جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة بابل \ كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم فيزياء

خلايا الشمسية (الكهروضوئية)

بحث تقدم به الطالبة

سارة علي كزار

بحث مقدم الى مجلس قسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة هو

جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بأشراف

أ.د فاطمة محمد

٢٠٢٣م ١٤٤٣هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ﴾﴾

صدق الله العظيم

«سورة المجادلة: الآية ١١»

الاهداء

الى من بلغ الرسالة وأدى الامانة، ونصح الامة، الى نبي الرحمة والنور سيدنا

محمد (صلي الله علّيه واله وسلم)

الى من علمني العطاء بدون انتظار، الى من احمل اسمه بكل افتخار

(والدي العزّيز)

الى معنى الحنان والتفاني، الى بسمة الحّياة وسر الوجود. الى من كان وعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي

(امي الحبّيبة)

الى من حبهم يجري في عروقي يّلهج بذكراهم فؤادي

(اخوتي)

الى من سرنا سوّيا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والابداع

(زملائي)

الى الذّين امدوني بالعلم والمعرفة والثقافة على مر أربع سنوات

(اساتذتي الاعزاء جميعا)

الشكر والتقدير

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد (صلى الله عليه واله وسلم)، وبعد فاني احمد الله كثيرا واشكره شكرا وفيرا لما وفقني له واعانني في اتمام بحثي هذا وان اسجل اجلالا وعرفانا عظيم شكري وامتناني للدكتورة (فاطمة محمد) المشرفة على هذا البحث لما بذله من جهد علمي صادق، ولما غمرتني به من خلق علمي وتوجيهات رشيدة كما ان شكري موجه الادارة كلية التربية للعلوم الصرفة بجامعة بابل قسم فيزياء للمجهودات المبذولة من قبل اساتذتنا الكرام في الجامعة لتوفير أفضل بيئة للتدريس في افضل الاحوال التي تلائم طلبة العلم.

كذلك شكري وحبي الى اسرتي وبالأخص ابي وامي واخوتي لما قدموه من تعاون ومشقة وصبر اثناء الانشغال بالدراسة.

المحتويات

	رقم الصفحة

الفصل الاول : الطاقة الشمسية	٧
المقدمة	٨
لمحة تاريخية حول تطوير استخدام الطاقة من الشمسي	١٠
الاشعاع الشمسي	١١
تاثير الغلاف الجوي على توزيع الاشعاع من الشمس	١٢
مفهوم الطاقة الشمسية	١٤
بعض مشاكل استخدامات الطاقة الشمسية	١٥
الفصل الثاني : اشباه الموصلات	١٦
مقدمة	١٧
المواد الصلبة	١٨
حزم الطاقة من المواد الصلبة	١٨
الموصلات	١٨
العوازل	١٩
اشباه الموصلات	١٩
تعريف انصاف النواقل	٢٠
اشباه الموصلات النقية والغير نقية	٢٠
البلورة الداخلية	٢٣
فصل الثالث:الخلايا الشمسية	٢٤
المقدمة	٢٥
تعريف الخلية الشمسية ومبدا عملها	٢٧
انواع الخلايا الشمسية	٢٨
صناعة الخلايا الشمسية و اللوحات و الفولطاضوئية	٢٨
استخدامات الطاقة الشمسية	٣١

الخلاصة

لقد تطرقنا في هذا البحث ثلاث افصل حيث تحدثنا عن الفصل الاول عن الطاقه الشمسيه حيث ان الطاقه الشمسيه هي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الانسان بتسخيرهما

لمصلحته منذ العصور القديمه باستخدام مجموعه من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار وتضم تقنيات تسخير الطاقه الشمسيه استخدام الطاقه الحراريه للشمس سوءللتسخين المباشر اوضمن عمليه تحويل ميكانيكي لحركه او لطاقه كهربائيه او لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الگهروضوئيه باستخدام الواح الخلايا الضوئيه الجهديه بالاضافه الى التصميمات المعماريه التي تعتمد على استغلال الطاقه الشمسيه من اهم مواضيع هذا الفصل هي لمحه تاريخيه عن تطور الطاقه الشمسيه عن العصور وكيف تمكن الاستفاده. الانسان من تطور هذه الطاقه الشمسيه وگذلك تحدثنا عن الاشعاع. الطاقه الشمسيه الغبار ومحاولة تنظيف اجهزة الطاقه الشمسيه منه. ..خز ن الطاقه الشمسيه والاستفاده منها اثناء اليل او الايام القائمه او الايام المغيره .اما الفصل الثاني تحدثنا عن اشباه الموصلات لا يختلف مخطط الطاقه لاشباع الموصلات عن نضيرة في العوازل الا في سعه الفجوه حيث تكون قيمتها في اشباه الموصلات في حدود(. **EV1.1**)او اقل وتتميز هذه المواد بكونها عازله عند درجه حراره الصفر المطلق ومن المواضيع التي تطرقنا اليه هي المواد الصلبه و العوازل تكون حزمه التكافؤ مفصوله عن حزمه التوصيل بفجوة طاقيه گبيرة تصل قيمتها الي حوالي. **EV6** والموصلات. اشباه الموصلات وتعرف بانها مواد عازله عند درجات الحراره المنخفظه المواد شبه الموصله النقيه هي المواد التي تكون عازله عند درجه الصفر المطلق المواد الشبه الموصله الغير النقيه هي عبارة عن مواد شبه موصله نقيه مطعمه بذرات ماده اخرئ تسمئ الشوائب انواع المواد. شبه الموصله الغير النقيه اشباه. اما الفصل الثالث تحدثنا عن الخلايا الشمسيه ان تحويل اشعه الشمس المباشرة الئ طاقه كهربائيه هو احد المنجزات العمليه الگبرئ،في القرن العشرين والالفيه الثانيه و مبدا عملها تعد اليات اوليه ويجب ان يقع امتصاص الفوتونات من قبل مكونات الجهاز ويجب تحويل هذه الطاقه الئ طاقه كهربائيه واخيرا من الضروري ان لاتسقط الالكترونات المهيجه بتفاعلها مع الفوتونات الئ مستواها الاصلي و انواع الخلايا الشمسيه احادي البلورات اومتعدد البلورات الخلايا الشمسيه المتكونه من شرائط السليكون احاديه البلورات وغير متبلوره والمتكونه من **GAAS** والخلايا الشمسيه ذات وصله غير متجانسه وصناعه الخلايا الشمسيه وبعض استخدامات الطاقه الشمسيه تسخين المياه بطاقه الشمسيه وتسخين احواض السباحه بالطاقه الشمسيه وتحليه المياه. والطهربالطاقه الشمسيه الاستخدام في النشاط الاشعاعي واستخدام الطاقه الشمسيه لتوليد الكهرباء.

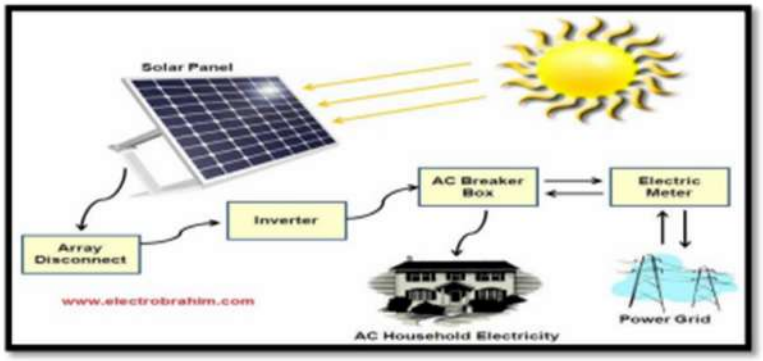
الفصل الاول

الطاقة الشمسية

[١-١] المقدمة :

الطاقة الشمسية هي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار.

