جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم / قسم الكيمياء

بحث حول

أستخدام الاغشية الرقيقة الجديدة في الخلايا الشمسية

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم
/قسم علوم الكيمياء / جامعة القادسية وهو جزء من
متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

مقدم من قبل الطالبة
رسل عباس عبدالله
بأشراف الأستاذة
م. م. احمد كاظم الحسناوي

1440هـ **2019م**

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَمَا أُوتِيتُم مِّن العلم إلا قليلاً ﴾

صدق الله العلي العظيم

الاسراء الآية 85

إهداء

الى أبي

بمناسبه تخرجي اهدي هذا التخرج الذي تمنيته بيننا في هذا اليوم الذي ينقصني وجوده

لكني وعلى ثقة انه فرح في قبره جداً بما أنجزت

أهديه أيضاً الى أمي الغاليه

إلى من تعبت وسهرت على راحتي وكانت سبباً في ما انا عليه الآن

أهدي هذا التخرج

الى حبيبتي وأبنتي زينب

الى زوجي ورفيق دربي والى عائلتي وأصدقائي وأقاربي كآفة بدون إستثناء

ولا يسعني في هذه اللحظات سوى تقديم الشكر الى الهيئة التدريسية الى من جدّو في

إعطائنا العلم بحذافيره بدون استثناء سنوات مضت بمُرها وحلوها وكانت مرحلة لا

تتجزئ من مراحل حياتي الرائعة الحمد لله على ما أنا عليه الآن

وأخراً وليس أخيراً

أهدي هذا التخرج الى نفسي وأيضاً الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات .

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً غير مكفي ولا مستغنى عنه والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى أله وسلم

فالشكر لله الذي منَ علينا بسابغ فضله وأجل نعمه، حيث هدانا للعلم وبلغنا مناهله، ومن ثم فإن وافر شكري وكثير امتناني أقدمه إلى من مد لي يده داعماً جهودي المبذولة ومباركاً خطا هذا العمل.

وأخص بالشكر عمادة كلية العلوم وقسم الكيمياء وكل التقدير للأستاذ المشرف م. م. **احمد كاظم الحسناوي** الذي تفضل بالإشراف على هذه الدراسة ومنحني جهداً ووقتاً، ولم تدخر وسعاً في توجيهي ومتابعتي.

كما أتقدم ببالغ الشكر وكثير الامتنان إلى من أعانني وقدم دعماً أو تسهيلات لهذه الدراسة أما فيض شكري وامتناني وفائق تقديري وعرفاني فلوالدي الحبيب وأمي الحبيبة اللذين أفاضا علي بدعائهما الدائم لي بالتوفيق

وما هذا الجهد الذي أضعه بين أيديكم إلا مساهمة أردت بها التطوير فإن وفقت فبفضل من الله ونعمه وإن كان عدا ذلك فحسبي أن النقص سمة أعمال البشر. وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى اله وسلم.

ت	الموضوع	رقم الصفحة
.1	المقدمة	1
.2	تاريخ الخلايا الشمسية	4–6
.2.1	أنواع الخلايا الشمسية	7 – 8
.2.2	البطاريات	9 – 12
.3	مكونات نظم الخلايا الشمسية	13 – 17
.3.1	توصيل الألواح الشمسية	17 – 21
.3.2	تطبيقات الخلايا الشمسية	21 – 24
.4	انواع واكاسيد الخلايا الشمسية	24
.4.1	المواد الأولية و بنية الألواح	24 – 27
.4.2	طريقة عمل الخلايا الشمسية	28 – 37
.5	المصادر والمراجع	38–39

1. المقدمة:

خلق الله الشمس والقمر كآيات دالة على كمال قدرته وعظم سلطانه وجعل شعاع الشمس مصدراً للضياء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نوراً فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق أي أن مدار الأرض حول الشمس محدد وبشكل دقيق ، وآي اختلاف في مسار الأرض سيؤدي إلى تغيرات مفاجئة في درجة حرارتها وبنيتها وغلافها الجوي ، وقد تحدث كوارث إلى حد لا يكون عندها بقاء للحياة فقدرة الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئاً ومصدراً للطاقة حيث تبلغ درجة حرارة مركزها حوالي (8°-40°) 10 x درجة مطلقة (كلفن) ثم تتدرج درجة حرارتها في الانخفاض حتى تصل عند السطح إلى 5762° مطلقة (كلفن) إن طاقة الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها توزعت وتحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى سواء ما كان منها مخزون في طاقة الرياح والطاقة الحرارية في جوف الأرض والطاقة المولدة من مساقط المياه والطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة كالفحم الحجري والأخشاب ، وبما أن الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن القادم فإن جهود كثير من الدول تتوجه لها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز ، وقد أعطى النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهو ما يعرف باسم **Photovoltaic** وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائي من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيها ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المنطقة أو المكان وهذا ما سوف يوفر كثيراً من تكلفة النقل والمواصلات وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية ، وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية والتي تجمع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمى باللوح الشمسي والذي يعرض لأشعة الشمس بزاوية معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء .

وقد أثبتت التجارب والتطبيقات العلمية والعملية إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري ، وقد منّ الله سبحانه وتعالى على اليمن بقسط وافر من كمية الطاقة الشمسية حيث تعتبر الطاقة الشمسية

الساقطة على المتر المربع الواحد في اليمن من أعلى معدلاتها في العالم مستندين بذلك على القياسات لبعض مناطق الجمهورية ، لذا فقد بادرت رئاسة جامعة العلوم والتكنولوجيا إلى تبني وإنشاء أول كيان علمي للطاقة الشمسية في الجمهورية ممثلاً بمركز الطاقة الشمسية وتم تزويده بأحدث الأجهزة والمعدات.

2. تاريخ الخلايا الشمسية

إن أصل مصطلح "الضوئية (photovoltaic) "من اليونانية ((φῶς (phōs)) ويعني الضوء ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت –وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية–،و بذا أصبح المصطلح (photovoltaic) باللغة الإنجليزية منذ عام 1849.

تم التعرف لأول مرة على تأثير الضوئية 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. وكانت كفاءة الجهاز حوالي 1٪ فقط. وفي عام 1888 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. وقد حصل روسل أوهل على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام 1946، الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت بالترانزستور . الخلية الشمسية أو الضوئية أو الكهروضوئية جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي. تستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله الى 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 ..(solar panel.) إن الطاقة الكهربائية الناتجة من الوحدات الضوئية .(Solar power) وتعتبر مثالاً على استخدام الطاقة الشمسية ..

إن الخلايا الكهروضوئية هو مجال التكنولوجيا والبحوث المتعلقة بالتطبيق العملي في إنتاج الكهرباءمن الضوء، لكن وعلى الرغم من ذلك غالبا ما يستعمل على وجه التحديد بالإشارة إلى توليد الكهرباء من ضوء الشمس. توصف الخلايا بالخلايا الضوئية وإن لم يكن مصدر الضوء هو الشمس ومثال ذلك (ضوء المصباح، الضوء الاصطناعي،

وغيرها..). وتستخدم الخلايا الكهروضوئية للكشف عن ضوء أو غيره من الإشعاع الكهرومغناطيسي بالقرب من مجموعة ضوئية مرئية، كالكشف عن الأشعة تحت الحمراء، أو قياس شدة الضوء.

(الفولتية الضوئية) بالإنجليزية (Photovoltaics PV) : التي تعرف ب الخلايا الشمسية أوالخلايا الفولتضوئية) (photovoltaic cellsمن خلالها يتم تحويل أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء، عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون الذي يستخرج من الرمل النقي. وبصفة عامة مواد هذه الخلايا إما مادة بلورية سميكة كالسيليكون البلوري (Crystalline Silicon) أو مادة لابلورية رقيقة كمادة السيلكون اللابلوري Amorphous) (Silicon a–Siو Cadmium (Telluride CdTe) أو ,CuInSe^2) (Copper Indium Diselenide (or CIS او مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من شبه الموصلات تتكون من أرسنيد(زرنيخيد) الجاليوم.

وتعتبر طاقاتها شكلا من الطاقة المتجددة والنظيفة، لأنه لايسفر عن تشغيلها نفايات ملوثة ولا ضوضاء ولا إشعاعات ولا حتي تحتاج لوقود. لكن كلفتها الابتدائية مرتفعة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. والخلايا الشمسية تولّد كهرباء مستمرة ومباشرة (كما هو في البطاريات السائلة والجافة العادية) .

تعتمد شدة تيارها على وقت سطوع الشمس وشدة أشعة الشمس، وكذلك على كفاءة الخلية الضوئية نفسها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية .يمكن لهذه الخلايا الشمسية إعطاء مئات الفولتات من التيار الكهربائي المستمر DC لو وصّلت هذه الخلايا علي التوالي. كما يمكن تخزين الطاقة الناتجة في بطاريات الحامضية المصنوعة من الرصاص أو القاعدية المصنوعة من معدني النيكل والكادميوم .ويمكن تحويل التيار المستمر DC إلي تيار متردد AC بواسطة العاكسات ال Invertor للاستعمال وإدارة الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية العادية.

من ميزتها أنها ليس بها أجزاء متحركة تتعرض للعطل. لهذا تعمل فوق الأقمار الصناعية بكفاءة عالية، ولاسيما وأنها لاتحتاج لصيانة أو إصلاحات أو وقود، حيث تعمل في صمت، إلا أن اتساخ الخلايا الضوئية نتيجة التلوث أو الغبار يؤدي إلى خفض في كفائتها مما يستدعي تنظيفها على فترات.

