وزاره التعليم العالى والبحث العلمى

جامعه بابل

كليه التربية للعلوم الصرفه

قسم الفيزياء

"تحسين كفاءه الخلايا الشمسية"

بحث تقدمت بة الطالبه

زينب عدنان عبد الحمزه

مقدم الى قسم الفيزياء /كلية التربية للعلوم الصرفه.

وهو جزء من متطلبات نيل شهاده البكلوريوس فى قسم الفيزياء.

بأشراف الدكتوره

أ.د. شروق صباح عبد العباس

٢٠٢٣م

١٤٤٤هـ

الآيـــة

﴿ وَيَسْئَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ
رَبِّي وَمَآ أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾

صدق الله العظيم

سورة الإسراء

الآية (٨٥)

الإهداء

الى المعلم الاول الذي ازاح عن الامة ظلمات الجهل واخرجهم الى نور المعرفة سيد المرسلين محمد(صلى الله علية واله وسلم)

الى من كلله الله بالهيبة والوقار... الى من علمني العطاء بدون انتظار ...الى من احمل اسمه بكل افتخار. ارجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار(والدي العزيز)...

الى ملاكي في الحياة الى معنى الحب و الحنان ...الى من كان دعائها سر نجاحي الى (امي الحبيبة)..

الى القلوب الطاهرة والنفوس البرينة (اخوتي واصدقائي)

الى كل من ساعدني على اعداد هذا البحث وبالأخص ...

استاذتي العزيزة ..(أ.د شروق صباح عبد العباس)

شكر وتقدير

أشكر الله العلي القدير الذي أنعم علي بنعمة العقل والدين. القائل في محكم التنزيل "وفوق كل ذي علم عليم" ..... صدق الله العلي العظيم

وقال رسول الله (صلي الله عليه وسلم) من صنع إليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئونه به فادعوا له حتى تروا أنكم كافأتموه)

يسرني ان أتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي.

وأخص بالذكر الدكتوره (أ.د شروق صباح عبد العباس)

صاحبة الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية.

كما أتوجه بالشكر الى كافة الأساتذة في كلية التربية للعلوم الصرفة ولاسيما أساتذة قسم الفيزياء فلهم جزيل الشكر وايضا كل الأساتذة الذين تتلمذت على أيديهم .

وأخيرا أتقدم بجزيل شكري إلي كل من مدوا لي يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة على أكمل وجه.

المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحه
١	الاية القرآنية	II
٢	الاهداء	III
٣	الشكر والتقدير	Iv
٤	المحتويات	v
٥	الخلاصة	vI
٦	الفصل الاول :مفاهيم اساسية حول الخلايا الشمسية.	١
٧	(١-١)المقدمة	٢
٨	(١-٢)الخلايا الشمسيه وتطورها	٣
٩	(١-٣)توليد الطاقة الكهربائية	٤
١٠	(١-٤)وصلات pN	٥ــــ٦
١١	(١-٥)اداء اللوح الشمسي	٦ــــ٧
١٢	(١-٦)استخدامات الخلايا الشمسية	٨ــــ٩
١٣	(١-٧)انواع الخلايا الشمسية	٩
١٤	(١-٨)تصنيع الخلايا الشمسية	١٠ــــ١١
١٥	الفصل الثاني: تحسين كفاءه الخلايا الشمسية	١٢
١٦	(٢-١)المقدمة	١٣ــــ١٤
١٧	(٢-٢)العوامل المؤثره علئ كفاءه الخلايا الشمسية	١٤ــــ١٥
١٨	(٢-٣)طرق تحسين اداء الخلايا الشمسية	١٥ــــ١٦
١٩	(٢-٤)انواع المركزات الشمسية	١٦ــــ١٩
٢٠	(٢-٥)العوامل المؤثرةعلئ المركزات الشمسية	١٩ــــ٢٠
٢١	المناقشة	٢١
٢٢	الاستنتاجات	٢٢ــــ٢٣
٢٣	المصادر	٢٤ــــ٢٥

الخلاصـــة

الخلايا الشمسية أو الخلايا الضوئية هي عبارة عن جهاز وأداة على شكل خلايا مرصوفة بجانب بعضها البعض تقوم بتحويل أشعة الشمس إلى كهرباء من خلال استغلال التأثير الضوئي الجهدي، واستخدمت الخلايا الشمسية

منذ عشرات السنين، حيث إنها تعمل بالأقمار الصناعية منذ عام ١٩٩٦م، بالإضافة إلى أنها تزود محطة الفضاء الدولية أي أس اس . بالتيار الكهربائي، وحالياً توجد في أسبانيا أكبر محطة توليد كهرباء تعمل بالطاقة الشمسية والتي تصل قدرتها حوالي ٢٣ ميجاواط، كما أنه يتم التخطيط لبناء أكبر محطة توليد كهرباء في أسبانيا تعمل على الخلايا الشمسية بقدرة حوالي ١٥٤ ميجاواط. يناقش هذا البحث تطبيقات استخدام الخلايا الشمسية وانواعها. والتي تعتبر إضافة إلى دورها الرئيسي في إنتاج الطاقة الكهربائية، وتطبيقه على المباني السكنية. يتم تحديد عدد من العوامل والاعتبارات بالقلق مع تصميم الخلايا الضوئية في المباني واختيار أنظمتها. وكذلك من خلال دراستنا للبحث لاحظنا هنالك عوامل عديده تؤثر عل كفاءه الخلايا. وهي(تيار دائرة القصيرة. فولتية الدائرة المفتوحة. وعامل الملء. ودرجه الحرارة.) ومن اجل رفع كفاءه الخلايا وخفض تكلفه المنظومة الفولتية تم

دراسة طرق تحسين اداء الخلية الشمسية. من خلال التغير في معلمات الخلية. و المركزات الشمسيه وعدسه فرنيل.وايضا يبين انواع المركزات والعوامل المؤثره عليها .

الفصل الاول مفاهيم اساسيــة حــول الخــلايا الشمسيـــة

(١-١ المقدمــة)

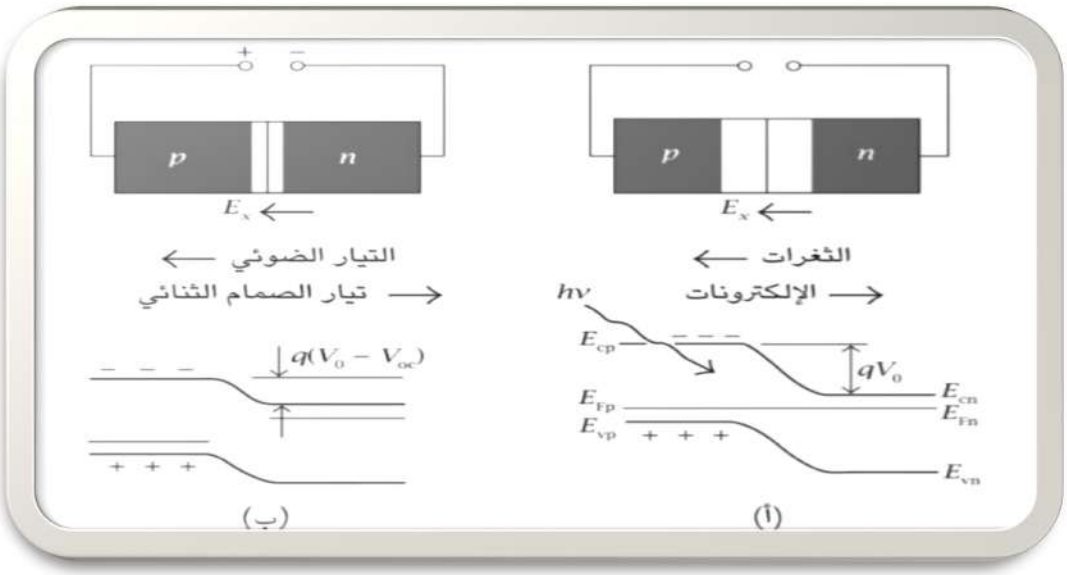
تعد الشمس منذ القدم مصدرا مهما واساسيا للطاقة على سطح الارض، وقد تطور استخدام الطاقة الشمسية عبر العصور بتطور العلوم والتكنولوجيا فبعد استخدمها الانسان للتدفئة والتجفيف استغلها لتسخين الماء اعتمادا على مبد التحويل الشعاعي الحراري باستعمال الالقط الشمسي، ثم تحولت وتطورت انتاج الطاقة الكهربائية وذلك بالاعتماد علئ مبدأ "التحويل "الشعاعي الإلكتروني" باستعمال المولدات الشمسية الفولطاضوئية [1] ان اهم الأجهزة التي صنعت لاستغال الطاقة الشمسية هي الخلايا الشمسية لتي تمتـــاز بسهولة تركيبها في اماكن استخدامها، وانها ذات طاقة متجدة مستديمة ونظيفة وان تقنياتها معروفة وليست معقـــدة، ويمكن تطويرها واستخدامها لتطوير التقنيات الأخرى. وان استخدامها سوف يهيئ ويزيد من فرص عمل واسعة وان مستلزماتها المادية والبيئية متوافرة بشكل كبير، وهي ربما تحتاج الى رأس مال كبير في البداية، ولكنها ال تحتاج الى المواد والولية لتوافرها في الطبيعة، كما انها ال تحتاج الى صيانة مستمرة [٢]. لكن على الرغم من هذه المميزات لا تزال كلفتها باهضة الثمن مقارنة بالطاقة الكهربائية التقليدية. لهذا ما فتئت الجهود العلمية والتقنية الكبيرة التي تبذل في جميع انحاء العالم، اذ تسعى العديد من مختبرات البحث المختصة في هذا المجال الى تحسين مردودية هذه المولدات)الخلية والوحدات الفولطاضوئية(من حيث التحول الطاقي من ناحية، والى الحد من كلفتها من ناحية اخرى. [١] والجـــدير بالذكر ان الخلايا الشمسية تطورت فـي بـــادئ الامر من اجل التطبيقات الفضائية، اذ كانت تزود كذلك الاقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية بالاعتماد على التحويل الفولطاضوئي. [٣]

