گزارش خبری

مزارع نیکل در یک نگاه

استارت‌آپ فرانسوی «ژنومااینز» با تلفیق زیست‌فناوری و متالورژی، راه‌حلی برای پارادوکس گذار سبز یافته است: استخراج نیکل باتری نه با ماشین‌آلات آلاینده، بلکه از ریشه‌های گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی. این روش با هزینه‌ای کمتر، راه‌اندازی سریع‌تر و بدون تخریب اکولوژیک، خاک‌های سمی را پالایش می‌کند و در صورت مقیاس‌پذیری، می‌تواند زنجیره تأمین انرژی پاک را بنیادین دگرگون سازد.

بزرگ‌ترین پارادوکس قرن بیست‌ویکم در اعماق خاک نهفته است: جهان برای رهایی از سوخت‌های فسیلی و چرخش به‌سوی انرژی پاک، به حجم عظیمی از باتری نیاز دارد؛ اما تأمین مواد اولیه این باتری‌ها مستلزم شکافتن زمین، ویرانی بوم‌سازگان‌ها و برجا گذاشتن ردپای سنگین کربنی است. استخراج نیکل، یکی از ارکان حیاتی باتری خودروهای برقی و ستون فقرات فولاد ضدزنگ، نماد بارز این تناقض به شمار می‌رود. مدل‌های سنتی استخراج نیازمند میلیاردها دلار سرمایه‌گذاری اولیه، سال‌ها زمان فرسایشی برای راه‌اندازی و پذیرش هزینه‌های گزاف محیط‌زیستی و انسانی در جوامع محلی هستند؛ بهایی سنگین که گویی نجات اقلیم را به زخمی تازه بر پیکر زمین مشروط می‌کند. با این حال، اگر پاسخ این تنگنای پیچیده صنعتی نه در غرش ماشین‌آلات غول‌پیکر معدنی، بلکه در ریشه‌های ظریف و مهندسی‌شده یک گل نهفته باشد چه؟

این همان پرسشی است که استارت‌آپ فرانسوی «ژنومااینز» در کانون مدل کسب‌وکار جسورانه خود قرار داده است. این شرکت پاریسی که در سال ۲۰۲۱ توسط فابین کوتچکیان و دکتر دالی رشید پایه‌گذاری شد، در پی بازتعریف مرزهای میان زیست‌فناوری و متالورژی است. راهکار پیشنهادی آن‌ها فرایندی موسوم به «فیتومینرالیزاسیون» یا استخراج گیاهی است؛ فناوری نامتمرکز و کم‌کربنی که با اتکا به گیاهان مهندسی‌ژنتیک‌شده، فلزات سنگین را مستقیماً از دل خاک جذب و در بافت‌های خود ذخیره می‌کند. ژنومااینز با تبدیل ریشه‌ها به پالایشگاه‌هایی زنده، درصدد است بدون تخریب اکولوژیک، بن‌بست‌های ژئوپلیتیک و هزینه‌های سرسام‌آور استخراج سنتی را پشت سر بگذارد.

دانشمندان ژنومااینز با تکیه بر ابزارهای ویرایش ژنتیکی، گونه‌هایی از گیاهان خانواده گل‌مینا را بازطراحی کرده‌اند تا اشتهای خاک‌خواری آن‌ها برای جذب نیکل به‌شدت تقویت شود. این گیاهان در مناطقی کاشته می‌شوند که خاک آن در یک «منطقه خاکستری اقتصادی» گرفتار است: غلظت فلز آن‌چنان اندک است که استخراج سنتی توجیه مالی ندارد، اما هم‌زمان چنان سمی است که کشاورزی در آن ناممکن است. بوته‌ها ظرف چهار تا شش ماه رشد می‌کنند و ریشه‌هایشان همچون پمپ‌های زیستی، نیکل را به اندام‌های هوایی می‌فرستند. پس از درو، گیاهان خشک شده و با حرارت به اکسید نیکل با گرید باتری بدل می‌شوند. به گفته کوتچکیان، غلظت نیکل انباشته‌شده در زیست‌توده این گیاهان به رکورد قابل‌توجه ۷.۶ درصد رسیده است؛ عیاری که حتی از بسیاری از معادن غنی زیرزمینی بالاتر است.

