جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية العلوم

قسم المختبرات العلمية

مقارنة كفاءة الخلية الشمسية السليكونية لنظامي الواح خلايا ثابتة وأخرى تابعة

Si- solar cell efficiency comparison for fixed module and tracker module systems

بحث تكميلي لنيل درجة البكالريوس (شرف) في العلوم من قسم المختبرات العلمية - فيزياء

إعداد الطلاب:

عوض الله جمعه ابراهيم

مالك عمر عبدالله ابكر

محي الدين عمر محمد تقل

محي الدين يعقوب ادم الضو

اشراف:

أ.محمد العاقب إبراهيم

اكتوبر2016

الآية

قال تعالى:

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴾

صدق الله العظيم
سورة طه، الآية (114)

الإهداء

إلى سندي قوتي وملاذي بقدرة الله إلى من جزع الكأس فارغا ليستقين قطرة الحب.

إلى من حصر الأشواك عن دربي ليمهد لي الطريق العلم والمعرفة الذي تمنى جاهدا أن يراني علي هذه الدرجة. أمد الله في عمرك لك التحية

أبي العزيز.

و إلى من أرضعتني الحب والحنان و إلى التي وضع الله الجنة تحت أقدامها وضحت بما هو غالي في الحياة من أجلي.

إلى روح من رأيت التفاؤل بعينها و السعادة في ضحكتها

أمي الحبيبة وإلى من هم أقرب لي من روحي إل من شاركني حضن الأم ولهم عزتي و إصراري و أكسب منهم قوة و متعة لا حدود لها إلى من عرفت معهم معنى الحياة.

إخواني و إخواتي.

الآن تنفتح العشرة و ترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة

الاخوة البعيد إلى الذين أحببتهم و أحبوني هم صديقاتي و أهلي و عشيرتي.

الشكر والتقدير

في مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمات تتبعثر الأحرف و عبثاً أن يحاول تجميعها في سطورسطوراً كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلاً من الذكريان و صور تجمعنا

إلى الأساتذة الكرام في كلية العلوم قسم الفيزياء قسم المختبرات العلمية فيزياء بجامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا

و نتوجه بالشكر الجزيل إلى

الاستاذ/ محمد العاقب إبراهيم

الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث فجزاه الله عنا كل خير و له منا كل التقدير

برفاق كانوا بجانبنا

فواجب علينا شكرهم و وداعهم و نحن نخطو خطوتنا في غمار الحياة و نخص بالجزيل الشكر و العرفان إلى كل من أشعل شمعه في دروب عملنا و و إلى من وقف على المنابر و أعطى

من حصيلة فكره لينير دربنا ...

و الإحترام.

والشكر موصول إلى موظفي مركز ابحاث الطاقة الشمسية.

المستخلص

في هذا البحث تم دراسة كفاءة الخلايا الشمسية لناظمي الواح خلايا ثابت واخر تابع ووجد أن كفاءة الخلية الشمسية التابع للشمس أفضل من الخلية الثابتة لأن الخلية الشمسية التابع تتبع الإشعاع الشمسي وبالتالي تكون نسبة سقوط الأشعة العمودية ولذا تزيد الكفاءتها..

Abstract:

In this research After the studies we found the efficiency of solar cells when tracker is used is better than fixed solar cells because when tracker used the solar cells follow radiation energy so the rate of falling radiation it will be bigger than fixed due to this reasons efficiency will be increased.

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الأية	أ
الإهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
المستخلص	د
Abstract	ه
الفهرس	و
فهرس الأشكال	ز
الفصل الاول	
المقدمة	1
الهدف من البحث	2
اهمية البحث	3
مشكلة البحث	3
الدراسات االسابقة	3
خطوات البحث	3
الفصل الثاني	
الخلايا الشمسية	4
المصدر الطبيعي لضوء الشمس	4
بناء الالواح الشمسية	7
تصميم دائرة اللوح	9
حساب الطاقة	10
خواص الخلية الشمسية	11
انواع الخلايا الشمسية	11
استخدامات الخلايا الشمسية	13
المنظومة الضوئية الفولطائية	14
كيف تعمل هذه الخلايا	14
الفصل الثالث	
الجزء العملي	16
الفصل الرابع	
نتائج البحث	20
الحسابات	24
مناقشة النتائج	25
الخلاصة	25
التوصيات	25
المراجع	26

فهرس الاشكال

الشكل	رقم الصفحة
الشكل(3-1)يوضح خلية سليكونية	17
الشكل(3-2)يوضح الخلية الثابتة في الحامل	18
الشكل(3-3) يوضح سقوط الإشعاع على المواد المتألقة بالوح	18
الشكل(3-4) يوضح تركيب للفلم رقيق للخلية الشمسية	19
الشكل(3-5) يوضح ترتيب مكونات الوح	19
رسم بياني لحساب معامل الإمتلاء	21
رسم بياني بالنسبة لخلية متحركة	22
رسم بياني بالنسبة لخلية ثابتة	23

الباب الأول

1-1المقدمة

خلق الله الشمس و القمر كآيات دالة على كمال قدرته و عظم سلطانه وجعل شعاع الشمس مصدرا للضياء على الارض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نورا .

قال الله تعال في كتاب العزيز :(هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نورا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ما خلق الله ذلك الا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون) سورة يونس الآية (5) فالشمس تجرى في الفضاء الخارجي بحساب دقيق حيث يقول الله سبحانه و تعالى في سورة الرحمن (الشمس والقمر بحسبان) الآية (5) اي ان المدار الارض حول الشمس محدد وبشكل دقيق , واي اختلاف في مسار الارض سيؤدي الى تغيرات مفاجئة في درجة حرارتها وبنيتها و غلافها الجوي , وقد تحدث كوارث الى حد لا يكون عندها بقاء الحياة فقدرها الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئا ومصدرا للطاقة حيث تبلغ درجة الحرارة مركزها حوالي $10^{\times (8-40)}$ درجة حرارة مطلقة (كلفن) ثم تتدرج درجة حرارتها في الانخفاض حتى تصل عند السطح الى 5762 مطلقة (كفن).

فالضوء المنبعث والحرارة الناتجة من الشمس اللذان قام الانسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار.وتعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الارض الى الاشعاعات الشمسية بالإضافة الى مصادر الطاقة الثانوية, مثل طاقة الرياح والطاقة الامواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية. ومن الاهمية هنا ان نذكر انه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا

يتم توليد طاقة كهربية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية او محولات فولتوضوئية وبمجرد ان يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربية, فان براعة الانسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها .

اصبح الان توليد الطاقة الشمسية من الامور التي تغنينا عن الكثير من النفقات في مجالات الطاقة الاخرى من خلال الواح الطاقة الشمسية التي تجذب اشعة الشمس ثم تحولها الى خلايا الطاقة الشمسية ثم تحول تلك الخلايا كطاقة ,اصبح الان استغلال الطاقة الشمسية مهما جدا ويستخدم كطاقة بديلة فقد يأتي يوما تنتهي فيه موارد النفط او الغاز الطبيعي فتوليد الطاقة بديلة بحد ذاته يعد شيئا ضروريا فالطاقة الشمسية تعد من اكبر انواع الطاقة المتجددة

الطاقة الشمسية طاقة نظيفة , لا ينتج من استخدامها غازات او نواتج ثانوية ضارة بالبيئة , كما في حالة انواع الوقود التقليدية من الفحم وزيت البترول ,ولا تترك ورائها مخلفات على درجة من الخطورة مثل النفايات المشعة التي تتخلف عن استعمال الطاقة النووية .يتدفق من الشمس كل يوم مقادير هائلة من الطاقة على هيئة سيل لا ينقطع, ولكن سطح الارض لا يتلقى من هذه الطاقة سوى قدر ضئيل جدا لا يزيد على جزء من الفي مليون جزء من الطاقة الكلية التي تشعها في الفضاء ,وذللك لصغر حجم الارض ,وبعدها الكبير من الشمس .

على الرغم من صغر هذا القدر من الطاقة بالنسبة للطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ,الا انه يمثل بالنسبة الينا قدرا هائلا يفي بكل احتياجاتنا على السطح الارض . لو اننا حولنا هذه الطاقة الشمسية الى الطاقة كهربية ,لنتج من ذلك نحو 4000 مليون كيلو واط لكل الساعة في اليوم الواحد, وهي كمية هائلة من الطاقة الكهربائية تفي باحتياجات كل سكان الكرة الارضية مرات ومرات وتبلغ نحو 500000 مرة قدر الطاقة الكهربائية التي تنتجها دولة صناعية كبرى مثل الولايات المتحدة الامريكية .