(١-٢)الخلايا الشمسية وتطورها :

الخلية الشمسية هي المكون الأساسي للمنظومة الشمسية وهي أصغر جزء فيه أصبحت الطاقة الحرارية الشمسية التجارية حقيقة في نهاية القرن العشرين في عام ١٧٨٣ تم الكشف عن ورقة علمية نشرها المهندس الكهربائي الانجليزي ويلوبي سميث كتب فيها ملاحظاته بأن الموصلية الكهربائية لمواد السيلينيوم شبه الموصلة زادت عند تعرضها للضوء [٤] لتوليد الكهرباء من الشمس (الخلية الشمسية) فإن الوسيلة الثانية ولدت من عمل العالم الفرنسي إدموند بيكريل عام ١٨٣٩ الذي اكتشف التأثير الكهروضوئي الحظ أنه تزداد كمية الكهرباء من الخلية عندما يتم تسليط الضوء على أقطاب خلية كهروكيميائية بسيطة مصنوعة من قطبين معدنيين مغمورين في الالكتروليت مع ذلك فقد تم بناء أول خلية ضوئية عام ١٨٨٣ من قبل تشارلز فريتز الذي قام بتغليف السيلينيوم أشباه الموصلات بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات وكانت كفاءة الجهاز حوالي ١% فقط . وأعقب ذلك عمل إضافي على السيلينيوم من قبل ويليام آدمز وريتشارد داي الذين اكتشفوا في عام ١٨٧٦ أن إضاءة تقاطع بين السيلينيوم والبلاتين ينتج تيارا كهربائيا . وفي عام ١٨٨٨ بنيت أول خلية كهروضوئية من قبل الروسي الفيزيائي ألكسندر ستوليتوف علئ أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز في وقت سابق من عام ١٨٨٧. وكان العمل على التأثير الكهروضوئي كبير وعلى أشباه الموصلات خلال الستين عاما القادمة بما في ذلك العمل النظري الرائد من قبل أينشتاين في عام ١٩٠٥ وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٢١ وكبريتيد الفضة سنة الوصلة الثنائية (junction p-n) في CUO2 اكتشف فأديم فوشكوراف ١٩٤١ وقد حصل روسل أوهل على براءة اختراع أشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية عنيت الحديثة في عام ١٩٤٦ الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي بالترانزستور [٥] والخلية الشمسية هي عبارة عن وصلة (pn) تكون فيها الطبقة (n) رقيقة ويتم تسليط الضوء من الفوتونات التي تحمل كل منها كماً محددا من الطاقة الذي يجعل الالكترونات الحرة تكسب طاقة يجعلها تتحرر وتكسر الرابط الذري بالذرة شبه الموصله، ويتم تحرير شحنات مختلفة وانتاج مجموعة ازواج من (الالكترون – فجوة) ثم تنطلق حاملات الشحنة بعد ذلك متجهة الئ وصله الثنائي وتنتقل بين نطاقي التكافؤ والتوصيل خلال فجوة الطاقة، ولتتجمع عند سطح الخلية من الامام والخلف فيحدث مرور تيارا كهربائيا مستمرا عندما تتصل الخلية بجهد كهربائي [١] .

(١-٣) توليد الطاقة الكهربية

يعرض الشكل ادناه شرحا كميا لكيفية توليد الطاقة الكهربية من خلية شمسية. وكما هو موضح في الشكل(١-١،أ)، يولد أي فوتون زوج إلكترون وثغرة في المنطقة من النوع p . وبسبب المجال الكهربي الداخلي، الذي يشير باتجاه المنطقة من النوع p، تنجرف الإلكترونات إلى المنطقة من النوع n، في حين تبقى الثغرات في المنطقة من النوع p. وبتوصيل الطرفين معا كما في الشكل. يمكن أن تنتقل تقريبا كل الإلكترونات المولدة من قبل الفوتونات إلى المنطقة من النوع n، وتكمل الدائرة. و«تيار الدائرة القصيرة» هو تيار الإلكترونات التي يولدها ضوء الشمس. كما هو موضح في الشكل(١-١،ب)، إذا لم تتصل المنطقتان خارجيا، تولد الشحنات المتراكمة في المنطقتين جهدا عبر تكثيف الوصلة. لجهد فرق جهد أمامي للصمام



الثنائي. ويقل سمك منطقه الانتقال.

شكل (١-١) انفصال الثغرات والإلكترونات في الخلية الشمسية[٦]

(١-١،أ)تولد الفوتونات الساقطة

أزواج إلكترونات وثغرات. ويشير المجال الكهربي الداخلي في منطقة الانتقال باتجاه المنطقة من النوع p. ويسحب المجال الإلكترونات السالبة الشحنة إلى المنطقة من النوع n. وبتوصيل الطرفين، يولد تيار كهربي. ويتحدد «تيار الدائرة القصيرة» من خلال معدل توليد أزواج الإلكترونات والثغرات من الإشعاع.(١-١،ب) إذا لم يوصل الطرفان، فستتراكم الإلكترونات المنتقلة إلى المنطقة من النوع n وتنشئ فرق جهد عبر تكثيف

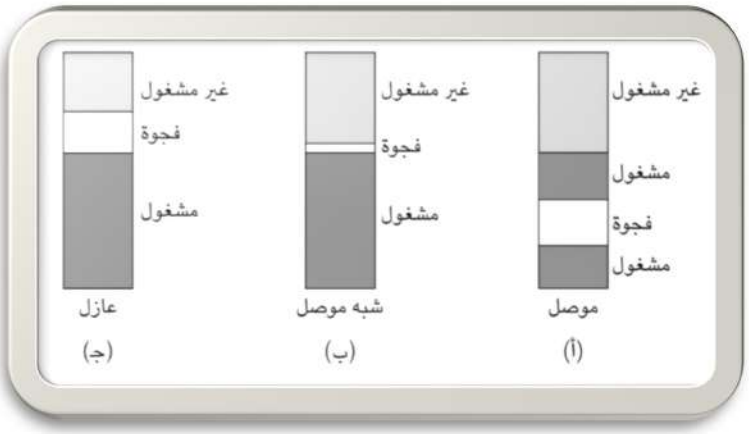
الوصلة. ويكون اتجاه فرق الجهد مماثلا لذلك الخاص بفرق جهد الانحياز الأمامي للصمام الثنائي، والذي يولد تيارا لتعويض تيار الإلكترونات. في حالة التوازن، ينشأ «فرق جهد دائرة مفتوحة».[٦]

