# تحسين أداء الخلايا الشمسية
# باستخدام التبريد المائي


**اعداد الطلاب :**

**حسن محمد مختار عبد الله**

**مهند سليمان محمد عبد العليم**


بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة الميكانيكية


**قسم الهندسة الميكانيكية**
**كلية الهندسة والتقنية**
**جامعة وادي النيل**



فبراير 2016م

# تحسين أداء الخلايا الشمسية
# باستخدام التبريد المائي


**اعداد الطلاب :**

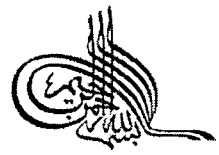
**حسن محمد مختار عبد الله** 102014

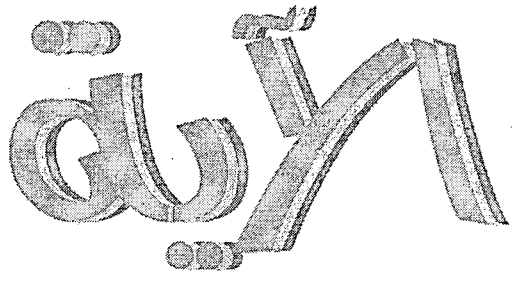
**مهند سليمان محمد عبد العليم** 102047


بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة الميكانيكية


**قسم الهندسة الميكانيكية**
**كلية الهندسة والتقنية**
**جامعة وادي النيل**


فبراير 2016م





قال الله تعالى :

(اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ
الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ
زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ
وَيَضْرِبُ اللَّهُ الأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ)

سورة النور - الآية (35)

# الإهداء

جهدا أنادي باسمك المنقوش من برد التوهج والجمال حسبي لقائك في عيون الناس في بلادي جنوبا أو شمال سمر الملامح يشبهونك سمرة أو مشية أو قامة لكنهم لا يشبهونك في الخصال .

إلى من أرضعتني الحب والحنان إلى رمز الحب وبلسم الشفاء إلى القلب الناصع بالبياض

## والدتي الحبيبة

إلى من جرع الكأس فارغا ليسقيني قطرة حب إلى من كلت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم إلى القلب الكبير

## والدي العزيز

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة التي عانت وتكبدت المشقة لتضئ لي الدرب إلى رياحين حياتي

## إخوتي

ألان تفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء ألا قنديل الذكريات الإخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم وأحبوني

## أصدقائي .

إلى من أعيش لكلمتها وأصبو لارتقي لها ...أنقى أسماء في حياتي ...

**الباحثون**

# شكر وتقدير

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذالك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد ..

وقبل أن نمضي نقدم أسماء آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة للذين حملوا أقدس رسالة في الحياة ...إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ...

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل ...

ونخص بالتقدير والشكر :

إلى من علمنا التفاؤل والمضي إلى الأمام إلى من رعانا وحافظ علينا إلى من وقف إلى جانبنا عندما ضللنا الطريق ...

## الأستاذ : خالد طه

الذي نقول له بشراك قول رسول الله صلى الله علية وسلم :

" أن الحوت في البحر ،والطير في السماء ،يصلون على معلم الناس الخير "

إلى من زرع التفاؤل في دربنا و قدموا لنا المساعدات والتسهيلات و ألأفكار والمعلومات ،ربما دون أن يشعروا بدورهم بذلك فلهم منا كل الشكر وأخص منهم :

## مركز أبحاث الطاقة

**الباحثون**

# فهرس المحتويات


| الرقم | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | الآية | i |
| | الإهداء | ii |
| | الشكر والعرفان | iii |
| | فهرس المحتويات | iv |
| | فهرس الأشكال | vi |
| | فهرس الجداول | vii |
| | ملخص البحث | viii |
| **الفصل الأول: الطاقة الشمسية واستخداماتها** | | |
| 1-1 | المقدمة | 1 |
| 1-2 | استخدامات الطاقة الشمسية | 3 |
| 1-3 | العوامل التي يجب مراعاتها عند استخدام الطاقة الشمسية | 4 |
| 1-4 | الطاقة الشمسية في السودان | 6 |
| 1-5 | تركيب أنظمة الخلايا الشمسية في السودان | 7 |
| 1-6 | الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تركيب أنظمة الخلايا الشمسية في السودان | 7 |
| 1-7 | بعض تطبيقات الخلايا الشمسية الموجودة حاليا في السودان | 8 |
| 1-8 | اقتصاديات الطاقة الشمسية | 9 |
| 1-9 | الهدف من المشروع | 9 |
| **الفصل الثاني : الخلايا الشمسية ومكوناتها واستخداماتها وكفاءتها** | | |
| 2-1 | الخلايا الشمسية | 10 |
| 2-2 | طريقة عمل الخلية الشمسية | 11 |
| 2-3 | خطوات تركيب الألواح | 13 |

| | | |
|---|---|---|
| 2-4 | مميزات ألواح الخلايا الشمسية | 14 |
| 2-5 | طرق توصيل الخلايا الشمسية | 14 |
| 2-6 | كفاءة الخلايا الشمسية | 17 |
| 2-7 | العوامل المؤثرة علي كفاءة الخلايا الشمسية | 17 |
| 2-8 | طرق تحسين كفاءة الخلية الشمسية | 18 |
| 2-9 | تأثير درجة الحرارة علي منحنيات خواص الجهد والتيار | 19 |
| 2-10 | الأجهزة المتعلقة بالخلايا الشمسية | 21 |
| 2-11 | الاستخدامات الحرارية للخلايا الشمسية | 23 |
| 2-12 | تركيب الخلايا الشمسية في المنزل | 24 |
| **الفصل الثالث :اثر التبريد (التجربة)** | | |
| 3-1 | مكونات التجربة | 27 |
| 3-2 | الاجهزة | 28 |
| 3-3 | منحني عمل الخلية الشمسية | 30 |
| 3-4 | حساب كفاءة الخلية الشمسية | 40 |
| **الفصل الرابع: الخاتمة والتوصيات** | | |
| 4-1 | الخلاصة | 45 |
| 4-2 | التوصيات | 46 |
| 4-3 | الرؤية المستقبلية | 47 |
| | المراجع | 48 |

# فهرس الأشكال


| رقم الشكل | الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-1 | النسبة المئوية لتوزيع الاشعاع الشمسي | 5 |
| 1-2 | العلاقة بين الشمس والأرض | 5 |
| 2-1 | تحويل الإشعاع الشمسي إلى تيار كهربائي | 12 |
| 2-2 | توصيل التوالي | 15 |
| 2-3 | توصيل التوازي | 15 |
| 2-4 | توصيل التوالي توازي | 16 |
| 2-5 | تأثير درجة الحرارة على منحنيات خواص الجهد والتيار | 20 |
| 3-1 | مكونات التجربة | 29 |
| 3-2 | منحنيات الجهد والتيار | 31 |
| 3-3 | منحنى الجهد والتيار قبل عمل التبريد للقراءة الأولى | 33 |
| 3-4 | منحنى الجهد والتيار بعد عمل التبريد للقراءة الثانية | 35 |
| 3-5 | منحنى الجهد والتيار قبل عمل التبريد للقراءة الثالثة | 37 |
| 3-6 | منحنى الجهد والتيار بعد عمل التبريد للقراءة الرابعة | 39 |

# فهرس الجداول


| رقم الجدول | الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 3-1 | القراءة الأولى | 32 |
| 3-2 | القراءة الثانية | 34 |
| 3-3 | القراءة الثالثة | 36 |
| 3-4 | القراءة الرابعة | 38 |

**ملخص البحث :**

يهدف البحث إلي تحسين أداء الخلايا الشمسية والعمل علي رفع كفاءتها باستخدام منظومات تبريد مائي .

يشتمل البحث أيضآ علي دراسة الخلايا الشمسية من حيث تركيبها وطريقه عملها واستخداماتها وكفاءتها والعوامل المؤثرة عليها وطرق توصيلها والأجهزة المتعلقة بعملها وكيفيه تركيب منظومات الخلايا في المنازل .

كما يشتمل البحث علي مقدمه عامه عن الطاقة الشمسية والطاقة الشمسية في السودان وعدد من التوصيات والرؤى المستقبلية .

# الفصل الأول

## الطاقة الشمسية واستخداماتها

# الفصل الأول

## 1-1 مقدمة :-

خلق الله الشمس والقمر آيات دالة على كمال قدرته وعظيم سلطانه وجعل شعاع الشمس مهدداً للغشاء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من نور القمر نوراً .

قال تعالي في كتابه العزيز "هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نوراً وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ما خلق الله ذلك إلا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون " صدق الله العظيم _ سورة يونس الآية ( 5 ) .

إى أن مدار الأرض محدد وبشكل دقيق وإي إختلاف في مسار الأرض سيؤدي إلي تغييرات خاصة في درجة حرارتها وغلافها الجوي فقدرة الله تعالى وحده جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئاً مصدراً للطاقة حيث تبلغ درجة حرارتها عند سطح الأرض إلي 5762ْ مطلقة " كفن" .

إستفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الشمس أو الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما إستخدمها في مجالات أخرى كما وردت في كتب العلوم التاريخية كما في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتسخين الهواء كما تطورت الإستخدامات في مطلع القرن الميلادي الحالي لتشغيل محطات كاملة للري بواسطة الطاقة الشمسية .

لقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الإستفادة من الطاقة الشمسية وإستغلالها ولكن بقدر محدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت أفاقا علمية في ميدان إستغلال الطاقة الشمسية .

إن الطاقة الشمسية تعتبر الطاقة الأم فوق كوكب الأرض حيث تنبعث من خلالها كل الطاقات حيث تقوم بتسخين الجو المحيط باليابسة والمحيطات وتولد الرياح وتدفع في دورة تدوير المياه وتدفق المحيطات وتنهي النباتات ومع مرور الزمن تكون الوقود في باطن الأرض ، وأشعة الشمس هي أشعه كهرومغناطيسية تشمل الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء ، والطاقة الشمسية

تتناسب مع كثافة الأشعة وشدتها فوق سطح الأرض حسب فصول السنة وحسب بعدها وميولها الجغرافي وهنالك أشياء تتحكم في كمية الأشعة مثل السحب والأتربة والرطوبة ونجد أن أشعة الشمس تسقط على الجدران والنوافذ والبابسة والنباتات والمياه وتمتص الأشعة وتخزنها في كتلة (مادة) مدارية وهذه الحرارة المخزونة تشع بعد ذلك داخل المباني .

ومن المهم معرفة إن الأسطح الغامضة تمتص الحرارة ولا تعكسها كثيراً وهذا عكس الأسطح البيضاء التي تعكس حرارة الشمس .

## 2-1 إستخدامات الطاقة الشمسية :

### 1- التحويل الكهربي :

**تطبيقات ذات قدره منخفضة :**

الحاسبات – الألعاب الالكترونية – أجهزة الإذاعة المسموعة وشاحنات الهواتف النقالة الساعات الالكترونية .

**تطبيقات ذات قدرة متوسطة :**

الإنارة – أجهزة الإذاعة – ثلاجات اللقاح والانفصال إشارات المرور والإنذار – المراوح – هواتف الطوارئ .

**تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية :**

ضخ المياه – محطات اتصالات محطات الأقمار الصناعية .

### 2- التحويل الحراري :

**الطباخ الشمسي :-**

موقد الطاقة الشمسية الذي يقلل من إستخدام حطب الوقود .

**المقطرات الشمسية :**

لتوفير المياه المقطرة للمعامل والمراكز الصحية وللبطاريات ومصانع العطور.

**المجففات الشمسية :**

المجفف الشمسي يستخدم في الكثير من مناطق الإنتاج النائية لتجفيف الخضروات والفواكه لضمان جودتها وحفظها .

**السخانات الشمسية :-**

لتسخين المياه للإغراض الصحية والمنزلية وفي الصناعات الصغيرة .

## 3-1 العوامل التي يجب مراعاتها عند إستخدام الطاقة الشمسية :

1- الموقع الجغرافي ( قوة الإشعاع الشمسي ودرجه الحرارة وسرعة الرياح).

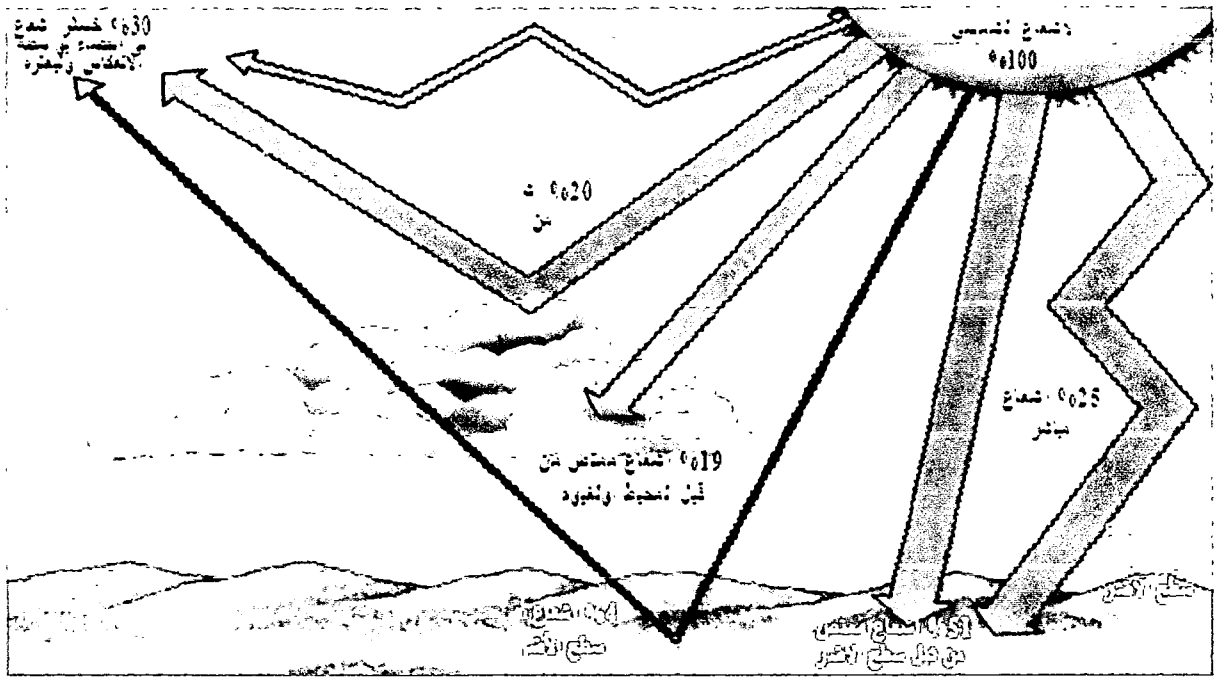
2- ملائمة النظام الشمسي مع حجم التطبيق المطلوب.

3- نوعية النظام الشمسي.

4- التقنية المستخدمة في تصنيع المنتج .

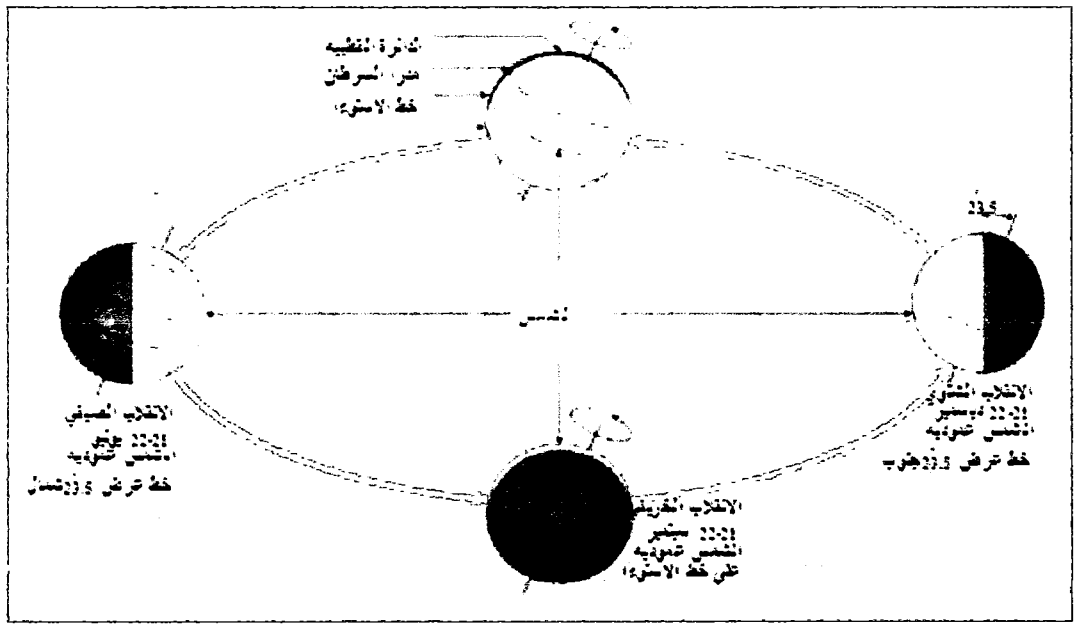
5- جوده وكفاءة المكونات المستخدمة.

النسب المئوية لتوزيع الإشعاع الشمسي




الشكل (1-1)

العلاقة بين الشمس والأرض



الشكل (2-1)

## 4-1 الطاقة الشمسية في السودان:

تطبيقات الطاقة الشمسية في السودان كخيار أمثل ومستقبل واعد قدمتها إدارة التخطيط والمشروعات بوزارة الموارد المائية والكهربائية وبالتعاون مع الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء في ورشة تدشين كهرباء الريف بإستخدام الطاقة الشمسية حيث يحظى السودان بإشعاع شمس يقدر بـ 699 واط في العام .

الطاقة الشمسية ذات أهميه في بلد مترامي الأطراف كالسودان معظم سكانه بالريف وإنحصار الشبكة على المناطق الحضرية وصعوبة نقل المواد البترولية المستخدمة في التوليد في الشبكات المعزولة .

نسبة السكان الذين تصلهم خدمة الكهرباء في المناطق الحضرية 55% وفي المناطق شبه الحضرية والريفية 13.8% ونجد أن نسبة الكهرباء العامة للسكان 27.8%، وبذلك نجد أن نسبة الكهرباء لتزال متواضعة خاصة في المناطق الريفية لذلك كان من الضروري النظر في بدائل تسد حاجة المناطق الريفية التي يصعب توصيلها بالشبكة القومية للكهرباء مما يجعل تطبيقات الطاقة الشمسية الضوئية هي الأوفر حظاً لتوفير الطاقة للمناطق الريفية .

كذلك نجد إن إحتياجات الريف للطاقة محدودة في القطاعات الثلاثة "منزلي- خدمي -تجاري" لذلك كان لابد من قيام ببرنامج لتجريب إدخال الطاقة الشمسية في الريف .

مجالات إستعمال الطاقة الشمسية والمتمثلة في التطبيقات العامة والسكنية من تسخين مياه في المنشآت والفنادق وتسخين المسابح ، التخزين الحراري والتكييف والتبريد ، إضافة إلي التطبيقات الزراعية .

وحول توليد الطاقة الكهربائية للإستخدام المنزلي يمكن إستخدام ألواح الخلايا الشمسية في توليد التيار الكهربائي لإغراض إناره المنازل وتشغيل المعدات الكهربائية المنزلية مثل التلفزيون وأجهزة الراديو والمراوح وشحن الهواتف النقالة .

كما يمكن إستخدامها في ضخ المياه للشرب والزراعة بواسطة الطلمبات الشمسية ومن مميزاتها إن التكلفة التشغيلية للطلمبات رخيصة جداً كما أنها تعد خياراً مناسبا للبيئة مقارنة بالوابورات التي تعمل على حرق الوقود كما انه لا يوجد أجزاء متحركة في الألواح الشمسية مما يقلل من تكلفة صيانتها ولا تعتمد الطلمبات الشمسية على تقلبات أسعار الوقود محلياً وعالمياً .

**1-5 تركيب أنظمة الخلايا الشمسية في السودان :**

تم تركيب عدد كبير من أنظمة الخلايا الشمسية السودانية بواسطة المنح المقدمة من حكومة السودان وبعض المنظمات الخيرية التي تعمل في المجال الطوعي في السودان ومن بعض الجهود الفردية ولكن لهذا الوقت لم تضع المؤسسات الحكومية القائمة على هذا الأمر بوضع خارطة طرق لتسهيل عملية التركيب على المواطن حتى يقوم بشراء هذه الأنظمة .

**1-6 الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تركيب أنظمه الخلايا الشمسية في السودان :**

1- في كل جزء من السودان يتم إختيار زاوية محدودة على حسب خط الطول لوضع الخلايا الشمسية حيث توجه الخلايا الشمسية ناحية خط الاستواء .

2- يراعي في بعض المناطق تأثير العوامل المناخية .

أ) في شرق السودان يجب مراعاة الرطوبة العالية وكثافة السحب والغيوم في فصل الشتاء " على ساحل البحر الأحمر " وذلك يجب قفل صناديق الخلايا الشمسية وعدم إستخدام الخلايا التي بها فقاعات هواء تجنباً لتعرضها للأكسدة ويجب إضافة المادة المانعة لصدأ .

ب) في الشمال السودان حيث الرمال الكثيفة فيجب وضع الخلايا في مكان عالي حتى نتجنب بالرمال الكثيفة كما يجب تثبيتها بقوة .

3-مناطق الحرب يجب استخدام نظام المسامير التي لا تحل حتى نضمن حماية الخلايا من السرقة .

## 7-1 بعض تطبيقات الخلايا الشمسية الموجودة حاليا في السودان :

**الإنارة للمدارس :**

تم تركيب العديد من أنظمة الإنارة بالخلايا الشمسية للإستفادة الكاملة من النشاطات التعليمية والثقافية ليلاً وتعليم الكبار وأيضاً تشغيل أجهزة الكمبيوتر خاصة في المدارس الثانوية .

**الإنارة للمساجد والخلاوي :**

من أكثر تطبيقات الإنارة شيوعاً إذ تم تركيب العديد من الأنظمة في المساجد والخلاوي في مناطق السودان المختلفة . وقد حلت أنظمة الإنارة بالخلايا الشمسية محل الحطب ذو الآثار البيئية والصحية الضارة .

