

تله ظرفیت در صنعت فولاد



محمدعلی عبدالملکی
رئیس‌هنگر و تحلیلگر صنعت فولاد

در صنعت فولاد، ظرفیت اسمی تولید همواره یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی شرکت‌ها و حتی موفقیت سیاست‌های توسعه‌ای بوده است. هر پروژه جدید با وعده افزایش میلیون‌ها تن ظرفیت معرفی می‌شود و بسیاری از تحلیل‌ها نیز بر همین اعداد استوار هستند. اما یک پرسش اساسی کمتر مطرح می‌شود: آیا افزایش ظرفیت اسمی، لزوماً به معنای افزایش ارزش اقتصادی و رقابت‌پذیری یک شرکت است؟ واقعیت این است که پاسخ همیشه مثبت نیست. تجربه سال‌های اخیر نشان داده است که در محیطی متاثر از محدودیت‌های انرژی، نوسانات بازار، چالش‌های لجستیک و تغییرات فناوری، ظرفیتی که به تولید پایدار و سودآوری مستمر منجر نشود، الزاماً ارزش آفرین نخواهد بود. حتی در برخی موارد، توسعه شتاب‌زده ظرفیت می‌تواند هزینه‌های ثابت، نیاز به سرمایه در گردش و ریسک‌های عملیاتی را افزایش دهد، بدون آنکه بازده متناسبی ایجاد کند. از این منظر، شاید زمان آن رسیده باشد که در کنار شاخص «ظرفیت اسمی»، معیارهای دیگری مانند بهره‌برداری واقعی، بهره‌وری سرمایه، تاب‌آوری عملیاتی و توان خلق جریان نقد نیز در کانون توجه مدیران و سرمایه‌گذاران قرار گیرد.

❑ **شکاف میان ظرفیت نصب‌شده و ارزش اقتصادی**

در بسیاری از صنایع سرمایه‌بر، از جمله فولاد، سال‌ها افزایش ظرفیت تولید به‌عنوان نشانه‌ای از رشد تلقی شده است. با این حال، تجربه نشان می‌دهد که ظرفیت نصب‌شده تنها زمانی ارزش آفرین است که زیرساخت‌های انرژی، مواد اولیه، بازار فروش، سرمایه انسانی و مدیریت عملیاتی نیز همگام با آن توسعه‌یافته باشند. شرکتی که از نظر اسمی توان تولید بالایی دارد؛ اما به‌دلیل محدودیت برق، کمبود گاز، توقف‌های مکرر یا ضعف در بازار فروش از بخش قابل‌توجهی از ظرفیت خود استفاده نمی‌کند، در عمل فاصله محسوسی میان «توان بالقوه» و «عملکرد واقعی» خواهد داشت.

این شکاف، همان جایی است که توهم ظرفیت شکل می‌گیرد؛ یعنی زمانی که اعداد بزرگ، تصویری خوش‌بینانه ایجاد می‌کنند؛ اما بازتاب‌دهنده کیفیت واقعی عملکرد نیستند. در چنین شرایطی، پدیده‌ای شکل می‌گیرد که می‌توان آن را «توهم ظرفیت» یا «تله ظرفیت» نامید. منظر از توهم ظرفیت، وضعیتی است که در آن موفقیت یک شرکت، یک صنعت یا حتی یک سیاست توسعه‌ای، بیش از اندازه با ظرفیت اسمی تولید سنجیده می‌شود؛ درحالی‌که شاخص‌هایی مانند نرخ بهره‌برداری واقعی، سودآوری، بهره‌وری، تاب‌آوری عملیاتی و بازده سرمایه کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند. در این وضعیت، افزایش ظرفیت به یک هدف تبدیل می‌شود، نه ابزاری برای خلق ارزش. نتیجه آن است که گاه اعداد بزرگ‌تر و پروژه‌های توسعه‌ای پرهزینه، تصویری امیدوارکننده از رشد ارائه می‌کنند، اما در عمل لزوماً به افزایش رقابت‌پذیری یا ارزش اقتصادی منجر نمی‌شوند.

❑ **نقش فناوری در افزایش ارزش بدون توسعه ظرفیت**

تحول دیجیتال این امکان را فراهم کرده است که شرکت‌ها بدون سرمایه‌گذاری‌های عظیم برای ایجاد خطوط تولید جدید، از دارایی‌های موجود ارزش بیشتری استخراج کنند. سامانه‌های پایش هوشمند، نگهداری پیش‌بینانه، تحلیل داده و هوش مصنوعی می‌توانند زمان توقف تجهیزات را کاهش دهند، مصرف انرژی را بهینه کنند و کیفیت تصمیم‌گیری را ارتقا بخشند. در چنین شرایطی، ممکن است یک کارخانه بدون افزایش حتی یک تن ظرفیت اسمی، از طریق بهبود بهره‌وری و کاهش اتلاف‌ها، ارزش اقتصادی بیشتری نسبت به پروژه‌ای با سرمایه‌گذاری سنگین‌ا بهبودهای محدود ایجاد کند.

