وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل-كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

تطوير كفاءة الخلايا الشمسية

بحث مقدم الى

كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الفيزياء وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في قسم الفيزياء

من قبل الطالب

مصطفى كاظم عبد الحسن

باشراف

أ. د. خالد حنين عباس

١٤٤٤هـ ٢٠٢٢م

الآية الكريمة

بسم الله الرحمن الرحيم

(قال الَّذِي عِنْدَهُ عِلْمٌ مِنَ الْكِتَابِ أَنَا آتِيكَ بِهِ قَبْلَ أَنْ يَرْتَدَّ إِلَيْكَ طَرْفُكَ فَلَمَّا رَآهُ مُسْتَقِرًّا عِنْدَهُ قَالَ هَذَا مِنْ فَضْلِ رَبِّي لِيَبْلُوَنِي أَأَشْكُرُ أَمْ أَكْفُرُ وَمَنْ شَكَرَ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ وَمَنْ كَفَرَ فَإِنَّ رَبِّي غَنِيٌّ كَرِيمٌ)

"سورة النمل، آية: ٤٠".

صدق الله العلي العظيم

الاهداء

(وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ)

إلهي لا يطيب الليل الا بشكرك ولا يطيب النهار الا بطاعتك .....ولا تطيب اللحظات الا بذكرك ولا تطيب الاخرة الا بعفوك ولا تطيب الجنة الا برؤيتك.

إلى من وضع المولى - سبحانه وتعالى - الجنة تحت قدميها الى ملاكي في الحياة الى معنى الحنان... الى بسمه الحياة وسر الوجود الى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي الى اغلى الحبايب... الى من بها اكبر وعليها اعتمد الى الشمعة التي تنير ظلمة حياتي (امي الحبيبة).

الى من كلله الله بالهيبة والوقار... الى من علمني العطاء بدون انتظار... الى من احمل اسمه بكل افتخار... ارجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بيها اليوم وفي الغد والى الابد (والدي العزيز).

الى توام روحي ورفيقة دربي... الى صاحبة القلب الطيب والنوايا الصادقة الى من رافقتني منذ ان حملنا حقائب صغيرة ومعها سرت الدرب خطوة بخطوة وماتزال ترافقني حتى الان... اختي.

الي اصدقائي ومعارفي الذين أجلهم واحترمهم.....

الى اساتذتي في الكلية..... اهدي لكم بحثي.

الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين حمد كثيرا الحمد لله الذي حمده عز للحامدين وشكره فوز للشاكرين وذكره شرف للذاكرين وطاعته نجاة للطائعين ،الحمد لله خالق الخلق اجمعين وفالق الحب والنوى والصلاة والسلام على خير خلقه اجمعين وخاتم الانبياء والمرسلين الرسول الاعظم والنبي الاكرم الذي جاء هاديا ومبشرا وعالما ونذيرا محمد الامين قائد الغر المحجيلن وعلى اله الميامين واصحابه المنتجبين واتباعهم باحسان اجمعين

وبعد....

فعن الرسول الاكرم (صلى الله عليه واله) قال:

"من لم يشكر الناس ،لم يشكر الله"

فبعد الانتهاء من هذا البحث وبعد حمده الله على ما سهل علي به في طلب العلم يطيب لي المقام هنا في ان اشكر استاذي الفاضل الدكتور (خالد حنين عباس) واسجل امتناني وعرفاني العظيم، وكما اقدم شكري لكل من كان عونا لي في الوصول لهذه المرحلة من عائلتي واصدقائي وزملائي في الدراسة غير انني لن اذكر احدا منهم فعسى ان انسى واحد فأبخس حقه.

واخيرا فأني وان ذكرت بضع اسماء وشكرتها فهذا لا يعني انني انتكر لغيرهم ممن كانوا سندا حقيقيا وعظيما ولا يعني ابدا عدم الوفاء ومن هنا اقدم بحثي لجميع بعد المعذرة وشكري الحار وتقديري المفعم بالمحبة.

الخلاصة :

أن طاقة الشمس التي توفرها الأرض لمدة ساعة واحدة يمكن أن تلبي احتياجات الطاقة العالمية لمدة عام واحد ؟ فلا شك أن الشمس هي مصدر طاقة قوي ، وعلى الرغم من أننا غير قادرين على جمع جزء بسيط من هذه الطاقة ، إلا أن استخدام هذه الطاقة عن طريق تركيب الألواح الشمسية يمكن أن يحدث فرقًا كبيرًا على هذا الكوكب ، ففي حين تم انتقادها على نطاق واسع لكونها باهظة الثمن أو غير فعالة ، فقد أثبتت الألواح الشمسية الآن أنها مفيدة للغاية ليس فقط للبيئة ، ولكن أيضًا للاقتصاد الخاص . ولاستفادة من الالواح الشمسي بأفضل صورة يتوجب علينا تحسين كفاءتها تعتبر كفاءة التحويل من أهم خصائص اللوحات الشمسية (اللوحات الكهروضوئية PV) و تقوم الشركات العالمية بصرف مليارات الدولارات سنويا لتحسين كفاءة منتجاتها للاستفادة من الخلايا الشمسية تشير كفاءة الخلايا الشمسية إلى جزء الطاقة في شكل ضوء الشمس الذي يمكن تحويله عبر الخلايا الكهروضوئية إلى كهرباء.

تحدد كفاءة الخلايا الشمسية المستخدمة في النظام الكهروضوئي ، إلى جانب خطوط العرض والمناخ ، ناتج الطاقة السنوي للنظام. على سبيل المثال ، ستنتج الألواح الشمسية بكفاءة ٢٠٪ ومساحة ١ م ٢ ٢٠٠ واط في ظروف الاختبار القياسية ، ولكنها يمكن أن تنتج المزيد عندما تكون الشمس مرتفعة في السماء وستنتج أقل في الظروف الغائمة أو عندما تكون الشمس منخفض في السماء. في وسط كولورادو ، الذي يتلقى تعويضاً سنوياً يبلغ ٥.٥ كيلو واط في الساعة / م ٢ / يوم (أو ٢٣٠ واط / م ٢) ، من المتوقع أن تنتج هذه اللوحة ٤٤٠ كيلو واط في الساعة من الطاقة سنوياً. ومع ذلك ، في ولاية ميشيغان ، التي تستقبل فقط ٣.٨ كيلو واط / م ٢ / يوم ، سينخفض العائد السنوي للطاقة إلى ٢٨٠ كيلووات في الساعة لنفس اللوحة. عند خطوط العرض الأوروبية الشمالية ، تكون الغلة أقل بكثير : ١٧٥ كيلووات ساعة من الطاقة السنوية في جنوب إنجلترا.

تؤثر عدة عوامل على قيمة كفاءة تحويل الخلية ، بما في ذلك كفاءة الانعكاس ، الكفاءة الديناميكية الحرارية ، كفاءة فصل جهاز الشحن ، قيم كفاءة التوصيل. ونظراً لصعوبة قياس هذه المعلمات بشكل مباشر ، يتم قياس المعلمات الأخرى بدلاً من ذلك ، بما في ذلك الكفاءة الكمية ونسبة المركبات العضوية المتطايرة وعامل التعبئة. يتم حساب خسائر الانعكاس بواسطة قيمة الكفاءة الكمية ، لأنها تؤثر على "الكفاءة الكمية الخارجية". يتم حساب خسائر إعادة التركيب من خلال الكفاءة الكمية ونسبة المركبات العضوية المتطايرة وقيم معامل التعبئة. يتم حساب الخسائر المقاومة في الغالب من خلال قيمة عامل التعبئة ، ولكنها تساهم أيضًا في قيم الكفاءة الكمية وقيمة المركبات العضوية المتطايرة.

اهداف البحث:

تحسين كفاءة الخلايا الشمسية يهدف إلى زيادة الكمية الكهربائية التي يمكن إنتاجها من وحدة واحدة من الخلايا الشمسية، وذلك عن طريق تحسين نسبة تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء قابلة للاستخدام. وبعد هذا الهدف مهمًا لعدة أسباب، بما في ذلك:

١- زيادة الكفاءة يعني تقليل التكلفة: كلما كانت الخلايا الشمسية أكثر كفاءة، كلما كان من الممكن إنتاج المزيد من الكهرباء باستخدام أقل من الخلايا، مما يؤدي إلى تخفيض التكلفة الإجمالية للتركيبات الشمسية.

٢- زيادة الكفاءة تعني زيادة الإنتاجية: كلما كانت الخلايا الشمسية أكثر كفاءة، كلما كان بإمكانها إنتاج المزيد من الكهرباء في وقت أقصر، مما يسمح بزيادة إنتاجية الأنظمة الشمسية.

٣- زيادة الكفاءة تعني تحسين الأداء في ظروف الإضاءة المنخفضة: كلما كانت الخلايا الشمسية أكثر كفاءة، كلما كان بإمكانها إنتاج المزيد من الكهرباء في ظروف الإضاءة المنخفضة، مما يجعلها أكثر فعالية في المناطق التي تعاني من غياب الشمس لفترات طويلة خلال العام.

٤- زيادة الكفاءة تعني تحسين البيئة: كلما كانت الخلايا الشمسية أكثر كفاءة، كلما كان بإمكانها إنتاج المزيد من الكهرباء باستخدام أقل من الموارد الطبيعية، مما يساهم في تحسين البيئة والحد من الانبعاثات الضارة.

