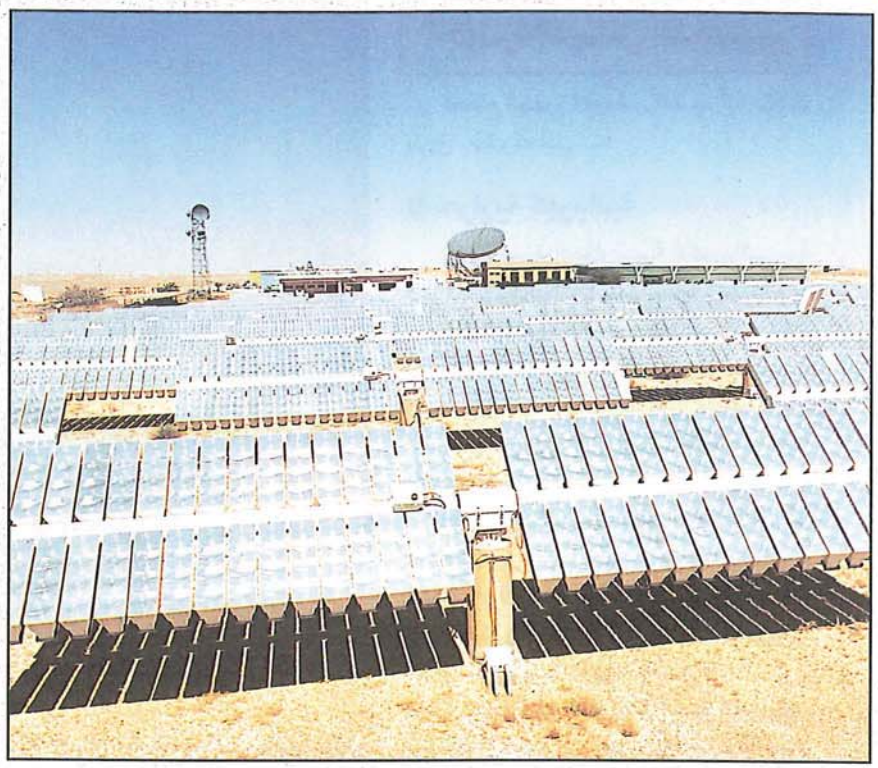


الخلايا الكهروضوئية

د. أسامه أحمد العاني

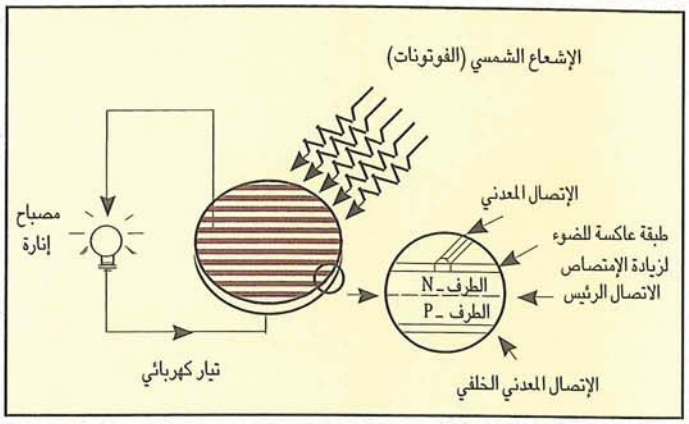
تستخدم الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) في عملية تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى كهرباء ، وتعرف هذه الآلية بالتحويل الكهروضوئي أو التحويل الفوتوفلطائي (Photovoltaic Conversion) للطاقة الشمسية . ويتوقع أن يساهم تحويل الطاقة الكهروضوئي عملياً في تقليل إستهلاك الوقود الأحفوري و إلى خفض التلوث البيئي . وقد بدأت نظم الخلايا الكهروضوئية تنتشر تدريجياً في بعض دول العالم وخاصة في تطبيقات الإنارة والإتصالات وضخ المياه وغيرها .

