# Means to support National Electricity Network by improving the efficiency of solar cells and the application process to find outlets in Iraq

# وسائل دعم شبكة الكهرباء الوطنية من خلال تحسين كفاءة الخلايا الشمسية وإيجاد منافذ تطبيق عملية لها في العراق

د. علي عبد العباس البكري
مدرس / الكلية التقنية / المسيب
قسم تقنيات هندسة القدرة الكهربائية

وليد خلد الجبوري
م. مساعد / الكلية التقنية / المسيب
قسم تقنيات هندسة القدرة الكهربائية

**المستخلص**

هذا البحث يتطرق إلى موضوع بالغ الأهمية , الا هو إمكانية استغلال و تحسين استخدام الطاقة الشمسية في العراق. إذا علمنا بان العراق من اغنى دول العالم بمستوى و كمية الطاقة الشمسية الساقطة عل معظم اراضيه و طيلة أيام و أشهر السنة. لذا فقد تم التركيز و بصورة رئيسية على استنباط طرق حديثة لتحسين كفاءة الخلايا الشمسية المستخدمة في منظومة الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية في جانبين مهمين, أولهما, طريقة تصنيع الخلية الشمسية و ثانيهما, طريقة تركيز الأشعة الشمسية للحصول على أقصى طاقة كهربائية و لأقل مساحة ممكنة من الخلايا الشمسية, هذا من ناحية و من الناحية الأخرى و التي لا تقل أهمية من الأولى و هي إمكانية إيجاد منافذ تطبيقية جديدة و مناسبة لاستغلال الطاقة الشمسية و لشتى الاستخدامات. ان هذا الجهد يصب و بصورة مباشرة في خدمة الشبكة الكهربائية الوطنية من خلال استخدام البديل المناسب لها و لو بنسبة ضئيلة قابلة للزيادة و التطوير في المستقبل القريب .

**Abstract**

This research addresses the subject of great importance, which is the possibility of improving the use and exploitation of solar energy in Iraq. If we know that Iraq of the richest countries of the world level and the amount of solar energy falling upon most of its territory and throughout the days and months of the year. Therefore, in this paper we focus on developing methods to improve the efficiency of solar cells used in solar energy system to generate electricity in two important issues, first, how to manufacture solar cell and secondly, how to focus solar radiation for maximum power and the least possible area of solar cells, on the one hand and, on the other ,which is no less important than the first and outlets is the possibility of finding new applications and appropriate utilization of solar energy and for various uses. This effort is directly take a service of the national electrical grid through the appropriate use of alternative and if a small percentage can be increased and developed in the nearly future.

## 1- المقدمة:

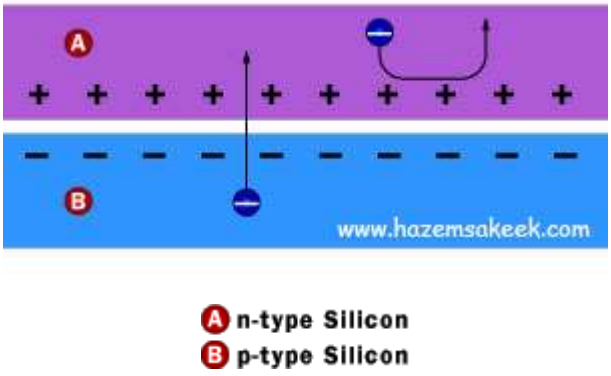
نظرا لما تعانيه شبكة الكهرباء الوطنية العراقية من مشاكل كثيرة و كبيرة وفي مقدمتها عدم إمكانية الشبكة من الإيفاء بمتطلبات الحمل المسلط عليها نتيجة النقص الحاصل في التوليد مقابل الزيادة المضطردة في الحمل, مما يستدعي من المختصين في قطاع الكهرباء التفكير جديا و مليا في إيجاد وسائل توفر و لو جزئيا بعض الحلول لتقليل الحمل على الشبكة, لذا يأتي هذا البحث ضمن هذه الجهود. تم التركيز حول دراسة إمكانية استغلال الطاقة الشمسية ضمن منافذ تطبيقية عديدة و كذلك إمكانية تحسين كفاءة منظومة توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية الساقطة و التي تذهب هباء طيلة أشهر السنة نتيجة لعدم استغلالها و بالذات عندنا في العراق و الذي يمثل انسب الأماكن في العالم لاستغلال هذه الطاقة لسقوط أشعة الشمس بزاوية ملائمة طيلة أيام السنة و بالذات أشهر الصيف و لتوفر إمكانية تصنيع هذه الخلايا لتوفر المادة الأولية الرئيسية لإنتاجها حيث تحتضن تربة العراق أنقى أنواع الرمل في العالم إضافة لامتلاك العراق الطاقة البشرية و العلمية من مهندسين و فنيين و اللازمة لتشغيل المعامل الخاصة بإنتاج خلايا الطاقة الشمسية و تشغيلها, و في نفس الوقت, التقليل من البطالة عن طريق زج هؤلاء الخريجين ضمن قوافل الأعمار و البناء في العراق الجديد.

## 2 - الخلايا الشمسية:

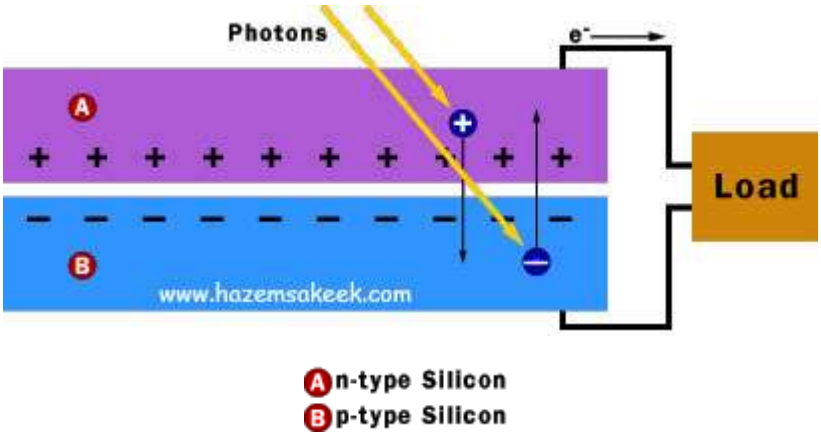
إن الخلايا الشمسية ببساطة هي عبارة عن محولات فولتوضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلي كهرباء ، وهي نبائط شبه موصلة وحساسة ضوئياً ومحاطة بغلاف أمامي وخلفي موصل للكهرباء .لقد تم إنماء تقنيات كثيرة لإنتاج الخلايا الشمسية عبر عمليات متسلسلة من المعالجات الكيميائية والفيزيائية والكهربائية على شكل متكاثف ذاتي الآلية أو عالي الآلية ، كما تم إنماء مواد مختلفة من أشباه الموصلات لتصنيع الخلايا الشمسية على هيئة عناصر كعنصر السليكون أو على هيئة مركبات كمركب الجاليوم زرنيخ وكربيد الكادميوم وفوسفيد الأنديوم وكبريتيد النحاس وغيرها من المواد الواعدة لصناعة الفولتضوئيات [2,1] .

## 3- ميكانيكية عمل الخلايا الشمسية:

الخلية الشمسية للتطبيقات الأرضية هي رقاقة رفيعة من السيليكون مشابه بمقادير صغيرة من الشوائب لإعطاء جانب واحد شحنة موجبة والجانب الآخر شحنة سالبة مكونة ثنائياً ذا مساحة كبيرة .تولد الخلايا الشمسية قدرة كهربائية عندما تتعرض لضوء الشمس حيث ان الضوئيات ( الفوتونات ) والتي يحمل كل منها كماً طاقوياً محدداً يكسب الإلكترونات الحرة طاقة تجعلها تهتز حرارياً وتكسر الرابط الذري بالشبكة بالمادة الشبه موصلة ويتم تحرير الشحنات وإنتاج أزواج من الإلكترون في الفراغ . تنطلق بعد ذلك حاملات الشحنة هذه متجهة نحو وصلة الثنائي متنقلة بين نطاقي التوصيل والتكافؤ عبر الفجوة الطاقوية وتتجمع عند السطح الأمامي والخلفي للخلية محدثة سريان تيار كهربي مستمر عند توصيل الخلية بحمل كهربائي وتبلغ القدرة الكهربية المنتجة للخلية الشمسية عادة واحد واط, و يبين الشكل رقم (1- أ و ب) فكرة عمل الخلية الشمسية عند سقوط فوتون الضوء على الخلية تتحرر الكترونات وفجوات تنتقل الالكترونات تحت تأثير قوة المجال الكهربي في الخلية إلى الجزء السالب وتنتقل الفجوات إلى الجزء الموجب ولكن تعود مرة أخرى الى موضعها الاساسي عند توصيلها بدائرة [4,3].




