

الباب الأول

مقدمة البحث

1.1 المقدمة :-

الإشعاع الشمسي هو من أهم الإشعاعات ويمتاز بأن ليس لديه أي آثار أو مخلفات تضر بالبيئة حيث يتم تحويل الإشعاع الشمسي إلي طاقة كهربائية إما بطريقة التحويل الحراري أو بطريقة التحويل الكهروضوئي بواسطة أشباه الموصلات , والخلية الشمسية هي أداة شبة موصلة تحول الطاقة الشمسية إلي طاقة كهربائية , لذلك كان الإهتمام بدراسة الخلايا الشمسية ومما تقوم به من إنتاج الطاقة الكهربائية والسعي للحصول علي أقصى كفاءة لها وذلك بالتعرف علي أسباب تدني كفاءتها إما أن تكون هذه الأسباب في التركيب الداخلي للخلية الشمسية أو مما تتأثر به من درجة حرارة وغيرها وتجنب تلك الأسباب أو التقليل من أثارها , حيث يقدم البحث دراسة عن تأثير الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة علي الكفاءة والقدرة الناتجة من الخلية الشمسية .

2.1 أهمية البحث :-

إستخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية والتقليل من التلوث البيئي الناتج من مصادر الطاقة الأخرى الملوثة للبيئة , والسعي للحصول علي أقصى كفاءة ممكنة للخلية الشمسية .

3.1 مشكلة البحث:-

كفاءة وقدرة الخلية الشمسية تتأثر بعديد من العوامل سواء كانت هذه العوامل ناشئة من التركيب البلوري للخلية أو عوامل خارجية مثل كمية الإشعاع، درجة الحرارة، وفي هذا البحث ندرس ما إذا كانت كمية الإشعاع الأرضي ثابتة أو متغيرة في الفصل الواحد , وتأثير كمية الإشعاع الأرضي والحرارة على كفاءة وأداء الخلية الشمسية .

4.1 الهدف من البحث:-

يقدم البحث دراسة عن تأثير كمية الإشعاع الشمسي الأرضي والحرارة على كفاءة وقدرة الخلية الشمسية ، وتوضيح عملية تحويل الضوء إلى كهرباء باستخدام الخلية الشمسية .

5.1 الدراسات السابقة :-

1.5.1 دراسة(منتصر محمد) تأثير الحرارة علي كفاءة وقدرة الخلايا الشمسية

الدراسة النظرية للإشعاع الشمسي تبين أن متوسط الإشعاع الشمسي اليومي لجمهورية السودان 6.38 كيلو واط/متر² وهذه القيمة عالية مقارنة بالدول الأخرى واقتصادية للاستفادة من الخلايا الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق التحويل الكهروضوئي .

وتوصل الباحث إلي النتائج التالية :

- 1- تتناسب شدة التيار مع الإشعاع الشمسي طردياً، ويزيد التيار (تيار الدائرة القصيرة I_{sc}) بمقدار 0.00346 أمبير لكل وحدة شمسية ، وبالتالي يمكن معرفة التيار المنتج بواسطة اللوح الشمسي باستخدام جهاز قياس الإشعاع الشمسي فقط وذلك بضرب القيمة 0.00346 في قيمة الإشعاع الشمسي .
- 2- تتناسب الفولتية مع درجة الحرارة عكسية، وعند زيادة درجة حرارة اللوح الشمسي درجة حرارة نقل الفولتية (فولتية الدائرة المفتوحة VOC) للوح الشمسي بمقدار 0.061 فولت لكل درجة مئوية .
- 3- تتناسب درجة الحرارة مع قدرة اللوح الشمسي عكسياً وعند زيادة درجة حرارة اللوح الشمسي درجة حرارية واحدة تقل القدرة الناتجة من اللوح الشمسي بمقدار 0.20 واط لكل درجة مئوية .
- 4- تتناسب درجة الحرارة مع كفاءة اللوح الشمسي عكسياً وعند زيادة درجة حرارة اللوح الشمسي درجة حرارية واحدة تقل كفاءة اللوح الشمسي بنسبة 0.0685 لكل درجة مئوية[1].

2.5.1 دراسة (وائل حسين) تأثير الإشعاع الشمسي والحرارة علي قدرة الخلايا الشمسية السيليكونية في ولاية الخرطوم

يهدف هذا البحث إلي دراسة تأثير الإشعاع الشمسي والحرارة علي قدرة الخلية الشمسية .

الخلية الشمسية من نوع (nnp) سيليكون , أجريت التجربة باستخدام الخلية وعرضها للإشعاع الشمسي بزوايا مختلفة وشدة إشعاعية مختلفة وعند ساعات

مختلفة بمعدل ثلاث أيام في الاسبوع من شهر فبراير إلى شهر يوليو 2017
وتوصلت هذه الدراسة إلى النتائج التالية :

- 1- أن تغير شدة الإشعاع الشمسي الساقطة علي الخلية الشمسية تغير من قيم معاملات الخلية الشمسية , وأن التيار يتناسب طرديا مع شدة الإشعاع .
- 2- زاوية ميل الخلية الشمسية تعتمد علي موقع الخلية الشمسية ونوع الطقس للحصول علي أقصى كمية إشعاع ساقط علي الخلية الشمسية .
- 3- قدرة الخلية الشمسية تزيد بزيادة كمية الإشعاع الساقط , وتقل القدرة مع زيادة درجة الحرارة [2].

6.1 المحتوي :-

يحتوي البحث علي أربعة أبواب ، الباب الأول هو مقدمة البحث .

يحتوي الباب الثاني علي شيء من التفصيل حول الإشعاع الشمسي وخصائصه وأنواعه وأجهزة قياسه , والطاقة الشمسية . يحتوي الباب الثالث علي الجانب النظري للخلية الشمسية وتركيبها وكيفية عملها وخصائصها ، أخيراً الباب الرابع يحتوي علي الجانب العملي.

الباب الثاني الإشعاع الشمسي

1.2 مقدمة:-

الشمس عبارة عن مصدر الحرارة والضوء وهي أساس النظام الشمسي تمد الأرض بما يجعل الحياة ممكنة عليها وتنبعث من الشمس طاقة حرارية وضوئية تُعرف بالطاقة الشمسية وهي من أهم أنواع الطاقة التي يمكن للإنسان استغلالها فهي مصدر متجدد للطاقة ونظيف ولا ينتج عن استخدامها أي آثار ضارة بالبيئة.

تستخدم الطاقة الشمسية في كثير من المجالات ومن أهمها إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الشمسية.

2.2 الثابت الشمسي :-

يُعرف الإشعاع الشمسي بمتوسط الطاقة الشمسية التي تسقط في كل ثانية على كل متر مربع من سطح متعامد مع الإشعاع الشمسي فوق الغلاف الغازي المحيط بالأرض وللثابت الشمسي أهمية خاصة إذ لا يمكن في أي بقعة من الأرض الحصول على طاقة شمسية أكثر قدرًا من هذا المقدار ويعتبر الثابت الشمسي معياراً قياسيًّا في كثير من حسابات الطاقة الشمسية .

يُقاس الثابت الشمسي حالياً باستخدام المراكب الفضائية وتدل القياسات بأنه في المتوسط يساوي 1.367 wm^{-2} وحقيقة الأمر أن الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الغلاف الغازي المحيط بالأرض ليس ثابتاً تماماً بل يتغير من وقت لآخر وهناك سببان لذلك:

الأول: التغيرات التي تحدث في الغلاف الجوي.

الثاني: أن المسافة بين الشمس والأرض ليست ثابتة على مدار السنة وإنما تتغير من يوم لآخر مما يؤدي إلى تغير كمية الإشعاع الذي يصل إلى كل متر مربع من سطح الأرض ولذلك يتغير هذا الإشعاع بمعدل $\pm 3\%$.

3.2 الإشعاع الشمسي الأرضي :

الإشعاع الشمسي الفضائي مكون من كل أنواع الأشعة المنبعثة ويسمى الإشعاع المباشر ويستقبل من الشمس أساساً على هيئة أشعة مستقيمة غير مشتتة بواسطة الغلاف الغازي الأرض أما الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض فتسمى الإشعاع الشمسي الأرضي معدل سقوط الطاقة الأرضية على وحدة مسافة السطح بالـ W / m^2 تتغير حسب الإشعاع، عدم الإشعاع، كثافة الإشعاعات الساقطة، فيض الطاقة ، وبذلك يكون الإشعاع الأرضي غير ثابت وتتغير بشكل ملحوظ .

1 - وهو يتغير بسبب التغيرات الفضائية بين الشمس والأرض .

2 - يتغير حسب فصول السنة بسبب زاوية ميل الشمس، أي الزاوية بين أشعة الشمس والمستوى الاستوائي للأرض .

4.2 إضمحلال الإشعاع الشمسي الأرضي :-

تختلف كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض عن كمية الطاقة التي تسقط على الغلاف الغازي حول الأرض بسبب الإضمحلال الذي يحدث للإشعاع أثناء مروره خلال مكونات الغلاف الجوي وهي الأوزون وجزيئات الهواء من أوكسجين و نيتروجين و ثاني وأكسيد الكربون بالإضافة إلى بخار الماء وحببيبات الغبار.

يتم إضمحلال الإشعاع بواسطة الامتصاص والاستطارة والتشتت ويقوم بعملية الامتصاص غاز الأوزون وهو عبارة عن ذرات الأوكسجين الأحادية O_3 الموجودة في طبقة الأستراتوسفير – الجزء الأعلى من الغلاف الجوي حول الأرض ويقوم بامتصاص الإشعاعات قصيرة الموجة بينما يقوم ثاني أكسيد الكربون بامتصاص نطاقات الضوء المرئي ويقوم بخار الماء في الطبقات القريبة من الأرض بامتصاص نطاقات من الأشعة فوق الحمراء وفي عملية الامتصاص تتحول الطاقة الإشعاعية الممتصة إلى حرارة .

يقدر الجزء الذي يمتص من الإشعاع بحساب معامل الامتصاص الكتلي ويعتمد على الطول الموجي λ .

أما عملية التشتت فتتم أساساً بواسطة غازات الأوكسجين و النايترودجين و ثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى حبيبات الغبار القريبة من الأرض .

تقدر عملية التشتت بحساب معامل التشتت الكتلي الذي يعتمد أيضاً على الطول الموجي $\sigma_s(\lambda)$ هذه العملية أكثر تأثيراً وتعقيداً وتؤدي إلى تغير اتجاه جزء من الإشعاع الذي يصل إلى الأرض عندما يكون الجو صحواً يكون غاز الأوكسجين والنايتروجين هما المسؤولان عن التشتت وحسب قانون رالي Raleigh يعتمد التشتت أساساً على الطول الموجي حسب العلاقة التالية :

$$\sigma_s(\lambda) = c / \lambda^4 = 0.0076 / \lambda^4 \quad (1.2)$$

حيث أن الثابت c يعتمد على

- 1- إنكسار الإشعاع في الهواء
- 2- كثافة الهواء
- 3- إرتفاعه من الأرض.