(١-٤) وصلات pn

حاليا، تُصنع معظم الخلايا الشمسية من أشباه الموصلات. ويتميز شبه الموصل بفجوة طاقة محدودة نسبيا، تتراوح في المعتاد ما بين جزء من الإلكترون فولت إلى بضعة إلكترون فولت. ويمكن أن تُثار الإلكترونات بفوتون من «نطاق التكافؤ» إلى «نطاق التوصيل» وتكون «زوج إلكترون وثغرة»، يخزن جزءا كبيرا من طاقة الفوتون. وبعد تكون أزواج الإلكترونات والثغرات، تفصل «وصلة pn» بين الإلكترونات والفجوات لتوليد تيار كهربي خارجي. [٦]

الموصل وشبه الموصل والعازل

عندما يتجمع عدد كبير من الذرات معا لتكوين مادة صلبة، تتفاعل الدوال الموجية للذرات لتكوين حالات ممتدة مماثلة للبلورة الأحادية . ويتكون عدد من «نطاقات الطاقة». بوجه عام، عدد الحالات لامتناه. وطبقا لمبدأ الاستبعاد لباولي، يمكن شغل كل حالة فقط بإلكترون واحد. تخيل الإلكترونات وهي تُضاف الواحد تلو الآخر لنظام، بدءا من الحالة ذات الطاقة الأقل. عند نقطة معينة، يساوي عدد الإلكترونات عدد البروتونات في النظام ويصبح النظام محايدا. طبقا للوضع النسبي لنطاقات الطاقة وأعلى مستوى طاقة مشغول، هناك ثلاث حالات مختلفة، كما هو موضح في الشكل (١-٢)



شكل (١-٢) يكون الموصل وشبه الموصل والعازل.[٦]

(أ) بالنسبة للموصلات، يكون أعلى مستوى
طاقة مشغول في الجزء الأوسط من نطاق الطاقة. (ب) بالنسبة لأشباه الموصلات، يكافئ أعلى مستوى طاقة مشغول الجزء العلوي من نطاق التكافؤ لكن تكون فجوة الطاقة لنطاق التوصيل صغيرة. (ج) إذا كانت فجوة الطاقة كبيرة، تكون المادة الصلبة عازلًا. في الشكل (أ)، يكون أعلى مستوى طاقة مشغول في الجزء الأوسط من نطاق الطاقة. ويمكن أن تتحرك الإلكترونات للأجزاء غير المشغولة من نطاق الطاقة. ويسمى هذا النوع من المواد «موصلًا» أو «فلزّا». إذا تكافأ أعلى مستوى طاقة مشغول مع الجزء العلوي من نطاق الطاقة، الذي يسمى «نطاق التكافؤ»، والذي يرمز له بـ Ev، وكانت المسافة لنطاق الطاقة التالي كبيرة، لا تثار الإلكترونات بسهولة للنطاق الأعلى. ويسمى هذا النوع من المواد «عازلًا»؛ انظر الشكل -(ج). هناك حالة مهمة بين الاثنتين وهي «شبه الموصل»، حيث تكون الفجوة بين الجزء العلوي من نطاق التكافؤ Ev والجزء السفلي من نطاق الطاقة التالي Ec؛ صغيرة. [٦]

وتعرف المادة شبه الموصلة كالاتي:

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. وهي نوعين

أ- مواد شبه موصلة نقية

إن لهذه المواد ترتيبا بلوريا إذ تترتب ذراتها وفق نظام هندسي جميل ومن أمثلتها (السليكون)الذي يحتوي ١٤ إلكترونا ... عشرة من هذه الالكترونات مرتبطة بالنواة.. و٤ منها تكون في الغلاف الخارجي لنواة الذرة والجرمانيوم الذي يحتوي على ٣٢ إلكترونا منها ٢٨ إلكترون مرتبط بالنواة و٤ منها في الغلاف الخارجي.

ب- مواد شبه موصله 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 العلمية. وهذه المواد شبه الموصلة الغير نقية تقسم بدورهام إلى قسمين: قسم نوع (N) بلورات لمواد شبه موصلة مشوبة بذرات عناصر خماسية. [٦]

(١-٥) أداء اللوح الشمسي SOLAR MODULE PERFORMANCE

يتكون اللوح الشمسي بصورة عامة من عدد من خلايا شمسية متصلة على التوالي لتوليد فولتية تكون كافية لشحن نضيدة بـ ١٢ فولت . وأن هذه الألواح تربط عادة إما على التوالي مع بعضها لزيادة الفولتية الناتجة من

المنظومة أو على التوازي لزيادة التيار الناتج . ويكون عدد الخلايا المربوطة على التوالي اللازمة لشحن نضيدة ١٢ فولت اكثر من العدد المتوقع نظرياً لأسباب عديدة. يغلف اللوح الشمسي بطبقة من مادة الزجاج يليها طبقة شفافة خفيفة من البلاستك المعالج لمضاعفة الحماية للخلية الشمسية تليها طبقة من الخلايا الشمسية . تثبت الالواح الشمسية على قاعدة وتختلف المادة المصنعة لها من نوع إلى نخر، حيث تصنع إما من مادة الزجاج أو

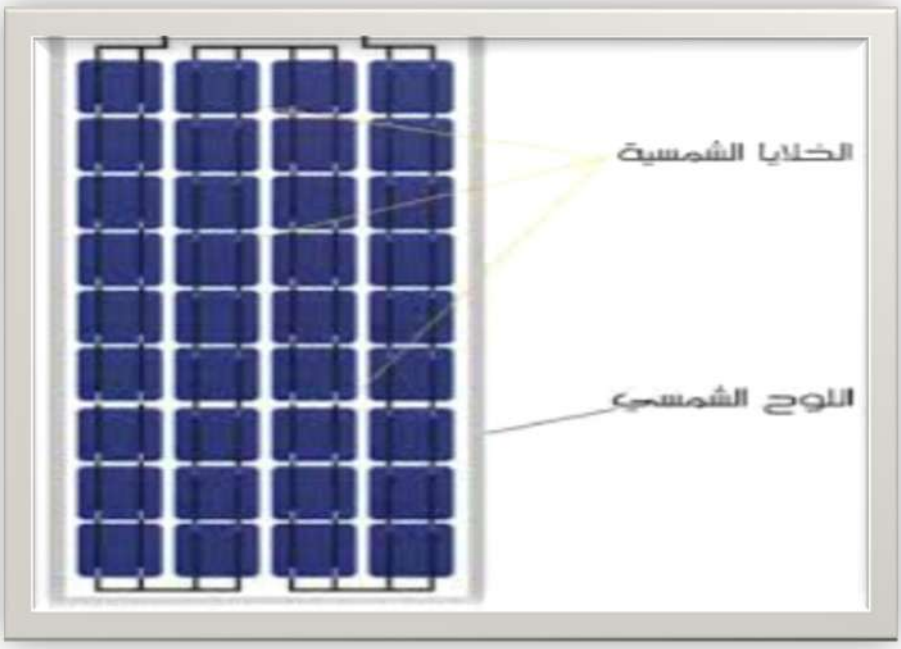
الفولاذ المقاوم للصدأ أو من مادة بلاستيكية. فالنضائد رصاص – حامض تحتاج اكثر من ١٤ فولت لشحن نصيده ١٢ فولت الثنائي السليكوني كثنائي مانع (blocking diode) يتطلب على الاقل (٠.٦)فولت اضا في لينحاز الثنائي باتجاه الأمام . إضافة الى ذلك فان درجه حراره اللوح الشمسي ترتفع اكثر من ٦٠ بصورة متكررة عند استخدامها في الحقل. وإن فولتية الدائرة المفتوحة للوح تتناقص حوالي

٠.٤% لكل درجة مئوية (الفقرة ٥,٣) . وهذا يعني اي مقدار التناقص في فولتية الدائرة المفتوحة للوح ذي ٢٠ فولت عند (c 25)يكون بحدود ٣ فولت. ان الاختلاف في تصاميم الالواح تجعل تصل الى درجات

حراريةمختلفه لاستخدامات الحقلية . وان الألواح التي تسمح بدوران الهواء من خلفها تكون عادة أبرد من

التي لا تسمح بدوران الهواء) [٧]

الشكل (١-٣) يبين أألواح الشمسي[٧]



شكل(١-٤) يبين الفرق بين اللوح الشمسي والخلايا شمسية

(١-٦) استخدامات الخلايا الشمسية:

١-تسخين المياه بالطاقة الشمسية تستخدم الطاقة الشمسية لتسخين المياه عبر السخان الشمسي والذي يعد وسيلة أكثر نظافة وأقل تكلفة تشغيل من المواقد التي كانت تستخدم لهذا الهدف، والتكنة تعتمد على حرق الخشب أو الفحم وعلى الرغم من انخفاض تكلفة النفط والغاز الطبيعي. [٨]

