بررسی نقش فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۵۲۱۰
دی‌ماه ۱۳۹۵

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱. نقش فناوری در توسعه بخش معدن و صنایع معدنی ۵
۱-۱. اهمیت فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ۵
۱-۲. کاربردهای فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ۶
۱-۳. نقش و آثار فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ۷
۲. وضعیت و روند جهانی و داخلی کاربرد فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ۹
۳. فرصت‌های نهفته در اصلاح و ارتقای فناوری بخش معدن ایران ۱۹
۴. نقش حاکمیت در ارتقای فناوری بخش معدن و صنایع معدنی در جهان و ایران ۲۰
۴-۱. کانادا ۲۱
۴-۲. استرالیا ۲۴
۴-۳. شیلی ۲۵
۴-۴. آمریکا ۲۶
۴-۵. چین ۲۸
جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۲
منابع و مآخذ ۳۵

بررسی نقش فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

چکیده

امروزه افزایش رقابت‌پذیری جهانی در عرصه تولید انواع محصولات معدنی (در حلقه‌های مختلف زنجیره ارزش) به‌واسطه رسوخ فناوری، پرداختن به موضوع مهم تکنولوژی و کاربرد آن در بخش‌های مختلف معدن در ایران (به‌عنوان یکی از دارندگان مطرح ذخایر معدنی) را بیش از پیش تقویت می‌کند. نگاهی به آمار و اطلاعات استفاده از فناوری روز در اکتشاف و استخراج معادن و فرآوری مواد معدنی در صنایع معدنی ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای دارنده ذخائر معدنی جهانی (آمریکا، کانادا، استرالیا، شیلی و چین) نشان می‌دهد که با وجود تلاش‌های صورت گرفته برای استفاده از فناوری روز در این بخش، فاصله فناوری بسیار معنادار بوده و ادامه روند فعلی در آینده، ایران را عملاً از گردونه رقابت جهانی در تولید انواع محصولات معدنی خارج خواهد کرد. با توجه به این موضوع و با عنایت به اینکه حاکمیت کشورهای مختلف در تشویق استفاده از فناوری روز در بخش‌های مختلف معدن کارکرد بسیار فعال داشته‌اند، به‌نظر می‌رسد در شرایط فعلی مجلس شورای اسلامی باید اقدامات ذیل را در جهت ورود و رسوب تکنولوژی در این بخش انجام دهد:

ـ اخذ گزارش درباره وضعیت تحقیق و توسعه و استفاده از فناوری و نوآوری در بخش معدن و صنایع معدنی و استراتژی و برنامه ارتقا و توسعه آن متناسب با وضعیت اقلیمی‌و بومی از وزارت صنعت، معدن و تجارت و انجمن‌های صنفی.

ـ مکلف نمودن وزارت صنعت، معدن و تجارت به تدوین نقشه راه توسعه فناوری‌های معدنی.

ـ مکلف نمودن مرکز آمار ایران به انجام پیمایش‌های منظم درخصوص تحقیق و توسعه در شرکت‌های معدنی به‌ویژه شرکت‌های بزرگ.

ـ اخذ گزارش درباره وضعیت اجرایی شدن معافیت ۱۰ درصد از حقوق دولتی برای هزینه در زمینه فناوری، HSE و بهره‌وری از سازمان امور مالیاتی.

ـ اخذ گزارش درباره وضعیت اجرایی شدن قانون معافیت‌های مالیاتی برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه از سازمان امور مالیاتی.

ـ اخذ گزارش درباره وضعیت حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان معدنی از معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری.

ـ تکلیف دولت به تدوین نقشه راه با تکیه بر آمایش بخش معدن و صنایع معدنی.

ـ پیگیری وضعیت تهیه پیوست فرهنگی اجتماعی برای طرح‌های بزرگ معدنی.

ـ ارائه مشوق‌های مالیاتی و حقوق دولتی برای شرکت‌های استفاده‌کننده از فناوری‌های نوین و مشارکت‌کننده با شرکت‌های خارجی در زمینه توسعه فناوری در بودجه سالیانه دولت.

ـ ارائه مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی در بودجه سالیانه دولت.

ـ بررسی و تهیه طرح تشویق محدوده‌های معدنی و معادن کوچک به تجمیع و مشارکت.

ـ بررسی و تهیه طرح تشکیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری اکتشاف در بورس.

ـ به‌منظور تدوین بسته‌های حمایتی مناسب‌تر، بررسی دقیق‌تر قوانین تقویت‌کننده بخش معدن و صنایع معدنی و توسعه فناوری در این بخش در کشورهای پیشرو به‌منظور بهره‌گیری از تجارب آنها ضروری است.

همان‌طور که بررسی تجارب کشورهای پیشرو در بخش معدن نشان داد، سیاست‌های حمایتی دولت از این بخش نباید صرفاً به حمایت‌های مالی و مالیاتی محدود شود. حمایت از آموزش و ارتقای مهارت‌های کارکنان، استفاده از ظرفیت جامعه دانشگاهی و تقویت همکاری‌ها با فضای آکادمیک، جذب سرمایه‌گذاری خارجی و توجه به همکاری‌های پژوهشی و فناورانه بین‌المللی از حوزه‌های مورد تأکید دولت‌ها هستند.

ـ تسریع، تسهیل و حمایت از شناسایی دقیق و کامل ذخایر معدنی کشور و حفاری‌های اکتشافی و رفتن به عمق در برنامه‌ریزی‌ها، مشارکت شرکت‌های دارای فناوری پیشرفته اکتشافی و انتقال تکنولوژی به داخل.

ـ اصلاح نگاه استراتژیک به بخش معدن و صنایع معدنی از نظر مشوق‌ها، معافیت‌ها، برنامه‌های انگیزشی تا زمانی که این بخش به جایگاه مناسب برسد.

مقدمه

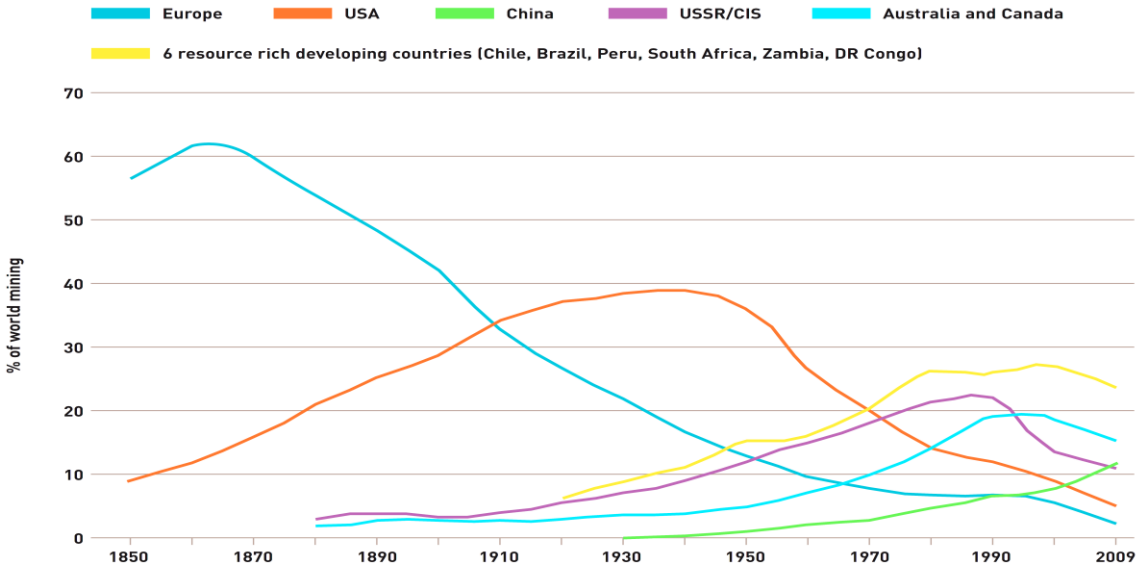
فناوری و نوآوری، پیشران‌های اصلی رشد اقتصادی در دنیای امروز به‌شمار می‌روند. با به‌کارگیری فناوری‌های به‌روز و پیشرفته، سرعت رشد اقتصادی کشورها چندین برابر می‌گردد. در کشورهای مطرح و پیشرفته در امور اقتصادی، سهم فناوری و نوآوری در رشد اقتصادی از سایر منابع ورودی بیشتر است. برای مثال ۶۳ درصد از رشد اقتصادی کشور انگلستان متأثر از فناوری و نوآوری بوده است. به همین دلیل توجه به فناوری در بخش‌های مختلف اقتصاد به‌عنوان یکی از ضرورت‌های رشد اقتصادی به شمار می‌رود. یکی از بخش‌های متأثر از فناوری در کشورهای دارنده ذخایر معدنی، بخش معدن و صنایع معدنی است. از آنجایی که تأمین مواد اولیه یکی از مهمترین مقولات استراتژیک در جهان به شمار می‌رود، بخش معدن و صنایع معدنی، به‌دلیل تأمین مواد پایه صنایع مادر و سایر بخش‌های

اقتصادی، همواره مورد توجه دولت‌ها در جهان است.