وتضم تقنيات تسخير الطاقة الشمسية استخدام الطاقة الحرارية للشمس سواء للتسخين المباشر أو ضمن عملية تحويل ميكانيكي لحركة أو لطاقة كهربائية، أو لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية باستخدام ألواح الخلايا الضوئية الجهدية بالإضافة إلى التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، وهي تقنيات تستطيع المساهمة بشكل بارز في حل بعض من أكثر مشاكل العالم إلحاحا اليوم.[١]



شكل رقم (١) كيفية توليد الطاقة الشمسية

تعزى 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 تذكر 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 فولتو ضوئية وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية، فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها.

ومن 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 الماء الساخن، الطهر بالطاقة الشمسية ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية.[٢]

تتسم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية إيجابية وفقا للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتو ضوئية والمجمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة هذا، 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. [٣]

شكل رقم (٢) اللوحات الضوئية الفولت ضوئية [2]

يصل إلى سطح الأرض حوالي نصف كمية الطاقة الشمسية القادمة إليه من الشمس يستقبل كوكب الأرض ١٧٤ بيتا واط من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه (الإشعاع الشمسي) عند طبقة الغلاف الجوي العليا. وينعكس ما يقرب من ٣٠% من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية ينتشر معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرني 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 مسببا دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. [٤]

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 المضادة وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط ١٤ درجة منوية 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 يستخرج منها الوقود الحفري

[٢-١] لمحة تاريخية حول تطور استخدام الطاقة من الشمس :

تمكن الإنسان منذ القدم من الاستفادة من طاقة الإشعاع الشمسي في تطبيقات عدة مثل تجفيف المحاصيل الزراعية وطهي الطعام وتقطير الماء وفي بداية القرن الحالي الميلادي تم إنشاء أول محطة عالمية للري باستخدام الطاقة الشمسية حيث يمكنها العمل لمدة خمس ساعات خلال اليوم

تمكن الإنسان منذ فترة ليست بقريبة من الانتفاع من الشمس واستغلالها بقدر قليل ، لكن بعد التقدم العلمي والتطور الذي وصل إليه الإنسان فتح له أبواب واسعة في تطوير هذا المجال والاستفادة الطاقة الشمسية ومن جملة الطرق التي استفاد منها الإنسان هي إستخدامها في مجال الاتصالات كالأقمار الصناعية والهواتف المعزولة واتصالات القطارات .

في الدول النامية استخدمت منظومات الخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة في مجال الاتصالات من قبل شركات الاتصالات والاتصالات السلكية واللاسلكية سنة ٩٧٩١ حتى سنة ٨٩٩١ عندما استخدمت منظومات الخلايا الشمسية في تغذية محطتي الاعادة والتغطية الهاتفية للنقال والتي هي إحدى الطرق التي تمكن فيها الإنسان من الاستفادة من طاقة الشمس [٢] .

[٣-١] الإشعاع الشمسي :

الإشعاع الشمسي هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مساحة معينة والقادرة على توليد قدرة كهربائية حيث يشكل مصدر الطاقة الرئيس للشمس ويسهم بنسبة ٩٩.٩٨% من طاقة الشمس عند صدور الإشعاع الشمسي من الشمس حتى وصوله الغلاف الجوي للأرض وعبوره للغلاف فأنه يعاني من بعض العمليات التي قد تؤثر على شدة الإشعاع الشمسي ومن هذه العمليات في امتصاص الإشعاع اثناء مروره عبر طبقات الغلاف الجوي وكذلك تشتت الإشعاع واستطارته من قبل بخار الماء وذرات الغبار العالقة في الجو [٣] .

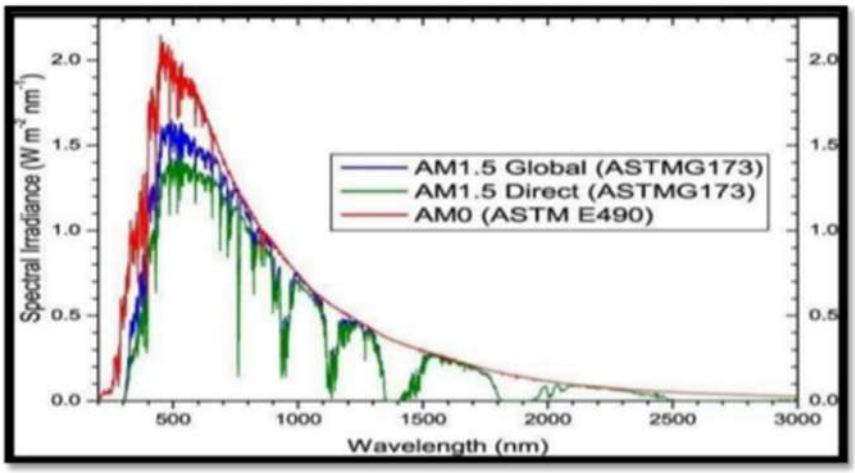
شكل رقم (٣) الاشعاع الشمسي يخل الغلاف الجوي للارض [1]

إن مقدار هذا النقصان في شدة الإشعاع الشمسي يعتمد على طول المسار للأشعة ضمن الغلاف الجوي أخذين بنظر الاعتبار الظروف المحيطة بهذا المسار المقطوع من قبل الإشعاع بما يعرف بكتلة الهو ، والتي تعتبر ضرورية لمعرفة مدى كفاءة عمل الخلايا الشمسية في ظل ما يصلها من إشعاع ان محليات الطيف للإشعاع الشمسي إذ يعتل المنحنى العلوم الطيف الشمسي خارج الغلاف الجوي و الذي يشار إليه بكتلة الهواء AIMO والذي يؤخذ بالحسين في التطبيقات الخاصة بالتوابع والسفن الفضائية ، إما إذا كانت كتلة الهواء AM1 فتمثل الطيف على سطح الأرض عندما تكون الشمس عمودية فوق الراس ، وعندما تكون القدرة السقطة بحدود W/m925 وان هذا الفرق سببه التوفين الجوي للضوء الشمس الناتج عن امتصاص الأشعة

فوق البنفسجية في طبقة الأوزون وإلى الاستطارة الناشئة عن ذرات الغبار والرذان في الجو علما تكون الزاوية التي تصنعها الشمس مع العمود فوق الراس $60°$وفق العلاقة الثانية

$$MAX = 1/COS(\theta)$$

حيث تمثل θ : الزاوية بين العمود فوق الرأس وموقع الشمس



شكل رقم (٤) منحنى الإشعاع لنطيف الشمسي عند [4 AM1.5 , AMO]

نظرا إلى أن المنار الأرضي شبه دائري فإن الحرف المركزي لايتعدى (٠.٠١٥٧٥) لذا فاله لا يلاحظ سوى تغير سهل في المسافة بين الأرض و الشمس بنسبة لاتفوق (٦٥.١%) وتكون هذه المسافة في حده الأدني في أوائل شهر كانون الثاني وفي حدها الأقصى في أوائل شهر تموز وينتج من خلال اقتراب الكرة الأرضية وابتعادها عن الشمس تغير في القطر الزاري من ٢٥ ٣١ الى ٣٠ ٣٢ مما يؤدي إلى تغيير يسير في شدة الإضاءة المرسلة من الشمس يقدر بنحو ٣.٣% أي ضعف النسبة المسجلة على المسافة وتبلغ هذه النسبة أقصاها في الشتاء كما تتغير شدة الإضاءة بين من الشمس الهادئة وعدد ظهور الخلف الشمسي بنسبة لا تتجاوز ٤% [٣]