جدول المحتويات

رقم الفقرة	عنوان الفقرة	رقم الصفحة
الاية الكريمة		I
الاهداء		II
الشكر والعرفان		III
الخلاصة		IV
اهداف البحث		V
جدول المحتويات		VI
الفصل الاول مقدمة ومفاهيم عامة		
١-١	المقدمة	١
١-٢	ما المقصود بالخلايا الشمسية	٣-٢
١-٣	تاريخ الخلايا الشمسية	٥-٤
١-٤	اكتشاف الخلايا الشمسية	٦
١-٥	مكونات الخلايا الشمسية	٧-٦
١-٦	انواع الخلايا الشمسية	٨-٧
١-٧	مبدأ عمل الخلايا الشمسية	٩-٨
١-٨	مميزات الطاقة الشمسية	١٠-٩
١-٩	عيوب الخلايا الشمسية	١١-١٠
١-١٠	تطبيقات الخلايا الشمسية	١٢
١-١١	ابرز تطبيقات الخلايا الشمسية	١٦-١٢
الفصل الثاني كفاءة الخلايا الشمسية		
٢-١	كفاءة الخلايا الشمسية	١٨
٢-٢	تحديد كفاءة الالواح الشمسية	١٩
٢-٣	علاقة الكفاءة مع مساحة اللوحات	١٩
٢-٤	العوامل المؤثرة على كفاءة الخلايا الشمسية	٢٠
٢-٥	طرق تحسين كفاءة الخلايا الشمسية	٢١-٢٠
٢-٦	كفاءة انواع الخلايا الشمسية	٢١
٢-٧	التقنيات الحديثة في زيادة كفاءة الخلايا الشمسية	٢٥-٢٢
الخاتمة		٢٥
المصادر		٢٨-٢٦

الفصل الاول

١-١ المقدمة:

الخلية الشمسية أو الضوئية أو الكهروضوئية وكان يطلق عليها في الأيام الأولى لصناعتها بطارية شمسية ولكن أصبح ذلك يحمل معنى مختلف تماما الآن،[١] جهاز يحوّل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي، وتتكون من طبقة سيليكون يضاف لها بعض الشوائب لتعطيها بعض الخواص الكهربائية، فالطبقة العليا المقابلة للشمس يضاف إليها عنصر الفسفور، لتعطيه خاصية ضخ إلكترونات عند ارتطام الضوئيات بها وتسمى هذه الطبقة بالطبقة N بينما يضاف عنصر البورون للطبقة السفلى ويعطيه خاصية امتصاص الإلكترونات وتسمى هذه الطبقة P، فعند ارتطام ضوئيات الشعاع الشمسي بالطبقة العلوية تمنح الإلكترونات طاقة تعتمد على شدة الإشعاع الشمسي، وعند وجود موصل كهربائي بين الطبقتين تنتقل الإلكترونات من الطبقة العليا إلى الطبقة السفلى وهكذا يتكون تيار وجهد كهربائيان، وتعتبر الخلايا الشمسية مصدر هام لتزويد المركبات الفضائية والأقمار الصناعية بما تحتاجه من طاقة كهربائية، وتعتبر من البدائل المساعدة لمصادر الطاقة التقليدية من البترول والفحم والغاز ومشتقاته المحدودة في الطبيعة والقابلة للنضوب بسبب الاستنزاف الهائل لها، فالخلايا الشمسية تحول طاقة الأشعة الشمسية مباشرة إلى كهرباء وتتميز بإنتاج كهرباء دون أن تؤدي لتلوث البيئة، وعمرها الافتراضي يصل إلى ٣٠ سنة، إن ارتفاع كلفة انتاجها هو العائق الرئيس لاستخدامها.[١]

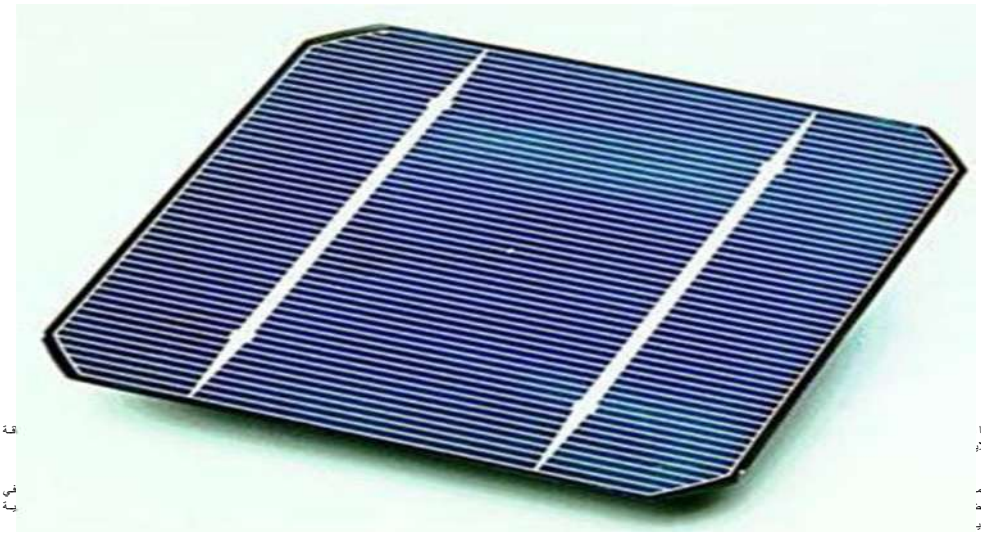
تستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله إلى كهرباء، عندما يتم تجميع وحدات متعددة معاً (حيث تكون أولوية التركيب بنظام تعقب قطبي محمول) يتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد وتسمى بلوح الطاقة الشمسية (solar panel).. إن الطاقة الكهربائية الناتجة من الوحدات الضوئية (Solar power). وتعتبر مثالا على استخدام الطاقة الشمسية (solar energy).. إن الخلايا الكهروضوئية هو مجال التكنولوجيا والبحوث المتعلقة بالتطبيق العملي في إنتاج الكهرباء من الضوء، لكن وعلى الرغم من ذلك غالبا ما يستعمل على وجه التحديد بالإشارة إلى توليد الكهرباء من ضوء الشمس. توصف الخلايا بالخلايا الضوئية وإن لم يكن مصدر الضوء هو الشمس ومثال ذلك (ضوء المصباح، الضوء الاصطناعي، وغيرها..). وتستخدم الخلايا الكهروضوئية للكشف عن ضوء أو غيره من الإشعاع الكهرومغناطيسي بالقرب من مجموعة ضوئية مرئية، كالكشف عن الأشعة تحت الحمراء أو قياس شدة الضوء..[٢]

١-٢ ما المقصود بالخلايا الشمسية:

(الخلايا الفولتوضوئية) وهي الخلايا التي من خلالها يتم تحويل أشعة ويمكن تعريفها ايضاً بانها الشمس مباشرة إلى كهرباء، عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون. والسليكون وهو (Amorphous Silicon (A-Si متبلور الغير و Crystalline Silicon متبلور نوعين [٣]

Copper Indium Diseleni او، Cadmium Telluride CdTe تيلورايد والكادميوم CuInSe او مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من أشباه الموصلات تتكون من أرسنيد (زرنيخد) .(Gallium Arsenide GaAs) الجاليوم

وتعتمد شدة التيار الناتج لهذه الخلايا على وقت السطوع وشدة اشعاع الشمس وكفاءة الخلية الشمسية في التحويل. وتستخدم هذه الخلايا في مجال الاتصالات و شبكات المواباىل والحماية الكاثودية ومضخات المياه و أنظمة الإضاءة. والاقمار الصناعية وغيرها.



وتعتبر طاقاتها
الأخرى . والخلا

شدة تيارها يعتم
بطاريات الحامض
والصناعية العادية

تعني كلمة الفولتيّة الضوئية توليد الكهرباء مباشرة من الضوء عن طريق الخلايا الشمسية المصنوعة من مواد شبه موصلة كالسيليكون الذي يولد تيارا كهربائيا عند تعرضه لضوء الشمس. وأكبر محطة توليد كهرباء تعمل حاليا بالخلايا الشمسية توجد في سهل كاريزا بكاليفورنيا، وتعطي ٥ ميغاوات. وتوجد محطات في ألمانيا تولد ١٠ ميغاوات. والخلايا الشمسية تعمل حاليا فوق الأقمار الصناعية منذ عام ١٩٦٠ وحتى اليوم .وفي جميع الظروف المناخية حتى في الأيام التي تحتجب فيها أشعة الشمس وذلك عن طريق تخزين الطاقة المولدة بالبطاريات. لكن كفاءتها الكلية في توليد الكهرباء تحسب على اساس الايام المشرقة والايام المغيمة والتي تسبب كثرتها في ان تقل كفاءة المنظومة. [٥]

من ميزتها أنها ليس بها أجزاء متحركة تتعرض للعطل. لهذا تعمل فوق الأقمار الصناعية بكفاءة عالية ، ولاسيما وأنها لاتحتاج لصيانة أو إصلاحات أو وقود، حيث تعمل في صمت، الا ان اتساخ الخلايا الضوئية نتيجة التلوث او الغبار يؤدي إلى خفض في كفائتها مما يستدعي تنظفها على فترات.