در این بخش با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و تولید مواد معدنی با ارزش‌افزوده بالاتر، به‌شدت قیمت محصولات افزایش می‌یابد. در واقع با به‌کارگیری فناوری، ارزش صنایع معدنی ده‌ها برابر ماده خام معدنی می‌گردد. هر قدر این فناوری پیشرفته‌تر باشد، ارزش مواد حاصله بسیار بالاتر می‌رود. برای مثال اگر قیمت هر تن سنگ آهن ۴۰ دلار در نظر گرفته شود، با تبدیل شدن به فولاد خام قیمت آن ۴۰۰ دلار و با استفاده از فناوری تولید فروآلیاژ، قیمت آن بین ۳۰۰۰ تا ۱۰،۰۰۰ دلار (بسته به نوع آلیاژ تولیدی) می‌گردد. با توجه به این موضوع، کشورهای معدنی مطرح در دنیا سیاست‌های مختلفی برای رشد و توسعه پایدار فناوری‌های مرتبط با فعالیت‌های معدنی از طریق تحقیق و توسعه در کنار بهره‌برداری بهینه از ذخایر معدنی و حفظ محیط زیست اتخاذ می‌کنند این سیاست‌ها موجب گردیده که در نظام مدیریت این بخش تحولاتی به‌وجود آمده و به جای تولیگری دولت‌ها در این بخش، نهادهایی برای حمایت از بخش خصوصی معدنی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه و فناوری شکل گیرد.

طی سالیان گذشته با به‌وجود آمدن تغییراتی در سیاست‌های اقتصادی کشورها و شرایط حاکم بر مدیریت بنگاه‌های معدنی در آنها، تغییراتی در سهم کشورهای مختلف در تولیدات جهانی مواد معدنی به‌وجود آمده است. به‌طوری که سهم کشورهای چین، استرالیا، کانادا و کشورهای درحال توسعه غنی معدنی رو به افزایش و سهم اروپا، آمریکا، روسیه و کشورهای CIS رو به کاهش گذاشته است (شکل ۱).

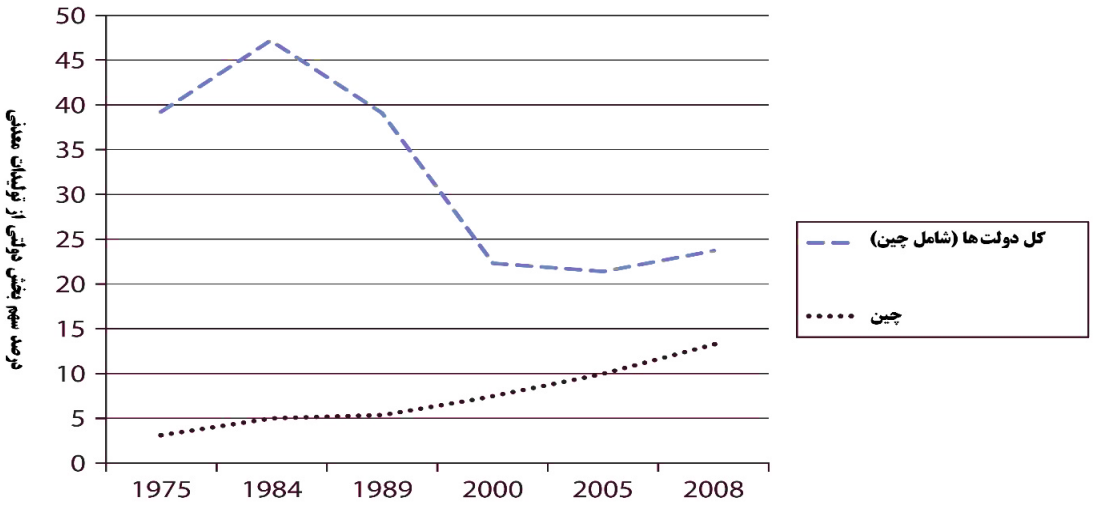
شکل ۱. تغییرات مکانی تولیدات جهانی مواد معدنی



Source: International Council on Mining & Metals (ICMM), 2012.

در طی آن سال‌ها، سهم دولت‌ها و کنترل آنها بـر تولیـدات معـدنی، بـه‌ویـژه در زمینـه فلـزات و حلقه‌های با ارزش‌افزوده بالاتر، بسیار بالا بوده است. با حرکت برخی کشورها، به‌ویژه کشورهای توسـعه یافته، به سمت اقتصاد بازار، سهم بخش دولتی در تولیدات معدنی و صنایع معدنی این کشورها کـاهش یافته است. البته در کشور چین این روند برعکس بوده و سهم دولت از تولیدات معـدنی رو بـه افـزایش است (شکل ۲). اما با وجود کاهش سهم بخش دولتی در تولیدات جهانی مواد معدنی، کنترل دولـت‌هـا بر فعالیت‌های معدنی، چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورها درحال توسـعه، بـا بـه‌کـارگیری اهرم‌های کنترلی غیرمستقیم همواره بالا بوده، که دلیل آن به خاطر تأثیرات اقتصادی تأمین مواد اولیه توسط این بخش بر سایر بخش‌های اقتصادی است. کنترل غیرمستقیم بر فعالیت‌هـای بخـش معـدن و صنایع معدنی از طریق قراردادهای بلندمدت، اعمال اولویت‌های فناوری، بازار و اهرم‌های مـالی (تـأمین مالی، مالیات) است. بنابراین یکی از اهرم‌های اعمال کنترل دولت‌ها بر تولیدات مواد معدنی اسـتفاده از ابزار، فناوری است. علاوه‌بر این، کشورهای پیشرفته ضمن حفظ محیط زیست خـود (از طریـق کـاهش فعالیت‌های معدنی)، با توسعه و فروش فناوری علاوه‌بر اینکـه ارزش‌افـزوده بـالاتری کسـب مـی‌کننـد، کنترل خود را بر تولیدات معدنی سایر کشورها حفظ می‌کنند.

شکل ۲. روند سهم بخش دولتی از تولیدات جهانی مواد معدنی



Source: I bid.

فناوری به‌دلیل تأثیرات گسترده‌ای که بر اقتصاد، محیط زیست، رقابـت‌پـذیری، اجتمـاع و... دارد، خود یک ابزار کنترلی بوده که باید به شکل صحیحی جهت‌دهی گردد. به همین خاطر مدیریت فناوری مقوله حائز اهمیتی شده است.

در گزارش حاضر ضمن بررسی اهمیت و ابعاد اثرگذاری فناوری بر توسعه و رشد بخش معدن و صـنایع

معدنی و وضعیت آن در جهان و ایران، به نقش و اثرگذاری نهاد حاکمیتی (قانونگذار، سیاستگذار و ناظر) در جهان و ایران پرداخته شده و پیشنهادهایی برای ایفای نقش اثربخش مجلس شورای اسلامی ایران بر توسعه پایدار این بخش از طریق توسعه فناوری و تحقیقات ارائه می‌گردد.

