جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل - كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

الخلايا الكهروضوئية وتطبيقاتها

بحث مقدم الى رئاسة قسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة بابل
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

اعداد الطالب

مجتبى علي عباس

بأشراف :-

أ.م. نجلاء محمد هادي

1444هـ

2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

أَنْزَلَ اللَّهُ عَلَيْكَ الْكِتَابَ وَالْحِكْمَةَ وَعَلَّمَكَ

مَا لَمْ تَكُنْ تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا

صدق الله العلي العظيم

(النساء –الاية–١١٣)

الاهـــــــداء

إلى صاحب السيرة العطرة، والفكر المُستنير؛

فلقد كان له الفضل الأوَّل في بلوغي التعليم

(والدي الحبيب)، أطال الله في عُمره.

إلى من وضعتني على طريق الحياة، وجعلتني رابط الجأش،

وراعتني حتى صرت كبيرًا

(أمي الغالية)،حفظها الله.

إلى إخوتي؛ من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب.

إلى جميع أساتذتي الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي

أُهدي إليكم بحثي هذا .....

الشكر والتقـــدير

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكللنا بأنجاز

هذا البحث نحمد الله عز وجل على النعمة

التي منبها علينا فهو العلى القدير كما لايسعن

ا إلا ان نخص بأسمى عبارات الشكر والتقدير

للدكتورة **نجلاء محمد هادي**

لما قدمته لنا من جهد ونصح ومعرفة طيلة انجاز هذا البحث

فلولا الله ثم وجودها لما احسسنا بمتعة العمل

وحلاوة البحث ولما وصلنا الى ما وصلنا اليه اليوم فلها

منا كل الشكر

المحتويات

الموضوع	الصفحة
خلاصـــــــة البحث	
الفصل الاول : مفهوم الخلايا الكهروضوئية	
المقدمة	7
مفهوم الخلايا الكهروضوئية	7
تاريخ الخلايا الكهروضوئية	8
مكونات الخلايا الكهروضوئية	9
انواع الخلايا الكهروضوئية :	14
مبدأ عمل الخلية الشمسية (الكهروضوئية)	16
تفسير الية عمل الخلية فيزيائيا	17
طريقة توصيل الخلايا الشمسية	18
الفصل الثاني : تطبيقات الخلايا الكهروضوئية	
المقدمة	20
تطبيقات الخلايا الكهروضوئية	20
تطبيقات القدرة المنخفضة: الكمبيوتر الشاحنات الهواتف النقال أجهزة الإذاعة المسموعة	23-21
تطبيقات القدرة المتوسطة إنارة الشوارع المباني السكنية إشارات مرور الشوارع تكييف الهواء بالخلايا الشمسية (الكهروضوئية) استخدام الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)في ثلاجات اللقاح والامصال	28-24
تطبيقات القدرة العالية القضاء الاتصالات ضخ المياه تصميم و محاكاة انظمة الحماية المهبطية المغذاة بالطاقة المولدة من الخلايا الكهروضوئية	33-29
الاستنتاجات	34
المصادر	36

خلاصـــــــة البحث

الخلايا الكهروضوئية أو الضوئية هي عبارة عن جهاز يقوم بتحويل أشعة الشمس إلى كهرباء هي عبارة عن أداة تكون بشكل خلايا مرصوفة بجانب بعضها البعض ، واستخدمت هذه الخلايا منذ عشرات السنين، حيث إنّها استعملت في الأقمار الصناعية منذ عام 1996م، بالإضافة إلى أنّها تزود محطة الفضاء الدولية أي أس أس بالتيار الكهربائي، وحالياً توجد في أسبانيا أكبر محطة توليد كهرباء تعمل بالطاقة الشمسية والتي تصل قدرتها حوالي 23 ميجاواط، و يناقش هذا البحث تطبيقات استخدام الخلايا الكرو ضوئية حيث تناول الفصل الاول كل ما يخص الخلايا الكهروضوئية من خلال دراسة مفهومها وتاريخ هذه الخلايا وكذلك توضيح مكوناتها وانواعها وطرق توصيله اما الفصل الثاني فتناول اهم تطبيقات الخلايا الكهروضوئية في مجال) في الكمبيوتر و إنارة الشوارع وكذلك في أجهزة الإذاعة المسموعة و المباني السكنية و الاتصالات و إشارات مرور وغيرها.

الفصل الاول

مفهوم الخلايا الكهروضوئية

(1-1)المقدمة

تعتبر الطاقة الشمس هي مصدرا مهما وأساسيا للطاقة على سطح الارض وقد تطور استخدامها عبر العصور بتطور العلوم والتكنولوجيا فبعد أن استخدمها الانسان للتدفئة والتجفيف استغلها لتسخين الماء اعتمادا على مبدأ التحويل الاشعاعي الحراري باستعمال اللاقط الشمسي ثم تحولت وتطورت لإنتاج الطاقة الكهربائية وذلك بالاعتماد على مبدأ التحويل الاشعاعي الالكتروني باستعمال المولدات الشمسية الفولطاضوئية .ومن اهم الاجهزة التي صنعت لاستغلال الطاقة الشمسية هي الخلايا الشمسية (الخلايا الكهروضوئية) والتي تعمل على تحويل الاشعاع الشمسي مباشرة الي كهرباء والتي تعرف بالتحويل الكهروضوئية او التحويل الفوتوفلطائي للطاقة الشمسية . وقد امتازت هذه الخلايا بسهولة تركيبها في اماكن استخدامها وانها ذات طاقة متجددة ومستديمة ونظيفة وان تقنياتها معروفة وليست معقدة ويمكن تطويرها واستخدامها لتطوير التقنيات الاخرى. وان استخدامها يزيد من فرص عمل واسعة اما مستلزماتها المادية والبيئية فهي متوافرة بشكل كبير كما انها تحتاج الى رأس مال كبير في البداية ولكنها لا تحتاج الى المواد الأولية لتوافرها في الطبيعة وايضاً لا تحتاج الى صيانة مستمرة على الرغم من وجود هذه المميزات لا انها لاتزال كلفتها باهضه الثمن مقارنة بالطاقة الكهربائية التقليدية. نظر الجهود العلمية والتقنية الكبيرة التي تبذل في جميع انحاء العالم حيث تسعى العديد من مختبرات البحث المختصة في هذا المجال الى تحسين مردودية هذه المولدات الخلية والوحدات الفولطاضوئية من حيث التحول الطاقة من ناحية والى الحد من كلفتها من ناحية أخرى . والجدير بالذكر ان الخلايا الشمسية تطورت في بادئ الأمر من اجل التطبيقات الفضائية اذ كانت تزود كذلك الاقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية بالاعتماد على التحويل الفولطاضوئي [1] .

(1-2) مفهوم الخلايا الكهروضوئية

يقصد بالخلايا الشمسية او الفولتضوئية هي محولات تأخذ الطاقة من اشعة الشمس وتحولها الي نوع اخر من انوع الطاقة اذ تقوم هذه الخلايا بتحويل نور الشمس الى كهرباء حيث تؤدي الى طرد كمية كبيرة من الحرارة بدون أي مؤثرات مثل الضوضاء او تلوث وغيرها .ويتم ذلك عن طريق استخدام تنقية الحالة الصلبة حيث يستخدم في هذه التنقية خلايا مصنوعه من مادة السليكون (الرمل) التي تتوفر فوق سطح الارض وايضاً يستخدم في الخلايا الشمسية (خلايا الكهروضوئية) مجموعه من المواد التي يشترط فيها ان يكون اساسها مادة السليكون .[2].

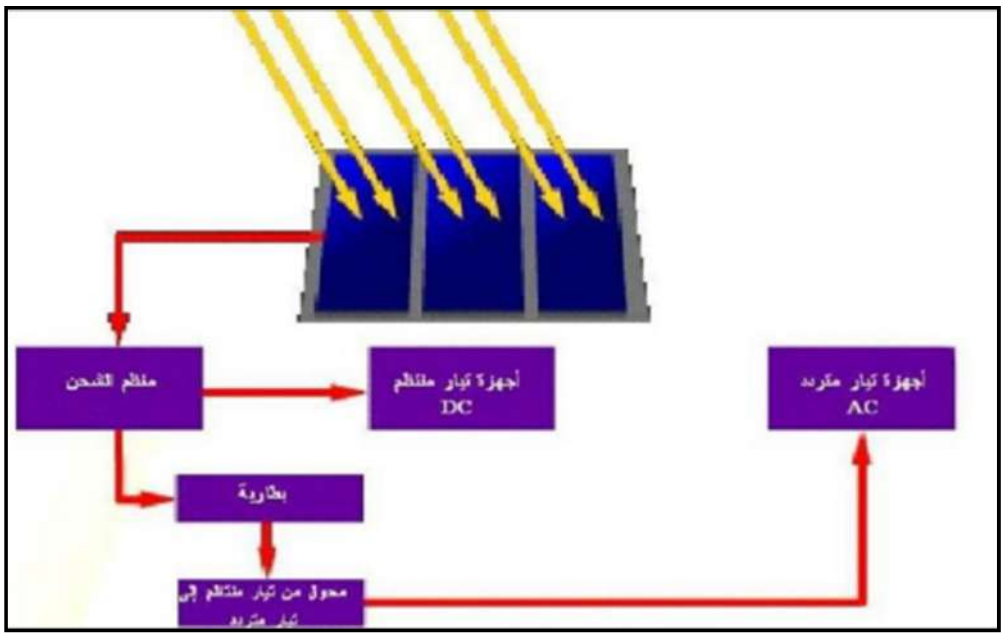
ومواد هذه الخلايا تكون مادة بلوريه سميكة كالسيلكون البلوري أو مادة غير بلورية رقيقة كمادة السيلكون اللابلوري وتو لوريد الكادميوم او مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من اشباه المواصلات تتكون من أرسنيد (زرنيخيد) .كما توجه الواح الخلايا الكهروشمسية بزاوية ميل مناسبة في مواجهة الشمس لغرض سقوط اشعة الشمس بشكل عمود عليها ومن ثم تحويل الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) مباشرة الي قدرة كهربائية بدون وسطية حيث تمتص معظم الطيف الشمسي ومن ثم تحويل جزء من هذه الاشعاعات الى طاقة كهربائية كما يمكن استخدامها في الحال او تخزينها وان الغرض من تصميم المنظومات من هذه النوع هو المنشئات التي تكون في المواقع البعيدة لفترات طويله حيث تتميز مثل هذه المواقع عادة بقساوة عالية في طقسها لذلك يفترض ان تكون هذه المنظومات ذات مقاومه عالية للرياح والرطوبة والبرد والعواصف الرملية ويجب ان تحاط هذه المنظومات بتصميم ضد هجمات الطيور والحيوانات والتأكل .ولذلك ان المواد الاساسية التي تثبت بها الخلايا يشترط ان تكون مقاومه لهذه الاشياء المحيطة بها كما يجب ان لا يتعرض معدن هذه الخلايا الى للتأكل ويعتبر امراً اساسي عند تصنيع غالبية الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) من السيليكون وهو نصف معدن وقد يكون عازلا وناقلاً . في حالته اذا كان المعدن ناقلا لا تكون إلكترونات ذراته مرتبطة بأحكام مما يؤدي الى جريانها بسهولة عند ما يطبق عليها جهد الكهربائي . اما اذا كان عازلا تكون إلكترونات مرتبطة بشدة كما لا يحدث جريان للإلكترونات عندما يطبق عليها جهد الكهربائي .[2].

