثناء النهار وتسربها أثناء الليل.

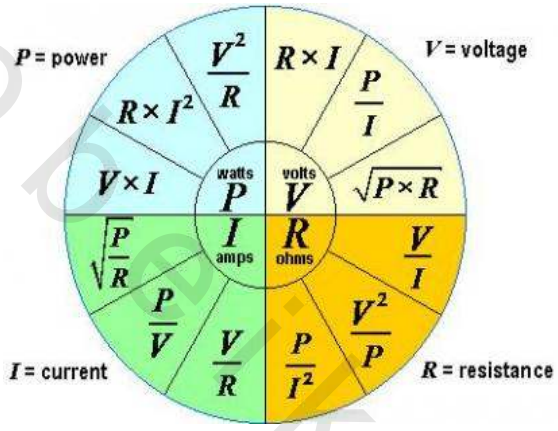
## مكونات نظم الخلايا الشمسية

الألواح الشمسية عبارة عن خلايا شمسية مجمعة مع بعضها البعض تنتج كهرباء تيار مستمر DC يمكن أن تستخدم لتشغيل بعض المعدات أو تخزينها في بطاريات يعاد شحنها وإستخدامها أكثر من مرة وتقاس قوة تلك الخلايا بوحدة الواط، فهناك لوحات صغيرة تبدأ من 5 واط أو 15 واط حتى تصل إلي بلايين من الواطات للأبنية الكبيرة والمصانع وبالنسبة لغير المتخصصين فأحب أن أوضح قانونان فقط - مشهوران جدا - دون الدخول إلي معادلات معقدة في علم الكهرباء يسموا بقانون أوم وقانون حساب القدرة وينصوا على التالي:

(١) الجهد الكهربائي = التيار الكهربي × المقاومة

(٢) القدرة = الجهد الكهربائي × التيار الكهربائي

**ويمكنكم إستخدام دائرة القوي التالية لمعرفة أي صيغة تحويل تريدونها**




**(2) منظمات الشحن**

Charger

**(**Controllers)

**وهي المرحلة الثانية في النظام الشمسي، وتقوم بالعديد من الوظائف كالتالي: أ- تحتوي على قاطع داخلي** (fuse) **يقوم بحماية الخلية الشمسية من التلف في حالة تلامس أطرافها معا وحدوث قصر في الدائرة** (short circuit) **بحيث يقوم الفيوز بالتلف ومنع الضرر الكبير من الحدوث علي الخلايا الشمسية، ويمكن إستبداله بعد ذلك والعمل مرة أخري وهو رخيص الثمن .**

**ب- تعمل على تنقية وتثبيت الفولت الخارج من الخلية الشمسية إلي الجهاز الذي يعمل على الجهد المستمر** DC **لأن قوة أشعة الشمس تزيد وتقل طوال نهار اليوم إما بسبب السحب أو بسبب تغير زاوية الشمس حتي تزول تماما عند الغروب .**

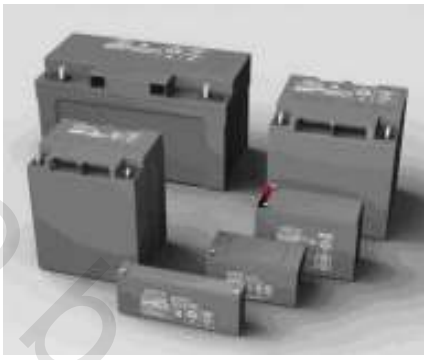
**ج- تقوم بتنظيم عملية شحن البطاريات حيث أن عملية الشحن تختلف**

في آليتها عن مجرد توفير مصدر للطاقة المستمرة موصل بالبطارية، حيث تكون قيمة جهد الشحن مساوي لقيمة البطارية وقيمة تيار الشحن تساوي تقريبا 15% من التيار الذي تسعه البطارية، وإذا زادت تلك النسبة بكثير فستحدث عملية شحن سريع للبطارية تؤدي إلي إضعافها وإستهلاكها بسرعة مع مرور الوقت، وإذا قلت تلك النسبة بدرجة كبيرة فسيتم شحن البطارية في وقت طويل وبشكل بطئ جدا

د- تعمل على ضمان عدم رجوع تيار كهربي من البطارية إلي الخلية مرة أخري لأنه في حالة فصل الحمل وفي ظل عدم وجود منظم للشحن، فإن الخلايا الشمسية يمكن إعتبارها حمل يعمل على سحب التيار من البطارية إلي الخلايا بشكل عكسي مرة أخري مما يعمل على إتلافها .