الطاقة الشمسية على درجة عالية من الاهمية, فهي لازمة لوجود الحياة على سطح الارض ,كما ان انواع الوقود التقليدية مثل الفحم وزيت البترول ما هي الا نتاج لبعض العمليات الطبيعية التي يتم فيها اختزان جزء من الطاقة الشمسية بواسطة النباتات ,يعني ذلك ان الطاقة التي توفرها لنا هذه الانواع التقليدية من الوقود هي اصلا طاقة مستمدة من طاقة الشمس .

يحدثنا التاريخ ان ارشميدس الذي عاش في القرن الثالث قبل الميلاد قد استخدم اشعة الشمس في احراق بعض السفن العدو في احدى المعارك البحرية ,ومن المعتقد انه استخدم لهذه الغرض بعض المرايا او الدروع الجنود لتركيز اشعة الشمس على صوارى هذه السفن

مناك الكثير من الدراسات النظرية المتعلقة باستخدام اشعة الشمس كمصدر للطاقة ,كما ان هناك بعض التجارب العملية التي اجريت في هذه المجال .

حتى عهد قريب ,كان ينظر الى المعدات وتجهيزات الخاصة باستخدام الطاقة الشمسية على انها ليس على قدر المطلوب من الكفاءة بالاضافة الى انها كانت تعد مكلفة وغير اقتصادية ,لكن هذه نظرة تغيرت في بداية السبعينيات وبدا التفكير في الاعتماد عليها لانتاج الطاقة الحرارية والكهربائية اللازمة .واستخدم عدة طرق اليوم لاستغلال الطاقة الشمسية وتحويلها الى كهرباء ,منها الخلايا الشمسية او البطاريات الشمسية او باستخدام معدات لتجميع اشعة الشمس وغيرها .

من التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية ,والماء الصالحة للشرب خلال التقطير والتطهير واستغلال ضوء النهار ,والماء الساخن ,والطاقة الحرارية في الطهو ,ودرجات الحرارة المرتفعة في اغراض الصناعية .تتصم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الشمسية بشكل عام بانها اما ان تكون نظم طاقة شمسية سلبية او نظم طاقة شمسية ايجابية وفقا لطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضو الشمس من خلالها .تشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الايجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي , مع المعدات الميكانيكية والكهربية ,لتحويل ضوء الشمس الى مصادر اخرى مفيدة للطاقة. هذا في حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه احد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات كتلة الحرارية المناسبة او خصائص تشتيت الاشعة الضوئية وتصميم المسحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية

1-2-الهدف من البحث:

التعرف علي طرق زياده كفاءة الخلايا الشمسية والاستفادة من شدة الإشعاع الشمسي في الأوقات المختلفة.

3-1 اهمية البحث:

ابراز افضلية إستخدام الخلايا الشمسية التابعة نسبة لزيادة كفاءتها من الخلايا الشمسية الثابتة.

4-1 مشكلة البحث:

ان البترول والوقود الحفري وبقية مصادر الطاقة هي طاقات غير نظيفة و ملوثة للبيئة وقابلة للنفاذ مع مرور الزمن وبالتالي تعتبر الطاقة الشمسية طاقة نظيفة ودائمة.

5-1 الدراسات السابقة:

شهدت بداية السبعنيات فترة بدائية في تطوير الخلية السلكونية مع تزايد واضح في كفاءة تحويل الطاقة الشمسية.

في نهاية السبعينيات فاق حجم الخلايا المنتجة لإستخدامات الأرضية تلك المنتجة لأستخدامت الفضائية .

في بداية الثمانينيات شهدت الانتاج التجريبي لتفنيات أحدث تهدف لخفض تكاليف الخلايا الشمسية لعقد القادم وهذا الخفض في الاسعار يشجع على التوسع المستمر في أستغلال الطاقة الشمسية .

أول ما نشر عن الخلية السليكونية كان في عام 1941م فلم يعرف عن الخلية السليكونية بشكلها الحالي إلا في عام 1954م (مرجع الطاقة البديلة:محمد سعيد الطاهر)

6-1 خطوات البحث:

في الفصل تم كتابة المقدمة ومشكلة البحث واهمية البحث والدراسات السابقة وفي الفصل الثاني تم كتابة عن الخلايا الشمسية وانواعها وكيفية عملها وخواصها, و في الفصل الثالث تحدثنا عن الجزء العملي وفي الفصل الرابع تم مناقشة نتائج البحث والحسابات وتم كتابة الخلاصة و التوصيات والمراجع.

الفصل الثاني

2-1الخلايا الشمسية:

تقوم الخلايا الشمسية بتحويل ضوء الشمس مباشر على الطاقة الكهربية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين من المواد تعرف باشباه الموصلات .

خطوط عريضة عن تطور الخلية الشمسية:

يعتمد عمل الخلايا الشمسية على الظاهرة الفوتوفولطائية لقد نشر عن هذه الظاهرة اول مرة في عام 1839(مرجع الطاقة البديلة :محمد سعيد)من قبل العالم بكريل الذي لاحظ عن الفولتية بين الاقطاب المغمورة في محلول الكتروليتي تعتمد على الضوء الساقط.وفي عام (مرجع الطاقة البديلة :محمد سعيد)1876 لوحظت هذه ظاهرة في جميع النبائط التي تشمل على مادة السلينيوم وتبعا لذلك ابتكار الخلايا الضوئية المصنوعة من هذه المادة واكسيد النحاسوز على الرغم من عن اول ما نشر عن الخلية السليكونية كان في سنة 1941(مرجع الطاقة البديلة :محمد سعيد) فلم يعرف عن الخلية السليكونية بشكلها الحالي الا في عام 1954(مرجع الطاقة البديلة :محمد سعيد) .

واعتبرت هذه النبيطة في حينه اعظم ابتكار لانها كان اول تركيب فوتوفولطائي يقوم بتحويل الضوء الى طاقة كهربائية بكفاءة مقبولة .تم استخدام هذه الخلايا كمصادر قدرة في السفن . وفي بداية الستينات اصبح استخدام الخلايا للارغراض الفضائية امرا مالوفا , وبقي من اهم استخدام الخلايا لعقد من الزمن .
شهدت بداية السبعينات فتره بدائية لتطوير الخلية السيلكونية مع تزايد واضحا في كفاءة تحويل الطاقة . و في الوقت ذاتة تقربيا كانت هناك صحوة اهتمام في استخدام هذه النبائط في التطبيقات الارضية.وفي نهاية السبعينيات فاق حجم الخلايا المنتجة للاستخدامات الارضية تلك المنتجة للاستخدامات الفضائية ’ورافق هذه الزيادة في الانتاج انخفاض كبير في اسعار الخلية الشمسية لقد شهدت بداية الثمانينات انتاج تجريبي لتقنيات احدث تهدف الى خفض تكاليف
الخلايا الشمسية للعقد القادم. وان هذا الانخفاض في الاسعار يشجع توسع المستمر في التطبيقات التجارية في الاستغلال الطاقة الشمسية

2-2 المصدر الطبيعي لضوء الشمس:

تعتبر الطاقة الاشعاعية للشمس المصدر الحيوي للحياة على كوكبنا فهي تتحدد درجة حرارة سطح الارض’اضافة الى تجهيز الطاقة لجميع العمليات الطبيعية على سطح الارض او الغلاف الجوي المحيط بها .
ان الشمس في الاساس عبارة عن كرة غازية متهيجة حراريا بواسطة تفاعل الاندماج النووي في مركزها . وينبعث من الاجسام الساخنة عادة اشعاع كهرومغنطيسي بتوزيع طيفي من الاطوال الموجية المختلفة تحدده درجة حرارة الجسم. ويتبع التوزيع الطيفي للاشعاع المنبعث من جسم كامل السواد .

تقدر درجة قرب مركزالشمس بحوالي عشرين مليون درجة حرارة مطلقة .ومع ذلك فهذه ليست الحرارة التي تحدد صفات الاشعاع الكهرومنغطيسي المنبعث من الشمس ان معظم الاشعاع القوي المنبعث من مركز الشمس يمتص بواسطة طبقة من ايونات الهيدروجين السالبة قرب سطح الشمس حيث تقوم هذه الايونات بامتصاص متواصل لمدى كبير من الاطوال الموجية فينشأ من تجمع الحرارة في هذه الطبقة تيارات الحمل الحراري و التي تنتقل الطاقة الفائضة خلال حاجز البصري وحال نفاذها خلال هذه الطبقة تعود الطاقة فتشع مرة ثانية عندها الاشعاع على النقل بواسطة تيارات الحمل يعرف بالكرة الضوئية ’وتكون درجة حرارة هذه الكرة الضوئية اقل بكثير من درجات حرارة داخل الشمس لكنها ايضا عالية نسبيا و تصل الى 6000 درجة مطلقة.تشع الكرة الضوئية طيف مستمر من الاشعاع الكهرومغنطيسي وهذا الطيف قريب جدا من طيف الاشعاع المنبعث من الجسم الكامل السواد عند درجة الحرارية نفسها

2-2-1الثابت الشمسي:

ان القدرة الاشعاعية الساقطة على وحدة المساحة العمودية على اتجاه الاشعاع وعلى بعد متوسط المسافة بين الارض والشمس تعرف بثابت الشمسي وتعرف ايضا باشعاع كتلة الهواء الصغرى.
ان القيمة المقبولة في الوقت الحاضر للثابت الشمس المعمول به وفي الفوتوفولطائية (1.353) كيلو وات على مترمربع .وتم الحصول على هذه القيمة من معدل القياسات المسجلة باجهزة خاصة مثبتة على مناطيد وطائرات على ارتفاعات عالية والسفن الفضاء .الطاقة في ضوء الشمس ضرورية لمعرفة عمل الخلية الشمسية لان استجابة هذه الخلايا تختلف لاختلاف الاطوال الموجية للحزمة الضوئية .

