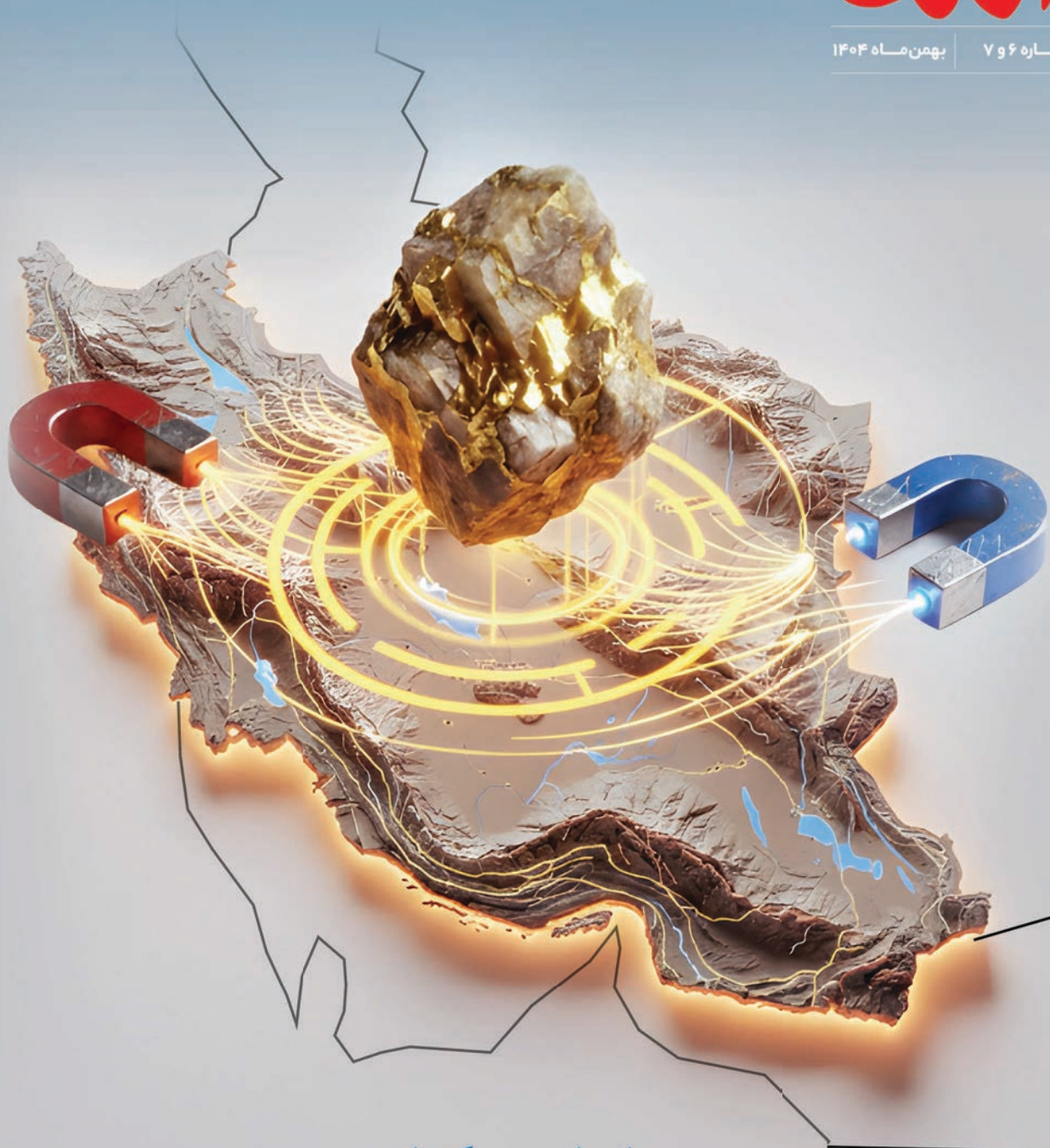


منصوری، عضو هیات اجرایی ایمنی و: **گلگاه‌های پنهان دانش بنیان‌های معدنی**
جباری‌پور، معاون توسعه نوآوری پارک فناوری پردیس: **فن‌بازار، پیشران نوآوری و آینده فناوری در معادن می‌شود**

بستامی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران: **نوآوری مهندسی و نقش ایما در هم‌افزایی**
وقایی‌فرد، دبیر جشنواره ایما: **ایما نوآوری مساله محور**



بازار مکاره





جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنعت، معدن و تجارت



رأست جمهوری
وزارت علم، تحقیقات و فناوری



رأست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان



پایست جمهوری
معاونت نوآوری و فناوری



تغییر زمان
برگزاری جشنواره

INNOMINE



پنجمین جشنواره ایده های ارزش افزای معدن و صنایع معدنی ایران - ایما

نوآوری: راه روشن معادن فردا | زمان برگزاری: اردیبهشت ماه ۱۴۰۵

INTERNATIONAL INNOVATION AWARD IN
MINES AND MINING INDUSTRIES



برای ثبت ایده QR Code رو به رو را اسکن کنید



۴.....	نوآوری مهندسی؛ ضرورت امروز معدن ایران و نقش ایما در هم‌افزایی.....
۶.....	روایت شکل‌گیری یک مسیر ملی برای نوآوری در معدن و صنایع معدنی.....
۷.....	خبر.....
۸.....	بازنگری در حکمرانی معدن با تکیه بر دانش بنیان‌ها.....
۹.....	تقدیر از فن بازار معدن از سوی معاون علمی رییس جمهور.....
۱۰.....	گلوگاه‌های پنهان دانش بنیان‌های معدنی.....
۱۲.....	بازار، حلقه گمشده نوآوری در معدن.....
۱۴.....	گلوگاه‌های تحول دیجیتال در معدن ایران.....
۱۶.....	شکاف ایده تا بازار.....
۱۸.....	معدن، فضای بکر رسوخ فناوری.....
۱۹.....	پیوند هدفمند صنعت و جامعه نوآور.....
۲۰.....	عبور از نوآوری بسته.....
۲۱.....	AI و ودقت حفاری.....
۲۲.....	خبر.....
۲۴.....	هوشمندسازی در قلب کویر.....
۲۶.....	کاتالیست‌ها؛ محوریت دایان ۱۸.....
۲۸.....	هوشمندسازی معدن در کشورهای در حال توسعه.....

نشریه داخلی مرکز نوآوری معدن و صنایع معدنی ایران (ایمینو)

شماره ۶ و ۷ | بهمن‌ماه

- **تهیه و تدوین در واحد ارتباطات و امور بین الملل**
- **تلفن:** ۰۲۱-۴۱۸۶۸۶۱۷
- **فکس:** ۰۲۱-۴۱۸۶۸۷۷۵
- **پست الکترونیک:** iminocenter@info@imino.ir
- **طراحی و ویراستاری:** موسسه نگار آفرین فردای شرق آریا



در این شماره «ایما» به سراغ زیست‌بوم شرکت‌های دانش بنیان معدنی رفته‌ایم؛ بازاری پر از ایده و فناوری که با وجود ظرفیت‌های قابل توجه، همچنان از شکاف میان «آمادگی فناوریانه» و «ورود به بازار صنعتی» رنج می‌برد. بازاری که با وجود فراوانی ایده‌ها و توان فناوریانه، همچنان در عبور از مرز اجرا و ورود به بازار صنعتی با چالش‌های جدی روبه‌روست. مسئله اصلی نه کمبود نوآوری، بلکه نبود مسیر روشن برای اتصال فناوری به تقاضای واقعی صنعت، ضعف زیرساخت‌های تست صنعتی، از عواملی که بازار دانش بنیان‌ها را به فضایی پرریسک و ناپایدار تبدیل کرده‌اند.

این وضعیت، بازاری را شکل داده که بدون هم‌رسانی مؤثر میان نوآوران، صنعت و سیاست‌گذار، به «بازار مکاره» شباهت پیدا می‌کند؛ بازاری آشفته که در آن عرضه و تقاضا یکدیگر را به درستی پیدا نمی‌کنند و فناوری‌های آماده، پشت درهای تصمیم‌گیری متوقف می‌مانند. «ایما» در این شماره، ضمن واکاوی چالش‌ها، به فرصت‌های پیش‌رو و ضرورت حرکت به‌سوی تنظیم‌گری هوشمندانه نوآوری می‌پردازد؛ مسیری که می‌تواند این بازار پراکنده را به اکوسیستمی کارآمد و قابل پیش‌بینی تبدیل کند.

نوآوری مهندسی؛



ضرورت امروز معادن ایران و نقش ایما در هم افزایی

رضا بستامی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران



امروز معدن و صنایع معدنی ایران در نقطه‌ای ایستاده‌اند که تداوم مسیر گذشته، پاسخ‌گوی چالش‌های پیش‌رو نخواهد بود. مسائلی چون ناترازی انرژی، محدودیت منابع طبیعی، الزامات محیط‌زیستی، کاهش بهره‌وری و افزایش ریسک‌های عملیاتی، نیازمند نگاهی نو و مبتنی بر نوآوری مهندسی است. در این میان، جشنواره ایده‌های ارزش‌افزا در معدن و صنایع معدنی ایران (ایما) به عنوان یک سازوکار مسئله‌محور، می‌تواند نقش مؤثری در جهت‌دهی این تحول ایفا کند.

رضا بستامی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران محورهای ایما، به ویژه در دو حوزه توسعه پایدار و تحول دیجیتال، مستقیماً با نیازهای واقعی بخش معدن هم‌راستا هستند. تمرکز بر حل ناترازی انرژی، مدیریت منابع آب، کاهش اثرات زیست محیطی، اقتصاد چرخشی و افزایش تاب‌آوری معادن، نشان می‌دهد که نگاه ایما صرفاً فناورانه نیست، بلکه نگاهی جامع به آینده معدن‌کاری کشور دارد. از سوی دیگر، هوشمندسازی، استفاده از هوش مصنوعی، کلان داده، رباتیک و فناوری‌های خودران، مسیرافزایش بهره‌وری، ایمنی و رقابت‌پذیری راه‌مواری می‌کند. در این مسیر، جامعه مهندسی معدن کشور نقش

شبکه‌گسترده خود در سراسر کشور، می‌تواند نقش کلیدی در این مسیر ایفا کند. این سازمان، به واسطه ارتباط ساخت‌یافته با مهندسان، بهره‌برداران و فعالان معدنی، ظرفیت آن را دارد که به پل ارتباطی میان نوآوری و اجرا تبدیل شود. همکاری این سازمان با مرکز نوآوری معدن و صنایع معدنی ایران (ایمینو)، می‌تواند به هم‌راستاسازی نیازهای واقعی معادن با مسیرهای نوآوری کمک کرده و از شکل‌گیری ایده‌های صرفاً نظری جلوگیری کند.

ایمینو، به عنوان راهبرزیست‌بوم نوآوری معدن و صنایع معدنی، وظیفه تسهیل این هم‌افزایی را بر عهده دارد؛ از شناسایی و پالایش ایده‌ها گرفته تا اتصال آن‌ها به صنعت، سرمایه و مسیر تجاری سازی. همراهی سازمان نظام مهندسی معدن ایران با این رویکرد، می‌تواند به تعمیق اثرگذاری ایما و افزایش ضریب موفقیت ایده‌ها منجر شود. در نهایت، آینده معدن ایران در گرو نوآوری مبتنی بر دانش مهندسی، همکاری نهادی هوشمند و حرکت از ایده به اجرا است. جشنواره ایما، با تکیه بر مشارکت جامعه مهندسی کشور و هم‌افزایی میان نهادهای تخصصی، می‌تواند به سکوی شکل‌گیری راه‌حل‌هایی تبدیل شود که هم پاسخ‌گوی چالش‌های امروز باشند و هم مسیر توسعه پایدار و رقابت‌پذیر معدن ایران را در آینده هموار کنند.

محوری و غیرقابل جایگزین دارد. مهندسان معدن، به عنوان پیوند دهندگان دانش فنی، تجربه میدانی و الزامات عملیاتی، بیش از هر گروه دیگری قادرند ایده‌ها را به راه‌حل‌های قابل اجرا تبدیل کنند. مشارکت فعال مهندسان در فرآیند ایده‌پردازی، داوری و توسعه راهکارهای فناورانه، می‌تواند کیفیت و اثربخشی خروجی‌های نوآوری را به طور معناداری افزایش دهد. سازمان نظام مهندسی معدن ایران با جایگاه تخصصی و





ایمیتو؛ به روایت اعداد

مروری بر عملکرد، رویدادها و دستاوردهای فناورانه

امضای رسانه ای ارتباطات و امور بین الملل

۱۴۰۱-۱۴۰۴



کافه نوآور



iNNOMiNE



جشنواره ایده های ارزش افزای معدن و صنایع معدنی



دوره های آموزشی و جلسات منتورینگ

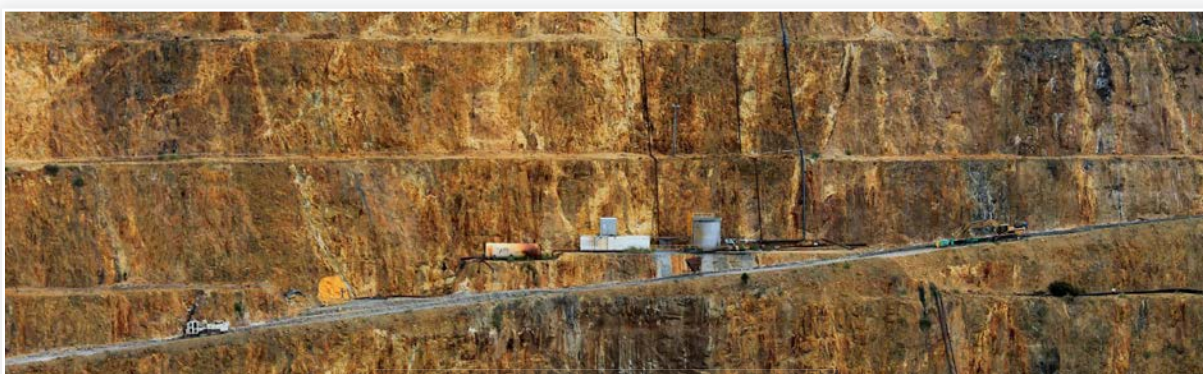


تعداد دوره ها و نشست های آموزشی در سال ۱۴۰۴ بیش از سه برابر سال ۱۴۰۱ شده است.

ایما؛ نوآوری مساله محور

روایت شکل گیری یک مسیر ملی برای
نوآوری در معدن و صنایع معدنی

مجید وفایی فرد، دبیر جشنواره ایما



یکی دیگر از ارکان مهم جشنواره ایما، سرمایه گذاری بر توانمندسازی نیروی انسانی است. برگزاری پیش رویدادهای دانشگاهی و صنعتی، بوت کمپ های تخصصی، برنامه های آموزشی و منتورینگ، بستری فراهم کرده است تا دانشجویان، پژوهشگران و فناوران با مسائل واقعی معدن آشنا شوند و ایده های خود را در چارچوب های عملی توسعه دهند.

در این میان، لیگ رباتیک معدنی به عنوان یکی از بخش های شاخص ایما، نوآوری را از سطح مفهومی فراتر برده و آن را وارد میدان آزمون عملی در حوزه هایی مانند اکتشاف، استخراج، ایمنی و هوشمندسازی کرده است؛ تجربه ای که نقش مهمی در تربیت نسل آینده فناوران معدنی ایفا می کند.

