

جهش سودآوری غول‌های لیتیوم چین همزمان با رونق گذار انرژی



ماهنامه

شماره

۳۰

نو و تجدیدپذیر
انرژی‌های

چین

سال سوم | شماره ۳۰ | شهریور ۱۴۰۵



www.techchina.ir



www.chinnegar.com



ذخیره‌سازی انرژی؛ قدرت باتری‌های
چین، زمینه‌ساز رهبری جهانی

انرژی هسته‌ای؛ میدان تازه رقابت چین و آمریکا



گام بلند چین برای تجاری‌سازی
پنل‌های خورشیدی پروسکاییتی





چین طی دو دهه اخیر با سرعتی بی‌سابقه در عرصه انرژی‌های نوین پیشرفت کرده و به عنوان بزرگ‌ترین سرمایه‌گذار و تولیدکننده جهان در حوزه‌هایی چون انرژی خورشیدی، بادی، ذخیره‌سازی و خودروهای برقی شناخته می‌شود. این پیشرفت‌ها نتیجه ترکیبی از سیاست‌گذاری کلان، سرمایه‌گذاری وسیع در تحقیق و توسعه، حمایت‌های مالیاتی و یارانه‌ای، و حضور فعال شرکت‌های بزرگ و نوآور در زنجیره تأمین جهانی انرژی پاک است.

دولت چین در چارچوب اهداف بلندمدت، راهبردی چندلایه برای گذار از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های پاک ترسیم کرده است. این راهبرد شامل توسعه زیرساخت‌های تولید برق تجدیدپذیر، پیشرفت در فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی، گسترش شبکه‌های هوشمند برق، و استفاده از مدل‌های نوین کسب‌وکار برای بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌شود. در همین راستا، چین توانسته است بخشی قابل‌توجهی از فناوری‌ها و تجهیزات مورد نیاز را به صورت بومی تولید کند و حتی در صادرات این محصولات به بازارهای جهانی پیشتاز شود.

تحولات این حوزه نه تنها بر ساختار اقتصادی چین اثرگذار بوده، بلکه در معادلات ژئوپلیتیکی و رقابت‌های فناورانه نیز نقش فزاینده‌ای ایفا کرده است.

برای جمهوری اسلامی ایران، شناخت دقیق این روندها از دو منظر اهمیت دارد: نخست، بهره‌گیری از تجربیات و فناوری‌های روز چین در توسعه بخش انرژی‌های نوین کشور؛ و دوم، شناسایی فرصت‌های همکاری و سرمایه‌گذاری مشترک در پروژه‌های تولید، انتقال و ذخیره‌سازی انرژی پاک. این همکاری‌ها می‌تواند نه تنها به ارتقای ظرفیت فنی و صنعتی ایران منجر شود، بلکه به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش سهم انرژی‌های پایدار در سبد انرژی کشور کمک کند. ماهنامه «انرژی‌های نو تجدیدپذیر چین»، با هدف ارائه تحلیلی جامع و روزآمد از تازه‌ترین رویدادها، سیاست‌ها، نوآوری‌ها و چالش‌های این بخش تدوین شده است. امید است انتشار این مجموعه بتواند بستری برای گسترش همکاری‌های فناورانه و اقتصادی بین دو کشور، و گامی مؤثر در مسیر توسعه پایدار و امنیت انرژی ایران باشد.

عبدالرضا رحمانی فضل‌ی

سفیر جمهوری اسلامی ایران-پکن

فهرست مطالب

- تلاش شرکت چینی برای رفع گلوگاه نرم‌افزاری همجوشتی هسته‌ای با کمک هوش مصنوعی ۴
- نقشه راه جدید کربنی چین؛ توازن میان اقلیم، امنیت انرژی و توسعه هوش مصنوعی ۱۰
- راه‌اندازی نیروگاه جدید در کره جنوبی توسط غول انرژی هسته‌ای چین ۱۴
- انرژی هسته‌ای؛ میدان تازه رقابت چین و آمریکا ۱۸
- راه‌اندازی هاب انرژی پاک برای مراکز رایانش، و طرح طبقه‌بندی کارخانه‌های هوشمند در چین ۲۲
- ذخیره‌سازی انرژی؛ قدرت باتری‌های چین، زمینه‌ساز رهبری جهانی ۲۵
- انتشار نقشه راه هوش مصنوعی برای توسعه سامانه‌های هوشمند انرژی هسته‌ای ۳۳
- تبدیل جنگ هوش مصنوعی آمریکا و چین به رقابت بر سر برق ۳۶
- جهش سودآوری غول‌های لیتیوم چین همزمان با رونق‌گذار انرژی ۴۱
- گام بلند چین برای تجاری‌سازی پیل‌های خورشیدی پروسکایتی ۴۴



تلاش شرکت چینی برای رفع گلوگاه نرم‌افزاری همجوشی هسته‌ای با کمک هوش مصنوعی



ده‌ها سال است که همجوشی هسته‌ای به عنوان شاه‌کلید انرژی پاک معرفی می‌شود و ذهن بشر را درگیر خود کرده است - منبع انرژی عملاً بی‌حد و حصری، که البته همیشه دور از دسترس به نظر می‌رسد. ولی به عقیده شیه خواشنگ (Xie Huasheng)، نظریه‌پرداز همجوشی و متخصص شبیه‌سازی پلاسما، این صنعت بالاخره راه حلی واقعی و عملی برای کوتاه کردن چرخه‌های پرهزینه آزمون و خطا پیدا کرده است: نرم‌افزار بهتر.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، نظریه‌پرداز همجوشی می‌گوید نرم‌افزارهای شبیه‌سازی همجوشی همیشه با یک «مثلت غیر ممکن»



مواجهه بوده‌اند. ابزارهای شبیه‌ساز موجود یا دقیق اما پیچیده و از نظر رایانشی پرهزینه هستند، یا سریع اما غیر قابل اعتماد، و یا ساده، ولی در حدی ساده که نمی‌توانند امکان برون‌یابی دقیق و طراحی نسل جدید رآکتورها را فراهم کنند.

اما به گفته او حالا به نقطه عطف رسیده‌ایم، چون به لطف پیشرفت‌های ریاضی و هوش مصنوعی، عملکرد بیش از یک دوجین مدل طراحی و تحلیل فیزیکی به شدت بهبود یافته است.

شبه در ماه آوریل شرکت نوپای ولوآلفا (VeloAlpha) را در پکن تأسیس کرد و در این شرکت شبیه‌سازی به نام فیوژن آلفا (FusionAlpha) برای کمک به آزمایش و ارزیابی طرح‌های مختلف ساخت رآکتور بر روی رایانه (قبل از انجام آزمایش‌های فیزیکی پرهزینه) طراحی گردید.

وی این شبیه‌ساز را به نرم‌افزار خودکارسازی طراحی الکترونیکی (EDA) در صنعت نیم‌رسانا تشبیه نموده است که سازندگان تراشه با استفاده از آن، طرح‌ها را مدت‌ها قبل از رفتن به کارخانه ریخته‌گری و یفر آزمایش و بهینه می‌کنند.

همجوشی همان واکنشی است که در خورشید و ستارگان دیگر اتفاق می‌افتد. هنگامی که هسته‌های اتم‌های سبک تحت فشار بسیار زیاد با هم ادغام می‌شوند، مقادیر عظیمی انرژی آزاد می‌گردد. برای بازسازی این فرایند کیهانی بر روی زمین، باید بتوانیم سوخت را آن قدر گرم کنیم تا به گاز فوق‌العاده داغ و دارای بار الکتریکی یا همان پلاسما تبدیل شود، و آن را به اندازه کافی پایدار نگه داریم تا واکنش ادامه یابد.

مهم‌ترین دستگاهی که برای این کار طراحی شده توکامک است: یک محفظه دونات مانند گول‌پیکر که پلاسما را با استفاده از میدان‌های

مغناطیسی قدرتمند به دام می‌اندازد و کنترل می‌کند. اما طرح‌ای مختلف دیگری هم پیشنهاد شده‌اند. مثلاً پژوهشگران هم‌اکنون مشغول آزمایش مسیرهای مغناطیسی پر پیچ و تاب موسوم به استراتور، لوله‌های مغناطیسی مستقیم، و لیزرهای پرقدرت نیز هستند.

در هر صورت، نوع طراحی هر چه که باشد، چالش‌های بسیار بزرگی پیش روی این صنعت قرار دارد: حفظ و تداوم واکنش‌ها، مدیریت گرما و تابش فوق‌العاده شدید، تامین پایدار سوخت برای انجام و ادامه واکنش، و تولید برق با هزینه‌ای که قادر به رقابت با منابع انرژی موجود باشد. تا به امروز تلاش برای عبور از این موانع، مستلزم اجرای آزمایشات فیزیکی مکرر و بسیار پرهزینه بوده است و نرم‌افزارها نتوانسته‌اند همیشه مفید و کمک‌رسان باشند.

دانشمندان سال‌ها برای شبیه‌سازی این واکنش‌ها به نرم‌افزارهای فیزیکی بسیار پیچیده با جزئیات فوق‌العاده زیاد متکی بودند. این نرم‌افزارها دقت مناسبی دارند، ولی اجرای آنها بسیار زمان‌بر و پرهزینه است.

از سوی دیگر ابزارهای جدید مبتنی بر هوش مصنوعی (مانند ابزار شبیه‌سازی گوگل دیپ‌ماینند) محاسبات را خیلی سریع‌تر انجام می‌دهند، ولی کمتر قابل اعتماد هستند؛ و مدل‌های ساده‌تر هم فقط می‌توانند راهنمایی‌های تقریبی ارائه دهند.

شبه متخصص فیزیک پلاسما و فارغ‌التحصیل دانشگاه ژجیانگ است و تحقیقات پسادکتری خود را نیز در دانشگاه پکن انجام داده، و مصمم است که این تنگنای نرم‌افزاری را برطرف کند.

