



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعه بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

## دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة

بحث مقدم من قبل الطالبة

فاطمة عباس محمد صبري

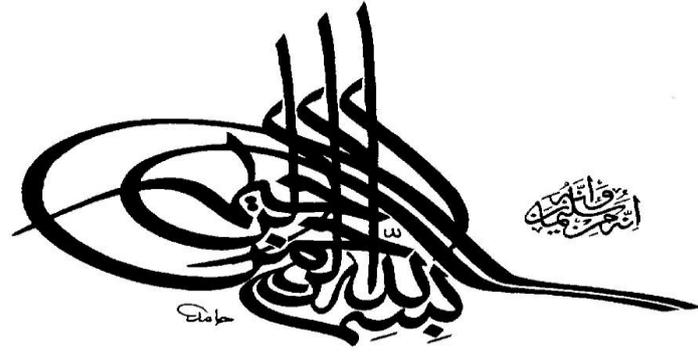
الى مجلس عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة- قسم الفيزياء - جامعة بابل  
وهو كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

اشراف

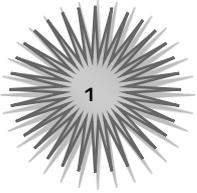
م. م. نور علي سامي

2024 م

1445 هـ



وَالْقَلَمِ وَمَا يَسْطُرُ بِهِ



سورة القلم - الآية



## الإهداء

لوجه الله تبارك وتعالى والحمد لله الذي هداني لهذا وأعانني فيه...

إلى من أمرني بطلب العلم من المهد إلى اللحد ...

نبينا محمد صلى الله عليه وآله وسلم

إلى من بنعمه تربيت وبمائه ارتويت وبأرضه سعيت

وطني الجريح

إلى من يذكره عطر دريبي ودفعني إلى تقديم المزيد من العطاء ...

والذي

إلى من رفعت حاجبها إلى السماء وأغدقت عليّ بركات دعائها ...

والدتي العزيزة

إلى الذي ساندني ودفعني إلى أعلى درجات التقدم والنجاح

في العلم اساتذتي الاعزاء

إلى زملائي في دراستي لكم ثمرة تعبي ...

تقديراً واحتراماً

وأسال الله سبحانه حسن القبول ..

الباحثة



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿نِعْمَةٌ مِنْ عِنْدِنَا كَذَلِكَ نَجْزِي مَنْ شَكَرَ﴾



صدق الله العلي العظيم القمر: ( 35 )

## شكر وامتنان

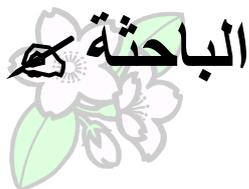
باسمه تعالى ابتداءً وافتتح ، وباسمه إن شاء الله أختم ما به ابتدأت ، باسمه الجليل مالك الملك الذي استخلفنا وكلفنا في الأرض لننوب عن جلالته عز شأنه. في كل أمر به ثم الحمد لله ذي المنة والفضل ، إذ شرفني وسخر لي من أعاني من الأساتذة الأكفاء الادلاء والعلماء الأجلاء لجمع ما تيسر جمعه من المصادر والأقوال.

وأفضل الصلاة وأتم التسليم على صاحب الوحي الأمين محمد (ص) الذي اقتدينا بهديه عبر العصور قائدا ، وتأسينا به معلما وسرنا على نهجه لنعلم الكتاب والحكمة فكان لنا على الدوام داعيا إلى الله وسراجا منيرا.

وعلى آله الطيبين الأطهار الذين ما اقتد بهم مقتد حق الاقتداء إلا اهتدى واستقام. وما أنكر منكر عملهم وفضلهم بظلم إلا ضاع في الظلام.

وعلى صحبه المنتجبين الأخيار الذين كانوا حوله كالنجوم والأقمار. وعلى التابعين وتابعي التابعين ومن تبعهم بإحسان من العلماء والمجاهدين والعاملين إلى يوم الدين. وبعد حمد الله وشكره الذي هداني ووفقي لانجاز هذا العمل وألهمني الصبر والتحمل لما واجهتني من صعوبات واعترافا بالفضل لأهله.

وأتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى الست **(نور علي سامي)** لما بذلت من جهود كبيرة من خلال آرائها وتوجيهاتها القيمة أثناء مدة إعداد البحث. وفقها الله وأدام عليها نعمة التواضع. لمدته يد العون والمساعدة في كتابة واطماف هذا البحث .



## المحتويات

الصفحة	العنوان
أ	الآية
ب	الاهداء
ج	الشكر والتقدير
د	المحتويات
	الملخص
11 - 1	الفصل الأول : مفهوم الطاقة الشمسية
19 - 13	الفصل الثاني : انواع الخلايا الشمسية
29 - 21	الفصل الثالث : دور الطاقة الشمسية في توفير الطاقة
32 – 31	المصادر

## المخلص

أثرت مظاهر التكنولوجيا في الكثير من مجالات الطاقة وخاصة بما يتعلق بالمنظومات الشمسية فهي تقع ضمن مجموعة المفاهيم المتعلقة بمصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة.

ان الطاقة المتجددة هي الطاقة التي تستمد من مصادر طبيعية متجددة مثل الشمس والرياح والماء والنباتات. تعد الطاقة الحيوية بديلاً مستداماً عن الوقود الأحفوري، حيث يمكن استخدامها بشكل متكرر دون تأثير سلبي على البيئة. تشمل أشكال الطاقة الحيوية الشائعة الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية ، والطاقة الحرارية .

تعمل منظومة الطاقة الشمسية من خلال الخلايا الكهروضوئية التي يتم صنعها من مادة السيلكون، فعندما تتعرض تلك الخلايا للشمس تتفكك في تلك الحالة الالكترونات وبالتالي هذا يزيد من تدفق الطاقة لذا تعد هنا الطاقة الشمسية هي الحل الامثل للمستقبل، يمكن الاعتماد عليها في المنازل وفي المؤسسات الضخمة.

تُعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية، مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية. من الجدير بالذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوفرة في حياتنا. يتم توليد طاقة كهربية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية. وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية، فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها.

# الفصل الاول

## مقدمة عن الطاقة الشمسية

## 1-1 المقدمة

أصبحت الطاقة الشمسية هي الحل الامثل في توليد وترشيد الطاقة واستثمار الأموال لذا أصبح كافة القطاعات في العديد من الدول المختلفة حول العالم يتجهون الآن إلى الاعتماد على الطاقة الشمسية في العديد من المشاريع المختلفة من أجل توليد الطاقة ، بالإضافة إلى أنها تساعد على استثمار الأموال.

على مدار السنوات الأخيرة شهد هذا المجال تطوراً كبيراً وملحوظاً لذلك اتجهت مصر أيضاً إلى تعزيز الطاقة الشمسية، شركة RGS سوف تقوم بتوضيح الأسباب مع ذكر الكثير من المعلومات المتعددة من خلال الفقرات القادمة إليكم كافة التفاصيل.

حيث أن الطاقة المتواجدة الآن قليلة بشكل كبير ويرجع سبب تلك المشكلة إلى نقص البترول، وتعد تلك المشكلة من الحقائق المرعبة التي لا يمكن أن يتم التغاضي عنها. وبالتالي نجد أن من أفضل الحلول للتخلص من تلك المشكلة هو الاعتماد على الطاقة الشمسية وخاصة في الدول العربية التي تمتاز بشمسها ، بالإضافة إلى أن تلك المنظومة لا تعد ممتازة فقط من أجل توليد الطاقة بل أيضاً هذا المجال فتح باب الاستثمار للعديد، لذا كافة الدول الآن اتجهت إلى الطاقة الشمسية في الاستثمار حتى يتم التقليل من الفواتير وتوليد الطاقة. [1]

تعمل منظومة الطاقة الشمسية من خلال الخلايا الكهروضوئية التي يتم صنعها من مادة السيلكون، فعندما تتعرض تلك الخلايا للشمس تتفكك في تلك الحالة الالكترونيات وبالتالي هذا يزيد من تدفق الطاقة لذا تعد هنا الطاقة الشمسية هي الحل الامثل للمستقبل، يمكن الاعتماد عليها في المنازل وفي المؤسسات الضخمة.

## 1 - 2 الطاقة الشمسية

هي أشعة الضوء والحرارة الصادرة من الشمس واستغلها الإنسان واستفاد منها منذ العصور القديمة باستعمال وسائل التقنية التي تتغير باستمرار. وتضم تقنيات استخدام الطاقة الشمسية استخدام الطاقة الحرارية للشمس سواء للتسخين المباشر أو ضمن عملية تحويل آلية لحركة أو لطاقة كهربائية، أو لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية باستخدام ألواح الخلايا الضوئية الجهدية بالإضافة إلى التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، وهي تقنيات تستطيع المساهمة بشكل بارز في حل بعض من أكثر مشاكل العالم إلحاحاً اليوم. [1]

تُعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية بالإضافة إلى مصادر الطاقة الثانوية، مثل طاقة الرياح وطاقة الأمواج والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية. من الجدير بالذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوفرة في حياتنا. يتم توليد طاقة كهربائية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية. وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها. ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، والماء الصالح للشرب خلال التقطير والتطهير، واستغلال ضوء النهار، وتسخين المياه، والطهو بالطاقة الشمسية، ودرجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية.

