

# ایمان

ایده‌های ارزش افزای  
معدن و صنایع معدنی ایران

شماره ۱۰ | خردادماه ۱۴۰۵



گفت و گوی ماهنامه «ایمان» با رضا بستامی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران

## معدن ایران در مسیر تحول هوشمند

مهدی کرباسیان، رئیس اسبق هیات عامل ایمیدرو

معدن: پیشران مغفول توسعه اقتصادی ایران

محمد مسعود سمیعی نژاد، معاون وزیر صمت و رئیس هیات عامل ایمیدرو

## از سنگ تا داده

مجید وفایی فرد، مجری طرح زیست بوم نوآوری و فناوری معدن و صنایع معدنی (ایمینو)

گذار به معدن ۵.۰

# اینجا چراغی روشن است



## فهرست

- از سنگ تا داده..... ۳
- گذار به معدن ۵.۰..... ۵
- از معدن تا نوآوری..... ۷
- معدن؛ پیشران مغفول توسعه اقتصادی ایران..... ۹
- معادن ایران در مسیر تحول هوشمند..... ۱۰
- معدن؛ ستون امنیت اقتصادی ایران در عصر رقابت‌های ژئواکوئومیک..... ۱۳
- از اقتصاد چرخشی تا AI..... ۱۵
- معدن و افزایش سهم آن در اقتصاد..... ۱۸
- پاشنه آشیل معدن..... ۱۹
- معدن؛ ستون فقرات بازسازی صنعتی ایران..... ۲۰
- فناوری و نوآوری در تنگنای بحران؛..... ۲۱
- استارت‌آپی به نام ایران..... ۲۳
- معدن هوشمند، موتور بازسازی..... ۲۵

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

شماره ۱۰ | خردادماه ۱۴۰۵

• تهیه و تدوین در واحد ارتباطات و امور بین الملل

• تلفن: ۰۲۱-۴۱۸۶۸۶۱۷

• فکس: ۰۲۱-۴۱۸۶۸۷۷۵

• پست الکترونیک: @info@imino.ir iminocenter

• طراحی و ویراستاری: موسسه نگار آفرین فردای شرق آریا



روز گرمیادداشت معدن یادآور ظرفیت‌های کم‌نظیر ایران در حوزه ذخایر معدنی و انرژی است؛ ظرفیتی که با تکیه بر فناوری‌های نوین و نوآوری می‌تواند به موتور ارزش‌آفرینی و اشتغال پایدار تبدیل شود. ماهنامه ایما در این شماره با تیتر «اینجا چراغی روشن است» به‌طور ویژه بخش معدن را برجسته کرده تا نشان دهد روشن‌ترین چراغ توسعه کشور در سال‌های پیش‌رو، همین حوزه‌ای است که اگر نگاه فناورانه و سرمایه‌گذارانه به آن تقویت شود، توانایی جبران عقب‌ماندگی‌ها و شکل‌دهی آینده‌ای روشن‌تر را دارد.

# استراتژی ایمیدرو برای بسترسازی ورود فناوری های نوین در معادن ایران از سنگ تا داده

محمد مسعود سمیعی نژاد، معاون وزیر صمت و رئیس هیأت عامل ایمیدرو



تحول دیجیتال در بخش معدن و صنایع معدنی، صرفاً یک پدیده فناورانه نیست، بلکه بازطراحی بنیادی در شیوه خلق ارزش، تصمیم سازی و حکمرانی در کل زنجیره از اکتشاف تا بازار است

جایگاه معدن و معدنکاری در اقتصاد طی دهه های اخیر همواره روند افزایشی یافته است؛ به گونه ای که برای ارج نهادن و پاسداشت زحمات معدن کاران و فعالان معدنی، یک روز از روزهای سال (یکم خرداد) برای آن

اختصاص داده شده است. فرا رسیدن چنین روزی، بهانه ای شد تا بر تلاش های بی ادعای دست اندرکاران و فعالان حوزه معدن بوسه زنیم و این روز را به همه این عزیزان تبریک بگوییم.

ایران از نظر تنوع و میزان ذخایر معدنی جزو ۱۵ کشور نخست دنیا به شمار می رود که بیش از ۹۰ درصد این سرزمین هنوز اکتشاف نشده است. با اقداماتی که در حال اجراست، پیش بینی می شود حجم ذخایر معدنی افزایش بالایی پیدا کند و با فرآوری آنها، بخش معدن وزنه قابل توجهی در اقتصاد کشور پیدا کند. اما دستیابی به این مهم تحول انگیز، نیازمند بهره گیری از اسباب و وسایل خاص آن در شرایط امروز است. می دانیم که ظهور فناوری های نوین تحولی اساسی در توسعه صنایع مختلف ایجاد کرده و تغییراتی شگرف در رشد کمی و کیفی تولید، استفاده بهینه از منابع محدود، کاهش ضایعات تولید، بازیابی باطله ها، کاهش مخاطرات زیست محیطی و انسانی، کاهش هدرروی انرژی و غیره، برای بشر به همراه آورده است.

بخش اکتشاف معادن به عنوان نخستین و حیاتی ترین گام در زنجیره ارزش صنعت معدن، همواره با چالش های بزرگی از جمله هزینه های سرسام آور حفاری، عدم قطعیت بالادار پیش بینی ذخایر و ریسک سرمایه گذاری روبرو بوده که با ظهور فناوری های نوین هوشمند همچون سنجش از دور هوشمند، پیش بینی پتانسیل معدنی با استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، مدل سازی سه بعدی از داده ها با یادگیری عمیق و خودکار سازی فرایند تحلیل و تولید نقشه، می توان به این چالش ها خاتمه داد و بهره برداری از معادن را به صورت هوشمند و داده محور بدون کمترین آسیب به محیط زیست انجام داد.

در بخش های دیگر زنجیره تولید معدن نیز فناوری های نوین کمک زیادی به توسعه آن کرده است. هوشمند سازی در بخش عملیات معدنی به معنای استقرار شبکه ای از سنسورهای متصل، تجهیزات خودکار و سیستم های تصمیم گیر بلا درنگ برای پایش و کنترل فرایندهای استخراج، بازیگری، حمل و فرآوری مواد معدنی است که با بهینه سازی فرایندهای

عملیاتی همچون کاهش زمان انتظار، افزایش راندمان تجهیزات و کاهش مصرف انرژی با بکارگیری الگوریتم های مسیریابی و مدیریت ناوگان و همچنین ارتقای سطح ایمنی و کاهش حوادث با استفاده از سنسورهای تشخیص گاز و سیستم های هشدار دهنده هوشمند، سهم بزرگی در رشد و توسعه این بخش دارد.

## ■ از سنگ تا سامانه: گذر هوشمندانه معادن ایران به سمت حکمرانی دیجیتال در ایمیدرو

تحول دیجیتال در بخش معدن و صنایع معدنی، صرفاً یک پدیده فناورانه نیست، بلکه بازطراحی بنیادی در شیوه خلق ارزش، تصمیم سازی و حکمرانی در کل زنجیره از اکتشاف تا بازار است. این تحول با هدف رفع شکاف بهره وری و رقابت پذیری (افزایش بهره وری ۲۰ تا ۳۰ درصدی)، مدیریت چالش منابع طبیعی (بهینه سازی مصرف آب و انرژی) و پاسخ به نیاز شفافیت و حکمرانی داده برای حضور در بازارهای جهانی ضروری است. استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، گامی موثر برای تبدیل معدن کاری از یک صنعت سنتی و پر مخاطره به یک صنعت داده محور خودکار و پایدار است.

با ظهور فناوری نوین و کار بست آن در معادن و صنایع معدنی در جهان و حرکت به سمت دیجیتالی شدن و به منظور همسو بودن با دنیا و افزایش توان رقابتی و مقابله با چالش های حاصل از عدم دیجیتال سازی همچون نبود شفافیت در زنجیره ارزش، تصمیم گیری بدون داده، پراکندگی اطلاعات و نبود حکمرانی دیجیتال و همچنین تکالیف مندرج در ماده ۱۰۷ قانون برنامه هفتم پیشرفت، تاکید فراوان بر ارتقای بهره وری و افزایش سهم اقتصاد رقومی (دیجیتال)، حرکت به سمت کار بست این فناوری های در بخش معدن بیش از پیش ضروری است.

در همین راستا، تدوین سند راهبردی تحول دیجیتال و نقشه

راه در دستور کار ایمیدرو بر پایه دو سناریوی مکمل و یک سناریوی جدید قرار گرفت.

۱- **سناریوی توسعه (طراحی دیجیتال از رزاول):** استقرار زیرساخت‌های داده محور در طرح‌های جدید و پروژه‌های در حال احداث برای ایجاد معادن و واحدهای فرآوری نسل جدید.

۲- **سناریوی نوسازی:** دیجیتالی و هوشمندسازی تدریجی زنجیره‌های فعلی با تمرکز بر بهره‌وری، ایمنی و پایداری.

۳- **سناریوی بازسازی:** " ایجاد معدن و صنایع معدنی هوشمند تاب آور و شفاف " با بهره‌گیری از فناوری های دیجیتال برای جبران خسارات وارده حاصل از جنگ تحمیلی.

نقش راهبردی ایمیدرو به عنوان نهاد سیاست‌گذار، تنظیم‌گر و توسعه‌دهنده، محوری است. این نقش شامل هدایت راهبردی، تنظیم‌گری و هماهنگی بین‌نهادی، توانمندسازی و تسهیل‌گری اجرایی، و نوآوری و یادگیری سازمانی است.

#### چالش‌های کلیدی:

■ **فناوری و زیرساخت:** فقدان شبکه ارتباطی پایدار (به ویژه در نواحی دورافتاده)، نبود پلتفرم داده یکپارچه و ضعف در امنیت سایبری.

■ **حکمرانی و نهادی:** نبود چارچوب واحد حکمرانی داده در

سطح ملی و سازمانی و تعدد نهاد‌های تصمیم‌گیر.

■ **انسانی و فرهنگی:** مقاومت در برابر تغییر و کمبود نیروهای متخصص دیجیتال.

هدف‌گذاری در نقشه راه بر اساس رویکرد سه‌لایه‌ای (راهبرد محور، عملیات محور و نتیجه محور) طراحی شده است. محورهای راهبردی کلان که ستون‌های اصلی سرمایه‌گذاری هستند، عبارتند از:

۱- حکمرانی دیجیتال و سیاست‌گذاری داده محور

۲- معماری داده، امنیت و تاب‌آوری

۳- معدنکاری و عملیات هوشمند با استقرار پلتفرم‌های هوشمند معدنی، صنایع معدنی، ایمنی و مانیتورینگ معادن زغال‌سنگی و مدیریت ناترازی انرژی (EMS)

۴- ایجاد اکوسیستم نوآوری، امنیت و هوشمندسازی برای ارتقای فرهنگ و سواد دیجیتال و ایجاد آزمایشگاه‌های پیشرو برای (صنعت دانشگاه فناوری).

در چارچوب اجرای اهداف سند و حرکت به سمت دیجیتالی شدن و ایجاد بخش معدن و صنایع معدنی هوشمند و پایدار، شفاف و تاب‌آور در جهت کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری، بر این باوریم که هر تصمیم معدنی بر پایه داده، هر سرمایه‌گذاری بر مبنای شفافیت و هراشتغال در مسیر توسعه پایدار رقم خواهد خورد.