او پیش از این به عنوان پژوهشگر ارشد جنبه‌های نظری و شبیه‌سازی همجوشی در موسسه تحقیقات ئی‌ان‌ان انرژی (ENN Energy Re-)

search Institute) که از پیشگامان بخش خصوصی چین در حوزه همجوشی محسوب می‌شود، فعالیت داشته و بخش عمده‌ای از دوران کاری‌اش را صرف طراحی ابزارهای ریاضی و نرم‌افزاری برای مدل‌سازی پلاسمای همجوشی کرده است.

وی می‌گوید فیوژن‌آلفا با استفاده از روش‌های ریاضی جدید که قوانین فیزیک را رعایت می‌کنند، اما تاخیر یا نهفتگی دیجیتال (digital lag) را از بین می‌برند، محدودیت‌های سنتی را در هم شکسته است و ادعا می‌کند که برخی از کارکردهای اصلی نرم‌افزارش می‌توانند ۱۰۰ تا ۱۰ هزار برابر سریع‌تر از پیشرفته‌ترین کدهای مورد استفاده در صنعت همجوشی اجرا شوند.

شیه می‌افزاید که با وجود این سرعت سرسام‌آور، نرم‌افزارش توانسته میزان خطا را در محاسبات محک (benchmark) در حد زیر ۵ درصد نگه دارد، و البته این اعداد باید توسط متخصصان دیگر هم مورد بررسی قرار گرفته و تایید شوند.

ولوآلفا قصد دارد اولین نسخه شبیه‌سازی کل فرایند را، که از نقطه تنظیمات توکامک شروع می‌شود، سال آینده عرضه کند. در حال حاضر چندین ماژول اصلی این نرم‌افزار به شکل متن‌باز منتشر شده‌اند که اقدامی راهبردی با هدف جذب کاربران و جلب اعتماد صنعت همجوشی به شمار می‌رود.

شیه امیدوار است که با گذشت زمان، فیوژن‌آلفا به پلت‌فرم استاندارد طراحی برای شرکت‌های نوپا، آزمایشگاه‌های دولتی و تامین‌کنندگان سخت‌افزار همجوشی تبدیل شود.

سرمایه‌گذاران هم به این چشم‌انداز روی خوش نشان داده‌اند. ولوآلفا

اخیرا یک دور جذب سرمایه مرحله کشت ایده به مبلغ ده‌ها میلیون یوان را با مشارکت شرکت سرمایه‌گذاری خطرپذیر لونگسون (Loong-son Venture Capital)، شرکت سرمایه‌گذاری خطرپذیر اوفانگ آنجل (Oufang Angel) وابسته به دانشگاه ژجیانگ، و یک صندوق تحت حمایت دولت که توسط لجند کاپیتال (Legend Capital) مدیریت می‌شود، به پایان رساند. به گفته شی، دور بعدی تامین مالی هم نزدیک به اتمام است.

ظهور این شرکت نوپا با تغییرات مهمی در بخش همجوشی چین هم‌زمان شده، و این بخش در حال گذار از تلاش‌های تحقیقاتی عمدتاً دولتی به سمت یک زیست‌بوم گسترده‌تر تجاری است.

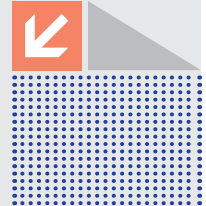
پکن در برنامه پنج ساله پانزدهم خود رسماً هیدروژن و همجوشی هسته‌ای را به عنوان «صنایع آینده» مد نظر برای رشد پرریسک ولی سرنوشت‌ساز معرفی کرده و آنها را در کنار حوزه‌های راهبردی مانند فناوری کوانتومی، فرآوری زیستی، واسط‌های مغز و رایانه، هوش مصنوعی مجسم (embodied AI) و نسل ششم شبکه مخابرات سیار (6G) قرار داده است.

این سیاست‌گذاری دولت، سیگنال قدرتمندی برای بخش خصوصی بود و موجی از سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر را به راه انداخت. شرکت‌های نوپای تجاری فعال در زمینه همجوشی مانند استارت‌آپ‌های فیوژن (Star-torus Fusion)، انرژی سینگیولاریتی (Energy Singularity)، نوا فیوژن (Nova Fusion) و دونگشنگ فیوژن (Dongsheng Fusion) سرمایه‌های هنگفت و مبالغ فزاینده‌ای را جذب می‌کنند، و تامین‌کنندگان تجهیزات مغناطیسی یا مگنت‌ها، سامانه‌های تامین نیرو و مواد پیشرفته

نیز به سرعت مشغول تثبیت جایگاه خود در این زیست‌بوم هستند. اگر چه هنوز آینده همجوشی تجاری بسیار مبهم و نامشخص است، ولی جذابیت راهبردی آن را نمی‌توان انکار کرد. شیه می‌گوید 5 تا 10 سال آینده، دوره‌ای حیاتی برای همجوشی خواهد بود؛ و آینده همجوشی فقط در فولاد و بتن خلاصه نمی‌شود، بلکه پیش از هر چیز، با کدهای نرم‌افزاری با دقت بالا رقم می‌خورد.



نقشه راه جدید کربنی چین؛ توازن میان اقلیم، امنیت انرژی و توسعه هوش مصنوعی



پکن در تازه‌ترین برنامه اقدام خود برای رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای به اوج طی پنج سال آینده، بار دیگر بر تعهد قاطع خود به اهداف اقلیمی تأکید کرده است. بزرگ‌ترین تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای جهان اعلام کرده که ضمن گسترش انرژی هسته‌ای و منابع تجدیدپذیر، امنیت انرژی مورد نیاز اقتصاد و بخش روبه‌رشد هوش مصنوعی را نیز تضمین خواهد کرد.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، شورای دولتی چین (کابینه)



چین | انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

سال سوم | شماره ۳۰ | شهریور ۱۴۰۵

یک برنامه پنج‌ساله منتشر کرد که در مقطع حساسی از اجرای هدف این کشور برای رساندن انتشار دی‌اکسیدکربن به اوج تا سال ۲۰۳۰ تدوین شده است. این هدف بخشی از تعهدی است که شی جین‌پینگ، رئیس‌جمهور چین، نخستین بار در سپتامبر ۲۰۲۰ برای دستیابی به کربن‌خنثایی تا سال ۲۰۶۰ اعلام کرد.

مهم‌ترین شاخص‌های این برنامه شامل کاهش ۱۷ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سطح سال ۲۰۲۵ و افزایش سهم انرژی‌های غیرفسیلی در سبد مصرف انرژی به ۲۵ درصد است؛ اهدافی که ادامه مسیر سیاست‌های اقلیمی سال‌های اخیر چین را نشان می‌دهد.

برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی که همچنان بخش عمده تأمین انرژی کشور را تشکیل می‌دهند، این برنامه اقداماتی از جمله جایگزینی تدریجی زغال‌سنگ با انرژی‌های پاک و بهینه‌سازی ساختار مصرف نفت و گاز را پیش‌بینی کرده است. همچنین اعلام شده است که مصرف زغال‌سنگ و نفت چین در فاصله سال‌های ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۰ به اوج خود خواهد رسید.

این برنامه همچنین بر تحول زیرساخت‌های محاسباتی، که ستون فقرات صنعت هوش مصنوعی چین محسوب می‌شوند، تأکید دارد. با توجه به رشد سریع تقاضای برق ناشی از توسعه هوش مصنوعی و تلاش چین برای تغییر الگوی رشد اقتصادی و کاهش فاصله فناوری با ایالات متحده، مقرر شده است مراکز جدید داده و زیرساخت‌های محاسباتی عمدتاً از برق تولیدشده توسط منابع غیرفسیلی استفاده کنند. دومین اقتصاد بزرگ جهان همچنین به توسعه گسترده پایگاه‌های



انرژی پاک ادامه خواهد داد؛ از جمله احداث مراکز بزرگ انرژی بادی و خورشیدی در شمال غرب چین، پایگاه‌های تلفیقی برق‌آبی، بادی و خورشیدی در جنوب غرب، پروژه‌های نیروگاه هسته‌ای در مناطق ساحلی و مزارع بادی فراساحلی.

بر اساس این برنامه، تا سال ۲۰۳۰ ظرفیت نصب‌شده نیروگاه‌های بادی و خورشیدی از ۲.۸ میلیارد کیلووات فراتر خواهد رفت، ظرفیت نیروگاه‌های برق‌آبی به ۴۱۰ میلیون کیلووات خواهد رسید و ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای در حال بهره‌برداری نیز به ۱۱۰ میلیون کیلووات افزایش خواهد یافت.

در همین حال، مقام‌های کمیسیون ملی توسعه و اصلاحات چین (NDRC)، عالی‌ترین نهاد برنامه‌ریزی اقتصادی کشور، به رسانه‌های دولتی گفته‌اند که چین از «پایه‌ای مستحکم» برای تحقق هدف اوج انتشار کربن تا سال ۲۰۳۰ برخوردار است. آنها با اشاره به پیشرفت‌هایی مانند رشد سریع برق‌سازی صنعت خودرو و سریع‌ترین کاهش شدت انتشار کربن در میان اقتصادهای بزرگ جهان، تأکید کردند که چین همچنان نقش مهمی در تلاش‌های جهانی برای مقابله با تغییرات اقلیمی ایفا خواهد کرد.

با این حال، این مقام‌ها اذعان کردند که اجرای این تحول گسترده انرژی به عزم و تلاش بیشتری نیاز دارد. آنها هشدار دادند: «این مأموریتی نیست که به آسانی قابل تحقق باشد» و با اشاره به پیچیدگی‌های محیط بین‌المللی و دشواری تغییر موتورهای رشد اقتصادی داخلی، بر ضرورت استمرار اصلاحات تأکید کردند.

از دیگر محورهای این برنامه می‌توان به نوسازی صنایع سنتی از جمله

فولاد، آلومینیوم الکترولیتی و صنایع شیمیایی، تقویت اتصال شبکه‌های برق میان استان‌ها و توسعه خطوط انتقال برق، و همچنین ترویج کارخانه‌های بدون کربن، نهادهای عمومی کم‌کربن و حمل‌ونقل پاک اشاره کرد.

در حوزه سیاست‌گذاری نیز این برنامه بر بهبود نظام حسابداری انتشار کربن، افزایش حمایت‌های مالی و اصلاح سازوکارهای قیمت‌گذاری تأکید دارد.

