تحقق اقتصاد مقاومتی از طریق ارتقای قابلیت جذب فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ایران



پریسا یعقوبی‌منظری
هیات علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

بخش معدن ایران با دارا بودن ۶۸ نوع ماده معدنی و ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی، یکی از مهم‌ترین ظرفیت‌های تحقق اقتصاد مقاومتی است که بر کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی، جلوگیری از خام‌فروشی و تقویت تولید دانش‌بنیان درونزای تأکید دارد. بررسی داده‌های سال ۱۴۰۳ مرکز آمار ایران نشان می‌دهد که علی‌رغم رشد ۱۲۰ درصدی اشتغال و رشد ۷۸ برابری تولید نسبت به سال ۱۳۹۰، شاخص‌های کلیدی جذب فناوری در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. تنها ۰.۸۵ درصد معادن دارای واحد تحقیق و توسعه هستند، نسبت صادرات به تولید ۹۰ درصد کاهش یافته و سهم تحقیق و توسعه از ارزش افزوده طی ۱۳ سال تقریباً ثابت و در سطح ناچیز ۰.۰۴ درصد باقی مانده است. محاسبه شاخص ظرفیت علوم و فناوری ساگاستی (Sagasti, 2003) عدد ۰.۰۶۴۳- را نشان می‌دهد که بیانگر غلبه ظرفیت خارجی (وابستگی به واردات فناوری و خام‌فروشی) بر ظرفیت داخلی (توان تحقیق و توسعه) است. گزارش حاضر ضمن تحلیل شکاف‌های موجود در چهار حوزه تحقیقاتی، صادراتی، سرمایه‌گذاری و بهره‌وری، توصیه‌های راهبردی برای گذار از خام‌فروشی به سمت معدنکاری دانش‌بنیان ارائه می‌دهد.

مقدمه

اقتصاد مقاومتی به مثابه چارچوبی راهبردی برای کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد ملی در برابر تکانه‌های برون‌زا، از جمله تحریم‌های اقتصادی و نوسانات ژئوپلیتیکی، توسط رهبری جمهوری اسلامی ایران طرح‌ریزی شده است (سیف، ۱۳۹۱). در این پارادایم، گذار از اقتصاد متکی بر منابع به اقتصاد دانش‌بنیان و فناورمحور، به‌عنوان هسته مرکزی تحقق توسعه پایدار درون‌زا تلقی می‌شود. بخش معدن ایران با دارا بودن ۶۸ نوع ماده معدنی و ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی، یکی از مهم‌ترین ظرفیت‌های تحقق اقتصاد مقاومتی است که بر کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی، جلوگیری از خام‌فروشی و تقویت تولید دانش‌بنیان درونزای تأکید دارد (ایمیدرو، ۱۴۰۲).

از منظر اقتصاد مقاومتی، خام‌فروشی مواد معدنی نه تنها به معنای از دست رفتن ارزش افزوده قابل توجه است، بلکه کشور را در برابر نوسانات قیمت جهانی مواد خام آسیب‌پذیر می‌سازد. از سوی دیگر، وابستگی به واردات تجهیزات و نرم‌افزارهای پیشرفته معدنی، نقطه ضعف راهبردی در شرایط تحریم محسوب می‌شود. بر این اساس، ارتقای قابلیت جذب فناوری در بخش معدن به مثابه راهبردی برای کاهش این آسیب‌پذیری‌ها و حرکت به سمت تولید دانش‌بنیان درون‌زا تلقی می‌شود. مقاله حاضر در

پی آن است که با محاسبه شاخص جذب فناوری، فاصله وضع موجود با الگوی مطلوب اقتصاد مقاومتی را اندازه‌گیری و مسیر گذار را ترسیم کند.

بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران (۱۴۰۳)، در سال ۱۴۰۳ مجموعاً ۶,۶۷۰ معدن در کشور فعال بوده، ارزش کل تولیدات بخش معدن به ۵,۱۱۱,۶۷۸ میلیارد ریال (بیش از ۵.۱ هزار میلیارد ریال) و ارزش افزوده ایجادشده به ۴,۳۲۱,۳۱۰ میلیارد ریال (حدود ۴.۳ هزار میلیارد ریال) رسیده است. با این حال، تنها ۵۷ معدن از کل معادن کشور (کمتر از ۰.۸۵ درصد) دارای واحد تحقیق و توسعه هستند. همچنین بر اساس محاسبات صورت‌گرفته در این گزارش، شدت تحقیق و توسعه (نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده) معادل ۰.۰۴ درصد، نسبت صادرات به تولید معادل ۱.۸۳ درصد و نسبت سرمایه‌گذاری در نرم‌افزارهای رایانه‌ای به کل سرمایه‌گذاری معادل ۴.۶۴ درصد است. محاسبه شاخص ظرفیت علوم و فناوری ساگاستی (Sagasti, 2003) عدد ۰.۰۶۴۳- را نشان می‌دهد که بیانگر غلبه ظرفیت خارجی (وابستگی به واردات فناوری و خام‌فروشی) بر ظرفیت داخلی (توان تحقیق و توسعه) است.

۱. وضعیت موجود بخش معدن در اقتصاد ایران

بخش معدن ایران در سال ۱۴۰۳ مشتمل بر ۶,۶۷۰ معدن فعال بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). این معادن به‌طور متوسط ۱۴۶,۲۲۳ نفر نیروی کار را به‌طور مستقیم جذب کرده‌اند که از این تعداد، ۱۰۱,۸۹۱ نفر (معادل ۶۹.۷ درصد) دارای مزد و حقوق ثابت، ۴۰,۰۲۸ نفر (۲۷.۴ درصد) به صورت پیمانکاری و ۴,۳۰۴ نفر (۲.۹ درصد) نیز بدون دریافت مزد و حقوق مشغول به فعالیت بوده‌اند. ترکیب اشتغال در بخش معدن نشان‌دهنده غلبه شکل‌گیری اشتغال رسمی و مزدبگیر است، هرچند سهم قابل توجه پیمانکاری (بیش از یک چهارم اشتغال) حاکی از ساختار غیرثابت و موقتی بودن بخش قابل توجهی از فرصت‌های شغلی در این صنعت می‌باشد. این موضوع از دو منظر حائز اهمیت است: نخست آنکه نیروی کار پیمانکاری معمولاً از امنیت شغلی و دسترسی به آموزش‌های بلندمدت کمتری برخوردار است، و دوم آنکه انگیزه کارفرمایان برای سرمایه‌گذاری بر روی مهارت‌آموزی نیروی کار پیمانکاری به مراتب کمتر از نیروی کار ثابت است.

در بعد تولید، مقدار کل ماده معدنی استخراج‌شده (قبل از عملیات کانه‌آرایی) در سال ۱۴۰۳ به ۶۲۸ میلیون تن رسیده است. از این میزان، ۵۵۱ میلیون تن تولید نهایی (پس از فرآوری) حاصل شده که نشان‌دهنده نرخ تبدیل ۸۷.۷ درصدی است. به عبارت دیگر، نزدیک به ۱۲ درصد مواد استخراجی در فرآیند کانه‌آرایی به‌عنوان باطله دفع می‌شوند. این میزان باطله که سالانه بالغ بر ۷۵ میلیون تن می‌شود، نه تنها به معنای اتلاف منابع است، بلکه چالش‌های زیست‌محیطی جدی از جمله اشغال زمین، آلودگی آب و خاک و هزینه‌های مدیریت پسماند را نیز به همراه دارد. در کشورهای پیشرفته معدنی، فناوری‌های نوین بازیافت باطله و استخراج مجدد مواد ارزشمند از آنها به‌طور گسترده به کار گرفته می‌شود، در حالی که در ایران این فناوری‌ها هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد.

