الجامعة	الانبار
الكلية	العلوم
القسم	الفيزياء
المرحلة	السادسة
اسم المادة باللغة العربية	الخلايا الشمسية
اسم المادة باللغة الانكليزية	
اسم التدريسي	وسام قهير عبد اللطيف
عنوان المحاضرة باللغة العربيةا	خلايا بيروفيسكيت
عنوان المحاضرة باللغة الإنكليزية	
رقم المحاضرة	9

البيروفسكيت – Perovskite

البيروفسكيت: هو أوكسيد الكالسيوم تيتانيوم أو كالسيوم تيتانيت وصيغته الكيميائية $CaTiO_3$ ويطلق هذا الاسم أيضاً على جميع المعادن التي تتميز بنفس البنية الجزيئية البلورية مثل أوكسيد الكالسيوم تيتانيوم.

تم اكتشاف هذا المعدن لأول مرة في جبال الأورال الروسية وسميت باسم المنقب عن المعادن ليف بيروفسكيت ويتواجد هذا المعدن في طبقة الوشاح من الكرة الأرضية ولكن استخراجه صعب جداً لأن الوصول إليه يتطلب الوصول إلى أعماق كبيرة في باطن الأرض ولكن يمكن الحصول على البيروفسكيت مخبرياً حيث يمكن القول أن الصيغة العامة للبيروفسكيت ABX_3.

حيث A و B هما أيونان موجبان ويكون A أكبر من B بينما X فهو أيون سالب يكون غالباً من الهاليدات أو الأكاسيد ويقوم بالربط بين المركبين السابقين.

تعرف الهاليدات على أنها المركبات الحاوية على أحد هذه العناصر (فلور F – بروم Br – كلور Cl – يود I – أساستين At).

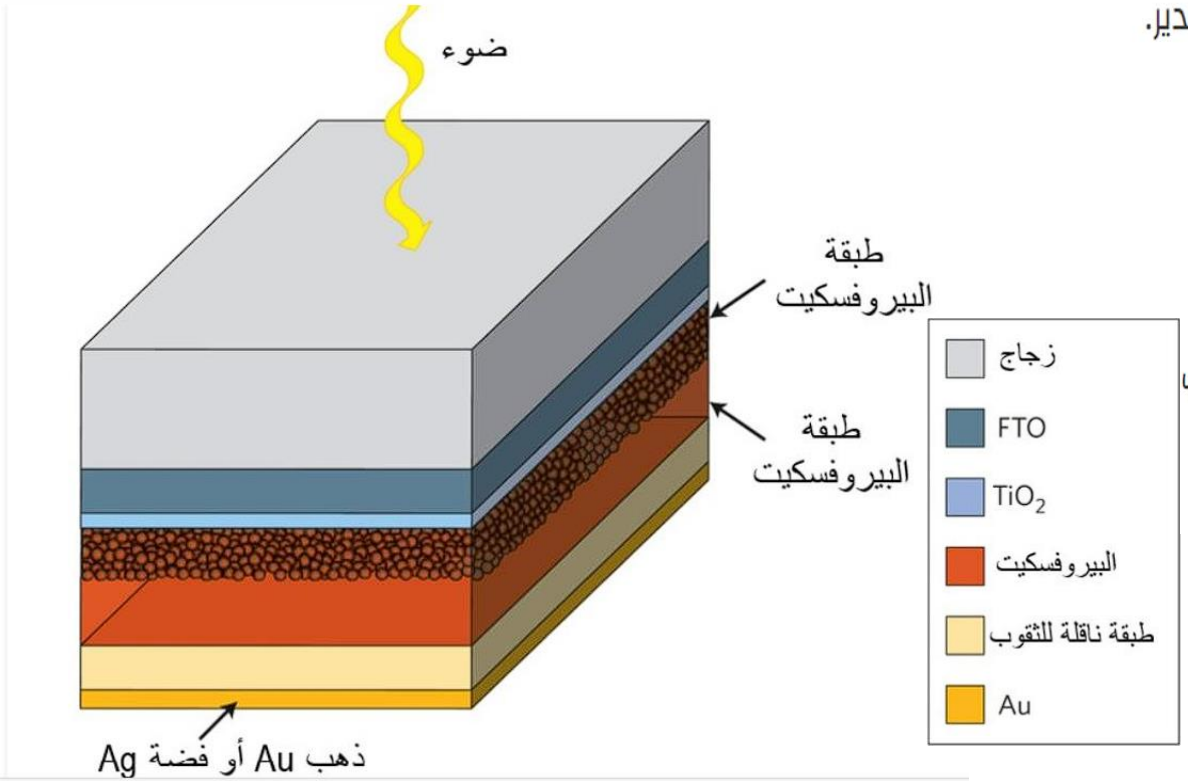
يتميز البيروفسكيت بكفاءة عالية على امتصاص الإشعاع الشمسي، مدى الانتشار للشحنات كبير، وانخفاض طاقة السوية الالكترونية، وقيمة كبيرة لثابت العزل.

بينت هذه الخصائص وغيرها أهمية البيروفسكيت في تصنيع خلايا شمسية تحتوي على البيروفسكيت كطبقة ماصة للإشعاع الشمسي وبالتالي ظهرت خلايا بيروفسكيت الشمسية الكهروضوئية – Perovskite Solar Cells.

بينت هذه الخصائص وغيرها أهمية البيروفسكيت في تصنيع خلايا شمسية تحتوي على البيروفسكيت كطبقة ماصة للإشعاع الشمسي وبالتالي ظهرت خلايا بيروفسكيت الشمسية الكهروضوئية – Perovskite Solar Cells.

خلايا بيروفسكيت الشمسية الكهروضوئية – Perovskite Solar Cells

هي خلايا شمسية كهروضوئية تتألف من عدة طبقات. تكون الطبقة الماصة للضوء عبارة عن طبقة من البيروفسكيت وبالغالب تكون من النوع الهجين عضوي – غير عضوي من هاليد الرصاص أو القصدير.



كيفية يتم تصنيع خلايا بيروفسكيت

نبدأ بمادة موصلة شفافة توضع على طبقة من الزجاج وتصنع المادة الموصلة من fluorine doped tin oxide (FTO)، ونضع فوقها طبقة من أكسيد التيتانيوم Titanium Dioxide TiO_2وهي طبقة نصف ناقلة نوع n تقوم بتحرير الالكترونات وتشكل هذه الطبقات مصعد الخلية الشمسية، ويوضع فوق هذه الطبقة طبقة من البيروفسكيت وهي الطبقة التي تقوم بامتصاص الإشعاع الشمسي وتحويله إلى طاقة كهربائية ومنها تتحرر الالكترونات والثقوب حيث تتنقل الالكترونات إلى طبقة المصعد بينما الثقوب إلى طبقة المهبط.