■ اعتمادسازی نهادی؛ دستاوردی فراتر از آمار

ایما در طول برگزاری دوره های مختلف خود، توانسته است بستر تعامل شفاف و قابل دفاعی میان دانشگاه، صنعت و بازیگران نوآوری ایجاد کند. این اعتمادسازی نهادی، یکی از مهم ترین دستاوردهای جشنواره به شمار می رود؛ چراکه بدون اعتماد متقابل، مسیر نوآوری در صنعتی مانند معدن هموار نخواهد شد.

■ چشم انداز آینده

تجربه پنجمین جشنواره ایما نشان می دهد که نوآوری در بخش معدن می تواند به صورت هدفمند، نظام مند و اثربخش پیش برود. تداوم این مسیر، ایما را به یکی از ابزارهای راهبردی ارتقای بهره وری، توسعه فناوری های بومی و افزایش رقابت پذیری معدن و صنایع معدنی کشور تبدیل خواهد کرد. ایما امروز نه تنها یک جشنواره، بلکه نماد بلوغ تدریجی زیست بوم نوآوری معدن کشور است؛ مسیری که استمرار آن، مأموریت اصلی ایمینو و سایر بازیگران این زیست بوم به شمار می رود.



شود.

■ از ایده تا اجرا؛ ایما به عنوان یک فرآیند

برخلاف بسیاری از جشنواره ها که با اختتامیه به پایان می رسند، ایما آغاز یک مسیر است. اتصال ایده ها و تیم های برگزیده به شتاب دهنده های تخصصی، امکان افزایش سطح آمادگی فناوری، انجام پایلوت های صنعتی و معرفی به هلدینگ ها و شرکت های معدنی، بخشی از فرآیند پیاپی است. این نگاه فرایندی باعث شده است خروجی های ایما صرفاً در سطح ایده باقی نمانند و به خلق ارزش واقعی برای صنعت نزدیک شوند؛ موضوعی که اعتماد صنعت به زیست بوم نوآوری را نیز تقویت کرده است.

■ توانمندسازی نیروی انسانی و توسعه سرمایه انسانی

در شرایطی که بخش معدن و صنایع معدنی کشور بیش از هر زمان دیگری نیازمند ارتقای بهره وری، بومی سازی فناوری و پاسخ گویی به چالش های پیچیده عملیاتی است، جشنواره «ایما» به عنوان یکی از مهم ترین رویدادهای نوآوری این حوزه، توانسته است نقشی فراتر از یک جشنواره ایده پردازی ایفا کند. پنجمین دوره این رویداد نشان داد که ایما امروز به یک فرآیند ملی و نظام مند برای توسعه نوآوری در معدن تبدیل شده است.

جشنواره «ایما» که با محوریت مرکز نوآوری معدن و صنایع معدنی ایران (ایمینو) برگزار می شود، با هدف ایجاد پیوند مؤثر میان صنعت، دانشگاه، فناوران و استارت آپ ها شکل گرفته است. تمرکز اصلی این جشنواره، حل مسائل واقعی صنعت معدن از طریق نوآوری، فناوری های نوین و مدل های کسب و کار قابل اجراست؛ رویکردی که آن را از بسیاری از رویدادهای مشابه متمایز می کند.

■ نوآوری مسئله محور؛ نقطه تمایز ایما

یکی از ویژگی های کلیدی جشنواره ایما، تمرکز بر «نوآوری مسئله محور» است. در این رویکرد، مسیر نوآوری نه از ایده های انتزاعی، بلکه از نیازها و چالش های واقعی شرکت ها و مجتمع های معدنی آغاز می شود. طراحی و اجرای رویداد «بئورس پیچ» در چارچوب ایما، این امکان را فراهم کرده است که صنعت، مسائل اولویت دار خود را مستقیماً به جامعه نوآور منتقل کند و ایده پردازان بر اساس این نیازها، راهکار ارائه دهند.

این سازوکار باعث شده است ایده ها از همان ابتدا با واقعیت های فنی، اقتصادی و عملیاتی صنعت معدن هم راستا باشند و مسیر اجرا و تجاری سازی آن ها هموارتر

تربیت نیروی انسانی ماهر با رویکرد ایمیدرو



تفاهم نامه سه جانبه ایمیدرو، وزارت آموزش و پرورش و خانه معدن ایران با هدف تربیت نیروی انسانی ماهر امضا شد. به گزارش روابط عمومی ایمیدرو، این سند همکاری به امضای محمد مسعود سمیعی نژاد معاون وزیر صنعت، معدن و تجارت و رئیس هیات عامل ایمیدرو، سید مصطفی آذرکیش معاون آموزش متوسطه وزیر آموزش و پرورش و محمدرضا بهرامن رئیس خانه معدن ایران رسید.

محمد مسعود سمیعی نژاد، رئیس هیات عامل ایمیدرو، این همکاری سه جانبه را «شروعی جدید برای ایجاد تخصص در کنار آموزش» برای علاقمندان رشته معدن دانست. به گفته وی، هدف اصلی این همکاری، تربیت و تأمین نیروی انسانی ماهر مورد نیاز بخش معدن و صنایع معدنی، ارتقای فرهنگ عمومی جامعه نسبت به جایگاه معدن در اقتصاد و به ویژه تحقق رهنمودهای مقام معظم رهبری در خصوص جایگزینی معدن با نفت و افزایش سطح مهارت نیروی کار از

۷ راهبرد کلان ایمیدرو برای رفع چالش انرژی صنایع معدنی مدیر دفتر زیرساخت ایمیدرو، ۷ راهبرد کلان ایمیدرو برای رفع چالش انرژی بخش معدن و صنایع معدنی را تشریح کرد.

طریق هم افزایی ظرفیت های سه ضلع این همکاری ها است. مدیر دفتر زیرساخت ایمیدرو در چهارمین کنفرانس بین المللی بهینه سازی مصرف انرژی تشریح کرد؛

۷ راهبرد کلان ایمیدرو برای رفع چالش انرژی صنایع معدنی

صنایع تولیدی کشور و با کمترین وابستگی به نوسانات تأمین انرژی است. معتقدیم از طریق صرفه جویی و بهینه سازی فناوری های تولید می توان بخشی از نيازهای انرژی را رفع کرد. مدیر دفتر زیرساخت ایمیدرو با اشاره به چالش های انرژی در صنایع فولادی و معدنی گفت: از جمله این چالش ها، شدت انرژی بالا به دلیل فعالیت بسیاری از واحدها بر مبنای تکنولوژی های قدیمی و با بازده پایین است.



رامین بهمنی در میزگرد تخصصی چهارمین کنفرانس و نمایشگاه بین المللی بهینه سازی مصرف و بهره وری انرژی ایران با بیان این مطلب گفت: نخستین و حیاتی ترین چالش پیش روی ایمیدرو، تأمین پایدار و مقرون به صرفه انرژی برای واحدهای تولیدی و معدنی است. بی ثباتی در این حوزه، سبب توقف تولید و از دست رفتن بازارهای بین المللی می شود. وی افزود: هدف ایمیدرو، حرکت در مسیر توسعه پایدار با تداوم بدون وقفه زنجیره ارزش

در نشست تخصصی «اقتصاد و بهره وری در معادن و صنایع معدنی» مطرح شد:

بهره وری؛ کلید رشد پایدار معادن و اقتصاد ایران

مطرح کرد: ایران با دارا داشتن حدود ۳۱ میلیارد تن ذخایر معدنی قطعی و ۲۴ میلیارد تن ذخایر احتمالی، در زمره کشورهای غنی معدنی جهان قرار دارد؛ به گونه ای که با تنها یک درصد از جمعیت جهان، نزدیک به سه درصد از ذخایر معدنی دنیا را دارا است. وجود نیروی انسانی متخصص، شمار بالای دانشگاه های دارای رشته معدن و پیشینه تاریخی چند هزار ساله در معدنکاری، ایران را از نظر ظرفیت های بالقوه به یکی از بازیگران مهم اقتصاد معدنی جهان تبدیل کرده است. با این حال، چالش های ساختاری اقتصاد، به ویژه در حوزه بهره وری، مانع از بالفعل شدن کامل این ظرفیت ها شده است.

معادن و اقتصاد معدن به شمار می رود، اظهار کرد: بهره وری حائز اهمیت است به ویژه در شرایطی که امکان گسترش منابع طبیعی محدود و هزینه های تولید رو به افزایش است. افزایش بهره وری به معنای استفاده هوشمندانه تر از سرمایه، نیروی کار و نهاده های واسطه ای است و می تواند بدون وابستگی به رشد کمی استخراج، ارزش افزوده بخش معدن را به طور معناداری افزایش دهد. در ادامه این نشست سید کاظم اورعی، عضو هیات علمی دانشگاه استرلینگ انگلستان با تأکید بر اینکه افزایش بهره وری، نه یک انتخاب، بلکه ضرورت اجتناب ناپذیر توسعه معدن و صنایع معدنی ایران است،

نشست تخصصی «اقتصاد و بهره وری در معادن و صنایع معدنی» با حضور سید کاظم اورعی، عضو هیات علمی دانشگاه استرلینگ انگلستان با هدف تبیین جایگاه واقعی بخش معدن در اقتصاد ایران و روشن سازی نقش محوری بهره وری در تحقق رشد اقتصادی پایدار در مرکز نوآوری ایمینو برگزار شد.

به گزارش روابط عمومی مرکز نوآوری ایمینو، در ابتدای این نشست مجید وفایی فرد مجری طرح ایجاد زیست بوم نوآوری و فناوری بخش معدن و صنایع معدنی (ایمینو) با بیان اینکه بهره وری یکی از کلیدی ترین مؤلفه های توسعه پایدار در



بازنگری در حکمرانی معدن با تکیه بر دانش بنیان‌ها

علیرضا لطفی، مدیر توسعه و بهره برداری معادن ایمیدرو

فراهم کردن فضایی که در آن شرکت‌های دانش بنیان، تیم‌های نوآور، شرکت‌های بزرگ معدنی و نهادهای پشتیبان بتوانند به صورت مستقیم با یکدیگر تعامل داشته باشند، زمینه ساز هم‌افزایی واقعی خواهد بود. این بسترها به تیم‌های فناوری کمک می‌کند تا از نزدیک با مسائل واقعی صنعت آشنا شوند، نیازها را دقیق‌تر درک کنند و راهکارهایی متناسب با شرایط عملیاتی معادن ارائه دهند.

علاوه بر این، ارتباط مستمر با شرکت‌های بزرگ و بازدید میدانی از معادن و واحدهای صنعتی، باعث می‌شود فرآیند حل مسئله از حالت نظری خارج شده و به مسیر اجرایی نزدیک‌تر شود. پیگیری منظم مسائل، تعریف دقیق چالش‌ها و حمایت از اجرای راهکارهای پیشنهادی، زنجیره‌ای از ایده تا اجرا ایجاد می‌کند که می‌تواند نتایج ملموسی برای صنعت معدن به همراه داشته باشد.

در مجموع، شکل‌گیری چنین بستری، فرصتی ارزشمند برای تحقق هدف اصلی یعنی اتصال پایدار دانش، فناوری و صنعت است. استفاده هوشمندانه از ظرفیت شرکت‌های دانش بنیان و نیروهای متخصص، در کنار برنامه‌ریزی هدفمند، می‌تواند گامی مؤثر در مسیر حل مسائل انباشته بخش معدن باشد. تداوم این رویکرد، نه تنها به ارتقای بهره‌وری و تاب‌آوری معادن کمک می‌کند، بلکه زمینه ساز توسعه پایدار و آینده‌محور صنعت معدن کشور خواهد بود.



عملیات معدنی، حوزه‌هایی هستند که بدون بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نمی‌توان به طور مؤثر به آن‌ها پاسخ داد. استفاده از سنسورها، ابزارهای پایش هوشمند، تحلیل داده و سامانه‌های مدیریتی پیشرفته می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری، کاهش هزینه‌ها و افزایش ایمنی در معادن منجر شود. این فناوری‌ها نه تنها کارایی عملیات را افزایش می‌دهند، بلکه امکان مدیریت پیش‌دستانه چالش‌ها را نیز فراهم می‌کنند.

در این میان، ایجاد بسترهای ارتباطی میان بازیگران مختلف زیست بوم معدن، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

بخش معدن کشور امروز با مجموعه‌ای از چالش‌های ساختاری، فنی و مدیریتی روبه‌روست که حل آن‌ها دیگر با روش‌های سنتی و رویکردهای مقطعی امکان‌پذیر نیست. از چالش‌های مزمن در حوزه تأمین آب و انرژی گرفته تا مسائل مرتبط با بهره‌وری، ایمنی و ضرورت هوشمندسازی فرآیندها، همگی نشان می‌دهد که صنعت معدن نیازمند یک بازنگری جدی در شیوه مواجهه با مسائل خود است. عبور از این وضعیت، مستلزم برنامه‌ریزی منسجم، نگاه بلندمدت و استفاده هدفمند از ظرفیت‌های موجود در کشور است.

یکی از مهم‌ترین این ظرفیت‌ها، نیروی انسانی متخصص و جوان کشور، به ویژه دانشجویان توانمند و نخبگانی است که در حوزه معدن و صنایع معدنی فعالیت می‌کنند. این بخش از سرمایه انسانی، در صورت هدایت صحیح، می‌تواند نقشی کلیدی در حل مسائل فناورانه و عملیاتی معدن ایفا کند. تجربه نشان داده است که وقتی این ظرفیت در قالب‌های ساختاریافته‌ای مانند شرکت‌های دانش بنیان، استارت‌آپ‌ها و تیم‌های فناور به کار گرفته شود، امکان تبدیل دانش نظری به راهکارهای اجرایی و قابل پیاده‌سازی به مراتب افزایش می‌یابد.

چالش‌هایی مانند ناترازی انرژی، محدودیت منابع آبی، الزامات زیست محیطی و نیاز روزافزون به هوشمندسازی



در بیست و پنجمین نشست سراسری فن بازارهای کشور صورت گرفت

تقدیر از فن بازار معدن از سوی معاون علمی رییس جمهور

رونق مبادلات و بازارسازی محصولات فناورانه معدنی از ۱۴۰۳ تا کنون



فن بازار به عنوان بخش خصوصی، بازاری معاونت علمی در هم‌رسانی عرضه و تقاضای فناوری است. همچنین در ادامه نشست از برترین‌های شبکه فن بازار کشور با اعلام رتبه‌بندی براساس پنج شاخص کلیدی تقدیر شد که فن بازار منطقه‌ای استان فارس رتبه نخست را به خود اختصاص داد

از صنایع است. وی از نگاه مثبت معاونت علمی به فن بازار خبر داد و گفت: ما در معاونت به دنبال ساختار دولتی برای فن بازارها نیستیم. فن بازار به عنوان بخش خصوصی، بازاری معاونت علمی در هم‌رسانی عرضه و تقاضای فناوری است. همچنین در ادامه نشست از برترین‌های شبکه فن بازار کشور با اعلام رتبه‌بندی براساس پنج شاخص کلیدی تقدیر شد که فن بازار منطقه‌ای استان فارس رتبه نخست را به خود اختصاص داد. استان اصفهان در جایگاه دوم و استان قزوین در رتبه سوم قرار گرفتند. این شاخص‌ها شامل «رفع نیاز فناورانه صنایع از بیست و دوم نوآوری کشور»، «مشارکت و هم‌افزایی در شبکه»، «برگزاری شورای هم‌افزایی»، «بازاریابی محصولات فناورانه» و «جذب سرمایه برای استارت‌آپ‌ها و طرح‌های فناورانه» بوده است.

