دراسة اثر استخدام الطاقة الشمسية في المؤسسات والمنازل والمشاريع الزراعية

بحث تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الكهربائية (قدرة)

اعداد الطلاب:

ازهري عوض الكريم الامين جلال الدين
انس عباس عبد القادر احمد
عبد الناصر محمد محمدعلي ابراهيم
وصال محمد عثمان احمد

اشراف:

أ. معاذ محمد الحسن

قسم الهندسة الكهربائية

كلـية الـهندسة

جـامعة الـشيخ عـبدالله الـبدري

مارس 2022م

بسم الله الرحمن الرحيم

آيـة

قال تعالي :(والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم)

يس:38

الي من يخفق قلبي لذكراها وتزول همومي بلقائها ودعائها ويعجز لساني عن شكرها .. الي الغالية

امي

****

الي مصباح حياتي الذي ينير لي الدرب الشائك الطويل.. الي من يضحي بكل مالديه.. كنت جسر لتعرف امنياتي معني الوصول.. الي

والدي العزيز

****

الي توأم روحي وجسدي الي من كانو لي سندا علي الدوام وربيعا لحياتي الي من شاركني السنين حلوها ومرها،لحظة بلحظة، ياعة بساعة

اشقائي

****

الحمد الشكر لله بدا وختاما .. سبحانه وتعالي من قال: (واذ تأذن ربكم لئن شكرتم لازيدنكم)
(سورة ابراهيم: الاية 7)

****

وصلاة وسلام علي خير الانام صلي الله عليه وسلم من قال: (من لا يشكر الناس لا يشكر الله)
(رواه احمد، وابو داؤود، والترمذي) صحيح البخاري

****

وختاما ونحن علي ابواب التخرج لا بد لنا أن نقيف لحظة للتقدم بجزيل الشكر والعرفان الي اسرة كلية الهندسة جامعة الشيخ عبد الله البدري، ونخص بذلك رسل العلم الذين لم يبخلوا علينا من بحرهم وعلمهم، اعضاء هيئة التدريس بقسم هندسة الكهرباء

****

خالص الشكر للاستاذ / معاذ محمد الحسن

الذي تفضل مشكورا بالإشراف علي هذا المشروع والذي زودنا بتوجيهاته ونصائحه القيمة وذلل لنا الصعوبات والذي اخذنا من وقته ساعات طويلة من اجل البحث والتدقيق

****

كما نتوجه بالشكر لكل من كانت له وقفه في هذا البحث حتي يري الضوء

****

الفهرس

	الموضوع	رقم الصفحة
	الآية	I
	الإهداء	II
	الشكر والعرفان	III
	المستخلص	VI
	Abstract	VII
الفصل الاول : المقدمة		
1-1	المقدمة	1
2-1	مشكلة البحث	4
3-1	اهمية البحث	4
4-1	منهجية البحث	4
5-1	محتوي البحث	4
الفصل الثاني الطاقة الشمسية		
1-2	الطاقة الشمسية	5
2-2	اقتصادية الطاقة الشمسية	5-6
3-2	مكونات الخلايا الشمسية	6
4-2	انوع الالواح الشمسية	7-9
5-2	انواع انظمة الطاقة الشمسية	9
6-2	انواع قواعد تثبيت الالواح الشمسية	10
7-2	بطاريات الطاقة الشمسية	10-12
8-2	منظمات الشحن	12
9-2	Inverter	13-14
10-2	الطاقة الشمسية في المؤسسات	14-15
11-2	الطاقة الشمسية في المنازل	15-18
12-2	الطاقة الشمسية في المشاريع الزراعية	18-22
13-2	اثر استخدام الطاقة الشمسية في تقليل العجز	22
14-2	مولدات الطاقة الشمسية	22-25
	الفصل الثالث	
1-3	نموزج لاستخدام الطاقة الشمسية في المؤسسات	26
2-3	نموزج لاسخدام الطاقة الشنسية في المنازل	30
3-3	نموزج استخدام الطاقة الشمسية في المشاريع الزراعية	32
	الفصل الرابع	
1-4	النتائج	33-34
2-4	الخلاصة	34
	الفصل الخامس	
1-5	الخاتمة	35

2-5	التوصيات	35
3-5	المصادر	36

فهرس الاشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1-2	الالواح الاحادية	8
2-2	الالواح متعددة الكريستال	8
3-2	يوضح الخلايا الرقيقة	9
1-3	نموذج لتأهيل محطات المياه	27
2-3	الألواح الشمسية	27
3-3	قواعد التثبيت	28
4-3	طريق توصيل الالواح	28
5-3	inverter	29
6-3	الالواح الشمسية	30
7-3	البطاريات ومنظم الشحن	31
8-3	الالواح الشمسية	32
9-3	inverter	32

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	الصفحة
1-2	اهم انوع البطاريات المتواجدة بالسوق	12
2-2	مقارنة بين منظمات الشحن المتوفرة بالسوق	13
3-2	مقارنة بين نوعين منinverter	14

المستخلص

نجد ان في السنوات الاخيرة في السودان ازدادت قطوعات التيار الكهربي بسبب الطلب المتزايد علي الطاقة الكهربائية وارتفاع اسعار الوقود الاحفوري والصيانة في التور بينات والمحطات الحرارية ونظرا لذلك تناول و هذا البحث دارس اثر استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية في المؤسسات والمنازل المشاريع الزراعية بدلا عن توليد الطاقة الكهربائية بالطرق التقليدية ووجدنا ان استخدام الطاقة الشمسية صديق للبيئة وذات عائد اقتصادي للدولة ولا يوجد بها حاجة للنقل والتوزيع وعمرها الافتراضي طويل وقمنا بدارسة محطة مياه ووجدنا ان استخدام الطاقة الشمسية افضل من الطاقة الكهربائية العامة من الناحية الاقتصادية والكفاءة .

Abstract:

We find that in recent years in Sudan, the power cuts have increased due to the increasing demand for electrical energy and the high prices of fossil fuels and maintenance in turbines and thermal plants .In view of this, this research examined the impact of the use of solar energy in generating electrical power in institutions and homes, agricultural projects instead of power generation .Electricity using traditional methods, and we found that the use of solar energy is environmentally friendly and has an economic return to the state, and there is no need for transmission and distribution, and its life span is long.

الفصل الأول

المقدمة

1-1 المقدمة

الطاقة الشمسية مصدر من مصادر الطاقة المتجددة وصورة من صور الطاقة المختلفة .فالشمس هي كرة كبيرة هائلة من الغازات الساخنة وقرص الشمس ذو سطوع منتظم ودرجه حرارة سطح5762ك وتصل الاشعة والانبعاثات الشمسية الي الارض كطاقه حرارية ويمكن حسابها بواسطه معادلات ستيفن بولترمان والمعدل الذي تصل به الطاقة الشمسية الي قمة الهواء الجوي يسمي ثابت الشمس وهو كمية الحرارة المستقبلة في وحدة الزمن علي وحدة مساحة عمودية علي اتجاه الشمس عند متوسط المسافة بين الشمس والارض وتنخفض قيمة الاشعاعات الشمسية عند وصولها الي سطح الارض نتيجة لتأثير الانتشار والاستطارة والتفرق لغازات الهواء الجوي وجسيمات الاتربة الموجودة فيه بالرغم من انها شديدة الانتشار ودورية الا انها لا تعتمد عليها غالبا فهي تحتاج لأنظمة ومكونات لتجميعها وتركيزها بكفاءة لتحويلها لأي استخدامات وتنفيذ التحويل بأكبر كفاءة ممكنه .ولها مصدرين تجميع تكنلوجي وطبيعي . الطريقة المفيدة لحصد الطاقة الشمسية هي بتحويلها مباشرة الي طاقه كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية الفولتية .عند سقوط ضوء الشمس علي الخلايا الشمسية فإنها تولد تيار كهربي مستمر بدون استخدام أي مولد ميكانيكي أي انه لتحويل الطاقة يحدث تحويل مباشر لضوء الشمس الي كهرباء ومرحلة التحويل الي الشكل الحراري الديناميكي لا يكون موجود .يعرف التأثير الضوئي الفولتي بأنه توليد قوة دافعه كهربية نتيجة امتصاص الاشعاع المؤين . تجهيزات تحويل الطاقة المستخدمة لتحويل ضوء الشمس الي كهرباء باستخدام التأثير الضوئي الفولتي تسمي بالخلايا الشمسية في السنين القديمة توليد الطاقة الفولتية حظي بتقدير كبير كأحد اهم البدائل الواعدة للطاقة السبب في ذلك الاهتمام يعود الي التحويل المباشر للضوء الفولتي لضوء الشمس الي كهرباء وهي الطبقة الغير ملوثة لإنتاج الطاقة بعيدا عن استخدام الوقود الاحفوري والوقود النووي ولكن الاستخدام الكبير لمولد الضوء الفولتى تمت اعاقته وتقييده بعوامل اقتصادية ،لذلك فبسبب انخفاض التكلفة لمصادر الطاقة التقليدية قد اعاق التطوير لتقنية الخلايا الفوتوفولتية .ولكن تم تبرير استخدام التوليد بالخلايا الفوتوفولتية في حالات خاصة فقط ،غالبا للمواقع البعيدة حيث خطوط الكهرباء او وسائلها التقليدية لتوفير الطاقة تكون مكلفة .ولكن مع الارتفاع الرهيب حاليا في اسعار البترول قد اصبحت هذه التقنية اقتصادية.