نضع فوق طبقة البيروفسكيت طبقة ذات جزيئات صغيرة Spiro-OmeTAD وهي طبقة نصف ناقلة نوع p تقوم بتحرير الثقوب.

في النهاية توضع طبقة من خطوط الذهب تعمل كموصلات للمهبط.

الخلية التقليدية – Conventional Cell

تتألف هذه الخلية بشكل عام من الطبقات التالية:

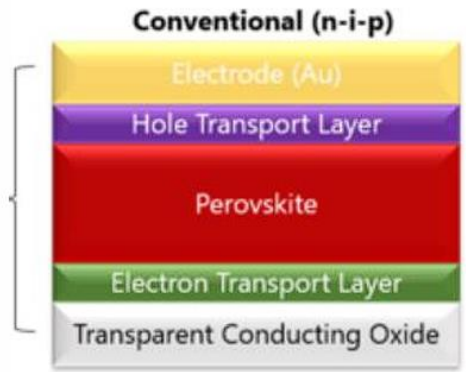
طبقة موصلة شفافة – Transparent Conducting Oxide.

طبقة ناقلة للالكترونات – Electron Transport Layer.

طبقة من البيروفسكيت – Perovskite.

طبقة ناقلة للثقوب – Hole Transport Layer.

طبقة الخطوط الموصلة غالباً من الذهب – Electrode.



الخلية المعكوسة أو المقلوبة – Inverted Cell

تتألف هذه الخلية بشكل عام من الطبقات التالية:

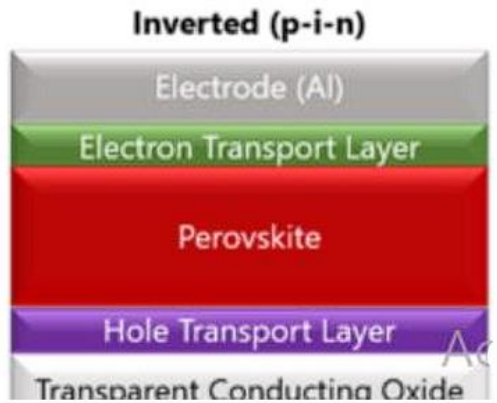
طبقة موصلة شفافة – Transparent Conducting Oxide.

طبقة ناقلة للثقوب – Hole Transport Layer.

طبقة من البيروفسكيت – Perovskite.

طبقة ناقلة للالكترونات – Electron Transport Layer.

طبقة الخطوط الموصلة غالباً من الألمنيوم – Electrode.



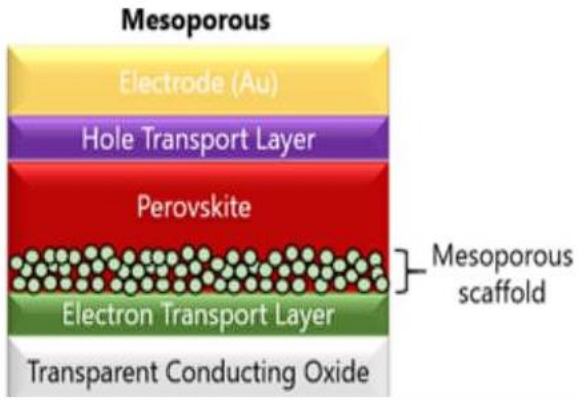
الخلية المسامية – Mesoporous Cell

تتميز هذه الخلية عن الخلية التقليدية بوجود ركيزة من مادة مسامية – Mesoporous Scaffold تستند عليها مادة البيروفسكيت ومهمتها وصل الشحنة الكهربائية ومثال على هذه المواد المسامية أوكسيد التيتانيوم TiO_2.

يتعلق الاختلاف في الأنواع السابقة بطريقة تصنيع الخلية ومراحل وضع الطبقات فوق بعضها في الخلية وهذا الاختلاف يسبب اختلافا في عمل الخلية.

في الخلايا المعكوسة تكون كفاءة الإنتاج أكبر بالمقارنة مع الخلايا التقليدية، كما يمكن إضافة طبقة مسامية لها فتزداد كفاءتها.

إن طبقات البيروفسكيت المستخدمة في تصنيع الخلايا ذات عمر قصير حيث تتحلل مع الوقت بتأثير أشعة الشمس، ومن هنا ظهرت فكرة إضافة ركيزة مسامية على هذه الطبقة من الخلية مما يسبب في إطالة العمر التشغيلي وتخفيض نسبة التحلل وأيضاً يزيد من كفاءة الألواح.



ميزات خلايا بيروفسكيت

من أهم الميزات التي تتمتع بها هذه الخلايا هي كفاءتها العالية حيث تصل اليوم إلى 24% ويعمل الباحثون والعلماء على تطوير هذه الخلايا ورفع كفاءتها ومن المتوقع أن تتجاوز الخلايا الشمسية الكهروضوئية الأحادية والمتعددة السيليكونية (مونو وبولي).

ومن الميزات الهامة هي أنها تتألف بالكامل من مواد من صنع الإنسان أي يمكن تصنيعها بأقل تكلفة ممكنة وبالتالي تنخفض تكلفة الخلية بالمقارنة مع الخلايا الكهروضوئية العادية المصنوعة من بلورات السيليكون التي يتطلب الحصول عليها استخراجها من الأرض ومعالجتها قبل استخدامها في بناء الخلايا الكهروضوئية.

يتم تصنيع خلايا بيروفسكيت وفق عملية تسمى **معالجة المحلول – solution Processing**، وهي عملية مشابهة لعملية طباعة الجرائد.

إن طريقة التصنيع هذه تجعل من عملية تصنيع خلايا بيروفسكيت عملية قابلة للتطور بشكل كبير وبالإضافة إلى إمكانية تخفيض تكلفة الإنتاج بالمقارنة مع عمليات تصنيع الخلايا الكهروضوئية الأخرى، وإن انخفاض تكلفة التصنيع يعود على المستهلك بانخفاض أسعار الألواح وبالتالي تشجيع المستهلكين على استخدام الطاقة الشمسية كبديل عن الشبكة الكهربائية العامة.