(3-1) تاريخ الخلايا الكهروضوئية :

ان بداية التقنية الضوئية امتددت الى اكثر من 160 عام حيث بدأ اكتشاف الاساسيات الاولية لهذا العلم في عام 1839 حيث تم في هذا العام تجريه الاقطاب المعدنية الموضوعة في الكترونات بمعرفة العالم الفرنسي الكسندر ادمون بيكريل حيث اطلق عليه ابو الفوتوفلتية من خلال ملاحظة للظاهرة الفيزيائية التي سمحت بتحول الضوء الى كهرباء اما في عام 1861 قام العالم الفرنسي في مصر باختراع المحرك البخاري الاول في العالم المزود بالطاقة الشمسية اما في عام 1876 فقد اكتشف العالمان وليام ادمز وريتشارد داي التوصيلية الضوئية للسليكون كأول مادة فوتوفلتية صلبة .أما الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقدي السبعينيات والثمانينيات وخاصة بعد تطور علوم التراكيب المجهرية الدقيقة الأشباه الموصلات وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئية حينئذ بأنها إحدى الطرق العملية الطموحة لتوليد الكهرباء في المصادر المتجددة للطاقة.[3]

وقد ساعد ازدياد الطلب على استخدام مجمعات الخلايا الكهروضوئية في بعض دول العالم وخاصة مع بداية التسعينيات على تحقيق تطور ملموس في الصناعة والسوق الكهروضوئية حيث انخفضت نسبياً تكلفة إنتاجها بصورة معقولة ووصل إنتاجها إلى عشرات الميجاوات [3] .نشر العالم البرت اينشتاين في عام 1905 ورقه بحثية عن التأثير الكهروضوئي مصاحبة لورقة بحثية اخرى عن النظرية النسبية وقد تم في مصر عام 1913 افتتاح اول محطة لتوليد الطاقة الشمسية المركزة في العالم في حي المعادي في 6 شارع 101 .وتم الاحتفال بالذكر المئوية لإنشاء مصر اول محطة شمسية في التأريخ في يوليو عام 2013 من قبل الجمعية الطاقة الحرارية الاسترالية . وفي عام 1922 فاز اينشتاين بجائزة نوبل عن (ورقة البحث عن تأثير الكهروضوئية المعدة في 1904). ثم بعد في عام 1954 تم صنع اول خلية فوتوفلتية عالية الطاقة من السيليكون بمعامل بيل في الولايات المتحدة الامريكية . وتحت كفاءة 6 % وكانت الاقمار الصناعية في ذلك الوقت هي الاستخدام الرئيسي لهذه الخلايا الشمسية أو (الكهروضوئية الاولى .[4].

(1-4) مكونات الخلايا الكهروضوئية :



الشكل (1-1) مكونات النظام الشمسي [4]

1- الألواح الشمسية:

يقصد بها الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية حيث يتم تثبيت هذه الالواح على سطح المبنى ومن ثم يتم بتوليد الطاقة الكهربائية وتتكون الألواح الشمسية من المكونات التالية كما في شكل (1-1) . [2]

أ- الخلية الشمسية (Solar Cell) : يتكون بتكرارها الوحدة الشمسية .

ب- لوحدة الشمسية (Solar Module) : يتكون بتكرارها الصف الشمسي .

ج- الصف الشمسي (Solar Array) : مجموعة الصفوف الشمسية يشكل الألواح الشمسية. وبذلك تكون اللوح الشمسي هي عبارة عن خلايا شمسية او كهروضوئية تكون مجمعة مع بعضها البعض وتقوم بتحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية بصورة مباشرة وان التيار الكهربائي الناتج من هذه العملية التحويل هو تيار مباشر (تيار مستمر DC) وليس تيار متناوب كما يمكن تحويلها الى تيار متناوب عن طريق استخدام محولات خاصة. وتقاس قوة تلك الخلايا بوحدة الواط . فهناك لوحات صغيرة تبدأ من (5 واط أو 15 واط) وقد تصل إلى بلايين من الواطات (Giga Watts) في الأبنية الكبيرة والمصانع. [4]

2- منظمات الشحن :

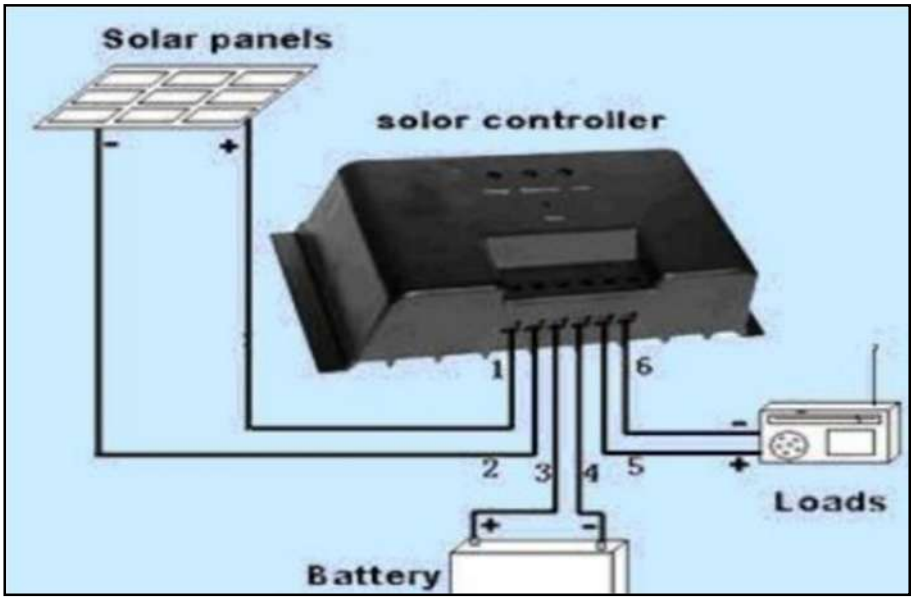
وتعد المرحلة الثانية في النظام الشمسي والتي تقوم بوظائف عديد منها :

أ- تحتوي على قاطع داخلي (fuse) للحماية الخلية الشمسية من التلف في حالة تلامس اطرافها معا مما يؤدي الى قصر في الدائرة (short circuit) بحيث يقوم الفيووز بالتلف ومنع الضرر الكبير من الحدوث على الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) كما يمكن استبدالها بعد ذلك والعمل مرة أخرى عليها .

ب- تقوم على تنقية وتثبيت الفولت الخارج من الخلية الشمسية (الكهروضوئية) إلى الجهاز التي يعمل على الجهد المستمر DC ويعود السبب الى قوة أشعة الشمس تزيد وتقل طوال نهار اليوم وايضاً الى السحب أو الى تغير زاوية الشمس حتى تزول تماما عند الغروب [5].

ج- العمل على تنظيم عملية شحن البطاريات اذ أن عملية الشحن تختفي آليتها مجرد توفير مصدر للطاقة المستمرة موصل بالبطارية وبذلك تكون قيمة جهد الشحن مساوي لقيمة البطارية وايضاً قيمة تيار الشحن مساويه تقريبا 15 % من التيار تسعه البطارية اما اذا زادت تللك النسبة بكثير فانه تؤدي الى حدث عملية شحن سريعة للبطارية وكما تؤدي الى إضعافها واستهلاكها بسرعه مع مرور الوقت اما اذا قلت تلك النسبة بدرجة كبيرة سيؤدي الى شحن البطارية وبشكل بطيء جدا [6].

د - ضمان عدم رجوع تيار كهربي من البطارية الى الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) مرة أخرى لأنه في حالة فصل الحمل وفي ظل عدم وجود منظم للشحن فأن يمكن اعتبارها هذه الخلايا حمل يعمل على سحب التيار من البطارية إلى الخلايا بشكل عكسي مرة أخري مما يعمل على إتلافها [5].

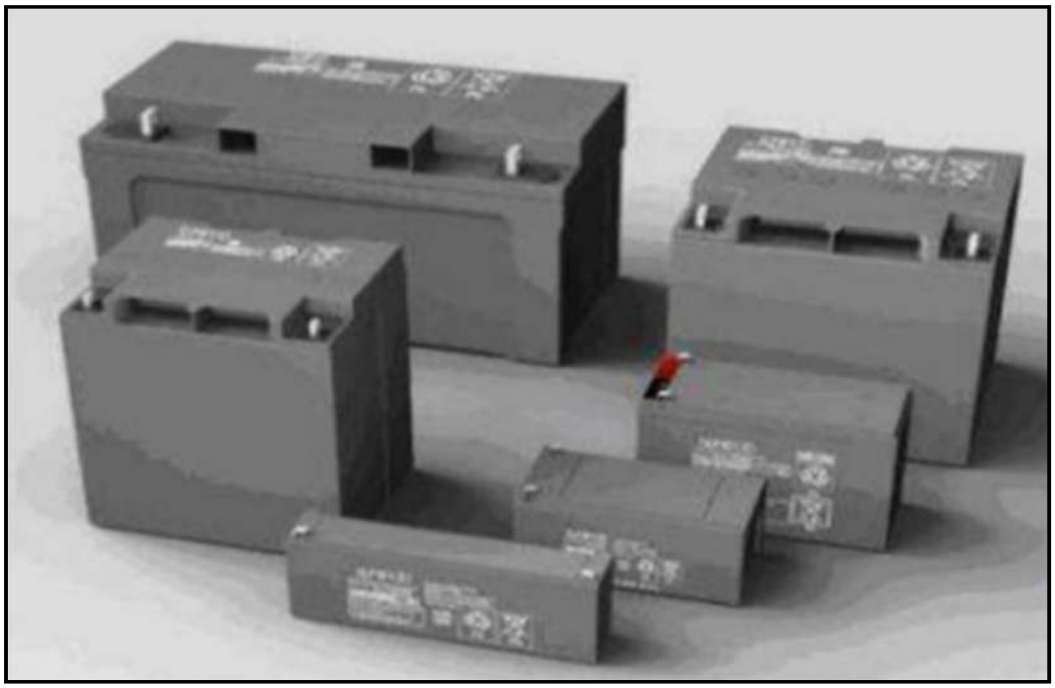


الشكل (2-1) منظمات الشحن [5]

3- البطاريات :

تعد البطارية الوحدة المسئولة عن تخزين الطاقة وتفريغها عند الحاجة (أي انها ذات وظيفة مزدوجة) حيث تم تشبهها بالبلونة ويعود سبب لقدرتها على إدخال الهواء بداخلها ولتعبئتها تحت ضغط خارجي أو فتح فوهتها ليخرج الضغط الداخلي إلى الخارج مرة أخرى [6].