على الرغم من أن العمليات التي يتعرض لها طيف الإشعاع الشمسي والتي تقتل من شدة الإشعاع إلا أن الطاقة الشمسية التي تصل الأرض خلال سنة واحدة تفرق احتياج العالم من الطاقة بمقدار عشرة آلاف مرة ويسمى جزء الأشعة الذي يصل إلى الأرض مباشرة من فرس الشمس دون أن يتعرض للانعكاس بالإشعاع المباشر أما الجزء الذي يتشتت بواسطة بخير الماء و الغير يسمى بالإشعاع المبعثر ويدعى مجموع الإشعاع المباشر والمبعثر الذي يصل إلى سطح الأرض بالإشعاع لكلي

[٤-١] تأثيرات الغلاف الجوي على توزيع الإشعاع الشمسي :

يتعرض الإشعاع الشمسي عند انتقاله عبر الغلاف الجوي بعدة عمليات بسبب ماموجود من مكونات في الغلاف ومن أهم تلك العمليات هي : ،

١- الامتصاص : هي عملية تحويل الإشعاع إلى شكل آخر للطاقة كالحرارة مثلا الجزء الممتص يتحد مع مسحة مقطع الامتصاص الكتلي المكونات إن عامل الامتصاص الكالي الذي يرمز له λ^* يتغير من جزينة إلى أخرى ويعتمد كذلك على الطول الموجي للإشعاع السقط كما نرى في جزيء الأوكسجين والنايتروجين نلاحظ أنهما لا يمتصان الطيف بنفس الدرجة في حين أن بخار الماء وتناني اكسيد الكاربون يمتصان بدرجة كبيرة من مديات مختارة من الطيف الشمسي في منطقة تحت الحمراء هذه المناطق تدعى مناطق حزم الامتصاص المميزة [٥] ،

الشكل (٥) تعرض الاشعاع لعملية الامتصاص [٦]

٢- التشتت : عملية أكثر تعقيدا من الامتصاص فهو لا يحول الطاقة إلى حرارة وإنما يغير مسار واتجاه تلك الطبقة إلى مصر آخر في القضاء ، النظرية توحي بأن تشتت الطاقة الشمسية بجريئات الهواء يتغير بسلامة مع الطول الموجي حسب قانون و ايلي :

$$* air(\lambda) = \frac{c}{\lambda^*}$$

حيث cمتغير يعتمد قليلا على الطول الموجي ، حسب قانون رايلي فإن الأموال الموجية القصيرة مثل الأشعة فوق البنفسجية تنشقت بصورة أكبر من الأشعة تحت الحمراء لذا فأن الهواء العادي ينتج تشتت أكبر في الطيف المرني خاصة للمركبات البنفسجية والزرقاء مفسرة بذلك زرقة

هناك جسيمات أخرى يكون التشتت لها أكثر تماثلا في الخواص من جميع الاتجاهات إن الدقائق المادية كالغبار والسخام والسديم (غبار دقيق) لاتزال تشتت الشعاع بشكل أكثر تعقيدا مما تنها به رايلي حيث ان الاحمرار عند غروب الشمس، ينتج من تلك الاشعاع بذرات الغبار قرب سطح الأرض. [٥]

٣- استطارة الأشعة : ويترتب على تشتت الأشعة في عند مرورها في الغلاف الجوي انتشارها في جميع الاتجاهات وتقرم جزيئات الهواء وذرات الغبار بخار الماء وغيرها من الشوائب التي تكون عالقة في الغلاف الجوي بعملية الانتشار وهناك نوعان من الاستطارة (استطارة رايلي ومالي) أن استطارة رايلي هي تبعثر مرن للضوء أو أي اشعة كهرومغناطيسية أخرى تتبعثر نتيجة تأثير جسيمات أصغر من الطول الموجي للضوء يمكن أن تكون هذه الجسيمات إما ذرات مستقلة أو جريئات يمكن أن يحدث هذا التبعثر عند انتقال الضوء في وسط شفاف صلب أو سائل، لكن أغلب حالاته يحدث في الغازات.

٤- انكسار الاشعة : عندما انتقال انشعاع من وسط الى آخر يختلف عنه في معامل الانكسار فانه ينحرف عن اتجاهه المستقيم ، وتكون قطرات الماء الموجودة في الجو والسحب وغيرها من الشوائب عاملا كبيرا في الجراف جزء من الإشعاع الشمسي ولكن السحب تبقى هي العامل الرئيس [٣] .

[٥-١] مفهوم الطاقة الشمسية :

مع تزيد احتاج العالم للطاقة وزيادة التلوث البيئي تعمل الحكومات جاهدة لتوفير طاقة تكفي احتياج العالم من الطاقة وكذلك تقلل من التلوث البيئي الناتج من استخدام وسائل الطاقة التقليدية من البترول والفحم والغاز ومشتقاته لذا أصبحت الحاجة ملحة الإيجاد بديل للطاقة الا وهو استخدام مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة الناتجة من الطبيعة مثل طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية و الطاقة الشمسية وغيرها إن مصادر الطاقة المتجددة قد ردد إستخدامها في السفرات الأخيرة بشكل واسع سواء الطاقة كانت مستمدة من الموارد الطبيعية " المتجددة" أو

التي لا تنفد " لطاقة المستدامة" مثل استخدام طاقة لمد والجزر وسافة الرياح والوقود الأحفوري والطاقة الشمسية و الوقود النووي بل يمكن الاستفادة منها بأكثر من صورة مختلفة سواء كانت بصورة صناعية أو طبيعية [٦] .

[6-1]بعض مشاكل استخدامات الطاقه الشمسيه

- **الغبار ومحاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه**: وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من ٥٠% من فعالية الطاقة الشمسية تقاد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر. إن أفضل طريقة للتخلص من الغبار في استخدام طرق التنظيف المستمر أي على فترات لا تتجاوز ثلاثة أيام لكل فترة وتختلف هذه الطرق من بلد إلى آخر معتمدة على طبيعة الغبار وطبيعة الطقس في ذلك البلد .
- **خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو لأيام القائمة أو الأيام المغيرة**: ويعتمد خزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، ونوع الاستخدام وفكرة الاستخدام بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للخزن لتقليل التكلفة والاستفادة بدلا من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرا حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلى بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة ويعتبر الحزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر .أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة في استخدام البطاريات السائلة والجافة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حاليا أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن و لتحويل وري للمادة وطرق المزج الثنائي وغيرها ،

