گزارش خبر
NEWSREPORT

کد خبر: ۵۳۴۶۲۵
دوشنبه ۲۵ خرداد ۱۴۰۵ ۲۳:۲۱

خاکی که جهان را می‌چرخاند: عناصر نادرخاکی و سلطه پنهان فناوری مدرن

عناصر خاکی کمیاب را نباید پرونده معدن دید؛ باید پرونده معماری صنعتی دید. پرسش اول نباید این باشد که کجا ذخیره داریم؟ بلکه پرسش اول باید این باشد که کجای زنجیره می‌توانیم گلوگاه بسازیم؟ این تغییر پرسش، کل سیاست را عوض می‌کند. به جای مسابقه برای اعلام ذخایر، باید روی قابلیت سنجش، پالایش، بازیابی، استانداردسازی و اتصال به مصرف‌کننده نهایی متمرکز شد.

به گزارش پایگاه اطلاع رسانی معدن سامانه؛ در این مقاله کوتاه نگاهی خواهیم داشت به عناصر نادرخاکی و نقش حیاتی آن‌ها در فناوری‌های مدرن و زنجیره تأمین جهانی.

خاکی که جهان را می‌چرخاند

عناصر خاکی کمیاب نامی گمراه‌کننده دارند. آن‌ها گروهی از ۱۷ عنصر فلزی‌اند؛ از نئودیمیوم و دیسپروزیم تا تربیوم، ایتریوم و اسکاندیوم که لزوماً در پوسته زمین بسیار کمیاب نیستند، اما معمولاً پراکنده‌اند، جداسازی‌شان دشوار است و فرآوری آن‌ها هزینه‌بر، فنی و آلاینده است. اهمیتشان از همین‌جا آغاز می‌شود: این عناصر می‌تواند حرکت به سوی موتور خودرو برقی، باتری، توربین بادی، تجهیزات دفاعی، لیزر، فیبر نوری، گوشی هوشمند و فناوری‌های پزشکی را برای کشورهای جهان ممکن کنند. به همین دلیل در ادبیات صنعتی، گاهی آن‌ها را ویتامین‌های صنعت مدرن می‌نامند.

حال چند سیگنال را کنار هم بگذاریم. آژانس بین‌المللی انرژی، یکی از مهم‌ترین نهادهای جهان در تحلیل بازار انرژی و مواد معدنی حیاتی، گزارش می‌دهد که تقاضا برای عناصر خاکی کمیابِ مغناطیسی از ۲۰۱۵ دو برابر شده و تا ۲۰۳۰ یک‌سوم دیگر رشد می‌کند. چین در ۲۰۲۴ حدود ۶۰ درصد استخراج، ۹۱ درصد پالایش و ۹۴ درصد تولید آهنرباهای دائمی پیشرفته را در اختیار داشته است. هم‌زمان، قانون مواد خام حیاتی اتحادیه اروپا نشان می‌دهد که اروپا این موضوع را فقط یک پرونده معدنی نمی‌بیند، بلکه آن را مسئله استقلال صنعتی و امنیت زنجیره ارزش می‌داند. بر همین اساس جان کلام این شماره داستان کمیابی خاک نیست؛ بلکه پرداختن به کمیابی زنجیره‌های قابل‌اعتماد پس از خاک است.

سیاست پَساکانه

تصور رایج می‌گوید هر کشوری ذخیره معدنی داشته باشد، در بازی عناصر خاکی کمیاب دست بالا را دارد. این تصور، ساده‌انگارانه و گمراه‌کننده است. عناصر کمیاب زمین نفت نیستند که با استخراج، ارزش ژئوپلیتیک‌شان تقریباً آشکار شود. این عناصر پس از خروج از زمین تازه وارد میدان اصلی می‌شوند: جداسازی شیمیایی، پالایش، متالیزاسیون، آلیاژسازی، تولید آهنربا، مجوز صادرات، استاندارد زیست‌محیطی و قرارداد خرید. در نتیجه قدرت اینجا نه در مالکیت سنگ، بلکه در مالکیت گلوگاه ساخته می‌شود.