ويوجد العديد من أنواع البطاريات ولكن غالبية البطاريات المستخدمة مع الأنظمة الشمسية تكون من النوعية ذات الحمض والالواح الرصاصية Lead Acid وغالبية البطاريات المستخدمة لهذا الغرض تكون في حدود 12 فولت أو 24 فولت . ويحتاج للتعامل مع البطارية الى معرفة متغيران على الاقل هما الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت (Volts) والتيار ويقاس بل أمبير (Amps) والقدرة وتقاس بالواط (Watts) كما تم ذكرهم من قبل. وان توصيل البطاريات يكون مشابه الى طريقة توصيل الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) من اجل الحصول على قيم جهد وتيار مختلفة. وقد تم الإشارة إلى ان البطارية بعدد الأمبيرات في الساعة (Ampere Hours Ah) يطلق عليها بسعة البطارية Battery Capacity فعلى سبيل المثال إذا قرأتم البيانات على البطارية كالتالي 12 Volt 19Ah فأن هذا يعني أن تلك البطارية تستطيع توفير 19 أمبير لمدة ساعة واحدة أو 1 أمبير لمدة 19 ساعة قبل الحاجه الى اعادة شحنه كما يمكنك من الناحية المصرية - أن تشحنها في ساعة واحدة إذا أعطيتها 19 أمبير أو شحنها في ساعتان إذا أعطيتها 9.5 A .



الشكل (3-1) البطاريات [6]

4- العاكس :

تظهر أهمية هذه المرحلة عند استخدام تلك الخلايا لتوليد كهرباء عالية متغيرة تستطيع تشغيل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية الكبيرة في المنازل أو المصانع فهنا علينا باستخدام اجهزة تسمى العواكس (Inverters). حيث تقوم بتحويل التيار المستمر سواء كان 12 فولت أو 24 فولت إلى تيار متغير عوالي (110 V AC or 220V AC) لتشغيل الاجهزة التيار تعمل على التيار المتغير وللأجهزة الثقيلة. [6] وتكون هذه المرحلة هي آخر في المنظومات الشمسية وبدونه لن تكون هناك أي قيمة حقيقة الالواح الشمسية يعد مشابه للجهاز الذي يستخدم في السيارات لتوصيله على ولاعة السيارات لتحويل الجهد المستمر 12فولت أو 24 فولت إلى جهد متغير V AC220 كما انه يستطيع تشغيل أجهزة مثل التليفزيون أو ثلاجة صغيرة أو كمبيوتر شخصي داخل السيارة وتقاس قوة هذا الجهاز بالواط الذي يستطيع تحمله لتشغيل حمل ما عليه. [5]

الشكل(4-1) العاكس [5]

(1-5) انواع الخلايا الكهروضوئية :

تتكون الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) من عدة أنواع تبعاً للمادة المستخدمة في التصنيع والكفاءة المستخلصة منها، [15] هي:

اولاً- خلايا الأغشية الرقيقة (Thin Film Solar Cells) :

وتتراوح كفاءتها بين (12- 18) وتوجد دراسات حديثة من حلالها قد حققت كفاءة تتجاوز بنسبة (20 %) وتتميز بانها رخيصة الثمن وسهلة التصنيع.

ثانياً- الخلايا الشمسية متعددة الوصل (Multiplejunction Solar Cells) :

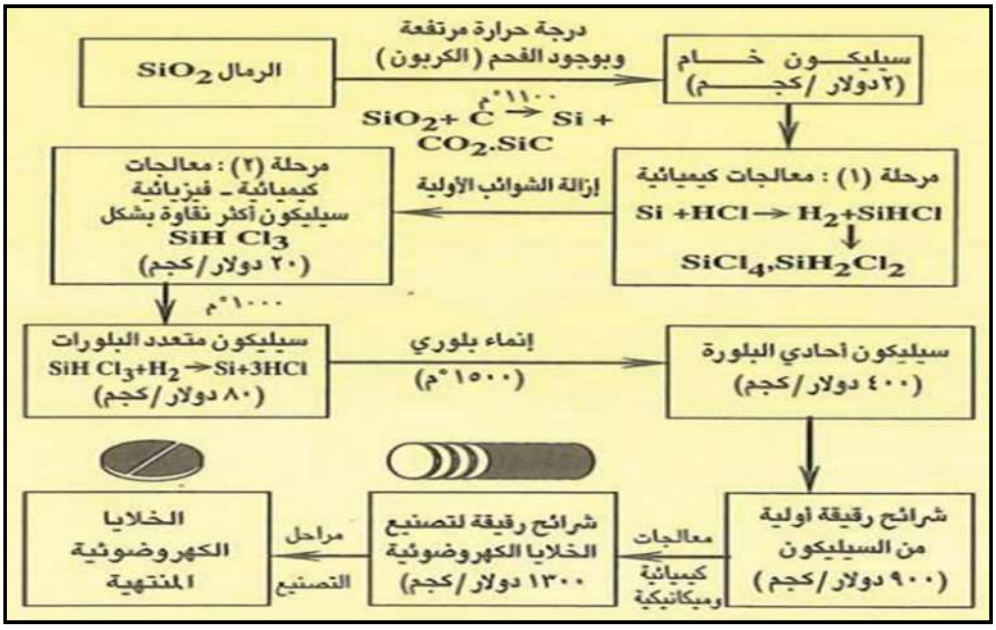
غالباً ما تصنع هذه الخلايا من مادة (أرسيانيد الكاليوم Gas) وهناك خلايا ذات وصلتين أو ثلاث وصلات وتتراوح كفاءتها من (30 - 35)فقد حققت دراسات حديثة كفاءة تزيد عن ٤٢% وتتميز هذه الخلايا بصعوبة صناعتها وكلفتها العالية.

ثالثاً - الخلايا السيلكونيه (Silicon Solar Cells) :

الخلية الشمسية او (الكهروضوئية) هي التي يختلط فيها السيليكون مع الشوائب حيث تختلط معها ذرات مشوبة لزيادة حاملات الشحنة في شبه الموصل. وعلى سبيل مثلا في حالة مزج الفوسفور مع ذرة سيليكون علما ان الفوسفور يمتلك خمسة الكترونات في غلافه الخارجي وهو يميل للالتصاق بالذرات القريبة منه في النواة وهي التي تجعل الذرة تبقى في محلها . اما في حالة اضافة الطاقة إلى السيليكون النقي فأنه يؤدي الى تحرير بضعة الكترونات من روابطها وتترك ذراتها و ان في جميع الحالات المذكورة فأن الإلكترونات ستقوم بترك مجموعة من الفجوات ورائها. ومن ثم تسير الإلكترونات المتحررة عشوائيا من اجل الحصول على فجوة لتهبط فيها ويطلق على هذه الإلكترونات (بالناقلات الحرة) كما تستطيع أن تحمل تياراً كهربائياً. وإن الالكترونات الحرة الإضافية للفسفور لم ترتبط برابطة ونتيجة لذلك فإن أغلب هذه الإلكترونات تكون حرة ويطلق على عملية إضافة الشوائب بشكل متعمد بـ (التشويب) ويكون على نوعين : [15]

النوع الأول: يحدث عند اضافة ذرة مشوبة خماسية التكافؤ (الفسفور) يكون (N-Type) سلبيا نتيجة انتشار إلكترونات حرة فيه ويعد السيليكون من نوع (N-Type) ناقلا جيدا وافضل من السيليكون النقي بكثير Type ويعني الجزء الوحيد من الخلية الشمسية أو (الكهروضوئية) الذي يكون سالب وتشويب بقية الأجزاء التي لديها ثلاثة الكترونات فقط بدلاً من أربعة في غلافها الخارجي بالبورون.

النوع الثاني: يحدث من خلال اضافة ذرة ثلاثية التكافؤ (البورون) ويكون (P-Type) إيجابيا ولأنه يمتلك فجوات حرة بدلاً من أن يكون لديه إلكترونات حرة وهي ذرات منقوصة الالكترون لذلك فهي تحمل الشحنة الموجبة .[15]



الشكل (5-1) مثال نموذجي لإنتاج الخلايا الكهروضوئية السيليكونية [3]

رابعاً: الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلورة Crystalline Silicon Solar Cells: تم صناعة من السيليكون وذلك عبر إنماء القضبان من مادة السيليكون (أحادي التبلور أو متعدد التبلور) ثم بعدها يضغط إلى رقائق وان معالجة الخلايا تتم كيميائيا وفيزيائيا وذلك عبر أكثر من مرحلة حتى تصبح خلية شمسية (الكهروضوئية) كما ان كفاءة هذه الخلايا تكون بنسبة مرتفعة وتتراوح بين (9% - 17) ويكون ثمن الخلية السيليكونية ذات التبلور الاحادي غالي حيث من الصعوبة تقنيتها واستهلاك الطاقة وايضاً تكون ذات التبلور المتعدد أقل تكلفة وكفاءة من أحادية التبلور [16] .

أ- احادية التبلور Monocrystalline يعد السيليكون هو المكون الاساسي في هذه الخلايا والوحيد للخلية كما يتكون السيليكون من رقائق بلورات سيليكونية اسطوانية الشكل وان معالجتها يتم بأفران لزيادة الخواص الكهربائية ثم تغطى الاسطح بمضادات الانعكاس. ويكون السيليكون على هيأة طبقات رفيعة مترسبة على اسطح الزجاج او البلاستيك وهي ذات تكلفة رخيصة وسهلة التصنيع ولكن اقل كفاءة من باقي انواع الخلايا الشمسية وتتراوح بين (12- 15) [1].

