الخلايا الشمسية : تعريف ، تطبيق ، واستثمار

م. شعبان عاشور*

المقدمة :

يعتبر التحويل الحرارى المباشر للاشعاعات الشمسية الى طاقة كهربائية عبر الخلايا الشمسية تقنية جديدة ومتطورة وهو صناعة استراتيجية باعتبارها مصدراً طاقويا مستقبليا سيكون له الاثر الأكبر فى المحافظة على مصادر الطاقة التقليدية ولأغراض أهم واستغلال أثمن علاوة على أن مصدر طاقته مجانى ولاينضب ونظيف ودون مخلفات أو أخطار [1]

ان الخلايا الشمسية هى محولات فولتضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى كهرباء ، وهى نبائط شبه موصلة وحساسة ضوئيا ومحاطة بغلاف أمامى وخلفى موصل للكهرباء .

لقد تم إنماء تقنيات كثيرة لانتاج الخلايا الشمسية عبر عمليات متسلسلة من المعالجات الكيميائية والفيزيائية والكهربية على شكل متكائف ذاتى الآلية او عالى الآلية . كما تم إنماء مواد مختلفة من أشبه الموصلات لتصنيع الخلايا الشمسية على هيئة عناصر كعنصر السيليكون أو على هيئة مركبات كمركب الجاليوم زرنيخ وكربيد الكادميوم وفوسفيد الانديوم وكبريتيد النحاس وغيرها من المواد الواعدة لصناعة الفولتضوئيات .

ميكنة تيار الخلايا الشمسية :

الخلية الشمسية للتطبيقات الارضية هى رقاقة رفيعة من السيليكون مشابة بمقادير صغيرة من الشوائب لاعطاء جانب واحد شحنة موجبة والجانب الآخر شحنة سالبة مكونة ثنائيا ذا مساحة كبيرة [3] .

تولد الخلايا الشمسية قدرة كهربائية عندما تتعرض لضوء الشمس حيث الضوئيات (الفوتونات) والتى يحمل كل منها كما طاقويا محددا يكسب الألكترونات الحرة طاقة تجعلها تهتز حراريا وتكسر الرابط الذرى بالشباكة بالمادة الشبه موصلة ويتم تحرير الشحنات وانتاج أزواج من الالكترون فراغ . تنطلق حاملات الشحنة هذه متجهة نحو وصلة الثنائى متنقلة بين نطاقى التوصيل والتكافؤ عبر الفجوة الطاقوية وتتجمع عند السطح الأمامى والخلفى للخلية محدثة سريان تيار كهربى مستمر عند توصيل الخلية بحمل كهربى وتبلغ القدرة الكهربية المنتجة للخلية الشمسية عادة واحد وات .

الخلايا الشمسية التجارية .

تم تصنيع خلايا شمسية من مواد مختلفة الا أن أغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أو لها خواص سامة ملوثة للبيئة أو معقدة التصنيع وباهظة التكاليف وبعضها لايزال تحت الدراسة والبحث ، وعليه فقد تركز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيليكونية وذلك لتوفر عنصر السيليكون فى الطبيعة علاوة على أن العلماء والباحثين تمكنوا من دراسة هذا العنصر دراسة مستفيضة وتعرفوا على خواصه المختلفة وملاءمته لصناعة الخلايا الشمسية المتبلرة ومتصدعة التبلر .

الخلايا الشمسية السيليكونية المتبلرة .

تصنع هذه الخلايا من السيليكون عبر نماء قضبان من السيليكون احادى أو عديد التبلر ثم يؤرب الى رقائق وتعالج كيميائيا وفيزيائيا عبر مراحل مختلفة لتصل الى خلايا شمسية . كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9 و

* مركز دراسات الطاقة الشمسية

17 ٪ . والخلايا السيليكونية أحادية التبلر غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقة بينما الخلايا السيليكونية عديدة التبلر تعتبر أقل تكلفة من أحادية التبلر وأقل كفاءة أيضا .