**المراكز الصحية :**

تم إدخال أنظمة الخلايا الشمسية في المراكز الصحية والمستشفيات الريفية لتشغيل الأجهزة الأساسية لغرفة العمليات وأجهزة التعقيم وتوفير الإضاءة ليلاً خاصة عند الحالات الطارئة وأيضا استخدام الثلاجات الشمسية في عمليات التطعيم .

**طلمبات المياه :**

بدأت الجهود في إستغلال الطاقة الشمسية لضخ المياه للشرب للإنسان والحيوان وقد تم تشغيل ثلاث أنواع من الطلمبات الشمسية :

1) الطلمبات القائمة .
2) الطلمبات السطحية .
3) الطلمبات الغاطسة .

## 1-8 اقتصاديات الطاقة الشمسية :-

تعتبر تكلفه المواد الأولية لأجهزه إستخدام الطاقة الشمسية أهم عائق يحول دون إستخدامها بالإضافة إلي المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع هذه الأجهزة المجمعة لأشعه الشمس غير المركزة وبالرغم من كل هذه العوامل إلا إن بعض الإستخدامات تعتبر إقتصاديه في الوقت الحاضر، منها تسخين المياه والإستعمالات الأخرى في المناطق النائية مثل توليد الكهرباء وضخ وتحليه المياه والإشارات الضوئية والبث اللاسلكي والحماية الكاثودية وغيرها .

من الضروري قبل حساب تكلفه وإقتصاديات الطاقة الشمسية أن ندرس نوع التطبيق الشمسي المراد تركيبه بالإضافة إلي مواصفات المكان أي هل منطقه نائية أو قرب مدينة أو في داخل مدينة ؟ ويجب معرفه التشغيل اليومي وهل هناك حاجه إلي تخزين الطاقة أم لا ؟ وهل هناك حاجة إلي صيانة ومدى تكرارها ؟.

## 1-9 الهدف من المشروع:

استخدام منظومة التبريد المائي لتحسين أداء الخلايا الشمسية .

# الفصل الثاني

## الخلايا الشمسية

## مكوناتها – استخداماتها ـ كفاءتها

# الفصل الثاني

## 2-1 الخلايا الشمسية :

تعمل الخلايا الشمسية على تحويل الإشعاع الشمس إلي طاقة كهربائية وعلى الرغم من الفائدة الكبيرة فخلال هذه العملية تفقد كمية من الطاقة بسبب إرتفاع درجة الخلايا الشمسية هذا الأمر يحد من قدرة الخلية على تحويل الطاقة بشكل أفضل وكذلك يقلل من عمرها التشغيلي.

تتكون الخلايا الشمسية من وصلات (p,n) من أشباه الموصلات.

**أشباه الموصلات:-**

عندما تتقارب ذرات العناصر من بعضها البعض فان الطاقة يمكن إن توصف في شكل أحزمه ، في بعض الأحزمة يسمح للإلكترونات بالبقاء أما في البعض الأخر يسمح لها بالحركة ،إلكترونات حزمه التكافؤ ترتبط بسهوله مع ذرات العناصر الأخرى وتمنحها إلكترونات لتصبح الذرة المانحة موجبه الشحنة بينما الذرة الجديدة سالبه الشحنة وبعض إلكترونات حزمه التكافؤ تمتلك طاقه عاليه تمكنها من القفز إلي حزمه طاقه أخري أعلي تسمي حزمه التوصيل وهذه الإلكترونات هي المسئولة عن التوصيل الكهربي والحراري والطاقة المطلوبة لنقل إلكترون من حزمه التكافؤ إلي حزمه التوصيل تسمي فراغ الحزمة .

في أشباه الموصلات تكون حزمه التكافؤ ممتلئة نسبياً وفراغ الحزمة صغير نسبياً ويمكن أثاره إلكترونات حزمه التكافؤ عن طريق الوسائل الحرارية أو الضوئية مما يكسب الإلكترونات طاقه تمكنها من القفز عبر فراغ الحزمة والوصول إلي حزمه التوصيل .

تتكون أشباه الموصلات عاده من السيلكون والذي ينتمي إلي عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري ويتحد السيلكون مع العناصر الأخرى لتكوين المركبات. إذا كانت المادة المضافة إلي السيلكون لها عدد إلكترونات في حزمه التكافؤ أكثر من إلكترونات حزمه التكافؤ للسيلكون فان المادة المضافة في هذه

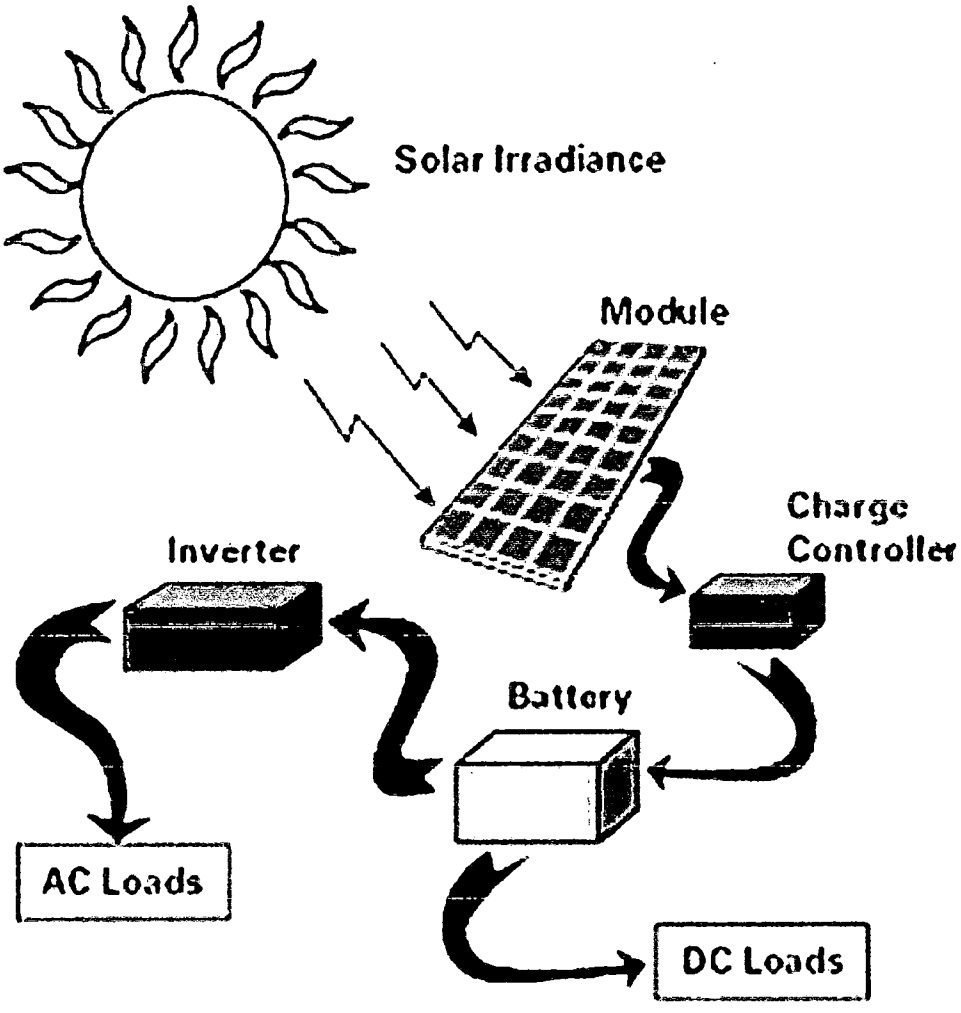
الحالة تسمي شبه موصل من النوع (n) وهذا النوع من أشباه الموصلات يتم التحصل عليه عندما نستبدل ذرات السيلكون مع عناصر المجموعة الخامسة في الجدول الدوري مثل الأنتيمون (sb) ويكون هنالك إلكترون حر الحركة في البلورة ، إما إذا كانت المادة المضافة إلي السيلكون لها عدد إلكترونات في حزمه التكافؤ أقل من إلكترونات حزمه التكافؤ للسيلكون فان شبه الموصل في هذه الحالة يسمي شبه موصل من النوع (p) وهذا النوع يتم التحصل عليه عن طريق أستبدال ذرات السيلكون بعناصر المجموعة الخامسة في الجدول الدوري مثل الجاليوم (ga) ويحتوي هذا النوع علي فجوات (فراغات) موجبه نتيجة لنقص الإلكترونات ، هذا الفراغ الموجب في شبه الموصل يمكن إن يستقبل إلكترون بسهوله.

عند توصيل شبه موصلين من النوع n و p بعضهما البعض فان الإلكترونات الفائضة في شبه الموصل n تقفز لملأ الفراغ في شبه الموصل p والعكس.

في الخلايا الشمسية تستخدم طاقه الضوء لإكساب الإلكترونات الطاقة المطلوبة للحركة من حزمه التكافؤ إلي حزمه التوصيل وتتحرك الإلكترونات والفجوات خلال الجدار الفاصل في هذه الوصلة مما ينتج عنه تيار كهربائي .

**2-2 طريقه عمل الخلية الشمسية :-**

عند سقوط ضوء الشمس علي الخلية يمر هذا الضوء من خلال سطح الخلية ويمتص جزء منه بواسطة الطبقة الأولي وهي الطبقة التي تحتوي علي الفسفور إما أغلبيه الضوء الساقط علي هذه الخلية فتقوم بامتصاصه الطبقة التي تحتوي علي السيلكون حيث تتكون خلال هذه العملية إلكترونات حرة الحركة يمكنها السريان خلال الموصل الكهربائي في إطراف الخلية ، وتزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط علي الخلية.




الشكل (1–2) يوضح تحويل الإشعاع الشمسي إلي تيار كهربائي

- **من أسباب اختيار المواد السيلكونية :**

1. أنه عالي التوصيل الحراري .
2. الثبات الجيد مع الطقس المحيط .
3. عازل ممتاز للكهرباء .
4. عالي القدرة .

**تقسم الخلايا الشمسية السيلكونية إلى ثلاث مجموعات أساسية :**

- الخلايا السيلكونية الغير بلورية .
- الخلايا السيلكونية الوحيدة البلورة .
- الخلايا السيلكونية المتعددة البلورات .

الطاقة الكهربائية الناتجة من خليه واحده تكون صغيره لذلك يتم توصيل عدد كبير من الخلايا في شكل ألواح كم إن الألواح يمكن إن توصل مع بعضها البعض لزيادة الطاقة الكهربائية الناتجة .