ب- متعددة التبلور Polycrystalline: تتكون عن رقائق السيليكون يتم معالجته في اسطوانات حيث يغطي سطحها مضاد للانعكاس ومن ثم توضع في اقران لزيادة الخواص الكهربائية وان السطح الخلفي للوح الخلية يكون موصلا ومغطى بطبقة عاكسة مزدوجة من مادة غير سيليكونية وان كفاءة هذا النوع تكون عالية وايضاً يحتوي السيليكون على الكثير من البلورات .

ج- متناهية الصغر بالتبلور Microcrystalline كما تتراوح كفاءة التحويل فيها من (22%-18) وقد حققت دراسات حديثة كفاءة (25%) وتصل الكفاءة النظرية الى (29%) .

خامساً: الخلايا الشمسية السيليكونية العشوائية متصدعة التبلور : Amorphus Silicon

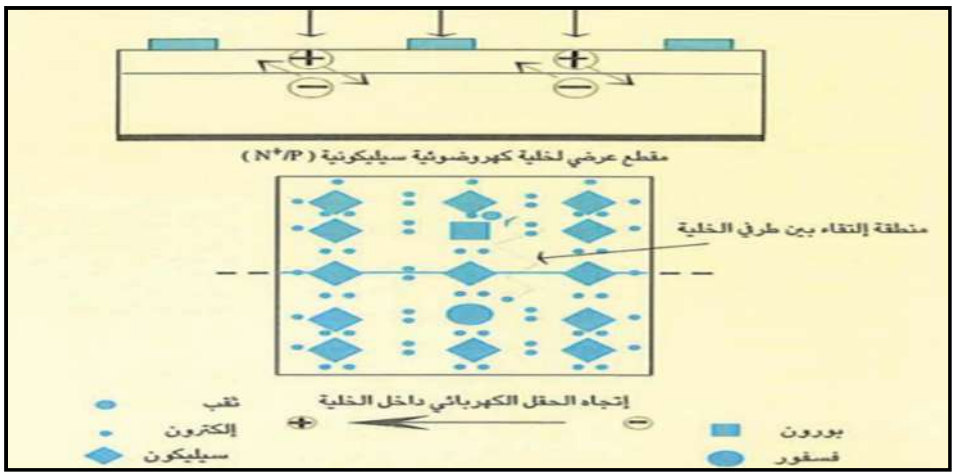
تعد خلايا هذا النوع ذات تكوين بلوري المتصدع نتيجة لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى لتكسبها خواص كهربائية مميزة ومن الجدير بالذكر ان الخلايا السيليكونية العشوائية تكون كلفتها قليلة قياسا بخلايا السيليكون البلوري وتترسب فيها طبقة على شكل شريط رقيق تتراوح كفاءة هذه الخلايا ما بين (4%- 9) يكون هذا بالنسبة للمساحة السطحية الكبيرة . [1] .

(1-6) مبدأ عمل الخلية الشمسية (الكهروضوئية) The principle of work of the solar cell : في الوقت الحاضر اصبحت اغلب الخلايا الكهروضوئية المستخدمة مصنوعه من مادة بلورية تدعى سيليكون وهي إحدى مواد الأرض شيوعا .وان الخلية الضوئية تتكون من طبقة رقيقة من مادة السيلكون وتعد هذه المادة هي احد مواد أشباه الموصلات (أنصاف النواقل) والتي تندرج ضمن خواصها الفيزيائية بين الموصلات و العوازل [7].

كما تمتلك ذرة السيليكون أربع إلكترونات تكافؤية وقد تشترك مع ذرات السيليكون المجاورة في رابطة تساهمية (تشاركية). ويتم توليد الشحنة الموجبة في الخلية الكهرو شمسية (الكهروضوئية) من خلال أضافة ذرات البورون التي تمتلك ثلاث إلكترونات تكافؤية في تركيب السيليكون الصافي. مما يؤدي الى ترتبط هذه الذرات مع ذرات السيليكون ويكون بتشكل ثقب إيجابي الشحنة بدلا من الإلكترون الرابع المفقود. ويطلق على مادة السيليكون مع شوائب البورون ناقل إيجابي أو من النوع (p). اما في حالة توليد الشحنة السالبة في الخلية الكهرو شمسية (الكهروضوئية) تم اضافة ذرات الفسفور حيث تمتلك خمس إلكترونات تكافؤية في تركيب السيليكون الصافي ومن ثم ترتبط هذه الذرات مع ذرات السيليكون مما يؤدي الى تشكل إلكترون سلبي الشحنة ويطلق على مادة السيليكون مع شوائب الفسفور ناقل سلبي أو من النوع (n). ان سطح الالتماس بين P و N يسمي بمنطقة الملتقى الرئيسية (العبور) لحاملات الشحنة الالكترونية (السالبة) والثقوب (الموجبة) و يضاف الى السطح الأمامي (الماص) الخلية طبقة عاكسة للضوء من اجل زيادة شدة امتصاص الضوء وبعدها يضاف الى سطحي الخلية الامامي والخلفي طبقة معدنية (الالمنيوم مثلا..) لغرض تشكيل اقطاب الخلية الكهروضوئية ويتطلب عنده اضافة مراعات الطبقة المعدنية الى سطح الخلية الامامي عناية خاصه بحيث لا تحجب الضوء وهي تشكل مساحة لا تتجاوز 5% من سطح الخلية اما السطح الخلفي الخلية يغطى كاملا بالطبقة المعدنية . [2]

(1-7) تفسير الية عمل الخلية فيزيائيا

عند امتصاص كمية كافية من فوتونات الضوء او الاشعاع الشمسي (الفوتون : وهو عبارة عن جسيم يمثل وحدة الكم الرئيسية للضوء) . تتحرر بعض الكترونات وثقوب الشبكة البلورية من مادة السيليكون ويرافق ذلك تغيرا في الطاقة الحركية الداخلية لها وعند اقترابها من الملتقى الالكتروني الثقبي (منطقة العبور) فأن الازواج الالكترونية (الكترون - ثقب) تتجه بشكل جماعي حسب شحنتها الى الطرف المناسب في الخلية n او p على الترتيب، وبذلك تستطيع عبور المجال الكهربائي الداخلي (فرق الجهد) ، وينتج عن ذلك تدفق تيار كهروضوئي، ويمثل حاصل ضرب قيمة فرق الجهد (الفولت) في التيار (الامبير) الناتج عن الخلية الطاقة الكهربائية المقيدة والتي تقاس بوحدة الوات[3].



الشكل (6-1)الآلية الفيزيائية لخلية كهروضوئية نموذجية.

(1-8) طريقة توصيل الخلايا الكهروضوئية :

يتم تشكيل مصفوفة من الوحدات من خلال ربطها مع بعضها البعض حيث تقوم الخلايا الكهروضوئية بإنتاج تيار مستمر حيث يمكن ربط الخلايا على التوازي أو التوالي من أجل إنتاج أي شدة تيار أو فرق جهد مطلوب. وان لتوضيح حساب شدة التيار وفرق الجهد المطلوبة يتم من خلال قانونين فقط هما قانون أوم وقانون حساب القدرة وينص على التالي [5].

الجهد الكهربائي (V) = التيار الكهربي (A) × المقاومة(ohm)

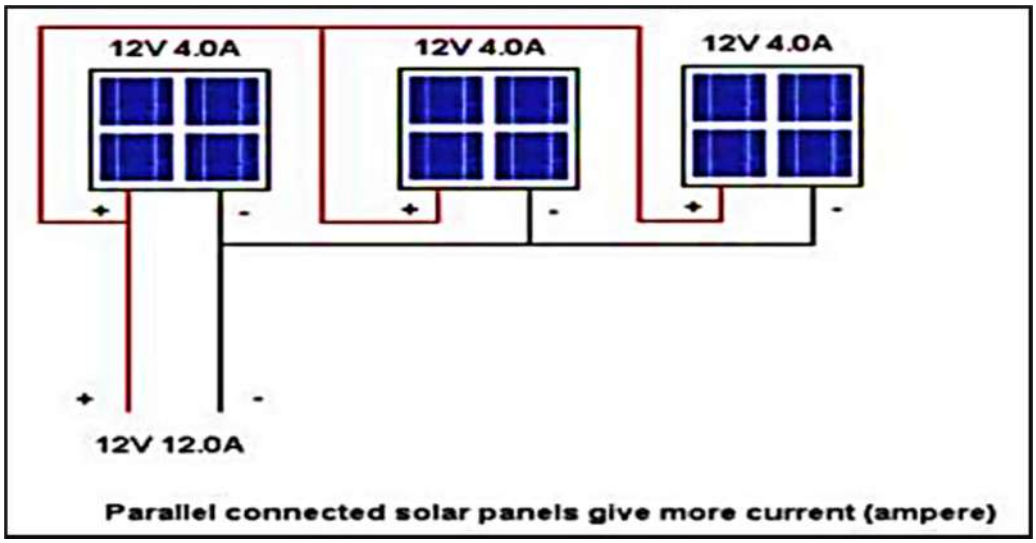
القدرة (W) = الجهد الكهربائي (V) × التيار الكهربائي (A).