تاريخ الخلايا الشمسية:-

الخلايا الشمسية يتم تمييزها من التجهيزات التي يشار إليها كخلايا ضوئية التي تكتشف كثافة الضوء باستخدام خواص التوصيل الضوئي للمواد .الخلايا الضوئية الشديدة الحساسية للضوء ،نظرا لأن قدرتها على التوصيل قد تتغير طبقا للتغيرات الصغيرة في شدة الضوء. فإن تلك الخلايا الضوئية تستخدم في قياسات الضوء في كاميرات التصوير، وهي لا تولد فولت ولذلك تتطلب بطاريات لعملها .الخلايا الشمسية تم تطويرها خلال العام1995 هذه الخلايا برهنت على انها افضل مصدر للطاقة لمهام خارج نطاق الارض واكثر من 1000 من الاقمار الصناعية استخدمت الخلايا الشمسية تم استخدامها خلال الفترة من 1960 إلى 1970 .في منتصف العام 1970 تم عمل اجراءات لاستخدام الخلايا الشمسية في الاستخدامات الارضية .منذ عام 1975اصبحت معظم استخدامات الخلايا الشمسية على الارض ،رغم انها ما زالت المصدر الرئيسي للطاقة في استخدامات الفضاء .

ثم بعد ذلك تم عمل اجراءات لاستخدامات الخلايا الشمسية في الاستخدامات الارضية وكان الاداء الافضل للخلايا الشمسية ذات المواد الشبه موصلة خاصة ان الخلايا الشمسية المستخدمة في الفضاء والارض قد تم عملها من مادة السيليكون الشبه موصلة. تحويل الطاقة الشمسية الفوتوفولتية هو واحد من مصادر الطاقة الغير تقليدية الواعدة زات الاعتمادية من مستوى الميكرو الي مستوى الميجا مميزاتها هي التحويل المباشر لدرجة حرارة حيز الاشعاع الشمسي الي كهرباء خلال تجهيزات بسيطة للحالة الصلبة وعدم وجود اجزاء متحركة أي بدون حالة ديناميكية حرارية والقدرة علي الاداء بدون مراقبة لفترة زمنية طويلة وتكلفة الصيانة منخفضة حيث يكون من السهل تشغيلها وغير مسببة للتلوث طول فترة الخدمة وزيادة الاعتمادية عليها الى حد كبير ولا توجد بها حاجة لنقل وتوزيع الطاقة من هنا لا يوجد بها مفقودات تكنلوجية واقتصادية ويمكن ان تساعد في توفير العملة الصعبة بمعنى ان تكون عائد من العوائد الاقتصادية للدولة عن طريق التصدير ويمكن ان تساعد في تنمية المناطق الريفية والقرى بتوفير كميات منخفضة من الوقود المنقول برآ او بحر او بواسطة انابيب او نقل الكهرباء من مسافات طويلة وبالتالي تقلل من هجرة السكان التي تخلق مشاكل اجتماعية كثيرة، اسعار الكهرباء في تقلب مستمر من وقت لآخر ومن ثم فهي غير مكلفة للغاية من حيث النفقات الشهرية.

لكن في حالة الطاقة الشمسية للمنازل تحصل علي نظام مستقر وآمن ينتج الطاقة باستمرار مما يقلل من الاعتمادية علي طاقة الشبكة الطاقة الشمسية هي استثمار آمن منخفض المخاطر مثل الودائع الثابتة .طالما ان هنالك ما يكفي من ضوء الشمس يمكن تسخير الطاقة الشمسية في أي مكان هذا مفيد بشكل خاص للمناطق النائية حيث الكهرباء من الشبكة غير قابلة للوصول الى القطاع السكنى حيث ادرك المزيد من

الاسر فوائد وجود هذه الانظمة في منازلهم، اكثر المشاكل انتشارآ في القطاع الزراعي هي مشكلة توفير المياه بسبب الارتفاع المتزايد لأسعار الوقود المستخدم في تشغيل مضخات رفع مياه الري وايضا ارتفاع نقل وتخزينه بالإضافة الى مشاكل مولدات الديزل وتكلفة صيانتها وبالإضافة الي تكاليف تمديد خطوط نقل الكهرباء فإن استخدام الطاقة الشمسية في هذا المجال يوفر الكثير من التكاليف، العامل الذي جعل لأنظمة الطاقة الشمسية ميزة اضافية هو انها تتطلب القليل من الصيانة والتي تشمل فقط التنظيف الدوري للألواح .تتمتع الالواح الشمسية بعمر خدمة 25 عام اذا تمت صيانتها بشكل دوري؛ لذلك فإن الخلية الشمسية تكون جزء فقط رغم انها اهم جزء في نظام الفولتية ،في الاستخدام الحقيقي ،يتم توصيل الخلايا، الضوئية فيما بينها في مجموعة معينة علي التوالي او علي التوازي لتكوين نمازج نسقية .هذه النماذج يتم غلقها بإحكام للحماية ضد التآكل، والرطوبة والتلوث والعوامل العديدة . مجموعة من النماذج النسقية تشكل مصفوفة متر مربع واحد من المصفوفة المثبتة الموجهة نحو الجنوب تنتج تقريبا50 كيلووات /ساعة من الكهرباء في اليوم المشمس العادي .في حالة ضبط اتجاه المصفوفة لمواجهة اشعة الشمس في أي وقت ، فإن الخرج يمكن ان يذيد بنسبة 30% . نظام الفوتوفولتية .يمكنه انتاج خرج في حالة وجود ضوء الشمس فقط .في حالة الرغبة في استخدام خلال ساعات عدم سطوع الشمس ، فإنه يلزم توفير نظام مناسب للتخزين من البطاريات. لمعرفة خصائص الخلايا الشمسية يلزم اولا معرفة خواص شبة الموصلات اذا ركبت الألواح الشمسية بشكل صحيح فيجب ان يقوم النظام بالتبادل بسلاسة بين استخدام الكهرباء التي تولدها الالواح الشمسية واستخدام الكهرباء التي توفرها الشبكة الوطنية ،ويمكن استخدام الالواح الشمسية بالتوازي مع الشبكة الارضية العادية ولا داعي لإبلاغ الشركة الخاصة بك وسوف يساعدك ذلك علي استهلاك كهرباء اقل من الشبكة.

2-1 مشكلة البحث :-

العجز في انتاج كمية الكهرباء المطلوبة بسب التكلفة العالية في التشغيل والوقود والصيانة في التوربينات والمحطات الحرارية .

3-1 أهمية البحث:-

تقليل العجز في انتاج الشبكة القومية للكهرباء عن طريق تحويل الطاقة الشمسية الي طاقة كهربية .

4-1منهجية البحث :-

دراسة تأثير استخدام الطاقة الشمسية في المنازل والمؤسسات والمشاريع الزراعية ودورها في تقليل العجز في انتاج الشبكة القومية

5-1 محتوي البحث:-

- الفصل الاول : المقدمة
- الفصل الثاني : دراسة تأثير استخدام الطاقة الشمسية في المنازل والمؤسسات والمشاريع الزراعية ودورها في تقليل العجز في الشبكة القومية.
- الفصل الثالث: دراسة الموقع .
- الفصل الرابع: الخلاصة و النتائج .
- الفصل الخامس : الخاتمة .

الفصل الثاني

الطاقة الشمسية

1-2 الطاقة الشمسية Solar Energy

الطاقة الشمسية هي مصدر الحياة ومصدر الطاقات علي الارض ، فالطاقة الشمسية الواصلة الي سطح الارض تتحول الي شكلين رئيسين هما الطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية ، كل منها يتجلى بعدة مظاهر لنشوء عدد من الطاقات ونجد ان من استخدامات الطاقة الشمسية استخدامات حرارية وكهربائية .

2-2 اقتصادية الطاقة الشمسية :-

تعتبر تكلفة المواد الاولية لأجهزة استخدام الطاقة الشمسية اهم عائق يحول دون استخدام بالإضافة الي المساحة الكبير المطلوبة لوضع هذه الاجهزة المجمعة لأشعة الشمس ،وبالرغم من كل هذه العوامل فهنالك بعض الاستخدامات للطاقة الشمسية تعتبر اقتصادية في الوقت الحاضر، منها تسخين المياه والاستعمالات الاخرى في المناطق النائية مثل توليد الكهرباء ،ضخ المياه وتحليتها ،وفي الإشارات الضوئية ،البث اللاسلكي وغيرها ، من الضروري قبل احتساب تكلفة واقتصاديات الطاقة الشمسية ان نعلم نوع التطبيق الشمسي بالإضافة الي مواصفات المكان وفترة التشغيل اليومية ومعرفة ما اذا كان هنالك حاجة الي تخزين الطاقة ام لا، وتحديد مقدار الحاجة للصيانة ومدى تكرارها . ان اهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات استخدام الطاقة الشمسية هي وجود الغبار ومحاولة تنظيف اجهزة الخلايا الشمسية منه، وقد برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع ان فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر ، ولحل هذه المشكلة تم إيجاد العديد من الحلول مثل النظام الألي الذي ينظف الألواح بكفاءة عالية دون مصدر خارجي إذ يعتمد في تشغيله علي الخلايا نفسها وتوالت الاختراعات بعدها لتصل الي تطوير الألواح نفسها لتصبح افل احتفاظا بالأوساخ علي سطحها . أما المشكلة الثانية فهي خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها اثناء الليل او الأيام الغائمة والمغبرة ويعتمد خزن الطاقة علي طبيعة وكمية الطاقة الشمسية ، وأيضا نوع وفترة الاستخدام بالإضافة الي التكلفة الاجمالية لطريقة تخزين الطاقة ويفضل عدم استخدام الأجهزة للخزن لتقليل التكلفة

والاستفادة بدلا من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج الي بحث عملي اكثر واستكشاف جديدة.