**3-2 خطوات تركيب الألواح عن طريق مراحل تصنيعها :**

1- يتم إعداد السيلكون وذلك باختزاله من الرمل والفحم في فرن كهربائي وتنتج وحده وحيده البلورات والتي لا تفوق نقاوتها 98%.
2- يتم إستخلاص السيلكون المتعدد البلورات وذلك بالزيادة في تنقيتها وذلك عن طريق اختزال الهيدروجين في درجه حرارة 1000 درجه مئوية.
3- قطع السبيكة إلي أقراص بالإضافة إلي الصقل الميكانيكي للقرص.
4- تنظيف كيميائي للوجه الأمامي للقرص وذلك لأزاله الشوائب.
5- الأنتشار: ويتمثل بإعادة تعديل وضع الخلية لأجل الأستعداد للمرحلة التالية.
6- تنظيف الجزء الخلفي للقرص.
7- التفليز: حيث يتم وضع ملامس علي طرفي الخلية لربط الخلية بالدائرة الكهربائية .
8- طبقه مانعه للأنعكاس : إن إنعكاس الضوء الموجه إلي اللوح يؤدي إلي فقودات تصل إلي 45% وإذا تم وضع هذه الطبقة تنخفض هذه القيمة إلي 10%.
9- لحام أسلاك التوصيل : وهي المرحلة الأساسية قبل التشغيل والتي يتم فيها التعامل المباشر مع الخلية لذا يجب الأنتباه إلي الخلية والي طريقه لحام الأسلاك لان طريقه اللحام الخاطئة تؤدي إلي نشوء مقاومه علي الموصلات تلف الموصلات .
10- تركيب اللوحات حيث يتم تثبيتها علي اللوح العازل وذلك بعد توصيلها بأحدي طرق التوصيل المتبعة .

## 2-4 مميزات ألواح الخلايا الشمسية :

بسيطة ولا تتضمن أي أجزاء متحركة

1- قادرة علي العمل بكفاءة عاليه في كثير من الإستخدامات .

2- عمرها الافتراضي من 15 إلي 35 سنة .

3- تضيف شكلاً جمالياً على المباني .

4- سهلة التعامل ولا تحتاج إلي الصيانة .

5- تقلل من تكلفه شراء الكهرباء .

6- لا تنتج أي عوادم تلوث الهواء .

7- ملائمة للعمل في المناطق المعزولة التي لا توجد بها شبكات توزيع كهرباء .

8- تعمل على تحسين مستوى المعيشة للسكان في المناطق الطرفية .

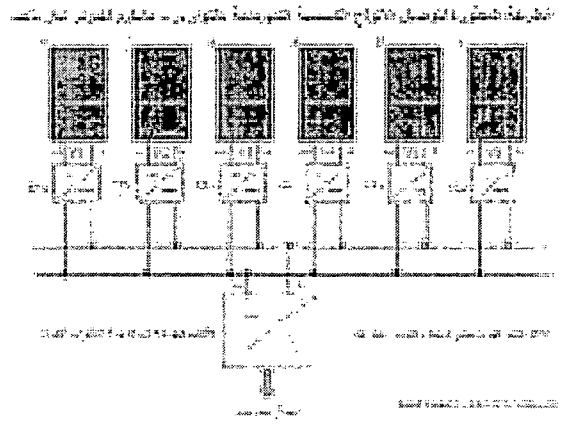
11- تؤدي إلي خلق فرص عمل .

## 2-5 طرق توصيل الخلايا الشمسية :-

على حسب الجهد المطلوب فأما إن توصل على التوالي أو على التوازي أو توصيل توالي وتوازي .

**توصيل التوالي :-**

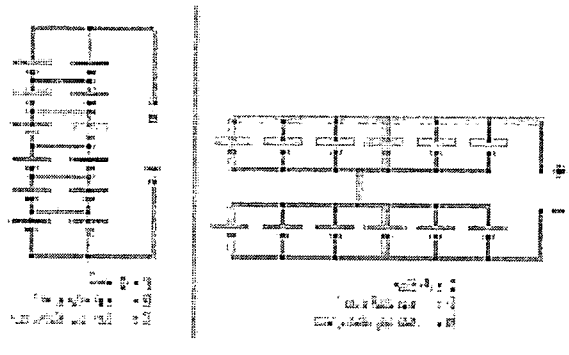
توصل الألواح الشمسية على التوالي لزيادة الجهد والذي يتم تحديده على حسب جهد الأجهزة المستخدمة في النظام والمتاحة في السوق مراعاة لقلة التكلفة بحيث يتم توصيل الطرف الموجب (+) من الخلية مع الطرف السالب (-) من الخلية الأخرى وهكذا حتى تكتمل توصيل الخلايا على حسب الجهد المطلوب .



الشكل ( 2-2)

**توصيل التوازي :**

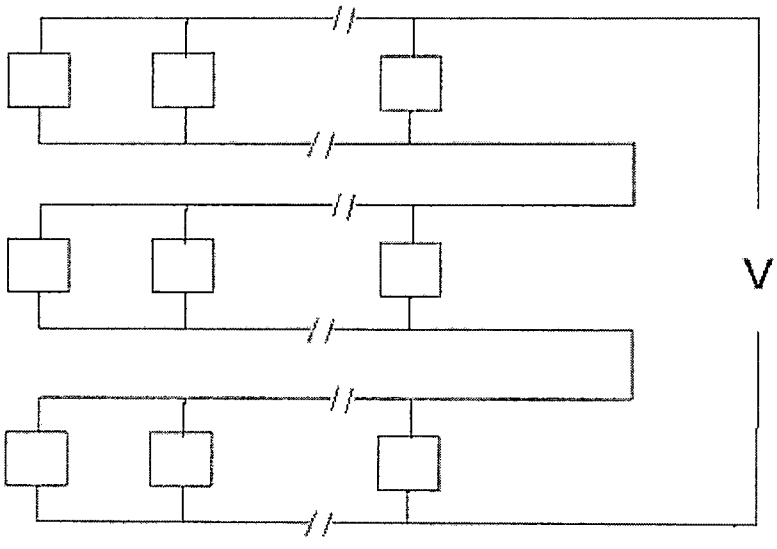
- في هذا التوصيل يتم توصيل الطرف الموجب من الخلية الأولى مع الطرف الموجب للخلية الأخرى وهكذا.



الشكل ( 2-3)

**توصيل توالي توازي :**

ويكون بالنسبة للخلايا والبطاريات .




الشكل ( 4-2)

## 2-6 كفاءة الخلايا الشمسية :

إن عمل الخلية الشمسية يعتمد بشكل مباشر علي درجه حرارة الجو المحيط ولكن عند زيادة درجه الحرارة بنسبه كبيره فإنها تؤثر علي كفاءة الخليه الشمسية .

أعلى كفاءة لتحويل الطاقة للخلايا الشمسية هي 33.7% وكلها إرتفعت درجة الحرارة إنخفضت فعاليه التحويل ، حيث تنخفض الفاعلية بمعدل 0.5% لكل درجة حرارة مئوية .

## 2-7 العوامل المؤثرة علي كفاءة الخلايا الشمسية :

### 1-تأثير درجه الحرارة العالية :

الخلايا الشمسية تفقد جزء كبير من كفاءتها بسبب التغير في درجه الحرارة.

### 2-تأثير الغبار:

تعرض الخلايا الشمسية للغبار لمده ستة أشهر دون أي تنظيف يؤدي إلي إنخفاض الطاقة المنتجة بنسبه 50%.

### 3-تأثير الرطوبة :

درجات الحرارة العالية التي تكون بالصيف مرتبطة بالرطوبة العالية وهذه الرطوبة تقلل من كفاءة الخلايا الشمسية، فجزيئات الماء المتبخره من الممكن إن تقلل من مستويات أشعه الشمس وهذا متطلب للخلايا الشمسية لتعطي أفضل أداء . إذا كانت أسطح الخلايا رطبه فان الشعاع القادم إليها يسقط علي قطرات الماء ويتبعثر في جميع الاتجاهات عن طريق الإنعكاس أو الإنكسار أو الحيود وتأثير الرطوبة علي الخلايا الشمسية اعلي بنسبه 50% من تأثير درجات الحرارة علي الخلايا.

## 8-2 طرق تحسين كفاءة الخلية الشمسية:

**أولا : تبريد الخلايا الشمسية :**

تبريد الخلايا الشمسية يحد من التقليل في كفاءتها بنسبه 3% ، ومن الممكن أيضاً تقليل أكثر من 10 درجات مئوية بوضع أنابيب تهويه خلف الخلية أو بوضع خزانات مياه باردة تحت الخلايا وهذا يقلل درجه حرارتها لأكثر من $20\ C^{o}$ .

**ثانيا:** تغير أو محاوله تحسين معلمات (parameters) الخلية الشمسية أثناء تصنيعها والمعلمات هي مقدار كل من القدرة الإقصى وفولتية الدائرة المفتوحة وتيار الدائرة القصيرة .

وهذا يتم بعده طرق :-

1-إستخدام الصفائح المتبلورة الملونة : عند إستخدام صبغات مبلوره كطلاء وقاية للخلايا الشمسية فان الكفاءة ستزداد بمقدار 2.7% عند التلوين باللون الأخضر 17.27% عند الطلاء بالون الوردي ،وهذه الزيادة تعود إلي إن الطلاء يقلل الإنعكاسية من40% إلي 20% والألوان المفضلة هي الأخضر والذهبي والرصاصي والبني .

2-إستخدام الأنظمة المتعددة الفجوات لكونها أكثر تناسباً مع الطيف الشمسي من الأنظمة ذات الفجوة المفردة وبالتالي تكون الكفاءة أعلي .

3-تقنيه الخلايا المركبة.

4-خليه الاتصال المدفون : لتطوير كفاء الأداء بأقل تكلفه ممكنه حيث تصلب بواسطة الترسيب الكهربائي لطبقات (in-cu-ag) وأعلي كفاءة تم التحصل عليها من هذا النوع 16%-18% .

5-خلايا الشبكة المطبوعة : تستخدم فيها عاده طبقات من السليكون المطعم بالبورون وهي ذات كفاءة بين 11% إلي 13% .

**ثالثا : استخدام المركزات الشمسية :-**

تعمل علي تخفيض تكلفه إنتاج الكهرباء باستخدام مواد رخيصة لتجميع أشعه الشمس الساقطة وتوجيهها إلي الخلية الشمسية وذلك بإستخدام عدسات أو مرايات أو تقنيات بصريه أخري .

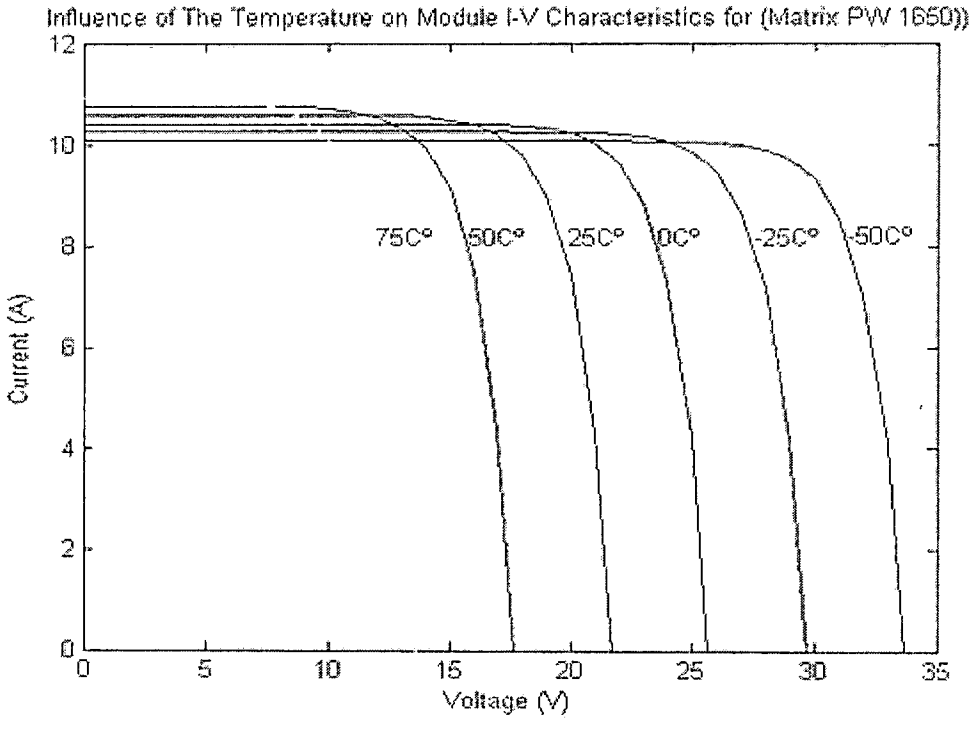
**رابعا** : إستخدام رذاذ خاص لرش الخلية لمنع الأغبره من الالتصاق بها أو تنظيف الخلية يدويا بشكل أسبوعي .