(3) البطاريات (Batteries ) وهي الوحدة المسئولة عن تخزين الطاقة وتفريغها عند الحاجة – أي أن لها وظيفة مزدوجة - ويمكن أن نشبهها بالبالونة التى تستطيع إدخال الهواء بداخلها لتعبئتها تحت ضغط خارجي أو فتح فوهتها ليخرج الضغط الداخلي إلي الخارج مرة أخرى .

وبالطبع هناك العديد من أنواع البطاريات ولكن غالبية البطاريات المستخدمة مع الأنظمة الشمسية تكون من النوعية ذات الحمض والألواح الرصاصية Lead-Acid ، وغالبية البطاريات المستخدمة لهذا الغرض تكون في حدود 12 فولت أو 24فولت وللتعامل مع البطارية



تحتاج لمعرفة متغيران على الأقل من أصل ثلاثة متغيرات هم الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت (Volts)والتيار ويقاس بالأمبير (Amps)والقدرة وتقاس بالواط (Watts)كما تم ذكرهم من قبل ويمكن توصيل البطاريات مثل نفس طريقة توصيل الخلايا الشمسية للحصول على قيم جهد وتيار مختلفة

ويتم الإشارة إلي البطارية بعدد الأمبيرات في الساعة Ampere Hours (Ah) وتسمى بسعة البطارية Battery Capacity فعلي سبيل المثال إذا قرأتم البيانات على البطارية كالتالي 12 volt 19Ahفإن هذا يعني أن تلك البطارية تستطيع توفير 19 أمبير لمدة ساعة واحدة أو 1 أمبير لمدة 19 ساعة قبل الحاجة إلي إعادة شحنها مرة أخري كما يمكنك - من الناحية النظرية- أن تشحنها في ساعة واحدة إذا أعطيتها 19 أمبير أو شحنها في ساعتان إذا أعطيتها 95A وهكذا .

تحديد مواصفات الشاحن الذي سيعمل على البطارية:

ان منظم الجهد يقوم بإعطاء جهد للبطارية مساوي لقيمتها الفعلية بينما التيار يكون في حدود 15% من سعة تيار البطارية، فلماذ تحديدا

**تلك النسبة؟ و شركات تصنيع البطاريات تنصح بصفة عامة أن يتم شحن البطارية في فترة لا تقل عن 6 ساعات ولا تزيد عن 24 ساعة لضمان أفضل أداء للبطارية ، مما يعني أننا إذا كنا نريد أن نشحن البطارية في أسرع وقت دون أن نلحق الضرر بالبطارية فعلينا أن نشحنها في 6 ساعات فمثلا إذا كانت لدينا بطارية بقيمة 12V وسعة 100 Ah فمعني هذا أن أقل وقت وأعلي تيار يمكن أن تشحن فيه هذه البطارية هو :**

**Current(A)=100Ah/6h=166A ويتم تقريبها إلي 15% لزيادة الوقت قليلا لكي لا تصل إلي أقل من الحد الأدني الحرج، لأننا إذا قمنا بشحن البطارية في وقت أقل من 6 ساعات فإننا سنشحنها بتيار أعلي من النسبة المسموح بها مما سيعرض البطارية للتلف على المدي البعيد أو المتوسط – حسب مقدار إرتفاع التيار – بسبب التحميل الزائد وفي نفس الوقت فإذا قمنا بشحن البطارية في وقت أكثر من 24 ساعة أو أقل من حوال 4 أمبير – في المثال السابق- فإن شحن البطارية سيتم في وقت بطئ للغاية ولن يكون مفيدا من الناحية العملية.**

**وعلى الرغم مما سبق فمعظم البطاريات تقوم بكتابة الوقت المثالي لشحن البطارية – مثل - 12V 72Ah/ 20HR مما يحدد التيار المثالي لشحن تلك البطارية، والذي في هذا المثال يساوي:**

Charging Current = 72Ah / 20HR = 036A = 360 mA

**وبالطبع فإن وقت الشحن يختلف من مصنع لآخر، ولكنك بصفة عامة في أمان طالما تتحرك في النسبة المسموح بها من 24 – 6 ساعة.**

**(4)العواكس** (Power Inverters ) **وتأتي أهمية تلك المرحلة عند الحاجة إلي إستخدام تلك الخلايا لتوليد كهرباء عالية متغيرة تستطيع لتشغيل الأجهزة الكهربية والإلكترونية الكبيرة في المنازل أو المصانع فهنا علينا بإستخدام أجهزة تسمي عواكس (Inverters) والتى تقوم بتحويل التيار المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت أو أي قيمة أخري إلي تيار متغير عالي (110V AC or 220V AC) لتشغيل الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير وللأجهزة الثقيلة.**