2-2-2شدة اشعاع الشمس على سطح الارض:

تقل شدة ضوء الشمس على الارض بمقدار 30000خلال مروره بخلاف الجوي واسباب هذه التوهن ما يلي:

1. تشتت رايلي(Rayleigh scattering) او التشتت بسبب الجزيئات الموجودة في الجوء.وتوهن ضوء الشمس عند الجميع الاطوال الموجية ولكنها تكون اكثر فعالية عند الاطوال الموجية القصيرة .
2. التشتت بسبب الرذاذ(aerosols) والجسميات التراب .

الامتصاص من قبل المكونات الغازية للغلاف الجوي التي منها الاوكسجين والاوزون وبخار الماء والثاني اكسيد الكربون وغيرها
واهم عامل يحدد القدرة الكلية الساقطة عند الظروف صافية هو طول مسارالضوء خلال الغلاف الجوي يصبح هذا اقصر ما يمكن عندما يكون الشمس فوق الراس مباشر والنسبة بين طول أي مسار حقيقي واقصر مسار تعرف بكتلة الهواء البصري(optical air mass) عندما تكون الشمس فوق الراس يغرف الاشعاع باشعاع كتلة الهواء الواحدة (AM1) عندما تصبح الشمس بزاوية θ مع عمود فوق الراس فان كتلة الهواء تحدد وفق العلاقة

$$\text{Air mass} = \frac{1}{\cos\theta} \qquad (1.1)$$

فعندما θ تساوي 60 درجة فان الاشعاع هو AM2 وابسط طريقة لتقدير كتلة الهواء تكون عن طريق قياس الظل (S) المتكون للجسم عمودي ذو ارتفاع (h) فان :

$$\text{Air mass} = \sqrt{1 + \left(\frac{s}{h}\right)^2} \qquad (1.2)$$

مع تزايد كتلة الهواء وثبوت المتغيرات الجوي الاخرى تتوهن الطاقة التي تصل الى الارض لكافة الاطوال الموجية مع زيادة ملحوظة في حزمة الامتصاص.

لذا فان ضوء الشمس الواصل الى الارض يتغير تغيرا كبيرا من حيث الشدة والتركيب الطيفي على عكس ما هو عليه خارج غلاف الجوي . ولغرض اجراء مقارنة معقولة بين اداء خلايا الشمسية مختلفة عند اختبارها في مواقع مختلفة على الاىرض ' يجب ان يكون هناك مقياس ارضي (terrestrial standard) معين بحيث تنسب اليها جميع القياسات الاخرى . فان احسن مقياس واوسعها استخداما هو توزيع الاشعاع AM1.5

3-2-2الاشعاع المباشر والمنتشر DIRECT AND DIFFUSE: RADIATION

ان تركيب الطيفي للضوء الشمس كثير التعقيد لان بالاضافة الى مركبة الاشعاع المباشر للشمس ' فان التشتت الجوي للضوء يؤدي الى تكوين مركبة الاشعاع المنتشر او غير المباشر .حتى عندما تكون السماء صافية وخالية من الغيوم فان القيمة مركبة الاشعاع المباشر تقدر بحوالي 10-20% من الاشعاع الكلي المستلم على سطح الافقي خلال النهار .

اما في الايام الغائمة فان نسبة الاشعاع المنتشر تتزايد بصورة عامة .في الايام التي تفتقر الى الشمس المشرقة فان معظم الاشعاع يكون منتشرا وهذا يكون صحيحا للايام التي تكون نسبة الاشعاع الكلي فيها هي ثلث الاشعاع المستلم في يوم صافي ومشمس لليوم نفسه من السنة .اما في الايام التي تكون بين الايام المشمسة والغائمة أي عندما يكون الاشعاع المستلم حوالي نصف اشعاع اليوم الصافي 'فان حوالي 50% من هذه الاشعاع يكون من النوع المنتشر .ان الطقس الردئ في بعض مناطق العالم لا يسبب استلام كميات قليلة من الاشعاع الشمسي فحسب بل يؤدي الى زبادة المركبة المنتشرة منها .

ان التركيب الطيفي للضوء المنتشر يختلف تماما عن الضوء المباشر. وبصورة عامة فالضوء المنتشر يكون اغنى بالاطوال الموجية القصيرة او الضوء الازرق ' وهذا يسبب تغييرا كبيرا في التركيب الطيفي للضوء الساقط على الخلية الشمسية .

وعليها فان التوزيع غير المنتظم للضوء المنتشر في الغلاف الجوي يسبب عدم الدقة في ايجاد قيم الاشعاع على السطوح المائلة من البيانات المسجلة على السطوح الافقية . على الرغم من ان الجوء المحيط بالشمس يعتبر اكبر مصدر للاشعاع المنتشر ويفترض عادة ان يكون هذا الاشعاع منتظما في جميع الاتجاهات(Isotropic) .

تستقبل المنظومة الفوتوفولطائية التي تعمل على ضوء الشمس المركز بصورة عامة' حزمة ضوئية كمدى محدود من الزوايا .لذا يجب ان تتابع هذه المنظومات مسار الشمس وذلك للاستفادة من مركبة الاشعاع المباشر للضوء الشمس وتبديد المركبة المنتشرة . وهذا يؤدي الى تقليل من فائدة

مثل هذه المنظومة وذلك لعدم استقبال اقصى كثافة للقدرة الشمسية لبقائها عمودية دائما على اشعة الشمس .

تحويل الخلايا الشمسية الى الواح شمسية: SOLAR CELLS TO SOLAR CELL MODULES

3-2بناء الالواح الشمسية :Module construction

ان فائدة تغليف الخلايا لا تقتصر على توفير الحماية الميكانيكية فحسب يعمل ايضا كعازل كهروبائي و يوفر نسبة من الحماية الكيميائية كما يزيد التغليف من متانة وصلابة الخلايا الهشة ويحمي الخلايا من الاضرار التي قد تحدث بسبب البرد الشديد من الطيور والاجسام الساقطة عليها .ويحفظ التوصيلات المعدنية من التاكل الذي تسببها العناصر المؤكسدة الموجودة في الجؤ. واخيرا ان عملية التغليف توفر عزلا كهربائيا للفولتية المتولدة تصل هذه الفولتية في بعض المنظومات الى 1500 فولت .عن متانة مادة التغليف تزيد من العمر العملي للوح الشمسي فقد يزيد عمر اللوح على 20 سنة .

من المييزات الاخرى التي يجب ان تكون في مادة التغليف هي مقاومة الاشعة فوق البنفسجية وقابلية التحمل لتغيير درجات الحرارة الصدمات الحرارية التي يمكن ان تسبب الاجهاد او الكسر . ومقاومة التأكل الذي تسببه العواصف الرملية كذلك زيادة القابلية على التنظيف الذاتي وقابلية حفظ حرارة الخليية منخفضة لتقليل القدرة المفقودة وان تكون رخيصة الثمن .

هنالك عدة طرق ممكنة للتصميم اللوحة فمن العناصر الاساسية لتصميم اللوح هي الطبقة الهيكلية والتي تعطي اللوح قواما صلبا ' وتقع هذه الطبقة اما امام اللوح الشمسي او خلفه 'وتلصق الخلايا اما مباشرة بهذه الطبقة وتغلف بخزف مرن او تحاط بصفائح رقيقة تثبت عليها وتعمل هذه الطبقة كمانع للرطوبة عندما تكون بالخلف عندما تكون في الواجه الامامية فتقوم بالتنظيف الذاتي وزيادة المقاومة للصدمات ايضا . وتدعى بعض انواع موانع تسرب الرطوبة عند حافات اللوح .

من المواد الشائعة الاستخدام كطبقة خلفية هي الالمونيوم والفولازالمخزف والواح ايبوكسي او زجاج الشبابيك العادي . ولعل الالواح الخشبية الخفيفة تكون ارخص مادة لعمل هذه الطبقة اما المادة المفضلة لعمل تراكيب الامامية هي مادة الزجاج اذ تجمع بين القابلية الممتازة على تحمل العوامل الجوية والكلفة المناسبة وقابلية التنظيف الذاتي الجيد ويستخدم في اغلب التصاميم اما زجاج معالج او زجاج مقوي يحتوي على كمية قليلة من الحديد لتحسين النفاذية .