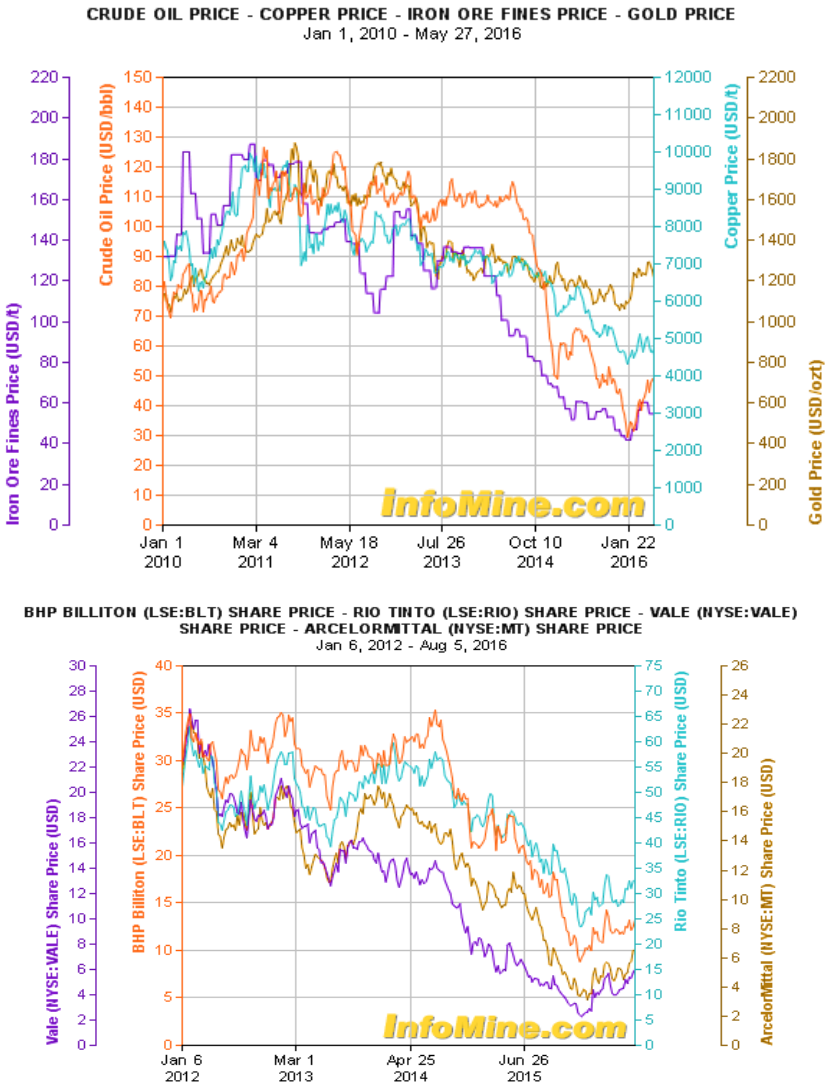
۱. نقش فناوری در توسعه بخش معدن و صنایع معدنی

۱-۱. اهمیت فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

براساس سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران، در سال ۱۴۰۴ ایران باید کشوری توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه باشد. رسیدن به چنین جایگاهی مستلزم بهره‌مندی و استفاده از مزیت‌های کشور و ترکیب آنها با یکدیگر در جهت خلق مزیت‌های رقابتی در سطح ملی و منطقه‌ای است. در این میان بهترین استراتژی، تولید محصولات صنعتی نوآورانه و دانش‌بنیان از منابع طبیعی با استفاده از دانش و فناوری به‌روز است. با کاهش شدید قیمت نفت در سال‌های اخیر و چشم‌انداز منفی آن در سال آینده و تأکید بر اقتصاد مقاومتی و خروج از اقتصاد متکی بر نفت، یکی از بزرگ‌ترین پتانسیل‌های کشور جهت رشد اقتصادی، منابع معدنی است. اما همان‌گونه که ذکر شد برای تبدیل این مزیت نسبی به مزیت رقابتی در سطح بین‌المللی، باید از منابع خاص و پیشرفته به‌ویژه فناوری و دانش استفاده کرد. ویژگی این‌گونه منابع، بدون محدودیت بودن و پیشرفته‌تر شدن با استفاده بیشتر از آنها است.

در مطالعات استراتژی بخش معدن و استراتژی رشته‌های صنایع معدنی منتخب، که توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت انجام شده، بر جهش فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی تأکید شده است به‌ویژه آنکه قیمت جهانی مواد معدنی طی سال‌های اخیر نسبت به سال‌های گذشته کاهش یافته و احتمال ادامه آن در آینده می‌رود (شکل ۳). علاوه‌بر موضوع رکود جهانی، یکی از عواملی که در کاهش قیمت مواد معدنی اثرگذار است، پیشرفت‌های فناوری‌های معدنی و در نتیجه کاهش هزینه تمام شده مواد و بالطبع کاهش قیمت آنها به‌دلیل فشار خریداران و رقابت بین تأمین‌کنندگان است. به همین منظور شرکت‌های معدنی مطرح در جهان اقدام به اصلاحات تکنولوژیکی فناورانه برای کاهش هزینه تمام شده خود نموده‌اند. برای مثال، یکی از معادن مس در دنیا به‌دنبال به‌کارگیری آخرین فناوری‌های جدید و به‌روز و سازگار با محیط زیست و با تغییر و بهبود فناوری، توانسته تولید سالیانه معدن را ۲۵ درصد، بازگشت سرمایه سالیانه را از ۱۵ درصد به ۴۱ درصد و حاشیه سود ناخالص سالیانه را از ۵ درصد به ۱۵ درصد افزایش دهد.

شکل ۳. روند قیمت برخی مواد معدنی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶



Source: www.infomine.com

۲-۱. کاربردهای فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

بخش معدن و صنایع معدنی متشکل از ۴ حلقه اصلی اکتشاف، استخراج، فرآوری و متالورژی است. براساس مدل زنجیره ارزش پورتر، این چهار حلقه دارای فرآیندهای اصلی و پشتیبان هستند. فرآیندهای اصلی به فرآیندهایی اطلاق می‌شود که جزء اصلی آن فعالیت بوده و ایجاد ارزش بدون آنها، امکانپذیر نیست. فرآیندهای پشتیبان فرآیندهایی هستند که از فرآیندهای اصلی پشتیبانی می‌کنند. بر این اساس، فهرست کاربردهای فناوری در این بخش به تفکیک اصلی و پشتیبان برای هریک از مراحل چهارگانه در جدول ۱ آورده شده است. به‌عنوان یک روند کلی در جهان، فناوری‌های پشتیبان در بخش معدن و صنایع معدنی در حال پر رنگ شدن هستند.

جدول ۱. فناوری‌های اصلی و فناوری‌های پشتیبان در هریک از مراحل زنجیره معدن و صنایع معدنی

	اکتشاف	استخراج	فرآوری	متالورژی
فناوری‌های اصلی	• تعیین محل ذخیره • تعیین مشخصات ذخیره • ارزیابی اقتصادی ذخیره • تعیین زنجیره محصولات با حداکثر منفعت	• طراحی ـ اصلاح معدن • استخراج روباز- زیرزمینی • حفاری • آتشباری • برش سنگ تزیینی	• طراحی ـ اصلاح فرآیند • خردایش • طبقه‌بندی ابعادی • پرعیارسازی فیزیکی، شیمیایی، • فیزیکی- شیمیایی • تولید محصولات پیشرفته • برش سنگ تزیینی	• طراحی ـ اصلاح فرآیند • پیرومتالورژی • هیدرومتالورژی • تولید مواد پیشرفته (مانند محصولات بایو و نانو) • شکل‌دهی • تولید محصولات با ترکیب شیمیایی مختلف
فناوری‌های پشتیبان	• حفاری • نرم افزارهای تخصصی • تحلیل داده‌ها • تحقیق و توسعه R&D • تحقیق و فناوری R&T • فناوری‌های سنجش از راه دور	• بارگیری • حمل‌ونقل • تهویه • نرم افزارهای طراحی • ایمنی، سلامت و حفظ محیط زیست • تحلیل داده‌های تولید و بازار • زمانبندی • تحقیق و توسعه R&D • تحقیق و فناوری R&T • مکانیزاسیون، کنترل از راه دور، اتوماسیون و روبات‌ها • تعمیر و نگهداری	• بازیابی آب صنعتی و بازیافت فاضلاب شهری • زهکشی • تولید برق • ایمنی، سلامت و حفظ محیط زیست • نرم افزارهای طراحی • تحلیل داده‌های تولید ـ بازار • انتخاب مکان • تحقیق و توسعه R&D • تحقیق و فناوری R&T • بارگیری و حمل‌ونقل • مکانیزاسیون و اتوماسیون • تعمیر و نگهداری	• بازیابی آب صنعتی و بازیافت فاضلاب شهری • تولید برق • تولید حرارت • ایمنی، سلامت و حفظ محیط زیست • تحلیل داده‌های تولید- بازار • انتخاب مکان • بارگیری و حمل‌ونقل • تحقیق و توسعه R&D • تحقیق و فناوری R&T • مکانیزاسیون و اتوماسیون • تعمیر و نگهداری

Source: The Journal of South Africa Institute of Mining and Metallurgy, 2001.