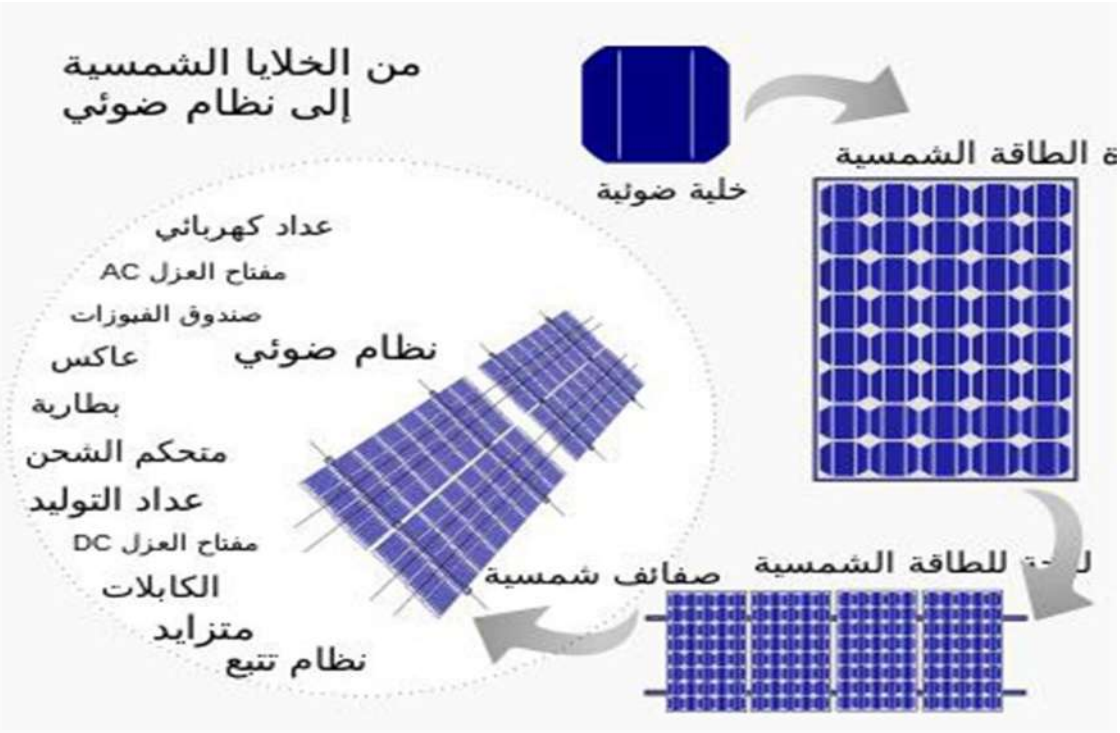
١-٣ تاريخ الخلايا الشمسية:

إن أصل مصطلح «الضوئية» (photovoltaic) من اليونانية (φῶς (phōs)) ويعني الضوء ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية، وبدأ أصبح المصطلح (photovoltaic) باللغة الإنجليزية منذ عام ١٨٤٩.

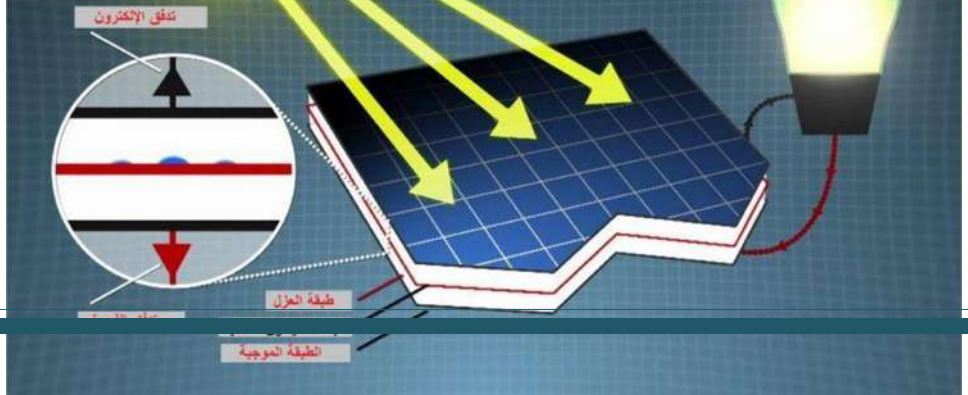
تم التعرف لأول مرة على تأثير الضوئية في عام ١٨٣٩ من قبل الفيزيائي الفرنسي بيكريل. ومع ذلك فقد تم بناء أول خلية ضوئية عام ١٨٨٣ من قبل شارلز فريتز، الذي قام بتغليف- السيلينيوم أشباه الموصلات- بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات. وكانت كفاءة الجهاز حوالي ١٪ فقط. وفي عام ١٨٨٨ بنى الروسي الفيزيائي الكسندرستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هـايتريش هيرتز في وقت سابق من عام ١٨٨٧.[٧]

وقد وضح ألبرت اينشتاين التأثير الكهروضوئي في عام ١٩٠٥ وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٢١،[٨] أكتشف فاديم فوشكوراف [الإنجليزية] الوصلة الثنائية بي إن (p–n junction) في C2uO وكبريتيد الفضة سنة ١٩٤١،[٤] وقد حصل روسل أوهل على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام ١٩٤٦،[٥] الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت بالترانزستور

لقد تم تطوير الخلية الضوئية الحديثة في عام ١٩٥٤ في مختبرات بيل،[٦] وقد وضعت لأول مرة خلية ذات كفاءة عالية للطاقة الشمسية من قبل شابين داريل، كالفين فولر ساوثير وجيرالد بيرسون في عام ١٩٥٤ باستخدام موزع تقاطع PN السيليكون. [٦] في البداية، وضعت الخلايا لغايات العاب الأطفال واستخدامات أخرى ثانوية، حيث أن تكلفة الكهرباء التي تنتجها كانت عالية جدا، نسبياً، وكانت تكلفة الخلية التي تنتج ١ واط من الطاقة الكهربائية في ضوء الشمس الساطع نحو ٢٥٠ دولار، مقارنة إلى ٢ دولار إلى ٣ دولارات لإقامة مصنع للفحم. وتم انقاذ الخلايا الشمسية من الغموض من خلال اقتراح لإضافتها إلى القمر الصناعي «فانغارد»، الذي أطلق في عام ١٩٥٨. في الخطة الأصلية، يتم تزويد القمر الصناعي بالطاقة عن طريق البطارية فقط، فستمر لفترة قصيرة. لذلك بإضافة الخلايا إلى خارج الجسم، يمكن تمديد الوقت بدون تغييرات كبيرة في المركبات الفضائية أو نظام الطاقة فيها. كان هناك بعض الشكوك في البداية، ولكن الممارسة العملية للخلايا أثبتت نجاحا كبيرا، وكانتبذا صممت الخلايا الشمسية للأقمار الصناعية الجديدة، ولا سيما تلستار بيل نفسه. وكان التحسن بطيئا على مدى العقدين التاليين، وكان الاستخدام على نطاق واسع في مجال التطبيقات الفضائية حيث أن نسبة القوة-الوزن أعلى من أي تكنولوجيا منافسة. ومع ذلك، كان هذا النجاح أيضا السبب وراء بطء التقدم؛ مستخدمي الفضاء كانوا على استعداد لدفع أي شيء للحصول على الخلايا على أفضل وجه ممكن، فليس هناك ما يدعو للاستثمار في حلول أقل تكلفة إذا كان هذا من شأنه أن يقلل من الكفاءة. بدلا من ذلك، تم تحديد السعر من الخلايا إلى حد كبير في صناعة أشباه الموصلات، انتقالهم إلى الدوائر المتكاملة في ١٩٦٠s أدى إلى توافر أكبر بولز بأسعار أقل نسبيا و كما انخفضت أسعار ها، انخفضت أسعار الخلايا الناتجة كذلك. وتم حصر هذا التأثير، وحوالي عام١٩٧١ تشير التقديرات إلى أن أسعار الخلايا هي ١٠٠ دولار لكل واحد واط في أواخر ١٩٦٠، وكان إيوت بيرمان يقوم بالتحقيق في طريقة جديدة لإنتاج السليكون (المادة الخام) في عملية الشريط. ومع ذلك، وجد القليل من الاهتمام في هذا المشروع، وكان غير قادر على الحصول على التمويل اللازم لتطويره...و حين جاءت الفرصة، قد قدم في وقت لاحق لفريق فنيون الذين كانوا يبحثون عن مشاريع ٣٠ عاما في المستقبل. وكان الفريق قد توصل إلى أن تكلفة الطاقة الكهربائية سيكون أكثر بكثير بحلول عام ٢٠٠٠، ورأت أن هذه الزيادة في الأسعار سيجعل المصادر البديلة للطاقة أكثر جاذبية، وكانت الطاقة الشمسية الأكثر إثارة للاهتمام، وفي عام ١٩٦٩، انضم بيرمان ليندن، نيو جيرسي مختبر إكسون، الطاقة الشمسية شركة (أدنوك). [٨] وكان أول جهد كبير له هو حشد السوق المحتملة لذرى ما إمكانيات الاستخدام كمنتج جديد، وأنها سر عان ما وجدت أنه إذا تم تخفيض سعر لكل واط من ١٠٠/watt $ إلى حوالي ٢٠/watt $ سيكون هناك طلب كبير. مع العلم أن مفهومه للشريط قد يستغرق سنوات للتطوير، بدأ فريق تبحث عن سبل للوصول إلأى سعر ٢٠ $ باستخدام المواد الموجودة. [٨] وكان أول تحسين هو إدراك أن الخلايا الموجودة معتمدة على مستوى عملية تصنيع أشباه الموصلات، على الرغم من أنه لم يكن مثاليا. بدأ هذا بتقطيعها إلى أقراص تسمى رقائق، تلميع الأقراص، وبعد ذلك لاستخدام الخلية يتم طلائها بطبقة مضادة للانعكاس. وأشار بيرمان إلى أن الرقائق الخام مضادة للانعكاس تماماً، وبجعل الأقطاب مباشرة على هذا السطح، تم القضاء على اثنين من الخطوات الرئيسية في معالجة الخلية. وقام الفريق بتحسين الخلايا إلى صفوف، والقضاء على المواد باهظة الثمن والأسلاك من ناحية استخدامها في تطبيقات الفضاء. وكان الحل باستخدام لوحة الدوائر في الطبقة السفلية، والبلاستيك الاكريليك في الطبقة العلوية، والغراء سيليكون بينهما. كان أكبر تحسن في تحقيق بيرمان بأن سعر السيليكون الموجود جيد جداً للاستخدام في الخلايا الشمسية، أما العيوب البسيطة فهو أن الرقائقة الفردية للإلكترونيات قد يكون لها تأثير بسيط في تطبيق الطاقة الشمسية [٩] وبوضع كل من هذه التغييرات موضع التنفيذ، بدأت الشركة في شراء السيليكون من الشركات المصنعة الحالية وبتكلفة منخفضة جداً. باستخدام أكبر رقائق المتاحة، وبالتالي تقليل كمية من الأسلاك لمنطقة معينة، وبحلول عام ١٩٧٣ SPC كانت تنتج لوحات بسعر ١٠ دولارات للواط الواحد وبيعها بمبلغ ٢٠ واط الواحد، وهو خمسة أضعاف نقصان في الأسعار في غضون عامين.[٩]