بررسی روندهای جهانی نشان می‌دهد که شرکت‌های پیشرو در صنعت فولاد، توسعه را صرفاً با افزایش ظرفیت تعریف نمی‌کنند، بهبود بهره‌وری انرژی، دیجیتالی‌سازی، کاهش انتشار آلوده‌ها، انعطاف‌پذیری زنجیره تامین و ارتقای مهارت نیروی انسانی، به بخش جدایی‌ناپذیر استراتژی آنها تبدیل شده است. این رویکرد نشان می‌دهد که در فضای رقابتی امروز، مزیت پایدار بیش از آنکه به اندازه کارخانه وابسته باشد، به کیفیت مدیریت و توان استفاده بهینه از منابع بستگی دارد.

❑ **توصیه به مدیران**

توصیه می‌شود مدیران موفقیت پروژه‌های توسعه‌ای را صرفاً بر اساس ظرفیت ایجادشده ارزیابی نکنند و در کنار آن، شاخص‌هایی مانند بازده سرمایه، نرخ بهره‌برداری و اثر پروژه بر جریان نقد را نیز مدنظر قرار دهند. همچنین، پیش از تصویب هر طرح توسعه، نیازمندی‌های تامین انرژی، دسترسی به مواد اولیه، بازار فروش و ریسک‌های عملیاتی به‌صورت جامع بررسی شود. پیشنهاد می‌شود بخشی از بودجه سرمایه‌ای به پروژه‌های ارتقای بهره‌وری، دیجیتالی‌سازی و کاهش توقفات تولید اختصاص یابد؛ زیرا این سرمایه‌گذاری‌ها در بسیاری از موارد بازدهی بیشتری نسبت به توسعه صرف ظرفیت فیزیکی دارند. در نهایت، در گزارش‌های مدیریتی، شاخص «ظرفیت مؤثر» در کنار «ظرفیت اسمی» به‌عنوان یکی از معیارهای اصلی ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار گیرد.

❑ **توصیه‌های اساسی**

سیاست‌گذاری صنعتی نیز نیازمند بازنگری در معیارهای ارزیابی موفقیت است. تمرکز صرف بر افزایش ظرفیت اسمی ممکن است تصویر دقیقی از وضعیت واقعی صنعت ارائه نکند. حمایت از پروژه‌های ارتقای بهره‌وری، بهینه‌سازی مصرف انرژی، نوسازی فناوری و افزایش نرخ بهره‌برداری از ظرفیت‌های موجود، می‌تواند در بسیاری از موارد ارزش اقتصادی و اجتماعی بیشتری نسبت به توسعه کمی ایجاد کند. همچنین پیشنهاد می‌شود شاخص‌های عملکردی صنعت، علاوه بر ظرفیت نصب‌شده، معیارهایی همچون بهره‌وری، شدت مصرف انرژی، تاب‌آوری عملیاتی و بازده سرمایه را نیز در بر گیرد.

❑ **توان تبدیل سرمایه‌گذاری به تولید پایدار**

صنعت فولاد ایران در مقطعی قرار گرفته است که موفقیت آن را نمی‌توان صرفاً با اعداد بزرگ‌تر و ظرفیت‌های اسمی بالاتر سنجید. آنچه تنها شرکت‌ها را رقیب می‌زند، توان تبدیل سرمایه‌گذاری به تولید پایدار، سودآوری مستمر و خلق ارزش در شرایط متغیر اقتصادی است. از این منظر، بهره‌وری، امنیت انرژی، فناوری، سرمایه انسانی و کیفیت مدیریت، به همان اندازه ظرفیت تولید اهمیت دارند و در بسیاری از موارد حتی تعیین‌کننده‌تر هستند. شاید زمان آن رسیده باشد که نگاه سنتی به توسعه، جای خود را به رویکردی بدهد که در آن «خلق ارزش» بر «تاب‌بناشت ظرفیت» اولویت داشته باشد. اگر چنین تغییری در نگرش مدیران و سیاست‌گذاران شکل بگیرد، صنعت فولاد می‌تواند با استفاده مؤثرتر از منابع موجود، رقابت‌پذیری و پایداری بیشتری در سال‌های پیش رو به‌دست آورد.