يتضح من القانون أن الموجات القصيرة (البنفسجية والزرقاء) هي أكثر تأثيراً من الأجزاء الأخرى للطيف . أما جسيمات الغبار فهي لا تخضع لقانون رالي لكنها تعمل على تشتت الإشعاع بطريقة أخرى ومسألة عن اللون الأحمر المعروفة بالشفق الأحمر عند ساعات الغروب .

تعتمد كمية الإمتصاص والتشتت على الطول الموجي للطيف الشمسي ومكونات الغلاف الجوي ولذلك نجد أن التكوين الطيفي للإشعاع الذي يصل الأرض يختلف كثيراً عن الإشعاع الذي يمثل الثابت الشمسي ولذلك يعتبر الإشعاع الكلي عند سطح الأرض مكوناً من جزأين هما:

الإشعاع المباشر:- ذو الإتجاه الموحد الذي يبقى بعد عملية الامتصاص والتشتت.

الإشعاع المنتشر:- الذي يصل قريباً من الأرض بعد عملية التشتت.

5.2 الإشعاع الشمسي على سطح الأرض:-

يتكون الإشعاع الذي يصل إلى سطح الأرض من إشعاع شمسي مباشر (S) ومنتشر (D) بحيث يكون مجموعها الإشعاع الإجمالي (G) ، أما الإشعاع المنتشر فإنه يأتي من القبة الزرقاء وليس له إتجاه مفضل .

بالنسبة إلى الخلايا الشمسية التي تعتبر أساساً اعتبارات مستقبلات انتقائية فإن استجابتها المتعلقة بطول الموجه الضوئية الواردة تشكل خاصية هامة ولهذه

الإعتبرارات فإن الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض متغير تبعاً للزمن أي حسب الساعة والفصل .

يخضع التدفق الشمسي الواصل إلى سطح ما من الأرض باتجاه وميل معينين إلى توزيع طيفي يرتبط بـ :-

- خط عرض هذا السطح.

- الفترة الزمنية من السنة.

- اللحظة المعتبرة من اليوم.

- طبيعة الطبقات الجوية.

6.2 آلات قياس الإشعاع الشمسي:

- آلة تقيس مدة سطوع الشمس وتسمى المشماس وهذه الآلة تتأثر بالإشعاع المباشر للشمس وتشغل مادام هناك إمكانية لرؤية القرص الشمسي حتى من وراء السحب.

- آلة تقيس الإشعاع الأجمالي لضوء الشمس وهي تسمى مقياس الإشعاع السماوي وفي الغالب توضع هذه الآلة على سطح أفقي. هذه الآلة تتركز على في الأساس على المجسات المسماة بالأعمدة الكهروحرارية، وهي مجسات تتأثر بالحرارة التي تحدثها الموجات الكهرومغناطيسية.

- آلة تقيس الإشعاع المنتشر لضوء الشمس ولهذا الآلة نفس خاصية الآلة السابقة إلا أنها مجهزة بغطاء واقٍ يمنع الإشعاع المباشر من الوصول إلى المجس.

- آلة الإشعاع المباشر لضوء الشمس:- ولهذه الآلة نفس خاصية الآلتين السابقتين إلا أنها تختلف عنهما في كونها مغلقة في صندوق صغير ذو فتحة صغيرة يجب عند القياس وضعها في أشعة الشمس.

وتجدر الإشارة إلى استخدام مجسات من نوع جديد لقياس هذه الإشعاعية تعتمد على التحويلات الفولطاضوئية .

7.2 الطاقة الشمسية :-

تستقبل الأرض وغلانها الجوي باستمرار إشعاعات من الشمس تقدر بحوالي $1.7 \times 10^{17} \text{watt/m}^2$ من سكان العالم الذين يقدرون بـ 10 بليون نسمة مع إحتياجات قدرة إجمالية لكل نسمة 10kw سيحتاجون حوالي 10^{11}kw من

الطاقة ومن الواضح الآن أنه إذا أمكن تحويل الإشعاعات المعرضة لـ 1% فقط من سطح الأرض إلى طاقة مفيدة مع كفاءة 10% فإن الطاقة الشمسية التي يمكن أن تفي بإحتياجات الطاقة لكل سكان العالم وهناك مقارنة مذهشة أخرى وهي أن الطاقة الكلية على الأرض أقل من الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض في سنة واحدة، والطاقة الشمسية رغم ذلك شديدة الانتشار دورية ولا يعتمد عليها غالباً ولذلك تحتاج أنظمة ومكونات لتجميعها وتركيزها بكفاءة لتحويلها لأي استخدامات وتنفيذ التحويل بأكبر كفاءة ممكنة.

يمكن تقسيم مصادر الطاقة الشمسية إلى : -

- 1- أنظمة تجميع طبيعية مثل الرياح , أنواع الوقود العضوي المتجدد وغيرها .
- 2- أنظمة تجميع تكنولوجية مثل الأنظمة الفولطاضوئية والحرارية .

8.2 تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهربى : -

توجد تقنيتان أساسيتان لتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية:-

أ - التحويل المباشر للطاقة الإشعاعية من الشمس إلى جهد كهربائي وهو تحويل مرغوب جداً وله مستقبل واعد ويستعمل المواد شبه الموصلة .

ب - التحويل غير المباشر وذلك بالمرور بالتحويل الحراري إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربائية.

وتتميز منظومات التحويل المباشر للإشعاع الشمسي إلى كهرباء بسهولة الاستخدام وعدم تطلب درجة حرارة مرتفعة ويعتمد هذا التحويل على إستعمال الخلايا الشمسية .

الفصل الثالث

الخلايا الشمسية solar cells

1.3 مقدمة :-

إن تحويل أشعة الشمس المباشر إلي أشعة كهربائية هو أحد المنجزات العلمية الكبرى في القرن العشرين، وهو أفضل التقنيات المستخدمة حالياً في مجال الطاقة المتجددة .

لقد بدأت هذه التقنية منذ عقود عديدة لكنها دخلت مرحلة الإستغلال الفعلي عند إستخدامها في برامج الفضاء في نهاية الخمسينات من هذا القرن ولكن العائق في إستخدامها علي نطاق واسع ومن قبل عموم الناس هو كلفتها العالية ولقد إنخفض سعر الخلايا الشمسية مئات المرات في الوقت الحاضر عما كانت عليه في بداية الستينات ولكنها لا تزال مكلفة نسبياً الي الآن , والحقيقة هي عدم وجود أي صعوبات تقنية تمنع توسيع إنتشار هذه المنظومات ، فمدي إنتشار إستخدامها يعتمد علي كلفة الإنتاج وزيادة الكفاءة .

وخلال الأعوام المنصرمة حدث تقدم واسع في إنتاج الخلايا بكلفة معقولة وازدادت كفاءتها إلي أن وصلت 30% ، وأستخدمت الخلايا الشمسية في تطبيقات مختلفة كالإنارة والإتصالات، وضخ المياه وشحن البطاريات وتشغيل ثلاجات الأدوية وغيرها من الإستخدامات .

ومعظم تقنيات الخلايا الشمسية يتم تطبيقها في المناطق النائية حيث تبقى الخلايا الشمسية هي الأفضل إستخداماً وذلك لسهولة نصبها وعدم حاجتها لصيانة مستمرة وعدم مساهمتها في تلوث البيئة .

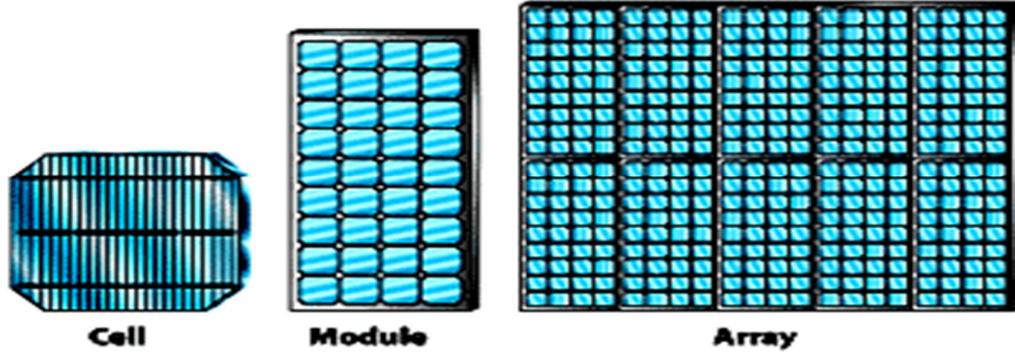
المادة الاولية التي تصنع منها الخلايا الشمسية هي السيلكون وهو متوفر دائماً في الطبيعة .

2.3 خلايا الفوتوفولتيك Photovoltaic Cells :-

هي عبارة عن مجموعة من الخلايا الكهربائية موصلة مع بعضها البعض في إطار واحد علي شكل لوحة، وكلمة فوتوفوليك هو إسم مشتق من طبيعة عمل الخلية فكلمة

photo تعني ضوء وكلمة فولتيك voltaic تعني كهرباء وهذا يعني تحويل ضوء الشمس الي كهرباء .

الخلايا الشمسية مصنوعة من المواد الشبه موصلة وغالبا تكون من مادة السيلكون .



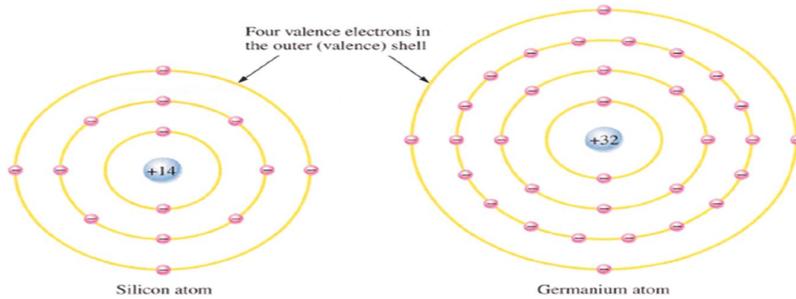
الشكل (1 . 2) يوضح تركيب اللوح الشمسي

3.3 المواد شبة موصلة :-

هي عناصر رباعية التكافؤ (يحتوي غلاف الذرة الخارجي علي أربع 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 تعرضها لإشعاع بطاقة كافية وهي نوعين :

1.3.3 مواد شبه موصلة نقية :-

هي مواد منقاه بعناية فائقة لتخفيض نسبة المواد الشائبة لأقل مستوي ممكن بإستخدام التكنولوجيا الحديثة ، مثل السيلكون الذي يحتوي علي 14 الكترون ، عشرة منها مرتبطة بالنواة وأربعة منها تكون في الغلاف الخارجي .