تتسم وسائل التكنولوجيا التي تعتمد الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون نظم طاقة شمسية سلبية أو نظم طاقة شمسية إيجابية وفقاً للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي، مع المعدات الميكانيكية والكهربائية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة. هذا، في

حين تتضمن التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية السلبية توجيه أحد المباني ناحية الشمس واختيار المواد ذات الكتلة الحرارية المناسبة أو خصائص تشتيت الأشعة الضوئية، وتصميم المساحات التي تعمل على تدوير الهواء بصورة طبيعية. [4]

### 1-3 فوائد الواح الطاقة الشمسية

تعد الطاقة الشمسية هي الحل الأمثل فهو بديل للوقود الأحفوري، كما أنها تعتبر طاقة نظيفة لا تعمل على إصدار أي انبعاثات كربونية قد تضر البيئة، تعرف معنا من خلال النقاط التالية على فوائد الواح الطاقة الشمسية ومنها: [2]

#### ❖ توليد الكهرباء

لقد ارتفعت الأسعار بشكل كبير للغاية في مصر عند تركيب الانابيب والابراج والمضخات، لذلك تم الاعتماد على الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء، بالإضافة إلى أن تلك المنظومة كما وضعنا فيما سبق تساعد على توليد الكهرباء ويتم ذلك من خلال طريقتين وهما:

- الطاقة الضوئية: يتم الاعتماد على تلك الطاقة في مصر منذ أكثر من 30 سنة، فعندما تصل أشعة الشمس إلى الخلايا الكهروضوئية تتفاعل هنا مع الخلية وبالتالي يتم اصدار التيار الكهربائي.
  - الطاقة الحرارية: وتلك الطريقة من الطرق التقليدية، تعمل من خلال طريقتين وهما استغلال الشمس من أجل تسخين غاز الهيليوم حتى يتم تكوين غاز مضغوط ومن هنا تتحرك التوربينات من أجل توليد الكهرباء، بينما الطريقة الثانية وهي يتم توجيه الألواح إلى الشمس حتى يتم امتصاص الأشعة إلى برج يحتوي على سائل ومن هنا تتحول تلك السائل إلى بخار مما يدفع التوربينات إلى توليد الكهرباء.
- تعتبر الطاقة الشمسية هي الحل الأمثل في إنارة الشوارع وتوليد الكهرباء، كما أنها تساعد على تسخين المياه وري الزرع.

## ❖ ترشيد الفواتير

يعاني الجميع من ارتفاع أسعار الكهرباء ومن ارتفاع سعر الوقود وخاصة أصحاب المشاريع الضخمة مثل المطارات والمؤسسات العملاقة وهنا تعتبر الطاقة الشمسية هي الحل الامثل ، يوجد العديد من المطارات المختلفة المتواجدة حول العالم يعتمدون على تلك المنظومة ومن أشهر تلك المطارات مطار كوتشين المتواجد في ولاية كيرالا الهندية، شركة RGS من أفضل الشركات بمصر توفر كافة أنواع وأشكال الألواح المختلفة لجميع العملاء حتى يتم توفير أعمال عالية الجودة. [5]

يعتقد البعض أن الطاقة الشمسية تعد مكلفة ولكن نريد أن نشير إلى نقطة هامة وهي أن تركيب ألواح الطاقة الشمسية بالفعل في الفترة السابقة كانت مرتفعة بسبب الألواح والبطاريات وغيرها ولكن هنا شركتنا تعمل على توفير أفضل الأسعار لكافة العملاء فعند الاعتماد على هذه المنظومة سوف تتعم بالحصول على الكهرباء دون دفع أي مال أي بشكل مجاني.

### 1-4 استثمار الاموال من خلال ألواح الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة المتجددة هي من أفضل الاستثمارات التي يمكن الاعتماد عليها وتأتي في المقدمة الطاقة الشمسية، حيث بلغ حجم الاستثمار في تلك المنظومة عام 2019 إلى ما يصل لـ 2.6 تريليون دولار أمريكي حول العالم، فكيف لا يمكن استثمار الأموال في ذلك فهي تعتبر من أفضل الطرق الفعالة، لذا تعد الطاقة الشمسية هي الحل الامثل للجميع. [3] [6]

يمكنك من خلال الطاقة الشمسية الحصول على الكثير من الأموال مقابل تصدير الفائض إلى الشبكات الوطنية مرة أخرى وبعد ذلك سوف تحصل على مقابل، شركة RGS من أكبر الشركات تعمل على انشاء منطقة لتعزيز الشركات والقطاعات على تنمية آلية العمل حتى نساعد على توفير فرص جديدة للجميع من أجل الاستثمار.

## 1 - 5 كيفية اختيار ألواح الطاقة الشمسية

عند اتخاذ القرار وترغب بتركيب ألواح الطاقة الشمسية هناك بعض المعايير التي لابد من الاعتماد عليها حتى تتمكن من الاستفادة بالطاقة الشمسية ومنها: [7]

- لابد من اختيار ألواح شمسية تتميز بالكفاءة العالية حتى يتم الحصول على أفضل النتائج عند تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء.
- شركة RGS من الشركات الرائدة تعمل على تطوير كافة الألواح التي تتواجد لدينا حتى نساهم في الرفع من كفاءة تلك الألواح، نحن على دراية بأن الطاقة الشمسية هي الحل الامثل لذا نسعى دائما على تطوير خدماتنا حتى يحصل عملائنا على خدمة ممتازة.
- نعمل على توفير بطاريات طاقة شمسية نو جودة عالية حتى تساعد على تخزين الكهرباء مما يساعد على تحقيق اكتفاء ذاتي وبالتالي يتم تغطية المكان بالكهرباء.

## 1 - 6 تركيب طاقة شمسية للمنازل

لا تعتبر عملية تركيب ألواح الطاقة الشمسية غير معقدة وهذا لان شركتنا واحدة من أفضل الشركات داخل مصر، نعمل على توفير أفضل أنواع الألواح بأسعار مميزة وفي متناول أيدي الجميع، تضم شركتنا فريق عمل على أعلى مستوى يتمتعون بالكفاءة والمهارة العالية حتى يتم تقديم الخدمة المطلوبة بأفضل شكل ممكن يليق بعملائنا الكرام وبمكانة شركتنا. [11]

نختار المكان المناسب حتى يتم تركيب ألواح الطاقة الشمسية بشكل صحيح حتى يتم تجميع أشعة الشمس، توفر الشركة أحدث الآلات والمعدات التي تساعد على تثبيت الألواح.

## 1 - 7 الطاقة الشمسية قليلة التكلفة

من أبرز الأسباب التي تجعل الوقود الأحفوري هو المادة الأساسية في الإنتاج العالمي والتي تدخل في كل المجالات الحياتية هو أن تكلفة استخراج رخيصة نوعاً ما وفي نفس الوقت فهي ذات تكلفة بيئية عالية نتيجة للانبعاثات الضارة التي تصدر منه خلال عمليات فصل مشتقاته عن بعضها البعض.

في البداية ستدفع مبلغ مقابل شراء الألواح الشمسية ومجموعة بطايرتها وتوصيلاتها إن وجدت وبعد ذلك ستتعلم بطاقة كهرباء مجانية لأكثر من 20 عاماً، وبالتالي ستقوم بتوفير قيمة فواتير الكهرباء التي تنفقها سنوياً، وإذا كنت صاحب منشأة فستجد فائدة كبيرة من حيث تخفيض تكلفة الإنتاج، لذلك الطاقة الشمسية هي الحل الأمثل، وفوق كل ذلك سوف تتميز منشأتك بتقليل بصمتها الكربونية، أي ستكون منشأتك أو منزلك أخضر يدعم البيئة.

[6]

## 1 - 8 أهمية الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

هناك أسباب كثيرة تجعل الطاقة الشمسية هي الحل الأمثل عند اختيارك لمصدر طاقة يوفر عليك الكثير من المال مقارنةً باستخدام مصادر الطاقة التقليدية ومن أهم تلك الأسباب ما يلي:

- إن الطاقة الشمسية تعتبر واحدة من مصادر الطاقة المتجددة حيث أنها تعتمد على الطاقة المستمدة من الشمس، وهي مصدر طاقة متجدد تساعد في توفير المال و الكهرباء بشكل كبير خصوصاً على المدى البعيد .
- إن الطاقة الشمسية صديقة للبيئة ومصدر للطاقة الغير ملوثة فلا تساعد في تغيير المناخ والاحتباس الحراري. [10]

- إن تركيب ألواح الطاقة الشمسية يعمل على توفير من مصاريف الكهرباء خصوصاً في أماكن الإنشاءات في الصحراء.