دولت چین همچنین اعلام کرده است روند کاهش انتشار کربن در سطح استان‌ها را به‌طور مستمر ارزیابی خواهد کرد و مقام‌هایی که در تحقق اهداف کربن‌زدایی عملکرد ضعیفی داشته باشند، مورد بازخواست قرار خواهند گرفت.



راه‌اندازی نیروگاه جدید در کره جنوبی توسط غول انرژی هسته‌ای چین



شرکت‌های چینی حضور خود را در بخش انرژی کره جنوبی گسترش می‌دهند؛ به‌طوری که شرکت دولتی CGN Energy International بهره‌برداری از یک پروژه نیروگاهی را که به‌طور مستقل توسعه داده است، آغاز کرده است. این پروژه در شرایطی به تأمین برق کره جنوبی کمک می‌کند که تقاضای این کشور برای برق، در پی رونق هوش مصنوعی، به سرعت در حال افزایش است.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، این نیروگاه گازسوز که در شهر سئوسان در شمال غرب کره جنوبی واقع شده، به بهره‌برداری تجاری رسید. این نیروگاه با ظرفیت نصب‌شده ۵۵۷ مگاوات، سالانه تا ۳.۹ میلیارد کیلووات ساعت برق تولید خواهد کرد.

این پروژه یکی از مهم‌ترین پروژه‌های راهبردی در مسیر توسعه پروژه‌های جدید و بهره‌برداری مستقل از نیروگاه‌های بزرگ خارج از کشور محسوب می‌شود.

توربین‌های این نیروگاه از ابتدا برای استفاده از هیدروژن طراحی شده‌اند و قابلیت مصرف سوختی با ترکیب ۳۰ درصد هیدروژن را دارند. این ویژگی، با توسعه زنجیره تأمین هیدروژن سبز، زمینه را برای کاهش انتشار کربن در تولید برق فراهم می‌کند.

شرکت CGN Energy International پیش‌تر در بیانیه‌ای اعلام کرده بود که این نیروگاه نخستین پروژه بزرگ نیروگاه گازسوز این شرکت است که با مدل مدیریت کاملاً مستقل اجرا شده است. شرکت تابعه این مجموعه در کره جنوبی تمامی مراحل پروژه، از طراحی و تأمین تجهیزات گرفته تا ساخت و راه‌اندازی، را مدیریت کرده است. این شیوه اجرا ضمن کنترل هزینه‌ها و حفظ زمان‌بندی پروژه، زمینه مشارکت بیش از ۱۰۰ شرکت محلی را نیز فراهم کرده است.

شرکت CGN Energy International اکنون پنج نیروگاه در کره جنوبی در اختیار دارد و مجموع ظرفیت نصب‌شده آن در این کشور به ۲.۲ گیگاوات رسیده است. این شرکت، زیرمجموعه شرکت دولتی China General Nuclear Power Corporation بوده و مسئول اجرای پروژه‌های انرژی پاک این گروه در خارج از چین است.

راه‌اندازی این نیروگاه در شرایطی انجام شده که روابط دوجانبه و همکاری‌های انرژی میان پکن و سئول رو به بهبود است. کره جنوبی که اقتصادی وابسته به واردات انرژی دارد، هم‌زمان با تلاش برای تبدیل شدن به یکی از قدرت‌های جهانی هوش مصنوعی، با فشار فزاینده‌ای در

تأمین برق روبه‌رو شده است. لی جائه‌میونگ، رئیس‌جمهور کره‌جنوبی، در ماه آوریل وضعیت معیشت مردم را در سایه بحران انرژی ناشی از درگیری‌های خاورمیانه، «شبه شرایط جنگی» توصیف کرده بود. در جریان سفر لی به چین در ماه ژانویه، وی اعلام کرده بود که دو کشور در حوزه گذار انرژی از «ظرفیت‌های نامحدودی» برای همکاری برخوردار هستند.

بر اساس اطلاعات مؤسسه اقتصاد کره وابسته به آمریکا، کره‌جنوبی حدود ۹۴ درصد منابع انرژی خود را وارد می‌کند و بخش عمده این واردات از تنگه هرمز عبور می‌کند؛ مسیری که در جریان جنگ آمریکا و اسرائیل با ایران، این کشور را با بحران انرژی روبه‌رو کرد.

در کنار این آسیب‌پذیری ساختاری، افزایش سریع مصرف برق ناشی از توسعه هوش مصنوعی نیز فشار مضاعفی بر شبکه برق کره‌جنوبی وارد کرده است. دولت این کشور هدف‌گذاری کرده است که به «یکی از سه قدرت برتر جهان در حوزه هوش مصنوعی» تبدیل شود. در اواخر ژوئن نیز برنامه‌ای با سرمایه‌گذاری دست‌کم ۱.۳۵ کوادریلیون وون (حدود ۹۲۲ میلیارد دلار) برای توسعه صنعت نیمه‌رسانا و هوش مصنوعی معرفی کرد.

برنامه کره‌جنوبی برای تبدیل شدن به یکی از بزرگ‌ترین مراکز تولید نیمه‌رسانا و هوش مصنوعی جهان، ممکن است سریع‌تر از توسعه زیرساخت‌های برق مورد نیاز آن پیش برود.

کره‌جنوبی اکنون با نوع کاملاً جدیدی از تقاضای صنعتی برای برق روبه‌رو است. چالش اصلی این نیست که آیا در نهایت ظرفیت تولید برق کافی ایجاد خواهد شد یا نه، بلکه این است که آیا شبکه برق،

ساختار بازار و سازوکارهای سرمایه‌گذاری می‌توانند با سرعتی متناسب با نیازهای زیرساخت هوش مصنوعی توسعه پیدا کنند یا خیر. همچنین مطالعه اخیر مؤسسه پیشرفته علوم و فناوری کره (KAIST) نشان داده است که سامانه‌های پیشرفته هوش مصنوعی نسبت به چت‌بات‌های معمولی، ۱۳۶.۵ برابر برق بیشتری مصرف می‌کنند. علاوه بر پروژه CGN Energy International، یکی از زیرمجموعه‌های شرکت China Energy Engineering Corporation نیز دو پروژه انرژی تجدیدپذیر را در کره جنوبی به بهره‌برداری رسانده است؛ یک نیروگاه خورشیدی ۲۰ مگاواتی و یک مزرعه بادی ۳۶ مگاواتی که اکنون در حال فعالیت هستند.



انرژی هسته‌ای؛ میدان تازه رقابت چین و آمریکا

چین در آستانه تبدیل شدن به بزرگ‌ترین قدرت هسته‌ای جهان قرار دارد؛ تحولی که هم‌زمان با رشد انفجاری تقاضای برق ناشی از توسعه هوش مصنوعی و افزایش نگرانی‌ها درباره امنیت انرژی در پی جنگ خاورمیانه رخ می‌دهد.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، اگرچه آمریکا همچنان بزرگ‌ترین ناوگان عملیاتی نیروگاه‌های هسته‌ای جهان را در اختیار دارد، اما چین اکنون نزدیک به نیمی از تمام راکتورهای هسته‌ای در حال ساخت جهان را به خود اختصاص داده و انتظار می‌رود طی پنج سال آینده ظرفیت هسته‌ای خود را با آمریکا برابر کند.

چین تا سال ۲۰۳۵ با فاصله زیاد، پویاترین و مهم‌ترین صنعت هسته‌ای جهان را در اختیار خواهد داشت. افزایش سریع مصرف برق در بخش هوش مصنوعی و همچنین اختلال در بازارهای جهانی انرژی ناشی از بسته ماندن طولانی‌مدت تنگه هرمز، توجه جهانی را بار دیگر به موضوع امنیت انرژی جلب کرده است. در این میان، انرژی هسته‌ای به‌عنوان یک منبع برق پایدار، قابل اتکا و بدون انتشار کربن، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است.

پکن در جدیدترین برنامه پنج‌ساله خود انرژی هسته‌ای را به‌عنوان یکی از منابع راهبردی انرژی معرفی کرده و هدف‌گذاری کرده است که ظرفیت نصب‌شده نیروگاه‌های هسته‌ای کشور تا سال ۲۰۳۰ به ۱۱۰ گیگاوات برسد.

تا ماه آوریل امسال ۳۶ راکتور هسته‌ای جدید در این کشور در حال ساخت بوده است.

در مقابل، آمریکا تلاش می‌کند پس از دهه‌ها رکود، جایگاه خود را در صنعت هسته‌ای حفظ کند. طبق آمار اداره اطلاعات انرژی آمریکا (EIA)، از سال ۱۹۹۶ تاکنون تنها سه راکتور جدید در این کشور به بهره‌برداری رسیده است.

ترامپ، رئیس‌جمهور آمریکا، هدف افزایش چهار برابری ظرفیت هسته‌ای کشور تا سطح ۴۰۰ گیگاوات در سال ۲۰۵۰ را تعیین کرده و سال گذشته چندین فرمان اجرایی برای کاهش بوروکراسی و تسریع صدور مجوز پروژه‌های جدید هسته‌ای امضا کرد.

با این حال و باوجود این جاه‌طلبی‌ها، نشانه‌های روشنی از یک موج پایدار ساخت نیروگاه‌های جدید در آمریکا مشاهده نمی‌شود، زیرا

هزینه‌های سرمایه‌گذاری بسیار بالا و موانع مقرراتی همچنان پابرجاست. هزینه ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای در آمریکا طی سال‌های اخیر به‌شدت افزایش یافته، در حالی که چین از طریق استانداردسازی طراحی‌ها و بومی‌سازی زنجیره تأمین توانسته هزینه‌ها را کنترل کند. چین برنامه هسته‌ای خود را عمدتاً بر دو نوع راکتور اصلی متمرکز کرده است: هوا لونگ وان، CAP1000 و نسخه بزرگ‌تر آن CAP1400. این رویکرد موجب شده چین بتواند نسل جدید راکتورهای خود را با هزینه‌ای حدود ۲ تا ۳ دلار به ازای هر وات ظرفیت احداث کند؛ رقمی که بسیار کمتر از هزینه حدود ۱۵ دلار به ازای هر وات در جدیدترین پروژه‌های هسته‌ای آمریکا است.