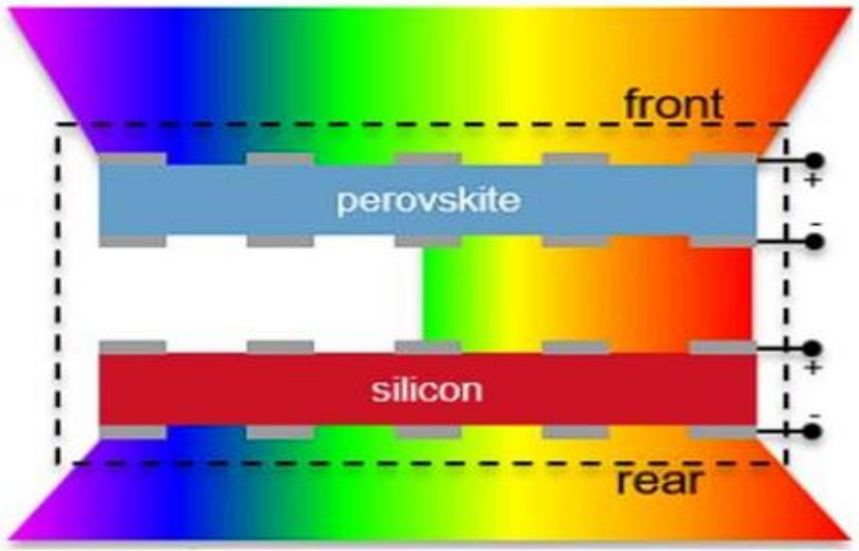
إن طريقة التصنيع هذه تجعل من عملية تصنيع خلايا بيروفسكيت عملية قابلة للتطور بشكل كبير وبالإضافة إلى إمكانية تخفيض تكلفة الإنتاج بالمقارنة مع عمليات تصنيع الخلايا الكهروضوئية الأخرى، وإن انخفاض تكلفة التصنيع يعود على المستهلك بانخفاض أسعار الألواح وبالتالي تشجيع المستهلكين على استخدام الطاقة الشمسية كبديل عن الشبكة الكهربائية العامة.

تتميز أيضاً هذه الخلايا بمرونتها العالية مما يجعل من السهل تثبيتها في أماكن مختلفة من البناء وقد تكون مدمجة في بعض عناصر البناء كالنوافذ كونها أيضاً شبه شفافة، كما أن هذه الخلايا خفيفة الوزن بالتالي لا تقدم ضغط كبير على الأبنية.

مستقبل خلايا بيروفسكيت

عمل العلماء في الفتر ة الأخيرة على تطوير خلايا بيروفسكيت لرفع كفاءتها وأخر ما توصل إليه العلماء هو خلايا بكفاءة قدرها 30.2%، ولكن كيف تحقق ذلك؟

تحقق ذلك بقيام العلماء بدمج تقنية خلايا بيروفسكيت Perovskite مع خلايا ذات الوجهين bifacial crystalline silicon وذلك بوضع طبقة من مادة البيروفسكيت فوق خلايا ذات الوجهين وبهذه العملية نحصل على خليتين متراكبتين بكفاءة عالية في تحويل الطاقة حيث إحدى الخلايا تستجيب للفوتونات عالية الطاقة والخلية الثانية تستجيب للجزيئات ذات الطاقة المنخفضة.



مقطع يوضح مكان تواجد طبقة البيروفسكيت على الخلية ذات الوجهين.

تقنيات رفع إنتاجية الخلايا الشمسية: تقنية الخلايا الشمسية الكهروضوئية ذات الوجهين Bifacial PV Cells

الألواح ذات الزجاج المزدوج Glass-Glass والألواح ذات الصفيحة الشفافة Clear Film

استخدمت الشركات المُصنعة للألواح الشمسية ذات الوجهين طبقة زجاج أمامية وطبقة زجاج خلفية على اللوح، ولكن بدأت بعض الشركات بالإستغناء عن الطبقة الزجاجية الخلفية و الاستعاضة عنها بصفيحة خلفية شفافة

أظهرت بعض الدراسات التي قامت بها بعض الشركات الكبرى المنفذة للمشاريع والمُصنعة للألواح أن استخدام الألواح ذات الصفيحة الخلفية الشفافة يؤدي إلى انخفاض سعر اللوح الشمسي و بالتالي سعر الكهرباء الناتجة وذلك كون هذه الألواح تتمتع بإطار مما يجعل تركيبها أقل تكلفة و سهلاً على الحوامل المعدة مسبقاً لحمل الألواح العادية، بينما الألواح ذات الزجاج المزدوج تتطلب معاملة خاصة لضمان عدم انكسار الزجاج أثناء التركيب مما يزيد من سعر النظام الشمسي الكهروضوئي المركب.

أهم العوامل المؤثرة على إنتاجية الخلايا ذات الوجهين

عامل الوجهين Bifaciality factor

يحسب هذا العامل بحساب النسبة بين الطاقة المنتجة من الوجه الخلفي للوح الشمسي عند إخضاعه لاختبار STC والطاقة المنتجة من الوجه الأمامي للوح الشمسي عند إخضاعه لاختبار STC وكلما كانت قيمة هذا العامل أكبر كان إنتاج اللوح أكبر. و يتم حساب عامل الوجهين **Bifaciality factor** كالتالي:

$$\text{عامل الوجهين} = \frac{\text{الطاقة المنتجة من الوجه الخلفي للوح الشمسي خلال اختبار STC}}{\text{الطاقة المنتجة من الوجه الأمامي للوح الشمسي خلال اختبار STC}}$$

٢- موقع المشروع المنفذ

يتعلق الإشعاع الشمسي المباشر والمنعكس بموقع المشروع على خطوط العرض للكرة الأرضية حيث يؤثر الإشعاع الشمسي على كمية الطاقة (حقل الطاقة المفيدة). و بالنتيجة تزداد قيمة الطاقة المولدة بازدياد كمية الشعاع الواصل إلى الألواح.

٣- زاوية ميلان الألواح

إن زيادة قيمة زاوية ميلان الألواح يؤدي إلى زيادة تعرض الوجه الخلفي للأشعة الشمسية وبالتالي إلى زيادة الطاقة المنتجة.

٤- المسافة الأفقية بين صفوف الألواح

بازدياد المسافة بين صفوف الألواح ستزداد كمية الأشعة المنعكسة وبالتالي تزداد الطاقة الكهربائية المنتجة.