در چارچوب اجرای اهداف سند و حرکت به سمت دیجیتالی شدن و ایجاد بخش معدن و صنایع معدنی هوشمند و پایدار، شفاف و تاب‌آور در جهت کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری، بر این باوریم که هر تصمیم معدنی بر پایه داده، هر سرمایه‌گذاری بر مبنای شفافیت و هراشتغال در مسیر توسعه پایدار رقم خواهد خورد.



## گذار به معدن ۵.۰

الزامات و رویکردهای استراتژیک برای گذار به صنعت ۵.۰ در معادن و صنایع معدنی ایران

مجید وفایی فرد، مجری طرح زیست بوم نوآوری و فناوری معدن و صنایع معدنی (ایمینو)



تضمین مجوز اجتماعی برای فعالیت، این بخش باید به طور فعال این الزامات را درک و درونی کند و گذار آگاهانه ای را به سمت مدل Mining ۵.۰ آغاز کند که بهره‌وری را با مردم و کره زمین متعادل می‌کند.

باین حال، تحقق صنعت پنجم مملو از چالش‌های مهم است که باید به طور نظام مند 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 دیجیتالی شدن تدریجی و تغییر یک الگوی واقعی به سمت یک مدل انسان محور و ارزش محور 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

چشم‌انداز جهانی صنعت در حال گذار از یک تغییر پارادایم با اهمیت عمیق است و از تمرکز فناوری محور صنعت ۴.۰ به سمت چشم‌انداز ارزش محور 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: انسان محوری، پایداری و تاب‌آوری. انسان محوری، 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 زیست‌زمین 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



پایداری مستلزم آن است که فعالیت‌های صنعتی به زیست‌زمین احترام بگذارند، به طور فعال در بازسازی محیط زیست مشارکت کنند

معدنی است. این یک چشم انداز ناهمگن است که همه چیز را از شرکت های دولتی گسترده گرفته تا اپراتورهای خصوصی کوچک در برمی گیرد 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 ۵۰۰ غیرممکن است. الزامات، رویکردها و راه حل ها باید با دقت متناسب با اندازه، دامنه و واقعیت اقتصادی خاص هر بازیگر در محیط پیچیده این بخش تنظیم شوند.

در پاسخ به این چالش های چندوجهی، این پروژه به عنوان یک تحلیل بنیادی برای روشن کردن مسیر پیش رو طراحی شده است. هدف اصلی، رمزگشایی از صنعت ۵۰۰ برای زمینه معدن ایران است، فراتر رفتن از مفاهیم انتزاعی برای ارائه اطلاعات ملموس و عملی. این پروژه ابتدا با تعریف دقیق ماهیت صنعت ۵۰۰ و الزامات اصلی آن انسان محوری، پایداری و تاب آوری - به روشی که برای ذینفعان ایرانی قابل دسترس و مرتبط باشد، به این هدف دست خواهد یافت. سپس تصویری از بخش معدن و صنایع معدنی ایران ارائه خواهد داد، تنوع ذاتی آن را فهرست بندی می کند، ویژگی های خاص بازیگران مختلف آن را شناسایی می کند و زنجیره های تأمین پیچیده ای را که آن ها را به هم متصل می کند، نمایان می سازند. خروجی نهایی مجموعه ای از راه حل های

متناسب و عملی و رویکردهای استراتژیک برای ارتقای صنعت ۵۰۰ در این چشم انداز متنوع خواهد بود. هدف کلی صرفاً تهیه یک گزارش نیست، بلکه تولید دانش جدید حیاتی و تقویت آگاهی گسترده از اهمیت این گذار است و از این طریق اجماع اساسی برای اقدام در میان سیاست گذاران، رهبران صنعت و ارائه دهندگان فناوری ایجاد می شود.

انتظار می رود این تحقیق دستاوردهای قابل توجهی داشته باشد که مستقیماً بر استراتژی ملی تأثیر می گذارد. اول، یک چارچوب مفهومی برای معدن ۵۰۰ در ایران ایجاد خواهد کرد که به وضوح بیان می کند که انسان محوری، پایداری و تاب آوری در عمل برای عملیات متنوع معدنی کشور، از اکتشاف تا فرآوری، به چه معناست. دوم، یک ماتریس چالش جامع و طبقه بندی شده ارائه می دهد که موانع را دسته بندی می کند. گذار بر اساس منشأ آن ها چه از ماهیت خود الگوی صنعت ۵۰۰، چه از بافت نهادی یک اقتصاد در حال توسعه یا ساختار خاص بخش معدن - امکان پذیری می شود و از این طریق مداخلات سیاستی هدفمند را امکان پذیر می سازد. در نهایت، این پروژه فهرستی از موضوعات سیاستی برای امیدواران عرضه می کند که می تواند یک راهنمای روشن برای تکامل مشترک معدن و صنایع معدنی از نظر فناوری، مسئولیت پذیری و تاب آوری مطابق با اصول صنعت ۵۰۰ باشد.



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



## از معدن تا نوآوری

### چرا در شماره ویژه «ایما» به مناسبت روز معدن به اقتصاد دانش بنیان پرداختیم؟

سعید خادمی پور، دبیر اجرایی جشنواره ایما و مدیر ارتباطات ایمنیو

حرکت کند، اما فضای پرریسک اقتصادی و محدودیت‌های نهادی باعث شده این تلاش‌ها اغلب ناتمام بمانند.

در همین نقطه است که موضوع اقتصاد دانش بنیان از سطح شعار به عرصه واقعیت نزدیک می‌شود. تصمیم گرفتیم در شماره ویژه روز معدن مجله ایما، دقیق‌تر ببینیم چرا پروژه دادن به شرکت‌های دانش بنیان مؤثرتر از حمایت مالی صرف است. تجربه نشان داده که وام‌ها و معافیت‌های مالیاتی، هرچند مفیدند، اما نمی‌توانند جایگزین تقاضای واقعی برای محصولات فناورانه شوند. شرکت دانش بنیان زمانی معنا پیدا می‌کند که محصولش در پروژه واقعی به کار گرفته شود، نه زمانی که فقط وامی برای ادامه فعالیت دریافت کند.

بخش معدن، با مقیاس و گستردگی عملیاتی خود، بهترین بستر برای چنین همکاری است. معادن کشوری می‌توانند میدان آزمون و رشد فناوری‌های بومی باشند؛ از سامانه‌های پایش هوشمند تا نرم‌افزارهای مدیریت ناوگان، هوش مصنوعی در اکتشاف و اینترنت اشیا در نظارت ایمنی. معتقدیم که حمایت واقعی از زیست بوم دانش بنیان در این بخش تنها زمانی اتفاق می‌افتد که \*پروژه‌های معدنی و صنعتی به شرکت‌های نوآور واگذار شوند و محصولات آن‌ها به عنوان اعتبار مالیاتی یا ابزار



بازایستاده است.

این آسیب در صنعتی مانند معدن و فولاد به شکل عینی‌تر دیده می‌شود. در معادن بزرگ، نوآوری تنها به فناوری استخراج محدود نیست؛ بلکه در حوزه‌هایی مانند بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هزینه حمل‌ونقل، تجهیزات بومی و هوشمندسازی عملیات معنا پیدا می‌کند. بخش معدن در ایران طی سال‌های اخیر تلاش کرده است با کمک شرکت‌های دانش بنیان به سمت بهره‌وری بالاتر

روز معدن هر سال فرصتی است برای بازاندیشی در یکی از حیاتی‌ترین بخش‌های اقتصاد ایران، بخشی که نه تنها در تأمین مواد اولیه و رشد صنعتی نقش دارد، بلکه می‌تواند در تحقق اقتصاد دانش بنیان ملی نیز نقشی بنیادین ایفا کند. در شماره ویژه مجله «ایما» به مناسبت روز معدن، تصمیم گرفتیم نگاهی متفاوت به این صنعت داشته باشیم، نگاهی که فراتر از ظرفیت‌های استخراج و تولید، بر پیوند میان فناوری و اقتصاد دانش بنیان در معدن و صنایع معدنی تمرکز دارد.

در سال‌های اخیر، بحث اقتصاد دانش بنیان به یکی از محوری‌ترین موضوعات توسعه کشور تبدیل شده است؛ اما آنچه اغلب در تحلیل‌های رسمی نادیده گرفته می‌شود، این واقعیت است که در دوره‌های بحران و نااطمینانی، «نوآوری» نخستین قربانی شرایط سخت اقتصادی است. از کاهش سرمایه‌گذاری در فناوری گرفته تا توقف پروژه‌های تحقیق و توسعه، شرکت‌های دانش بنیان در خط مقدم این آسیب قرار دارند. بسیاری از شرکت‌ها که بر پایه پروژه‌های فناورانه شکل گرفته‌اند، با لغویا تعلیق قراردادها روبه‌رو شده‌اند؛ در نتیجه درآمدشان کاهش یافته و چرخه رشدشان از حرکت

ایران به سوی هوشمندسازی، بهره‌وری داده محور و مسئولیت پذیری محیط زیستی حرکت کنند، گام بزرگی به سوی اقتصاد دانش بنیان واقعاً ایرانی برداشته خواهد شد. اقتصاد دانش بنیان زمانی معنا پیدا می‌کند که با بخش‌های واقعی اقتصاد پیوند بخورد و معدن، با تمام چالش‌ها و ظرفیت‌هایش، بهترین بستر برای تحقق این پیوند است.

به همین دلیل، در شماره ویژه ایما تلاش کردیم فرصت‌ها و چالش‌های پیوند میان فناوری و معدن را برجسته کنیم تا شاید این‌گفت‌وگو نقطه آغاز جدی‌تری برای درک نقش دانش بنیان‌ها در بازسازی و آینده صنعت ایران باشد.

عملکردی رسمی پذیرفته شود\*\*. چنین رویکردی تقاضای واقعی ایجاد می‌کند، چرخه فناوری رازنده نگه می‌دارد و نیروهای متخصص را در کشور حفظ می‌کند.

انتخاب این محور در شماره ویژه ایما، در واقع پاسخی به یک پرسش بنیادین است: چرا اقتصاد دانش بنیان باید در روز معدن مورد توجه قرار گیرد؟ زیرا معدن امروز دیگر فقط منبع مواد خام نیست، بلکه می‌تواند «میدان آزمایش توسعه فناوری ملی» باشد. این صنعت به اندازه کافی گسترده و چندوجهی است که تمام ارکان نوآوری را در خود جای دهد: از داده و دیجیتال تا ماشین‌آلات و مدل‌های مدیریتی. اگر معادن



بخش معدن، با مقیاس و گستردگی عملیاتی خود، بهترین بستر برای چنین همکاری است. معادن کشور می‌توانند میدان آزمون و رشد فناوری‌های بومی باشند؛ از سامانه‌های پایش هوشمند تا نرم‌افزارهای مدیریت ناوگان، هوش مصنوعی در اکتشاف و اینترنت اشیا در نظارت ایمنی



## معدن؛ پیشران مغفول توسعه اقتصادی ایران

نقش منابع معدنی و انرژی در بازسازی اقتصاد، ضرورت ارتقای فناوری و اصلاح نگاه حاکمیتی

مهدی کرباسیان، رئیس اسبق هیات عامل ایمیدرو

با وجود این ظرفیت‌ها، ایران هنوز معادن عمقی خود را اکتشاف نکرده و با عقب ماندگی تکنولوژیک چند دهه ساله مواجه است، بنابراین کشور در حوزه معدن یک کشور نوظهور به شمار می‌رود و جای کار فراوان دارد. اهمیت معدن در بازسازی اقتصادی و توسعه کشور باید در سطح حاکمیت مورد توجه ویژه قرار گیرد؛ چنان‌که در دوره دولت یازدهم و در سال‌های ۹۲ تا ۹۶ با افزایش تمرکز بر این حوزه، صادرات صنایع معدنی رشد چشمگیری داشت و تا حدود ۲۳ درصد از صادرات غیرنفتی را شامل شد و همچنین بر اشتغال و سرمایه‌گذاری تأثیر مثبت گذاشت. در چهل سال گذشته توسعه به عنوان اولویت اصلی کشور مطرح نبوده و همین موضوع موجب شده فناوری‌های جهانی، دانش روز و سرمایه بین‌المللی بهره‌مند نشویم. هر چند کشور ظرفیت توسعه فراوانی دارد، اما برای حرکت به سمت پیشرفت نیازمند سرمایه و فناوری است و این امر با بهبود روابط بین‌المللی و فاصله گرفتن از تحریم‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. عقب‌ماندگی موجود به طور مستقیم به فناوری، سرمایه‌گذاری، توسعه و رفاه مردم آسیب رسانده است. بنابراین باید همکاری‌های علمی و بین‌المللی تقویت شود و جذب سرمایه و فناوری از طریق تعاملات سازنده جهانی مورد توجه قرار گیرد.

