گزارش خبر
NEWSREPORT
کد خبر: ۵۳۴۷۳۲
دوشنبه ۱ تیر ۱۴۰۵ ۱۱:۴۶

طلای پنهان در زباله‌ها تولید مواد نانویی از بطری‌های دورریختنی

پژوهشگران هندی موفق شدند با استفاده از فناوری گرمایش ناگهانی ژولی، پلاستیک‌های دورریختنی را به گرافن باکیفیت تبدیل کنند؛ دستاوردی که می‌تواند هم بحران پسماندهای پلاستیکی و هم چالش ذخیره‌سازی انرژی را هدف قرار دهد.

به گزارش شبکه صنعت ۲۴ ، پژوهشگران هندی موفق شدند با استفاده از فناوری گرمایش ناگهانی ژولی، پلاستیک‌های دورریختنی را به گرافن باکیفیت تبدیل کنند؛ دستاوردی که می‌تواند هم بحران پسماندهای پلاستیکی و هم چالش ذخیره‌سازی انرژی را هدف قرار دهد.

در شرایطی که آلودگی ناشی از پسماندهای پلاستیکی به یکی از جدی‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی جهان تبدیل شده و حجم انبوهی از زباله‌های پلاستیکی هر ساله وارد طبیعت می‌شود، گروهی از پژوهشگران هندی موفق شده‌اند روشی نوآورانه برای تبدیل این تهدید زیست‌محیطی به یک فرصت فناورانه ارائه کنند.

این محققان توانسته‌اند پلاستیک‌های متداول پلی‌اتیلن سنگین یا HDPE را به گرافن باکیفیت تبدیل کنند؛ ماده‌ای پیشرفته که از آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مواد راهبردی قرن بیست‌ویکم یاد می‌شود.

این پژوهش توسط محققان مؤسسه ملی هومی بابا (Homi Bhabha National Institute) و مرکز تحقیقات اتمی بابا (Bhabha Atomic Research Centre) انجام شده و نتایج آن نشان می‌دهد زباله‌های پلاستیکی می‌توانند به مواد ارزشمندی برای ساخت سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی نسل آینده تبدیل شوند.

گرافن به دلیل برخورداری از استحکام مکانیکی فوق‌العاده، رسانایی الکتریکی بالا، سطح ویژه گسترده و ویژگی‌های منحصربه‌فرد فیزیکی و شیمیایی، یکی از پرکاربردترین نانومواد در صنایع پیشرفته به شمار می‌رود. با این حال، تولید این ماده معمولاً نیازمند فرایندهای پیچیده، تجهیزات گران‌قیمت و استفاده از مواد شیمیایی خطرناک است. همین مسئله باعث شده توسعه روش‌های کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست برای تولید گرافن به یکی از محورهای اصلی تحقیقات جهانی تبدیل شود.

پژوهشگران هندی در این مطالعه از فناوری موسوم به «گرمایش ناگهانی ژولی» یا Flash Joule Heating بهره گرفته‌اند. در این روش، یک تخلیه سریع انرژی الکتریکی از طریق خازن‌ها، دمای ماده اولیه را تنها در چند هزارم ثانیه به بیش از ۲۵۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رساند. این جهش حرارتی فوق‌العاده سریع باعث می‌شود زنجیره‌های پلیمری پلاستیک تجزیه شده و اتم‌های کربن موجود در آن‌ها در قالب ساختارهای گرافنی بازآرایی شوند.

یکی از مهم‌ترین مزیت‌های این فناوری، انجام هم‌زمان مراحل کربنیزه‌شدن و گرافیتی‌شدن در یک فرایند واحد است. برخلاف بسیاری از روش‌های رایج تولید گرافن، در این فناوری نیازی به استفاده از کوره‌های صنعتی، کاتالیست‌های فلزی یا حلال‌های شیمیایی وجود ندارد. به همین دلیل، مصرف انرژی کاهش یافته و آثار زیست‌محیطی فرایند نیز به حداقل می‌رسد.