٥- معامل الإضاءة Albedo

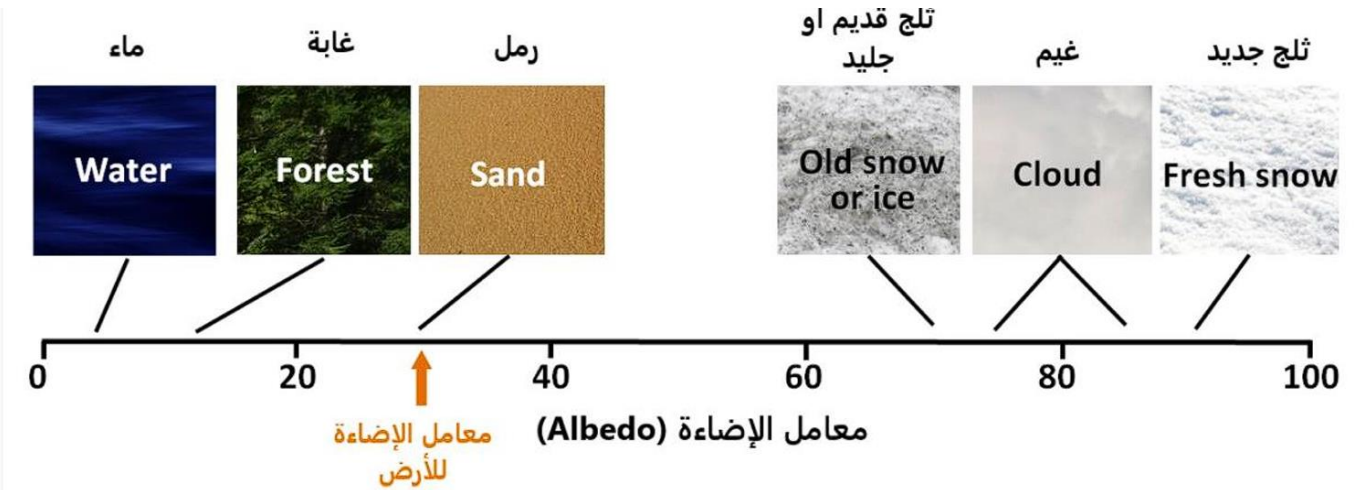
وهو قدرة جسم ما على عكس الضوء الواصل إليه من مصدر ما كالشمس مثلاً، ويختلف من مادة إلى أخرى ومن سطح لآخر.

وكون الوجه الخلفي للوح الشمسي يعتمد على الضوء المنعكس من السطح أسفل اللوح، فإن زيادة قيمة معامل الإضاءة للسطح تؤدي إلى زيادة كمية الإشعاع المنعكس وبالتالي إلى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المولدة.

يوضح الجدول التالي قائمة بمعامل الإضاءة لبعض الأسطح:

معامل الإضاءة (Albedo)	نوع السطح
23%	عشب أخضر
16%	إسمنت
60-80%	أسمنت مطلي بالأبيض
27%	حصى بيضاء
56%	غطاء سطح معدني أبيض
62%	غطاء سطح رمادي فاتح
80%<	غطاء سطح أبيض

قيمة معامل الإضاءة للأسطح المختلفة



ألواح شمسية مكونة من خلايا ذات وجهين مركبة على سطح ونلاحظ كيفية توضع علب التوصيل على طرف اللوح.

استخدم الباحثون مقاربة "الكفاءة المكافئة لخلايا ذات الوجهين" (Bifacial – equivalent efficiency) لحساب كفاءة هذه الخلايا وهذا يتضمن حساب كفاءة جهاز كهروضوئي بخلايا ذات وجه واحد الذي نحتاجه لإنتاج نفس الطاقة التي ينتجها جهاز كهروضوئي بخلايا ذات وجهين سنوياً في الشروط نفسها. باستخدام طريقة القياس هذه فقد تم قياس كفاءة الخلية الشمسية (خلية ذات وجهين مع طبقة البيروفسكيت) من الأمام بعد تعريضها لشروط الاختبار القياسي STC مع إضافة 20% من الإضاءة على الوجه الخلفي وبالتالي وصلت الخلية إلى كفاءة قدرها 30.2%.

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

يتوقع العلماء والباحثون أن تصل كفاءة هذه الخلايا إلى 35% خلال ثلاث إلى خمس سنوات.

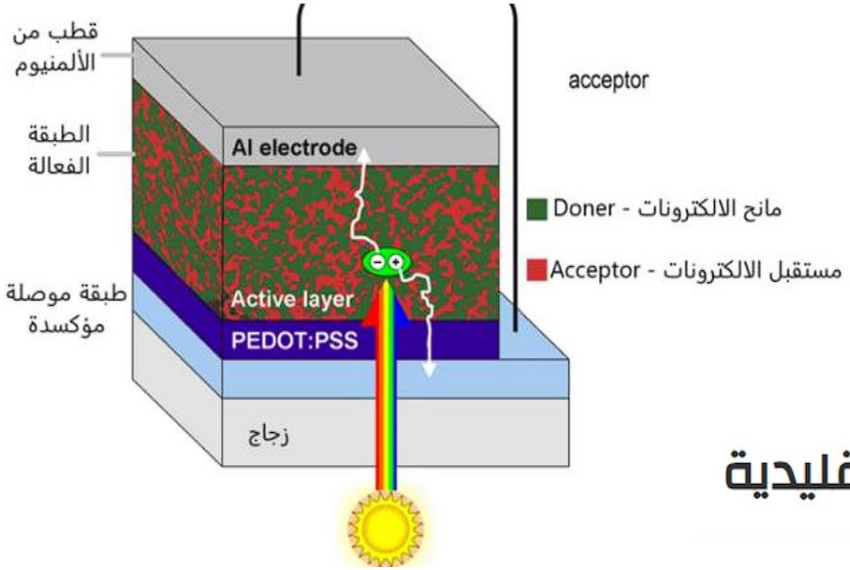
خلايا الفلم الرقيق الكهروضوئية: الخلايا الكهروضوئية العضوية و الخلايا الصبغية الشمسية

الخلايا الكهروضوئية العضوية – Organic Solar Cells

تتألف الخلايا الكهروضوئية التقليدية من السيلكون ولكن الخلايا العضوية يكون الأساس فيها هو الكربون ويتم استخدام مواد عضوية الكترونية لتعمل كنصف ناقل بديلاً عن السيليكون لتحويل الطاقة الكهروضوئية إلى طاقة كهربائية.

يعد الاختلاف في البنية هو الأكبر للخلايا العضوية عن الخلايا الكهروضوئية السيليكونية التقليدية حيث تكون مكونات هذه الخلايا قابلة للانحلال في الحبر عادة ويتم طباعتها على طبقات بلاستيكية رقيقة، بالتالي تكون الخلايا الكهروضوئية العضوية أكثر مرونة ويمكن استخدامها في تطبيقات وأجزاء من البناء أكثر من الخلايا الكهروضوئية التقليدية كاستخدامها في النوافذ حيث يتم استبدال النوافذ العادية بنوافذ من خلايا كهروضوئية عضوية مطبوعة على مواد شفافة كالزجاج مثلاً.