**وهو آخر مرحلة وبدونه لن تكون هناك قيمة حقيقية للألواح الشمسية، وهو نفس الجهاز الذي يستخدم في السيارات لتوصيله على ولاعة السيارة لتحويل الجهد المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت إلي جهد متغير 220V ACيستطيع تشغيل أجهزة مثل التليفزيون أو ثلاجة صغيرة أو كمبيوتر**

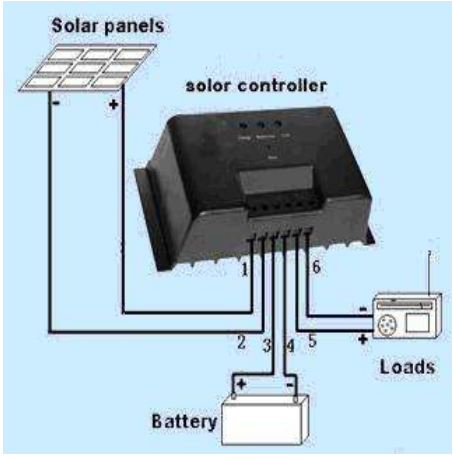
obeikan.com

شخصي داخل السيارة وتقاس قوة هذا الجهاز بالواط الذي يستطيع تحمله لتشغيل حمل ما عليه.

الأنواع : يوجد العديد والعديد من الأنواع ولكن أهمهم نوعين رئيسيين:

أ- عواكس لتشغيل الإضائة والأجهزة الإلكترونية ( modified sine wav inverters) .

ب- عواكس لتشغيل أي شئ بما فيها المواتير (pure sine wave inverters) كما أن توجد هناك بعض العواكس التي تحتوي على شواحن داخلية بحيث يمكن توصيلها بمصدر التغذية الرئيسية (220V AC or 110V AC) وشحن البطارية دون الإنتظار إلي شحنها عن طريق الخلايا الشمسية أو لشحن بطاريات أخري إحتياطية كما أنها يمكن أن تقوم بعمل أجهزة الـ UPS التى تكون عبارة عن أجهزة تحتوي على بطاريات داخلية لتشغيل الأجهزة عند إنقطاع الكهرباء كمصدر تشغيل مؤقت للطوارئ




## أجهزة التحكم فى الشحن

لأن استمرار شحن البطارية بعد تمام شحنها يعرضها للتلف

وأيضا سحب الشحن من البطارية عند قرب تفريغ البطارية يتلفها أيضاً لذلك وجب وجود متحكم يعمل علي فصل البطارية بمجرد ان يتم شحنها ووقف عملية سحب الفولت منها وهذه المتحكمات موديلات تتراوح بين:
١- ٨ امبير (١٢ فولت الي ٢٤) حيث يستخدم في أنظمة الأضاءة الصغيرة ونظم الخلايا المنزلية وأيضاَ يستهلك ثمن ملي امبير ٢ يتحكم في بطارية جهدها ١٢ فولت الي ٢٤ وشدة التيار ١٠ امبير يستخدم في التطبيقات الخفيفة المتوسطة ٣- متحكم التطبيقات المتوسطة ٣ امبير وهو مزود بشاشة يستخدم في اضاءة الشوارع والاستخدامات التجارية وأيضاً أنظمة الحماية ٤- متحكم ٩٦٠ امبير يستخدم في مقويات موجات الميكروويف (أبراج تقوية شبكات المحمول).

## تحويل الطاقة

يمكن تحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في بطارية الجيب إلى ضوء كما تتحول الطاقة الكيميائية المختزنة في بطارية الرصاص إلى طاقة كهربائية أو تحويل طاقة أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية عن طريق لوح ضوئي.

كمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم (قانون حفظ الطاقة)، إنما تتحول من شكل إلى آخر

وعندما يبدو أن الطاقة قد استنفذت، فإنها في حقيقة الأمر تكون قد تحولت إلى صورة أخرى، لهذا نجد أن الطاقة هي قدرة للقيام بالشغل تكون نتيجته مثلاً طاقة حركية أو طاقة إشعاعية فالطاقة التي يصاحبها حركة يطلق عليها طاقة حركة والطاقة التي لها صلة بالموضع (الجاذبية) يطلق عليها طاقة الوضع (جهد) فالبندول المتأرجح تختزن به طاقة وضع عند نقطتي النهائية (أعلى نقطتين أثناء حركة البندول ، يمين ويسار) ، وعند كل نقطة نهائية لاهتزاز البندول تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية لذلك يعود في اتجاه وضع التوازن (أسفل) ومنه إلى النقطة النهائية الثانية ، وهكذا.