نتایج ثبت ایده‌ها «» هفته اول اسفندماه سال جاری
برگزاری مراسم جشنواره «» ۲۲-۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۵

در بیست و پنجمین نشست سراسری فن بازارهای کشور که با حضور معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان رئیس جمهور و رییس و مدیران پارک فناوری پردیس برگزار شد، از برگزیدگان فن بازارهای منطقه‌ای و تخصصی به عنوان فن بازارهای برتر کشور تقدیر شد.

به گزارش روابط عمومی مرکز نوآوری ایمینو، در این مراسم لوح تقدیر فن بازار برگزیده کشور توسط حسین افشین، معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان رئیس جمهور به مجید وفایی فرد مدیر فن بازار تخصصی معدن و مدیر مرکز نوآوری معادن و صنایع معدنی - ایمینو و نیز مدیران منتخب فن بازارهای منطقه‌ای کشور اهدا شد.

حسین افشین معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان رئیس جمهور در این نشست با اشاره به فعالیت‌های شبکه فن بازار گفت: فن بازارهای در کنار رفع نیاز، می‌توانند به شناسایی نیازهای صنایع برای افزایش بهره‌وری و فروش بیشتر این مجموعه‌ها بپردازند. این شناسایی به مراتب مهم‌تر از رفع نیاز عادی صنایع است و نیازمند آشنایی کلان و عمیق

گلوگاه‌های پنهان دانش بنیان‌های معدنی

واکاوای چالش‌های پیش‌روی شرکت‌های دانش بنیان معدنی در گفت‌وگوی «ایما» با حسین منصوری
مدیر اسبق ایمینو و عضو هیات اجرایی



نادرست، نبود بسترهای تست صنعتی، ضعف اتصال به بازار و محافظه‌کاری نهادی دارد. او در گفت‌وگو با نشریه «ایما»، ضمن تشریح مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی شرکت‌های دانش بنیان معدنی، به نقش «ایمینو» در عبور از این گلوگاه و ضرورت حرکت به سوی تنظیم‌گری هوشمندانه نوآوری می‌پردازد.

با وجود شناسایی صدها شرکت دانش بنیان فعال در بخش معدن و صنایع معدنی، هنوز بخش قابل توجهی از فناوری‌های داخلی به مرحله اجرا و بازار در مقیاس صنعتی نمی‌رسند. «شکاف ایده تا بازار»، مسئله‌ای است که به گفته حسین منصوری مدیر اسبق ایمینو و عضو هیات اجرایی این مرکز، ریشه در مدل‌های حمایتی



رویدادهای دارایی به نظر من ایمن می‌تواند بازیگر سازنده باشد. یعنی لازم است فناوری و صنعت چند استاندارد داشته باشد که به نظر من لازم است را تعیین کنند تا ورود و همکاری با شرکت‌ها را ساده و شفاف کند. این کار ترویجی با همکاری سایر شرکت‌های بزرگ معدنی می‌تواند مسیر مشخصی از نوآوری تا قرارداد صنعتی طراحی و نهادهای کند و یک فرایند مشخص برای آن تعیین کند. به نظر من این موارد می‌تواند به پویایی کمک کند تا فرایندی تنظیم کنیم که در این پیچ‌وخم‌های گسترده تصمیم‌گیری در بنگاه‌ها گم نشود.

■ **با توجه به تجربه‌های گذشته، آیا فکر می‌کنید نقش «ایمنی» در آینده می‌تواند از یک نهاد ترویجی فراتر رود؟**

به بیان دیگر، در سال آینده به نظر من ایمنی باید از نقش صرفاً ترویجی نوآوری که البته باید همیشه در دستور کارش باشد و از طریق برگزاری رویدادها و حضور در نمایشگاه‌ها ادامه دهد، به سمت تنظیم‌گری هوشمندانه نوآوری حرکت کند.

■ **در نهایت، اگر بخواهیم به مسئله همیشگی اتصال دانشگاه، صنعت و دولت بپردازیم، از نگاه شما این پیوند چگونه باید بازتعریف شود تا از سطح شعار عبور کرده و به یک سازوکار عملی و اثربخش تبدیل شود؟**

اتصال دانشگاه، صنعت و دولت موضوعی است که سال‌ها مطرح بوده و به نظر من نیازمند یک تغییر پارادایم است. به نظر من سه اقدام اساسی می‌تواند انجام شود: اول، مسئله محور کردن پژوهش‌های دانشگاهی؛ یعنی پروژه‌ها و پژوهش‌های دانشگاهی باید از دل نیاز واقعی صنعت تعیین شوند تا فاصله میان مقاله و محصول کاهش یابد. من معتقدم وقتی یک بنگاه اقتصادی یک چالش مطرح می‌کند، مسیرها بارها تجربه شده که دانشگاه در قالب مقاله پاسخ می‌دهد؛ به نظر من دانشگاه باید فعالانه مسئله را تعریف کند و در آن شریک شود. شرکت‌های دانش بنیان و استارت‌آپ‌ها هم بر اساس آن پژوهش راهکارهای عملیاتی ارائه دهند. این بزرگ‌ترین اقدام ممکن برای اتصال است و بسیاری از پژوهش‌های فعلی خاک می‌خورند. ما هم تلاش کرده‌ایم از طریق مدیریت پژوهش در ایمنی و ارتباط برقرار کنیم تا پروژه‌های پژوهشی که در این سازمان انجام شده اما عملیاتی نشده‌اند به خصوص آن‌هایی که مسئله محور و مرتبط با چالش بنگاه‌های بزرگ اقتصادی‌اند، به ما ارائه شوند. در قانون دانش بنیان هم به این موضوع اشاره شده و می‌تواند یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های ایمنی در سال جدید باشد که شناسایی همین پروژه‌های پژوهشی است که توسط شرکت‌های دانش بنیان قابل اجرا هستند.

■ **در مورد ایجاد بسترهای تست صنعتی و پایلوت‌های واقعی، این زیرساخت‌ها چه جایگاهی در بلوغ فناوری دارند و چرا نبود آن‌ها باعث توقف بسیاری از نوآوری‌ها پیش از ورود به بازار می‌شود؟**

به نظر من راهکار دیگر توانمندسازی هسته‌های نوآور، ایجاد بسترهای پایلوت صنعتی و به وجود آوردن فضایی برای آزمون واقعی و امن فناوری شرکت‌هاست؛ به معنای اینکه نوآوری قبل از رسیدن به بازار، پشت دیوار ریسک و قوانین گیر نکند. تا در مرحله تست متوقف نشود؛ یعنی فناوری آماده است اما امکان آزمون آن در مقیاس واقعی را ندارند. فراهم کردن این فضای می‌تواند کلید رفع این زوج‌گره باشد. به هر حال این پایلوت‌های صنعتی و تست‌هایی که باید در این حوزه انجام شود، چون هزینه‌بر است بنگاه‌های بزرگ خیلی استقبال نمی‌کنند؛ نیاز است که بخشی از بودجه اختصاصاً به این موضوع بپردازد تا این تست‌های صنعتی که موضوع فناوریانه دارند، تسهیل و عملیاتی شود.

■ **فراتر از مسائل فناوریانه، به چالش‌های ساختاری و نهادی نیز اشاره داشتید. از نظر شما کدام موانع مالی، حقوقی یا مدیریتی بیشترین نقش را در کند شدن مسیر رشد شرکت‌های دانش بنیان ایفا می‌کنند؟**

اول، عدم هم‌زمانی مالی و حقوقی بین این شرکت‌ها و بنگاه‌های بزرگ؛ اینکه ارزش فناوری چقدر است به درستی در خیلی از ساختارهای ارزش‌گذاری سنتی تفهیم نشده و باید این مشکل حل شود تا هم‌زمانی مالی و حقوقی بین این شرکت‌ها و بنگاه‌های بزرگ صورت بگیرد. دوم، ریسک نهادی بالا و محافظه‌کاری مدیریتی در بنگاه‌های بزرگ اقتصادی است که ساختار تصمیم‌گیری و نوآوری را پیرسک کرده و هزینه‌زا، نه فرصت‌ساز، نموده است. سوم، پرآکنده‌گی حمایت‌ها از سوی بنگاه‌هاست؛ نبود یک مسیر رشد مشخص برای شرکت‌ها باعث می‌شود از یک رویداد به رویداد دیگر بروند اما نقشه‌های مشخصی برای عبور از ایده تا بازار نداشته باشند. مهم‌ترین مورد نیز فقدان اتصال پایدار به بازار است؛ یعنی حتی شرکت‌های فناور موفق الزاماً به بازیگران اصلی زنجیره ارزش متصل نمی‌شوند. این پاسخ به خود نیاز به توضیح مفصل دارد که در این مقال نگنجد.

■ **در این میان، ایمنی چه نقشی در کاهش این موانع و ایجاد هم‌زمانی میان صنعت، نوآوران و سیاست‌گذاران ایفا کرده و کدام اقدامات آن را می‌توان نقطه قوت این مسیر دانست؟**

نقش ایمنی در این زمینه بسیار کلیدی بوده و تا الان هم به نظر من عملکرد خوبی داشته است؛ ترویج، فرهنگ‌سازی، برگزاری رویدادهای مختلف به ویژه رویدادهای هم‌رسانی و

■ **با توجه به تجربه چندساله شما در زیست‌بوم نوآوری معدن و ارتباط مستمر با شرکت‌های دانش بنیان، اگر بخواهید یک مسئله محوری و ریشه‌ای را به عنوان اصلی‌ترین چالش این شرکت‌ها نام ببرید، آن مساله چیست و چرا به نظر شما همچنان پابرجا مانده است؟**

همان‌طور که استحضار دارید از بعد تأسیس ایمنی نزدیک به بیش از ۲۰ شرکت دانش بنیان در این مدت شناسایی شده‌اند؛ البته در دوره نخست ۴۵۰ شرکت دانش بنیان استخراج شد که از این همین ۴۵۰ بیش از ۲۰۰ شرکت دانش بنیان مرتبط با پخش، معدن و صنایع معدنی شناسایی شدند. این‌ها هم به هر حال با آن‌ها ارتباط برقرار کرده‌اند و از دید من، حالا در پاسخ به سؤال نخست باید عرض کنم که مسئله اصلی شرکت‌های دانش بنیان معدنی در ایران از نظر من کم بودن ایده یا فناوری نیست، بلکه شکاف میان فناوری آماده و بازار در مقیاس صنعتی است. برای عبور از این چالش و این گلوگاه از دیدگاه بنده و تجربه‌ای که در این تقریباً شش سال از تأسیس ایمنی گذشته است.

■ **مولفه‌های کلیدی برای عبور از این چالش‌ها از نگاه شما چیست و هر کدام در کدام بخش از مسیر «ایده تا بازار» بیشترین اثرگذاری را دارند؟**

اول اینکه تغییر الگوی حمایت از پرداخت محوری به سفارش محور باید صورت بگیرد؛ صنایع بزرگ و شرکت‌های بزرگ معدنی باید بخشی از نیازهای عملیاتی خود را نه به صورت مقاله و نه مناقصه کلاسیک، بلکه به شرکت‌های دانش بنیان واگذار کنند؛ برای مثال قراردادهای پایلوت، خرید تضمینی یا مشارکت در اجرای می‌تواند ریسک ورود شرکت‌های فناور به زنجیره تأمین را به طور معناداری کاهش دهد. این مهم‌ترین مساله از نگاه بنده است و باید این تغییر رویکرد صورت بگیرد. دومین موضوع، طراحی ابزارهای مالی ترکیبی است. شرکت‌های دانش بنیان بیش از اینکه به تسهیلات و وام نیاز داشته باشند، به سرمایه صبور، مشارکتی و مرحله‌ای نیاز دارند. از نگاه من، پرداخت تسهیلات به شکل وام برای شرکت‌های دانش بنیان سم است اگر بازار فراهم نشود. ترکیب سرمایه‌گذاری دانش بنیان صنعتی که حالت CVC دارد. که خیلی هم مادر این سال‌ها تلاش کرده‌ایم که ایمنی را پرچمدار ایجاد یک CVC در بخش معدن و صنایع معدنی کند. این موضوع در جریان است و امیدواریم با راهبری آقای دکتر سمیعی‌نژاد، رئیس جدید ایمنی‌درو، این CVC شکل بگیرد. قراردادهای بازپرداخت مبتنی بر عملکرد و همچنین سرمایه‌گذاری با صندوق‌های تخصصی می‌تواند این مسیر را به نظر من هموار کند.

بازار، حلقه گمشده نوآوری در معادن از شکستن ساختار سنتی تا ضرورت تحول دیجیتال

علی یقطين عضو هیات اجرایی طرح زیست بوم نوآوری و فناوری بخش معدن و صنایع معدنی (ایمینو)



با وجود نقش کلیدی معدن در اقتصاد ایران، نفوذ نوآوری، فناوری‌های های تک و شرکت‌های دانش بنیان در این عرصه همواره با چالش‌هایی جدی همراه بوده است. از ساختار سنتی صنعت و نگرش مدیریتی گرفته تا نبود بازار مؤثر برای فناوری، همگی عواملی هستند که مسیر تحول را ناهموار کرده‌اند. علی یقطين عضو هیات اجرایی طرح زیست بوم نوآوری و فناوری بخش معدن و صنایع معدنی (ایمینو) در گفت و گو با ماهنامه «ایما» از ریشه این چالش‌ها، تجربه‌های عملی در اتصال عرضه و تقاضای فناوری، نقش نهادهای حاکمیتی، اهمیت CVC ها و ضرورت تحول دیجیتال در معادن می‌گوید: مسیری که به باور او، گریزناپذیر و تعیین کننده آینده معدن ایران است.

خدمات و فناوری‌های مورد نیاز خود را در داخل کشور پیدا کنند و از آن طرف، شرکت‌های فناوری نیز محصولاتشان را متناسب با نیاز صنعت معدن توسعه دهند. این رویکرد عملاً به شکستن فضای سنتی این صنعت کمک کرده است.

■ **یکی از دغدغه‌های همیشگی مدیران معدنی، ریسک استفاده از فناوری‌های جدید است.**

ایمینو در این زمینه چه راهکاری ارائه داده؟

این دغدغه کاملاً واقعی است. مدیران معدنی معمولاً می‌گویند ما درگیر عملیات هستیم و فضای تست، آزمایش و خطا نداریم. از آن طرف، شرکت‌های فناوری هم محصول پایلوت دارند اما برای مقیاس پذیری به زیرساخت نیاز دارند. یکی از اقدامات مهم ایمینو، **تکمیل زنجیره تجاری سازی فناوری** بوده است. با انعقاد تفاهم نامه با صندوق بیمه محصولات و فناوری‌های معدنی، ریسک استفاده از فناوری برای شرکت‌های معدنی عملاً به صفر نزدیک شده است.

در این مدل، اگر فناوری عملکرد موفقی داشته باشد، قرارداد منعقد می‌شود و شرکت فناوری نیز مطمئن است نتیجه زحماتش دیده خواهد شد. این پوشش ریسک، هم برای کارفرما و هم برای ارائه دهنده فناوری، یک نقطه عطف جدی محسوب می‌شود.

■ **تجربه ایمینو در همکاری با مدیران و شرکت‌های معدنی چه نکاتی را برجسته کرده است؟**

تجربه نشان داده هر جا مدیران ارشد به نوآوری باور داشته‌اند و به ساخت داخل و شرکت‌های دانش بنیان اعتماد کرده‌اند، ایمینو توانسته نقش مؤثری ایفا کند.

بخش قابل توجهی از فعالیت‌های ما به **فرهنگ سازی و ترویج این نگاه** اختصاص داشته که نوآوری هزینه نیست، بلکه سرمایه گذاری برای آینده است. خوشبختانه ابزارهای حمایتی مانند تسهیلات صندوق نوآوری، معافیت‌های مالیاتی و سیاست‌های معاونت علمی، در سال‌های اخیر کمک کرده نگرش مدیران معدنی نیز به تدریج تغییر کند.

یک عامل بسیار تعیین کننده وجود دارد و آن کشش بازار است. وقتی بازار در اختیار مجموعه‌های سنتی باشد و فضایی برای ورود فناوری‌های جدید ایجاد نشود، شرکت‌های دانش بنیان عملاً امکان رشد پیدا نمی‌کنند. تجربه نشان داده هر جا شرکت‌های دانش بنیان توانسته‌اند محصول یا سرویس موفقی ارائه دهند، پشت آن یک بازار واقعی وجود داشته است.

اگر بازارو زیرساخت‌های آن شکل نگیرد، حتی بهترین استارت‌آپ‌ها و راهبردهای نوآورانه هم به نتیجه نمی‌رسند. شرکت‌های دانش بنیان باید پروژه بگیرند، درآمد داشته باشند و از محل همان درآمد خودشان را توسعه دهند؛ بدون بازار، این چرخه شکل نمی‌گیرد.

■ **ایمینو دقیقاً با چه هدفی شکل گرفت و چه نقشی در این اکوسیستم ایفا می‌کند؟**

فلسفه وجودی ایمینو از ابتدا اتصال عرضه و تقاضای فناوری بوده است. اول باید نیاز واقعی شرکت‌های معدنی را بشناسیم، آن را به زبان قابل فهم برای شرکت‌های دانش بنیان ترجمه کنیم و سپس مجموعه‌های توانمند را شناسایی کنیم تا بین این دو طرف یک همکاری واقعی شکل بگیرد. ایمینو با تکیه بر مفهوم نوآوری باز از طریق رویدادها، فراخوان‌ها، جشنواره‌ها و مسابقات، کمک کرده شرکت‌های معدنی

■ **به نظر شما چرا بحث نوآوری و دانش بنیانی در شرکت‌های معدنی نسبت به سایر صنایع کم‌رنگ‌تر بوده است؟**

به نظر من دو عامل اصلی در این موضوع نقش دارد. نخست، ماهیت ذاتاً سنتی صنعت معدن است. معدن برخلاف حوزه‌هایی مثل نفت و گاز، دارو یا ICT، چه در ایران و چه در سطح جهان، صنعتی با ساختار محافظه کارانه تری بوده است. حتی اگر پنج مارک‌های جهانی را بررسی کنیم، می‌بینیم که جز چند کشور معدود مانند استرالیا، کانادا یا چین، در بسیاری از کشورهای معدنی دنیا نیز نوآوری و تحول دیجیتال رسوخ عمیقی نداشته است. عامل دوم که در کشور ما پررنگ تر است، نگرش سنتی مدیران معدنی است. تا همین یکی دو سال اخیر، کمتر مدیری در این حوزه با مفاهیمی مانند نوآوری، استارت‌آپ‌ها، فناوری‌های های تک یا تحول دیجیتال آشنایی جدی داشت. جمع این دو عامل باعث شده نفوذ فناوری‌های نوین در معدن سخت‌تر و کندتر از سایر صنایع باشد.

■ **چه چیزی باعث می‌شود برخی شرکت‌ها در حوزه نوآوری موفق باشند و برخی دیگر نه؟**

حتی در شرکت‌هایی که مدیران آن‌ها نگاه راهبردی دارند و نوآوری را به خوبی می‌شناسند،

خالص شرکت‌ها را افزایش دهد.

■ **به‌عنوان سوال پایانی، چه ایده‌ای را برای آینده ایمینو و صنعت معدن مهم می‌دانید؟**

یکی از مهم‌ترین کارهایی که به‌نظر من می‌توان انجام داد، **مستندسازی تجربه مدیران معدنی** است. ما مدیران بسیار باتجربه‌ای داریم که سال‌ها برای آموزش‌های داریم که سال‌ها برای آموزش و تجربه آن‌ها هزینه شده، اما با بازنشستگی عملاً این دانش از دست می‌رود. ایمینو می‌تواند با ابزارهایی مانند کتاب، پادکست و محتوای چندرسانه‌ای، تجربیات موفق و ناموفق این مدیران را ثبت کند. این درس‌آموخته‌ها می‌تواند جلوی تکرار اشتباهات را بگیرد و مسیر آینده سازمان‌ها و صنعت معدن را متحول کند. به‌نظر من، این کاریکی از بزرگ‌ترین سرمایه‌گذاری‌های نرم در آینده معدن کشور خواهد بود.

می‌توانند حمایت هدفمند انجام دهند.

به‌نظر من، تمرکز حمایت‌های معاونت علمی و صندوق نوآوری باید بر **توانمندسازی CVCها** باشد، نه توزیع پراکنده منابع.

■ **مهم‌ترین اولویت فناوری و نوآوری در حوزه معدن را چه می‌دانید؟**

بی‌تردید تحول دیجیتال و صنعت چهارم و پنجم. حرکت به سمت اقتصاد دیجیتال در معدن دیگر یک انتخاب نیست؛ یک مسیر گریزناپذیر است. اگر معادن ما وارد این مسیر نشوند، هزینه تمام‌شده محصولات معدنی به شدت افزایش پیدا می‌کند و عملاً قدرت رقابت در بازارهای جهانی از بین می‌رود. تحول دیجیتال می‌تواند بین ۱۵ تا ۳۵ درصد هزینه‌ها را در حوزه‌های عملیاتی، تعمیرات، نیروی انسانی و هزینه‌های سربار کاهش دهد و هم‌زمان درآمد و سود

■ **نقش نهادهای حاکمیتی در حمایت مالی از**

نوآوری معدنی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

به اعتقاد من، منابع حمایتی نباید به صورت خرد و پراکنده بین هزاران شرکت توزیع شود. **موتور محرک واقعی شرکت‌های دانش‌بنیان، VCها و به‌ویژه CVCهایی هستند که در دل شرکت‌های بزرگ معدنی شکل می‌گیرند.**

در سال‌های اخیر، در مجموعه‌هایی مانند فولاد مبارکه، مس، چادملو و سنگ آهن مرکزی اتفاقات بسیار خوبی افتاده است. این CVCها شرکت‌های بزرگ معدنی شکل می‌گیرند.

در سال‌های اخیر، در مجموعه‌هایی مانند فولاد مبارکه، مس، چادملو و سنگ آهن مرکزی اتفاقات بسیار خوبی افتاده است. این CVCها چون در دل کارفرما هستند، نیاز واقعی را بهتر می‌شناسند و





گلوگاه‌های تحول دیجیتال در معادن ایران

چرا هوشمندسازی در معادن ایران عقب مانده است؟

از سال ۱۳۹۷ به بعد، تقریباً تمام شرکت‌های بزرگ تأمین‌کننده تجهیزات هوشمند معدن یا ایران را ترک کرده‌اند یا پشتیبانی را به حداقل رسانده‌اند.

نتیجه عملی:

- پروژه FMS معدن مس میانگدر (۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸) پس از نصب اولیه، به دلیل عدم تمدید لایسنس نرم‌افزاری متوقف شد.
- پروژه کامیون‌های خودران در معدن چادرملو که قرار بود با AC۷۹۴ Cat خودران اجرا شود، به طور کامل لغو شد.
- سیستم‌های Leica Jigsaw و Wenco در گل‌گهر هنوز روی نسخه ۲۰۱۶ کار می‌کنند و آپدیت نمی‌شوند.

- خرید هرسنسور فشار یا دما از برندهای معتبر حداقل ۳ تا ۵ برابر قیمت جهانی تمام می‌شود و گمرک هم به عنوان کالای لوکس مالیات سنگین می‌گیرد.

بخش سوم: ساختار مالکیتی و مقیاس معادن

از ۱۰۶۰۰ معدن فعال ایران:

- ۹۶ درصد معادن کوچک و متوسط (تولید سالانه کمتر از ۵۰۰ هزار تن)
- ۳۰۵ درصد متوسط تا بزرگ (۵۰۰ هزار تا ۵ میلیون تن)
- فقط ۰۵ درصد واقعاً بزرگ (بیش از ۵ میلیون تن: گل‌گهر، چادرملو، مس سرچشمه، سونگون، سنگان، ایمیدرو)

هزینه یک پروژه هوشمندسازی متوسط برای یک معدن ۱ میلیون تنی حدود ۴ تا ۶ میلیون دلار است. دوره بازگشت سرمایه در بهترین حالت ۸ تا ۱۲ سال است. مالک خصوصی که معمولاً با وام ۳۰ درصد سالانه کار می‌کند، نمی‌تواند چنین افقی را بپذیرد. در مقابل، در شیلی یا پرو، معادن بزرگ دولتی یا چندملیتی هستند و افق سرمایه‌گذاری ۲۰ تا ۳۰ ساله دارند.

بخش چهارم: خلأ نیروی انسانی متخصص

تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی معدن در ایران سالانه بیش از ۲۰۰۰ نفر است، اما تعداد افرادی که واقعاً بتوانند:



بیش از ۶۵ درصد معادن ایران در مناطقی قرار دارند که شبکه برق سراسری یا پایدار نیست. معادن شرق و جنوب شرق کشور (بافت، شهرباک، سیستان و بلوچستان، هرمزگان) در تابستان روزانه ۴ تا ۸ ساعت خاموشی برنامه‌ریزی شده دارند. حتی معدن مس سونگون که قرار است بزرگ‌ترین معدن روباز خاورمیانه شود، در سال ۱۴۰۳ همچنان با ژنراتورهای دیزلی کار می‌کند. هرسنسور (از FMS ساده گرفته تا کنترل از راه دور LHDهای زیرزمینی) به برق ۷/۲۴ و UPSهای قوی نیاز دارد. بدون این زیرساخت اولیه، صحبت از هوش مصنوعی بی‌معنی است.

■ (ب) ارتباطات ضعیف

پوشش ۴G پایدار در کمتر از ۳۰ درصد پهنه‌های معدنی ایران وجود دارد و ۵G عملاً صفر است. در معدن سنگ‌آهن سنگان، بزرگ‌ترین منطقه معدنی شرق کشور، سرعت آپلود داده‌های سنسورهاگاهی به زیر ۱۰۰ کیلو بیت بر ثانیه می‌رسد؛ در حالی که یک سیستم FMS پیشرفته حداقل به ۱۰ مگابیت پایدار نیاز دارد. در معدن زغال سنگ طبس (بزرگ‌ترین معدن زیرزمینی ایران) برای انتقال تصویر دوربین‌های داخل تونل هنوز از کابل کواکسیال استفاده می‌شود که هر ۶ ماه یک بار قطع می‌شود.

بخش دوم: تحریم و انسداد فناوری

صنعت معدن ایران در حال حاضر چهارمین تولیدکننده مس خاورمیانه، هفتمین تولیدکننده سنگ‌آهن جهان و صاحب یکی از بزرگ‌ترین ذخایر سرب و روی، زغال سنگ، طلا و عناصر نادر خاکی در منطقه است. با این حال، بهره‌وری متوسط معادن ایران در مقایسه با کشورهایی دارای ذخایر مشابه (مانند شیلی، پرو، اندونزی و آفریقای جنوبی) به طور متوسط ۳۵ تا ۴۵ درصد پایین‌تر است. یکی از مهم‌ترین دلایل این فاصله، تأخیر فاحش در حرکت به سمت «معدن هوشمند» یا صنعت نسل ۴ در بخش معدن است. در حالی که معادن بزرگ استرالیا، کانادا و حتی شیلی از سال ۲۰۱۸ به طور عملیاتی به سطح ۴ و ۵ دیجیتال سازی رسیده‌اند (یعنی معادن کاملاً خودکار، پیش‌بینانه و یکپارچه با زنجیره تأمین)، بیش از ۹۵ درصد معادن ایران هنوز در سطح ۱ یا حداکثر سطح ۲ مقیاس دیجیتال سازی قرار دارند: مکانیزاسیون پایه و استفاده محدود از چند نرم‌افزار مهندسی. این مطالعه بر اساس تجربه مستقیم تیم‌های فنی معدنی در پروژه‌های استخراج روباز و زیرزمینی، مشاوره هوشمندسازی در معادن مس، سنگ‌آهن، زغال سنگ و سرب و روی ایران و همکاری با چندین پروژه مشابه در ترکیه، عمان، قزاقستان و ارمنستان تهیه شده است.

■ بخش اول: چالش‌های زیرساختی و ارتباطی

الف) انرژی ناپایدار

نه یک فانتزی تکنولوژیک است؛ یک ضرورت حیاتی برای بقا در بازار جهانی است. اگر امروز شروع نکنیم، تا ۱۰ سال آینده نه تنها از استرالیا و کانادا، بلکه از شیلی، پرو، اندونزی، مغولستان و حتی کنگو عقب خواهیم ماند. زمان شعار و سخنرانی به پایان رسیده است. اکنون زمان اقدام عملی، هماهنگی و ساختاری است. اگر این پنجره فرصت را از دست بدهیم، نسل بعدی مهندسان معدن ایران فقط در موزه ها خواهند توانست ببینند که معدن هوشمند چه بوده است.



ندارد (در حالی که حمله سایبری به یک معدن بزرگ می تواند میلیارد ها تومان خسارت ایجاد کند).
 ■ پروتکل های ارتباطی بومی مشابه آنچه چین با ۵G + Beidou خصوصی کرده وجود ندارد.
 ■ مقایسه با کشور های در حال توسعه موفق

■ **شیلی:** برنامه «Minería ۲۰۳۵» از ۲۰۱۶، ایجاد مرکز Excelencia en Minería Digital

■ **پرو:** قانون الزامی شدن Dispatch در معادن بالای ۱ میلیون تن از ۲۰۲۰، بومی سازی ۴۵ درصد فناوری ها

■ **اندونزی:** قرارداد های ۲۰ ساله با Huawei و کره ای ها برای پوشش ۵G خصوصی در معادن نیکل

■ **آفریقای جنوبی:** پروژه Mandela Mining Precinct با سرمایه گذاری مشترک دولت و Anglo American

■ **ایران:** تنها یک «کارگروه معدن هوشمند» در معاونت معدنی وزارت صمت که از ۱۳۹۸ تاکنون فقط ۱۱ جلسه تشکیل داده و هیچ خروجی عملی نداشته.

پیشنهاد های عملی و قابل اجرا در کوتاه مدت و میان مدت

کوتاه مدت

■ (۱) انتخاب ۵ معدن بزرگ به عنوان پایلوت ملی (گل گهر، چادرملو، مس سرچشمه، مس سونگون، سنگان) و تأمین بودجه دولتی برای هوشمند سازی کامل آن ها

■ (۲) ایجاد صندوق ویژه هوشمند سازی معادن با مشارکت ایمیدرو، صندوق نوآوری و شکوفایی و بانک صنعت و معدن با سود تسهیلات زیر ۱۰ درصد

■ (۳) بومی سازی حداقل ۵۰ درصد سیستم های FMS و سنسورینگ با همکاری شرکت های چینی که تحت تحریم نیستند

■ (۴) راه اندازی دوره های تخصصی ۱۲ ماهه برای ۳۰۰ مهندسان معدن در حوزه های Data Science معدنی، اتوماسیون و دیجیتال توئین (با همکاری دانشگاه های تهران، امیرکبیر و شرکت های دانش بنیان)

میان مدت

■ (۱) تدوین و تصویب قانون معادن هوشمند ایران شامل مالکیت داده، امنیت سایبری، استانداردهای ارتباطی و مشوق های مالیاتی

■ (۲) ایجاد مرکز ملی داده های معدنی ایران برای یکپارچه سازی و پاک سازی داده های تاریخی تمام معادن بزرگ

■ (۳) الزامی کردن استفاده از حداقل سطح ۳ دیجیتال سازی نظارت آنلاین برای تمام معادن بالای ۲ میلیون تن تا سال ۱۴۱۰

■ (۴) توسعه شبکه ۵G، ۴G خصوصی معدنی در مناطق کلیدی با همکاری اپراتور های داخلی و شرکت های چینی یا روسی.