کارایی بالای ساخت‌وساز در چین باعث شده احداث یک نیروگاه هسته‌ای جدید حدود شش سال زمان برد، در حالی که ساخت جدیدترین راکتورهای نیروگاه ووگتل (Vogtle) در آمریکا بیش از یک دهه طول کشید.

باوجود رشد سریع صنعت هسته‌ای، تنوع بالای سبد انرژی چین باعث شده وابستگی این کشور به برق هسته‌ای همچنان نسبتاً محدود باقی بماند.

بر اساس آمار انجمن انرژی هسته‌ای چین، انرژی هسته‌ای در سال گذشته کمتر از ۵ درصد کل تولید برق این کشور را تشکیل داده است. در مقابل، اداره اطلاعات انرژی آمریکا اعلام کرده که انرژی هسته‌ای حدود ۱۸ درصد برق تولیدی ایالات متحده را تأمین می‌کند. اما رقابت دو کشور تنها به نیروگاه‌های هسته‌ای متعارف محدود نمی‌شود.

با وجود پیشروی چین در انرژی هسته‌ای متعارف، آمریکا همچنان «یک بازیگر بسیار قدرتمند» در رقابت جهانی برای توسعه همجوشی هسته‌ای (Nuclear Fusion) باقی مانده است؛ حوزه‌ای که پیشرفت آن عمده‌تاً به واسطه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی صورت می‌گیرد.

برخلاف راکتورهای کنونی که از طریق شکافت هسته‌ای (Fission) و تجزیه اتم‌های سنگین برق تولید می‌کنند، فناوری همجوشی با ترکیب اتم‌های سبک انرژی آزاد می‌کند.

این فناوری می‌تواند حجم عظیمی از برق را با تولید بسیار کمتر پسماندهای رادیواکتیو و بدون خطر ذوب شدن راکتور فراهم کند.

بیش از نیمی از شرکت‌های نوپای فعال در حوزه همجوشی هسته‌ای جهان در آمریکا مستقر هستند و شرکت‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی نیز به دلیل نیاز فزاینده به برق پاک و فراوان، علاقه زیادی به این فناوری نشان داده‌اند.

در مقابل، تلاش‌های چین در حوزه همجوشی هسته‌ای عمده‌تاً تحت هدایت دولت انجام می‌شود و اکوسیستم استارت‌آپی این کشور در این بخش هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد.



راه‌اندازی هاب انرژی پاک برای مراکز رایانش، و طرح طبقه‌بندی کارخانه‌های هوشمند در چین



چین سخت در تلاش است تا زیرساخت‌های صنعتی خود را هوشمندتر و کارآمدتر کند، و در همین راستا اولین «هاب پیش‌ساخته انرژی جهان برای مراکز رایانش» را راه‌اندازی کرده و یک نظام ملی چهار لایه را هم برای طبقه‌بندی کارخانه‌های هوشمند در سرتاسر این کشور طراحی و پیاده‌سازی کرده است.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، هاب پیش‌ساخته و ماژولار انرژی که اوایل ماه ژوئن در شهر چینگ‌دائو استان شان‌دونگ در شرق این کشور رونمایی شد، با تامین انرژی پاک برای مراکز عظیم رایانش، به عنوان «قلب» آنها عمل می‌کند.



این هاب انرژی به مراکز داده‌ای که توسط شرکت‌های مختلف ساخته شده‌اند متصل گردیده و قرار است در نیمه دوم امسال برای تامین برق مورد نیاز مراکز ملی رایانش هم به کار گرفته شود.

هاب جدید که توسط شرکت تجهیزات برقی تی‌گود (TGOOD) چینگ‌دائو ساخته شده است، برخلاف تجهیزات و تاسیسات قبلی که برای تامین انرژی مراکز داده به کار می‌رفتند، امکان اتصال مستقیم به «برق ۱۰۰ درصد پاک» را فراهم می‌سازد.

طراحی خاص این هاب جدید باعث شده است که مساحت زمین لازم برای احداث آن بیش از 30 درصد نسبت به نمونه‌های مشابه قبلی کاهش یافته و مجموع هزینه‌های آن نیز 20 درصد کمتر شود. همچنین قابلیت همگام‌سازی بین مصرف برق و توان رایانش به کمک سامانه‌ای هوشمند سبب می‌شود که هزینه‌های توان رایانشی کاهش پیدا کند.

راه‌اندازی مرکز جدید، بخشی از تلاش‌های گسترده پکن برای هماهنگ کردن روند گسترش ظرفیت رایانشی با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بوده؛ چرا که افزایش تقاضای برق برای هوش مصنوعی موجب افزایش فشار بر شبکه برق چین شده است.

پکن قصد دارد بر اساس برنامه اقدامی که در ماه می از سوی چهار نهاد دولتی منتشر شد، مصرف برق پاک را به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی پروژه‌های ساخت مراکز داده جدید در نظر بگیرد و توسعه سریع هوش مصنوعی را با اهداف ملی مربوط به کاهش انتشار کربن هماهنگ کند.

از سوی دیگر، پیشرفت اخیر در زمینه زیرساخت‌های رایانشی با پیشرفت‌های ساختاری سریع در بخش تولیدات صنعتی چین هم‌زمان شده است.

پکن مشغول پیاده‌سازی چارچوبی چهار سطحی برای طبقه‌بندی کارخانه‌های هوشمند، شامل سطوح «پایه، پیشرفته، عالی و پیش‌تاز» است تا شرکت‌ها را به سمت به‌کارگیری هر چه بیشتر هوش مصنوعی هدایت کند.

طبق اعلام وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین، این کشور هم‌اکنون ۳۵ هزار کارخانه هوشمند در سطح پایه، بیش از ۸۲۰۰ کارخانه در سطح پیشرفته و ۵۰۰ کارخانه هوشمند عالی دارد.

۱۵ شرکت پیش‌تاز هم به خاطر استفاده از جدیدترین و پیشرفته‌ترین الگوهای تولید هوشمند، مانند مونتاژ «به سبک جزیره‌ای» (is-land-style assembly) در صنعت خودرو و سفارشی‌سازی چاپک (ag-ile customisation) در بخش لوازم خانگی، در فهرست کوتاه نامزدها (shortlist) برای انتخاب گزینه‌های نهایی قرار گرفته‌اند.

به گفته مسئولان وزارتخانه مذکور، این نظام ملی و سراسری چند سطحی تا کنون توانسته است مقدار محصولات معیوب را به طور میانگین ۴۷ درصد کاهش داده و چرخه‌های تحقیق و توسعه را ۳۸ درصد کوتاه‌تر کند.

در فهرستی که در ماه نوامبر سال گذشته منتشر شد، اسامی ۱۵ نامزد انتخاب به عنوان شرکت‌های پیش‌تاز ذکر شده بود که در بین آنها نام‌هایی مانند هایک ویژن (سازنده دوربین‌های امنیتی، مستقر در هانگژو)، شرکت فولادسازی دولتی بائواستیل (مستقر در شانگهای) و یکی از شرکت‌های تابعه بی‌اوئی (تولیدکننده قطعات الکترونیکی) در ووهان به چشم می‌خورد.



ذخیره‌سازی انرژی؛ قدرت باتری‌های چین، زمینه‌ساز رهبری جهانی

در صبحی آفتابی در اواخر ماه مه، آزمایشگاهی عظیم که برای ایجاد شرایط محیطی بسیار سخت از گرمای سوزان و سرمای استخوان‌سوز گرفته تا طوفان‌های شن، پاشش آب شور و خورنده دریا و حتی آتش‌سوزی، طراحی شده است، به‌طور رسمی در شهر ساحلی شیامن در استان فوجیان در شرق چین افتتاح شد.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، این مجموعه که وسعت آن معادل ۱۴ زمین فوتبال است و با سرمایه‌گذاری ۳ میلیارد یوان (حدود ۴۴۴ میلیون دلار) احداث شده، سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی مبتنی بر باتری تولیدشده توسط شرکت‌های چینی را تحت سخت‌ترین آزمون‌ها

قرار خواهد داد تا استحکام و عملکرد آن‌ها پیش از اتصال به شبکه برق کشور ارزیابی شود؛ سامانه‌هایی که قرار است نقشی حیاتی در پایداری شبکه برق چین ایفا کنند.

در میانه گذار عمیق به سوی انرژی‌های سبز، ذخیره‌سازی انرژی به عامل متعادل‌کننده و تثبیت‌کننده‌ای تبدیل خواهد شد که کل سامانه جدید برق بر آن تکیه خواهد داشت.

تجربه چین در نهایت الگویی را در اختیار جهان قرار خواهد داد که می‌تواند به‌عنوان یک معیار ارزشمند مورد استفاده قرار گیرد. این امر بازتاب‌دهنده عزم پکن برای تسریع تجاری‌سازی فناوری ذخیره‌سازی انرژی مبتنی بر باتری یا سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی باتری (BESS) است.

این مجموعه توسط شرکت CATL، بزرگ‌ترین تولیدکننده باتری خودروهای برقی جهان، ساخته و اداره می‌شود. از این رو، افتتاح آن نقطه عطفی در راستای هدف چین در برنامه پنج‌ساله ۲۰۲۶ تا ۲۰۳۰ برای تقویت امنیت انرژی تلقی می‌شود.

در این برنامه، «ذخیره‌سازی نوین انرژی» به‌عنوان یکی از ارکان اصلی تحقق این هدف معرفی شده است؛ زیرا شبکه‌ای که به‌طور فزاینده به منابع متناوبی مانند نیروگاه‌های خورشیدی و بادی وابسته می‌شود، باید بتواند حجم عظیمی از برق را ذخیره کرده و در زمان نیاز به‌طور پایدار دوباره وارد شبکه توزیع کند.

به گفته مسئولان CATL، مرکز ESVL با هدف کمک به توسعه‌دهندگان سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی برای کوتاه‌تر کردن زمان اتصال به شبکه و بهینه‌سازی فناوری‌هایشان به‌منظور کاهش خطرات مربوط به پایداری شبکه طراحی شده است.

