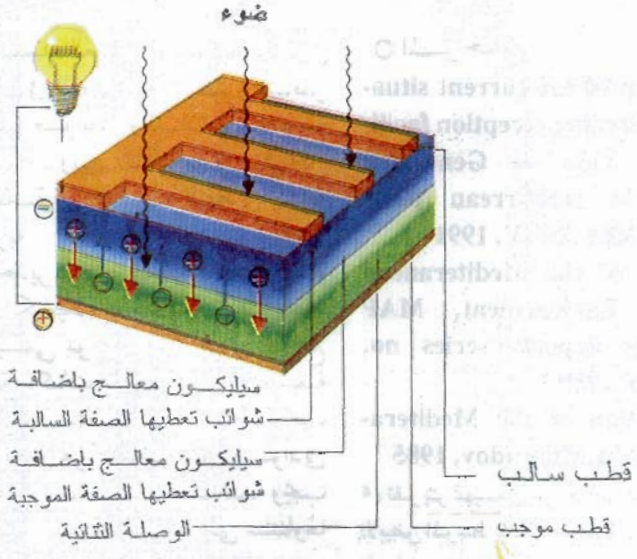
الخلايا الشمسية

م . حسن عياد خليفة *

مقدمة

الخلايا الشمسية هى نبائط الكترونية قادرة على تحويل الاشعاع الشمسي الى تيار مستمر ، معتمدة فى عملها على ظاهرة التأثير الفولتضوئى وأول من لاحظ هذه الظاهرة هو العالم الفرنسى هنرى بيكرل سنة 1839م الذى لاحظ أن التيار المتولد من السائل الالكتروليتى يزاداد بزيادة الاشعاع الضوئى على الخلية كما لاحظ أيضاً أن الزيادة فى التيار الكهربى تعتمد على الطول الموجى للضوء الا أن اكتشاف هذه الظاهرة فى الجوامد كان سنة 1876 بواسطة العالمين أدمز وديى ، والذى تبعه تصنيع اول خلية شمسية من عنصر السيلينيوم وأكسيد النحاس .

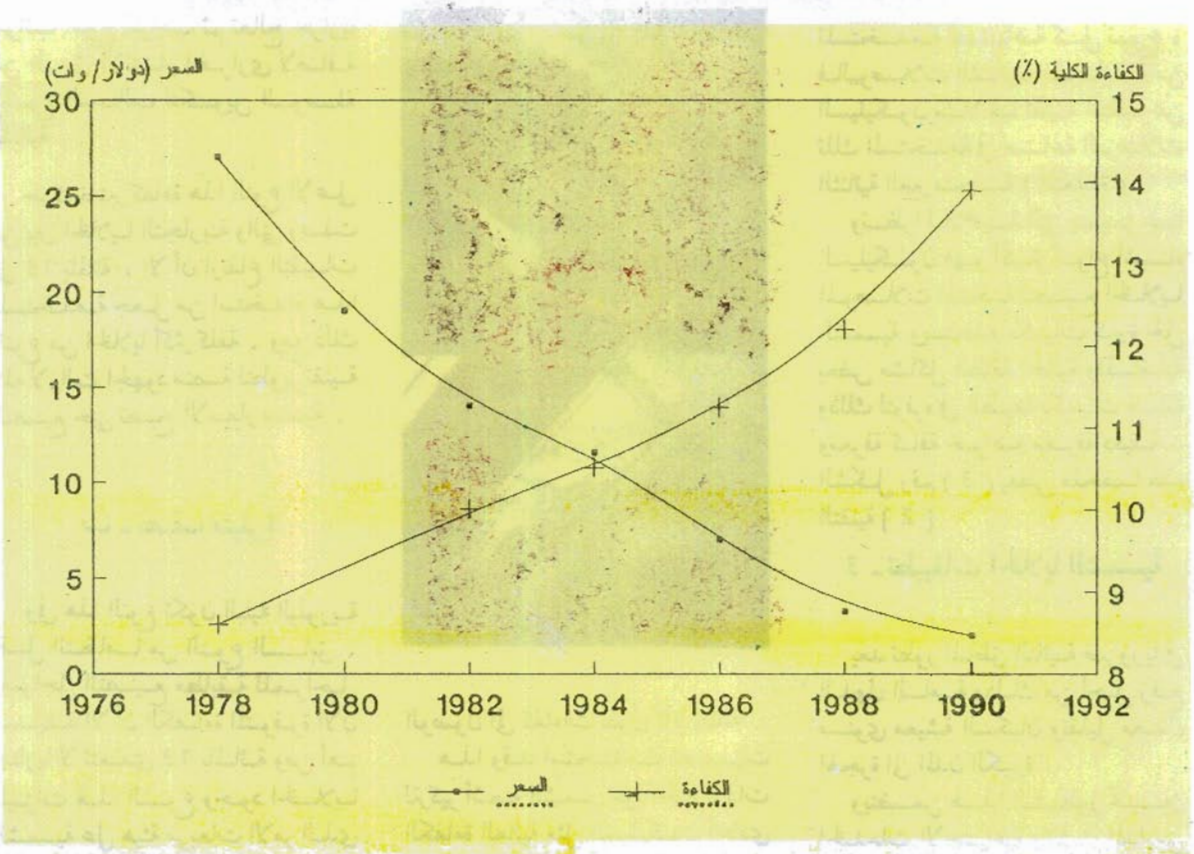
وفى سنة 1941 تم تصنيع أول خلية شمسية من السيليكون ، وكانت هذه الخلية أول تركيبة قادرة على تحويل الاشعاع الشمسى الى تيار كهربائى بكفاءة معقولة ، ومنذ ذلك الوقت بدأ الاستخدام الفعلى للخلايا الشمسية ، فكانت أولى المجالات التى استخدمت فيها هى الاقمار الصناعية والمركبات الفضائية ، ومع بداية السبعينات وظهور أزمة النفط ، قامت العديد من الشركات بانتاج خلايا شمسية للاستعمالات المختلفة والتى من شأنها أن أحدثت تغيرات مهمة فى مجالات تقنية التصنيع . والشكل (1) يوضح تركيب الخلية الشمسية