2-3 مكونات الخلايا الشمسية:-

اليوم اغلب الخلايا الشمسية المستخدمة تكون مصنوعة من مادة بلورية تدعى السيليكون وهي احد المواد الارضية شيوعا .تتكون الخلية من طبقة رقيقة من مادة السيليكون هذه المادة هي احد مواد اشباه الموصلات والمادة شبه الموصلة هي عناصر رباعية التكافؤ يحتوي غلاف الذرة الخارجي علي اربعة إلكترونات ترتبط ذراتها ببعضها البعض بروابط تساهمية وتكون عازله تماما في درجه حرارة الصفر المطلق وتزداد درجه توصيلها بارتفاع درجه حرارتها او عند تسليط فرق جهد كهربي عليها او عند تعرضها لإشعاع بطاقه كافيه وهي نوعين:-

1- مواد شبه موصله نقيه :-

إن هذه المادة تركيبها بلوري إذا ترتبت ذراتها وفق نظام هندسي جميل ومن امثلتها السليكون الذي يحتوي علي اربعه الكترونات وعشره من هذه الالكترونات مرتبطة بالنواه واربعه منها تكون في الغلاف الخارجي لنواه الذرة .

2 - مواد شبه موصلة غير نقية:-

في نفس المادة السابقة (السيلكون والجرمانيوم)لكن تتم اضافه نسبه من الشوائب (الزرنيخ ،والفسفور ،والبروم) وذلك للسيطرة علي عملية التوصيل الكهربي ولكي يكون مقدار التوصيل ملبي للأغراض العملية .

2-3-1 طرق تصنيع الخلايا الشمسية:-

يدخل الرمل الذي يحتوي علي بلورات السيليكون الي فرن ذو درجة حرارة عالية لتشكيل ذرات السيليكون ثم تذاب ذرات السيليكون المتشكلة باستخدام حمض الكبريت لتشكيل ما يسمى بسيليكون كلورين ثم يقطر هذا المزيج فنحصل علي سيليكون ثلاثي عالي النقاوة يعامل سيليكون كلوريد الثلاثي من الهيدرجين بدرجة حرارة 900 فيشكل سيليكون متعدد البلورات ثم يوضع في قالب بدرجة 1500 فنحصل علي ما يسمى ingot ويقطع باستخدام الألماس الي رقائق سيليكونية تلمع هذه الرقائق كيميائيا فتشكل رقائق ملمعة نطلي الرقائق الملمعة بمادة ضد الانعكاس تشكل الرقائق بعد الطي ما يسمى بالخلايا الشمسية .

2-3-2العوامل التي تؤثر علي إنتاج الخلايا الشمسية :-

1- درجة الحرارة:

يتفاوت اداء الخلية عادة طرديا مع درجة الحرارة مما يؤدي الي زيادة الطاقة الكهربائية

2-الغبار:

تعرض الخلايا الشمسية للغبار لمدة ستة اشهر دون أي تنظيف يؤدي الي انخفاض الطاقة المنتجة بنسبه 50%

3- الرطوبة:

انخفاض درجة الحرارة يزيد من الرطوبة بالتالي يقلل من كفاءة الخلية الشمسية فجزئيات الماء قد تقلل من الاشعاع الشمسي

4- كثافة الضوء الساقط علي الخلية:

كلما ازدادت كمية الضوء الساقط علي الخلية ازدادت كميه التيار الخارج منها .

2-3-3طريقة عمل الخلية الكهروضوئية :-

عند سقوط ضوء الشمس علي الخلية يمر هذا الضوء من خلال سطح الخلية ويمتص جزء منه بواسطة الطبقة الاولي للخلية وهي التي تحتوي علي الفسفور ، اما اغلبية الضوء الساقط علي هذه الخلية فيقوم بامتصاصه الجزء الخاص بذلك وهي الطبقة التي تحتوي علي خليط السيلكون والبورون حيث تتكون من خلال هذه العملية الالكترونات حرت الحركة يمكنها السيران خلال الموصل الكهربي في اطراف الخلية وتزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط علي هذه الخلية ، من هنا يمكننا توصيل حمل كهربي علي اطراف هذه الخلية والاستفادة من حركة الالكترونات الناتجة من تسليط ضوء الشمس علي الخلية .

2-4 انواع الالواح الشمسية:-

هنالك ثلاثة انواع متوفرة في الاسواق:-

2-4-1الالواح الاحادية Mon crystalline silicon:-

الالواح الأحادية مظهرها متناسق الذي يدل علي نقاء كريس تالات السيلكون .الخلايا المكونة للألواح الاحادية عبارة عن سبائك سيلكون تم تقطيعها الي شرائح ،وتستطيع ان ترى احرف الخلايا ليس متلاصقة وهذا ما يعطي الالواح الاحادية مظهرها المتميز كما موضح في الشكل (2-1)وكفاءتها لا تزيد عن 17.5% وعمرها الافتراضي 25 سنة او اكثر.

شكل رقم : 2-1 يوضح الالواح الاحادية

2-4-2 الالواح متعددة الكريستال poly crystalline silicon

الفرق بينها وبين الأحادية واضح جدا من حيث الشكل في الصورتين ،حيث تكون فيها الخلايا عبارة عن مربعات متراصة كما مبين في الشكل (2-2)،تتميز بانخفاض ثمنها مقارنا مع الخلايا الاحادية ،كفاءتها حوالي 16.9%عمرها الافتراضي 25 سنة او اكثر عيبها الوحيد ان مظهرها ليس جمالية .

شكل رقم :2-2 يوضح الاشكال متعددة الكريستال

2-4-3الخلايا الرقيقة Thin films

هذا النوع من الالواح الشمسية رقيق وانسيابي كما هو واضح في الشكل (2-3)ويأخذ شكل السطح الذي تثبت عليه وهي اقل الأنواع كفاءة

الشكل رقم : 2-3 يوضح الخلايا الرقيقة

2-5 انوع انظمة الطاقة الشمسية :-

- تنقسم أنظمة الطاقة الشمسية إلى ثلاثة انواع وهي:-

2-5-1نظام الطاقة الشمسية الغير مرتبط بالشبكة(off- grid system)

هو نظام يعمل دون أن يتصل بالشبكة الكهربائية ، ويتطلب وجود بطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية الزائدة لاستخدامها في الفترة الليلية او في فترة الغيوم. ويعتبر هذا النظام مهم جدا حيث لا بديل عنه في المناطق النائية والتي لا تتوفر فيها شبكات كهرباء ،كما يمكن أن يستخدم في منظومة توجد بها كهرباء حيث يعمل اوتوماتيكيا عند انقطاع التيار الكهربائي المستمد من الشبكة العامة.

2-5-2نظام الطاقة الشمسية المرتبطة بالشبكة (on-grid system)

هذا النظام اسهل من النظام الاول لأنه لا يحتوي علي منظم شحن ولا بطاريات ،يتم توصيل النظام بالشبكة العامة للكهرباء مباشرة اما ان يأخذ الحمل الكهرباء من الخلايا او من الشبكة ،وهنا يشترط ان تكون قدرة الخلايا الشمسية مساويه تماما لمتطلب الحمل وذلك لان النظام مشبوك مع شبكة الكهرباء .

2-5-3 النظام الهجيني (hyprid system):-

يتميز بقدرته علي توفير الكهرباء من خلال الألواح الشمسية الخاصة به بالإضافة الي التيار الخاص بالشبكة القومية ،فيتم استخدام كل الطاقة المتولدة بالألواح ثم بعد ذلك اضافة أي عجز من كهرباء الشبكة ،ويعتبر افضل من النظام الغير مرتبط بالشبكة (off- grid)لأننا نحتاج الي بطاريات اقل .

2-6 انواع قواعد تثبيت الالواح الشمسية:-

يمكن تقسيمها الي ثلاثة انواع من حيث الحركة :

2-6-1 الهيكل الثابت :-

يتم تثبيت الالواح علي زاوية ميلان ثابت تعطي افضل إنتاجية للألواح علي مدار العام، الهياكل المتحركة علي محور واحد :في هذا النوع يتم تعديل زاوية ميل الألواح الشمسية وتحريك الألواح مرتين او اربعه مرات مع بداية كل فصل عن طريق محرك يقوم بتحريكها من الشروق حتي الغروب.

2-6-2هياكل تثبيت متحركة علي محورين:-

يتم تذويد النظام بمحرك يتبع اشعة الشمس وتتحرك الألواح علي مدار اليوم لتكون دائما الشمس عمودية عليها وذلك بغرض الوصول الي اقصى انتاجية ممكنة .