صرفه‌جویی‌های اقتصادی این روش نیز به‌اندازه علم بیوتکنولوژی آن چشمگیر است. راه‌اندازی یک مجتمع معدنی متداول نیکل پروژه‌ای سرمایه‌بر و فرسایشی است که غالباً بیش از یک دهه زمان می‌برد؛ در حالی که سایت‌های گیاهی ژنومااینز ظرف تنها یک تا دو سال به بهره‌برداری می‌رسند و زیرساخت بسیار سبکی می‌طلبند. افزون بر این، درحالی‌که فرآیند رشد گیاهان بخشی از کربن جو را نیز تثبیت می‌کند، برآوردها نشان می‌دهد هزینه نهایی تولید اکسید نیکل در این فرآیند حدود ۱۰ هزار دلار در هر تن خواهد بود؛ رقمی که شکافی معنادار با میانگین ۱۶ هزار دلاری صنعت سنتی دارد.

این مزیت‌ها شرکت را از آزمایشگاه به مزارع عملیاتی کشانده است. ژنومااینز پس از جذب ۴۵ میلیون دلار سرمایه، اکنون پروژه پایلوت خود را در آفریقای جنوبی به راه انداخته؛ کشوری با پهنه‌های وسیع از خاک‌های غنی از نیکل که برای هر کشت دیگری بی‌ثمر مانده‌اند. هم‌زمان، این نوآوری می‌تواند پاسخی به بحران‌های حقوق بشری و اجتماعی پیرامون زنجیره‌های تأمین فلزات باشد؛ بحرانی که ورونیکا کیب، رئیس عفو بین‌الملل در فیلیپین، آن را بار سنگین جوامع بومی در مسابقه جهانی مواد معدنی توصیف کرده است. با این همه، سنجش نهایی این ایده در مقیاس رقم خواهد خورد. طبق اهداف توافق پاریس، تا سال ۲۰۴۰ تقاضا برای استخراج فلزات باید شش برابر شود؛ ابعادی که تردیدهایی جدی درباره کفایت مزارع بیولوژیک ایجاد می‌کند. مدیران ژنومااینز تخمین می‌زنند که حدود ۳۰ تا ۴۰ میلیون هکتار زمین با پتانسیل استخراج گیاهی در جهان پراکنده است؛ خاکی که در صورت استقرار کامل این روش، می‌تواند خروجی نیکل جهان را به ۷ تا ۱۴ برابر ظرفیت کنونی معادن سنتی برساند.

اگر این فناوری زیستی بتواند چالش‌های مقیاس‌پذیری صنعتی را پشت سر بگذارد، چهره زنجیره تأمین باتری خودروهای برقی دیگر شبیه به گودال‌های پر گردوغبار و دودآلود روباز نخواهد بود؛ بلکه به مزارعی سرسبز بدل خواهد شد که در سکوت، عناصر آینده پاک را درو می‌کنند.

صمت از انتقال رقابت واشنگتن و پکن به زنجیره مواد معدنی راهبردی گزارش می‌دهد؛

نبردی فراتر از استخراج

گروه معدن
editor@smtnews.ir

محدودیت‌های صادراتی چین بر عناصر نادر خاکی، رقابت قدرت‌های بزرگ را از میدان تجارت به عرصه امنیت ملی و سیاست صنعتی کشانده است. آمریکا که سال‌ها به زنجیره تأمین ارزان‌قیمت چین متکی بود، اکنون با تزریق میلیاردها دلار سرمایه و ائتلاف‌سازی با کشورهایی چون استرالیا، ژاپن، عربستان و مالزی، در پی ایجاد مسیرهای جایگزین برای استخراج و فرآوری این عناصر است. با این حال، فاصله میان سرمایه‌گذاری و دستیابی به ظرفیت صنعتی مستقل همچنان قابل‌توجه است. صمت در این گزارش، ابعاد تلاش آمریکا برای کاهش وابستگی به چین و سناریوهای پیش‌روی رقابت بر سر عناصر نادر خاکی را بررسی می‌کند.