## 1 - 9 مقدار الطاقة الشمسية القادمة إلى الأرض

يستقبل كوكب الأرض 174 بيتا واط من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه (الإشعاع الشمسي) عند طبقة الغلاف الجوي العليا. [8]

وينعكس ما يقرب من 30% من هذه الإشعاعات عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية. ينتشر معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية.



الشكل ( 1-1 )

تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات، حيث تنخفض درجة الحرارة، يتكثف بخار الماء

في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير والأعاصير المضادة. [9]

وتعمل أطيف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط 14 درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب

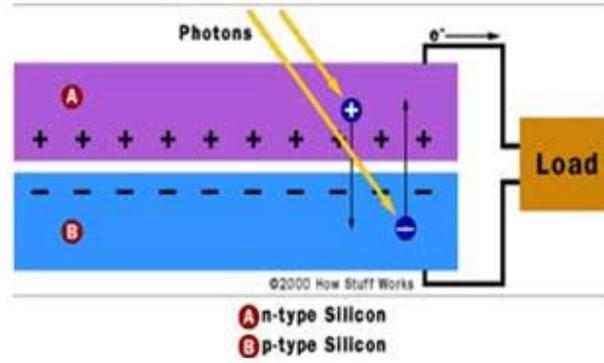
## 1 - 10 التحديات والإمكانيات:

- التكلفة: على الرغم من انخفاض تكاليف تثبيت أنظمة الطاقة الشمسية في السنوات الأخيرة، إلا أن لا تزال هناك تحديات في مجال التكلفة. [20]
- التخزين: تواجه صناعة الطاقة الشمسية تحديات في مجال تخزين وتوزيع الطاقة بشكل فعال.
- الابتكار التكنولوجي: هناك حاجة مستمرة إلى التطور التكنولوجي لزيادة كفاءة جيل واستخدام الطاقة الشمسية.

## 1-11 المبادئ الأساسية لعمل الخلايا الشمسية

تتكون الخلية الشمسية من خط اتصال يفصل بين طبقتين خفيفتين من مادة شبه موصلة إحداهما موجبة وتدعى (P)، والأخرى سالبة وتدعى نوع (N)، وللسهولة سنفترض أن المادة شبه الموصلة المستخدمة هي السليكون (بالرغم من أننا سنرى لاحقاً بعض الخلايا المصنوعة من مادة غير السليكون). إن النوع (N) مصنوع من مادة السليكون البلوري المطلي بطبقة خفيفة من شوائب الفوسفور (Phosphor) بطريقة تجعل طبقة الشوائب تسيطر على الفائض من الإلكترونات الحرة، وبما أن الإلكترونات (Electrons) ذات شحنة سالبة، فإن السليكون المطلي بهذه الطريقة يدعى (النوع السالب) (Negative Charge) (N)، أما النوع (P) فهو مصنوع أيضاً من مادة السليكون البلوري، ولكنه

مطلي بطبقة خفيفة من شوائب البورون (Boron)، حيث يتشكل منطقة ثقب ومنطقة إلكترونات، وهذا يعني أن الشحنة الموجبة في هذه الطبقة أكثر من الشحنة السالبة، فلذلك تُعدُّ السليكون المطلي بهذه الطريقة من نوع (P) الموجب (Positive Charge) الشكل (1 - 2).



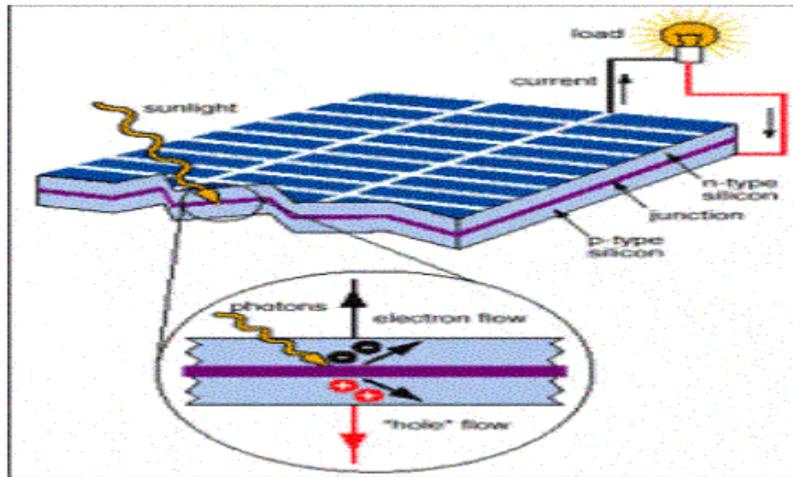
الشكل (1 - 2) طبقات الخلايا الشمسية

وعند ربط هاتين الطبقتين المختلفتين من المادة شبه الموصلة ببعضهما البعض سيظهر خط تماس بينهما يدعى خط الوصلة (P-N Junction)، ويتكون بذلك مجال كهربائي في منطقة خط التماس يقوم بتحريك الجسيمات ذات الشحنة السالبة إلى اتجاه معين والجسيمات ذات الشحنة الموجبة إلى اتجاه معاكس. ويكون المجال الكهربائي المتكون مشابهاً للمجال الذي يمكن توليده عند حك مشط بلاستيكي بمادة من القماش، فعند سقوط فوتونات (Photons) الإشعاع الشمسي على منطقة التماس (P-N Junction) ستنتقل تلك الفوتونات طاقتها إلى بعض الإلكترونات في المادة مسببة رفعها إلى مستوى طاقي أعلى، تقوم الإلكترونات في الظروف العادية بالمساعدة على تماسك المواد مع بعضها البعض مكونة رباطاً متكافئاً مع الذرات القريبة، ولكنها لا تستطيع الحركة، وفي هذه الحالة المتحفزة، بعد سقوط الإشعاع الشمسي، فإن الإلكترونات تكون حرة لتوليد تيار كهربائي يمر خلال المادة، وعندما تتحرك الإلكترونات تترك وراءها ثقباً (Holes). فعند تكون منطقة الوصلة (P-N Junction) تتجذب بعض الإلكترونات المجاورة لها من جهة (N) لتتحد مع الثقب في جهة (P). وكذلك بالطريقة نفسها فإن الثقب المجاورة (الموجبة) لمنطقة الارتباط تتجذب لتتحد مع الإلكترونات (السالبة) في جهة (N) القريبة.

التأثير النهائي الناتج عن هذا الوضع حول منطقة الارتباط، هو وجود شحنة موجبة أكثر من السابق على جهة (N) ووجود شحنة سالبة أكثر من السابق على جهة (P)، وهذا يعني وجود مجال كهربائي معاكس حول منطقة الارتباط يكون موجباً حول جهة (N) وسالباً حول جهة (P)، والمنطقة التي تقع حول منطقة الارتباط ستكون مفرغة من الشحنات (الإلكترونات والثقوب) وتسمى بذلك منطقة التفريغ أو الاستنزاف (Depletion Region).

وعند تهيج الإلكترونات في منطقة الاتصال بواسطة فوتونات الإشعاع الشمسي، ستقفز إلى منطقة التوصيل (Conduction Band)، تاركة وراءها ثقباً في منطقة التكافؤ (Valance Band)، وبذلك ستتولد حوامل من الشحنة المزدوجة (زوج من الكترون وثقب)، وتحت تأثير المجال الكهربائي المعاكس ستتجه الإلكترونات إلى جهة (N) وتتجه الثقوب إلى جهة (P).

يمكن تصوير العملية كمستويات طاقة في المادة، تدخل الإلكترونات المثيجة بواسطة الفوتونات منطقة الارتباط، ويمكن تصورها متدرجة إلى الأسفل تحت تأثير المجال الكهربائي في منطقة الاتصال. وكذلك يمكن تصوير الثقوب وكأنها تطفو إلى الأعلى تحت تأثير المجال في منطقة الارتباط إلى جهة (P) كما في الشكل (3-1).



الشكل (3-1) اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية

فسريان الإلكترونات إلى جهة (N) يُسمى بالتيار الكهربائي، فإذا كانت هنالك دارة خارجية لمرور التيار فيها، فإن الإلكترونات المتحركة تترك شبه الموصل إلى أحد الأسلاك

الخارجية في أعلى الخلية، وفي الوقت نفسه تتجه الثقوب إلى اتجاه معاكس خلال المادة إلى أن تصل إلى السلك الخارجي الآخر في قاع الخلية، وعندها ستمتلئ بواسطة الإلكترونات الداخلة في نصف الدارة الخارجية الآخر.