**خامسا** : إستخدام طبقة زجاج تعيد توجيه الحرارة الفائضة إلي الوسط المحيط أو الغلاف الجوي .

## 9-2 تأثير درجه الحرارة علي منحنيات خواص الجهد والتيار للخلية:

ينخفض أداء الخلية الشمسية بإرتفاع درجه حرارة الجو المحيط وهذا يعني إن الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلية تنخفض بإرتفاع درجه الحرارة .

الشكل يوضح تأثير درجه الحرارة علي منحني خواص الجهد والتيار وكيف يكون لدرجه الحرارة تأثير مباشر في الطاقة الكهربائية المولدة.


Influence of The Temperature on Module I-V Characteristics for (Matrix PW 1650))
Current (A)
Voltage (V)
75C°
50C°
25C°
0C°
-25C°
-50C°
0
2
4
6
8
10
12
0
5
10
15
20
25
30
35

الشكل ( 5-2)

## 10-2 الأجهزة المتعلقة بالخلايا الشمسية :

### أولا: البطاريات :

وظيفتها الأساسية تخزين الطاقة الكهربائية التي تولدها الخلايا الشمسية إثناء ساعات النهار لإستخدامها ليلاً .

**يوجد نوعين رئيسين من بطاريات الطاقة الشمسية وهما :**

**أ/ بطاريات الرصاص المغمور :**

ألواح الرصاص تكون مغمورة تماما بسائل قابل للتأين الكهربي ويجب الأخذ في الإعتبار إن هذا النوع إثناء عمله يقوم بإطلاق غاز الهيدروجين القابل للإنفجار فيجب الحذر ألا يتواجد بجانبها أي نوع من اللهب أو ألشراره أثناء عملها .

**ب/ بطاريات الرصاص غير المغمورة :**

لا تحتاج إلي صيانة كما أنها تطلق كميه مهمله من غاز الهيدروجين مما يجعلها أسهل في النقل وفي التركيب ولا توجد بها خطورة .

**أنواع البطاريات الشمسية من حيث شكل شرائح الرصاص :**

1- شرائح مسطحه : وهو يكون فيه ألواح الرصاص علي شكل شرائح متراصة وعمرها الافتراضي يكون ما بين 10 إلي 25 سنه .
2- ألواح اسطوانية الشكل : ويكون فيه الرصاص علي شكل أسطوانات متداخلة وعمرها الافتراضي يكون ما بين 20 إلي 25 سنه .

### ثانيا: محول التيار:

يقوم بتحويل التيار المستمر إلي تيار متردد وينظم الجهد الخارج ليتماشي مع نظام الأجهزة الموجودة في المنزل .

**ثالثا: منظمات الشحن :**

إن الهدف الأساسي من منظمات الشحن في منظومة الطاقة الشمسية هو السماح بشحن البطاريات دون الوصول إلي حاله الشحن الزائد ومنع عوده التيار الكهربائي من البطارية إلي خلايا الألواح الشمسية في فتره المساء لان الخلية تعتبر كحمل مستهلك في المساء .

ويتكون منظم الشحن في أبسط الحالات من ترانزستور موصول مع تفرع أقطاب الخلايا ويعمل الترانزستور علي قطع وإيصال الشحن إلي البطاريات عند قيمه محدده مسبقا تسمي فولتية إيقاف بدء الشحن .

**أنواع منظمات الشحن :**

**1- basic :**

وهذا النوع مصمم لحفظ البطاريات من الشحن الزائد عن الحاجة ومنع مرور التيار الكهربائي إلي الخلايا الشمسية .

**2- pulse width modulation :**

وهذا النوع يتحكم بكميه شحن البطارية عبر عده مراحل مع إنخفاض في قيمه تيار الشحن عندما تزداد فولتية البطارية لكن هذا النوع يعيبه الشحن البطئ .

**3- maximum power point :**

يقوم بشحن البطارية حتى السعه القصوى ويرفع من كفاءة النظام عند إرتفاع الفولتية التي تصل من ألواح الخلايا الشمسية .

**مهام منظمات الشحن :**

1- أحتواء منظم الشحن علي قاطع داخلي يعمل علي حماية الخلية الشمسية من التلف في حاله تلامس أقطاب الخلايا معاً وعند حدوث قصر في الدائرة .

2- يعمل المنظم علي تنقيه وتثبيت الفولتية التي تخرج من الخلية إلي الجهاز الذي يعمل علي الجهد المستمر DC.

3- تنظيم شحن البطارية علي الدقة المطلوبة .

4- يعمل علي ضمان عدم رجوع تيار كهربائي من البطارية إلي الخلية الشمسية مره أخري .

**11-2 الإستخدامات الحرارية للخلايا الشمسية :**

1. تسخين المياه .
2. تسخين أحواض السياحة .
3. تحليه المياه المالحة .
4. التدفئة .

## 12-2 تركيب الخلايا الشمسية في المنزل :

إن تركيب نظام خلايا شمسية طريقة ممتازة للحصول على طاقة كهربائية ، هذا النظام يساعد على تقليل فواتير الكهرباء ويقلل من الضرر البيئي أيضاً هو نظام لا يحتاج إلي صيانة ويزيد من قيمة المنزل في حال رغبت بيعه قد تكون التكلفة المبدئية للنظام عالية لكن هنالك بعض المنظمات والبنوك التي قد تساعدك مادياً للحصول عليها .

في بعض الحالات يمكن تركيب النظام الشمسي كاملاً بيوم واحد ويعتمد تركيبه علي عده عوامل مثل الظروف الجوية ومساحة الخلايا الشمسية وأيضاً سطح المنزل هل هو مسطح أم مائل ، السطوح المسطحة تحتاج إلي أعمدة دعم لتثبيت الألواح الشمسية بالزاوية المطلوبة .

## هنالك خمس خطواته تتم لتركيب الخلايا الشمسية في المنزل:

### أولا : دراسة متطلبات :

- لابد من دراسة فواتير الكهرباء لتحديد متوسط الإستهلاك اليومي من الطاقة هذا الأمر يساعد على اختيار النظام الأفضل لمتطلباتك وميزانيتك .
- تحديد نوع الخلايا المراد إستخدامها فكل نوع له مواصفات يعطي كفاءة معينة حسب البيئة التي ركب فيها ،يمكن إن تبنى قرارك أيضاً أعتماداً على رأي أكثر من شركة تركيب .
- سقف المنزل هل سيحتاج لدعم إضافي ليتحمل وزن الخلايا الشمسية ودراسة الموقع ومعرفه ما إذا كان يتعرض لرياح عاليه.

### ثانياً : اختيار النظام المناسب والمورد الموثوق :

- من المهم أن تتطلع على عدة شركات مختصة بتركيب الخلايا الشمسية قبل اختيار واحده منها.
- جمع معلومات عن النظام والشركات التي تعاملوا معها أشخاص قاموا بتركيب خلايا.

- لابد إن تقرر هل ستختار نظام مرتبط مع الشبكة العامة أم نظام مستقل يخزن الكهرباء (في بطاريات) .

في المناطق البعيدة عن الشبكة العامة أو عندما تكون تكلفة التوصيل مع شبكة الكهرباء عالية فيكون خيار النظام المستقل هو الأفضل مع انه النظام الأكثر تعقيداً وأعلى تكلفة من الأنظمة المرتبطة مع الشبكة لأنها لابد أن تكون مكتفية ذاتياً وتحتاج مكونات أكثر .

- عند اختيار النظام المرتبط مع الشبكة العامة فلابد من إستفسار شركة الكهرباء لمعرفه قوانين الربط ومن المهم أيضاً أن تسأل الشركة التي تقوم بالتركيب فهي ليست مسئولة عن التوصيل إلا إذا تم الاتفاق معها .
- إذا اخترت تركيب النظام المستقل فلابد من توفير بطاريات وإلية تخزين الطاقة .
- أداء الخلايا الشمسية ينخفض مع إرتفاع درجة الحرارة وغالباً ما تركب الخلايا الشمسية على سطح المنزل حيث تكون التهوية مناسبة .

**ثالثاً : اختيار مكان واتجاه التركيب الأفضل:**

- إيجاد أفضل مكان على سطح منزلك لتركيب الخلايا الشمسية.
- إذا كنت في مرحله تشيد المنزل أو تعيد ترميمه فيمكن تركيب الخلايا الشمسية المتكاملة مع البناء أي أنها جزء منه وهذا الخيار له غالباً مزايا اقتصادية لكن لابد من دراسة أسلوب تركيبه بشكل واسع للحصول على الأداء الأفضل .

**رابعاً : تركيب نظام الخلايا الشمسية :**

- بعد تركيب النظام يجب الإستفسار من المهندس المسئول لمعرفه كيف يمكن مراقبة النظام وما هي أفضل طريقة يمكن من خلالها المحافظة على النظام وكيفيه القيام بتنظيف الخلايا بطريقة سليمة .
- معرفه الإجراءات التي يجب أن تتخذها عند حدوث الطوارئ عند العواصف القوية .

- التأكد من أن منظم الشحن وجهاز مراقبة النظام قد تم تركيبها في مكان سهل الوصول إليه ومراقبته.

**خامساً : المحافظة على النظام :**

- تطبيق تعليمات وتوصيات الشركة .

- لزيادة كفاءة النظام يجب القيام بأعمال تنظيف الخلايا دورياً لإزالة الغبار ومخلفات الطيور والحشرات .

- عدم زراعة الأشجار العالية في الأماكن التي قد تظلل النظام في المستقبل .

- الشركة التي تتعامل معها لابد أن تكون جاهزة لأي دعم فني وقادرة على أن تتواجد دوماً عند حدوث أي عطل أو مشكلة رئيسية للنظام .

# الفصل الثالث

## أثر التبريد
## (التجربة)

# الفصل الثالث

## التجربة

تم إجراء التجربة بمركز أبحاث الطاقة وعلوم الأرض وتم وضع اللوح الشمسي وفقا لخطوط العرض لمدينه الخرطوم بزاوية 15 درجه في الأتجاه الجنوبي .

