اطلاع‌رسانی

طراحی مدار جدید باعث افزایش مولدهای ترموالکتریک پوشیدنی می‌شود

سیدامیرحسین امامی

پژوهشگران با استفاده از پلیمرهای رسانای انعطاف‌پذیر و الگوهای مداری نوین چاپ شده بر روی کاغذ اثبات مفهوم مولدهای ترموالکتریک پوشیدنی را نشان دادند، که می‌توانند انرژی را از حرارت بدن گرفته و برق موردنیاز بیوحسگرهای ساده را برای اندازه‌گیری ضربان قلب، تنفس یا سایر عوامل تأمین کنند.

به‌دلیل الگوی‌های سیم‌کشی فراکتال متقارن آنها، می‌توان این دستگاه‌ها را به اندازه‌های موردنیاز برای تأمین نیازهای ولتاژ و برق برای برنامه‌های خاص برش زد. می‌توان مولدهای مدولار را به صورت جوهرافشان بر روی زیرلایه‌های انعطاف‌پذیر، از جمله منسوجات، چاپ کرد و با استفاده از فناوری پردازش شبکه‌ای ارزان‌قیمت ساخت.

اکانکشا منون، دانشجوی دکترا در دانشکده مهندسی مکانیک وودراف در مؤسسه فناوری جورجیا می‌گوید: «جذابیت مولدهای ترموالکتریک این است که گرما همه جا در اطراف ما وجود دارد. اگر بتوانیم کمی از این گرما را مهار کنیم و آن را به برق ارزان تبدیل کنیم، ارزش زیادی دارد. ما بر روی چگونگی تولید برق از گرمای بدن کار می‌کنیم».

این پژوهش، که توسط شرکت پپسی‌کو و دفتر پژوهش علمی نیروی هوایی انجام شده، در روز ۲۸ سپتامبر در مجله آنلاین فیزیک کاربردی منتشر شده است.

مولدهای ترموالکتریک، که انرژی حرارتی را به صورت مستقیم به برق تبدیل می‌کنند، چندین دهه است که در دسترس قرار دارند، اما طرح‌های استاندارد مواد غیرآلی انعطاف‌ناپذیری را به کار می‌برند که برای استفاده در دستگاه‌های پوشیدنی بسیار سمی هستند. خروجی برق به تفاوت‌های دما بستگی دارد، که می‌تواند بین دو طرف مولد ایجاد شود، که این امر وابستگی به گرمای بدن را چالش‌برانگیز می‌کند. به دست آوردن انرژی حرارتی کافی از یک ناحیه تماس کوچک بر روی پوست چالش را افزایش می‌دهد و مقاومت داخلی در دستگاه در نهایت خروجی برق را محدود می‌کند.

برای غلبه بر این مشکل، منون و همکارانش در آزمایشگاه استادیار شانون یی دستگاهی را طراحی کردند که متشکل از هزاران نقطه تشکیل شده از پلیمرهای متناوب نوع P و نوع N است، که در یک طرح بسیار نزدیک به هم بسته‌بندی شده‌اند. الگوی آنها به دلیل تراکم‌های بسته‌بندی بزرگ فعال شده توسط چاپگرهای جوهرافشان، گرمای بیشتری را در یک منطقه واحد تبدیل می‌کنند. با قرار دادن نزدیکتر به هم نقاط پلیمری، طول اتصال کاهش می‌یابد، که این امر به نوبه خود باعث کاهش مقاومت کلی شده و منجر به خروجی بالاتر از دستگاه می‌شود. کیارش گوردیز، همکار پژوهش که همزمان با دوره دانشجویی دکترای خود در مؤسسه فناوری جورجیا بر روی پروژه کار کرده است، می‌گوید: «به جای اتصال نقاط پلیمری با یک الگوی سیم‌کشی مارپیچ سنتی، ما از الگوهای سیم‌کشی بر اساس منحنی‌های پرکننده فضا، مانند: الگوی هیلبرت، که یک منحنی پرکننده فضای متوالی است، استفاده می‌کنیم، مزیت این کار این است که الگوهای هیلبرت سازگاری سطح و خود موقعیت‌یابی را میسر می‌سازند و این امر دمای یکنواخت‌تری را برای دستگاه فراهم می‌کند».