در حوزه فرصت‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با روز معدن نیز طی سال‌های اخیر مباحث زیادی مطرح شده و دلسوزان این حوزه همچنان بر آن پافشاری می‌کنند. با این حال، در ساختار حاکمیت و حتی وزارت صنعت، معدن و تجارت گاهی این اولویت احساس نمی‌شود. اگرچه سخنرانی و شعار زیاد است، اما در عمل بروکراسی اداری و نگاه درآمدی دولت و مجلس به معدن، به جای نگاه توسعه محور، آسیب‌های سنگینی وارد کرده است. نمونه آن در سازمان ایمیدرو دیده می‌شود؛ جایی که با وجود تلاش‌های فراوان و اجرای پروژه‌های متعدد، واحدهای بهره‌برداری رسیده به نام خصوصی سازی و برای تسویه بدهی دولت به نهادهای مختلف واگذار شده و هیچ بخشی از این منابع به چرخه توسعه معدنی بازنگشته است. نه بودجه کافی برای سرمایه‌گذاری جدید اختصاص یافته و نه تسهیلات لازم برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی فراهم شده است. در پایان تأکید می‌شود که روز معدن فرصتی است برای تلاش بیشتر و برای آن که افراد صاحب نظر اهمیت این بخش را به درستی تبیین کرده و جایگاه واقعی آن در تصمیم‌گیری‌های کلان کشور را تثبیت کنند.



در حوزه فرصت‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با روز معدن نیرطی سال‌های اخیر مباحث زیادی مطرح شده و دلسوزان این حوزه همچنان بر آن پافشاری می‌کنند. با این حال، در ساختار حاکمیت و حتی وزارت صنعت، معدن و تجارت گاهی این اولویت احساس نمی‌شود.

در ابتدا روز معدن به تمامی دست‌اندرکاران، سرمایه‌گذاران، مهندسين، کارگران و همه کسانی که برای توسعه کشور در حوزه معدن تلاش می‌کنند تریبک می‌گوییم. ایران جزو معدود کشورهایی در جهان است که هم‌زمان دارای منابع غنی معدنی و انرژی است و ترکیب این دو ارزش افزوده بالایی ایجاد می‌کند. برخی کشورها مانند استرالیا با وجود داشتن ذخایر فراوان معدنی، به دلیل نبود انرژی ناچار به خام‌فروشی هستند و سالانه بیش از صد میلیارد دلار فقط از محل صادرات سنگ آهن درآمد دارند. برخی کشورها انرژی دارند اما معدن ندارند، اما ایران خوشبختانه هر دو مزیت را در کنار هم داراست.

## معادن ایران در مسیر تحول هوشمند

### معادن آینده با هوش مصنوعی، اتوماسیون و سرمایه‌گذاری هوشمند شکل می‌گیرد

گفت‌وگوی ماهنامه «ایما» با رضا بستامی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران

دارند. توسعه پایدار یعنی هم‌زمان با بهره‌برداری، بازسازی نیز انجام شود. مهندسان معدن می‌توانند با مدیریت علمی، کاهش خطا و استفاده از فناوری، هم تولید را افزایش دهند و هم الزامات محیط زیستی را رعایت کنند.

■ در شرایط کنونی، چه اقداماتی برای کاهش فاصله فناوری معادن ایران با استانداردهای جهانی ضروری است؟

طرح‌های معدنی بر استفاده از فناوری‌های نوین مانند کنترل هوشمند عملیات، هوشمندسازی باسکول و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر تأکید داریم.

■ به نظر شما مهم‌ترین چالش معادن کشور در مسیر افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری چیست؟ مهم‌ترین چالش، فاصله فناوری و بهره‌وری با استانداردهای جهانی است. بخشی از این موضوع به کمبود زیرساخت، بخشی به مسائل انرژی و

بخش معدن در ایران در آستانه دوره‌ای تازه از تحول قرار گرفته است؛ دوره‌ای که در آن هوشمندسازی، داده‌های اکتشافی، فناوری‌های نوین و سرمایه‌گذاری هوشمند نقش تعیین‌کننده‌ای در آینده این صنعت دارند. رضا بستامی رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران در گفت‌وگو با ماهنامه «ایما» از مسیر پیش‌روی معادن کشور، چالش‌های موجود و برنامه‌ها برای نزدیک شدن به استانداردهای جهانی می‌گوید.



باید به جوانان متخصص اعتماد کنیم، از شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها حمایت کنیم و بخشی از تجهیزات را بومی‌سازی کنیم. همچنین ورود هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند به فرآیندهای معدنی یک ضرورت است، نه انتخاب. حرکت از فرآیندهای شخص‌محور به سیستم‌محور می‌تواند این فاصله را کاهش دهد.

■ سازمان نظام مهندسی معدن چه حمایت‌هایی از جوانان متخصص، شرکت‌های دانش‌بنیان و ایده‌های نوآورانه انجام می‌دهد؟

بخشی به تعدد فرآیندهای اداری و استعلام‌ها مربوط می‌شود. همچنین اگر داده‌های اکتشافی دستگاه‌ها جمع‌شود، دوباره کاری و اتلاف سرمایه ملی رخ می‌دهد که بهره‌وری را کاهش می‌دهد.

■ نقش مهندسان معدن در توسعه پایدار و بازسازی ظرفیت‌های اقتصادی کشور را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

مهندسان معدن نقش کلیدی در اجرای اصول فنی، رعایت استانداردها و تحقق معدن‌کاری سبز

■ سازمان نظام مهندسی معدن چه برنامه‌ای برای ارتقای فناوری و نوسازی معادن کشور در سال‌های پیش‌رو دارد؟

یکی از مهم‌ترین برنامه‌های ما حرکت از ساختارهای سنتی و کاغذی به سمت ساختارهای هوشمند و سیستم‌محور است. خوشبختانه امروز بیش از ۹۵ درصد خدمات سازمان به صورت هوشمند ارائه می‌شود. دستورالعمل‌ها، آیین‌نامه‌ها، بخشنامه‌ها و نظام‌نامه‌ها نیز به صورت به‌روز در سامانه‌ها بارگذاری می‌شوند تا شفافیت و دسترسی تسهیل شود. علاوه بر این، در

رویکرد ما ایجاد بستر فعالیت برای جوانان و متخصصان است. در فرآیندهای جدید سازمان، استفاده از ظرفیت دانش بنیان ها و فناوری های نوین دیده شده است. اعتقاد داریم که اگر به نیروهای جوان اعتماد شود، می توان بسیاری از تجهیزات و فناوری ها را در داخل کشور توسعه داد و وابستگی را کاهش داد.

**معادن کشور دارد؟**

هوشمندسازی آینده معدن است. هوش مصنوعی می تواند خطاها را کاهش دهد، هزینه های تکراری را حذف کند و فرآیندها را از حالت شخص محور خارج کرده و به سیستم محور تبدیل کند. این موضوع هم بهره وری را افزایش می دهد و هم شفافیت را بیشتر می کند.

معدن و محیط زیست الزاماً در تضاد نیستند. در مناطق مجاز و با رعایت ضوابط مهندسی می توان فعالیت معدنی انجام داد. حتی در برخی مناطق خاص نیز با شرایط ویژه امکان فعالیت وجود دارد. مهم این است که بازسازی هم زمان با بهره برداری انجام شود و معدن کاری سبز در دستور کار باشد.

■ به مناسبت روز معدن، مهم ترین مطالبه جامعه مهندسی معدن از دولت و سیاست گذاران چیست؟  
مهم ترین مطالبه، نگاه مثبت و راهبردی به معدن است. برای تحقق رشد ۱۳ درصدی بخش معدن در برنامه هفتم، نیازمند همکاری همه دستگاه ها هستیم. پاسخ گویی دقیق و به موقع به استعلام های ماده ۲۴، توسعه زیرساخت ها و حل مسائل انرژی از الزامات اساسی است.

■ برای جذب سرمایه گذاری داخلی و خارجی در بخش معدن، چه اصلاحات و زیرساخت هایی ضروری است؟

کاهش ریسک سرمایه گذاری مهم ترین موضوع است. پیشنهاد ما این است که دولت در مرحله اول اکتشاف را انجام دهد و سپس پهنه های آماده را از طریق فرآیندهای مشخص واگذار کند. همچنین امنیت کشور یک مزیت مهم برای جذب سرمایه گذار است، اما باید زیرساخت ها و شفافیت اطلاعات نیز تقویت شود.

■ چگونه می توان میان توسعه فعالیت های معدنی و حفظ الزامات زیست محیطی تعادل ایجاد کرد؟

■ توسعه هوشمندسازی و استفاده از فناوری هایی مانند هوش مصنوعی چه جایگاهی در آینده

■ چشم انداز شما از جایگاه صنعت معدن ایران در اقتصاد منطقه طی ده سال آینده چیست؟

اگر اکتشاف به صورت نظام مند انجام شود، داده ها جمع شوند، فناوری های نوین به کار گرفته شوند و سرمایه گذاری تسهیل شود، معدن می تواند سهم قابل توجهی در اقتصاد ملی و منطقه ای داشته باشد. تحقق اهداف برنامه هفتم و رشد ۱۳ درصدی می تواند جایگاه ایران را در منطقه ارتقا دهد، مشروط بر اینکه هماهنگی بین دستگاه ها و نگاه توسعه محور به معدن تقویت شود.



واپسیت ملے  
وحدت ملے  
در سایہ مسرت  
اقتصاد و مقاد



## معدن؛ ستون امنیت اقتصادی ایران در عصر رقابت‌های ژئواکونومیک

گفت‌وگوی اختصاصی ماهنامه «ایما» به مناسبت روز معدن با محمدرضا بهرامن، رئیس خانه معدن ایران؛



محمدرضا بهرامن رئیس خانه معدن ایران به مناسبت روز معدن با نگاهی راهبردی به تحولات جهانی، جایگاه ایران در رقابت مواد معدنی حیاتی و ضرورت تصمیمات کلان در شرایط جنگ اقتصادی، به تشریح چشم‌انداز آینده بخش معدن کشور پرداخت.