الفصل الثاني

اشباة الموصلات

(٢-١) المقدمة

اكتُشف التأثير الكهروضوئي — أي، التوليد المباشر للطاقة الكهربية من خلال الضوء في المادة في حالتها الصلبة — على يد العالم البريطاني وليم جريلس آدامز، ومواطنه وتلميذه ريتشارد إيفانز داي في سبعينيات القرن التاسع عشر باستخدام مادة السيلينيوم. وبعد بضعة أعوام، أنشأ تشارلز فريت من نيويورك أول وحدة كهروضوئية لتوليد الطاقة من ضوء الشمس، لكن كفاءة الخلايا الشمسية المصنوعة من السيلينيوم كانت أقل من 0.5 بالمائة، مما كان يعني أنها لا تولد طاقة كافية على نحو اقتصادي. حدث تطور مهم في خمسينيات القرن العشرين على يد جيرالد بيرسون وداريل تشابن وكلفن فولر في مختبرات بيل. باستخدام السيليكون، قدموا خلية شمسية بكفاءة 5.7 بالمائة؛ أي عشر مرات أكبر من تلك الخاصة بالخلية الشمسية المصنوعة من السيلينيوم؛ استُخدمت الخلايا الشمسية في الفضاء، وتحسَّنت كفاءة خلايا السيليكون لتصل إلى نحو 24 بالمائة في بداية العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، أي قريبًا جدًّا من الحد النظري المتمثِّل في 28 بالمائة. حاليًّا، تستحوذ الخلايا الشمسية المصنوعة من أشباه موصلات على نحو 90 بالمائة من سوق الخلايا الشمسية. وعلى نحو خاص، تستحوذ الخلايا الشمسية المصنوعة من السيليكون على أكثر من 80 بالمائة من السوق، وتحل الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرفيعة، وبخاصة تلك المُصنعة من سيلينيد جاليوم إنديوم النحاس أو تيلوريد الكادميوم وكبريتيد الكاديوم، في المرتبة الثانية في السوق [9]

(2-2)المواد الصلبة:

تتكون الذرة كما هو معلوم من نواة مركزية ومن الكترونات تدور حولها ، تحتوي النواة على بروتونات ذات شحنة موجبة تساوي بالقيمة المطلقة شحنة الالكترونات السالبة ،وعلي نيترونات عديمة الشحنة وبالتالي تكون الذرة متعادلة كهربائيا، تدور الالكترونات حول النواه على مدرات ذات مستويات طاقية مختلفة وتمتلك الاقرب منها الي النواة طاقة أقل من تلك التي تكون أبعد وأي اننا كلما ابتعدنا عن النواة ازدادت طاقة الالكترون . ترتبط بذرات العنصر فيما بينها بوساطة الكترونات المدار الاخير لها والمعروف باسم مدار التكافؤ مشكلة ما يسمى بالبنية البلورية للمادة.

(٢-٣)حزم الطاقة في المواد الصلبة Energy Bands in Solid

إن المواد الصلبة يمكن أن تصنف على ثلاثة أصناف وهي مواد موصلة ومواد عازلة ومواد شبه موصلة ،ولقد اعتمد هذا التصنيف على اساس تركيب الحرم للمواد وعلى مقدار فحوة الطاقة التي تفصل حزمة التوصيل عن حزمة النكاف وعلى قدرتها على توصيل التيار

(٢-٤)الموصلات (النواقل) Conducators:

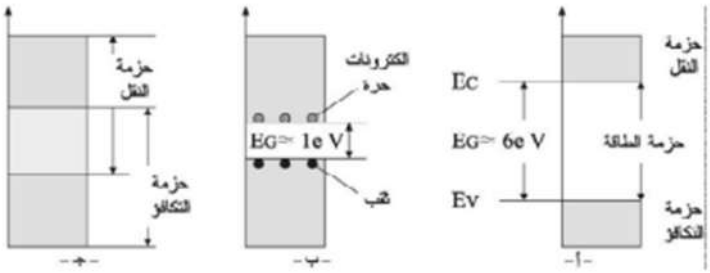
أشباه المواصلات تكون حزمة التكافة متداخلة مع حزمة التوصيل وبالتالي لا توجد فجوة طاقة وان اختفاء فحوة الطاقة في البلورات الموصلة يعني أي الكترون تكافتي سوف يكون حرا في التجوال بين الحزمتين. وعند درجة حرارة الصفر مطلق لا تستطيع الالكترونات التحرك خلال البلورة وذلك لان جميعها مرتبطة بشدة الي ذراتها وبتالي فإنها عملا حزمة النكاف من أقل مستوي طاقة فيها الى اعلى مستوى الطاقة أو بعبارة أخرى أن حرمة التوصيل عند درجة حرارة الصفر مطلق تكون فارغة وهذا يعني أنه لا توجد طاقة كافية عند أي الكترون لكي ينتقل الي حزمة التوصيل. وعند ارتفاع درجة الحرارة فوق الصفر المطلق فان الطاقة الحرارية التي سوف يكتسبها الالكترون ستمكنه من الافلات من درته والانتقال الي حزمة التوصيل ويكون في الحزمة النوم متحركا حركة عشوائية بكل الاتجاهات .

(٢-٥)العوازل Insulators

تكون حزمة التكافؤ مفصولة عن حزمة التوصيل بفجوة طاقية كبيرة تصل قيمتها الي حوالي (٦ev) وبتالي فان الالكترونات في حزمة التكافؤ لا يمكنها الانتقال الي حزمة التوصيل الا عند استلامها الطاقة الكافية التي تساوي فحوة الطاقة في درجات الحرارة العادية لا تمتلك الالكترونات في حزمة التكافؤ الطاقة التي تمكنها من الانتقال الي حزمة التوصيل وبتالي فانه يمكن القول ان البلورة العازلة تتميز بامتلاكها فجوة طاقة كبيرة وتكون حزمة التكافؤ فيها مملوءة بالالكترونات بينها تكون حرمة التوصيل فارغة وهذا يفسر عدم وجود شحنات حرة في المواد العازلة بل شحنات مقيدة في اماكنها بقوى قرية وجزئية .

(٢-٦)اشباه الموصلات (انصاف النواقل) Semiconductors

لا يختلف مخطط الطاقة لأشباه الموصلات عن نظيره في العوازل إلا في سعة الفحوة حيث تكون قيمتها في اشباه الموصلات في حدود(1.1 ev)او اقل وتتميز هذه المواد يكوها عازلة عند درجة حرارة الصغر المطلق (حيث تكون حرمة التوصيل فارغة أي لا توجد طاقة كافية عند أي الكترون لكي ينتقل إلى حزمة التوصيل) وموصلة عند الدرجات الحرارية العالية. ومن جهة أخرى عند درجة حرارة الغرفة ((C =300K٢٧) يكتسب عدد من الكترونات لكي ينتقل الي حزمة التوصيل إلا ان التيار الناتج يكون صغيرا بحيث لا يمكن الاستفادة منه في معظم التطبيقات وعند هذه الدرجة لا تكون المادة شبه الموصلة عازلا جيدا كما لا تكون موصلا حيدا وهذا تدعي شبه موصل . ويوضح الشكل التالي العروق بينهما بالتفصيل. [10]



الشكل(1): مخطط حزم الطاقة للعناصر الكهربائية - أ للعوازل - ب للنواقل -ج -لانصاف النواقل

(٢-٧)تعريف انصاف النواقل:

بين المواد العازلة و المواد الموصلة يوجد مادة في غاية الأهمية هي اشباه الموصلات :

وتعرف بأنها مواد عازلة عند درجات الحرارة المنخفضة ولكنها تمتلك قدرا معينا من التوصيلية الكهربائية عند ارتفاع حرارها . و تتأثر توصيلية شبه الموصل بالحرارة و الضوء والمحال المغناطيسي وتؤثر فيها وجود كميات ضئيلة من الذرات الشائبة وان حساسية

شبه الموصل تجاه هذه العوامل تجعل منه مادة بالغة الأهمية في التطبيقات الالكترونية.