إن النجاح في استخدام الطاقة الشمسية يعتمد على العديد من العوامل المتكاملة، نذكر منها:

- الموقع الجغرافي (قوة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح).
- ملائمة النظام الشمسي مع حجم التطبيق.
- نوعية المنتج (النظام الشمسي).
- التقنية المستخدمة في تصنيع المنتج (النظام الشمسي).
- جودة المكونات المستخدمة وكفاءتها.
- طريقة التركيب والتشغيل، وخدمة الصيانة والمتابعة [11].

# الفصل الثاني

## انواع الخلايا الشمسية

## الفصل الثاني

### 1-2 أنواع الخلايا الشمسية (Types of solar cell):

#### 1-1-2 الخلايا السيلكونية الكريستالية (Crystalline silicon cells):

يتم تصنيع خلايا السيلكون البلورية بعناية فائقة، حيث يتم تشكيل البلورة المفردة بالسحب عند الدرجة ( $1400^{\circ}\text{C}$ ~)، وتستغرق عملية سحب بلورة السيلكون فترة طويلة من الزمن. كما تُصنع الخلايا السيلكونية بسماكات أعلى من ( $100[\mu\text{m}]$ ) لتتمكن من امتصاص الضوء بشكل جيد، وتكون سماكة الخلية عادة حوالي ( $300[\mu\text{m}]$ ) للسيلكون المقطوع، ويمكن أن تُصنع بسماكة ( $170[\mu\text{m}]$ ) باستخدام تقنيات سلك القطع.

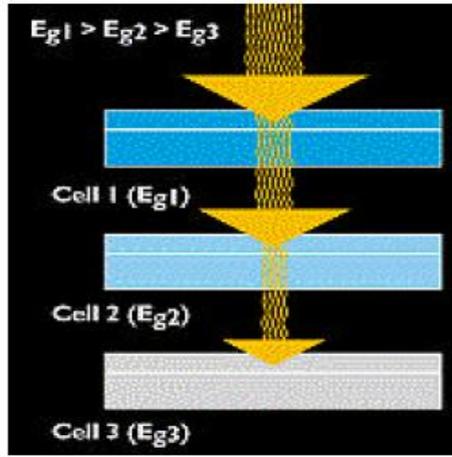
#### 2-2 أغشية البولي كريستالين الرقيقة (Polycrystalline thin films):

تصنع الرقائق متعددة البلورات من خلال صبّ مصهور السيلكون المائع داخل قالب، ويترك ليستقر داخله على شكل طبقات، وتُعدّ الرقائق المتشكلة أقل جودة من سابقتها، ولكنها رخيصة الثمن، وذات تأثيرات بيئية جانبية أقل، ويتم تصنيع شرائح السيلكون بطريقتين: في الطريقة الأولى يتم نثر السيلكون بين صفيحتين متقاربتين من الغرافيت من خلال مبدأ الأوعية الشعرية، وفي الطريقة الثانية يتم سحب غشاء رقيق من السيلكون عبر سلسلة من القوالب تتناقص ثخاناتها بشكل متدرج حتى تبلغ سماكة رقاقة السيلكون النهائية المطلوبة. ومن مزايا الأغشية المتعددة البلورات عالية الدقة أنها مقاومة لعمليات التفكك الضوئي خلال فترة عملها، كما يمكن تصنيع التركيبات الكبيرة بسهولة، وتُصنّع الأغشية الرقيقة من زرنيخ الجاليوم (GaAs) أو تيلورايد الكادميوم (CdTe) بسماكة تتراوح بين ( $1-10[\mu\text{m}]$ )، وتعتبر حساسيتها للضوء عالية جداً، ويتم وضع أنصاف النواقل المصنعة من السيلكون وحيدة البلورة ومتعددة البلورات على البلاستيك أو الزجاج مما يسمح بمرور الضوء من خلالها، ويحميها من تأثير العوامل الخارجية، وبالتالي يخفف من عمليات الصيانة اللازمة والتي يكون إجراؤها بالغ الصعوبة في العديد من التطبيقات.

## 2-3 الخلايا أحادية الطبقة ومتعددة الطبقات:

### ( Single and multifunction cells)

تصنع معظم مواد الخلايا الكهروضوئية من طبقة مفردة تتصف بقابليتها لامتصاص الأشعة الضوئية، وعلى أية حال تختلف الخلايا الشمسية عن بعضها البعض، بقدرتها على امتصاص الأشعة الضوئية، ويمكن أن تتشكل من طبقة واحدة، أو من عدة طبقات متوضعة فوق بعضها بعضاً، وتدعى عندئذ بالخلايا المتعددة الطبقات، ويوضح الشكل (1-2) خلية كهروضوئية متعددة الطبقات.



الشكل (1-2) خلية كهروضوئية متعددة الطبقات

ومادام للضوء الأزرق طاقة أعظم من الضوء الأحمر، فإن الطبقة الأولى (الزرقاء) تزيل معظم طاقة الضوء الأزرق، وبشكلٍ مماثل فإن الطبقة التالية الأقل زرقة (الأكثر احمراراً) تمتص جزءاً آخر من طاقة الضوء، وتمتص الطاقة المتبقية من الضوء على نحوٍ متدرج عبر سلسلة من الطبقات المشكلة للخلية الكهروضوئية المتعددة الطبقات، مما يجعلها تبدو كما في الشكل السابق، وتصل فعالية هذا النوع من الخلايا حتى (30%).

## 2-4 الخلايا اللابلورية (amorphous cells):

تدعى المواد التي لا تملك بنية بلورية بالمواد اللابلورية (amorphous)، والسيلكون اللابلوري ليس له بنية بلورية ولا تنتظم ذراته إلا في حدود ضيقة جداً، وتتنوع بلوراته بشكل عشوائي وغير موجه، مما يؤدي إلى عدم انتظام في بنيتها. إنّ خلايا السيليكون الكهروضوئية اللابلورية ذات امتصاصية أعلى بكثير للضوء مقارنة بالخلايا المصنعة من

السيليكون البلوري بما يعادل أربعين ضعفاً، ونظراً للعيوب الكثيرة الموجودة في بنيتها فإن كفاءتها تنخفض إلى حوالي (11%). ومن الأسهل تشكيل رقائق من السيلكون اللابلوري بالمقارنة مع السيلكون البلوري، وباستخدام عدة طبقات مصنعة من السيلكون اللابلوري، فإن كل طبقة تقوم بامتصاص جزء من الطيف الضوئي، ويمكن التحكم بامتصاصية الضوء وضبطها من خلال إضافة الكربون الذي يعمل على خلق المزيد من الفجوات الدقيقة ضمن شرائح السيلكون، بينما يمكن إنقاص الفجوات والعيوب ضمن بنية الشرائح السيلكونية من خلال إضافة مادة الجرمانيوم (Germanium) وهي مادة شبه فلزية، غير أن إضافة كمية زائدة من الكربون تعمل على تخفيض كفاءة الخلية بشكل كبير.

## 5-2 الخلايا ذات الصباغ الحساس للضوء (Dye-sensitized cells):

قام العالم (M.Gratzel) من جامعة لوزان بسويسرا بتصنيع غشاء رقيق من ثاني أكسيد التيتانيوم الحساس للأشعة فوق البنفسجية، حيث قام بغمس نصف الناقل في الصباغ الحساس للضوء، وتصل كفاءة هذا النوع من الخلايا في شروط الإضاءة المنخفضة حتى (10%~)، وهي ذات كلفة منخفضة جداً، وتعمل عند درجات حرارة منخفضة مقارنة مع معظم الخلايا الكهروضوئية الأخرى. كما ابتكر الباحثان (TANG & M.cfarl) طريقة جديدة للحصول على الطاقة الشمسية من خلال تغميس الأساس المعدني في الصباغ الحساس للضوء، وهذا النوع من الخلايا يختلف كلياً عن معظم الخلايا الكهروضوئية، وقد تمّ تطويره من قبل الباحثين المذكورين من خلال وضع عدة طبقات من الأصبغة فوق رقاقة معدنية بحيث تشكّل ما يشبه ديود شوتكي (shottky Diode) (الديود الذي يعمل عن طريق الألياف الضوئية). ويتمّ إثارة الإلكترونات من خلال الضوء الساقط، بحيث تتخطى حاجز شوتكي اللازم لمرور التيار، وتكون الكفاءة أعلى من المتوقع، وقد توصل الباحثان إلى نتيجة مفادها أنّ هذه الطريقة البديلة في تحويل الطاقة تشكل أساساً لتصنيع خلايا كهروضوئية متينة ورخيصة ومن مواد محلية متوفرة.