7-2 بطاريات الطاقة الشمسية :-

هي بطاريات تقوم بتخزين الطاقة الكهربية التي تولدها الالواح اثناء سطوع الشمس في ساعات النهار. وتستخدم هذه الطاقة المخزنة اثناء فترة غياب الشمس في المساء .

2-7-1انواع بطاريات الطاقة الشمسية

1- بطاريات الرصاص الحمضية :-

في الواقع يوجد نوعين من البطاريات الحمضية المستخدمة في نظم الطاقة :-

1- بطاريات الرصاص المغمورة (FLA-flood Leadacid)

2- بطاريات الرصاص الغير مغمورة

عيوب بطاريات الرصاص الحمضية :-

1- الطاقة النوعية منخفضة .

2- الشحن البطيء .

3- دورت حياتها محدودة.

4- غير صديقة للبيئة.

2- **بطاريات أساسها الليثيوم :-**

مميزاتها :-

1- كثافة الطاقة عالية .

2- تفريغ ذاتي منخفض نسبيا .

3- صيانه منخفضه .

4- صديقه للبيئة ولا تحتوي علي مواد سامة .

عيوبها:-

1- تتطلب دارة حمايه لتحديد الجهد والتيار .

2- التعمير المتقدم. حيث ان البطارية تصل الى مرحلة الشيخوخة حتى ولو لم يتم استخدامها .

3- السعر المرتفع.

2-7-2مواصفات بطاريات الطاقة الشمسية

1- الجهد الكهربي: وهو من اهم مواصفات البطاريات واشهرها ويعرف بفرق الجهد الكهربي وهو الفرق في قيمة الطاقة الكهربائية بين قطبي البطارية .

2- جهد الشحن :وهو اقل قيمة جهد كهربائي لازمه لشحن البطارية

3- قدرة البطاريات او سعة البطاريات : من اهم مواصفات البطارية فهي القيمة التي نبحث عنها عند القيام بحساب بطاريات الطاقة الشمسية وتمثل كمية الطاقة التي يمكن تخزينها في البطارية

4- معدل التفريغ: يمثل الحد الاقصى للتيار الذي يمكن للبطارية ان تنقله

5- معدل الشحن : يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن ان تشحن به البطارية

6- عمق تفريغ الشحن الاقصى :هو يمثل النسبة المئوية من سعة او قدرة البطارية التي يمكن استعمالها دون ضرر البطارية .

7- الطاقة المفيدة للبطارية : كلما قلت عدد ساعات التفريغ كلما قلت سعة البطارية

2-7-3أسباب تلف البطاريات :-

1- عدم شحن البطاريات جيدا والتفريغ العميق

2- سحب تيار عالي من البطاريات

3- الشحن الزائد للبطارية

4- وضع البطاريات بشكل خاطي في مكان خاطي

5- عند شراء البطارية شحنها لمدة لا تقل عن 6 ساعات حيث ان هذا الاجراء يزيد من العمر الافتراضي للبطاريات

6- يجب ان تكون الالواح الشمسية قادره علي شحن البطارية

7- بعض البطاريات تعاني من الانتفاخ لذلك يجب التأكد من ان البطارية لاتسخن اثناء الشحن لأن السخونة تؤدي الي تمدد البلاستيك وهنالك اسباب اخرى لانتفاخ البطارية وهو انسداد الثقوب الموجودة في اغطية البطاريات حيث ان غاز الهيدروجين ينبعث بكميات قليلة من البطارية ويخرج عبر ثقوب التهوية .

جدول رقم:(2-1) اهم انوع البطاريات المتواجدة بالسوق

الانواع	التقنية	عمق التفريغ 30	عمق التفريغ 50	عمق التفريغ80
اقتصادي	AGM	1600	750	350
ستاندرد	AGM-get	2000	1000	500
ستاندرد بلس	Put-get	2400	1500	750
بريميوم	Tubulat-get	4800	2400	1500

8-2 منظمات الشحن :-

ان احد اهم الاهداف الأساسية لمنظمات الشحن هو تنظيم شحن البطاريات بمعنى السماح بالشحن الكامل للبطاريات دون الوصول الي حالة شحن زائد ،كما ان منظمات الشحن تمنع عودة التيار من البطاريات الي الخلايا الشمسية في المساء .حيث في الظلام تعتبر الخلية الشمسية كحمل مستهلك للطاقة .

اذا منظم الشحن: هو جهاز الكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره الي البطاريات والصادر من البطاريات الي الحمل الكهرباء وذلك للمحافظة علي عمر البطاريات والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة أمثل .

2-8-1مقارنة بين منظمات الشحن المتوفرة بالسوق :-

هنالك عدة أنواع من منظمات الشحن حسب المميزات التي تتمتع بها والتقنية التي تعتمد عليها في عملها .

وهنا يمكن ان نميز بين نوعين رئيسيين هما:-

1- منظمات [PWM]

2- منظمات [MPPT]

جدول رقم :2-2 يوضح مقارنة بين منظمات الشحن المتوفرة بالسوق

منظم MPPT	منظم PWM
يستخدم في الأنظمة الكبيرة الاستطاعة	يستخدم في الانظمة الصغيرة والمتوسطة الاستطاعة في W400
غالي الثمن	ارخص ثمن
يحصل علي اكبر طاقة ممكنه من الالواح الشمسية	يحصل علي طاقة اقل من الألواح الشمسية
يعمل علي مطابقة جهد الالواح مع جهد شحن البطارية	جهد الألواح مطابق لجهد شحن البطارية
يعمل علي تغير تيار	التيار ثابت ولا يطرا عليه تغير

9-2 inverter:-

هو جهاز كهرباء يستخدم لتحويل التيار المستمر الي تيار متناوب عالي الجهد .عادة يعمل علي جهود بطاريات (48-24-12) فولت ويمكن ان يشحن من الشبكة او من الألواح الشمسية .ويعمل علي تردد منخفض وتردد مرتفع حدود inverters التي تعمل علي تردد منخفض هو 80% بينما inverters التي تعمل علي تردد مرتفع فهو بحدود 93% حيث عمرها اقل من عمر الالواح الشمسية وهو جهاز معرض

لأي عطل في حال الاخلال بشروط التشغيل .ومن اجل منزل يلزم inverter باستطاعة 5KVA ومن اجل المنظمات الكهربائية كبيرة الحجم فان استطاعته تتراوح بين kVA10وKVA60 ويفضل تركيبه اقرب ما يمكن من البطاريات لتخفيض الصيانة وترتفع درجة حرارته اثناء عمله لذلك يجب الانتباه الي تهوية غرفة inverter ويجب ان يتوافق جهدinverter مع جهد البطاريات ويعتمد inverter علي استراتيجية الوصل والقطع بتردد عالي علي تقانة تعديل عرض النبضة من (20-100)KHZ.

2-9-1اهم عامل لاختيارinverter **:-**

1- استطاعة الإستجداد الدائم .

2- استطاعة الاقلاع .

2-9-2مميزات inverter **الحديثة :-**

1- متحكم شحن شمسي من الألواح .

2- متحكم كهربائي من الشبكة العامة.

يحتوي Bypass يقلب التغذية من الشبكة الي الألواح الشمسية يمكن التحكم فيه عن بعد مزود بشاشة تفاعلية يمكن توصيله بعدة تشكيلات احادي الطور وثلاثي الطور ويمكن توصيلة علي التوازي لزيادة الاستطاعة.

تنقسمinverters حسب الموجة الجيبية التي تخرجها :-

1- موجة جيبيه نقية .

2- موجه جيبيه معدلة.

جدول رقم : 2-3 يوضح مقارنة بين نوعين من inverter

inverter موجه جيبيه نقيه	**inverter موجه جيبيه معدله**
يستخدم للأنظمة الكبيرة الاستطاعة كأحمال البرادات والمكيفات واجهزة الانارة القابلة للضبط والأحمال التحريضية .	يستخدم في الأنظمة البسيطة كالإنارة والأحمال الالكترونية :التلفاز والحاسوب والمحركات ذات الفحمات وأنظمة الصوت والشواحن.
غالية الثمن.	رخيصة الثمن.
تستخدم في أنظمة الربط مع الشبكة.	لا يستخدم نهائيا في أنظمة الربط مع الشبكة.

2-10 الطاقة الشمسية في المؤسسات:-

تعد الطاقة الشمسية مصدرًا وفيرًا وموثوقًا للطاقة المتجددة وهي أيضًا أنظف أنواع الطاقة المعروفة للإنسان لأنها خالية من التلوث وتساهم في الحد من انبعاثات الكربون في أي بلد.