ان أكثر المواد المستخدمة في صناعة أشباه الموصلات هما عنصري السليكون والجرمانيون ولكن شرحنا هذا سوف نتحدث عنها بصفة عامة في هذا الفصل ومتنفصل فيها في الفصل الثالث من هذا البحث بشرح عنصر السليكون باعتباره شبه موصل الأكثر استعمالا في

(٢-٨)اشباه الموصلات النقية والغير نقية

١-المواد شبه الموصلة النقية:

هي المواد التي تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق ولكنها تمتلك قدرا من التوصيلية الكهربائية عند ارتفاع درجة حرارها أو بإضافة شوائب أو أحداث عيوب في تركيبها البلوري وتمتلك هذه المواد حزمتين من الطاقة تبعا لنظرية الحزم في المواد الصلبة أحداهما

مملوءة تماما بالالكترونات وتمثل حزمة التكافؤ (Valence band) الاخرى فارعة من الالكترونات وتمثل حزمة التوصيل وعند رفع درجة حرارة شبه الموصل الى حرارة أعلى من الصفر المطلق فإن عددا من الالكترونات سوف تنتقل بعد اكتساها طاقة كافية تكون مساوية أو أكبر من طاقة الفجوة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل. اما حزمة التكافؤ فأن الالكترونات التي غادرتها سوف تترك مكانها فارغا تسمى بالفجوات مثل هذه المواد تدعي بأشباه الموصلات الذاتية او النقية والتي تملك أعدادا متساوية من حاملات الشحنة السالبة والموجبة (الالكترونات والفجوات) أي ان كثافة الالكترونات في حزمة التوصيل تساوي كثافة الفجوات في حزمة التكافؤ .[11]

-مستوى فيرمي في شبه الموصل النقي

يعرف بانة ذلك المستوى الذي تكون احتمالية وجود الالكترونات فية عند درجة حرارة اعلى من الصفر المطلق تساوي نصفا و يعطي بالعلاقة الاتية

$$Ef = \frac{Ec + Ev}{2} + K_B Ln\left(\frac{mn}{me}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

اذن ان E_c مستوى الطاقة عند حافلة حزمة التوصيل EV : مستوى الطاقة عند حافلة حزمة التكافؤ

KB:ثابت بولتزمان mh الكتلة الفعالة للفجوات me الكتلة الفعالة للاكترومات

وعندما تكون (me=mh) فان مستوى فيرمى يكون في وسط فجوة الطاقة المنوعة

$$Ef = \frac{E_c + E_v}{2} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$Ef = \frac{Eg}{2} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

اذن ان Eg فجوة الطاقة [12]

شكل رقم (٢) مستوى فيرمي لشبة موصل النقي

(٢-٩)المواد الشبه الموصلة الغير النقية:

هي عبارة عن مواد شبه موصلة نقية مطعمة بذرات مادة أخرى تسمى(الشوائب) حيث يعرف التطعيم علي اله اظافة ذرات معينة وبنسب قليلة إلى المادة شبه الموصلة النقية لزيادة توصيلتيها.

-انواع المواد شبه الموصلة الغير النقية:

اشباه الموصلات نوع السالب N type semiconductor

اذا اضيفت كميات معلومة من العناصر المجموعة الخامسة من الجدول الدوري كالفسفور او الزرنيخ او الالتيمون الي اشباه الموصلات النقية كالسليكون مثلا فإن الذرات الشائبة التي لها خمسة الكترونات تكافل تدخل في تركيب السيلكون وتكون روابط التساهمية مع

الدرات الاربعة المحيطة بكل منها ويبقى الالكترون واحدد معلق بدرة الام وان فصل هذا الالكترون عن الذرة لا يحتاج الى طاقة كبيرة حيث ان هذه الطاقة أقل بكثير من الطاقة اللازمة لنقل الالكترون من الحزمة التكافة إلى حزمة التوصيل في حالة اشباه الموصلات

النقية . يوجد في هذا النوع عدد كبير من حاملات الشحنة السالبة ولهذا سمي بالنوع n.

- شبه الموصل نوع موجب P type semiconducto

اذا اضيفت كميات معلومة من العناصر المجموعة الثالثة في الجدول الدوري كالبرون او الالمنيوم او الانديوم الي اشباه الموصلات النقية كالسليكون مثلا فسوف ينتج عن ذلك نوع جديد من أشباه الموصلات تكثر فيها الفجوات بدلا من الالكترونات ان ذرات الشوائب

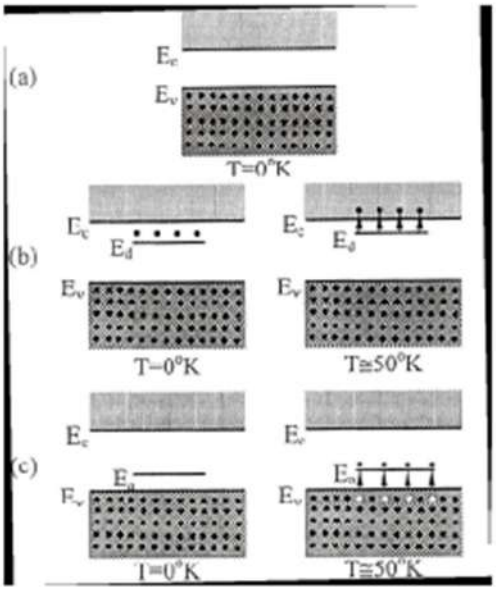
سترتبط مع السليكون وتكون مع الذرات الاربعة المحيطة بكل واحدة فيها روابط تساهمية ولما كانت ذرات الشوائب تحتوي على ثلاثة الكترونات فقط في علاقها الخارجي فعليه سوف تبقى الرابطة تساهمية واحدة تحتوي الكترونا وتحتاج الي الكترون لاستكمال

البنية السورية الاعتيادية لشبه الموصل (ان الذرة السالبة في هذه الحالة يمكن ان تكتب بسهولة الكترونا من الروابط المحاورة فعندئذ تكتمل روابطها) ان هذا النوع تحد فيه فحوة موجبة (الاغلبية) تطفو من حزمة التكافل لمادة الشبه موصل ولهذا سمي هذا النوع

(٢-١٠). البلورة الدخيلة (المشوبة):

إن حالة حرمني التكافؤ والتوصيل في أشباه الموصلات المطعمه وفي درجة حرارة الصفر المطلق نشابه مثيلتها في أشباه الموصلات النقية كما موضحه بالشكل إلا أن فجوة الطاقة لها تتضمن بشكل حوالي مستويات شوائب(واهبة او قابلة) فالمستويات الواهبة او المانحة Donor Levels) تقع مباشرة تحت حرمة التوصيل وتكون مختلفة تماما ولا ترفع الكتروناتها إلى مستوى التوصيل ، في حين أن المستويات القابلة (Acceptor Levels) تكون غير مشعولة ، وعند رفع درجة الحرارة ترفع المستويات الواهبة الكتروناتها إلى حرمة التوصيل دون ان يرافق ذلك ظهور فجوات في حرمة التكافؤ ويدعى شبه الموصل نوع (n-type) ويقترب

مستوى فيرمي من حرمة التوصيل كما مبين في الشكل: (.٣)b أما المستويات القابلة فأنها تتقبل الكترونات من حزمة التكافر تاركة خلفها فجوات في حزمة التكافؤ دون ان يصاحب ذلك ظهور الكترونات في حرمة التوصيل ويهبط مستوى فيرمي قريبا من حرمة التكافؤ ويدعى شبه الموصل نوع (p-type) كما يوضحه[13]