## 2-6 الخلايا الشمسية ذات الصباغ المقاومة لدرجات الحرارة العالية

Using dye-sensitive solar cells to withstand high temperatures

من أكثر العوائق التي تواجه عمل الخلايا الكهروضوئية هو عدم قدرتها على تحمل درجات الحرارة العالية، وذلك نتيجةً لتدهور خواص السائل الكهرليتي الناقل للتيار، وكذلك نتيجةً لانفصال الصباغ الحساس للضوء عن الأساس المصنوع من ثاني أكسيد التيتانيوم وتحلله فيما بعد. وقد تمّ تجاوز هذه العقبة من خلال تصنيع خلايا كهروضوئية بلّورية نانوية تحتوي على صباغ حساس للضوء، واستخدام نوع محسّن من الكهرليت وهو عبارة عن جلّ مائي، ويمكن لهذه الخلايا أن تعمل لمدة شهر كامل في درجات حرارة تتجاوز ( $80^{\circ}\text{C}$ ) بدون حصول أي انخفاض في الأداء، وتصل كفاءة (مردود) عمل هذه الخلية إلى (10%).

## 2-7 الخلايا الكهروضوئية ذات الاتصال النقطي Point-contact cells

الخلية الشمسية ذات الاتصال النقطي تمتلك سطحاً نسيجياً يخفض انعكاس الضوء الساقط، وسطحاً خلفياً مصقولاً كالمرآة، يمتصّ هذا النوع من الخلايا حوالي (90%) من الضوء الساقط عليها. وتبلغ سماكتها حوالي ( $100[\mu\text{m}]$ ). يحصل اتصال الخلايا على السطح الخلفي، بما لا يمنع امتصاص الضوء، وتتصل بشكل نقطي بما يشبه تناوب نوعي نصف الناقل من النموذجين: (p) و (n). وتمنع طبقة أكسيد السيلكون الموجودة على السطح التحام الخلايا، وتصل كفاءة عمل هذه الخلايا إلى (22,8%)، وهي أعلى بقليل من مردود خلايا السيليكون البلورية المعروفة.

تعاني معظم الخلايا الكهروضوئية من تأثير (staebler-wronski)، والذي من خلاله تنشأ عيوب بنيوية في مادة الخلية الكهروضوئية خلال (1000h) ساعة الأولى من فترة عملها، حيث ينخفض مردود الخلية إلى المستوى الحرج (الأدنى) له، وتجرى حالياً العديد من الدراسات لتخفيض هذا الأثر قدر الإمكان، ولم تعط إلى الآن النتائج المرجوة.

## 2-8 الخلايا الشمسية البلاستيكية Plastic solar cells

لقد كان تصنيع الخلايا ذات الصباغ الحساس للضوء الخطوة الأولى باتجاه تصنيع خلايا كهروضوئية رخيصة الثمن، وعندما يكون بالإمكان تصنيع الخلية بالكامل من البلاستيك، فهناك أمل كبير بأن تصبح الخلايا الكهروضوئية أرخص بكثير مما هي عليه الآن. وقد قام (Berkeley) مع مجموعة من الباحثين بخطوة كبيرة في هذا الاتجاه من خلال نجاحهم بتصنيع خلايا حساسة للضوء مصنعة من قضبان نانوية من البلاستيك، حيث يمكن طلاء شرائح من البلاستيك بهذه القضبان النانوية، بحيث يشكل هذا السطح خلية كهروضوئية عملاقة.

هذه الخلايا رخيصة للغاية، ولكن فعاليتها منخفضة للغاية وقد تصل إلى (1%) فقط، ويمكن تصميمها بحيث تثبت على الملابس، إذ يمكنها عند تعرض الملابس للضوء من تشغيل المذياع الخاص أو مشغل MP3، أو شحن بطارية الهاتف الخليوي، أو الحاسب المحمول المصمم للعمل عند مستويات طاقة منخفضة.

## 2-9 الخلايا الشمسية العضوية Organic solar cells

لقد تم اختراع الخلايا الشمسية التقليدية في الخمسينيات، وقد كان الشكل التجاري الأول في الستينيات حيث اقتصر استخدامها في برامج الفضاء. ومنذ ذلك الحين كان هناك ارتفاع واضح في الكفاءة والموثوقية، وبالتزامن مع الانخفاض الواضح في كلفة الصناعة لهذه الخلايا، وكنتيجة فقد ارتفع نمو الصناعة الفوتوفولطية بشكل كبير، على الرغم من ارتفاع سعر الكهرباء الفوتوفولطية بالمقارنة مع الكهرباء من الشبكة الصناعية. ولهذا السبب فقد تم تكريس المزيد من الأبحاث لإنتاج أنواع أخرى من الخلايا الشمسية الأقل كلفة مثل الخلايا التي أساسها الأصباغ العضوية والبوليميرات. إن الإختلاف الأساسي بين الخلايا الشمسية التي أساسها المواد العضوية والخلايا التقليدية غير عضوية هو الامتصاص الضوئي الذي يساعد على تفاعل الجزيئات في المواد بدلاً من إثارة الإلكترونات الحرة (إلكترون/ثقب) [12,13].

## 2 - 10 التفاعلات الكيميائية الشمسية

إن التفاعلات الكيميائية الشمسية تستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج تفاعلات كيميائية. وتعتبر هذه التفاعلات الكيميائية مصدرًا بديلاً للطاقة التي كان من الممكن أن تأتي من مصدر آخر، ومن الممكن أن تحول الطاقة الشمسية إلى وقود قابل للتخزين والنقل. ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية التي تدخل فيها الطاقة الشمسية إلى تفاعلات كيميائية حرارية وتفاعلات كيميائية ضوئية. تُعد تقنيات إنتاج الهيدروجين من أهم المجالات المتعلقة بالتفاعلات الكيميائية الشمسية منذ سبعينيات القرن العشرين.

وبعيداً عن التحليل الكهربائي الناتج عن الخلايا الفولتوضوئية أو الكيميائية الضوئية، تم اكتشاف العديد من التفاعلات الكيميائية الحرارية أيضاً. وإحدى هذه الطرق تتمثل في استخدام أجهزة التركيز في شطري الماء إلى أكسجين وهيدروجين في درجات حرارة عالية جداً (تتراوح من 2300 إلى 2600 درجة مئوية). كما أن هناك أسلوب آخر يستخدم الحرارة الناتجة عن أجهزة تركيز الطاقة الشمسية لإعادة تشكيل الأبخرة الناتجة عن الغاز الطبيعي، مما يزيد من النسبة الكلية للهيدروجين مقارنةً بأساليب إعادة التشكيل العادية. أما بالنسبة للدورات الكيميائية الحرارية التي تتسم بتفكيك وإعادة تكوين ساليب تخزين الطاقة . [16]

يولد نظام "سولار تو" لتخزين الطاقة الحرارية على توليد كهرباء أثناء طقس ملبد بالغيوم وفي أثناء فترات الليل بالطبع، لا يمكن الحصول على الطاقة الشمسية خلال الليل. ومن ثم، يُعد تخزين الطاقة أمراً ضرورياً لأن أنظمة الطاقة الحديثة تحتاج إلى مصدر طاقة متاح طوال الوقت. إن نظم الكتل الحرارية تستطيع تخزين الطاقة الشمسية في صورة حرارة في درجات حرارة مفيدة للأغراض المنزلية سواءً بشكل يومي أو على مدار الموسم . وتستخدم أجهزة تخزين الحرارة بشكل عام المواد المتاحة بالفعل ذات سعة حرارية نوعية عالية، مثل الماء والتراب والأحجار.

وتستطيع الأجهزة جيدة الصنع أن تقلل توقعات الطلب القصوى من الطاقة وتحول مدة الاستخدام إلى الاستخدام في غير ساعات الذروة وتقلل من متطلبات التسخين والتبريد الكلية

تُعد المواد متغيرة الطور مثل شمع البرافين وملح جلوبير من مصادر تخزين الطاقة الحرارية أيضاً. وهذه المواد تكون غير مكلفة وجاهزة للاستخدام ويمكنها الوصول إلى درجات حرارة مفيدة للأغراض المنزلية (64 درجة مئوية تقريباً).

وكان فندق «دوفر هاوس» في مدينة «دوفر» في ماساتشوستس أول من استخدم جهاز تخزين حرارة يعمل بملح جلوبير في عام 1948. يمكن تخزين الطاقة الشمسية بدرجات حرارة عالية جداً باستخدام الأملاح المذابة .