٢-توليد الكهرباء تقوم العديد من المصانع باستغلال حرارة الشمس لتوليد الطاقة الكهربائية باعتبارها مصدراً وفيراً للطاقة المتجددة وتقوم هذه العملية على استخدام مرايا تتبع للشمس تعكس أشعتها إلى نقطة مركزية في قمة برج يحتوي على أنابيب فيها سائل يقوم بامتصاص الحرارة ثم بعد ذلك يتم ضخ هذا السائل عندما يصبح ساخننا في مولد يعمل على تحويله إلى بخار، ويعمل هذا الناتج على قيادة توربين مسؤول عن توليد الكهرباء.[١]

٣-تدفئة المنازل يمكن الاعتماد على الطاقة الشمسية للعمل على تدفئة الغرف والمنازل ويمكن توضيح ذلك من خلال نموذج (الغرفة الشمسية) ففي هذا النموذج تسمح الغرفة الزجاجية. بعبور أشعة الشمس إلى داخلها خلال النهار من خلال ميزة الزجاج الشفاف الجامع لهذه الأشعة؛ للحصول على تدفئة للغرفة ولاستمرار الحصول على التدفئة في فترة ما بعد مغيب الشمس فإنه من الممكن إضافة النباتات والصخور في الغرفة كنوع من الديكور، حيث سيستفاد من هذه الصخور في أنها ستعمل على تخزين الحرارة ثم الاستفاده منها بعد الغروب[٩]

(١-٧) أنواع الخلايا الشمسية:

هنا عدة أنواع من الخلايا الشمسية، يمكن تصنيفها كالاتي:

١.الخلايا الشمسية المتبلورة: هنا نوعين من السليكون المتبلور بالاعتماد على درجة النقاوة واتجاه التبلور وهما الاحادي التبلور والمتعدد التبلور Poly crystalline الشكل الذي يغلب عليها هو الشكل المستطيل أو المربع .

٢.أحادية التبلور: تكون بلورات السليكون ذات اتجاه واحد، وبنقاوة أعلى وهي أغلى ثمناً .يعتبر هذا النوع من أكثر البنيات البلورية انتظاما . تكون بلون واحد وتتدرج من الأزرق إلى الأسود وبالإمكان صنع الخلايا بالوان اخرى ولكن ستكون كلفتها أعلى حيث ستقل كفاءة الخلية، فالألوان الأخرى إذا ما تم استخدامها ستعكس جزء من طاقة الإشعاع الشمسي التي ستصلها وبالتالي سيحتاج المصمم إلى عدد أكثر من الخلايا الشمسية، فاللون الذهبي أو اللون الأرجواني سيكون ذو مظهر مميز إذا ما تم استخدامه الا أنه سيتسبب بخسارة في الكفاءة تصل إلى ٢٠%وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية أحادية التبلور من ١٥-٢٠% .

٣ .خلية متعددة التبلور crystalline Poly:تكون بلورات السليكون باتجاهات مختلفة ولذلك تبدو كقطع متكسرة غير منتظمة تعطي عدة تدرجات من اللون الواحد، عادة ما تكون بتدرجات مختلفة للون الأزرق إلا أنها كسابقتها من الممكن أن تتوفر بالوان أخرى كالرصاصي، ويكون لهذا النوع لمعان خفيف في المظهر الخارجي وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية من ١٠-١٤%. [١٠]

٤.خلايا متعددة الطبقات /هي خلايا شمسية يتم تصنيعها من مادة السليكون .تتوفر بلون بني مائل للأحمر او بلون احمر او باللون الرمادي، ويتراوح مجمل الكفاءة النهائي من .%٩-٧

٥.خلايا الكادميوم: يمتاز بامتصاصية عالية للضوء، ومن الممكن أن تمتص طبقة بسمك ميكرون% ٩٠ من الضوء، كما يمتاز بسهولة التصنيع، إلا أن عدم استقرار أدائية الخلية الشمسية لحد لان يعد أحد العوائق أمام استخدامه، وتتراوح كفاءته من ٧- .%١٠[١١]

٦. خلايا النحاس :امتصاصيته للضوء عالية، فطبقة بسمك ٥ .٠ ميكرون تمتص٩٠ % من الضوء، إلا أن عملية تصنيعه تكون معقده لذل تكون كلفته أعلى من باقي الأنواع، وهو غير متوفر للأغراض التجارية. تصل كفائتة الى ١٨% .

٧.خلية الغاليوم :تسمى بالخلية الشمسية ثلاثية الابعاد بسبب قدرتها العالية على اقتناص الفوتونات وهي خلايا عالية الكفاءة ، حيث تم التوصل إلى كفاءة مختبرية لهذا النوع بحدود ٣٥.٦% يستخدم هذا النوع لتطبيقات الفضاء

(١-٨) تصنيع الخلية الشمسية (Solar Energy Fabrication)

وتشمل العمليات التصنيفية الخطوات التالية: -

١. ازالة آثار المنشار (Damage etch): وذلك للتخلص من طبقة السليكون السطحية التالفة نتيجة القطع.

٢. الحفر الانتقائي (Texture etch): وذلك لزيادة المساحة السطحية للخلية وتقليل انعكاس اشعة الشمس

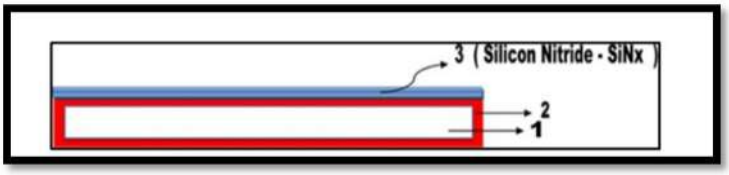
الساقطة على الخلية كما في شكل (١-٥،أ)

٣. تكوين الوصلة الثنائية (P-N Junction): بما ان الشرائح مشوبة بالبورون (نوع P) وللحصول على الوصلة الثنائية نقوم بترسيب ودفع شوائب الفوسفور داخل بلورة السليكون بواسطة افران خاصة تصل درجة

حرارتها الى ١٠٠٠°م كما في الشكل (١-٥،ب).

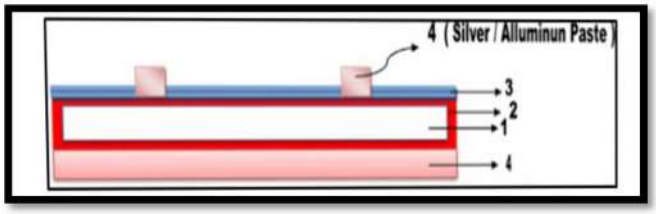
٤. ازالة طبقة الاوكسيد المشوب Phosphor – silicate glass (PGS) عادة باستخدام حامض الهيدروفلوريك المخفف للتخلص من هذه الطبقة العازلة والناتجة من ترسيب الفسفور ويتم ذلك

٥. ترسيب الطبقة المضادة للانعكاس (Anti Reflection coating): ويتم بطريقة (PECVD) حيث يتم



ترسيب مادة SiN التي تعطي اللون الازرق للخلية كما في الشكل (١-٥ج).

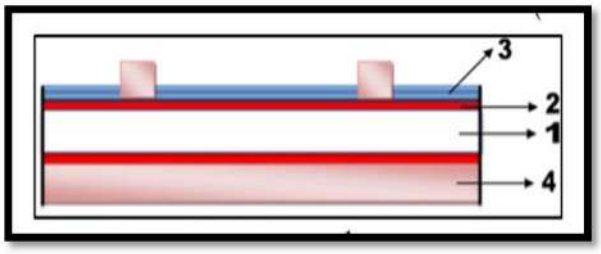
٦. الطبع بالسكرين (Screen Printing): ونستخدم في ذلك عجينة الالمنيوم و الفضة لترسيب اقطاب الخلية



الشمسية على وجهي الشريحة من خلال قناع يعطي الشكل الخاص بالخلية الشمسية كما في الشكل (١-٥، د).

٧. المعاملة الحرارية لتحسين التوصيل الكهربائي(Contact Firing): ويتم ذالك في افران خاصة وبدرجة ٦٠٠°م.

٨. عزل نهايات الشريحة (Edge Isolation): ويتم ذلك بالليزر الذي يقوم بإزالة طبقة من السليكون في حافة الشريحة فيتم عزل وجهي (قطبي) الشريحة عن بعضهما كما في الشكل (١-٥،هـ).