طراحی مدار جدید مزیت دیگری نیز دارد؛ طراحی متقارن فراکتالیکی باعث می‌شود که مدول‌ها در امتداد مرزهای بین مناطق متقارن برش داده شوند تا دقیقاً ولتاژ و برق مورد نیاز برای یک برنامه خاص را فراهم کنند. این موضوع نیاز به مبدل‌های برق را کاهش می‌دهد، که باعث پیچیدگی بیشتر شده و برق را از سیستم می‌گیرد.

منون می‌گوید: «این موضوع در زمینه فناوری‌های پوشیدنی ارزشمند است، زیرا شما می‌خواهید تا آنجا که امکان دارد به اجزای کمتری نیاز داشته باشید. ما فکر می‌کنیم این امر می‌تواند روشی واقعاً جالب برای گسترش استفاده از دستگاه‌های ترموالکتریک برای دستگاه‌های پوشیدنی باشد».

تا کنون، دستگاه‌ها بر روی کاغذ معمولی چاپ شده‌اند، اما پژوهشگران شروع به بررسی استفاده از منسوجات‌ها کرده‌اند. هم کاغذ و هم منسوجات انعطاف‌پذیرند، اما منسوجات به راحتی می‌تواند به لباس متصل شود.

منون می‌گوید: «ما می‌خواهیم دستگاه خود را در منسوجات تجاری ای قرار دهیم که مردم هر روز آن را می‌پوشند. مردم با پوشیدن این منسوجات احساس راحتی خواهند کرد، اما آنها قادر خواهند بود برق موردنیاز چیزی را فقط با گرمای بدنشان تأمین کنند».

پژوهشگران انتظار دارند که با این طراحی جدید برق کافی برای تأمین انرژی حسگرهای کوچک، در محدوده میکروواوت تا میلی‌وات را دریافت کنند. این میزان برق برای حسگرهای ساده ضربان قلب کافی است، اما برای دستگاه‌های پیچیده‌تر همچون ردیاب‌های تناسب اندام یا گوشی‌های هوشمند کافی نیستند. مولدها می‌توانند برای ضمیمه شدن به باطری‌ها مفید باشند، تا دستگاه‌ها بتوانند برای مدت زمان بیشتری کار کنند. محافظت از مولدها در برابر رطوبت و تعیین میزان نزدیکی آنها به پوست برای انتقال انرژی حرارتی –و در عین حال راحت باقی ماندن برای پوشنده‌ها– از جمله چالش‌های پیش‌رو هستند. پژوهش گران از مواد نوع P قابل خرید از بازار استفاده می‌کنند و با شیمیدان‌ها در مؤسسه فناوری جورجیا همکاری می‌کنند تا پلیمرهای نوع n بهتری برای نسل‌های آینده دستگاه‌هایی ایجاد کنند، که بتوانند با تفاوت‌های دمای پایین در دماهای اتاق عمل کنند. در مقایسه با ۱۰۰ درجه برای مولدهایی که به عنوان بخشی از خطوط لوله و بخار به‌کار می‌روند، گرمای بدن تفاوت‌های دمایی به کمی ۵ درجه تولید می‌کند.

یی، که مسئولیت اداره این آزمایشگاه را زیر نظر دانشکده مهندسی مکانیک وودراف اداره می‌کند، می‌گوید: «یکی از مزایای آتی این دسته از مواد پلیمری، وجود پتانسیل برای مواد ترموالکتریک فراوان و کم‌هزینه است که ذاتاً رسانایی حرارتی پایین خواهند داشت. انجمن الکترونیک‌های آلی پیشرفت‌های زیادی در درک خواص الکترونیکی و نوری مواد مبتنی بر پلیمر داشته است. ما بر این اساس کار می‌کنیم که دانش لازم برای درک انتقال حرارتی و ترموالکتریکی در این پلیمرها را کسب کنیم و بتوانیم قابلیت‌های دستگاه جدیدی را فعال کنیم».

دستگاه‌های خنک‌کننده محلی در میان چشم‌اندازهای دیگر برای موادی که در حال توسعه هستند قرار دارند؛ این دستگاه‌های خنک‌کننده روند جذب حرارت را معکوس کرده، و از برق برای انتقال انرژی حرارتی از یک طرف دستگاه به دیگری استفاده می‌کنند. یی می‌گوید: «خنک کردن تنها بخش‌هایی از بدن می‌تواند تصور راحتی را بدون هزینه تهویه مطبوع فضای بزرگ فراهم کند».