سرمایه‌داری دولتی آمریکا در برابر انحصار معدنی چین

سرمایه‌داری آمریکایی که دهه‌ها به سازوکار بازار آزاد می‌بالید، در برابر انحصار چین بر عناصر نادر خاکی، ناچار به پذیرش دست سنگین سیاست صنعتی شده است. واشنگتن با تزریق میلیاردها دلار نقدینگی و احیای کاپیتالیسم دولتی، به همراه شبکه‌ای از متحدان استراتژیک از توکیو و کانبرا تا ریاض و کوالالامپور، تهاجمی همه‌جانبه را برای بازطراحی نقشه متالورژی جهان آغاز کرده است؛ نبردی پرهزینه که هدف آن قطع بند ناف وابستگی غرب به کوره‌های چینی و بازتعریف امنیت ملی در عصر رقابت‌های فناورانه است.

چرخش واشنگتن از بازار آزاد به سیاست صنعتی

سرمایه‌داری آمریکایی همواره به دست نامرئی بازار باليده است؛ اما وقتی پای انحصار چین بر عناصر نادر خاکی به میان می‌آید، واشنگتن ترجیح می‌دهد دست بسیار مرئی و سنگین دولت را روی میز بگذارد. از اواخر سال ۲۰۲۴، کاخ سفید با آگاهی کامل از ترکش‌های تلافی‌جویانه پکن، دست به یک چرخش تاریخی زد: تدوین یک راهبرد دوپایه که یک پای آن در دیپلماسی تهاجمی برای قفل‌کردن زنجیره‌های تأمین جهانی قرار دارد و پای دیگرش در بازگشت بی‌پروا به «سیاست صنعتی» در خاک آمریکا؛ از دهانه تاریک معادن تا پیچیده‌ترین خطوط تولید آهنرباهای فوق‌پیشرفته. طبق برآورد مرکز مطالعات راهبردی و بین‌المللی (CSIS) پنج نهاد فدرال، از پنتاگون و وزارت انرژی گرفته تا بانک اکسیم و شرکت توسعه مالی، کنسرسیومی دولتی تشکیل داده و تاکنون بیش از ۷.۳ میلیارد دلار نقدینگی به این شریان حیاتی تزریق کرده‌اند. این بسته سیاستی سنگین با چند ابزار نامتعارف وارد میدان عمل شده است: تنها چند ماه پس از نخستین اخطارها و محدودیت‌های صادراتی چین، وزارت دفاع آمریکا در ژوئیه ۲۰۲۵ دست به اقدامی زد که زمانی کفر مطلق اقتصادی تلقی می‌شد: تزریق ۴۰۰ میلیون دلار به شرکت MP Materials و تبدیل‌شدن به بزرگ‌ترین سهامدار آن. پنتاگون فراتر از خرید سهم، دست به نوعی مهندسی بازار زد و کف قیمتی ۱۱۰ دلار به ازای هر کیلوگرم اکسید نئودیمیم-پرازئودیمیم (NdPr) را برای یک دهه تضمین کرد؛ سپری دفاعی برای خنثی‌کردن حربه کلاسیک پکن در دامپینگ و سرکوب مصنوعی قیمت‌ها. دفتر سرمایه استراتژیک پنتاگون با وامی ۱۵۰ میلیون دلاری، خط اعتباری توسعه تأسیسات مانتین پس (Mountain Pass) در کالیفرنیا را گشود تا ظرفیت جداسازی عناصر سنگین و گلوگاهی در خاک آمریکا کلید بخورد. هم‌زمان با رونمایی شرکت از سایت دوم تولید آهنربای موسوم به تأسیسات X۱۰، دولت فدرال بزرگ‌ترین ریسک هر کسب‌وکار صنعتی یعنی «تقاضا» را محو کرد: تعهد خرید ۱۰۰ درصدی تمام آهنرباهای تولیدی این کارخانه در قالب قراردادی تضمینی و ده‌ساله. چتر حمایتی واشنگتن به همین‌جا ختم نشد. وزارت دفاع بسته‌ای ۶۲۰ میلیون دلاری را به تولید نهایی آهنربا اختصاص داد و مبالغی چون ۱۸.۴ میلیون دلار برای توسعه تأسیسات فرآوری در لوئیزیانا و ۱۰ میلیون دلار برای پروژه الک کریک (Elk Creek) کنار گذاشت. در ضلع دیگر، وزارت بازرگانی از محل اعتبارات قانون تراشه (CHIPS Act) یک بسته ۱.۶ میلیارد دلاری شامل تسهیلات بدهی و سرمایه‌ای را به شرکت USA Rare Earth تزریق کرد تا هم معدن راندتاپ در تگزاس جان بگیرد و هم چرخه ساخت آهنرباهای دائمی در اوکلاهما تکمیل شود.