٩. الفحص والفرز (Testing and Sorting): وهنا يتم فحص وتصنيف الخلايا الشمسية من حيث التيار والفولتية إلى أصناف مختلفة.

الفصل الثاني
تحسيـن كفاءة الخلايا الشمسية

(٢-١) المقدمة

كفاءة الخلايا الشمسية Solarffeciency Cells

وتعرف كفاءة الخلايا الشمسية على أنها القدرة الخارجة من الخلية الى القدرة الداخلة اليها طاقة الشمس.(تم الحصول على الكفاءة بنسبة (٣١%) وتختلف قيمة التيار المستخلص تبعا للمساحة السطحية للخلية .فكلما زادت المساحة السطحية ازداد التيار الكهربائي ، ولكن زيادة المساحة بشكل كبير تودي الى زيادة المقاومة المتوالية التي تودي بدورها الئ تقليل كفاءة الخلية. وقد تم خلايا لمساحات مختلفة للحصول على تيار(٥. ٢_٣.٥)امبير للخلية الواحدة. لقد أمكن ربط الخلايا الشمسية على التوازي والتوالي لتشكل وحدات توليد طاقة كهربائية فعند ربط الخلايا على التوالي تزداد الفولتية في حين يزداد التيار عند ربط الخلايا على التوازي وعند ربط تصنع الخلايا على التوازي والتوالي في وحدات كبيرة يتم الحصول على الطاقة المطلوبة.[١] ان موضوع تحسين كفاءة الخلايا الشمسية اخذ حيزا كبيرا من الدراسة لكونه اسهم في

استغلال اكثر للطاقات الشمسية من غيرها فقد عمل S.A.Hammil في (٢٠٠٠) على زيادة الكفاءة للخلايا الشمسية، حيث قام بتقليل الانعكاس الضوئي من سطح الخلية الضوئية وكان تقليل الانعكاسية بنسبة (٨١%) وزيادة امتصاص الضوء في الخلية ، وتقليل الخسائر الضائعة في شبكة القطب العلوي المعدنية نتيجة استخدام تصاميم جديدة للشبكة مثل الهرمية منتظمة وغير منتظمة [١٣] قامت M. S. Murad في (٢٠٠٦) بعمل خلية شمسية سيليكونية احادية التبلور، حيث قامت بإضافة طيات للسطح حيث حققت زيادة في كفاءة الخلية بعد اضافة الطيات للسطح من (١.٤%)الئ (٥.٥%).[١٤] مكن زيادة كفاءة الألواح الشمسية بعدة طرق. واحدة من هذه الطرق هي استخدام طبقة رقيقة من المواد الشبه الموصلة، مثل السيليكون أو الكادميوم، على سطح الخلايا الشمسية. هذه الطبقة تسمح بامتصاص مزيد من الضوء وبالتالي تمكين الخلايا الشمسية من إنتاج المزيد من الطاقة. ويمكن أيضا أن يكون من المفيد تحسين تصميم الخلايا الشمسية وجعلها أكثر فعالية في جمع الطاقة ، مثل استخدام عدسات مركزة لتجميع المزيد من الضوء الشمسي على الخلايا أو زيادة مساحة سطح الألواح الشمسية لجمع المزيد من الضوء الشمسي. المضخات الشمسية العضوية أيضا تتمتع بقدرة على جمع الطاقة بشكل أكبر وزيادة كفاءة الألواح الشمسية. أخيراً، يجب تأمين الألواح الشمسية بشكل جيد والحرص على وصول ما لا يقل عن ٦ ساعات من أشعة الشمس يوميًا للحصول على أفضل النتائج. طبقة الشبه الموصلات المثبوتة على سطح الخلية الشمسية تسمح بامتصاص أكبر قدر من الضوء الشمسي، مما يزيد من كفاءة الخلية الشمسية ويحسن أداءها في تحويل الضوء الشمسي إلى كهرباء. وهذا جعل استخدام الطبقات الرقيقة من المواد الشبه الموصلة شديد الاهتمام في مجال التطوير التقني للخلايا الشمسية. تحسّنت كفاءة الخلايا الشمسية بالتدريج منذ اختراع الخلية الشمسية المصنوعة من السيليكون في عام ١٩٥٤. ومؤخرًا، اقتربت كفاءة النماذج الأولية المعملية للخلايا الشمسية المصنوعة من السيليكون الأحادي البلورة التي تبلغ ٢٥ بالمائة من حدها النظري؛ هناك تصميمات عديدة من الخلايا الشمسية المصنوعة من السيليكون. [٦]

(٢-٢) العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الشمسية

Factors Effecting the Solar Cell efficiency.

١. تيار الدائرة القصيرة Short Circuit Current (Isc)

يؤثر تيار الدائرة تأثيرا مباشرا على كفاءة الخلية الشمسية، حيث ان زيادة تيار الدائرة القصيرة يؤدي الى زيادة في كفاءة الخلية الشمسية عندما يقل عرض الفجوة الممنوعة فان كثافة تيار الدائرة القصيرة يزداد.

ومن العوامل التي تؤدي الى حدوث خسائر في Isc هي:

أ).سطح السليكون العاكس لقسم كبير من الضوء الساقط عليه.

ب). عند عمل الاقطاب المعدنية لكل من جانبي نوع -n ونوع – p ينتج شبكة معدنية على سطح الخلية المعرضة لضوء الشمس وهذا التركيب المعدني يمنع %(٥ – ١٥) من الضوء الساقط من الدخول الى الخلية.

ج). تستطيع بعض الفوتونات التي تمتلك طاقة معينة ان تنفذ الى الخارج اذا كان سمك الخلية غير كاف. [٦]

٢. فولتيه الدائرة المفتوحة(Voc) Open Circuit Voltage

عندما تزداد فولتيه الدائرة المفتوحة تزداد كفاءة الخلية الشمسية كما مبين في المعادلة (٢-٢٣) ، كما ان فولتيه الدائرة المفتوحة تزداد عندما قيم Rs وقيم " تقل. أن شدة تيار التشيع تحدد اساساً بواسطة فجوة الطاقة للمادة ودرجة الحرارة حيث Io تقل و Voc تزداد مع زيادة فجوة الطاقة او تقليل درجة الحرارة. عند سقوط الفوتون بطاقة اعلى من طاقة الفجوة المحضورة فانه يولد زوج (الكترون -فجوة) التي سرعان ما تنفصل بطاقة مساوية لطاقة الفجوة المحضورة فقط ومن العوامل التي تؤدي الى حدوث خسائر في Voc هي: عملية اعادة الاتحاد في شبه الموصل حيث أن اوطأ اعادة اتحاد يعني اعلئ فولتيه Voc .

٣. عامل الملء Fill Factor (F.F)

يعرف عامل الملء بانه النسبة بين القدرة العظمى الخارجة وحاصل ضرب فولتيه الدائرة المفتوحة في تيار الدائرة القصيرة.[٦]

٤.تأثير درجة الحرارة

لدرجة الحرارة تأثير كبير على كفاءة الخلية الشمسية، حيث يتزايد التيار مع زيادة درجة الحرارة. اما فولتيه الدائرة المفتوحة وعامل الملء (F.F) فيتناقصان مع زيادة درجة الحرارة والسبب في ذلك يعود الى الزيادة الحاصلة في تيار الاشباع Io(Saturation Current) . ان تأثير درجة الحرارة على فولتيه الدائرة المفتوحة يكون اكثر من الزيادة الحاصلة في تيار الدائرة القصيرة وهذا يؤدي الى نقصان الكفاءة.[١٢]

(٢-٣) طرق تحسين أداء الخلايا الشمسية

Development Methods of Solar Cell's Performance

أولا :- إجراء تغيير في معلمات الخلية الشمسية:

يمكن تطوير كفاءة أداء الخلايا الشمسية السيليكونية بتقليل الانعكاس عن السطح العلوي للخلية ويتم ذلك بوضع طبقة مفردة من غطاء غير عاكس من مادة Te205 (single layer، Tio2 Antireflection) أو طبقة ثنائية عاكسة (DLAR من T103 أو من A1203 فتصبح كفاءة أدائها ١٧%- ١٦ تحت AM1.5 .وهناك خلاب ((Passivated Emitter rear loyally-diffused) (PERL) ذات كفاءة ٢٤.٧% ، إذ يحتوي سطحها العلوي على الأهرامات المقلوبة ذات قاعدة بعرض 10 am ولها خاصية خفض قيمة الانعكاسية عن السطح العلوي وكسر الإشعاع إلى داخل الخلية لينتقل بصورة مائلة خلالها وميزة أخرى للهرم هي امتصاصه للضوء في السطح العلوي الفعال للخلية. وقد تم الحصول من خلايا الاتصال الخلفي ذات السمك 150 um والعمر لطويل على كفاءة أداء ٢٠% عام ١٩٩٣. ان العمر الطويل هذا يقلل من ضياع الحاملات بواسطه اعاده الاتحاد.