الطاقة توجد في عدة أشكال كالطاقة الميكانيكية (حركية)، والطاقة الحرارية، والطاقة الكيميائية ، والطاقة الكهربائية، والطاقة الإشعاعية حيث أثبت اينشتاين تكافؤ المادة والطاقة في نظرية النسبية، أي يمكن تحول المادة إلى طاقة وهذا ما يحدث في الشمس (اندماج نووي)، كما يمكن أن تتحول الطاقة إلى مادة مثلما في إنتاج زوجي حيث يتحول شعاع جاما إلى إلكترون وبوزيترون.

## التحويل الحراري للطاقة الشمسية

أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق الأطباق الشمسية والمواد الحرارية فإذا تعرض جسم داكن للون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص لإشعاع وترتفع درجة حرارته يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام ، حيث أن هناك أبحاث تجري في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدلاً من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي.

ورغم أن الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل المتعلقة بالطاقة المتجددة ، إلا أن مدى الاستفادة منها يرتبط بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام أسوة بالطاقة التقليدية وعليه يبدو أن المطلوب من تقنيات بعد تقنية وتطوير التحويل الكهربائي والحراري للطاقة الشمسية هو تقنية تخزين تلك الطاقة للاستفادة منها أثناء فترة غياب إشعاع الشمس وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحراري الكهربائي والميكانيكي والكيميائي والمغناطيسي

وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع ، حيث أن الطاقة الشمسية رغم أنها متوفرة إلا نها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعني المفهوم فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية .

وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة ورغم أن هذه التكاليف حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها لأنها أخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.

## كيفية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية

### التحويل الكهروضوئي

يُعرف التحويل الكهروضوئي بأنه عملية تحويل الإشعاع الضوئي، أو الشمسي بشكل مباشر إلى طاقة كهربائية عن طريق الخلايا الكهروضوئية الشمسية، فهناك بعض المواد المسئولة عن عملية التحويل الكهروضوئية، وتسمى أشباه الموصلات: كالجرمانيوم والسيليسيون، وقد اكتشف العديد من علماء الفيزياء هذه التقنية أو الظاهرة في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي، إذ اكتشفوا أنه بإمكان الضوء تحرير الإلكترونات من أنواع معينة من المعادن، كما اكتشفوا أنّ

الضوء ذا اللون الأزرق يساهم في تحرير الإلكترونات بشكل أكبر من الضوء ذي اللون الأصفر.

## شروط نجاح عملية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية

بالرغم من أنّ تقنية تحويل الطاقة الشمسية لطاقة كهربائية بدأت تحتل مكانة كبيرة في مجال البدائل المرتبطة بالطاقة المتجددة، إلا أنّ مسألة الاستفادة منها يرتبط بتوفر أشعة الشمس الحارة طيلة وقت الاستعمال، لذلك فالمطلوب من بعد تقنية ووسلية تطوير التحويل الحراري والكهربائي للطاقة الشمسية هو اختراع تقنية يتم فيها تخزين هذه الطاقة حتى يتم الاستفادة منها خلال فترة، أو وقت غياب إشعاع الشمس.

## طرق تخزين الطاقة الشمسية

يوجد العديد من الطرق التي يمكن استخدامها لتخزين الطاقة الشمسية،تتمثل في التخزين الميكانيكي، والتخزين المغناطيسي، والتخزين الكيميائي، والتخزين الكهربائي الحراري، وتعتبر البحوث الخاصة بتخزين الطاقة الشمسية أحد أكثر مجالات التطوير أهميةً في التطبيقات الخاصة بمجال الطاقة الشمسية، كما أنها أكثرها انتشاراً في مختلف أنحاء العالم، ولا بد من القول أنه بالرغم من توافر هذه الطاقة، إلا أنها لا تعتبر طاقة مجانية، كما أنها غير متواجدة ومتوفرة في متناول

اليد، حيث إنّ سعرها الحقيقي عبارة عن الأدوات التي يتم استخدامها لتحويل هذه الطاقة من طاقة كهرومغناطيسية لطاقة حرارية أو كهربائية.

## كريستيلات الخلايا الضوئية

غالبا ما تكون الخلايا الشمسية مرتبطة كهربائيا وتصنف كوحدة نمطية زغالباً ما يكون لوح من الزجاج على الجهة العليا باتجاه الشمس إلى الأعلى وعلى الجانب، مما يسمح للضوء بالمرور مع حماية رقائق أشباه الموصلات من الاحتكاك والتأثر بسبب الرياح يحركها الحطام، والمطر والبرد، وأيضا غير ذلك الخلايا الشمسية مرتبطة عادة في سلسلة وحدات، إن ربط الخلايا بشكل متواز يحقق أعلى إنتاجية، إلا أن ال مشاكل كبيرة جدا مع وجود الترتيب بالتوازي.

obeikan.com