### ■ جایگاه معدن در اقتصاد جهانی امروز چگونه تعریف می‌شود؟

اگر تا دو دهه پیش نفت و گاز محور رقابت‌های ژئوپلیتیک بودند، امروز «مواد معدنی حیاتی و عناصر نادر خاکی» به کانون رقابت قدرت‌ها تبدیل شده‌اند. تحول دیجیتال، خودروهای برقی، انرژی‌های تجدیدپذیر، صنایع دفاعی پیشرفته و هوش مصنوعی، همگی وابسته به زنجیره تأمین پایدار مواد معدنی راهبردی هستند. کشورهایی مانند چین با سرمایه‌گذاری گسترده در عناصر نادر خاکی، عملاً ابزار نفوذ صنعتی و فناوری ایجاد کرده‌اند. در مقابل، ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا با تدوین فهرست «مواد معدنی

حیاتی» و ایجاد ذخایر استراتژیک، سیاست‌های بازگشت به معدن و تنوع بخشی به منابع تأمین را دنبال می‌کنند.

در چنین شرایطی، معدن دیگر صرفاً یک فعالیت اقتصادی نیست؛ بلکه بخشی از امنیت ملی و تاب‌آوری اقتصادی کشورها محسوب می‌شود.

### ■ ایران در این معادله جهانی کجا ایستاده است؟

ایران از نظر زمین‌شناسی در یکی از غنی‌ترین کمربندهای متالورژی جهان قرار دارد. تنوع ذخایر فلزی، عناصر استراتژیک، پهنه‌های امیدبخش عناصر نادر خاکی، لیتیوم، مس، طلا و عناصر همراه، ظرفیت کم‌نظیری ایجاد کرده است؛ اما مسئله امروز ما «ذخیره» نیست؛ مسئله «مدیریت راهبردی» است.

در حالی که دنیا به سمت اقتصاد مواد معدنی حیاتی حرکت کرده، ما هنوز درگیر بروکراسی صدور مجوز، محدودیت واردات ماشین‌آلات، ناپایداری

مقررات و کمبود سرمایه‌گذاری در اکتشاف عمیق هستیم. این شکاف باید فوراً اصلاح شود.

### ■ درباره عناصر نادر خاکی و مواد معدنی حیاتی چه راهبردی پیشنهاد می‌کنید؟

عناصر نادر خاکی (REEs)، لیتیوم، کبالت، نیکل، گرافیت، عناصر گروه پلاتین و برخی عناصر همراه مس و آهن، ستون اقتصاد آینده‌اند. ایران باید سه اقدام فوری انجام دهد. در وهله اول، تعریف رسمی فهرست ملی مواد معدنی حیاتی. مشابه آنچه اتحادیه اروپا و آمریکا انجام داده‌اند؛ با اولویت بندی اکتشاف، سرمایه‌گذاری و حمایت سیاستی. در وهله بعد، سرمایه‌گذاری گسترده در اکتشافات عمیق و سیستماتیک. با محوریت سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو) و مشارکت بخش خصوصی؛ نه اکتشاف سنتی، بلکه اکتشاف مبتنی بر داده، ژئوفیزیک هوایی، هوش مصنوعی و مدل سازی سه بعدی. در وهله سوم نیز، توسعه زنجیره فرآوری و جداسازی عناصر نادر خاکی در

### روز معدن هستیم، چشم انداز شما برای معدن ایران چیست؟

من معتقدم معدن می تواند به مهم ترین پیشران اقتصاد غیرنفتی ایران تبدیل شود؛ اما به شرط تغییر نگاه. باید از «معدن به عنوان منبع درآمد کوتاه مدت» عبور کنیم و به «معدن به عنوان زیرساخت توسعه صنعتی و فناوری» برسیم. اگر امروز در عناصر نادر خاکی، فلزات باتری، مس و طلا سرمایه گذاری راهبردی کنیم، در ده سال آینده ایران می تواند در زنجیره جهانی انرژی های نو و صنایع پیشرفته جایگاه مؤثر داشته باشد. روز معدن صرفاً یک مناسبت تقویمی نیست؛ یادآور مسئولیت تاریخی ماست. در شرایطی که کشور با فشارهای اقتصادی مواجه است، معدن می تواند تکیه گاه پایداری اقتصاد ملی باشد؛ اما این مهم نیازمند اعتماد به بخش خصوصی، تصمیم گیری سریع و نگاه راهبردی به مواد معدنی حیاتی است. امروز زمان جسارت در تصمیم سازی است؛ نه تردید در اقدام.

اضطراری هوشمند می خواهد. در جنگ اقتصادی، معدن نباید گرفتار فرآیندهای زمان صلح باشد.

### ■ اگر بخواهید ۳ سیاست کلان برای آینده معدن ایران پیشنهاد دهید، چه خواهد بود؟

اول، ثبات مقررات و امنیت سرمایه گذاری. هیچ سرمایه گذاری در فضای بی ثبات شکل نمی گیرد. پیش بینی پذیری اقتصاد معدن، شرط اول توسعه است. دوم، خصوصی سازی واقعی با نظارت هوشمند. بخش خصوصی واقعی باید موتور توسعه باشد؛ دولت باید سیاست گذار و ناظر باشد، نه بنگاه دار. سوم، پیوند معدن با فناوری های نوین. هوش مصنوعی، داده های بزرگ، اتوماسیون، معادن هوشمند و کاهش شدت مصرف انرژی، آینده معدن را شکل می دهند. ما نمی توانیم با فناوری دهه گذشته، وارد رقابت دهه آینده شویم.

### ■ با توجه به اینکه در آستانه اول خردادماه،

داخل کشور، صادرات خاک و کنسانتره بدون فرآوری، به معنای ازدست دادن ارزش افزوده و وابستگی راهبردی است. اگر امروز وارد این حوزه نشویم، در ۱۰ سال آینده مصرف کننده فناوری خواهیم بود، نه بازگران.

### ■ در شرایط جنگ اقتصادی و فشارهای خارجی، معدن چه نقشی می تواند ایفا کند؟

در شرایط امروز کشور، معدن سه نقش حیاتی دارد. حفظ اشتغال پایدار در مناطق کمتر توسعه یافته. تأمین ارز غیرنفتی. تضمین امنیت زنجیره تأمین صنایع داخلی، اما این نقش زمانی محقق می شود که دولت، معدن را در اولویت سیاست گذاری قرار دهد.

در نشست اخیر با مدیرعامل سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو)، تشکیل «ستاد جنگ معدن» با دبیری خانه معدن ایران مصوب شد؛ زیرا شرایط امروز، تصمیمات عادی نمی طلبد، بلکه مدیریت



بازآفرینی معدنکاری ایران در عصر فناوری‌های نو

## از اقتصاد چرخشی تا AI

امید امامی، سرپرست شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران (ایمپاسکو)



نه محصول تصادف، بلکه نتیجه انتخاب آگاهانه برای حرکت به سمت فناوری‌های نو، بهره‌وری هوشمند و نگاه تازه به مفهوم توسعه است. فعالان حوزه معدن کاری نیز به‌عنوان یکی از بازیگران اصلی این عرصه، خود را موظف می‌دانند که این تغییر را نه فقط دنبال کنند، بلکه آن را رهبری کنند.

در دل هر معدن، پیش از آنکه سنگی استخراج شود یا دستگاهی روشن گردد، یک حقیقت پنهان است: آینده همیشه از زیرزمین آغاز می‌شود. آینده‌ای که نه با شتاب ماشین‌آلات، بلکه با شتاب اندیشه، دانش و جسارت نسل جدید شکل می‌گیرد. امروز صنعت و معدن ایران در آستانه دگرگونی بزرگی ایستاده است؛ دگرگونی‌ای که



چرخشی تا دیجیتالیزه کردن عملیات و از بومی سازی فناوری تا توسعه زیرساخت های داده، در نهایت ما را به نقطه ای می رساند که آینده معدن کاری جهان در آن رقم می خورد؛ هوش مصنوعی. هوش مصنوعی نه یک رؤیا و نه یک شعار است؛ مقصد طبیعی مسیری است که آغاز کرده ایم. روزی خواهد رسید که معادن ایران با الگوریتم ها مدیریت شوند، با داده ها تصمیم بگیرند و با پیش بینی های هوشمند، ریسک ها را

اما هیچ تحولی بدون دیجیتالیزه کردن عملیات پایدار نمی ماند. امروز معدن کاری جهانی بر پایه داده، سنسور، پایش لحظه ای و تصمیم گیری هوشمند استوار است. ما نیز با توسعه زیرساخت های دیجیتال، در حال تبدیل معادن خود به محیط هایی هستیم که در آن اطلاعات، همان قدر ارزشمند خواهد بود که ماده معدنی است. دیجیتالیزه کردن، ما را قادر می سازد تا عملیات را دقیق تر، ایمن تر و کم هزینه تر مدیریت کنیم و از دل همین داده ها،

تحول در معدن کاری از جایی آغاز می شود که سازمان تصمیم می گیرد به نیروی انسانی جوان اعتماد کند. جوان گرایی در کنار تجربه های ارزشمند مدیران و پیشکسوتان برای مایک سیاست تزئینی نیست؛ یک ضرورت استراتژیک است. نسل تازه ای که وارد معادن می شود، تنها نیروی کار نیست؛ حامل زبان جدیدی از فناوری، تحلیل، خلاقیت و سرعت است. این نسل است که می تواند عملیات پیچیده معدنی را به داده های قابل تحلیل تبدیل کند و از دل همان داده ها، بهره وری را به



پیش از وقوع مهار کنند. ما مصمم هستیم که در این مسیر پیشگام باشیم و معادن کشور را به سطح استانداردهای جهانی برسانیم. ضمن تبریک هفته معدن کاری به تمام فعالان حوزه معدن باید بگوییم، این رویداد برای ما تنها یک مناسبت نیست؛ یادآوری این حقیقت است که آینده صنعت و معدن ایران، در گرو انتخاب های امروز ما است. انتخاب هایی که اگر با جسارت، دانش و نگاه بلند مدت همراه شوند، می توانند معادن کشور را به یکی از هوشمندترین و پویاترین بخش های اقتصاد ملی تبدیل کند.

مسیر حرکت به سمت فناوری های پیشرفته تر را هموار سازیم. در این مسیر، استفاده از تکنولوژی های روز جهان تنها یک گام است؛ گام مهم تر، بومی سازی و بازآفرینی آن هاست. ما باور داریم که فناوری زمانی به دارایی پایدار تبدیل می شود که در داخل کشور فهمیده، توسعه داده و تکثیر شود. همکاری با شرکت های دانش بنیان و دانشگاه ها، بخشی از راهبرد ما برای ایجاد این توانمندی است. هدف ما این است که تکنولوژی را وارد نکنیم، بلکه آن را در ایران بازتعریف کنیم. تمام این تلاش ها، از جوان گرایی تا بهره وری، از اقتصاد

یک واقعیت قابل اندازه گیری بدل سازد. بهره وری در نگاه امروز شرکت ها، دیگر یک شاخص اداری نیست؛ یک رفتار سازمانی است که باید در همه سطوح جاری شود. در کنار این نگاه، اقتصاد چرخشی به ما یادآوری می کند که معدن کاری مدرن، تنها استخراج نیست؛ بازآفرینی است. هر پسماندی می تواند به ماده اولیه تازه ای تبدیل شود و هر فرآیند باید چرخه عمر داشته باشد. این رویکرد نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می کند، بلکه ارزش افزودهای ایجاد می کند که در گذشته نادیده گرفته می شد. شرکت ها باید با توسعه پروژه های فرآوری و بازیافت، تلاش کنند تا معادن کشور را از یک مدل مصرف محوره به یک مدل پایدار و آینده نگر منتقل کنند.

