



ابداع بلوری که با تغییر رنگ، آلاینده‌های آب و هوا را تشخیص می‌دهد

دانشمندان بلور یا کریستالی ساخته‌اند که با تغییر رنگ، آلاینده‌های موجود در آب و هوا را تشخیص می‌دهد.

دانشمندان بلور یا کریستالی ساخته‌اند که با تغییر رنگ، آلاینده‌های موجود در آب و هوا را تشخیص می‌دهد. کریستالی که قادر به انتقال بار درون مولکولی و بین مولکولی است و نفتالین را که یک آلاینده موجود در هوا و اقیانوس هاست، با موفقیت شناسایی می‌کند.

به گزارش ایسنا، کریستالی را تصور کنید که فقط با تماس با یک آلاینده، تغییر رنگ می‌دهد و تقریباً بلافاصله حضور آن آلاینده را آشکار می‌کند. دانشمندان مؤسسه فناوری شیپورا ژاپن (SIT) کریستالی ساخته‌اند که می‌تواند به این هدف دست یابد. به نقل از اس‌ای، این تیم با طراحی یک مولکول جدید به نام «مشتق پیرازیناسن» (pyrazinacene derivative)، بلوری را توسعه دادند که در مواجهه با نفتالین که یک آلاینده معروف هوا و آب است، رنگ خود را از سبز مایل به آبی به بنفش مایل به قرمز تغییر می‌دهد.

چیزی که آن را قابل توجه تر می‌کند این است که این تغییر، قابل برگشت است، به این معنی که این کریستال می‌تواند به رنگ اصلی خود بازگردد و دوباره مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش می‌تواند منجر به توسعه نسل بعدی حسگرهای شیمیایی شود که به محافظت از سلامت انسان و محیط زیست کمک می‌کنند.

محققان ژاپنی خاطرنشان می‌کنند: این بلور قادر به واکنش با نفتالین برای ایجاد یک تغییر رنگ برگشت پذیر است. به گفته آنان، چنین کریستال‌های تغییر رنگ دهنده‌ای می‌توانند کاربردهای بالقوه و مختلفی در علم مواد داشته باشند.

بلوری با قابلیت انتقال بار دوگانه
برای درک اینکه چه چیزی این بلور یا کریستال پیرازیناسن را خاص می‌کند، مهم است که کمی در مورد فرآیند انتقال بار (حرکت الکترون) که در واقع باعث تغییر رنگ آن می‌شود، بدانیم.

این رخداد می‌تواند در یک مولکول واحد (انتقال بار درون مولکولی یا ICT) یا بین دو مولکول مختلف (انتقال بار بین مولکولی یا CT) رخ دهد. در حالی که ICT اغلب در رنگ‌ها و OLEDها استفاده می‌شود، CT نقش عمده‌ای در سلول‌های خورشیدی و نیمه رساناها ایفا می‌کند.

با این حال، ترکیب هر دو نوع انتقال بار در یک ماده چالش برانگیز بوده است. این به این دلیل است که به کنترل دقیق روی طراحی مولکولی و برهمکنش‌های بین مولکولی نیاز دارد. علاوه بر این، سیستم ترکیبی باید از موادی تشکیل شده باشد که تحت چنین شرایط انتقال سریع (الکترون) پایدار بماند.

محققان برای غلبه بر این مشکل، یک مولکول جدید به نام «ترکیب یک»، نوعی پیرازیناسن با گروه‌های اهداکننده الکترون (تری فنیل آمین‌ها) و گروه‌های پذیرنده الکترون (گروه‌های سیانو) طراحی کردند که همگی از طریق یک هسته حلقه‌ای شکل با کمبود الکترون به هم متصل هستند.

این ساختار به الکترون‌ها اجازه می‌دهد تا درون مولکول (ICT) حرکت کنند و رنگ آبی مایل به سبز به آن بدهد. هنگامی که این ترکیب با نفتالین مخلوط شد، این دو مولکول در یک نسبت کامل یک به یک متبلور شدند.

این جفت شدن نزدیک، نحوه حرکت الکترون‌ها را تغییر داد. برخی از الکترون‌ها به جای ماندن در «ترکیب یک»، از نفتالین به کریستال جدید حرکت کردند. این تغییر در جریان الکترون باعث شد که کریستال به طرز چشمگیری تغییر رنگ دهد و از سبز مایل به آبی به بنفش مایل به قرمز و به انتقال بار بین مولکولی (CT) دست یابد.

کازوشی ناکادا (Kazushi Nakada)، محقق ارشد و دانشجوی فارغ التحصیل در SIT گفت: طراحی مولکول ما رقابت بین انتقال بار درون مولکولی و بین مولکولی را ایجاد می‌کند. این کار به مولکول ما اجازه می‌دهد تا به عنوان یک حسگر عمل کند که می‌تواند از طریق یک تغییر رنگ ساده، حتی مقادیر کمی از نفتالین را در آب شیرین و آب دریا شناسایی کند.

یک آشکارساز آلاینده انتخابی و قابل استفاده مجدد
هنگامی که نویسندگان مطالعه، این بلور را برای تشخیص ترکیباتی مانند اکتافلورونافتالین که بسیار شبیه به نفتالین است، آزمایش کردند، در کمال تعجب، کریستال مشترک تشکیل نشد و تغییر رنگی رخ نداد.

این نشان می‌دهد که ساختار کریستالی برای نفتالین بسیار انتخابی است. تجزیه و تحلیل بیشتر آزمایشگاهی و پراش پرتو ایکس این کریستالیزاسیون (متبلور شدن) انتخابی را تایید کرد. با این حال، حرارت دادن کریستال تا دمای 180 درجه سانتیگراد، نفتالین را خارج کرد و کریستال را به رنگ سبز مایل به آبی اولیه خود بازگرداند و ثابت کرد که این فرآیند برگشت پذیر و قابل استفاده مجدد است.

نویسندگان این مطالعه می‌گویند که کریستال آنها می‌تواند برای تشخیص نفتالین در رودخانه‌ها، اقیانوس‌ها یا هوا، آن هم بدون استفاده از حسگرهای الکترونیکی گران قیمت استفاده شود. حتی می‌تواند در آزمایش‌های آزمایشگاهی، تنظیمات صنعتی یا ابزارهای نظارت بر محیط زیست مفید باشد و راهی ساده و قابل استفاده مجدد برای شناسایی این آلاینده مضر فراهم کند.

محققان می‌گویند امیدواریم تحقیقات بیشتر منجر به ایجاد کریستال‌های خلاقانه‌تر با قابلیت شناسایی آلاینده‌های مختلف شود.

این مطالعه در مجله Chemistry: A European Journal منتشر شده است.