شكل رقم (٣) مستوى فيرمي لاشباه الموصلات النقية ومن نوع n والنوع p

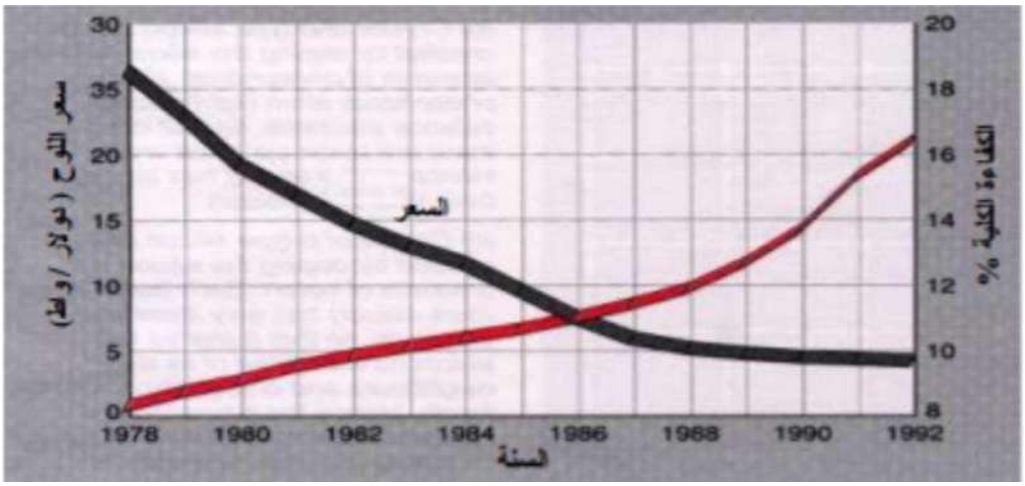
الفصل الثالث

الخلايا الشمسية

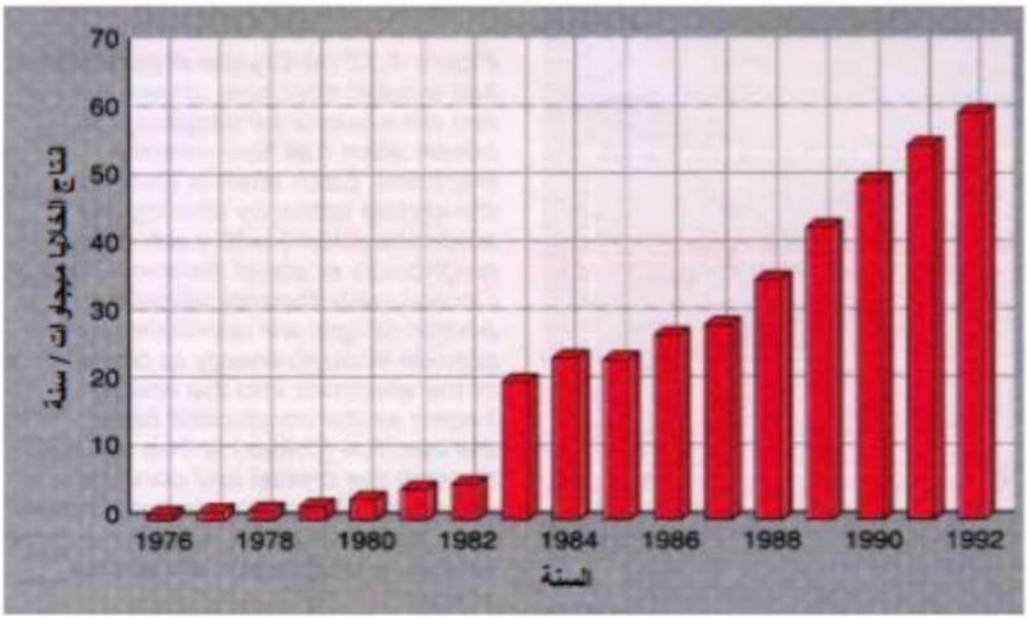
(٣-١) المقدمة عن الخلايا الشمسية

إن تحويل أشعة الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية هو أحد المنجزات العلمية الكبرى في القرن العشرين والألفية الثانية ، وهو أفضل التقنيات المستخدمة حاليا في مجال الطاقة المتجددة . لقد بدأت هذه التقنية منذ عقود عديدة لكنها دخلت مرحلة الاستغلال الفعلي عند استخدامها في برامج الفضاء في نهاية الخمسينات من هذا القرن . ولكن العائق في استخدامها على نطاق واسع ومن قبل عموم الناس هو كلفتها العالية . ولقد انخفض سعر الخلايا الشمسية (Photovoltaic Cells) مئات المرات في الوقت الحاضر عما كان عليه في بداية الستينات ، ولكنها لا تزال مكلفة نسبيا إلى حد الآن . والحقيقة هي عدم وجود أية صعوبات تقنية تمنع توسيع انتشار هذه المنظومات . فمدى انتشار استخدامها يعتمد على كلفة الإنتاج وزيادة الكفاءة . وخلال الأعوام المنصرمة حدث تقدم واسع في إنتاج الخلايا بكلفة معقولة ، وازدادت كفاءتها إلى أن وصلت حوالي ٣٠٩ في الظروف المخبرية . ويبين الشكل (١) تناقص سعر إنتاج الخلايا وزيادة كفاءتها منذ نهاية السبعينات وحتى بداية التسعينات . وعلى الرغم من الكلفة العالية للطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة

الشمسية عند مقارنتها بأسعار إنتاج الطاقة الكهربائية بالطرق التقليدية فإن سوق الخلايا الشمسية ما فتى ينمو . وقد نصبت عشرات الآلاف من المنظومات في تطبيقات مختلفة كالإنارة والاتصالات ، وضخ المياه ، وشحن البطاريات ، وتشغيل ثلاجات الأدوية وغيرها من الاستخدامات . ويبين الشكل (٢) زيادة كمية الإنتاج السنوي للأسطح الشمسية الفولطاضوئية منذ عام ١٩٧٦ ولغاية ١٩٩٢ . ومعظم تقنيات الخلايا الشمسية يتم تطبيقها في المناطق النائية حيث تبقى الخلايا الشمسية هي الأفضل استخداما وذلك لسهولة نصبها وعدم حاجتها إلى صيانة مستمرة وعدم مساهمتها في تلوث البيئة .



شكل (١): تناقص سعر إنتاج الخلايا الشمسية وزيادة كفاءتها للفترة من ١٩٧٨ ولغاية ١٩٩٢



شكل (٢): الإنتاج السنوي للأسطح الشمسية الفولطاضوئية للفترة من

عام ١٩٧٦ ولغاية عام ١٩٩٢

المادة الأولية التي تصنع منها الخلايا هي السليكون ، وهو متوفر دائما في الطبيعة .

وسينمو سوق الخلايا الشمسية بصورة كبيرة عندما تصل كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية منها إلى كلفة مثيلتها الناتجة من المصادر الأخرى . وقد تم إلى حد الآن انخفاض سعر اللوح الشمسي الفولطاضوئي بالنسبة للواط من ٤.٥ دولار إلى ٢.٥ دولار (لاحظ أنه في الدول العربية تكون كلفة الواط بعد تركيب كافة الأنظمة المصاحبة من ٨ إلى ١٠ دولار) . وإذا استمر هذا النقصان فستصبح منظومات الطاقة الشمسية منافسة لسعر مولدات الديزل، وعندما يصل سعر اللوح إلى ١.٥ دولار للواط أو سعر منظومة الخلايا الشمسية بسعر

٢.٥ إلى ٣.٠ دولار لكل واط فإنه بذلك يمكن إنتاج طاقة كهربائية بكلفة ١٢ سنت أمريكي لكل كيلوواط ساعة ، علما بأن الهدف الحالي المحدد هو إنتاج كهرباء بكلفة ٦ إلى وسنت لكل كيلوواط - ساعة ويتطلب ذلك فترة زمنية طويلة[14]

(٣-٢) تعريف بالخلية الشمسية و مبدأ اشتغالها

- آليات أولية

يمكن أن نتصور ببساطة المحول المثالي فوتون - إلكترون

١) يجب أن يقع امتصاص الفوتونات من قبل مكونات الجهاز. وبطريقة الامتصاص اللابصرية هذه تنتقل طاقة الفوتون إلى المكونات.