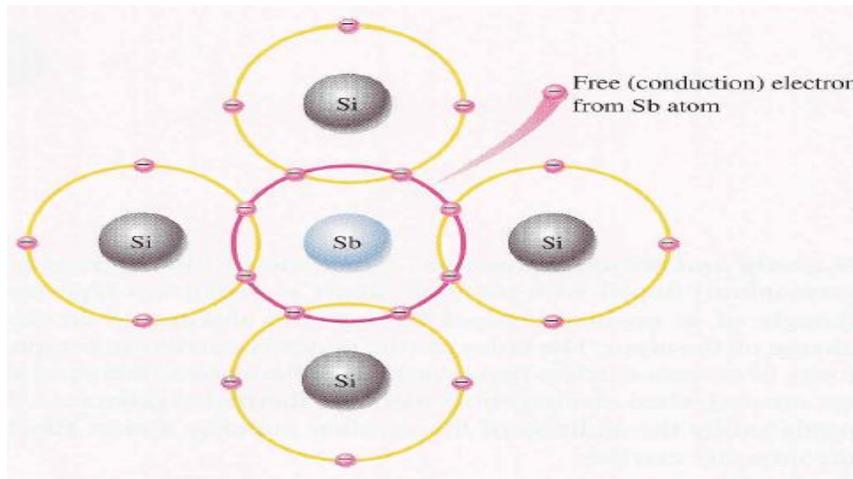
الشكل (2 . 3) يوضح توزيع الألكترونات لذرتي Si , Ge علي المدارات

2.3.3 مواد شبه موصلة مشوبة (غير نقية) :-

إذا أضفنا إلى مادة شبه موصلة نقية نسبة بسيطة من ذرات خماسية أو ثلاثية التكافؤ فإنه يصبح لدينا ما يعرف بمادة شبه الموصل المشوب وهي تنقسم بدورها إلى قسمين:

1.2.3.3 شبه موصل نوع n - :-

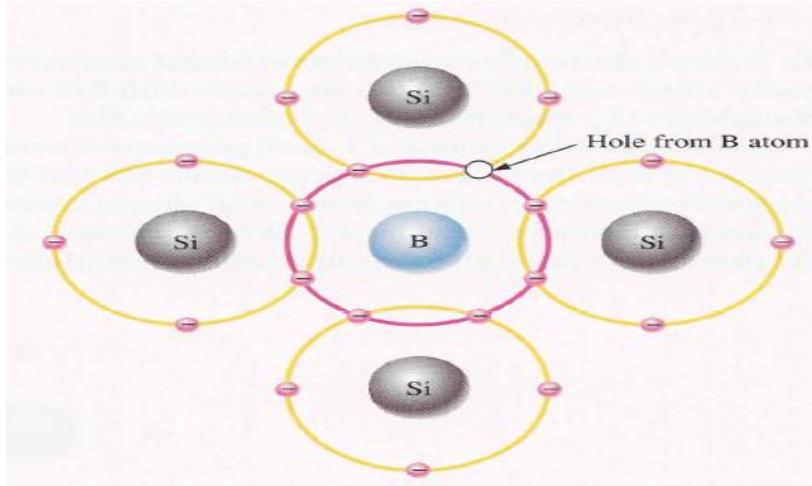
عند إضافة ذرات من مادة خماسية التكافؤ (الفسفور) إلى مادة السيلكون (رباعية التكافؤ) نجد أن أربعة من إلكترونات المدار الخارجي سترتبط بروابط تساهمية مع أربعة ذرات من السيلكون ويبقى الإلكترون الخامس "إلكترون حر" وعملية إضافة ذرة شائبة إلى شبه الموصل النقي تسمى الحقن doping .



الشكل (2 - 3) يوضح شبه موصل نقي Si مشوب بعنصر خماسي التكافؤ Sb

2.2.3.3 شبه الموصل نوع p - :-

يمكننا الحصول على هذا النوع من أشباه الموصلات بإضافة ذرات مادة شائبة ثلاثية التكافؤ مثل البورون B إلى مادة السيلكون النقية فعند عملية الحقن نجد أن الثلاث إلكترونات الخارجية لذرة البورون سوف ترتبط بثلاث ذرات من السيلكون برابطة تساهمية فعند درجة حرارة الغرفة فإن إلكترون ذرة السيلكون المجاورة ستكون له الطاقة الكافية لفك رابطة ليترك مكانه فجوة ينتج عنها ما يعرف بتيار الفجوات ولأن ذرة البورون قبلت هذا الإلكترون لذا فهي تسمى بالذرة القابلة .

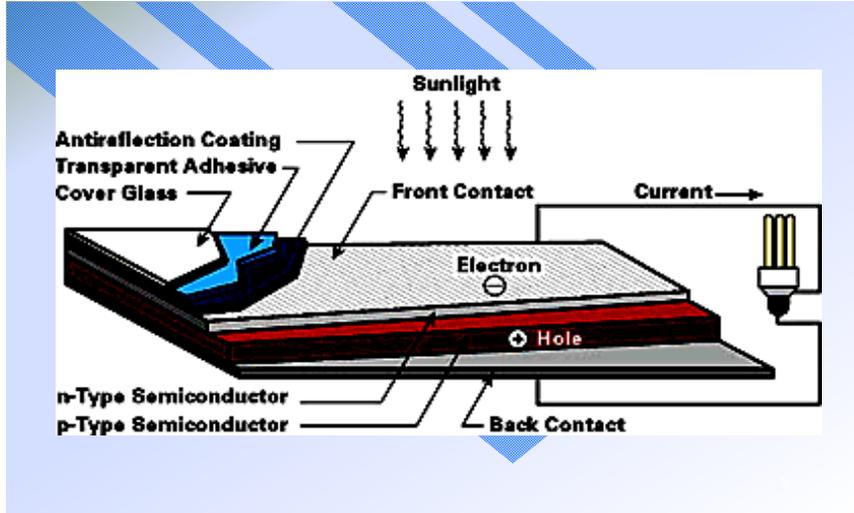


الشكل (2 - 4) يوضح شبة موصل نقي Si مشوب بعنصر ثلاثي التكافؤ B

4.3 تركيب الخلايا الشمسية :-

تتكون الخلية الشمسية من خط إتصال يفصل بين طبقتين خفيفتين من مادة شبة موصلة أحدهما موجبة وتدعي النوع - P بينما الأخرى سالبة وتدعي النوع - N ، إن النوع -N مصنوع من مادة السيلكون البلوري المطلي بطبقة خفيفة من شوائب الفسفور بطريقة تجعل طبقة الشوائب تسيطر علي الفائض من الالكترونات الحرة . وبما أن الالكترونات ذات شحنة سالبة فإن السيلكون المطلي بهذه الطريقة يدعي نوع - N السالب، أما النوع - P فهو مصنوع أيضا من مادة السيلكون البلوري ولكنه مطلي بطبقة خفيفة من الشوائب تدعي البورون تجعل المادة ذات عجز بالنسبة للالكترونات الحرة ، وهذه الالكترونات المفقودة تدعي ثقباً (Holes) وهذا يعني أن الشحنة الموجبة في هذه الطبقة أكثر من الشحنة السالبة ، فلذلك يعتبر السيلكون المطلي بهذه الطريقة هو نوع - P الموجب .

وعند ربط هاتين الطبقتين المختلفتين من المادة شبة الموصلة ببعضهما البعض سيظهر خط تماس بينهما يدعي خط الإرتباط (P-N junction) ، ويتكون بذلك مجال كهربائي في منطقة خط التماس يقوم بتحريك الجسيمات السالبة الشحنة إلي إتجاه معين والجسيمات الموجبة الشحنة الي إتجاه معاكس .



شكل (5-2) يوضح تركيب الخلية الشمسية

5.3 كيفية عمل الخلية الشمسية :-

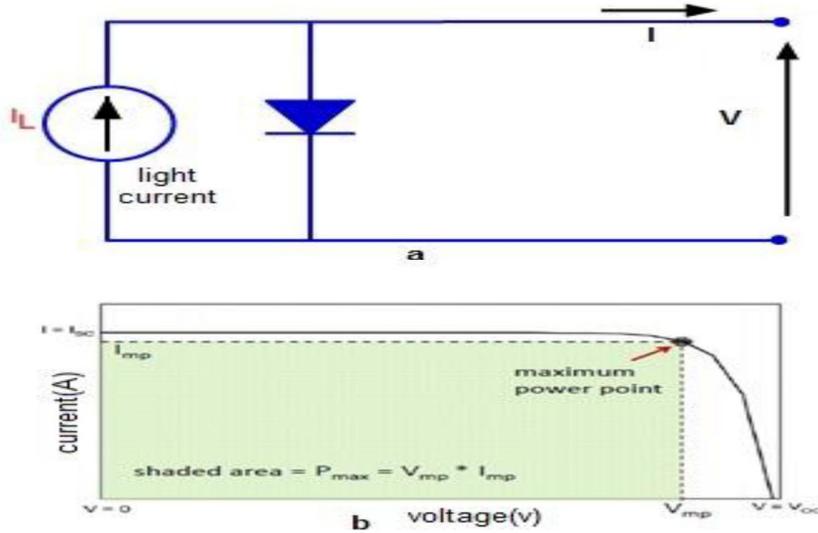
عند سقوط فوتونات الإشعاع الشمسي علي منطقة التماس (P-N junction) سنتقل تلك الفوتونات طاقتها الي بعض الالكترونات في المادة مسببة رفعها الي مستوي طاقة أعلى . ففي الظروف العادية تقوم الالكترونات بالمساعدة علي تماسك المواد مع بعضها بعضا مكونة رباطا متكافئاً مع الذرات القريبة ولكنها لا تستطيع الحركة وفي هذه الحالة المتحفزة بعد سقوط الاشعاع الشمسي فان الالكترونات تكون حرة لتوليد تيار كهربائي يمر خلال المادة، وعندما تتحرك الالكترونات تترك وراءها ثقوبا (Holes) في المادة تتحرك ايضاً. فعند منطقة الارتباط (P-N junction) فإن بعض الإلكترونات المجاورة لها تنجذب من نوع - N لتتحد مع الثقوب في نوع - P و بنفس الطريقة فإن الثقوب المجاورة في جهة P تنجذب لتتحد مع الإلكترونات السالبة في نوع - N و التأثير النهائي الناتج من هذا الوضع حول منطقة الارتباط هو وجود شحنة موجبة علي نوع - N و وجود شحنة سالبة علي نوع - P والمنطقة التي تقع حول منطقة الارتباط ستكون مفرغة من الشحنات وتسمى بذلك منطقة التفريغ أو الإستنزاف .