بنية الخلية الكهروضوئية العضوية



تشبه بنية الخلية الكهروضوئية العضوية بنية الخلية السيليكونية التقليدية ولكن يكون الاختلاف في نوع المادة الموصلة التي تلعب دور نصف الناقل فتكون من مركب بوليميري موصل مثل PEDOT:PSS وهو مادة موصلة بوليميرية تتميز بكفاءة التوصيل العالية ويكون عنصر الكربون هو الأساس فى المادة البوليميرية.

مقارنة بين الخلايا الكهروضوئية العضوية والخلايا السيليكونية التقليدية

كفاءة الخلية

وصلت كفاءة الخلايا العضوية حتى 16.5% وهذه القيمة منخفضة نسبياً بالمقارنة مع الخلايا السيليكونية التقليدية التي وصلت إلى 27.6% ولكن ازدياد أهمية استخدام الخلايا العضوية في التطبيقات المختلفة استدعى زيادة الأبحاث لرفع كفاءة هذه الخلايا والسعي لوصول لقيم للكفاءة قد تتجاوز الخلايا السيليكونية التقليدية أو تتساوى معها.

المواد المكونة للخلايا

كما ذكرنا سابقاً فالخلايا الكهروضوئية العضوية تتميز عن الخلايا السيليكونية التقليدية بأن المادة النصف الناقل الموصل هي مادة ذات أساس كربوني بينما تكون المادة النصف ناقلة في الخلايا التقليدية هي عبارة عن كرستالاين السيليكون.

أسعار الخلايا

تختلف أسعار الألواح السيليكونية التقليدية وفق عدد الخلايا في اللوح الواحد والاستطاعة القادرة على توليدها بينما لم تصل الخلايا الكهروضوئية العضوية إلى مرحلة الألواح التجارية بعد، ولكن يمكن شراؤها بالطلب الخاص من بعض الشركات المصنعة حيث يتراوح السعر بين 30 وحتى 90 يورو للمتر المربع. ولكنها مازالت قيد التطوير لرفع الكفاءة بشكل مناسب للإنتاج على شكل واسع.

محاسن الخلايا العضوية

خفيفة الوزن وتتمتع بالمرونة الكافية لاستخدامها في العديد من التطبيقات المختلفة وتتمتع أيضاً بصفات تجعلها نصف شفافة ويمكن بسهولة دمجها مع عناصر أخرى (قرميد السطوح مثلاً) وتكون تكلفتها منخفضة بسبب انخفاض تكاليف تصنيع المواد الداخلة بتركيبها.

يمكن انتاجها بطريقة مستمرة حيث يمكن أن تكون طريقة الإنتاج تعتمد على الطباعة بشكل مستمر وتتميز أيضاً بتأثيرها المنخفض على البيئة وزمن صغير لإعادة الطاقة.

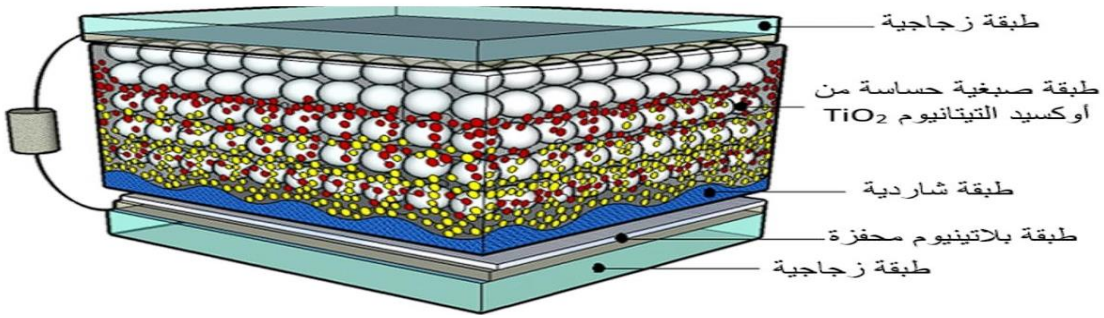
مساوئ الخلايا العضوية

من أجل أن يتساوى أداء الخلايا العضوية مع الخلايا السيليكونية التقليدية وحتى يتجاوزها يجب أن تتمتع مواد المانح والمستقبل في الخلايا العضوية بمعامل امتصاص عالي للطاقة من الضوء وثبات كيميائي عالي وبنية قوية.

الخلايا الصبغية الشمسية – Dye Sensitized Solar Cells

تتألف الخلية الصبغية الشمسية من طبقة مسامية من ثنائي أوكسيد التيتانيوم TiO_2 وتتم تغطيتها بطبقة صبغية ماصة للضوء مثل مادة اليخضور الموجودة في أوراق النباتات. يتم غمر ثنائي أوكسيد التيتانيوم تحت طبقة من محلول شاردي (كهرليتي) وهو محلول يحوي على أيونات حرة تشكل وسطاً ناقلاً للكهرباء، و يوضع تحتها طبقة محفزة كيميائياً ذات أساس من البلاتينيوم لتكون الخلية الصبغية أشبه بالبطارية التقليدية التي نستخدمها في حياتنا اليومية في أجهزة التحكم بالتلفاز وغيرها حيث تمثل طبقة ثنائي أوكسيد التيتانيوم المصعد في البطارية وطبقة البلاتينيوم تمثل المهبط ويلعب المحلول الشاردي دور الموصل.

مبدأ عمل الخلايا الصبغية الشمسية



Activate Windows

يعبر الضوء من طبقة الزجاج الشفافة حتى الطبقة الصبغية فيتم تحفيز الالكترونات لتنتقل عبر طبقة ثنائي أوكسيد التيتانيوم. وتتجه الالكترونات ليتم تجميعها وتنقل إلى الشبكة الموصولة معها، وبعد أن تمر الالكترونات في الشبكة الخارجية تعود عبر طبقة الوصل الخلفي إلى المحلول الشاردي والذي يقوم بإعادة الالكترونات إلى الطبقة الصبغية.