در پایان، دو پرسش راهبردی همچنان باقی می‌ماند: آیا پروژه‌های که تنها ظرفیت اسمی را افزایش می‌دهد اما نرخ بهره‌برداری، بازده سرمایه و سودآوری پایدار را بهبود نمی‌بخشد، واقعاً یک سرمایه‌گذاری موفق محسوب می‌شود؟ و در دهه آینده، برندگان صنعت فولاد شرکت‌هایی خواهند بود که بیشترین ظرفیت نصب‌شده را دارند یا آنهایی که از هر تن ظرفیت موجود، بیشترین ارزش اقتصادی و مزیت رقابتی را خلق می‌کنند؟

معدن

چالش‌های پیش‌روی اکتشاف زیر ذره‌بین

اکتشاف ایران در پیچ تغییر مسیر

اکتشاف، به‌عنوان نخستین حلقه زنجیره معدن، نقش تعیین‌کننده‌ای در آینده صنعت معدنی کشور دارد؛ اما با وجود ظرفیت‌های بالای زمین‌شناسی ایران، هنوز فاصله قابل توجهی میان پتانسیل‌های معدنی و تبدیل آنها به ذخایر اقتصادی وجود دارد. چالش‌هایی مانند کمبود داده‌های پایه به‌روز، نبود برنامه یکپارچه اکتشاف، محدودیت سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پربریسک، نیاز به توسعه فناوری‌های نوین و ضرورت حرکت به سمت مواد معدنی استراتژیک، از مهم‌ترین موضوعاتی است که آینده این بخش را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در شرایطی که صنایع جهان به سمت استفاده از موادی مانند مس، لیتیوم، عناصر نادر خاکی و سایر مواد حیاتی حرکت می‌کنند، کشورها برای تضمین امنیت مواد اولیه خود به سمت اکتشافات هدفمند، داده‌محور و آینده‌نگر رفته‌اند. ایران نیز با برخورداری از ذخایر ارزشمند معدنی، نیازمند تغییر رویکرد از فعالیت‌های پراکنده و کوتاه‌مدت به سمت یک نظام ملی اکتشاف استراتژیک است.

در همین راستا، انوشیروان دلیر یان، کارشناس معدن، در گفت‌وگو با «معدن» به بررسی مهم‌ترین چالش‌های اکتشاف معدنی کشور، ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین، نقش دولت و بخش خصوصی در تأمین مالی و کاهش ریسک اکتشاف، ظرفیت باطله‌های معدنی به‌عنوان منابع ثانویه و مسیر مورد نیاز برای دستیابی به جهش در کشف ذخایر جدید پرداخته است. او معتقد است مشکل اصلی اکتشاف ایران صرفاً کمبود سرمایه یا فناوری نیست، بلکه نبود یک زنجیره یکپارچه و برنامه ملی است که بتواند داده، فناوری، سرمایه و نیروی متخصص را در یک مسیر هدفمند قرار دهد.

دلیر یان تأکید می‌کند که آینده اکتشاف کشور وابسته به عبور از نگاه سنتی، توسعه اکتشافات عمقی و پنهان، استفاده از روش‌های داده‌محور و تغییر معیارهای ارزیابی عملکرد از «حجم عملیات» به «کشف ذخایر اقتصادی» است. ادامه جامع و کامل این گزارش را بخوانید.

❶ **به نظر شما مهم‌ترین حلقه مفقوده در زنجیره اکتشاف ایران چیست؛ داده‌های پایه یا زمین‌شناسی، فناوری، سرمایه یا نیروی متخصص؟**

به نظر من، حلقه مفقوده اکتشاف معدنی کشور را نمی‌توان صرفاً در یکی از این چهار مؤلفه خلاصه کرد. مسئله اصلی، نبود یک زنجیره یکپارچه اکتشاف است که بتواند میان داده‌های پایه زمین‌شناسی، فناوری، سرمایه و نیروی متخصص ارتباط مؤثر برقرار کند و این چهار مؤلفه را در امتداد یکدیگر قرار دهد. اما اگر مجبور باشیم از میان این چهار عامل، ریشه‌ای‌ترین حلقه مفقوده را انتخاب کنیم، داده‌های پایه زمین‌شناسی جامع، به‌روز، استاندارد و قابل دسترسی را در اولویت قرار می‌دهم. سرمایه‌گذار زمانی حاضر است با وجود ریسک و عدم‌قطعیت بالای اکتشاف وارد این حوزه شود که تصویر قابل اتکایی از پتانسیل زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه داشته باشد. از سوی دیگر، فناوری‌های نوین نیز زمانی می‌توانند گارای اکتشافی را به شکل محسوسی افزایش کافی و باکیفیت برای تحلیل در اختیار آنها باشد.