(1-9) طرق توصيل الخلايا الكهروضوئية

لها اكثر من طريقة توصيل وبحسب طبيعة الاستخدام:

اولا: توصيل على التوازي (Parallel) :وتكون عن طريق توصيل البدايات مع البدايات

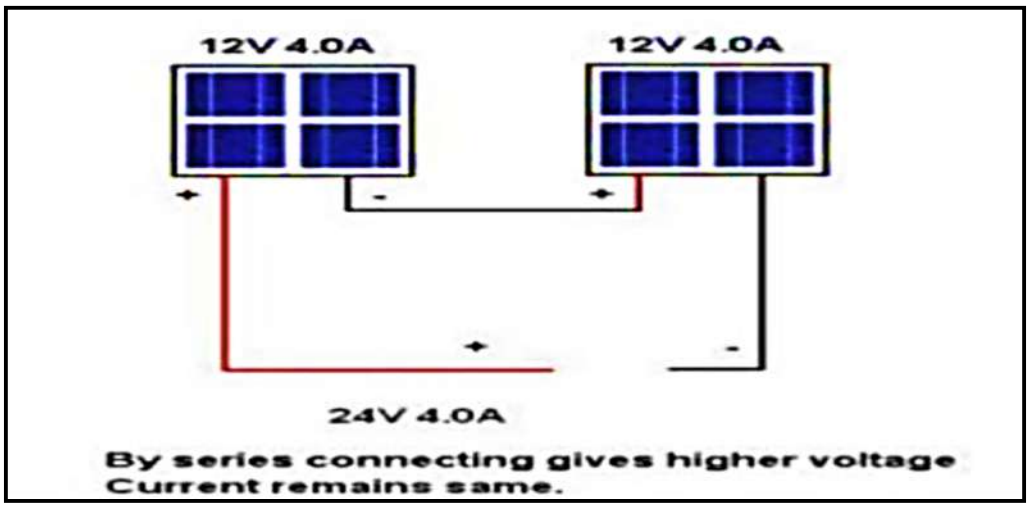
والنهايات مع النهايات أي بمعني توصيل موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم .لغرض الحفاظ على نفس الجهد ومن اجل زيادة التيار الكلي ومن ثم رفع القدرة الكلية يتطلب جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية او (الكهروضوئية)ويكون كالتالي.[8]



الشكل (7-1) طريقة ربط التوازي

ثانيا : توصيل على التوالي (Series) :

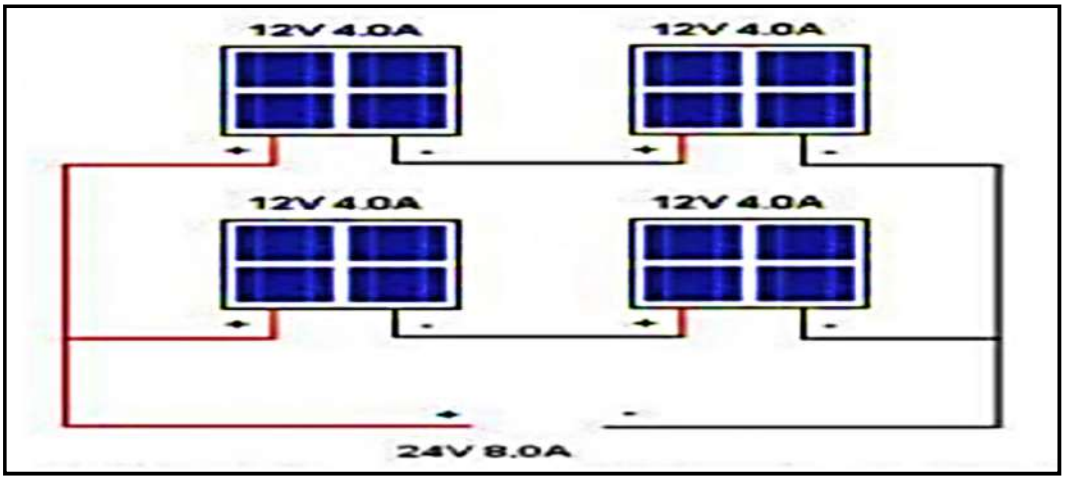
ويكون عن طريق توصيل النهايات مع البدايات اي الموجب مع السالب والسالب مع الموجب مثل القطار .ومن أجل الحفاظ على نفس التيار يتطلب جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي كالتالي [8].



الشكل (8-1) طريقة ربط التوالي

ثالثا : طريقة التوصيل المدمج (Built-in):

تعد هذه الطريقة هي النوع المستخدمة في المنظومات الضخمة للتمتع بكل ميزة موجودة في توصيل التوازي أو التوالي وشكلها كالتالي [5].



الشكل (9-1) طريقة ربط المدمج

الفصل الثاني

تطبيقات الخلايا الكهروضوئية

(2-1) المقدمة :

اصبح ازمة الطاقة في الوقت الحاضر من اهم المشاكل التي يواجها العالم نتيجة الى زيادة الكبيرة في استهلاك الطاقة حيث عمد الباحثون إلى استغلال الطاقات المتجددة لمواجهة هذه النقص الكبير في الطاقة. وكانت الطاقة الشمسية هي إحدى الطاقات المرشحة لاحتلال مكان الصدارة محل الطاقات التقليدية . وان استخدامات الطاقة الشمسية عديده اذ اصبح استغلالها وتحويلها إلى طاقة كهربائية أو حرارية او كيميائية أمرا مألوفا في الوقت الحاضر كما يمكن الاستفادة منها في التدفئة والتبريد وتسخين الماء وتحلية المياه وتوليد الطاقة الكهربائية والطبخ وتجفيف المحاصيل الزراعية وغيرها من الاستخدامات المهمة. وسنتطرق في هذه الفصل إلى التطبيقات الكهربائية المختلفة للطاقة الشمسية [4].

(2-2) تطبيقات الخلايا الكهروضوئية:

يبدأ الاهتمام بيها من خلال إدخال الفولتضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية و نظراً تطوير التقنية ووسائل الاستخدام في قطاع السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة والنفط وغيرها من استخدامات الفولتضوئيات التي تؤدي الى جذب اقتصادي وخاصة في المناطق المعزولة والنائية اذ تنقص تكلفة شبكات الكهرباء العامة وتساعد في الازدهار الاقتصادي والتطوير الاجتماعي المحلي [9] واصبح التحويل بالخلايا الشمسية من أهم وسائل تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية حيث امتازت هذه المنظومات بسهولة النصب والتشغيل والموثوقية في الإنتاج وايضاً عدم الاحتياج إلى الصيانة المستمرة وعدم تلوث البيئة وعمرها التشغيلي اكثر من (25) سنه [2]. و تم تفسير تطبيقات الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) وبحسب القدرة الكهربائية إلى ثلاث اقسام هي:

اولاً: تطبيقات القدرة المنخفضة:

- **استخدام الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) في الكمبيوتر :**

تشير الطاقة الى انها البوصلة التي يتحرك العالم عليها من أجل الحصول على مصادرها وخاصة في دول العالم الثالث التي تعاني من نقص في الطاقة الكهربائية ولاسيما تلك الدول الواقعة في القارة الأفريقية مما يجعل انعكاسها سلباً على إمكانية الاستفادة من التطور التكنولوجي ومواكبة سرعة التغير.وعندما يقوم المستخدم بتشغيل الحاسوب يبدأ الجهاز بتوليد الطاقة الكهربائية وتخزينها من خلال الالواح الشمسية الموجودة فيه. ان هذا الجهاز يستطيع العمل لمدة 10ساعات متواصلة دون الحاجة لإعادة شحنه خلالها كما أن بطارية هذا الجهاز تحتاج إلى ساعتين لإعادة شحنها بالكامل بأشعة الشمس. حيث تم اختراع شركة مقرها في بيرو متخصصة في التكنولوجيا وإنتاج أجهزة الكمبيوتر في خريف من العام الماضي وايضاً اخترعت أول جهاز كمبيوتر محمول صديق للبيئة و لم يستخدم في تصنيعه البلاستيك الضار بالبيئة والتي أصبح محل قلق بالنسبة لأنصار الحفاظ على البيئة نتيجة المخاطر والأضرار التي يسببها . كما أن الكمبيوتر الجديد المحمول الصديق للبشر وللبيئة معاً يعمل بالطاقة الشمسية حيث يتم إعادة شحن بطارياته عبر الخلايا الشمسية وليس بالكهرباء أو أي نوع من أنواع الطاقة التقليدية المعروفة . [10]

- **الشاحنات :** ومنها:

أ ـ شاحن الحاسب المحمول :

لغرض نشغل الحاسوب المحمول تم تصميم لوحين شمسيين من خلال وضعهما في حقيبة الحاسوب الذي يحتاج تشغيله طاقة كافية ويمكن بواسطة اللوحيين الشمسيين توليد طاقة بقوة 70واط ويكون هذه النظام التي يعمل بالطاقة الشمسية قادر على مد الحاسوب بالتيار اللازم لتشغيله كما يمكن نقل الحاسوب مع اللوحيين بكل يسر وسهولة بواسطة حقيبة السفر وايضاً استخدام الحاسوب في اي مكان اثناء رحلات التنزه وكذلك استخدام الحاسوب في المناطق النائيه او في أي بقعه من العالم [7].

شكل (1-2) شاحن الحاسوب المحمول

ب- الهواتف النقال :

يعد هذا الشاحن هو من أفضل الاجهزة من حيث الوزن والحجم ويعمل على نظام تزويد الطاقة حسب المواصفات العالمية وتصل قوته 10 فولت وقد اعتبر افضل انواع الأجهزة الشاحنة التي تعمل بالطاقة الشمسية وان الجهاز يمكنها مد جميع الاجهزة المحمولة التي تحتاج لطاقة عالية . وتم تصميم هذا شاحن من مادة الألمنيوم وحبيبات السيليكون حسب المواصفات العالمية وتكون محاط بنظام حماية خاصة متكامل وابعاد شاحن الطاقة الشمسية المخصص للهواتف النقالة 9 m X 300m X 270m الأبعاد بالمليمتر ووزن الشاحن 750جرام وله حقيبة يد خاصة به لحفظة وسهولة نقلة [7].

شكل (2-2) الهاتف النقال

ج - أجهزة الإذاعة المسموعة (الراديو) :

هو جهاز استقبال لاسلكي محمول مدعوم من الألواح الكهروضوئية ان استخدامه بشكل أساسي في المناطق النائية التي يكون الوصول إلى مصادر الطاقة محدودا. وقد ظهر الراديو الذي يعمل بالطاقة الشمسية لأول مرة في الخمسينات نموذج تجريبي طورته شركة جنرال إلكتريك وزنه 10أوقية وكان قادرا على العمل دون ضوء وإعادة الشحن كان يحتوي على سبعة خلايا شمسية وأربعة ترانزستورات وبطارية صغيرة. في عام 1954 بدأت شركة Western Electric ببيع تراخيص تجارية تعمل بالطاقة الشمسية بما في ذلك التقنيات الضوئية الأخرى. في عام 1957 تم الإبلاغ عن شركة Acopian Technical Co. of Pohatcong Township بولاية نيو جيرسي لتصنيع أول أجهزة راديو شمسية للبيع لأغراض تجارية للجمهور العام [17].