این شرکت که نزدیک به ۴۰ درصد بازار جهانی باتری خودروهای برقی را در اختیار دارد، اعلام کرده این مرکز بزرگ‌ترین و جامع‌ترین سکوی یکپارچه آزمون و اعتبارسنجی سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی در جهان است.

شرکت CATL در سال ۲۰۲۵ نیز حدود ۳۰ درصد بازار جهانی باتری‌های ذخیره‌سازی انرژی را در اختیار داشته است.

تأسیس ESVL هم‌زمان با روند برگشت‌ناپذیر گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان صورت گرفته است. این مرکز به شرکت‌های فعال در زنجیره تأمین سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی چین کمک خواهد کرد تا حضور خود را در بازارهای خارجی گسترش دهند.

ارزیابی فرصت‌های بازار ذخیره‌سازی انرژی

چین هم‌اکنون جایگاه برتر جهانی در این حوزه را در اختیار دارد. طبق گزارش ائتلاف ذخیره‌سازی انرژی چین، ظرفیت تجمعی نصب‌شده سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی این کشور در سال ۲۰۲۵ به ۱۴۴.۷ گیگاوات رسید که معادل نزدیک به ۵۲ درصد ظرفیت جهانی است و برای چهارمین سال متوالی، چین را در رتبه نخست جهان قرار داده است. برای مقایسه، مجموع ظرفیت نصب‌شده آمریکا اندکی بیش از ۵۰ گیگاوات بوده است.

این ائتلاف پیش‌بینی کرده است که ظرفیت تجمعی ذخیره‌سازی انرژی چین تا سال ۲۰۳۰ با رشدی ۱۵۶ درصدی به ۳۷۰ گیگاوات برسد. پنج تولیدکننده بزرگ باتری‌های ذخیره‌سازی انرژی جهان در سه‌ماهه نخست سال ۲۰۲۶ همگی شرکت‌های چینی بودند - CATL، Eve Ener- gy، Hithium، BYD و CALB.

در انتظار رشد بازار داخلی و جهانی، تولیدکنندگان باتری چین برنامه‌هایی برای افزودن بیش از ۶۰۰ گیگاوات‌ساعت ظرفیت جدید تولید در سال جاری اعلام کرده‌اند.

هزینه باتری‌های لیتیوم-یونی از سال ۲۰۱۰ تاکنون حدود ۹۰ درصد کاهش یافته است؛ کاهشی که نتیجه ارتقای فناوری و افزایش ظرفیت تولید توسط شرکت‌هایی مانند CATL برای پاسخگویی به رشد تقاضای صنعت خودروهای برقی بوده است.

به لطف این روند، هزینه تولید برق در نیروگاه‌های ترکیبی خورشیدی همراه با ذخیره‌سازی انرژی، سال گذشته با هزینه تولید برق در نیروگاه‌های حرارتی که معمولاً ارزان‌ترین روش تولید برق محسوب می‌شوند، برابر شد.

قیمت پایین‌تر و فراوانی این سامانه‌ها باعث شده ذخیره‌سازی مبتنی بر باتری نسبت به فناوری‌های رقیب مانند ذخیره‌سازی با آب داغ یا هوای فشرده جذاب‌تر باشد، زیرا تجهیزات باتری را تقریباً در هر مکانی می‌توان نصب کرد و در عین حال از سرعت پاسخ‌دهی بالا و توان خروجی قابل توجهی برخوردارند.

با بهبود بهره‌برداری و مدیریت بهتر اتصال سامانه‌های مستقل BESS به شبکه، انتظار می‌رود عمر چرخه‌ای این سامانه‌ها افزایش یافته و هزینه هم‌سطح ذخیره‌سازی (Levelized Cost of Storage) بیش از پیش کاهش یابد.

کاهش هزینه‌ها، اجرای پروژه‌های BESS را از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه‌تر خواهد کرد.

رونق جهانی و فرصت تازه برای صنعت باتری چین

هم‌زمان با گسترش زیرساخت‌های هوش مصنوعی، شوک جهانی انرژی در سال جاری نیز موجب افزایش شدید تقاضا برای ذخیره‌سازی انرژی شده و می‌تواند فرصت بزرگی برای تولیدکنندگان باتری و تأمین‌کنندگان مواد اولیه ایجاد کند.

در اواخر ماه مارس، شرکت گانفنگ لیتیوم، بزرگ‌ترین تولیدکننده لیتیوم جهان، اعلام کرد که انتظار دارد بازار جهانی BESS در سال ۲۰۲۶ شاهد «رشد انفجاری» باشد؛ رشدی که ناشی از افزایش قیمت لیتیوم و تقاضای بالای زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر خواهد بود.

این اظهارات پس از آن مطرح شد که گانفنگ در سال ۲۰۲۵ سود خالص ۱.۶۱ میلیارد یوانی ثبت کرد؛ در حالی که یک سال قبل ۲.۱ میلیارد یوان زیان خالص گزارش کرده بود.

در پی تداوم تنش‌های خاورمیانه و افزایش قیمت نفت، حجم جهانی ارسال سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی در سه‌ماهه نخست سال جاری نسبت به مدت مشابه سال قبل بیش از ۷۸ درصد رشد کرد و به ۱۲۶.۴ گیگاوات‌ساعت رسید؛ پس از آنکه این بازار در سال ۲۰۲۵ نیز رشد ۷۵.۵ درصدی را تجربه کرده بود.

هفت شرکت چینی در میان ۱۰ تأمین‌کننده برتر BESS جهان در فاصله ژانویه تا مارس قرار گرفتند. بی‌وای‌دی برای نخستین بار در رتبه نخست ایستاد و تسلا را به جایگاه چهارم فرستاد. CATL نیز با تمرکز بر BESS به‌عنوان موتور رشد جدید خود، در رتبه هشتم قرار گرفت.

در ماه آوریل، CATL از برنامه تأسیس شرکتی با سرمایه ۳۰ میلیارد یوان برای مدیریت و توسعه دارایی‌های معدنی خود خبر داد؛ اقدامی که در

واکنش به فرصت‌های رشد ناشی از بحران جهانی انرژی انجام شد. نصب سامانه‌های جدید BESS در جهان طی سال‌های ۲۰۲۴ تا ۲۰۳۰ به‌طور متوسط سالانه ۲۹ درصد رشد خواهد کرد، در حالی که این نرخ برای چین حدود ۳۰ درصد خواهد بود. همچنین ارزش بازار جهانی BESS تا سال ۲۰۳۰ به ۱۵۰ میلیارد دلار خواهد رسید.

تأمین مالی توسعه صنعت ذخیره‌سازی انرژی رشد سریع تقاضا، نیاز به منابع مالی را نیز افزایش داده است.

بر اساس گزارشی از مؤسسه مالی و پایداری مستقر در پکن، چین تا سال ۲۰۶۰ برای اجرای پروژه‌های جدید ذخیره‌سازی انرژی به دست‌کم ۷ تریلیون یوان سرمایه نیاز خواهد داشت؛ از جمله سالانه تا ۲۰۰ میلیارد یوان برای ساخت پروژه‌ها در فاصله ۲۰۲۶ تا ۲۰۲۸.

برای حمایت از این صنعت، چین در حال بررسی استفاده از اوراق بهادارسازی دارایی‌های ذخیره‌سازی انرژی است. در دسامبر گذشته، کمیسیون ملی توسعه و اصلاحات برای نخستین بار تأسیسات ذخیره‌سازی برق شبکه را در فهرست دارایی‌های زیربنایی مجاز برای پشتیبانی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری املاک و مستغلات قابل معامله (REITs) قرار داد.

این صندوق‌ها به مالکان دارایی اجازه می‌دهند بدون از دست دادن مالکیت، از دارایی‌های ارزشمند اما غیرنقدشونده منابع مالی جذب کنند و در عین حال سرمایه‌گذاران نیز از درآمدهای مستمر ناشی از این دارایی‌ها سود دریافت کنند.

در ۹ ژوئن، نخستین REIT مبتنی بر نیروگاه‌های ذخیره‌سازی انرژی استان گانسو در بورس شانگهای عرضه شد.

حمایت‌های سیاستی همچنان نقش مهمی در توسعه این صنعت خواهد داشت. افزودن احتمالی دارایی‌های ESS به REIT‌های زیرساختی می‌تواند کانال‌های تأمین مالی را گسترش داده و هزینه سرمایه را کاهش دهد و در نتیجه استقرار این سامانه‌ها را سرعت ببخشد.

بر اساس مقررات قبلی، توسعه‌دهندگان به سرعت اقدام به احداث ایستگاه‌های ذخیره‌سازی انرژی کردند، اما طبق گزارش شورای برق چین، در سال ۲۰۲۴ تنها ۳۲ درصد این پروژه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند و بخش عمده سرمایه در دارایی‌های بلااستفاده قفل شد.

REIT‌ها به پروژه‌هایی که به‌خوبی مدیریت شده و قراردادهای مناسب دارند پاداش خواهند داد و پروژه‌های ضعیف را کنار خواهند گذاشت. در هر صورت، این وضعیت سالم‌تر از دوران سیاست بساز و رها کن خواهد بود.

پس از رشد سریع ظرفیت، اکنون صنعت ذخیره‌سازی انرژی چین باید قابلیت اعتماد و کیفیت خود را اثبات کند.

در همین حال، شرکت Gotion High-Tech، دهمین تولیدکننده بزرگ سلول‌های ذخیره‌سازی انرژی جهان در سه‌ماهه نخست سال، نیز در تلاش است نگرانی‌ها درباره بازده سرمایه‌گذاری و طول عمر محصولات را کاهش دهد.

این شرکت مستقر در استان آنهویی در اواسط ماه مه نسل دوم سامانه Gotion Grid Q را معرفی کرد و مدعی شد این سامانه هزینه ساخت را ۳۰ درصد و میزان سرمایه‌گذاری اولیه را بیش از ۶ درصد کاهش می‌دهد.