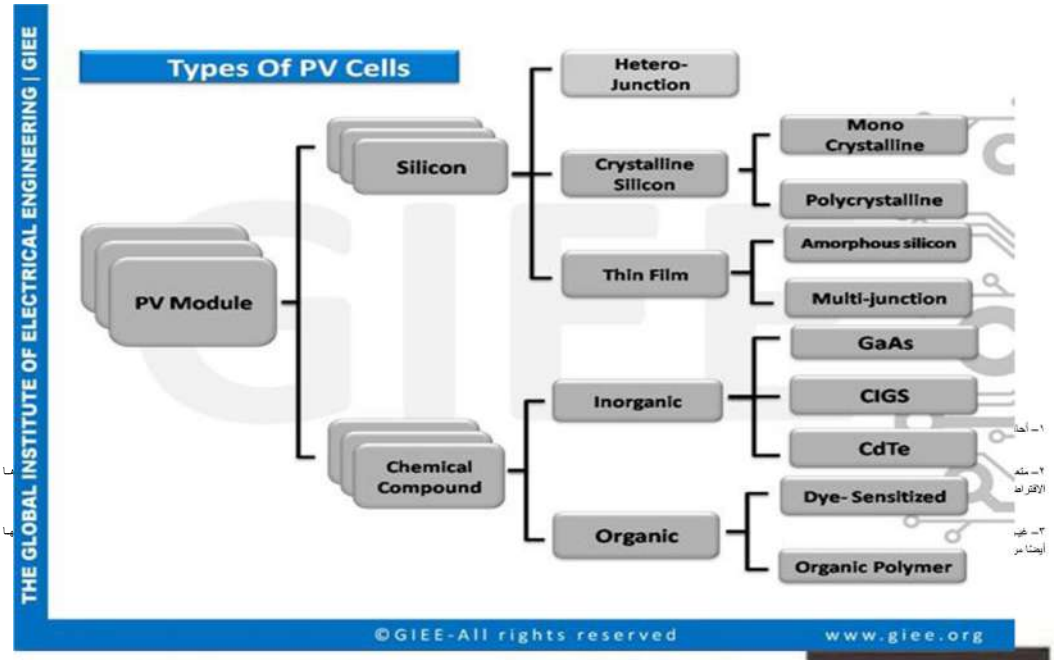
تتكون الخلية الشمسية الواحدة من طبقات من السيلكون على اختلاف أنواعه؛ ثم يُضاف إلى كل واحدة منها عنصران رئيسيان هما الفسفور والبورون؛ إذ يُضاف إلى الجهة الموجهة نحو الشمس (طبقة N) عنصر الفسفور الذي يُكسبها خاصية ضخ الكهربيات المتولدة فور ارتطام ضوئيات الشعاع الشمسي (الفوتونات) بها، أما الجهة المقابلة والموجهة نحو الأسفل (طبقة P)؛ فيُضاف لها عنصر البورون الذي من شأنه إكسابها خاصية امتصاص الكهربيات المنتقلة من الطبقة العلوية عن طريق الموصل الكهربائي الموجود بينهما، وبتجميع الخلايا الشمسية مع بعضها البعض بطريقة تسلسلية أو بالتوازي تتكون الألواح الشمسية (Solar Panels) التي هي إحد مكونات النظام الشمسي. [١١]



الشكل (١-٤) مكونات الخلايا الشمسية

١-٦ انواع الخلايا الشمسية:

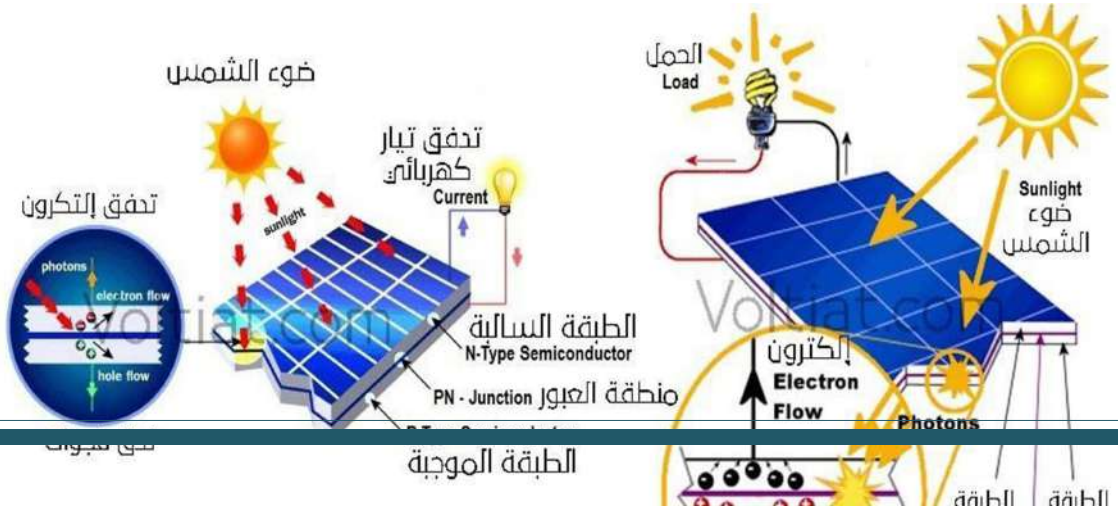
تختلف أنواع الخلايا الشمسية وفقًا لنوع السيليكون المستخدم في تصنيعها، الأمر الذي يؤثر على كفاءتها كما يلي:



Mono خلية نوع مونو

Poly خلية نوع بولي

Thin Film خلية نوع فيلمي



الشكل (١-٧) مبدأ عمل الخلايا الشمسية.

١-٨ مميزات الطاقة الشمسية:

١. مصدر الطاقة المتجددة
٢. التقليل من تكلفة فواتير الكهرباء
٣. تطبيقاتها متنوعة
٤. تكاليف الصيانة منخفضة
٥. التطور التكنولوجي المستمر

١) مصدر الطاقة المتجددة: من بين جميع مزايا الألواح الشمسية ، فإن أهم شيء هو أن الطاقة الشمسية هي مصدر طاقة متجددة حقًا ، يمكن تسخيرها في جميع مناطق العالم وهي متاحة كل يوم. لا يمكن للطاقة الشمسية أن تنفد يوم ما ، على عكس بعض مصادر الطاقة الأخرى. ستكون الطاقة الشمسية متاحة دومًا مع وجود الشمس .[١٦]

٢) التقليل من تكلفة فواتير الكهرباء: مع تلبية احتياجات المرء من الطاقة بالكهرباء التي تنتجها الطاقة الشمسية ، فسوف تنخفض فواتير الكهرباء الخاصة بك ، يعتمد المبلغ المتوفر وفقًا لحجم النظام الشمسي واستخدامك للكهرباء ، لن تقوم فقط بالتوفير في فاتورة الكهرباء ، بل هناك أيضًا إمكانية لتلقي عائد الاستثمار من خلال تصدير فائض الطاقة إلى الشبكة ، مع الأخذ في الاعتبار أن نظام الألواح الشمسية الخاص بك متصل بالشبكة.

٣) تطبيقات متنوعة: يمكن استخدام الطاقة الشمسية لأغراض متنوعة ، يمكنك توليد الكهرباء أو الحرارة ، يمكن استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء في المناطق التي لا تصل إلى شبكة الطاقة ، ولتطهير المياه في المناطق ذات إمدادات المياه النظيفة المحدودة وتشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء ، يمكن أيضًا دمج الطاقة الشمسية في المواد المستخدمة في المباني .

٤) تكاليف صيانة منخفضة: لا تتطلب أنظمة الطاقة الشمسية عمومًا الكثير من الصيانة ، ما عليك سوى إبقائها نظيفة نسبيًا ، لذا فإن تنظيفها عدة مرات سنويًا ، توفر معظم الشركات المصنعة للألواح الشمسية الموثوقة ضمانًا لمدة ٢٠-٢٥ عامًا. أيضًا ، نظرًا لعدم وجود أجزاء متحركة ، لا يوجد تآكل وتمزق ، تحتاج الكابلات أيضًا إلى الصيانة لضمان تشغيل نظام الطاقة الشمسية بأقصى كفاءة ، لذلك ، بعد تغطية التكلفة الأولية للنظام الشمسي ، يمكنك توقع إنفاق قليل جدًا على أعمال الصيانة والإصلاح.[١٧]

٥) تطوير التكنولوجيا: تتقدم التكنولوجيا في صناعة الطاقة الشمسية باستمرار وستزداد التحسينات في المستقبل ، يمكن أن تؤدي الابتكارات في فيزياء الكم وتقنية النانو إلى زيادة فعالية الألواح الشمسية ومضاعفة المدخلات الكهربائية ، أو حتى الثلاثية ، لأنظمة الطاقة الشمسية.