(أ)




(ب)

شكل (1): طريقة عمل الخلية الشمسية

## 4- طرق تحسين كفاءة الخلية الشمسية:

أن اغلب بحوث الطاقة الشمسية تهدف إلى زيادة كفاءة تحويل الخلية الشمسية (أي مقدار ما يتحول من طاقة شمسية إلى كهربائية ) وهذا يتم بعدة طرق, اهمها:

### 4-1 تحسين معاملات الخلية الشمسية إثناء تصنيعها:

ان من اهم المعاملات التي تؤثر على كفاءة الخلية الكهروضوئية هي مقدار كل من القدرة العظمى و فولطية الدائرة المفتوحة وتيار الدائرة القصيرة و هنالك معاملات اخرى و لكنها اقل تاثيرا .. وهذا التحسين في الكفاءة يتم بعدة طرق [3]:

1- استخدام تقنية الخلايا المركبة Compound Solar Cells: حيث يتم اختبار سبيكة مناسبة من النوع (III-V alloy) لتصنيع نبيطية بلورية ذات شبكة متصلة (lattice-match) ترسب على أرضية معينة حيث ترسب أولاً ذات فجوة الطاقة الصغيرة تتبع بمفرق نفقي ثم الخلية ذات فجوة الطاقة الأعلى وتطورت كفاءة هذه الخلية ذات المفرق الواحد البسيط من 20% عام 1980 إلى 30% عام 1996.

2- استخدام الأنظمة المتعددة الفجوات لكونها أكثر تناسباً مع الطيف الشمسي من الأنظمة ذات الفجوة المفردة وبالتالي تكون الكفاءة أعلى.
3- استخدام الصفائح المتبلورة الملونة: فعند استخدام صبغات مبلورة ذات كفاءة كمية مقاربة للواحد كطلاء وقاية للخلية الشمسية فأن الكفاءة سوف تزداد بمقدار 2.7% عند التلوين باللون الأخضر و 17.27% عند الطلاء باللون الوردي وهذه الزيادة تعود إلى أن الطلاء يقلل الانعكاسية من 40% إلى 20% والألوان المفضلة هي الذهبي الأخضر، البني والرصاصي.
4 – استخدام خلايا الشبكة المطبوعة Printed- Screen Solar Cells: تستخدم عادة فيها طبقات من السليكون المطعم بالبورون وتصنع بطريقة قوالب (CZ) وهي ذات كفاءة بين 10% إلى 13%.

5- استخدام خلية الاتصال المدفون Buried Contact Solar Cells: هي محاولة لتطوير كفاءة الأداء بأقل كلفة ممكنة حيث تصلب ( تمعدن ) Metalized بواسطة الترسيب اللاكهربائي (electroless deposition) لطبقات Ni/Cu/Ag و أعلى كفاءة تم الحصول عليها من هذا النوع 18-16%.

### 4-2 استخدام المركزات الشمسية:

#### 4-2-1 استخدام المركزات الشمسية:

على الرغم من إحراز تقدم كبير في مجال تحسين كفاءة أداء الخلايا الشمسية خلال العشرين سنة الماضية إلا أن ارتفاع الكلفة مازال عائقاً أمام انتشار استخدامها وما تزال البحوث مستمرة في هذا المجال . إن بحوث الفوتوفلطائيات تطمح دوماً أن تخفض كلفة إنتاجية الكهرباء باستخدام مواد رخيصة لتجميع أشعة الشمس الساقطة و توجيهها إلى الخلية الشمسية ومنها استخدام العدسات وتقنيات بصرية أخرى فالمركزات هي أجزاء بصرية تزيد من كمية الإشعاع الساقط على سطح ما كالخلية ألشمسية أو ماصٍ حراري و تعد المرايا و عدسات فرنيل أهم ما يستخدم لهذا الغرض إذ تستخدم العدسات لزيادة التركيز وليس للحصول على صورة معينة أو تستخدم المرايا لهذا الغرض أو كلاهما معاً. إن تركيز الإشعاع الضوئي يتحقق أما بـ optics - imaging أو optics - nonimaging حيث ينقل النوع الأول الضوء إلى نقطة واحدة كالبؤرة مثلاً عند استخدام العدسات أما النوع الثاني فينقل السيل الإشعاعي من منطقة معينة إلى أخرى و ينقل كلاً من الإشعاع المباشر (direct radiation) الذي يعرف بأنه مركبة الفيض الواصلة إلى المركز بدون أي تداخل مع الجسيمات المحيطة و الإشعاع المنتشر (diffused radiation), الذي يعرف بأنه مركبة الفيض الشمسي المتشتتة بسبب العوالق الجوية. وهناك مقاييس لاختيار المركز المطلوب منها درجة التركيز و الحرارة الناتجة حيث أن تركيز القدرة في نقطة يولد حرارة, بين عالية إلى عالية جداً, أما عند تركيزها في خط فان الحرارة المتولدة من معتدلة إلى عالية. و لأجل معرفة أي المركزات أفضل للتطبيقات فيجب المقارنة فيما بينها من حيث نسبة التركيز، زوايا السقوط ، مساحة السطح العاكس ومعدل عدد الانعكاسات. أن المركزات أما أن تكون ثابتة لا تحتاج إلى معقبات لأثر الشمس بحيث تكون ذات زوايا استقبال واسعة و لها القابلية على جمع و تركيز الأشعة المباشرة والمنتشرة والخلايا المناسبة في هذه الأنظمة هي خلايا السليكون التقليدية أو تكون معقبة و ذات نسبة تركيز أعلى من الثابتة و ذات كفاءة أفضل. قبل أن نستعرض أنواع المركزات الشمسية سيتم التعرف على بعض المصطلحات كنسبةالتركيز(Concentration Ratio C) . إن أهم المعايير لتقييم عمل المركزات هي نسبة التركيز C التي من الممكن تعريفها بطريقتين [5] :

1- **نسبة التركيز الهندسي Geometrical Concentration Ratio:** هي النسبة بين مساحة فتحة الدخول ( A1 =Area of entrance Aperture) إلى مساحة الامتصاص أو فتحة الخروج (A2 =Area of exit Aperture) و حسب المعادلة رقم (1).

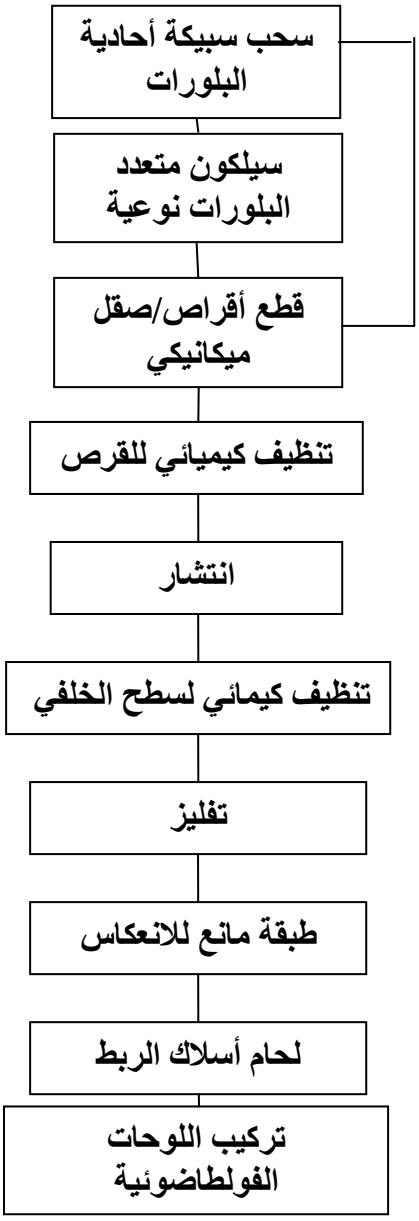
$$Cg = A1/ A2 \qquad (1)$$

**2- نسبة تركيز الفيض Flux Concentration Ratio F.C.R**): و يمكن حسابها أيظاً من نسبة الإشعاع ( Global Ratio) الساقط على الماص (absorber) إلى نسبة الإشعاع على فتحة الدخول حسب المعادلة رقم (2):

$$C= G2/G1 \qquad (2)$$

## 5- مراحل تصنيع و تركيب الخلايا الضوئية

**1-5 بنية الألواح :** يمكن الحصول على الألواح بطرق عديدة فيزيائية منها وكيميائية ويمكن تنويعها حسب المكونات فبالنسبة للسيلكون فيتكون من مركبات, مثل ثلاثي كلور السيلان أو رباعي كلور السيلان فينتج خلية شمسية وحيدة البلورات ثم تختزل الهيدروجين عند درجات حرارة تصل إلى 1000درجة وبهذا نحصل على مكون نقي متعدد البلورات. وفيما يلي, سوف نشرح تركيب الألواح عن طريق مراحل تصنيعها. يمثل الشكل (2) مراحل تصنيع الخلايا الضوئية الأحادية والمتعددة[3]:

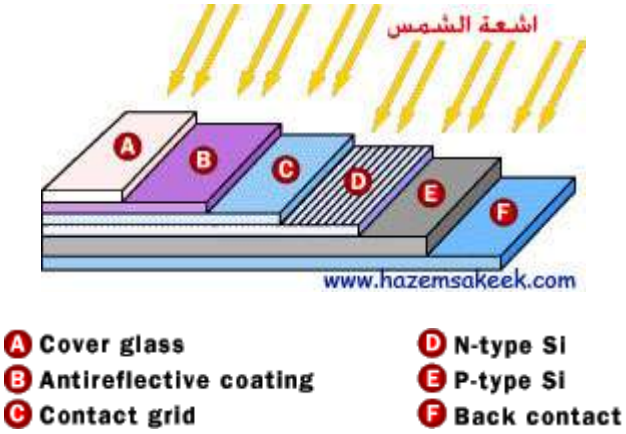



**شكل (2) : مراحل تصنيع الخلايا الضوئية الأحادية والمتعددة**

يمثل الرمل المادة الأولية المستعملة و الذي يتكون بصورة رئيسية من مادة السليكون, فعند استعمال( كيلوغرام واحد) من الرمل نحصل على( 50 غرام ) من اللوحات الأحادية البلورات. الخطوات التالية تبين مراحل تصنيع الخلايا الضوئية بنوعيها (الاحادية و المتعددة):