يعود إكتشاف الأثر الكهروضوئي إلى القرن الماضي الميلادي عندما قام العالم بكيرل (Becquerel) في عام ١٨٣٩م بدراسة تأثير الضوء على بعض المعادن والمحاليل وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها . كما أدخل العالمان آدم وسميث (Adams & Smith) مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة عام ١٨٧٧م ، وتم تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم (Se) من قبل العالم فريتز (Fritts) عام ١٨٨٣م حيث توقع لها أن تساهم في إنتاج الكهرباء مستقبلاً ، من جهة أخرى فقد ساعد تطور نظريات ميكانيكا الكم (Quantum Mechanics) على تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية وخاصة المرتبطة بالكهرباء الضوئية في فترة الثلاثينيات والأربعينيات من القرن الحالي ، وذلك عندما تم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية لمواد السيليكون وأكسيد النحاس وكبريت الرصاص وكبريت الثاليوم ، وقد سجل عام ١٩٤١م تصنيع أول خلية شمسية سيليكونية بكفاءة لاتتجاوز (١٪)، ثم لحق ذلك إنجاز مختبرات بل الأمريكية (Bell Lab.) في تصنيع البطارية الشمسية (Solar Battery) في منتصف الخمسينيات بكفاءة بلغت (٦٪) استخدمت آنذاك في التطبيقات الفضائية . كما تم في نفس الفترة تركيب أول خلية شمسية من مواد كبريت الكاديوم وكبريت النحاس ، وأطلق عليها فيما بعد الخلايا الشمسية ذات الأفلام الرقيقة (Thin - Film Solar) . بعد تلك الفترة ازداد تسارع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية والهندسية لأشباه الموصلات (Semiconductors) وخاصة مايرتبط بدراسة التبادلات الكهربائية الضوئية مما ساعد على تطور الخلايا الكهروضوئية وتقنياتها باتجاه تحسين كفاءتها وخفض تكلفتها . وقد أدى ذلك إلى ازدياد مستوى إنتاج الخلايا الكهروضوئية بقدرات تتراوح بين الميلي وات إلى الكيلووات . أما الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقدي السبعينيات والثمانينيات وخاصة بعد تطور علوم التراكيب المجهرية الدقيقة لأشباه الموصلات ، وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئية حينئذ بأنها إحدى الطرق العملية الطموحة لتوليد الكهرباء في المصادر المتجددة للطاقة . وقد ساعد ازدياد الطلب على استخدام مجمعات الخلايا الكهروضوئية في بعض دول العالم وخاصة مع بداية التسعينيات على تحقيق تطور ملموس في الصناعة والسوق الكهروضوئية حيث انخفضت نسبياً تكلفة إنتاجها بصورة معقولة ووصل إنتاجها إلى عشرات الميجاوات .

تشغيل الخلايا الكهروضوئية

تعرف الخلية الكهروضوئية بأنها أداة الكترونية مصنوعة من أشباه الموصلات يتشكل عبرها فرق في الجهد عند تعرضها للضوء ، ويتولد عنها تيار كهربائي ترتبط قيمته بمعامل امتصاصها للضوء ، وعند توصيل حمل كهربائي ما (مصابيح إنارة مثلاً ...) بين طرفيها فإن التيار

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



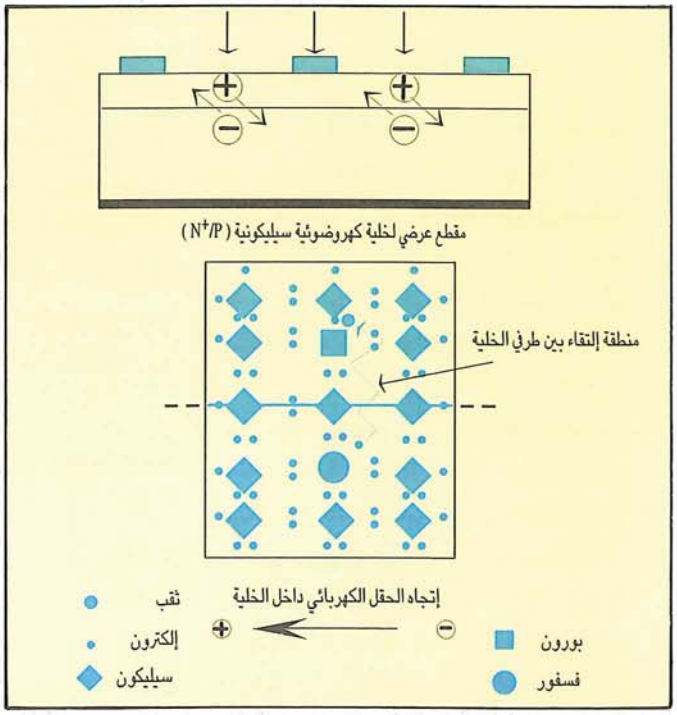
● شكل (١) دائرة كهربائية مبسطة ومقطع عرضي لخلية كهروضوئية نموذجية (N/P)

الكهروضوئي المار وبالتالي الطاقة الكهربائية الناتجة تستطيع تشغيل المصباح. يوضح الشكل (١) دائرة كهربائية مبسطة مع مقطع عرضي لخلية سيليكونية كهروضوئية نموذجية من النوع (N/P) ، حيث N : تمثل مادة السيليكون التي يكون فيها عدد الإلكترونات هي الغالبة (المادة الإلكترونية) ، و P تمثل مادة السيليكون التي يكون فيها عدد الفجوات (الثقوب) هي الغالبة (المادة الثقبية) .