تختلف الخلايا الصبغية الشمسية عن الخلايا السيليكونية التقليدية بأن هذه الخلايا تقوم بفصل الوظيفتين الأساسيتين المقدمتين من السيليكون في الخلايا التقليدية حيث يعمل السيليكون عادة كمصدر للالكترونات المحفزة من الضوء ويقوم بتوفير الحقل الكهربائي لفصل الشحنات وإنشاء التيار. أما في الخلايا الصبغية، فيتم استخدام الجزء الأكبر من نصف الناقل لنقل الشحنة فقط، بينما يتم توفير الالكترونات من قبل طبقة صبغية حساسة للضوء ويحدث فصل الشحنة عن السطوح بين الطبقة الصبغية ونصف الناقل والمحلول الشاردي.

محاسن الخلايا الصبغية الشمسية

تعد الخلايا الصبغية الشمسية من خلايا الجيل الثالث من الفلم الرقيق ذات الكفاءة العالية وتصل كفاءتها حتى 12%. بالإضافة إلى ذلك، فإن إمكانية إعادة اتحاد الالكترونات بعد تحفيزها أقل بالمقارنة مع الخلايا السيليكونية التقليدية حيث يكمن الاختلاف في أنه يتم توليد زوج (الكترون – ثقب) في الخلية التقليدية بينما يتم تحرير الكترون في الخلايا الصبغية مما يجعل عملية إعادة الاتحاد أقل وأبطئ بالمقارنة مع الخلايا التقليدية.

مساوئ الخلايا الصبغية الشمسية

يعد استخدام السائل الشاردي من أهم المساوئ في الخلية الصبغية والذي يملك مشاكلا تتعلق بالاستقرار الحراري. يمكن لهذا السائل أن يتجمد في درجات الحرارة المنخفضة وأن يتمدد في درجات الحرارة المرتفعة ويوجد دراسات عديدة لاستبدال السائل بمادة صلبة. كما يحتوي المحلول الشاردي على مركبات عضوية عالية التبخر وهذه المواد تتبخر في درجة حرارة الغرفة بكمية كبيرة ويجب التأكد من عزلها وعدم تبخرها لمنع انخفاض نسبتها بالإضافة لأثارها السلبية المضرة على الانسان والبيئة. كما أن كلفة المواد المكونة للخلية مثل الروثينيوم (المادة المكونة للصبغة) والبلاتينيوم تعد مرتفعة نسبياً.

تقنيات رفع إنتاجية الخلايا الشمسية: تقنية بيرك PERC

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 الخلفى".

كنا قد تعرفنا على مكونات الخلية الشمسية والتى تتألف بشكل مبسط

- موصل أمامي.
- موصل خلفي.
- طبقة امتصاص بينهما عبارة عن ثنائي قطب وصلة P-N.

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:

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.

Activate Windows
Go to Settings to activate Wir

تقليل عمليات إعادة الاتحاد للإلكترونات

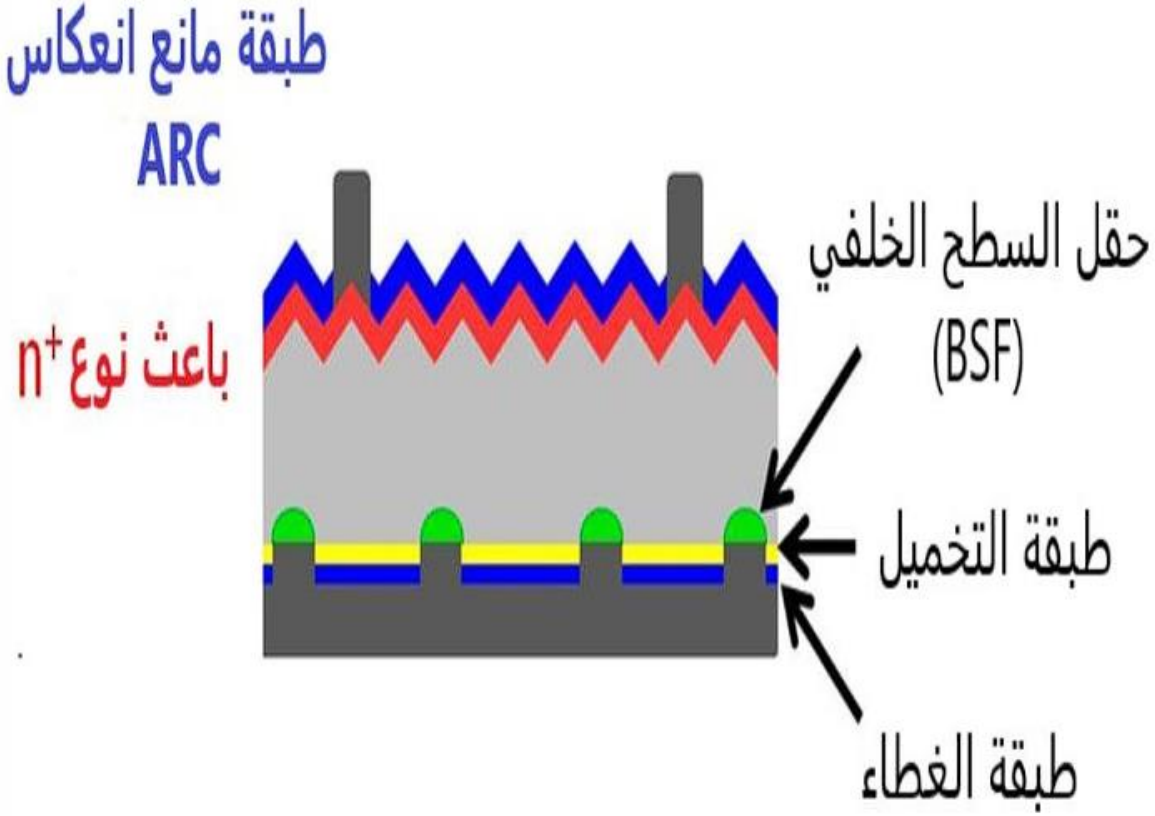
إن وجود هذه طبقة التخميل يقلل عمليات إعادة الاتحاد للإلكترونات وبالتالي تزداد كفاءة الخلية الشمسية.