أكبر محطة توليد كهرباء تعمل حاليا بالخلايا الشمسية توجد في أسبانيا وقدرتها 23 ميجاوات .ومن المخطط أن يتم بناء أكبر محطة تعمل بالخلايا الشمسية في أستراليا بقدرة 154 ميجاوات. والخلايا الشمسية تعمل في الأقمار الصناعية منذ عام 1960 كما تزود محطة الفضاء الدولية ISS بالتيار الكهربائي.

هناك طريقة أخرى لتحويل الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية وذلك عن طريق استغلال الحرارة المباشرة لأشعة الشمس أو ما يسمى بتقنية الكهرباء الحرارية الشمسية (solar thermal electricity) .

2.1. أنواع الخلايا الشمسية

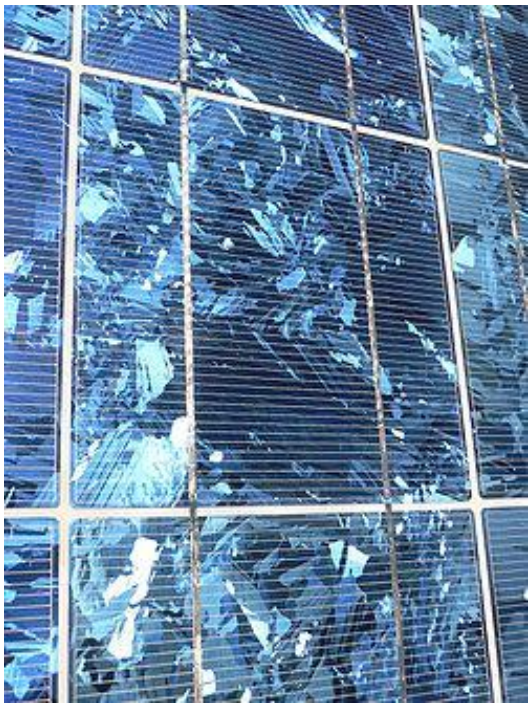
1. **خلية شمسية أحادية البلورة :** وهو عبارة عن خلايا قُطعت من بلورة سيليكون مفردة وكفاءة هذا النوع من الخلايا من 11 إلى 16% مما يعني أن امتصاص الخلايا من الإشعاع القادم من الشمس الذي تبلغ قوته 1000 وات لكل متر مربع وذلك في يوم مشمس بالقرب من خط الاستواء أي أن الواحد متر مربع من هذه الخلايا يمتص الإشعاع الشمسي بهذه الكفاءة ينتج ما بين 110 إلى 160 وات وهو ذو كفاءة عالية مقارنة بالأنواع الأخرى ولكنه مكلف اقتصادياً.
2. **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 9-13% وهو أقل كفاءة من البلورة الأحادية ولكنه أقل تكلفة اقتصادياً.
3. **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 3 إلى 6% وأسعارها أيضا أقل. وهي مناسبة لتطبيقات من 40 وات إلى ما أقل وكفاءته وتكلفته أقل من الأنواع المذكورة.

تتسم هذه المنتجات بأن الخلايا مدعمة بإطار من الألومنيوم للحماية وأيضاً بزوج من الدايود للحماية الكهربية.

تطبيقات استخدام الخلايا في مجال الاتصالات عن بعد (شبكات الموبايل) في المؤسسات الضخمة – الحماية الكاثودية – مضخات المياه – أنظمة الإضاءة.

ثانياً أجهزة التحكم في الشحن (battery charge controllers) 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: 1- 8 امبير (12 فولت الي 24) حيث يستخدم في أنظمة الأضاءة الصغيرة ونظم الخلايا المنزلية وأيضاَ

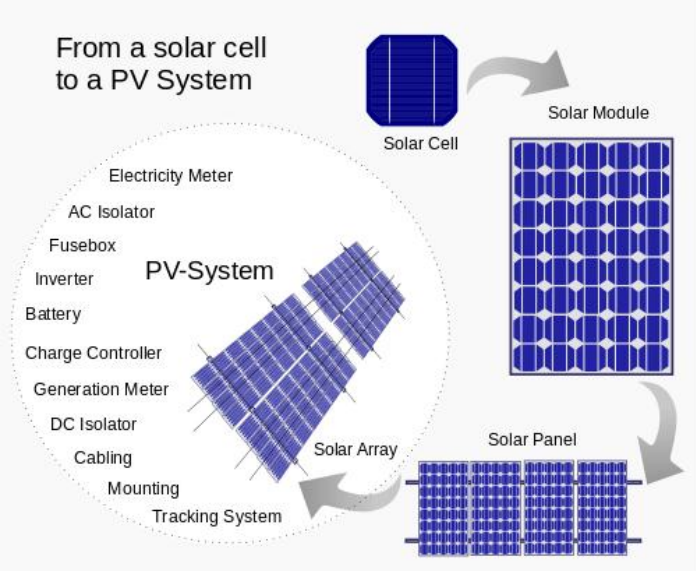
يستهلك ثمن ملي امبير. 2 يتحكم في بطارية جهدها 12 فولت الي 24 وشدة التيار 10 امبير يستخدم في التطبيقات الخفيفة المتوسطة. 3- متحكم التطبيقات المتوسطة 30 امبير وهو مزود بشاشة يستخدم في اضاءة الشوارع والاستخدامات التجارية وأيضاً أنظمة الحماية 4- متحكم 960 امبير يستخدم في مقويات موجات الميكروويف (أبراج تقوية شبكات المحمول).



السيليكون كثير البلورات في لوح شمسي.

2.2. البطاريات

1. **البطاريات** تتراوح من 12 فولت (20 امبير \ساعة) الي 16850 امبير\ساعة (2 فولت) ويتراوح عمر البطارية التي صممت عليه من 8 – 15 – 18 – 20 سنة. لمبات اضاءة مزودة بخلايا شمسية بداً من الكشاف اليدوي حتي اللمبة الفلوروسنت الخطية ولهذه اللمبات ميزات رائعة حيث أنها من الممكن ان تشحن من الكهرباء العادية بالإضافة لشحنها من الخلايا الشمسية من الممكن ان تشحن من بطارية السيارة من الممكن ان تشحن منها الهاتف المحمول وأيضاً هناك أعمدة انارة تعمل بالخلايا الشمسية وبطاريات للإضاءة الليلية.



إن أصل مصطلح "الضوئية" (photovoltaic) من اليونانية (φῶς (phōs)) ويعني الضوء ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت –وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية–،و بذا أصبح المصطلح(photovoltaic) باللغة الإنجليزية منذ عام 1849.

تم التعرف لأول مرة على تأثير الضوئية 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. وكانت كفاءة الجهاز حوالي 1٪ فقط. وفي عام 1888 بنى الروسي الفيزيائي الكسندرستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز في وقت سابق من عام 1887.[2]

وقد وضح ألبرت آينشتاين التأثير الكهروضوئي في عام 1905 وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921،[3]أكتشف فاديم فوشكوراف الوصلة الثنائية بي إن (p–n junction) في O Cu وكبريتيد الفضة سنة 1941،[4] وقد حصل روسل أوهل على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام 1946،[5] الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت بالترانزستور

2.2.1. "بيل" تنتج عملياً الخلية الضوئية الأولى

لقد تم تطوير الخلية الضوئية الحديثة في عام 1954 في مختبرات بيل،[6] وقد وضعت لأول مرة خلية ذات كفاءة عالية للطاقة الشمسية من قبل شابين داريل، كالفين فولر ساوثير وجيرالد بيرسون في عام 1954 باستخدام موزع تقاطع PN السيليكون. [6] في البداية، وضعت الخلايا لغايات ألعاب الأطفال واستخدامات أخرى ثانوية، حيث أن تكلفة الكهرباء التي تنتجها كانت عالية جدا، نسبياً، وكانت تكلفة الخلية التي تنتج 1 واط من الطاقة الكهربائية في ضوء الشمس الساطع نحو 250 دولارا، مقارنة إلى 2 دولار إلى 3 دولارات لإقامة مصنع للفحم. وتم انقاذ الخلايا الشمسية من الغموض من خلال اقتراح لإضافتها إلى القمر الصناعي "فانغوارد"، الذي أطلق في عام 1958. في الخطة الأصلية، يتم تزويد القمر الصناعي بالطاقة عن طريق البطارية فقط، فتستمر لفترة قصيرة.. لذلك بإضافة الخلايا إلى خارج الجسم، يمكن تمديد الوقت بدون تغييرات كبيرة في المركبات الفضائية أو نظام الطاقة فيها. كان هناك بعض الشكوك في البداية، ولكن الممارسة العملية للخلايا أثبتت نجاحا كبيرا، وكانتبذا صممت الخلايا الشمسية للأقمار الصناعية الجديدة، ولا سيما تلستار بيل نفسه. وكان التحسن بطيئا على مدى العقدين التاليين، وكان الاستخدام على نطاق واسع في مجال التطبيقات الفضائية حيث أن نسبة القوة–الوزن أعلى من أي تكنولوجيا منافسة. ومع ذلك، كان هذا النجاح أيضا السبب وراء بطء التقدم ؛مستخدمي الفضاء كانوا على استعداد لدفع أي شيء للحصول على الخلايا على أفضل وجه ممكن، فليس هناك ما يدعو للاستثمار في حلول أقل تكلفة إذا كان هذا من شأنه أن يقلل من الكفاءة. بدلا من ذلك، تم تحديد السعر من الخلايا إلى حد كبير في صناعة أشباه الموصلات، انتقالهم إلى الدوائر المتكاملة في s1960 أدى إلى توافر أكبر بولز بأسعار أقل نسبيا.و كما انخفضت

