

عضو هیئت علمی دانشگاه امیرکبیر می‌گوید عقب‌ماندگی در تولید باتری‌های لیتیومی با سرمایه‌گذاری در نسل جدید باتری‌ها قابل پوشش است

حل چالش ناترازی وابسته به تأمین ذخیره‌سازهاست

مریم رضایی خبرنگار

ایران با کشف ذخایر عظیم لیتیوم در مناطق مختلف خود وارد رقابتی جدی برای تسخیر بازار جهانی باتری‌ها و انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. این ذخایر که قادر به تأمین ۲۰ درصد نیاز جهانی به لیتیومند، چشم‌انداز جدیدی از آینده اقتصادی ایران را پیش روی این کشور قرار می‌دهند. در این گزارش به تحلیل و مقایسه وضعیت ایران با کشورهای پیشرفته‌ای مانند استرالیا، شیلی و چین در صنعت لیتیوم پرداخته می‌شود. گنجینه‌ای درخشان نهفته که آینده فناوری را روشن‌تر از همیشه می‌کند؛ لیتیوم، فلزی سبک و گرانبها که از آن به‌عنوان «طلای سفید» یاد می‌شود، نیروی محرک انقلاب انرژی‌های نو و هوش مصنوعی است. ذخایر این عنصر کمیاب در مناطقی چون بیابان‌های شور بولیوی یا دشت‌های سنگی استرالیا پررنگه‌اند و جهان برای تسخیر آن، رقابتی پرهیجان را آغاز کرده است ولی آیا این طلای مدرن کلید توسعه پایدار خواهد بود؟

لیتیوم یک عنصر نسبتاً فراوان در پوسته زمین است، اما یافتن آن به‌صورت متمرکز و با عیار اقتصادی قابل استخراج، محدود است. این عنصر یکی از فلزات اساسی برای صنایع مدرن، به‌ویژه در ساخت باتری‌های لیتیوم-یونی برای وسایل الکترونیکی و خودروهای برقی است. ذخایر لیتیوم در جهان به دلیل اهمیت فزاینده آن در انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر مورد توجه بسیاری از کشورها و شرکت‌ها قرار گرفته است. لیتیوم معمولاً در دو نوع ذخیره یافت می‌شود؛ «ذخایر سنگی» مانند آنچه در استرالیا وجود دارد و «آب‌نمک‌های غنی از لیتیوم» در دریاچه‌های نمکی و مناطقی مانند بولیوی، شیلی و آرژانتین (معروف به مثلث لیتیوم). بولیوی دارای بزرگ‌ترین ذخایر لیتیوم جهان در «سالار دو یونی» (Salar de Uyuni) است اما بهره‌برداری از این منابع به دلایل اقتصادی و سیاسی محدود است. آرژانتین یکی از تولیدکنندگان عمده به ششمار می‌رود و شیلی به لطف منابع غنی و زیرساخت‌های بهتر برای استخراج به یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان لیتیوم تبدیل شده است. براساس آخرین آمارها رتبه‌بندی کشورهای تولیدکننده لیتیوم در سال ۲۰۲۴ به این شرح است:

رتبه	کشور
۱	استرالیا
۲	شیلی
۳	چین
۴	آرژانتین
۵	برزیل
۶	زیمبابوئه
۷	پرتغال
۸	ایالات متحده آمریکا

ذخایر پرحاشیه لیتیوم ایران

در اسفند ۱۴۰۱، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران اعلام کرد در استان همدان، ذخیره‌ای با حدود ۸/۵ میلیون تن کانسنگ لیتیوم کشف شده است. با این حال برخی منابع دیگر این رقم را مورد تردید قرار داده و اعداد کمتری را گزارش کرده‌اند. به‌عنوان مثال یکی از اعضای کارگروه معدن ریاست جمهوری اظهار کرد شاید به اشتباه این اعداد اعلام شده باشند و ایران صاحب ۲۰ درصد لیتیوم جهان نیست. بنابراین برای تأیید نهایی میزان ذخایر لیتیوم در ایران نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر و اعلام رسمی از سوی مراجع ذی‌صلاح است.

به هر جهت در حال حاضر ایران در فهرست تولیدکنندگان لیتیوم جهان قرار ندارد و تولید تجاری لیتیوم در کشور انجام نمی‌شود. با این وجود کشف ذخایر لیتیوم می‌تواند در آینده نقش مهمی در توسعه صنعت لیتیوم و تأمین نیازهای داخلی و حتی صادرات ایفا کند.