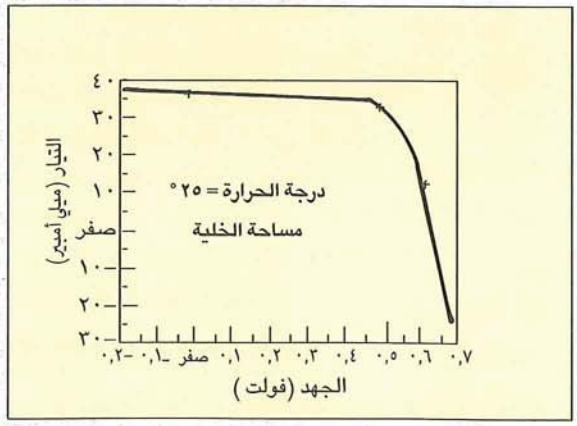
ويدعى سطح الالتماس بين N و P بمنطقة الملتقى الرئيسة (العبور) لحاملات الشحنة الالكترونية (السالبة) والثقوب (الموجبة) . وعادة تضاف إلى السطح الأمامي (الماص) للخلية طبقة عاكسة للضوء وذلك لزيادة شدة امتصاص الضوء ، بعدها تضاف إلى سطحي الخلية الأمامي والخلفي طبقة معدنية (الألمنيوم مثلاً ..) لتشكيل أقطاب الخلية الكهروضوئية . ويراعى عند إضافة الطبقة المعدنية إلى سطح الخلية الأمامي عناية خاصة بحيث لاتحجب الضوء وهي تشكل مساحة لاتتجاوز ٥٪ من سطح الخلية ، في حين يغطى السطح الخلفي للخلية كاملاً بالطبقة المعدنية .

ويمكن تفسير آلية عمل الخلية فيزيائياً كما يلي : عند امتصاص كمية كافية من فوتونات الضوء أو الإشعاع الشمسي(الفوتون: عبارة عن جسيم يمثل وحدة الكم الرئيسة للضوء طاقته تساوي h حيث h ثابت بلانك $٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}$ جول . ثانية ، تردد موجة الإشعاع بالهرتز) تتحرر بعض الكترونات وثقوب الشبكة البلورية من مادة السيليكون ويرافق ذلك تغيراً في الطاقة الحركية الداخلية لها ، وعند اقترابها من الملتقى الالكتروني الثقبي (منطقة العبور) فإن الأزواج الإلكترونية (إلكترون ــ ثقب) تتجه بشكل جماعي حسب شحنتها إلى الطرف المناسب في الخلية n أو P على الترتيب ، وبذلك تستطيع عبور المجال الكهربائي الداخلي (فرق الجهد) ، وينتج عن ذلك تدفق تيار كهروضوئي ، ويمثل حاصل ضرب قيمة فرق الجهد (الفولت) في التيار (الأمبير) الناتج عن الخلية الطاقة الكهربائية المفيدة والتي تقاس بوحدة الوات . ويلخص الشكل (٢) الآلية الفزيائية لتشغيل خلية كهروضوئية نموذجية . أما كفاءة الخلية الكهرضوئية (%) فتمثل النسبة المئوية لتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء مباشرة . وترتبط قيمته بالخصائص الفيزيائية والإلكترونية للخلية ، ومن أهم القياسات المعروفة التي تساعد على حساب كفاءة الخلية الكهروضوئية هي إيجاد تغير شدة التيار I مع الجهد V (لمنحنى I-V) .

يوضح شكل (٣) تغير المنحنى I-V خ لية كهروضوئية ذات كفاءة مرتفعة. .



● شكل (٢) الآلية الفيزيائية لخلية كهروضوئية نموذجية



● شكل (٣) علاقة التيار بالجهد لخلية كهروضوئية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ويمكن توضيح مفهوم كفاءة الخلية من خلال المثال العددي الموضح بشكل (٤) والذي يشير إلى أن كفاءة الخلية لاتتجاوز ١٣٪.

تقنية الخلايا الكهروضوئية

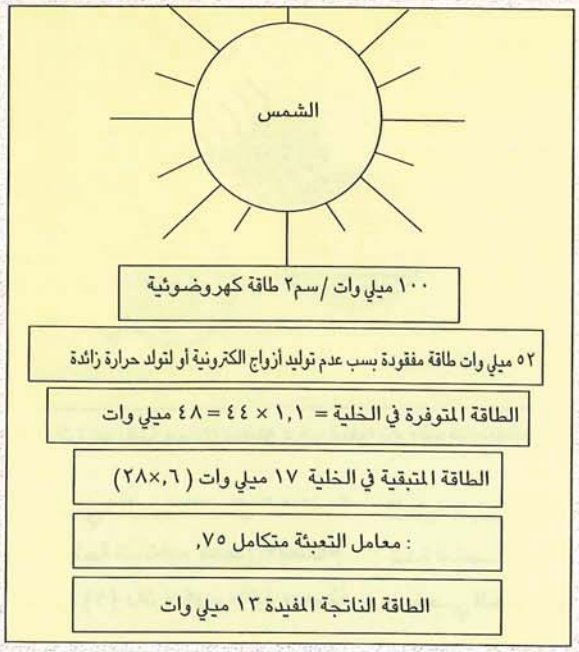
تتوفر حالياً خمسة أنواع رئيسة من الخلايا الكهروضوئية وهي على الترتيب السيليكون (أحادي ومتعدد البلورات) والأفلام الدقيقة ، والخلايا غير المتبلورة ، ومواد المجموعة الثالثة ـ الخامسة(III-V) من الجدول الدوري الكيميائي ومواد الخلايا متعددة الوصلات (P-n's) لقد ساعد تطور علم المواد على فهم سلوك الخلايا الكهروضوئية بصورة أفضل مما أدى إلى وضع أشكال هندسية ونماذج نظرية وعملية جديدة لها أدت إلى رفع كفاءتها .