ثانياً :- استخدام المركزات الشمسية

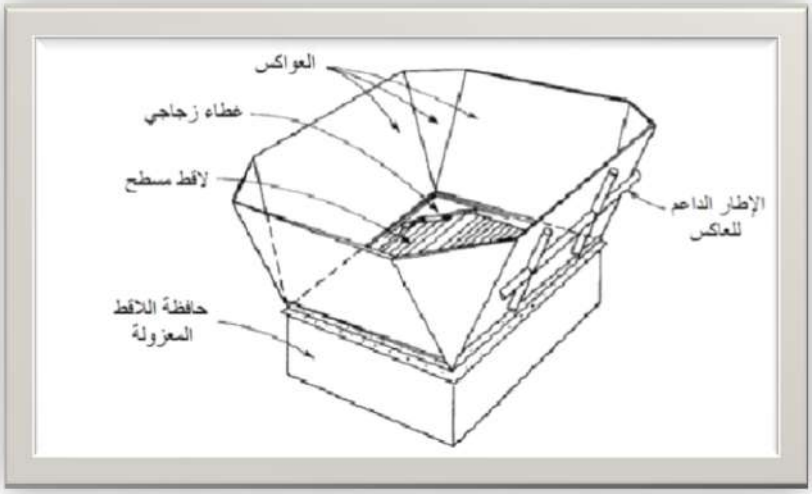
إن بحوث الفوتو فلطائيات تطمح دوماً أن تخفض كلفة إنتاجية الكهرباء باستخدام مواد رخيصة لتجميع أشعة الشمس الساقطة وتوجيهها إلى الخلية الشمسية ومنها استخدام العدسات وتقنيات أخرى بصرية. فالمركزات هي أجزاء بصرية تزيد من كمية الإشعاع الساقط على سطح ما كخلية شمسية أو ماص حراري وتعد المرايا وعدسات فرنيل أهم ما 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 imaging – optics أوNonimaging – optics حيث ينقل النوع الأول الضوء إلى نقطة واحدة كالبؤرة مثلاً عند استخدام العدسات أما النوع الثاني فينقل السيل الإشعاعي من منطقة معينه الئ اخرئ ان المركزات أما ان 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 تركير أعلى من الثابتة وذات كفاءة أفضل.[١٥] لقد وضع العديد من التصاميم للمركزات الشمسية، فالمركزات يمكن أن تكون عدسات عاكسة أو كاسرة للضوء ويمكن أن تكون بسطوح أسطوانية أو دورانية أو مستوية، والمستقبلات يمكن أن تكون محدبة أو مسطحة أو مقعرة، ويمكن أن تكون مغطاة أو غير مغطاة، وتوجد طرق للتوجيه لزيادة نسب التركيز حيث تتنوع في أربع فصائل، وفي مجال التصميم الواسع نجد أنه من الصعب وضع تحليلات عامة قابلة للتعميم على كل أنواع المركزات تعطي اللواقط الغير مصورة نسب تركيز منخفضة (يقصد بها اللواقط غير المنتشرة والتي لم يتم انتاجها عملياً إنما مازالت في مرحلة الدراسة)، وتعطي اللواقط الخطية المصورة نسب تركيز متوسطة،

يمكن أن تمتلك المركزات نسب تركيز ذات قيم منخفضة من ١.٥ أو ٢ حتى قيم مرتفعة بحدود ١٠٠٠٠، تترافق زيادة نسب التركيز مع زيادة درجة الحرارة التي تزود الطاقة عندها وبزيادة المتطلبات المطلوبة لضبط النوعية البصرية للأنظمة البصرية، وبذلك فإن كمية الطاقة المحولة من اللواقط المركزة تتحدد بدرجة الحرارة التي تتواجد عندها هذه الطاقة. تسمى المركزات ذات نسب التركيز الأعلى والتي تحقق أعلى ضبط للخصائص البصرية بالأفران الشمسية، وتستخدم هذه الأفران لدراسة خصائص المواد عند درجات حرارة عالية. من وجهة نظر هندسية فان المشكلات الخاصة باللواقط المركزة بالإضافة لتلك الموجود في اللواقط المسطحة المستوية تؤدي إلى انخفاض نسب التركيز، ويمكن التغلب على هذه المشكلات من خلال تتبع مسار الشمس وبذلك فان حزمة الإشعاع سوف تكون موجهة مباشرة على سطح الامتصاص، إن هذا فتح مجالاً واسعاً أمام المصمم لوضع مجموعات جديدة من المؤشرات التصميمية، حيث تحتاج المركزات إلى صيانة من أجل الاحتفاظ بنوعية الأنظمة البصرية لفترات زمنية طويلة من الوقت في ظروف الأكسدة وعوامل التآكل والتلوث الجوي. إن اجتماع المشكلات السابقة إضافة لتكاليف المجمع تحد نفع اللواقط المركزة إلا أن استخدام مواد جديدة وأنظمة هندسية أفضل تقلل من أهمية هذه المشكلات [١٦]

(٢-٤) أنواع المركزات الشمسية

١.)<u>مركز اللاقط المسطح</u>

أبسط المركزات للطاقة الشمسية هو مركز اللاقط المسطح .ويرد مثال على مثل هذا المركز في الشكل(١-١). هذا النوع من المركزات هو عبارة عن لاقط مسطح تحيط بها المرايا التي تعكس أشعة الشمس الساقطة خارج المحيط الطبيعي للاقط المسطح على طبق امتصاص للاقط .عادة ما يتم إنشاء هذا النوع من اللواقط بسبب خفض تكلفة اللاقط المسطح عن طريق تخفيض مساحة الامتصاص وغطاء اللاقط، والتي هي مكلفة في كثير من الأحيان. تكون نسب التركيز الهندسية والبصرية لمركز اللاقط المسطح [١٦]



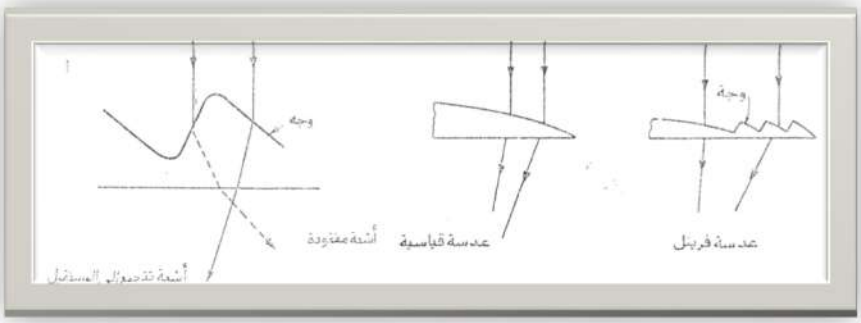
شكل (٢-١)يبين مركز لاقط المسطح .[١٦]

٢.)نظام المجمع الاسطواني القطع مكافئ (PTC):

يتكون نظام (PTC) من مستقبل أنبوبي مفرغ يوضع على طول الخط البؤري للعاكس القطعي. الأنبوب مثبت على هيكل المرآة ويستخدم لنقل أشعة الشمس التي تعكسها المركزات الخطية إلى وسيط نقل الحرارة (ماء أو وسيط آخر) المار من خلال الأنبوب. ولضمان سقوط أشعة الشمس على الأنبوب يجب أن تكون مجموع العاكس و الأنبوب مجهزة بنظام .[١٧]

٣.)مجمعات عدسات فرينل:

تبعاً لقوانين البصريات فإن العدسات الدائرية تجمع الأشعة المتوازية في نقطة، والعدسات الأسطوانية تجمع الأشعة المتوازية في خط، ولكن هناك مشكلتان أساسيتان ترتبطان باستخدام تلك العدسات، الأولى أنه نظراً لتحدب العدسة المتصل فإن تلك العدسات قد تصل إلى سمك كبير والذي يجعلها ثقيلة الوزن غالية الثمن،