٢) يجب تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية، لا إلى طاقة حرارية فقط. فمن المحتم إذا أن تنتقل طاقة الفوتون إلى إلكترون بشكل طاقة كامنة، وهذا ما يسمى بالتحويل الكمي (لأن المستويات الإلكترونية للطاقة في الأجسام الصلبة هي بشكل عام مكممة).

٣) و أخيرا فمن 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.

لذلك يجب أن تكون بنية هذا التجميع بنية ناجعة

(٣-٣) أنواع الخلايا الشمسية

من بين أنواع الخلايا الشمسية نذكر:

- الخلايا الشمسية المتكونـة مـن السيلكون: أحـادي البلـورات (Monocrystalline) أو متعدد البلورات (Polycrystalline)

- الخلايا الشمسية المتكونة من شرائط السيلكون: أحادية البلورات،

- الخلايا الشمسية المتكونة من شرائط السيلكون غير المتبلور،

- الخلايا الشمسية المتكونة من GaAs

- الخلايا الشمسية ذات وصلة غير متجانسة (Heterojunction)، من بين هذه الخلايا :"CdTe/ZnSe...."

(٣-٤)صناعة الخلايا واللوحات الشمسية الفولطاضوئية

أ) خلايا من مادة السيليكون

يعطينا الشكل عدد ٩ أهم مراحل صناعة الخلايا من مادة السيلكون

أحادي البلورات المطعم بالـ Bore أي من نوع (P) المعد في الغالب في شكل أقراص ذات قطر ١٠ سنتمتر وسمك ٠.٥ مليمتر

و تتمثل هذه المراحل في:

١) عملية تطهير سطح أقراص السبلكون بمعالجة كيميائية قلوية قوية التركيز [15]

٢) عملية تحريش (Texturisation) السطح بمعالجة كيميائية قلوية ضعيفة التركيز ممزوجة بالكحول، فنلاحظ عند مشاهدة السطح في المجهر أنـه

عبارة عن أهرامات متلاصقة[16] الغاية منها تحسين مردود الخلايا بتقليل الانعكاس والإكثار من امتصاص للفوتونات وهو ما يزيد في توليد المزيد من التيار الكهربائي.

٣) عملية انتشار الفوسفور في الفرن[17]

قبل الانتشار يقع حماية أقراص السيلكون من الخلف وعلى الحواشي بترسيب طبقة سميكة من مادة الـ SiO2 بطريقة تفاعلية كيميائية . (Chemical

Vapor Deposation). وتتمثل عملية انتشار الفوسفور في إدخال أقراص السيلكون في فرن من البلور عالي النقاوة وتحت حرارة تبلغ ٩٥٠ درجة مئوية تقريبا، ثم إرسال تيار غازي متكون منPOCl و الآزوت و الأوكسيجين، وتدوم هذه العملية من ١٥ إلى20 دقيقة، و بذلك تتحصل على طبقة رقيقة من السيليكون من نوعN على السطح الأمامي للقرص السليكوني وهو ما يكون النواة

للخلية الفولطاضوئية.

٤) عملية تنظيف كيميائي للسطح الخلفي للخلايا لإزالة الرواسب من الأكسدة (SiO2 ... ...)

٥) عملية التفليز أي طباعة طبقة من المعادن على السطح الأمام الخلفي بطريقة (Sérigraphie) للخلية الفولطاضوئية ثم تحفيفها و إنضاحها في فرن الأشعة تحت الحمراء. والغاية من هذه الطبقات المعدنية تسهيل عملية ربط الخلايا الشمسية باللحام لتكوين اللوحات الفولطاضوئية .

٦) ترسيب على السطح الأمامي لطبقة رقيقة مانعة للانعكاس من مـــــادة الـ "SiO " بطريقة تفاعلية كيميائية أيضا. و قد وقع تعويض هذه الطبقة بطبقة من السيليكون المسامي .[18,19,20,21]

٧) عملية لحام أسلاك الربط بين الخلايا لتكوين اللوحات الفولطا ضوئية.

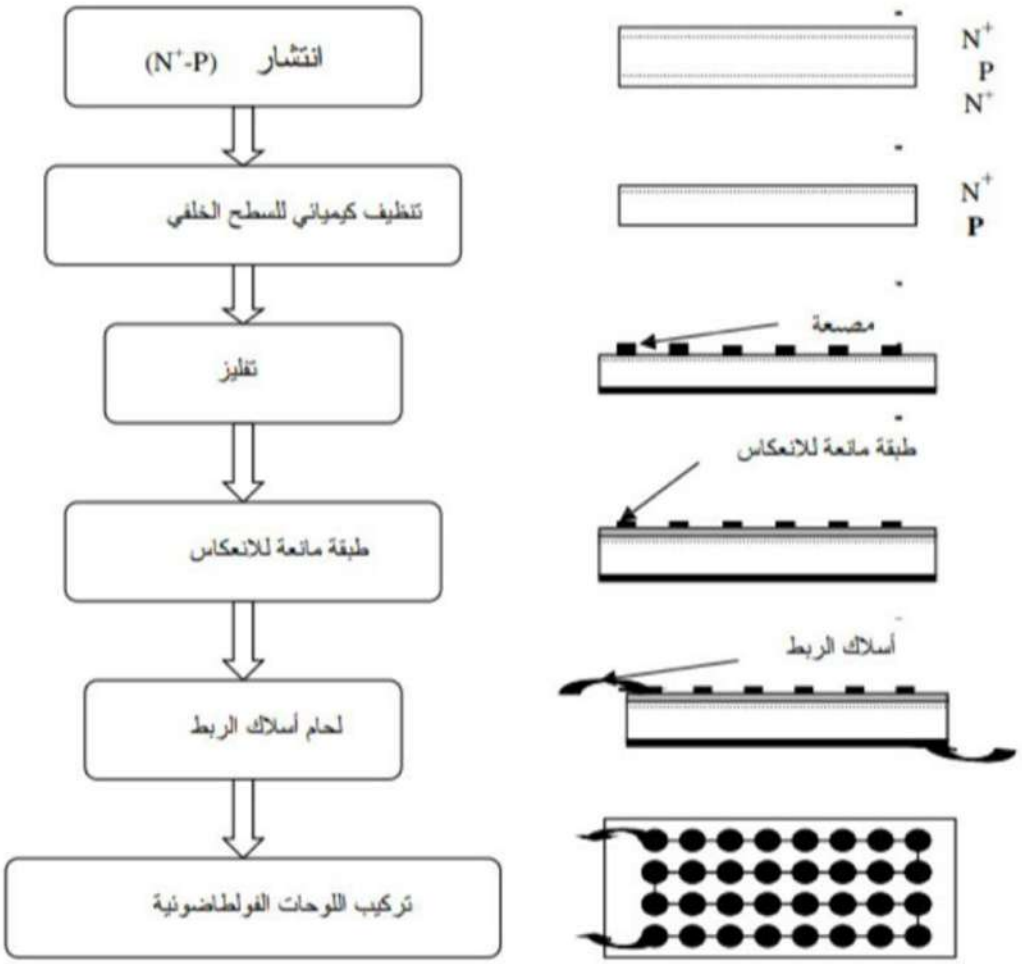
ولصناعة الخلايا السيليكون متعدد البلورات فإننا نتبع نفس المراحل تقريبا،

والملاحظ أن هذا النوع من الخلايا لا يعطينا مردودا قويا ولكن خلايا أقل تكلفة،

ويرجع ضعف المردود إلى الشوائب الحاصلة بين البلورات (أنظر المرجع [٥]).