١-٩ عيوب الخلايا الشمسية:

١- عدم تلبية الاحتياجات الداخلية: ليست كل الأسر التي يمكنها تلبية احتياجاتها والحصول على أقصى استفادة من خلاياها الشمسية حتى الآن ، حيث تعتبر الخلايا الشمسية حساسة للغاية من حيث موقعها ، مما يعني أنه إذا كان هناك ظل على مجموعة الخلايا الموجودة في مكان ما ، فمن الصعب استغلال الألواح الشمسية على النحو الأمثل ، ولحل هذه المشكلة يجب الاتصال بالشبكة ، وبالتالي شراء الطاقة من الآخرين . [١٨]

٢- ارتفاع التكلفة: التكلفة الأولية لشراء الخلايا الشمسية مرتفعة إلى حد ما ، حيث تشمل التكلفة دفع ثمن الألواح الشمسية ، والعاكس ، والبطاريات ، والأسلاك ، والتركيب ، ومع ذلك ، فإن تكنولوجيات الطاقة الشمسية تتطور باستمرار ، لذلك من الآمن افتراض أن الأسعار ستنخفض في المستقبل .

٣- الطاقة الموسمية: وتعتمد على الطقس بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من الطاقة المتجددة ، فإن محطة الطاقة الشمسية موسمية للغاية ، حيث يمكن أن يكون هناك فترات محدودة من الشمس ، ويكمن الحل في توصيل شبكات الطاقة الشمسية ، وشراء الطاقة من شبكة الكهرباء العامة خلال الفترات التي تقل فيها الطاقة الشمسية ، وبعد الاستثمار في نظام تخزين البطاريات الشمسية خيارًا جيدًا أيضًا ، حيث يمكنه تخزين الطاقة المولدة خلال ساعات الذروة وجعلها متاحة بسهولة للأيام المليدة بالغيوم .

٤- تخزين الطاقة الشمسية باهظ الثمن: يمكن استخدام الطاقة الشمسية على الفور ، أو يمكن تخزينها في بطاريات كبيرة ، ويمكن شحن هذه البطاريات ، المستخدمة في أنظمة الطاقة الشمسية خارج الشبكة ، خلال النهار حتى يتم استخدام الطاقة في الليل ، وهذا حل جيد لاستخدام الطاقة الشمسية طوال اليوم ، ولكنه مكلف للغاية .

٥- تحتاج إلى مساحة كبيرة من الفضاء: كلما زادت الطاقة المراد إنتاجها ، زاد عدد الألواح الشمسية التي يتم الحاجة إليها ، وفي هذه الحالة يجب جمع أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس ، تتطلب الألواح الكهروضوئية الشمسية مساحة كبيرة ، وبعض الأسطح ليست كبيرة بما يكفي لتناسب عدد الألواح الشمسية المراد امتلاكها ، فإذا لم يكن هناك مساحة لجميع اللوحات ، يمكن اختيار تثبيت عدد أقل لتلبية بعض الاحتياجات من الطاقة .

١-١٠ تطبيقات الخلايا الشمسية:

يتم استخدام الالواح الشمسية في دول كثيرة حول العالم لكونها وسيلة صديقة للبيئة لإنتاج الطاقة ولانها قادمة من الشمس فلا تسبب ضرر للارض . وإذا قمت بجولة في منطقتك، قد تشاهد ألواحًا شمسية مثبتة على أسطح المنازل والمباني التجارية. [١٩]

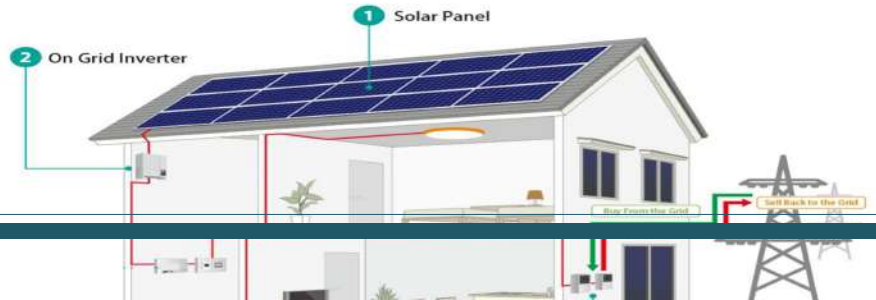
توجد العديد من التطبيقات التي تعتمد على الخلايا الشمسية كمصدر أساسي مزوّد للطاقة والتي ازداد استخدامها في الفترة الأخيرة والتي تعتمد اعتمادًا أساسيًا على الخلايا الشمسية، حيث إنها تتميّز بانخفاض تكلفتها، وتطور صناعتها. وبذلك فيعد استخدام تلك التطبيقات بمثابة الاستثمار الناجح على المدي البعيد.

١-١١ ابرز تطبيقات الخلايا الشمسية:

١- توليد الطاقة الكهربائية:

هذا أحد تطبيقات الطاقة الشمسية التي اكتسبت الكثير من الزخم في السنوات الأخيرة. مع انخفاض تكاليف الألواح الشمسية وزيادة وعي المزيد من الناس بالفوائد المالية والبيئية للطاقة الشمسية؛ أصبح الوصول إلى الكهرباء الشمسية أكثر سهولة. بينما لا تزال نسبة مئوية صغيرة جداً من الكهرباء المولدة في الولايات المتحدة «١.٩٪ في عام ٢٠١٧»، فإن الكهرباء الشمسية تنمو بسرعة «تضاعفت ثلاث مرات تقريباً على مدار ثلاث سنوات وفقًا لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

عادةً ما يتم تثبيت نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزع على أسطح المنازل أو الشركات. تولد أنظمة الطاقة الشمسية هذه الكهرباء لتعويض استخدام مالك العقار وإرسال أي فائض في الإنتاج إلى الشبكة الكهربائية.



٢- تسخين المياه بالـ

تمتد استخدامات الطاقة الشمسية إلى أنظمة تسخين المياه. تنتج معظم حلول تسخين المياه بالطاقة الشمسية الماء الساخن الذي يتم استهلاكه داخل المنزل.

تستخدم سخانات المياه بالطاقة الشمسية خلية على السطح لامتصاص حرارة الشمس ونقلها إلى خزان المياه.

٣- النقل بالطاقة الشمس

قد تكون المركبات الك
على نطاق واسع حتى ا

يتم إنشاء هذه الطاقة الك

ة غير متاح

٤- بطار

منظم ش
وقدرة
متحرك
خلايا ش

حسب عدد
نظام إنارة
نه من لوحة

الشكل (١-١١) بطارية الطاقة الشمسية.

٥- أنظمة الانارة بالطاقة الشمسية:

ته
ال
و

س أو
لوي،

الشكل (١-١٢)الانارة بالخلايا الشمسية

٦- الري بالطاقة الشمسية:

اكثر المشاكل انتشارا فى قطاع الزراعة هى مشكلة توفير المياه والتى تتمثل فى الارتفاع المتزايد لاسعار الوقود المستخدم فى تشغيل طلمبات رفع مياه الرى وايضا ارتفاع اسعار نقله و تفريغه ، و بالاضافة الى مشاكل مولدات الديزل و تكلفة صيانته والعمر الافتراضى له.

لذلك تتجه الدولة إلى استخدام مضخات ري تعمل بالطاقة الشمسية لتوفير المياه اللازمة لاستصلاح و زراعة الاراضي في مشاريع المليون و نصف المليون فدان

ولقد أثبتت الدراسات الاقتصادية وكذلك التجربة العملية بان فترة استرداد رأس المال الخاصة بـ مضخات المياه بالطاقة الشمسية مقارنة بمضخات الديزل تتراوح بين ٤ : ٧ سنوات علما بأنه مازال هناك دعم من الدوله المصرية للوقود التقليدى وكل المؤشرات تؤكد تحول السياسات لدعم الطاقات النظيفه كبديل أمثل للطاقات التقليدية الملوثة للبيئة .

لذلك " شركة مودرن سيتي "بتركيب طلمبات الرى او "مضخات المياه بالطاقة الشمسية" بشكل متكامل من البداية وحتى التشغيل لاى مشروع

ومن التطبيقات الشائعة لإستخدام مضخات الري بالطاقة الشمسية

١- رفع المياه من الابار الجوفية باستخدام المضخات الغاطسه لغرض الرى بالتنقيط او الرش

٢- رفع المياه من القنوات باستخدام المضخات الغاطسه او السطحية لأغراض الرى بالغمر ولجميع التطبيقات الاخرى

٣- رفع المياه من الابار بالمناطق الدائنة للشرب والاغراض الاخرى

٤- استخدام المضخات السطحية فى تقليب المياه لتنقية حمامات السباحة

الفصل الثاني

٢-١ كفاءة الخلايا الشمسية:

ان كفاءة التحويل من أهم خصائص اللوحات الشمسية (اللوحات الكهروضوئية PV) و تقوم الشركات العالمية بصرف مليارات الدولارات سنويا لتحسين كفاءة منتجاتها وتعتبر كفاءة الالواح الشمسية هي النسبة المئوية للطاقة الشمسية التي يتم تحويلها إلى كهرباء قابلة للاستخدام. تعد زيادة كفاءة التحويل هدفًا مهمًا للبحث لأنها تساعد في جعل تقنيات الألواح الشمسية تنافسية من حيث التكلفة مع مصادر الطاقة التقليدية. كلما زادت كفاءة الألواح الشمسية لديك ، زادت الكهرباء التي ستنتجها لكل كمية من طاقة ضوء الشمس التي تضرب الخلية ، مما يتطلب مساحة سطح أقل لتلبية احتياجاتك من الطاقة. تعتبر كفاءة الخلية الشمسية من العوامل الهامة عند اختيار الألواح الشمسية وتعبر عن مدى كفاءة الخلية الشمسية في تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. وكلما كانت كفاءة الألواح الشمسية أعلى هذا يعني أنها ستنتج المزيد من الطاقة (الواط) بالمقارنة مع ألواح شمسية بنفس الأبعاد بكفاءة خلية أقل .وتتنافس الشركات الصانعة في رفع كفاءة الخلية الشمسية بتطوير تقنيات عديدة تساهم في رفع كفاءتها وقد وصلت نسبة أعلى كفاءة خلية إلى ٢٣%.يمكن حساب كفاءة الالواح الشمسية : بقسمة أقصى قدرة يمكن الحصول عليها من اللوح على حاصل ضرب القدرة الإشعاعية (١٠٠٠ واط بالمتر المربع) بمساحة اللوح وتكون كفاءة اللوح الشمسي أقل بحوالي ٢٠% من كفاءة الخلية الشمسية نفسها. [٢٠].