شكل (1) تركيب الخليه الشمسية

وتعتبر الخلايا الشمسية الآن أحد المصادر البديلة للطاقة التى تجد اهتماما متزايدا لادخالها بتوسع فى التطبيقات المختلفة للمساهمة فى حل بعض مشاكل الطاقة . وبفضل البحث والتطوير فى مجال تصنيع الخلايا الشمسية تم تحسين كفأتها وتخفيض أسعارها حيث كانت تكلفة الوات الواحد سنة 1974م تقدر بخمسين دولارا مقارنة بأسعار سنة 1990م خمسة دولارات للوات الواحد . (الشكل (2) يوضح انخفاض سعر الخلايا الشمسية خلال الفترة 1976 ـ 1992 وارتفاع كفأتها لنفس الفترة) ومن المتوقع أن تنخفض

* مركز دراسات الطاقة الشمسية



شكل (2) سعر المسطح الشمسي بالدولار لكل وات ذروي

هـذه القيمـة الى دولار ونصـف مـع النصف الثـانى من التسعينات وكـذلك زيـادة فى كفاءتهـا التى قد تصـل الى 27 بالمائة [1] ويوضح الجدول رقم (1) العـوامل التى تسـاهم فى فقد الـطاقة فى الخلية الشمسية

الجدول رقم (1)
العوامل التى تساهم فى فقد الطاقة فى الخلية الشمسية

عوامل تساهم فى فقد الطاقة	نسبة الاشعاع الشمسى الذى لم يحول الى تيار كهربائى
الفوتونات عالية الطاقة	32 بالمائة
الفوتونات منخفضة الطاقة	24 بالمائة
فواقد الخلية الداخلية	21 بالمائة
الانعكاس من السطح الامامى	3 بالمائة
ظلال الشباكة	3 بالمائة
كثافة تعبئة الخلية	2 بالمائة
المجموع	85 بالمائة

أنواع الخلايا الشمسية

يمكن تصنيف الخلايا الشمسية طبقا للمواد المستعملة كمايلى :-

أ - أحادية التبلر

وهى تعتبر من أكثر البنيـات البلورية انتظـاما حيث تعـالج مبـدئيا بـاضافة

شوائب النوع الموجب ثم تعالج حراريا عن طريق الانتشار الحرارى لاضافة النوع السالب لتكوين الوصلة الثنائية . .