از منظر اقتصادی، ارزش کل تولیدات بخش معدن در سال ۱۴۰۳ بیش از ۵.۱ هزار میلیارد ریال بوده و ارزش افزوده ایجادشده توسط این بخش به حدود ۴.۳ هزار میلیارد ریال رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). نسبت ارزش افزوده به تولید معادل ۸۴.۵ درصد محاسبه می‌شود که نشان‌دهنده سهم بالای ارزش ایجادشده در خود بخش معدن (قبل از ورود به صنایع پایین‌دستی) می‌باشد. این نسبت بالا عمدتاً به این دلیل است که هزینه‌های واسطه‌ای در بخش معدن نسبت به سایر بخش‌های صنعتی کمتر است. با این حال، همین ویژگی نشان می‌دهد که پیوندهای پسین و پیشین این بخش با سایر بخش‌های اقتصاد چندان قوی نیست و عمده ارزش افزوده در خود معدن ایجاد و سپس خام فروخته می‌شود.

بررسی ساختار سرمایه‌گذاری در بخش معدن نشان می‌دهد که کل سرمایه‌گذاری انجام‌شده در سال ۱۴۰۳ معادل ۲۱۱,۸۶۸ میلیارد ریال بوده که تنها ۴.۹ درصد ارزش افزوده بخش را تشکیل می‌دهد (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). این رقم در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی (که معمولاً سهم سرمایه‌گذاری از ارزش افزوده در بخش معدن بین ۱۵ تا ۲۵ درصد است) بسیار پایین می‌باشد و بیانگر کم‌توجهی به نوسازی و توسعه ظرفیت‌های تولیدی در این بخش است. از کل سرمایه‌گذاری انجام‌شده، سهم سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و تجهیزات بادوام ۵۳.۸ درصد، سهم ساختمان و تأسیسات ۱۸.۶ درصد، سهم توسعه و اکتشاف ۱۱.۹ درصد و سهم نرم‌افزارهای رایانه‌ای ۴.۶ درصد بوده است. نکته قابل تأمل آنکه سهم توسعه و اکتشاف (۱۱.۹ درصد) در مقایسه با استانداردهای جهانی (حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد سرمایه‌گذاری) پایین است که نشان می‌دهد معادن کشور سرمایه‌گذاری کافی برای کشف ذخایر جدید و افزایش طول عمر خود انجام نمی‌دهند.

بر اساس گزارش PwC Australia (۲۰۲۵)، بخش معدن استرالیا با بهره‌وری حدود ۱۰۰,۰۰۰ دلار به ازای هر شاغل، بالاترین بهره‌وری را در میان تمام بخش‌های اقتصاد این کشور دارد. این در حالی است که بر اساس محاسبات صورت‌گرفته بر روی داده‌های مرکز آمار ایران (۱۴۰۳)، بهره‌وری نیروی کار در بخش معدن ایران حدود ۲۹.۵ میلیارد ریال (معادل حدود ۷,۵۰۰ دلار) به ازای هر شاغل برآورد می‌شود. بدین ترتیب، بهره‌وری معدن استرالیا بیش از ۱۳ برابر بهره‌وری معدن ایران است. این شکاف بهره‌وری، بار دیگر ضرورت ارتقای فناوری و افزایش کارایی نیروی کار در معادن کشور را آشکار می‌سازد.

مقایسه داده‌های دو مقطع زمانی ۱۳۹۰ و ۱۴۰۳ نشان‌دهنده رشد قابل توجه بسیاری از شاخص‌های بخش معدن است. بر اساس داده‌های یعقوبی منظری (۱۳۹۳) و مرکز آمار ایران (۱۴۰۳)، تعداد شاغلان معدن از ۶۶,۴۳۹ نفر در سال ۱۳۹۰ به ۱۴۶,۲۲۳ نفر در سال ۱۴۰۳ رسیده است که حکایت از رشد ۱۲۰ درصدی دارد. ارزش کل تولیدات از ۶۵,۴۴۲ میلیارد ریال به ۵,۱۱۱,۶۷۸ میلیارد ریال افزایش یافته که رشد حدود ۷۸ برابری را نشان می‌دهد. کل سرمایه‌گذاری نیز از ۶,۱۴۹ میلیارد ریال به ۲۱۱,۸۶۸ میلیارد ریال رسیده است (رشد ۳۴ برابری). سرمایه‌گذاری در نرم‌افزارهای رایانه‌ای رشد چشمگیر ۳,۲۷۸ برابری داشته و از ۳ میلیارد ریال به ۹,۸۳۴ میلیارد ریال رسیده است. با این حال، بررسی دقیق‌تر این ارقام نشان می‌دهد که رشد تولید و سرمایه‌گذاری عمدتاً ناشی از تورم و افزایش قیمت‌ها بوده است تا افزایش فیزیکی تولید. آنچه مسلم است، نسبت صادرات به تولید از ۱۸.۲۶ درصد در سال ۱۳۹۰ به ۱.۸۳ درصد در سال ۱۴۰۳ کاهش یافته است که افت ۹۰ درصدی را نشان می‌دهد. در کنار این، سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از ارزش افزوده بخش معدن، طی این ۱۳ سال تقریباً ثابت و در حدود ۰.۰۳ تا ۰.۰۴ درصد باقی مانده است (یعقوبی؛ رضایی، ۱۳۹۳)، در حالی که در کشورهای پیشرو معدنی، این نسبت معمولاً بین ۱ تا ۳ درصد است. به عبارت دیگر، علی‌رغم رشد کمّی چشمگیر، مؤلفه‌های کیفی مرتبط با فناوری و نوآوری متناسب با این رشد پیشرفت نکرده‌اند و در برخی موارد (مانند صادرات) حتی پسرفت قابل توجهی داشته‌اند.