الشكل (٢-١)أفضل كفاءة خلايا كهروضوئية لعام ٢٠٢١ شهر ٦.

أفضل كفاءة الخلايا الكهروضوئية بالترتيب لشهر 6 عام 2021

Manufacturer	Model	Max power (W)	Cell Type	Efficiency
SUNPOWER	Maxeon 3	400W	N-type **IBC**	22.8 %
LG	Neon R	380W	N-type **IBC**	22.0 %
REC Solar	Alpha Pure	405W	N-type **HJT** Half-cut	21.9 %
Panasonic	EverVolt	380W	N-type **HJT** Half-cut	21.7 %
Silfab Solar	Elite BK	405W	P-type **IBC**	21.4 %
JinkoSolar	Tiger N-type 66TR	410W	N-Type Mono Half-cut	21.4 %
FuturaSun	FU 360 M Zebra	360W	N-type **IBC** Half-cut	21.3 %
HYUNDAI	HiE-S400UF	400W	P-Type Mono Shingled	21.3 %
Trinasolar	Vertex S	405W	P-Type Mono Half-cut	21.1 %
SPIC Solar	Andromeda	355W	N-type **IBC** Half-cut	21.0 %
ASTRONERGY	Astro 4 Semi	380W	P-Type Mono Half-cut	20.9 %
Q CELLS	Q.PEAK DUO ML-G9	390W	P-Type Mono Half-cut	20.8 %
YINGLI SOLAR	YLM 120	380W	P-Type Mono Half-cut	20.8 %
WINAICO	WST-375MG	375W	P-Type Mono Half-cut	20.6 %
LONGi Solar	Hi-MO 4	375W	P-Type Mono Half-cut	20.6 %
SOLARIA	Power XT	370W	P-Type Mono Half-cut	20.5 %
CanadianSolar	HiDM CS1H-MS	345W	P-Type Mono Shingled	20.4 %
SUMEC Phono Solar	TwinPlus M4-98-R	375W	P-Type Mono Half-cut	20.4 %
JA SOLAR	JAM60S10	345W	P-Type Mono Half-cut	20.2 %
SERAPHIM	SII - Shingled	365W	P-Type Mono Shingled	20.2 %

٢-٢ تحديد كفاءة الالواح الشمسية:

يقيس الباحثون كفاءة الخلية الشمسية للتنبؤ بكمية الطاقة التي ستولدها الخلية.

ناتج التيار والجهد هو الكهرباء.

يتم قياس الخواص الكهربائية للألواح الشمسية باستخدام علاقات التيار والجهد.

عندما يتم توصيل مقاومة "حمل" محددة بين طرفي خلية أو وحدة ، يتم ضبط التيار والجهد المنتج (التيار من خلال موصل بين نقطتين يتناسب طرديًا مع فرق الجهد عبر النقطتين). [٢١]

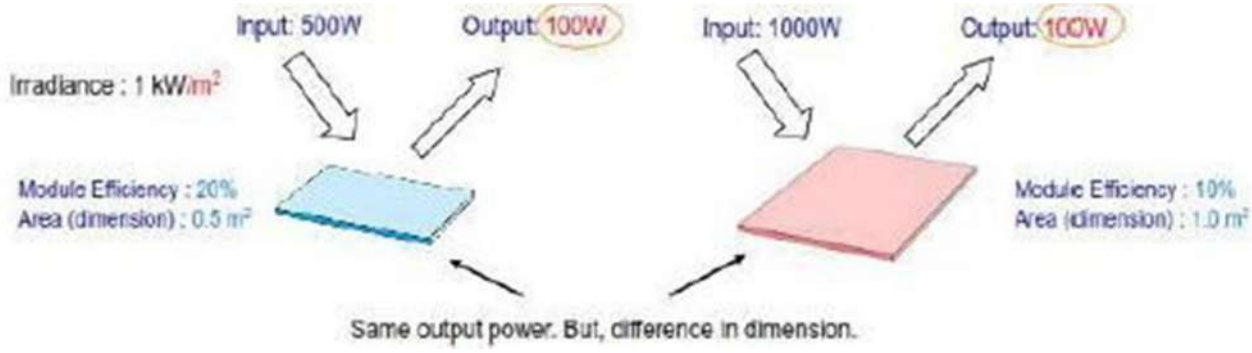
يتم تقييم الكفاءة من خلال تعريض الخلية لكمية أساسية ثابتة من الضوء مع الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للخلية وقياس التيار والجهد المتولد لمقاومات الحمل المختلفة.

وكذلك تحدد كفاءة الخلية من خلال بنية الخلية ومواد السيليكون الأساسية المستخدمة والتي قد تكون من نوع P أو نوع N. وقد ظهرت أعلى كفاءة لخلية نوع N-type IBC والتي وصلت إلى ٢٢.٨% خلال السنوات الأخيرة. [٢٢].

٢-٣ علاقة الكفاءة مع مساحة اللوحات:

تحدث الكفاءة فرقاً كبيراً في مقدار مساحة السطح المطلوبة، فكلما كانت إنتاجيه الألواح ذات الكفاءة العالية أكبر لكل متر مربع تتطلب مساحة أقل، وهذه ميزة مهمة لا بد من أخذها في الاعتبار، وهي كفاءة اللوح الشمسي ومساحته.

مثال على ذلك: إذا توفر لدينا لوح شمسي بمساحة واحد متر مربع، يمكنه إنتاج طاقة ١٠٠ واط وكانت طاقة الإشعاع الشمسي الساقط عليه ١٠٠٠ واط لكل متر مربع، فإن كفاءة اللوح ١٠% فقط بينما اللوح الشمسي بمساحة ٠.٥ متر مربع يسقط عليه طاقة إشعاع شمسي بمعدل ٥٠٠ واط لكل متر مربع، ويمكنه إنتاج طاقة بقدرة ١٠٠ واط، فإن كفاءة اللوح ٢٠%.[٢٣]



٦- جودة التركيب والتوصيل: يجب تركيب وتوصيل الخلايا الشمسية بطريقة دقيقة وبجودة عالية للحصول على كفاءة أعلى.

٢-٥ طرق تحسين كفاءة الخلايا الشمسية:

هناك العديد من الطرق لتحسين كفاءة الخلايا الشمسية وزيادة إنتاج الطاقة الكهربائية. ومن بين هذه الطرق:

١- استخدام مواد شبه موصلة عالية الكفاءة: يتم استخدام مواد شبه موصلة عالية الكفاءة في صناعة الخلايا الشمسية لزيادة كفاءتها، مثل السيليكون الكريستالي والجاليوم والكادميوم.

٢- زيادة كثافة الأشعة الشمسية المتلقاة: يمكن زيادة كفاءة الخلايا الشمسية من خلال زيادة كثافة الأشعة الشمسية المتلقاة، ويمكن القيام بذلك بوضع المرايا المنعكسة للأشعة الشمسية خلف الخلايا الشمسية لزيادة كثافة الإضاءة.

٣- تحسين تصميم الخلايا الشمسية: يمكن تحسين تصميم الخلايا الشمسية لزيادة كفاءتها، ويمكن ذلك عن طريق استخدام تقنيات تصميم مثل الخلايا الشمسية ثنائية الأبعاد والخلايا الشمسية ذات البنية النانوية.

٤- تحسين عملية التصنيع: يمكن تحسين عملية تصنيع الخلايا الشمسية لزيادة كفاءتها، وذلك عن طريق تحسين عمليات النقل والتحكم في درجة الحرارة والتعرض للضوء.

٥- تطوير خلايا شمسية جديدة: يتم تطوير تقنيات خلايا شمسية جديدة باستمرار، وهذا يشمل استخدام مواد مختلفة وتصميمات جديدة وتقنيات إنتاج جديدة، مما يمكن أن يؤدي إلى زيادة كفاءة الخلايا الشمسية.

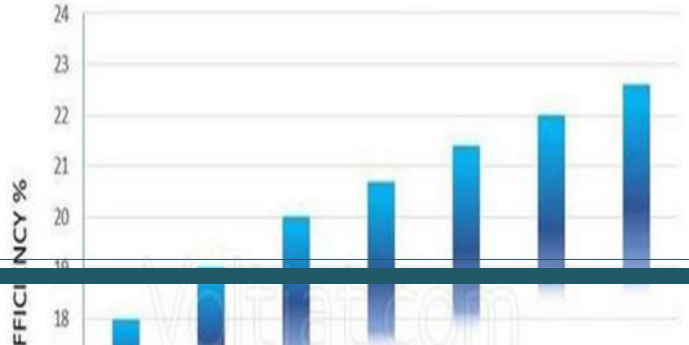
٢-٦ كفاءة أنواع الخلايا الشمسية:

مثال على حساب كفاءة الخلايا الشمسية: لوح شمسي بقدرة ٢٠٠ واط ومساحته ١.٤ متر مربع، وأن طاقة الإشعاع الشمسي الساقط عليه بمعدل ١٠٠٠ واط لكل متر مربع، احسب كفاءة اللوح الشمسي.