حيث تعتبر كفاءة هذا النوع الاعلى من بين الخلايا التجارية والتى وصلت الى 15 بالمائة ، الا أن ارتفاع التقنيات المستخدمة جعل من استخدام هذا النوع من الخلايا أكثر كلفة ، ومع ذلك كله لازالت الجهود منصبة لتطوير تقنية التصنيع حتى تصبح الاسعار مناسبة .

ب ـ نصف متبلرة

وفى هذا النوع تكون البنية البلورية أقل انتظاما من النوع السابق ، ومراحل التصنيع مطابقة للمراحل السابقة الا أن الكفاءة المتوفرة الآن تجاريا لا تتعدى 13 بالمائة ومن أهم الميزات لهذا النوع وجود الخلايا الشمسية على هيئة مربعات الامر الذى يرفع من كثافة التعبئة والتى بدورها توفر المساحة المستغلة من استخدام هذه المنظومات .

ج ـ خلايا الافلام الرفيعة

وهى أفلام يتم ترسيبها بعدة طرق وسمكها لا يتجاوز بعض الميكرونات ، أما كفاءة هذا النوع فقد وصلت الى 5 ـ7 بالمائة ، والعامل المهم فيها يعود الى تكلفة انتاجها المنخفضة .

د ـ الخلايا عديدة الطبقات

ان الفراغ الطاقى يحد من الكفاءة وللتغلب على هذه المشكلة توضع عدة طبقات من مواد مختلفة كل لها فراغ طاقى مختلف لانتاج خلايا مركبة ذات كفاءات عالية ، وبهذه الطريقة يمكن

الوصول الى كفاءات تفوق 50 بالمائة .

هذا وقد استخدمت تصميمات لتركيز أشعة الشمس على الخلايا ذات الكفاءة العالية مثل السيليكون أحادى التبلر والجاليوم زرنيخ ، وذلك بغرض زيادة كفاءتها . ونتج عن ذلك ارتفاع فى درجة حرارة الخلية والتى بدورها تعتبر عائق حيث أن الخلية الشمسية تنخفض كفاءتها بارتفاع درجة الحرارة وباستخدام تقنيات التبريد تمت الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة عن استخدام المركزات اضافة الى التيار الكهربائى الذى تولده الخلية فى دورات مزدوجة ، ان استخدام مركزات مصنوعة من الزجاج والالومنيوم يقلل من الحاجة الى مادة أشباه الموصلات الثمينة .

2 ـ تقنية الخلايا الشمسية

ان الحديث السابق كان عن الانواع المختلفة للخلايا الشمسية وطبيعى جدا أن تكون هناك اختلافات فى التقنيات المستخدمة لصناعة كل نوع ، فالوصلات الثنائية المتجانسة من السيليكون مثلا لها تقنية تختلف عن تلك المستخدمة فى صناعة الوصلات الثنائية الغير متجانسة (المتعددة)

ونظرا للاهمية التى يتميز بها السيليكون فهو أكثر أنواع أشباه الموصلات المنتخبة لتصنيع الخلايا الشمسية ويستخدم بكميات كبيرة لحل بعض مشاكل الطاقة الحالية والمستقبلية وذلك لتوفره فى الطبيعة بكميات هائلة ومعرفة كافة خواصه معرفة دقيقة . الشكل رقم (3) يعطى ملخصا لهذه التقنية [2]