امروز اکتشاف دیگر صرفاً به نقشه‌برداری، حفاری، مغزه‌گیری یا مطالعات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی محدود نمی‌شود. اکتشاف مدرن بر تلفیق داده‌ای زمین‌شناسی، نقشه‌ای ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، سنجش از دور، مدل‌سازی سه‌بعدی و در سال‌های اخیر هوش مصنوعی استوار است. ترکیب این اطلاعات می‌تواند شناسایی اهداف اکتشافی با احتمال موفقیت بالاتر را امکان‌پذیر کند و تجربه کشورهای پیشرو معدنی نیز نشان داده است که مدل‌های داده‌محور می‌توانند زمان و هزینه‌های گزافی اکتشافی را به شکل محسوسی افزایش دهند.

بنابراین مشکل اصلی ایران، نبود پتانسیل زمین‌شناسی و ذخایر معدنی نیست. کشور از نظر ظرفیت‌های معدنی در موقعیت مناسبی قرار دارد، اما هنوز نتوانسته‌ایم این ظرفیت زمین‌شاسی را به یک بانک داده هوشمند، نظام هدف‌گذاری و در نظر قیاس، سیاست‌های قابل هدف‌گذاری تبدیل کنیم. اگر بخواهیم مسئله را ساده‌تر بیان کنیم، ما بیش از آنکه با کمبود ذخایر و پتانسیل‌های معدنی مواجه باشیم، با کمبود اطمینان نسبت به محل، کیفیت و اقتصادی بودن ذخایر روبه‌رو هستیم. دقیقاً در همین نقطه است که داده‌های پایه، فناوری، نیروی متخصص و سرمایه باید در کنار یکدیگر قرار گیرند. اگر این ارتباط و خطوط انتقال میان چهار مؤلفه ایجاد شود، سرمایه با ریسک کمتری وارد بخش اکتشاف خواهد شد، فناوری کاربرد واقعی خود را پیدا خواهد کرد و متخصصان و نخبان داخلی و ایرانیان متخصص خارج از کشور نیز می‌توانند دانش خود را در یک نظام اکتشافی مدرن به کار بگیرند. در صورت شکل‌گیری این زنجیره، می‌توان به نتایج امیدوارکننده‌ای در آینده اکتشاف مواد معدنی کشور دست یافت.

❷ **آیا اکتشاف در ایران به اندازه کافی به سمت مواد معدنی استراتژیک و موردنیاز صنایع آینده مانند لیتیوم، عناصر نادر خاکی و مس حرکت کرده است؟**

به نظر من، اکتشافات معدنی ایران در سال‌های اخیر تا حدی به سمت مواد معدنی استراتژیک مانند لیتیوم، عناصر نادر خاکی، نیکل و کبالت حرکت کرده، اما این روند هنوز از نظر مقیاس، سیاست‌های قابل هدف‌گذاری و عمق مطالعات و نیازهای آینده کشور فاصله دارد. باید میان آغاز چند پروژه اکتشافی جدید و ایجاد یک رویکرد واقعی اکتشاف استراتژیک تفاوت قائل شد. اکتشاف استراتژیک یعنی تعیین اولویت‌های کشور بر اساس نیاز صنایع ۱۰ تا ۱۵ سال آینده، مزیت‌های زمین‌شناسی و ریسک‌های زنجیره تأمین جهانی.

در میان این موارد، مس شرایط متفاوتی دارد؛ زیرا ایران از گذشته در کمربند مس جهانی قرار داشته و زیرساخت‌های اکتشاف، بهره‌برداری و فرآوری آن توسعه یافته است. شرایط زمین‌شناسی کشور نیز نشان می‌دهد که همچنان ظرفیت‌های مناسبی برای شناسایی ذخایر جدید مس وجود دارد. اما در حوزه موادی مانند لیتیوم و عناصر نادر خاکی، ایران هنوز در مراحل ابتدایی مسیر قرار دارد. مطالعات انجام‌شده در سال‌های اخیر، از جمله استفاده از سنجش از دور، مطالعات ژئوشیمیایی و اکتشافات نیمه‌تفصیلی و تفصیلی، برخی مناطق را پتانسیل را شناسایی کرده است، اما باید توجه داشت که وجود نشانه‌های معدنی به‌معنای دسترسی به یک ذخیره اقتصادی نیست. تبدیل این پتانسیل معدنی به محصول صنعتی، نیازمند مطالعات تکمیلی، فناوری، سرمایه‌گذاری و ایجاد زنجیره ارزش است.