1) يتم إعداد السيليكون في العملية الأولى, وذلك باختزاله من الرمل والفحم في فرن كهربائي وهنا تنتج وحدة وحيدة البلورات والتي لا تفوق نقاوتها 98%.
2) يتم في مرحلة التصنيع الثانية استخلاص السيلكون المتعدد البلورات وذلك بزيادة في تنقيتها وذلك عن طريق اختزال الهيدروجين في درجة حرارة 1000 درجة حيث تكون جودة المنتج عالية .
3) بعد ذلك تتم عملية قطع السبيكة إلى أقراص بالإضافة إلى الصقل الميكانيكي للقرص.
4) بعد عملية القطع تتم عملية التنظيف الكيميائي للوجه الأمامي للقرص حيث يتم إزالة الشوائب عن الطبقة الأمامية للقرص.
5) يتم بد ذلك إعادة تعديل وضع الخلايا ,تسمى هذه المرحلة بالانتشار.
6) تنظيف الجزء الخلفي للخلية.
7) بعد عملية التنظيف يتم وضع ملامس على طرفي الخلية لربط الخلية بالدارة الكهربائية وتسمى هذه المرحلة بالتفليز.
8) للتخلص من الضياعات الناتجة من انعكاس الإضاءة الموجهة للوح و التي قد تصل إلى 45% يتم وضع طبقة مانعة للانعكاس ,حيث تنخفض قيمة هذه الضياعات الناتجة عن الانعكاس بعد وضع هذه الطبقة الى10% تقريبا.
9) تمثل عملية لحام أسلاك التوصيل المرحلة الأساسية قبل التشغيل والتي يتم فيها التعامل مباشرة مع الخلية المصنعة حيث يجب توخي الدقة في عملية الربط خوفا من التوصيل الرديء و الذي يؤدي الى نشوء مقاومة عالية.
10) تعتبر عملية تركيب اللوحات الفولطاضوئية المرحلة النهائية حيث يتم فيها الربط النهائي للخلايا حسب الفولتية المطلوبة و كذلك يتم وضع الخلايا على هيكل التثبيت مع مراعاة عملية العزل.

يبين الشكل رقم (3) مقطعا عرضيا لأحد الخلايا الشمسية يبين فيه تركيب الخلية و تسلسل طبقاتها المشار اليها سابقا.




**شكل (3): مقطع لأحد الخلايا الشمسية يبين فيه تركيب الخلية** و تسلسل طبقاتها

## 2-5 السيلكون المتعدد البلورات :

يتم في هذا النوع من السليكون الفصل بين البلورات ذات الاتجاه والأبعاد المتغيرة بمناطق تسمى فاصلات الحبات, تعمل كشراك للحاملات ذات الأقلية وكحوائل بالنسبة للحاملات ذات الأغلبية .وهذا ما يشكل أسوا التالفات لأن فاصلات الحبات تضعف شدة التيار الكهربائي أضافة إلى وجود مقاومة تسريب . يبدو وكأن المكونات المتعددة البلورات وجدت لاستعمالها في التحويل الفولطاضوئي لكن ليس الأمر كذلك في الواقع إذ أن هذا التحويل مرتبط بعدة عوامل مثل حجم الحبات و اتجاهها وعمق الوصلة و طول الانتشار وإذا كانت الحبات متجهة بصفة عشوائية فإن الحبات الوحيدة النشيطة هي الموجودة على السطح . وتضطر حاملات الشحنة إلى اجتياز العديد من الفاصلات مما يودي إلى تدهور النتائج القياسية . وإذا كانت الحبات متجهة حسب تركيب عمودي فإن جميع الحبات نشيطة ويمكن أن نعتبر أن الجهاز مركب من خلايا شمسية سلكية الشكل منضدة ومجمعة على التوازي . ويتمثل الاختلاف الوحيد مع المكون الوحيد البلورة في وجود سطوح أضافية للاتحاد على الحافات . لذا ينبغي توفر الشروط التالية:

- أن يتساوى طول الانتشار مع الأبعاد الجانبية على الأقل.
- أن يتساوى علو الحبة مع سماكة الشريط.
- ضرورة وجود علاج ملائم من الاتحاد على حافة الحبات.

### 3-5 لوحات أحادية البلورات:

نستطيع ان نحصل على(50 غرام) من اللوحات الاحادية البلورات من كل كيلو غرام واحد من المادة الخام (الرمل) حيث يتم في العملية الأولى إعداد السيليكون المعدني بواسطة اختزال خليط من الرمل والفحم في الفرن الكهربائي طبقا للمعادلات الكيميائية (4,3 و 5):

$$SiO2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO \quad (3)$$
$$SiO2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO \quad (4)$$
$$SiO2 + 2SiC \longrightarrow 3Si + 2CO \quad (5)$$

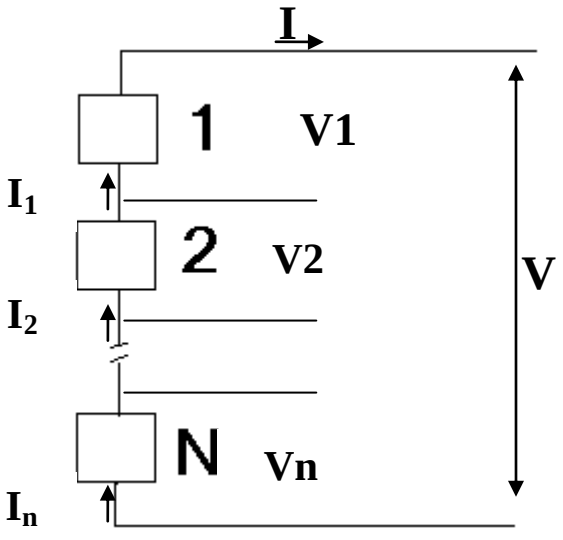
وفي هذا النوع من اللوحات لاتزيد نقاومة المنتج عن [98%] وللزيادة في تنقيتها نستعمل ثالث كلور السيلان وذلك بتفاعل مع كلوريد الهيدروجين في درجة حرارة 250 درجة مئوية و نرجع إلى السيليكون في شكله متعدد البلورات بواسطة اختزال بالهيدروجين في حوالي 1000 درجة مئوية ويكون المنتج انذاك ذا جودة إلكترونية والشكل السابق رقم (2) يمثل مراحل صناعة الخلية من سيليكون أحادي البلورة ايظا.

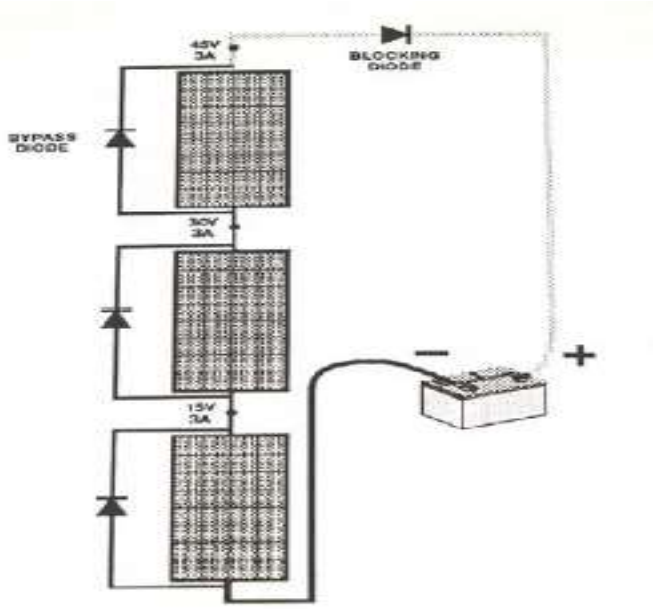
### 4-5 تجميع الخلايا:

**1. تجميع الخلايا على التوالي :**

يتم جمع الخلايا على التوالي للحصول على جهد يتناسب مع جهد الحمل المستعمل نظرا لأن الجهد الذي تولده الخلية الضوئية صغيرا في أغلب الأحيان. وبما أن الخلايا موصولة على التسلسل فإن تيار الحمل المار في خلية واحدة هو نفسه الذي يمر في كافة الخلايا الموصولة معها, كما في الشكل (4) فإن التوتر الكلي على طرفي الفرع يساوي مجموع توترات الخلايا كافة ويمكن ان يعطى التوتر والتيار بالعلاقات التالية [5,4]:

$$V=V_1+V_2+\ldots\ldots V_n \quad (6)$$
$$I= I_1 = I_2 =\ldots\ldots I_n \quad (7)$$