این گفته را دکتر علیرضا شهیدی، رئیس سابق سازمان زمین‌شناسی در گفت‌وگو با ایسنا این‌گونه تأیید می‌کند: «در زمینه ذخایر لیتیوم به‌عنوان عنصر مهم در توسعه ذخیره‌سازها و باتری‌ها در کشور متأسفانه کارهای تحقیقاتی زیادی انجام نشده است و ما در سازمان زمین‌شناسی مطالعاتی را در شوره‌باها و پگماتیت‌ها (pegmatite) که منشأ لیتیوم است اجرایی کردیم، ولی هنوز به ذخیره اقتصادی و قابل توجهی نرسیدیم. ما به دنبال اینیم که در اکتشافات جدید ذخایر اقتصادی را شناسایی کنیم.» شهیدی تأکید می‌کند در حال حاضر شناسایی‌شده لیتیوم دارای عیار پایین و ذخیره کم است و چنین ادامه می‌دهد: «لیتیوم عنصری است که عیار آن در شوره‌های ایران باید بالای ۱۵۰ ppm تا ۲۰۰ باشد، ولی ذخایری که تاکنون ما شناسایی کردیم، کمتر از ۱۰۰ ppm است و این ذخایر به اندازه‌ای نیست که بخش خصوصی تمایل به انجام فعالیت اقتصادی روی آن را داشته باشد.» عنصر لیتیوم در ایران به غیر از شوره‌باها در لیتیوم سنگی در پگماتیت‌ها نیز وجود دارد و به گفته رئیس سابق زمین‌شناسی اخیراً محققان این سازمان طرحی را ارائه داده که براساس آن کلیه پگماتیت‌هایی را که در سطح کشور وجود دارد، مورد ارزیابی در زمینه لیتیوم قرار دهد که نتایج آن در یک تا دو سال آینده مشخص خواهد شد. عنصر لیتیوم به غیر از دریاچه ارومیه در دریاچه نمک قم نیز وجود دارد ولی به گفته محققان این حوزه، عیار محتوایی این لیتیوم کم است و به‌طور کلی در هیچ شوره‌با‌ی در ایران ذخایر لیتیوم اقتصادی نداریم و در حدود ۳۰ تا ۴۰ ppm برآورد شده است که اقتصادی نیست ولی آن‌ها اعلام می‌کنند که در این زمینه اطلاعات ما کامل نیست و باید منتظر نتایج تحقیقات باشیم.

توسعه خودروهای برقی و هوش مصنوعی چالش دنیای لیتیوم

لیتیوم یک ماده کلیدی برای انرژی‌های پاک، باتری‌های خودروهای الکتریکی و ذخیره‌سازی انرژی است. این باعث شده که کشورها برای تضمین دسترسی به منابع لیتیوم رقابت کنند. از سوی دیگر به موازات پیشرفت‌های فناوریانه منابع جدیدی از لیتیوم مانند استخراج از رس‌ها و منابع دریایی در حال کشف و بهره‌برداری‌اند. بر این اساس لیتیوم به‌خودی‌خود یک عنصر نادر نیست اما محدودیت‌های اقتصادی، جغرافیایی و زیست محیطی باعث شده که به یک منبع استراتژیک و حساس تبدیل شود.

لیتیوم به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی خاص خود کاربردهای متنوع و حیاتی در صنایع مختلف دارد. یکی از پرکاربردترین این عنصر در باتری‌های لیتیوم-یونی و باتری‌های قابل شارژ است که در ابزارهایی