● خلايا السيليكون

يعد السيليكون ـ كمادة شبه موصلة ـ الأول في الصناعة الكهروضوئية نظراً لكثرته في الطبيعة ، وقد توجهت كافة البحوث العلمية المتعلقة ببلورات السيليكون الأحادية إلى خفض تكلفة إنتاجها وتحسين آلية عملها للوصول إلى الكفاءة النظرية المثالية ، في حين تم التوجه إلى تطوير بلورات السيليكون المتعددة نظراً لانخفاض تكاليف إنتاجها . وتتمتع مواد خلايا السيليكون أحادي البلورة بنقاوة تقنية عالية وترتيب بلوري نظامي ، لأن بلورتها الأساس تنمو في اتجاه واحد وهذا يؤدي إلى قلة التشوهات البلورية داخل الخلية . بينما تكون مواد خلايا السيليكون متعددة البلورات أقل نقاوة لأن الترتيب البلوري النظامي ينمو في اتجاهات عديدة داخل الخلية ، مما يؤدي إلى وجود بعض الذرات الشائبة الغريبة أوبالتالي إلى ازدياد التشوهات البلورية أثناء مراحل التصنيع المختلفة .

● خلايا الأفلام الرقيقة

ترتبط العلاقة بين كفاءة الخلية وتكلفتها أحياناً بكتلة المادة المكونة للخلية . واعتماداً على ذلك فقد أدخلت مواد جديدة ذات سماكات صغيرة وبمساحات أكبر . وقد عرفت أول خلية في هذا المجال باسم كبريت النحاس ـ كبريت الكاديوم Cu_2S - Cds ، تم تطبيق تقنيتها لأول مرة في برامج الفضاء ، حيث تكون نسبة الطاقة الناتجة للخلية إلى كتلتها كبيرة . وقد عرفت مؤخراً خلايا مواد حديثة أهمها خلايا النحاس ـ الإنديوم ـ السيلينيوم Cu - In - Se_2 وخلايا الكاديوم ـ التولوريدم Cd-Te .



● شكل (٤) مثال عددي لتوضيح مفهوم كفاءة الخلية الكهروضوئية .

● الخلايا غير المتبلورة

من أشهر الخلايا غير المتبلورة (Amorphous) خلايا مواد السيليكون غير المتبلور a - Si ومواد السيليكون المهدرج غير المتبلور a - Si : H ، حيث تلعب فيها ذرات الهيدروجين دوراً هاماً في التحكم في قيمة جهد الخلية الناتج ، ويعرف السيليكون غير المتبلور بأنه عبارة عن توزع عشوائي غير نظامي لبلورات البنية الداخلية لمادة الخلية . وقد تم تركيب أول خلية من هذا النوع عام ١٩٧٥م بكفاءة لاتتجاوز (٥,٥٪)، وقد ازداد الاهتمام بهذا النوع من الخلايا ، وتطوير كفاءتها حتى تم تصنيعها تجارياً لإنتاج طاقة كهربائية تصل طاقتها إلى مئات الكيلووات .