**شكل (4): تجميع الخلايا على التوالي**

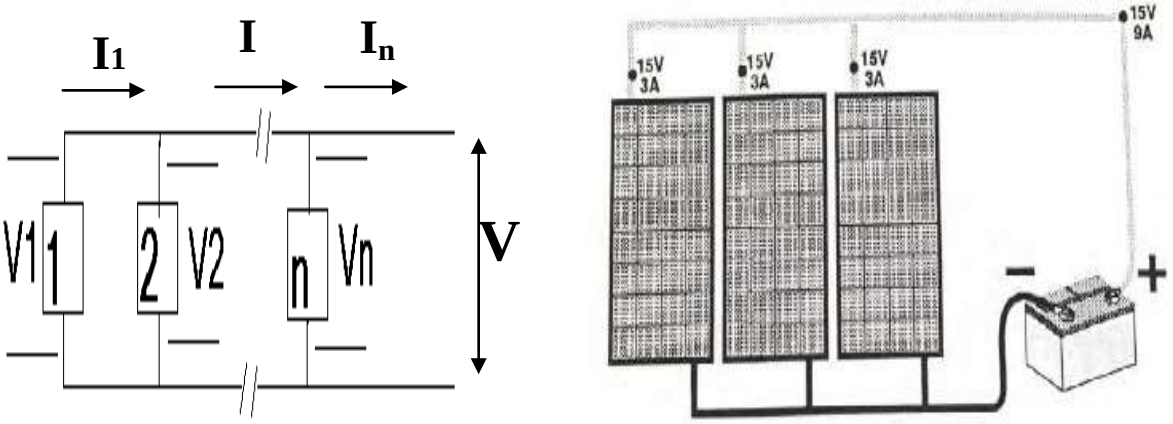
من العلاقات السابقة نستنتج, أنه عند توصل مجموعة من الخلايا على التوالي يجب أن يكون تيار كل منها متساوي, لذلك يجب عدم ربط الخلايا المختلفة في النوع أو الاستطاعة وذلك للحفاظ على سلامة اللوح الشمسي.الثنائي يربط هنا بطريقة عكسية لحماية الخلية من الشحن المعاكس.

**2. تجميع الخلايا على التوازي :**

إن تيار الخلية الضوئية المنفرد صغير جدا وقد لا يتناسب هذا التيار مع الأحمال الموجودة وللحصول على تيار كبير يجب ربط عدد من الخلايا على التوازي كما في الشكل رقم (5). في هذه الحالة نلاحظ أن الجهد المتولد على كل خلية متساوي وهو نفسه المطبق على الحمل أما التيار فهو يساوي مجموع تيارات الخلايا للمجموعة المربوطة على التوازي ويعطى التيار والتوتر بالعلاقات التالية :

$$I = I_1 + I_2 + \dots\dots I_n \quad (8)$$

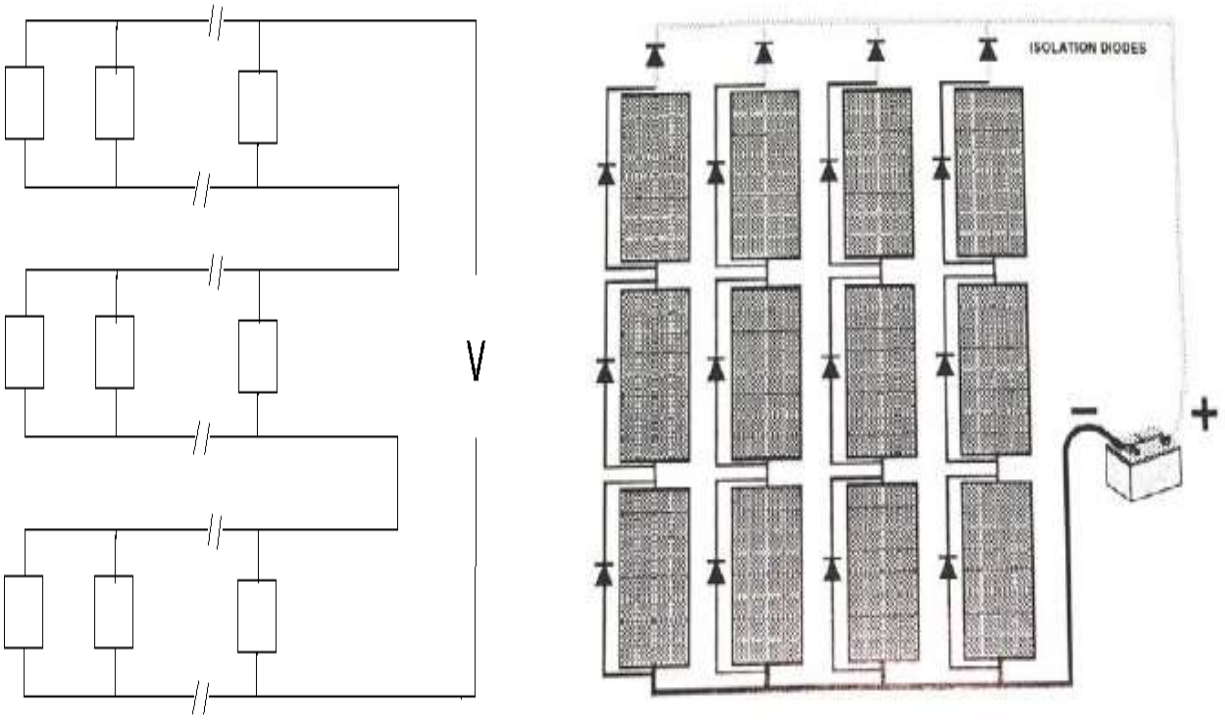
$$V = V1 = V_2 = \dots\dots V_n \quad (9)$$




**شكل (5) : تجميع الخلايا على التوازي**

**3. تجميع الخلايا على التوالي – التوازي [المشترك ] :**

للحصول على قدرة أكبر يتم تجميع الخلايا على التوازي وعلى التوالي في وقت واحد. فعند ربط الخلايا بهذه الطريقة نحصل ميزات الوصل التفرعي والوصل التسلسلي في نفس الوقت فبذلك نحصل على توتر مرتفع نسبيا وتيار كبير نسبيا كذلك وهذه الطريقة هي الأكثر استعمالا و يكون التوصيل كما في الشكل رقم (6) :




**شكل (6): تجميع الخلايا على التوالي – التوازي**

حيث توصل كل مجموعة من الخلايا على التوازي ثم توصل هذه المجموعة على التسلسل مع مجموعة أخرى من الخلايا و بدوره توصل مع مجموعة أخرى و يوصل الطرفين النهائيين إلى الحمل و بطريقة أخرى توصل كل مجموعة على التسلسل ثم توصل المجموعات على التوازي مع بعضها و في كلا حالتي التوصيل يجب أن تكون الخلايا من نفس النوع و متساوية في شدة التيار والتوتر والاستطاعة. الثنائيات الموضحة في الشكل (6) تستخدم لحماية الخلايا من الشحن العكسي من البطارية.

## 7- طريقة قياس الكفاءة للخلية الشمسية:

ان اختبار الخلية الضوئية يعتبر مهم جدا لغرض معرفة كفاءتها.. حيث أن الأموال الطائلة التي تصرف على البحوث الفوتوفولطائية هي من اجل زيادة كفاءة الخلية الشمسية ( أي مقدار ما يتحول من الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ). لذا و لغرض معرفة كفاءة أي خلية شمسية في المختبر, فأن ذلك يتم من خلال تصميم دائرة بسيطة, كما في أدناه :

### 7-1 - مكونات الدائرة

- خلية شمسية .
- مقاومة متغيرة ( Riostat ).
- مصدر ضوئي محاكي لضوء الشمس ( ذو زاوية سقوط يفضل لو تكون 23 درجة ) [6].

**7-2 - أجهزة القياس المستخدمة** : تستخدم الأجهزة التالية في القياسات اللازمة لتحديد كفاءة الخلية الشمسية:

**- فولت ميتر واميتر ( Voltmeter and Ammeter ):** من الممكن استخدام مقياس متعدد رقمي (digital multimeter) لقياس التيار الخارج من الخلية وآخر لقياس الفولطية الخارجة ومن ثم دراسة خصائص التيار- الفولطية (I-V) للخلية الشمسية وحساب القدرة الناتجة وكفاءة أداء هذه الخلية.

**- محرار رقمي:** استخدم محرار رقمي (Digital Thermometer) لقياس درجة حرارة الخلية.

**- مقياس شدة الفيض الشمسي:** يستخدم جهاز (Solarmeter) لقياس شدة الفيض الشمسي الساقط على الخلية بوحدة ( $W/m^2$ ) و ذلك لحساب القدرة الداخلة بعد ضرب شدة الفيض الساقط بالمساحة التي سقط عليها من سطح الخلية أي مساحة الخلية المستخدمة.

**- جهاز كمبيوتر (P4)** : يمكن ان نستخدم أي جهاز محمول (Laptop) شرط ان يمتاز بسرعة مقبولة لسهولة نقلة على أن يحتوي جهاز الكمبيوتر في النوعين (التقليدي او المحمول) برنامج الإكسيل أو الكرافر لإدخال البيانات و رسم منحني خواص هذه الخلية.

