الوفاق

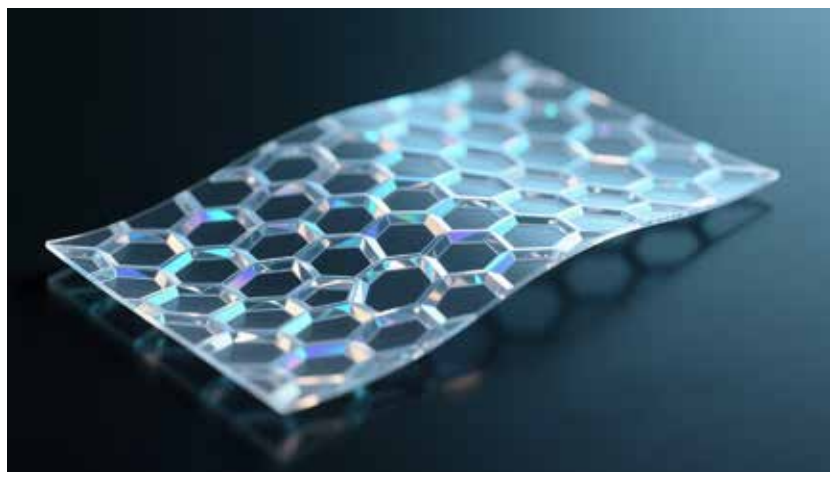
صحيفة إيران في العالم العربي وصحيفة العالم العربي في إيران

«الوفاق» صحيفة يومية «سياسية، اقتصادية، اجتماعية»
تصدر عن وكالة الجمهورية الإسلامية للأنباء «ارنا»
التنفيذ: مؤسسة ايران الثقافية والإعلامية
رئيس مجلس الإدارة: صادق حسين جابري انصاري
• مديرعام مؤسسة ايران الثقافية والإعلامية والمدير المسؤول: علي متقيان
رئيس تحرير المؤسسة: هادي خسروشاهين
• رئيس التحرير: مختار حداد
• العنوان: ايران - طهران - شارع خرمشهر - رقم ٢٠٨
• الهاتف: ٠٥ و ٨٨٧٥١٨٠٢ / ٩٨٢١+ • الفاكس: ٨٨٧٦١٨١٣ / ٩٨٢١+
• صندوق البريد: ٥٣٨٨ - ١٥٨٧٥ • الإشتراكات: ٨٨٧٤٨٨٠٠ / ٩٨٢١+
• تلفاكس الإعلانات: ٨٨٧٤٥٣٠٩ / ٩٨٢١+ • عنوان الوفاق على الإنترنت: www.al-vefagh.ir
• البريد الإلكتروني: al-vefagh@al-vefagh.ir • الطباعة: مؤسسة ايران الثقافية والإعلامية

الرسول الأكرم(ص):
إِنَّ عَلِيّاً رَايَةُ الْهُدَى،
وَإِمَامُ أَوْلِيَائِي،
وَنُورُ مَنْ أَطَاعَنِي

من السليلوز النانوبلوري

تصميم غشاء نانوي لتحسين المتانة والنفاذية وإزالة الأملاح في آنٍ واحد



الوفاق/ تمكّن باحثون في جامعة أميركبير الصناعية من تصميم نوع من الأغشية النانوية القائمة على النانوبلورات السليلوزية (CNC)، قادر على تحسين ثلاث خصائص أساسية في عملية تحلية المياه، وهي المتانة الميكانيكية ونفاذية الماء وإزالة الأملاح في الوقت نفسه؛ وهي قدرة شكّلت لسنوات إحدى المعضلات في تكنولوجيا الأغشية.

وفي هذا المشروع، ومن خلال دراسة دقيقة لنسبة الطول إلى القطر للنانوبلورات السليلوزية ومستوى تحميلها، جرى إنشاء بنية شاملة شبكية تُعرف باسم «الشبكة الفائقة الترابط المتداخلة» (PIN)، التي تعيد إنتاج سلوك المواد الفوقية (الميتامواد) داخل الغشاء. وتُشكّل هذه الشبكة مسارات منتظمة ومضبوطة لعبور المياه، وفي الوقت نفسه تمنع التوسّع المفرط في البنية الذي يؤدي إلى تراجع كفاءة إزالة الأملاح. وتُظهر النتائج أن تحميل ٠,٥٠ في المئة وزناً من CNC ذات النسبة الطولية العالية يوفّر أفضل أداء، ويمكن أن يعزّز كفاءة أغشية التحلية المستخدمة في المياه قليلة الملوحة.