● خلايا مواد المجموعة الثالثة ـ الخامسة

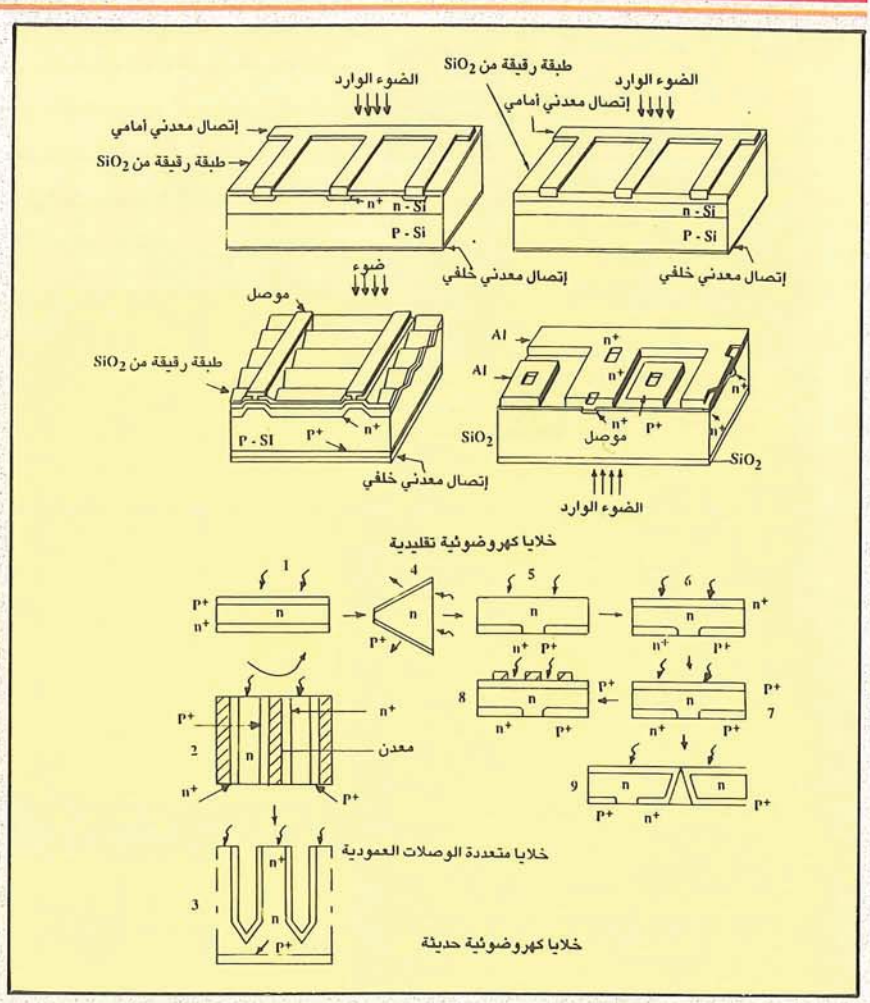
نشطت مؤخراً بحوث التطوير في أشباه الموصلات ضمن المجموعة (III-V) في جدول التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية ومن أهم المواد التي تم تحضيرها في هذا المجال Ga In As P , Ga Al As, InP .

وخاصة لما تتمتع به من خصائص كهروضوئية جيدة (ارتفاع في قيمة التيار والجهد الناتجة) . ونظراً لارتفاع تكاليف إنتاجها فقد اقتصر استخدامها على نظم التركيز الضوئي للطاقة الشمسية والتطبيقات الفضائية ، حيث بلغت كفاءة خلايا زرنيخ الجاليوم Ga As على سبيل المثال مابين (٢٢ ـ ٢٦٪) .

● الخلايا متعددة الوصلات

تم إدخال مفاهيم فيزيائية جديدة على بعض مواد الخلايا الكهروضوئية باتجاه رفع كفاءتها ، وقد تم التوصل إلى كفاءة تفوق (٣٠٪) ، ومن أهمها نظم الخلايا متعددة الوصلات (P-n's) في مواد السيليكون وزرنيخ الجاليوم لأنها تتمتع بأشكال هندسية وبنى فيزيائية غير مألوفة تهدف معظمها إلى زيادة فعالية الوصلة (الملتقى الرئيس) P - n والذي ينتج عنه مباشرة إرتفاع في قيمتي الجهد والتيار . ويوضح الشكل (٥) بعض النماذج التقليدية والحديثة لبنى الخلايا الكهروضوئية ، حيث تختلف كل بنية عن الأخرى في التشكيل الهندسي لطرفي الخلية P,n على الترتيب .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



● شكل (٥) بعض النماذج التقليدية والحديثة للخلايا الكهروضوئية .

الحصول عليها من مراكز الاختبارات والبحوث العاملة في هذا المجال .

يلاحظ من الجدول ارتفاعاً ملموساً في كفاءة الخلايا الكهروضوئية الحديثة ، وهذا يعود إلى أسباب عدة أهمها تحسين خصائص الطبقة السطحية في منطقة التلامس بين مادة الخلية ونقطة الاتصال المعدني ، وقد تبين أن استخدام تقنيات جديدة وإدخال طبقة ذات سمك رقيق جداً من مادة SiO_2/Si في حالة خلايا السيليكون الأحادية ستؤدي إلى انخفاض كبير للطاقة الضائعة للخلية وبالتالي إلى تحسين ملحوظ في كفاءتها . وعلى سبيل المثال يؤدي ربط ٣٦ خلية حديثة على التوالي إلى جهد تتراوح قيمته من ١٨ إلى ٢١ فولت وهذه القيمة كافية لشحن البطاريات ذات جهد يتراوح بين ١٢ إلى ١٣ فولت .

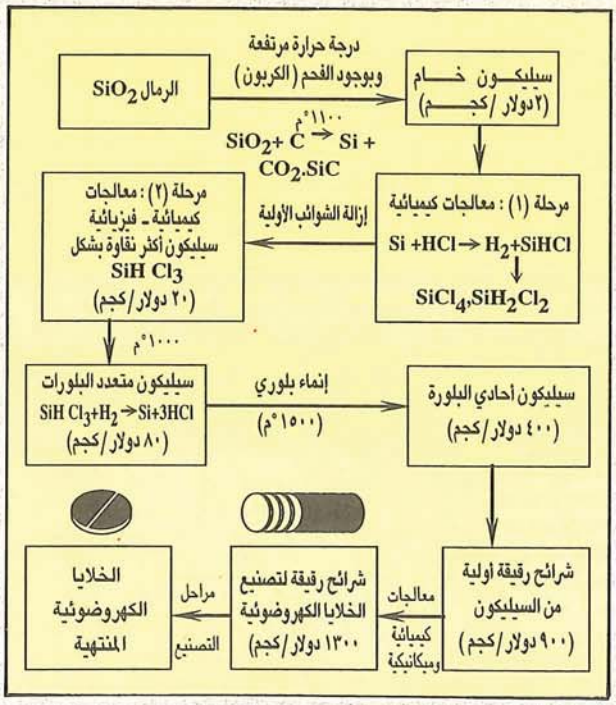
من جهة أخرى في حالة النظم الكهروضوئية فإنه يمكن استعمال عدد كبير من الخلايا الكهروضوئية التي تجمع على التوالي أو التوازي لتشكيل المجمعات