تعتمد المؤسسات على الكهرباء لمعظم احتياجاتها من استهلاك الطاقة ، كما أن استهلاك الطاقة في المكاتب خلال النهار أعلى بكثير مما يجعلها مناسبة بشكل مثالي لتركيب الألواح الشمسية ،تتوفر فرص الخصم والائتمان الضريبي لأنظمة الطاقة الشمسية على الأسطح للمهتمين باستخدام الطاقة الشمسية في المؤسسات التحول إلى توليد الطاقة في الموقع من مصدر طاقة حر داخليًا يمكن للشمس أن تخفض تكاليف تشغيل المؤسسة خلال العقود القادمة. يمكن لمكاتب المؤسسات استخدام الألواح الشمسية لمجموعة متنوعة من الاستخدامات بما في ذلك هواء التهوية قبل التسخين ، وتسخين المياه ، التبريد بالطاقة الشمسية والإضاءة والكهرباء. يعد تركيب الألواح الشمسية على السطح لتوليد الطاقة الشمسية في المؤسسات الخاصة بذلك وسيلة رائعة لإظهار لعملائك أن عملك يهتم بالبيئة ويأخذ المبادرة لجعله مكانًا أفضل للعيش فيه. يمكنك تعزيز العملاء المحتملين حول عملك تقلل من آثار أقدام الكربون. هناك العديد من الحوافز المالية المجزية من حكومات الولايات التي يمكن أن تخفض تكلفة تركيب محطة الطاقة الشمسية الخاصة بك. يمكن إنشاء النظام الشمسي في المؤسسات للإضاءة ، والتكييف ، وغير ذلك من الاستخدامات التي يمكن أن تساعد المؤسسات على الابتعاد عن الاعتماد فقط على شبكة الكهرباء وبالتالي تقليل فواتير الكهرباء.

2-10-1 مزايا استخدام الطاقة الشمسية في المؤسسات:-

تعد الطاقة الشمسية في المؤسسات خيارًا واضحًا حيث يمكن أن تلبي الطاقة الشمسية على الأسطح ما يصل إلى 20 ٪ من متطلبات الكهرباء لمبنى المكاتب في المؤسسات في الهند. يمكن أن يصبح استخدام الطاقة الشمسية للمؤسسات في حد ذاته نشاطًا مدرًا للدخل حيث يمكن إعادة بيع الطاقة الزائدة إلى الشبكة مما يمنحك عوائد كبيرة على استثمارك.

2- 11 الطاقة الشمسية في المنازل :-

من مصادر الكهرباء البديلة التي يسهل تركيبها في المنازل، وهي طاقة مستدامة يُمكن استخدامها لتشغيل أيّ جهاز في المنزل، وتنتج الطاقة الشمسية من استغلال أشعة الشمس في إنتاج الحرارة وتوليد الكهرباء،

ويُشار إلى أنّ استخدام الطاقة الشمسية في المنازل أصبح أمرًا مهمًّا لتلبية حاجات الأفراد والاستفادة من الطاقة، ويُذكر أنّ الطاقة الشمسية تُعدّ من أنواع الطاقة المُتجدّدة التي لا تنضب ولا تُلوّث البيئة.

2-11-1 أبرز طرق استخدامها:-

1 - إنتاج الكهرباء:-

أصبحت الطاقة الشمسية مؤخرًا تُستخدم في إنتاج الطاقة؛ وذلك عن طريق تركيب ألواح شمسية منخفضة التكلفة، حيث تُوزّع على أسطح المنازل، ومنها تُنتج الطاقة الكهربائية التي تُستخدم في المنزل، وفي حال وجود أيّ تيار كهربائي زائد لم يُستخدم يُرسل إلى الشبكة الكهربائيّة. يجدر بالذكر أنّ ذلك ساعد على توفير المال عن طريق تخفيض فاتورة الكهرباء للأسر التي تستخدمها، إضافةً إلى الحفاظ على البيئة، وتجدر الإشارة إلى إمكانيّة توصيل النظام الشمسي ببطاريات لتجميع الطاقة الشمسية في النهار، ثمّ استخدامها ليلًا بعد غروب الشمس.

2- تسخين المياه:-

يُعدّ تسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية من الطرق المنتشرة، ويُمكن ذلك عن طريق تثبيت بعض الألواح الشمسية والمعروفة باسم المُجمّعات (collectors)، حيث يُوضع بالمُجمّعات مياه ومادة مضادة للتجمّد، ثمّ تمتصّ هذه المُجمّعات الحرارة، وتستخدمها في تسخين المياه الموجودة في أسطوانة الماء الساخن، ويُشار إلى وجود نوعين من ألواح تسخين المياه عن طريق الطاقة الشمسية، وهما: الأنابيب المُفرّغة (Evacuated tubes) التي تُوضع على السطح، والمُجمّعات ذات الألواح المسطّحة والتي تأتي على شكل ألواح.

3- طهي الطعام:-

أصبح هناك أنواع من الأفران الشمسية التي تستخدم الطاقة الشمسية لطهي الطعام، وبهذا يُمكن الاستغناء عن الطاقة الكهربائية تمامًا عند إعداد الطعام، وتُوجد أنواع مختلفة من المواقد الشمسية والتي تعمل بنفس المبدأ، وهذه الأنواع هي كالآتي:

الفرن الذي يستخدم ضوء الشمس المركّز، حيث يحتوي على مرآة لعكس ضوء الشمس حتى تكون الأشعة مركّزة والطاقة أعلى. الفرن الذي يُحوّل الضوء إلى حرارة، وفيه يُطلى الفرن من الداخل باللون الأسود المعروف بأنّه يمتص الحرارة ويحافظ عليها. الفرن الذي يحبس الحرارة، إذ يُمكن عزل الهواء الموجود

داخل الفرن؛ وذلك عن طريق وضع غطاء بلاستيكي أو زجاجي للحفاظ على الحرارة داخل الفرن، وضمان عدم تسربها.

2-11-2فوائد استخدام الطاقة الشمسية في المنازل:-

1- توفير الأموال: يُعدّ استخدام الطاقة الشمسية سبباً في انخفاض فواتير الكهرباء الشهرية، حيث قد تصل نسبة التوفير إلى 90%.

2- زيادة قيمة العقار: يزيد تركيب ألواح الطاقة الشمسية على سطح المنزل من قيمة المنزل السوقية بنسبة تتراوح بين 3-4%، كما يُعدّ وجود الطاقة الشمسية نقطة جذب للعملاء.

3- عدم الحاجة للاشتراك بخدمات شركات الكهرباء الحكومية أو الخاصة: كما يُفضّل استخدام بطارية لتجميع الطاقة وتخزينها في النهار واستخدامها ليلًا لزيادة استقلالية الفرد، وخاصةً في حال توقّفت الشبكات الحكومية لأيّ سببٍ كان .

4- المساهمة في الحفاظ على البيئة نظيفة خالية من التلوث: لا يُسبّب نظام الطاقة الشمسية تلوث الهواء أو الماء، كما أنّه لا يُسبّب احتباس الغاز الحراري، ويُعدّ خالٍ من أيّ انبعاثات ضارة أيضاً، حيث إنّ الوقود الأحفوري المُستخدم في إنتاج الطاقة له نتائج كارثية على النظام البيئي.

5- تكلفته معقولة: قد تكون تكلفة تركيب أجهزة توليد الطاقة الشمسية ذات سعر مرتفع، لكن تُوفّر بعض الحكومات الإعانات والخصومات للمساعدة على تخفيف التكلفة على المواطنين، وتتميّز هذه الأجهزة بأنّها لا تحتاج إلى صيانة مستمرة، فهي تحتاج فقط لنفض الغبار عنها للتخلّص من أيّة أوراق أو أوساخ عالقة عليها، ويمتدّ عمرها الإنتاجي حتى 25 عام أو أكثر.

3-11-2تحديات الطاقة الشمسية في المنازل :-

1- ارتفاع التكلفة أحياناً، إذ إنّه في حال كان المنزل بحاجة لكمية كبيرة من الكهرباء سيلزم تركيب شبكة ألواح شمسية كبيرة، حيث إنّ إنشاء مثل هذه الشبكة يزيد التكاليف.

2- عدم معرفة الكمية التي تتلقّاها الألواح الشمسية من أشعة الشمس، وذلك بسبب تغيّر الطقس من وقتٍ لآخر، ممّا يُؤدي إلى صعوبة في تحديد كمية الطاقة التي يجب تخزينها للاستخدام المستقبلي.

3- عدم توفّر ضوء الشمس في ساعات الليل رغم الحاجة الماسة لاستخدام الكهرباء ليلًا؛ لذلك يجب البحث عن آلية فعّالة لتخزين الطاقة واستردادها بفعالية.

4- اختلاف فعالية أجهزة الطاقة الشمسية باختلاف المناطق؛ إذ إنّ بعض المناطق تتوفّر فيها الأشعة الشمسية وتكون منطقة صالحةً لاستخدام الطاقة الشمسية فيها، إلّا أنّ بعض المناطق الأخرى قد تكون باردة ولا يوجد فيها ما يكفي من الأشعة الشمسية.

2-11-4نصائح عند استخدام الطاقة الشمسية في المنزل:-

1- تقليل استهلاك الكهرباء في المبنى، إذ إنّه عند البدء باستخدام الطاقة الشمسية يجب استبدال جميع الأجهزة الكهربائيّة التي تستخدم كمية كبيرة من الطاقة بأجهزة مُوفّرة، كما يجب تغيير سخانات المياه.

2- تغيير المصابيح العادية ومصابيح الفلورسنت واستخدام مصابيح LED الحديثة، وتجدر الإشارة إلى أنّ سعرها منخفض.

3- إيقاف تشغيل الأجهزة التي تكون في وضع الاستعداد، أيّ بعد الانتهاء من استخدام جهاز التلفاز، وجهاز الكمبيوتر، وأجهزة المطبخ يجب إيقاف تشغيلها تمامًا.

4- تشغيل الأجهزة الكهربائية التي تستهلك طاقة كهربائية عالية خلال ساعات النهار، مثل: الغسالة، والفرن الكهربائي، وغسالة الصحون، ومجفّف الملابس وغيرها.