### 3-1 مكونات التجربة:-

لوح شمسي :Solar cells peak walt50w

أميتر :Ammeter

فولتميتر :Voltmeter

مقاومة:Resistor 17 اوم

مضخة مياه:DC pumps

حوض مياه:Pan

## 3-2 الأجهزة:

1. SOLAR SENSOR SS.100

   100 M/W/cm$^2$ =100MV

2. MINI BILGE PUMP

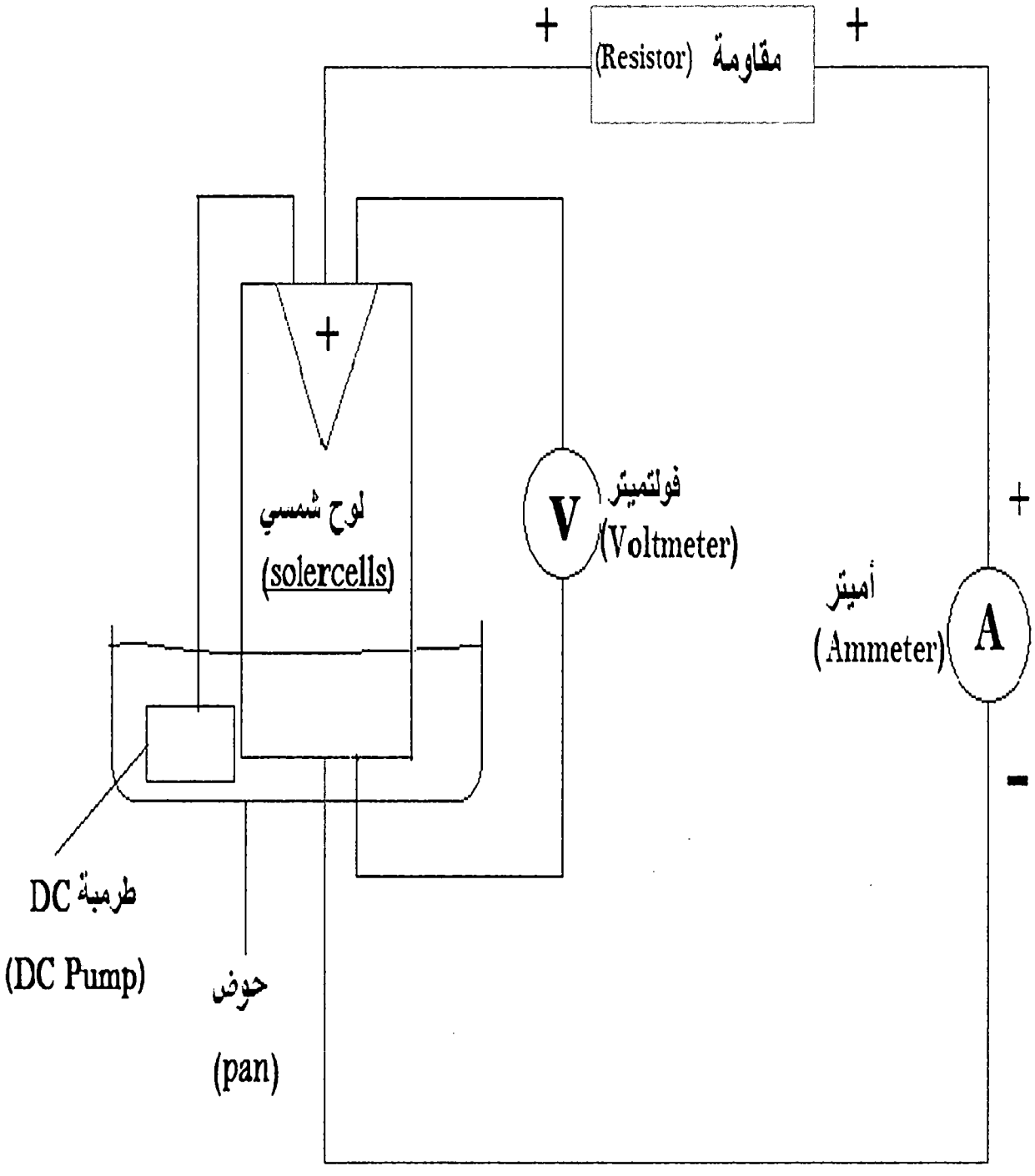
   12V 2A FUSE 3A

   P 46200

3. PEAK WATT 50W

4. RESISTOR 17 OM

مكونات التجربة :




الشكل (1-3)

## 3-3 منحني عمل الخلية الشمسية :

خاصية الجهد والتيار (i-v) للخلية تعتبر النقطة الأساسية في إختيار الخلية وتمثل هذه الخاصية عادة في شكل منحني يسمي بمنحني عمل الخلية الشمسية .

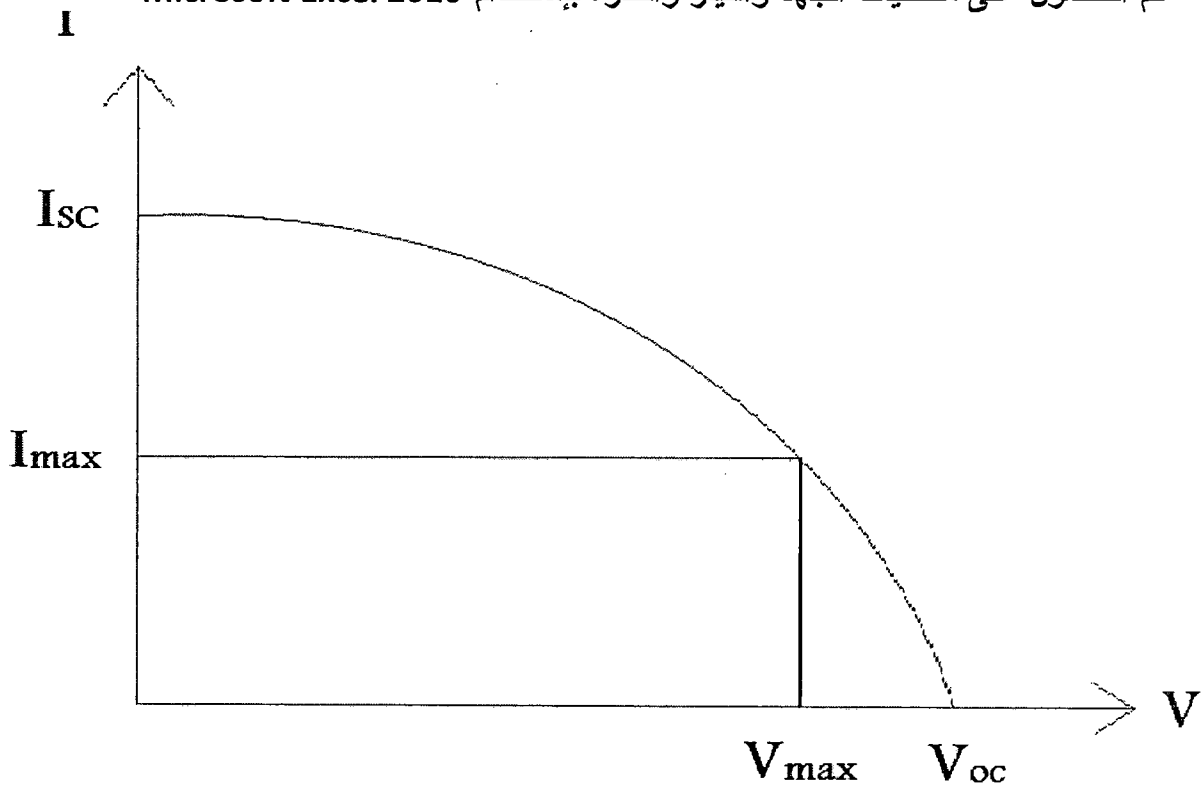
V=0 دائرة الخلية تكون في حاله قصر والتيار يساوي Isc تيار القصر.

I=0 فان الدائرة الخلية تكون مفتوحة والجهد عندها يساوي Voc .

تؤخذ نقطة عمل الخلية الشمسية في النقطة التي يكون فيها الجهد والتيار أعلي ما يمكن أي في النقطة التي تكون فيها القدرة أقصي ما يمكن .

$$P_{max} = I_{max} \cdot v_{max}$$

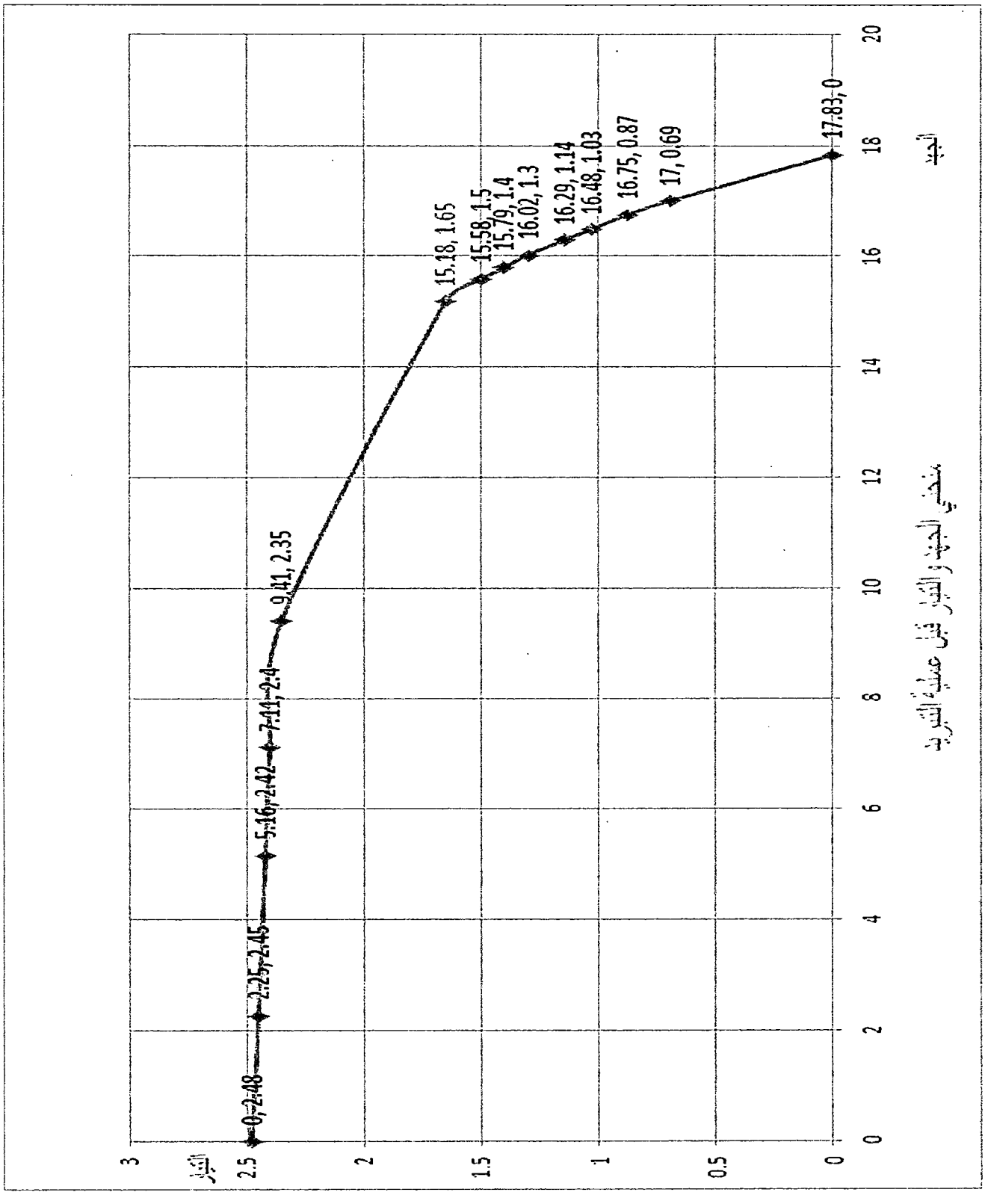
تم الحصول على منحنيات الجهد والتيار والقدرة بإستخدام Microsoft Excel 2010