ضوابط تقنية الخلايا

هناك قواعد وضوابط خاصة يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم هذه الخلايا أهمها : تحديد تركيز حاملات الشحنة في مادة الخلية أو استخدام الطرق التقنية المناسبة لمعالجة سطح الخلية ، تعيين أشكال وتغيرات السطح الواقع بين مادة الخلية والاتصال المعدني .

اختبار وتصنيع الخلايا

في مجال فحص واختبار وتصنيع الخلايا الكهروضوئية (التقنية الكهروضوئية) تتوفر حالياً طرق مختلفة تساعد على دراسة خصائص المواد التي تدخل في تركيب الخلايا الكهروضوئية ، كما توجد طرق فيزيائية وكيميائية متقدمة لتصنيع الخلايا الكهروضوئية كما هو الحال في صناعة الدارات المتكاملة (المصغرة) . ويوضح شكل (٦) مثالاً نموذجياً لتقنية إنتاج خلايا السيليكون الأحادية والمتعددة ، والتكاليف الإجمالية المرافقة بدءاً من الرمال وانتهاءً بتصنيع الخلية الكهروضوئية . ويوضح جدول (١) مقارنة عامة لبعض الخلايا الكهروضوئية الحديثة التي تم استعراضها سابقاً كأمثلة نموذجية تم



● شكل (٦) مثال نموذجي لإنتاج الخلايا الكهروضوئية السيليكونية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الكهروضوئية ، ويبين الشكل (٧) طريقة شكلية لتجميع الخلايا وذلك حسب متطلبات الطاقة ؛ وعلى الرغم من أن التيار الناتج عن الخلية الكهروضوئية هو تيار مستمر (D.C) وله استخدامات كثيرة ، إلا أنه توجد استخدامات أخرى تعتمد على التيار المتناوب (A.C) ، ولذلك يجب تعديل التصميم الهندسي للنظم الكهروضوئية بإضافة بعض أجهزة التحكم والمحولات والمبدلات والمنظمات وغيرها لإنتاج تيار متناوب.

اسم الخلية	الكفاءة (٪)	مساحة الخلية (سم ٢)	العام	المصدر
سيليكون أحادي	٢٣,٥	٤,٠	١٩٩٤م	استرالي
سيليكون متعدد البلورات	١٧,٨	٤,٠	١٩٩٠م	استرالي
خلايا الأفلام الرقيقة : زرنيخ الجاليوم - النحاس - الأنديوم - السيلينيوم	٢٥,٨	-	١٩٨٩م	أمريكي
خلايا السيليكون غير المتبلورة	١٠,٣	١,٠	١٩٩١م	أمريكي
خلايا المجموعة الثالثة - الخامسة (III-V) (فسفور - إنديوم)	٢١,٩	٤,٠	١٩٩٠م	أمريكي
خلايا متعددة الوصلات - زرنيخ الجاليوم	٢٩,٢	٠,١٢	١٩٩٠م	أمريكي
خلايا متعددة الوصلات - السيليكون	٢٥,٢	١,٦	١٩٩٠م	استرالي

● جدول (١) مقارنة بعض الخلايا الكهروضوئية الحديثة .

الاستخدامات	الأمثلة
الفضائية	إنارة المركبات والأقمار الصناعية
البحرية	الإنارة ، والإشارات الضوئية والإرشادية وأجهزة الرصد
الاتصالات الأرضية	محطات الاتصال والاستقبال
البترولية	حماية أنابيب النفط والغاز الطبيعي من التآكل المعدني
التبريد	الثلاجات المتنقلة في المدن والمناطق النائية لحفظ الأدوية ، والأطعمة
تحلية وضخ المياه	للشرب والزراعة والصناعة
الحماية والأمن	الأجهزة التحذيرية المدنية والعسكرية في الإنارة وكهربة السياجات المعدنية
الطاقة	إنتاج الهيدروجين

● جدول (٢) أمثلة لأهم الاستخدامات الخلايا الكهروضوئية .