۲. شاخص جذب فناوری

در این گزارش برای سنجش قابلیت جذب فناوری از شاخص ظرفیت علوم و فناوری ساگاستی (Sagasti, 2003) استفاده شده است. انتخاب این شاخص به دلیل مزیت‌های نسبی آن نسبت به سایر شاخص‌هاست. اولاً، این شاخص برای سنجش در سطح بخش‌های اقتصادی طراحی شده، نه فقط سطح ملی. ثانیاً، داده‌های مورد نیاز آن با آمارگیری‌های معمول مرکز آمار ایران قابل تامین است. ثالثاً، این شاخص امکان مقایسه بین‌بخشی و بین‌زمانی را فراهم می‌آورد.

این شاخص بر اساس تفاضل ظرفیت داخلی (شامل شدت تحقیق و توسعه و نسبت نیروی کار ماهر) و ظرفیت خارجی (شامل نسبت صادرات به تولید و نسبت سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار) محاسبه می‌شود. دامنه آن بین ۱- تا ۱+ است که مقادیر مثبت نشان‌دهنده وضعیت مطلوب (غلبه توان داخلی بر وابستگی خارجی) و مقادیر منفی نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب (غلبه وابستگی خارجی بر توان داخلی) می‌باشد. نکته نظری مهم آنکه در این شاخص، صادرات به‌عنوان یک «ظرفیت خارجی» با علامت منفی در نظر گرفته می‌شود. این رویکرد از این نظر قابل نقد است که صادرات محصولات با ارزش افزوده بالا می‌تواند نشانه قدرت رقابتی باشد، نه وابستگی. با این حال، در بافت اقتصاد مقاومتی که بر کاهش وابستگی‌ها تأکید دارد و با توجه به الگوی غالب خام‌فروشی در ایران، این رویکرد قابل دفاع است.

بر اساس داده‌های سال ۱۴۰۳، شدت تحقیق و توسعه (نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده) معادل ۰.۰۴ درصد محاسبه شده است. این رقم بسیار پایین است و نشان می‌دهد که به ازای هر ۱۰۰ میلیارد ریال ارزش افزوده در بخش معدن، تنها ۴۰ میلیون ریال صرف تحقیق و توسعه می‌شود. نسبت صادرات به تولید معادل ۱.۸۳ درصد محاسبه شده است. این رقم در مقایسه با سال ۱۳۹۰ (۱۸.۲۶ درصد) کاهش چشمگیری داشته و نشان می‌دهد که بخش معدن ایران عملاً از بازارهای جهانی کنار رفته است. نسبت سرمایه‌گذاری در نرم‌افزارهای رایانه‌ای به کل سرمایه‌گذاری معادل ۴.۶۴ درصد محاسبه شده است. این رقم نسبت به سال ۱۳۹۰ (۰.۰۵ درصد) رشد قابل توجهی داشته و نشان‌دهنده توجه بیشتر به دیجیتالی‌سازی است، اما هنوز با استانداردهای جهانی (معمولاً ۱۰ تا ۱۵ درصد در معادن پیشرفته) فاصله دارد. شاخص جذب فناوری در بخش معدن ۰.۰۶۴۳- به دست آمده است. این عدد منفی بیانگر آن است که ظرفیت خارجی (جمعاً ۶.۴۷ درصد) بر ظرفیت داخلی (۰.۰۴ درصد) غلبه دارد. برای تفسیر بهتر، این عدد به این معناست که بخش معدن ایران از نظر جذب فناوری در وضعیتی مشابه کشورهایی