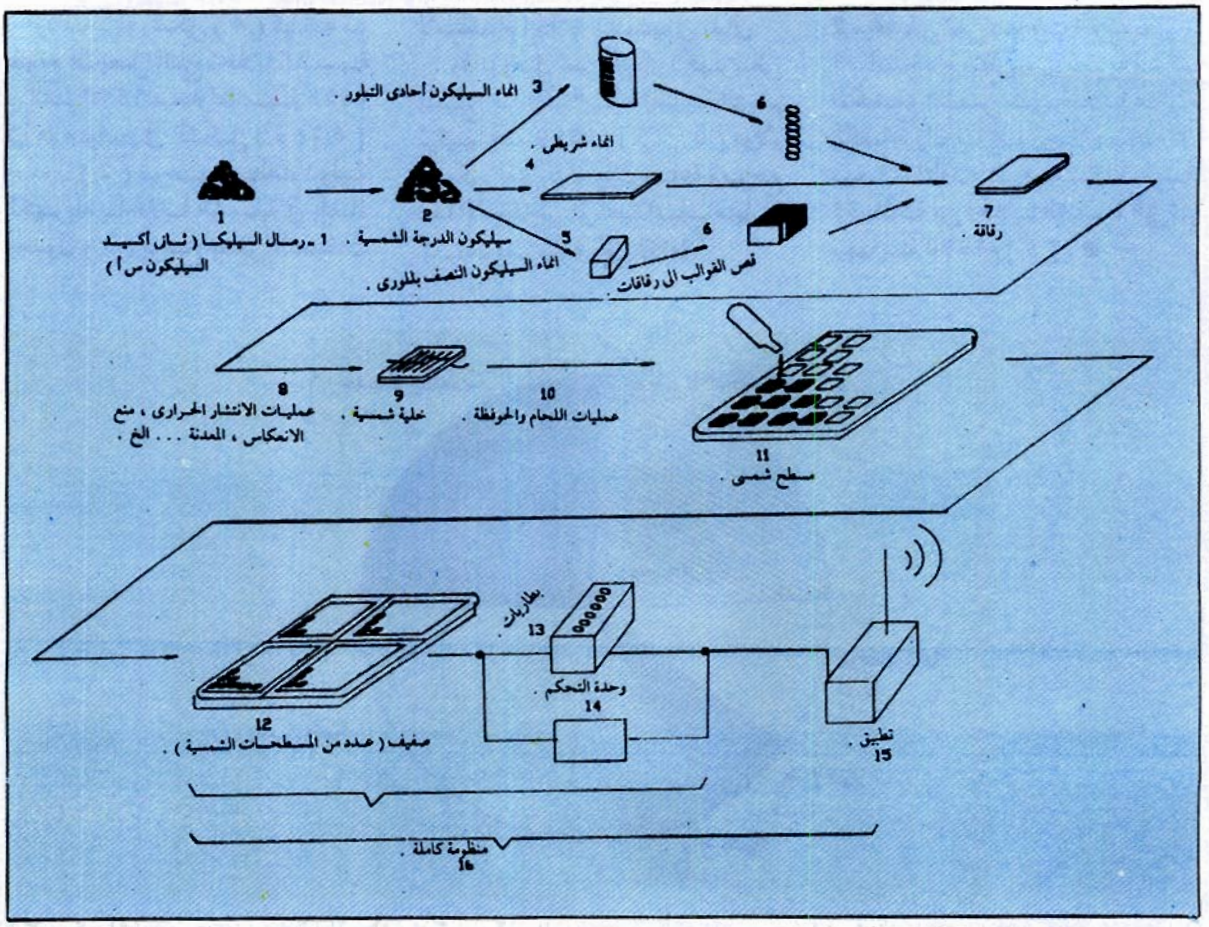
3 ـ تطبيقات الخلايا الشمسية

يعد تطور المناطق النائية ضروريا فى الدول النامية وذلك من أجل رفع مستوى معيشة السكان وتقليل معدل الهجرة الى المدن الكبيرة .

ويتضمن هذا التطور تحسين الخدمات الاجتماعية وانشاء المدارس والمراكز الصحية وأسباب الاستقرار وتوفير سبل العمل ، وذلك بتطوير تقنيات الزراعة والتركيز على الصناعات ذات العلاقة بالريف وهذا الامر يستوجب سهولة الحصول على الطاقة الكهربائية وبذلك تكون الخلايا الشمسية هى أحد البدائل الملائمة لمثل هذه التطبيقات

وفى العالم العربى نجد أن ما تم تطبيقه فى الجماهيرية العظمى مثلا منذ سنة 1976م حتى الآن يقدر بأكثر من 160 كليلووات [3] وفى السعودية 350 كليووات [4] كما توجد تطبيقات مختلفة فى كل من تونس ، الجزائر ، الكويت ، الامارات العربية ، العراق ومصر بنسب متفاوتة ،