رقابت ایالات متحده و چین بر سر عناصر نادر خاکی، اکنون از فاز یک نزاع تجاریِ ساده گذشته و به یک بازی راهبردیِ پیچیده تبدیل شده است

اعتراف اندیشکده‌های حاکمیتی چین نشان می‌دهد که حتی با وجود زیرساخت‌های فرآوری عمیق و هزینه‌های ارزان‌تر پکن، اراده سیاسی غرب برای ایجاد زنجیره‌های موازی، سهم بازار چین را مرحله‌به‌مرحله تحلیل خواهد برد

ضرب‌الاجل ۲۰۲۷ برای قطع وابستگی نظامی به چین

در این میان یک اولتیماتوم سختگیرانه نیز به گوش می‌رسد. وزارت دفاع آمریکا تاریخ اول ژانویه ۲۰۲۷ را به عنوان خط قرمز خود ترسیم کرده است: از این تاریخ، پیمانکاران نظامی اجازه ندارند حتی یک گرم از آهنرباهای تولیدشده با منشأ کشورهای «محدودشده» (چین، روسیه، ایران و کره شمالی) استفاده کنند. این یک نبرد نابرابر میان اراده سیاسی و سرعت توسعه صنعتی است. تحلیل‌گران با نگاهی به کندی ذاتی پروژه‌های معدنی و فرآوری، هشداری می‌دهند که اجرای این الزام در موعد مقرر، بدون یک جهش تکنولوژیک و لجستیکی خیره‌کننده در ماه‌های پیش رو، همچون راندن یک خودروی سنگین در جاده‌ای است که زیرساختش هنوز تمام نشده است.

ائتلاف‌سازی معدنی؛ از استرالیا تا عربستان

واشنگتن به‌خوبی می‌داند که سنگر انحصار چین تنها با شمشیر خودکفایی کامل فتح نمی‌شود. به همین دلیل، استراتژیست‌ها نقشه‌ای هوشمندانه‌تر ترسیم کرده‌اند: ائتلاف‌سازی چندجانبه. در این معماری جدید، چهار شریک کلیدی، استرالیا، عربستان سعودی، ژاپن و مالزی، به حلقه‌های یک زنجیره‌ی ناقص تبدیل می‌شوند که قرار است قوس ملت‌های غربی را حول محور فلزات کمیاب تکمیل کنند.

استرالیا در این شطرنج جدید، بی‌رقیب‌ترین پایگاه عملیاتی ایالات متحده محسوب می‌شود. امضای «چارچوب مواد معدنی حیاتی» در اکتبر ۲۰۲۵ میان دو کشور، نقطه آغاز بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود و کلنگ‌زنی پروژه‌های جدید از سال ۲۰۲۶ بود. آمارها نشان می‌دهد استرالیا در سال ۲۰۲۴ با جذب ۶۴ میلیون دلار سرمایه‌گذاری (معادل ۴۵ درصد از کل بودجه اکتشاف جهانی عناصر نادر خاکی) و هدایت ۸۹ پروژه فعال، پنج برابر بیشتر از رقیبی مانند برزیل سرمایه جذب کرد. استرالیا به‌عنوان چهارمین تولیدکننده بزرگ جهان، تنها به خروج سنگ‌معدن خام قناعت نکرده است. تخصیص وام ۱.۲۵ میلیارد دلاری دولت استرالیا به شرکت «ایلوکا ریسورسز» (Iluka Resources) برای احداث پالایشگاه فرآوری میانی با تضمین خرید شرکای متحد، نشان داد که کانبرا گام دوم را استوار برداشته است.