والثانية

شكل (٢-٢) عدسات فرينل [١٧]

أنه عندما يصل الانحناء إلى قيمة كبيرة ظهور ظاهرة الزيغ الكروي والتي تحد كثيراً من أداء العدسة (الزيغ الكروي هو تأثير بصري يلاحظ في الأجهزة البصرية والعدسات والمرايا وغيرها التي تحدث بسبب زيادة انكسار أشعة الضوء الساقطة على عدسة أو التي تنتج من انعكاس أشعة الضوء عندما تسقط على مرآة بالقرب من حافتها، مقارنة بالأشعة التي تسقط قرب المركز). عدسات فرينل لها نفس خاصية تجميع الأشعة ولكن باستخدام مواد أقل، ولذلك فهي أقل كلفة من العدسات التقليدية. تتكون عدسات فرينل من أجزاء متوالية تسمى أوجه وتميل هذه الأوجه بزوايا معينة لتكسر الأشعة إلى البؤرة والتي يوضع بها المستقبل، وقد لا يكون سطح الوجه منحنياً إذا كان عرض الوجه أقل من عرض المستقبل وتصنع عدسات فرينل عادة من اللدائن الشفافة القليلة التكلفة ولا يجمع الجزء الواصل بين الأوجه المتوازية إلى المستقبل لكنة يشتتها بعيداً، لذلك يعتبر مصدر من مصادر الفقد. [١٦] يتكون من شرائح طويلة من المرايا لتركيز ضوء الشمس على أنبوب امتصاص ثابت يقع الخط البؤري المشترك للعاكسات. يتم استخدام مرآة قطعية صغيرة في الجزء العلوي من الإشعاع الشمسي والمركزات الشمسية أنبوب الامتصاص كمركز ثانوي لزيادة تركيز حزمة الأشعة المنعكسة عن مرايا فرينل على أنبوب الامتصاص. حيث زيادة عرض جهاز الاستقبال يجعله يتكون من عدة أنابيب متوازية. [١٧]

٤.)نظام الاسطواني القطع مكافئ ذي العاكس المزدوج (CPC):

يتكون من عاكسان اسطوانيان مقطعهما قطع مكافئ لهما نفس البؤرة الخطية، حيث يتم تثبيت الأنبوب الماص، وتبلغ نسبة التركيز الهندسي (٣-١٠)، وتصل درجة حرارة المائع (300c٠80c)ويتم التتبع الشمسي وفق محور دوران واحد.

٥.)المستقبل المركزي (CRS)

تتكون من مرايا مسطحة تغطي مساحات شاسعة، وتكون هذه المرايا مزودة بنظام تتبع شمسي على محوري دوران، ويتم توجيهها بحيث يتركز الإشعاع الشمسي المباشر على جهاز استقبال مركزي، و تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة بواسطة المستقبل المركزي ومن ثم تنتقل إلى المائع (HIF) الذي يكون عادة أملاح منصهرة، ويتم توليد البخار بواسطة المبادلات الحراري ومن ثم إنتاج الطاقة الكهربائية عبر دورة ترموديناميكية.

٦.) نظام الصحن القطع مكافئ (DP):

يتكون من صحن عاكس ذو شكل قطع مكافئ، وجهاز الاستقبال مثبت في البؤرة النقطية ويتم التتبع الشمسي على محورين حيث يتم امتصاص الإشعاع الشمسي على شكل حرارة من طرف جهاز استقبال الذي يحوي على غاز لتشغيل توربينات. [١٧]

(٢-٥) العوامل المؤثرة على عمل المركزات

١- زاوية المسقط العرضي .

هي الراوية المحصورة بين العمود المقام على المجمع وبين متجه الموقع للشمس الذي يسقط في مستوى عمودي لمحور الحوض.

٢- زاوية المستقبل الطولي ٠

هي الزاوية المحصورة بين العمود المقام على المجمع وبين متجه الموقع للشمس الذي يسقط في مستوى موار لمحور الحوض .

٣.المواد المستعملة في عكس الإشعاع. [١٥]

يعد الرجاج من أقدم المواد المستخدمة في مرايا مجمعات التركيز وحاليا فهناك عواكس من أوكسيد الألمنيوم البراق ذي الانعكاسية الكلية ٨٣%. كما وهنالك مواد ذات انعكاسية أكثر متوفرة في السوق العالمية حيث قدمت شركةSCEE السويدية بطرح سطح ثانوي لمرأة فضية لها قابلية عكس ٩٤٥% من الإشعاع بسعر أقل من ١٠€ للمتربع المربع. وهناك إنتاج مهم هو (Micro) من شركة Alan do الألمانية تتكون هذه المرأة

مـن طبقة المنيوم تغطى بطبقتين من غشاءين رقيقين (Silica Titanic ،) ذات انعكاسية ٩٠% عندما تسقط الأشعة بصورة عمودية.

٤.تأثير المكان الجغرافي

يؤثر تغير الطقس حسب المكان في كمية الطاقة الشمسية التي يمكن تجميعها فالضباب في بعض الأماكن يمتص جزءاً من الطاقة في حين ان الأماكن المفتوحة والصحاري والأماكن المرتفعة فيها جمع أكبر قدر من الطاقة إضافة إلــى تـأثير خط العرض . [١٥]

المناقشــة

لمصفوفات الخلايا الشمسية استخدامات عدة منهـا تستخدم في الفضاء لاقتناص ضوء الشمس وارسال الطاقة إلى الأرض بشكل حزم من الأمواج الدقيقة وتستخدم في الحماية الكاثودية وهي طريقة لحماية التراكيب المعدنية من التأكل مثل أنابيب النفط والجسور والخزانات وخطوط سكك الحديد وغيرها وكذلك تستخدم في تعقيم وتنقية ماء الشرب حيث تستخدم الخلية الفولطائية لتجهيز الضوء فوق البنفسجية لاستخدامه في قتل البكتريا في ماء الشرب. وتستخدم في أنظمة الإضاءة في المناطق النائية هناك العديد من التطبيقات تتطلب إضاءة كأشرات الطريق وإشارات تقاطع السكك الحديدية وإنارة القرية وتتطلب هذه الأنظمة خزن طاقة لذلك توجد مع الألواح الفولطائية بطاريات للخزن تشغل مصابيح متفلورة ذات كفاءة مستقرة عالية وغيرها من الاستخدامات العديدة لألواح الخلايا الشمسية. وتعرف كفـاءة الخليـة الشمسية (n)بأنهـا النسبة بين القدرة الكهربائيـة الخارجة من الخلية الشمسية وعند نقطة القدرة العظمى(pmax) لخاصية التيـار-فولتيـة وقـدرة أشعة الشمس الساقطة عليها(pin اذن كفاءة الخليـة N=pmax/pin *100% وهنالك عوامل عدة تؤثر على كفاءة الخلية سواءكانت هذه العوامل طبيعية منها شدة الضوء الساقط ومـدة شروق الشمس وزاويـة ميـل الخلية بالنسبة الى الشمس او عوامل غير طبيعية التي تعتمد على طرق التصنيع وهي تيار الدائرة القصيرة Is.ويؤثر تأثيرا مباشرا على كفاءة الخلية الشمسية حيث إن زيـادة تـيـار الـدائرة القصيرة يؤدي إلى زيادة فـي كفاءة الخليـة الشمسية إي إن العلاقة طردية بين الكفاءة وتيار الدائرة القصيرة. فولتية الدائرة المفتوحة (voc) وهنا ايضا العلاقة طردية اي كلما زادت فولتية الدائرة تزداد الكفاءة وان فولتية الدائرة المفتوحة تزداد عندما تقل قيمRs وقيم Rsh/١ وكذلك تزداد قيمتها مع زيادة فجوة الطاقة أو تقلل درجه الحراره عامل الملأ وهو النسبة بين القدرة العظمى الخارجة و حاصل ضرب فولتية الدائرة المفتوحة في تيار الدائرة القصيرة جودة عملية إعادة الاتحاد في منطقة الاستنزاف تقلل من قيمة عامل الملأ كما نعلم أن تأثير ارتفاع درجات الحرارة ينعكس سلباً على أداء الخلية الشمسية و كفاءتها (لان ذلك يقلل من قيمة جهد الدارة المفتوحة للخلية كلما ارتفعت درجة الحرارة درجة مئوية واحدة عن ٢٥ درجة سيليزيوس أي ال STC) . يحدد معامل درجة الحرارة للوح نسبة انخفاض كفاءة الألواح اذا ارتفعت درجة الحرارة درجة مئوية واحدة على درجة حرارة ال STC وهي C5 وعلي درجة حرارة التشغيل القياسية