أسعارها، انخفضت أسعار الخلايا الناتجة كذلك. وتم حصر هذا التأثير، وحوالي عام1971 تشير التقديرات إلى أن أسعار الخلايا هي 100 دولار لكل واحد واط

1. خلية تصنع من السليكون أحادي التبلر (mono crystalline) :وهو عبارة عن خلايا قُطعت من بلورة سيليكون مفردة وكفاءة هذا النوع من الخلايا من 11 إلى 16% مما يعني أن امتصاص الخلايا من الإشعاع القادم من الشمس الذي تبلغ قوته 1000 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 110 إلى 160 وات.
2. خلايا عديدة التبلر (multy crystalline) وهي عبارة عن رقائق من السليكون كُشطت من بلورات سليكون أسطوانية ثم تعالج كيميائيا في أفران لزيادة خواصها الكهربية وبعد ذلك تغطي أسطح الخلايا بمضاد الانعكاس لكي تمتص الخلايا أشعة الشمس بكفاءة عالية وكفاءة هذا النوع من 9 إلى 13.%
3. الخلايا المورفية أو خلايا الفيلم الرفيع (amorphous) 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 3 إلى 6% وأسعارها أيضا أقل. وهي مناسبة لتطبيقات من 40 وات إلى ما أقل.
4. تتسم هذه المنتجات بأن الخلايا مدعمة بإطار من الألومنيوم للحماية وأيضاً بزوج من الدايود للحماية الكهربية.
5. تطبيقات استخدام الخلايا في مجال الاتصالات عن بعد (شبكات الموبايل) في المؤسسات الضخمة – الحماية الكاثودية – مضخات المياه – أنظمة الإضاءة.

ثانياً أجهزة التحكم في الشحن (battery charge controllers) 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: 1- 8 امبير (12 فولت الي 24) حيث يستخدم في أنظمة الإضاءة الصغيرة ونظم الخلايا المنزلية وأيضاً يستهلك ثمن ملي امبير. 2 يتحكم في بطارية جهدها 12 فولت الي 24 وشدة التيار 10 امبير يستخدم في التطبيقات الخفيفة المتوسطة. 3- متحكم التطبيقات المتوسطة 30 امبير وهو مزود بشاشة يستخدم

في اضاءة الشوارع والاستخدامات التجارية وأيضاً أنظمة الحماية 4- متحكم 960 امبير يستخدم في مقويات موجات الميكروويف (أبراج تقوية شبكات المحمول)

ان استخدام مصادر الطاقة المتجددة قد ازداد في السنوات الأخيرة بشكل مطرد، سواء كانت تلك الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية "المتجددة" أو الطاقة التي لا تنفد "الطاقة المستدامة" مثل استخدام طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية من اندفاع الأنهار عبر السدود وطاقة المد والجزر وطاقة الأمواج وطاقة الرياح وطاقة حرارة الأرض والطاقة الشمسية والوقود النووي.

حيث أن انخفاض مخزون الوقود الأحفوري مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي هو الذي أدي إلي الاهتمام بهذه الموارد في الأساس، ولكن مع الوقت قد بدأت الدول النامية أيضا في الاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة، سواء كان السبب هو ترشيد الموارد الطبيعية التي تمتلكها مثل البترول والغاز الطبيعي أو للاستفادة من الظروف الطبيعية الموجودة في تلك البلدان في توليد طاقة نظيفة لا تلوث البيئة وسنحاول في هذا المقال التركيز على أكثر تلك الطاقات المتجددة وهي الطاقة الشمسية.

3. مكونات نظم الخلايا الشمسية

(1) الألواح الشمسية (Solar Panels)

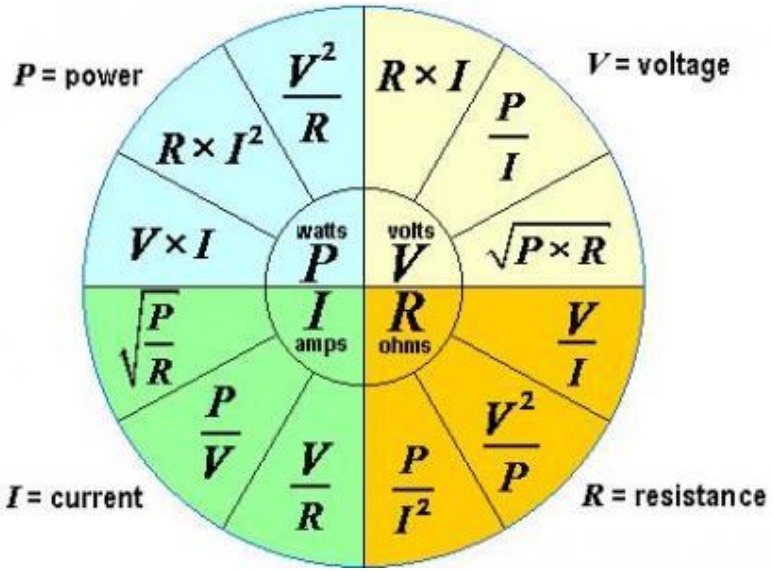
عبارة عن خلايا شمسية مجمعة مع بعضها البعض تنتج كهرباء تيار مستمر DC يمكن أن تستخدم لتشغيل بعض المعدات أو تخزينها في بطاريات يعاد شحنها واستخدامها أكثر من مرة وتقاس قوة تلك الخلايا بوحدة الواط، فهناك لوحات صغيرة تبدأ من 5 واط أو 15 واط حتى تصل إلي بلايين من الواطات للأبنية الكبيرة والمصانع .

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:

(1) الجهد الكهربائي = التيار الكهربي × المقاومة

(2) 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 Capacityفعلي سبيل المثال إذا قرأتم البيانات على البطارية كالتالي 12 volt 19Ah فإن 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 9.5A وهكذا...

تحديد مواصفات الشاحن الذي سيعمل على البطارية:

لقد ذكرنا سابقا أن منظم الجهد يقوم بإعطاء جهد للبطارية مساوي لقيمتها الفعلية بينما التيار يكون في حدود 15% من سعة تيار البطارية، إن 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=16.6A

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 7.2Ah/ – 20HRمما يحدد التيار المثالي لشحن تلك البطارية، والذي في هذا المثال يساوي:

Charging Current = 7.2Ah / 20HR = 0.36A = 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 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)

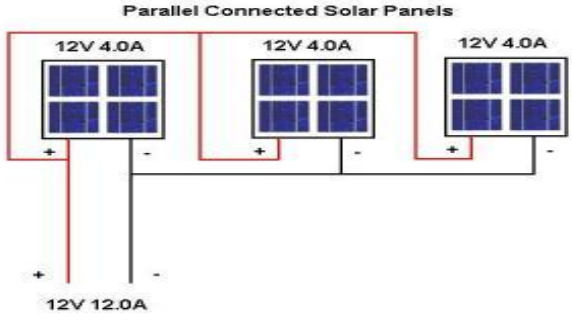
كما أن توجد هناك بعض العواكس التي تحتوي على شواحن داخلية بحيث يمكن توصيلها بمصدر التغذية الرئيسية (220V AC or 110V AC)وشحن البطارية دون الإنتظار إلي شحنها عن طريق الخلايا الشمسية أو لشحن بطاريات أخري إحتياطية.

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.

3.1. توصيل الألواح الشمسية

(1) توصيل على التوازي (Parallel)

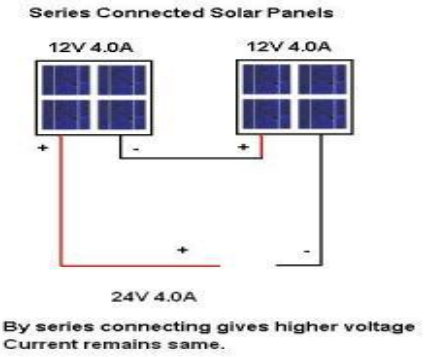
وهي عن طريق توصيل البدايات مع البدايات والنهايات مع النهايات – موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم – من أجل الحفاظ على نفس الجهد ولكن مع جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل زيادة التيار الكلي وبالتالي رفع القدرة الكلية كالتالي :



Parallel connected solar panels give more current (ampere)

(2) توصيل على التوالي (Series)

وتتم عن طريق توصيل النهايات مع البدايات – موجب مع سالب وسالب مع موجب مثل القطار – من أجل الحفاظ على نفس التيار ولكن مع جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي كالتالي :



3.1.1. "بيل" تنتج عملياً الخلية الضوئية الأولى

لقد تم تطوير الخلية الضوئية الحديثة في عام 1954 في مختبرات بيل. وقد وضعت لأول مرة خلية ذات كفاءة عالية للطاقة الشمسية من قبل شابين داريل، كالفين فولر ساوثير وجيرالد بيرسون في عام 1954 باستخدام موزع تقاطع PN السيليكون. في البداية، وضعت الخلايا لغايات ألعاب الأطفال واستخدامات أخرى ثانوية، حيث أن تكلفة الكهرباء التي تنتجها كانت عالية جدا، نسبياً، وكانت تكلفة الخلية التي تنتج 1 واط من الطاقة الكهربائية في ضوء الشمس الساطع نحو 250 دولارا، مقارنة إلى 2 دولار إلى 3 دولارات لإقامة مصنع للفحم. وتم انقاذ الخلايا الشمسية من الغموض من خلال اقتراح لإضافتها إلى القمر الصناعي "فانغوارد"، الذي أطلق في عام 1958. في الخطة الأصلية، يتم تزويد القمر الصناعي بالطاقة عن طريق البطارية فقط، فتستمر لفترة قصيرة.. لذلك بإضافة الخلايا إلى خارج الجسم، يمكن تمديد الوقت بدون تغييرات كبيرة في المركبات الفضائية أو نظام الطاقة فيها. كان هناك بعض الشكوك في البداية، ولكن الممارسة العملية للخلايا أثبتت نجاحا كبيرا، وكانتبذا صممت الخلايا الشمسية للأقمار الصناعية الجديدة، ولا سيما تلستار بيل نفسه. وكان التحسن بطيئا على مدى العقدين التاليين، وكان الاستخدام على نطاق واسع في مجال التطبيقات الفضائية حيث أن نسبة القوة–الوزن أعلى من أي تكنولوجيا منافسة. ومع ذلك، كان هذا النجاح أيضا السبب وراء بطء التقدم؛مستخدمي الفضاء كانوا على استعداد لدفع أي

شيء للحصول على الخلايا على أفضل وجه ممكن، فليس هناك ما يدعو للاستثمار في حلول أقل تكلفة إذا كان هذا من شأنه أن يقلل من الكفاءة. بدلا من ذلك، تم تحديد السعر من الخلايا إلى حد كبير في صناعة أشباه الموصلات، انتقالهم إلى الدوائر المتكاملة في 1960 sأدى إلى توافر أكبر بولز بأسعار أقل نسبيا.و كما انخفضت أسعارها، انخفضت أسعار الخلايا الناتجة كذلك. وتم حصر هذا التأثير، وحوالي عام1971 تشير التقديرات إلى أن أسعار الخلايا هي 100 دولار لكل واحد واط .

