مادة بيروفسكايت perovskite جديدة خالية من الرصاص ثورة جديد في مجال صناعة الخلايا الشمسية



أَظهَر البَاحثُون أنَّ التيتانيوم خيارٌ جذابٌ ليحل محل الرصاص السام في الخلايا الشمسية المنتشرة بطبقة البيروفسكايت الرقيقة. حقُوقُ الصورة: Padture Lab / Brown University

ظهرت فئةٌ من المواد تُسمّى بيروفسكايت كبديلٍ واعدٍ للسليكون لصنع خلايا شمسيةٍ غير مكلفةٍ وفعالةٍ. ولكن ومع كل هذه المزايا الموعودة، فإن البيروفسكايت لا تخلو من بعض السلبيات حيث يحتوي معظمها على الرصاص، وهو عالي السمّية، ويتضمن موادَّ عضويةً غير مستقرةٍ بشكلٍ خاصٍ عند تعرضها للعوامل البيئية.

وحديثًا توصلت مجموعةٌ من الباحثين في جامعة براون وجامعة نبراسكا ـ لينكولن (**University of Nebraska -- Lincoln UNL**) إلى مادةٍ جديدةٍ تعتمد على التيتانيوم لصنع خلايا شمسيةٍ بيروفسكيتية غير عضويةٍ خاليةٍ من الرصاص. ففي بحثٍ نُشر في مجلة "جول" **Joule**) مجلة جديدة تركز على أبحاث الطاقة شقيقة لمجلة الخلية **Cell**)، أظهر الباحثون أن المادة يمكن أن تكون مرشحةً جيدةً، خاصةً لصنع خلايا شمسيةٍ ترادفيةٍ (وهي ترتيباتٌ توضع فيها خلايا بيروفسكايت فوق مادة السيليكون أو مادةٍ أخرى مثبتةٍ لتعزيز الكفاءة الكلية.

يقول كبير مؤلفي الورقة الجديدة، نيتين بادتشر **Nitin Padture**، وأستاذ جامعة أوتيس إي راندال في كلية براون للهندسة ومدير معهد الابتكارات الجزيئية والنانوية: "إن التيتانيوم عنصرٌ وفيرٌ، قويٌّ ومتوافقٌ حيويًا، وقد جرى إغفاله إلى حدٍّ كبيرٍ في أبحاث البيروفسكايت. لقد أظهرنا أنه من الممكن استخدام المواد التي أساسها التيتانيوم لصنع أفلام البيروفسكايت الرقيقة وأن للمادة خصائصَ مواتيةً للتطبيقات الشمسية التي يمكن ضبطها وتعديلها".

ظهر الاهتمام بمادة البيروفسكايت، وهي فئةٌ من المواد ذات بنيةٍ بلوريةٍ معينةٍ، للطاقة النظيفة في عام 2009، عندما تبين أنها قادرة على تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. كانت لدى خلايا البيروفسكايت الشمسية الأولى كفاءة تحويلٍ تبلغ 4 في المئة فقط، ولكن بسرعة ارتفعت بشكلٍ كبيرٍ إلى ما يقارب 23 في المئة، وهي نسبة كفاءةٍ تنافس خلايا السليكون التقليدية.

وتقدم البيروفسكايت بعض المزايا المثيرة للاهتمام فمن المحتمل أن يكون تصنيعها أرخص من خلايا السيليكون، ويمكن أن تكون شفافةً جزئيًا، مما يتيح تطبيق تقنياتٍ جديدةٍ مثل النوافذ التي تولد الكهرباء. ويقول بادتشر: "أحد التوجهات الكبيرة في أبحاث البيروفسكايت هو الابتعاد عن المواد التي تحتوي على الرصاص وإيجاد موادَّ جديدةٍ غير سامةٍ وأكثر استقرارًا. باستخدام المحاكاة الحاسوبية، تنبأ المتعاونون مع نظرياتنا في جامعة نبراسكا لينكولن أن فئةً من البيروفسكايت مع السيزيوم، والتيتانيوم ومكوّن الهالوجين (البروم أو/واليود) كانت مرشحًا جيدًا. والخطوة التالية هي في الواقع صنع الخلايا الشمسية باستخدام هذه المواد واختبار خصائصها، وهذا ما فعلناه هنا".