چشم‌انداز صادرات چین، با وجود تغییرات سیاستی، همچنان قدرتمند

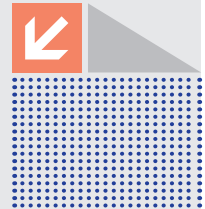
باقی خواهد ماند. کاهش مشوق‌های مالیاتی صادرات محصولات باتری، از ۹ درصد به ۶ درصد در آوریل و سپس حذف کامل آن تا سال ۲۰۲۷ احتمالاً موجب افزایش کوتاه‌مدت صادرات خواهد شد، زیرا خریداران تلاش می‌کنند پیش از اجرای کامل این تغییرات، سفارش‌های خود را جلو بیندازند.

رئیس اداره انرژی ابوظبی، نیز در جریان اخیر خود به چین گفت که این نهاد با ۲۲ شرکت چینی از جمله CATL درباره همکاری در توسعه زیرساخت‌های پایتخت امارات متحده عربی در حال مذاکره است. وی گفت: «ما معتقدیم چالش‌های جهانی به راه‌حل‌های جهانی نیاز دارند و همکاری‌های مؤثر همچنان سریع‌ترین مسیر برای توسعه فناوری‌های پیشرفته‌ای است که بتوانند در خدمت جوامع و اقتصادها قرار گیرند.»

او افزود: «از طریق همکاری با شرکای چینی، به دنبال توسعه راهکارهایی هستیم که از ابوظبی آغاز شده و بتوانند به حمایت از شهرها و بازارهای سراسر جهان کمک کنند.»



انتشار نقشه راه هوش مصنوعی برای توسعه سامانه‌های هوشمند انرژی هسته‌ای



یک نقشه راه فنی که هوش مصنوعی را به صورت ذاتی در تمام چرخه عمر سامانه‌های پیشرفته انرژی هسته‌ای ادغام می‌کند، در کنفرانس جهانی هوش مصنوعی ۲۰۲۶ در شانگهای رونمایی شد. هدف از این طرح، حل یکی از دشوارترین چالش‌های کاربرد هوش مصنوعی صنعتی است؛ یعنی استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در حوزه‌هایی که هیچ‌گونه خطای ایمنی قابل پذیرش نیست.

به گزارش چاینادیلی، نقشه راه «AI for ADANES» در نشستی با عنوان «هوش مصنوعی و انرژی هسته‌ای پیشرفته برای آینده‌ای پایدار و هوشمند» منتشر شد. این نشست توسط مؤسسه فیزیک مدرن آکادمی علوم چین برگزار شد و نخستین نشست WAIC بود که به ادغام هوش

مصنوعی با انرژی هسته‌ای اختصاص داشت. در این رویداد، موضوعاتی مانند هوش مصنوعی، سامانه‌های هسته‌ای پیشرفته، محاسبات بدون کربن و امنیت انرژی مورد بحث قرار گرفت.

نقشه راه ADANES که مخفف «سامانه پیشرفته انرژی هسته‌ای مبتنی بر شتاب‌دهنده» (Accelerator-Driven Advanced Nuclear Energy System) است، یک پلتفرم توسعه‌یافته توسط آکادمی علوم چین محسوب می‌شود که تولید سوخت هسته‌ای، تبدیل سوخت مصرف‌شده و تولید برق را با یکدیگر ترکیب می‌کند. حالت عملیاتی زیر بحرانی این سامانه، منطق ایمنی رآکتورهای هسته‌ای متعارف را به‌طور بنیادی تغییر می‌دهد، اما در عین حال چالش‌های جدیدی در زمینه اتصال اجزای سیستم و عملکرد پایدار بلندمدت ایجاد می‌کند.

مرکز CiADS، یک زیرساخت ملی بزرگ علمی و فناوری که هم‌اکنون در حال ساخت است، به‌عنوان پلتفرم تأیید مهندسی ADANES عمل می‌کند.

در این چارچوب، این نقشه راه یک الگوی «سه‌گانه محرک» را ایجاد می‌کند که داده‌ها، مدل‌های مبتنی بر فیزیک و دانش تخصصی کارشناسان را با یکدیگر ترکیب می‌کند. این رویکرد امکان توسعه سامانه‌های هوشمند هسته‌ای را فراهم می‌کند.

این روش برای ایجاد تعادل میان عدم شفافیت و غیرقابل پیش‌بینی بودن سامانه‌های هوش مصنوعی جعبه‌سیاه با الزامات سختگیرانه ایمنی در صنعت هسته‌ای طراحی شده و چارچوبی برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در سامانه‌های پیشرفته انرژی هسته‌ای ارائه می‌دهد.

معماری هوش مصنوعی این سامانه شامل پنج لایه است: زیرساخت

یکپارچه داده، مدل‌های جهان مبتنی بر فیزیک، کنترل سامانه‌های فیزیکی، هماهنگی عامل‌های هوشمند و تکامل مستمر. این ساختار، هوش مصنوعی را در تمام چرخه عمر سیستم، از طراحی و راه‌اندازی گرفته تا بهره‌برداری و نگهداری، ادغام می‌کند.

تحول دیجیتال و هوشمندسازی صنعت هسته‌ای یک روند اجتناب‌ناپذیر برای دستیابی به توسعه باکیفیت است.

هوش مصنوعی در تمام چرخه عمر انرژی هسته‌ای نقشی محوری ایفا خواهد کرد و از طریق بهبود کیفیت، بهره‌وری و ایمنی، این صنعت را ارتقا خواهد داد. انرژی هسته‌ای نیز می‌تواند یک پایه انرژی پایدار و بدون کربن برای صنعت هوش مصنوعی فراهم کند.

در این نشست همچنین «اتحادیه AI for ADANES» راه‌اندازی شد که مؤسسات تحقیقاتی، شرکت‌های هسته‌ای، شرکت‌های هوش مصنوعی و نهادهای مالی را گرد هم می‌آورد تا به‌صورت مشترک راهکارهای هوشمند توسعه دهند و فاصله میان اعتبارسنجی علمی و کاربرد صنعتی را کاهش دهند.



تبدیل جنگ هوش مصنوعی آمریکا و چین به رقابت بر سر برق



گسترش سریع مدل‌های هوش مصنوعی و نزدیک شدن عملکرد آن‌ها به یکدیگر نشان می‌دهد که این مدل‌ها به تدریج در حال تبدیل شدن به یک «کالای عمومی» هستند.

به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، به زودی قیمت خدمات هوش مصنوعی نه بر اساس منحصر به فرد بودن مدل‌ها، بلکه بر مبنای هزینه تولید آن‌ها تعیین خواهد شد. از آنجا که برق مهم‌ترین مؤلفه هزینه این خدمات است، رقابت هوش مصنوعی میان چین و آمریکا در حال تبدیل شدن به رقابتی مستقیم بر سر میزان تولید و قیمت برق است.

مدل‌های متن‌باز هوش مصنوعی در چین با سرعتی چشمگیر در حال ظهور هستند. جامعه هوش مصنوعی آمریکا همواره استدلال می‌کرد که این مدل‌ها به پای مدل‌های متن‌بسته (Closed Source) آمریکایی

نمی‌رسند، اما عرضه مدل‌های جدید از سوی دیپ‌سیک و ژپیو این شکاف ادعایی را تا حد زیادی از میان برده است. در نتیجه، رؤیای آمریکا برای وابسته کردن جهان به مدل‌های هوش مصنوعی خود و کسب درآمدهای کلان از آن‌ها، اکنون بیش از پیش دست‌نیافتنی به نظر می‌رسد.

این گسترش سریع، ماهیت واقعی هوش مصنوعی را آشکار می‌کند؛ چه مدل‌های زبانی بزرگ (LLM) و چه مدل‌های مبتنی بر معماری GPT. اکنون مشخص شده است که ساخت یک مدل هوش مصنوعی، برخلاف تصور گذشته، چندان دشوار نیست. بنابراین، ارزش اقتصادی مالکیت یک مدل، حتی اگر در مرز فناوری باشد، دیگر مانند گذشته بالا نیست. با ورود مدل‌های بیشتر به بازار، این فناوری نیز همانند فولاد یا آلومینیوم به یک کالای استاندارد تبدیل خواهد شد و قیمت خدمات یا توکن‌های هوش مصنوعی عمده‌تاً تحت تأثیر مهم‌ترین مؤلفه هزینه، یعنی برق، قرار خواهد گرفت.

با تبدیل رقابت هوش مصنوعی به رقابت بر سر برق، این نبرد اکنون میان دو الگوی متفاوت انرژی شکل گرفته است: مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در چین در برابر اتکای آمریکا به سوخت‌های هیدروکربنی. برنده این رقابت، کشوری خواهد بود که بتواند برق ارزان‌تر و پایدارتر تولید کند.

راهبرد انرژی چین بر دو اصل خودکفایی و دستیابی به بی‌طرفی کربنی استوار است. از همین رو، انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشیدی، بادی و برق آبی به گزینه‌های اصلی این کشور تبدیل شده‌اند. کاهش سریع هزینه تولید برق خورشیدی و بادی نیز این منابع را از نظر اقتصادی به رقیبی جدی برای سوخت‌های فسیلی تبدیل کرده است.

سال گذشته، هزینه هم‌تراز تولید برق خورشیدی (LCOE) به حدود دو سنت آمریکا به ازای هر کیلووات ساعت کاهش یافت. با توجه به اینکه انتقال برق از نیروگاه‌های خورشیدی مستقر در بیابان‌های غرب چین به مناطق صنعتی شرق می‌تواند هزینه برق را تقریباً دو برابر کند، منطقی‌ترین راهکار، استقرار مراکز داده در همان مناطق غربی و در مجاورت نیروگاه‌های خورشیدی است.

در همین حال، فناوری‌های جدید ذخیره‌سازی انرژی نیز در حال رفع مشکلات مربوط به پایداری و کیفیت برق خورشیدی هستند. باتری‌های سدیم-یونی با عمر بیش از ۱۰ هزار چرخه شارژ اکنون به تولید انبوه رسیده و با قیمتی کمتر از ۲۰ دلار به ازای هر کیلووات ساعت عرضه می‌شوند. به این ترتیب، هزینه ذخیره‌سازی انرژی نیز در حال تبدیل شدن به بخشی ناچیز از کل هزینه تولید برق است.