یکی از نکات مهم این است که سیاست‌های اکتشافی نباید تابع نوسانات کوتاه‌مدت قیمت مواد معدنی باشد. اهمیت یک ماده معدنی صرفاً با قیمت روز آن تعیین نمی‌شود. برای نمونه، لیتیوم حتی با وجود کاهش مقطعی قیمت برخی مشتقات آن، همچنان یکی از عناصر کلیدی در زنجیره تولید باتری و ذخیره‌سازی انرژی محسوب می‌شود و در سال‌های آینده احتمال چالش در تأمین آن وجود دارد.

بنابراین، کشور باید از اکتشافات مقطعی و واکنشی فاصله بگیرد و به سمت اکتشافات آینده‌محور و مسئله‌محور حرکت کند؛ یعنی ابتدا نیازهای آینده صنایع کشور مشخص شود و سپس ظرفیت‌های زمین‌شناسی برای تأمین این نیازها هدف‌گذاری شود. این موارد می‌تواند به مواد معدنی استراتژیک را آغاز کرده، اما هنوز به یک نظام ملی اکتشاف استراتژیک نرسیده است. برای تقویت جایگاه کشور در زنجیره تأمین مواد معدنی آینده، باید از پروژه‌های پراکنده عبور کرد و یک برنامه جامع، داده‌محور و بلندمدت برای اکتشاف مواد معدنی راهبردی تدوین کرد.

❸ **اگر بخواهیم طی ۱۰ سال آینده جهش جدی در اکتشاف داشته باشیم، اولویت باید روی توسعه فناوری باشد یا افزایش بودجه و سرمایه‌گذاری؟**

اگر قرار باشد طی ۱۰ سال آینده در حوزه اکتشاف معدنی کشور جهش جدی ایجاد کنیم، نباید فناوری و سرمایه‌گذاری را در مقابل یکدیگر قرار دهیم؛ این دو مؤلفه مکمل هم هستند. با این حال، به اعتقاد من اولویت نخست باید ایجاد یک نظام اکتشاف مدرن، داده‌محور و فناوری‌محور باشد و هم‌زمان منابع مالی لازم برای اجرای آن نیز تأمین شود. کشور باید در کنار اکتشافات هدفمند، تسهیل یک بانک اطلاعاتی جامع از دیوهای باطله است تا مشخص شود هر دیو چه حجمی،

ذخایر جدید منجر نخواهد شد. بخش زیادی از ذخایر سطحی و کم‌عمق کشور تاکنون شناسایی نشده‌اند و اکتشافات آینده باید به سمت ذخایر پنهان، اکتشافات عمیق و مناطق کمتر شناخته‌شده حرکت کند. دستیابی به این هدف نیز بدون استفاده از فناوری‌های نوین مانند ژئوفیزیک هوایی و زمینی، سنجش از دور، هوش مصنوعی، مدل‌سازی سه‌بعدی و تحلیل داده‌های پیشرفته امکان‌پذیر نیست.

البته فناوری بدون سرمایه نیز کارایی لازم را نخواهد داشت. اکتشاف فرآیندی پربریسک و سرمایه‌بر است و برای ورود بخش خصوصی به این حوزه، باید سازوکارهای مالی مناسب، سرمایه‌گذاری بلندمدت و مشوق‌های اقتصادی تعریف شود. دولت باید در مراحل اولیه، با تولید داده‌های پایه، توسعه زیرساخت‌های اکتشافی و کاهش ریسک پروژه‌ها، زمینه ورود سرمایه‌گذاران را فراهم کند. در این مسیر، معیار موفقیت اکتشاف نیز باید تغییر کند. نباید تعداد محدوده‌های واگذارشده یا میزان حفاری انجام‌شده را شاخص اصلی بدانیم، بلکه باید میزان کشف ذخایر اقتصادی و به‌ویژه مواد معدنی استراتژیک را ملاک قرار دهیم.

آینده اکتشاف ایران باید بر پایه شناخت نیازهای صنعتی آینده، استفاده از فناوری‌های نوین و تأمین مالی هدفمند طراحی شود. اگر این تغییر رویکرد اتفاق بیفتد، می‌توان امیدوار بود ظرفیت‌های معدنی کشور به شکل مؤثرتری به ذخایر اقتصادی، تولید، انتقال و ارزش افزوده تبدیل شود.