کیم خرداد

روز معدن و هفتۀ معدنکاری کرامی باد



## معادن و افزایش سهم آن در اقتصاد

چرا با وجود ذخایر فراوان، معادن هنوز به موتور اصلی رشد اقتصادی کشور تبدیل نشده است؟

سید کاظم اورعی، پروفیسور اقتصاد معادن و صنایع معدنی



معدنی افزایش پیدا می‌کند و همین موضوع موجب می‌شود این واحدها خود به سمت ارتقای فناوری حرکت کنند. به عنوان مثال، اگرمانعی به نام گمرک وجود نداشت، ماشین‌آلات جدید و پیشرفته به کشور وارد می‌شد و پس از مدتی شرکت‌های معدنی همان ماشین‌آلات را به جای واردات، در داخل کشور تولید می‌کردند.

جلب توجه سیاست‌گذاران به ضرورت نوسازی تجهیزات، توسعه فناوری‌های نوین استخراج و افزایش بهره‌وری در معادن، بیش از هر چیز بر عهده رسانه‌هاست. به نظر می‌رسد نخستین و مهم‌ترین دلیل نپذیرفتن نقش و اهمیت معدنکاری در میان سیاست‌گذاران اقتصادی، نداشتن باور کافی نسبت به جایگاه واقعی این بخش است. بسیاری از آنان از میزان اهمیت اقتصادی معادن آگاهی ندارند. تداوم اطلاع‌رسانی و تأکید رسانه‌ای می‌تواند در ایجاد این باور نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. به زبان ساده، باید آن قدر گفت و نوشت تا این باور شکل بگیرد؛ چراکه تنها پس از ایجاد باور عمیق است که می‌توان امید داشت سیاست‌های اقتصادی به گونه‌ای تدوین شوند که رشد بخش معادن را رقم بزنند و در پی آن، رشد چندبرابری صنایع دیگر نیز محقق شود. نمی‌توان نادیده گرفت بخش معادن در اقتصاد ایران همواره به عنوان یکی از حوزه‌های دارای ظرفیت بالا برای رشد اقتصادی، اشتغال و ارزآوری شناخته شده است. تنوع گسترده ذخایر معدنی و پراکندگی آن‌ها در مناطق مختلف کشور باعث شده بسیاری از کارشناسان از معادن به عنوان یکی از پیشران‌های بالقوه توسعه اقتصادی یاد کنند. با این حال، سهم این بخش در تولید ناخالص داخلی ایران همچنان محدود است و فاصله قابل توجهی با ظرفیت‌های واقعی خود دارد.

پرسش مهم این است که چرا با وجود چنین منابعی، معادن هنوز جایگاه پررنگی در اقتصاد کشور پیدا نکرده است. بررسی این موضوع نشان می‌دهد که مسئله اصلی معادن ایران نه کمبود ذخایر معدنی است و نه فقدان دانش فنی؛ بلکه ریشه بسیاری از چالش‌ها را باید در ساختار اقتصاد، نوع سیاست‌گذاری‌ها و شرایط سرمایه‌گذاری جست و جو کرد.

بخش معادن به آسانی می‌تواند اقتصاد کشور را شکوفا کند. داشتن ذخایر فراوان و متنوع معدنی، وابسته بودن اقتصاد ایران به بخش معادن و نیز وجود متخصصان و فارغ‌التحصیلان رشته معادن در کشور از دلایل این موضوع است. بسیاری از کشورهای معدنی دیگر نیز به همین طریق توانسته‌اند طی یکی دو دهه اخیر اقتصاد کشورشان را شکوفا کنند. صنایع متعددی در ایران وجود دارند که به بخش معادن وابستگی اقتصادی دارند و هرگونه جهش در بخش معادن به جهشی بزرگتر در این صنایع تبدیل می‌شود. از سوی دیگر، پراکندگی معادن در تمامی نقاط کشور باعث می‌شود این بخش از اقتصاد آسیب‌پذیری کمی نسبت به نوسانات اقتصادی داشته باشد. از این رو هرگونه انبساط اقتصادی در بخش معادن می‌تواند به بهبود اوضاع اقتصادی در سراسر کشور، به ویژه مناطق محروم، منجر شود.

در مسیر ارتقای فناوری در صنعت معادن، اصولاً تنها اقدامی که دولت باید انجام دهد این است که درها را کمی باز کند و موانع را از سر راه صنایع معدنی بردارد تا تبادل فناوری در سطح جهانی افزایش یابد. با کاهش موانع تولید و کمتر شدن دخالت‌های دولتی، تولید، بهره‌وری و به تبع آن سوددهی واحدهای تولیدی



جلب توجه سیاست‌گذاران به ضرورت نوسازی تجهیزات، توسعه فناوری‌های نوین استخراج و افزایش بهره‌وری در معادن، بیش از هر چیز بر عهده رسانه‌هاست

# پاشنه آشیل معدن

## چرا نوآوری، حلقه تکمیل کننده توسعه در معدنکاری ایران است؟

مریم فرهمند، عضو هیئت اجرایی مرکز نوآوری ایمینو



یا شرکت های هوشمند سازی معادن در چین و برزیل، توانسته اند از طریق فناوری دیجیتال، بهره‌وری استخراج و فرآوری معدن را به اوج برسانند.

در ایران اما هنوز حلقه اساسی شرکت های صاحب فناوری به درستی شکل نگرفته است. این خلأ باعث شده که ایده های نوآورانه در شرکت های کوچک دانش بنیان به مرحله تجاری سازی نرسند و صنایع بزرگ نیز دسترسی مؤثری به راهکارهای فناورانه داخلی نداشته باشند. نتیجه، اتکای بیشتر به فناوری های وارداتی و عقب ماندن در فرآیند بومی سازی واقعی است. برای رفع این مشکل، لازم است ساختار منسجمی برای پیوند دادن ایده تا محصول صنعتی شکل گیرد. ایجاد یک «هاب دیجیتال» ملی که بتواند شرکت های معدنی، صنعتی، دانش بنیان و نهادهای فناور را به هم متصل کند، گام نخست در این مسیر است. این هاب می تواند محل تبادل داده، ارزیابی فناوری ها، آزمون و تأیید نوآوری ها و در نهایت، بستری برای تجاری سازی و جذب سرمایه باشد. وجود مراکز شتاب دهنده، FabLab ها و آزمایشگاه های زنده (LivingLab) در ذیل چنین ساختاری، به شرکت های نوپا امکان می دهد ایده های خود را در محیط واقعی بیازمایند و آماده پیوند با صنعت شوند.

در این میان، نقش نهادهایی مانند ایمیدرو و وزارت صنعت، معدن و تجارت، فراهم سازی زیرساخت و ایجاد مسیر ارتباطی بین بخش های مختلف است، نه لزوماً اجرای مستقیم طرح ها. این نهادها باید سیاست گذار، هماهنگ کننده و پشتیبان باشند تا مسیر علمی و فناورانه از ایده تا محصول قابل بهره برداری به صورت شفاف و مستمر ادامه یابد. دستیابی به چنین مدلی بدون تدوین «نقشه راه فناوری و نوآوری در صنعت و معدن» ممکن نیست؛ سندی که نقش هربازیگر، از دانشگاه و پژوهشگاه تا شرکت های بزرگ صنعتی و معدنی را مشخص کند و اولویت های سرمایه گذاری فناورانه کشور را تعیین نماید. نمونه هایی از این نقشه ها در قالب طرح «زیست بوم نوآوری صنعتی و معدنی» در کشور تدوین شده، اما هنوز به مرحله اجرا و ابلاغ رسمی نرسیده اند. اکنون زمان آن رسیده که ایران با تکیه بر ظرفیت های بومی و تجربیات جهانی، از مرحله شعار به عمل برسد. اقدامات پراکنده در حوزه نوآوری باید در قالب برنامه ای جامع و هماهنگ پیش برود. تنها در این صورت است که می توان انتظار داشت بخش معدن که به واسطه منابع غنی و ساختار اقتصادی قدرتمند خود شایسته نقش پیشران توسعه است، به موتور نوآوری کشور نیز تبدیل شود. آینده صنعت و معدن ایران در گروی شکل گیری همین چرخه کامل از ایده تا فناوری و از فناوری تا محصول است؛ چرخه ای که محور آن، نوآوری است. حلقه ای که بدون آن، هیچ توسعه ای پایدار نخواهد بود.

فعالان صنعتی و معدنی کشور نتوانند از تجارب جهانی و مشارکت های فناورانه بهره کافی ببرند. در چنین شرایطی، دستیابی به فناوری های نو بومی سازی آن ها تنها از مسیر ایجاد زیست بوم داخلی نوآوری و همکاری میان بخش های دولتی، خصوصی و دانش بنیان ممکن خواهد بود.

با وجود این مشکلات، مزیتی مهم در بخش معدن ایران وجود دارد؛ این بخش از نظر اقتصادی مستقل تر، سودآورتر و کم وابسته تر از سایر حوزه ها است. همین امر می تواند مبنای شکل گیری یک جریان ملی در توسعه فناوری باشد. در حقیقت، شرکت های معدنی بزرگ کشور توان آن را دارند که با سرمایه گذاری هدفمند در حوزه نوآوری، خود به موتور محرک فناوری تبدیل شوند. تجربه جهانی نشان داده است که در اکثر کشورهای پیشرفته، شرکت های معدنی نه صرفاً مصرف کننده، بلکه تولیدکننده و سرمایه گذار در فناوری های جدید هستند. ارتباط مستمر آن ها با شرکت های فناور، مسیر رشد صنعت را کوتاه و نرخ بهره وری را چند برابر کرده است؛ برای مثال، شرکت هایی مانند BHP و Rio Tinto در استرالیا،

در دوران کنونی که اقتصاد جهانی بر محور نوآوری و فناوری می چرخد، توسعه صنعتی و معدنی بدون درک نقش نوآوری معنای واقعی خود را از دست داده است. کشورهایی که مسیر رشد پایدار را پیموده اند، به خوبی دریافته اند که افزایش بهره وری، کاهش هزینه و توسعه پایدار تنها زمانی میسر است که فناوری های نو با ساختارهای تولیدی و معدنی درآمیزند. نوآوری حلقه ای است که علم را به صنعت متصل می کند و پایه اصلی پیشرفت اقتصادی را تشکیل می دهد.