إستخدامات الخلايا الكهروضوئية

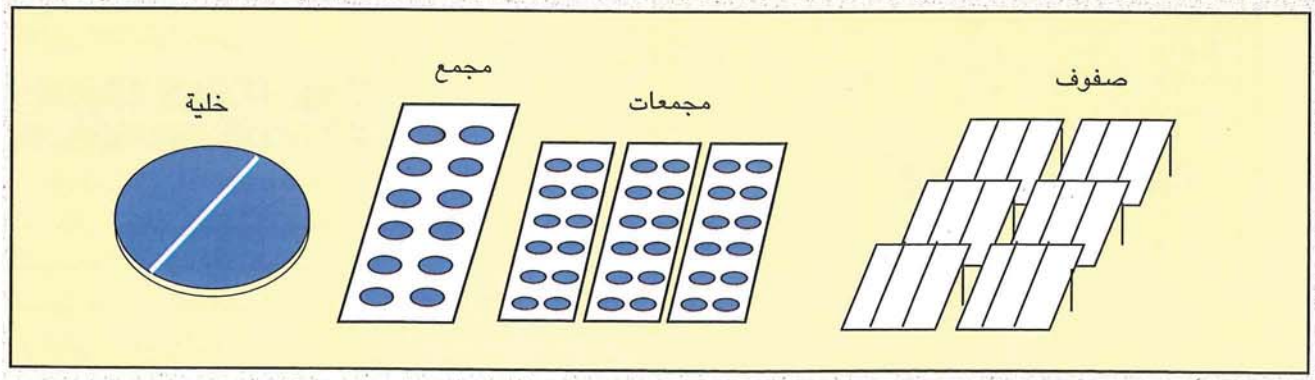
ساعد التوسع في استخدام الخلايا الكهروضوئية على انتشار تطبيقاتها في كافة المجالات المدنية والعسكرية ويوضح الجدول (٢) أهم هذه الاستخدامات.

تكلفة الكهرباء الشمسية

ولإيجاد العلاقة النسبية بين تكلفة الكهرباء الشمسية (الكهروضوئية) وتكلفة الكهرباء التقليدية يمكن اتباع مايلي:-

١- تحديد التكلفة الإجمالية لوحدة القياس في خطوط القدرة الكهربائية والمرتبطة بالمسافة والمعدات الكهربائية كالمحولات مثلاً ، ثم حساب تكلفة وحدة القدرة الكهربائية المنتجة الواصلة إلى المستهلك الكيلو وات - ساعة .

٢- تحديد التكلفة الإجمالية الناتجة عن التقنية الكهروضوئية والمرتبطة بأسعار الخلايا الكهروضوئية (الأسعار الحالية تشير إلى قيمة أقل من ٥ دولار لكل وات كهروضوئي مركب) والمعدات الكهربائية كالمبدلات مثلاً . فإذا تجاوزت تكاليف تركيب أو تمديد خطوط نقل القدرة الكهربائية ١٠ آلاف دولاراً لكل كيلو متر فإنه يجب اعتماد النظام الكهروضوئي لأنه سيحقق الجدوى المطلوبة وهذا يتفق مع البلدان التي ترتفع فيها أسعار الطاقة الكهربائية التقليدية .



● شكل (٧) طريقة شكلية لتجميع الخلايا الكهروضوئية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

العام	التكلفة الإجمالية (دولار لكل كيلووات ساعة)	ملاحظات
١٩٨٠م	١,٠٠ - ١,٣٠	تبلغ تكلفة وحدة الكهرباء التقليدية (كيلووات ساعة) التي تصل إلى المستهلك في المملكة ٠,٠١٣ - ٠,٠٤ دولار وهذا الرقم صغير جداً بالمقارنة مع التكاليف الحقيقية .
١٩٩٠م	٠,٣٥ - ٠,٥٠	
٢٠٠٠م	٠,٠٨ - ٠,١٥	

● جدول (٣) تكاليف إنتاج الكيلووات بالتقنية الكهروضوئية .

أما بالنسبة للسوق الكهروضوئية فتعد من الأسواق الواعدة في مضمار استثمار واستغلال الطاقات المتجددة لأنها ستمثل أحد الروافد الاقتصادية الهامة . فكلما انخفض سعر وحدة إنتاج الخلايا الكهروضوئية كلما إزداد انتشارها أو استغلالها ، وهذا بالتالي سيؤدي إلى وجود فرص عمل هائلة لمعظم البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء النفطية منها وغير النفطية . بالإضافة إلى ذلك فإن معامل التأثير البيئي سيلعب دوراً هاماً في هذه القضية . يبين الجدول (٣) تكاليف إنتاج الكيلووات بالتقنية الكهروضوئية في الفترة (١٩٨٠ - ٢٠٠٠ م)

إن مقارنة سريعة بين الطاقة الكهروضوئية والكهرباء التقليدية يجب أن تأخذ بعين الاعتبار كافة النقاط الإيجابية والسلبية قبل اتخاذ قرار جدوى التطبيق . ويوضح الشكل (٨) مدى الانخفاض المتوقع لتكلفة الخلايا الكهروضوئية وخاصة مع بداية عام ٢٠٠٠م . فعلى سبيل المثال إذا إزداد الطلب على النظم الكهروضوئية في السنوات القادمة وبمعدل ٥ ميجاوات سنوياً في بلدٍ ما فإن ذلك يشجع على تطوير استغلالها في ذلك البلد ، وبالتالي سيؤدي حتماً إلى انخفاض تكاليفها ضمن التأثير المتسارع وذلك للعوامل التالية :