قرار دارد که عمدتاً به واردات فناوری و تجهیزات متکی هستند و توان داخلی چندانی برای تولید و بومی‌سازی دانش فنی ندارند. این وضعیت با اهداف اقتصاد مقاومتی که بر کاهش وابستگی و تقویت توان داخلی تأکید دارد، فاصله معناداری دارد.

۳. شکاف‌ها و چالش‌های اصلی

بر اساس محاسبات انجام‌شده در بخش‌های دوم و سوم این گزارش و داده‌های مرکز آمار ایران (۱۴۰۳)، چهار شکاف اساسی در بخش معدن کشور قابل شناسایی است.

نخست، شکاف تحقیقاتی است؛ به‌طوری که تنها ۵۷ معدن از کل ۶،۶۷۰ معدن کشور (کمتر از ۰.۸۵ درصد) دارای واحد تحقیق و توسعه هستند. این در حالی است که در کشورهای پیشرو معدنی مانند استرالیا و کانادا، اکثر معادن بزرگ دارای واحدهای تحقیق و توسعه فعال هستند. واحدهای تحقیق و توسعه در معادن وظایفی از جمله بهینه‌سازی فرآیندهای استخراج و فرآوری، کاهش هزینه‌ها، افزایش ضریب بازیابی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و توسعه فناوری‌های بومی را بر عهده دارند. نبود چنین واحدهایی در ۹۹.۱۵ درصد معادن کشور به معنای از دست رفتن فرصت‌های عظیم برای بهبود کارایی و کاهش هزینه‌هاست.

دوم، شکاف صادراتی است؛ به گونه‌ای که کاهش ۹۰ درصدی نسبت صادرات به تولید در ۱۳ سال گذشته نشان می‌دهد که تولیدات معادن عمدتاً در داخل مصرف می‌شود و صادرات کاهش یافته است (یعقوبی؛ رضایی، ۱۳۹۳؛ مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). این پدیده که می‌تواند ناشی از تحریم‌ها، اولویت بازار داخلی یا کاهش کیفیت محصولات باشد، به معنای کاهش ارزآوری و عدم حضور در بازارهای جهانی است. از منظر اقتصاد مقاومتی، تکیه صرف بر بازار داخلی نیز می‌تواند خطرآفرین باشد، چراکه هرگونه رکود در اقتصاد داخلی به‌طور مستقیم بر بخش معدن تأثیر می‌گذارد.

سوم، شکاف سرمایه‌گذاری است؛ سرمایه‌گذاری انجام‌شده در بخش معدن تنها ۴.۹ درصد ارزش افزوده این بخش است، در حالی که استانداردهای بین‌المللی سهم ۱۵ تا ۲۵ درصدی را توصیه می‌کنند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). این شکاف منجر به فرسودگی ماشین‌آلات و عقب‌ماندگی فناورانه می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از ماشین‌آلات معدنی ایران بیش از دو دهه عمر دارند، در حالی که بر اساس گزارش‌های صنعت معدن جهانی، متوسط چرخه تعویض تجهیزات معدن ۱۰ تا ۱۵ سال است (GuanYan Report Net-work, 2025) و چرخه تعمیرات اساسی تجهیزات ثابت معدن در شرایط عادی ۶ تا ۱۰ سال برآورد می‌شود. همچنین تحلیل چرخه عمر دارایی‌های معدنی نشان می‌دهد که هزینه بهینه تعویض کامیون‌های معدنی حدود سال هفتم رخ می‌دهد (Accendo Reliability, 2024). بدین ترتیب، چرخه نوسازی استاندارد جهانی در محدوده ۷ تا ۱۵ سال است، در حالی که ماشین‌آلات معدنی ایران بیش از دو دهه عمر دارند که بیانگر فرسودگی شدید و عقب‌ماندگی فناورانه می‌باشد.