چون تلفن‌های همراه، لپ‌تاپ‌ها، دوربین‌ها، خودروهای الکتریکی و ذخیره‌سازی انرژی استفاده می‌شوند. لیتیوم در خودروهای برقی (EV) نقش بسیار کلیدی دارد، زیرا در ساخت باتری‌های لیتیوم-یونی، که قلب این خودروها هستند، استفاده می‌شود. این باتری‌ها منبع اصلی ذخیره و تأمین انرژی برای حرکت خودروهای برقی محسوب می‌شوند؛ باتری‌های لیتیوم-یونی به دلیل وزن کم و توان ذخیره انرژی بالا گزینه ایدئال برای خودروهای برقی‌اند. این ویژگی‌ها به خودروهای برقی کمک می‌کنند تا برد بیشتری داشته باشند. باتری‌های مبتنی بر لیتیوم در برابر چرخه‌های متعدد شارژ و تخلیه انرژی مقاومند که به افزایش طول عمر این باتری‌ها کمک می‌کند. درحالی‌که لیتیوم در دنیا خودروهای برقی تاج پادشاهی و حکمرانی بر سرگذاشته بود با وزیده شدن بادهای هوش مصنوعی قلمرو دیگری یافت تا در آن یک‌تازی کند؛ این عنصر با تأثیر غیر مستقیم خود نقش کلیدی در توسعه فناوری‌های مورد نیاز برای اجرای سیستم‌های هوش مصنوعی دارد. خودروهای خودران یکی از حوزه‌های پرکاربرد هوش مصنوعی‌اند. این خودروها از باتری‌های لیتیوم-یونی به‌عنوان منبع انرژی بهره می‌برند. پیشرفت در فناوری لیتیوم و افزایش ظرفیت باتری‌ها به بهبود برد، عملکرد و قابلیت‌های این خودروها کمک می‌کند. بسیاری از دستگاه‌های هوشمند (مانند گوشی‌های هوشمند، لپ‌تاپ‌ها، و گجت‌های اینترنت اشیا) از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها به باتری‌های لیتیوم-یونی برای عملکرد بدون وقفه نیاز دارند. کارایی این باتری‌ها امکان استفاده گسترده از این دستگاه‌ها و پیشرفت فناوری هوش مصنوعی را فراهم می‌کند. همچنین مراکز داده که الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی را اجرا می‌کنند، نیاز به منابع انرژی پشتیبان پایدار دارند. باتری‌های لیتیوم-یونی به دلیل سرعت شارژ و دشارژ بالا و توانایی ذخیره انرژی زیاد، به‌طور گسترده برای UPS (منابع تغذیه بدون وقفه) و سایر سیستم‌های ذخیره انرژی استفاده می‌شوند. ربات‌ها، از جمله ربات‌های هوشمند مجهز به سیستم‌های AI، به منبع انرژی با وزن سبک و کارآمد نیاز دارند. باتری‌های لیتیوم-یونی به دلیل تراکم انرژی بالا و عمر طولانی انتخاب ایدئالی برای تغذیه این ربات‌ها هستند. این ضرورت موجب شد تا در دهه ۹۰ دانشگاه‌ها و در گام بعدی دولت اقدام به توسعه باتری‌ها در کشور کردند.

آغاز دهه ۹۰ هنگامه ورود ایران به جریان توسعه باتری‌ها

دکتر مهران جوانبخت، استاد دانشکده شیمی گروه آموزشی شیمی کاربردی و آلی و مجری طرح کلان باتری‌های لیتیوم-یون در گفت‌وگو با «فرهیختگان» فعالیت در زمینه توسعه باتری‌ها را مربوط به سال ۱۳۹۰ می‌داند و چنین ادامه می‌دهد: «در آن زمان موضوع توسعه باتری‌ها به‌ویژه باتری‌های لیتیوم-یون را در دستور کار قرار دادیم و متعاقب آن در سال ۱۳۹۲ طرح کلان باتری لیتیوم-یون از سوی شورای عالی انقلاب فرهنگی مصوب و از ما خواسته شد تا نقشه راهی برای باتری‌ها تأکید می‌کنند: «در زمانی یک سال نقشه راه آن تهیه شد.» وی مشارکت دانشگاه‌ها در این حوزه را گام دیگر توسعه ذخیره‌سازها در کشور ذکر کرد و یادآور می‌شود: «راهنمایی آزمایشگاهی در این زمینه در دانشگاه امیرکبیر گام دیگر ما در این حوزه بود و با تأسیس این آزمایشگاه بیش از ۴۰ دانشجوی کارشناسی ارشد و دکتری در حوزه باتری فارغ‌التحصیل شدند. انتشار بیش از ۸۰ مقاله و ۵ یواس پنتت در حوزه باتری و پیل سوختی از دیگر دستاوردهای این طرح بوده است.» ورود به‌موقع به توسعه فناوری گام مهم کشور در توسعه باتری‌های لیتیومی بود به‌گونه‌ای که جوانبخت تأکید می‌کنند: «در زمانی ما توسعه باتری‌های لیتیومی را شروع کردیم خودروهای برقی به‌صورت کنونی توسعه نیافته بود. در آن زمان رویکرد ما این بود که با توسعه باتری‌ها در بازارهای جهانی جایگاه مناسب‌تری را کسب کنیم و با توجه به اینکه محصول گل‌گامی خیلی از حوزه‌ها از جمله حمل‌ونقل برقی، نیروگاه‌های خورشیدی، الکترونیک و دفاعی به شمار می‌رود تحقیقات برای توسعه باتری‌ها در دانشگاه‌ها شروع شد.»