۳-۱. نقش و آثار فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

امروزه فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی عامل کلیدی محسوب می‌شود. یافتن مواد معدنی، استخراج، پرعیارسازی و جدایش مواد با ارزش، کاملاً به فناوری مورد استفاده وابسته است. همچنین فناوری در این بخش با بسیاری از عوامل محیطی، اجتماعی، اقتصادی، مکانی و تحول در مقررات ملی و بین‌المللی (مانند پیمان کیوتو در زمینه آلودگی گازهای گلخانه‌ای) در ارتباط تنگاتنگ است. فناوری معدنی با مصرف انرژی، مصرف آب، آلودگی محیط زیست (هوا، خاک و آب)، تأثیرات اجتماعی بر منطقه (مانند ذخایر آب، آلودگی هوا، آلودگی آب‌ها، ایجاد سر و صدا، سطح درآمد افراد محلی، بافت فرهنگی محلی و...)، مقیاس تولید، محصولات و ارزش‌افزوده آنها، نیروی انسانی و... مرتبط است و از یکدیگر تأثیر می‌پذیرند. برخی از آثار مهم فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی به‌شرح زیر است:

ـ توسعه پایدار بخش معدن و صنایع معدنی،

ـ اقتصادی کردن ذخایر با عیار پایین‌تر (مانند کاهش عیار حد مواد معدنی مس، طلا، آهن و...)،

ـ اقتصادی کردن برداشت از ذخایر زیرزمینی و ذخایری که از نظر فنی برداشت از آنها غیرممکن

بوده است (مانند حفاری افقی و فناوری استخراج در معادن زغال سنگ استرالیا)،

ـ تغییر الگوی مصرف،

ـ کاهش ضایعات و افزایش ضریب برداشت از ذخایر،

ـ افزایش بازیابی مواد معدنی با ارزش،

ـ تولید مواد با ارزش‌افزوده بالاتر،

ـ تولید ارزش از باطله‌ها،

ـ کاهش باطله،

ـ کاهش آثار مخرب بر محیط زیست،

ـ بهینه‌سازی و کاهش مصرف آب،

ـ بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی،

ـ افزایش بهره‌وری سرمایه و کل عوامل تولید،

ـ افزایش قدرت رقابتی،

ـ تولید ارزش بیشتر با ورودی‌های منابع کمتر،

ـ افزایش ایمنی و کاهش حوادث،

ـ تولید مواد جدید،

ـ توسعه پایدار و متوازن،

ـ توسعه اقتصادی معادن کوچک مقیاس و در نتیجه کاهش فقر منطقه‌ای،

ـ افزایش سرعت، دقت و صحت یافتن ذخایر معدنی جدید،

ـ بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری ثابت برای تولید یک تن محصول،

ـ بهینه‌سازی میزان مصرف عوامل و نهاده‌های تولید.

نمونه‌ای از تأثیرات فناوری در بخش معدن را می‌توان با توجه به مثال‌های زیر بیان کرد:

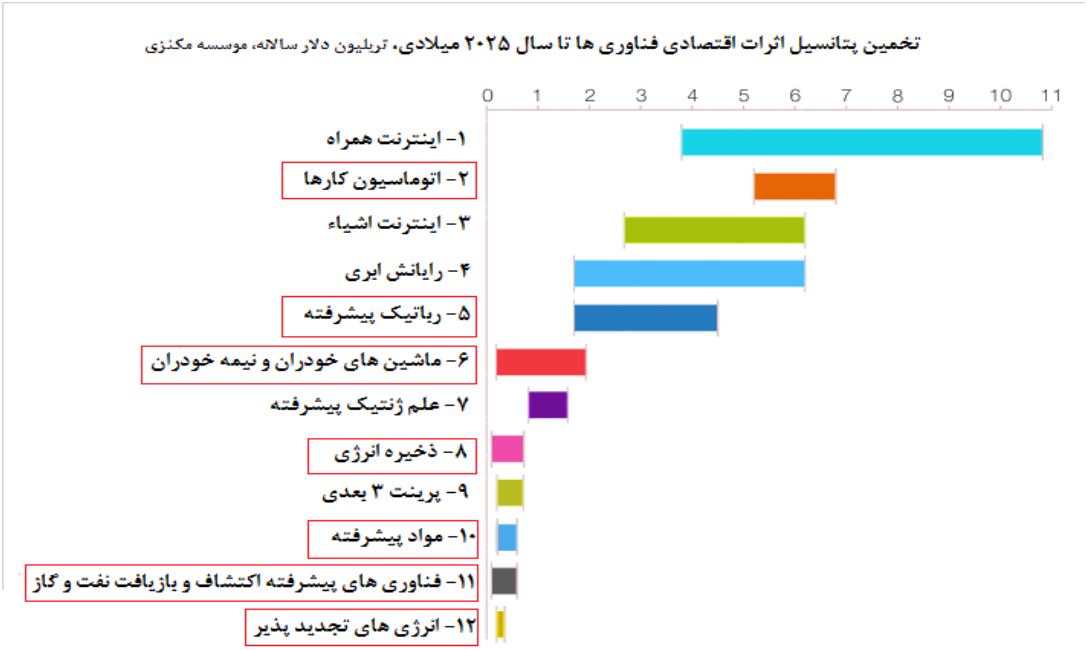
معدن ساریگونای (داشکسن سابق در ۶۰ کیلومتری شمال غرب همدان و در گوشه جنوب شرقی استان کردستان در شمال غرب ایران) در گذشته به‌عنوان یک ذخیره آنتیموآن شناخته می‌شد. در سال ۱۳۷۸ با به‌کارگیری فناوری‌های روز و مشارکت یک شرکت بین‌المللی، بزرگ‌ترین ذخیره طلای کشور در این منطقه شناسایی گردید. در نمونه‌ای دیگر، در دهه ۱۹۹۰ هند اقدام به ارتقای فناوری در قالب جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) در بخش معدنی نمود که باعث شد تولید سنگ آهن و زغال سنگ بیش از ۴ برابر و مس ۸ برابر افزایش یابد.

۲. وضعیت و روند جهانی و داخلی کاربرد فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

امروزه در جهان به‌دلیل کاهش قیمت مواد معدنی، مشکلات ناشی از خشکسالی‌های مداوم، افزایش شدت رقابت و افزایش حساسیت به محیط زیست، فناوری‌های اصلی و پشتیبان در بخش معدن و صنایع معدنی به سمت نوآوری و به‌کارگیری فناوری‌های جدید با مصرف بهینه انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف کمتر آب، سازگاری بالاتر با محیط زیست، دخالت کمتر انسان، یکپارچه با شرایط مکانی و محلی و ایمنی بالاتر حرکت می‌نمایند.

براساس بررسی مؤسسه مشاوره مکنزی، جهت‌گیری‌های اصلی فناوری در جهان طی ۱۰ سال آینده به سمت ۱۲ فناوری کلیدی نشان داده شده در شکل ۴ خواهد بود. کاربردهای ترکیبی این ۱۲ فناوری در جهان تأثیری بین ۱۴ تا ۳۲ تریلیون دلار در سال ۲۰۲۵ خواهند داشت.

شکل ۴. فناوری‌های آینده و تخمین آثار اقتصادی آنها تا سال ۲۰۲۵ میلادی به تریلیون دلار در سال



Source: McKinsey Global Institute, 2013.

این فناوری‌ها (به‌ویژه مواردی که داخل کادر هستند) دارای آثار مستقیم و غیرمستقیم بر بخش معدن و صنایع معدنی خواهند بود به‌طوری‌که آثار آنها را در برنامه‌ها و اقدامات شرکت‌های بزرگ معدنی جهان در زمینه‌های اتوماسیون، تجهیزات با قابلیت کنترل از راه دور، ماشین‌آلات بدون سرنشین، افزایش ایمنی، ارتقای راندمان، افزایش بهره‌وری و کیفیت، کاهش قیمت تمام شده، افزایش

ارزش‌افزوده و... می‌توان مشاهده کرد.