3.1.2. "بيرمان"و تخفيضات الأسعار

في أواخر 1960، وكان إليوت بيرمان يقوم بالتحقيق في طريقة جديدة لإنتاج السليكون(المادة الخام) في عملية الشريط.ومع ذلك، وجد القليل من الاهتمام في هذا المشروع، وكان غير قادر على الحصول على التمويل اللازم لتطويره...و حين جاءت الفرصة، قد قدم في وقت لاحق لفريق في إكسون الذين كانوا يبحثون عن مشاريع 30 عاما في المستقبل. وكان الفريق قد توصل إلى أن تكلفة الطاقة الكهربائية سيكون أكثر بكثير بحلول عام 2000، ورأت أن هذه الزيادة في الأسعار سيجعل المصادر البديلة للطاقة أكثر جاذبية، وكانت الطاقة الشمسية الأكثر إثارة للاهتمام ،و في عام 1969، انضم بيرمان ليندن، نيو جيرسي مختبر إكسون، الطاقة الشمسية شركة (أدنوك). [8] وكان أول جهد كبير له هو حشد السوق المحتملة لنرى ما إمكانيات الاستخدام كمنتج جديد، وأنها سرعان ما وجدت أنه إذا تم تخفيض سعر لكل واط من 100 $ watt/إلى حوالي 20 $ watt/سيكون هناك طلب كبير. مع العلم أن مفهومه للشريط قد يستغرق سنوات للتطوير، بدأ فريق تبحث عن سبل للوصول إلأى سعر 20 $ باستخدام المواد الموجودة. [8] وكان أول تحسين هو إدراك أن الخلايا الموجودة معتمدة على مستوى عملية تصنيع أشباه الموصلات، على الرغم من أنه لم يكن مثاليا. بدأ هذا بتقطيعها إلى أقراص تسمى رقائق، تلميع الأقٌراص، وبعد ذلك لاستخدام الخلية يتم طلائها بطبقة مضادة للانعكاس. وأشار بيرمان إلى أن الرقائق الخام مضادة للانعكاس تماماً، وبجعل الأقطاب مباشرة على هذا السطح، تم القضاء على اثنين من الخطوات الرئيسية في معالجة الخلية. وقام الفريق بتحسين الخلايا إلى صفوف، والقضاء على المواد باهظة الثمن والأسلاك من ناحية استخدامها في تطبيقات الفضاء. وكان الحل باستخدام لوحة الدوائر في الطبقة السفلية، والبلاستيك الاكريليك في الطبقة العلوية،

والغراء سيليكون بينهما،. كان أكبر تحسن في تحقيق بيرمان بأن سعر السيليكون الموجود جيد جداً للاستخدام في الخلايا الشمسية، أما العيوب البسيطة فهو أن الرقاقة الفردية للإلكترونيات قد يكون لها تأثير بسيط في تطبيق الطاقة الشمسية [9] وبوضع كل من هذه التغييرات موضع التنفيذ، بدأت الشركة في شراء السيليكون من الشركات المصنعة الحالية وبتكلفة منخفضة جدا. باستخدام أكبر رقائق المتاحة، وبالتالي تقليل كمية من الأسلاك لمنطقة معينة، وبحلول عام 1973 SPC كانت تنتج لوحات بسعر 10 دولارات للواط الواحد وبيعها بمبلغ 20 واط الواحد، وهو خمسة أضعاف نقصان في الأسعار في غضون عامين

3.1.3. سوق التنقل

توصلت (SPC) إلى شركات صنع المحطات كسوق طبيعية لمنتجاتها، ولكن وجدت هذا الوضع غريباً. وكانت الشركة الأساسية في مجال الطاقة هي أوتوماتيك باور، وهي الشركة المصنعة للبطارية. مدركين أن الخلايا الشمسية قد تؤثرفي أرباحها، فقامت هذه الشركة بشراء النموذج الأول من إلكترونيات هوفمان ونشرت ذلك[10] وبما أنه لم يكن هناك أي مصلحة في الطاقة في اوتوماتيك باور، وتحولتSPC إلى إشارة تايدلند، وهي شركة أخرى للبطاريات التي شكلتها سابقا أوتوماتيكية المديرين. عرض تايدلند محطات التي تعمل بالطاقة الشمسية. و بسبب الزيادة المتسارعة في عدد حاملات النفط البحرية ومرافق التحميل فقد أنتج ذلك سوقا ضخمة بين شركات النفط. وبتحسن فرص تايدلند، بدأت أوتوكاتيك باور بالبحث عن العروض الخاصة بهم من الألواح الشمسية. وجدوا بيركس الشرعية الدولية لتوليد الطاقة الشمسية (SPI) في ولاية كاليفورنيا، الذي كان يبحث عن السوق. تم شراء (SPI) من أكبر عملائها، عملاق النفط أركو، بتشكيل أركوللطاقة الشمسية. مصنع للطاقة الشمسية أركو في كاماريللو، وكانت كاليفورنيا أول مكرسة لبناء الألواح الشمسية، وكان في عملية مستمرة من شرائها من قبل أركو في عام 1977 إلى 2011 عندما تم إغلاقه بواسطة سولاروورلد. هذه السوق، وأدى هذا بالإضافة إلى أزمة النفط عام 1973، إلى حالة مشكوكة. وكانت شركات النفط في تلك الفترة بسبب أرباحها الضخمة خلال الأزمة، ولكنها كانت تدرك تماما أن النجاح في المستقبل ستعتمد على شكل آخر من أشكال الطاقة. وبمرور بعض السنوات، وبدأت شركات النفط الكبرى بعدد من شركات الطاقة الشمسية، وكانت لعدة عقود أكبر منتجي الطاقة الشمسية.

إكسون،آركو، وشركة شل، أموكو (التي تم شراؤها في وقت لاحق من قبل شركة بريتيش بتروليوم) وشركة موبيل وكان جميع الشعب الشمسية الكبرى خلال 1970 و 1980. شركات التكنولوجيا لديها أيضا بعض الاستثمارات، بما في ذلك شركة جنرال الكتريك، وموتورولا، آي بي إم، وتايكو .

3.2. تطبيقات الخلايا الشمسية

تركز الاهتمام على إدخال الفولتضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية بغية تطوير التقنية ووسائل الاستخدام في قطاع السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة والنفط وغيرها في الاستخدامات الفولتضوئيات الجذابة اقتصادياً وفي المناطق المعزولة والنائية حيث تنقص تكلفة شبكات الكهرباء العامة وتساعد في الإنماء الاقتصادي والتطوير الاجتماعي المحلي

والمسطحات الفولتضوئية هي مصدر القدرة الكهربية لهذه التطبيقات ، حيث يتكون المسطح من عدة خلايا (متصلة معاً بصفائح سلكية معدنية) مغطاة بملف من البلاستيك الحراري مثل أسيتات فينيل إيثيل أو غيره وآخر من التدلار لحمايتها من الأشعة فوق البنفسجية ومغلقة بصفيحة زجاجية من الأمام وطبقة واقية تعمل كقاعدة إنشائية من الزجاج أو من الألياف الزجاجية أو الخزف الصيني عند الخلف مركب عليها صندوق وصلة كهربائية ومحاط بإطار معدني .

وهذه المسطحات يعوّل عليها بتطرف كمصدر طاقة كهربائية لأن ليس لها أجزاء متحركة وذات عمر طويل يتراوح من 15 إلي 35 سنة و أمان للبيئة، كما تضفي

على المباني شكلاً معمارياً جميلاً.

3.2.1. كريستيلات الخلايا الضوئية

غالبا ما تكون الخلايا الشمسية مرتبطة كهربائيا وتصنف كوحدة نمطية.غالبا 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.