وتشهد أزمة المياه العذبة العالمية منذ سنوات دفعاً متزايداً للدول نحو تطوير تقنيات فعّالة في مجال تحلية المياه. ومع تصاعد الطلب على المياه الصالحة للشرب والاستخدام الصناعي، أصبحت الأغشية البوليمرية من أهم أدوات الفصل في معالجة المياه. غير أن هذه الأغشية تواجه معضلة قديمة، تتمثل في تحسين المتانة الميكانيكية ونفاذية الماء وقدرة إزالة الأملاح في الوقت نفسه، إذ إن تعزيز إحدى هذه الخصائص يؤدي غالباً إلى إضعاف خاصية أخرى، وقد حدّ هذا التعارض البنيوي من التقدم الصناعي. ويُعد العثور على بنية قادرة على تحسين هذه المؤشرات الثلاثة معاً أحد الأهداف الأساسية لأبحاث الأغشية خلال العقد الأخير.

في مواجهة هذا التحدي، تمكّن فريق من الباحثين في جامعة أميركبير الصناعية، من خلال دراسة خصائص النانوبلورات السليلوزية وكيفية ترتيبها داخل مصفوفة بوليمرية، من تطوير غشاء نانوي جديد قادر على تجاوز هذا القيد التاريخي. وتعتمد المادة الأساسية لهذا الغشاء على ثنائي أسيتات السليلوز (CDA)، وهو أحد البوليمرات المستقرة والمتاحة والملائمة لتطبيقات الفصل. ويُعد العنصر المحوري في هذا البحث النانوبلورات السليلوزية (CNC)، وهي تراكيب مستخلصة من السليلوز الطبيعي، وتتميز بنسبة طول إلى قطر مرتفعة، ومتانة ميكانيكية ملحوظة، ومساحة سطح فعّالة كبيرة، ما يمنحها تطبيقات واسعة في علوم النانو.

يعود دور المكوّن النانوي في هذا المشروع في الأساس إلى كيفية ترتيب وتشكيل النانوبلورات السليلوزية (CNC) داخل الغشاء. وقد أظهر الباحثون أن مجرد وجود الجسيمات النانوية لا يكفي، بل إن نوع الشبكة التي تُشكّلها هذه القضبان النانوية هو العامل الحاسم في تحديد الخصائص النهائية للمادة. وتُعد نسبة الطول إلى القطر (Aspect Ratio) والنسبة الوزنية للـCNC العاملين الرئيسيين اللذين يرسمان أنماطاً مختلفة من التشابك وبناء الشبكات، إذ يمكن أن تتراوح هذه الأنماط بين توزّع عشوائي ومبعثر وتشكيل شبكة متشابكة متصلة.

في هذا البحث، جرى دراسة أربع نسب تحميل وزني للنانوبلورات السليلوزية ذات النسبة الطولية العالية بلغت ٠,١٥ و٠,٢٥ و٠,٥٠ و٠,٧٥ في المئة. وأظهرت نتائج الاختبارات الميكانيكية واللزجة-المرنة (الفيزوكوالاستيكية) والفصل أنه عند النسب المنخفضة (٠,١٥ و٠,٢٥ في المئة)، تكون النانوبلورات السليلوزية موزعة بشكل متفرق أو ضمن شبكة ضيقة ولكن محدودة. غير أنه ابتداءً من نسبة تحميل ٠,٥٠ في المئة ومافوق، تتشكل بنية جديدة، وهي شبكة أطلق عليها الباحثون اسم «الشبكة الفائقة الترابط المتداخلة» (Pervasive Interconnected Network – PIN).