الخلايا الشمسية السيليكونية الأمورفية

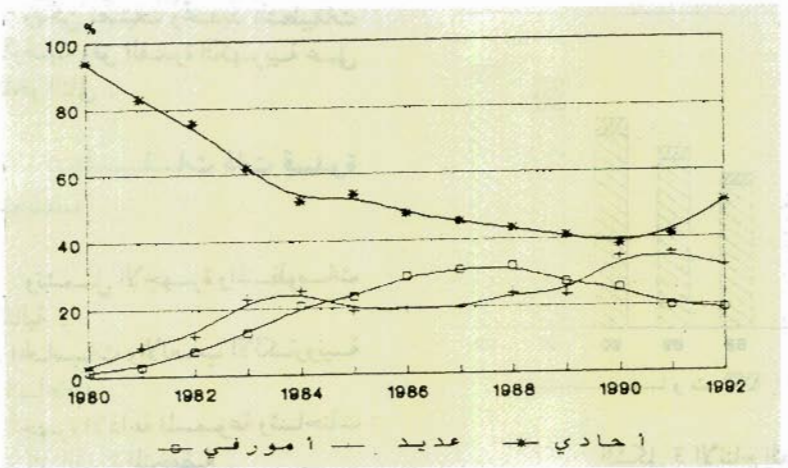
مادة هذه الخلايا ذات شكل سيليكونى حيث التكوين البلورى متصدع لوجود عنصر الهيدوجين أو عناصر أخرى أدخلت قصدا لتكسبها خواص كهربية مميزة . وخلايا السيليكون الأمورفى زهيدة التكلفة عن خلايا السيليكون البلورى حيث ترسب طبقة شريطية رقيقة باستعمال كميات صغيرة من المواد الخام المستخدمة فى عمليات قليلة مقارنة بعمليات التصنيع البلورى . ويعتبر تصنيع خلايا السيليكون الأمورفى أكثر تطويعا وملاءمة للتصنيع المستمر ذاتى الآلية .

تتراوح كفاءة خلايا هذه المادة ما بين 4 ـ 9 ٪ بالنسبة للمساحة السطحية الكبيرة وتزيد عن ذلك بقليل بالنسبة للمساحة السطحية الصغيرة وان كان يتأثر استقرارها بالاشعاع الشمسى . والشكل 1 يوضح نسبة انتاجية العالم من المسطحات ذات الخلايا الشمسية أحادية التبلر ، عديدة التبلر والامورفية .

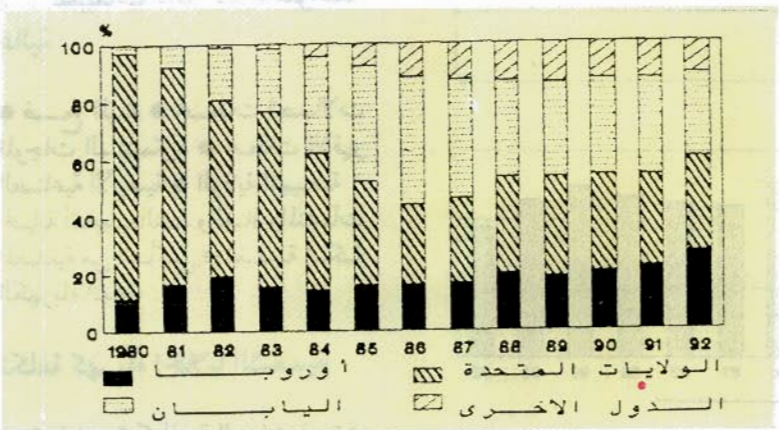
تطبيقات الخلايا الشمسية

تركز الاهتمام على ادخال الفولتضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة فى التطبيقات الأرضية بغية تطوير التقنية ووسائل الاستخدام فى قطاع السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة والنفط وغيرها فى الاستخدامات الفولتضوئيات الجذابة اقتصاديا وفى المناطق الوعرة والمعزولة والنائية حيث تنقص تكلفة شبكات الكهرباء العامة وتساعد فى الانماء الاقتصادى والتصوير الاجتماعى المحلى . والمسطحات الفولتضوئية هى مصدر القدرة الكهربية لهذه التطبيقات ، حيث يتكون المسطح من عدة خلايا (متصلة معا بصفائح سلكية معدنية) مغطاة بملف من البلاستيك الحرارى مثل أسيتات فينيل ايثيل أو غيره وأخر من التدلار لحمايتها من الأشعة فوق البنفسجية ومغلفة بصفيحة زجاجية من الأمام وطبقة واقية تعمل كقاعدة انشائية من الزجاج أو من الألياف الزجاجية أو الخرف الصينى عند الخلف مركب عليها صندوق وصلة كهربية ومحاط باطار معدنى .

وهذه المسطحات يعول عليها بتطرف كمصدر طاقة كهربية لأن ليس لها أجزاء متحركة وذات عمر طويل يتراوح من 15 إلى 35 سنة وأمان للبيئة ، كما تضفى على المبانى شكلا معماريا جميلا [4] . والشكل 2 يوضح الانتاج الاقليمى للمسطحات بينما الشكل 3 يوضح الانتاج العالمى للمسطحات .