ورود عربستان سعودی به این ائتلاف، توازن ژئوپلیتیک معادن را وارد مرحله تازه‌ای کرد. امضای «چارچوب راهبردی همکاری» میان ریاض و واشنگتن در نوامبر ۲۰۲۵ برای تامین اورانیوم، مواد معدنی حیاتی و آهنرباهای دائمی، نشان از خروج تدریجی پادشاهی از زیر سایه درآمد محض نفتی دارد. کانسار «جبل‌سید» (Jabal Sayid) با برآورد ۵۵۲ هزار تن عناصر سنگین (مانند دیسپروزیم و تربیم) و ۳۵۵ هزار تن عناصر سبک (نظیر نئودیمیم و پرازئودیمیم)، یکی از ارزشمندترین دارایی‌های معدنی جهان شناخته می‌شود. فراتر از ذخایر زیرزمینی، ریاض در حال تبدیل شدن به نزدیک‌ترین هاب فرآوری برای ۵ کشور از ۱۰ کشور برتر جذب‌کننده سرمایه اکتشاف در سال ۲۰۲۴ (شامل مالاوی، نامیبیا، آفریقای جنوبی، اوگاندا و خود عربستان) است. در این میان، شراکت سه‌جانبه میان وزارت دفاع آمریکا، شرکت معدنی «معادن» (Maaden) و شرکت آمریکایی «ام‌پی متریالز» (MP Materials)، شاکله اصلی گزینه‌های جایگزین خارج از سلطه چین را شکل خواهد داد.

سال ۲۰۲۵ برای کوالالامپور سال تثبیت جایگاه در نقشه متالورژی جهان بود. مالزی با تولید تجاری اکسید دیسپروزیم در تأسیسات خود، عنوان نخستین کشور خارج از چین را در عرضه این عنصر نادر خاکی سنگین و حیاتی برای صنایع دفاعی از آن خود کرد. هم‌زمان، دیپلماسی تجاری میان واشنگتن و کوالالامپور با امضای تفاهم‌نامه مواد معدنی حیاتی و توافق تجارت متقابل به اوج رسید؛ پیمانی که بر اساس آن مالزی متعهد شد هیچ‌گونه ممنوعیت یا سهمیه‌بندی بر صادرات عناصر نادر خاکی به مقصد آمریکا اعمال نکند. مزیت مالزی تنها در سایت‌های فرآوری خلاصه نمی‌شود؛ وجود کانسارهای عظیم «رس یونی» با برآورد ۱۶.۱ میلیون تن ذخیره عناصر نادر خاکی، این کشور را پس از چین (۴۴ میلیون تن) و برزیل (۲۱ میلیون تن) در رتبه سوم ذخایر جهانی نشانده است. جهش موازی ظرفیت‌های پالایشی در سال‌های آتی، این ذخایر سنگین را به یکی از مهم‌ترین برگ‌های برنده آسیایی تبدیل خواهد کرد.

تجربه ژاپن؛ تنوع‌بخشی به‌جای خودکفایی کامل

ژاپن بهای تمرکز انحصاری چین را بسیار زودتر از دیگران پرداخت. توکیو که با در اختیار داشتن ۱۵ درصد از سهم بازار جهانی آهنرباهای دائمی در خط مقدم آسیب‌پذیری از محدودیت‌های صادراتی چین قرار داشت، از سال ۲۰۱۱ استراتژی تنوع‌بخشی جغرافیایی خود را در کشورهایی چون نامیبیا، فرانسه و استرالیا فعال کرد. بازوی اصلی این برنامه، یعنی سازمان ژاپنی فلزات و امنیت انرژی (JOGMEC)، با تزریق ۲۵۰ میلیون دلار سرمایه مستقیم به شرکت Lynas، نقشی حیاتی در توسعه معدن «مانت ولد» و در نهایت تحقق تولید تاریخی دیسپروزیم در مالزی ایفا کرد. پاسخ راهبردی ژاپن به سلطه چین، بر سه پایه نوآوری فنی استوار است: توسعه فناوری‌های بازیافت و «معدن‌کاوی شهری»، بازطراحی ساختار آلیاژی آهنرباها و پیشگامی در استخراج منابع از بستر اعماق اقیانوس. تلفیق فناوری تولید آهنربا، دانش مهندسی و انضباط سرمایه‌گذاری ژاپن با تقاضای عظیم پنتاگون، دژی مستحکم در برابر اهرم فشار پکن ایجاد کرده است.