نتیجه گیری

هوشمند سازی معادن ایران نه یک پروژه لوکس و

■ یک مدل پیش بینی عیار با Python یا R بنویسند
 ■ مدل Digital Twin یک معدن روباز را در نرم افزار های Deswik یا MineSight بسازند
 ■ سیستم Dispatch را بهینه سازی کنند
 ■ پروتکل MQTT یا OPC-UA را در شبکه صنعتی پیاده سازی کنند

در کل کشور احتمالاً ۵۰ نفر بیشتر نیستند که با توجه به تغییرات این صنعت در دنیا به سمت یادگیری این مهارت ها رفته باشند. دانشگاه های برتر ایران (تهران، صنعتی امیرکبیر، شاهرود، یزد) هنوز درس رسمی «هوش مصنوعی در معدن»، «داده کاوی معدنی» یا «اتوماسیون معادن» ندارند. تنها چند درس اختیاری در مقطع ارشد وجود دارد که آن هم معمولاً بدون آزمایشگاه واقعی تدریس می شود.

بخش پنجم: فاجعه داده های تاریخی

هوش مصنوعی بدون داده مرده است. حال وضعیت داده در معادن ایران به شرح زیر است:

■ معدن مس سرچشمه: داده های حفاری از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۵ روی کاغذ است و اسکن هم نشده.

■ معدن زغال طیس: گزارش شیفته هنوز با خودکار نوشته می شود.

■ معدن سنگ آهن سنگان: اطلاعات بلاستینگ در اکسل های جداگانه هر پیمانکار ذخیره می شود و فرمت ها متفاوت است.

■ حتی در گل گهر که پیشرفته ترین محسوب می شود، داده های کیفیت سنگ آهن تا سال ۱۳۹۸ در چند دینابیس مختلف پراکنده بود و یکپارچه نبود.

ساخت مدل نگهداری پیش بینانه، پیش بینی عیار، بهینه سازی بلاستینگ یا پیش بینی خرابی تجهیزات بدون داده تمیز و بلند مدت عملاً غیرممکن است.

بخش ششم: مقاومت فرهنگی و سازمانی
 نقل قول واقعی یکی از مدیران ارشد یکی از بزرگ ترین شرکت های معدنی ایران (سال ۱۴۰۲):

من ۳۵ سال با جوراق و بیل معدن زدم، حالا می گوید کامپیوتر به من بگوید کجا حفاری کنم؟ این حرف ها برای سخنرانی خوب است!

این دیدگاه در بسیاری از مدیران نسل اول و دوم صنعت معدن ایران غالب است. نتیجه: پروژه های هوشمند سازی معمولاً به عنوان «پروژه شخصی مدیرعامل» یا «برای رزومه» شروع می شوند و با تغییر مدیر، متوقف می شوند.

بخش هفتم: خلأ قانونی و استانداردها

تا آبان ۱۴۰۴:

■ هیچ استاندارد ملی الزام آور برای «معدن هوشمند» وجود ندارد.

■ مالکیت داده های زمین شناسی و تولید مشخص نیست (دولت ادعا دارد متعلق به ملت است، مالک می گوید متعلق به اوست).

■ هیچ قانون امنیت سایبری ویژه معادن وجود

شکاف ایده تا بازار چالش پنهان زیست بوم نوآوری معدن و صنایع معدنی کشور

مریم فرهمند، عضو هیات اجرایی مرکز نوآوری ایمینو



استارت‌آپ‌هایی که زودتر به چنین بازارهایی متصل می‌شوند، شانس بیشتری برای بقا و توسعه دارند. از این منظر، هم‌افزایی میان سیاست‌گذار، نهادهای واسط و صنعت، شرط لازم برای توانمندسازی واقعی زیست بوم نوآوری است.

در چنین چارچوبی، نقش تسهیلگری نهادهایی مانند ایمینو برجسته می‌شود. ایمینو می‌تواند به عنوان یک حلقه اتصال مؤثر، ایده‌های فناورانه را به نیازهای واقعی صنعت و معدن پیوند دهد. تمرکز بر شناسایی مساله محور چالش‌های صنعتی، هدایت هسته‌های نوآور به سمت حل مسائل واقعی و فراهم‌سازی بسترهای آزمایش، توسعه و ارتقای سطح آمادگی فناوری در محیط‌های صنعتی، از مهم‌ترین کارکردهای این نقش تسهیلگرانه است. مزیت این رویکرد آن است که نوآوران از ابتدای مسیر، با منطق بازار و صنعت هم‌راستا می‌شوند و احتمال موفقیت آن‌ها در تجاری‌سازی و مقیاس‌پذیری به‌طور معناداری افزایش می‌یابد.

در نهایت، اگر هدف توسعه پایدار نوآوری و خلق ارزش اقتصادی واقعی است، باید از نگاه خطی به مسیر ایده تا بازار عبور کرد. آنچه موفقیت را تضمین می‌کند، شکل‌گیری یک سازوکار منسجم است که در آن دانش، بازار، سیاست‌گذاری و تسهیلگری در کنار یکدیگر عمل کنند. در چنین مدلی، ظرفیت‌های علمی کشور می‌تواند به محصولات رقابت‌پذیر و کسب و کارهای پایدار تبدیل شوند و نوآوری، از یک مفهوم انتزاعی، به یک موتور واقعی رشد اقتصادی بدل شود.



متناسب با ماهیت نوآوری تسهیل می‌کنند، تقاضای اولیه ایجاد می‌کنند و مهم‌تر از همه، مسیر ارتباط استارت‌آپ‌ها با بازارهای واقعی را هموار می‌سازند. زمانی که حمایت نهادی به خلق فرصت‌های واقعی بازار منجر شود، نوآوری از حالت آزمایشگاهی خارج شده و وارد چرخه ارزش‌آفرینی می‌شود. بازارهای بزرگ صنعتی نیز در این میان نقشی فراتر از مصرف‌کننده دارند. آن‌ها می‌توانند به عنوان «مقیاس‌دهنده» عمل کنند؛ یعنی با فراهم کردن امکان تست، پایلوت و اجرای محصول در مقیاس صنعتی، به شکل‌گیری اعتماد، بهبود محصول و تسریع رشد کسب و کارهای نوپا کمک کنند. تجربه نشان می‌دهد

یکی از پرسش‌های کلیدی در زیست بوم نوآوری کشور این است که چرا بخش قابل توجهی از ایده‌ها و کسب و کارهای دانش‌بنیان، با وجود توان علمی و فناورانه بالا، به بازار نمی‌رسند یا در مقیاس‌پذیری متوقف می‌شوند. پاسخ این سؤال را باید پیش از هر چیز در شکاف میان دانش فنی و الزامات بازار جست‌وجو کرد. بسیاری از هسته‌ها و شرکت‌های نوپا، اگرچه محصولاتی فناورانه و قابل اتکا توسعه می‌دهند، اما شناخت دقیقی از نیاز واقعی بازار، مدل کسب و کار، زنجیره ارزش و منطق تصمیم‌گیری مشتریان ندارند. نتیجه آن است که محصولی از نظر فنی موفق، اما از منظر اقتصادی، کاربردی یا رقابتی کم‌اثر باقی می‌ماند. چالش عبور از ایده تا بازار، صرفاً یک مسیر فناورانه نیست، بلکه فرایندی چندبعدی است که نیازمند بلوغ همزمان فنی، اقتصادی و نهادی است. در مرحله مقیاس‌پذیری، این مسئله پررنگ‌تر می‌شود؛ جایی که کمبود سرمایه هوشمند، ضعف در تیم‌سازی مدیریتی، دسترسی محدود به بازارهای بزرگ و نبود زیرساخت‌های صنعتی برای تست، پایلوت و تولید، بسیاری از کسب و کارهای نوپا را متوقف می‌کند. در چنین شرایطی، حتی ایده‌هایی که به محصول اولیه رسیده‌اند، در فقدان بستر مناسب رشد، از ادامه مسیر بازمی‌مانند.

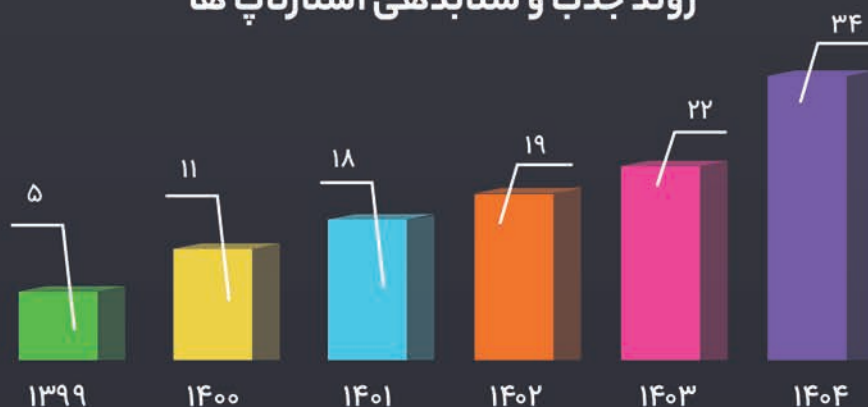
در این میان، نقش سیاست‌گذاری و نهادهای حمایتی اهمیت تعیین‌کننده‌ای دارد. با این حال، تجربه نشان داده که حمایت‌های صرفاً مالی، به تنهایی تضمینی برای موفقیت نیستند. سیاست‌های اثربخش، سیاست‌هایی هستند که ریسک ورود به بازار را کاهش می‌دهند، مقررات را



ایمیتو؛ به روایت اعداد

مروری بر عملکرد، رویدادها و دستاوردهای فناورانه

روند جذب و شتابدهی استارت‌آپ‌ها



روند جذب استارت‌آپ‌ها طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۴
رشد پایدار و افزایشی را نشان می‌دهد.

سیر برگزاری تورهای فناورانه



معادن، فضای بکر رسوخ فناوری

فن بازار، پیشران نوآوری و آینده فناوری در معادن می شود

مجتبی جباری پور، معاون توسعه نوآوری پارک فناوری پردیس



بخش معدن یکی از مهم ترین مزیت های نسبی اقتصاد ایران به شمار می آید؛ بخشی که از یک سو دارای ذخایر متنوع و گسترده معدنی و گردش مالی بالا است و از سوی دیگر، با چالش های جدی فناورانه، بهره وری و ایمنی مواجه است. در چنین شرایطی، نزدیک کردن صنعت معدن به زیست بوم فناوری و نوآوری، نه تنها یک انتخاب، بلکه ضرورتی راهبردی برای آینده این بخش محسوب می شود. شکل گیری فن بازار تخصصی معدن دقیقاً در پاسخ به همین ضرورت شکل گرفته است.

یکی از مهم ترین نقاط قوت فن بازار معدن، ایجاد نقطه اتصال میان اکوسیستم فناوری کشور و یکی از حیاتی ترین حوزه های صنعتی ایران است. معدن به طور سنتی کمتر از سایر صنایع در معرض ورود فناوری های نوین و مدل های نوآوری باز قرار داشته و همین موضوع باعث شده است ظرفیت های فراوانی برای فعالیت شرکت های دانش بنیان در این بخش وجود داشته باشد. به بیان دیگر، معدن امروز یک فضای بکر برای رسوخ فناوری، ورود شرکت های فناور و خلق راهکارهای نوآورانه به شمار می آید. کشوری مانند ایران که از مزیت های معدنی قابل توجهی برخوردار است، ناگزیر باید از ابزار نوآوری برای ارتقای بهره وری، کاهش هزینه ها و افزایش رقابت پذیری استفاده کند. فن بازار معدن این امکان را فراهم می سازد که نیازهای واقعی صنعت، به صورت نظام مند شناسایی شده و در اختیار شرکت های فناور، استارت آپ ها و مجموعه های دانش بنیان قرار گیرد. این فرآیند، مسیر ورود فناوری به صنعت را هدفمند کرده و از اتلاف منابع در پروژه های غیر کاربردی جلوگیری می کند.

در این میان، نقش امیدرو و ایمینو در شکل گیری و راهبری این فن بازار قابل توجه است. ارتباط مستقیم این نهادها با فضای صنعتی و شناخت عمیق از مسائل و چالش های معادن کشور، این امکان را فراهم کرده است که فن بازار معدن صرفاً به یک بستر معرفی فناوری محدود نشود، بلکه به ابزاری برای حل مسئله در مقیاس صنعتی تبدیل شود. هدایت شرکت های دانش بنیان در مسیر نیازهای واقعی معدن، یکی از مهم ترین کارکردهای این

مدل فن بازاری است.

از منظر آینده نگری، بهره گیری از فناوری در معدن می تواند تأثیرات قابل توجهی برای ایمنی نیروی انسانی داشته باشد. معدن یکی از پرخطرترین صنایع است و جایگزینی تدریجی نیروی انسانی با فناوری در برخی فرآیندها، به ویژه در حوزه استخراج، می تواند به کاهش چشمگیر حوادث و آسیب ها منجر شود. توسعه هوشمندسازی، اتوماسیون و استفاده از تجهیزات پیشرفته، نه تنها ایمنی را ارتقا می دهد، بلکه بهره وری را نیز به طور معناداری افزایش می دهد.

در مجموع، حوزه معدن یکی از مستعدترین بخش ها برای فعالیت فن بازاری در کشور است. اگر فن بازار معدن به اهداف تعریف شده خود دست یابد، می تواند به یکی از پیشران های جدی نوآوری در صنعت تبدیل شود و آینده فناوری ایران در این حوزه را به سمت معدنی هوشمندتر، ایمن تر و پربازده تر هدایت کند. پیوند هدفمند میان صنعت معدن و شرکت های دانش بنیان، مسیری است که می تواند هم منافع اقتصادی و هم منافع انسانی و فناورانه کشور را تأمین کند.



ارتباط مستقیم این نهادها با فضای صنعتی و شناخت عمیق از مسائل و چالش های معادن کشور، این امکان را فراهم کرده است که فن بازار معدن صرفاً به یک بستر معرفی فناوری محدود نشود، بلکه به ابزاری برای حل مسئله در مقیاس صنعتی تبدیل شود

پیوند هدفمند صنعت و جامعه نوآور

محسن رئیسی، مدیر کمیته جذب ایده ها در جشنواره ایما

سرمایه‌گذار، بستر لازم برای شکل‌گیری ایده‌های هدفمند و قابل اجرا را فراهم آورده است. مجموع این فعالیت‌ها نشان می‌دهد که ایما در حال تبدیل شدن به یک پلتفرم ملی نظام‌مند برای شناسایی، پالایش و هدایت ایده‌های نوآورانه در بخش معدن و صنایع معدنی است؛ پلتفرمی که نه تنها به تولید ایده می‌پردازد، بلکه مسیر تبدیل ایده به فناوری، استارت‌آپ و راهکار صنعتی را نیز ترسیم می‌کند. استمرار این رویکرد و تقویت حلقه‌های پس از جشنواره از جمله دآوری تخصصی، شتابدهی، اجرای پایلوت و تجاری‌سازی می‌تواند ایما را به یکی از ابزارهای راهبردی توسعه فناوری و نوآوری در صنعت معدن کشور بدل سازد.