١ـ الطلب على الطاقة .
٢ـ العامل البيئي ـ الاقتصادي .
٣ـ تنظيم استهلاك الطاقة والمحافظة عليها.
٤ـ سياسة التخطيط المتكامل لمصادر الطاقة المختلفة التقليدية والمتجددة.
٥ـ نقل تقنيات الطاقة والتطوير المستمر لها .
٦ـ التوعية الاجتماعية لمفاهيم الطاقة المتجددة واستخدامها .

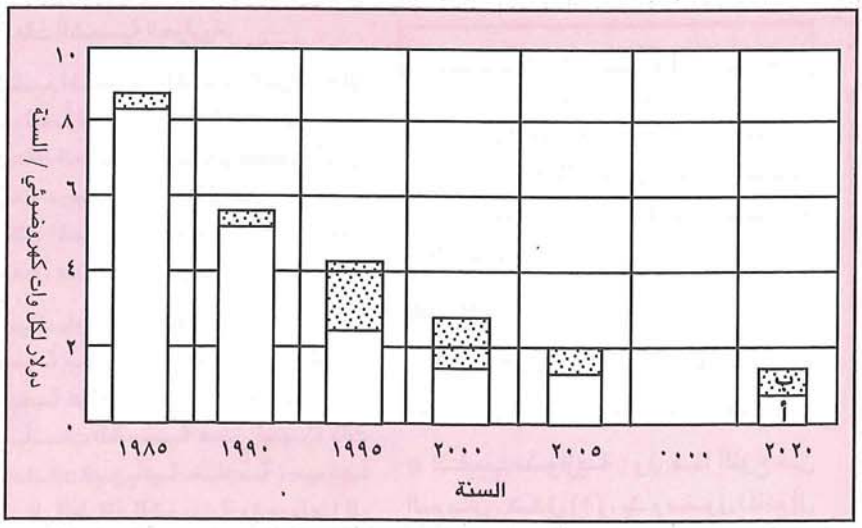
الخلايا الكهروضوئية في المملكة

قامت هيئات وجهات عديدة في المملكة باستخدام نظم الخلايا الكهروضوئية في تطبيقات عالية ومتوسطة القدرة ، يستفاد من بعضها ميدانياً بعد أن ثبت جدواها ، والبعض الآخر مايزال تحت الدراسة . ومن التطبيقات في هذا المجال ما يلي :

* إنارة الأنفاق
* تشغيل الإشارات المرورية والتحذيرية .
* تشغيل العدادات وأجهزة قياس السرعة في السيارات .
* الاتصالات الهاتفية والمترية (Micro wave) والألياف البصرية .
* حماية أنابيب نقل النفط من الصدأ .
* حماية الأنابيب المائية من الصدأ .

وتعد **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** من أهم المؤسسات العلمية البحثية التي اهتمت في العالم بأعمال الطاقة والأولى في العالم العربي حيث بدأ نشاطها في هذا المجال منذ عام ١٤٠٠هـ ، وتتمثل بعض نشاطاتها البحثية والتطبيقية في مشاريع تطبيقات الخلايا الكهروضوئية في المناطق النائية أهمها القرية الشمسية وإنتاج الهيدروجين بالخلايا الكهروضوئية بقدرة ٣٥٠ كيلو وات ، ومشاريع الاختبارات الكهروضوئية المختلفة ، وضخ وتحلية المياه ، وبعض المشاريع المتفرقة في مجال استخدام الخلايا الكهروضوئية بقدرات صغيرة . وتعد **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** أول من أدخل تطبيقات التقنية الكهروضوئية إلى المملكة حيث قامت وبالتعاون مع جهات حكومية مختلفة بتنفيذ مشاريع ميدانية وخدمية عديدة .

تشكل التطبيقات والأمثلة السابقة جزءاً ضئيلاً من الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في المملكة ولاتتجاوز قدرة التوليد الكهروضوئي ٢ ميجا وات . فإذا أخذنا في الاعتبار أن القدرة الكهربائية المركبة في المملكة تعادل ٢٠ ألف ميجاوات فإن قدرة التوليد الكهروضوئي لاتتجاوز ٠,١٪ ، وهي قليلة جداً بالمقارنة مع بعض دول العالم كالولايات المتحدة ، وألمانيا واليابان وغيرها . وقد أشارت دراسة حديثة قام بها معهد بحوث الطاقة في **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** إلى توقع ازدياد النظم الكهروضوئية وغيرها من الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء في المملكة خلال العقد القادم .



● شكل (٨) إنخفاض تكلفة الخلايا الكهروضوئية (أ : أقل تقديرات ـ ب : مجال التغير) .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر