

تحلیلی از الزامات و رویکردهای استراتژیک برای گذار به صنعت ۵ در معادن و صنایع معدنی ایران

9

اولویت های نوآورانه و فناورانه در معدنکاری نسل ۵ (mining 5)

چشم‌انداز جهانی صنعت در حال گذر از یک تغییر پارادایم با اهمیت عمیق است و از تمرکز فناوری‌محور صنعت ۴.۰ به سمت چشم‌انداز ارزش‌محور صنعت ۵.۰ حرکت می‌کند. این پارادایم جدید، که توسط اقتصادهای پیشرو و مؤسسات تحقیقاتی پشتیبانی می‌شود، اساساً با سه بُعد اصلی به هم پیوسته تعریف می‌شود: انسان‌محوری، پایداری و تاب‌آوری. انسان‌محوری، افزایش قابلیت‌های کارگران و رفاه اجتماعی را در قلب پیشرفت فناوری قرار می‌دهد و فناوری را نه به عنوان جایگزینی برای خلاقیت انسان، بلکه به عنوان یک ابزار مشارکتی می‌بیند. پایداری مستلزم آن است که فعالیت‌های صنعتی به زیست زمین احترام بگذارند، به طور فعال در بازسازی محیط زیست مشارکت کنند. تاب‌آوری، که به طور چشمگیری توسط اختلالات جهانی اخیر مانند همه‌گیری و نوسانات زنجیره تأمین برجسته شده است، نیازمند سیستم‌های صنعتی است که قوی، سازگار و قادر به تحمل شوک‌های پیش‌بینی نشده باشند. برای بخش معدن و صنایع معدنی ایران، که از نظر استراتژیک موظف به پیشبرد رشد اقتصادی ملی تحت برنامه هفتم توسعه است، این تحول جهانی یک انتخاب نیست، بلکه یک ضرورت استراتژیک است. برای حفظ رقابت، جذب سرمایه‌گذاری مسئولانه و تضمین مجوز اجتماعی برای فعالیت، این بخش باید به طور فعال این الزامات را درک و درونی کند و گذار آگاهانه‌ای را به سمت مدل Mining 5.0 آغاز کند که بهره‌وری را با مردم و کره زمین متعادل می‌کند.

با این حال، تحقق صنعت پنجم مملو از چالش‌های مهم است که باید به طور نظام‌مند درک شوند. اولین لایه چالش در ذات خود این پارادایم است؛ صنعت پنج یک مفهوم پیچیده و اجتماعی-فنی است که اغلب با سلف خود، صنعت چهارم، اشتباه گرفته می‌شود. این ابهام مفهومی منجر به فقدان چشم‌انداز و معماری روشن می‌شود و تمایز بین دیجیتالی‌شدن تدریجی و تغییر یک الگوی واقعی به سمت یک مدل انسان‌محور و ارزش‌محور را برای سازمان‌ها دشوار می‌کند. لایه دوم مربوط به زمینه خاص اقتصادهای در حال توسعه مانند ایران است، جایی که واقعیت‌های نهادی و زیرساختی یک شمشیر دولبه ایجاد می‌کنند. نیاز به یک بنیان صنعتی مقاوم و پایدار، بسیار پررنگ است، اما پیشرفت اغلب توسط سیستم‌های قدیمی، شکاف‌های سیاستی و نظارتی و یک اکوسیستم نوآوری نوپا که برای پشتیبانی از پذیرش فناوری‌های پیشرفته تلاش می‌کند، با مانع مواجه می‌شود. سومین و آخرین لایه پیچیدگی، ناشی از ویژگی‌های منحصر به فرد خود بخش معدن و صنایع معدنی است. این یک چشم‌انداز ناهمگن است که همه چیز را از شرکت‌های دولتی گسترده گرفته تا اپراتورهای خصوصی کوچک دربرمی‌گیرد و در یک زنجیره تأمین جغرافیایی گسترده و اغلب از نظر لجستیکی چالش برانگیز توزیع شده است. این تنوع به این معنی است که یک رویکرد یکسان برای همه به صنعت ۵.۰ غیرممکن است. الزامات، رویکردها و راه‌حل‌ها باید با دقت متناسب با اندازه، دامنه و واقعیت اقتصادی خاص هر بازیگر در محیط پیچیده این بخش تنظیم شوند.

به بیان ساده، اگر نسل ۴ معدن روی "خودکارسازی" ماشین‌ها تمرکز داشت، نسل ۵ به دنبال "هوشمندسازی" کل سیستم با نگاه به انسان و محیط زیست است.

در ادامه نگاهی به تفاوت‌های این دو نسل می‌اندازیم:

- ❖ تمرکز اصلی: نسل ۴ به دنبال کارایی و اتوماسیون از طریق فناوری‌هایی مثل کامیون‌های بدون راننده بود، اما نسل ۵ بر پایداری (ESG)، همکاری انسان و ربات و مسئولیت اخلاقی تأکید دارد.
- ❖ هوش مصنوعی (AI): در نسل ۴ بیشتر برای پیش‌بینی خرابی ماشین‌آلات (تعمیرات پیش‌بینی شده) استفاده می‌شد، اما در نسل ۵ به "ستون فقرات شناختی" تبدیل می‌شود که داده‌های زمین‌شناسی، عملیاتی و زیست‌محیطی را برای تصمیم‌گیری لحظه‌ای یکپارچه می‌کند.
- ❖ فناوری دوقلوی دیجیتال: در نسل ۴ یک شبیه‌ساز ایستا از تجهیزات بود، اما در نسل ۵ به یک "سه‌قلوی دیجیتال" پویا تبدیل می‌شود که فرآیندهای فیزیکی را نیز شبیه‌سازی می‌کند.
- ❖ نقش انسان: یکی از مهم‌ترین تفاوت‌ها این است که در نسل ۴ نیروی انسانی در معرض خطر حذف قرار داشت، اما در نسل ۵، انسان به عنوان ناظر و تصمیم‌گیرنده استراتژیک در کنار ماشین‌ها قرار می‌گیرد و فناوری در خدمت ارتقای مهارت اوست.

فناوری‌های کلیدی

برای تحقق این چشم‌انداز، از فناوری‌های پیشرفته‌ای استفاده می‌شود:

- ✓ اینترنت همه چیز (Industrial Internet of Everything) اتصال همه تجهیزات و حسگرها به یک شبکه واحد.
- ✓ ربات‌های مشارکتی (Collaborative Robots) ربات‌هایی که در کنار انسان کار می‌کنند، نه اینکه جای او را بگیرند.
- ✓ بلاک‌چین: برای شفافیت کامل زنجیره تأمین و تأیید اینکه مواد معدنی از نظر زیست‌محیطی و اجتماعی مسئولانه استخراج شده‌اند.
- ✓ انرژی‌های تجدیدپذیر: تأمین انرژی معادن خودکار با انرژی خورشیدی، بادی یا هیدروژنی برای کاهش انتشار کربن.

فناوری‌های توانمندسازی مورد تأکید و حامی صنعت نسل پنجم:

- تعامل اختصاصی انسان و ماشین؛
- فناوری‌های الهام گرفته از طبیعت و مواد هوشمند؛
- دوقلوی دیجیتال و شبیه‌سازی؛
- فناوری‌های انتقال، ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌ها؛
- هوش مصنوعی؛
- فناوری‌های مربوط به کارایی انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر، ذخیره و استقلال داخلی