پلی‌اتیلن سنگین یا HDPE یکی از پرمصرف‌ترین انواع پلاستیک در جهان است که در تولید بطری‌ها، ظروف بسته‌بندی، لوله‌ها و بسیاری از محصولات مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده به دلیل پایداری شیمیایی بالا و ساختار مولکولی مقاوم، به‌سختی در طبیعت تجزیه می‌شود و سهم قابل توجهی در آلودگی‌های زیست‌محیطی و شکل‌گیری ریزپلاستیک‌ها دارد.

بر اساس آمارهای جهانی، سالانه بیش از ۴۰۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود، اما تنها بخش کوچکی از آن‌ها به‌طور مؤثر بازیافت می‌شوند. در بسیاری از موارد نیز کیفیت مواد بازیافتی کاهش پیدا می‌کند و ارزش اقتصادی آن‌ها افت می‌کند. از این رو، تبدیل پلاستیک‌های دورریختنی به مواد پیشرفته‌ای مانند گرافن می‌تواند نمونه‌ای موفق از «بازیافت ارزش‌افزا» یا Upcycling باشد؛ رویکردی که به جای کاهش ارزش مواد، آن‌ها را به محصولاتی با ارزش افزوده بسیار بالاتر تبدیل می‌کند.

نتایج آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد گرافن تولیدشده از این روش از کیفیت ساختاری بسیار بالایی برخوردار است. بررسی‌های طیف‌سنجی رامان وجود ساختارهای گرافنی منظم و میزان بسیار پایین نقص‌های ساختاری را تأیید کرده است. همچنین آزمایش‌های مکمل شامل طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه، میکروسکوپ الکترونی روبشی و میکروسکوپ الکترونی عبوری نیز تشکیل موفق ساختارهای موسوم به «گرافن توربوستراتیک» را نشان داده‌اند.

گرافن توربوستراتیک نوعی ساختار ویژه از گرافن است که در آن لایه‌ها نسبت به یکدیگر دارای چرخش زاویه‌ای هستند و فاصله میان لایه‌ها افزایش می‌یابد. این ویژگی باعث می‌شود یون‌ها راحت‌تر در میان لایه‌ها حرکت کنند و در نتیجه عملکرد الکتروشیمیایی ماده بهبود یابد. به همین دلیل این نوع گرافن برای استفاده در ابرخازن‌ها و سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی بسیار ارزشمند تلقی می‌شود.

برای ارزیابی کاربرد عملی این ماده، پژوهشگران الکترودهای انعطاف‌پذیری تولید کردند که در آن‌ها از نانولوله‌های کربنی عاملی‌سازی‌شده به‌عنوان

جمع‌کننده جریان و از گرافن تولیدشده از پلاستیک HDPE به‌عنوان ماده فعال استفاده شد. نکته قابل توجه این است که در ساخت این الکترودها از هیچ افزودنی رسانای اضافی استفاده نشده است؛ موضوعی که نشان‌دهنده رسانایی ذاتی بالای گرافن تولیدشده است.

آزمایش‌های الکتروشیمیایی نتایج امیدوارکننده‌ای را به همراه داشت. الکترودهای ساخته‌شده توانستند ظرفیت ویژه قابل توجهی را در محیط‌های اسیدی و قلیایی از خود نشان دهند. این عملکرد حاکی از توانایی بالای ماده در ذخیره‌سازی و آزادسازی سریع انرژی است؛ ویژگی‌ای که برای کاربرد در ابرخازن‌های نسل آینده اهمیت فراوانی دارد.

پژوهشگران معتقدند این فناوری می‌تواند پلی میان مدیریت پسماندهای پلاستیکی و توسعه مواد پیشرفته انرژی باشد. در صورتی که این روش در مقیاس صنعتی توسعه یابد، نه‌تنها می‌تواند بخشی از بحران جهانی زباله‌های پلاستیکی را کاهش دهد، بلکه منبعی ارزان و پایدار برای تولید گرافن مورد نیاز صنایع انرژی، الکترونیک و فناوری‌های پیشرفته فراهم خواهد کرد.

این دستاورد بار دیگر نشان می‌دهد که فناوری نانو و مهندسی مواد می‌توانند راه‌حل‌هایی نوآورانه برای برخی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی و انرژی جهان ارائه دهند؛ راه‌حل‌هایی که در آن یک زباله کم‌ارزش به ماده‌ای راهبردی برای آینده تبدیل می‌شود.