ایران، با وجود دارا بودن ظرفیت های فراوان معدنی و نیروی انسانی متخصص، در این مسیر با چالش های ساختاری عمیقی روبه روست. تحریم های طولانی مدت، مانع ورود فناوری های نو، تجهیزات پیشرفته و همکاری های فناورانه بین المللی شده اند. در کنار این مسئله، شرایط منطقه ای و محدودیت های ناشی از بی ثباتی سیاسی نیز سبب شده اند



## معدن؛ ستون فقرات بازسازی صنعتی ایران

ضرورت نوسازی تجهیزات، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و همکاری‌های علمی

حمیدرضا نجاتی، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس



در این روزها که اقتصاد تحت‌الشعاع جنگ قرار گرفت، معدن می‌تواند به سرعت به یکی از مهم‌ترین موتورهای بازسازی اقتصادی کشور تبدیل شود. دلیلش هم روشن است: معدن ایران ظرفیت بالایی برای ایجاد اشتغال، تولید ثروت و تأمین مواد اولیه صنایع مادر دارند. وقتی زیرساخت‌ها آسیب دیده‌اند و اقتصاد نیاز به منابع پایدار دارد، توسعه معدن، به‌ویژه باتکیه بر فناوری‌های نوین و روش‌های بهره‌ور، می‌تواند ارزش آوری قابل توجهی ایجاد کند و صنایع پایین دستی مانند فولاد، مس، سیمان و مواد پیشرفته را دوباره فعال کند. از سوی دیگر، معدن یک صنعت منطقه‌محور است؛ یعنی توسعه آن می‌تواند به رونق اقتصادی مناطق کمتر توسعه یافته کمک کند و زیرساخت‌هایی مثل راه، انرژی و خدمات را در این مناطق تقویت کند. اگر نوآوری و فناوری در اکتشاف، استخراج و فرآوری جدی گرفته شود، معدن می‌تواند نقش ستون فقرات بازسازی صنعتی کشور را ایفا کند.

معدن برای جلب توجه سیاست‌گذاران به ضرورت نوسازی تجهیزات، توسعه فناوری‌های نوین استخراج و افزایش بهره‌وری در معادن استفاده کرد، می‌توان گفت روز معدن بهترین زمان برای آن است که با زبان ساده و مستند، اهمیت نوسازی و تحول فناورانه را به سیاست‌گذاران نشان دهیم. ارائه گزارش‌هایی درباره فرسودگی تجهیزات، مقایسه بهره‌وری معادن ایران با کشورهای پیشرو و نمایش نمونه‌های موفق استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند توجه تصمیم‌گیران را جلب کند. اگر در این روز پررنگ‌های نوآورانه، استارت‌آپ‌های معدنی و فناوری‌های جدید مانند پهپادها، حسگرهای هوشمند و سیستم‌های مانیتورینگ معرفی شوند، سیاست‌گذاران بهتر درک می‌کنند که سرمایه‌گذاری در فناوری نه یک هزینه، بلکه یک ضرورت برای افزایش تولید و کاهش ریسک است. تبدیل روز معدن به یک رویداد ملی، با نشست‌های تخصصی، نمایشگاه فناوری و ارائه نقشه راه نوسازی، می‌تواند زمینه‌ساز تصمیم‌های کلان و حمایت‌های ساختاری برای تحول صنعت معدن کشور باشد.

برای اینکه صنعت معدن ایران در دوره پساجنگ بتواند جهش فناورانه داشته باشد، قبل از هر چیز باید زیرساخت‌های دیجیتال و تجهیزاتی آن نوسازی شود. معدن نیازمند اینترنت پایدار، سامانه‌های داده‌محور، آزمایشگاه‌های تخصصی مواد معدنی و ناوگان ماشین‌آلات به روز هستند. در کنار این زیرساخت‌ها، سرمایه‌گذاری در فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی برای اکتشاف، اینترنت اشیا برای پایش عملیات، روباتیک و تجهیزات خودران و فناوری‌های نوین فرآوری می‌تواند بهره‌وری را چند برابر کند. این تحول بدون تربیت نیروی انسانی متخصص و همکاری نزدیک با دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان و مراکز تحقیقاتی داخلی و خارجی ممکن نیست. مشارکت با شرکت‌های بین‌المللی نیز می‌تواند مسیر انتقال فناوری و توسعه تجهیزات پیشرفته را هموار کند. به‌طور خلاصه، ارتقای فناوری در معدن نیازمند یک برنامه ملی نوسازی و نوآوری است که هم سرمایه‌گذاری صنعتی را جذب کند و هم ظرفیت علمی کشور را فعال سازد. در پاسخ به این سؤال که چگونه می‌توان از فرصت روز



ارائه گزارش‌هایی درباره فرسودگی تجهیزات، مقایسه بهره‌وری معادن ایران با کشورهای پیشرو و نمایش نمونه‌های موفق استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند توجه تصمیم‌گیران را جلب کند

## فناوری و نوآوری در تنگنای بحران؛

### تضمین خرید خدمات و محصولات دانش بنیان بر پایه اعتبار مالیاتی

مهدی تقی زاده، کارگزار فن بازار تخصصی معدن و صنایع معدنی



بقای آن‌ها به تداوم همین پروژه‌ها وابسته است. وقتی سازمان‌ها و صنایع بزرگ پروژه‌های تحقیق و توسعه خود را متوقف می‌کنند، زنجیره‌ای از مشکلات برای شرکت‌های نوآور به وجود می‌آید. پروژه‌هایی که گاه تا مرحله مذاکره و حتی قرارداد پیش رفته‌اند، ناگهان لغومی شوند یا در حالت تعلیق قرار می‌گیرند. نتیجه چنین روندی کاهش درآمد شرکت‌های دانش بنیان، توقف رشد آن‌ها و در مواردی حتی تعطیلی فعالیتشان است.

پیامد مهم‌ترین وضعیت، ازدست رفتن نیروی انسانی متخصص است. شرکت‌های فناور معمولاً متکی به نیروهای متخصص و خلاق هستند؛ افرادی که آموزش دیده‌اند و تجربه ارزشمندی در حوزه‌های فنی و نوآورانه دارند. وقتی پروژه‌ها متوقف می‌شوند و بازار کار این شرکت‌ها کوچک‌تر می‌شود، حفظ این نیروها دشوار می‌شود. بسیاری از متخصصان ناچار به تغییر شغل، مهاجرت یا خروج از حوزه تخصصی خود می‌شوند. این موضوع در بلندمدت به تضعیف ظرفیت نوآوری کشور منجر خواهد شد.

این وضعیت در برخی صنایع بیش از دیگر حوزه‌ها قابل مشاهده است. به عنوان نمونه در بخش‌هایی مانند معدن و فولاد که از صنایع بزرگ و اثرگذار اقتصاد به‌شمار می‌روند، شرکت‌های دانش بنیان در سال‌های اخیر تلاش کرده‌اند با ارائه فناوری‌های

در سال‌های اخیر بارها درباره اهمیت اقتصاد دانش بنیان، نقش فناوری در رشد اقتصادی و ضرورت حمایت از شرکت‌های نوآور سخن گفته شده است. با این حال، تجربه دوره‌های بحران و نااطمینانی نشان می‌دهد که فضای نوآوری و فناوری از نخستین حوزه‌هایی است که تحت تأثیر شرایط دشوار اقتصادی و امنیتی قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی، نه تنها سرمایه‌گذاری در فناوری کاهش می‌یابد، بلکه بسیاری از پروژه‌های نوآورانه نیز متوقف یا به تعویق می‌افتند.

یکی از مهم‌ترین پیامدهای شرایط بحرانی، تغییر اولویت‌های سازمان‌ها و نگاه‌های اقتصادی است. در وضعیت عادی، بسیاری از شرکت‌ها بخشی از منابع خود را صرف توسعه فناوری، نوآوری و پروژه‌های آینده‌نگرانه می‌کنند؛ اما زمانی که فضای اقتصادی با نااطمینانی، فشارهای بیرونی یا شرایط جنگی مواجه می‌شود، تمرکز تصمیم‌گیران به سمت مسائل فوری و زیرساختی سوق پیدا می‌کند. در چنین فضایی، پروژه‌هایی که افق بلندمدت دارند یا به توسعه فناوری مرتبط هستند، به راحتی کنار گذاشته می‌شوند.

این تغییر اولویت، بیشترین تأثیر را بر شرکت‌های دانش بنیان و استارت‌آپ‌ها می‌گذارد. بسیاری از این شرکت‌ها بر پایه پروژه‌های فناورانه شکل گرفته‌اند و



در شرایط دشوار اقتصادی یا بحرانی، بسیاری از پروژه‌های فناورانه در این صنایع متوقف می‌شوند و همکاری با شرکت‌های نوآور به اولویت‌های پایین تر منتقل می‌شود

جدید در حوزه‌هایی مانند بهینه‌سازی فرآیندها، تجهیزات بومی و کاهش هزینه‌ها نقش آفرینی کنند؛ اما در شرایط دشوار اقتصادی یا بحرانی، بسیاری از پروژه‌های فناورانه در این صنایع متوقف می‌شوند و همکاری با شرکت‌های نوآور به اولویت‌های پایین‌تر منتقل می‌شود. در چنین فضایی، سیاست‌های حمایتی دولت و نهادهای تصمیم‌گیر اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. در سال‌های گذشته ابزارهایی مانند اعطای وام، معافیت‌های مالیاتی یا تسهیلات مختلف برای حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان در نظر گرفته شده است. هرچند این اقدامات می‌تواند تا حدی به پایداری این شرکت‌ها کمک کند، اما تجربه نشان می‌دهد که این نوع حمایت‌ها به تنهایی کافی نیست. واقعیت این است که مهم‌ترین نیاز شرکت‌های دانش‌بنیان «پروژه» است، نه صرفاً منابع مالی. این شرکت‌ها زمانی می‌توانند رشد کنند که محصولات

و خدمات آن‌ها در پروژه‌های واقعی مورد استفاده قرار گیرد. به بیان دیگر، بازار و تقاضای واقعی مهم‌تر از تسهیلات مالی است. اگر صنایع بزرگ، سازمان‌های دولتی و نهادهای عمومی پروژه‌های فناورانه خود را به شرکت‌های دانش‌بنیان واگذار کنند، این شرکت‌ها هم می‌توانند درآمد پایدار داشته باشند و هم فرصت توسعه فناوری و اشتغال را پیدا کنند. یکی از پیشنهادهایی که در این زمینه مطرح می‌شود، استفاده از سازوکار «اعتبار مالیاتی فناوری» است. بر اساس چنین رویکردی، شرکت‌ها و صنایع می‌توانند بخشی از مالیات خود را از طریق خرید خدمات یا محصولات شرکت‌های دانش‌بنیان تأمین کنند. به این ترتیب، به جای آنکه حمایت از نوآوری صرفاً در قالب کمک‌های مالی انجام شود، تقاضای واقعی برای محصولات فناورانه ایجاد می‌شود. این سازوکار می‌تواند پیوند میان صنعت و شرکت‌های دانش‌بنیان را تقویت

کند و به گسترش بازار فناوری در کشور کمک کند. در نهایت باید پذیرفت که اقتصاد کشور هنوز فاصله قابل توجهی با یک اقتصاد دانش‌بنیان واقعی دارد. سهم شرکت‌های دانش‌بنیان از تولید ناخالص داخلی و درآمدهای کلان اقتصادی همچنان محدود است. با این حال، این شرکت‌ها در حوزه‌هایی مانند اشتغال‌زایی، حل مسائل فنی صنایع و کاهش وابستگی به واردات نقش مهمی ایفا کرده‌اند. اگر قرار باشد اقتصاد دانش‌بنیان از یک شعار به یک واقعیت تبدیل شود، لازم است سیاست‌های حمایتی از سطح کمک‌های مالی فراتر برود و به سمت ایجاد بازار واقعی برای فناوری حرکت کند. در این مسیر، واگذاری پروژه‌های صنعتی و فناورانه به شرکت‌های دانش‌بنیان می‌تواند یکی از مؤثرترین ابزارها برای حفظ ظرفیت نوآوری، جلوگیری از خروج نیروهای متخصص و تقویت پیوند میان صنعت و فناوری باشد.