در بخش معدن و در حوزه اکتشاف، نفوذ فناوری، بسیار حائز اهمیت است. در بعد روش‌های نوین اکتشافی می‌توان به فناوری ماهواره‌ای در پیجویی که منجر به کاهش ریسک اکتشافات تکمیلی می‌شود، اشاره شود. البته در بُعد دیگر می‌توان به نقش فناوری در عمق حفاری‌ها نیز اشاره کرد؛ با به‌کارگیری فناوری در سطح میانی و دسترس، متوسط عمق حفاری اکتشافی معدنی در جهان ۸۰ متر و با به‌کارگیری فناوری پیشرفته این عمق به ۲۴۰ متر و با سرعت حفاری ۴۵۰ متر بر ساعت می‌رسد (که در کشور آمریکا به‌کار می‌رود). این ارقام نشان‌دهنده نقش فناوری بالا در زمینه حفاری اکتشافی در جهان است. حال آنکه در ایران متوسط عمق حفاری اکتشافی معدنی ۲۰ متر (یک‌چهارم متوسط جهانی) و از نظر مساحت اکتشاف شده، حدود ۷ درصد مساحت ایران اکتشاف شده و مجموع حفاری‌های اکتشافی معدنی در ایران سالیانه به حدود ۱۵۰ هزار متر می‌رسد که در قیاس با میزان حفاری کشورهای پیش‌رو معدنی ازجمله کانادا و استرالیا که سالیانه بین ۴ تا ۷ میلیون متر است، مقدار بسیار پایینی در میزان مساحت و هم در عمق اکتشافی است. به همین رو عمده ذخایر کشف شده در ایران به‌صورت سطحی بوده یا تخمین دقیقی از وضعیت ماده معدنی وجود ندارد. این موضوع از قدیمی بودن تجهیزات حفاری و دقت پایین در حفاری‌های جهت یافته، شیب‌دار و افقی، نشئت می‌گیرد. با توجه به این موضوعات، ذخایر معدنی ایران به شکل درست و دقیقی هنوز شناخته نشده‌اند. نکته دیگر در کنار میزان متراژ حفاری، کیفیت تحلیل داده‌های حاصل از حفاری اکتشافی است به‌طوری که بسیاری از تحلیل‌های لازم انجام نمی‌شود در حالی که تنها با عملیات اکتشافی شرکت‌های خارجی در ایران، که تحلیل داده‌ها را به‌صورت استاندارد جهانی انجام دادند، حفاری ۱۵۰ هزار متر منجر به شناسایی کانسارهای مهمی ازجمله مهدی‌آباد، آق‌دره، ساریگونی، زرشوران و خاروانا شد که این رقم معادل متراژ حفاری سالیانه کنونی در کشور است. بنابراین هر چند حفاری شاخص مهم اکتشافات مواد معدنی است، ولی از آن مهمتر رعایت فرآیند اکتشافات سیستماتیک، تکمیل لایه‌های مختلف داده‌های اکتشافی و مدیریت داده‌هاست که بر پایه آن بتوان به حفاری اثربخش رسید. از این جهت می‌توان گفت که هنوز کشور ایران از نظر معدنی به شکل درستی شناخته نشده است و قابل مقایسه با کشورهای پیشرو معدنی نیست که بخش عمده آن به نوع فناوری اکتشافی در ایران برمی‌گردد.

در حلقه استخراج (معدنکاری)، امروزه در جهان، ترکیب سه عامل فناوری اطلاعات، فناوری‌های انرژی و فناوری معدنی، منجر به ایجاد ارزش اقتصادی، اجتماعی و حفاظت از محیط زیست همراه با کاهش شدت انرژی، شدت سرمایه، شدت نیروی انسانی و افزایش تولیدات معدنی شده است. همچنین فناوری‌های مناسب برای معدنکاری کوچک مقیاس، در حال توسعه و پیشرفت هستند.

در فعالیت معدنکاری در جهان، روند به سمت معدنکاری سبز و استفاده از فناوری‌های نوین مانند اتوماسیون، مکانیابی، ارتباطات رادیویی، ماشین‌های بدون سرنشین، کنترل از راه دور، تشخیص اشیا و مانند آن به‌منظور افزایش راندمان، کاهش هزینه‌های عملیات، افزایش ایمنی و بهبود کیفیت است. برای مثال، یکی از شرکت‌های بزرگ معدنی در جهان قصد دارد روش‌های معدنکاری از راه دور خود را

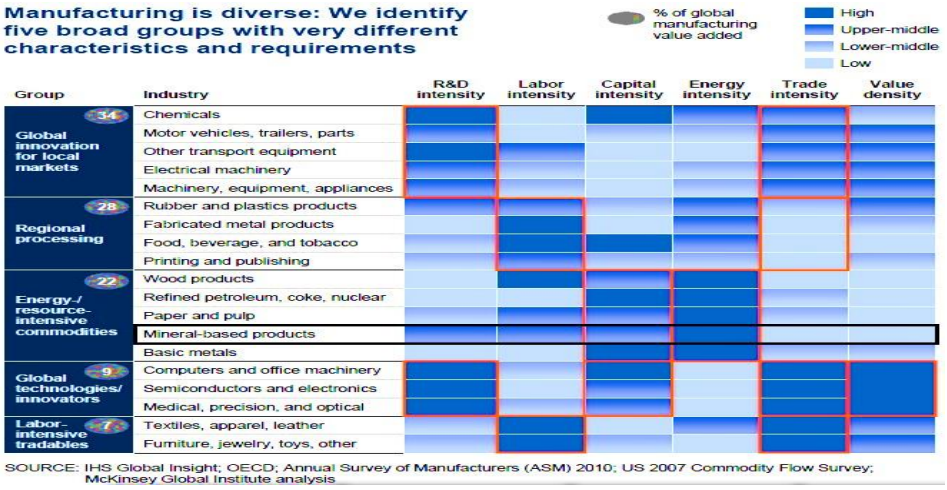
توسعه دهد به‌گونه‌ای که بتواند از فاصله ۱۵۰۰ کیلومتری عملیات معدنکاری اتوماتیک در معدن سنگ آهن واقع در پیلبارا (استرالیا) را اجرا کند. در ایران هنوز هیچ یک از این فناوری‌ها مورد استفاده قرار نگرفته و همچنان به‌صورت قدیمی فرآیند استخراج انجام می‌شود.

در جهان از تعداد معادن فعال، ۵۷ درصد روباز و ۴۳ درصد زیرزمینی هستند. از نظر وزن مواد استخراج شده (ماده معدنی و باطله)، ۸۵ درصد از معادن روباز و ۱۵ درصد از معادن زیرزمینی استخراج شده‌اند. نکته قابل توجه آن است که در استخراج معادن روباز حجم بالایی باطله‌برداری می‌شود که در معادن زیرزمینی این مقدار بسیار کم است. در ایران نیز هنوز عمده معادن (به غیر از چند معدن) روباز استخراج می‌شوند.

در حوزه فرآوری، جهت‌گیری کلی فناوری در جهان به سمت استفاده از فناوری‌های پیشرفته فرآوری با راندمان بالا، استحصال تمام مواد معدنی باارزش همراه و مصرف کمتر آب و انرژی است. به‌ویژه روش‌های فرآوری خشک برای پرعیارسازی مواد معدنی مطرح است.

در بُعد صنایع معدنی، می‌توان گفت که این صنایع دارای شدت مصرف انرژی بالا، شدت بالای R&D، شدت نیروی انسانی بالا و شدت سرمایه بالاتر از حد متوسط هستند. این امر نشان می‌دهد که صنایع معدنی در جهان نسبت به فعالیت‌های تحقیق و توسعه، نوآوری و فناوری حساس هستند. این در حالی است که **در ایران هیچ‌گاه سهم بخش معدن از تحقیق و توسعه از ۰/۰۸ درصد فراتر نرفته است در صورتی که سهم این شاخص در کشور استرالیا به‌طور متوسط ۱۵درصد بوده است.** همچنین حدود ۴ درصد از کل هزینه تحقیق و توسعه در صنایع جهان به بخش معدن اختصاص دارد و ۴ درصد از نیروی انسانی شاغل در بخش تحقیق و توسعه صنایع جهان، در زمینه معدن مشغول هستند (شکل ۵).

شکل ۵. شدت R&D، نیروی انسانی، سرمایه، انرژی، تجارت و ارزش در صنایع مختلف



Source: Ibid, 2010.