وعند تهيج الالكترونات في منطقة الإتصال بواسطة فوتونات الإشعاع الشمسي سنتفد الي منطقة التوصيل تاركة ورائها ثقوباً في منطقة التكافؤ و بذلك تتولد حوامل من الشحنة المزدوجة (زوج من إلكترون وثقب) ، إن توليد القوة الكهربائية يتطلب وجود فولتية وتيار، ولهذا فإنه لإنتاج قوة كهربائية علي الخلية يتطلب توليد فولتية بالاضافة الي التيار المجهز بواسطة حركة الالكترونات أما الفولتية فتجهز بواسطة تأثير المجال الكهربائي الداخلي حول منطقة الإستنزاف (P-N junction) .

6.3 خواص الخلية الشمسية:-

تختلف الخلية الشمسية عن الوصلة الثنائية العادية التي تستخدم في تقويم التيار المتردد وغير ذلك من إستخداماته في أن السطح الفاصل بين المنطقة نوع - N والمنطقة نوع - P المعروف بسطح الإلتصاق واسع المساحة ومعرض للضوء لذلك تصمم الخلية بحيث يكون هذا السطح كبيرا جدا لإمتصاص أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي و الأمر الثاني الذي يهتم به في التصنيع هو أن يكون هذا السطح قريبا جدا من سطح الخلية المعرض للإشعاع الشمسي أي أن الطبقة التي يدخل بها الأشعاع بحيث أن تكون رقيقة جدا بحيث لا تمتص إلا جزءاً صغيراً من الإشعاع.

1.6.3 الدائرة المكافئة للخلية الشمسية :-



الشكل (2 - 4) يوضح الدائرة المكافئة للخلية الشمسية

يمكن دراسة الخواص الكهربائية بالرجوع الي الشكل الذي يوضح الدائرة المكافئة للخلية الشمسية .

تتكون الدائرة المكافئة المبسطة من مصدر تيار ثابت I_L ينتجه الضوء الساقط علي الخلية ويتفرع الي فرعين أحدهما يكون التيار I_F الذي يمر بالمقاومة غير الخطية R_F التي تمثل الوصلة الثنائية والتيار الثاني I وهو التيار الذي يمر بمقاومة الحمل R والذي يمكن الإستفادة منه .

$$I = I_L - I_F = I_L - I_s (\exp (ev/kT) - 1) \quad (1.3)$$

ويعرف التيار I_{sc} بتيار الدائرة القصيرة ويساوي التيار I_L الذي يمكن الحصول عليه عندما تكون $R=0$.

$$I_{sc} = I_L \quad (2.3)$$

وإذا كانت الدائرة مفتوحة $I = 0$ نحصل علي فرق جهد ويسمي بفولت الدائرة المفتوحة V_{oc}

حيث أن

$$I = 0 = I_L - I_s (\exp (ev_{oc}/kT) - 1) \quad (3.3)$$

$$V_{oc} = (kT/e) \ln (1 + (I_L/I_s)) \quad (4.3)$$

وبما أن القدرة P تساوي حاصل ضرب التيار في فرق الجهد تكون

$$P = I V = V (I_L - I_s \exp (ev/kT)) \quad (5.3)$$

ويمكن الحصول علي القدرة القصوي بالعلاقة :

$$P_m = I_m V_m \quad (6.3)$$

القدرة القصوي تمثل أكبر مستطيل يمكن رسمه داخل المنحني المميز للخلية .

2.6.3 معامل الإمتلاء :

هو النسبة بين مساحة المستطيل الذي يمثل القدرة القصوي إلي المساحة تحت المنحني الذي يمثل القدرة الناتجة من حاصل ضرب تيار الدائرة القصيرة وجهد الدائرة المفتوحة.

$$FF = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} \quad (7.3)$$

يفيد عامل الإمتلاء كعامل جودة للخلية الشمسية وهو يصف مدي قرب المنحني للخلية الشمسية من المستطيل وهذه القيمة تكون دائما أقل من الواحد.

3.6.3 كفاءة الخلية الشمسية :

هي النسبة بين أقصى قدرة متحصل عليها من الخلية الشمسية إلي كمية الأشعة الساقطة علي الخلية في مساحة الخلية

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_{oc} I_{sc}}{G} \frac{FF}{A} \quad (8.3)$$

7.3 خواص الخلية وأتمادها علي شدة الإشعاع :-

يمكن الحصول علي عدة منحنيات وذلك بإيجاد عدة قيم لكل من V , I , وعندما تعرض الخلية للإشعاع G وتغير مقاومة الحمل .

ولدراسة تغير خواص الخلية مع شدة الإشعاع نرسم العلاقة بين G, I علاقة خطية والعلاقة بين V, G علاقة لوغريتمية ويعتمد التيار I علي شدة الإشعاع ومساحة الخلية ويتغير التيار الكلي حسب مقاومة الحمل كما يتغير V أيضا إلا أن V لا يعتمد علي مساحة الخلية ولكن يعتمد علي خواص الخلية ودرجة الحرارة .

8.3 التأثير الحراري للخلايا الشمسية :-

يؤثر إرتفاع درجة الحرارة علي خواص الخلية تأثيراً لا يمكن إهماله إذ يرتفع تيار الخلية إرتفاعاً طفيفاً و يحدث إرتفاع هذا التيار نتيجة لإنخفاض طاقة الفجوة E_g مع إرتفاع درجة الحرارة T ، وينخفض الجهد V خطياً مع إرتفاع درجة الحرارة نسبة للتغير الذي يحدث لتيار التشبع داخل شبه الموصل وبالتالي تنخفض القدرة ولهذا يكون هنالك إنخفاض في الكفاءة يجب أن يؤخذ في الإعتبار عند تصميم المولدات الكهروضوئية .

الباب الرابع الجانب العملي

1.4 مقدمة :-

يتضمن هذا الباب الجزء العملي , وتوضيح الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجربة ثم النتائج والمناقشة .

من خلال التجربة تم دراسة العلاقات بين درجة الحرارة وكفاءة و قدرة الخلايا الشمسية , حيث درجة الحرارة قيست بإستخدام الثيرموميتر الحراري , وأيضاً قيس الإشعاع الشمسي بإستخدام محطة سوبا الموجودة في مركز أبحاث الطاقة , ودراسة العلاقة بين الإشعاع الشمسي والتيار والجهد وتأثيره علي قدرة وكفاءة الخلية الشمسية .

كررت التجربة مرتين في خلال يومين 2017/9/24 و 2017/9/25 وأخذت قراءات مختلفة للتيار والجهد من الساعة 10 am وحتى 4 pm لتوضيح الفرق في تغير معدل الإشعاع اليومي

2.4 الأجهزة والأدوات المستخدمة :-

1- لوح شمسي (solar module) :-

هي مجموعة من الخلايا الشمسية المصنعة من السيليكون .

جدول (1.4) يوضح مواصفات اللوح :

المقدار	الوصف
17.5 V	الفولتية V_m
0.57 A	التيار I_m
10W	أقصى قدرة P_m
22.05 V	فولتية الدائرة المفتوحة V_{oc}
0.64 A	تيار الدائرة القصيرة I_{sc}
0.06557m ²	المساحة A

1- فولتميتر Voltammeter .

3- أميتر Ammeter .

4- مقاومة متغيرة Variable resistance .

5- جهاز ثيرموميتر Thermometer device .

3.4 طريقة العمل method :-

لنحصل علي منحنى الخواص للخلية الشمسية عرض اللوح إلى الإشعاع الشمسي متجة إلى الجنوب بزاوية 15° ثم حسب جهد الدائرة المفتوحة V_{oc} عندما تكون $R = \infty \Omega$ وكذلك حسب تيار الدائرة القصيرة I_{sc} عندما تكون $R = 0 \Omega$ ثم أخذت قراءات مختلفة لقيم V و I وذلك بالتغيير في قيم المقاومة المتغيرة من 0Ω وحتى 90Ω ورصدت النتائج ليومين من الساعة 10am وحتى 4pm .

4.4 النتائج :-

جدول (2.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (10-11) am ليوم 2017/9/24م

Day : 25 / 9 / 2017	Time : 10 am Temperature= 41 c			Time : 11 am Temperature= 42 c		
Angle = 15°	Open Circuit Voltage($V_{oc}=20.5V$)			Open Circuit Voltage($V_{oc}=20.5V$)		
	Short Circuit Current ($I_{sc}=0.33A$)			Short Circuit Current($I_{sc}=0.46A$)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.33	0.00000	0	0.46	0.00000
10	3.5	0.33	1.15500	5	0.45	2.25000
20	7	0.33	2.31000	9.5	0.45	4.27500
30	10.5	0.32	3.36000	13.5	0.44	5.94000
40	13.5	0.32	4.32000	16	0.38	6.08000
50	15.5	0.3	4.65000	16.5	0.32	5.28000
60	17	0.27	4.59000	17.5	0.28	4.90000
70	17.5	0.24	4.20000	18	0.24	4.32000
80	18	0.22	3.96000	18	0.22	3.96000
90	18	0.2	3.60000	18.5	0.2	3.70000
∞	20.5	0	0.00000	20.5	0	0.00000

جدول (3.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (1-12)pm ليوم 2017/9/24م

Day : 25 / 9 / 2017	Time : 12 Pm Temperature= 46 c			Time : 1 Pm Temperature= 48 c		
Angle = 15°	Open Circuit Voltage($V_{oc}=20.5V$)			Open Circuit Voltage($V_{oc}=20 V$)		
	Short Circuit Current ($I_{sc}=0.48 A$)			Short Circuit Current($I_{sc}=0.48 A$)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.48	0.0000	0	0.48	0.0000
10	5.5	0.48	2.6400	5.5	0.48	2.6400
20	10	0.48	4.8000	10.5	0.48	5.0400
30	14.5	0.48	6.9600	14	0.45	6.3000
40	16	0.38	6.0800	16	0.38	6.0800
50	17	0.33	5.6100	16.5	0.32	5.2800
60	17.5	0.28	4.9000	17	0.28	4.7600
70	18	0.25	4.5000	17.5	0.24	4.2000
80	18	0.22	3.9600	18	0.22	3.9600
90	18.5	0.2	3.7000	18	0.2	3.6000
∞	20.5	0	0.0000	20	0	0.0000

جدول (4.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (3-2)pm ليوم 2017/9/24م

Day : 25 / 9 / 2017	Time : 2 Pm Temperature= 50 c			Time : 3 Pm Temperature= 50 c		
Angle = 15°	Open Circuit Voltage($V_{oc}=20V$)			Open Circuit Voltage($V_{oc}=19.5 V$)		
	Short Circuit Current ($I_{sc}=0.43 A$)			Short Circuit Current($I_{sc}=0.34 A$)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.43	0.0000	0	0.34	0.0000
10	4.5	0.43	1.9350	4	0.34	1.3600
20	9	0.43	3.8700	7.5	0.34	2.5500
30	13.5	0.42	5.6700	11	0.34	3.7400
40	15.5	0.36	5.5800	14	0.33	4.6200
50	16.5	0.32	5.2800	15.5	0.3	4.6500
60	17	0.28	4.7600	16.5	0.26	4.2900
70	17.5	0.24	4.2000	17	0.24	4.0800
80	17.5	0.22	3.8500	17.5	0.21	3.6750
90	18	0.2	3.6000	17.5	0.19	3.3250
∞	20	0	0.0000	19.5	0	0.0000

جدول (5.4) يوضح النتائج للتجربة للساعة 4pm ليوم 2017/9/24م

Day : 25 / 9 / 2017	Time : 4 Pm Temperature= 54 c		
Angle = 15 ⁰	Open Circuit Voltage(V _{oc} =20V)		
	Short Circuit Current (I _{sc} =0.24 A)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.24	0.0000
10	2.5	0.24	0.6000
20	5	0.24	1.2000
30	7.5	0.24	1.8000
40	9.5	0.24	2.2800
50	12	0.23	2.7600
60	14	0.22	3.0800
70	15.5	0.21	3.2550
80	16.5	0.2	3.3000
90	17	0.19	3.2300
∞	20	0	0.0000

جدول (6.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (10-11)am ليوم 2017/9/25م

Day : 24 / 9 / 2017	Time : 10 am Temperature= 40c			Time : 11 am Temperature= 44 c		
Angle = 15 ⁰	Open Circuit Voltage(V _{oc} =20.5V)			Open Circuit Voltage(V _{oc} =20 V)		
	Short Circuit Current (I _{sc} =0.33 A)			Short Circuit Current(I _{sc} =0.44 A)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.33	0.0000	0	0.44	0.0000
10	3	0.33	0.9900	4.5	0.44	1.9800
20	7	0.33	2.3100	9	0.44	3.9600
30	10.5	0.33	3.4650	13.5	0.43	5.8050
40	13.5	0.33	4.4550	16	0.38	6.0800
50	15.5	0.3	4.6500	17	0.33	5.6100
60	16.5	0.27	4.4550	17.5	0.28	4.9000
70	17	0.24	4.0800	18	0.25	4.5000
80	18	0.22	3.9600	18.5	0.22	4.0700
90	18.5	0.2	3.7000	18.5	0.2	3.7000
∞	20	0	0.0000	20	0	0.0000

جدول (7.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (1-12)pm ليوم 2017/9/25م

Day : 24 / 9 / 2017	Time : 12 Pm Temperature= 45 c			Time : 1 Pm Temperature= 46 c		
Angle = 15 ⁰	Open Circuit Voltage(V _{oc} =20.2V)			Open Circuit Voltage(V _{oc} =20 V)		
	Short Circuit Current (I _{sc} =0.47 A)			Short Circuit Current(I _{sc} =0.47 A)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.47	0.0000	0	0.47	0.0000
10	5	0.47	2.3500	5	0.47	2.3500
20	10	0.47	4.7000	10	0.47	4.7000
30	14.5	0.45	6.5250	14	0.44	6.1600
40	16	0.38	6.0800	16	0.38	6.0800
50	17	0.33	5.6100	17	0.33	5.6100
60	17.5	0.28	4.9000	17.5	0.28	4.9000
70	18	0.25	4.5000	18	0.25	4.5000
80	18	0.22	3.9600	18	0.22	3.9600
90	18.5	0.2	3.7000	18.5	0.2	3.7000
∞	20.2	0	0.0000	20	0	0.0000

جدول (8.4) يوضح النتائج للتجربة لساعتي (3-2)pm ليوم 2017/9/25م

Day : 24 / 9 / 2017	Time : 2 Pm Temperature= 49 c			Time : 3 Pm Temperature= 54 c		
Angle = 15 ⁰	Open Circuit Voltage(V _{oc} =20V)			Open Circuit Voltage(V _{oc} =20.5 V)		
	Short Circuit Current (I _{sc} =0.42 A)			Short Circuit Current(I _{sc} =0.34 A)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.42	0.0000	0	0.34	0.0000
10	4.5	0.42	1.8900	3.5	0.34	1.1900
20	9	0.42	3.7800	7	0.34	2.3800
30	13	0.42	5.4600	10.5	0.34	3.5700
40	15.5	0.37	5.7350	13.5	0.33	4.4550
50	16.5	0.32	5.2800	15.5	0.3	4.6500
60	17	0.28	4.7600	16.5	0.26	4.2900
70	17.5	0.24	4.2000	17	0.24	4.0800
80	18	0.22	3.9600	17.5	0.22	3.8500
90	18	0.2	3.6000	17.5	0.2	3.5000
∞	20	0	0.0000	20	0	0.0000

جدول (9.4) يوضح النتائج للتجربة للساعة 4pm ليوم 2017/9/25م

Day : 14 / 2 / 2017	Time : 4 Pm Temperature= 48 c		
Angle = 15°	Open Circuit Voltage(V _{oc} =20V)		
	Short Circuit Current (I _{sc} =0.23 A)		
Resistance (R) Ω	V (v)	I (A)	P (w)
0	0	0.23	0.0000
10	2.5	0.23	0.5750
20	5	0.23	1.1500
30	7	0.23	1.6100
40	9.5	0.23	2.1850
50	12	0.23	2.7600
60	14	0.22	3.0800
70	15	0.21	3.1500
80	16	0.2	3.2000
90	17	0.18	3.0600
∞	20	0	0.0000

5.4 الحسابات :

أولاً حساب معامل الإمتلاء ليوم 2017/9/24 :-

$$FF_{at 10 Am} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{15.5}{20} \times \frac{0.3}{0.33} = \frac{4.65}{6.6} = 0.7045$$

$$FF_{at 11 Am} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{16}{20.5} \times \frac{0.38}{0.44} = \frac{6.08}{9.02} = 0.6740$$

$$FF_{at 12 Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{14.5}{20.2} \times \frac{0.48}{0.47} = \frac{6.96}{9.494} = 0.733$$

$$FF_{at 1 Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{14}{20} \times \frac{0.44}{0.47} = \frac{6.16}{9.4} = 0.6553$$

$$FF_{at\ 2\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{15.5}{20} \times \frac{0.37}{0.42} = \frac{5.735}{8.4} = 0.6827$$

$$FF_{at\ 3\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{15.5}{20} \times \frac{0.3}{0.34} = \frac{4.65}{6.8} = 0.6838$$

$$FF_{at\ 4\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{16}{20} \times \frac{0.2}{0.23} = \frac{3.2}{4.6} = 0.6957$$

معامل الإمتلاء ليوم 2017/9/25 :-

$$FF_{at\ 10\ Am} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{15.5}{20.5} \times \frac{0.3}{0.33} = \frac{4.65}{6.765} = 0.6874$$

$$FF_{at\ 11\ Am} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{16}{20.5} \times \frac{0.38}{0.46} = \frac{6.08}{9.84} = 0.6179$$

$$FF_{at\ 12\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{14.5}{20.5} \times \frac{0.46}{0.48} = \frac{6.67}{9.84} = 0.6774$$

$$FF_{at\ 1\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{14}{20} \times \frac{0.45}{0.48} = \frac{6.3}{9.6} = 0.6563$$

$$FF_{at\ 2\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{13.5}{20} \times \frac{0.42}{0.43} = \frac{5.67}{8.6} = 0.6593$$

$$FF_{at\ 3\ Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{15.5}{19.5} \times \frac{0.3}{0.34} = \frac{4.65}{6.63} = 0.7014$$

$$FF_{at 4 Pm} = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{16}{20} \times \frac{0.2}{0.23} = \frac{3.2}{4.6} = 0.6957$$

ثانياً حساب الكفاءة للخلية الشمسية المستخدمة ليوم 2017/9/24 :

$$\eta_{at 10 Am} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{15.5 \times 0.3}{587.6731 \times 0.06557} = 0.121 = 12.1 \%$$

$$\eta_{at 11 Am} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{16 \times 0.38}{751.6057 \times 0.06557} = 0.123 = 12.3 \%$$

$$\eta_{at 12 Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{14.5 \times 0.48}{818.6022 \times 0.06557} = 0.13 = 13 \%$$

$$\eta_{at 1 Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{14 \times 0.44}{829.1063 \times 0.06557} = 0.113 = 11.3 \%$$

$$\eta_{at 2 Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{15.5 \times 0.37}{755.1853 \times 0.06557} = 0.116 = 11.6 \%$$

$$\eta_{at 3 Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{G A} = \frac{15.5 \times 0.3}{672.8706 \times 0.06557} = 0.10 = 10.5 \%$$

$$\eta_{at 4 Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{G A} = \frac{16 \times 0.2}{431.945 \times 0.06557} = 0.11 = 11.3 \%$$

حساب الكفاءة للخلية الشمسية المستخدمة ليوم 2017/9/25 - :

$$\eta_{at\ 10\ Am} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{15.5 \times 0.3}{394.8947 \times 0.06557} = 0.179 = 17.9\%$$

$$\eta_{at\ 11\ Am} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{16 \times 0.38}{657.0304 \times 0.06557} = 0.141 = 14.1\%$$

$$\eta_{at\ 12\ Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{14.5 \times 0.46}{806.1472 \times 0.06557} = 0.126 = 12.6\%$$

$$\eta_{at\ 1\ Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{14 \times 0.45}{844.485 \times 0.06557} = 0.114 = 11.4\%$$

$$\eta_{at\ 2\ Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{13.5 \times 0.42}{783.6217 \times 0.06557} = 0.11 = 11\%$$

$$\eta_{at\ 3\ Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{15.5 \times 0.3}{674.4788 \times 0.06557} = 0.105 = 10.5\%$$

$$\eta_{at\ 4\ Pm} = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{V_m I_m}{G A} = \frac{16 \times 0.2}{469.5783 \times 0.06557} = 0.104 = 10.4\%$$

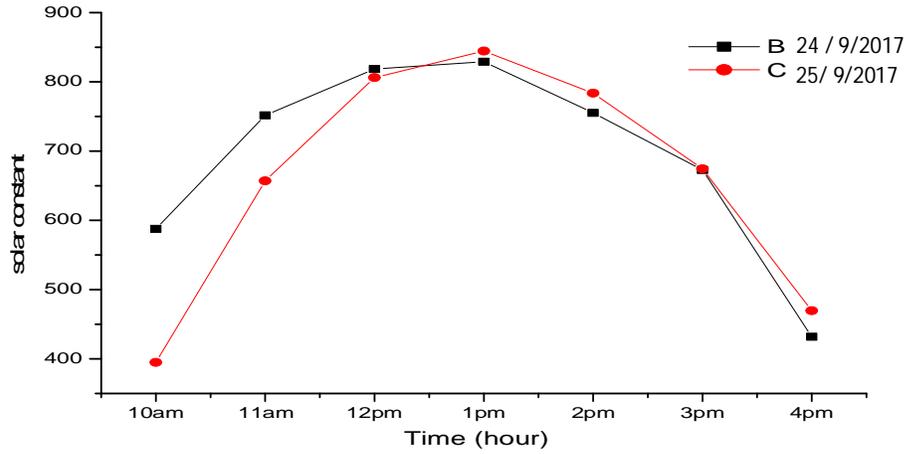
جدول (10.4) يوضح تأثير الثابت الشمسي ودرجة الحرارة على معامل الإمتلاء وكفاءة الخلية الشمسية ليومي 24 و 25 شهر 9 / 2017م .