زمانی که در سال ۲۰۱۰ و در جریان مناقشه بر سر جزایر سنکاکو، پکن شیر صادرات عناصر نادر خاکی به ژاپن را بست و قیمت‌ها یک‌شبه ۱۰ برابر شد، توکیو زنگ خطری را شنید که غرب تازه پس از جنگ اوکراین متوجه آن شده است. ژاپن به‌عنوان تنها اقتصاد پیشرفته با بیش از ۱۵ سال تجربه عملی در مقابله با انحصار فلزی چین، ثابت کرده است که رهایی از این بند نیازمند الگویی ترکیبی و صبورانه است؛ الگویی که نخست‌وزیر وقت ژاپن در سال ۲۰۱۳ آن را در یک جمله خلاصه کرد: «امنیت اقتصادی همان امنیت ملی است.» توکیو برای خروج از این تنگنا، راهبرد بقای ملی خود را بر سه ستون فناورانه و نقشه راهی متوازن استوار ساخت: اول. مهندسیِ «حذف دیسپروزیم»: ژاپن به‌جای اتکای صرف به یافتن معادن جدید، صورت‌مسئله را از درون آزمایشگاه‌های صنعتی تغییر داد. همکاری «دایدو استیل» و «هوندا» برای تولید آهنرباهای فاقد دیسپروزیم و ابداع فناوری «انتشار مرزدانه‌ای» مصرف عناصر نادر را تا ۵۰ درصد کاهش داد.

دوم. معدن‌کاوی شهری: پایه دوم استراتژی ژاپن، تبدیل شهرها به ذخایر معدنی تجدیدپذیر بود. نیسان و دانشگاه واسدا با جداسازی خودکار و ذوب در ۱۴۰۰ درجه، به بازدهی ۹۸ درصدی بازیافت دست یافتند تا فلزات مستقیماً به خطوط تولید تزریق شوند.

سوم. تنوع‌بخشی ساختاری: نهاد دولتی JOGMEC، شرکت استرالیایی «لایناس» را در زمانی که در آستانه ورشکستگی قرار داشت نجات داد. توکیو همچنین دیپلماسی معدنی خود را در ویتنام، هند و قزاقستان گسترش داد و در تازه‌ترین گام، «اتحاد اعماق دریا» را با واشنگتن برای استخراج رسوبات غنی در عمق ۶۰۰۰ متری اقیانوس پایه‌ریزی کرد. نتیجه این پدافند سه‌گانه، کاهش سهم چین در تامین عناصر نادر خاکی ژاپن از نزدیک به ۹۰ درصد در سال ۲۰۱۰ به زیر ۶۰ درصد در سال ۲۰۲۶ بود. با این حال، کارشناسان این دستاورد را یک «موفقیت نیمه‌تمام» می‌دانند. ژاپن توانست منابع استخراج اولیه را متنوع کند، اما حلقه‌های فرآوری میانی و پالایش نهایی همچنان تحت تاثیر مزیت قیمتی، مقیاس تولید و پختگی فناورانه پکن باقی مانده است؛ درس بزرگی برای تصمیم‌گیران آمریکایی که نشان می‌دهد خروج کامل از سایه چین، فرآیندی پیچیده‌تر از تخصیص بودجه‌های فدرال است.

رقابت آمریکا و متحدانش با چین نشان می‌دهد که امنیت تأمین عناصر نادر خاکی به یکی از مؤلفه‌های اصلی امنیت اقتصادی و صنعتی تبدیل شده است.