وتمثل هذه الشبكة بنية متصلة وواسعة من القضبان النانوية، لا تؤدي فقط إلى زيادة متانة الغشاء، بل تغيّر أيضاً السلوك الديناميكي لعبور الجزيئات والأيونات. وفي الأغشية التقليدية، فإن زيادة سرعة نفاذ الماء تؤدي إما إلى انخفاض كفاءة إزالة الأملاح، أو تجعل بنية الغشاء بحاجة إلى سماكة أكبر لضمان أداء مستقر؛ لكن في الغشاء المُصمَّم في جامعة أميركبير للتكنولوجيا، فإن التركيب الأمثل الذي يحتوي على ٠,٥٠ في المئة من النانوبلورات السليلوزية ذات النسبة الطولية العالية يوفّر مسارات مزدوجة ومضبوطة لعبور جزيئات الماء. وتُعرف هذه المسارات اصطلاحاً باسم المسارات ثنائية الاستمرارية (Bi-continuous pathways)، والتي تُظهر، استناداً إلى التحليلات الكهروستاتيكية والفيزيائية، دوراً محورياً في التحكم بمرور الأيونات.

يؤدي وجود هذه الشبكة إلى جعل الغشاء أكثر مقاومة لتغيّرات الضغط والأحمال الميكانيكية. كما أن تعزيز المتانة الميكانيكية يتيح للغشاء العمل تحت ضغوط تشغيلية أعلى من دون أن يتعرض الهيكل البوليمري للانهيار أو التمزق. وتكتسب هذه الخاصية أهمية خاصة في عمليات تحلية المياه قليلة الملوحة، حيث تكون الضغوط التشغيلية مرتفعة نسبياً.

إنتاج أول حبّة دواء إيرانية لا تتطلب البلع

أنتج خبراء إيرانيون، باستخدام تقنية النانو وعملية التجفيف بالتجميد، حبة دواء تذوب بسرعة في الفم.

يفتقر العديد من الأطفال وكبار السن والأشخاص الذين يعانون من صعوبة في البلع إلى الأدوية سهلة وسريعة الذوبان؛ وفي هذا الصدد، تمكن خبراء إيرانيون من إنتاج منتج محلي يلبي هذه الحاجة باستخدام تقنية النانو وعملية التجفيف بالتجميد.

تألفت النواة الأولية لهذه المجموعة من ثلاثة رواد أعمال. بدأت المجموعة عملها في عام ٢٠١٩، وعرضت فكرتها على إحدى شركات تسريع الأعمال، حيث لاقت استحسانًا. وفي النهاية، تأسست شركة معرفية في عام ٢٠٢٢.

يقول إحسان خبازيان، مدير الأبحاث في هذه الشركة المعرفية: «كانت فكرتنا الأولية هي الحبوب المجففة بالتجميد (Lyophilized tablets). وقد استوحينا فكرة هذا المنتج من نموذج أولي موجود في سوق الأدوية المحلي، وهو منتج مستورد بالكامل.“

التجفيف بالتجميد عملية يتم فيها تجفيف المركبات الحساسة للحرارة دون استخدام الحرارة. في هذه الطريقة، يُستخدم التبريد بدلًا من الحرارة. ولتحقيق ذلك، يُستخدم جهاز يُسمى مُجفف التجميد، والذي يعمل في ظروف التبريد وتحت ضغط منخفض، مما يُحوّل المركب المطلوب مباشرةً من الحالة الصلبة إلى الحالة البخارية. تُنتج الشركة الدواء باستخدام هذا الجهاز.

واستُخدمت تقنية النانو في المركبات المستخدمة في هذا المنتج. وتكمن ميزة هذه التقنية في أن المنتج يتمتع بثبات طويل الأمد مقارنةً بالمنتجات التقليدية؛ فبينما كان يجب حفظ المنتجات التقليدية في الثلاجة، لم يعد هذا المنتج يتطلب التبريد ويتمتع بثبات عالٍ.

من ناحية أخرى، كان هذا المنتج يُستورد بالكامل سابقًا، وكان يُكلّف مبلغًا كبيرًا من العملة المحلية. أما الآن فقد أصبح يُنتج محليًا، ويمكن توفيره للمستهلكين بسعر معقول جدًا. وبهذه الطريقة، تمكنا من إنتاج هذا المنتج محلياً، اقتصادياً وتقنياً.