**7-3 طريقة أجراء التجربة والقياس:**

بعد ان يتم ربط كل من الخلية , المقاومة المتغيرة (الريوستات) و الاميتر على التوالي, يربط فولتميتر على طرفي الخلية لأيجاد فرق الجهد على طرفيها ,ثم يتم أجراء الآتي: يسلط ضوء ذي شدة (Intensity) مقدارها 100 $W/m^2$ على الخلية الشمسية ( بصورة عمودية ) و تحسب قيم ا لتيار والفولطية بتغيير قيم المقاومة المتغيرة (Riostat) و من ثم نجد مقدار فولطية الدائرة المفتوحة ( $V_{oc}$ ) , ونحسب تيار الدائرة القصيرة (Isc ) عندما تكون الفولطية صفر ثم نرسم منحني خواص التيار – الفولطية ونحسب القيمة العظمى للقدرة الناتجة ($P_{max}$) بواسطة القانون في المعادلة (10):

$$P_{max} = Isc \ X \ Voc \qquad (10)$$

و يتم حساب كفاءة أداء الخلية الشمسية $\eta$ من المعادلة (11):

$$\eta = P_{in} \ X \ a \ / \ P_{max} \qquad (11)$$

كفاءة أداء الخلية الشمسية ($\eta$) = القدرة العظمى / شدة الضوء الساقط مضروبا في مساحة الخلية الشمسية

$P_{max}$ : القدرة العظمى الخارجة من الخلية بالوات (Watt).
$P_{in}$ : شدة الإشعاع الساقط بالوات على المتر المربع (Watt / $m^2$).
a : مساحة الخلية الشمسية بالمتر المربع ($m^2$) ( نضرب مربع نصف قطرها في النسبة الثابتة).

من الدائرة البسيطة أعلاه يمكن ان نعرف و بطريقة دقيقة كفاءة الخلية المراد تحسين كفاءتها بعد و قبل التحسين. و كذلك من الممكن رسم المنحنيات الخاصة بتلك الخلية و التي تحدد خصائصها..مثلا ممكن رسم منحني الخصائص بين القدرة الداخلة و الخارجة عند درجة حرارة معينة, كذلك يمكن رسم المنحني الذي يربط بين درجة حرارة اللوح الشمسي و القدرة الداخلة و كذلك الخارجة و كذلك من الممكن تغيير عدد الخلايا (يعني مساحة الألواح ) و رسم المنحنيات أعلاه لكل مساحة..و هكذا يمكن الحصول على جميع المعلومات الخاصة بالخلية الشمسية الموضوعة تحت الاختبار. و الجدول رقم (1) يبين أنواع الخلايا الشمسية الشائع استخدامها عراقيا و عالميا بينما يبين الشكل رقم (7) احد أنواع الخلايا نوع ( KC167) [6]:

**شكل (7): احد انواع الخلايا الشمسية (KC167)**

**جدول (1): أنواع الخلايا الشمسية الشائع استخدامها عراقيا و عالميا**

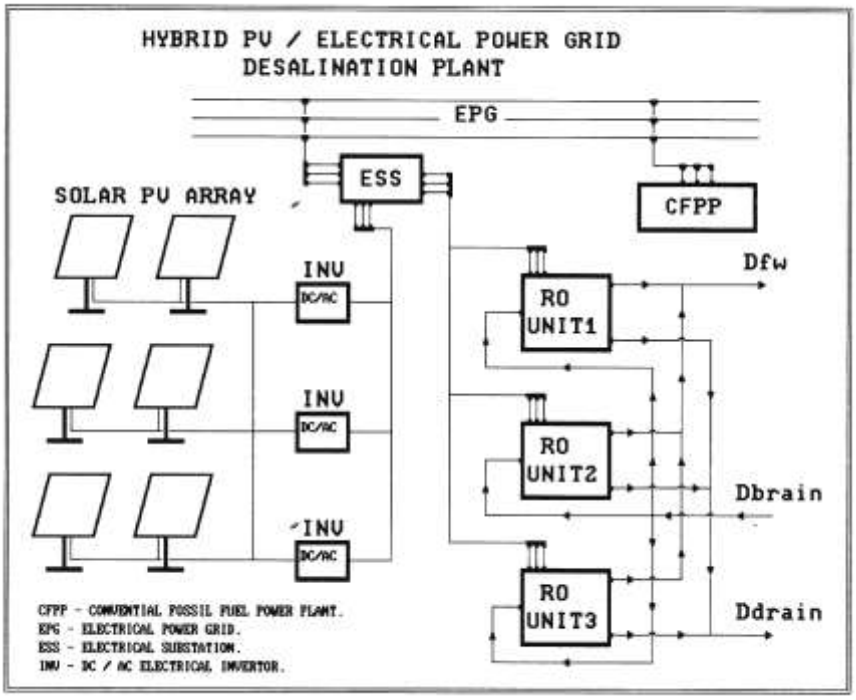
| نوع الخلية الشمسية | القدرة (Watt) | الفولتية (V) | الابعاد (مم) | التيار(A) | الوزن (كغم) |
|---|---|---|---|---|---|
| KC167 | 167 | 23.2 | 1290x990x56 | 7.20 | 16 |
| KC158 | 158 | 23.2 | 1290x990x56 | 6.82 | 16 |
| KC125 | 125 | 17.4 | 1425x652x56 | 7.2 | 12.2 |
| KC120 | 120 | 16.9 | 1425x652x56 | 7.1 | 11.9 |
| KC80 | 80 | 16.9 | 1007x652x56 | 4.73 | 8.3 |
| KC70 | 70 | 16.9 | 865x652x56 | 4.14 | 7 |
| KC60 | 60 | 20.2 | 772x652x54 | 3 | 6.2 |
| KC50 | 50 | 16.7 | 639x652x54 | 3 | 5 |
| KC40 | 40 | 16.9 | 526x652x54 | 2.34 | 5ز4 |

## 8 مجالات استخدام الطاقة الشمسية في العراق:

### 8-1 محطة تحليه مياه تعمل على الطاقة الشمسية:

**التصميم المقترح**: هنالك الآلاف من القرى و التجمعات السكانية الصغيرة المتكونة من عدد صغير من البيوت المتفرقة المنتشرة في الاطراف النائية من المدن و كذلك في العمق الصحراوي و على الحدود و التي تبعد كثيرا عن اقرب محطة لتوزيع الطاقة الكهربائية و البعض منها من غير المجدي تزويدها بالكهرباء نظرا للكلفة العالية. لذا فأن الاعتماد على الطاقة الشمسية كبديل للطاقة الكهربائية الوطنية يصبح مجديا جدا و الاستخدام الاهم سيكون حتما هو نصب محطات لتصفية المياه تعتمد كليا في تشغيلها على الطاقة الشمسية كونها ترتبط بحياة الشخص و سلامة المجتمع بصورة عامة و نبين في ادناه تصميما مقترحا لمثل هكذا استخدام.

يتضمن التصميم المقترح لمحطة تصفية المياه (التحلية) الشمسية المتكاملة في الشكل (8), منظومة شمسية مباشرة لإنتاج الطاقة الكهربائية. ففي النهار يمكن استخدام الناتج من الطاقة الكهربائية من الخلايا الضوئية مباشرة كما موضح في الشكل, بينما يمكن استخدام هذه الطاقة او الطاقة الفائضة عن الحاجة نهارا في الليل بعد خزنها في بطاريات ذات أحجام تتناسب مع الطاقة المخزونة و الحمل المطلوب تجهيزه و الشكل رقم (9) يوضح نموذجا لهذه البطاريات.

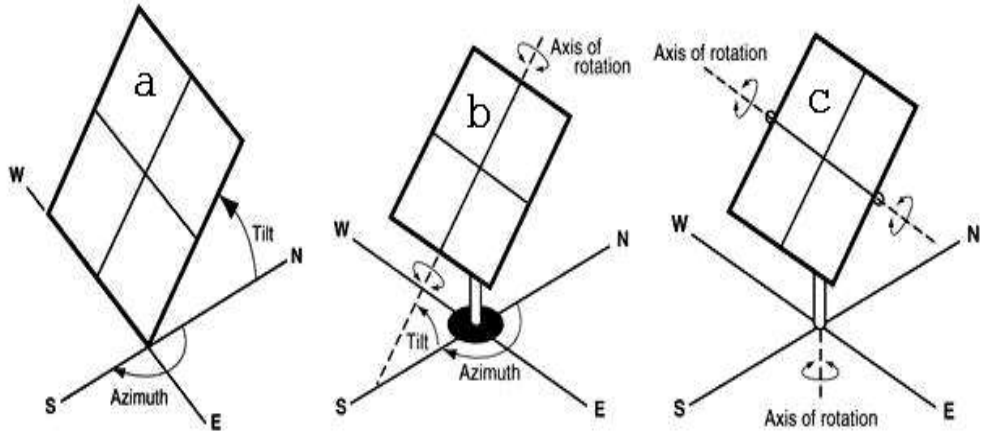



**شكل (8): التصميم المقترح لمحطة تصفية المياه الشمسية المتكاملة**

**شكل (9): نموذجا للبطاريات المستخدمة و طريقة ربطها**

وبهذه الطريقة يتم في التصميم المقترح استغلال الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة للمنظومة الشمسية المباشرة خلال ساعات النهار في تغطية جزء من حمل استهلاك الطاقة الكهربائية للشبكة . أما خلال فترة الليل فيتم رفع حمل استهلاك الطاقة الكهربائية في الشبكة عن طريق الطاقة الكهربائية المجهزة لوحدات التحلية. ومن الجدير بالذكر انه يمكن أن يتضمن التصميم المقترح حقل لضخ المياه الجوفية العذبة بدلا من وحدات التحلية. وكذلك فان تصميم المنظومة الشمسية المباشرة يمكن أن يتكون من مصفوفة ألواح شمسية مثبته عند زاوية ميل محددة بالنسبة للمستوي الأفقي وموجه نحو الجنوب الشكل ( 10 - a ) أو مصفوفات للألواح الشمسية المجهزة بأنظمة التحكم لتوجيه هذه المصفوفات ومتابعة الحركة الظاهرية للشمس [8,7]. ومن المعروف أن هنالك نوعين من أنظمة التحكم المستخدمة بشكل عملي في توجيه مصفوفات الألواح الشمسية. نظام التحكم من النوع الأول الشكل ( 10 - b ) يكون فيه المحور الطولي لمصفوفة الألواح الشمسية عبارة عن خط ممدود من الشمال إلى الجنوب ويميل بزاوية بالنسبة للمستوي الأفقي تساوي زاوية خط العرض. وبذلك فان مصفوفة الألواح الشمسية سوف تدور حول محور يوازي محور الأرض وبسرعة تساوي سرعة دوران الأرض ( 15 درجة / ساعة) ولكن في الاتجاه المعاكس. أما في حالة نظام التحكم من النوع الثاني ( الشكل ( 10 - c ) فان مصفوفة الألواح الشمسية تدور كحركة انتقالية حول المحور الطولي ، الذي هو عبارة خط ممدود من