چهارم، شکاف بهره‌وری است؛ بهره‌وری نیروی کار در بخش معدن ایران حدود ۲۹.۵ میلیارد ریال به ازای هر شاغل است که در مقایسه با کشورهای پیشرو معدنی فاصله بسیار زیادی دارد.

علل ریشه‌ای این شکاف‌ها را می‌توان در پنج دسته شامل تحریم‌های فناورانه، عدم الزام قانونی شرکت‌ها به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، نبود مشوق‌های مالیاتی مؤثر برای فرآوری عمیق، ضعف زیرساخت‌های دیجیتال در معادن به ویژه در مناطق دورافتاده و فقدان هماهنگی مؤثر بین نهادهای سیاست‌گذار (وزارت صمت، ایمیدرو، بانک مرکزی و سازمان برنامه و بودجه) طبقه‌بندی کرد.

۴. توصیه‌های راهبردی و عملیاتی

دراستای تحقق اقتصاد مقاومتی از طریق ارتقای قابلیت جذب فناوری در بخش معدن، سه اولویت راهبردی با افق‌های زمانی متفاوت پیشنهاد می‌گردد.

اولویت اول) کوتاه‌مدت: الزام شرکت‌های معدنی بزرگ به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه

در اولویت کوتاه‌مدت، الزام شرکت‌های معدنی بزرگ به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه پیشنهاد می‌شود. بر این اساس، تصویب آیین‌نامه‌ای که شرکت‌های معدنی با فروش سالانه قابل توجه را موظف به اختصاص درصدی از درآمد سالانه خود به فعالیت‌های تحقیق و توسعه نماید و در مقابل، معافیت مالیاتی مضاعف هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان مشوق در نظر گرفته شود، ضروری است. این مشوق می‌تواند به صورت کسر مالیاتی معادل ۱۵۰ درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه از درآمد مشمول مالیات، ارائه معافیت مالیاتی چندساله برای پروژه‌های فناورانه موفق، یا اعتبار مالیاتی قابل انتقال به سال‌های آتی طراحی گردد. تجربه کشورهای موفق مانند

شیلی و پرو نشان داده است که چنین الزاماتی نه تنها بار مالی بر شرکت‌ها تحمیل نمی‌کند، بلکه با افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها، بازگشت سرمایه مناسبی نیز به همراه دارد.

اولویت دوم) میان‌مدت: راه‌اندازی صندوق پژوهش و فناوری معدن

در اولویت میان‌مدت، راه‌اندازی صندوق پژوهش و فناوری معدن با بودجه اولیه از محل عوارض صادراتی مواد خام معدنی پیشنهاد می‌گردد. ترکیب منابع صندوق می‌تواند شامل عوارض صادراتی، یک درصد از فروش شرکت‌های معدنی بزرگ، کمک‌های دولتی و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی باشد. وظایف اصلی صندوق شامل تامین مالی پژوهش‌های کاربردی در حوزه معدن، حمایت از طرح‌های بومی‌سازی فناوری، تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی و حمایت از استارتاپ‌های فعال در حوزه معدن و فناوری اطلاعات است. همچنین طراحی برنامه ملی مهارت‌آموزی دیجیتال برای آموزش نیروی کار معدن در حوزه هوش مصنوعی، داده‌کاوی و اتوماسیون با همکاری سازمان فنی و حرفه‌ای و دانشگاه‌های جامع علمی کاربردی در دستور کار قرار گیرد.

بازنگری در الگوی صادراتی معدن از طریق اعمال عوارض صادراتی پلکانی (بالاترین نرخ برای مواد خام، نرخ میانی برای محصولات نیمه‌فرآوری و معافیت کامل برای محصولات فرآوری‌شده) و توسعه شهرک‌های تخصصی فرآوری در مجاورت معادن بزرگ استان‌های معدنی کشور (به ویژه کرمان، یزد و خراسان) نیز ضروری است. ایجاد شهرک‌های فرآوری مزایایی از جمله کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، ایجاد اشتغال پایدار، دسترسی آسان به تأسیسات زیربنایی و تسهیل نظارت‌های زیست‌محیطی را به همراه دارد. همچنین ارتقای زیرساخت دیجیتال معادن از طریق اتصال معادن بزرگ به شبکه ارتباطات پرسرعت و ایجاد سامانه ملی هوشمند نظارت بر معادن توصیه می‌شود.