2017/9/25					2017/9/24					الزمن T
أقصى قدرة Pm	FF	η	الثابت الشمسي W/m ² (G)	درجة الحرارة (c)	أقصى قدرة Pm	FF	η	الثابت الشمسي W/m ² (G)	درجة الحرارة (c) T	
4.65	0.6874	17.9%	394.8947	40	4.65	0.7045	12.1%	587.6731	41	10am
6.08	0.6179	14.1%	657.0304	44	6.08	0.7045	12.6%	751.6057	42	11 am
6.96	0.6774	12.6%	806.1472	45	6.53	0.6783	13%	818.6022	46	12pm
6.3	0.6563	11.4%	844.485	46	6.16	0.6553	11.3%	829.1063	48	1pm
5.67	0.6593	11%	783.6217	49	5.74	0.6827	11.6%	755.1853	50	2pm
4.65	0.7014	10.5%	674.4788	54	4.65	0.6838	10.5%	672.8706	50	3pm
3.3	0.6957	10.4%	469.5783	48	3.2	0.6957	11.3%	431.945	54	4pm

جدول (11.4) يوضح أقصى جهد وأقصى تيار ليومي 24 و 25 شهر 9 / 2017م.

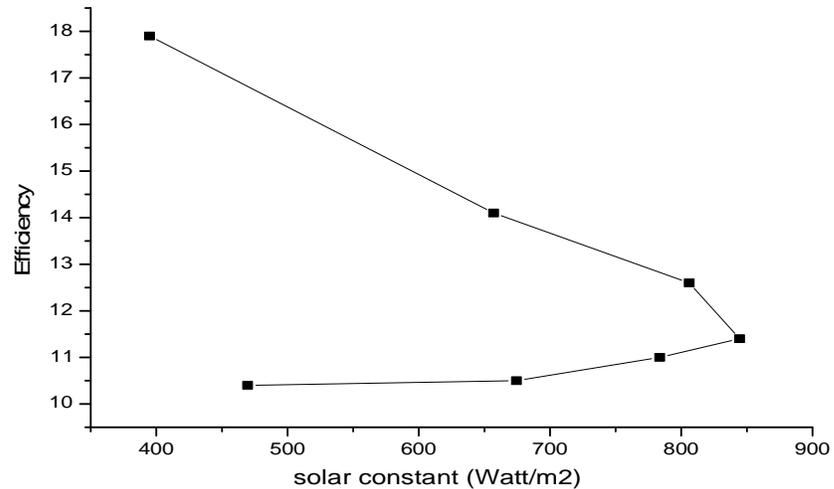
15.5	15.5	15.5	14	14.5	16	15.5	V _m	9/24
0.3	0.3	0.37	0.44	0.45	0.38	0.3	I _m	
15.5	15.5	13.5	14	14.5	16	15.5	V _m	9/25
0.3	0.3	0.42	0.45	0.46	0.38	0.3	I _m	

6.4 المناقشة :-



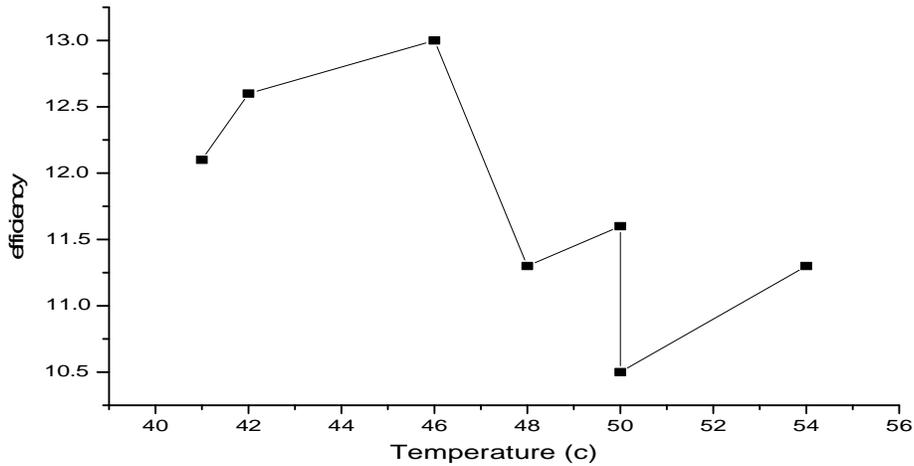
شكل (1.4) يوضح العلاقة بين الزمن (Time (hour) و الثابت الشمسي solar constant (Watt/m²) ليوم 24 و 25 من شهر 2017/9

نستنتج من الشكل أن معدل الإشعاع الشمسي يتزايد تدريجياً في الفترة الصباحية من الساعة 10am وحتى يبلغ ذروته في تمام الساعة 1pm, ثم تنعكس الصورة في الفترة المسائية بحيث ينقص معدل الإشعاع تدريجياً من الساعة 1pm حتى يصبح أقل عند الساعة 4pm كما كان أقل عند الساعة 10am .



الشكل (2.4) يوضح العلاقة بين الإشعاع الشمسي solar constant (Watt/m²) والكفاءة efficiency

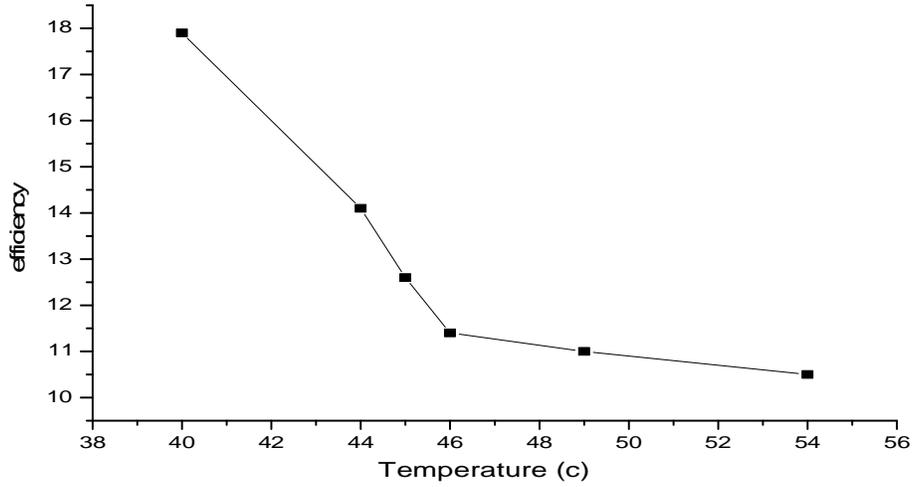
نستنتج من الشكل أن كفاءة الخلية الشمسية تتناسب عكسيا مع الإشعاع الشمسي حيث أن الكفاءة تتناقص تدريجا في الفترة الصباحية مع زيادة الإشعاع الشمسي حتي بلغ أقصى قيمة له 844.485 وهي التي يكون عندها نظريا أقل كفاءة لكن وجد أن الكفاءة أقل كثيرا عند الإشعاع الشمسي 469.5783 مساءا ويرجع ذلك السبب علي أن درجة الحرارة عند الإشعاع الشمسي 469.5783 هي أكبر من درجة الحرارة عند الإشعاع الشمسي 844.485 وأن درجة الحرارة علاقتها مع الكفاءة علاقة عكسية .



شكل (3.4) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة Temperature(c) والكفاءة efficiency

ليوم 2017/9/24

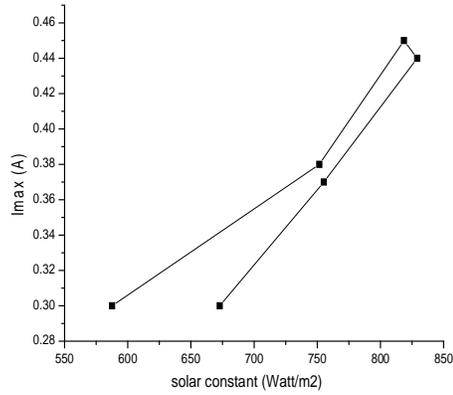
من الشكل نجد أن العلاقة بين درجة حرارة سطح الخلية والكفاءة علاقة عكسية وأما النقاط الشاذة في المنحني هي النقاط التي تكون عندها الثابت الشمسي كبير مقارنة بالنقاط غير الشاذة لكن يبقى الأصل أن العلاقة عكسية بينهما فمثلا عند درجة حرارة 46°C نجد أن الكفاءة عندها 13% مقارنة مع درجة الحرارة 41 °C والتي نجد أن الكفاءة عندها 12.1% ويرجع ذلك السبب لإختلافهما في الإشعاع ا



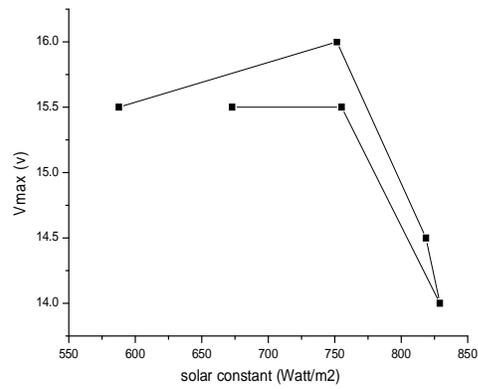
شكل (4.4) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة (c) Temperature والكفاءة efficiency

ليوم 2017/9/25

من الشكل نجد أن العلاقة بين درجة حرارة سطح الخلية وكفاءة الخلية الشمسية ليوم 2017/9/25 علاقة عكسية .



(b)



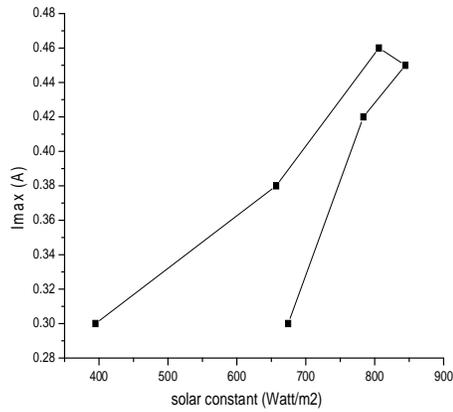
(a)

شكل (5.4) يوضح العلاقة بين الإشعاع الشمسي G وأقصى تيار I_{max} وأقصى جهد V_{max}

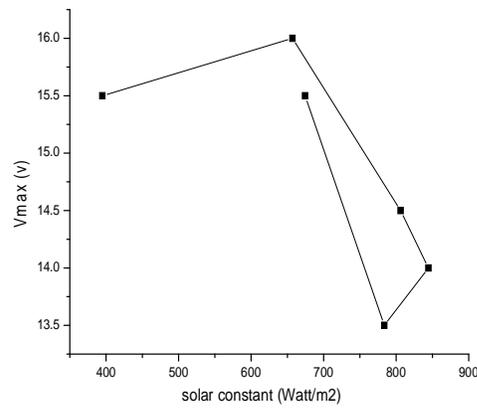
ليوم 2017-9-24

نستنتج من الشكل (a) أن العلاقة أسية بين الجهد الاقصى والثابت الشمسي حيث يقل الجهد أسياً كلما زاد معدل الإشعاع الشمسي في الفترة من 10am وحتى 1pm ثم يتزايد الجهد أسياً وهي تمثل كصورة عكسية للفترة من 1pm وحتى 4pm .