شكل (3-2) اجهزة الاذاعة المسموعة (الراديو)

ثانياً: تطبيقات القدرة المتوسطة:

- **إنارة الشوارع :**

بلغت نسبة استهلاك قطاع الإنارة حوالي 15 من الاستهلاك العالمي للطاقة ويساهم بـ 5% من الانبعاث الكربوني لذلك تم توجه نحو الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) من اجل تغطية هذه النسبة من الطاقة وتعد خطوة لتطبيق الترشيد في استهلاك الطاقة وايضاً المساهمة في الحفاظ على البيئة. وان قطاع أعمدة الإنارة الشمسية شهد نموا ملحوظا بسبب الحاجة إلى خفض نسبة الطاقة المستهلكة في الإنارة حيث تعتمد على استخدام المصابيح الليد LED من خلال نظام الخلايا الشمسية (الألواح الشمسية) يتم تركيب الألواح الضوئية على هيكل العامود ويوجد نوعيين من الألواح أحادية البلورة Mono Crystalline ومتعددة البلورة Poly Crystalline. الحقيقة انه لا يوجد اي فرق ملموس بين استخدام الواح Mono أو Poly من حيث التوفير في المساحة او انتاجية الألواح ومن ثم وحدة التحكم Controller بشحن البطاريات [11].

كما يشترط أن تكون وحدة التحكم Controller بسعة مناسبة لغرض التحكم بالغلق والفتح ضوئيا عند الشروق والغروب او بحسب برمجة المستخدم بالوقت ايضاً التحكم في شدة الإضاءة لعدة مراحل بعد الغلق ضوئيا سهولة البرمجة و ايضاً الكفاءة العالية في الشحن والتفريغ وتعد البطاريات هي اغلى عنصر من مكونات أعمدة الإنارة في النظم التقليدية يتم استخدام بطاريات طاقة شمسية ديب سيكل Deep Cycle Battery اما النظم الحديثة فقد اعتمد علي بطاريات ليثيوم Lithium حيث يتم تركيبها داخل وحدة الاضاءة نفسها ويتم تصميم حجم البطارية علي اساس سعة تخزينية للطاقة الكهربائية تكفي 10 ساعات على الأقل[11].

شكل (4-2) استخدام الطاقة الشمسية لإنارة مصباح كهربائي

- **المباني السكنية :**

تعتبر خلايا الطاقة الشمسية المستخدمة في البناء (BIPV) هي عبارة عن مواد كهروضوئية حيث يتم استخدم هذه المواد في بعض أجزاء المبنى الخارجية لتحل محل مواد البناء التقليدية مثل السقف المناور أو الواجهات و تدخل بشكل متزايد في تشييد المباني الجديدة بصفتها المصدر الرئيسي أو الإضافي لتوليد الطاقة الكهربائية قد تم تزويد بعض المباني القديمة بـ .BIPV وهو من مزايا وحدات الطاقة الشمسية المتكاملة ويكون على عكس من الأنظمة الغير متكاملة والتي تعد الأكثر شيوعا كما يمكن تخفيض التكلفة الأولية عن طريق تقليل مواد البناء والأيدي العاملة المستخدمة عند بناء جزء من المبنى المستخدم فيه وحدات BIPV. [12]

والإضافة إلى ذلك فإن وحدات BIPV هي جزءا لا يتجزأ من التصميم فهم تشكل مزيجا أفضل وأكثر جاذبية من الناحية الجمالية من خيارات أخرى مختلفة للطاقة الشمسية. ان ذكر هذه المزايا يجعل BIPV واحدة من أسرع القطاعات التي نموا في الصناعة الكهروضوئية وقد حدث في العقد الماضي عدد كبير من ثورات الابنية التي تستخدم BIPV وكذلك المنشآت الأخرى. في كل من المشاريع الجديدة وعمليات التجديد فإن BIPV يبين أن تكنولوجيا فعالة في الطاقة التي يتم استخدامها في المباني السكنية والتجارية والصناعية وايضاً هياكل المؤسسات [12]

شكل (5-2) برج رابطة الدول المستقلة في مانشستر ، زود بالألواح الكهروضوئية بتكلفة 5.5مليون حنية إسترليني

- **إشارات مرور الشوارع :**

على سبيل المثال استخدام الطاقة الشمسية في الأماكن العامة كتشغيل إشارات المرور الضوئية وإمدادها بالطاقة الكهربائية اللازمة ويمكن استخدامها في مجال إنارة الشوارع والطرقات العامة داخل المدن وخارجها و يعتمد كل عامود إنارة علي لوح الخلايا المثبت فوقة وهناك خلية استشعارية للضوء اما عند ظهر ضوء النهار يتم فصل التيار عن مصباح الإنارة بطريقة ذاتية وتقوم الخلية الاستشعارية للضوء بغلق الدائرة الكهربائية ذاتياً عندما يحل الظلام ان عامود الإنارة يستمد الطاقة من البطارية التي تم تخزين الكهرباء خلال النهار. [7]

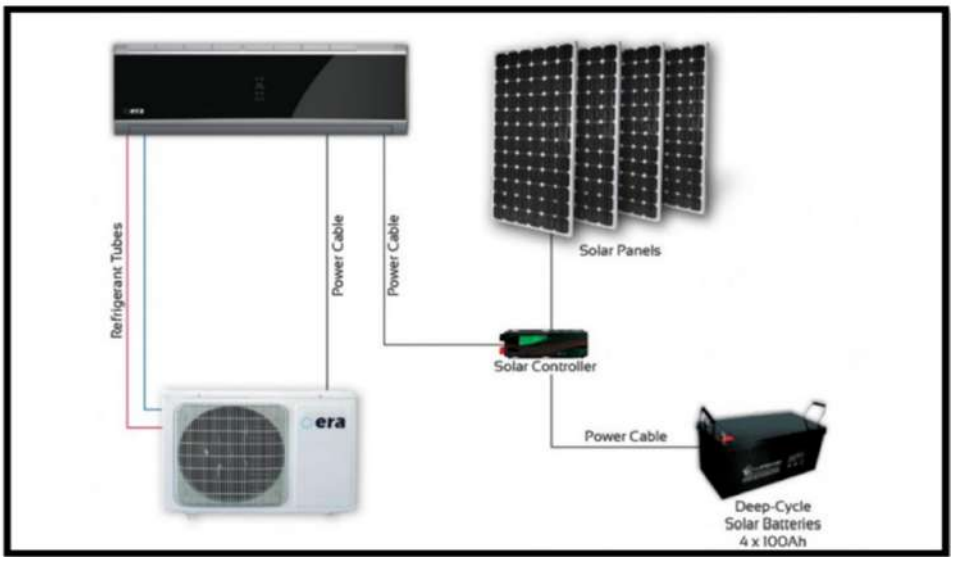
ولتقليل التكلفة يجب على الشركات المحلية تصنيع عامود الكهرباء محلياً وباقي الأجزاء كما قامت الشركة الإيطالية بتوريد الخلايا الشمسية مع الخلية الاستشعارية وبطارية تخزين الطاقة مع محول الطاقة من 12 فولت الى 220 فولت مع المصباح الفسفوري وتعد الوح الخلايا الشمسية الكريستالية من أجود الأنواع بسعر 1500 يورو يمكن عمل عامود الكهرباء محلياً وتنفيذ تركيب هذه الخلايا مع شركات المقاولات العربية ويتم ذلك عن طريق إعداد مكان لتخزين البطارية والمحول عند قاعدة العمود حسب المواصفات التي توردها الشركة ويمكن تدريب طواقم على تركيب الإنارة الشمسية وطرق صيانتها علماً بأن الضمان التي تعطيها الشركة الإيطالية علي جميع المعدات هي 25سنة واللوح الشمسي قادر علي العمل لمدة 30سنة بدون أي صيانة أي إنارة دائمة ليلاً وتخزين كامل صباحاً . [7]

شكل (6-2)اشارات مرور الشوارع

- **تكييف الهواء بالخلايا الشمسية (الكهروضوئية)**

يشير إلى ان نظام تبريد للهواء يستخدم الطاقة الشمسية خلية ضوئية تستخدم السيليكون حيث يمكن إجراؤه التبريد عن طريق إحدى الطرق التالية والتي تشمل الطاقة الشمسية السلبية حيث يتم تحويل الطاقة الحرارية الشمسية وتحويل الطاقة الشمسية الضوئية إلى كهربائية فام قانون الاستقلال في الطاقة والأمن في الولايات المتحدة الأمريكية لعام 2007 تحديد رأس مال لتمويل المشاريع البحثية التي تقوم على التركيز وتطوير برامج التكييف الهوائي[10].

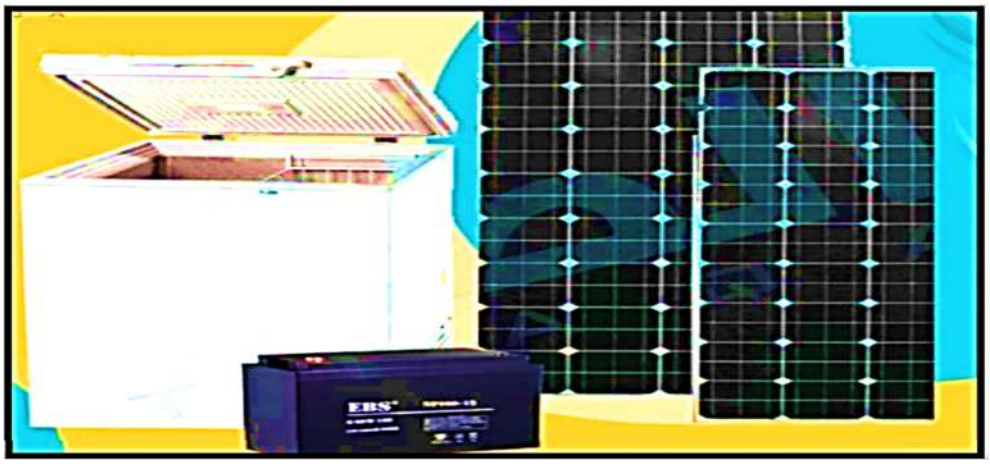
عن طريق استخدام الطاقة الشمسية و البرامج التطويرية المحددة لهذا الهدف اما البرامج التي تم تمويلها يجب أن تطور وايضاً استخدم أساليب تكنولوجية حديثة إن هذا النظام سيلعب دورا هاما في تصميم المباني ذات الطاقة الصفرية و المباني ذات الطاقة الموجبة [10].