5- اختيار نظام لإنتاج الطاقة الشمسية يتناسب مع الطلب على الكهرباء المطلوب توليده في المبنى.

6- شراء بطاريات الليثيوم أو الرصاص لاستخدامها في تخزين الطاقة الزائدة، ومن الجدير بالذكر أنّ تكلفة بطاريّة الرصاص يتراوح بين 588 و705 دولار أمريكي.

2- 12 الطاقة الشمسية في المشاريع الزراعية :-

لطالما كانت مصادر الطاقة التقليدية مهمة في إنتاج المحاصيل الزراعية، وقد أصبح البحث عن مصادر أخرى من المهام التي يتولاها الباحثون والدارسون للحصول على إنتاجية أفضل من خلال وسائل أقل ثمنًا إن لم تكن مجانية، عدا عن كونها متوفرة دائمًا وصديقة للبيئة، ومن هنا نحث الأبحاث في مجال الطاقة الشمسية نحو الزراعة لمواجهة التحديات البيئية، إضافةً إلى دعم البحث العلمي وتعزيز التنمية في مجالات مختلفة وزيادة فرص العمل ومكافحة الفقر.

2-12-1استخدامات الطاقة الشمسية في الزراعة:-

1- ضخ المياه الجوفية إلى الأراضي الزراعية:

تعد المياه الجوفية المصدر الرئيسي لري الكثير من الأراضي ذات المساحات الواسعة، إذ تولّد الكهرباء اللازمة لتشغيل مضخات المياه من خلال عمل مصطبات إسمنتية تُثبت بها الخلايا الشمسية لغاية إيصال الكهرباء إلى المضخات حتى تستخرج المياه الجوفية وتوصلها للأراضي المُراد ريها.

2- تحسين الأمن الغذائي:

يتجه اقتصاد العالم أجمع إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي على خلفية ارتفاع أسعار مشتقات النفط باستمرار والذي يؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء، لذا ظهر الاهتمام بالطاقة النظيفة في الزراعة، وذلك لتكلفتها المنخفضة وفعاليتها الكبيرة، ويتمثل ذلك في تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء لري المزروعات بالتنقيط أو الرش، خاصة تلك المحاصيل التي تعتمد على المياه كثيرًا وتشكل عصب الأمن الغذائي للشعوب كالأرز، والبندورة، والبروكلي، والملفوف، والقرنبيط، واللفت، والكرنب، والخردل، والقرنبيط، واللفت، والجرجير.

3- الحرث:

تتجه شركات السيارات الكبرى في الدول المتقدمة إلى استحداث سيارات تستخدم لأغراض الحراثة تعمل من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية، وهي التي تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، وذلك في البلاد التي تتسم بفصول صيف شديدة الحرارة، وبهذا تقلل من الاعتماد على البترول وتقضي على التلوث أيضًا، إلى جانب تقليص النفقات وتوظيف الطاقة الشمسية بأفضل صورها.

4- تجفيف الخضروات والفواكه:

استعمل أجدادنا تجفيف الفواكه والخضراوات، وذلك للاستفادة منها لفترات أطول وحفظها لتبقى لمواسم عديدة بعيدًا عن التعفن، ومن هذه المحاصيل؛ البندورة، والباذنجان والفلفل، والمانجا والفراولة والمشمش، إذ يعد التجفيف الطبيعي (الشمسي) الطريقة الأولى المكتشفة للتجفيف في العصور الأولى ولا تزال مستخدمة حتى هذا الوقت، ولأن نسبة كبيرة من المنتجات الزراعية تفسد خلال التجفيف في الهواء، من الممكن أن يؤدي استخدام طريقة التجفيف الشمسي إلى تجفيف المحاصيل بطريقة أسرع وبمعدل متساوٍ والحصول على أوقات أطول للتخزين مع ميزة إضافية تتمثل في الحماية من الطيور والحشرات والديدان، ويوجد أنواع مختلفة من طرق التجفيف باستخدام الطاقة الشمسية، مثل التجفيف المباشر، والتجفيف غير

المباشر، والتجفيف الهجين، وفي العادة يتكون جهاز التجفيف الشمسي من سقيفة ورق تجفيف وجهاز تجميع الطاقة الشمسية.

5- توليد الطاقة الكهربائية: تصميم أنظمة تعمل على الطاقة الشمسية لتشغيل المبردات وغيرها من الأجهزة الكهربائية وتجنب فواتير الكهرباء.

6- تسخين المياه: تسخين المياه بالطاقة الشمسية يمكن أن يوفر الماء الساخن من أجل تنظيف الماشية، وتدفئة وتحفيز ضرع البقرة، ويمكن استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء لإضاءة البيوت الزراعية.

7- الزراعة باستخدام البيوت البلاستيكية أو الزجاجية :

تعدّ البيوت البلاستيكية أو الزجاجية من أقدم الطرق للزراعة في العالم، فهي الطريقة الأمثل لإنتاج المحاصيل الزراعية الموسمية، فكان من الصعب جدًا في قديم الزمان إنتاج الخضروات في غير موسمها، خاصةً في فصل الشتاء مثل الطماطم والخيار وغيرها، كانت الخضروات تُجفف تحت أشعة الشمس في فصل الصيف لتُستخدم في فصل الشتاء أو تُحفظ بعدة وسائل أُخرى كالتخليل والحفظ بالزيت أو تخزينها في المُجمدات بعد اختراعها، أما الآن تتوفر الخضروات والفواكه على مدار العام طازجة بأسعار مناسبة. يكمن مبدأ عمل البيوت البلاستيكية بزيادة درجات الحرارة داخلها من خلال مرور أشعة الشمس وحبسها فيها، فترتفع درجات الحرارة داخل البيوت البلاستيكية وتزداد الرطوبة، وتُحافظ البيوت البلاستيكية على درجات حرارتها خلال اليوم في الوقت الذي تكون فيه درجات الحرارة خارجها مُنخفضة، مما يزيد من انتاجية النباتات ونموها، مما يُساعد أيضًا على إنتاج الأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون والذي يُخفف من ظاهرة الاحتباس الحراري ويُقلل من ثقب الأوزون بالتخلص من نسب عنصر الكربون الزائدة.

2- 12 -2 إيجابيات استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة :

يتجه الكثير من المزارعين من حول العالم لاستخدام الطاقة الشمسية في زراعة المحاصيل بعد أن انخفضت أسعار النُظم الشمسية كثيرًا في الفترة الأخيرة لمساعدة المزارعين وتطوير أعمالهم، كما أن استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة تُساعد على إنهاء أزمة الغذاء العالمية بزراعة محاصيل أكثر وبطريقة تجعل الأماكن غير الصالحة للزرعة كالصحراء تصبح من الأماكن التي يُمكن الزراعة فيها وإنتاج الكثير من المحاصيل، خاصةً في المناطق الأقل حظًا بكمية الأمطار والدول الفقيرة. كما أن الاعتماد على الطاقة الشمسية في ري المحاصيل يُوفر الكثير من المياه، فنظام الري بالطاقة الشمسية

يعتمد على دراسة الموقع وكمية الأمطار المتساقطة خلال الموسم في التربة ونوعها، ونوع النبات المزروع في المنطقة، وعلى هذا الأساس تُسقى المحاصيل عن طريق نظام أوتوماتيكي بالكامل يُحدد متى يجب أن يُروى الزرع وكمية الماء المناسبة له عن طريق الري بالتنقيط، وهذا النظام يضمن عدم إهدار المياه بنسبة 100%.

2-12-3سلبيات استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة:

على الرغم من ميزات استخدام الطاقة الشمسية، إلا أن لها مجموعة كبيرة من العيوب، نذكر منها:

1- التكلفة:

التكلفة الأولية لشراء النظام الشمسي مرتفعة إلى حد ما، وهذا يشمل دفع ثمن الألواح الشمسية، والعاكس، والبطاريات، والأسلاك، والتركيب، ومع ذلك؛ فإن تكنولوجيات الطاقة الشمسية تتطور باستمرار، ولذلك من الممكن أن تنخفض الأسعار في المستقبل.

2- الاعتماد على الطقس:

على الرغم من أنه لا يزال من الممكن جمع الطاقة الشمسية خلال الأيام الملبدة بالغيوم والماطرة، إلا أن كفاءة النظام الشمسي خلال هذه الأيام تنخفض، ويجب أيضًا الأخذ في الاعتبار أن الطاقة الشمسية لا يمكن جمعها خلال الليل.

3- تخزين الطاقة الشمسية باهظ الثمن:

من الممكن استخدام الطاقة الشمسية على الفور، أو يمكن تخزينها في بطاريات كبيرة خارج الشبكة خلال النهار من أجل استخدام الطاقة في الليل، ويعد هذا الأمر حلًا جيدًا لاستخدام الطاقة الشمسية طوال اليوم ولكنه مكلف للغاية.