اولویت سوم) بلندمدت: بومی‌سازی فناوری‌های راهبردی معدن

در اولویت بلندمدت، بومی‌سازی فناوری‌های راهبردی معدن در سه حوزه اکتشاف (فناوری‌های اکتشاف هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی، سنجش از دور پیشرفته و مدلسازی سه‌بعدی ذخایر)، استخراج (سیستم‌های حفاری خودکار، ناوگان حمل خودران و سیستم‌های کنترل از راه دور) و فرآوری (فناوری‌های فرآوری مناسب برای مناطق کم‌آب مانند فرآوری خشک، بازیافت باطله‌ها و استخراج مجدد مواد ارزشمند) اولویت‌بندی می‌گردد. این مهم از طریق ایجاد مراکز نوآوری مشترک بین ایمیدرو، دانشگاه‌های برتر کشور و بخش خصوصی معدنی با استفاده از مدل «سه‌ضلعی همکاری» قابل تحقق است.

۵. جمع‌بندی و پیشنهادات

تحقق اقتصاد مقاومتی در بخش معدن ایران، مستلزم گذار از الگوی خام‌فروشی و اتکا به واردات فناوری به سوی مدلی مبتنی بر تحقیق و توسعه، بومی‌سازی فناوری و صادرات محصولات با ارزش افزوده بالا است. اقتصاد مبتنی بر خام‌فروشی مواد معدنی، سه آسیب‌پذیری اساسی ایجاد می‌کند: نخست، وابستگی به نوسانات قیمت جهانی؛ دوم، از دست رفتن فرصت اشتغال پایدار در صنایع پایین‌دستی؛ سوم، تضعیف انگیزه برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه. اقتصاد مقاومتی در بخش معدن، دقیقاً در مقابل این سه آسیب‌پذیری تعریف می‌شود و راهکار آن، گذار به سمت مدلی است که در این گزارش تشریح گردید.

بخش معدن ایران از پتانسیل بالایی برای تحقق این هدف برخوردار است، اما در وضعیت فعلی به دلیل ضعف در جذب فناوری، این پتانسیل بالفعل نشده است. رشد کمّی چشمگیر بخش معدن در ۱۳ سال اخیر (رشد ۷۸ برابری تولید و رشد ۱۲۰ درصدی اشتغال) نباید سیاست‌گذار را از توجه به شکاف‌های کیفی غافل کند. شاخص جذب فناوری محاسبه‌شده در این گزارش (۰.۰۶۴۳-) نشان می‌دهد که بخش معدن ایران همچنان در وضعیت نامطلوبی از نظر توانایی جذب و بومی‌سازی فناوری قرار دارد. نکته هشداردهنده آنکه با وجود رشد سرمایه‌گذاری در نرم‌افزارهای رایانه‌ای (که نشانه مثبتی است)، شدت تحقیق و توسعه عملاً تغییر نکرده و نسبت صادرات به تولید به شدت کاهش یافته است. این یعنی بخش معدن در حال حرکت به سمت یک مدل «تولید برای مصرف داخلی با فناوری سنتی» است که با اهداف اقتصاد مقاومتی (توسعه صادرات غیرنفتی و دانش‌بنیان شدن تولید) همخوانی ندارد.