شكل (7-2)تكييف الهواء بالخلايا الشمسية

- **استخدام الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)في ثلاجات اللقاح والامصال :**

تشير منظمة الأمم المتحدة للطفولة (يونيسيف)الى استخدام التكنولوجيا الخضراء المتجددة المتمثلة في الطاقة الشمسية لغرض توفير لقاح أمن للأطفال في هايتي. حيث تعمل سوزيت بيليارد في مجال الصحة المجتمعية في روسيغنول في هايتي منذ سبع سنوات تعطي بيليارد الأطفال جرعات التحصين الضرورية وفيتامين ألف . كما ان عدم وجود الكهرباء يجعل من الصعب تخزين بعض اللقاحات مثل تلك المضادة لشلل الأطفال. وكذلك لا يتم الاعتماد على الثلاجات التي تعمل بالبنزين كونها تحتاج إلى توصيل خزانات ثقيلة بشكل دائم لمسافات طويلة حيث قامت اليونيسيف بتوفير ثلاجات تعمل بالخلايا الشمسية في مركز صحي قريب. وايضاً وفرت مائة وثلاثا وخمسين ثلاجة على طاقة شمسية في البلاد لتلقيح الأطفال في هايتي. وهنا تقول سوزيت بيليارد العاملة في المجال الصحي "إن الثلاجة الشمسية مهمة للغاية لأنها تعني أن اللقاحات ستكون متوفرة بشكل مستمر. إن الثلاجات القديمة كانت تستخدم البنزين، فيمكن أن يفسد اللقاح إذا نفد الوقود. ولكن مع الثلاجة التي تستخدم الطاقة الشمسية يتوفر اللقاح دائما للأطفال " لذلك تعتبر منظمة اليونيسيف هي أكبر مشتر للقاحات في العالم من خلال توفرها لأكثر من ثلاثة ملايين طفل [18].



شكل (2-8) استخدام الخلايا الشمسية في ثلاجات اللقاح والامصال

ثالثاً: تطبيقات القدرة العالية:

- **القضاء :**

بدأ استخدمت الخلايا الكهروضوئية في مجال القضاء منذ فترة طويلة وذلك في (17) آذار عام 1958حين أطلق (القمر الصناعي van gar 1) وكان على سطحه (6) خلايا كهروضوئية وقد أثبتت الخلايا الكهروضوئية فعاليتها في هذا المجال فهي ما زالت تعمل على إرسال الإشارات دون توقف على عكس البطاريات الأخرى التي توقفت عن العمل بعد فترة وجيزة من انطلاق السفينة وتستعمل على نطاق واسع في مجال الفضاء كما ساعد استعمالها على زيادة طول الرحلات الفضائية فقد أثبتت قدرا على تأمين التغذية الكهربائية بشكل مستمر ودائم لرحلات السفن الفضائية وبوثوقيه عالية ومردود عال نسبيا [18].

شكل (2-9) الاقمار الاصطناعية

- **الاتصالات :**

ان للاستخدام الطاقة الشمسية في مجال الاتصالات اللاسلكية الأثر الكبير من خلال توسيع دائرة الاتصالات وتراسل المعلومات إذ أن السبب الاساسي في عدم انتشار محطات الاتصالات أو تغطية الهاتف النقال في أي مكان يرجع إلى عدم توفر القدرة الكهربائية اللازمة للتشغيل ومن خلال منظومات الخلايا الشمسية التي تعمل فيها الخلية الشمسية لغرض تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية من دون أي تعقيد في عملية التحويل أو أضرار بينية وايضاً الوصول إلى أماكن الاتصال المعدومة وتوفير التغطية للهواتف النقالة كما تعد منظومات الخلايا الشمسية التي تستخدم في تغذية محطات الاتصالات وان الإعادة اللاسلكية تعتبر من أفضل تطبيقات الطاقة الشمسية من حيث الاعتمادية والجدوى الاقتصادية . كانت دولة ليبيا هي من أوائل الدول التي استخدمت فيها منظومات الخلايا الشمسية في مجال الاتصالات اذ تمت في عام 1979 تركيب أربعة محطات تجريبية في هذا المجال ولازالت هذه المحطات تعمل دون توقف وان شركة أقدم شركة للهاتف النقال في ليبيا هي شركة المدار الجديد اذ تسعى دائما إلى توفير تغطية وخدمات الهاتف النقال إلى مشتركيها في جميع أنحاء البلاد وايضاً تم تركيب محطتين تجريبيتين تعملان بالطاقة الشمسية سنة 1998 واذ أثبتت نجاح هذه التجربة وكما وقد ضعت خطة موسعة لتغطية جميع الطرق والحقول النفطية لغرض تغطية الهاتف النقال معتمدة في ذلك على مصدر الطاقات المتجددة.ثم في ما بعد اجرت دراسة عديدة لتحديد حجم وقدرة محطات الطاقة الشمسية المطلوبة لتغطية مناطق الطرق والحقول النفطية بخدمات الهاتف النقال وقد صنفت هذه المحطات حسب الأحمال المستهدفة منها ومع نهاية سنة 2009 بلغ عدد المحطات العاملة بالطاقة الشمسية إلى 180محطة بقدرة إجمالية تقترب من 1500 كيلوواط ذروة . وسوف نقوم بحصر منظومات الخلايا الشمسية التي تم تركيبها وايضاً تقييم تجربة شركة المدار الجديد في هذا المجال وكذلك سوف يتم تتطرق إلى الخبرة المكتسبة من هذه المنظومات وتشير اجمالي الطاقة المنتجة من جميع المحطات وكذلك كميات ثاني أكسيد الكربون التي تم منعها من الانبعاث كنتيجة لاستخدام منظومات الخلايا الشمسة بدلا من مولدات الديزل وكذلك الجدوى الفنية لاستخدام الطاقة الشمسية في هذا المجال. الكلمات الدالة: منظومات الخلايا الشمسية و الهاتف النقال و تقييم منظومات الخلايا الشمسية [10]

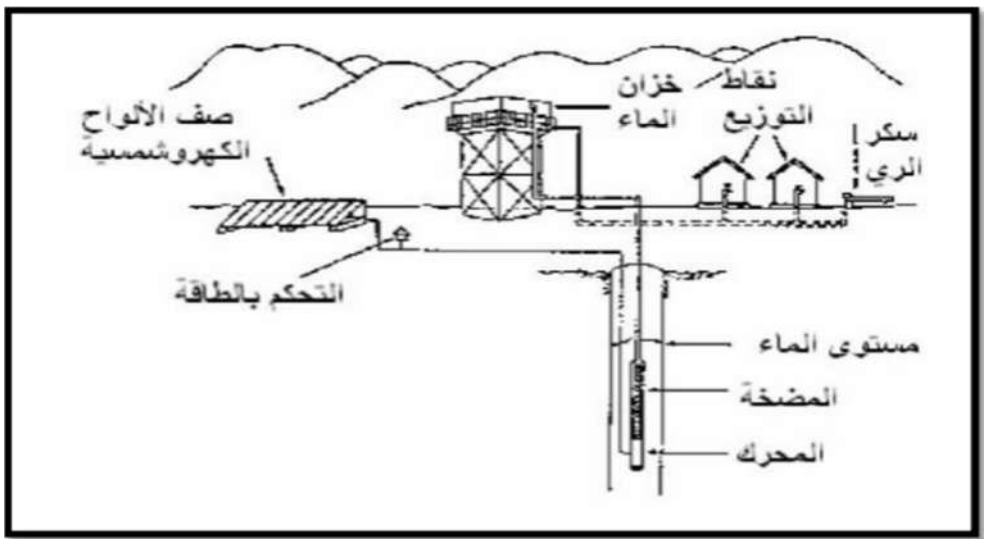
شكل (11-2) مشغلو شبكة الهواتف والاتصالات

- **ضخ المياه :** هناك ثلاث تطبيقات أساسية استعمل في المضخات الكهروشمسية [2] .

أ- إمداد القرى بالمياه.

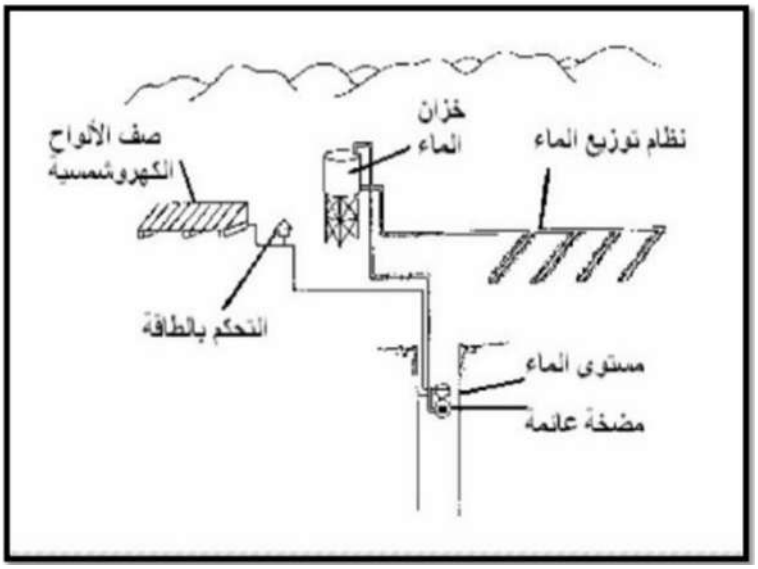
ب- سقاية المواشي.

ج- ري الأراضي الزراعية



شكل (12-2) مضخة شمسية لتزويد القرية بالماء

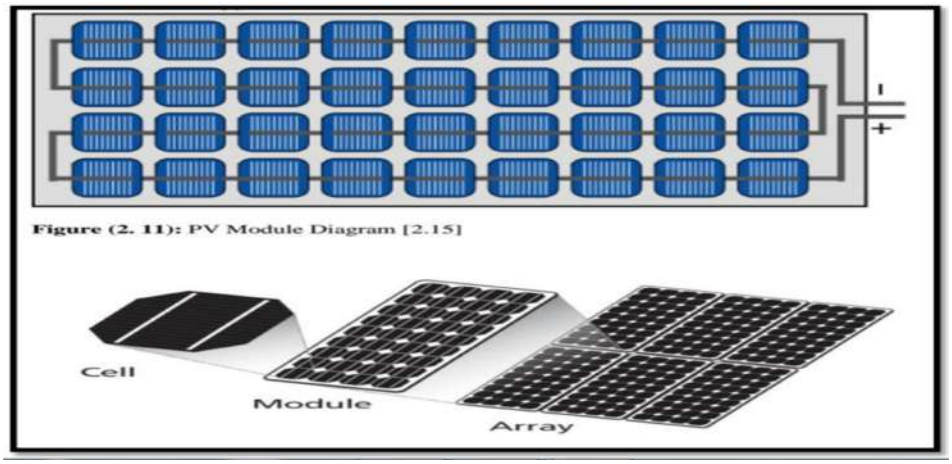
ان الطلب على الماء في هذه الفترة يكون ثابتا على مدار السنة وكذلك في الأيام الغائمة التي يكون فيها الإشعاع الشمسي منخفضا حيث تظهر الحاجة الى تخزين الماء. اما في المناطق التي يكثر فيها الايام الممطرة سيعوض ماء المطر الانخفاض الناتج في عمل المضخة الشمسية في أثناء هذه الفترة. تم تركيب حوالي (6000) نظام ضخ شمسي حتى الآن في العالم من اجل تزويد القرى بالماء أو سقاية الماشية نظام الري الشمسي كما في الشكل (٢-٣) يحتاج لحساب قيمة الاحتياج لماء الري الذي سيتغير خلال السنة (11). ويشترط أن نأخذ بنظر الاعتبار عند تصميم نظام الضخ أن الطلب على الماء في أثناء فصول الري يكون في أغلب الأحيان أكثر بمرتين من متوسط الحاجة للماء وهذا يعني أن المضخات المستخدمة للري تكون غير كافية لذا يجب تركيز الانتباه إلى نظام التوزيع وإيصال الماء إلى المحاصيل. إذ يجب أن يقلل نظام التوزيع من الضياعات في الماء بدون زيادة العبء على نظام الضخ وايضاً بكلفة منخفضة. [2]