❹ **آیا ایران در شتال و حلال «کشف ذخایر واقعاً در حال «کشف ذخایر جدید» است یا عمدتاً در حال بازتعریف و توسعه ذخایری هستیم که از گذشته شناخته شده‌اند؟**

به نظر من اگر بخواهیم واقع‌بینانه به وضعیت اکتشافات معدنی کشور نگاه کنیم، باید بگوییم ایران هنوز بیشتر از اینکه در مرحله کشف گسترده ذخایر کاملاً جدید باشد، در مرحله شناسایی، بازتعریف و توسعه ذخایری قرار دارد که بخش‌هایی از آنها در دهه‌های گذشته، به‌ویژه دهه ۴۰ و ۵۰، شناسایی شده بودند.

البته این موضوع به این معنا نیست که در سال‌های اخیر کشف جدیدی نداشته‌ایم. با استفاده از روش‌های نوین اکتشافی مانند ژئوفیزیک هوایی، سنجش از دور و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی، در برخی مناطق کشور اهداف اکتشافی جدیدی شناسایی شده و حتی در بعضی محدوده‌ها نتایج اولیه حفاری‌ها امیدبخش بوده است. اما نکته مهم این است که در ادبیات معدنی باید میان «آزمایی معدنی»، «محدوده اکتشافی»، «ذخیره معدنی» و «ذخیره اقتصادی قابل استخراج» تفاوت قائل شویم.

صرف مشاهده یک ناهنجاری فیزیکی یا شیمیایی در یک منطقه به معنای کشف یک ماده اقتصادی نیست. برای اینکه یک محدوده به ذخیره قطعی و قابل بهره‌برداری تبدیل شود، باید مراحل مختلفی مانند حفاری، تخمین ذخیره، مطالعات فنی و اقتصادی و بررسی امکان استخراج اقتصادی انجام شود. تنها پس از طی این فرآیندهاست که می‌توان گفت یک ذخیره معدنی واقعی کشف شده است.

به اعتقاد من یکی از چالش‌های تاریخی اکتشاف در ایران این بوده که بخش قابل توجهی از فعالیت‌ها روی ذخایر سطحی و کم‌عمق متمرکز بوده است. در حالی که ظرفیت اصلی آینده اکتشاف کشور احتمالاً در ذخایر پنهان و عمیقی قرار دارد که تاکنون کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

بنابراین جهش واقعی اکتشاف در ایران زمانی اتفاق خواهد افتاد که از اکتشافات سنتی و سطحی عبور کنیم و به سمت اکتشافات سیستماتیک، داده‌محور و عمقی حرکت کنیم. استفاده از فناوری‌های مانند ژئوفیزیک هوایی، مدل‌سازی سه‌بعدی، هوش مصنوعی و تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعات زمین‌شناسی می‌تواند نقش مهمی در شناسایی این ظرفیت‌های پنهان داشته باشد.

ما هنوز در بسیاری از مناطق کشور، تصویر کاملی از ظرفیت‌های معدنی زیرسطحی نداریم. بنابراین شاید بتوان گفت معدنیایی واقعی در بسیاری از نقاط ایران هنوز به شکل کامل ظاهر نشده است. بخش زیادی از فعالیت‌های گذشته، تکمیل شناخت زمین‌شناسی و توسعه ذخایری بوده که از قبل می‌شناختیم، اما آینده معدن ایران وابسته به کشف ذخایر جدید و پنهانی است که با روش‌های مدرن قابل شناسایی هستند.

❺ **چقدر می‌توان به ظرفیت باطله‌های معدنی به‌عنوان یک «منبع ثانویه» برای تأمین مواد معدنی کشور نگاه کرد؟ آیا استخراج مجدد از باطله‌ها در ایران اقتصادی است؟**

به نظر من، باطله‌های معدنی کشور نباید دیگر صرفاً به‌عنوان پسماند دیده شوند، بلکه باید آنها را به‌عنوان منابع ثانویه معدنی مورد توجه قرار داد. بسیاری از دیوهای باطله، به‌ویژه در معادن قدیمی، حاوی ذخایر قابل‌توجهی از فرآوری نشده‌ها هستند و می‌توانند در شرایط امروز به‌عنوان ذخایر ثانویه مورد بررسی قرار گیرند. البته این به معنای اکتصادی بودن همه باطله‌ها نیست. بازفرآوری هر دیو نیازمند بررسی دقیق فنی، اقتصادی است و عواملی مانند حجم باطله، میزان عناصر ارزشمند، نوع ماده معدنی، قابلیت آزدسازی، فناوری فرآوری، هزینه انرژی، میزان مصرف آب، فاصله دیو تا کارخانه و شرایط بازار در اقتصادی بودن آن تأثیرگذار هستند. بنابراین نمی‌توان یک نسخه واحد برای تمام باطله‌های معدنی کشور ارائه کرد و هر دیو باید به‌صورت مستقل ارزیابی شود.