3.2.2. المواد

ان طريقة شوكلي – كويزار لتحديد أعلى قدر من الكفاءة النظرية للخلية الشمسية. أشباه الموصلات مع فجوة بين 1 و eV1.5، أو الضوء القريب من الأشعة تحت الحمراء، يكون لها أكبر إمكانية لتشكيل خلية فعالة. (يمكن تجاوز كفاءة "الحد" هو موضح هنا بواسطة الخلايا الشمسية متعددة التفرعات.) المواد المختلفة تبين قدرات مختلفة ولها تكاليف مختلفة. يجب أن تحمل المواد اللازمة للخلايا الشمسية خصائص مطابقة لطيف الضوء المتاح لكي تكون فعالة. وقد صممت بعض الخلايا الشمسية لتعمل بكفاءة لتحويل موجات من ضوء الشمس التي تصل إلى سطح الأرض. ومع ذلك، يتم تحسين بعض الخلايا الشمسية لامتصاص الضوء وراء الغلاف الجوي للأرض أيضا. ويمكن في كثير من الأحيان استخدام ضوء مواد لامتصاص الضوء في تشكيلات مادية متعددة للاستفادة من الاختلاف في امتصاص الضوء ولشحن آليات فصل مختلفة. ان المواد المستخدمة في الوقت الحاضر للخلايا الشمسية الضوئية تشمل السيليكون أحادية والسيليكون متعدد الكريستالات، السيليكون غير المتبلور، تلوريد الكادميوم، ونحاس الإنديوم من نوع السيلينيد أو الكبريتيد. يتم تصنيع العديد من الخلايا الشمسية المتوافرة حاليا من مراكم تقطع إلى رقائق بسماكة بين 180–240 ميكرومتر سميكة والتي تتم معالجتها مثل أشباه الموصلات الأخرى. تصنع مواد أخرى من طبقات رقيقة كالأفلام، والأصباغ العضوية، والبوليمرات العضوية التي تترسب على مواد دعم. وهناك مجموعة ثالثة تصنع من البلورات دقيقة جدا حاملة للطاقة (بلورات إلكترونية دقيقة).السليكون لا تزال المادة الوحيدة التي تتمتع بمستوى جيد من الأبحاث في كل من أشكال المراكم واالرقائق الدقيقة جداُ.

3.2.3. السليكون البلوري

المقال الرئيسي: السيليكون أحادية والسيليكون متعدد الكريستالات، السيليكون البلورى، وقائمة بأسماء منتجي السيليكون. البنية الأساسية لخلية شمسية مصنوعة من السيليكون وآلية عملها. حتى الآن، المواد المتوفرة والأكثر انتشارا للخلايا الشمسية هي السليكون البلوري (والتي يشار لها باختصار c–Si)، المعروف أيضا باسم "فئة السيليكون الشمسية". يتم فصل سبائك السيليكون إلى فئات متعددة وفقا لمدى تبلورها وحجمها في السبيكة الناتجة أو الشريط أو الرقاقة. يصنع السيليكون الأحادي :(c–Si) في كثير من الأحيان باستخدام عملية تشوخرالسكي . تميل خلايا رقائق الكريستال الاحادية أن تكون باهظة الثمن.

3.2.4. بعض مشاكل استخدام الطاقة الشمسية

إن أهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من 50 % من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر. إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار هي استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلي آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد. أما المشكلة الثانية فهي خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة أو الأيام المغبرة ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، و نوع الاستخدام وفترة الاستخدام بالإضافة إلي التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للخزن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلاً من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلي بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة. ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر . أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل الطوري للمادة وطرق المزج الثنائي و غيرها. والمشكلة الثالثة في استخدامات الطاقة الشمسية هي حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه

المستخدمة في دورات التسخين وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام ماء خال من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدأ في المجمعات الشمسية.

4. انواع واكاسيد الخلايا الشمسية

الآن كيف يستغل هذا الإشعاع الشمسي؟

ذكرنا أن الطاقة الكهربائية والحرارية هي أهم تطبيقات هذه الأنظمة... ندخل الآن في بعض المفاهيم التي تقرب للأذهان كيفية العمل ... لذلك نعيد شرح الخلية الشمسية والتي هي الركيزة الأساسية للعمل.

إن الخلية الشمسية هي وصلة ثنائية (دايود... diode) من أشباه الموصلات بحيث إن الضوء الساقط على سطحها يستطيع أن ينفد إلى منطقة الاتصال (P–n junction)حيث تتجول الأشعة الساقطة على الخلية الشمسية إلى طاقة كهربائية

خلية شمسية مصنوعة من مادة شبه موصلة اسمها السليكون ورمزها الكيميائي (Si)

4.1. المواد الأولية و بنية الألواح:

وتعرف المادة شبه الموصلة كالأتي:

المادة شبه الموصلة هي عناصر رباعية التكافؤ(يحتوي غلاف الذرة الخارجي على أربعة الكترونات) ترتبط ذراتها ببعضها البعض بروابط تساهمية وتكون عازلة تماما في درجة الصفر المطلق وتزداد درجة توصيلها بارتفاع درجة حرارتها أو عند تسليط فرق جهد كهربائي عليها أو عند تعرضه لإشعاع بطاقة كافية (وفي كل درس سيتم توسع أكثر في شرح خصائصها) وهي نوعين :

أ– مواد شبه موصلة نقية :

إن لهذه المواد ترتيبا بلوريا إذ تترتب ذراتها وفق نظام هندسي جميل ومن أمثلتها(السليكون)الذي يحتوي 14 إلكترونا ... عشرة من هذه الالكترونات مرتبطة بالنواة.. و4 منها تكون في الغلاف الخارجي لنواة الذرة والجرمانيوم الذي يحتوي على 32 إلكترونا منها 28 إلكترون مرتبط بالنواة و4 منها في الغلاف الخارجي.

ب – مواد شبه موصلة مشوبة (غير نقية):

هي نفس المواد السابقة (السليكون والجرمانيوم) لكن تمت إضافة نسبة من الشوائب إليها(مثل الزرنيخ ، الانتيمون ، الفسفور ، الغاليوم ، الانديوم والبورون) وذلك للسيطرة علة عملية التوصيل الكهربائي .. وكي يكون مقدار هذا التوصيل ملبي للأغراض العملية.

وهذه المواد شبه الموصلة الغير نقية تقسم بدورها إلى قسمين:

قسم نوع N بلورات لمواد شبه موصلة مشوبة بذرات عناصر خماسية التكافؤ(زرنيخ أو الانتيمون أو الفسفور)..

وناقلات الشحنة الكهربائية فيها هي الالكترونات الحرة ..

قسم نوع:P بلورات لمواد شبه موصلة مشوبة بذرات عناصر ثلاثية التكافؤ

(الجاليوم،والانديوم والباريوم) ناقلات الشحنة فيها هي الفجوات (هي الفراغ الذي يخلفه الالكترون المتحرر من الرابطة التساهمية بسبب ارتفاع درجة حرارة بلورة شبه الموصل).

الآن عندما نشوب بلورة شبه موصل نقي في احد جانبيها شوائب خماسية التكافؤ وفي الجانب الأخر شوائب ثلاثية التكافؤ.

4.1.1. الخلايا الشمسية الجديدة:

يمكن لمحطات الطاقة الشمسية أن تزداد كفاءة في استخدام نور الشمس. وحدات كهذه تحول خمسة عشر بالمائة من أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية. بينما تتمكن محطة عصرية للتسخين والطاقة الكهربائية من تحويل تسعين بالمائة من الطاقة الأساسية التي تستخدمها. يسعى العلماء منذ سنوات في جميع أنحاء العالم، ومن بينهم العاملين في معهد أبحاث الطاقة الشمسية في هاملين، شمالي ألمانيا، لتجريب عدد من السبل الخاصة بزيادة الكفاءة في تحويل الخلايا الشمسية. لأن الكهرباء في محطة الطاقة الشمسية تكلف ثمانية أضعاف تلك التي يتم الحصول عليها من محطات تعمل على الفحم أو الطاقة النووية. الهدف هو الحصول على كفاءة تحويل عالية عبر تكنولوجيا بسيطة، بحيث يصبح الإنتاج التجاري ممكنا. من خلال كفاءة للتحويل بنسبة أربعة وعشرين أو ثلاثين بالمائة لا يمكن اعتبار التطور الحاصل كافيا من الناحية الاقتصادية. السبب الذي يجعل الطاقة الكهربائية باهظة

التكاليف هو انخفاض حجم الخلايا الشمسية التي يتم إنتاجها. غالبية العمل يتم يدويا بعد. ما يكلف الكثير. كما أن عملية التصنيع المعقدة تزيد من قيمة التكلفة. يتم في هذا المصنع الشمسي ، للمحطة التي تولد ميغا وات واحدة والمصنوعة في شركة آسي في بافاريا، عجن ألواح السيليكون الموصلة. تضغط المادة التي تولد إلكترونات، وهي بهذه الحالة الفوسفور، في كريستال السيليكون على حرارة تبلغ ثماني مائة درجة مئوية. حين تتعرض لأشعة الشمس، يصدر الالكترون عن الفوسفور. تسخر هذه الطاقة عبر تواصل المعادن. العائق هنا هو أن الاتصال يطرح الظلال.لكن هناك حل لهذه المشكلة. عادة ما توضع الأطراف المعادن مباشرة على سطح المرايا الناعمة للخلايا الشمسية. أما هنا فالآلة تقطع مئات من الأخاديد في سطح كل من الخلايا عبر أسلاك مجهريه، حيث تم القيام بالاتصال على كل من جانبي اللوح الذي هناك. في هذه الصورة المكبرة، يمكن أن ترى الارتفاع البسيط على جانب الألواح. الفائدة بالطبع هي أن المعادن لا تحول دون أشعة الشمس على الإطلاق. بحيث أن الإشعاعات الشمسية بكاملها تضرب السيليكون شبه الموصل فيولد الكهرباء. للتأكد من أن الضوء لا ينعكس دون استخدامه من خلال السطح الرمادي للخلايا بل يولد الكهرباء فعلا، تمنح الخلايا الشمسية غشاء مضاد للانعكاس. حسب نوعية خلايا الشمس، تزيد طبقة سيليكون النيترات الجديدة من المضاد للانعكاس المطور من كفاءة التحويل بنسبة تتراوح بين الواحد والثلاثة بالمائة. يمكن أن يسمى غشاءا عجيبا. وهو أشبه بالمخدر العجيب للخلايا الشمسية .