اما المواد اللاصقة والعجينة المستخدمة بكثرة هي السليكونات حيث تمتلك السليكونات مقاومة جيدة للاشعة فوق البنفسجية وقابلية قليلة للامتصاص الضوء ولها مرونة مناسبة وبذلك يخفف الاجهاد الحراري على اللوح ولكنها غالية الثمن وكذلك المركبات بوليفنلبوتريل (PVB و butyric polyvinyl) وايثلين فينيل اسيتيت يستخدمان في عدة مصانع لنفس الغرض.

اما المواد المناسبة للطبقة العليا في التركيب الخلفي فهي الزجاج المعالج بكمية قليلة من الحديد والبوليمرات مثل اكريلكس(acrylics) حيث تعمل هذه المواد كموانع للرطوبة و تساعد على

التنظيف الذاتي وقد بدات بعض المصانع انتاج خلايا مقاومة للرطوبة مستخدمة مادة سليكونات لينة تعلوها طبقة خفيفة من السليكونات العضوية الصلبة لتساعد علي التنظيف الذاتي

من المواد الشائعة الاستخدام كطبقة خلفية من التركيب الامامي هي بوليمرات مايلر(Mylar) او تيرلرلتعمل كمانع للرطوبة. بما ان جميع انواع بوليمرات تخللها الرطوبه الي حدا ما .

فان الحل لهذا المشكله هو ادخال صفيحه رقيقه من الالمنيوم او الاستيل بين طبقات البوليمر المناسب .

وعندما يكون لون الطبقهالحقبقه ابيض فقد يريد هذا مما يخرج من الخليه بصوره ملوحظه و ذلك بسبب تاثيرتزكير العمق الصغري ولان قسما من الضوء الذي يصل الي هذه الطبقهالعاكسه يتشتت بين الخلايا ثم ينحصر و ينعكس بواسطه الطبقهالزجاجيه الفوقية الي المناطق الفعالة في اللوح ما يسبب في الزيادة ما يخرج من الخلية وبصورة خاصة عندما تكون كثافة الرص الخلايا قي اللوح قليلة .

و هناك جانب اخر مهم في صناعة اللوح هي التوصيلات المعدنية بين الخلايا ومن الشائع غمليا استخدام عدة توصيلات لزيادة الامان من القطع

وهذا الطريقة يزيد من احتمالية اسمترار اللوح في العمل وفي حالة اخفاق الموصلات وكذلك عطب احدي الخلايا في اللوح.

و عند عمل التوصيلات الداخلية يجب ان تاخذمجموعة من التاثيرات مثل معاملات التمدد الحراري و قوة الرياح بعين الاعتبار و غالبا ما يكون التوصيل علي شكل مقاومة .

4-2درجة حرارة تشغيل الخلية :

هناك طرق مختلفة لتغليف اللوح الشمسي وكل طريقة تسبب اختلاف لدرجة حرارة الخلايا المغلفة عند العمل و تحت ظروف مماثلة .

و بما ان اداء الخلية يتناسب عكسيا مع زيادة درجة الحرارة , أي ان اللوح الذي يعمل عند درجة حرارة و يكون من الافضل مقارنة اداء اللواح شمسية مختلفة عند درجات حرارية مختلفة بدلا من مقارنتها عند درجة حرارة نفسها .

ففي كل حالة من الحالات تكون هذه الدرجة الحرارية التي تصل اليها الخلايا عند ظروف العمل النموذجي .فاذا عملنا ظروف العمل (مستوى الاشعاع وسرعة واتجاه الريح ودرجة حرارة المحيط والحمل الكهربائي للخلايا) فمن الممكن تحديد درجة حرارة التشغيل القياسي لكل نوع من انواع الالواح.

وتدعى هذه الدرجة بدرجة حرارة التشغيل الاعتيادي (nominal operating cell temperature) (NOCT) .ولقد تقدمت التقنيات التجريبية واصبح من الممكن ايجاد هذه الدرجة من البيانات الحقلية وفي الظروف جوية غير قياسية .

من البيانات الحقلية تبين ان درجة حرارة تشغيل الخلية الشمسية اعلى من درجة حرارة المحيط ولهذهس الارتفاع علاقة بالشدة الضوء الشمس الساقط عند استقرار سرعة الرياح .وكقاعدة عامة في اغلب الاجهزة التجارية ترتفع درجة حرارة الخلية حوالي 30 درجة مئوية فوق درجة حرارة المحيط عند عرضها للاشعاع الشمسي (mw/cm100) لذا فان العلاقة التقريبية لدرجة الخلية هي:

Cell=Tambient+0.3*intensity (in Mw/cm)

وتكون درجة حرارة الخلية المغطاة اعلى من ذلك ديمومة اللوح الشمسي: module durability

بما ان تشغيل الخلايا الشمسية لا تصاحبه حركة ميكانيكية فان ديمومة الخلية يعتمد بالدرجة الاولى على متانة التغليف الا ان اسباب التردي عند الاستخدامات الحقلية تعزى الى:

1. كسر الخلايا نتيجة الاجهاد الناتج من التغيرات الحرارية او بسبب التقلصات نتيجة البرد الشديد
2. تاكل المعادن
3. تفكك طبقات التغليف
4. تغيير لون مادة التغليف
5. تراكم الملوثات على اللوحة الشمسي ذي السطوح الناعمة

قطع التوصيلات الداخلية نتيجة عدم تخفيف الاجهاد بشكل مناسب

وما زيادة الخبرة العلمية في هذا المجال حققت صناعة الالواح الخشبية نجاحا مهما في تحسينها وشدة مقاومتها الى المرحلة التي تقام فيها لمدة 20 سنة ويتم اختيار متانة الالواح الجديدة بتعريض اللوح للاجهادات الاتية :

1- الدورة الحرارية

2- الرطوبة العالية

3- الإشعاع لفترة طويلة بأشعة فوق بنفسية

4- تسليط ضغط دوري

فان هذه الاجتهادات مجتمعة غالبا ما تؤدي الى تردي اللوح الشمسي . ومن الممكن اجراء اختبارات اخرى مثل :

1- اختبارات الصدمة
2- المقاومة للخدش و الحك
3- خصائص التنظيف الذاتي

4- المرونة (اختبار مدى صلاحية اللوح لوضعه على سطح ملتوي)
5- العزل الكهربائي (خاصة بعد اختبار العمر)

ورغم ان تجمع الملوثات في بعض المناطق يؤدي الى تردي الالواح ذات الاغطية البلاستيكية غير ان ذلك لا يكون مشكلة كبيرة بالنسبة للألواح ذات الاغطية الزجاجية . وان التنظيف الذاتي بواسطة الامطار والرياح يجعل القدرة الضائعة نتيجة لهذا التاثير اقل من 10% . وبما ان من الممكن تشغيل الخلية بواسطة الضوء المشتت فقد وجد ان الالواح تعطي نسبة مقبولة من أعلى نتاجها القصوى حتى عندما يغطي بالملوثات الى حد يكون من الصعب تمييز الخلايا المنفردة.

5-2 تصميم دائرة اللوحMODULE CIRCULT DESIGN

ان اشكال الدائرة الكهربائية التي تربط بها الخلايا داخل اللوح تؤثر بشكل كبير على درجة الاداء وعمر اللوح الشمسي عند ربط الخلايا مع بعضها البعض فان عدم الموائمة في خصائص عملها يجعل القدرة الخارجة للوح اقل من حاصل جمع القدرة القصوى للخلايا المنفردة . والخسارة الناتجة من عدم الموائمة تكون مهمة جدا عندما تربط الخلايا على التوالي.

وأهم من ذلك هي القدرة الضائعة نتيجة تسخين الخلية الرديئة الموجودة في السلسلة المتوالية .

6-2 حسابات الطاقة Energy Accounting

من الطبيعي لأي جهاز مولد للقدرة ان يقوم بتزويد طاقة في عمره العملي اكثر بكثير من الطاقة المصروفة في صناعته وبنائه وصيانته . لنرى على هذا الاساس كيف يكون وضع الخلايا الشمسية السليكونية المصنوعة بواسطة التقنية القياسية التي تم شرحها في هذا الفصل.