كفاءة الخلية أو الخلايا الكهروضوئية (%) = (قدرة الخلية أو الخلايا ÷ (مدخل إشعاع الضوء W/m2 × مساحة الخلايا بالمتر مربع 100 × ((m2) = ٢٠٠) ÷ (١٠٠٠ × ١.٤)) × ١٠٠ = ١٤.٣%

ملاحظة مهمة: يفضل عند حساب كفاءة الخلايا الشمسية أن نقيس طول وعرض الخلية نفسها وضربها في عدد الخلايا، وتحويلها للمتر لكي تحصل على قيمة كفاءة دقيقة، وليس أن نقيس كامل اللوح الشمسي عند تحصل على قيمة مرتفعة نسبياً، لأن اللوح به مساحات فارغة بين كل خلية والخلية الأخرى، وكذلك الفراغ الموجود بين الإطار والخلايا.

الكفاءة	نوع الخلية الشمسية
to 18% 15	Polycrystalline
to 19% 16.5	Mono crystalline



الشكل (٢-٣)كفاءة انواع الخلايا الشمسية.

٢-٧ التقنيات الحديثة في زيادة كفاءة الخلايا الشمسية:

عمل العلماء على تطوير تكنولوجيا الخلايا الشمسية الكهروضوئية منذ إختراعها بغية الحصول على خلايا ذات كفاءة أعلى ومردود أكبر. و بالنتيجة يتم تحسين كفاءة هذه الخلايا بحوالي الدرجة الواحدة كل سنة حتى وصلت إلى كفاءات تزيد عن ال ٢٠% للخلايا الشمسية التجارية بينما تخطت كفاءة الخلايا الشمسية ذات الاستخدامات الخاصة ال ٤٠%.

١- خلايا بيرك (PERC Cells)

هذا الاسم هو اختصار لـ Passivated Emitter and Rear Cell أو لـ Passivated Emitter and Rear Contact. وهذا يعني حرفياً: "تخميل الباعث والخلية الخلفية أو تخميل الباعث والاتصال الخلفي".

إن الاختلاف الأساسي بين خلايا بيرك PERC والخلايا الشمسية العادية هو وجود طبقة التخميل على السطح الخلفي للخلية، وهذه الطبقة عبارة عن مواد موجودة على السطح الخلفي للخلية تقدم ثلاثة فوائد فيما يتعلق بكفاءة الخلية الشمسية:

١-عكس الضوء عبر الخلية: عندما يسقط الضوء على الخلية الشمسية فإن قسما من الإشعاع الشمسي يتم امتصاصه في طبقة الامتصاص بينما القسم الباقي يعبر داخل الخلية ليصل إلى السطح المطلي بطبقة التخميل، والتي بدورها تقوم بعكس الاشعاع الشمسي باتجاه طبقة الامتصاص ليتم امتصاص المزيد من الطاقة الموجودة في الإشعاع الشمسي.

٢-تقليل عمليات إعادة الاتحاد للإلكترونات: إن وجود هذه طبقة التخميل يقلل عمليات إعادة الاتحاد للإلكترونات وبالتالي تزداد كفاءة الخلية الشمسية.

٣-تقليل الامتصاص الحراري.

السيليكون يستطيع امتصاص الأشعة الضوئية بطول موجة حتى ١١٨٠ نانومتر، اما الأشعة الضوئية ذات طول الموجة الأكبر من ذلك فهي تعبر من خلال السيليكون لتصل إلى الجزء المعدني الخلفي للخلية حيث يتم امتصاصها وتتحول إلى حرارة تقلل من كفاءة الخلية الشمسية.

تكون طبقة التخميل الموجودة في خلايا بيرك PERC مصممة لتعكس الأشعة الضوئية ذات طول الموجة الأكبر من ١١٨٠ نانومتر فتقلل بذلك من درجة حرارة الخلية وتزيد من كفاءتها.

تؤدي تقنية الخلايا الشمسية PERC إلى:

١- يتم تقليل إعادة التركيب الإلكتروني بشكل كبير.

٢- يتم امتصاص المزيد من الضوء.

٣- يتم اختبار انعكاس داخلي أعلى.

لا يتم امتصاص كل ضوء الشمس من خلال الخلايا الشمسية غير PERC ، ولكن مع وجود طبقة عازلة على الجانب الخلفي من خلية شمسية PERC ، ينعكس ضوء الشمس غير الممتص بواسطة الطبقة الإضافية إلى الخلية الكهروضوئية الشمسية لمحاولة امتصاص ثانية.

تمكن هذه العملية مصنعي الألواح الشمسية من تحقيق كفاءات أعلى من الخلايا الشمسية التقليدية.

إلى جانب ذلك ، هناك تعديلات طفيفة بين تصنيع الخلايا الشمسية الحالية وخطوط تكنولوجيا الخلايا الشمسية PERC ، مما يجعل الانتقال إلى هذه التكنولوجيا أكثر وضوحا وفعالية من حيث التكلفة. تتميز الألواح الشمسية PERC بكثافة طاقة أعلى لكل متر مربع وتتميز بأداء محسن في ظل ظروف الإضاءة المنخفضة ودرجات الحرارة المرتفعة. لذلك ، يمكن للمصممين استخدام عدد أقل من الألواح الشمسية الكهروضوئية لتحقيق أهداف الإنتاج الإجمالية أو يمكنهم زيادة إنتاج الطاقة إلى أقصى حد إذا لم تكن المساحة علاوة. تمكن المصممين من أن يكونوا أكثر مرونة واستجابة لأهداف المشروع.

٢- تقنية نصف الخلية الشمسية Half Cut Solar Cell:

يتم الحصول على أنصاف الخلايا الشمسية من خلايا السيليكون الشمسية الكهروضوئية مونو أو بولي حيث يتم تقطيعها في المنتصف تماماً بشكل دقيق بواسطة الليزر. و تقدم تقنية نصف الخلية الشمسية فوائد عدة بالمقارنة مع الخلايا الشمسية العادية الكاملة، و أهمها الزيادة في الأداء و الزيادة في التَحمل. إن تقنية أنصاف الخلايا تؤمن زيادة في كفاءة الألواح الشمسية وبالتالي تؤدي إلى تحسين قيمة الإنتاج. و من ناحية أخرى فإن هذه الخلايا أكثر قدرة على تحمل الصدمات بالمقارنة مع الخلايا العادية الكاملة وذلك بسبب كونها أصغر بالحجم مما يجعلها أقل عرضة للشقوق و الكسر. بشكل عام، رغم ارتفاع سعر هذه الألواح في يومنا هذا، فإن المستثمر يستطيع تحقيق عائدا أفضل من الاستثمار وخاصة في الأماكن التي يكون النظام فيها مقيداً بالمساحة من حيث الاتساع أو ارتفاع تكلفة الأرض، و من حيث التظليل كأن أن يمر فوق مكان تركيب النظام خطوط كهربائية.

كيف تحسن تقنية نصف الخلية الشمسية أداء الألواح الشمسية؟

يمكن تلخيص كيفية تحسين تقنية نصف الخلية الشمسية لأداء الألواح الشمسية بالنقاط التالية:

تقليل الضائعات الناتجة عن المقاومة

نعلم أن الضياعات الكهربائية تعطى بالعلاقة التالية:

الضياعات الكهربائية = (التيار المار)٢ × المقاومة

تقل الضياعات في اللوح الشمسي نتيجة لقطع الخلايا في المنتصف وطريقة تجميعها. وكون الضياعات تتناسب مع مربع التيار، لذلك فإن قطع الخلايا في المنتصف يقلل من قيمة التيار المار إلى النصف و بالتالي تقل قيمة الضياعات بنسبة الربع كما هو موضح في الشكل المدرج.

قدرة محسنة على تحمل التظليل

تتميز أنصاف الخلايا بقدرة عالية على تحمل التظليل وذلك ليس فقط بسبب كون الخلية مقطوعة في المنتصف وإنما بسبب طريقة التوصيل المختلفة.

تكون الخلايا موضوعة بشكل صفوف ومتصلة مع بعضها بشكل تسلسلي في الألواح التقليدية المكونة من خلايا كاملة. بالنسبة للوصل التسلسلي، إذا تعرضت خلية واحدة من الصف للتظليل ولم تكن تنتج طاقة (بقعة ساخنة فيتوقف الصف الحاوي على الخلية المظللة بأكمله عن إنتاج الطاقة. و بشكل عام، يوجد ثلاثة صفوف من الخلايا في الألواح العادية و لذلك فإننا نخسر ثلث قدرة اللوح على إنتاج الطاقة عند توقف أحد الصفوف عن الإنتاج.