در کنار ارزش اقتصادی، بازفرآوری باطله‌ها یک مزیت زیست‌محیطی نیز دارد. دیوها و سدهای باطله در برخی موارد می‌توانند منشأ مخاطرات محیط‌زیستی باشند و بازفرآوری آنها علاوه بر ایجاد ارزش افزوده، می‌تواند به کاهش این ریسک‌ها کمک کند. همچنین ارزیابی آب موجود در سدهای باطله، با توجه به محدودیت منابع آبی کشور، اهمیت ویژه‌ای دارد و می‌تواند به افزایش بهره‌وری مصرف آب در معادن کمک کند.

به اعتقاد من، کشور باید در کنار اکتشاف ذخایر جدید، یک برنامه جامع برای شناسایی و ارزیابی باطله‌های معدنی ایجاد کند. نخستین گام، تشکیل یک بانک اطلاعاتی جامع از دیوهای باطله است تا مشخص شود هر دیو چه حجمی،



چه عیاری و چه عناصر ارزشمندی دارد. پس از آن می‌توان با استفاده از فناوری‌های جدید، باطله‌های دارای توجیه اقتصادی را برای بازفرآوری شناسایی کرد.

در سال‌های اخیر نیز توجه به این

موضوع در قوانین و برنامه‌های توسعه‌ای افزایش یافته است. هدف‌گذاری برای استحصال مواد موجود در باطله‌ها نشان می‌دهد که این‌ بخش به‌عنوان یک ظرفیت اقتصادی و زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته است.

در نهایت، باطله‌های معدنی الزاماً زباله نیستند؛ بلکه می‌توانند معادن دپروز باشند که فناوری امروز امکان استفاده دوباره از آنها را فراهم کرده است. مسیر درست، بازفرآوری همه باطله‌ها نیست، بلکه شناسایی هوشمندانه و بررسی دقیق فنی و اقتصادی آنهاست؛ رویکردی که می‌تواند بدون نیاز به کشف کانسار جدید، ارزش تازه‌ای در زنجیره معدن کشور ایجاد کند.

❻ **با توجه به افزایش هزینه‌های اکتشاف، آیا مدل فعلی سرمایه‌گذاری در اکتشاف می‌تواند ذخایر جدید را اقتصادی کند؟**

به نظر من با مدل فعلی سرمایه‌گذاری در اکتشاف، صرف افزایش هزینه‌ها نمی‌تواند ما را به سمت کشف ذخایر جدید و اقتصادی هدایت کند. دلیل اصلی این است که اکتشاف پربریسک‌ترین بخش زنجیره معدن است؛ سرمایه‌گذار باید امروز هزینه کند، در حالی که ممکن است سال‌ها بعد مشخص شود محدوده موردنظر از نظر اقتصادی ارزش لازم را ندارد.

اگر تمام ریسک اکتشاف همچنان بر دوش بخش خصوصی باشد، طبیعی است که سرمایه‌ها بیشتر به سمت پروژه‌های کم‌ریسک و ذخایر شناخته‌شده حرکت کنند و کمتر کنشی وارد اکتشافات عمیق و پربریسک شود. به همین دلیل، مدل سرمایه‌گذاری در اکتشاف باید از سرمایه‌گذاری منفرد به سمت تقسیم و مدیریت ریسک تغییر کند.

دولت باید در مراحل اولیه مانند تولید داده‌های پایه، شناسایی پهنه‌های امیدبخش، مطالعات عمومی و فعالیت‌های پربریک اولیه نقش پرنرنگ‌تری داشته باشد. پس از کاهش بخشی از عدم‌قطعیت‌ها، بخش خصوصی و شرکت‌های معدنی می‌توانند وارد مراحل اکتشاف تفصیلی و تکمیلی شوند. در این میان، صندوق‌های بیمه و تضمین سرمایه‌گذاری نیز باید نقش مؤثرتری در کاهش ریسک داشته باشند؛ به گونه‌ای که کمسکت یک پروژه اکتشافی به معنای از بین رفتن کامل سرمایه سرمایه‌گذار نباشد. پوشش بخشی از هزینه‌های اکتشاف ناموفق، یکی از ابزارهایی است که می‌تواند جذابیت سرمایه‌گذاری در این حوزه را افزایش دهد.