عضو هیئت‌علمی دانشگاه امیرکبیر با تأکید بر اینکه تحقیقات انجام‌شده در دانشگاه در حوزه باتری‌ها تا ۴ TRL بود، اظهار کرد: «چالش اصلی که در این حوزه وجود دارد این است که این‌ها مگاپروژه‌هایی‌اند که حتماً می‌بایست سیاست‌گذاری‌های دولتی و صنعتی همسو با این فعالیت‌ها اتخاذ شود.»

سرنوشت طرحی که به‌موقع شروع اما رها شد

طرح کلان توسعه باتری‌های لیتیومی در ایران با هدف دستیابی به دانش فنی، بومی‌سازی و تولید صنعتی این نوع باتری‌ها در سال ۹۲ در کشور آغاز شد. در آن زمان تولید باتری‌های لیتیومی مورد نیاز خودروها و ماهواره‌ها در دستورکار محققان کشور قرار گرفت و این تحقیقات موجب شد تا ایران به جمع ۷ کشور دارای این فناوری بپیوندد. این طرح هرچند که صاحب نقشه‌راهبردی مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی شد ولی در نیمه راه متوقف شد. مجری طرح کلان باتری لیتیوم-یون معتقد است پروژه‌های ذخیره‌سازها به‌صورت منطقه‌ای توجیه اقتصادی ندارند و باید به‌صورت جهانی و بین‌المللی مورد بررسی قرار گیرد و در این مسیر لازم است با شناسایی مزیت‌های نسبی، دولت، صنعت و دانشگاه‌ها در توسعه باتری‌ها همسو شوند تا تقسیم کار ملی صورت گیرد و امیدوار باشیم توسعه فناوری باتری‌ها تا TRLهای بالاتر محقق شود ولی متأسفانه در دولت این عزم و اراده وجود نداشت.»

وی در پاسخ به این سؤال که چرا دولت عزم لازم را نداشت درحالی‌که سند راهبردی آن تدوین شده بود، گفت: «یک‌بار در سال ۹۲ نقشه‌راهی برای باتری‌ها تدوین کردم ولی بعد با تغییر دولت سیاست‌ها تغییر یافت و دیگر اجرای پروژه‌های آن پیگیری نشد و طرح کلان باتری‌ها به حاشیه رانده شد.»

حل چالش ناترازی انرژی به ذخیره‌سازها گره خورده است

جوانبخت ادامه داد: «بار دوم در سال ۱۴۰۰ این موضوع مطرح شد و مجدداً از من خواسته شد تا سند باتری‌های لیتیومی را بازنگری کنم که اجرا و به ششورای عالی انقلاب فرهنگی ارسال شد ولی متأسفانه آن عزم لازم در حوزه‌های گل‌گامی در کشور وجود ندارد. راه‌حل قطع برق اگر نیروگاه‌های خورشیدی است، باز نیاز به ذخیره‌سازها و باتری‌ها داریم؛ چرا که پیل خورشیدی برق تولیدی می‌کنند و برای مصرف آن در شب نیاز به ذخیره‌سازها داریم.»

وی کاربردی دیگر باتری‌ها را در حوزه خودروهای برقی دانست و اظهار کرد: «رویکردهای جدید در حوزه خودروها این است که آلودگی‌ها را کاهش دهیم و خودروهای برقی را توسعه دهیم که باز نقطه گل‌گامی آلودگی‌ها،

باتری‌ها هستند. می‌خواهم بگویم جامعه دانشگاهی به‌موقع در حوزه باتری‌ها وارد شد ولی تا زمانی که دانشگاه، صنعت و دولت همسو نشوند نمی‌توان به خروجی قابل‌انتکایی امیدوار بود هرچند که در دانشگاه‌ها رویکرد حرکت به سمت تکنولوژی‌های جدید را دارند و نهادهایی چون ستاد نانو و بنیاد علم ایران نیز از پروژه‌ها حمایت می‌کند.»