الشكل 1 نسبة انتاج السيليكون



الشكل 2 الانتاج الاقليمى للمسطحات

ويمكن تصنيف وتحديد التطبيقات الأرضية وفق القدرة الكهربية على النحو التالى :

1 . تطبيقات ذات قدرة منخفضة .

وتشمل الاجهزة والمنظومات التالية :
- الحاسبات والألعاب الالكترونية والساعات .
- أجهزة الاذاعة المسموعة وشاحنات نضائد القدرة المنخفضة .

تطبيقات ذات قدرة متوسطة

وتشمل المنظومات التالية :
* الانارة * أجهزة
* الاذاعة المرئية * ثلاجات اللقاح والامصال
* اشارات المرور والانذار
* مراوح الأسقف (التهوية)
* هواتف الطوارىء
- شاحنات السياج الكهربى :

حيث يشحن السياج المحاط بالمزارع وأماكن تربية الحيوانات لمنعها من الخروج ومنع الحيوانات الضالة من الاقتراب منها .

3 . تطبيقات ذات قدرة متوسطة عالية

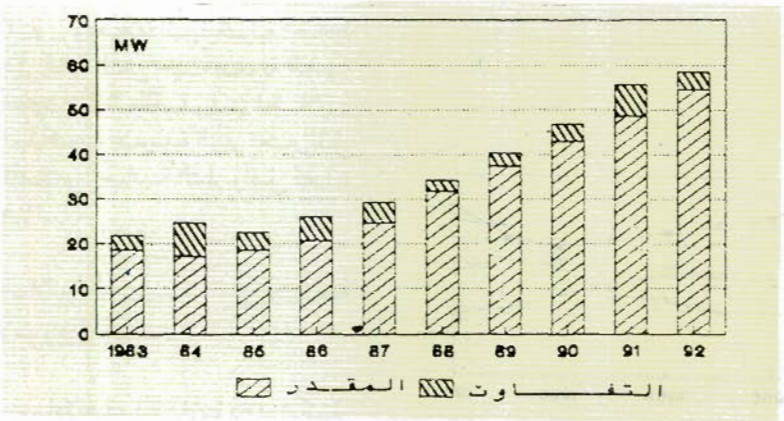
* ضخ المياه * محطات اتصالات الموجات السنتيمترية * محطات الاقمار الصناعية الأرضية * الوقاية المهبطية : لحماية أنابيب النفط والغاز والمنشآت المعدنية من التآكل * تغذية شبكة الكهرباء العامة .

تكلفة كهرباء الخلايا الشمسية

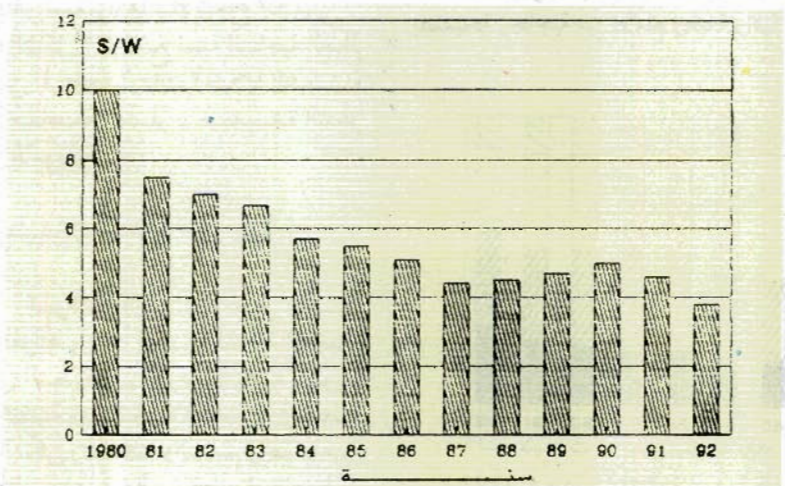
تتراوح تكلفة الوات ذروة فى الاسواق العالمية ما بين 8 إلى 10 دولارات بالنسبة للدول المستوردة بينما تصل تكلفة الوات ذروة بالنسبة للتطبيقات ذات القدرة المتوسطة والقدرة المتوسطة والعالية إلى 30 دولاراً وتزيد هذه التكلفة وفق التصميم وأجهزة التحكم والتخزين الساكن والالكترونيات المساعدة الا أن تكلفة الوات ذروة بالنسبة للقدرة العالية (المحطات الكهروشمسية ذات سعة الميجاوات) تقل قليلا عن 20 دولارا [5] .