الاستنتاجات

الطاقة لها صور عديد منها طاقة متجددة وغير متجددة وتتحول من صورة لأخرى، وأن معظمها أساسه هو الشمس والتي بدورها يمكن الاستفادة منها بشكل مباشر لتوليد الحرارة للتسخين أو لتوليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية وقد تم توضيح مشكلة الطاقة في العراق والحاجة الشديدة للوقود لتوليد الكهرباء لذلك تم التوصية باستخدام الخلايا الشمسية لاستغلال الطاقة الشمسية التي لا تنضب والتي تشع معظم أشهر السنة. إن أنظمة الخلايا الشمسية هي مجرد لبنة بسيطة في تقنيات الطاقة النظيفة التي لم يعد الإمكان التغاضي عنها، لأنها بالرغم من انها تكلف كثيرا من الأموال في بداية إنشائها إلا أن عائداتها على المدب البعيد تعطي ثمارها الحقيقية سواء من ناحية التوفير أو من ناحية الحد من تلوث البيئة، إذ تعتبر صديقة مثالية للبيئة ، وتعد ناجحة جدا في منطقة الشرق الأوسط لأنها بغض النظر من كونها أكثر الأماكن في العالم وفرة في الطاقة الشمسية إلا أنها ستوفر الكثير من الأموال المهدرة على مصادر الطاقة الأخرى وأهمها البترول والغاز الطبيعي. لذلك تعد أحد أبسط الحلول التي يمكن أن تساعد في حل مشكلة الطاقة. في العراق بدأ وجود اهتمام واضح لاستخدام الخلايا الشمسية كحل مساعد لمشكلة انقطاع التيار الكهربائي ولكنه غير منتشر بشكل واضح ولكن بدأ يلفت الانتباه وجودها على أسطي المباني ولو بالشكل القليل

-تقوم الخلايا الشمسية بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهر بائية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين من المواد تعرف بأشباه الموصلات لقد اقتصر استخدامها في الماضي على تجهيز المناطق النائية بكميات صغيرة من القدرة اما.الآن فيظهر استخدام أكثر وأوسع لتطبيقات هذه الخلايا إذا استمر انخفاض أسعارها بالشكل الحالي وان تجهيز القدرة للاحتياجات المنزلية على شكل مساحات مربوطة بشبكة تجهيز القدرة تبدو عملية من الناحية الاقتصادية، خاصة مع التقنيات الجديدة التي تعد الآن في مرحلة البحث والتطوير. وان تقنية الأغشية الرقيقة التي تستخدم فيها مواد شبه موصلة هي التقنية المرشحة لإنتاج خلايا شمسية يتوقع لن تنخفض من تكلفته تطبيقات على استخدام الخلايا الشمسية، في هذا الكون توجد العديد من المظاهر والظواهر التي كانت هي السبب فيما نحن نعيشه من وجود اختراعات وتكنولوجيا في الحياة والمجتمع الذي يوجد حولنا الآن، بالرغم من أن تلك الصناعات والاختراعات التي هي أصبحت سمة من سمات العصر الحالي، غير

موجودة في السابق. تستخدم أنظمة محطات المركزات الشمسية تركيبة من المرايات أو العدسات لتركيز حزم الأشعة الشمسية المباشرة بغرض انتاج أشكال من الطاقة المفيدة مثل الحرارة أو الكهرباء أو وذلك باستخدام تكنولوجيات مختلفة غالبا يستخدم التعبير (محطة المركزات الشمسية) (Concentrating solar plant) كمرادف للتعبير عن " محطة المركزات الحرارية"ويرمز لها بالرمز (CSP) أو (CST). نصت وكالة الطاقة العالمية ((International Energy Agency) (IEA2010) "تحتاج أنظمة CSP إلي اشعاع شمسي لكي تعمل، بأكثر دقة تحتاج إلي المركبة المباشرة للاشعاع الشمسي" (direct irradiance). من الضروري استخدام الاشعاع المباشر لأنظمة الطاقة الحرارية ذات درجات الحرارة العالية لأنها يمكن أن تتركز في مساحات صغيرة باستخدام المرايات أو العدسات ، ولذا لا يمكن استخدام المركبة المتناثرة (diffuse component). وعلي ذلك لتركيز أشعة الشمس يتطلب سماوات صافية والتي يجب أن تكون مناطق حارة وشبه جافه وبالتالي تكون هذه المناطق مناسبة لإنشاء محطات (CSP). يتراوح مستوي البداية للاشعاع العادي المباشر (Direct Normal Irradiance (DNI)) المناسب لإنشاء محطات CSP من 1900 Kwh/m2/y إلي ٢١٠٠ Kwh/m2/y هذا الاشعاع المرتفع يستخدم للمحطات CSP لا نتاج الكهرباء من خلال تركيز طيف الطاقة الشمسية للحصول علي درجة حرارة عالية لموائع أو مواد واستخدامها لا دارة ماكينات أو مولدات كهربائيئه

المصادر

١- مريم ازهر علي غالب ، تقييم كفاءة خلية شمسية من مادة السيليكون ذات أخاديدمختلفه الشكل باستخدام برنامج زيماكس ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق ،(2016)

٢-Consideration "H. B. Serre ze, "Optimizating Solar Cell Performance by Simultaneou of Grid Pattern Design and Interconnect Configuration

Conference Record, 13t IEEEPhotovoltaic Specialist Conferenc Washington, D.C. (1978)

3-Y .S. Tsuo, J.M. Gee, P. Menna, 0D.S. Strebkov, A. Pinov, V. Zadd. "Environmentally Bening Silicon Solar Cell Manufacturing", Presented at the

2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy

Conversion; Vienna, Austria; 6-10 July (1998)

٤-الاء محمد الدخاني ، الخلايا الشمسية ، جامعة بني سويف ، مصر ، (2020).

٥- بتول محمد عودة ، خلايا البيروفسكايت العضوية وغير العضوية ، جامعة ذي قار العراق(2022)

٦- سي جوليان تشن ، فيزياء الطاقة الشمسية ، الناشر _ مؤسسة هنداوي ،(2017)

٧ :مارتن أكرين- ترجمه: الدكتور يوسف مولود حسن-أستاذ مساعد قسم الفيزياء كلية التربية /جامعة الموصل -رقم الإيداع المكتبة الوطنية بغداد .(1989/783).

٨-محمد يحيى الخطب ، دور الخلايا الشمسية في المجال المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة ، رسالة ماجستير ، الجامعة الاسلامية _ غزة ، غزة ، فلسطين ،(2015) .

٩؛اشواق طالب نعمان ، الخلايا الشمسية ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق ، (2020).

١٠-يفن روبرت شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة ترجمة د. فيصل حزيران(2011).

١١-ابن دريب م.فهد بن سلطان ، الطاقة الشمسية مجلة العلوم والتقنية العدد الرابع والثلاثون (1996).

١٢- كتاب الطاقة المتجدده الافاق والمستقبل .أ.م.د. قاسم مهدي وادي كلية المأمون الجامعة قسم هندسة تقنيات الكهرباء.

13- Sadik Abid.H, ''Texturing And Top Grid Effects To Enhance The Locsl solar Cells Efficiency '', Iraq, (2002)

١٤- Muna Sargon.M, '' Effect of Surface Texturing on Silicon Solar Cell Absorption'', Iraq,(2006).

١٥-كوكب داود سالم، كلية التربية -جامعة تكريت، تحسين كفاءة اداء الخلايا الشمسية باستخدام انواع جديدة من المركزات الشمسية، اطروحة ماجستير (2004).

١٦- ركبي نهله -طاووس خوله ،كلية الرياضيات وعلوم المادة -قسم الفيزياء -جامعه قاصدي مرباح ورقلة." تحسين فعالية المركزات الشمسية من القطع المكافئ الاسطواني من خلال اشكال وابعاد الانبوب الماص (2021)" .

١٧- رامي محمد جبل -جامعه تشرين ،كليه الهندسة الميكانيكية والكهربائيه-قسم هندسة القوئ الميكانيكية "نمذجة. ومحاكاة اللواقط الشمسية المركزة ذات القطع المكافئ المركبة "،رسالة ماجستير ،(2016) .