وفى العالم نجد أن انتاج الخلايا الشمسية سنة 1990م وصل 48



الشكل رقم (3) يوضح ملخصا للتقنية المستخدمة فى صناعة الخلايا الشمسية

ميجاوات [5] موزعة كالاتى :ـ

ـ حاسبات وساعات ومعدت أخرى 21 . 7 بالمائة

ـ منظومات الاتصالات 20 . 7 بالمائة

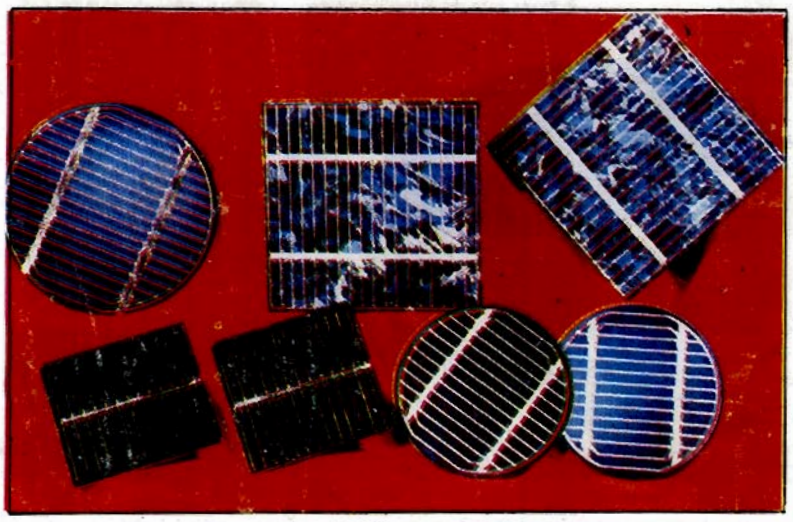
ـ عوامات مائية ومعدات ذات علاقة 9 . 3 بالمائة

ـ ضخ المياه 5 . 5 بالمائة

ـ تجارب ربط المنظومة بالشبكة 9 . 5 بالمائة

ـ انارة المساكن النائية 20 . 4 بالمائة

أما النسب الباقية فكانت فى مجالات أخرى . .



نماذج من الخلايا الشمسية

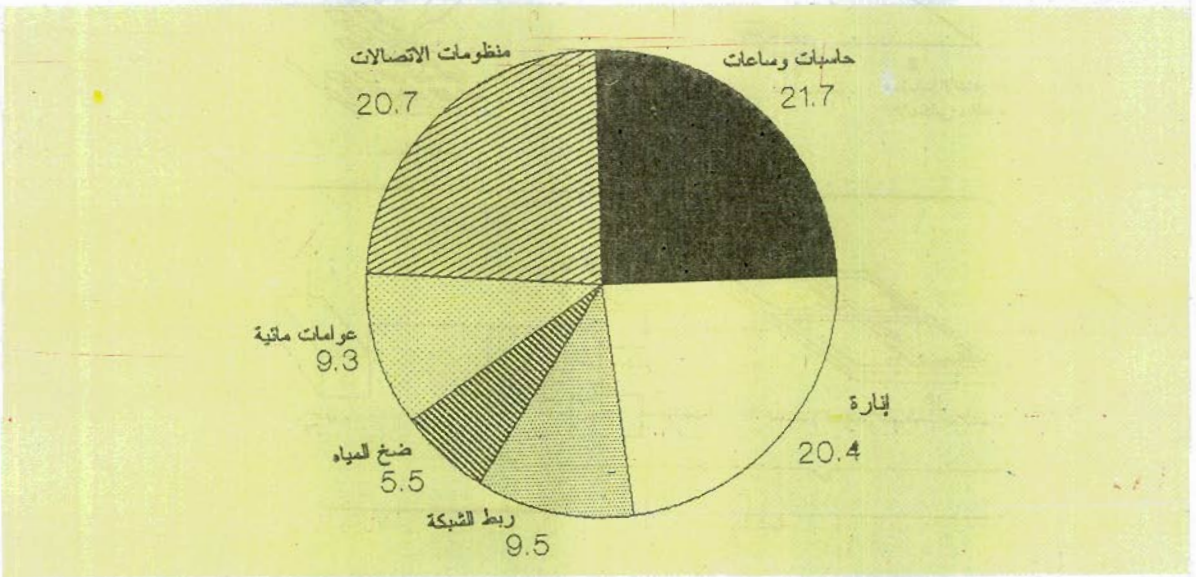
وذلك كما فى شكل (4) كما انه من المتوقع أن يصل انتاج الخلايا الشمسية فى العالم 1840 ميجاوات سنة 2025 كما هو موضح فى الشكل (5) [6] جدول (2) يوضح محطات توليد الكهرباء بالخلايا الشمسية فى العالم وجدول (3) يوضح بعض التطبيقات لاستخدام الخلايا الشمسية فى المبانى