وتُعد الأملاح وسيلة فعالة للتخزين لأنها منخفضة التكلفة ولها سعة حرارية نوعية عالية ويمكن أن تجعل درجة الحرارة تصل إلى درجات مناسبة لتلك الخاصة بأجهزة تخزين الطاقة العادية. وقد استخدم مشروع «سولار تو» هذا الأسلوب لتخزين الطاقة، مما سمح له بتخزين 1.44 تريليون جول في خزان سعته 68 متر مكعب بكفاءة تخزين سنوية نسبتها 99%. من المعتاد أن تستخدم الأجهزة الفولتوضوئية غير المتصلة بالشبكة البطاريات القابلة للشحن لتخزين الكهرباء الزائدة المواد المتفاعلة الداخلة في التفاعل، فإنها تُعتبر وسيلة أخرى لإنتاج الهيدروجين [6]

# الفصل الثالث

## تطبيقات الطاقة الشمسية

## الفصل الثالث

### 3 - 1 تطبيقات على استخدام الطاقة الشمسية

تشير الطاقة الشمسية بصورة أساسية إلى استخدام الإشعاعات الشمسية في أغراض عملية. على أية حال، تستمد كل مصادر الطاقة المتجددة، باستثناء طاقة المد والجزر وطاقة الحرارة الأرضية، طاقتها من الشمس . [13]

تتسم التقنية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بشكل عام بأنها إما أن تكون سلبية أو إيجابية وفقاً للطريقة التي يتم استغلال وتحويل وتوزيع ضوء الشمس من خلالها. وتشمل تقنية الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمضخات والمراوح في تحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة. هذا، في حين تتضمن تقنية الطاقة الشمسية السلبية عمليات اختيار مواد ذات خصائص حرارية مناسبة وتصميم الأماكن التي تسمح بدوران الهواء بصورة طبيعية واختيار أماكن مناسبة للمباني بحيث تواجه الشمس. تتسم تقنيات الطاقة الشمسية الإيجابية بإنتاج كمية وفيرة من الطاقة، لذا فهي تعد من المصادر الثانوية لإنتاج الطاقة بكميات وفيرة، بينما تعتبر تقنيات الطاقة الشمسية السلبية وسيلة لتقليل الحاجة إلى المصادر البديلة. وبالتالي فهي تعتبر مصادر ثانوية لسد الحاجة إلى كميات زائدة من الطاقة

### 3 - 1 - 1 التخطيط المدني والمعماري

قد أثر ضوء الشمس على تصميم المباني منذ بداية التاريخ المعماري. ولقد استخدمت وسائل التخطيط المدني والمعماري المتطورة التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية لأول مرة بواسطة اليونانيين والصينيين الذين قاموا بإنشاء مبانيهم بحيث تكون لواجهة الجنوب للحصول على الضوء والدفء. من الخصائص الشائعة للتخطيط المعماري الذي يعتمد على تقنية الطاقة الشمسية السلبية إنشاء المباني بحيث تكون ناحية الشمس معدل الضغط (نسبة مساحة سطح منخفض إلى حجمه) والتظليل الانتقائي (أجزاء من الأبنية متدلية) والكتلة الحرارية . [1] [14]

عندما تتوفر هذه الخصائص بحيث تتناسب مع البيئة والمناخ المحلي، فمن الممكن أن تنتج عنها أماكن جيدة الإضاءة ذات مدى متوسط من درجات الحرارة. ويعتبر منزل الفيلسوف اليوناني سقراط الذي يسمى «ميجارون» مثلاً نموذجياً للتصميمات المعمارية التي تعتمد على تقنيات الطاقة الشمسية السلبية. تستخدم التطبيقات الحديثة الخاصة بالتصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية بتصميمات يتم تنفيذها على الكمبيوتر بحيث تجمع بين نظم تكييف الهواء بالطاقة الشمسية/التهوية والتسخين بالطاقة الشمسية/التدفئة والإضاءة التي تعتمد على ضوء النهار/الإضاءة الشمسية في تصميم معماري لاستغلال الطاقة الشمسية ويكون متكاملًا. من الممكن أن تعوض المعدات التي تعتمد على الطاقة الشمسية الإيجابية، مثل المضخات والمراوح والنوافذ المتحركة، سلبيات التصميمات وتحسن من أداء النظام. الجزر الحرارية الحضرية (بالإنجليزية) Urban Heat Islands : هي مناطق يعيش فيها الإنسان وتكون درجة حرارتها أعلى من درجة حرارة البيئة المحيطة بها. وتُعزى درجات الحرارة المرتفعة في هذه الجزر إلى الامتصاص المتزايد لضوء الشمس بواسطة المكونات التي تميز المناطق الحضرية، مثل الخرسانة والأسفلت، والتي تكون ذات قدرة أقل على عكس الضوء وسعة حرارية أعلى من تلك الموجودة في البيئة الطبيعية. ومن الطرق المباشرة لمعادلة تأثير الجزر الحرارية طلاء المباني والطرق باللون الأبيض وزراعة النباتات. [19]

وباستخدام هذه الطرق، أوضح البرنامج النظري الذي يحمل عنوان «نحو مجتمعات معتدلة المناخ» الذي نُظِم في لوس أنجلوس أن درجات الحرارة في المدن يمكن أن تتخفض بحوالي 3 درجات مئوية بتكلفة تقدر بواحد مليار دولار أمريكي، كما أعطى البرنامج تقديرًا لإجمالي الأرباح السنوية التي يمكن تحقيقها من جراء خفض درجات الحرارة؛ حيث تقدر هذه الأرباح بحوالي 530 مليون دولار أمريكي ناتجة عن خفض تكاليف استخدام أجهزة تكييف الهواء وتوفير نفقات الدولة الخاصة بالرعاية الصحية

### 3 - 1 - 2 زراعة النباتات والبساتين

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها إلى زيادة قدر الاستفادة من الطاقة الشمسية بهدف زيادة معدل إنتاجية النباتات المزروعة. فبعض التقنيات، التي تنظم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظم الارتفاعات بين الصفوف وتخلط أصناف نباتية مختلفة، يمكن أن تحسن من إنتاجية المحصول. بينما يعتبر ضوء الشمس مصدرًا وفيرًا من مصادر الطاقة، فهناك آراء تلقي الضوء على أهمية الطاقة الشمسية بالنسبة للزراعة. في المواسم التي كانت المحاصيل التي تنمو فيها قصيرة خلال العصر الجليدي الصغير، زرع الفلاحون الإنجليز والفرنسيون مجموعات من أشجار فاكهة طويلة لزيادة كمية الطاقة الشمسية التي يتم تجميعها إلى الحد الأقصى. [18] [6]

تعمل هذه الأشجار ككثبان حرارية، كما أنها تزيد من معدل نضج الفاكهة عن طريق الاحتفاظ بالفاكهة في وسط دافئ. قديمًا كان يتم بناء هذه الأشجار عمودية على الأرض وفي مواجهة الجنوب، ولكن بمرور الوقت، تم إنشاؤها مائلة لاستغلال ضوء الشمس على خير وجه. وفي عام 1699، اقترح "نيكولاس فاشيو دي دويلبير" استخدام أحد الآلات التي من الممكن أن تدور على محور بحيث تتبع أشعة الشمس. تشمل تطبيقات الطاقة الشمسية في مجال الزراعة .

### 3-2 توليد الكهرباء

يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء باستخدام محولات فولتوضوئية (PV) وعملية تركيز الطاقة الشمسية (CSP) والعديد من الأساليب التجريبية الأخرى. وتستخدم المحولات الفولتوضوئية بشكل أساسي لإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء، بدءًا من الآلة الحاسبة التي يتم تشغيلها بواسطة خلية شمسية واحدة إلى المنازل التي لا تحتوي على شبكة كهرباء والتي يتم إمدادها بالكهرباء بواسطة مجموعة من الخلايا الفولتوضوئية.

[17]

وكان يتم توليد الكهرباء على نطاق واسع بواسطة محطات تركيز الأشعة الشمسية، ولكن الآن أصبحت محطات المصفوفات الضوئية الجهدية التي تنتج كمية كبيرة من الكهرباء مثل نظم توليد الطاقة الشمسية أكثر شيوعاً. وفي عام 2007 أصبحت محطة الطاقة التي تنتج الكهرباء بقدرة 14 ميغاواط الموجودة في كلارك كاونتي في نيفادا، وكذلك المحطة التي تعمل بقدرة 20 ميغاواط في بينيكساما في إسبانيا أوضح سمتين على الاتجاه نحو إنشاء محطات طاقة شمسية جهدية عملاقة في الولايات المتحدة وأوروبا. وكصدر طاقة متجدد، تتطلب الطاقة الشمسية مصدراً داعماً، والذي يمكن أن يتمثل في طاقة ريحية بشكل جزئي. ويتم عادةً الحصول على هذا الدعم من البطاريات، ولكن الأجهزة عادةً ما تستخدم طاقة كهرومائية التي يتم تخزينها عن طريق الضخ. ويقوم معهد تكنولوجيا توليد الطاقة الشمسية في جامعة كاسل باختبار محطة طاقة افتراضية متصلة بنظام لتخزين الطاقة، حيث يمكن توليد الطاقة من الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح أو الغاز العضوي والطاقة الكهرومائية التي يتم تخزينها عن طريق الضخ، لتوفير طاقة كافية للاستخدام بشكل مستمر؛ بحيث يعتمد المشروع على مصادر متجددة فقط.