تقليل الامتصاص الحراري

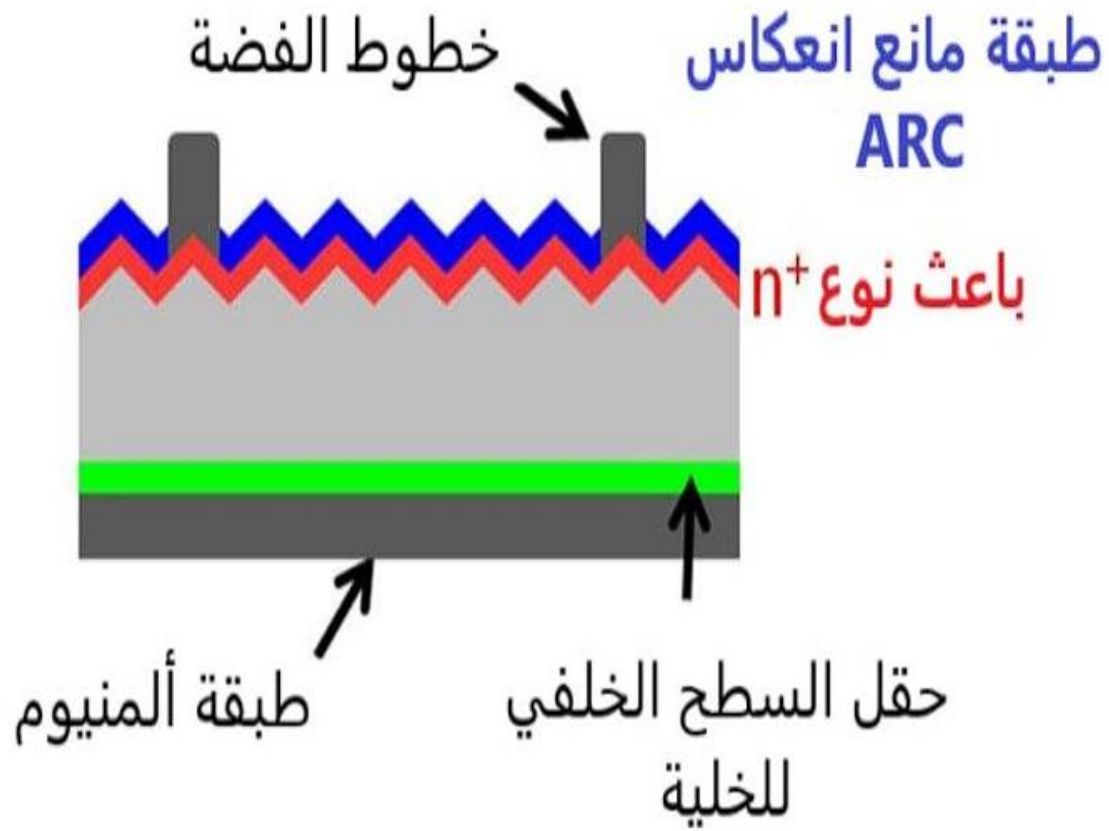
إن وايفر السيلكون يستطيع امتصاص الأشعة الضوئية بطول موجة حتى 1180 نانومتر، اما الأشعة الضوئية ذات طول الموجة الأكبر من ذلك فهي تعبر من خلال السيلكون لتصل إلى الجزء المعدني الخلفي للخلية حيث يتم امتصاصها وتتحول إلى حرارة تقلل من كفاءة الخلية الشمسية.

تكون طبقة التخميل الموجودة في خلايا بيرك PERC مصممة لتعكس الأشعة الضوئية ذات طول الموجة الأكبر من 1180 نانومتر فتقلل بذلك من درجة حرارة الخلية وتزيد من كفاءتها.

خلية شمسية نوع
PERC



خلية شمسية عادية
(قياسية)

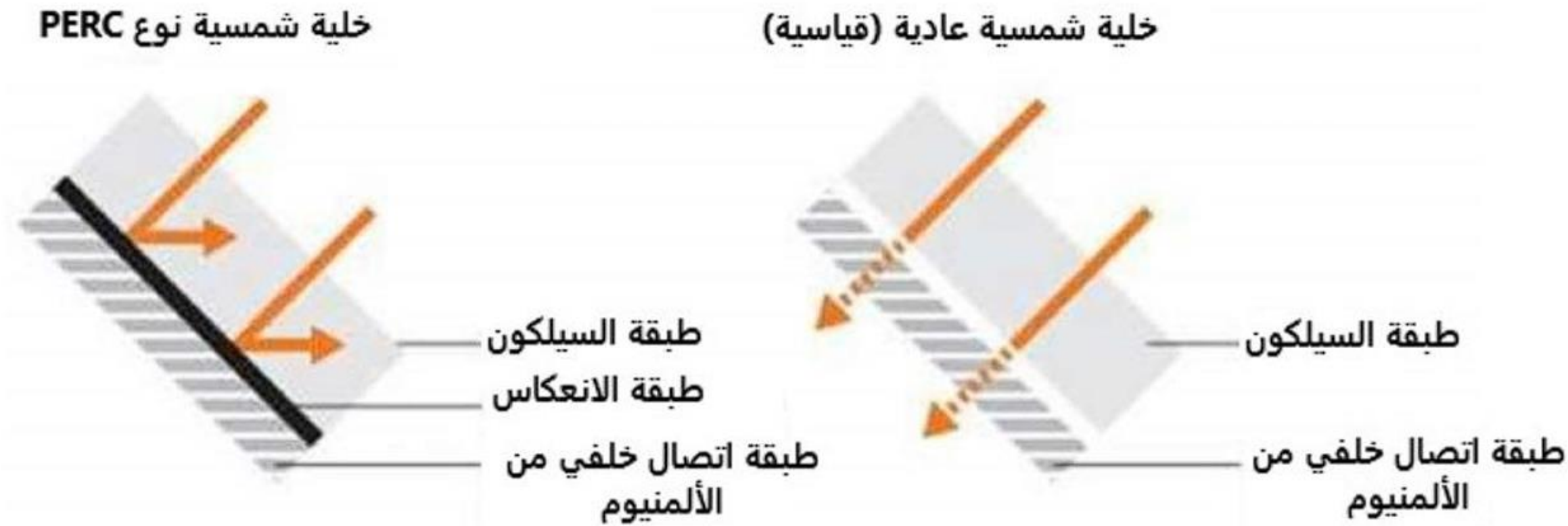


ما أهمية امتصاص خلايا بيرك PERC للضوء بأطوال أمواج مختلفة؟

تشع الشمس أشعتها بأطوال موجة مختلفة وتصل هذه الإشعاعات إلى الخلية الشمسية حيث يتم امتصاصها لتحفيز وتحرير الالكترونات نتيجة لذلك في الطبقات المختلفة من بنية الخلية.