الشكل (2-3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| | اليوم 3/6/2015 | درجة الحرارة 40 مئوية | |
| | الساعة AM 11:05 | الاشعاع الشمسي | 661 $w/m^2$ |
| | التيار | الجهد | |
| | 2.48 | 0 | |
| | 2.45 | 2.25 | |
| | 2.42 | 5.16 | |
| | 2.4 | 7.11 | |
| | 2.35 | 9.41 | |
| | 1.65 | 15.18 | |
| | 1.5 | 15.58 | |
| | 1.4 | 15.79 | |
| | 1.3 | 16.02 | |
| | 1.14 | 16.29 | |
| | 1.03 | 16.48 | |
| | 0.87 | 16.75 | |
| | 0.69 | 17 | |
| | 0 | 17.83 | |

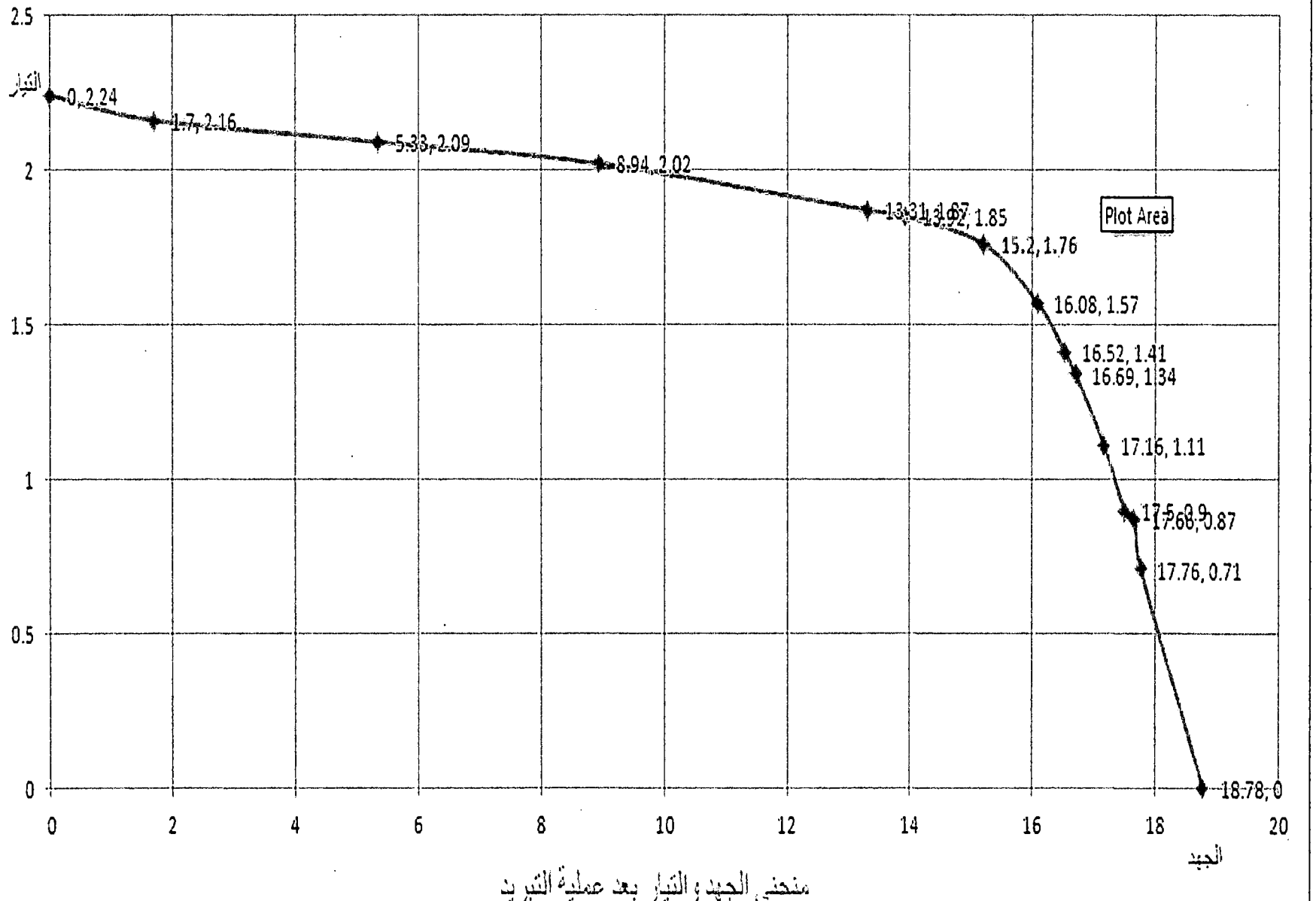
الجدول (1–3)


منحني الجهد والتيار قبل عملية التبريد
الجهد
التيار
0, 2.48
2, 2.45
5.16, 2.42
7.11, 2.4
9.41, 2.35
15.18, 1.65
15.58, 1.5
15.79, 1.4
16.02, 1.3
16.29, 1.14
16.48, 1.03
16.75, 0.87
17, 0.69
17.83, 0

الشكل (3-3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| اليوم 3/6/2015 | | درجة الحرارة 45 مئوية | |
| الساعة PM 12:25 | | الاشعاع الشمسي | 769 $w/m^2$ |
| التيار | | الجهد | |
| 2.79 | | 0 | |
| 2.74 | | 2.3 | |
| 2.71 | | 5.58 | |
| 2.69 | | 7.45 | |
| 2.63 | | 9.87 | |
| 1.67 | | 15.56 | |
| 1.53 | | 15.86 | |
| 1.41 | | 16.1 | |
| 1.29 | | 16.32 | |
| 1.04 | | 16.69 | |
| 0.93 | | 16.86 | |
| 0.84 | | 17 | |
| 0.78 | | 17.09 | |
| 0.73 | | 17.15 | |
| 0.69 | | 17.23 | |
| 0 | | 18 | |

الجدول (2-3)

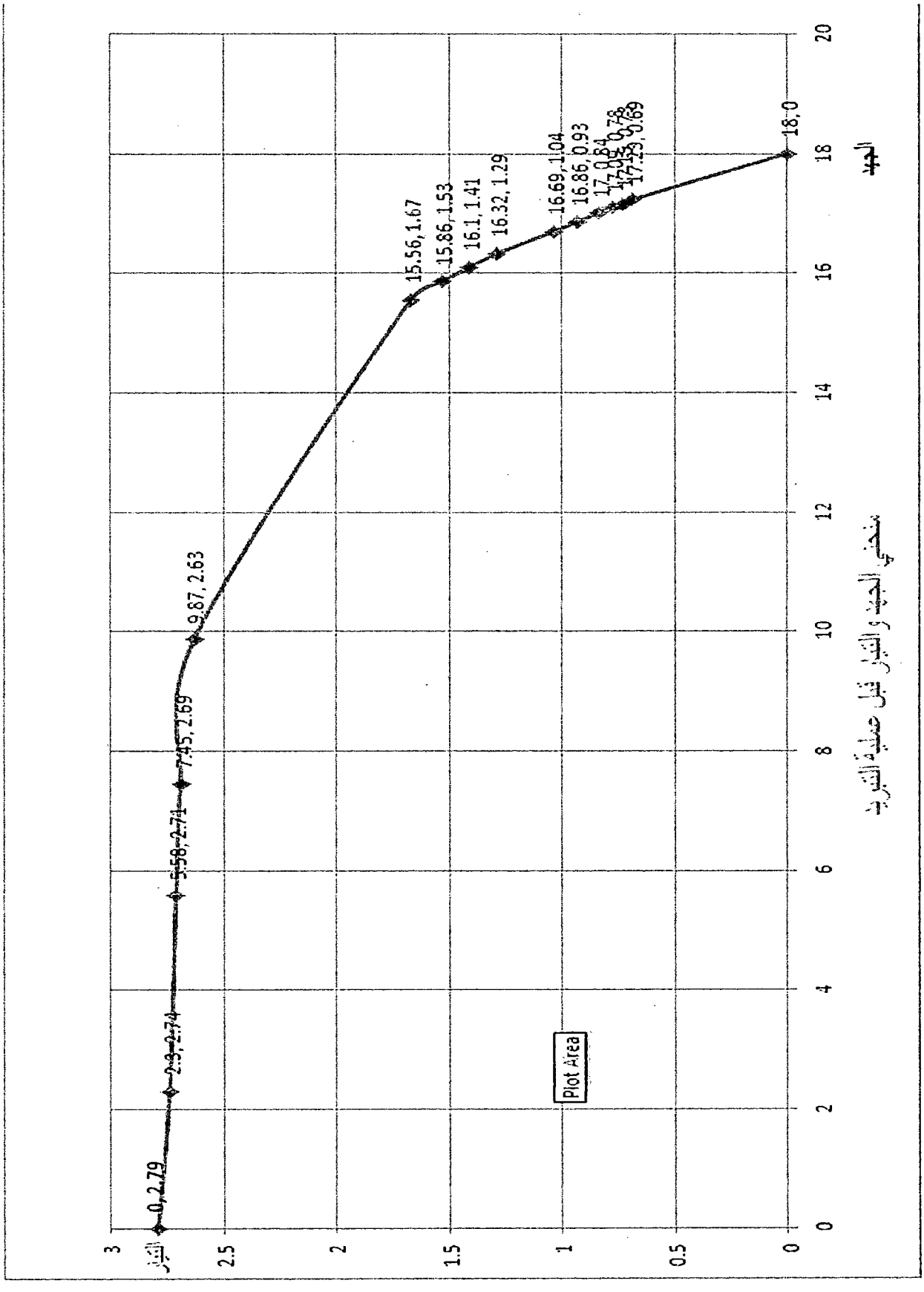



منحني الجهد والتيار بعد عملية التبريد

الشكل (3-4)

| | | | |
|---|---|---|---|
| اليوم 4/6/2015 | | درجة الحرارة 34 مئوية | |
| الساعة AM 11:05 | | الاشعاع الشمسي | 665 $w/m^2$ |
| التيار | | الجهد | |
| 2.24 | | 0 | |
| 2.16 | | 1.7 | |
| 2.09 | | 5.33 | |
| 2.02 | | 8.94 | |
| 1.87 | | 13.31 | |
| 1.85 | | 13.92 | |
| 1.76 | | 15.2 | |
| 1.57 | | 16.08 | |
| 1.41 | | 16.52 | |
| 1.34 | | 16.69 | |
| 1.11 | | 17.16 | |
| 0.9 | | 17.5 | |
| 0.87 | | 17.66 | |
| 0.71 | | 17.76 | |
| 0 | | 18.78 | |