شكل (13-2) نظام الري الكهروشمسي

- **تصميم و محاكاة انظمة الحماية المهبطية المغذاة بالطاقة المولدة من الخلايا الكهروضوئية :**

يشير في هذه الموضوع الى استخدام تكنولوجيا الحماية المهبطية لغرض توفير الحماية من التأكل لشبكة توزيع أنابيب تحت سطح البحر و تحت الأرض. يقوم نظام الحماية المهبطية باستخدام الطاقة الكهربائية المولدة من الخلايا الكهروضوئية بتزويد هذا النظام بمصدر تيار خارجي. كما ان تصميم هذا النظام يتعامل مع ثلاث حالات حيث تعتمد على نسبة المساحة المحمية من المساحة الإجمالية لخطوط الأنابيب والحالات هي (أ) و (ب) و (ج) تمثل 90 % و 95% و 98% على التوالي. ومن ثم عمل محاكاة لنظام الحماية المهبطية عن طريق الخلايا الكهروضوئية ومن خلال استخدام تطبيق السميولنك في برنامج الماتلاب كما تم عمل تحليل اقتصادي للمقارنة بين إعادة تأهيل خطوط الأنابيب التالفة نتيجة لتأكل واستخدام نظام الحماية المهبطية المغذى بالطاقة المولدة من الخلايا الكهروضوئية في كل الحالات. فقد ظهر التحليل الاقتصادي أن هذا استخدام نظام الحماية المهبطية المغذى بالطاقة المولدة من الخلايا الكهروضوئية بدلا من إعادة تأهيل خطوط الأنابيب ينتج عنه فرق كبير جدا في التكلفة المدخرات من تكلفة إعادة التأهيل في الحالة (أ) هو 53985440 $ من 55371493 $ وفي الحالة (ب) هو 1840670 $ من 2688311 % اما الحالة (ج) هو 1015603$ من 10750350 $ هذه المدخرات وتمثل نسبة 74.2% و 68.47% و 94.44% من تكلفة إعادة تأهيل بدائل (أ) و (ب) و (ج) على التوالي [13]



شكل (2-14) تصميم و محاكاة انظمة الحماية المهبطية المغذاة بالطاقة المولدة من الخلايا الشمسة

الاستنتاجات

1. تقوم الخلايا الكهروضوئية بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهر بائية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين من المواد تعرف بأشباه الموصلات.

2. لقد كان استخدام الخلايا الكهروضوئية في الماضي مقتصرعلى تجهيز المناطق النائية بكميات صغيرة من القدرة. أما الآن فيظهر استخدام أكثر وأوسع لتطبيقات هذه الخلايا إذا استمر انخفاض أسعارها بالشكل الحالي وان تجهيز القدرة للاحتياجات المنزلية على شكل مساحات مربوطة بشبكة تجهيز القدرة تبدو عملية من الناحية الاقتصادية، خاصة مع التقنيات الجديدة التي تعد الآن في مرحلة البحث والتطوير.

3. يعتمد عمل الخلايا الكهروضوئية على الظاهرة الفوتوفولتانية (photovoltaic effect).والتي نشرت هذه الظاهرة أول مرة في عام 1839من قبل العالم بيكورل [14] الذي لاحظ إن الفولتية بين الأقطاب المغمورة في محلول الكتروليتي يعتمد على الضوء الساقط وفي عام 1876 لوحظت هذه الظاهرة في جميع النبائط التي تشتمل على مادة السلينيوم Se. وتبع ذلك ابتكار الخلايا الضوئية (photo cells) المصنوعة من هذه المادة ومن مادة اوكسيد النحاسوز، وعلى الرغم من إن أول ما نشر عن الخلية السليكونية كان سنة 1941 فلم يعرف عن الخلية السليكونية بشكلها الحالي إلا في عام 1954 واعتبرت هذه النبيطة (device) في حينها من أعظم الابتكارات خلال تلك الفترة لأنها كانت أول تركيب فوتوفلتيائي ضوئي يقوم بتحويل الضوء الساقط إلى طاقة كهربائية وبكفاءة مقبولة. وتم استخدام هذه الخلايا للأغراض الفضائية وفي عام 1958 تم استخدام هذه الخلايا للأغراض الفضائية ومع بداية الستينات أصبح استخدام الخلايا السليكونية للأغراض الفضائية أمرا مألوفاً. وبقي هذا من أهم استخدامات هذه الخلايا لعقد من الزمن.

4- شهدت بداية السبعينات فترة تطوير الخلية السليكونية مع تزايد واضح في كفاءة تحويل الطاقة. وفي الوقت ذاته تقريبا كانت هناك زيادة اهتمام في استخدام هذه النبائط في التطبيقات الأرضية. وفي نهاية السبعينيات فاق حجم الخلايا المنتجة للاستخدامات الأرضية تلك المنتجة للاستخدامات الفضائية، ورافق هذه الزيادة بالإنتاج انخفاض كبير في أسعار

5. لقد شهدت بداية الثمانينيات إنتاج تجريبي لتقنيات حديثة آنذاك تهدف إلى خفض تكاليف الخلايا الشمسية للعقود القادمة. وان هذا الانخفاض في الأسعار يشجع التوسع المستمر في التطبيقات التجارية في استغلال الطاقة الشمسية.

6. وكذلك ظهرت حديثا تقنية استخدام الأغشية الرقيقة لإنتاج الخلايا الكهروضوئية بكلفة رخيصة مع رفع القدرة الخارجة لوحدة المساحة بالنسبة لهذه الخلايا.

7. هناك العديد من التطبيقات على استخدام الخلايا الكهروضوئية منها استخدام الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) في الكمبيوتر و الشاحنات مثل شاحن الحاسب المحمول والهواتف النقال وأجهزة الإذاعة المسموعة (الراديو) وايضاً إنارة الشوارع و المباني السكنية و إشارات مرور الشوارع وكذلك تكييف الهواء و استخدام في ثلاجات اللقاح والامصال والفضاء والاتصالات و ضخ المياه وتصميم و محاكاة انظمة الحماية المهبطية المغذاة بالطاقة المولدة من الخلايا الكهروضوئية .

.

المصـــــادر

[1] مريم ازهر علي غالب، رساله ماجستير، تقيم كفاءة خليه شمسيه من ماده السيليكون ذات اخاديد مختلفة الشكل باستخدام برنامج زيماكس، جامعه بغداد، قسم الفيزياء، 2016.

[2] علي ناجي حمودي ، رساله ماجستير، دراسة وتنفيذ وتحسين اداة محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسية، جامعه تشرين، سوريا 2009.

[3] د. اسامة احمد العاني، الخلايا الكهروضوئية، العلوم والتقنية، العدد 34، ربيع الاخر، 1416.

[4] د. عمر خليل الجبوري واحمد حسن احمد الجبوري، كتاب مبادئ الطاقة المتجددة، المعهد التقني الحويجة، 2010.

[5] محمد يحيى الخطيب، رساله ماجستير، دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزه، الجامعة الاسلامية ، كليه الهندسة، فلسطين، 2015.

[6] احسان علي الجادري، ويونس محمود محمد، اثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد انهاء خارجية في النتاج المعماري، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٨، العدد 11 ،جامعه النهرين ، كليه الهندسة بغداد، 2010.

[7] محرم عبد الكريم، الخلايا الشمسية، 2008.

[8] إميل عاصي مقطش، تركيب الانظمة الشمسية الكهروضوئية PVl ، سلسلة الوحدات التدريبيه المبنية على اساس الكفايات المهنية، الاردن، 2016.

[9] تركواز بوست، الطاقة والبيئة المستدامة، 1995

[10] محمد حسين محمد دريدي ، رساله ماجستير، التقييم والتحليل التقني والاقتصادي لربط شبكات الكهرباء مع الانظمة الهجينة، الخلايا الشمسية، فلسطين، 2012.

[11] معهد الأبحاث التطبيقية - القدس (أريج)، مشروع إنارة باستخدام الطاقة الشمسية، فلسطين، 2010.

[12] فوزيه أرحيم حسين، وتكنولوجيا الطاقة الشمسية واثارها على التكوين الشكلي للمباني، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، بغداد، 2005.

[13] عبد الرحمن جمال خالد سمودي، رساله ماجستير، تصميم ومحاكاة انظمة الحماية المهبطية المغذاة بالطاقة المولدة من الخلايا الشمسية، جامعة النجاح الوطنيه، فلسطين، 2015.

[14] القصراوي سماح مصطفى محمد دور التكنلوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة" كلية الدراسات العليا، الجامعة الاردنية، 2005.

[15] P. Widenborg, I. Aberle and G. Armin, "Polycrystalline Silicon Thin-Film Solar Cells on AIT-Textured Glass Superstrates", Advances in Opto-Electronics, 12 (5), 1-10 (2007.(

[16] T. Tiedje, E. Yablonovitch, G. Cody and B. Brooks, "Limiting efficiency of silicon solar cells", IEEE Trans. on Elec. Dev., 31(2), 711-716 (1984(

[17] Chitesh Dubey and Yogesh Tiwari,, " To Design Solar (photovoltaic) Wind Hybrid Power Generation System ", International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS), India,year(2012- .(

[18] Al-Sahali and Ettouney Al-Sahali, M., Ettouney,"H.". Developments in thermal desalination processes: Design, energy, and costing aspects, Desalination pp.(227-228) (2007.(