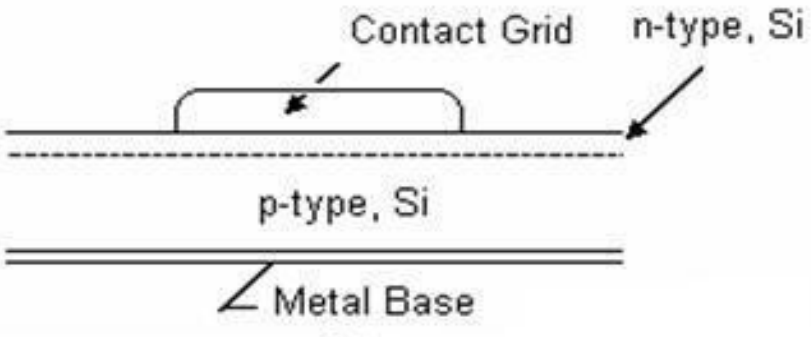
يصل مجموع الزيادة التي تحققت في كفاءة التحويل الكهربائي إلى خمسة بالمائة، وبما أن هذا الأسلوب بالغ البساطة ستصبح الكهرباء الشمسية أقل سعرا. في المرحلة الأخيرة الهدف النهائي هو التقليل من الكلفة أي الوصول إلى نصف الكلفة بالكيلووات في هذا الجانب من العالم. حمل هذا الخبر العاملين في صناعة الطاقة على تسجيل ملاحظاتهم. في ألمانيا يتم العمل على بناء ثلاثة محطات للطاقة الشمسية، يوجد أحدها عند آسي في ألزيناو، بافاريا. تسعى الشركة لوضع تلك الأعجوبة رهن التطبيق في الإنتاج التجاري. صدر أمر ببناء الخط الإنتاجي الأول لينتج ثلاثة عشر وات في ألزيناو آسيا تفكر أيضا بإتباع مبدأ أخاديد الأسطح في عملياتها الإنتاجية.

لا بد من بعض عمليات التطوير قبل أن يصبح ذلك ممكنا. ولكن رغم هذا من المتوقع أن يؤدي انخفاض الكلفة للخلايا من تحفيز الإنتاج في ألزيناو فيصل التحويل إلى عشرين بالمائة من أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية وهي خطوة هامة في الاتجاه الصحيح.

4.1.2. مكونات الخلية الكهروضوئية:

اليوم اغلب الخلايا الكهروضوئية المستخدمة تكون مصنعة من مادة بلّورية تدعى سيليكون، وهي إحدى مواد الأرض شيوعا . تتكون الخلية الضوئية من طبقة رقيقة من مادة السيلكون هذه المادة هي احد مواد أشباه الموصلات(أنصاف النواقل) المعروفة التي تندرج خواصها الفيزيائية بين الموصلات و العوازل .

يتم تصنيعها من خلال خلط كمّية صغيرة جدا من والبورون مع مادة السيلكون الصافي ثم تسخن إلى درجة حرارة 850 درجة مئوية أثناء التسخين يرش سطح الخلية بطبقة الفسفور وذلك لخلق طبقتين مختلفتين من نوع n–type ومن نوع .p–type بمعني أخر تتكون وصلة الـ pn junctions قرب السطح بين غلاف الفسفور وخليط البورون. عموما يستعمل الفسفور لخلق الطبقة n–type وخليط السيليكون بالبورون لخلق طبقة من نوع p–type بهذا نكون قد حصلنا على المأخذ الموجب و المأخذ السالب للخلية. الشكل التالي يوضح التركيب الأساسي للخلية.

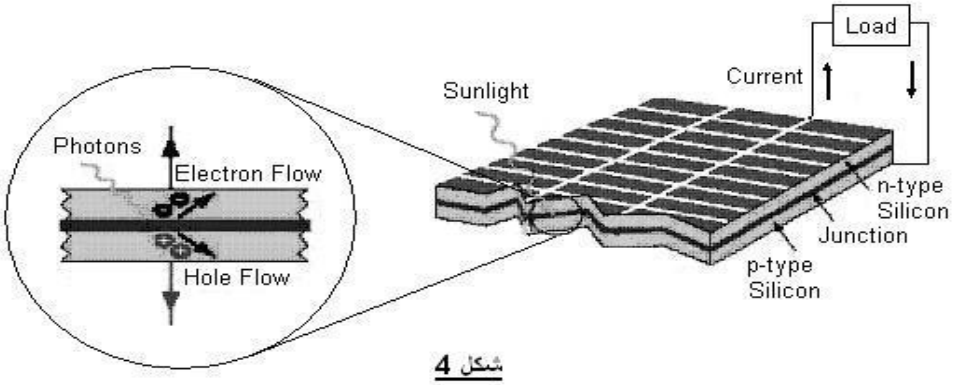


شكل 3

4.2. طريقة عمل الخلايا الشمسية

4.2.1. طريقة عمل الخلية الكهروضوئية:

من الشكل التالي نلاحظ انه عند سقوط ضوء الشمس على الخلية يمر هذا الضوء من خلال سطح الخلية ويمتص جزء منه بواسطة الطبقة الأولى للخلية وهي الطبقة التي تحتوي علي فسفور أما أغلبية الضوء الساقط على هذه الخلية فيقوم بامتصاصه الجزء الخاص بذلك وهي الطبقة التي تحتوي علي خليط السيلكون بالبورون حيث يتكون من خلال هذه العملية الكترونات حرة الحركة يمكنها السريان خلال الموصل الكهربائي في أطراف الخلية وتزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط على هذه الخلية من هنا يمكننا توصيل حمل كهربائي على أطراف هذه الخلية والاستفادة من حركة الالكترونات الناتجة من تسليط ضوء الشمس علي الخلية.

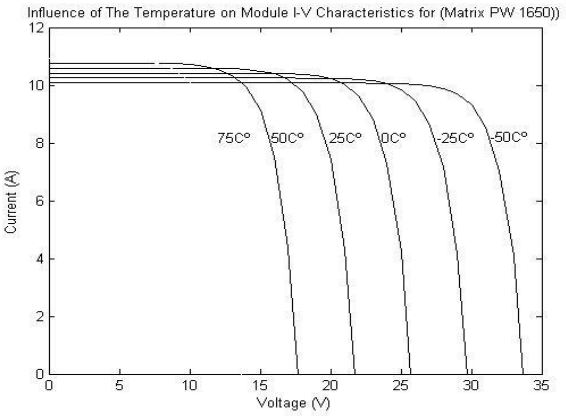


شكل 4

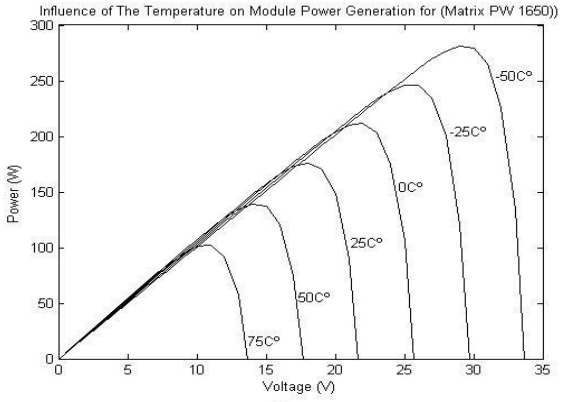
4.2.2. تأثير درجة الحرارة على منحنيات خواص الجهد و التيار للخلية:

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 5 يوضح تأثير درجة الحرارة على منحني خواص الجهد و التيار وكيف يكون لدرجة الحرارة التأثير المباشر في الطاقة الكهربائية المتولدة.

و الشكل 6 يعزز هذا التأثير في كمية الطاقة الكهربائية المتولدة.



شكل 5

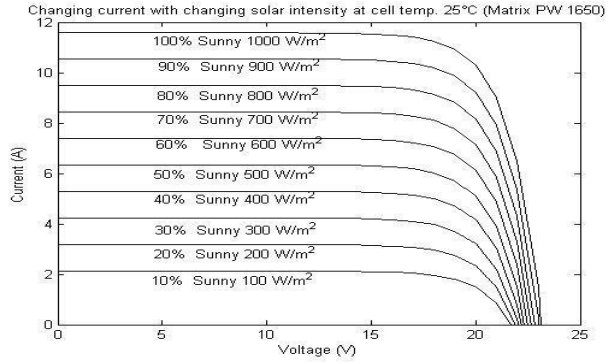


شكل 6

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 كبير مثل درجة الحرارة أو كثافة الضوء أو الغبار ولكن في حساب الطاقة المتولدة رياضيا يؤخذ في الحسبان الشكل 7 حيث يوضح تأثير كثافة الضوء الساقط على الخلية في الطاقة المتولدة.