فقط یک درصد اعتبار طرح کلان باتری‌های لیتیومی محقق شد

مگاپروژه‌های باتری‌ها یکی از هیجان‌انگیزترین موضوعات در زمینه فناوری و انرژی‌اند که می‌توانند تأثیرات بزرگی روی صنعت خودروهای الکتریکی، انرژی‌های تجدیدپذیر و حتی شبکه‌های برق داشته باشند. این پروژه‌ها معمولاً به دنبال ایجاد باتری‌هایی با ظرفیت بیشتر، شارژ سریع‌تر، طول عمر بالاتر و هزینه کمترند. به گفته این استاد دانشگاه امیرکبیر «پروژه‌های حوزه باتری‌ها، پروژه‌های بزرگی‌اند که حتماً باید در سطح بین‌المللی مطرح شوند چون ممکن است در کشوری تولید ماده اولیه اقتصادی باشند، در کشور دیگری بخش مونتاژ مزیت نسبی باشد. به این صورت نیست که در یک کشور زنجیره کامل باتری از معدن تا صنعتی سازی آن را به پیش برود و از این منظر حتماً لازم است نگاه و عزم ملی داشته و حتی اگر در جاهایی نیاز باشد با کشورها دیگر مشارکت و همکاری داشته باشیم.» جوانبخت سرنوشت طرح کلان ملی باتری‌های لیتیومی را اینچنین توصیف می‌کنند: «این طرح‌ها در مقطعی تصویب شدند و با تصویب طرح باتری‌های لیتیومی که من مجری آن بودم شاید بتوان گفت که تنها یک درصد از اعتبار این طرح اختصاص یافت. این یک درصد اعتبارات هم صرف تهیه نقشه‌راه شد. متأسفانه توجهی که لازم بود، صورت نگرفت.»

خسارت خاموشی صنایع می‌توانست سرمایه توسعه ذخیره‌سازها باشد

زندگی امروزه ما به‌گونه‌ای شده که بدون ذخیره‌سازها و باتری‌ها نمی‌توانیم رفاه کامل داشته باشیم؛ ذخیره‌سازها در گوشی‌ها و ساعت‌های هوشمند تا لپ‌تاپ، تجهیزات پزشکی، UPS خودروها، پهپادها، حوزه‌های دفاعی و نیروگاهی کاربرد دارد و به این صورت ما در فضای این تجهیزات تأمین‌کننده انرژی محصور شده‌ایم. جوانبخت به خاموش‌های تابستان امسال اشاره می‌کند و با بیان اینکه صنایع در تابستان امسال حداقل یک روز با قطع برق مواجه بودند، گفت: «در گزارش‌ها خواندم که این قطعی برق‌ها ۱۰ میلیارد دلار به صنایع خسارت وارد کرده است و اگر خرابی دستگاه‌ها و سیستم‌های صنعتی را به آن اضافه کنیم این عدد بیشتر می‌شود. اگر همین معیار ۱۰ میلیارد دلار خسارت صنایع را بپذیریم می‌توانیم با توسعه ذخیره‌سازها و باتری‌ها انرژی را در زمانی که نیاز نیست ذخیره و در زمان لازم از آن بهره‌برداری کنیم و به این صورت از خسارات تحمیل‌شده به صنایع جلوگیری کنیم.» وی عدم اجرای کامل طرح کلان باتری‌ها را نشان‌دهنده عدم توجه مسئولان به حوزه استراتژیک ذخیره‌سازها می‌داند که کشور از آن غافل ماند.

معرفی جایگزینی برای لیتیوم باهدف جبران عقب‌ماندگی‌ها

در حالی ایران در حوزه باتری‌های لیتیوم در جازد که آینده باتری‌های جهان بسیار امیدوارکننده و پر از نوآوری‌های بزرگ است. با توجه به نیاز روزافزون به انرژی‌های پاک و ذخیره‌سازی کارآمدتر، پیش‌بینی می‌شود که فناوری باتری‌ها یکی از محورهای اصلی تحول جهانی در دهه‌های آینده باشند. به همین منظور سال ۱۴۰۱ تقاهم‌نامه سه‌جانبه بین دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پژوهشگاه مواد و انرژی و ستاد توسعه فناوری‌های حوزه فضایی و حمل‌ونقل پیشرفته معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری منعقد شد که براساس آن، مرکز ملی توسعه فناوری باتری‌های لیتیومی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ایجاد شود. این مرکز با هدف توسعه همکاری‌های فناورانه، طراحی محصول و توسعه بازار مرتبط با باتری‌های پیشرفته لیتیومی و نسل جدید آن‌ها برای کاربرد در حمل‌ونقل الکتریکی و سامانه‌های فضایی فعالیت خواهد کرد.