## بازآفرینی معدنکاری ایران در عصر فناوری های نو

## استارت‌آپی به نام ایران

محمد مهدی کربلایی، دانشجوی دکترای مهندسی معدن



ایران را اگر مانند یک استارت‌آپ عظیم ملی در نظر بگیریم، این استارت‌آپ در سال ۱۳۵۷ با یک تغییر جهت اساسی از مدل قبلی جدا شد و بر پایه استقلال سیاسی، خودکفایی اقتصادی و مقاومت در برابر فشارهای خارجی بنا نهاده شد. در طول نزدیک به نیم قرن گذشته، این استارت‌آپ با چالش‌های وجودی متعددی روبرو بوده است: از جنگ هشت ساله که مانند یک نرخ مصرف بسیار بالا در سال‌های اولیه عمل کرد تا تحریم‌های شدید و طولانی مدت که دسترسی به بازارها، فناوری و سرمایه خارجی را قطع کرده، وابستگی شدید به نفت که

نوسانات ارزی ایجاد کرده، مشکلات مدیریتی داخلی مانند سیاست‌های ناکارآمد و فساد سیستماتیک و بحران‌های اجتماعی مانند مهاجرت نخبگان و نارضایتی معیشتی. در این مقاله، تمرکز بر جنبه‌های نوآوری و فناوری است و نشان می‌دهد چگونه این استارت‌آپ در برخی حوزه‌ها از محدودیت‌ها به عنوان محرک نوآوری استفاده می‌کند. در حالی که در بخش‌های اقتصادی کلان، هنوز به تغییر جهت موفق نرسیده است. برای مثال، حوزه معادن و صنایع معدنی را هم به عنوان نمونه‌ای از پیشرفت‌های فناورانه بومی بررسی می‌کنیم.

## چالش‌های عمده پیش روی استارت‌آپ ایران

اولین چالش بزرگ، جنگ هشت ساله با عراق بود که منابع انسانی و مالی را به شدت مصرف کرد و زیرساخت‌ها را تخریب نمود. این دوره مانند این است که یک استارت‌آپ تازه تأسیس ناگهان مجبور به دفاع تمام‌عیار شود و تمام تمرکز از رشد به بقا تغییر کند.

دوم، تحریم‌های بین‌المللی که از سال‌های اول انقلاب آغاز شد و در دهه‌های اخیر به اوج رسید. این تحریم‌ها دسترسی به سیستم بانکی جهانی، تجهیزات پیشرفته، سرمایه‌گذاری خارجی و حتی فروش آزاد نفت را محدود کرده‌اند. تصور کنید سرمایه‌گذاران اصلی و بازارهای بزرگ ناگهان بسته شوند و شرکای تجاری تهدید شوند؛ این وضعیت به ویژه در فناوری‌های پیشرفته و صنایع سنگین تأثیرگذار بوده است. سوم، وابستگی به درآمد نفتی که بیش از ۷۰-۸۰ درصد درآمد ارزی را تشکیل می‌داد و نوسانات قیمت نفت مانند نوسان شدید ارزش عمل کرده است. این وابستگی برنامه‌ریزی بلندمدت برای تحقیق و توسعه را دشوار کرده است.

چالش چهارم، مشکلات داخلی اقتصادی و مدیریتی شامل خصوصی سازی ناقص، دخالت نهادهای موازی، فساد در برخی سطوح و عدم ثبات قوانین بوده که مانند تعارضات درونی و اجرای ضعیف در تیم استارت‌آپ عمل کرده‌اند.

در نهایت، چالش‌های اجتماعی مانند مهاجرت گسترده نخبگان (خروج متخصصان)، کاهش نرخ باروری، تورم مزمن بالای ۴۰ درصد در دوره‌هایی، بیکاری جوانان تحصیل کرده و

نارضایتی از معیشت مانند نرخ خروج بالا در نیروی انسانی و رضایت پایین مشتریان (مردم) ظاهر شده‌اند.

## نحوه عبور یا عدم عبور از چالش‌ها با تمرکز بر نوآوری

در حوزه دفاعی و امنیتی، ایران به موفقیت چشمگیری رسیده است. بومی سازی موشک‌های بالستیک، پهپادها، رادارها و سامانه‌های پدافندی نشان دهنده تطابق محصول با نیاز بازار قوی در توانمندی اصلی دفاع است. تحریم‌ها اینجاست که به جای مانع، محدودیت محرک نوآوری بوده و ایران را به یکی از بازیگران منطقه‌ای تبدیل کرده است.

در پیشرفت علمی و تولید دانش، رتبه ایران از حدود دهه ۱۹۸۰ به ۱۶-۱۷ جهانی رسیده است. در نانو تکنولوژی معمولاً در رتبه‌های ۴ تا ۱۰ جهان قرار دارد؛ برای مثال در سال‌های اخیر هزاران مقاله نانو منتشر کرده و صادرات محصولات نانو رشد قابل توجهی داشته است. در زیست‌فناوری، سلول‌های بنیادی و برخی شاخه‌های شیمی نیز جایگاه قوی وجود دارد. تعداد شرکت‌های دانش بنیان از صفر به بیش از ۱۰,۰۰۰ رسیده و درآمد آن‌ها در سال‌های اخیر به سطوح بالایی مانند ۱۸-۲۴ میلیارد دلار رسیده است.

در اکوسیستم استارت‌آپی دیجیتال، با وجود فیلترینگ و محدودیت‌های پرداخت، پلتفرم‌هایی مانند دیجی کالا، اسنپ و زرین پال رشد کرده‌اند. رشد سالانه اکوسیستم حدود ۱۴ درصد گزارش شده و حتی ایرانیان خارج از کشور صدها استارت‌آپ داخلی را مدیریت می‌کنند. این نشان می‌دهد محدودیت‌ها به فرصت‌های محلی تبدیل شده‌اند.



در حوزه دفاعی و امنیتی، ایران به موفقیت چشمگیری رسیده است. بومی سازی موشک‌های بالستیک، پهپادها، رادارها و سامانه‌های پدافندی نشان دهنده تطابق محصول با نیاز بازار قوی در توانمندی اصلی دفاع است

**فارسی آن‌ها در متن:**

- Pivot: تغییر جهت اساسی (در کسب و کار: تغییر مدل یا استراتژی اصلی)  
 - Bumrate: نرخ مصرف (سرعت مصرف سرمایه یا منابع)  
 - Product-market fit: تطابق محصول با نیاز بازار (رسیدن محصول به جایی که مشتریان واقعاً آن را می‌خواهند)  
 - Traction: کشش یا پیشرفت قابل اندازه‌گیری (نشانه رشد واقعی مانند تعداد کاربران یا فروش)  
 - Churn rate: نرخ خروج (درصد مشتریانی که محصول را ترک می‌کنند یا نیروی انسانی که می‌روند)  
 - Business model: مدل کسب و کار (نحوه کسب درآمد و ایجاد ارزش)  
 - Startup: استارت‌آپ (شرکت نوپا یا رشد سریع)  
 - VC (Venture Capital): سرمایه‌گذاران خطرپذیر (سرمایه‌گذاران حرفه‌ای در استارت‌آپ‌ها)  
 - Constraint: محدودیت یا مانع  
 - Opportunity: فرصت  
 - Forced innovation: نوآوری اجباری (نوآوری ناشی از فشار یا محدودیت)  
 - Turnaround: بازگشت به رشد یا احیا (تغییر وضعیت از منفی به مثبت)  
 - Scalable: مقیاس پذیر (قابلیت رشد بزرگ بدون افزایش متناسب هزینه)  
 - Core competency: توانمندی اصلی (مهارت یا قابلیت کلیدی شرکت)  
 - Low customer satisfaction: رضایت پایین مشتریان  
 - Internal conflicts: تعارضات درونی  
 - Poor execution: اجرای ضعیف  
 - Trial-and-error: آزمون و خطا  
 - Valuation: ارزش‌گذاری  
 - Volatility: نوسان شدید

و بخش قابل توجهی از جمعیت زیر خط فقر یا در معرض آن هستند. مهاجرت نخبگان نیز همچنان ادامه دارد. شاخص توسعه انسانی پیشرفت کرده (از ۰.۴۹ به حدود ۰.۸۰) و امید به زندگی افزایش یافته، اما درآمد سرانه نقطه ضعف اصلی است.

روند کلی رشد: دوگانه اما با پتانسیل مثبت در نوآوری از زاویه نوآوری و فناوری، روند قویاً مثبت است. ایران در فناوری‌های سخت (دفاعی، نانو، زیست فناوری، هوش مصنوعی و معادن) به جایگاه قابل توجهی رسیده و تحریم‌ها را به نوآوری اجباری تبدیل کرده است. مانند استارت‌آپ‌هایی که محدودیت را به مزیت رقابتی بدل می‌کنند. حوزه معادن نمونه خوبی است: از وابستگی به واردات تجهیزات به تولید بومی کامیون‌های سنگین و سیستم‌های هوشمند رسیده که پتانسیل جایگزینی نسبی نفت را دارد.

اما از زاویه اقتصادی کلان و ارزش آفرینی فراگیر، روند را کمی منفی بوده است. مدل کسب و کار غیرنفتی هنوز تغییر جهت مقیاس پذیر پیدا نکرده و رضایت مردم از معیشت پایین است. این دوگانگی نشان می‌دهد استارت‌آپ ایران در محصول (فناوری و دفاع) موفق است، اما در مدل کسب و کار کلی (اقتصاد پایدار) هنوز در مرحله آزمون و خطا است.

در نهایت، پتانسیل بازگشت به رشد بالا وجود دارد. اگر ثبات ارزی، کاهش فساد، بازگشت سرمایه انسانی و تمرکز بر صادرات دانش بنیان (مانند محصولات معدنی فراوری شده) محقق شود، دهه‌های آینده می‌تواند رشد انفجاری بیاورد. بدون این تغییر جهت‌ها، ریسک رکود در بخش‌های غیرفناوری محور باقی است. این استارت‌آپ با نیروی جوان خلاق و دستاوردهای فناورانه، هنوز فرصت‌های زیادی برای موفقیت جهانی دارد.

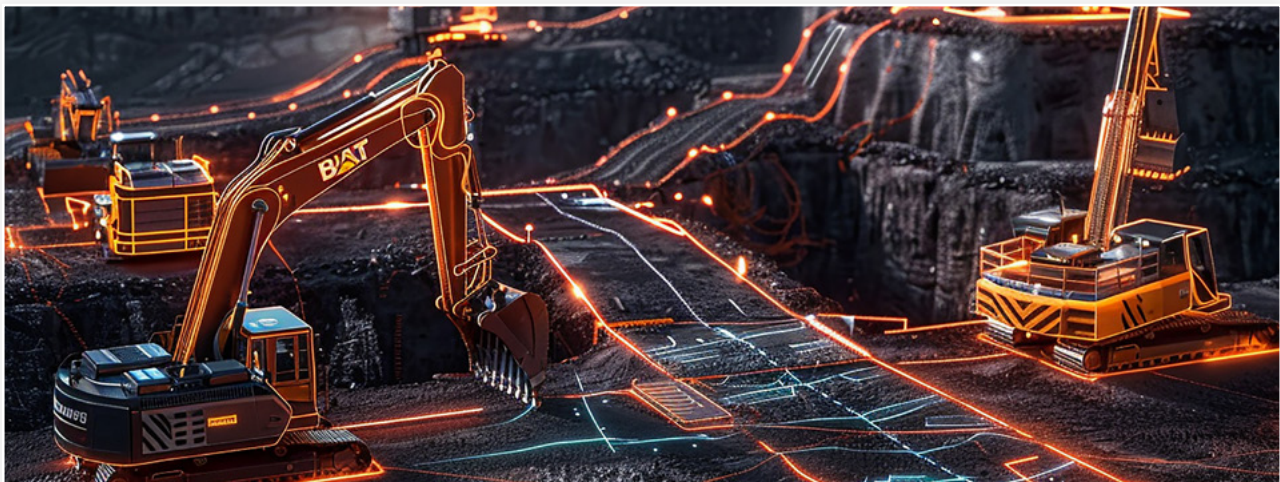
**توضیح کلمات انگلیسی استفاده شده (و معادل‌های**

در حوزه معادن و صنایع معدنی که ایران یکی از غنی‌ترین کشورها با ذخایر عظیم سنگ آهن، مس، روی، طلا و غیره است. پیشرفت‌های فناورانه بومی چشمگیر بوده است. تحریم‌ها دسترسی به ماشین‌آلات سنگین و فناوری‌های فراوری پیشرفته را محدود کرد، اما این محدودیت به تغییر جهت به سمت بومی‌سازی منجر شد. برای مثال، تولید کامیون‌های دامپ‌تراک سنگین بومی (مانند مدل ۱۵۰ تنی تمام‌الکترونیکی با مشابه) توسط شرکت‌های دانش بنیان انجام شده که وابستگی به واردات را کاهش می‌دهد. این تجهیزات با توجه به شرایط کوهستانی معادن ایران طراحی شده‌اند و مصرف سوخت و هزینه عملیاتی را پایین می‌آورند.