با این حال، سرمایه‌گذاری و ائتلاف‌سازی به‌تنهایی برای پایان دادن به سلطه چین کافی نیست؛ توسعه فناوری، ظرفیت فرآوری و تنوع‌بخشی جغرافیایی و ساخت پالایشگاه‌های مستقل به موفقیت‌های نسبی دست می‌یابد، بدون آنکه پیوند خود را به‌طور کامل با زنجیره تأمین چین قطع کند. پکن ابزارهای کنترلی خود را نگه می‌دارد، اما برای جلوگیری از جهش فناورانه سریع‌تر غرب، از تحریم کامل اجتناب می‌ورزد. در این فضا، شوک‌ها محدود مانده و بازار به سمتی از ثبات گران‌قیمت سوق داده می‌شود. سناریوی سوم؛ تفکیک کامل زنجیره‌های تأمین: در این سناریو، رقابت آمریکا و چین به گسست کامل منتهی شده و دو زنجیره ارزش موازی شکل می‌گیرد. چین با کشورهای عضو ابتکار «کمربند و راه» ائتلافی معدنی برپا می‌کند و غرب با متمرکز ساختن سرمایه‌گذاری بر بازیافت و استخراج داخلی، بلوک مستقل خود را می‌سازد. هزینه نهایی این تفکیک فناورانه، از دست رفتن «مزیت مقیاس اقتصادی» در سطح جهان و ماندگاری تورم ساختاری در هزینه تولید صنایع پیشرفته برای هر دو بلوک خواهد بود.

کاهش سهم چین؛ نشانه تغییر نقشه عرضه جهانی

بر پایه تحلیل‌های آکادمی علوم چین، سلطه بلامنازع این کشور بر عرضه جهانی عناصر نادر خاکی روندی نزولی و پرشتاب را طی خواهد کرد. این نهاد وابسته به دولت چین برآورد کرده است که سهم پکن از تأمین مواد اولیه نادر خاکی که هم‌اکنون در سطح ۶۲ درصد قرار دارد، تا سال ۲۰۳۵ به ۲۸ درصد سقوط خواهد کرد و در افق ۲۰۴۰ به کمتر از ۲۳ درصد خواهد رسید. این افت نزدیک به ۴۰ درصدی طی ۱۵ سال، تأییدی روشن بر اثربخشی تدریجی پروژه‌های سرمایه‌گذاری مشترک آمریکا، استرالیا، ژاپن و شرکای نوظهوری همچون عربستان و مالزی است. اعتراف اندیشکده‌های حاکمیتی چین نشان می‌دهد که حتی با وجود زیرساخت‌های فرآوری عمیق و هزینه‌های ارزان‌تر پکن، اراده سیاسی غرب برای ایجاد زنجیره‌های موازی، سهم بازار چین را مرحله‌به‌مرحله تحلیل خواهد برد.

این چرخش ساختاری، مرثیه‌ای بر مدل کلاسیک تقسیم کار بین‌المللی در عصر تجارت آزاد به شمار می‌رود؛ دورانی که در آن غرب آگاهانه از هزینه‌های محیط‌زیستی و فرآوری این فلزات فاصله گرفت و چین به پالایشگاه ارزان جهان بدل شد.

پذیرش این افول ناگزیر از سوی اتاق فکر دولت چین، مسیر سناریوهای آینده را محدودتر و روشن‌تر می‌سازد. «انفجار ریسک» شاید تبی گذرا باشد، اما تعادل نهایی لاجرم در یکی از دو مدار «همزیستی مدیریت‌شده» یا «تفکیک کامل فناورانه» آرام خواهد گرفت. در این موازنه جدید، دوران سلطه انحصاری و شوک‌های یک‌طرفه به سر آمده است؛ اما بهای این تاب‌آوری استراتژیک، از میان رفتن مزیت‌های مقیاس، پایان عصر مواد اولیه ارزان و تحمیل تورم ساختاری بلندمدت بر صنایع فناوری‌محور در هر دو سوی اقیانوس آرام خواهد بود.

سخن پایانی

رقابت آمریکا و متحدانش با چین نشان می‌دهد که امنیت تأمین عناصر نادر خاکی به یکی از مؤلفه‌های اصلی امنیت اقتصادی و صنعتی تبدیل شده است.

با این حال، سرمایه‌گذاری و ائتلاف‌سازی به‌تنهایی برای پایان دادن به سلطه چین کافی نیست؛ توسعه فناوری، ظرفیت فرآوری و ایجاد تقاضای پایدار نیز ضروری است.

آینده این بازار به توان کشورها برای ساخت زنجیره‌های تأمین متنوع‌تر وابسته خواهد بود؛ مسیری که اگرچه وابستگی را کاهش می‌دهد، اما می‌تواند هزینه تولید را افزایش دهد و به دوران مواد اولیه ارزان پایان ببخشد.