إن كفاءة أداء الخلايا الكهروضوئية تتراوح من 14% إلى 21 % حسب نوع مواد الخلية المصنعة منها وبإضافة المؤثرات الخارجية نأخذ على سبيل المثال ارتفاع في درجة الحرارة سوف تنخفض هذه الكفاءة أكثر وسوف يؤثر ذلك في التكلفة الكلية في إنشاء مشروع



شكل 7

4.2.3. – الخلية الشمسية الأولية المثالية :

آليات أولية :

1)يجب أن تمتص الفوتونات من قبل مكونات الجهاز وبطريقة الامتصاص البصرية هذه تنتقل طاقة الفوتون إلى المكونات

2) يجب تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية لا طاقة حرارية فقط 0فمن التحتم إذن أن تنتقل طاقة الفوتون إلى إلكترون بشكل طاقة كامنة ، وهذا ما يسمى بالتحويل الكمي (لأن المستويات الإلكترونية للطلقة في الأجسام الصلبة هي بشكل عام مكممة)

3) ومن الضروري أن لا تسقط الإلكترونات المهيجة بتفاعلها مع الفوتونات إلى مستواها الأصلي وذلك مهما كانت طريقة الاسترخاء ، ولكن يجب أن تجمع في اتجاه مساري خروج الخلية الشمسية قبل وقوع هذا الاتحاد ولذلك يجب أن تكون بنية هذا التجمع بنية ناجعة

4.2.4. المكونات الفولطاضوئة :

تتركب الخلية الشمسية من مكونات ماصة ومن بنية للتجميع 0 ويجب أن يكون للمكونات الماصة مستويان للطاقة و أن تكون ناقلة بما يسمح للتيار بالسيلان 0 وأبسط البنيات للتجميع هي بالطبع المجال الكهربائي ويقترن دائما بحائل كمون [E = −grad v](الذي يصبح في نموذج بعد واحد : [E = dv/dx])

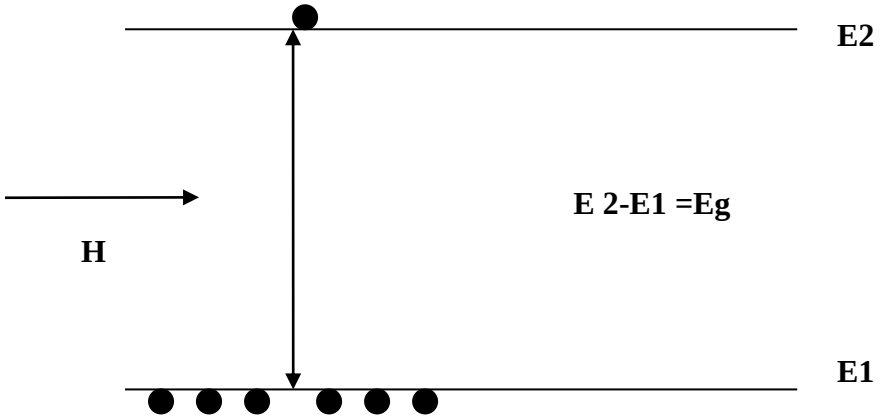
ويرتبط حائل الكمون هذا بالفارق بين مستويات بين منطقتين 0وهكذا يتم اختيار مكونات الفولطاضوئية ولا يمكن استعمال العوازل لأنها لا تسمح بنقل التيار الكهربائي ولاستعمال المعادن ، وتوضح تجربة المزدوجة الحرارية بأن الفرق بين المستويات يكون ضئيلا حيث أن المزدوجة الحرارية لا تعطي إلا بعض المايكرو فولت بالدرجة الواحدة . وبهذا يتم اختيار المكونات الفولطاضوئية ضمن شبه النواقل و ستكون بنية التجميع وصلة (p−n)أو وصلة غير متجانسة أو حائل شوتكي [Schottky].

محول ذو مستويين للطاقة:

إن أبسط مكونات شبه ناقل يتركب من منظومة ذات مستويين 1و2 طاقتهما E1وE2. ولبناء نموذج مثال لخلية شمسية يجب اعتبار الافتراضات الآتية :

- لا يمكن أن توجد الإلكترونات بين E1وE2 و أنما تساوي E1أوE2.
- لا يمكن امتصاص فوتون وارد طاقته أدنا من [Eg=E2−E1]

- إن الامتصاص الكلي للفوتون يحدث في الحالة التي يملك فيها هذا الفوتون طاقة تساوي أو تفوق الطاقة Eg وينتقل الإلكترون الذي يمتص هذه الطاقة من مستوى 1 إلى مستوى 2 تاركا وراءه فجوة في المستوى 1



- تعتبر آليات استرخاء الإلكترون إلى المستوى 1 بطيئة بحيث يقع جميع الإلكترونات المهيج حتى يساهم في نقل التيار القابل للاستعمال.

- يساوي جهد الخرج لهذه الخلية المثالية [Eg/q] (q: شحنة الإلكترون)

مردود التحويل للخلية الشمسية الأولية المثالية :

القدرة القصوى التي تنتجها الخلية [IEg/q]وإذا اعتبرنا M القدرة الواردة من الشمس يعطى المردود بالعلاقة:

$$\mu = IEg/qM$$

كما يقدر المردود بـ 46% بمجال [1.5−0.9ev]

4.2.5. الطاقة الشمسية الضوئية(الفوتوفلطية) :

الخلايا الشمسية عبارة عن وصلة كهربية موجبة– سالبة P–N Junction ،وتقوم الخلايا بتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلي طاقة كهربية ذات تيار مستمر، و تعتبر الخلية الشمسية هي الوحدة الأساسية في النظام الفوتوفلطي وتنتج الخلية حوالي 1 وات عند جهد 0.5 فولت، ويتم تجميع عدد من هذه الخلايا للحصول علي النموذج المتكرر أو الموديولModule وتستخدم الخلايا الشمسية بدون أي انبعاثات ضارة أو تأثيرات خطيرة علي البيئة ، وقد شهد العالم اهتماما متناميا في استخدام الخلايا الشمسية في العديد من التطبيقات التي ثبتت جدواها الفنية والاقتصادية بالأماكن النائية البعيدة عن الشبكة الكهربية العامة. وذلك لعدة عوامل منها:

– قرب نضوب مصادر الطاقة التقليدية

– حماية البيئة من التلوث نتيجة استخدام الطاقة التقليدية

– الزيادة العالمية في معدلات استهلاك الطاقة

وتتمتع مصر بمصادر هائلة من الطاقة الشمسية من حيث شدة الإشعاع الشمسي وساعات السطوع السنوية لوقوعها داخل الحزام الشمسي للكرة الأرضية، الأمر الذي يجعل استخدامات تكنولوجيا الخلايا الشمسية هو البديل المناسب في العديد من الظروف لتنمية وتطوير المناطق النائية ذات الأحمال الكهربية الصغيرة البعيدة عن الشبكة. يصل إجمالي حجم استخدامات الخلايا الشمسية حاليا في مصر حوالي من 3 – 3.5 ميجاوات موزعة لأغراض الإنارة بأنواعها وضخ المياه وتشغيل وحدات الاتصالات اللاسلكية والتبريد وغيرها من الاستخدامات الصغيرة ويعتبر هذا الحجم تقديري، نظرا لأن هناك بعض الجهات العسكرية والتي قطعت شوطا كبيرا في استخدام نظم الخلايا الفوتوفلطية ، هذا ولم يتطور السوق المحلي أكثر من ذلك للأسباب التالية :

– ارتفاع التكلفة الأولية لأنظمة الخلايا الشمسية.

–عدم توافر قطع الغيار

– عدم معاملة أنظمة الخلايا الشمسية بنفس سياسة الدعم المطبق علي المصادر التقليدية.

– ارتفاع الضرائب والرسوم الجمركية علي المهمات المستوردة

4.2.6. تعريف الخلايا الشمسية:

إن الخلايا الشمسية هي عبارة عن محولات فولتوضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلي كهرباء ، وهي نبائظ شبه موصلة وحساسة ضوئياً ومحاطة بغلاف أمامي وخلفي موصل للكهرباء .

لقد تم إنماء تقنيات كثيرة لإنتاج الخلايا الشمسية عبر عمليات متسلسلة من المعالجات الكيميائية والفيزيائية والكهربائية على شكل متكاثف ذاتي الآلية أو عالي الآلية ، كما تم إنماء مواد مختلفة من أشباه الموصلات لتصنيع الخلايا الشمسية على هيئة عناصر كعنصر السيليكون أو على هيئة مركبات كمركب الجاليوم زرنيخ وكربيد الكادميوم وفوسفيد الأنديوم وكبريتيد النحاس وغيرها من المواد الواعدة لصناعة الفولتضوئيات .

4.2.7. ميكانيكية تيار الخلايا الشمسية:

الخلية الشمسية للتطبيقات الأرضية هي رقاقة رفيعة من السيليكون مشابة بمقادير صغيرة من الشوائب لإعطاء جانب واحد شحنة موجبة والجانب الآخر شحنة سالبة مكونة ثنائياً ذا مساحة كبيرة .

تولد الخلايا الشمسية قدرة كهربائية عندما تتعرض لضوء الشمس حيث الضوئيات

(الفوتونات) والتي يحمل كل منها كماً طاقوياً محدداً يكسب الإلكترونات الحرة طاقة تجعلها تهتز حرارياً وتكسر الرابط الذري بالشبكة بالمادة الشبه موصلة ويتم تحرير الشحنات وإنتاج أزواج من الإلكترون في الفراغ . تنطلق بعد ذلك حاملات الشحنة هذه متجهة نحو وصلة الثنائي متنقلة بين نطاقي التوصيل والتكافؤ عبر الفجوة الطاقوية وتتجمع عند السطح الأمامي والخلفي للخلية محدثة سريان تيار كهربي مستمر عند توصيل الخلية بمحمل كهربي وتبلغ القدرة الكهربية المنتجة للخلية الشمسية عادة واحد وات.

4.2.8. أنواع الخلايا الشمسية التجارية :

تم تصنيع خلايا شمسية من مواد مختلفة إلا أن أغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أولها خواص سامة ملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهظة التكاليف وبعضها لا يزال تحت الدراسة والبحث وعليه فقد تركز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيليكونية وذلك لتوفير عنصر السيليكون في الطبيعة علاوة على أن العلماء والباحثين

تمكنوا من دراسة هذا العنصر دراسة مستفيضة وتعرفوا على خواصه المختلفة وملاءمته لصناعة الخلايا الشمسية المتبلورة ومتصدعة التبلور .