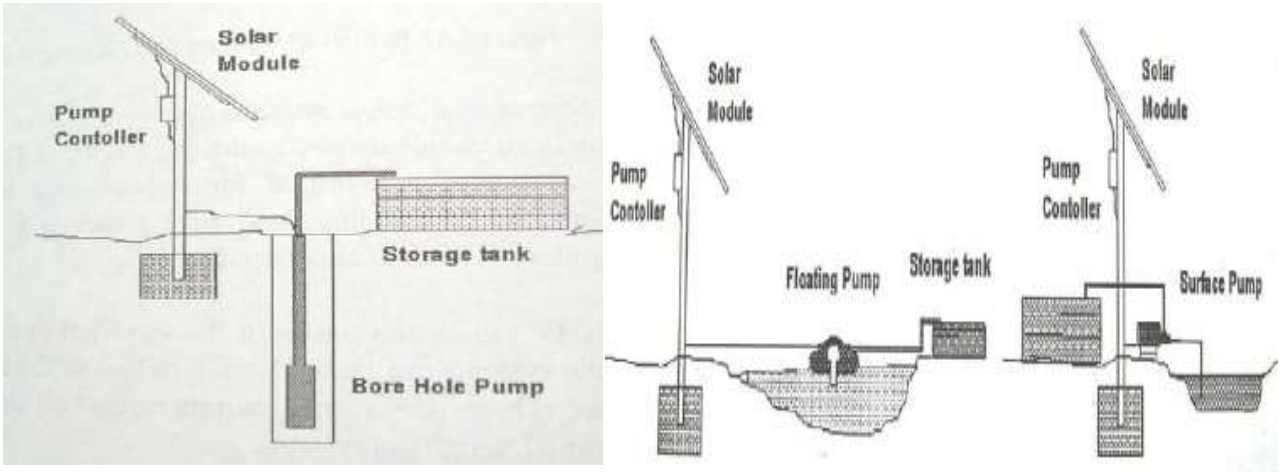
الشمال إلى الجنوب ويميل بزاوية بالنسبة للمستوي الأفقي ، وتدور كحركة نسبية حول محور عمودي على المحور الطولي بالمستوي الأفقي . يمكن من خلال هذا المشروع تغذية بعض القرى و التجمعات السكانية القليلة و التي ليس من الاقتصادي سحب المياه الصافية لها من مسافات بعيدة, مثلما يوجد لدينا في عموم العراق و بالذات المناطق الريفية النائية.




**الشكل ( 10 ): انظمة مختلفة للتحكم بتوجيه الخلايا الشمسية**

## 2-8 الطاقة الشمسية كبديل في تشغيل آبار المياه:

يشكو قطرنا الحبيب العراق حاليا من مشكلتين رئيسيتين هما الشحة في الكهرباء و الماء إضافة للشحة في الوقود في اغلب ألاحيان. و إذا علمنا بان عملية رفع الماء من الآبار تحتاج إلى تشغيل مضخة الماء الرافعة و التي بدورها تحتاج إلى محرك لتدويرها و بالتالي فان الكهرباء هي العامل الأساس و الضروري في تشغيل أي بئر . و نظرا لكون اغلب الآبار معزولة و في مناطق صحراوية او نائية و بالتالي بعيدة عن مصادر الطاقة الكهربائية و التي هي في نفس الوقت لا يمكن الاعتماد عليها لكونها غير منتظمة' لذا سيكون الخيار الثاني هو استخدام مضخات الديزل و البنزين و هو خيار صحيح و لكن في الوضع الراهن هنالك صعوبات لتحقيق هذا الهدف هو الشحة في الوقود بكافة أنواعه و غلاء سعره إضافة لحاجة المضخة للصيانة الدورية و توفير مواد احتياطية لها. لذا سيكون الخيار الأصح في مثل هذه الظر وف على استخدام طاقة بديلة لا تنضب و مجانية ومتوفرة في مثل أجواء العراق و بكثافة , إلا و هي الطاقة الشمسية, حيث انه من الممكن تصميم أي منظومة للطاقة الشمسية اعتمادا على سعة البئر المائية في التجهيز و التي تحدد القدرة الكهربائية لمحرك مضخة الماء الرافعة و بالتالي سيتم تصميم منظومة الطاقة الشمسية بما تتضمنه من خلايا شمسية و منظومة التحويل و الخزن و بهذا نكون قد حققنا ثلاثة أهداف في آن واحد و هي مساعدة الكهرباء الوطنية من خلال عدم الاعتماد عليها في هذا الوقت العصيب, ثانيا توفير المياه لا سيما و ان قطرنا يمر بأزمة مياه خانقة و بالتالي نكون قد أحيينا او أصلحنا مساحات صالحة للزراعة و لكنها كانت مهملة بسبب نقص المياه و أخيرا استغنينا عن الوقود الشحيح و الذي لا تنقطع أزماته بين حين وأخر و هنالك سبب آخر و مهم إلا و هو تقليل نسبة التلوث في الجو كون الطاقة البديلة هنا (الشمسية) هي طاقة نظيفة جدا و صديقة للبيئة. الشكل رقم (11) يبين ثلاث طرق مختلفة باختلاف نوعية المضخة المستخدفة في البئر (مضخة غاطسة, مضخة عائمة و مضخة افقية) و جميع هذه المضخات تعمل بالطاقة الكهربائية المتولدة عن طريق الخلايا.




**شكل (11): تشغيل ابار المياه باستخدام الطاقة الشمسية**

### 3 8 استخدام الطاقة الشمسية كبديل مساعد في المنازل العراقية

يعتبر العراق من الدول الأكثر حرارة في العالم خلال اشهر الصيف و التي تمتد لأكثر من خمسة اشهر في كل عام حيث تسقط عليه طاقة كبيرة جدا فيما لو تم استغلالها على الوجه الأمثل. لذا فان استغلال هذه الطاقة المجانية و النظيفة بدلا من صرف طاقة معاكسة كطاقة تصرف للتبريد لغرض التغلب عليها و بذلك تكون الخسائر مضاعفة , حيث أنه من الممكن أن يتم تزويد كل بيت عراقي ذاتيا بما يقارب بأربعة امبيرات أو أكثر اعتمادا على المساحة المغطاة من السطح بالخلايا الشمسية و الشكل رقم (12) يوضح كيفية تركيب الخلايا الشمسية على سطح احد المنازل. بينما يوضح الشكل رقم (13) عملية سقوط اشعة الشمس على الخلايا الشمسية و سريان التيار المتجمع الى منظومة التحويل و الاستهلاك.

**شكل (12): كيفية تركيب الخلايا الشمسية على سطح احد المنازل**

**شكل (13): سقوط اشعة الشمس على الخلايا الشمسية و سريان التيار المتجمع الى منظومة التحويل و الاستهلاك**

### 4-8 إضاءة الشوارع و أشارات المرور:

ان من اهم التطبيقات في مجال الطاقة الشمسية و خصوصا في المدن المزدحمة هو تشغيل إشارات المرور الضوئية وإمدادها بالطاقة الكهربائية اللازمة لضمان و موثوقية عملها طوال الوقت ليلا و نهارا لعدم موثوقية الاعتماد على التيار الكهربائي من الشبكة الوطنية لكثرة الانقطاعات حيث انه يمكن الاعتماد على الطاقة المخزونه في البطاريات التي تم شحنها نهارا بواسطة الخلايا الشمسية اما نهارا فمن الممكن الاستغلال المباشر للطاقة الشمسية و تحويلها عن طريق الخلايا الى طاقة كهربائية.، كما يمكن

استخدامها في مجال إنارة الشوارع والطرقات العامة داخل المدن وخارجها، حيث يعتمد كل عامود إنارة علي لوح الخلايا المثبت فوقه، وهناك خلية استشعارية للضوء، عند بزوغ ضوء النهار تقوم بفصل التيار عن مصباح الإنارة بطريقة ذاتية، ومن جديد عندما يحل الظلام، تقوم الخلية الاستشعارية للضوء بغلق الدائرة الكهربائية ذاتياً، ويستمد عامود الإنارة الطاقة من البطارية التي تم تخزين الكهرباء خلال النهار, و قد طبق هذا المشروع و بنجاح في العراق و في بغداد بالذات و العمل جاري على تطبيقه في بقية المحافظات إنشاء الله. الشكل رقم (14) يوضح احد أعمدة الإضاءة بالطاقة الشمسية .