علاوه بر این، هزینه سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های خورشیدی همچنان ظرفیت کاهش بیشتری دارد. پنل‌های خورشیدی تنها بخشی از هزینه کل پروژه را تشکیل می‌دهند و هزینه سایر تجهیزات و عملیات ساخت‌وساز هنوز به اندازه کافی کاهش نیافته است. استفاده از اتوماسیون، مواد اولیه ارزان‌تر و مدیریت مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند این هزینه‌ها را تا نصف کاهش دهد. برآورد نویسنده این است که در آینده هزینه تولید برق خورشیدی حتی به یک سنت آمریکا به ازای هر کیلووات ساعت نیز خواهد رسید.

در حوزه انرژی بادی نیز روند مشابهی در جریان است. با افزایش ظرفیت تولید توربین‌ها، هزینه سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد و برق بادی می‌تواند در کنار برق خورشیدی، نیاز به ذخیره‌سازی انرژی را نیز کاهش دهد.

در سال گذشته، تولید برق خورشیدی چین حدود ۳۳۴ میلیارد کیلووات ساعت و برق بادی آن ۱۳۰ میلیارد کیلووات ساعت افزایش یافت. این دو منبع تقریباً تمام رشد تولید برق چین در آن سال را تشکیل دادند. در مقابل، آژانس بین‌المللی انرژی برآورد کرده است که مراکز داده جهان در سال ۲۰۲۴ حدود ۴۱۵ میلیارد کیلووات ساعت برق مصرف کرده‌اند و مصرف آن‌ها طی چند سال اخیر سالانه حدود ۱۲ درصد رشد داشته است.

با ادامه توسعه سریع ظرفیت انرژی خورشیدی و بادی در چین، این کشور ممکن است در آینده نزدیک بتواند برق مورد نیاز فعالیت‌های هوش مصنوعی در سراسر جهان را نیز تأمین کند.

در مقابل، کل تولید برق آمریکا در سال گذشته حدود ۴.۴۳ تریلیون کیلووات ساعت بود؛ رقمی که از سال ۲۰۱۰ تاکنون تنها حدود ۷ درصد افزایش یافته، یعنی کمتر از نیم درصد رشد سالانه. بنابراین، آمریکا ظرفیت چندانی برای جهش بزرگ در تولید برق ندارد. این در حالی است که تولید برق چین در سال ۲۰۲۵ به حدود ۱۰.۴ تریلیون کیلووات ساعت رسید.

افزون بر این، قیمت برق در آمریکا حدود ۲.۵ برابر چین است و انتظار می‌رود این فاصله در آینده بیشتر نیز شود؛ زیرا قیمت برق در آمریکا روندی افزایشی دارد، در حالی که در چین احتمالاً همچنان کاهش خواهد یافت. از این منظر، آمریکا توان رقابت با چین را نه از نظر حجم تولید برق و نه از نظر هزینه آن ندارد.

مدیران شرکت‌های هوش مصنوعی آمریکا نیز به این واقعیت واقف‌اند و به همین دلیل برنامه‌های بزرگی برای احداث مراکز داده در خاورمیانه

با هدف بهره‌گیری از منابع فراوان گاز طبیعی منطقه در دست اجرا دارند. اما چین هم‌اکنون برق را با هزینه‌ای حدود دو سنت به ازای هر کیلووات ساعت تولید می‌کند و ممکن است طی 5 تا 10 سال آینده این رقم را به نصف کاهش دهد. حتی اگر کشورهای حوزه خلیج فارس گاز را رایگان در اختیار پروژه‌ها قرار دهند، تنها هزینه سرمایه‌گذاری اولیه این مراکز داده، قیمت تمام‌شده برق را افزایش خواهد داد.

جنگ علیه ایران نیز آسیب‌پذیری این راهبرد را آشکار کرد؛ چراکه برخی مراکز داده در جریان درگیری‌ها هدف حمله قرار گرفتند. این مراکز تنها در صورتی می‌توانند در بلندمدت امنیت کافی داشته باشند که آمریکا و ایران به یک توافق صلح پایدار دست یابند. با توجه به اینکه واشنگتن بیش از چهار دهه در پی تضعیف نظام ایران بوده است، احتمال کنار گذاشتن این سیاست اندک به نظر می‌رسد. در نتیجه، مراکز داده آمریکا در منطقه احتمالاً هرگز از امنیت مطلوب برای فعالیت‌های تجاری برخوردار نخواهند شد.

در نهایت، تبدیل شدن مدل‌های هوش مصنوعی به یک کالای عمومی، آمریکا را نیز ناگزیر به حرکت به سمت مدل‌های متن‌باز خواهد کرد؛ زیرا مدل‌های متن‌بسته دیگر توان رقابت در بازار را نخواهند داشت. این تحول، ارزش‌گذاری‌های نجومی شرکت‌های هوش مصنوعی آمریکا را نیز زیر سؤال می‌برد و ممکن است بخش عمده‌ای از آن صرفاً حبابی باشد. حتی احتمال دارد این حباب تا پایان سال جاری ترکیده و تریلیون‌ها دلار ثروت کاغذی از بین برود؛ رخدادی که می‌تواند اقتصاد جهانی را وارد یک رکود عمیق کند.



جهش سودآوری غول‌های لیتیوم چین همزمان با رونق گذار انرژی



دو تولیدکننده بزرگ لیتیوم چین، با وجود افت قیمت سهامشان، انتظار دارند در گزارش عملکرد نیمه نخست سال جاری از جهش چشمگیر سودآوری خبر دهند؛ رشدی که در برخی موارد به حدود ۵۰ برابر می‌رسد و ناشی از افزایش تقاضای جهانی برای گذار انرژی و امنیت انرژی است. به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، شرکت تیانچی لیتیوم در گزارشی به بورس شنژن اعلام کرد سود خالص این شرکت در شش‌ماهه منتهی به ۳۰ ژوئن بین ۲.۸۵ تا ۴.۲۵ میلیارد یوان (حدود ۴۲۰ میلیون دلار) خواهد بود که نسبت به مدت مشابه سال قبل ۳۲۷۶ تا ۴۹۳۵ درصد افزایش نشان می‌دهد.

این شرکت اعلام کرد: «رشد صنعت انرژی‌های نو و افزایش تقاضای صنایع پایین‌دستی موجب شد میانگین قیمت فروش محصولات اصلی لیتیومی شرکت نسبت به سال گذشته به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد.» تیانچی مالک بزرگ‌ترین منابع آب‌گرم لیتیوم جهان در شیلی و بزرگ‌ترین معدن سنگ سخت لیتیوم در استرالیاست و یکی از تولیدکنندگان اصلی مواد شیمیایی لیتیوم به‌شمار می‌رود.

در همین حال، شرکت لیتیوم گانفنگ نیز پیش‌بینی کرد سود خالص نیمه نخست سال به ۳.۶۵ تا ۴.۶ میلیارد یوان برسد؛ در حالی که این شرکت در مدت مشابه سال گذشته ۵۳۱ میلیون یوان زیان ثبت کرده بود. این تحول همچنین به دو سال متوالی زیان در گزارش‌های میان‌دوره‌ای پایان می‌دهد.

گانفنگ، بزرگ‌ترین تولیدکننده فلز لیتیوم و ترکیبات لیتیومی جهان، اعلام کرد علاوه بر رشد صنعت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر، رونق بازار ذخیره‌سازی انرژی نیز با افزایش چشمگیر فروش باتری‌های لیتیومی، نقش مهمی در بهبود سودآوری این شرکت داشته است. این شرکت علاوه بر مواد اولیه، خود نیز تولیدکننده باتری‌های لیتیومی است.

این شرکت پیش‌تر در ماه مه اعلام کرده بود که به‌دلیل موج سرمایه‌گذاری جهانی در سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی و مراکز داده هوش مصنوعی، سفارش‌هایش تا نیمه نخست سال ۲۰۲۷ تکمیل شده است.

با این حال، بازار سهام واکنش مثبتی نشان نداد؛ سهام تیانچی در بورس هنگ‌کنگ ۲.۸ درصد و سهام گانفنگ ۴.۱ درصد کاهش یافت.

از ابتدای سال جاری تاکنون نیز عملکرد سهام این دو شرکت ضعیف‌تر از شاخص بازار بوده است؛ به‌گونه‌ای که ارزش سهام تیانچی ۳۶.۶ درصد

و گانفنگ ۲۶ درصد افت کرده است. دلیل اصلی این وضعیت، انتقال سرمایه‌گذاران جهانی به زنجیره تأمین نیمه‌هادی‌ها در پی افزایش دوباره خوش‌بینی نسبت به هوش مصنوعی عنوان شده است. در همین حال، شوک‌های انرژی ناشی از درگیری‌های خاورمیانه نیز تقاضا برای خودروهای برقی و سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی مبتنی بر باتری را افزایش داده است؛ حوزه‌ای که تولیدکنندگان چینی در آن جایگاه مسلطی دارند.

همزمان، محدودیت دسترسی به معادن لیتیوم در نتیجه سیاست‌های ملی‌گرایانه منابع، قیمت کربنات لیتیوم - یکی از مواد اولیه اصلی باتری - را در چین تا اواسط ماه مه به بیش از ۲۰۰ هزار یوان در هر تن رساند؛ رقمی که نسبت به کف حدود ۶۲ هزار یوانی در ژوئیه ۲۰۲۵، بیش از ۲۳۰ درصد افزایش داشت.

اگرچه قیمت‌ها در هفته‌های اخیر کاهش یافته‌اند، اما قیمت پایانی یعنی ۱۵۳ هزار و ۱۸۰ یوان در هر تن همچنان نزدیک به ۱۵۰ درصد بالاتر از پایین‌ترین سطح ثبت‌شده یک سال قبل است. با وجود این جهش سودآوری، سود شرکت‌های تیانچی و گانفنگ هنوز به سطح سال ۲۰۲۳ نرسیده است؛ زمانی که قیمت کربنات لیتیوم پس از اوج‌گیری تا ۶۰۰ هزار یوان در هر تن در اواخر سال ۲۰۲۲، تا سپتامبر ۲۰۲۳ همچنان بالاتر از ۲۰۰ هزار یوان باقی مانده بود.