1- **الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلورة** :

تصنع هذه الخلايا من السيليكون عبر إنماء قضبان من السيليكون أحادي أو عديد التبلور ثم يؤرب إلي رقائق و تعالج كيميائياً وفيزيائياً عبر مراحل مختلفة لتصل إلي خلايا شمسية .

كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9 – 17 % والخلايا السيليكونية أحادية التبلور غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقة بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلور تعتبر أقل تكلفة من أحادية التبلور وأقل كفاءة أيضاً

2- **الخلايا الشمسية السيليكونية الأمورفية (متصدعة التبلور)** :

مادة هذه الخلايا ذات شكل سيليكوني حيث التكوين البلوري متصدع لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى أدخلت قصداً لتكسبها خواص كهربائية مميزة وخلايا السيليكون الأمورفي زهيدة التكلفة عن خلايا السيليكون البلوري حيث ترسب طبقة شريطية رقيقة باستعمال كميات صغيرة من المواد الخام المستخدمة في عمليات قليلة مقارنة بعمليات التصنيع البلوري . ويعتبر تصنيع خلايا السيليكون الامورفي أكثر تطويعاً وملائمة للتصنيع المستمر ذاتي الآلية . تتراوح كفاءة خلايا هذه المادة ما بين 4 – 9 % بالنسبة للمساحة السطحية الكبيرة وتزيد عن ذلك بقليل بالنسبة للمساحة السطحية الصغيرة وإن كان يتأثر استقرارها بالإشعاع الشمسي .

4.2.9. طرق تحسين كفاءة الخلية الشمسية:

بعد أن تعلمنا أجراء التجربة الأولى لقياس كفاءة الخلية الشمسية ... الآن نتعلم كيف نحسن كفاءة هذه الخلية ؟ أن اغلب بحوث الطاقة الشمسية تهدف إلى زيادة كفاءة تحويل الخلية الشمسية (أي مقدار ما يتحول من طاقة شمسية إلى كهربائية) وهذا يتم بعدة طرق هي

أولا: تغيير و محاولة تحسين معلمات (parameters) الخلية الشمسية إثناء تصنيعها (معنى المعلمات هي مقدار كل من القدرة العظمى وفولطية الدائرة المفتوحة وتيار الدائرة القصيرة ..)الخ .. وهذا أيضا يتم بعدة طرق :

1- استخدام الصفائح المتبلورة الملونة:

فعند استخدام صبغات مبلورة ذات كفاءة كمية مقاربة للواحد كطلاء وقاية للخلية الشمسية فأن الكفاءة سوف تزداد بمقدار 2.7% عند التلوين باللون الأخضر و 17.27% عند الطلاء باللون الوردي وهذه الزيادة تعود إلى أن الطلاء يقلل الانعكاسية من 40% إلى 20% والألوان المفضلة هي الذهبي الأخضر، البني والرصاصي

2- استخدام الأنظمة المتعددة الفجوات لكونها أكثر تناسباً مع الطيف الشمسي من الأنظمة ذات الفجوة المفردة وبالتالي تكون الكفاءة أعلى [11].

3- تقنية الخلايا المركبة III-V Compound Solar Cells

حيث يتم اختبار سبيكة مناسبة من III-V alloy) III-V) لتصنيع نبطية بلورية ذات شبكة متصلة (lattice-match) ترسب على أرضية معينة حيث ترسب أولاً ذات فجوة الطاقة الصغيرة تتبع بمفرق نفقي ثم الخلية ذات فجوة الطاقة الأعلى وتطورت كفاءة هذه الخلية ذات المفرق الواحد البسيط من 20% عام 1980 إلى 30% عام 1996

4- خلية الاتصال المدفون Cells Buried Contact Solar

هي محاولة لتطوير كفاءة الأداء بأقل كلفة ممكنة حيث تصلب (تمعدن) Mettallised بواسطة الترسيب اللاكهربائي (electroless deposition) لطبقات Ni/Cu/Ag وأعلى كفاءة تم الحصول عليها من هذا النوع 16-18%.

5 -خلايا الشبكة المطبوعة Printed- Screen Solar Cells

تستخدم عادة فيها طبقات من السليكون المطعم بالبورون وتصنع بطريقة قوالب (CZ) وهي ذات كفاءة بين 10% إلى 13%

ثانياً : استخدام المركزات الشمسيةUsing Solar Concentrators :

وعلى الرغم من إحراز تقدم كبير في مجال تحسين كفاءة أداء الخلايا الشمسية خلال العشرين سنة الماضية إلا أن ارتفاع الكلفة مازال عائقاً أمام انتشار استخدامها وما تزال البحوث مستمرة في هذا المجال .

إن بحوث الفوتوفلطائيات تطمح دوماً أن تخفض كلفة إنتاجية الكهرباء باستخدام مواد رخيصة لتجميع أشعة الشمس

الساقطة وتوجيهها إلى الخلية الشمسية ومنها استخدام العدسات وتقنيات أخرى بصرية

فالمركزات هي أجزاء بصرية تزيد من كمية الإشعاع الساقط على سطح ما كالخلية شمسية أو ماصٍ حراري وتعد المرايا وعدسات فرنيل أهم ما يستخدم لهذا الغرض إذ تستخدم العدسات لزيادة التركيز وليس للحصول على صورة معينة أو تستخدم المرايا لهذا الغرض أو كلاهما معاً إن تركيز الإشعاع الضوئي يتحقق أما بـ optics . imaging أو optics – nonimaging حيث ينقل النوع الأول الضوء إلى نقطة واحدة كالبؤرة مثلاً عند استخدام العدسات أما النوع الثاني فينقل السيل الإشعاعي من منطقة معينة إلى أخرى وينقل كلاً من الإشعاع المباشر direct irradiation الذي يعرف بأنه مركبة الفيض الواصلة إلى المركز بدون أي تداخل مع الجسيمات المحيطة والإشعاع المنتشر (diffused radiation) (الذي يعرف بأنه مركبة الفيض الشمسي المتشتتة بسبب العوالق الجوية). وهناك مقاييس لاختيار المركز المطلوب منها درجة التركيز والحرارة الناتجة حيث أن تركيز القدرة في نقطة يولد حرارة بين عالية إلى عالية جداً أما عند تركيزها في خط فان الحرارة المتولدة من معتدلة إلى عالية. ولأجل معرفة أي المركزات أفضل للتطبيقات فيجب المقارنة فيما بينها من حيث نسبة التركيز، زوايا السقوط ، مساحة السطح العاكس ومعدل عدد الانعكاسات أن المركزات أما أن تكون ثابتة لا تحتاج إلى معقبات لأثر الشمس بحيث تكون ذات زوايا استقبال واسعة ولها القابلية على جمع وتركيز الأشعة المباشرة والمنتشرة والخلايا المناسبة في هذه الأنظمة هي خلايا السليكون التقليدية أو تكون معقبة وذات نسبة تركيز أعلى من الثابتة وذات كفاءة أفضل قبل أن نستعرض أنواع المركزات الشمسية أود لو اعرف بعض المصطلحات نسبة التركيز Concentration Ratio C إن أهم المعايير لتقييم عمل المركزات هي نسبة التركيز C التي من الممكن تعريفها بطريقتين :

1- نسبة التركيز الهندسيGeometrical Concentration Ratio

هي النسبة بين مساحة فتحة الدخول Area of entrance Aperture= A1) إلى مساحة الماص أو فتحة الخروج Area of exit Aperture= A2)

$$Cg = A1/ A2$$

2- نسبة تركيز الفيض Flux Concentration Ratio F.C.R

ويمكن حسابها أيضاً من نسبة الإشعاع (Global) الساقط على الماص (absorber) إلى نسبة الإشعاع على فتحة الدخول

$C=G2/G1$

ويمكن حساب قيمة نسبة التركيز بقسمة Isc عند التركيز إلى Isc بدون تركيز حيث أن Isc هو تيار الدائرة القصيرة الذي تم شرحه في الدرس السابق

5. المصادر والمراجع

اولاً: الكتب العربية والمترجمة:

1) الخلايا الشمسية ، د. محمد لطفي ، دار اسامة لطباعة والنشر ، دمشق ، 2007.

2) توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية ، محمد حمودة ، دار الملايين للطباعة والنشر ، 2009 .

3) كتاب الطاقة و تحديات المستقبل ، إيهاب صلاح الدين – المكتبة الأكاديمية.

4) الخلايا الشمسية ، محرم عبد الكريم 2008.

5) محرم عبدالكريم ، الخلايا الشمسية ، مكتبة الكتب ، 2013.

6) محرم عبد الكريم ، ركن الإلكترونيات والكهرباء ، 2015 .

ثانياً: الكتب الاجنبية:

1) Shockley ،William؛ Queisser ،Hans J. (1961). "Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells" .Journal of Applied Physics.
2) Gevorkian ،Peter (2007). Sustainable energy systems engineering: the complete green building design resource. McGraw Hill Professional.

ثالثاً: المجلات والصحف:

1) مجلة الطاقة و الحياة : مجلة علمية تقنية – العدد الرابع – الربيع (مارس) 1995 ف – تصدر عن مكتب المعلومات ودراسات الطاقة / اللجنة الوطنية للطاقة .

2) مجلة العلم ، مقالات أحمد محمد عوف.

3) معهد الإمارات التعليمي . http://www.uae.ii5ii.com

4) منتدى الحصايا الالكترونية http://hasaya.own0.com/t133p20-topic

5) منتديات عالم الزين .http://www.al-zin.com/vb/t111947.html

6) الملتقى التربوي http://www.wepal.net/vb/archive/index.php/t-5721.html