پیشرفت ایما در این دوره، بیش از آنکه حاصل افزایش صرف تعداد ایده‌ها باشد، نتیجه شکل‌گیری یک منطق روشن در طراحی فرآیند نوآوری است؛ منطقی که از «مساله» شروع می‌شود و به «راهکار قابل اجرا» می‌رسد. تجربه رویداد ریورس پیچ و پیش‌رویدادهای هدفمند دانشگاهی نشان داد هر جا صنعت با زبانی شفاف از نیازها و اولویت‌های خود سخن گفته، جامعه نوآور کشور توانسته پاسخ‌هایی دقیق‌تر، بالغ‌تر و نزدیک‌تر به بازار ارائه کند. این تجربه، الگویی قابل تعمیم برای حکمرانی نوآوری در بخش معدن است؛ الگویی که می‌تواند فاصله تاریخی میان دانشگاه، صنعت و سرمایه را کاهش داده و مسیر تبدیل دانش به ارزش اقتصادی را کوتاه‌تر کند.

در چنین چارچوبی، اهمیت ایما صرفاً در مقام یک جشنواره خلاصه نمی‌شود، بلکه در نقش آفرینی آن به عنوان یک حلقه واسطه پایدار میان ایده و اجرا معنا پیدا می‌کند. اگر تقویت فرآیندهای پس از جشنواره با نگاه بلندمدت و حمایت هدفمند از تیم‌ها ادامه یابد، ایما می‌تواند به یکی از بازوهای عملیاتی توسعه فناوری، بومی‌سازی راهکارها و ارتقای بهره‌وری در معدن و صنایع معدنی کشور تبدیل شود. استمرار این مسیر، نه تنها به شکل‌گیری استارت‌آپ‌های اثربخش می‌انجامد، بلکه می‌تواند به ارتقای توان رقابت‌پذیری صنعت معدن ایران در سطح ملی و منطقه‌ای نیز کمک کند.



جشنواره ایما در این دوره، تاکنون با جذب ایده از سراسر کشور، تصویری روشن از ظرفیت نهفته نوآوری در زنجیره معدن و صنایع معدنی ایران ارائه کرده است. بررسی‌های ما نشان می‌دهد جذب ایده نسبت به دوره‌های قبلی جشنواره رشد کرده است. نکته قابل توجه آن است که حداقل بیش از ۱۰۰ ایده از این تعداد، مستقیماً بر مبنای چالش‌های احصاء شده در رویداد ریورس پیچ شکل گرفته‌اند؛ موضوعی که نشان‌دهنده موفقیت رویکرد چالش‌محور و پیوند هدفمند میان نیازهای واقعی صنعت و توان حل مسئله جامعه نوآور کشور است. این هم‌راستایی، ایما را از یک رویداد صرفاً ایده‌محور به یک سازوکار مسئله‌محور و کاربردی ارتقا داده است.

در این مسیر، استارت‌آپ‌ها و تیم‌های نوآور تحت حمایت ایمینو نقشی پررنگ در بلوغ کیفی ایده‌ها ایفا کرده‌اند؛ به گونه‌ای که بسیاری از ایده‌های ارائه شده، نه صرفاً مفهومی، بلکه مبتنی بر تجربه عملی، شناخت صنعت و نگاه تجاری بوده‌اند. از سوی دیگر، پیش‌رویدادهای دانشگاهی و صنعتی که در ماه‌های منتهی به ایما برگزار شد، به مثابه موتور محرک جریان ایده‌پردازی عمل‌کرده و باتبیین دقیق مسائل صنعت، آموزش چارچوب‌های نوآوری و ایجاد شبکه ارتباطی میان دانشگاه، صنعت و



اگر تقویت فرآیندهای پس از جشنواره با نگاه بلندمدت و حمایت هدفمند از تیم‌ها ادامه یابد، ایما می‌تواند به یکی از بازوهای عملیاتی توسعه فناوری، بومی‌سازی راهکارها و ارتقای بهره‌وری در معدن و صنایع معدنی کشور تبدیل شود

عبور از نوآوری بسته



بازتعریف سازوکار نوآوری در صنعت معدن و صنایع معدنی

محمد مکملی، دانشیار دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه تهران



فناوری، صدور لیسانس و شکل‌گیری همکاری‌های پایدار فناوریانه متنوع باشد. نکته قابل تأمل آن است که براساس آمارهای ارائه شده، سهم شرکت‌های دانش بنیان فعال در حوزه معدن و صنایع معدنی از کل شرکت‌های دانش بنیان کشور، همچنان پایین و غیررضایت بخش است. این موضوع در حالی مطرح می‌شود که بخش معدن، به واسطه گستردگی عملیات، تنوع چالش‌ها و ظرفیت بالای ارزش آفرینی، آمادگی بالایی برای جذب و رشد شرکت‌های فناوری دارد. این فاصله نشان می‌دهد که هنوز از ظرفیت‌های بالقوه این بخش به‌طور کامل استفاده نشده است.

در چنین شرایطی، شکل‌گیری فرصت‌هایی از جنس رویدادهای نوآورانه ایما، پلتفرم‌های تبادل فناوری و سازوکارهای مسئله‌محور می‌تواند نقطه عطفی برای تغییر این وضعیت باشد. این فرصت‌ها کمک می‌کنند تا چالش‌ها به ایده‌ها متصل شوند و از دل این اتصال، شرکت‌های دانش بنیان جدیدی شکل بگیرند؛ چه در درون شرکت‌های معدنی و فلزی و چه به صورت مستقل در بیرون از آن‌ها. استمرار این مسیر، می‌تواند به ایجاد یک جریان روبه رشد از نوآوری باز در معدن منجر شود و نقش مؤثری در ارتقای توان فناوریانه، رقابت‌پذیری و پایداری این صنعت ایفا کند.



سال‌هاست که در شرکت‌های معدنی و صنایع فلزی کشور، فرآیند احصای چالش‌ها و دریافت ایده‌ها به صورت سنتی و عمدتاً در چارچوب واحدهای تحقیق و توسعه داخلی انجام می‌شود. هرچند این رویکرد در مقاطعی توانسته پاسخی برای مسائل درون سازمانی فراهم کند، اما واقعیت آن است که منافع و خروجی‌های آن اغلب محدود به همان شرکت یا واحد R&D باقی مانده و تأثیرگذاری گسترده‌ای در سطح زیست بوم نوآوری صنعت ایجاد نکرده است. در شرایط امروز، این مدل «نوآوری بسته» نه تنها از منظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست، بلکه توان پاسخ‌گویی به پیچیدگی و گستردگی چالش‌های پیش روی صنعت معدن را نیز ندارد.

گفت‌وگوی مؤثر برسند.

در این فضا، ایده‌ها نه تنها شناسایی می‌شوند، بلکه در یک فرآیند تدریجی و هدفمند خلق و بالغ می‌شوند. حرکت مرحله به مرحله ایده‌ها بر اساس سطح آمادگی فناوری (TRL)، زمینه‌ای فراهم می‌کند تا نوآوری‌ها با ریسک کمتر و امکان موفقیت بیشتر، به سمت اجرا و تجاری‌سازی هدایت شوند. خروجی چنین فرآیندی می‌تواند از توسعه محصولات دانش بنیان گرفته تا انتقال

صنعت معدن و صنایع معدنی با مسائلی روبه‌روست که حل آن‌ها نیازمند هم‌افزایی دانش، تجربه صنعتی و توان فناوریانه متنوع است. از همین رو، ایجاد فضایی که امکان احصای مشترک چالش‌ها و دریافت ایده‌ها را در سطحی فراتر از یک شرکت فراهم کند، اهمیت راهبردی پیدا می‌کند. چنین بستری این امکان را می‌دهد که شرکت‌های معدنی و صنایع فلزی، در کنار شرکت‌های دانش بنیان و تیم‌های فناوری قرار بگیرند، مسائل واقعی یکدیگر را بهتر بشناسند و درباره مسیرهای حل آن‌ها به

AI و ودقت حفاری

همکاری ایمینو، هومص و امیرکبیر برای تحول در صنعت معدن



زده، مسیرهای بهینه را پیشنهاد دهد و در عین حال سطح اطمینان قابل قبولی در نتایج ارائه دهد. از جمله محورهای پژوهشی مورد تمرکز تیم‌ها می‌توان به تخمین هزینه عملیات حفاری، تعیین نقاط بهینه برای کاهش تعداد حفاری‌ها، مدل‌سازی عدم قطعیت در داده‌های زمین‌شناسی، و پیش‌بینی محتوای مواد معدنی در اعماق مختلف اشاره کرد.

در این فرآیند، منته‌های علمی و فنی با در اختیار گذاشتن مجموعه‌ای از ابزارها و الگوریتم‌های تخصصی به تیم‌ها کمک کردند تا بتوانند مدل‌های کارآمدتری طراحی کنند. از این جمله می‌توان به الگوریتم‌های بهینه‌سازی هوشمند، مدل‌های ترکیبی هزینه دقت، و انواع شبکه‌های یادگیری عمیق اشاره کرد که قابلیت تحلیل داده‌های چندبُعدی و سری‌های زمانی را داشتند. به کمک این الگوریتم‌ها، تیم‌ها توانستند دقت نتایج را به بیش از ۹۰ درصد سطح اطمینان ارتقا دهند.

در پایان رویداد، تیم‌های شرکت‌کننده نتایج مدل‌های خود را ارائه دادند و مستندات فنی مربوط به روش‌های به کار رفته، میزان خطا، روند آموزش مدل و تحلیل آماری خروجی‌ها را در اختیار داوران و منتورها قرار دادند. ارزیابی نهایی تیم‌ها براساس دقت پیش‌بینی، نوآوری در روش، پایداری مدل در داده‌های واقعی و میزان صرفه‌جویی بالقوه در هزینه‌های حفاری انجام گرفت. پس از بررسی، طرح‌های برتر موفق به دریافت تأییدیه علمی و فنی از سوی اساتید داور شدند.

رشته‌های مهندسی معدن، زمین‌شناسی، هوش مصنوعی و مهندسی کامپیوتر بودند. منتورهای فنی حاضر در رویداد، در جلسات مقدماتی، توضیحات جامعی در زمینه چالش‌های موجود در عملیات حفاری اکتشافی، اصول حاکم بر تحلیل داده‌های معدنی، و نقش مدل‌های یادگیری ماشین و الگوریتم‌های بهینه‌سازی در این حوزه ارائه دادند.

پس از فراهم شدن زیرساخت‌های فنی، داده‌های واقعی مربوط به حفاری اکتشافی یکی از بزرگ‌ترین معادن سنگ آهن کشور پس از پالایش، استانداردسازی و آماده‌سازی اولیه در اختیار تیم‌ها قرار گرفت. با توجه به ماهیت حساس و صنعتی داده‌ها، تمامی مراحل به اشتراک‌گذاری و پردازش در بستر امن و مبتنی بر معماری Zero Trust انجام شد. پس از آن، تیم‌ها به آزمایشگاه هوش مصنوعی شرکت سرمایه‌گذاری هومص معرفی شدند تا از ظرفیت محاسباتی موجود جهت اجرای مدل‌های آماری و یادگیری ماشین بهره ببرند. فضای آزمایشگاه امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیشرفته، ارزیابی مدل‌ها و انجام آزمایش‌های متعدد بر روی داده‌ها را برای تمامی تیم‌ها فراهم کرد.

در مراحل بعد، تیم‌ها با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین، مدل‌های آماری و بهینه‌سازی، به توسعه ابزارهای تحلیل و پیش‌بینی اقدام کردند. هدف اصلی ایجاد مدلی بود که بتواند با دقت بالا، هزینه‌ی کل عملیات حفاری را تخمین

رویداد مشترک «ایمینو» و صندوق خطرپذیر «هومص» با عنوان «هکاتون» یکی از رویدادهای نوآورانه و فناور محور، بستری فراهم آورد تا متخصصان رشته‌های گوناگون گرد هم آیند و در بازه‌ای کوتاه اما فشرده، به طراحی و توسعه راهکارهای هوشمند و عملیاتی برای مسائل واقعی بپردازند. در همین راستا، دانشگاه صنعتی امیرکبیر با هدف ارتقای بهره‌وری در صنایع معدنی کشور و بررسی نقش فناوری‌های نوین در بهینه‌سازی فرآیندهای عملیاتی، اقدام به برگزاری هکاتون تخصصی حفاری بهینه با هوش مصنوعی کرد.

حفاری، به عنوان یکی از پرهزینه‌ترین و پیچیده‌ترین عملیات‌های معدنی، در مراحل مختلف اکتشاف، ارزیابی و استخراج منابع طبیعی نقش اساسی ایفا می‌کند. دقت و کارایی عملیات حفاری تأثیری مستقیم بر برآوردهای فنی و اقتصادی پروژه دارد؛ از این رو، استفاده از روش‌های هوشمند در پیش‌بینی، تحلیل و بهینه‌سازی پارامترهای حفاری می‌توانست به کاهش هزینه‌ها، کاهش حفاری‌های غیرضروری و افزایش دقت در تخمین ذخایر منجر شود. برگزاری این هکاتون با همین دیدگاه و با تمرکز بر مفهوم به کارگیری هوش مصنوعی در فرآیند حفاری صورت گرفت.

در گام نخست، پس از انتخاب موضوع و تنظیم چارچوب فنی، شرایط تیم‌سازی و نحوه همکاری میان رشته‌های مختلف مشخص شد. برای این منظور، گروه‌هایی تحت عنوان «هوش فناور» تشکیل شدند که اعضای آن ترکیبی از متخصصان و محققان

AI؛ پیشران جدید سرمایه‌گذاری در عناصر معدنی حیاتی

علیرضا شهیدی رئیس هیات مدیره شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران (ایمپاسکو)، حسن صدیقی مجری طرح عناصر نادر خاکی، بهروز کریمی مدیر آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران و دیگر متخصصان حضور داشتند، موضوع کاربرد هوش مصنوعی در صنعت و معدن به عنوان یکی از محورهای اصلی مطرح شد. استفاده از ابزارهای هوشمندسازی و داده‌محور برای افزایش بهره‌وری، بهینه‌سازی فرایندهای صنعتی و کاهش هزینه‌های استخراج و فرآوری، ایجاد آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی در افزایش بهره‌وری فرآوری، توسعه راهکارهای مبتنی بر دیتاهای هم‌بستر خارجی و کاربرد هوش مصنوعی در افزایش دقت نتایج آزمون‌های شناسایی از جمله مباحثی بود که در این بخش مورد توجه قرار گرفت.

نشست تخصصی «هوش مصنوعی و عناصر نادر معدنی حیاتی و راهبردی» با هدف شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری با بازدهی بالا در این بخش استراتژیک، با همکاری مرکز نوآوری معادن و صنایع معدنی ایران (ایمینو) و صندوق سرمایه‌گذاری خطرپذیر هومص در محل این مرکز برگزار شد. در این رویداد، بازیگران اصلی زیست‌بوم معدن، زنجیره اکتشاف، استخراج و فرآوری، دغدغه‌های کلیدی را برای هم‌راستار کردن سرمایه خصوصی و نیازهای فناورانه کشور مطرح و بر لزوم جایگزینی درآمد نفتی با درآمد‌های پایدار معدنی تاکید کردند. در این نشست که مجید وفایی فرد، مجری طرح زیست‌بوم نوآوری و فناوری معدن و صنایع معدنی (ایمینو)، محمدرضا معبودیان رئیس صندوق خطرپذیر «هومص»،



همکاری AWS و Rio Tinto برای استخراج هوشمند مس

این همکاری نشان‌دهنده پیوند مستقیم میان زیرساخت‌های دیجیتال و معدن‌کاری پیشرفته است؛ چراکه مس استخراج شده به‌طور مستقیم در توسعه مراکز داده AWS و زیرساخت‌های هوش مصنوعی استفاده خواهد شد. تحلیل‌گران این پروژه را نمونه‌ای از آینده معدن‌کاری می‌دانند؛ جایی که تقاضای فناوری‌های دیجیتال، محرک نوآوری در استخراج مواد معدنی می‌شود.