ان الاقتصاديات الحالية لتطبيقات منظومات الخلايا الشمسية بعضها فعال التكلفة وبعضها الآخر غير ذلك وهى صورة ديناميكية تماما حيث الأسعار انخفضت خلال العقد الماضى ،

والشكل 4 يوضح دليل تكلفة الوات ذروة بالنسبة للدول المصنعة ، وبالتالى يمكن أن يتوقع بأن تحسينات التقنية والزيادات فى حجم الانتاج سوف تؤثر على التكلفة المستقبلية الى نقطة حيث الفولتضوئيات ستكون فعالة التكلفة لكل التطبيقات خاصة تلك المتصلة بالشبكة العامة [6] .



الشكل 3 الانتاج العالمى للمسطحات



الشكل 4 دليل تكلفة الوات ذروة

الشركات العالمية المصنعة للخلا ا الشمسية

الشركات العالمية العاملة فى هذا المجال كثيرة من بينها شركة سيمنزسولار / المانيا . الفواتوات / فرنسا . ايتال سولار / ايطاليا . كرونار / يوغسلافيا . استروبور / كندا . هيليودينايكا / البرازيل . وشركات عديدة فى الولايات المتحدة واليابان وهناك شركات متعددة الجنسيات أيضا .

والجدول التالى يوضح توزيع عدد بعض الشركات المصنعة .

جدول 1 . توزيع الشركات التجارية المصنعة

البلد	عدد الشركات < 20	عدد الشركات < 10	عدد الشركات > 5
الولايات المتحدة	•		
أوربا		•	
اليابان		•	
كندا			•
البرازيل			•
الهند			•
الوطن العربى			•

الاستثمارات العالمية فى مجال الخلايا الشمسية

تستثمر الدول المصنعة أموالا طائله فى مجال الخلايا الشمسية وذلك على مستوى البحث والتطوير والتطبيق بغية الوصول الى تخفيض أسعارها وزيادة كفاءتها وتسهيل طرق انتاجها وجعلها واعدة للانتاج والتطبيق الموسع .

والجدول التالى يوضح استثمارات

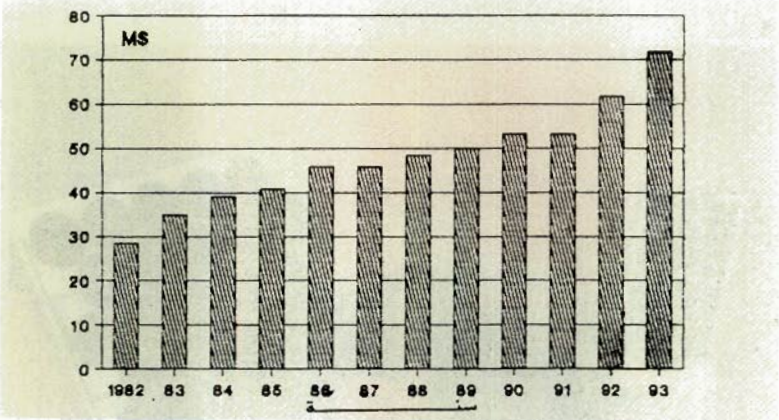
نماذج من الخلايا الشمسية والمنتجات الملحقة بها

بعض الدول فى مجال مشاريع الخلايا الشمسية

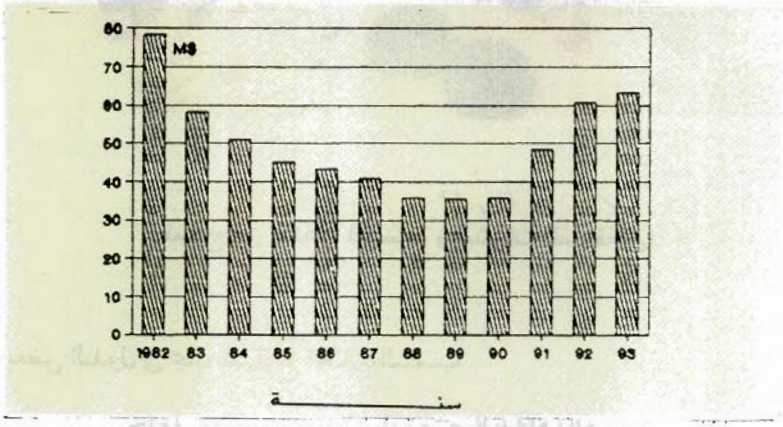
جدول 2 الاستثمارات الوطنية فى مجال الخلايا الشمسية

