چهار شنبه 06 اسفند 1404 - 03:31

ترانزیستور وارد دنیای شیمی شد

دانشمندان آمریکایی غشایی ساخته‌اند که با اعمال برق می‌توان سرعت عبور یون‌ها را کم‌وزیاد کرد. این فناوری می‌تواند تصفیه آب، داورورسانی و استخراج مواد ارزشمند را کارآمدتر کند.

دانشمندان آمریکایی غشایی ساخته اند که با اعمال برق می توان سرعت عبور یون ها را کم وزیاد کرد. این فناوری می تواند تصفیه آب، داورورسانی و استخراج مواد ارزشمند را کارآمدتر کند. ویژگی تازه این غشاء، امکان تنظیم لحظه ای و حتی تقویت خودکار جریان یون ها است.

به گزارش ایسنا، پژوهشگران آزمایشگاه ملی لارنس لیورمور با طراحی غشایی نوآورانه از جنس مکسین، موفق شدند برای نخستین بار جریان یون ها را در لحظه و با اعمال ولتاژ الکتریکی کنترل کنند؛ دستاوردی که می تواند صنعت تصفیه آب، داورورسانی و استخراج عناصر کمیاب را وارد عصر تازه ای از دقت و کارآمدی کند.

این گروه در آزمایشگاه ملی لارنس لیورمور (Lawrence Livermore National Laboratory) اعلام کردند که با بهره گیری از ساختاری نوین مبتنی بر مواد دوبعدی موسوم به مکسین (MXene)، توانسته اند غشایی بسازند که همانند یک ترانزیستور عمل می کند و امکان تنظیم لحظه ای جداسازی یون ها را فراهم می آورد؛ قابلیتی که تا پیش از این در حوزه فناوری غشاها غیرممکن تلقی می شد.

این پژوهش که نتایج آن در نشریه معتبر Science Advances منتشر شده، افق تازه ای پیش روی فرایندهای جداسازی دقیق گشوده است؛ فرایندهایی که در حوزه هایی چون تصفیه آب، انتقال هدفمند دارو در بدن و بازیابی عناصر کمیاب خاکی نقشی بنیادین دارند. اهمیت این عناصر در زنجیره تأمین صنعتی و فناوری های پیشرفته بر کسی پوشیده نیست و هرگونه پیشرفت در بهبود استخراج و خالص سازی آن ها، پیامدهای اقتصادی و راهبردی گسترده ای به همراه خواهد داشت.

غشاهای طراحی شده از انباشت لایه های بسیار نازک مکسین تشکیل شده اند؛ ورقه هایی دوبعدی که تنها چند اتم ضخامت دارند. در میان فاصله های بسیار ریز و در مقیاس نانو که میان این لایه ها ایجاد می شود، کانال هایی شکل می گیرد که یون ها ناگزیرند برای عبور از غشاء از آن ها بگذرند. تا پیش از این، جامعه علمی بر این باور بود که ویژگی های چنین غشاهایی ذاتی و غیرقابل تغییر است و سرعت و میزان انتقال یون ها از همان آغاز ساخت، تثبیت می شود.

با این حال، پژوهشگران این مرکز تحقیقاتی نشان دادند که این فرضیه چندان هم قطعی نیست. آن ها دریافتند که به دلیل رسانابودن الکتریکی مکسین، می توان با اعمال یک میدان الکتریکی، کارآمدی انتقال مولکولی از میان غشاء را دگرگون کرد. به بیان دیگر، این غشاء همانند یک ترانزیستور الکترونیکی عمل می کند؛ ابزاری که در مدارهای الکتریکی با اعمال ولتاژ به پایانه «گیت»، جریان را تنظیم می کند.

الکساندر نوی، دانشمند این آزمایشگاه و یکی از نویسندگان اصلی مقاله، در توضیح این دستاورد گفت: الهام این طرح از توانایی ترانزیستورها در تنظیم جریان گرفته شده است. او برای ساده ترشدن موضوع، مثالی ملموس ارائه کرد: همان گونه که می توان با یک شیر یا حتی با فشردن شلنگ آب، میزان جریان آب را کم و زیاد کرد، در اینجا نیز میدان الکتریکی نقش همان ابزار تنظیم کننده را ایفا می کند و عبور یون ها را مهار یا تقویت می کند.

در این سامانه، بار الکتریکی سطح غشاء تعیین می کند چه تعداد یون بتوانند در فاصله میان لایه های مکسین جای بگیرند و با چه سهولتی حرکت کنند. بدین ترتیب، ویژگی های انتقالی غشاء نه تنها قابل تغییر است، بلکه می توان آن را در طول فرایند جداسازی، به صورت لحظه ای روشن یا خاموش کرد و به شرایط دلخواه رساند.

نکته درخور توجه دیگر، کشف تأثیر ولتاژ نوسانی مثبت و منفی بر عملکرد غشاء است. آدیتیا پندسه، پژوهشگر پسادکتری پیشین این آزمایشگاه و از دیگر نویسندگان مقاله، اعلام کرد که با اعمال ولتاژ متناوب، انتقال یون ها از میان غشاء تقویت شده و سامانه عملاً به حالتی «خودپمپاژ» می رسد. این ویژگی باعث می شود یون ها با کارآمدی بیشتری از کانال های نانومتری عبور کنند و نیاز به اتکا صرف به انتشار غیرفعال کاهش یابد.

آرجون یِمادی، دانشجوی تحصیلات تکمیلی در مؤسسه فناوری ماساچوست (Massachusetts Institute of Technology)، نیز این رویکرد مبتنی بر ولتاژ نوسانی را کشفی مهم توصیف کرد؛ چراکه به غشاء امکان می دهد به جای تکیه بر فرایندهای طبیعی و کند انتشار، به طور فعال در هدایت انتقال مولکولی نقش آفرینی کند.

پژوهشگران در گام بعدی قصد دارند کارایی این غشاهای ترانزیستوری را در انتقال و جداسازی یون های عناصر کمیاب خاکی بیازمایند؛ موادی که برای تولید تجهیزات الکترونیکی پیشرفته، باتری ها، موتورهای الکتریکی و بسیاری از فناوری های نوین ضروری هستند. اگر این فناوری بتواند در مقیاس صنعتی نیز عملکرد خود را حفظ کند، می تواند تحولی بنیادین در صنایع مرتبط با انرژی، محیط زیست و فناوری های پیشرفته ایجاد کند.

به نقل از ستاد نانو، این دستاورد نشان می دهد که مرز میان الکترونیک و علم مواد روزبه روز کمرنگ تر می شود و مفاهیمی که روزگاری صرفاً در مدارهای نیمه رسانا معنا داشت، اکنون راه خود را به حوزه های زیستی و شیمیایی نیز گشوده است؛ مسیری که می تواند آینده فرایندهای جداسازی را به کلی دگرگون کند.