به‌منظور روشن‌تر شدن فاصله بین وضع موجود و الگوی مطلوب اقتصاد مقاومتی، جدول (۱) مقایسه تطبیقی این دو الگو را در چهار مؤلفه کلیدی نشان می‌دهد. بر اساس محاسبات شاخص جذب فناوری و تحلیل شکاف‌های چهارگانه در بخش‌های پیشین، تدوین یک بسته سیاستی جامع برای جهش فناورانه بخش معدن با همکاری ایمیدرو به‌عنوان

متولی اصلی توسعه معادن، وزارت صنعت، معدن و تجارت به‌عنوان نهاد قانون‌گذار و تنظیم‌گر، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری در حوزه حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور و سازمان برنامه و بودجه در زمینه تامین مالی و اعتبارات ملی ضروری است. این بسته لازم است شامل الزامات قانونی برای سرمایه‌گذاری شرکت‌های معدنی در تحقیق و توسعه، مشوق‌های مالیاتی و تعرفه‌ای برای فرآوری عمیق و صادرات محصولات با ارزش افزوده بالا، تامین مالی پژوهش‌های کاربردی و پروژه‌های بومی‌سازی فناوری و برنامه‌های گسترده مهارت‌آموزی و توانمندسازی نیروی کار معدن برای عصر دیجیتال باشد.

جدول ۱. مقایسه تطبیقی این دو الگو را در چهار مؤلفه کلیدی نشان می‌دهد

مؤلفه	الگوی فعلی (وضعیت موجود)	الگوی مطلوب (اقتصاد مقاومتی)
صادرات	خام‌فروشی (۱.۸۳ درصد صادرات به تولید)	صادرات محصولات فرآوری‌شده با ارزش افزوده بالا
فناوری	وابستگی به واردات تجهیزات و نرم‌افزارهای پیشرفته	بومی‌سازی و تحقیق و توسعه داخلی
سرمایه‌گذاری	۴.۹ درصد ارزش افزوده	۱۵ تا ۲۵ درصد ارزش افزوده (استاندارد جهانی)
نیروی کار	پیمانکاری موقت (۲۷.۴ درصد اشتغال)	اشتغال پایدار ماهر با آموزش‌های دیجیتال

پانویس

- **جذب فناوری:** مجموعه فرآیندهایی که طی آن یک کشور، صنعت یا بنگاه اقتصادی قادر به شناسایی، کسب، انطباق، بومی‌سازی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین در فرآیندهای تولیدی خود می‌گردد (Sagasti, 2003).
- **شاخص ظرفیت علوم و فناوری ساگاستی:** شاخصی کمی برای سنجش توانایی بخش‌های اقتصادی در جذب و به‌کارگیری فناوری که بر اساس تفاضل ظرفیت داخلی (شدت تحقیق و توسعه و نسبت نیروی کار ماهر) و ظرفیت خارجی (نسبت صادرات به تولید و نسبت سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار) محاسبه شده و دامنه آن بین ۱- تا ۱+ است (Sagasti, 2003).
- **سه‌ضلعی همکاری:** مدلی از همکاری بین دولت (نهادهای حاکمیتی)، دانشگاه (مراکز علمی و پژوهشی) و صنعت (بخش خصوصی) که در آن هر سه ضلع به صورت مشارکتی مسئولیت تامین مالی، پژوهش و اجرای پروژه‌های فناورانه را بر عهده می‌گیرند.

منابع

- ایمیدرو (۱۴۰۲). گزارش سالانه وضعیت ذخایر معدنی ایران. سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران.
- سیف، الهمراد (۱۳۹۱). الگوی پیشنهادی اقتصاد مقاومتی جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه آفاق امنیت، سال پنجم، شماره شانزدهم.
- مرکز آمار ایران (۱۴۰۳). نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور.
- یعقوبی منظری، پریسا؛ رضایی، مهدی (۱۳۹۳). قابلیت جذب فناوری بخش معدن در جهت تحقق اقتصاد مقاومتی. مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- Accendo Reliability. (2024). Calculating when to Economically replace Assets. Available at: www.accendoreliability.com
- GuanYan Report Network. (2025). Update Wave Approaches: Global Mining Equipment Industry Scale to Exceed 200 Billion USD. Available at: www.chinabaogao.com
- PwC Australia. (2025). Aussie Mine Report 2025: Gold capital flowing as 120 Australian critical minerals projects await breakthrough. Available at: www.pwc.com.au
- Sagasti, F. (2003). Knowledge and Innovation for Development: The S&T Capacity Index. Edward Elgar Publishing.
- Xinyiwei. (2013). Economic Considerations in Equipment Management Update.