### 3 - 3 استخدامات الطاقة الشمسية

إن البركة الشمسية هي بركة من المياه المالحة (غالبًا ما يتراوح عمقها بين 1 و2 متر) تعمل على تجميع وتخزين الطاقة الشمسية. وكان أول من طرح فكرة البرك الشمسية الدكتور «رودولف بلوك» في عام 1948 بعد أن قرأ تقارير حول بحيرة في المجر ترتفع فيها درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى الأعماق. نتج ذلك عن الأملاح الموجودة في ماء البحيرة، والتي أدت إلى زيادة الكثافة ومنع تيارات الحمل الحراري. وتم عمل نموذج أولي في عام 1958 على شاطئ البحر الميت بالقرب من مدينة القدس. كانت هذه البركة تتكون من طبقات من المياه تتدرج درجة ملوحتها من محلول ملحي ضعيف في الأعلى إلى محلول ملحي قوي في الأسفل.

وكانت هذه البركة الشمسية تتسم بإمكانية رفع درجة حرارة طبقاتها السفلية إلى 90 درجة مئوية كما تتمتع بالقدرة على توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بنسبة 2%. تقوم الأجهزة

الكهربائية الحرارية أو الفولتوضوئية بتحويل الفرق في درجة الحرارة بين المواد المختلفة إلى تيار كهربائي. [15]

في البداية تم استخدام هذا الأسلوب لتخزين الطاقة الشمسية بواسطة أحد رواد هذه الصناعة «موتشوت» في القرن التاسع عشر، ثم عادت الأجهزة الكهربائية الحرارية إلى الظهور في الاتحاد السوفييتي خلال ثلاثينيات القرن العشرين. وتحت إشراف العالم السوفييتي «أبرام لوف» تم استخدام نظام تركيز لتوليد الكهرباء باستخدام الأجهزة الكهربائية الحرارية لتوليد طاقة لإدارة محرك قدرته 1 حصان. بعد ذلك، تم استخدام مولدات الكهرباء الحرارية في برنامج الفضاء الأمريكي كأسلوب لتحويل الطاقة لإمداد مهمات فضائية لمسافات بعيدة بما يلزمها من طاقة، مثل مهمات كاسيني وجاليليو وفايكنج. وعملت الأبحاث الخاصة في هذا المجال على زيادة كفاءة هذه الأجهزة من 7-8% إلى 15-20%.

كما يمكن توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية وذلك باستخدام نظام المرايا الخاص والذي استخدم في إسبانيا لتوليد الكهرباء وذلك باستخدام قوة اشعة الشمس على تبخير المياه والاستفادة من البخار بتوليد التيار الكهربائي .

### 3- 4 فوائد الطاقة الشمسية

فوائد الطاقة الشمسية على الفرد يعود استخدام الطاقة الشمسية على المستوى الفردي بالعديد من الفوائد، ومنها ما يأتي: [18]

- مصدر للطاقة المتجددة: تُعتبر الطاقة الشمسية من مصادر الطاقة المتجددة؛ حيث تتوفر كل يوم في مختلف أنحاء العالم، ولا تنفذ الطاقة الشمسية بعكس بعض مصادر الطاقة الأخرى، ويستطيع الإنسان الاستفادة من الطاقة الشمسية لمدة 5 مليارات سنة على الأقل؛ أي حتى انتهاء عمر الشمس المتبقي حسب ما حدده العلماء.
- وسيلة لتقليل فواتير الطاقة: يستطيع الإنسان استبدال مصادر الطاقة التي يستعملها بالطاقة الشمسية التي يُولدها النظام الشمسي الذي يستخدمه، بالتالي

ستعتمد قيمة التوفير في فواتير الطاقة على كمية استخدام الكهرباء والتدفئة، بالإضافة إلى حجم النظام الشمسي الموجود، فكلما زاد حجمه قلّت الحاجة إلى استخدام مصادر طاقة أخرى وقلّ سعر الفواتير المترتبة.

- تطبيقات متنوعة: تُستخدم الطاقة الشمسية في الكثير من التطبيقات بالإضافة لتوليد الكهرباء والحرارة؛ حيث يُمكن استخدامها أيضاً في تقطير المياه في المناطق التي تفتقر إلى المياه النظيفة، وكذلك في تشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء.
- انخفاض تكاليف الصيانة: تُعتبر أنظمة الطاقة الشمسية من الأنظمة التي لا تحتاج إلى كثير من الصيانة، ويكفي تنظيفها عدّة مرات في السنة عن طريق الشخص نفسه أو شركات التنظيف المتخصصة.

### 3 - 5 فوائد الطاقة الشمسية على البيئة

يعود استخدام الطاقة الشمسية بفوائد عديدة على البيئة نذكر منها ما يأتي : [12]

- حفظ المياه.
- تقليل تلوث الهواء.
- إبطاء تغير المناخ.
- تقليل أثر انبعاث الكربون.
- تقليل الاعتماد على الوقود العضوي التقليدي.

### 3 - 6 معوقات استخدام الطاقة الشمسية

يُوجد هناك الكثير من الأسباب للتحويل إلى خيار استخدام مصادر الطاقة المتجددة كبديل عن المصادر التقليدية، ولكن هناك بعض المعوقات التي لا تُمكن العالم من الاعتماد عليها بشكل رئيسي، ومنها ما يأتي: [5]

- تكلفة الإنشاء الأولية: تعتمد تكلفة إنشاء نظام للطاقة الشمسية على الموقع، وعدد الألواح المطلوبة، ومتطلبات التركيب، ورسوم العمالة، وغيرها، وتكون هذه التكلفة عالية؛ بالتالي لا تستطيع بعض الأسر تحملها دون اللجوء للقروض.
- الاستخدام الليلي: تحتاج أنظمة الطاقة الشمسية إلى الشمس لكي تعمل، لذلك في الليل لا تستطيع هذه الأنظمة توليد الكهرباء، ويحتاج الشخص إلى الاعتماد على مصادر أخرى للحصول على الطاقة، ومن الجدير بالذكر أنّ بعض أنظمة الألواح الشمسية تحتوي على بطاريات احتياطية إلا أنّها اختيارية، ولا تأتي مع جميع الأنظمة.
- الحاجة إلى مساحة: تحتاج الألواح الشمسية إلى مساحةٍ لتركيبها، وكلما زاد حجم الاستهلاك المطلوب زادت المساحة اللازمة لتركيب نظام الطاقة الشمسية.
- الموقع: تختلف شدة وتوفر الشمس من مكان لآخر، ففي بعض أجزاء العالم لا تظهر الشمس لعدة أيام في فصل الشتاء؛ الأمر الذي يؤدي إلى التعرّض لمشكلة عدم القدرة على التزوّد بالكهرباء لمن يعتمد على الطاقة الشمسية، كما يؤثر كسوف الشمس أيضاً على مولدات الطاقة الشمسية.

### 3 - 7 مستقبل الطاقة الشمسية

يبذل العلماء كل ما يستطيعون لتطوير خلايا شمسية أرخص: وأكثر فعالية. اختار العلماء طريقين مختلفين، أولها تصنيع الخلايا الشمسية من مواد رخيصة مثل البلاستيك. في حين أنّ مثل هذه الخلايا تنتج كميات أقل من الكهرباء، وهذا يمكن تعويضه باعتبارها قابلة للشراء، وإنتاج الكثير منها. [6] [14]

الطريق الآخر هو تطوير جيل جديد من الخلايا الشمسية شديدة الفاعلية يعتمد على البلور الدقيق "نانو كريستال". حيث تسمح هذه البلورات الرفيعة العاكسة لأشعة الشمس بالدخول إليها، ولكنها لا تسمح لها بالإفلات. يرتد الضوء إلى الوراء وإلى الأمام داخل البلورة عدة مرات، ويستمر في إنتاج طاقة خلال هذه العملية من الارتداد والارتداد العكسي. وهذا

يسمح بتوليد طاقة أكبر عن طريق نفس السطح اللاقط للأشعة. التطورات التي ستشهدتها السنوات العشر القادمة ستؤدي إلى انخفاض سعر الطاقة المُتَحصل عليها بهذه الطريقة و سيصل سعر الكيلوات بالساعة إلى أقل من 10 يورو سنت مما يجعلها منافسا قويا لمصادر الطاقة التقليدية [13].