قام الفريق بتصنيع طبقاتٍ رقيقةٍ شبه شفافةٍ من البيروفسكايت ذات فجوة نطاق من 1.8 إلكترون فولت (وهي مقياس لمستوى طاقة الفوتونات التي يمكن أن تمتصها المادة)، والتي تُعتبر مثاليةً للتطبيقات الشمسية الترادفية. ويقول الباحثون بأن لهذه المادة كفاءة تحويل تبلغ 3.3% وهي أقل بكثيرٍ من الخلايا القائمة على الرصاص، ولكنها بدايةٌ جيدةٌ لموادَّ جديدةٍ بالكامل.

يقول يوانيوان زو **Yuanyuan Zhou**، وهو أستاذ مساعد (بحثي) في الهندسة في مختبر براون، ومؤلف مشارك في الدراسة: "هناك الكثير من الهندسة التي يمكنك القيام بها لتحسين الكفاءة. نعتقد بأنه لدى هذه المادة الكثير من المساحة للتحسين".

استخدم مين تشن **Min Chen**، طالب دكتوراه في علم المواد في براون والمؤلف الأساسي للورقة، طريقةَ التبخر عالية الحرارة لإعداد الأفلام، لكنه يقول إن الفريق يبحث في طرقٍ بديلةٍ. ويضيف: "نحن نبحث أيضًا عن طرقٍ جديدةٍ ذات درجة حرارة منخفضةٍ ومذيباتٍ لتقليل التكلفة المحتملة لتصنيع الخلايا".

وأظهر البحث أن للمادة مزايا عديدةً مقارنةً بالبدائل الأخرى الخالية من الرصاص. وتمثل مادةً مصنوعةً إلى حدٍّ كبيرٍ من القصدير أحد المنافسين على البيروفسكايت الخالي من الرصاص، وتصدأ هذه المادة بسهولةٍ عندما تتعرض للعوامل البيئية. أما التيتانيوم من ناحيةٍ أخرى فهو مقاومٌ للصدأ. كما أن للتيتانيوم-بيروفسكايت أيضًا جهد دائرةٍ مفتوحةٍ يزيد على فولت واحد (وهو مقياس للجهد الكلي المتاح من خلية شمسية). عمومًا فإن البيروفسكايت الخالي من الرصاص ينتج جهدًا أصغر من 0.6 فولت.

ويقول بادتشر: "إن الجهد الكهربائي للدائرة المفتوحة هو خاصيةٌ رئيسيةٌ يمكننا استخدامها لتقييم إمكانات مادة الخلايا الشمسية. لذلك، وجود مثل هذه القيمة العالية في البداية واعدٌ جدًا". ويقول الباحثون إن فجوة نطاق المادة الكبيرة نسبيًا مقارنةً بالسيليكون يجعلها مرشحةً رئيسيةً لتكون بمثابة الطبقة العليا في خليةٍ شمسيةٍ ترادفيةٍ. يمكن للطبقة العليا من التيتانيوم-بيروفسكايت أن تمتص الفوتونات ذات الطاقة الأعلى من الشمس التي لا تستطيع طبقة السليكون السفلية امتصاصها بسبب فجوة نطاقها الأصغر. وفي الوقت نفسه، فإن فوتونات الطاقة المنخفضة تمر عبر الطبقة العلوية شبه الشفافة ليمتصّها السيليكون، مما يزيد من قدرة الامتصاص الكلية للخلية.

ويقول بادتشر: "الخلايا الترادفية سهلة المنال عندما يتعلق الأمر بالبيروفسكايت. نحن لا نتطلع لاستبدال تكنولوجيا السيليكون الحالية حتى الآن، ولكننا بدلًا من ذلك نتطلع إلى تعزيزها. لذلك إذا كان بإمكانك إنشاء خليةٍ ترادفيةٍ خاليةٍ من الرصاص، فهذا هو الخيار الفائز. هذه المادة الجديدة تبدو مرشحًا جيدًا للفوز".

- التاريخ: 2018-08-23
- التصنيف: طاقة وبيئة

#الخلايا الشمسية #الرصاص #السيليكون

المصادر

- Science Daily

المساهمون

- ترجمة
  - طارق قدورة
- مُراجعة
  - مريانا حيدر
- تحرير
  - رأفت فياض
- تصميم
  - إحسان نبهان
- نشر
  - روان زيدان