ان عملية استخلاص خام السيليكون المعدني من الرمل عملية مناسبة من حيث الطاقة . فان الطاقة الكلية اللازمة لاجراء عملية الاستخلاص تساوي 24 كيلو واط – ساعة من الطاقة الكهربائية kwh(e)}{لكل كيلو غرام من المادة . ولا تزيد هذه الطاقة عن الطاقة المستخدمة في استخلاص عنصر الالمنيوم

[19kwh (e)] او التيتانيوم [(46 kWh (e)]

ان عملية تنقية الخام وتحويله الى شبه موصل بمعالجة سيمنس تكون غالية و غير اقتصادية, وهذا جعل هذه العملية هدفا للتبديل في تقنية الخلايا الشمسية في المستقبل , وعلى القاعدة نفسها المذكورة اعلاه فان الطاقة الكهربائية التي يمكن اسخراجها من شبه الموصل هي 621 كيلو واط –ساعة من الكهرباء لكل كيلو غرام من المادة.

اما عملية تحويل السليكونة النقي الي قوالب اسطوانية من السليكون احادي البلورة بطريقة جوكر السكي و تقطيعها الي رقائق بلورية عالية التكاليف , اذ ان معدل الرقائق الناتجة يقدر ب0.4 متر مربع لكل كجم من المادة . و سبب كونة هذه العملية عير الاقتصادية هو ان نصف المادة تهدر

كنشاره او قطع غير مفيدة و كذلك قد تنتج رقائق اسمك من المطلوبة لانتاجالفوتوفولطائي و الطاقة المطلوبة لهذه المرحلة تقدر ب1700 كيلو وات –ساعة من الكهرباء لكل متر مربع .

اما عملية تصنيع الخلية و تغليفها فتتطلب طاقة تساوي 250 كيلو وات –ساعة من الكهرباء . ان الطاقة الكلية اللازمة لانتاج حوالي 90% من الرقائق و تحويلها الي لوح شمسي كامل تساوي 2170 كيلو وات من الكهرباء لكل متر مربع من المساحة اللوح.

من المدة الزمنية اللازمة لكي نعوض الخلية الطاقة المستهلكة في صناعتها تعتمد علي الموقع الذي تستخدم فيه الخلية ,ان الخلية المغلفة التي تعمل بمعدل 5 ساعات في مشمس و صافي بكفاءة 12% وتولد الخلية طاقة سنوية تساوي 219 كيلو وات – ساعة للمتر مربع أي ان زمن اللازمة لتعويض الطاقة المستهلكة لا يقل عن عشرة سنوات . هذا عدا الطاقة غير المباشرة اللازمة لتصنيع المكائن اللازمة لصنع الخلية الشمسية و الطاقة اللازمة للبيع و نصب الانظمة و خزن الطاقة و تكييف المعدات و التجهيزات و التي ستزيد المدة اكثر من ذلك و ان مراحلة صناعة الخلايا السليكونية غير اقتصادية كانت السبب انتشار استعمال هذه الخلية بشكل واسع في الماضي الا ان التقنية المحسنة (improved technology) لصناعة الخلايا السليكونية و التي يتم و صفها لاتودئ الي توفر هذه الخلايا اقتصادية فحسب بل تقلل من الطاقة اللازمة لصناعة هذه الخلايا بشكل ملحوظ كما ان هذه التقنية تختصر الفترة الزمنية اللازمة لتعويض الطاقة المستهلكة في صناعتها من عشر سنوات جزء من السنة.

7-2 خواص الخلية الشمسية :

تختلف الخلية الشمسية عن الوصلة الثنائية العادية التي تستخدم في تقويم التيار المتردد و غير ذلك من استخدامات في السطح الفاصل بين المنطقة نوع س و المنطقة نوع ج المعروف بسطح الالتصاق واسع المساحة ومعرض للضوء لذلك تصمم الخلية بحيث يكون هذا السطح كبيرة جدا لامتصاص اكبر قدر ممكن من الاشعاع الشمسي و الامر الذي يهتم به في التصنيع هو يكون هذا السطح قربيا جدا من سطح الخلية المعرض للاشعاع الشمسي أي ان الطبقة التي يدخل بها يجب ان تكون رقيقة جدا بحيث لا تمتص الا تمتص جزءا صغيرا من الاشعاع.

8-2 أنواع الخلايا الشمسية:

توجد عدة أنواع من الخلايا الشمسية يمكن اجمالها في الأتي:

1-8-2الخلايا السليكونية أحادية البلورة:

ان سلكون احادي البلورة يصنع عادة من حبوب صغيرة من البلورة المسحوبة ببطي من كتلة مذابة من السليكون متعددة البلورات بطريقة متقدمة وغالية الثمن تدعى جوكر السكي طورت خصيصا للصناعة الالكترونية.

ان معظم الخلايا السليكونية الاحادية البلورة المتوفرة في الاسواق ذات كفاءة تتراوح بين(18%_15%) وبالرغم من ميزة الكفاءة العالية التي تختص بها الخلية الشمسية الاحادية البلورة فإن سعرها مرتفع جدا لكونها مصنوعة من السليكون متعددة البلورات وعالية النقاوة ,وهذه الخلايا تكون ارخص سعرا وتنتج بكلفة ارخص بإستخدام عمليات قليلة الكلفة ولكنها ذات كفاءة أقل . .

2-8-2الخلايا السليكونية متعددة البورات:

إن السلكون متعدد البلورات من مساوئه إن يحتاج الي ان يكون ذا حبيبات كبيرة الحجم وهذا يتسبب في كلفة التحضير ,مع ذلك فقد لوحظ ان مزايا الانتاج لاغشية البلورية ذات الحبيبية الكبيرة تفوق السليكون احادي البلورة حيث ادت الي انتاج خلايا تجارية مبنية علي هذه التقنية وتتراوح الكفاءة هذا النوع من الخلايا بين (12% -14%)

2-8-3خلايا السليكون غير البلوري:

يكون تحضير السلكون غير البلوري من السلكون متعدد البلورات والمادة غير البلو رية تختلف عن المادة البلورية حيىث تفتقر الاولى الى المدى الطويل من الترتيب البنائي للذرات .

فعند فقدان الترتيب البنائي الدوري للمادة يكون من الصعب على كل ذرة تناصر مع اربع ذرات اخرى مما يؤدي الى حدوث فجوات صغير جدا في التركيب المادة تكون مرتبطة بوجود اواصر الشائبة (dangling bond) وهذا يعني انه سبب الترتيب غير الدوري للذرات تظهر كثافات عالية من المستويات الطاقة في الفجوة الاعتيادية وهذا مما يجعل من المتعذر تطعيم شبه الموصل بصورة الفعالة او اوالحصول على ديمومة مقبولة لحاملات الشحنة.

في عام 1975م تم تطعيم اغشية السليكونيةغيرالبلورية بطريقة التحليل بالتفريغ التوهج غاز السالين(siH4)وحصول على وصلة (pn) ولقد وجد ان هذه الاغشية تحنوي على الهيدروجين(وهو ناتج من تحليل siH4)الذي يقوم باشباع الاواصر الشائبة في الفجوات الصغيرة و العيوب الاخرى في تركيب العشاء , وبذلك يقلل المراتب الطاقة في الفجوة المحظورة مما يساعد على امكانية تطعيم المادة , ان اول انتاج التجاري من هذه الخلايا ظهر في عام 1980 تتراوح كفاءة هذه الخلايا من (4% الى 10%) .

ان هذا النوع من الخلايا من احسن الخلايا الموجودة في المستقبل لانها تقود الي الحصول على الكثير من الخواص المرغوبة في العملية الفوتوفولطائية وخاصة انها تقلل من كثافة مراتب الطاقة

في الفجوة المحظورة.

2-8-4خلايا الجاليوم أرسنايد : gallium Arsenide cell

السليكون ليس الما دة الوحيدة الملائمة في الملائمة لاستخدام في تصنيع الخلايا الكهروضوئية فهناك مواد اخرى يمكن اسخدامها كاليوم ارسنايد التي تمتلك هيكلا بلوريا مشابها لسلكون ,وهي تتكون من ذرات متعاقبة من الغاليوموالارسنايد.ولكونها ذات معامل امتصاص عال للضوء فانها ملائمة جدا لاستخدام في تطبيقات الخلايا الشمسية ,وهي تتمتع بكفاءة جيدة ,يمكن ان تعمل تحت ظروف درجة حرارة عالية نوعا ما بدون تناقص في ادائها كالخلايا السليكونية وبعض اشباه الموصلات التي تعاني من هذه المشكلة وبهذه المواصفات يكن استخدام خلايا الغاليومارسنايد في منظومات الخلايا الشمسية المركزة .ومن الامور الاخرى التي يجب معرفتها وهي ان كلفة تصنيع هذه الخلايا اعلى من كلفة تصنيع الخلايا السليكونية وذلك لكون عمليات اتناجها غير متطورة حاليا .وتستخدم هذه الخلايا عند الحاجة الي خلايا ذات كفاءة عالية كما هو الحال في تطبيقات الفضاء .وقد استخدمت ايضا في تشغيل سيارة انتجتها شركة جنرال موتورز اطلق علها اسم صن ريسير(SUN RACER)وفازت عام 1987بسباق عالمي للسيارت المسيرة بالطاقة الشمسية عندما قطعت مسافة 3000كيلو متر بسرعة 60 كيلو متر في الساعة.