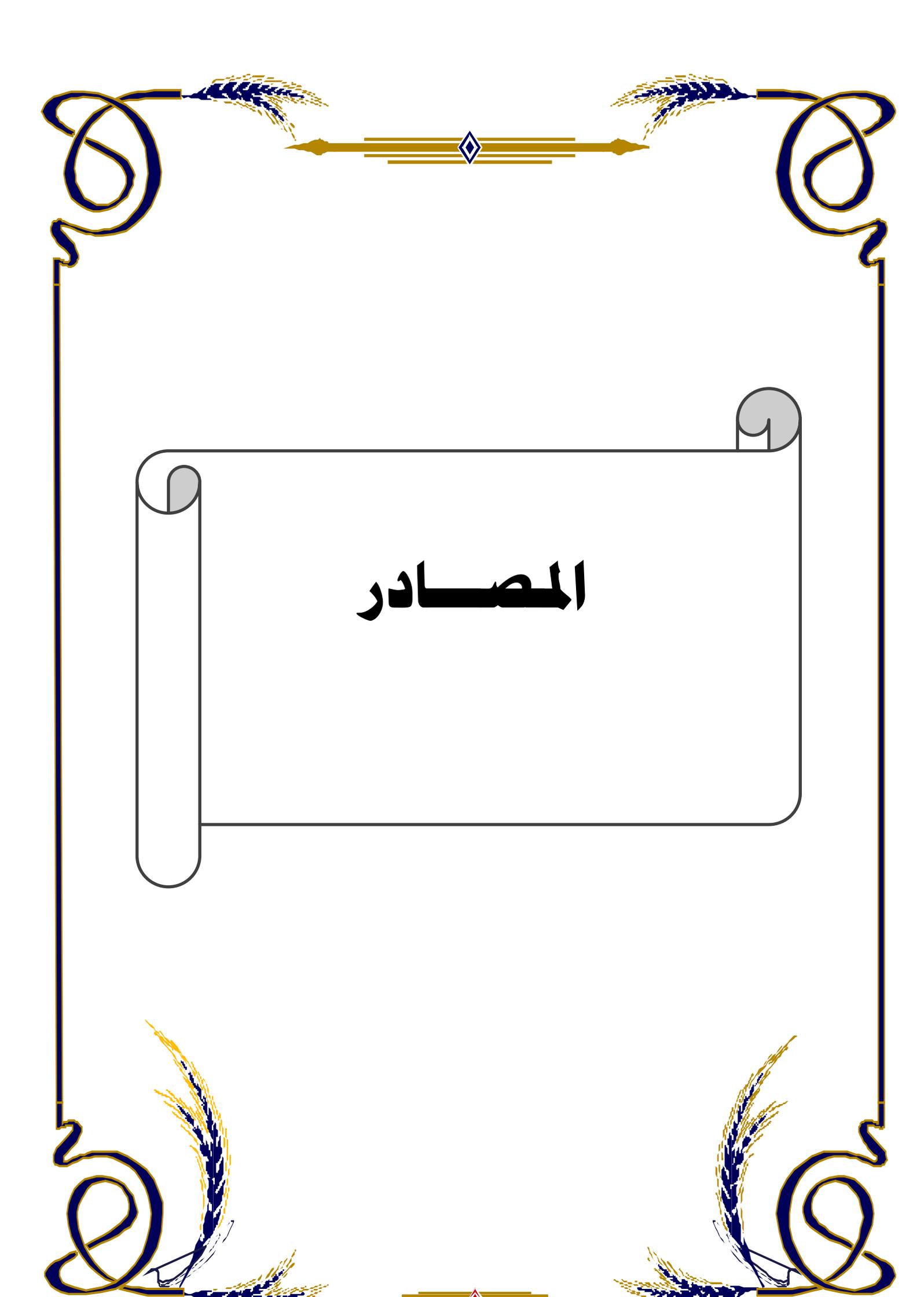
### 3- 8 الخلايا الكهروضوئية

تستخدم الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) في عملية تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى الكهرباء ، وتعرف هذه الآلية بالتحويل الكهروضوئية أو التحويل الفوتوفلطائي ( Photovoltaic Conversion ) الطاقة الشمسية . ويتوقع أن يساهم تحويل الطاقة الكهروضوئية عملياً في تقليل استهلاك الوقود الاحفوري وإلى خفض التلوث البيئي وقد بدأت نظم الخلايا الكهروضوئية تنتشر تدريجيا في تطبيقات الإنارة والاتصالات وضخ المياه وغيرها . [20]

يعود اكتشاف الأثر الكهروضوئية إلى القرن الماضي الميلادي عندما قام العالم بكيرل ( Becquerel ) في عام 1839 م بدرسه تأثير الضوء على بعض المعادن والمحاليل وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها . كما أدخل العالمان آدم و سميث ( Adams & Smith ) مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة عام 1877م وتم تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم ( Se ) من قبل العالم فريتز (Fritts) عام 1883م حيث توقع لها أن تساهم في إنتاج الكهرباء مستقبلاً ، من جهة أخرى فقد ساعد تطوير نظريات ميكانيكا الكم ( Quantum Mechanics ) على تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية وخاصة المرتبطة بالكهرباء الضوئية في فترة الثلاثينيات والأربعينيات من القرن الحالي ، وذلك عند ماتم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية للمواد السيليكون وأكسيد النحاس وكبريت الرصاص وكبريت الثاليوم ، وقد سجل عالم 1941م تصنيع أول خلية شمسية سيليكونية بكفاءة لا تتجاوز (1%) ، ثم لحق ذلك إنجاز مختبرات بل الأمريكية ( Bell Lab ) في

تصنيع البطارية الشمسية ( Solar Battery ) في منتصف الخمسينيات بكفاءة بلغت (6% ) .

كما تم في نفس الفترة تركيب أول خلية شمسية من مواد كبريت الكاديوم وكبريت النحاس أطلق عليها فيما بعد الخلايا الشمسية ذات الأفلام الرقيقة ( Thin –Film Solar ) . بعد تلك الفترة ازداد تسارع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية والهندسة لأشباه الموصلات ( Semiconductors ) وخاصة ما يرتبط بدراسة التبادلات الكهربائية الضوئية مما ساعد على تطور الخلايا الكهروضوئية وتقنياتها باتجاه تحسين كفاءتها وخفض تكلفتها . وقد أدى ذلك إلى ازدياد مستوى إنتاج الخلايا الكهروضوئية بقدرات تتراوح بين الملي وات إلى الكيلوات . أما الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقدي السبعينيات والثمانينات وخاصة بعد تطور علوم التركيب المجهرية الدقيقة لأشباه الموصلات وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئية حينئذ بأنها إحدى الطرق العلمية الطموحة لتوليد الكهرباء في المصادر المتجددة للطاقة . وقد ساعد ازدياد الطلب على استخدام مجتمعات الخلايا الكهروضوئية حيث انخفضت نسبياً تكلفة إنتاجها بصورة معقولة ووصل إنتاجها إلى عشرات الميجاوات [6]،[8] .



المصادر

## المصادر

- 1- الخلايا الشمسية ، د. محمد لطفي ، دار اسامة لطباعة والنشر ، دمشق ، 2007.
- 2- توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية ، محمد حمودة ، دار الملايين للطباعة والنشر ، 2009 .
- 3- كتاب الطاقة و تحديات المستقبل ، إيهاب صلاح الدين - المكتبة الأكاديمية. 2016 .
- 4-مجلة الطاقة و الحياة : مجلة علمية تقنية - العدد الرابع - الربيع ( مارس 1995 ف - تصدر عن مكتب المعلومات ودراسات الطاقة / اللجنة الوطنية للطاقة .
- 5- نشوء القوى: المشهد الجيوسياسي، ترجمة منار إبراهيم الشهابي (بيروت: دار النهضة العربية، 2004).
- 6-الحسن، محمد بن إبراهيم، المعتاز، إبراهيم بن صالح -ملوثات البيئة - أضرارها ومصادرها وطرق مكافحتها، دار الخريجي للنشر والتوزيع، الطبعة الثانية، الرياض، المملكة العربية السعودية 1999م.
- 7- د.صالح عبدالرحمن العذل ، الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية ، المنتدى السعودي للتكنولوجيا ، جدة ، 2007 م .
- 8- د. عبدالله بن أحمد الرشيد ، العلوم والتقنية والابتكار لمواجهة تحديات التنمية في القرن الحادي والعشرين ، الرياض ، 2008م
- 9- د.عدنان نايفة ، العلوم والتكنولوجيا في العالم المعاصر ، ندوة العلوم والتكنولوجيا في الوطن العربي : الواقع والطموح ، عمان ، 2007م
- 10- وزارة التخطيط، المؤشرات الاقتصادية للعام المالي 2008م.
- 11- مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير السنوي السادس والثلاثون 2002 م.
- 12- المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، التقرير السنوي 2006 م.

- 13- أحمد عبد الله اللوح ومصطفى أبو بكر ،البحث العلمي، تعريفه، خطواته،  
مناهجه، المفاهيم الإحصائية. القاهرة : الدار الجامعية للطباعة والنشر والتوزيع،  
ص 215، 2002 م.
- 14- مجلد دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 28، العدد 2، ص 463 -  
478. الجامعة الأردنية، عمان، 1999م.

- 15- The Frontier Within: Individual Empowerment and Better Governance in the New Millennium, Report of the Prime Ministers Commission on Japans Goals in the 21<sup>st</sup> Century, 2000.
- 16- UNDP, Human Development Report, 2000, and 2002.
- 17- OECD, EAS (MSTI data base) , April 1999.
- 18- UN, International Trade Statistics Year book, 1975 and 1999.
- 19- Business Week The global search for brainpower: the world computer industry is desperate for programmers., August 7, 1997.
- 20- US Departement of Labor, Bureau of Labor Statistics, web site, 2002.