4- استهلاك الكثير من المساحة:

كلما زادت احتياجات الطاقة المراد إنتاجها زاد عدد الألواح الشمسية للنظام الشمسي من أجل التمكن من جمع أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس، وتتطلب الألواح الكهروضوئية الشمسية مساحة كبيرة لتركيبها، ويُشار إلى أن بعض الأسطح ليست كبيرة بما يكفي لتناسب عدد الألواح الشمسية المراد تركيبها، وهذا الأمر من الممكن أن يحد من استخدام النظام عند بعض الأشخاص، ومن الممكن التغلب على هذه المشكلة

من خلال وضع بعض الألواح في الفناء، مع الحرص على أن تكون في مكان يمكن لأشعة الشمس الوصول إليه، أو من الممكن التنازل عن عدد من الألواح لتلبية بعض الاحتياجات من الطاقة.

5- التلوث:-

على الرغم من أن التلوث الناتج عن أنظمة الطاقة الشمسية أقل بكثير من مصادر الطاقة الأخرى، إلا أن الطاقة الشمسية من الممكن أن تسبب انبعاثًا للغازات الدفيئة، بالإضافة إلى وجود بعض المواد السامة والمنتجات الخطرة المستخدمة أثناء عملية التصنيع والتي يمكن أن تؤثر بطريقة غير مباشرة على البيئة، ومع ذلك يبقى التلوث الناتج عن الطاقة الشمسية أقل بكثير من مصادر الطاقة البديلة الأخرى.

13-2 اثر استخدام الطاقة الشمسية في تقليل العجز

اصبحت للكهرباء في الحياة أهمية عظيمة، ولا تقتصر أهميتها علي قطاع واحد من القطاعات، فمهمة جدا في قطاع الصناعة و الزراعة وقطاع الإنشاءات و قطاع التدريب والتطوير وفي جميع القطاعات دون استثناء فالكهرباء هي الشريان الرئيس بالنسبة لتطور القطاعات ، شهدت عدة مدن سودانية، في الآونة الأخيرة قطوعات مستمرة في الكهرباء وذلك لعجز محطات التوليد في عدم مقدرتها علي توفير كميه كافيه من الكهرباء لتغطي حوجه المدن السودانية .

2-13-1اسباب العجز في محطات توليد الكهرباء :-

1- ارتفاع تكلفه صيانة محطات توليد الكهرباء.

2- زياده الاحمال.

3- عدم توفر الوقود الاحفوري لي الماكينات.

ولحل مشكله العجز تخطط الشبكة القومية للكهرباء لأنشاء محطات طاقه شمسية، يتم استخدام محطات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء.

2-13-2طرق توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية:-

1- الطاقة الضوئية:-

وهي الطريقة المستخدمة منذ القدم وتم اعتمادها وتطويرها منذ 30 عامًا، وهذه الطريقة تعتمد في الأساس على وجود الخلايا الكهروضوئية، تتكون هذه الخلايا من طبقات رقيقة من السيليكون ومواد

أخرى، وهي على شكل موصلات مربعة الشكل، وعندما تصلها أشعة الشمس تبدأ التفاعلات الكيميائية داخل الخلية بإطلاق إلكترون يولد تيارًا كهربائيًا، من خلال هذا التيار تستطيع أن تمد أبنية من الطاقة الكهربائية من خلال أشعة الشمس.

2- الطاقة الحرارية:-

وهي التقنية التقليدية التي تستخدم فيها عاكسات تركز أشعة الشمس لتكوين البخار لتشغيل المولدات الكهربائية، ومن الجدير بالذكر أنه تنتشر في الأسواق تقنيتان تعتمدان على الطاقة الحرارية، الأولى استغلال حرارة أشعة الشمس لتسخين غاز الهيليوم أو غاز الهيدروجين أو الصوديوم السائل لتكوين غاز مضغوط أو بخار لتحريك التوربينات لتوليد الكهرباء، والثانية توجيه مرايا تعكس أشعة الشمس إلى برج كبير بداخله سوائل، تتحول إلى بخار يدفع التور بينات وبالتالي توليد الكهرباء.

بشكل عام تعتبر المولدات الشمسية محطات طاقة تستخدم الطاقة الشمسية بدلاً من الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة (الكهرباء)، وتتمثل بعض المزايا الرئيسية للمولدات الشمسية في أنها لا تتطلب وقوداً وتعمل بالطاقة النظيفة المتجددة وتتطلب القليل جداً من الصيانة، ومع ذلك يوجد لهذه المولدات عيوب، وأكبر العيوب لمولدات الطاقة الشمسية هي أنها تتطلب استثماراً كبيراً مقدماً، كما قد يتم إعادة شحنها ببطء، وأيضاً يوجد هناك كمية محدودة من الطاقة المخزنة والمتاحة للاستخدام.

14-2 مولدات الطاقة الشمسية :-

من الناحية الفنية يعتبر مولد الطاقة الشمسية هو عبارة عن أي نظام يعمل بالطاقة الشمسية، ولكن ما يقصده بعض الناس عندما يقولون مولد الطاقة الشمسية يشير إلى محطة طاقة محمولة تستخدم الألواح الشمسية بدلاً من الوقود الأحفوري (الغاز والفحم والنفط) لتوفير الكهرباء، حيث يستخدم مولد الطاقة الشمسية المحمول هذا الألواح الشمسية لالتقاط طاقة الشمس – ثم يخزن الطاقة في بطاريات لاستخدامها لاحقاً، وتُستخدم كمصدر طاقة احتياطي في حالة انقطاع التيار الكهربائي عن الشبكة.

2-14-1كيف تعمل المولدات الشمسية؟

تتكون المولدات الشمسية عادةً من أربعة مكونات رئيسية وهم: الألواح الشمسية المحمولة وجهاز تحكم بالشحن بالطاقة الشمسية وبطاريات شمسية والعاكسات، وتقوم الألواح الشمسية هنا: بتحويل ضوء الشمس إلى تيار كهربائي مباشر (DC)، يتم تمريره بعد ذلك عبر جهاز التحكم في الشحن، ومن ثم ينظم جهاز

التحكم في الشحن جهد الكهرباء في البطارية، حيث يتم تخزين الطاقة الشمسية لاستخدامها لاحقاً (معظم المولدات الشمسية التي تباع اليوم هي بطاريات ليثيوم أيون).

وعندما نحتاج إلى استخدام الطاقة المخزنة في البطارية يقوم جهاز العاكس بتحويل الكهرباء إلى طاقة التيار المتردد، وهو ما تستخدمه معظم الأجهزة، وعادةً ما تحتوي مولدات الطاقة الشمسية على منافذ (USB) ومنافذ التيار المتردد ومرابط 12 فولت للسماح لنا بشحن أجهزة متعددة.

2-14-2مزايا وعيوب مولدات الطاقة الشمسية:-

مميزاتها:-

1- طاقة متجددة نظيفة: تعتمد المولدات الشمسية على الطاقة النظيفة والمتجددة، وهذا يعني أنه لا داعي للقلق بشأن تكلفة الوقود الأحفوري لتشغيل المولد الخاص بنا فحسب، بل أيضاً لا داعي للقلق بشأن التأثير البيئي لاستخدام البنزين أيضاً، حيث لا تطلق المولدات الشمسية أي ملوثات عندما تنتج وتخزن الطاقة.

2- صيانة هادئة ومنخفضة: شيء عظيم آخر لأنظمة المولدات الشمسية هي أنها هادئة، وعلى عكس مولدات الغاز لا تحتوي المولدات الشمسية على أي أجزاء متحركة، وهذا بدوره سوف يقلل بشكل كبير جداً من كمية الضوضاء التي تنتجها أثناء التحرك، وبالإضافة إلى ذلك إن عدم وجود أجزاء متحركة يعني أن فرص كسر أجزاء مولد الطاقة الشمسية منخفضة، وهذا قد يقلل بشكل كبير من كمية الصيانة المطلوبة لمولد الطاقة الشمسية مقارنة بمولد الغاز.

3- عدم وجود تكاليف وقود: عادةً ما تتطلب المولدات التقليدية التي تعمل بالغاز شراء الوقود بشكل مستمر، ولكن مع مولدات الطاقة الشمسية لا توجد تكاليف وقود، فكل ما علينا القيام به هو ببساطة القيام بإعداد لوح الطاقة الشمسية والاستمتاع بأشعة الشمس المجانية كوقود.

العيوب:-

1- تكاليف مقدمة عالية:

تتطلب المولدات الشمسية استثماراً أولياً أعلى بكثير من مولدات الغاز التقليدية، فعلى سبيل المثال متوسط تكلفة مولد الغاز حوالي (1000 دولار)، ولكن تكلف مولدات الطاقة الشمسية حوالي (2000 دولار)،

ومع ذلك إن المولدات الشمسية لها تكاليف تشغيل أقل بكثير، لذلك ستنفق أقل على مدى عمر مولد الطاقة الشمسية.

2- عملية إعادة الشحن البطيء:

لا يمكن إعادة شحن بطاريات المولدات الشمسية إلا عند غروب الشمس، وأيضاً في هذه الحالة تستغرق الألواح الشمسية وقتاً لشحن البطارية، فعلى سبيل المثال قد تستغرق الألواح الشمسية التي يبلغ إنتاجها 100 واط أكثر من حوالي 9 ساعات لشحن معظم بطاريات المولدات الشمسية متوسطة الحجم، وعلى عكس ذلك يمكن إعادة تزويد المولدات التي تعمل بالوقود الأحفوري بالوقود في أي وقت، لذا يمكننا الحصول على المزيد من الطاقة عندما نحتاج إليها دون الحاجة إلى القلق بشأن الظروف الجوية أو الوقت من اليوم.