برای همین، مفهوم این شماره پند سیاست پساکانه است؛ معادل تحلیلی آن را می‌توان Post-Ore Politics دانست. سیاست پساکانه یعنی دیدن ارزش راهبردی نه در خود کانه، بلکه در معماری صنعتی پس از کانه. کشوری ممکن است معدن داشته باشد، اما پالایش نداشته باشد؛ پالایش داشته باشد، اما فناوری آهنربا نداشته باشد؛ فناوری داشته باشد، اما بازار، استاندارد و قرارداد نداشته باشد. در هر کدام از این شکاف‌ها، ارزش به بازیگری دیگر منتقل می‌شود.

این همان خطای کلاسیک معدن‌محوری است: تصور می‌کنیم نقطه آغاز زنجیره، همان نقطه قدرت است. اما در اقتصاد جدید مواد حیاتی، نقطه قدرت جایی است که دیگران نمی‌توانند از آن عبور کنند. سیاست پساکانه به ما می‌گوید که رقابت زیر خاک، در واقع رقابت بر سر طراحی بالای زنجیره است. معدن در این بازی فقط دروازه ورود است؛ قلعه اصلی جای دیگری ساخته می‌شود.

رقابت بر سر حلقه‌های زنجیر

با تحلیل روندها می‌توان گفت جهان به سمت استقلال کامل در عناصر خاکی کمیاب نمی‌رود بلکه به سوی مدیریت هوشمند وابستگی گام برمیدارد. گزارش ویژه آژانس بین‌المللی انرژی درباره عناصر خاکی کمیاب نشان می‌دهد که حتی با پروژه‌های اعلام‌شده خارج از چین، ظرفیت متنوع‌شده تا ۲۰۳۵ برای پاسخ به تقاضا کافی نخواهد بود و حدود نیمی از نیاز معدنی، یک‌چهارم نیاز پالایشی و کمتر از یک‌پنجم نیاز آهنربا را پوشش می‌دهد. این یعنی گره اصلی آینده، فقط معدن جدید نیست؛ شکاف میان استخراج و تولید اجزای صنعتی است.

در همین راستا سه مسیر در حال شکل‌گیری است. نخست، زنجیره‌ها کوتاه‌تر و گزینشی‌تر می‌شوند؛ کشورها به جای اتکا به بازار جهانی آزاد، به دنبال باشگاه‌های تأمین امن می‌روند. دوم، بازیافت و منابع ثانویه از حاشیه به متن می‌آیند. پسماندهای معدنی، باطله‌ها، باتری‌ها، آهنرباهای فرسوده و زباله‌های الکترونیکی دیگر فقط مسئله محیط‌زیست نیستند بلکه می‌توانند به مخزن‌های ژئواکونومیک تبدیل شوند. سوم، تقاضا به سمت نوآوری جایگزین حرکت می‌کند: کاهش مصرف عناصر سنگین، جایگزینی مواد کمیاب‌تر و طراحی فناوری‌هایی که وابستگی به خاکی‌های کمیاب را کمتر کنند.

اما مسیر هیچکدام از این راه‌ها آسان نیست. پالایش آلاینده است، سرمایه‌گذاری پرریسک است، بازار پرنوسان است و چین از مزیت مقیاس، نیروی

متخصص و اکوسیستم صنعتی یکپارچه بهره می‌برد. بر همین اساس چشم‌انداز آینده، جهان پساکانه است: جهانی که در آن خاک مهم است، اما گلوگاه مهم‌تر است.