**شكل رقم (14) : احد أعمدة الإضاءة بالطاقة الشمسية**

### 5-8 شاحن للهواتف النقالة :

يعتبر هذا الشاحن من أفضل الأجهزة من حيث الوزن والحجم، ويعمل علي نظام تزويد الطاقة حسب المواصفات العالمية، وتصل قوته 10 فولت، ويعتبر أفضل أنواع الأجهزة الشاحنة التي تعمل بالطاقة الشمسية، ويمكن لهذا الجهاز أن يمد جميع الأجهزة المحمولة التي تحتاج لطاقة عالية. شاحن الطاقة الشمسية المخصص للهواتف النقالة، مصمم من مادة الألمنيوم وحبيبات السليكون، حسب المواصفات العالمية، ومحاط بنظام حماية خاصة متكامل، وأبعاد شاحن الطاقة الشمسية المخصص للهواتف النقالة، 9m X 270mX 300m الأبعاد بالمليمتر، ووزن الشاحن 750 جرام، وشاحن الطاقة الشمسية المخصص للهواتف النقالة، له حقيبة يد خاصة به لحفظه وسهول نقله .يمكن استعمال نفس وصلة خيط الكهرباء المستخدم في شحن الهواتف النقالة، من ولاعة السيارة، حيث يمكن استخدامها بكل يسر وسهولة مع هذا الشاحن. يتوفر منها كذلك حقيبة تحمل علي الظهر، وبها شريحة شاحنة للطاقة الشمسية تمد الهاتف المحمول بالطاقة، ويمكن استخدامها في الأماكن النائية سواء للهواتف المحمولة الاعتيادية أو نظام الهواتف الفضائية، وكذلك في الرحلات الاستكشافية، وكذلك في الأماكن التي لا تتوفر فيها مصادر لتجهيز الهاتف المحمول بالطاقة اللازمة لتشغيله. الشكل رقم (15) يبين ذلك.

**شكل (15): شاحن الهواتف النقالة**

### 8-6 شاحن الحاسب المحمول :

لتشغيل الحاسوب المحمول في اي وقت و في اي مكان. تم تصميم لوحين شمسيين كي يمكن وضعهما في حقيبة الحاسوب الذي يحتاج لتشغيله إلي طاقة كافية، ويمكن بواسطة اللوحين الشمسيين توليد طاقة بقوة 70 وات، يستطيع هذا النظام الذي يعمل بالطاقة الشمسية ان يزود الحاسوب بالتيار اللازم لتشغيله، كما يمكن نقل الحاسوب مع اللوحين بكل يسر وسهولة بواسطة حقيبة السفر، وكذلك استخدام الحاسوب في أي مكان أثناء رحلات التنزه، وكذلك استخدام الحاسوب في المناطق النائية أو في أي بقعة من العالم. الشكل رقم (16) يبين ذلك.

**شكل (16): شاحن الحاسب المحمول**

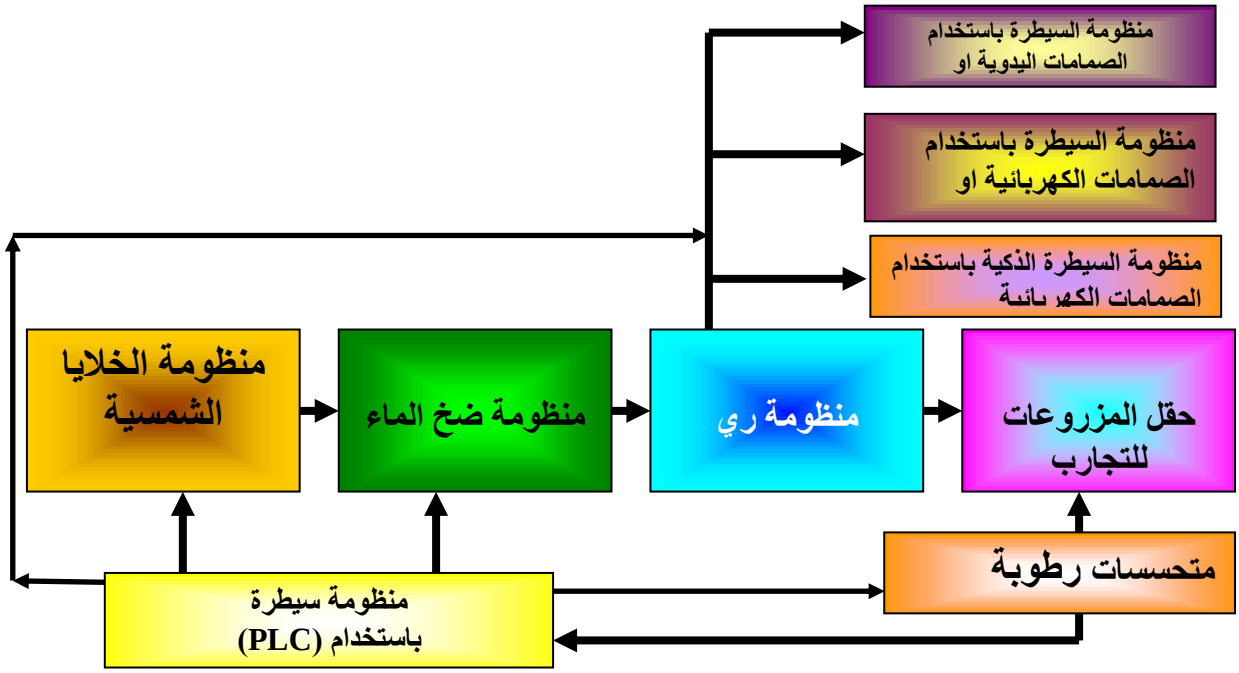
### 8- 7 استغلال أسطح الكراجات في منظومة الطاقة الشمسية:

لأستغلال المساحة التي يشغلها موقف السيارات، يمكن توليد طاقة كبيرة في حالة استغلال هذه المساحة بطريقة جيدة، بحيث تكون غطاء وظل للسيارات وكذلك مصدر للطاقة النظيفة والدائمة، علماً بأن كل 10 متر مربع يمكن توليد 1 كيلووات أي ما يقارب أربعة امبيرات و نصف تقريبا بفولتية قدرها 220 فولت كالتي عندنا في العراق و بتردد قدره 50 هيرتز. ان المساحة التي توفرها كراجات السيارات في دوائر الدولة و الكليات و المعاهد و كذلك في البيوت تعتبر مساحة مثالية لنصب الخلايا الشمسية لعدة أسباب منها سهولة النصب لسهولة الوصول إليها و ثانيهما هو تصميم سقوف هذه الكراجات لمثل هكذا استخدامات. عند تصميم اية منظومة طاقة شمسية يجب اولا معرفة كمية المساحة المطلوبة و بالتالي اختيار الموقع و زوايا هذه الخلايا و التي تلعب دورا كبيرا في تركيز الأشعة الشمسية الساقط و بالتالي الطاقة الكهربائية المتولدة , كما اشرنا سابقا. الشكل رقم (17) يوضح احد الكراجات الكبيرة للسيارات و المستغل بطريقة مثالية من خلال نصب الخلايا الشمسية على الاسطح.

**شكل رقم (17): استغلال اسطح الكراجات لنصب الخلايا الشمسية**

### 8-8 الطاقة الشمسية ومنظومات الري :

ان منظومات الري الحديثة تركز بالدرجة الأولى على تقليل الهدر المائي لكون الشحة في المياه قد أصبحت مشكلة عالمية. لذا فقد اعتمدت الأساليب الحديثة في الري على منظومات اقتصادية مثل منظومة الري بالرش و منظومة الري بالتنقيط. و إذا علمنا بان مثل هذه المنظومات تعتمد و بصورة رئيسية على الطاقة الكهربائية لتشغيل مضخة الماء الدافعة للأنابيب الموزعة للماء و كذلك للسيطرة على الصمامات المتحكمة في توزيع المياه لعرفنا اهمية ايجاد بديل للطاقة الكهربائية المجهزة من الكهرباء الوطنية و لا يوجد خيار انسب من استخدام الطاقة الشمسية لتوفير ما تحتاجه المنظومة ( الري بالرش أو بالتنقيط) من الطاقة الكهربائية. إضافة لذلك فان استخدام الطاقة الشمسية كبديل يساهم في أحياء مساحات كبيرة من التربة الصالحة للزراعة و المهملة بسبب بعدها عن مصادر الطاقة الكهربائية و الشكل رقم (18) يوضح مخططا لأحد المشاريع الجاري تنفيذها من قبلنا حاليا في الكلية التقنية في المسيب لمنظومة ري بالتنقيط مسيطر عليها باستخدام الصمامات اليدوية أو الكهربائية أو الكهربائية المسيطر عليها كذلك باستخدام السيطرة الذكية (باستخدام الخوارزميات الجينية GA أو باستخدام مسيطر المنطق الضبابي FL ) لغرض التحكم الدقيق في توزيع الماء.بينما يوضح الشكل رقم (19) منظومة الخلايا الشمسية و ال (PLC) الموضحة في مخطط الشكل (18) و المستخدمة فعليا من قبلنا في تشغيل منظومة الري بالتنقيط في موقع المشروع (قظاء المسيب – قرية اولاد مسلم(ع).