ومن الشكل (b) نجد أن العلاقة بين التيار الذي يعطي أقصى قدرة والثابت الشمسي هي علاقة طردية بحيث يزيد التيار كلما زاد معدل الإشعاع الشمسي ويتزايد هذا المعدل في الفترة من 10am وحتى 1pm ويبلغ التيار زروته 0.45A عند أقصى معدل إشعاع للشمس في تمام الساعة 1pm , ثم تبدأ الصورة المعكوسة وكأنها مرآة في الفترة 1pm وحتى 4pm بحيث يقل التيار كلما قل معدل الإشعاع .



(b)



(a)

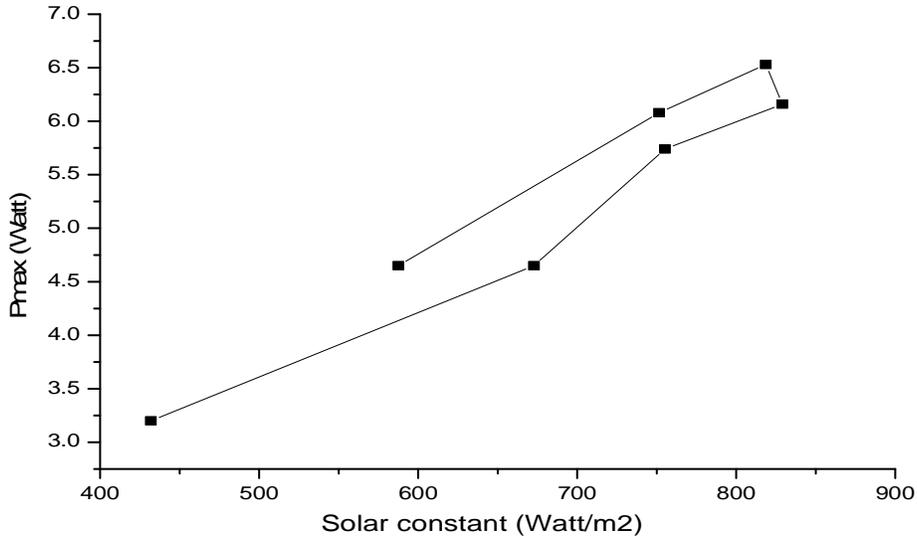
شكل (6.4) يوضح العلاقة بين الإشعاع الشمسي G وأقصى تيار I_{max} وأقصى جهد V_{max}

ليوم 2017-9-25

بمقارنة هاذين الشكلين (a) و (b) ليوم 2017-9-24 مع الشكلين (a) و (b) ليوم 2017-9-25 نجد أن لهما نفس التفسير في العلاقة ولكن نستنتج أن معدل الإشعاع يختلف من يوم ليوم آخر لا سيما أن يكون من فصل لفصل آخر ولعل يرجع ذلك السبب للتغيرات الجوية والمناخية .

نستنتج من الشكل (a) أن العلاقة أسية بين الجهد الاقصى والإشعاع الشمسي حيث يقل الجهد أسياً كلما زاد معدل الإشعاع الشمسي في الفترة من 10am وحتى 1pm ثم يتزايد الجهد أسياً وهي تمثل كصورة عكسية للفترة من 1pm وحتى 4pm .

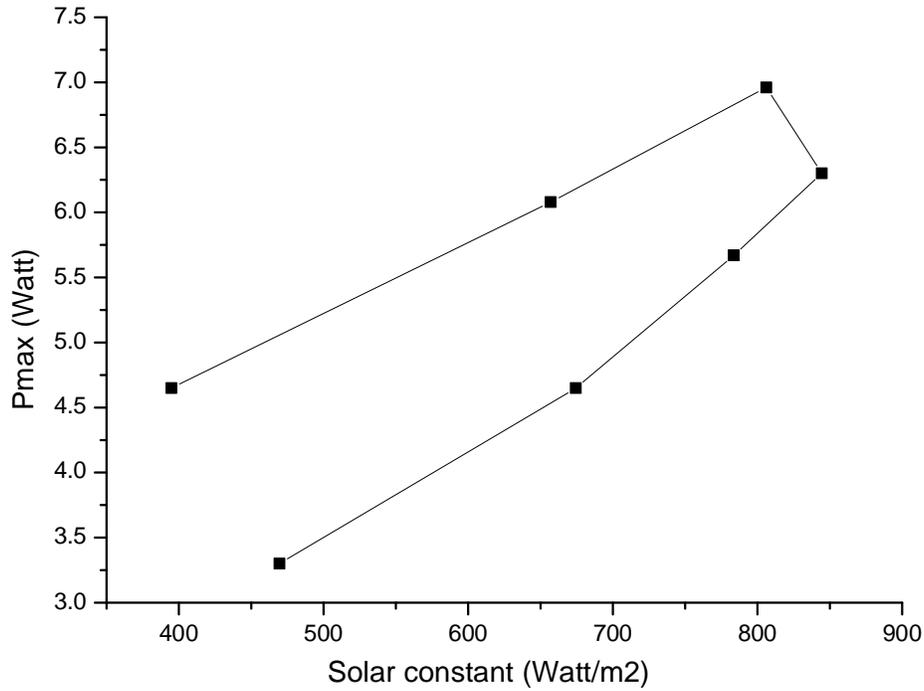
ومن الشكل (b) نجد أن العلاقة بين التيار الذي يعطي أقصى قدرة والإشعاع الشمسي هي علاقة طردية بحيث يزيد التيار كلما زاد معدل الإشعاع الشمسي ويتزايد هذا المعدل في الفترة من 10am وحتى 1pm ويبلغ التيار ذروته 0.45A عند أقصى معدل إشعاع للشمس في تمام الساعة 1pm , ثم تبدأ الصورة المعكوسة وكأنها مرآة في الفترة 1pm وحتى 4pm بحيث يقل التيار كلما قل معدل الإشعاع .



شكل(7.4) يوضح العلاقة بين الثابت الشمسي والقدرة القصوي للخلية الشمسية

ليوم 2017/9/24

نجد ان العلاقة بين الإشعاع الشمسي والقدرة القصوي هي علاقة طردية حيث يزيد معدل الإشعاع في الفترة من 10am وحتى 1pm وبالتالي تزيد القدرة تدريجيا مع زيادة معدل الإشعاع الشمسي ,ثم تنعكس الصورة وكأنها مرآة في الفترة من 1pm وحتى الفترة 4pm بحيث تنقص القدرة القصوي تدريجيا مع نقصان معدل الإشعاع الشمسي .



شكل (8.4) يوضح العلاقة بين الإشعاع الشمسي والقدرة القصوي للخلية الشمسية

ليوم 2017/9/25

بمقارنة هذا الشكل ليوم 2017-9-24 مع الشكل ليوم 2017-9-25 نجد أن لهما نفس التفسير في العلاقة بين معدل الإشعاع Solar constant والقدرة القصوي Power max ولكن نستنتج أن الفرق بينهما ناتج من الفرق في معدل الإشعاع اليومي الذي يختلف من يوم ليوم آخر فضلا علي أن يكون من فصل لفصل آخر ولعل يرجع ذلك السبب للتغيرات الجوية والمناخية أو غيرها من الأسباب التي تغير من كمية معدل الإشعاع اليومي في الفصل الواحد .

كما واضح من الشكل نجد ان العلاقة بين الثابت الشمسي والقدرة القصوي هي علاقة طردية حيث يزيد معدل الإشعاع في الفترة من 10am وحتى 1pm وبالتالي تزيد القدرة تدريجيا مع زيادة معدل الإشعاع الشمسي, ثم تنعكس الصورة وكانها مرآة في الفترة من 1pm وحتى الفترة 4pm بحيث تنقص القدرة القصوي تدريجيا مع نقصان معدل الإشعاع الشمسي .

7.4 الخاتمة :-

توصلت الدراسة إلي أن خصائص ومتغيرات الخلية الشمسية السيليكونية تتغير تبعاً لتغير الإشعاع الشمسي الذي يتغير يوميا حسب تغير الفصول و التغيرات الجوية مثل السحب وغيرها والحصول علي أن كلما زاد معدل الإشعاع زادت القدرة الناتجة من الخلية الشمسية وبالتالي زيادة الكفاءة , وكذلك تتغير خصائص ومتغيرات الخلية الشمسية تبعاً لتغير درجة الحرارة والحصول علي أن درجة الحرارة تتناسب تناسباً عكسياً مع كفاءة وقدرة الخلية الشمسية .

8.4 التوصيات :-

- 1- إجراء دراسات عملية للخلية الشمسية في مناطق أقل درجة حرارة مثل أن تكون قريبة من البحر أو النهر .
- 2- إجراء دراسات عن تأثير زاوية ميلان الإشعاع الشمسي علي كفاءة الخلية الشمسية وذلك عن طريق تتبع الحركة الظاهرية للشمس من الشروق إلي الغروب .
- 3- دراسة عمر الألواح الشمسية المنتجة بواسطة مصنع تجميع الخلايا الشمسية بسوبا وملائمتها لجو السودان الذي يتميز بدرجة حرارة عالية .
- 4- دراسة تأثير الحرارة والرطوبة علي عمر الخلايا الشمسية .

المراجع

- 1- منتصر محمد، 2004م، تأثير الحرارة علي كفاءة وقدرة الخلية الشمسية، معهد أبحاث الطاقة .
- 2- وائل حسين، 2017م، تأثير الحرارة علي قدرة الخلية الشمسية السيليكونية بولاية الخرطوم، جامعة امدرمان الإسلامية .
- 3- وحيد مصطفى أحمد، 2009م، مصادر وأنظمة الطاقة المتجددة، القاهرة، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
- 4- إسلام، أحمد، 1988م، الطاقة ومصادرها المختلفة، القاهرة، مركز الإهرام للترجمة والنشر.
- 5- نبيل شهيد، 2006م، حساب الإشعاع الشمسي الساعي بمساعدة حاسوب، مجلة الطاقة والحياة، العدد 23.
- 6- إحسان الجادري، يونس محمود، أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتائج العماري، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 11، متاح علي www.pdfactory.com .
- 7- عثمان، إبراهيم محمد، أجهزة الطاقة الشمسية، الأسكندرية، منشأة المعارف 1991م.
- 8- خوجلي، أحمد، 2002م مبادئ فيزياء الجوامد، الخرطوم، عزة للنشر والتوزيع.