جایگاه ایران در زنجیره

ایران در نقشه جهانی تولید و ذخایر عمده عناصر خاکی کمیاب، فعلاً بازیگر حلقه اول نیست. در داده‌های سازمان زمین‌شناسی آمریکا، یکی از منابع اصلی جهان برای آمار تولید و ذخایر معدنی، نام ایران در میان تولیدکنندگان و دارندگان ذخایر عمده جهانی دیده نمی‌شود. این واقعیت باید نقطه آغاز تحلیل باشد؛ نه مایه بدبینی، نه مجوز خیال‌پردازی. اگر ایران بخواهد وارد این بازی شود، مسیر واقع‌بینانه‌اش از ادعای ابرقدرت معدنی شدن نمی‌گذرد؛ بلکه از ساخت ظرفیت‌های کوچک، دقیق و قابل اتکا در زنجیره پساکانه می‌گذرد.

پنجره اثر ایران احتمالاً در پنج نقطه متمرکز است: نقشه‌برداری ژئوشیمیایی معتبر، آزمایشگاه‌های جداسازی و هیدرومتالورژی، ارزیابی منابع ثانویه و پسماندهای صنعتی، ورود محدود به مواد و اجزای پایین‌دست، و طراحی قراردادهای تأمین برای صنایع حساس. این‌ها شاید کمتر از کشف معدن بزرگ هیجان‌انگیز باشند، اما برای سیاست صنعتی پایدار، بسیار مهم‌ترند.

مزیت ایران می‌تواند در هوشمندی زنجیره باشد، نه در نمایش ذخیره. کشورهایی که دیرتر وارد بازی می‌شوند، اگر بخواهند همه زنجیره را یکباره بسازند، معمولاً در پروژه‌زدگی گرفتار می‌شوند. راهبرد بهتر، یافتن چند گره کوچک اما حیاتی است؛ جایی که دانش، پسماند، آزمایش، استاندارد و نیاز صنعتی به هم می‌رسند. در این میدان، مسئله ایران این نیست که چقدر خاک دارد؛ مسئله این است که کدام حلقه را می‌تواند معتبر کند.

ساختن قدرت پس از خاک

پیشنهاد پند این است: عناصر خاکی کمیاب را نباید پرونده معدن دید؛ باید پرونده معماری صنعتی دید. پرسش اول نباید این باشد که کجا ذخیره داریم؟ بلکه پرسش اول باید این باشد که کجای زنجیره می‌توانیم گلوگاه بسازیم؟ این تغییر پرسش، کل سیاست را عوض می‌کند. به جای مسابقه برای اعلام ذخایر، باید روی قابلیت سنجش، پالایش، بازیابی، استانداردسازی و اتصال به مصرف‌کننده نهایی متمرکز شد.

در منطق سیاست پساکانه، سه هوش باید هم‌زمان ساخته شود. هوش معدنی و متالورژیک: داده، نمونه، آزمایش، پایلوت و فناوری جداسازی. هوش صنعتی و قراردادی: شناخت بازار، قیمت، تقاضای پایین‌دست، مصرف‌کننده نهایی و قرارداد خرید. هوش حکمرانی: تنظیم‌گری زیست‌محیطی، مجوز، پسماند، ایمنی، شفافیت و جلوگیری از پروژه‌های نمایشی. هرکدام بدون دیگری ناقص است. معدن بدون بازار، خام‌فروشی است؛ فناوری بدون قرارداد، آزمایشگاه می‌ماند؛ پروژه بدون مشروعیت زیست‌محیطی، دیر یا زود متوقف می‌شود.

برای ایران، راهبرد درست احتمالاً نه بزرگ‌نمایی معدن است و نه کنار کشیدن از بازی. راهبرد درست، ساخت چند ظرفیت پساکانه در اندازه محدود اما با کیفیت بالا است. در عصر خاکی‌های کمیاب، برنده کسی نیست که فقط سنگ دارد؛ برنده کسی است که می‌داند سنگ را کجا به استاندارد، استاندارد را کجا به قرارداد، و قرارداد را کجا به قدرت تبدیل کند.

نویسنده: حسین مدنی
منبع: کانال پند هفتگی در پیام رسان بله