**شكل (18) : استخدام الطاقة الشمسية في تشغيل منظومات الري بالتنقيط**

شكل (19): منظومة الخلايا الشمسية و ال (PLC) الموضحة في الشكل (18) و المستخدمة فعليا من قبلنا في تشغيل منظومة الري بالتنقيط في موقع المشروع البحثي (قضاء المسيب – قرية اولاد مسلم)

**8-8-1: ملخص نتائج تطبيق استخدام الطاقة الشمسية في منظومات الري**

كانت النتائج المستخلصة من هذا المشروع مبشرة جدا من ناحية توفير المياه بنسبة كبيرة جدا وصلت اكثر من 75% و هذا بدورة ينعكس على الطاقة الكهربائية المستهلكة لتحقيق هذا الهدف و بنفس النسبة تقريبا من الطاقة الكهربائية البديلة من خلال استخدامنا لمنظومات الطاقة الشمسية المسيطر على الاحمال المربوطة عليها (و بالتالي الاستهلاك الكهربائي) من خلال منظومة السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC) من خلال استخدام منظومة المتحسسات بالرطوبة (Humidity Sensors) و بالتالي تتم التغذية الكهربائية للاحمال حسب حاجة النبته. هذا يعني انه رغم استخدامنا للطاقة المتجددة (الشمسية هنا) كطاقة كهربائية بديلة للكهرباء من شبكة الكهرباء الوطنية (و هذا بدورة يرفع بعض الاحمال الكهربائية عن كاهل الشبكة) فقد تم التحكم و السيطرة على الطاقة الكهربائية المستهلكة من الحمل (يمثل هنا بالصمامات الكهربائية و مضخات الماء) و تقنينها حسب الحاجة مما يعطي فترة تجهيز بالكهرباء اكبر من السابق و بالتالي زيادة موثوقية (Reliability) منظومة الطاقة الشمسية من ناحية الاستمرارية في التجهيز و بدون انقطاع.

## 9- الأستنتاجات:

إن أي جهد يصب في خدمة الشبكة العراقية الوطنية وفي هذه المرحلة بالذات, يعتبر مهما و نظرا لأن العراق يعتبر من أوائل الدول في التصنيف العالمي باستقبال و تلقي هذا المستوى من الطاقة الشمسية على أراضيه, لذا تم التركيز في هذا البحث على كيفية تحسين و استغلال الطاقة الشمسية بالصيغة الأمثل و ذلك من خلال:

1- ان زيادة كفاءة الخلية الشمسية و لنفس المساحة المحددة ممكن التحكم فيها و زيادتها من خلال عدة طرق تمت مناقشتها في هذا البحث, منها ماهو تصنيعي و ذلك عن طريق تغيير المعاملات و الاخر مرتبط بنوعية التركيب و طرق الربط سواء اكانت توالي , توازي او مركبة ( توالي – توازي) مع اعطاء منظومة الخلايا الشمسية للزاوية المناسبة مع اتجاه الضوء الشمسي الساقط من الشمس و ذلك عن طريق انظمة التحكم بالزاوية و التي تمت مناقشتها في هذا البحث, أن استخدام الطرق و الاجهزة الحديثة و المناسبة في عمليات فحص و اختبار الخلايا الضوئية اثناء عمله يمكننا من اتخاذ الاجراء المناسب لتحسين كفاءة الخلية.

2- إيجاد منافذ تطبيقية و عملية لاستغلال الطاقة الشمسية كبديل للكهرباء الوطنية لتقليل الحمل المسلط عليها و خصوصا في أوقات أحمال الذروة صيفا و شتاءا يعتبر احد الخيارات الناجعة لتقليل الحمل على شبكة الكهرباء الوطنية حتى لو كانت بنسبة محدودة.

3- هنالك الكثير من المناطق في العراق لا تصلها الخدمة الكهربائية, أما لكونها مناطق نائية أو لطبيعتها الجغرافية كالمناطق الصحراوية و المناطق الجبلية الوعرة و كذلك بالنسبة لمناطق الاهوار. لذا فالحل الأمثل في مثل هذه المناطق هو استغلال الطاقة الشمسية و استخدامها في شتى الاحتياجات الضرورية, مثل أحياء التربة و زراعتها عن طريق حفر و تشغيل الآبار بالطاقة الشمسية و استخدامات شتى أخرى في جميع أنحاء القطر العراقي كما تم توضيح ذلك.

4- إن العامل الوحيد الذي يعيق انتشار و استخدام منظومات الطاقة الشمسية في المنازل أو للإغراض الصناعية هو غلاء أسعارها مقارنة بالمولدات الصغيرة التي تعمل بالبنزين أو الكازولين و التي تلوث البيئة إضافة إلى استهلاكها المتزايد للوقود, وسبب غلاء الأسعار لمنظومات الطاقة الشمسية يكمن في سعر الخلية الضوئية فقط أما باقي الأجزاء فممكن توفيرها من السوق المحلية. لذا فان الدعم الحكومي هنا يكون ضروريا و بطريقين, أولهما توفير هذه الخلايا و بأسعار مناسبة تمكن المواطن من شرائها و نصبها أو من خلال بناء مصانع لها في المحافظات العراقية و بهذا نكون قد حققنا هدفين أولهما هو توفير هذا الجزء الغالي الثمن (الخلايا الشمسية) و الذي يقف عائقا أمام انتشار استخدام هذا النوع من منظومات التوليد الكهربائي و ثانيهما و الذي لا يقل أهمية إلا و هو تشغيل الكثير من الفنيين و المهندسين المختصين و العاطلين عن العمل .

5- للوصول الى الحالة المثالية في استغلال المياه و استغلال الطاقة الكهربائية المتولدة من منظومة الطاقة الشمسية ممكن استخدام المسيطرات الرقمية المبرمجة (PLC) للسيطرة على التشغيل الاوتوماتيكي لعملية السقي باستخدام السيطرة الذكية و بهذا نكون قد حققنا هدفين رئيسيين في آن واحد , اولهما عن طريق استخدام الطاقة الشمسية كطاقة بديلة و متجددة اضافة لتقنين الاحمال الكهربائية من خلال التحكم المبرمج المشار اليه في اعلاه و الذي يسيطر على تشغيل الصمامات و المضخات حسب حاجة التربة و بالتالي حسب التغذية المطلوبة للنبته, اما الهدف الثاني و الذي يرتبط بصورة مباشر بالهدف الاول الا و هو تقنين مياه السقي المطلوبة , لا سيما ان العراق بامس الحاجة لكل قطرة ماء بسبب السياسة المائية لدول الجوار. تم توضيح ذلك في الفقرة الاخيرة من هذا البحث و بصورة مختصرة لأحد المشاريع التي انجزها الباحثين و تم تطبيقها عمليا و على مساحة عشرة دونم في قضاء المسيب.

6- ان التوجه الى انشاء مصانع تنتشر على عموم محافظات القطر خاصة بتصنيع الخلايا الشمسية يعتبر الخيار الاصوب للحكومات المحلية نظرا لتوفر المواد الاولية و اهمها مادة الرمل, حيث يعتبر الرمل العراقي من الرمال النقية و الغنية بالسليكون و الصالحة لتصنيع الخلايا العالية الجودة و الكفاءة و هذا بدوره سيحقق هدفا اخر الا وهو تشغيل الكثير من الكفاءات الفنية و الايدي العاملة العاطلة عن العمل حاليا. ان عدم توفر هذه الخلايا يعتبر العائق الرئيسي امام انتشار استخدام الطاقة الشمسية كطاقة متجددة و بديلة و لو بنسبة محدودة للكهرباء الوطنية.

## 10- المصادر

**1**. د. هشام الخطيب, *مصادر الطاقة المتجددة* - التطورات التقنية والاقتصادية (عربيا وعالمياً) – منشورات مجلس الطاقة العالمي, 2007.

**2**. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا , *إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول الإسكوا , الجزء الثالث - النظم الشمسية الكهروضوئية* ,الأمم المتحدة, نيويورك، ٢٠٠١.

**3**. The German Energy Society, *Planning and Installing Photovoltaic Systems*, A *guide for installers, architects and engineers*, second edition, Copyright © (Deutsche Gesellshaft fur Sonnenenergie (DGS LV Berlin BRB), First published by Earthscan in the UK and USA in 2008.

**4**. Technology Development Centre of Finland- Energy Research Program, *Advanced Energy Systems and Technologies* (NEMO 2), Final Report 1993-1998 NEMO-REPORT 31, 1998.

**5**. The infinite power of Texas, *Introduction to Photovoltaic Systems*, SECO FACT SHEET NO. 11, Texas, USA, 2007.

**6**. Kevin Jonson, *Solar Electricity at Home*, home power magazine, issue 117, Newyork, USA, March 2007.

**7**- Scott Russell, *Simplified Solar Electric system*, home power magazine - issue 104, Newyork, USA, January 2005.

**8**- Rajvaashi, A., 1997- *Development of Renewable Energy Technologies for Third World* Solar Energy. Vol. 46, No. 1, pp.41-51.