اسفند ۱۴۰۲ نیز بزرگ‌ترین واحد تولید باتری‌های صنعتی و لیتیومی در کشور راه‌اندازی شد. این واحد با ظرفیت تولید سالیانه ۴۰۰ میلیون آمپر ساعت، نیاز داخلی کشور را تأمین کرده و امکان صادرات را نیز فراهم می‌کند. با افتتاح این کارخانه تمام اتوماتیک، طراحی و تولید یک باتری‌های لیتیومی برای وسایل حمل‌ونقل الکتریکی نیز میسر شده است. با این اقدامات ایران در مسیر خودکفایی در تولید باتری‌های لیتیومی قرار گرفته و زمینه توسعه فناوری‌های پاک و حمل‌ونقل الکتریکی در کشور فراهم می‌شود. این محقق حوزه باتری‌ها معتقد است با جایگزین کردن سایر حوزه‌ها می‌توان عقب‌ماندگی کشور در زمینه باتری‌های لیتیومی را جبران کرد. جوانبخت در تشریح راهکار خود می‌گوید: «باتری‌های جایگزین لیتیومی در دنیا در حال توسعه است که به سطح آمادگی فناوری ۵ و ۶ و بعضاً ۷ رسیده است که شامل باتری‌های سدیم-یون، روی-یون، باتری‌های آلومینیوم-آیون و باتری‌های جریان می‌شود. این باتری‌ها هرچند به تولید انبوه نرسیده ولی به تجاری‌سازی نزدیکند. مهم‌ترین نوع این دسته از باتری‌ها باتری‌های سدیم-یون و زینک-یون هستند. این باتری‌ها شاید ویژگی‌های باتری‌های لیتیومی را نداشته باشند ولی از نظر منابع اولیه بسیار با شرایط کشور ما سازگاری دارند.»

او معتقد است کشور منابع شناخته‌شده‌ای از لیتیوم ندارد و ادامه می‌دهد: «گزارش رسمی و معتبری از منابع این عنصر نداریم و اگر حتی این معادن را در کشور داشته باشیم، استخراج لیتیوم از معدن و وارد کردن آن به چرخه تولید باتری، به‌طور متوسط حدود ۱۰ سال زمان نیاز است ولی از منابع سدیم و آلومینیوم، روی و سدیم به جای لیتیوم برای تولید باتری‌های سدیم-روی و آلومینیوم-روی استفاده کنیم. این باتری‌ها ممکن است برای خودروهای برقی استفاده نشود ولی هم‌اکنون از این باتری‌های سدیم-یون در دو چرخه‌ها و موتورسیکلت‌های برقی قابل استفاده است و کشور چین احداث کارخانه تولید باتری‌های سدیم-یون را شروع کرده است. باتری‌های روی-یون در حوزه‌های نیروگاهی و محل‌های تجاری قابل بهره‌برداری است چون در این حوزه‌ها نیاز به چگالی توان یا انرژی بسیار بالایی نداریم، می‌توانیم از این باتری‌ها به‌صورت ایستگاهی استفاده کنیم.

باتری‌ها به‌عنوان قلب تحول در انرژی و فناوری در انقلاب صنعتی چهارم، در دهه‌های آینده نقش اساسی ایفا خواهند کرد؛ از خودروهای الکتریکی با برد طولانی گرفته تا خانه‌های هوشمند و شبکه‌های برق. باتری‌ها پایه‌گذار یک جهان پایدار و کم‌کربن خواهند بود و اگر از همین الان به سمت ذخیره‌سازهای سدیمی و آلومینیومی حرکت کنیم، با عبرت گرفتن از عقب‌ماندگی کشور در حوزه باتری‌های لیتیومی می‌توانیم در بازارهای بین‌المللی جایگاهی را برای خود به ثبت برسانیم.»

فرهیختگان

دانشگاه

دوشنبه ۸ بهمن ۱۴۰۳
شماره ۴۳۴۰
FARHIKHTEGANDAILY.COM
FARHIKHTEGANONLINE



۵