

بزرگ‌ترین مشکل باتری‌های حالت جامد حل شد

دانشمندان دلیل شکست باتری‌های حالت جامد را کشف کرده‌اند؛ دستاوردی که می‌تواند توسعه نسل جدید باتری‌های ایمن‌تر و بادوام‌تر را یک گام به واقعیت نزدیک‌تر کند.



دانشمندان دلیل شکست باتری‌های حالت جامد را کشف کرده‌اند؛ دستاوردی که می‌تواند توسعه نسل جدید باتری‌های ایمن‌تر و بادوام‌تر را یک گام به واقعیت نزدیک‌تر کند.

به گزارش اسپنا، پژوهشگران معمای چگونگی ترک خوردن سرامیک سخت درون باتری‌های حالت جامد توسط دندریت‌های نرم لیتیومی را حل کرده‌اند؛ پدیده‌ای که باعث ایجاد اتصال کوتاه می‌شود. این کشف می‌تواند به مهندسان کمک کند باتری‌های ایمن‌تر و بادوام‌تری برای گوشی‌های هوشمند، خودروهای برقی و سایر تجهیزات الکترونیکی بسازند.

به نقل از ساینس دیلی، تلفن‌های هوشمند، خودروهای برقی و تعداد بی‌شماری از تجهیزات قابل حمل، همگی به باتری‌ها وابسته‌اند. با افزایش نیاز به ذخیره‌سازی بهتر انرژی، ارتقای ظرفیت، طول عمر و ایمنی باتری‌ها نقش مهمی در آینده برقی‌سازی جهان خواهد داشت.

یکی از امیدوارکننده‌ترین فناوری‌ها در این زمینه، باتری حالت جامد است؛ فناوری‌ای که می‌تواند امکان کارکرد چندروزه گوشی‌های هوشمند با یک بار شارژ را فراهم کند و برد حرکتی خودروهای برقی را تا سه برابر بیشتر از بسیاری از مدل‌های کنونی افزایش دهد.

برخلاف باتری‌های لیتیوم-یونی معمولی که از یک الکترولیت مایع بین دو الکترود جامد استفاده می‌کنند، در باتری‌های حالت جامد، این مایع با یک الکترولیت جامد جایگزین می‌شود. این طراحی مزایای بالقوه‌ای مانند چگالی انرژی بالاتر، ایمنی بیشتر و عمر طولانی‌تر باتری دارد.

اما یک مشکل اساسی تاکنون مانع تجاری‌سازی گسترده این فناوری شده است. هنگام شارژ باتری، ساختارهای کوچک و درخت‌مانندی به نام دندریت از آند لیتیومی رشد می‌کنند، از الکترولیت جامد عبور می‌کنند و باعث ایجاد اتصال کوتاه داخلی می‌شوند.

اکنون یک گروه میان‌رشته‌ای از پژوهشگران در مؤسسه ماکس پلانک برای مواد پایدار دقیقاً مشخص کرده‌اند که این دندریت‌ها چگونه باعث ایجاد شکستگی‌هایی می‌شوند که در نهایت به خرابی باتری منجر می‌شود.

مدت‌ها این پرسش برای پژوهشگران مطرح بود که چگونه دندریت‌های نرم لیتیومی می‌توانند از یک الکترولیت سرامیکی سخت عبور کنند.

پژوهشگران دو فرضیه اصلی را بررسی کردند: نخست اینکه ممکن است تنش داخلی درون دندریت‌ها ایجاد شود و باعث شکست مکانیکی الکترولیت جامد شود. فرضیه دوم این بود که الکترودها ممکن است در امتداد مرزهای دانه‌ای الکترولیت جامد نشست کنند و تشکیل هسته‌های لیتیومی را تقویت کنند؛ هسته‌هایی که بعدها به یکدیگر متصل شده و مسیر اتصال کوتاه را ایجاد می‌کنند.

برای مشخص کردن علت واقعی، پژوهشگران از ترکیبی پیشرفته از روش‌های آماده‌سازی نمونه و فناوری‌های بررسی مواد استفاده کردند. تمام مراحل در شرایط خلأ و دمای بسیار پایین انجام شد تا اثر عوامل مزاحم مانند اکسیژن، آب یا حتی پرتوهای الکترونی میکروسکوپ‌ها حذف شود.

گروه پژوهشی هم تنش داخلی و هم تغییر شکل پلاستیکی دندریت‌های لیتیومی گرفتار در ترک‌ها را بررسی کرد. نتایج نشان داد هیچ تجمع‌ای از لیتیوم در جلوی نوک دندریت‌ها وجود ندارد؛ بنابراین یکی از سازوکارهای پیشنهادی رد شد.

پژوهشگران همچنین نتیجه‌گیری‌های خود را با استفاده از شبیه‌سازی‌های میدان فازی و اندازه‌گیری‌های پراش الکترون‌های پس‌پراکن تأیید کردند.

راهکارهای جدید برای جلوگیری از خرابی باتری

با درک بهتر چگونگی شکست الکترولیت‌های جامد توسط دندریت‌ها، این گروه پژوهشی اکنون در حال بررسی روش‌هایی برای متوقف کردن یا به تأخیر انداختن این فرایند است.

راهکارهای احتمالی شامل مواردی همچون ساخت الکترولیت جامد مقاوم‌تر که مدت بیشتری در برابر ترک خوردگی مقاومت کند؛ ایجاد حفره‌های میکروسکوپی که مسیر رشد دندریت‌ها را تغییر داده و ترک‌ها را از مناطق آسیب‌پذیر دور کنند و افزودن پوشش‌های محافظ به الکترودهای لیتیومی برای کاهش شکل‌گیری دندریت‌ها از ابتدا است.

پژوهشگران تأکید می‌کنند این مطالعه اهمیت شناخت رفتار مواد در مقیاس میکروسکوپی را نشان می‌دهد. این شناخت می‌تواند به تبدیل باتری‌های حالت جامد از یک فناوری امیدوارکننده به یک فناوری کاربردی برای تلفن‌های هوشمند، خودروهای برقی و دیگر تجهیزات الکترونیکی آینده کمک کند.