همچنین باید نگاه صنعت معدن به اکتشاف تغییر کند. اکتشاف نباید صرفاً به‌عنوان یک هزینه دیده شود، بلکه باید آن را سرمایه‌گذاری برای کشف ذخایر اقتصادی دانست. بنابراین افزایش تعداد محدوده‌ها یا حجم حفاری، به‌تنهایی معیار موفقیت نیست؛ بلکه مهم، افزایش نرخ کشف ذخایر اقتصادی و استفاده از فناوری‌های نوین، داده‌های دقیق و هدف‌گذاری جدید و پربریسک هدایت شوند.

در نهایت، مشکل اصلی اکتشاف ایران فقط کمبود منابع مالی نیست، بلکه نبود سازوکاری مناسب برای تقسیم ریسک میان دولت، سرمایه‌گذاران و بخش خصوصی است. این تقسیم مسئولیت به‌درستی انجام شود، می‌توان انتظار داشت سرمایه بیشتری به سمت اکتشافات جدید و پربریسک هدایت شود.

❿ **اگر امروز قرار باشد یک ابراد اساسی به سیاست‌گذاری معدنی کشور در حوزه اکتشاف وارد کنید، آن ابراد چیست؟**

اگر بخواهم تنها یک ابراد اساسی به سیاست‌گذاری معدنی کشور در حوزه اکتشاف وارد کنم، به نظر من مهم‌ترین مسئله نبود یک برنامه ملی، یکپارچه و بلندمدت برای اکتشافات معدنی است. بسیاری از فعالیت‌های اکتشافی کشور همچنان به‌عنوان یک پروژه‌ها، صدور مجوزها و واگذاری محدوده‌ها محدود شده، در حالی که اکتشاف باید براساس یک نقشه راه مشخص، داده‌های زمین‌شناسی، مطالعات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، نیازهای آینده کشور و اولویت‌های مواد معدنی انجام شود.

در سال‌های گذشته، در بسیاری از موارد مسیر اکتشاف از واگذاری محدوده‌ها آغاز شده و سپس مطالعات و برنامه‌ریزی انجام گرفته است؛ رویکردی که نتوانسته به کشف گسترده ذخایر اقتصادی جدید منجر شود. بنابراین نیازمند تغییر نگاه هستیم. خوشبختانه در برنامه هفتم توسعه، موضوعاتی مانند تولید و انتشار داده‌های پایه، توجه به ذخایر عمقی و پنهان، استفاده از روش‌های نوین اکتشافی و مشارکت بخش خصوصی مورد توجه قرار گرفته که می‌تواند زمینه اصلاح این مسیر را فراهم کند.

به اعتقاد من، دولت باید نقش خود را از یک واگذارکننده صرف محدوده‌های اکتشافی به سمت تولیدکننده زیرساخت‌های اکتشاف و کاهش‌دهنده ریسک تغییر دهد. تولید داده‌های پایه باکیفیت، شناسایی و اولویت‌بندی پهنه‌های امیدبخش، توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی و فراهم کردن زمینه ورود فناوری‌های جدید، از مهم‌ترین وظایف دولت است. پس از کاهش ریسک‌های اولیه، بخش خصوصی می‌تواند با اطمینان بیشتری وارد مراحل اکتشاف تفصیلی، حفاری و توسعه ذخایر شود.

همچنین باید شاخص‌های ارزیابی موفقیت اکتشاف تغییر کند. تعداد محدوده‌های واگذارشده یا میزان متراف حفاری به‌تنهایی معیار مناسبی برای سنجش عملکرد نیست. شاخص‌هایی مانند نرخ کشف ذخایر اقتصادی، حجم ذخایر جدید، عمق اکتشافات و موفقیت در شناسایی مواد معدنی استراتژیک باید مورد توجه قرار گیرد. در نهایت، مشکل اصلی اکتشاف کشور صرفاً کمبود سرمایه و فناوری نیست، بلکه نبود یک چارچوب مشخص برای اینکه چه داده‌ای، در کجا، با چه فناوری و برای چه نیاز اقتصادی باید کشف شود، چالش اصلی است. اکتشاف باید از یک فعالیت صرفاً معدنی به یک مأموریت راهبردی برای تأمین امنیت مواد اولیه و آینده صنعتی کشور تبدیل شود. اگر این حلقه نخست زنجیره معدن به‌درستی مدیریت شود، مسیر بهره‌برداری، فرآوری و توسعه فناوری نیز پایدارتر خواهد شد.