9.4 الملحق :-

أولاً معدل الإشعاع ليوم 2017/9/24م

Solar Sensor	
solar_irradiance	
[W/m²]	
2017-09-24 00:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 00:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 00:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 00:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 00:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 00:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 01:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 02:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 03:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 04:00:00	<u>0</u>

2017-09-24 04:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 04:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 04:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 04:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 04:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:40:00	<u>0</u>
2017-09-24 05:50:00	<u>0</u>
2017-09-24 06:00:00	<u>0</u>
2017-09-24 06:10:00	<u>0</u>
2017-09-24 06:20:00	<u>0</u>
2017-09-24 06:30:00	<u>0</u>
2017-09-24 06:40:00	<u>0.9516</u>
2017-09-24 06:50:00	<u>6.2531</u>
2017-09-24 07:00:00	<u>14.4198</u>
2017-09-24 07:10:00	<u>27.6476</u>
2017-09-24 07:20:00	<u>48.7635</u>
2017-09-24 07:30:00	<u>63.6153</u>
2017-09-24 07:40:00	<u>50.6807</u>
2017-09-24 07:50:00	<u>63.0762</u>
2017-09-24 08:00:00	<u>129.0456</u>
2017-09-24 08:10:00	<u>214.7792</u>
2017-09-24 08:20:00	<u>180.2391</u>
2017-09-24 08:30:00	<u>156.1892</u>
2017-09-24 08:40:00	<u>163.2069</u>
2017-09-24 08:50:00	<u>248.2027</u>
2017-09-24 09:00:00	<u>439.5679</u>
2017-09-24 09:10:00	<u>462.3198</u>

2017-09-24 09:20:00	495.3975
2017-09-24 09:30:00	515.7178
2017-09-24 09:40:00	559.7717
2017-09-24 09:50:00	580.9372
2017-09-24 10:00:00	587.6731
2017-09-24 10:10:00	618.814
2017-09-24 10:20:00	641.3549
2017-09-24 10:30:00	647.7124
2017-09-24 10:40:00	674.6348
2017-09-24 10:50:00	726.0097
2017-09-24 11:00:00	751.6057
2017-09-24 11:10:00	755.3605
2017-09-24 11:20:00	778.9617
2017-09-24 11:30:00	791.3449
2017-09-24 11:40:00	784.5836
2017-09-24 11:50:00	800.0093
2017-09-24 12:00:00	818.6022
2017-09-24 12:10:00	828.4943
2017-09-24 12:20:00	824.6071
2017-09-24 12:30:00	849.6293
2017-09-24 12:40:00	846.6844
2017-09-24 12:50:00	832.001
2017-09-24 13:00:00	829.1063
2017-09-24 13:10:00	821.3702
2017-09-24 13:20:00	787.3403
2017-09-24 13:30:00	791.5056
2017-09-24 13:40:00	747.0206
2017-09-24 13:50:00	746.4675
2017-09-24 14:00:00	755.1853
2017-09-24 14:10:00	722.9548
2017-09-24 14:20:00	725.4401
2017-09-24 14:30:00	689.2397

2017-09-24 14:40:00	693.088
2017-09-24 14:50:00	678.3105
2017-09-24 15:00:00	672.8706
2017-09-24 15:10:00	616.5726
2017-09-24 15:20:00	557.9796
2017-09-24 15:30:00	567.0008
2017-09-24 15:40:00	523.3914
2017-09-24 15:50:00	498.0208
2017-09-24 16:00:00	431.945
2017-09-24 16:10:00	424.2099
2017-09-24 16:20:00	380.9241
2017-09-24 16:30:00	341.7163
2017-09-24 16:40:00	315.9544
2017-09-24 16:50:00	205.3481
2017-09-24 17:00:00	135.6719
2017-09-24 17:10:00	116.3037
2017-09-24 17:20:00	96.0914
2017-09-24 17:30:00	76.2234
2017-09-24 17:40:00	65.238
2017-09-24 17:50:00	58.7823
2017-09-24 18:00:00	39.1349
2017-09-24 18:10:00	24.9333
2017-09-24 18:20:00	14.627
2017-09-24 18:30:00	6.0174
2017-09-24 18:40:00	0.3438
2017-09-24 18:50:00	0
2017-09-24 19:00:00	0
2017-09-24 19:10:00	0
2017-09-24 19:20:00	0
2017-09-24 19:30:00	0
2017-09-24 19:40:00	0
2017-09-24 19:50:00	0

24	2017-09-20:00:00	<u>0</u>
24	2017-09-20:10:00	<u>0</u>
24	2017-09-20:20:00	<u>0</u>
24	2017-09-20:30:00	<u>0</u>
24	2017-09-20:40:00	<u>0</u>
24	2017-09-20:50:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:00:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:10:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:20:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:30:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:40:00	<u>0</u>
24	2017-09-21:50:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:00:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:10:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:20:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:30:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:40:00	<u>0</u>
24	2017-09-22:50:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:00:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:10:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:20:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:30:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:40:00	<u>0</u>
24	2017-09-23:50:00	<u>0</u>

ثانياً معدل الإشعاع ليوم 2017/9/25م

Solar Sensor	
solar_irradiance	
[W/m ²]	
2017-09-25 00:00:00	<u>0</u>
2017-09-25 00:10:00	<u>0</u>
2017-09-25 00:20:00	<u>0</u>
2017-09-25 00:30:00	<u>0</u>
2017-09-25 00:40:00	<u>0</u>
2017-09-25 00:50:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:00:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:10:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:20:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:30:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:40:00	<u>0</u>
2017-09-25 01:50:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:00:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:10:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:20:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:30:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:40:00	<u>0</u>
2017-09-25 02:50:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:00:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:10:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:20:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:30:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:40:00	<u>0</u>
2017-09-25 03:50:00	<u>0</u>
2017-09-25 04:00:00	<u>0</u>

2017-09-25 04:10:00	0
2017-09-25 04:20:00	0
2017-09-25 04:30:00	0
2017-09-25 04:40:00	0
2017-09-25 04:50:00	0
2017-09-25 05:00:00	0
2017-09-25 05:10:00	0
2017-09-25 05:20:00	0
2017-09-25 05:30:00	0
2017-09-25 05:40:00	0
2017-09-25 05:50:00	0
2017-09-25 06:00:00	0
2017-09-25 06:10:00	0
2017-09-25 06:20:00	0.0589
2017-09-25 06:30:00	0.5247
2017-09-25 06:40:00	4.065
2017-09-25 06:50:00	19.4969
2017-09-25 07:00:00	32.9883
2017-09-25 07:10:00	48.4848
2017-09-25 07:20:00	61.7938
2017-09-25 07:30:00	72.2292
2017-09-25 07:40:00	86.5818
2017-09-25 07:50:00	105.4269
2017-09-25 08:00:00	128.3855
2017-09-25 08:10:00	164.8506
2017-09-25 08:20:00	204.8937
2017-09-25 08:30:00	255.5264
2017-09-25 08:40:00	273.8509
2017-09-25 08:50:00	339.3912
2017-09-25 09:00:00	380.7624
2017-09-25 09:10:00	370.9503
2017-09-25 09:20:00	445.2766

2017-09-25 09:30:00	477.7858
2017-09-25 09:40:00	495.5764
2017-09-25 09:50:00	397.7693
2017-09-25 10:00:00	394.8947
2017-09-25 10:10:00	536.138
2017-09-25 10:20:00	593.9908
2017-09-25 10:30:00	520.659
2017-09-25 10:40:00	464.2845
2017-09-25 10:50:00	527.124
2017-09-25 11:00:00	657.0304
2017-09-25 11:10:00	673.5132
2017-09-25 11:20:00	700.437
2017-09-25 11:30:00	748.775
2017-09-25 11:40:00	781.2165
2017-09-25 11:50:00	788.5153
2017-09-25 12:00:00	806.1472
2017-09-25 12:10:00	844.5361
2017-09-25 12:20:00	856.1429
2017-09-25 12:30:00	853.2456
2017-09-25 12:40:00	851.6685
2017-09-25 12:50:00	848.793
2017-09-25 13:00:00	844.485
2017-09-25 13:10:00	834.0284
2017-09-25 13:20:00	825.857
2017-09-25 13:30:00	817.9638
2017-09-25 13:40:00	812.0813
2017-09-25 13:50:00	796.9864
2017-09-25 14:00:00	783.6217
2017-09-25 14:10:00	762.4918
2017-09-25 14:20:00	731.0879
2017-09-25 14:30:00	707.2685
2017-09-25 14:40:00	718.6903

2017-09-25 14:50:00	700.0095
2017-09-25 15:00:00	674.4788
2017-09-25 15:10:00	648.1607
2017-09-25 15:20:00	619.0471
2017-09-25 15:30:00	588.1926
2017-09-25 15:40:00	519.4474
2017-09-25 15:50:00	477.38
2017-09-25 16:00:00	469.5783
2017-09-25 16:10:00	434.329
2017-09-25 16:20:00	399.4358
2017-09-25 16:30:00	365.6892
2017-09-25 16:40:00	321.4611
2017-09-25 16:50:00	293.9474
2017-09-25 17:00:00	260.5559
2017-09-25 17:10:00	228.1067
2017-09-25 17:20:00	191.8567
2017-09-25 17:30:00	159.8986
2017-09-25 17:40:00	130.1704
2017-09-25 17:50:00	106.8385
2017-09-25 18:00:00	81.1413
2017-09-25 18:10:00	57.2879
2017-09-25 18:20:00	33.5993
2017-09-25 18:30:00	13.0675
2017-09-25 18:40:00	1.9126
2017-09-25 18:50:00	0
2017-09-25 19:00:00	0
2017-09-25 19:10:00	0
2017-09-25 19:20:00	0
2017-09-25 19:30:00	0
2017-09-25 19:40:00	0
2017-09-25 19:50:00	0
2017-09-25 20:00:00	0

25	2017-09-20:10:00	0
25	2017-09-20:20:00	0
25	2017-09-20:30:00	0
25	2017-09-20:40:00	0
25	2017-09-20:50:00	0
25	2017-09-21:00:00	0
25	2017-09-21:10:00	0
25	2017-09-21:20:00	0
25	2017-09-21:30:00	0
25	2017-09-21:40:00	0
25	2017-09-21:50:00	0
25	2017-09-22:00:00	0
25	2017-09-22:10:00	0
25	2017-09-22:20:00	0
25	2017-09-22:30:00	0
25	2017-09-22:40:00	0
25	2017-09-22:50:00	0
25	2017-09-23:00:00	0
25	2017-09-23:10:00	0
25	2017-09-23:20:00	0
25	2017-09-23:30:00	0
25	2017-09-23:40:00	0
25	2017-09-23:50:00	0