2-8-5خلايا الكوبراندیومدیسلنايد :Copper indium dieseline

وهي مواد شبه موصلة مركبة من النحاس والانديوم و السلينايد وقد استخدمت في تصنيع خلايا وصلت كفاءتها في مختبر يا الي 12%.وقد قامت شركة سيمنس الالمانية بتصنيع الواح من النوع CIS ذات مساحة 30 سنتمتر مربع و كفاءة تعادل 10% وفي عام 1994 اعلنت بانها يمكن ان تقوم بيتصنيع هذه الخلايا علي نطاق التجاري بالتعاون مع احدى الشركات الزجاج الامريكية .وهذا النوع من الخلايا لا يعاتي من مشكلة نقصان الكفاءة عند الاستخدام وظهر هذه في الخلايا السليكونية العشوائية ولكن مشكلته تنحصر في سمك الغشاء الرقيق لهذه الخلايا ,فهو اكبر من الخلايا السليكونية العشوائية .وبما ان الاندويوم مادة غالية الثمن ,وبالرغم من ان هذه الكمية المستخدمة قليلة فإن ذلك يؤثر على سعرها . ومن مساوئ طريقة تصنيع هذه الخلايا هو استخدام غازي الهدروجين والسلينايد وهو سام جدا ويسبب مشاكل صحية كبيرة عند حوث خلل عند التصنيع.

2-8-6خلايا الكادميوم تليرايد: (cadet)

وهو مواد اخرى شبه موصلة مناسبة لاستخدام الخلايا الفولطاضوئية تتألف من الكادميوم والتيلرايد ومن محاسن خلايا الكادميوم تيلرايد هو امكانية صنعها بإستخدام عملية بسيطة ورخيصة من الطلاء الكهربائي.وقد وصلت كفاءة الخلايا من هذا النوع الي 10% وبدون تناقص في الكفاءة عند الاستخدام . ومن مساوي هذه الخلايا هو ان الكادميوم مادة سامة جدا ولهذا يجب اخذ الاحتياطات اللازمة ا ثناء عملية التصنيع .

2-9استخدامات الخلية الشمسية:

1. في المنظومات الضوئية الفلتائية:
   i. المساعدات الملاحية
   ii. الامداد بالقدرة لاناره المنازل
   iii. الاستخدام في الاشارات المسموعة
   iv. اضواء الضباب

ا .اضاءة الارصفة علي سواحل الميناء و المنشات البحرية علي شاطي و داخل البحر

2. مجموعة التلفزيون التعليمعة
3. في عملية التكييف و التدفئة باستخدام مباشرة لهذه الخلايا من الطاقة الحرارية المطرودة منها
4. في الاتصالات الراديو و المستقبلات الراديو
5. بوستر الميكرويف
6. تشغيل طلمبات الري ومياه الشرب
7. علامات الطرق السريعة السكة الحديدة
8. في اعمال التهويه

2-10مكونات الخلايا الضوئية الفولتائية :

تتكون المجموعة منها من الاتي :

1. واحد او اكثر الموديلات او اللوح الشمسي المحاطة باطار يمكن تعديل وضبط زواياها .
2. مجموعة بطاريات
3. منظم يتحكم في البطاريات والمنظومة كلها وسيعطي شرحه بالتفصيل.
4. تسطيع البطاريات ان تخزن الكهرباء لمدة تكفي ثلاثة ايام وتعطي قدرة مستمرة في هذه المدة.

2-11 المنظومات الضوئية الفولتائية:

بذلت ابحاث كثيرة ومجهودات وفيرة لتحويل طاقة الاشعاع الشمسي زو الموجة القصيرة الي طاقة كهربائية مباشرة بدون المرور باي طاقة وسيطة اخرى بواسطة الخلايا الضوئية الفلتائية تحقق ذلك.. الضوئية الفلتائيةالسليكونية كفاءة تحويل من 10الي 12% اما خلايا الزنيخ _ الجاليوم فقد وصلت الي كفاءة حوالي 23% اذا كان المكان المطلوب فيه استخدام اجهزة تعمل بالخلايا الضوئيةالفلتائية منعزلا و بعيدا عن الشبكات الكهربائية و كانت الحاجة فقط الي قدرة كهربائية

منغفضة فان مولدات القدرة الضوئية الفلتائية الشمسية تكون الحل العلمي و التكنولوجي و التطبيقي الامثل و بالتالي الاكثر اقتصادا بل و يعتمد عليها اكثرمن اي مصدر اخر .

2-11-1مميزات استخدام هذه المنظومات :

I. هذه الخلايا الضوئية الفلتائيةبيسطة و لا تتضمن اي اجزاء متحركة.
II. لا تتطلب مولدات القدرة الشمسية اي صيانة تكنولوجية و بالتالي فلا توجد تكلفة عملية للصيانة او التشغيل
III. لاتتطلب اعادة الملء بالوقود
IV. لاتنتج اية عوادم تلوث الهواء
V. النظم الفلتائية الضوئية قادرة علي العمل بكفاءة و جوده عالية في كثير من الاستخدامات

2-12كيف تعمل هذه الخلايا ؟

الخلايا الضوئيبةالفلتائية تحول مباشر القدرة الشمسية الى قدرة كربائية بدون عمليات وسطية فهي تمتص معظم الطيف الشمسي وتحول جزء من هذه الاشعاعات في حدود 15% او اقل لطاقة كهربائية حيث يمكن استخادمها في الحال او تخزينها و المنظومات من هذا النوع تصمم اساسا لاجلالمنشأت في المواقع البعيدة في الفترات طويلة ولان المواقع التي توضعفيه مثل هذه الاجهزة قاسية جدا في طقسها لذلك يجب ان تكون هذه المنظومات ذات المقاومة عالية للرياح وللرطوبة والبرد والعواصف الرملية وان تحاط بتصميم ضد هجمات الحيوانات والطيور والتاكل ولهذا السبب فان المواد الاساسية التي تثبت بها يجب ان تقاوم هذه الاشياء المحيطة ومعدن هذه الخلايا والمستخدمة في هذه الموديلات لا يجب ان تتعرض الى التاكل وذلك يجب اختيار معادن غير قابل للتاكل وهذه نقطة هامة جدا

2-13اسباب اختيار المواد السليكونية:

1. الثبات الجيد مع الطقس المحيط
2. عازل ممتاز للكهرباء
3. عالية القدرة
4. المقاومة الخطوطية الناتجة من الاشعة عالية

وقبل تركيبات فان هذه المنظومات يجب ان تختبر اختبارات عديدة عنيفة لتلائم الظروف المحيطة بالقياس الى امامات عالمية وتضم هذه المنظومات بطاريات ومنظمات الضغط كهربي ويمكن الامداد ببرنامج كمبيوتر يمدنا باقصر اضمامة ملائمة من الموديلات الشمسية والاكثر رخصا واكثر اعتمادا عليها اضمامة من الموديلات الشمسية والبطاريات لتضمن الامداد المستمر بالقدرة البروجرام ايضا يجب ان يحدد الزاوية المناسبة للميل للوصول للكفاية المضبوطة الامامية خلال العام .

الفصل الثالث

الجزء العملي

3-1-الهدف:

مقارنة بين كفاءة الخلية في النظام التابع والنظام الثابت.

3-2الاجهزة و الادوات:

لوح شمسي - ساعة إيقاف - إيفوميتر- فولتميتر – حامل ثابت -أميتر– مقياس شدة الإشعاع . الشمسي

3-3 النظرية:

$$P=VI$$

$$P_{max}=I_S*V_O$$

$$P_{max}=I_S*V_O*FF$$

$$FF=P_{max}/P_0*A$$

$$\eta =P_{max}/P_o$$

حيث:

شدة التيار $\equiv I$

فرق الجهد $\equiv V$

القدرة $\equiv P$

معامل الأمتلاء $\equiv F.F$

تيار دائرة القصر $\equiv Is$

جهد الدائرة المفتوحة $\equiv V_0$

كفاءة الخلية الشمسية $\equiv \eta$

قدرة الابتدائية $\equiv oP$

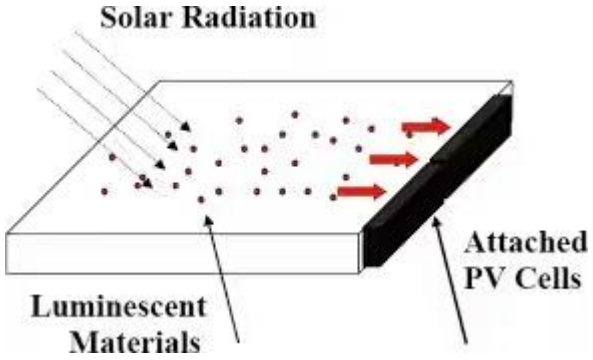
أقصى قدرة $=P_{max}$

4-3 **الطريقة**

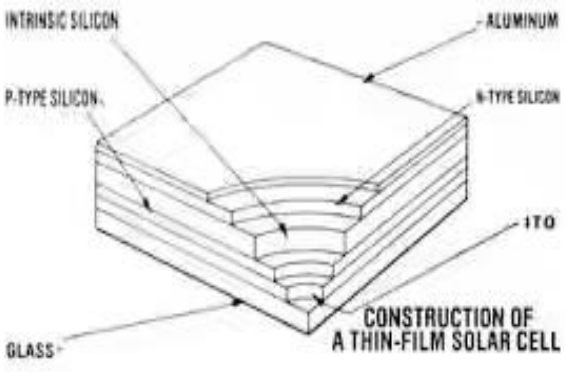
وضعت أحد الألواح على حامل ثابت ووضع بالقرب منه على الحامل مقياس شدة الاشعاع (سولاراميتر) لقياس شدة الاشعاع الشمسي في الخلية ووضعت الخلية على (تراكر) بزاوية معينة ووضع معه (سولار ميتر) وتم قياس شدة الاشعاع الشمسي لكل15دقائق وكذلك الجهد والتيار للخلية وسجلت النتائج.

الشكل (3-1) يوضح الخلية الشمسية السليكونية

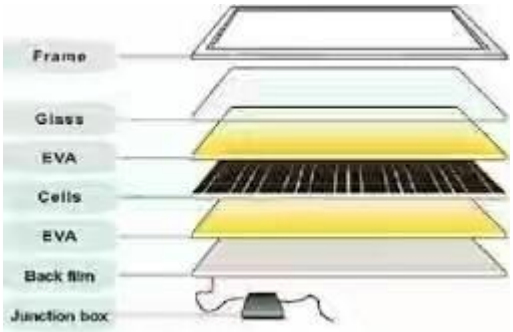
الشكل (3-2) يوضح خلية ثابتة في حامل



الشكل (3-3) يوضح سقوط الإشعاع الشمسي على المواد المتألقة بالوح



الشكل (3-4) يوضح تركيب لفيلم رقيق لخلية الشمسية



الشكل (3-5) يوضح ترتيب مكونات اللوح

الباب الرابع

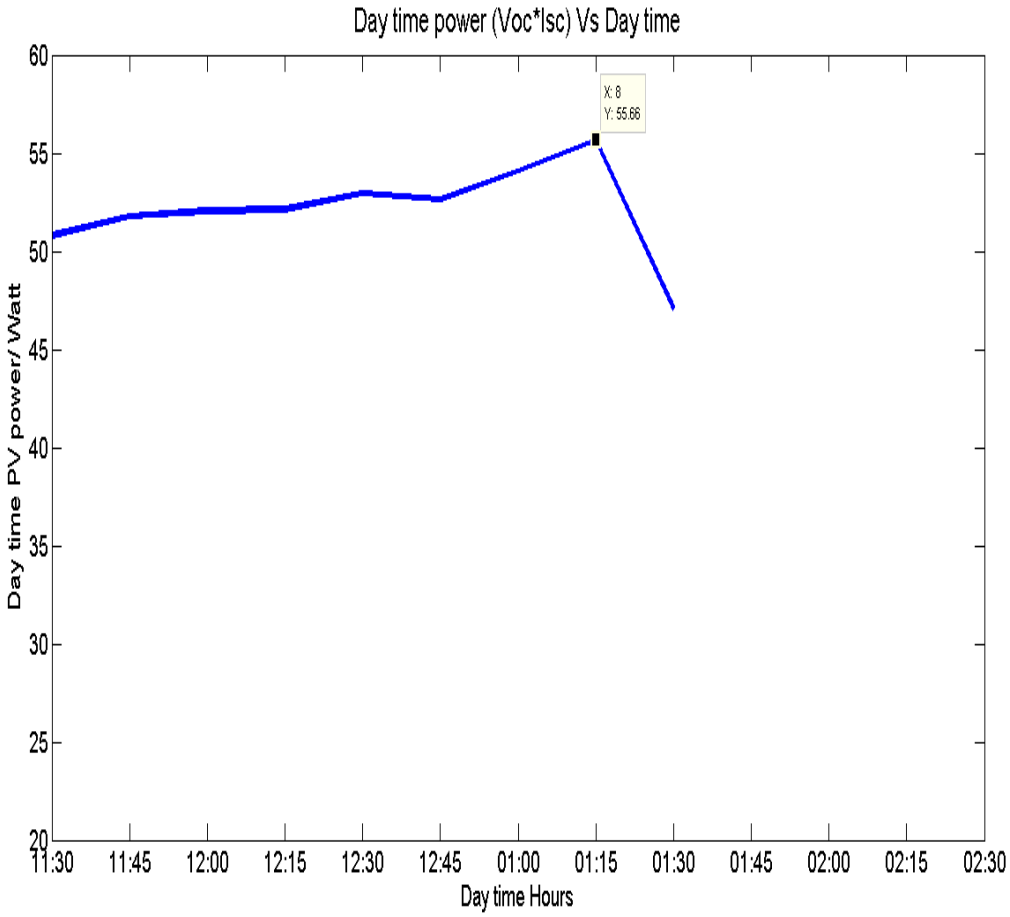
1-4 النتائج:

الجدول (1) أدناه يوضح النتائج المتحصل عليها بواسطة الخلية في النظام التابع:

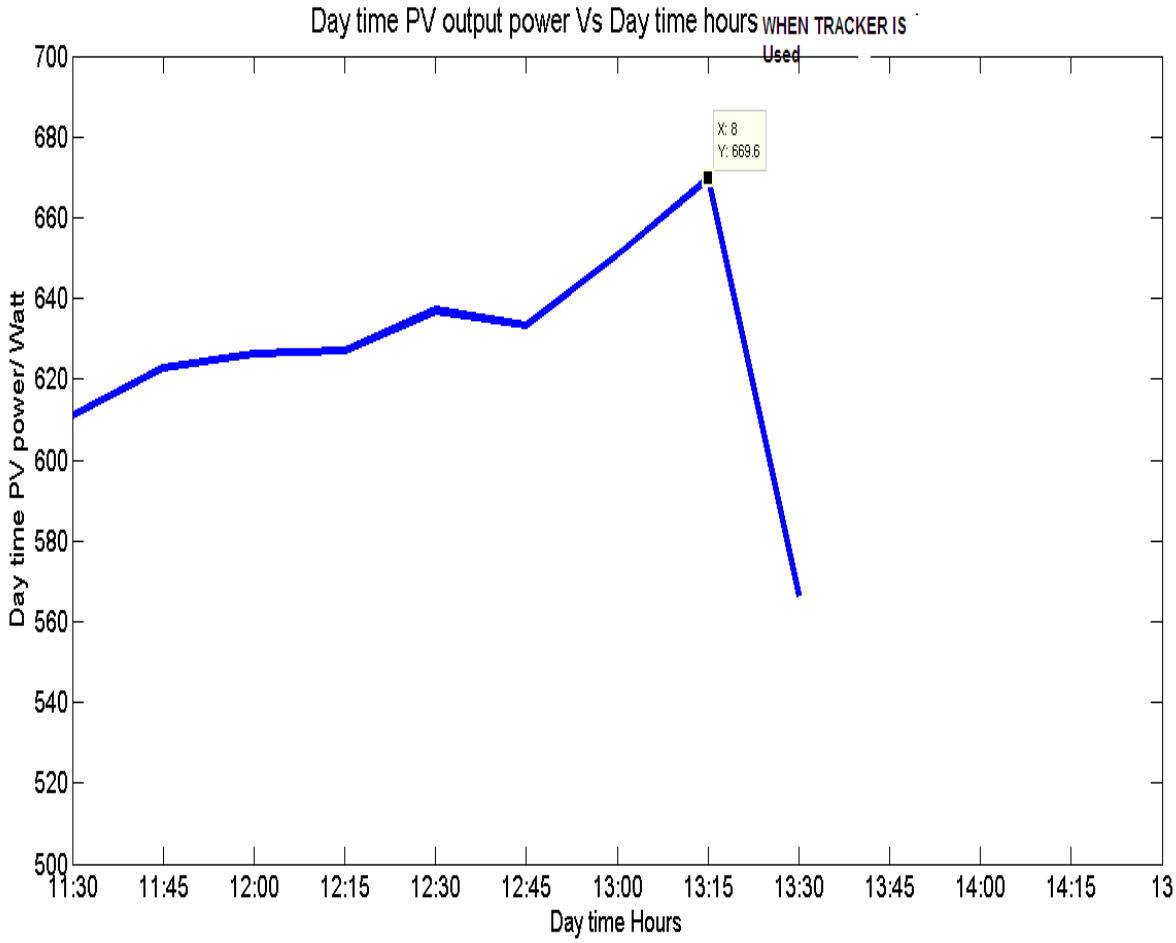
Time/ Hours	Voc/mv	Isc/mA	Solar Flux	VI	FF	Pmax Tracker
11:30	18.14	2.8	924.56	50.792	12.03	611.0278
11:45	17.91	2.89	944.15	51.7599	12.03	622.6716
12:00	17.95	2.9	950.36	52.055	12.03	626.2217
12:15	17.91	2.91	940	52.1181	12.03	626.9807
12:30	17.71	2.99	957.6	52.9529	12.03	637.0234
12:45	17.55	3	922.44	52.65	12.03	633.3795
13:00	17.85	3.03	966.9	54.0855	12.03	650.6486
13:15	18.31	3.04	963.8	55.6624	12.03	669.6187
13:30	17.25	2.73	895.55	47.0925	12.03	566.5228