گام بلند چین برای تجاری سازی پنل های خورشیدی پروسکایتی



یک تیم پژوهشی به رهبری چین یکی از آخرین موانع عمده در مسیر تجاری سازی امیدبخش ترین جایگزین فناوری متداول خورشیدی سیلیکونی را پشت سر گذاشته است؛ دستاوردی که می تواند راه را برای تولید صنعتی نسل جدید پنل های خورشیدی ارزان تر و پربازده تر هموار کند.

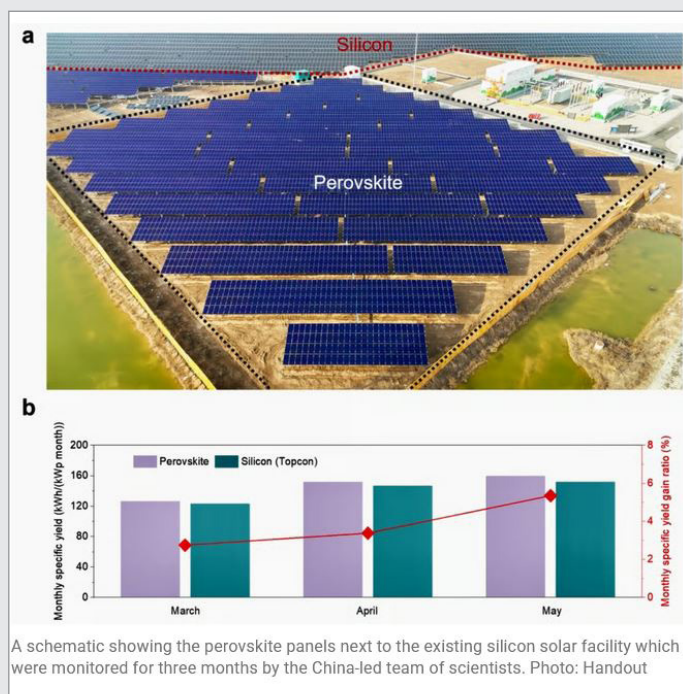
به گزارش ساوت چاینا مورنینگ پست، پژوهشگرانی از چین و کانادا به رهبری دانشگاه نانجینگ، پوششی فوق پایدار برای پروسکایت (Per-ovskite) توسعه داده اند. پروسکایت ماده ای فوق نازک و سبک است که می توان آن را روی سطوح بزرگ چاپ کرد. پوشش جدید برای ترمیم نقص های بسیار ریزی طراحی شده که موجب اتلاف انرژی الکتریکی می شوند.

پنل پروسکایتی ساخته شده توسط پژوهشگران که تقریباً به اندازه یک میز غذاخوری است، به بازده ۲۲ درصدی و توان خروجی ۱۵۸.۴ وات دست یافت. این پنل همچنین توانست شرایط سخت مورد نیاز برای کاربرد تجاری، از جمله گرما، رطوبت و تغییرات شدید دما را تحمل کند؛ عملکردی که در این ابعاد، رکوردی برای این فناوری محسوب می‌شود. پژوهشگران این فناوری را خارج از محیط آزمایشگاه نیز آزمایش کردند. آنها یک سامانه خورشیدی پروسکایتی با ظرفیت یک مگاوات را در کنار یک تأسیسات خورشیدی سیلیکونی ۳.۵ مگاواتی در یک نیروگاه خورشیدی نصب کردند.

پژوهشگران عملکرد دو سامانه را به مدت سه ماه زیر نظر گرفتند و دریافتند که با در نظر گرفتن ظرفیت نصب شده یکسان، سامانه پروسکایتی به طور مداوم برق بیشتری تولید کرده است. در ماه مارس، سامانه پروسکایتی ۳.۴۲ درصد، در آوریل ۳.۷۹ درصد و در ماه مه ۵.۸۱ درصد بیشتر از سامانه سیلیکونی برق تولید کرد. با افزایش دما و شدت تابش خورشید، برتری پروسکایت نیز بیشتر شد. نتایج این مطالعه، روشی مقاوم و آماده برای صنعت برای ساخت ماژول‌های خورشیدی پروسکایتی بزرگ ارائه می‌کند و مسیر روشنی را به سوی تولید در مقیاس صنعتی ترسیم کرده است. پنل‌های خورشیدی با استفاده از نور خورشید برای آزاد کردن الکترون‌ها در یک ماده نیمه‌رسانا، جریان الکتریکی ایجاد می‌کنند. انرژی خورشیدی که سریع‌ترین منبع در حال رشد برای تولید برق جدید در جهان است، سال گذشته بیش از ۸ درصد برق جهان را تأمین کرد و انتظار می‌رود در سال ۲۰۲۶ از انرژی بادی و هسته‌ای پیشی بگیرد.

چین با فاصله زیاد بزرگ‌ترین بازیگر این صنعت است و حدود ۸۰ درصد ظرفیت تولید پنل‌های خورشیدی جهان را در اختیار دارد. این کشور همچنین بر زنجیره تأمین بسیاری از اجزای کلیدی این صنعت تسلط دارد.

تقریباً تمام پنل‌های خورشیدی موجود از سیلیکون ساخته می‌شوند؛ ماده‌ای فراوان و بسیار بادوام که طی چند دهه توسعه صنعتی، فناوری تولید آن به بلوغ بالایی رسیده است.



با این حال، تولید این پنل‌ها به سیلیکون با خلوص بسیار بالا و فرآیندهای پرمصرف انرژی نیاز دارد. علاوه بر این، سلول‌های سیلیکونی سخت و شکننده هستند و در نتیجه پنل‌های نهایی سنگین و انعطاف‌ناپذیرند. در سال‌های اخیر، پروسکایت‌ها که معمولاً از عناصری مانند سرب و ید ساخته می‌شوند، به مهم‌ترین رقیب فناوری سیلیکونی تبدیل شده‌اند. این مواد را می‌توان با پخش کردن لایه‌ای بسیار نازک از یک مخلوط مایع تولید کرد؛ روشی که می‌تواند فرآیند ساخت را ساده‌تر و ارزان‌تر کند. سلول‌های پروسکایتی در محیط آزمایشگاهی به سرعت به بازدهی قابل مقایسه با سلول‌های سیلیکونی رسیده‌اند. با این حال، حفظ همین عملکرد در پنل‌های بسیار بزرگ‌تر دشوار بوده است. یکی از دلایل این مشکل، پوشش‌های محافظ مورد استفاده در سلول‌های کوچک است که به رطوبت حساس‌اند و اعمال یکنواخت آنها روی سطوح بزرگ دشوار است.

پژوهشگران دانشگاه نانجینگ و همکارانشان پیش‌تر موفق شده بودند پنل‌های پروسکایتی در مقیاس یک متر تولید کنند، اما بازده آنها تنها ۱۷.۲ درصد بود و در مقایسه با رقبای سیلیکونی پربازده فاصله قابل توجهی داشتند.

برای رفع نقص‌های بسیار کوچک سطحی که بازده را محدود می‌کردند، تیم پژوهشی در مطالعه جدید شیوه پوشش محافظ را از نو طراحی کرد. آنها روشی توسعه دادند که در آن، هم‌زمان با شکل‌گیری پروسکایت، یک فک حاوی ید به‌طور طبیعی در سطح ماده متمرکز می‌شود و بستری یکنواخت برای اعمال پوشش دوم، ساخته‌شده از کربوکسیلات‌های سرب، ایجاد می‌کند.

پژوهشگران دریافته‌اند که برخلاف پوشش‌های متداول که در برابر رطوبت آسیب‌پذیرند، روش جدید پیوندهای شیمیایی پایداری با سطح ایجاد می‌کند و نقص‌ها را در سراسر پنل‌های بزرگ به‌صورت یکنواخت‌تری برطرف می‌سازد.

این روش همچنین موجب انتقال کارآمدتر بارهای الکتریکی شده و از ماده در برابر رطوبت، گرما و قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض نور خورشید محافظت می‌کند.

پس از ۱۳۰۰ ساعت قرار گرفتن در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصدی، پنل‌هایی که از پوشش متداول استفاده می‌کردند ۳۹ درصد از بازده خود را از دست دادند؛ در حالی که افت بازده پنل‌های دارای پوشش جدید تنها ۲ درصد بود.

این مطالعه همچنین نشان داد پس از ۳۰۰ چرخه تغییر دما بین منفی ۴۰ تا مثبت ۸۵ درجه سانتی‌گراد، تقریباً هیچ افتی در بازده پنل‌های آزمایشی مشاهده نشد. این پنل‌ها همچنین مجموعه کامل آزمون‌های بین‌المللی قابلیت اطمینان مورد نیاز برای سامانه‌های خورشیدی تجاری را با موفقیت پشت سر گذاشتند.

این نتایج، بهترین عملکرد ثبت‌شده تاکنون برای فناوری پروسکایتی طراحی‌شده با هدف تولید در مقیاس صنعتی محسوب می‌شود. اگر بتوان این عملکرد را به‌طور پایدار در خطوط تولید بزرگ‌تر تکرار کرد و دوام آن را طی سال‌ها بهره‌برداری حفظ کرد، فناوری پروسکایت یک گام مهم دیگر به رقابت مستقیم با سیلیکون در صنعت جهانی انرژی خورشیدی نزدیک خواهد شد.

دفتر همکاری فناوری سفارت جمهوری اسلامی ایران در پکن

با همکاری:

گروه مطالعاتی چین نگار



 www.chinnegar.com

 [@chinnegar](https://t.me/chinnegar)

 www.techchina.ir

 info@techchina.ir

 [@fanavarichin](https://t.me/fanavarichin)

 [@fanavarichin](https://t.me/fanavarichin)

فصلنامه‌ها گ

گروه مطالعاتی چین نگار:



فصلنامه سلامت و کساورزی چین



فصلنامه هوا فضی چین

و صنعت دریایی چین





سفارت جمهوری اسلامی ایران - پکن

Embassy of the I.R. of Iran—Beijing