شرکت آمازون وب سرویس در اوایل سال ۲۰۲۶ یک قرارداد راهبردی با غول معدنی Rio Tinto امضا کرد تا از تولید مس یک معدن جدید در ایالت آریزونا استفاده کند. نکته مهم این پروژه، به‌کارگیری فناوری Nuton است؛ روشی نوین مبتنی بر بیولیچینگ که با استفاده از میکروارگانیسم‌ها امکان استخراج مس از ذخایر کم‌عیار را با مصرف آب کمتر و آلودگی پایین‌تر فراهم می‌کند.

تسریع مجوز استخراج معدن از کف اقیانوس

با این حال، این اقدام واکنش‌های متفاوتی به همراه داشته است. در کنار فرصت‌های فناورانه و صنعتی، نگرانی‌های جدی زیست‌محیطی درباره تأثیر استخراج عمیق بر اکوسیستم‌های ناشناخته اقیانوسی مطرح شده است. استخراج دریایی اکنون به یکی از چالش‌برانگیزترین مرزهای فناوری معدن در جهان تبدیل شده است.

در ژانویه ۲۰۲۶، دولت آمریکا روند صدور مجوز برای شرکت‌هایی که قصد استخراج مواد معدنی از کف اقیانوس‌های بین‌المللی دارند را تسهیل کرد. این تصمیم با هدف تأمین مواد حیاتی مانند نیکل، کبالت و مس اتخاذ شده؛ موادی که نقش کلیدی در صنایع باتری، خودروهای برقی و فناوری‌های پیشرفته دارند.

رشد سریع بازار معدن‌کاری فضایی

افزایش تقاضا برای عناصر کمیاب، محدودیت منابع زمینی و پیشرفت در رباتیک و هوش مصنوعی، سه عامل اصلی این جهش فناورانه عنوان شده‌اند. معدن‌کاری فضایی دیگر صرفاً یک ایده علمی تخیلی نیست، بلکه به تدریج به بخشی از استراتژی تأمین مواد اولیه صنایع پیشرفته در دهه آینده تبدیل می‌شود.

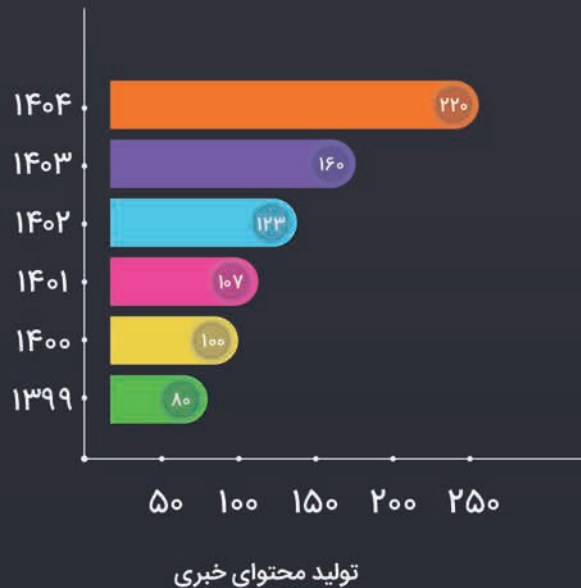
در ابتدای سال ۲۰۲۶ گزارشی بین‌المللی منتشر شد که از رشد سریع بازار معدن‌کاری فضایی خبر می‌دهد. طبق این گزارش، ارزش این بازار در سال‌های آینده از ۳ میلیارد دلار عبور خواهد کرد و فناوری‌هایی مانند استخراج فلزات از سیارک‌ها و پردازش مواد معدنی در مدار زمین، به مرحله آزمایش‌های جدی رسیده‌اند.



ایمیتو؛ به روایت اعداد

مروری بر عملکرد، رویدادها و دستاوردهای فناورانه

از تولید محتوا تا حضور در نمایشگاه ها



حضور در ۲۵ نمایشگاه تخصصی

هوشمندسازی در قلب کویر

استراتژی گندله سازی بهاباد در نوآوری صنعتی

سید مهدی علن مدیر مجتمع گندله سازی بهاباد



صنعت گندله سازی ایران در سال های اخیر با چالش های متعددی از جمله محدودیت انرژی، تأمین خوراک، الزامات محیط زیستی و رقابت پذیری کیفی مواجه بوده است. در این میان، فناوری های نوین، دیجیتال سازی و همکاری با شرکت های دانش بنیان، بیش از هر زمان دیگری به عنوان راهکارهای کلیدی افزایش بهره وری مطرح شده است. سید مهدی علن مدیر مجتمع گندله سازی بهاباد در این گفت و گو از تجربه های فناورانه این مجموعه، از مدیریت انرژی و لجستیک هوشمند تا تولید سبز و کنترل آلاینده های می گوید.

مصنوعی نیازمند الزامات زیرساختی مشخصی است و صرفاً نباید به اقدامات ظاهری بسنده کرد. یکی از موفق ترین تجربه های ما، استفاده از هوش مصنوعی در حوزه لجستیک داخلی کارخانه بوده که بازدهی بسیار مطلوبی به همراه داشته است.

■ در شرایط فعلی محدودیت انرژی، فناوری چگونه می تواند به تداوم تولید کمک کند؟

برای صنعت گندله سازی، گاز مهم ترین عامل فرایندی و برق موتور محرک کل کارخانه است؛ از فن های پروسسی گرفته تا الکتروموتورها. در کنار این دو، آب نیز به عنوان یک منبع حیاتی در کشوری کم آب مانند ایران اهمیت ویژه ای دارد. در چنین شرایطی، نوآوری های فناورانه در کاهش مصرف انرژی نقشی کلیدی ایفا می کنند. به عنوان مثال، اگر امروز تنها ۵۰ درصد از گاز مورد نیاز واحدهای فولادی تأمین شود، اما فناوری بتواند در بهاباد نیز نمونه هایی از این مسیر طی شده است. البته تأکید ما بر این است که استقرار هوش مصنوعی نیازمند الزامات زیرساختی مشخصی است و صرفاً نباید به اقدامات ظاهری بسنده کرد. یکی از موفق ترین تجربه های ما، استفاده از هوش مصنوعی در حوزه لجستیک داخلی کارخانه بوده که بازدهی بسیار مطلوبی به همراه داشته است.

■ در شرایط فعلی محدودیت انرژی، فناوری چگونه می تواند به تداوم تولید کمک کند؟

برای صنعت گندله سازی، گاز مهم ترین عامل فرایندی و برق موتور محرک کل کارخانه است؛ از فن های پروسسی گرفته تا الکتروموتورها. در کنار این دو، آب نیز به عنوان یک منبع حیاتی در کشوری کم آب مانند ایران اهمیت ویژه ای دارد. در چنین شرایطی، نوآوری های فناورانه در کاهش مصرف انرژی نقشی کلیدی ایفا می کنند. به عنوان مثال، اگر امروز تنها ۵۰ درصد از گاز مورد نیاز واحدهای فولادی تأمین شود، اما فناوری بتواند مصرف گاز را به همان میزان کاهش دهد، کارخانه عملاً می تواند بدون افت تولید به فعالیت خود ادامه دهد. اینجاست که فناوری از یک ابزار جانبی، به یک ضرورت حیاتی تبدیل می شود.

■ فناوری چه نقشی در ارتقای کیفیت گندله و

می شوند، دقیقاً اینجاست که راه حل های فناورانه می توانند آسیب پذیری صنعت را به حداقل برسانند.

در کارخانه گندله سازی بهاباد نیز برای هر یک از این چالش ها، مسیرهای مشخصی را با تکیه بر فناوری پیش برده ایم که جزئیات آن قابل تشریح است.

■ دیجیتال سازی و هوش مصنوعی چه جایگاهی در صنعت گندله سازی، به ویژه در بهاباد، پیدا کرده اند؟

اگر از منظر انقلاب صنعتی چهارم و پنجم به موضوع نگاه کنیم، دیجیتال سازی و هوش مصنوعی امروز به ابزارهای اصلی افزایش بهره وری صنایع در دنیا تبدیل شده اند؛ نه فقط در ایران، بلکه در کل صنعت جهانی.

در واقع، ابزارهای کلاسیک افزایش راندمان های مکانیکی، برقی یا فرایندی، در بازار رقابتی امروز تا حد زیادی جای خود را به هوشمندسازی و تحلیل داده محور داده اند.

در صنعت گندله سازی جهان، حرکت کارخانه های بزرگ به سمت مفاهیمی مانند دوقلوی دیجیتال، استفاده از هوش مصنوعی در کنترل تولید، مدیریت مصرف یوتیلیتی ها، بهینه سازی مواد افزودنی و حتی لجستیک کاملاً مشهود است.

در بهاباد نیز نمونه هایی از این مسیر طی شده است. البته تأکید ما بر این است که استقرار هوش

■ به نظر شما مهم ترین گلوگاه های فناورانه در فرایند گندله سازی کشور چیست؟

اگر بخواهیم واقع بینانه نگاه کنیم، گلوگاه های فناورانه گندله سازی تا حد زیادی مشابه سایر صنایع حاضر در زنجیره معدنی صنعتی کشور است. مهم ترین آن ها در سال های اخیر، بدون تردید موضوع انرژی بوده؛ به ویژه گاز و برق در فصول اوج مصرف.

در گام بعدی، مسئله تأمین خوراک مطرح می گفت و گو، مدیران گندله سازی بهاباد از تجربه های فناورانه این مجموعه، از مدیریت انرژی و لجستیک هوشمند تا تولید سبز و کنترل آلاینده های می گویند.

■ به نظر شما مهم ترین گلوگاه های فناورانه در فرایند گندله سازی کشور چیست؟

اگر بخواهیم واقع بینانه نگاه کنیم، گلوگاه های فناورانه گندله سازی تا حد زیادی مشابه سایر صنایع حاضر در زنجیره معدنی صنعتی کشور است. مهم ترین آن ها در سال های اخیر، بدون تردید موضوع انرژی بوده؛ به ویژه گاز و برق در فصول اوج مصرف.

در گام بعدی، مسئله تأمین خوراک مطرح می شود. شاید در نگاه اول این موضوع فناورانه به نظر نرسد، اما زمانی که زیرساخت ها در تأمین انرژی یا دسترسی به مواد اولیه با محدودیت مواجه

کمترین میزان مصرف آب به ازای هر تن محصول را در میان گندله سازی های کشور و حتی در مقایسه با استانداردهای جهانی دارد.

سرانه مصرف آب در این کارخانه کمتر از ۰٫۰۴ مترمکعب به ازای هر تن محصول است؛ در حالی که این عدد در کشور حدود ۰٫۰۸ و در استاندارد شرکت های معتبر جهانی نیز در همین محدوده قرار دارد. این موفقیت حاصل چند رویکرد هم زمان بوده است. طراحی مهندسی مبتنی بر حذف نقاط پرمصرف آب، استقرار کامل سیستم تصفیه پساب و استفاده مجدد از آب در آبیاری و فرایندها، و به کارگیری به روزترین سیستم های غبارگیر الکتروفلتر. به طور مشخص، در حالی که استاندارد محیط زیست برای ذرات معلق ۲۵۰ میلی گرم بر نرمال مترمکعب است، این عدد در بهاباد کمتر از ۶ است که نشان دهنده فاصله معنادار با حد مجاز و عملکرد مطلوب زیست محیطی کارخانه است.

حل آن، خارج از صنعت شکل می گیرد. شرکت های دانش بنیان و مراکز دانشگاهی، به دلیل نگاه بیرونی و آزادانه، گاهی راه حل هایی ارائه می دهند که اساساً در ذهن صنعتگر خطور نمی کند.

البته این همکاری زمانی مؤثر است که اولویت ها به درستی مشخص شده باشند. تشخیص مسائل کلیدی، وظیفه صنعت است و ما باید نقش یک کاتالیزور را ایفا کنیم.

در گندله سازی بهاباد، تجربه های موفق در این زمینه داشته ایم؛ از جمله پروژه های مرتبط با لجستیک هوشمند، HSE، بازگیری و تخلیه که با همکاری مراکز دانشگاهی در حال تبدیل شدن به محصولات قابل استفاده صنعتی هستند.

■ **گندله سازی بهاباد در مسیر تولید سبز چه اقداماتی انجام داده است؟**

گندله سازی بهاباد افتخار دارد که طبق آمار رسمی،

افزایش رقابت پذیری دارد؟

در کنار بحث انرژی، یکی از مهم ترین حوزه های فناوریانه در گندله سازی، علوم مواد است. فناوری این امکان را فراهم می کند که افزودنی های نوین جایگزین مواد مصرفی سنتی شوند؛ افزودنی هایی که یا همان عملکرد را با مصرف کمتر ارائه می دهند یا حتی باعث ارتقای کیفیت محصول نهایی می شوند.

نکته مهم این است که این بهبودها بدون ایجاد اختلال در پارامترهای اصلی فرایند صورت می گیرد و در بسیاری از موارد، رویکردی دوستدار محیط زیست نیز دارند؛ یعنی کمترین آسیب به طبیعت یا حتی اثر مثبت در چرخه تولید.

■ **تجربه شما از همکاری با شرکت های دانش بنیان و مراکز دانشگاهی چگونه بوده است؟**

ما اعتقاد راسخی داریم که اگر تعریف مسئله در دل صنعت به درستی انجام شود، بهترین بستر



کاتالیست‌ها؛ محوریت دایان ۱۸



واردات و ارتقای زنجیره ارزش صنایع معدنی و شیمیایی کشور ایفا می‌کند.

در این رویداد، شرکت‌های دانش بنیان، واحدهای صنعتی، متخصصان و فعالان حوزه فناوری گرد هم می‌آیند تا ضمن تبادل تجربیات، فرصت‌های همکاری فناورانه و سرمایه‌گذاری را بررسی کرده و مسیر تبدیل ایده‌ها و فناوری‌ها به محصولات و خدمات تجاری را هموار سازند.

برگزاری این رویداد گامی مؤثر در جهت تقویت ارتباط صنعت و دانش، حمایت از نوآوری و توسعه فناوری‌های پیشرفته در حوزه آلومینا و کاتالیست‌ها به شمار می‌رود.

رویداد «هم‌رسانی و تجاری‌سازی آلومینا و صنایع پایین دستی با محوریت کاتالیست» با هدف ایجاد تعامل مؤثر میان صنعت و شرکت‌های دانش بنیان برگزار شد. رویداد «دایان» بستری برای شناسایی نیازهای فناورانه، ارائه توانمندی‌های شرکت‌های دانش بنیان و توسعه همکاری‌های مشترک در مسیر تجاری‌سازی فناوری‌های نوین فراهم کرده است.

تمرکز اصلی این رویداد بر حوزه آلومینا و صنایع پایین دستی آن، به ویژه توسعه و بومی‌سازی کاتالیست‌هاست؛ حوزه‌ای راهبردی که نقش مهمی در افزایش بهره‌وری، کاهش وابستگی به

سال‌هاست که در شرکت‌های معدنی و صنایع فلزی کشور، فرآیند احصای چالش‌ها و دریافت ایده‌ها به صورت سنتی و عمدتاً در چارچوب واحدهای تحقیق و توسعه داخلی انجام می‌شود. هرچند این رویکرد در مقطعی توانسته پاسخی برای مسائل درون سازمانی فراهم کند، اما واقعیت آن است که منافع خروجی‌های آن اغلب محدود به همان شرکت یا واحد R&D باقی مانده و تأثیرگذاری گسترده‌ای در سطح زیست بوم نوآوری صنعت ایجاد نکرده است. در شرایط امروز، این مدل «نوآوری بسته» نه تنها از منظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست، بلکه توان پاسخ‌گویی به پیچیدگی و گستردگی چالش‌های پیش‌روی صنعت معدن را نیز ندارد.