الفصل الثالث
الدراسات

1-3 نموذج محطة مياه تعمل بالطاقة الشمسية:-

في هذه المحطة تم استخدام الطاقة الشمسية لتوفير الكهرباء لتغذية المضخة لرفع المياه الجوفية من عمق 420 متر وحل مشكلة القطوعات المستمرة لتوفير المياه بشكل دائم لمنطقة تحتوي علي400 منزل وتعمل لمدة 8 ساعات يوميا ولا تحتوي علي بطاريات ،و ايضا تحتوي هذه المحطة علي 48 لوح موصلة علي التوالي مقسم علي ثلاثة مجموعات كل مجموعة بها 16 لوح والثلاثة مجموعات موصلة علي التوازي وهذه الالواح من النوع الاحادي Mon crystalline silicon ذات المظهر المتناسق الذي يدل علي نقاء كريس تالات السيلكون .الخلايا المكونة للألواح الاحادية عبارة عن سبائك سيلكون تم تقطيعها الي شرائح ،وتستطيع ان ترى ان احرف الخلايا ليس متلاصق وهذا ما يعطي الالواح الاحادية مظهرها المتميز وكفاءتها لا تزيد عن 17.5% وعمرها الافتراضي 25 سنة او اكثر ودرجة حرارة اللوح من 5 الي 60 درجة . و سعة اللوح 325 واط واجمالي القدرة المنتجة من هذه الالواح 15600 واط كل القدرة المنتجة مستهلكة مع نسبة فقد 30%،وهذه الالواح مثبتة بزاوية 18 درجة لأنها الزاوية المناسبة للحصول على اكبر كمية من الاشعاع في المنطقة وتثبت علي قواعد تثبيت من حديد القلفنايز غير متحركة ويتم تنظيفها يدويا كل اسبوع بواسطة ادوات نظافة (قطعة جافة - ماسحة طويلة) لإزالة الاتربة .

شكل رقم :3-1يوضح نموذج لتأهيل محطات المياه

شكل رقم : 3-2 يوضح الألواح الشمسية

شكل رقم : 3-3 يوضح الالواح الشمسية

شكل رقم : 3-4 يوضح قواعد التثبيت

3- 1-1 توصيل الالواح

وتحتوي هذه المحطة علي inverter وظيفته تحويل تيار الكهرباء المستمر القادم من الالواح او البطاريات الي تيار متردد لتشغيل اجهزة المنزل او المضخات او ربط نظام الطاقة الشمسية بشبكة الكهرباء القومية ،في هذه المحطة تم استخدم inverter المضخاتGSBكفاته 99.99علي حد سواء ACوDCولا يمكن استخدمهم في نفس الوقت للعاكس يعمل عند درجة حرارة 40 +85 والقدر العظمة W325 وتيار A8.49 وجهد تشغيل V45.32

شكل رقم : 3-5 يوضح inverter

2-3 نموزج طاقة شمسية للمنزل:

تم تركيب منظومة طاقة شمسية لمنزل وتتكون من7 الواح من النوع الاحادي وقدره اللوح الواحد 450 w وتثبت علي قواعد تثبيت ثابتة بسمك 1.4mm بزاوية 20 درجة وتحتوي المنظومة علي inverter من النوع mmpt وتيار خرج 80A وجهد خرج 5 kw وايضا بة 4 بطاريات تقوم بتخزين الطاقة في ساعة النهار لتستخدم الطاقة المخزنة فيها بعد غياب الشمس او في حالة وجود عطل في الكهرباء العامة وتعيش هذه البطاريات لمدة 3 شهور بدون كهرباءوتوصل مع منظم شحن .

شكل رقم 3-6 يوضح الألواح

شكل رقم 7-3 يوضح البطاريات ومنظم الشحن

3-3 نموزج لمشروع زراعي:-

في مشروع الزاعي مساحتة 10 فدان تم تركيب طاقة شمسية لمضخة مياه قدرتها 5.5 kw تتكون من 16 لوح من النوع الاحادي موصلة علي التوالي قدرة اللوح الواحد 335 w وتثبت هذه الالواح بزاوية ميلان 17 درجة و inverter بقدرة 440 w وتعمل هذة المنظومة من 7 صباحا الي 5 مساء لا نستخدم بطاريات لانه المضخة تعمل في النهار ولانه غالية الثمن وتذيد من تكلفة المشروع.

شكل رقم 3-8 يوضح الألواح

شكل رقم 3-9 يوضح ال Inverter

الفصل الرابع
النتائج

4-1 النتائج:-

نتائج الطاقة الشمسية في المؤسسات:-

انتاج المنظومة15600واط والفقد 30%

الفقد في المنظومة 15600*0.3 =4680واط

اذا انتاج المنظومة بعد الفقد15600 -4680 =10920 واط

اذا تم تشغيلها لمدة 8 ساعات يكون الاستهلاك خلال اليوم يساوي 87360واط او87.36 كيلو

سعر الكيلو الواحد يساوي18

اذا سعر الكهرباء في اليوم 87.36*18=1572.48

في الشهر يساوي 1572.48*30=47174.4

في السنة 47174.4*12=566092.8

التكلفة الكلية للمشروع تساوي.5,000,400

اذا يحتاج المشروع لفترة 8 سنة لتغطية تكلفة المشروع

نتائج الطاقة الشمسية في المنازل :

وحدة استهلاك الكهرباء في المنازل 5 KW

خلال اليوم تساوي 5*24=120 KW

خلال الشهر تساوي 30*120=3600 KW

فئة الاستهلاك بالكيلو واط.

100 * 5 = 500

100*6=600

100*8=800

100*15=1500

100*22=2200

100*25=2500

100*35=3500

100*45=4500

800=13600

كمية الكهرباء المستهلكة في المنزل 2800= 800-3600

سعر الكيلو = 59

سعر الكهرباء المستهلكة في المنزل خلال الشهر تساوي

2800*59=165200

13600+165200=178800

التكلفة الكلية للمشروع تساوي 3000000 ثلاثة مليار جنيه

أذاً يحتاج المشروع لفترة 17 شهر لتعويض تكلفته

نتائج الطاقة الشمسية في المزارع:

القدرة الكلية المنتجة من الألواح تساوي 58.96 KW

سعر الكهرباء للمزارع تساوي 9 جنيهات للكيلو الواحد

9*58.96=530.64

في الشهر تساوي 530.64*30=15919.2

خلال السنة تساوي

15919.2*12=191030.4

إذاً يحتاج المشروع لفترة 10 سنوات لتعويض تكلفته.

2-4الخلاصة :-

تبين من خلال الدراسة السابقة ان استخدام الكهرباء في المؤسسات والنازل والمشاريع الزراعية مناسب تعمل عمل علي توفير الكهرباء في حالة حدوث عطل في الشبكة القومية تخفض تكلفة تكلفة تشغيل وتخفض فواتير شراء كما يمكن ان تكون عائد استثماري في حالة بيع الكهرباء الي الهيئة القومية للكهرباء وفي حالة عمل المنظومات الثلاثة في وقت واحد يكن ان توفير 151.32 kw في اليوم من انتاج الشبكة القومية للكهرباء .

الفصل الخامس

الخاتمة والتوصات

5-1الخاتمة:-

في هذا البحث تم دراسة اثر استخدام الطاقة الشمسية في المؤسسات والمنازل والمشاريع الزراعية في جميع النواحي بدلا عن استخدام الشبكة القومية للكهرباء ووجد ان استخدام الطاقة الشمسية يخفض تكلفة شراء الكهرباء ويقلل الضغط على الشبكة القومية للكهرباء وذلك عندما يكون النظام غير متصل بالشبكة كما انه مشروع استثماري وذلك ببيع الكهرباء الى الهيئة القومية للكهرباء كما انه يعتبر مصدر نظيف للطاقة .

5-2التوصيات :-

الطاقة الشمسية مصدر نظيف للكهرباء ووقد اصبحت بالفعل تكلفتها في متناول يد الطبقة المتوسطة .ولكن من المهم قبل أي شيء معرفة ان هذا التطبيق او النظام عملي و اقتصادي في جميع الحالات .

من اجل ذلك نوصي بالآتي:-

1- تكلفة البطاريات عالية بالنسبة الي عمرها الافتراضي لذلك نفضل نظام غير متصل بالشبكة.
2- تمويل مشاريع الطاقة الشمسية .
3- بيع الكهرباء المتوفرة لشركة كهرباء السودان القابضة
4- تخفيض تكاليف الجمارك .

المراجع

1- الطاقة الشمسية واستخداماتها ، ص(371)

2- محرم عبد الكريم – كيفية عمل الخلايا الشمسية .

3- عبد المجيد امين – كل ما تريد معرفته عن الطاقة الشمسية 2009م .

4- وحيد مصطفي انظمة الطاقة الشمسية – دار الكتب العلمية والتوزيع 2009

5- دراسة محطة الطاقة الشمسية – اعداد شادي حسن – محمد بسام يوسف .

6- الطاقة الشمسية في المنازل والمشاريع الزراعية https://mawdoo3.com

7- الطاقة الشمسية في المؤسسات https://amplussolar.com

8- مولدات الطاقة الشمسية https://e3arabr.com

9- دليل الطاقة الشمسية ومضخات المياه https://electriceng.com