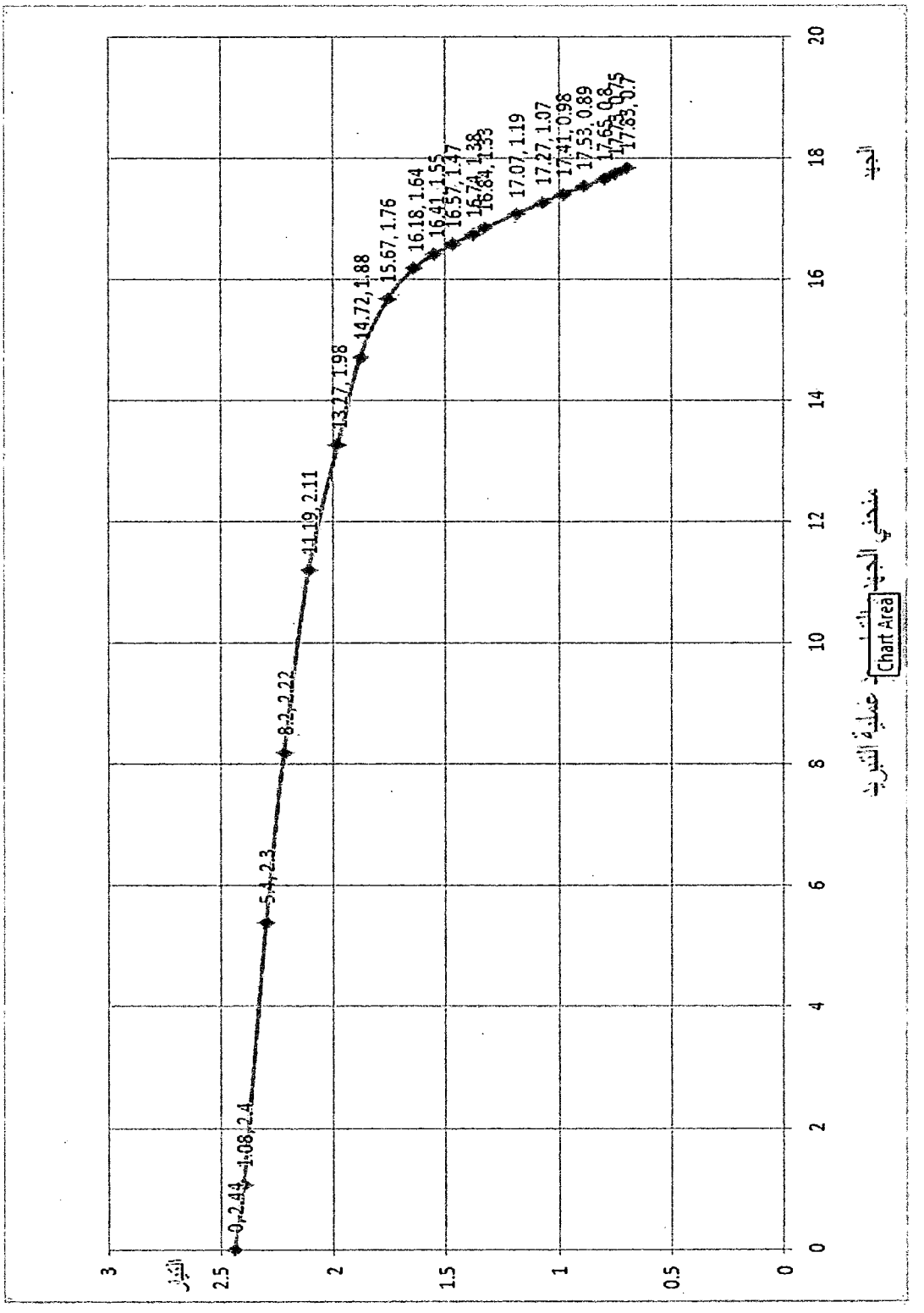
الجدول (3-3)


منحنى الجهد والتيار قبل عملية التنبيت
التيار
الجهد
Plot Area
0,2.79
9.87, 2.63
15.56, 1.67
15.86, 1.53
16.1, 1.41
16.32, 1.29
16.69, 1.04
16.86, 0.93
18,0

الشكل (3-5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| درجة الحرارة 33 مئوية | | اليوم 4/6/2015 | |
| الاشعاع الشمسي | 773 $w/m^2$ | الساعة PM 12:25 | |
| الجهد | | التيار | |
| 0 | | 2.44 | |
| 1.08 | | 2.4 | |
| 5.4 | | 2.3 | |
| 8.2 | | 2.22 | |
| 11.19 | | 2.11 | |
| 13.27 | | 1.98 | |
| 14.72 | | 1.88 | |
| 15.67 | | 1.76 | |
| 16.18 | | 1.64 | |
| 16.41 | | 1.55 | |
| 16.57 | | 1.47 | |
| 16.74 | | 1.38 | |
| 16.84 | | 1.33 | |
| 17.07 | | 1.19 | |
| 17.27 | | 1.07 | |
| 17.41 | | 0.98 | |
| 17.53 | | 0.89 | |
| 17.65 | | 0.8 | |
| 17.75 | | 0.75 | |
| 17.85 | | 0.7 | |

الجدول (4-3)


3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Chart Area
0, 2.44
1.08, 2.4
5.4, 2.3
8.2, 2.22
11.19, 2.11
13.27, 1.98
14.72, 1.88
15.67, 1.76
16.18, 1.64
16.41, 1.55
16.57, 1.47
16.74, 1.38
16.84, 1.33
17.07, 1.19
17.27, 1.07
17.41, 0.98
17.53, 0.89
17.63, 0.75

الشكل (6-3)

## 3-4 حساب كفاءة الخلية الشمسية :

$$Efficiency = \frac{power\ output}{power\ input}$$

$$Efficiency = \frac{pmax}{radiation * unit\ area}$$

يتم تحديد قيمة power max من المنحني أو جدول القراءات بضرب التيار في فرق الجهد

وتختار أعلى قيمة ل p

حساب مساحة اللوح الشمسي :

عدد الخلايا 36 خلية:

مساحة الخلية الوحدة $10\times10\ cm^2$

$0.1\times m^2 0.1$

مساحة اللوح الشمسي:

$$0.1*0.1*36= 0.36\ m^2$$

قياس الإشعاع الشمسي:

$$w/m^2$$

## حساب كفاءة الخلية الشمسية دون عملية التبريد المائي

اليوم:2015/6/3م　　درجة الحرارة 40 م

الساعة : 11:05 ص　　الإشعاع الشمسي:661 $w/m^2$

**القدرة القصوى:**

**P max = 25.047 w**

**الإشعاع الشمسي:**

**Radiation = 661 $w/m^2$**

**وحدة المساحة:**

**Unit area = 0.36$m^2$**

$$Efficiency = \frac{25.047}{661 * 0.36} = 0.105$$

**=10.5%**

**كفاءة الخلية الشمسية دون عملية التبريد المائي = 10.5%**

## حساب كفاءة الخلية الشمسية بالتبريد المائي

اليوم:2015/6/4م　　درجة الحرارة 34 م

الساعة : 11:05 ص　　الإشعاع الشمسي:665 $w/m^2$

**القدرة القصوى:**

$$P\ max = 26.75\ w$$

**الإشعاع الشمسي:**

$$Radiation = 665\ w/m^2$$

**وحدة المساحة:**

$$Unit\ area = 0.36m^2$$

$$Efficiency = \frac{26.75}{665 * 0.36} = 0.1117$$

$$=11.17\%$$

**كفاءة الخلية الشمسية بواسطة التبريد المائي = 11.17%**

## حساب كفاءة الخلية الشمسية دون عملية التبريد المائي

اليوم:2015/6/3م  درجة الحرارة 40 م

الساعة : 12:25 م  الاشعاع الشمسي:769 $w/m^2$

**القدرة القصوى:**

**P max = 25.98 w**

**الإشعاع الشمسي:**

**Radiation = 769 $w/m^2$**

**وحدة المساحة:**

**Unit area = 0.36$m^2$**

$$Efficiency = \frac{25.98}{769 * 0.36} = 0.0938$$

**=9.83%**

**كفاءة الخلية الشمسية دون عملية التبريد المائي = 9.83%**

## حساب كفاءة الخلية الشمسية بالتبريد المائي

اليوم:2015/6/4م　　درجة الحرارة 33 م

الساعة : 12:25 م　　الإشعاع الشمسي:773 $w/m^2$

**القدرة القصوى:**

**P max = 27.67 w**

**الإشعاع الشمسي:**

**Radiation = 773 $w/m^2$**

**وحدة المساحة:**

**Unit area = 0.36$m^2$**

$$Efficiency = \frac{27.67}{773 * 0.36} = 0.999$$

**=9.99%**

**كفاءة الخلية الشمسية بواسطة التبريد المائي = 9.99%**

# الفصل الرابع

## الخاتمة والتوصيات

## 4-1 الخلاصة :

من خلال التجربة وبالمقارنة بين كفاءة الخلية الشمسية بدون تبريد مائي وكفاءة الخلية الشمسية عند إستخدام التبريد المائي نستنتج انه يمكن زيادة كفاءة الخلايا الشمسية بإستخدام التبريد المائي فهنالك إرتفاع ملحوظ في كفاءة الخلايا الشمسية عند إستخدام نظام الرش بالمياه مما يؤدي إلي توليد أقصي قدره كهربائية ممكنه .

## 4-2 التوصيات :

إستخدام أبراج تبريد تعمل علي تبريد المياه الساخنة القادمة مـــن الخليـــة وإرجاعهـــا مـــره أخـــري ليعمل نظام التبريد في شكل دوره .

## 3-4 الرؤية المستقبلية :-

السودان بلد غني بكميات وفيرة من الإشعاع الشمسي لذلك من المتوقع أن تتضاعف إستخدامات الطاقة الشمسية بنسبه عالية وذلك حسب الدلائل والمؤشرات الماثلة وذلك لأغراض التنمية الإقتصادية والإجتماعية الشاملة في البلاد والذي سوف يؤدي إلي تحقيق أهداف التنمية ووقف تدهور البيئة وإعادة أعمارها فإنه يتطلب من الدولة إتخاذ القرارات والسياسات اللازمة لتوفير التمويل ودعم البحوث الجارية عن إستخدام الطاقة الشمسية .

## المراجع:


1- تكنولوجيا الطاقة البديلة – تأليف د/ سعود يوسف عياش – 1981م.

2- توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية – تأليف / ستيفان ك.و.كراوتر – ترجمة : د.عبد الباسط علي صالح كرمان – مارس 2011م.

3- Introduction To Photovoltaic solar energy / MIRO ZEMAN 2009

4- Photovoltaic solar energy مكتب المنشورات الرسمية للإتحاد الأروبي – لوكسمبورغ 2009 – طبع في بلجيكا.

5- www.eletorial.com

6- www.arabsolarenergy .com