تتميز هذه الحبوب بأنها مناسبة جدًا لكبار السن والأطفال، وللأشخاص عمومًا الذين يخشون بلع الحبوب. ولأنها تُصنع بتقنية التجفيف بالتجميد، ومساماتها متناهية الصغر، فإنها تمتزج باللعاب فور وضعها في الفم، فتتفتح وتذوب بسرعة. في أقل من ١٠ ثوانٍ، تصبح الحبة مفتوحًا تمامًا، فلا حاجة لبلعه، ولا توجد أي مشاكل أو مخاوف متعلقة بذلك.

ووفقًا لخبازيان، فإن هذا المنتج عبارة عن منصة؛ هيكل يمكن تثبيت مختلف الأدوية عليه. يتوفر هذا المنتج حاليًا في الصيدليات كمنتج مستورد، وليس منتجًا محليًا، وقال: إن عملية التجفيف بالتجميد هي في الواقع عملية محلية، ويتم إنتاج الحبوب بالكامل داخل البلاد باستخدام هذه العملية. ويضيف: يستلم المستهلك في النهاية الحبوب، ولكن ما تم توطينه هو عملية تصنيعه وإنتاجه، مما يغني عن استيراده.

وأضاف: عندما سجلنا وحصلنا على الترخيص القائم على المعرفة، توفرت لنا العديد من التسهيلات والخيارات. فإلى جانب الدعم المالي، أُتيحت لنا فرصة التأسيس في مجمع التكنولوجيا والاستفادة من خدماته. نحن الآن مسجلون في مجمع برديس للتكنولوجيا، ولهذا السبب تمكنا من الاستفادة من هذه المزايا. حتى أننا تلقينا التوجيه في مجال قروض ما قبل الإنتاج، مما مكننا من استخدام هذه المزايا للحصول على قروض ما قبل الإنتاج وقروض لمرحلة الإنتاج الأولية.

وقال هذا الناشط التقني: بهذه الطريقة، نُنتج حبوبا لعلاج التبول اللاإرادي عند الأطفال، وقد انتهت مرحلة البحث والتطوير. نحتاج إلى استثمار لإنشاء خط إنتاج. وأضاف: تسعى المجموعة للحصول على قرض لبدء تشغيل المصنع، لأن هذا المنتج لا يمتلك خط إنتاج محليًا حتى الآن، ويجب إنشاء خط الإنتاج بالكامل من الصفر.

منظومة نانوية إيرانية لتنقية وتعقيم مياه الصناعات البتروكيميائية والبحرية

الوفاق/ خطت شركة «آتيه بردازان ظهور شريف» خطوة مهمة في تطوير عمليات تنقية وتعقيم المياه في الصناعات البتروكيميائية والبحرية، وذلك من خلال تصميم وتسويق منظومة تعتمد على أقطاب (أنودات) ذات طلاء نانوي البنية. وقد تمكنت هذه المنظومة، على المستوى الصناعي، من رفع كفاءة أبراج التبريد وخفض التكاليف التشغيلية، ما يعكس تقدماً عملياً في توظيف التقنيات النانوية في إدارة المياه الصناعية.

في الصناعات الكبرى للنفط والغاز والبتروكيميائيات، تؤدي المياه دوراً حيوياً لا غنى عنه، إذ تحتاج أبراج التبريد والوحدات التشغيلية وأنظمة نقل الحرارة إلى كميات كبيرة من المياه، وفي حال تلوثها أو نمو الكائنات الدقيقة فيها، لا يقتصر الأمر على تراجع كفاءة المعدات فحسب، بل يؤدي أيضاً إلى التآكل والترسب وفرض أضرار جسيمة على البنى التحتية. ومن هنا، بات تطوير منظومات مستدامة ومنخفضة الكلفة وفعّالة لتنقية وتعقيم المياه أحد الأولويات الرئيسة في الصناعات الثقيلة.