در زنجیره مس، تولید کاتد مس افزایش یافته و فناوری‌های فراوری مانند سلول‌های فلوتاسیون و سیستم‌های کنترل بومی‌سازی شده‌اند. معادن بزرگی مانند میدوک که هدف تولید بیش از ۲۰۰،۰۰۰ تن در سال را داشته‌اند و فناوری‌های هوشمند مانند اینترنت اشیا برای نظارت تجهیزات و پیش‌بینی خرابی اعمال شده است. در سنگ آهن و فولاد، تولید کلسانتره رشد کرده و شرکت‌های دانش بنیان در هوشمندسازی معادن نقش داشته‌اند. همچنین، روش‌های نوین اکتشاف مانند تکنیک‌های تحلیلی پیشرفته توسعه یافته که وابستگی به آزمایشگاه‌های خارجی را کاهش می‌دهد.

تعداد شرکت‌های دانش بنیان در بخش معدن به صدها مورد رسیده و صرفه جویی ارزی از طریق بومی‌سازی تجهیزات تا ۲۰-۶۰ درصد گزارش شده است. صادرات محصولات معدنی و فلزی در نیمه اول سال‌های اخیر رشد داشته و هدف‌گذاری برای رشد ۱۳ درصدی بخش معدن در برنامه‌های توسعه وجود دارد، هرچند نیاز به سرمایه‌گذاری سنگین همچنان چالش است.

اما در اقتصاد کلان و معیشت، عبور موفق رخ نداده است. تورم مزمن، سقوط ارزش ریال و بی‌کاری بالا ادامه دارد. تولید ناخالص داخلی سرانه هنوز به اوج پیش از انقلاب نرسیده



# معدن هوشمند، موتور بازسازی

## آیا نوآوری و فناوری باعث شکوفایی در صنعت معدن هستند؟

زانکو عطایی پور، مولف کتاب «ارزش گذاری در بخش معدن و صنایع معدنی»



است. در دوران پس از جنگ، کشورها نیازمند ارزآوری و کاهش وابستگی به واردات هستند. با توسعه فناوری های متالورژی و شیمی معدنی، می توان به جای صادرات سنگ های خام، محصولات نیمه ساخته و با خلوص بالا تولید کرد که خود، زیرساخت های صنایع تولیدی (مانند فولاد، الکترونیک و خودرو) را در داخل کشور تقویت می کند. همچنین، مفهوم «معدن سبز» و مدیریت پسماند، در بازسازی پس از جنگ اهمیت حیاتی دارد. بازسازی واقعی، بازسازی ای است که آینده را فدای امروز نکند. استفاده از فناوری های پاک برای کاهش آلودگی و مدیریت هوشمند آب، تضمین می کند که توسعه معدنی، منجر به بحران های زیست محیطی در آینده نشود.

در نهایت، باید یادآوری کرد که نوآوری در معدن، تنها خرید دستگاه های پیشرفته نیست؛ بلکه سرمایه گذاری بر «دانش و نیروی انسانی» است. ایجاد مراکز تحقیق و توسعه (R&D) در مجتمع های معدنی، پیوند میان دانشگاه و صنعت و حمایت از استارت آپ های حوزه «تکنولوژی های معدنی» (MineTech)، مسیری است که از دل خاک، شکوفایی و اقتدار ملی را بیرون می کشد.

در روز ملی صنعت و معدن، باید عهد ببندیم که معدن رانه یک صنعت استخراجی ساده، بلکه بستری برای نوآوری، خلق فناوری و موتور محرک بازسازی و آینده ای روشن برای فرزندانمان بدانیم.

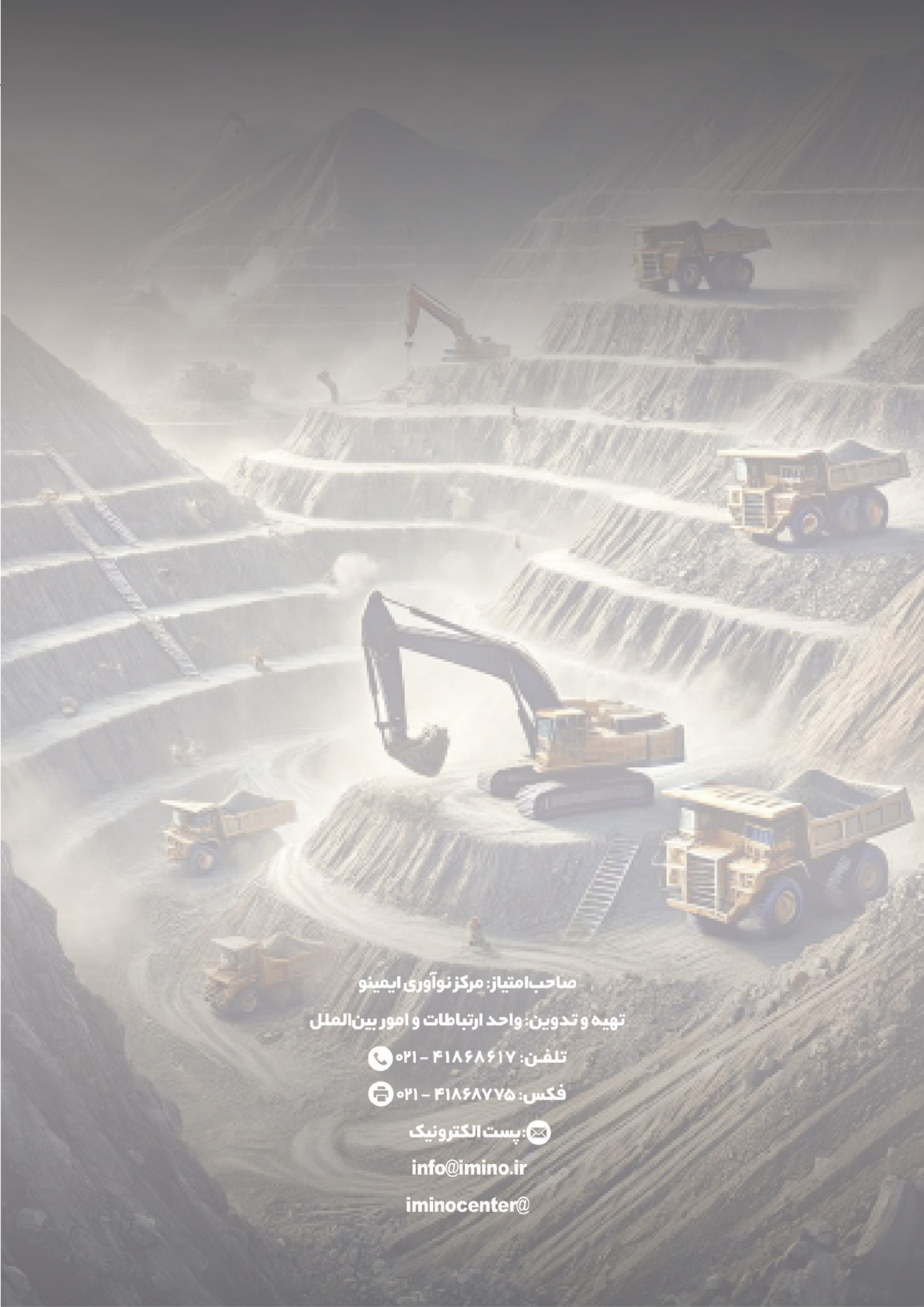


هوشمند (Smart Mining) می تواند معجزه کند. به کارگیری اینترنت اشیا (IoT) برای پایش لحظه ای تجهیزات، استفاده از هوش مصنوعی در مدل سازی ذخایر و تحلیل داده ها و به کارگیری رباتیک در مناطق پرخطر، می تواند نرخ ایمنی را به شکل چشمگیری افزایش داده و هزینه های عملیاتی را کاهش دهد. این یعنی تبدیل «هزینه» به «سرمایه». علاوه بر این، فناوری های نوین در بخش «فرآوری و استخراج با ارزش افزوده بالا» کلید اصلی عبور از اقتصاد تک محصولی

صنعت معدن، همواره به عنوان ستون فقرات اقتصادی ملی و زیربنای توسعه صنعتی شناخته شده است. استخراج و فرآوری مواد معدنی، نخستین گام در زنجیره ارزش تولید هر کالای پیشرفته ای است که از خاک برمی آید؛ اما در دنیای امروز، دیگر صرف داشتن ذخایر غنی، تضمین کننده قدرت اقتصادی نیست؛ بلکه آنچه تعیین می کند یک کشور در جایگاه جهانی خود قرار گیرد، میزان بهره وری، پایداری و میزان به کارگیری فناوری های نو در این بخش است.

این اهمیت در دوران های حساس تاریخی، دوچندان می شود. زمانی که یک ملت در مسیر بازسازی پس از جنگ قرار دارد، با چالش های بنیادین روبروست؛ محدودیت منابع مالی، تخریب زیرساخت ها، نیاز مبرم به ایجاد اشتغال و ضرورت بازگشت سریع به چرخه رشد اقتصادی. در چنین شرایطی، صنعت معدن نباید تنها به عنوان یک منبع درآمد سریع و خام نگریسته شود، بلکه باید به عنوان یک «کاتالیزور هوشمند» برای بازسازی کل بدنه اقتصاد عمل کند.

در دوران بازسازی، استفاده از روش های سنتی و فرسوده استخراج، نه تنها از نظر اقتصادی به صرفه نیست، بلکه می تواند باعث هدررفت منابع ارزشمند و تخریب بیشتر محیط زیست شود. در مقابل، ورود به عصر «معدن کاری



صاحب امتیاز: مرکز نوآوری ایمینو

تهیه و تدوین: واحد ارتباطات و امور بین الملل

تلفن: ۰۲۱ - ۴۱۸۶۸۶۱۷

فکس: ۰۲۱ - ۴۱۸۶۸۷۷۵

پست الکترونیک

[info@imino.ir](mailto:info@imino.ir)

[iminocenter@](mailto:iminocenter@)