در اجرای پروژه‌های جدید صنایع معدنی در سطح جهانی، مقیاس اقتصادی و فناوری پیشرفته دو شاخص اساسی به‌شمار می‌روند. برای مثال در صنعت فولاد، دو شرکت کلیدی معدنی در آسیا کوره‌هایی با ظرفیت بالای ۳۵۰۰ مترمکعبی نصب کرده‌اند تا مقیاس اقتصادی خود را بالاتر ببرند. همچنین در چین پروژه‌های مگا ظرفیتی در حدود ۱۰ میلیون تن با استفاده از آخرین فناوری‌های روز اجرا می‌گردد. این در حالی است که یکی از دولت‌های محلی در چین اقدام به تعطیل نمودن ۱۶/۴ میلیون تن ظرفیت تولید فولاد با فناوری قدیمی کرده است. در ایران نیز برخی طرح‌های جدید که توسط بخش خصوصی به اجرا درآمده‌اند، موفق گردیده‌اند که مصرف انرژی (گاز و برق) را کاهش و اقدام به بازیافت فاضلاب برای مصرف آب نمایند و سازگاری بالایی را با محیط زیست به‌وجود آورند که این امر باعث کاهش میزان سرمایه‌گذاری و قیمت تمام شده می‌شود.

در کشورهای معدنی درحال توسعه، به‌منظور دستیابی به آخرین فناوری‌های روز در تولید مواد معدنی و Know-Howها و با حمایت دولت‌ها، تولیدکنندگان بزرگ در این کشورها اقدام به شکل‌دهی همکاری‌ها و مشارکت‌هایی با شرکت‌های مطرح جهانی نموده‌اند.

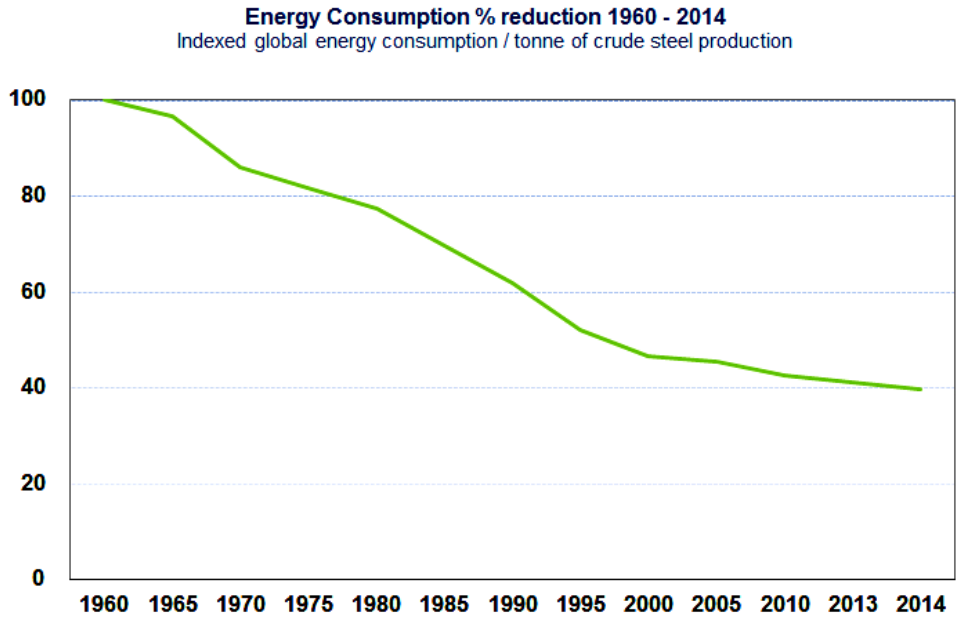
در بخش طراحی، می‌توان گفت که مقوله اهمیت طراحی در بخش فرآوری بسیار بالاست و هزینه‌های بالایی در این حوزه (حتی تا ۲ میلیون دلار برای هر طراحی) در جهان انجام می‌شود. این موضوع به‌ویژه در مراحل طرح توسعه کارخانه فرآوری بسیار حائز اهمیت است. برای مثال بزرگ‌ترین شرکت معدنی جهان به‌دلیل صحیح نبودن آزمایش‌های فناوری در معدن نیکل واقع در استرالیای غربی مجبور شد پس از صرف ۲ میلیارد دلار در این پروژه، آن را به قیمت ۲۵۰ میلیون دلار واگذار کند. در ایران نیز این موضوع به وفور یافت می‌شود. عمده کارخانه‌های فرآوری بزرگ در ایران تنها برای استحصال یک یا حداکثر ۲ ماده با ارزش و براساس زون‌های کمی از معدن طراحی شده‌اند و عموماً در مرحله توسعه با مشکل مواجه می‌شوند.

بسیاری از ذخایر ایران دارای مواد با ارزش همراه هستند که به‌دلیل ضعف در فناوری، این مواد با ارزش، استحصال نشده و باطله می‌شوند. مانند طلا، نقره، رنیوم، تنگستن، وانادیوم و... . در حالی که در کشورهای معدنی پیشرفته زمانی که در معدن باطله‌برداری آغاز می‌شود (به اصطلاح باز می‌کنند) تا زمان رسیدن به ماده معدنی اصلی، کلیه مواد با ارزش اقتصادی موجود در باطله را نیز تا حد امکان جدا می‌کنند.

در حوزه صنایع معدنی در جهان، فناوری‌های با ارزش‌افزوده بالاتر، ظرفیت بیشتر، مصرف انرژی و آب پایین‌تر به ازای هر تن تولید، آلایندگی پایین‌تر و راندمان بالا مورد توجه است. برای مثال در تولید فولاد، حداقل ظرفیت مورد استفاده در پروژه‌های جدید احیای مستقیم مدول‌های ۲/۵ میلیون تن و در روش کوره بلند، ۵ میلیون تن است. همچنین میزان مصرف انرژی به ازای تولید هر تن فولاد خام نسبت به گذشته به‌شدت کاهش یافته است (شکل ۶) این درحالی است که در ایران به‌دلیل عدم استفاده از تکنولوژی، مصرف انرژی تفاوت معناداری با متوسط جهان وجود دارد (شکل ۷).

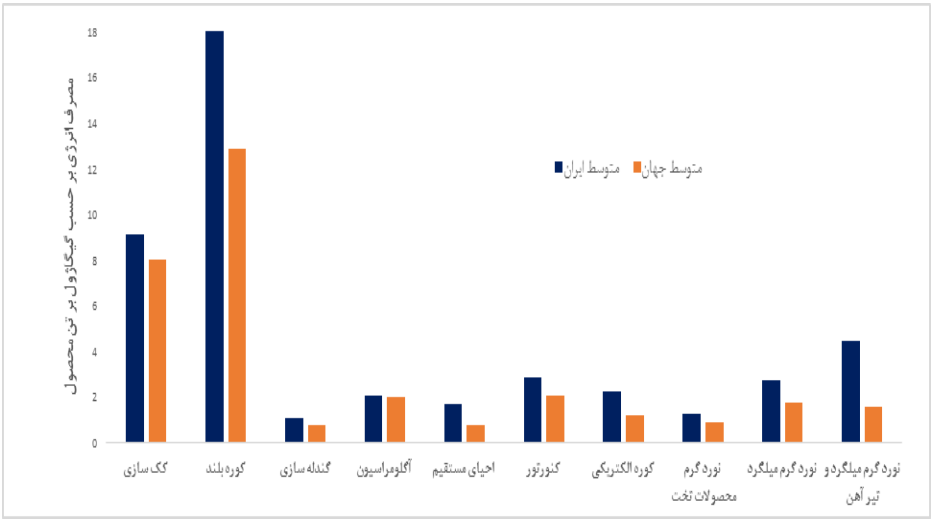
همان‌طور که مشاهده می‌شود، متوسط شدت مصرف انرژی برای زیرفرآیندهای تولید فولاد در ایران در همه فرآیندها، از متوسط جهانی بالاتر است.

شکل ۶. روند کاهش مصرف انرژی در جهان به ازای تولید هر تن فولاد خام



Source: Ernest & Young, 2014.