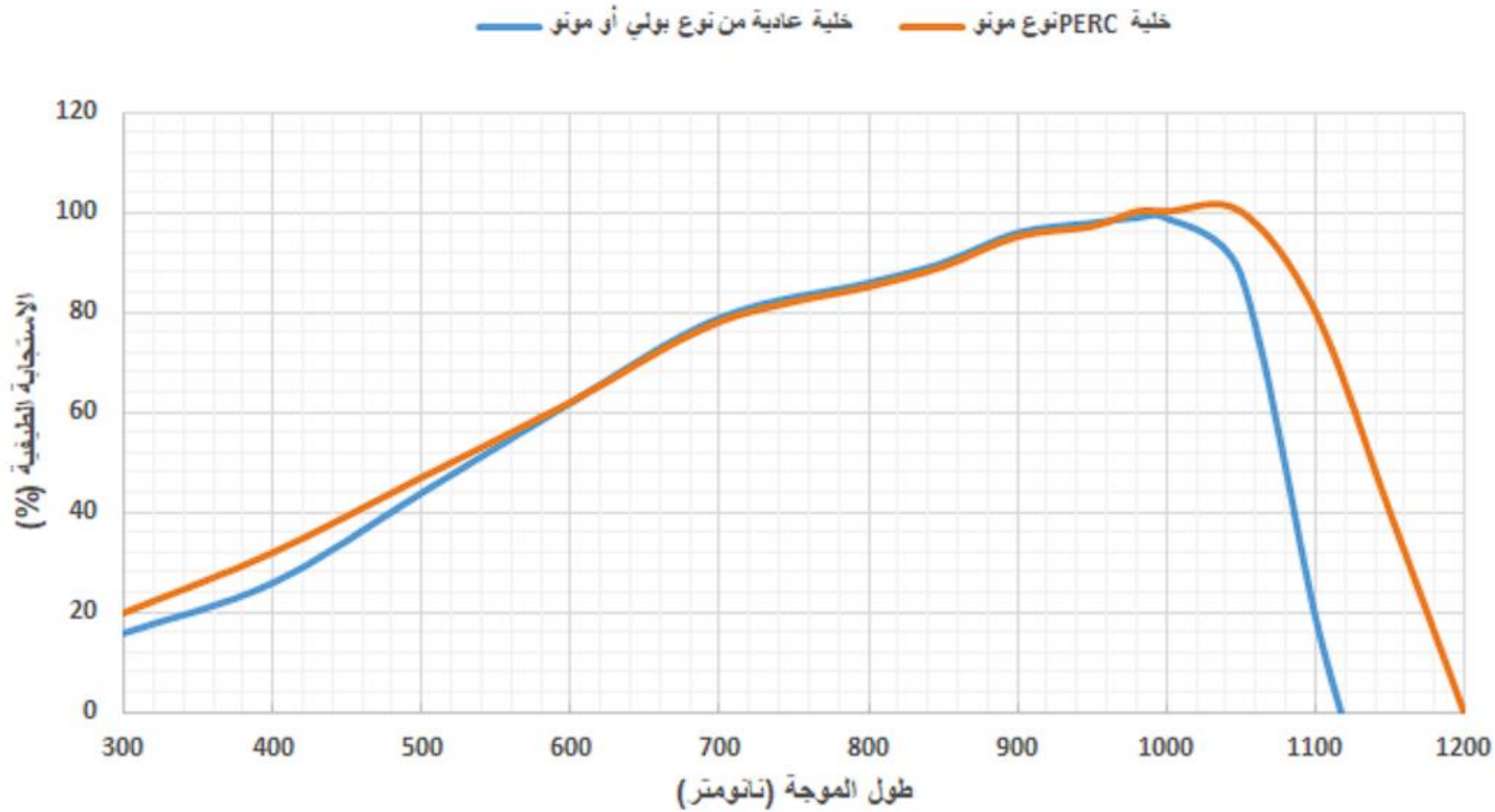
تزيد تكنولوجيا بيرك من قدرة الخلية على التقاط الأشعة الشمسية ذات أطوال الأمواج الأطول، وتظهر هذه الأشعة ذات طول الموجة الكبير في فترات الصباح والمساء (عندما تكون الشمس منخفضة جداً) وفي الأيام التي تكثر فيها الغيوم.

يتم امتصاص الأشعة الضوئية ذات طول الموجة القصير في الغلاف الجوي بينما الأشعة الضوئية ذات طول الموجة الطويل تصل إلى الخلية الشمسية وهنا تظهر ميزة خلايا بيرك PERC حيث تقوم طبقة التخميل العازلة بعكس هذه الأشعة ليتم امتصاصها وذلك خلال النهار أو العصر أو المغيب أو حتى في الأيام التي تكثر فيها الغيوم.



مقارنة بين الخلية العادية وخلية نوع perc

إن الطاقة الموجودة في ضوء الشمس هي مجموع الطاقات لأطوال أمواج مختلفة لذلك على الخلية الشمسية أن تتمتع باستجابة طيفية جيدة (القدرة على امتصاص الأشعة الضوئية مع اختلاف طول الموجة للإشعاع)، ويوضح الشكل في الأسفل الاختلاف في الاستجابة الطيفية بين خلية شمسية عادية وخلية شمسية من نوع PERC.



الصعوبات التي تواجه تكنولوجيا خلايا بيرك

تواجه تكنولوجيا خلايا بيرك صعوبات مختلفة كونها تكنولوجيا جديدة ويسعى المطورون لرفع هذه التكنولوجيا مع المحافظة على التحكم التام بالعملية، ومن أشهر هذه الصعوبات التي لها تأثير مباشر على مالك الألواح من هذا النوع هي:

انخفاض الضوء المستحث (Light Induced Degradation – LID)

وهو التأثير الذي يسبب خسارة اللوح الشمسي لنسبة من استطاعته عند تعرضه للضوء للمرة الأولى، ونظراً لارتفاع نسبة المنشطات المطبقة عادة في خلايا بيرك PERC فإن التأثير السلبي الناتج عن LID يزداد بالمقارنة مع الخلايا العادية.

احتمال انخفاض الضوء المستحث (Potential Induced Degradation – PID)

أظهرت العديد من الأبحاث والدراسات والكتابات التي تتحدث عن هذا الموضوع وخاصة للألواح من النوع الكرستال المتعدد (Polycrystalline) وخلاياها من نوع بيرك PERC.

هذه المشكلة لا يمكن تجاهلها نظراً لتأثيرها الكبير على أداء نظام الألواح الشمسية الكلي المستخدم وما قد تلحقه من ضرر له.

لتفادي ذلك ننصح أن تتأكد من أن الألواح الشمسية ذات خلايا بيرك والتي تريد شراءها تتمتع بشهادة IEC TS 62804 الخاصة بمقاومة اللوح الشمسي لآثار PID.

Activate Windows
Go to Settings to activate Wi