البلد	الفترة الزمنية	المبلغ (مليون دولار
الولايات المتحدة	1985 ـ 1975	2000
المانيا	1988 ـ 1973	1500
فرنسا	1988 ـ 1982	230
ايطاليا	1989 ـ 1985	120
اليابان	1990 ـ 1980	550

هذا مع العلم بأنه قد بلغت استثمارات الحكومة الألمانية فى سنة 1988 م وحدها 60 مليون دولار بينما بلغت استثمارات الحكومة اليابانية فى ذات السنة 40 مليون دولار والحكومة الأمريكية 35 مليون دولار وقررت الوكالة الهولندية للطاقة والبيئة ما مقداره 30 مليون دولار لبرنامج الخلايا



الشكل 5 الاستثمارات بادارة الطاقة باليابان



الشكل 6 الاستثمارات بادارة الطاقة بـا الولايات المتحدة

الشمسيـة لسنـة 1990 م وخصصت مؤسسـة التخطيط بـالصين مـا مقـداره 2 , 5 مليون دولار لبرنـامج التـطبيقات الفـولتوئيـة و 4 , 5 مليون دولار لاقـامة تسهيلة اختبار وانماء استراتيجية تصنيع وتسـويق منظومـات الخلايـا الشمسيـة بـالتعاون مـع بـرنـامـج الأمم المتحـدة لـلتنـمـيـة [7] والـشـكـلان 5 , 6 يـوضحـان الاستثـمارات السنـويـة لمؤسستين بكل من الـولايـات المتحـدة الامريكية واليابان [8]

الخاتمة

لقد اعتمدت الدول المتقدمة ميزانية انفـاق سنويـة عـلى بـرامـج البحث والتطوير فى مجال الفولتضوئيات فاليابان الـتى تـسـتـحـوذ عـلـى ثـلـث سـوق الفـولتضوئيـة العالمى وخـاصة فى مجـال منتجـات المستهلك تنفق 40 مـليـون دولار والحكـومة الفيـدرالية الأمـريكية والشركات الأمريكيـة ينفقون 35 ـ 90 مليون دولار على التوالى لانجاح بـرامج المحـطات المركـزيـة لتـولـد الكهـربـاء وكذلك الأمـر بالنسبـة لألمانيـا وايطاليـا اللتـين تنفقان 100 , 40 مليـون دولار على التوالى من أجـل الوصـول الى تقنية أسهل وأكثر تطويعا .

كـما تسعى هـذه الـدول الصنـاعيـة جادة من خلال مراكز البحث والتـطوير الى تخفيض تكلفة الوات ذروة الى 0 . 5 أو 1 . 0 مـع سنـة 2000 ولاغـرابـة فى ذلـك فقـد كـانت تكلفـة الـوات ذروة 300 ـ 350 دولار فى الخـمسيـنـات وحـين كان هـذا المجال مقصـورا عـلى أبحاث الفضاء .

وعليـه فان الأرقـام المشـار إليهـا فى ميزانية الانفاق ومبالغ الاستثمارات انمـا تـدل على مـاتوليـه الـدول المتقـدمـة من اهتمام بالغ لامتلاك الفولتضوئيات لها ، خاصة وان المصـادر التقليديـة آخذه فى الـنضـوب بـالاضـافـة الى ضـمـان استحـواذهـا عـلى الأسـواق العـالميـة لمنتجات الفولتضوئات .

المراجع

1 ـ شعبان عاشور ورفاقه ، التخطيط لصناعة الخـلايـا الشمسيـة ، أسبـوع العلم الحـادى والثلاثون ، سوريا 1991 م

2. Sun World ,Renew. Energy and the Environment, lcEs, v.15,NO 4,·2 N· Mexico, Oct . 1991 .

3. Renew Energy Projects Digest, Photovoltics, Energy, Mines, and Resources,Canda, 1988

4 .W. Gillet, R. Haker, and W.Kant ,Photovoltaic Demonstration projects, CEc, Belgium, 1991

5 ـ شعبان عاشور ورفاقه ، أحدث التطورات العلمية لاستخدامات وتطبيقات الطاقات المتجددة عالميا ، تقرير مركـز دراسات الطاقة الشمسية طرابلس ، 1992 م

6 .A.F. Williams, The Handbook of pv Applicationo, the Fairmont Press, Inc.,Atlanta, Ga., 1896 .

7 .Activities in the Atic Photovoltaic Systrms Industry and Market, IT power Report, U.k., oct . 1990

8 .Faunhofar institut for Solar Systems Report, Germany, 1993 .