ایمیتو؛ به روایت اعداد

مروری بر عملکرد، رویدادها و دستاوردهای فناورانه

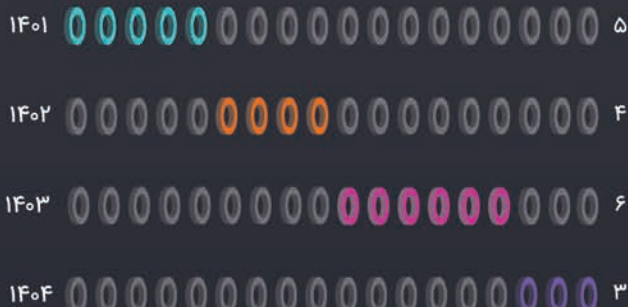
خروجی فن بازار معدن در یک نگاه

شناسایی دانش بنیان ها

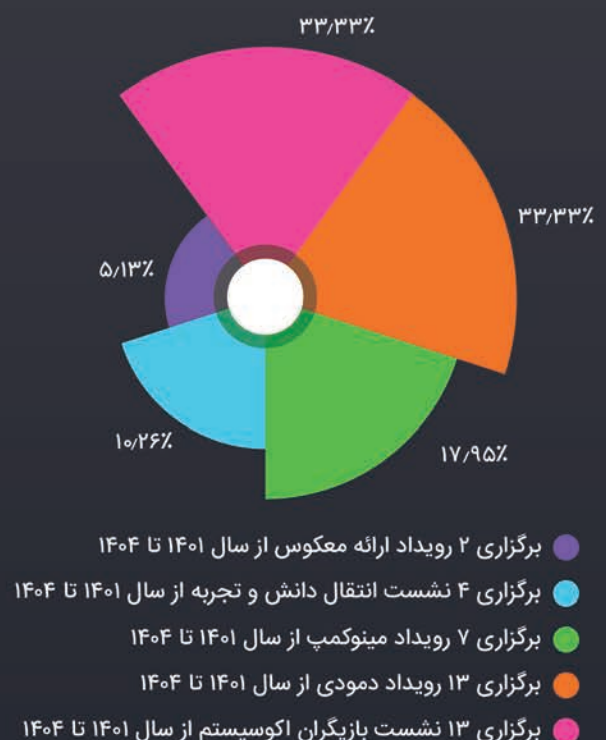


رویدادهای همسرانی ایمینو در یک نگاه

رویداد همسرانی «دایان»



برگزاری ۱۸ رویداد همسرانی «دایان»



هوشمندسازی معادن در کشورهای در حال توسعه

هوشمندسازی دیگر یک گزینه برای صنعت معدن نیست؛ تنها راه بقا و رقابت در زنجیره تأمین جهانی مواد معدنی حیاتی است. در سال های اخیر، مفهوم معدن هوشمند از مرحله شعار و پایلوت گذشته و به یک ضرورت عملیاتی تبدیل شده است. با توجه ویژه بر جنبه های فنی و عملیاتی هوشمندسازی، سیر تحول پنج گانه این حوزه را بررسی و سپس وضعیت ایران را به عنوان یکی از سریع ترین کشورهای در حال گذار مورد مطالعه قرار می دهیم.

■ تکامل پنج گانه هوشمندسازی معادن

نسل اول (تا دهه ۱۹۶۰) عمدتاً مکانیزاسیون ابتدایی بود؛ در دینامیت، ریل، بیل های بخار و... هیچ لایه هوشمندی وجود نداشت و ایمنی در پایین ترین سطح ممکن بود. نسل دوم (۱۹۶۰ - ۱۹۹۰) با ورود دامپ تراک های ۲۴ تا ۴۰ تنی، لودرهای هیدرولیک غول پیکر و برق فشار قوی، مقیاس تولید ده ها برابر شد، اما هوشمندسازی همچنان محدود به اتوماسیون جزیره ای و کنترل دستی بود.

نسل سوم (۱۹۹۰ - ۲۰۱۰) نقطه آغاز واقعی هوشمندسازی محسوب می شود. سامانه های GPS، دیسپچینگ مرکزی، مدیریت ناوگان (Fleet Management System) و SCADA برای اولین بار داده ها را یکپارچه کردند. برای مثال، معدن مس اسکوندیدا در شیلی بود که سال ۱۹۹۸ اولین مرکز دیسپچینگ مدرن خود را راه اندازی کرد و بهره وری ناوگان را ۱۸ درصد افزایش داد.

نسل چهارم یا معدن ۴.۰ (۲۰۱۱ - ۲۰۲۴) انقلاب دیجیتال واقعی بود. اینترنت اشیاء صنعتی، کلان داده، یادگیری ماشین، کامیون ها و حفاری های کاملاً خودکار، دوقلوهای دیجیتال استاتیک و شبکه ۵G زیرزمینی وارد معادن شدند. معدن آهن Fortescue در استرالیا تا سال ۲۰۲۴ بیش از ۳۵۰ کامیون خودکار بدون راننده را به کار گرفت و هزینه حمل و رتن را ۳۰ درصد کاهش داد.

نسل پنجم یا معدن ۵.۰ (۲۰۲۳ به بعد) پارادایم کاملاً متفاوتی است. به جای حذف انسان، او را در مرکز قرار می دهد و فناوری را برای تقویت توانایی های او به کار می گیرد. مهم ترین فناوری های این نسل عبارتند از: هوش مصنوعی مولد (Generative AI) برای طراحی لحظه ای برنامه حفاری با آلیاژها و...

■ روبات های همکاری (Cobot) که با کارگر در یک فضا کار می کنند

■ دوقلوهای دیجیتال پویا و خودترمیم که نه تنها شبیه سازی، بلکه پیش بینی و اصلاح خودکار انجام می دهند

■ شبکه ۶G زیرزمینی با تأخیر کمتر از ۱ میلی ثانیه

■ سیستم های مدیریت کربن لحظه ای و اقتصاد چرخشی معدنی

برای مثال: معدن پلاتین Mogalakwena شرکت Anglo American در آفریقای جنوبی اولین معدن کامل نسل پنجم جهان است که از سال ۲۰۲۵ تمام این فناوری ها را یکپارچه کرده و انتشار کربن عملیاتی خود را ۶۲ درصد کاهش داده است.

■ وضعیت کشورهای در حال توسعه: نگاهی منطقه ای و مقایسه ای

در سال ۲۰۲۵ میلادی، بیش از ۶۵ درصد معادن کشورهای در حال توسعه هنوز در نسل دوم (اتوماسیون جزیره ای) یا نسل سوم (دیسپچینگ مرکزی) هستند، اما سرعت گذار به نسل چهارم و پنجم در مناطق مختلف کاملاً متفاوت است.

■ آفریقا

همانطور که ذکر شد، آفریقای جنوبی تنها کشوری است که به طور کامل وارد نسل پنجم شده است. معدن پلاتین Mogalakwena شرکت Anglo American از سال ۲۰۲۴ تمام عملیات خود را با ترکیب روبات های همکاری، هوش مصنوعی مولد و دوقلوهای دیجیتال پویا اداره می کند؛ نتیجه: کاهش ۶۲ درصدی انتشار کربن عملیاتی و افزایش ۴۱ درصدی بهره وری نیروی انسانی. در زامبیا و جمهوری دموکراتیک کنگو، معدن مس و کبالت شرکت های چینی مانند CMOC و Zijin

از سال ۲۰۲۳ به بعد کامیون های خودکار ۳۰۰ تنی و ۵G زیرزمینی را مستقر کرده اند و هزینه حمل و رتن را تا ۳۵ درصد کاهش داده اند. اما در غرب آفریقا (غنا، گینه، سیرالئون) هنوز بیش از ۸۵ درصد معادن طلا و بوکسیت با روش های نسل اول و دوم کار می کنند و هوشمندسازی عملاً وجود ندارد.

■ آمریکای لاتین

شیلی پیشگام منطقه و جهان است. معدن مس Chuquibambilla شرکت Codelco از سال ۲۰۲۲ کاملاً زیرزمینی و هوشمند شده؛ بیش از ۹۰ درصد عملیات با کامیون ها و LHD های خودکار، دوقلوهای دیجیتال و ۵G انجام می شود. معدن جدید Quebrada Blanca Phase ۲ (از ۲۰۲۴) اولین معدن نسل پنجم منطقه است که از روبات های همکاری هوش مصنوعی مولد برای بهینه سازی لحظه ای برنامه انفجار استفاده می کند. پرو و برزیل نیز در حال جهش هستند. معدن Las Bambas در پرو از سال ۲۰۲۳ مرکز عملیات یکپارچه در لیمّا دارد و تمام ۲۵۰ دستگاه حفاری و حمل را از فاصله ۱۲۰۰ کیلومتری کنترل می کند. برزیل در معدن آهن Carajás شرکت Vale بیش از ۱۰۰ کامیون خودکار و پهپاد های LiDAR را به کار گرفته است.

■ آسیا

اندونزی در جزیره سولاوسی اولین معدن نیکل کاملاً هوشمند نسل چهارم را در سال ۲۰۲۴ راه اندازی کرد؛ تمام مراحل از حفاری تا بارگیری کشتی بدون دخالت انسان انجام می شود. مغولستان در معدن Oyu Tolgoi (Rio Tinto) از سال ۲۰۲۳ به بعد زیرزمینی هوشمند شده و با ۵G و دوقلوهای دیجیتال، تولید مس را ۴۵ درصد افزایش داده است. اما در پاکستان، بنگلادش و میانمار هنوز بیش از ۹۰ درصد معادن زغال سنگ و سنگ ساختمانی با روش های نسل اول کار می کنند.

■ خاورمیانه و شمال آفریقا

عربستان سعودی در پروژه NEOM و معدن فسفات Ma'aden از سال ۲۰۲۳ مراکز عملیات یکپارچه و



سنگان در مرداد ۱۴۰۴ دوقلوی دیجیتال پویا و خودترمیم را عملیاتی کرد که به صورت خودکار برنامه نگهداری را تنظیم و قطعات را سفارش می‌دهد؛ و معدن انگوران از خرداد ۱۴۰۴ اولین معدن زیرزمینی با پوشش کامل ۵G بومی شد.

نتایج کمی ثبت شده در گزارش عملکرد برنامه هفتم (آبان ۱۴۰۴): حوادث منجر به فوت از ۴٫۲ به ۰٫۹ در میلیون تن (کاهش ۷۸٫۶ درصد)، مصرف آب در فراوری ۲۲ درصد و توقفات غیربرنامه‌ریزی ۴۴ درصد کاهش یافته؛ دقت پیش‌بینی عیار سنگ از ۸± درصد به ۱٫۵± درصد رسیده است. تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در این حوزه از ۱۲ شرکت در سال ۱۳۹۸ به ۴۳۸ شرکت در سال ۱۴۰۴ افزایش یافته است.

این جهش فشرده در گزارش‌های بین‌المللی McKinsey Mining Digitalization Outlook ۲۰۲۵ و Deloitte Tracking the Trends ۲۰۲۵ با عنوان Iran's Mining Digital Leap به عنوان یکی از موفق‌ترین نمونه‌های جهش مستقیم در کشورهای در حال توسعه معرفی شده است. ایران اکنون نه تنها مصرف‌کننده، بلکه تولیدکننده و صادرکننده دانش و فناوری معدن هوشمند در منطقه خاورمیانه و آسیای مرکزی است.

نقطه آغاز رسمی، سند تحول دیجیتال معادن و صنایع معدنی ایران تا افاق ۱۴۰۴ بود که در تیرماه ۱۴۰۰ به تصویب هیئت دولت رسید و توسط رئیس‌جمهور ابلاغ شد. سپس در مهرماه ۱۴۰۴، نقشه راه معدن‌کاری نسل پنجم ایران تا افاق ۱۴۱۴ در مراسم اختتامیه نمایشگاه ایران‌کان مابین رونمایی شد؛ سندی که صراحتاً اعلام می‌کند ایران به نسل چهارم رسیده و پایلوت‌های نسل پنجم را عملیاتی کرده است.

براساس گزارش رسمی ایمیدرو به مجلس در آبان ۱۴۰۴، تمام ۱۱۰ معدن کلاس A و B به سامانه‌های دیسپچینگ مرکزی و کاداستر آنلاین متصل شده‌اند، بیش از ۴۸۸۰ سنسور اینترنت اشیا در ۴۲ معدن بزرگ نصب شده و شش مرکز عملیات یکپارچه (IOC) در مجتمع‌های مس سرچشمه، مس سونگون، گل‌گهر ۱ و ۲، چادرملو، سنگان و فولاد مبارکه به طور کامل فعال هستند. اولین ناوگان کامیون‌های خودکار ۱۳۰ تنی کاملاً بومی (۱۲ دستگاه) از شهریور ۱۴۰۴ در گل‌گهر و چادرملو فعالیت می‌کنند.

در حوزه نسل پنجم، معدن مس سونگون اولین روبات همکاری زیرزمینی (Cobot) کشور را در شهریور ۱۴۰۳ راه‌اندازی کرد؛ فولاد مبارکه از تیر ۱۴۰۴ با هوش مصنوعی مولد آلیاژ کم‌کربن طراحی می‌کند و مصرف انرژی کوره قوس الکتریکی را ۲۸ درصد کاهش داده؛

کامیون‌های خودکار را مستقر کرده است. مراکش در معادن فسفات OCP از سال ۲۰۲۲ پهپادهای LiDAR و هوش مصنوعی برای اکتشاف استفاده می‌کند. اما در یمن، سودان و افغانستان عملاً هیچ هوشمندسازی وجود ندارد.

بصورت کلی در سال ۱۴۰۴، تنها حدود ۱۲ درصد معادن بزرگ کشورهای در حال توسعه به نسل چهارم و فقط ۱/۵ درصد به نسل پنجم رسیده‌اند، اما همین تغییر درصد کم در معادنی مانند: Mogalakwena، Quebrada Blanca، Oyu Tolgoi بیش از ۲۸ درصد تولید جهانی مواد معدنی حیاتی را تأمین می‌کنند.

■ جهش فشرده ایران از نسل دوم به مرز نسل پنجم

در سال‌های اخیر و با ایجاد زیست بوم‌های علمی و فناوری، صنعت معدن ایران یکی از نادرترین جهش‌های فشرده تاریخ جهانی را به ثبت رسانده است؛ گذار از معدن‌کاری عمدتاً نسل دوم در سال ۱۳۹۵ به کشوری که تا پایان همان دهه به طور کامل در نسل چهارم مستقر شده و اولین پایلوت‌های عملیاتی نسل پنجم را با موفقیت اجرا می‌کند. این تحول نه یک ادعای تبلیغاتی، بلکه در اسناد رسمی و گزارش‌های معتبر به طور کامل مستند است.

صاحب امتیاز: مرکز نوآوری ایمینو
تهیه و تدوین در واحد ارتباطات و امور بین الملل

تلفن: ۰۲۱- ۴۱۸۶۸۶۱۷

فکس: ۰۲۱- ۴۱۸۶۸۷۷۵

پست الکترونیک:

info@imino.ir

[@iminocenter](https://www.instagram.com/iminocenter)