ويوجد العديد من طرق معالجة هذه العوائق من بينها استعمال السيلكون المسامي

مع معالجة حرارية [22,23,24]



شكل رقم (٣)مراحل صناعة الخلايا من السيلكون

(٣-٥)استخدامات الطاقة الشمسية

ممكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال اليي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية كما يلي :

-الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية [7]

* **تسخين المياه بالطاقة الشمسية (المجمعات الشمسية):** هي منظومة متكاملة تتكون من عدة جراء تستخدم في تجميع الأشعة الشمسية الساقطة عليها وتحويلها إلى طاقة حرارية يستفاد منها في تسخين المياه خلال ساعات سطوع الشمس حيث تخزن المياه الساخنة في خزان

شكل رقم (٦) تسخين المياه بالطاقة الشمسية

* **تسخين أحواض السباحة بالطاقة الشمسية** : ان سخانات الماء يمكن أن تستعمل ايضا لتسخين مياه المسبح الشمسية حيث تقوم المجمعات الشمسية بتسخين المياه إلى درجات اعلى بقليل من درجة حرارة الجو المحيط و تستخدم لهذا الغرض المجمعات الشمسية الرخيصة لغير

مزججة و التي تصنع عادة من المراد البلاستيكية المعدة لهذا الغرض خصيصا

* **تحلية المياه المالحة بالطاقة الشمسية** ، وهناك عدة طرق منها

التقطير : (التبخير متعدد المر حل - التبخير الوميضي - التبخير بالطاقة الشمسية)

- التثليج و التناضح العكسي و التبادل الأيوني

* **معالجة ماء الصرف الصحي،** حيث يتم استخدام الطاقة الشمسية في ازالة السموم من الماء لملوث بواسطة التحلل الضوئي

الطهر بالطاقة الشمسية : إن الطباع الشمسي عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهر والتجفيف والبسترة .

الاستخدام في النشاط الزارعي : يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة، فبعض التقنيات التي تتمثل في تنظيم موسم الزارعة حسب أوقات العلم وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين الصفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول، وكذلك استخدامها في إدارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل واريخ الدجاج وتجفيف السماد العضوي الدجاج كما أنه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة الألواح الشمسية في عمل عصائر الفاكهة

(٣-٦)استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء

ممكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية من خلال عملية التحويل الكهروضوئية ويقصد بها تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)، وكما هو معلوم هنا بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها . كما سيتم شرحها في الفصل الرابع من هذا البث . [8]

المصادر

[١]- توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية . [٢]- إبراهيم محمد صالح ، خليفة سلام رعب ، عبد الباسط مايز التورتي ، منظومات الخلايا الشمسية ودورها في توسيع قاعدة الاتصالات في شركة المدار ، جامعة الفاتح ، طرابلس ، ليبيا 2010

[٣]- مريم از هر على غالب ، تقييم كفاءة خلية شمسية من مادة السيليكون ذات أحادية مختلفة الشكل باستخدام برنامج ريماكس ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق ، ٢٠١٦ .

[٤] - اشواق طالب نعمان ، الخلايا الشمسية ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق ٢٠٢٠

[٥]- سون رايدر ، مقدمة في الطاقة الشمسية ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، شارع ابن الهيثم _ الموصل

[٦]- كل ما تريد معرفته عن الخلايا الشمسية ، عبد المجيد أمين

[7] –سلطة الطاقة الفلسطينية ٢٠١٢ مقال بعنوان (لزمة الطاقة في غزة)

[8] –الصفدي د. محمد فراس مقالة بعنوان (كل شيء عن الشمس)

[9] الخلايا الشمسية المصنوعة من أشباه موصلات | فيزياء الطاقة الشمسية | مؤسسة هنداوي(hindawi.org)

[10] Introduction a la physique des semi Conduture-Jérôme faist. Meuchatel mais -2001

[11] كتاب أشباه الموصلات - م مؤيد فايز الفواحة مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع - عمان ٢٠٠٦ م .

[12] S. O. Kasap, "Principles of Electronic Materials and Devices", 2nd ed

McGraw-Hill, New York, (2002).

[13] دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لأغنية Ni(1-x) Znx O المحضرة بطريقة التحلل الكيميائي الحراري رسالة تقدمت ها ردينه صديق عبد الستار الدليمي وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء ٢٠١٣م

[14] كتاب الخلايا الشمسية –الجزء الثالث – مكتبة بوريسيبا

[15] - ١، لوجي. ج. ا. روجي: الخلايا الشمسية من ا.

من الجهاز إلى التطبيقات. ترجمة : الدكتور نورالدين الأخوة، الدكتور عبد

الوهاب شيخ روحو، الدكتور أحمد الحصايري. مراجعة الأستاذ الدكتور

محمد المعالج. إصدار المنظمة العربية للتربية و الثقافة و العلوم. تونس1994

[16] - م.ف. بوجميل: رسالة التعمق في البحث

.Mise au point d'un montage optique de mesure de la reflectivite

Application à l'étude des traitements de surface et des couches

.(anti-reflet (SiO2, TiO2/Silicium

كلية العلوم بتونس، فبراير/شباط ١٩٩٢.

[17] - م.سعدون: رسالة التعمق في البحث

Amélioration des performances photovoltaïques des cellules

solaires à faible coût de fabrication à l'aide de traitements de

surface réalisés par pulvérisation chimique réactive

كلية العلوم بتونس، نوفمبر/تشرين الثاني ١٩٩٧ .

[18] - !. بسيس: رسالة دكتوراه المرحلة الثالثة

Elaboration par sérigraphie et caractérisation électrique et optique

.((des couches minces d'ITO (In_2O3(Sn

كلية العلوم بتونس، يناير/كانون الثاني ١٩٩٢ .

[20] - م. بو عائشة: رسالة الدكتوراه

Contribution à l'étude des joints de grains et des textures de surfaces .des cellules photovoltaïques à base de silicium polycristallin

كلية العلوم بتونس، فبراير/شباط ١٩٩٩.

[21] - م.ف. بوجميل: رسالة الدكتوراه

Amélioration du rendement des cellules photovoltaïques à base de

.silicium cristallin par optimisation des paramètres de fabrication

كلية العلوم بتونس، يونيو/حزيران ١٩٩٩.

[22] - إ. بسيس: رسالة دكتوراه دولة

Phénomènes photo-induits et correlation entre photoluminescence .absorption optique et structure dans le silicium cristallin

كلية العلوم بتونس، مايو/أيار ١٩٩٩ .

[23] - ح. الزاوية: رسالة التأهيل في البحث العلمي

Fabrication de nouveaux matériaux semi-conducteurs en vue de leur dans les dispositifs électroniques et la conversion .utilisation . caractérisation et modélisation،photovoltaïque. Analyse

كلية العلوم بتونس، مايو/أيار ١٩٩٩.

[24] - ن. خذر: رسالة التعمق في البحث

Etude de la passivation et du gettering du silicium par des couches .minces de silicium cristallin

كلية العلوم بتونس، ديسمبر/كانون الأول ١٩٩٨ .