الكفائة الأعلى : – ما فائدتها؟

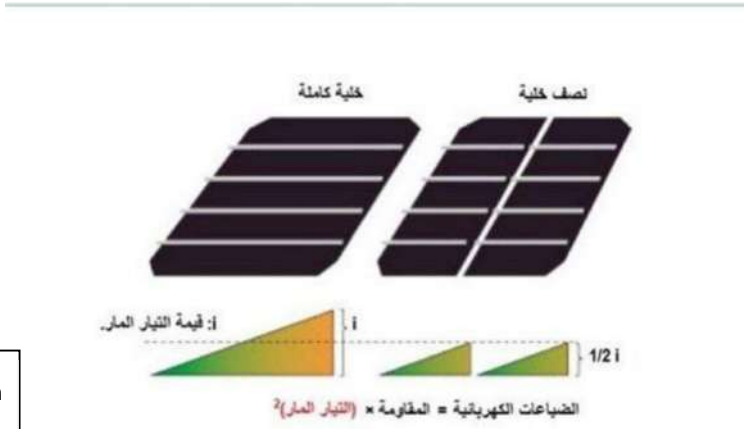
الألواح ذات ال١٢٠ خلية يتم تصنيعها من خلايا عادية جدا يتم تقطيعها الى النصف بواسطة شعاع ليزر ثم برطها مع بعض بطريقة مختلفة عن الطريقة التقليدية في التوصيل.

١. الألواح الـHalf Cells تعطي في جميع الحالات فولت اقل و تيار اعلى في اي وضعية و اي ظروف للظلال . و لا يوجد فروق ملموسة في التوليد النهائي للطاقة بين النوعين في الظروف العادية دون ظلال.

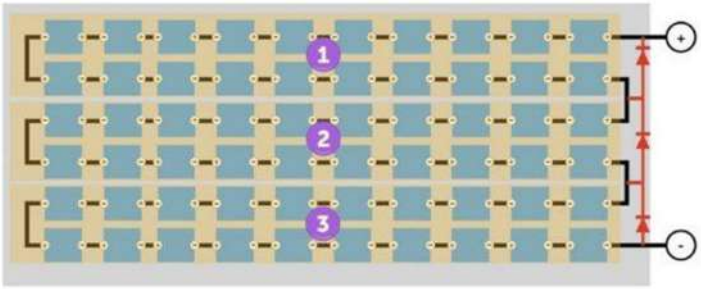
٢. دمار شامل في التوليد للنوعين عند التركيب Portrait – يجب تركيب النوعين في وضعية Landscape و لا صحة لمقولة ان الHalf Cells تركب في اي اتجاه.

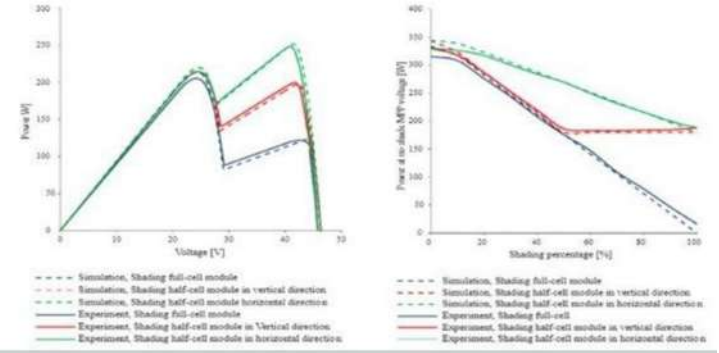
٣. الألواح Half Cells تعطي فولت Voc اقل ١.٥% و تيار Isc اكبر ٤% في الظلال – يعني النتيجة النهائية كفاءة افضل ٢.٥% في الظلال.

٤. استخدم هذه الألواح عند تعرض موقع المشروع للظلال و في المناطق الجغرافية شمال مصر التي تتعرض للحساب الكثيف في الشتاء شرط ان لا يزيد سعرها اكثر من ٤% عن الأنواع العادية لتحقيق الجدوي الأقتصادية.



شكل (٢-٤) التقنيات الحديثة في زيادة كفاءة الخلايا الشمسية.





ذا « الكهف: ١١٠»)

ا نحن نخط بأقلامنا الخطوط الأخيرة لهذا البحث بعد رحلة كبيرة من الجهد والتعب

هذا وقد كانت رحلة ممتعة تستحق التعب والعناء، وهي كانت رحلة ارتقت بالفكر والعقل وقد عرجت بالأفكار الهامة لهذا الموضوع، وما هذا الجهد إلا نقطة في بحر العلم وجهد العلماء الذين سيقونا في العلم والبحث، وهذا الجهد هو قليل على البحث العلمي ولكن يكفينا شرف المحاولة، فإن أخطأنا فمن أنفسنا والشيطان، وإن وفقنا فمن الله عز وجل، وقد قال عماد الدين الاصفهاني :"رأيت انه لا يكتب انسان كتابا في يومه إلا قال في غده لو غير هذا لكان احسن ولو زيد كذا لكان يستحسن ولو قدم هذا لكان افضل ولو ترك هذا لكان اجمل وهذا من اعظم العبر وهو دليل على استيلاء النقص على جملة البشر.." .

وأخيراً لقد تقدمنا باليسير في العلم، ونرجو أن نكون قد وفقنا وينال رضاكم، وصل اللهم وسلم على سيدنا محمد النبي الأمي وخير معلم والهادي والمبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين.

المصادر والمراجع

١) مجلة العلم مقالات احمد محمد عوف
٢) أرخص مكثف للطاقة الشمسية مراجعة التكنولوجيا ، ٢٠ فبراير ، ٢٠٠٩
٣) قالب Internet source
4) ٤GBI Research (2011). "Thin Film Photovoltaic PV Cells Market -Analysis to 2020 CIGS Copper Indium Gallium Diselenide to Emerge as the Major Technology by 2020" gbiresearch.com
5) -٥"Amorphes Silizium für Solarzellen" (PDF .(بالألمانية)) (Archived from the original (PDF) on 2011-07-19.
6) -٦J. M. Pearce, N. Podraza, R. W. Collins, M.M. Al-Jassim, K.M. Jones, J. Deng, and C. R. Wronski (2007). "Optimization of Open-Circuit Voltage in Amorphous Silicon Solar Cells with Mixed Phase (Amorphous + Nanocrystalline) p-Type Contacts of Low Nanocrystalline Content" (PDF). Journal of Applied Physics مؤرشف من الأصل في . ٢٠١١-٠٦-١٤. اطلع عليه بتاريخ أكتوبر ٢٠٢٠.
٧) محمد سناجلة
٨) ٨-ويكيبديا
٩) ٩-موقع الجزيرة (تكنولوجيا العالم)
١٠) القصراوي، سماح مصطفى محمد "دور التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة" كلية الدراسات العليا، الجامعة الاردنية، (٢٠٠٥)
١١) (الدراجي، رنا مجيد ياسين "ستراتيجيات العمارة الشمسية ضمن البنية الثابتة
١٢) والديناميكية لها " رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة بغداد ، (٢٠٠٦)
١٣) محمد سليم، يونس محمود ، " اثر قرارات التصميم المناخي الخاصة بالسيطرة على اشعة الشمس في ضوابط بناء المساكن لمدينة بغداد"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنلوجية،(١٩٩٧)
١٤) الأخرس أسامة ،كل ما تريد معرفته عن الخلايا الشمسية ٢٠١٤
15) http://entaj-zra3y.blogspot.com/2013/07/blog-post_22.html
١٦) أيفن روبرت، شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة ترجمة د. فيصل
١٧) الاء محمد الدخاخني
18) S. C. Rowe et al., "Experimental evidence of an observer effect in high-flux solar simulators," Sol. Energy, vol. 158, no . July 2016, pp. 889–897, 2017
19) V. Esen, Ş. Sağlam, and B. Oral, "Light sources of solar simulators for photovoltaic devices: A review," Renew. Sustain . Energy Rev., vol. 77, no. xxxx, pp. 1240–1250, 2017 .
20) D. S. Sowmy, P. J. Schiavon Ara, and R. T. A. Prado ،Uncertainties associated with solar collector efficiency test using an artificial solar simulator," Renew. Energy, vol. 108, pp ٢٠١٧ ،٦٤٤–٦٥١
21) International Energy Agency Co-operative program on photovoltaic power systems; 2010 .
22) Lecture 18 : Photodetectors Photodetector principle ".
23) Hamamatsu, "Photodiode Technical Information," pp. 18-2007
٢٤) د .علي هادي الحمداني " الخلايا الشمسية باستخدام تصاميم جديدة لمركز حوضي مركب نوع ثنائي المرايا المغطى بعدسات فرينل" (٢٠٠٩) ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، ٢٧، ٣- ١ ،٥
٢٥) د. رائد فاضل فهد
26) Martin A.Green, "Silicon Solar Cell, Advanced Principles & Practice", Center for Photovoltaic Devices and Systems, University of New South Wales ،Australia, (1995)
27) H. B. Serreze, "Optimizating Solar Cell Performance by Simultaneous Consideration of Grid Pattern Design and Interconnect Configuration ،"Conference Record, 13th IEEE Photovoltaic Specialist Conference ،Washington, D.C., (1978)
28) TJ. Mark and M. Delucchi, 3T5U"A Path to Sustainable Energy by 2030"U3T5, 3T5UScientific AmericanU3T5, 301 (5), 58–65 (2009)
29) Y .S. Tsuo, J.M. Gee, P. Menna, D.S. Strebkov, A. Pinov, V. Zadde ،Environmentally Bening Silicon Solar Cell Manufacturing", Presented at the 2 nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion; Vienna, Austria; 6-10 July (1998 .(
30) TG. Kopp and J. Lean, "A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance". Geophys. Res. Lett., L01706 (2011)
31) TR. Willson and A. Mordvinov, "Secular total solar irradiance trend during solar cycles", Geophys. Res. Lett., 30(5), 21–23 -2003
32) G. Smestad, H. Ries, R. Winston and E. Yablonovitch, "The Thermodynamic Limits of Light Concentrators" , Solar Energy Materials 21, 99-111(1990)1T .
33) TB. Myriam and G. Newsham, "Effect of daylight saving time on lighting energy use: a literature review", Energy Policy 36(6), 1858–1866. (2008).