وقد وصل ثمن التيار الكهربائى المنتج من الخلايا الشمسية التى تم تركيبها سنة 1990م (25 . 0) دولار أمريكى لكل كيلو وات ساعة ويرجع هذا الانخفاض الى عدة اسباب منها :

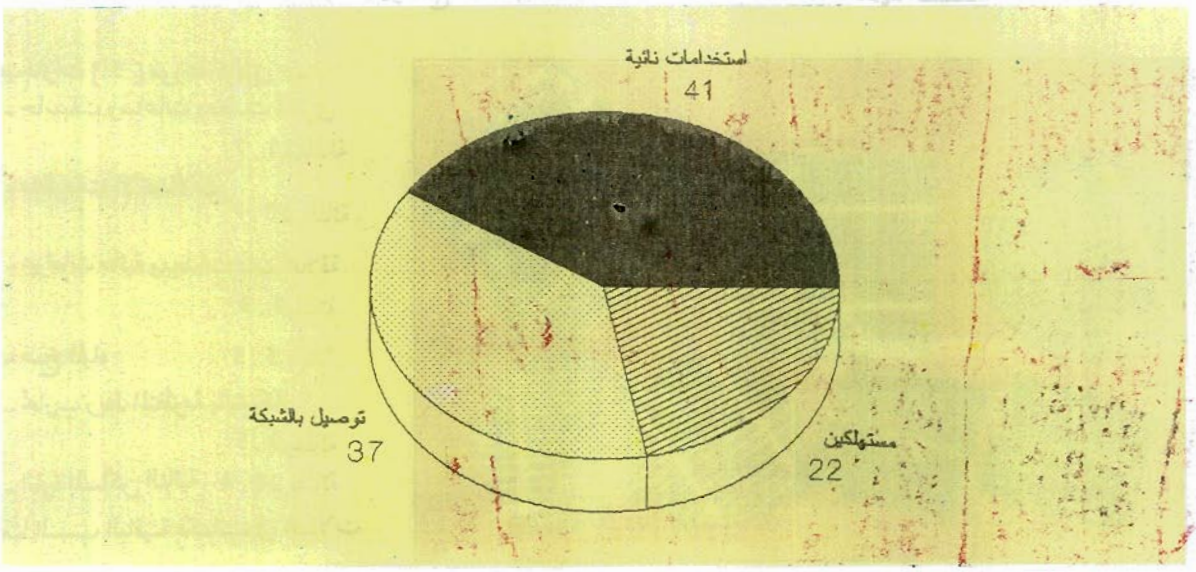
1 ـ الحوفظة بطرق أقل تكلفة

2 ـ تخفيض ثمن دعامات التركيب

3 ـ استخدام منظومات بصرية لتركيز الاشعاع الشمس على خلايا عالية الكفاءة وأن ما تجدر ملاحظته أن مبيعات الافلام الرفيعة شكلت نسبة 33 بالمائة من الخلايا الشمسية التى تم بيعها سنة 1990م [5] . ■



شكل رقم (4) نسب استخدام الخلايا الشمسية في المجالات المختلفة من مجموع ما تم إنتاجه سنة 1990 (48 ميجاوات)



شكل (5) النسب المتوقعة لانتاج الخلايا الشمسية في العالم لسنة 2025 حسب الاستخدام (٪)

جدول رقم (2)
الكهرباء المولدة من الخلايا الشمسية فى المبانى

الدولة	الوصف
النمسا	تغذية جبل
فنلندا	منظومات فى المبانى وحدات بحث وتطوير تهدف لبناء وتقييم منظومات (1 ـ 3) كيلووات مع الشبكة العامة
المانيا	(مشروع الف سقف) 1300 منظومة متكاملة مع الشبكة (1990 ـ 1994) قانون جديد يضمن أسعار الكهرباء المولدة عن طريق الخلايا الشمسية تباع بنفس ثمن الكهرباء المنتجة بالطرق التقليدية
	مشروع برلين 1
	ميجاوات (ويتضمن انشاء منظومات موصلة بالشبكة العامة يصل مجملها الى 1 ميجاوات اعداد كبيرة من الانظمة المستقلة (1 ـ 4 ـ 5) كيلووات تستعمل الآن
ايطاليا	مشروع فنوستا
	تعتزم ايطاليا امتلاك 25 ميجاوات مولدة بالخلايا الشمسية وهذا سوف يجعل من ايطاليا أكبر دولة تستهلك كهرباء الخلايا الشمسية
اليابان	(مشروع شروق الشمس) والذى يتضمن تمويل وحدات البحث والتطوير فى مشاريع صغيرة واقتصادية
سويسرا	(333 مسكنا) منظومات خلايا شمسية ذات قدرات 3 كيلووات موصلة بالشبكة وأثمان التيار الكهربائى نفس اثمان التيار المولد بالطرق التقليدية
تونس	برنامج الحكومة التونسية تزويد المدارس بالكهرباء الشمسية والمرافق التابعة لها

جدول رقم (3) تابع /

الموقع	القدرة (كيلووات)	تاريخ بدء التشغيل
الالب السويسرية / سويسرا	110	
سكاى هاير / الولايات المتحدة	225	
بيل ورم / المانيا	300	
أوستين / تكساس / الولايات المتحدة	2 × 300	
جورج تاون / الولايات المتحدة	300	
كوبرن جوندوف / المانيا	330	
ديفيس / كاليفورنيات	480	نهاية 1991
مونت سوليل / سويسرا	500	نهاية 1991

محطات كبيرة لتوليد الكهرباء بالخلايا الشمسية فى العالم

الموقع	القدرة (ميجاوات)	تاريخ بدء التشغيل
مدينة ساجى / اليابان	1	
لوجو / الولايات المتحدة	1	
التوسع بمشروع دلفور / ايطاليا	1	1995
فيرونا / ايطاليا	1	1995
سكرامينتو / الولايات المتحدة	2	
نابولى / ايطاليا	3	1992
كاريزا بين / كاليفورنيا الولايات المتحدة	5	

جدول رقم (3) محطات كبيرة لتوليد الكهرباء بالخلايا الشمسية فى العالم

الموقع	القدرة (كيلووات)	تاريخ بدء التشغيل
اجيا روميل / اليونان	50	
فوتا / ايرلندا	50	
مونت بوركية / فرنسا	50	
مطار نيس / فرنسا	50	
ترشبليج / هولندا	50	
شيفتوجن / المجر	63	
تريبنى / ايطاليا	65	
زامبيلل / ايطاليا	70	
برمينجهام / الباما		
الولايات المتحدة	75	
فولكانو / ايطاليا	85	
مدريد اسبانيا	100	
لوفينجتون / الولايات المتحدة	100	
الوجو / الولايات المتحدة	100	

المراجع :

1 ـ المؤتمر العالمى الاول لتقنية السيليكون ودوره فى دول النطاق الشمسى ، اسلام اباد 1987 .

2 ـ Solar Energy in the 80 s Per-gamon Press .

3 ـ ابراهيم صالح ، حصر تطبيقات الخلايا الشمسية ، الهيئة القومية للبحث العلمى .

4 ـ كتيب عن معهد بحوث الطاقة فى السعودية .

5 ـ المؤتمر العالمى الثانى للتقنية السيليكون ودوره فى دول النطاق الشمسى اسلام اباد 18 ـ 22 الصيف 1993 .

6 ـ Crik . F . Photovoltaics In Buildings : Am Overview of An Energy Technology . It Power ltd . Hants . U . K .