ونجحت شركة «آتيه بردازان ظهور شريف» المعرفية في طرح منظومة متقدمة قائمة على التحليل الكهربائي ومزوّدة بأنودات ذات طلاء نانوي البنية في السوق، وهي منظومة تتمتع بإمكانية الاستخدام في التحليل الكهربائي لمياه البحر وكذلك في تعقيم مياه أبراج التبريد في الصناعات البتروكيميائية.

وقد جرى تطبيق هذه التكنولوجيا المتقدمة عملياً خلال السنوات الماضية في قطاع البتروكيميائيات، حيث حققت نتائج لافتة في إزالة الملوثات وتحسين جودة المياه.

تُعدّ عملية التحليل الكهربائي للماء إجراءً معروفاً؛ لكنه بالغ الحساسية، حيث تؤدي إضافة تيار كهربائي مباشر واستخدام قطبين كهربائيين إلى حدوث تفاعلات كيميائية مضبوطة. وخلال هذه العملية، يتحلل الماء إلى مكوّناته الأساسية، فيتكوّن غاز الهيدروجين عند الكاثود، بينما يتولّد غاز الأكسجين أو مركّبات فعّالة عند الأنود. وعند تطبيق هذه العملية على مياه البحر، لا يقتصر الأمر على إنتاج الهيدروجين فحسب، بل تتهيأ أيضاً ظروف لتوليد مواد مثل هيبوكلوريت الصوديوم، التي تُستخدم على نطاق واسع في التعقيم والسيطرة على التلوثات الحيوية.

ويمكن استخدام الهيدروجين الناتج عن التحليل الكهربائي لمياه البحر في مجالات متعددة، مثل خلايا الوقود وإنتاج الطاقة النظيفة وتوليد الكهرباء. من جهة أخرى، يؤدي الهيبوكلوريت المُنتَج دوراً مهماً في صناعات النفط والغاز والبتروكيميائيات، إذ يسهم استخدامه في تقليل الترسّبات، ومنع نمو الكائنات الدقيقة، والحد من التآكل في الأنابيب والمعدات الصناعية.

وتمكّنت هذه الشركة، من خلال تصميم أنودات ذات طلاء نانومتري بسمك يقارب ٢٠ نانومتراً ومكوَّن من مزيج من أكاسيد فلزية مختلفة، من تقليص استهلاك العناصر الحفازة مرتفعة الكلفة بشكل ملحوظ. ولا يقتصر أثر هذا الطلاء النانوي البنية على خفض التكاليف فحسب، بل يسهم أيضاً في رفع كفاءة التيار وتعزيز استقرار أداء القطب الكهربائي في الظروف التشغيلية القاسية.

يُعدّ تعقيم مياه أبراج التبريد في الصناعات البتروكيميائية أحد أهم التطبيقات الصناعية لهذه المنظومة. فقد نجحت شركة بتروكيمياء مبين، من خلال اعتماد هذه المنظومة، في تحسين جودة المياه المتداولة والحدّ إلى أدنى مستوى من المشكلات الناجمة عن التلوثات الحيوية والمواد العالقة. ولم يقتصر هذا الإنجاز على إطالة العمر التشغيلي للمعدات فحسب، بل أسهم أيضاً في رفع الكفاءة العامة لأبراج التبريد.

حظي هذا المنتج أيضاً باهتمام الشركة الوطنية للصناعات البتروكيميائية، وقد جرى استخدامه بصورة تجريبية في بعض التطبيقات الخاصة، مثل مياه الاتزان (Ballast Water) للناقلات النفطية والسفن.

ومن أبرز المزايا التقنية لهذه المنظومة: الوزن المنخفض قياساً بالمساحة الفعّالة، والكفاءة العالية للتيار، والمقاومة الجيدة في البيئات ذات التركيز المرتفع من الكلور، إلى جانب القدرة على العمل في درجات حرارة مرتفعة تتراوح بين ٦٠ و٩٥ درجة مئوية، فضلاً عن رفع كفاءة النظام بما يصل إلى ٣٠ في المئة. كما أن خفض استهلاك المعادن مرتفعة الثمن أسهم في تقليص السعر النهائي للمنظومة بنحو ١٥ في المئة مقارنة بالحلول التقليدية.