شکل ۷. مقایسه مصرف انرژی در فرآیندهای تولید فولاد در ایران و جهان

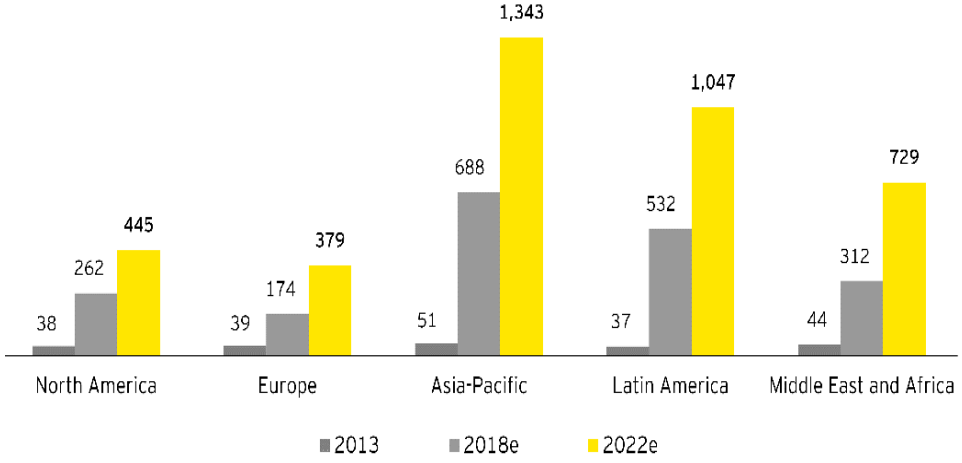


مأخذ: مطالعات تکنولوژی وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۱.

در زمینه مصرف انرژی، پارادایم جدیدی در جهان شکل گرفته و واحدهای معدنی و صنایع معدنی علاوه‌بر تلاش برای کاهش مصرف انرژی، به‌دنبال سرمایه‌گذاری بر انرژی‌های تجدیدپذیر

هستند. به‌طوری که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۲ حجم این سرمایه‌گذاری‌ها در خاورمیانه و آفریقا به حدود ۷۳۰ میلیون دلار و در کل جهان به ۴۰۰۰ میلیون دلار خواهد رسید (شکل ۸).

شکل ۸. روند سرمایه گذاری بر انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش معدن در کشورهای مختلف ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۲



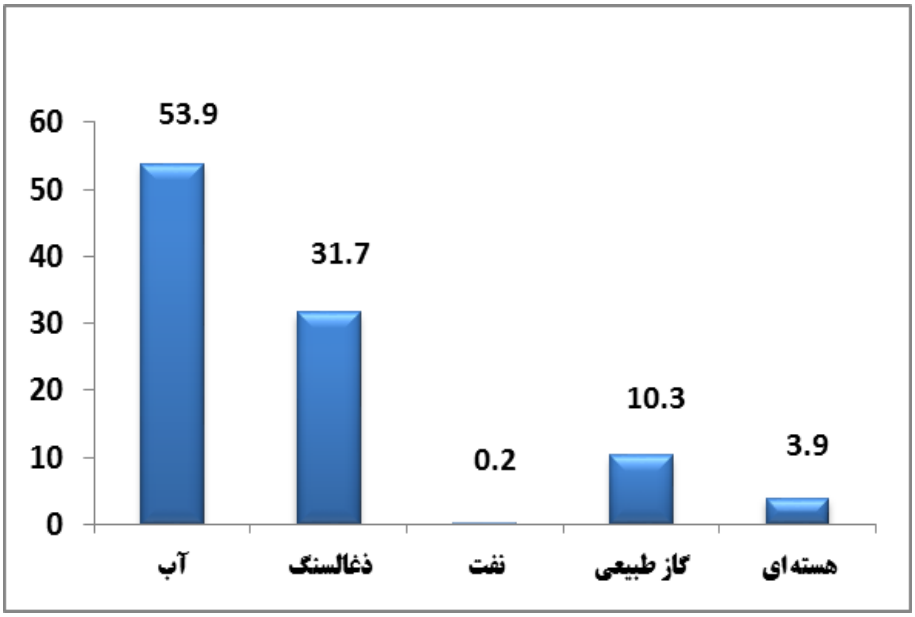
Source: Navigant Consulting Inc, 2013.

برای مثال، یکی از شرکت‌های بزرگ معدنی جهان قصد دارد ۱۰ درصد از انرژی مورد نیاز خود را از طریق منابع تجدیدپذیر تأمین کند و انتظار دارد ۴ میلیون لیتر کاهش در مصرف گازوئیل و ۱۲۰۰۰ تن کاهش تولید CO_2 در سال داشته باشد. همچنین شرکت بزرگ معدنی دیگری در جهان در نظر دارد ۸۵ درصد از نیاز گازوئیل خود را با ۵۲ گیگا وات ساعت انرژی خورشیدی جایگزین کند که باعث می‌شود معادل ۲ ماه در سال صرفه‌جویی انرژی داشته باشد.

در صنعت تولید آلومینیم، هزینه انرژی الکتریکی بسیار مهم و تعیین‌کننده است. به‌طوری که منابع تأمین برق مورد استفاده و هزینه تولید آن بسیار حائز اهمیت است. در دنیا عمده منبع برق مورد استفاده در تولید آلومینیم، برق آبی بوده. (شکل ۹) و متوسط مصرف انرژی الکتریکی در دنیا به مرور کاهش پیدا کرده و اکنون حدود ۱۳/۵ کیلو وات بر کیلوگرم تولید فلز با راندمان بالای ۹۲ درصد است. هدف رسیدن به متوسط مصرف انرژی الکتریکی ۱۱ کیلووات بر کیلوگرم است. در ایران متوسط مصرف انرژی الکتریکی به ازای هر کیلوگرم تولید آلومینیم ۱۵ تا ۱۸/۵ کیلو وات است. در صنعت آلومینیم، تأمین مواد اولیه بسیار حائز اهمیت است. از آنجا که ذخایر بوکسیت ایران محدود است، لازم است با به‌کارگیری فناوری‌های جدید، منابع تأمین مواد اولیه را متنوع کرد.

شکل ۹. تنوع منابع تأمین برق برای تولید آلومینیم در دنیا

(درصد)



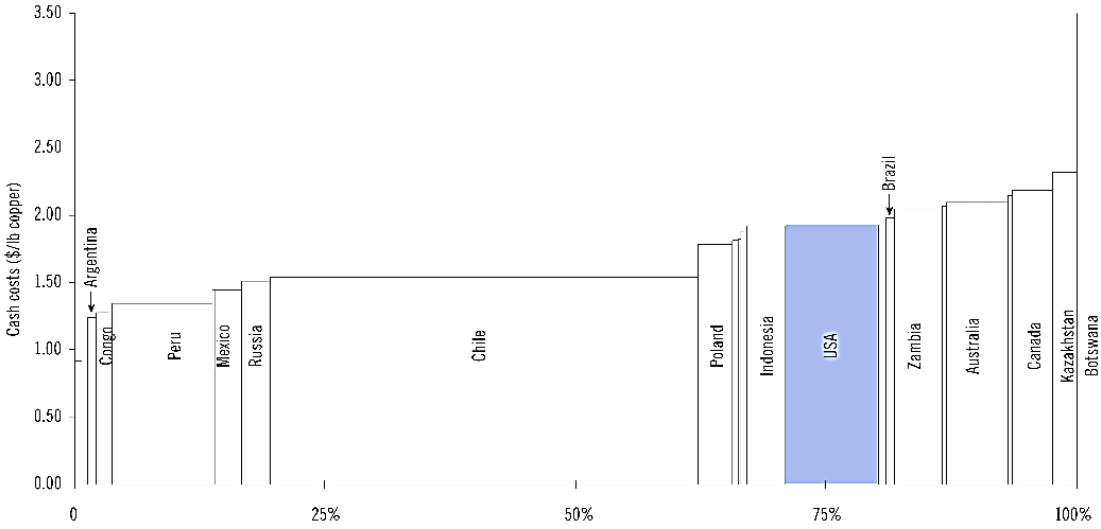
مأخذ: مطالعات تکنولوژی صنایع معدنی، ۱۳۹۱.

در صنعت روی جهان، مصرف انرژی الکتریکی بین ۴ تا ۵ کیلو وات در هر کیلوگرم تولید ورق کاتد روی با بازدهی فناوری بالای ۹۰ درصد است. ایران دارای یکی از بهترین ذخایر روی دنیا به لحاظ عیار است. ولی متأسفانه به‌دلیل بهره‌برداری نامناسب از این معدن به‌واسطه استفاده از فناوری نامناسب، چیزی حدود ۲۰۰ میلیون دلار از ذخایر روی کشور به هدر رفته است. عمده واحدهای موجود صنایع روی در ایران دارای ظرفیت بسیار پایین (متوسط ۷ هزار تن در سال و حداکثر ۳۰ هزار تن در سال)، به‌صورت پراکنده و با راندمان بسیار پایین‌تر از جهان (۵۰ تا ۶۰ درصد) هستند. البته در طی سالیان گذشته همواره قرار بوده است که واحدی با ظرفیت تولید ۱۰۰ هزار تن روی در سال احداث گردد که تاکنون محقق نشده است. به‌دلیل وضعیت فناوری واحدهای ذوب، کیفیت روی تولیدی دارای نوسان زیادی است و از فناوری روز استفاده نشده است. ازاین‌رو با فناوری فعلی، نباید واحدهای جدید را ایجاد و توسعه داد و حتماً باید از فناوری پیشرفته و به‌روز برای واحدهای جدید استفاده نمود.