الجدول (2) أدناه يوضح النتائج المتحصل عليها بواسطة الخلية في النظام الثابت :

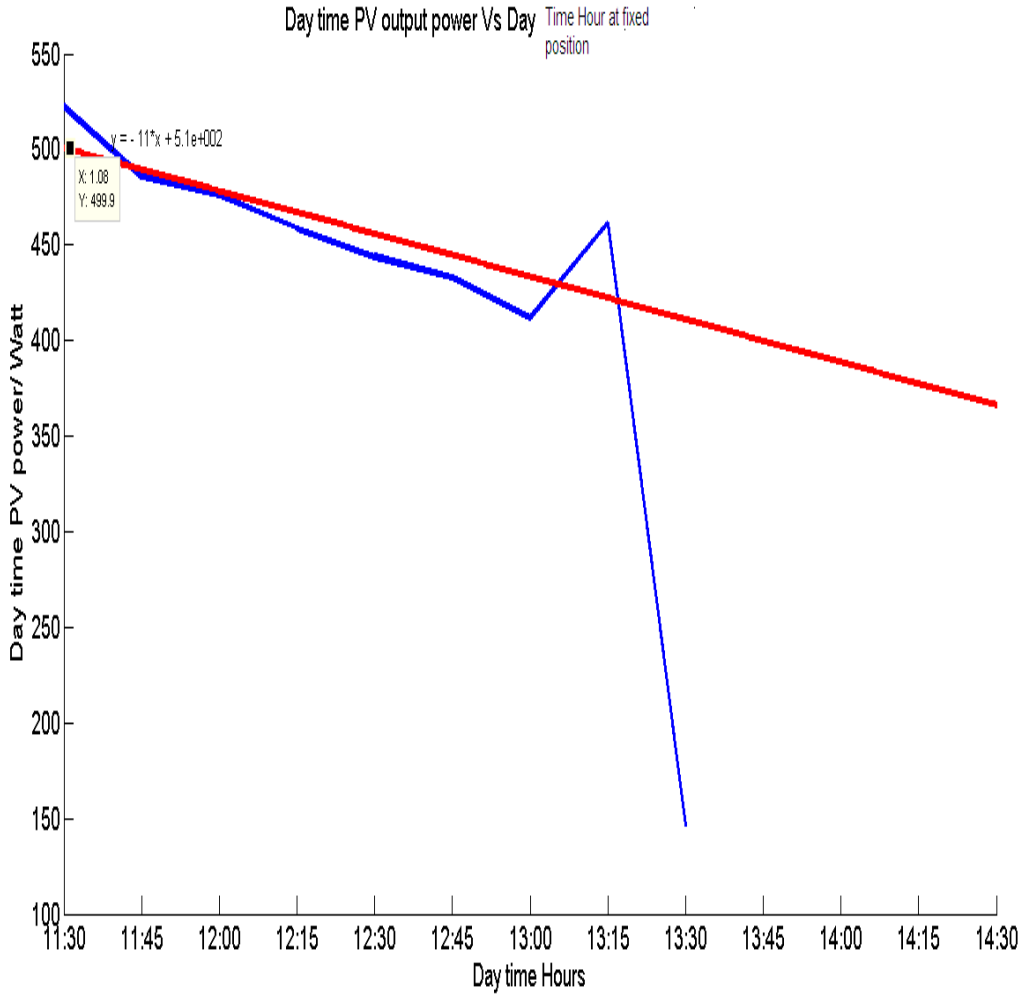
Time/ Hours	**Voc/mv**	**Isc/mA**	**FF**	**Solar Flux**	**Pmax_fixed**
11:30	18.48	2.35	12.03	924.56	522.4388
11:45	18.45	2.19	12.03	944.15	486.0782
12:00	18.48	2.14	12.03	950.36	475.7528
12:15	18.33	2.08	12.03	940	458.6606
12:30	18.26	2.02	12.03	957.6	443.729
12:45	18	2	12.03	922.44	433.08
13:00	17.38	1.97	12.03	966.9	411.8904
13:15	18.35	2.09	12.03	963.8	461.3685
13:30	16.41	0.74	12.03	895.55	146.0851


Day time power (Voc*Isc) Vs Day time
X: 8
Y: 55.66
Day time PV power/ Watt
Day time Hours
60
55
50
45
40
35
30
25
20
11:30
11:45
12:00
12:15
12:30
12:45
01:00
01:15
01:30
01:45
02:00
02:15
02:30

الرسم البياني بالنسبة للخلية في نظام التابع:



الرسم البياني بالنسبة للخلية الثابتة:


Day time PV output power Vs Day
Time Hour at fixed position
y = - 11*x + 5.1e+002
X: 1.08
Y: 499.9
Day time PV power/ Watt
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
11:30
11:45
12:00
12:15
12:30
12:45
13:00
13:15
13:30
13:45
14:00
14:15
14:30
Day time Hours

4-2الحسابات:

F.F= 12.03

حساب الكفاءة بالنسبة للخلية في نظام التابع:

$\eta=P_{max}/P_O$

=669.6 P_{max} من الرسم وجد أن

P_0= 963.80

$$\eta=669.6/963.80 = 0.69$$

$$\eta=69\%$$

الكفاءة بالنسبة للخلية في نظام تابع هي 69%

-الكفاءة بالنسبة للخلية الثابتة:

$$\eta = P_{max}/p_0$$

من الرسم البياني بالنسبة للخلية الثابتة:

$$P_{max}=499.9$$

$$P_o=963.80$$

$$\eta = 499.9/963.80 = 0.51$$

$$\eta = 51\%$$

الكفاءة بالنسبة للخلية في نظام ثابت هي51%

3-4مناقشة النتائج:

وجدت كفاءة الخلية الشمسية في نظام تابع69 % وكفاءة الخلية الشمسية في نظام ثابت 51 % ومن هذه النتائج نستنتج أن الخلية الشمسية في نظام التابع أفضل من الخلية الشمسية في نظام الثابت و تزيد بكفاءة بنسبة 18% استنادا على النتائج.

4-4 الخلاصة :

تمت دراسة كفاءة الخلية الشمسية في نظام التابع و النظام الثابت والمقارنة بينهما ووجدت ان كفاءة الخلية لنظام التابع تزيد من كفاءة الخلية في النظام الثابت نسبة لإمكانية تغير زاوية الإشعاع الشمسي الساقط على الخلية المتتبعة وسقوط كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي علي الخلية ولذلك تتميز الخلية الشمسية المتتبعة بكفاءة أفضل من الخلية الشمسية الثابتة.

5-4 التوصيات:

نوصي باستخدام الخلايا الشمسية نسبة لانتاجها طاقة نظيفة غير ضارة بالبيئة.

والحث على استخدام الخلايا الشمسية التابعة بدلا من الثابتة لانها تعطي كفاء أعلى من الخلية الثابتة بناءً على النتائج المتحصل عليها..

6-4 المراجع:

1-الطاقة البديلة- إعداد:أ.د محمد سعيد الطاهر ود.مأمون أحمد محمد النور-جامعة النيلين-السودان -2014الدار العربية للنشر رقم الإيداع16523/2013.

2- الطاقة الشمسية وإمكانية إستغلالها - إعداد:البروفيسور/أحمد خوجلي -رقم الإيداع 75\2007

3-الخلايا الشمسيةمبادئ العمل التقنية وتطبيقات المنظومة- تأليف :مارتن أ.كرين-ترجمة:الدكتور يوسف مولود حسن-أستاذ مساعد قسم الفيزياء كلية التربية /جامعة الموصل- رقم الإيداع المكتبة الوطنية ببغداد1989/783.

4- الخلايا الشمسية البوليمرية – والدو جي بيك – اندهوفن – 2005 –الجامعة التكنولوجية .

5- الخلايا الشمسية البلاستيكية – كرستوفر جي برايك و ساردر ساديستفك وجان هيمونلين - فبراير 2001