شرکت‌های بزرگ مس در دنیا به دنبال کاهش هزینه‌های تولید مس با بهبود فناوری و روش‌های تولید هستند. هزینه نقدی تولید هر پوند مس در یکی از بزرگ‌ترین شرکت های معدنی جهان برای سال ۲۰۱۶ معادل ۱/۲ دلار بود به‌طوری که نسبت به سال ۲۰۱۵ به میزان ۱۱ درصد کاهش داشته و برای سال ۲۰۱۷ به ازای هر پوند، ۱/۰۸ دلار هزینه نقدی تولید مس هدفگذاری شده است. همچنین

در معدن اسکوندیدا[1] در شیلی، با ظرفیت ۱/۳ میلیون تن ماده معدنی در روز، هزینه تولید هر پوند مس در سال ۲۰۱۴ به میزان ۱/۰۷ دلار بود که در سال ۲۰۱۶ به ۰/۹۱ دلار کاهش یافته است. این در حالی است که هزینه تولید هر پوند مس در ایران بین ۱/۴ تا ۲ دلار است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰. هزینه نقدی تولید هر پوند مس در کشورهای مختلف دنیا در سال ۲۰۱۳

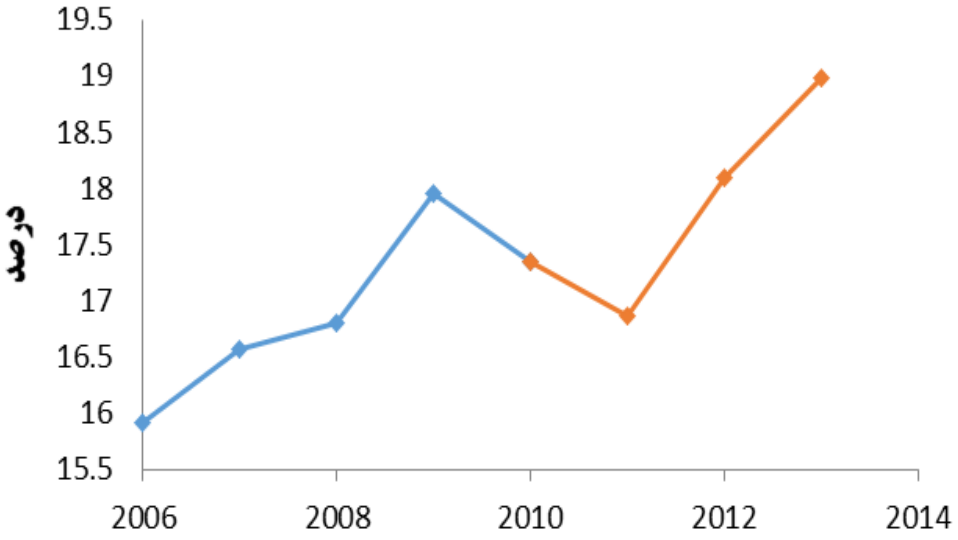


Source: SNL Metals & Mining.

کاربرد فناوری هیدرومتالورژی و بایو هیدرومتالورژی در صنعت مس، به‌ویژه با توجه به کاهش عیار ذخایر مس، درحال گسترش است (شکل ۱۱). این روش در تولید سایر فلزات نیز دارای کاربرد است. در ایران نیز به‌صورت موردی فعالیت‌هایی در این زمینه درحال انجام است. به‌طوری که در مجتمع مس سرچشمه از روش لیچینگ توده‌ای استفاده می‌شود و شرکت میدکو اقدام به توسعه روش بایو لیچینگ (برای اولین بار در مقیاس ۵۰،۰۰۰ تن در سال با مشارکت یک شرکت کانادایی) نموده است. عمده روش پرعیارسازی مس در ایران، روش فلوتاسیون است که یک روش تَر و با مصرف بالای آب است. با نگاهی به معادن مس در ایران، عمده آنها در مرکز ایران قرار گرفته‌اند که به‌شدت از نظر ذخایر آب در شرایط بحرانی قرار دارند. از طرف دیگر بسیاری از ذخایر در اختیار بخش خصوصی به‌صورت کوچک و پراکنده بوده که استفاده از فناوری‌های به‌روز و پیشرفته را با مشکل مواجه می‌کند.

1. Escondida

شکل ۱۱. روند سهم تولید مس به روش هیدرومتالورژی از کل تولیدات جهان طی سال‌های مختلف



مأخذ: مطالعات استراتژیک صنعت مس و صنایع پایین دستی، ۱۳۹۱.

فناوری تولید فولاد در جهان به‌صورت کلی بر دو فناوری استفاده از زغال‌سنگ (فناوری کوره بلند) و گاز طبیعی - برق (فناوری احیا) استوار است. حدود ۷۵ درصد تولید فولاد خام جهان بر پایه روش زغال‌سنگ است که در آن پیشرفت‌های زیادی (مانند تزریق پودر زغال در کوره بلند و استفاده از ورودی مرغوب به‌صورت گندله) حاصل شده است. همچنین در مرحله کک‌سازی، استفاده از گاز نیتروژن برای عملیات خنک‌سازی به جای آب (روش CDQ) باعث افزایش راندمان، حذف مصرف آب، حذف آلودگی محیط زیست و تولید برق با استفاده از حرارت واحد کک‌سازی، گردیده است. این روش خنک‌سازی درحال حاضر در یکی از شرکت‌های داخلی نیز استفاده می‌شود.

در روش احیا کشورهایی که دارای منابع غنی گازی هستند، به‌دلیل دارا بودن مزیت نسبی در قیمت و دسترسی به گاز، صنعت فولاد خود را بر پایه گاز طبیعی رشد داده‌اند. در این روش نیز پیشرفت‌هایی به‌وجود آمده است که باعث افزایش ظرفیت تولید، کاهش مصرف انرژی و افزایش راندمان تولید می‌گردد. مانند واحدهای مگا مدول با ظرفیت بالای ۲ میلیون تن، روش ورود مستقیم گندله داغ به کوره احیا و ریخته‌گری پیوسته. اما نکته قابل تأمل در این روش، مصرف بالای انرژی الکتریکی و نیاز به ماده اولیه با عیار بالاست. این در حالی است که عمده ذخایر سنگ آهن ایران دارای عیار پایین بوده و باید پرعیار شوند و همچنین تولید برق در ایران مبتنی‌بر گاز بوده که حداکثر بازده آن ۳۰ درصد و گران است.

در زمینه حفاظت از محیط زیست در برابر پساب‌ها و خروجی فاضلاب معادن، طبق آخرین سرشماری مرکز آمار ایران تنها زیر ۱۲ درصد از معادن دارای فاضلاب، تصفیه کامل را انجام می‌دهند

و بقیه یا دارای تصفیه ناقص (۲۰ درصد) و یا فاضلاب و پساب خود را بدون تصفیه (۶۸ درصد) در محیط رها می‌نمایند. این در حالی است که قوانین معدنی در سایر کشورهای جهان در زمینه حفاظت از محیط زیست بسیار سخت‌گیرانه است.

با توجه به اهداف توسعه‌ای بخش معدن و صنایع معدنی، توسعه این بخش، مستلزم بازنگری جدی در آمایش، مدیریت فناوری و به‌کارگیری فناوری‌های جدید و متناسب با شرایط بومی‌است. وضعیت فعلی میزان تولید در برخی از مواد معدنی و اهداف توسعه‌ای آنها در شکل ۱۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است فاصله وضع موجود با وضع مطلوب بسیار زیاد است (ظرفیت نصب شده در برخی از مواد معدنی ممکن است از میزان تولید بیان شده بالاتر باشد).

شکل ۱۲. وضع فعلی تولید و اهداف توسعه‌ای برخی مواد معدنی در ایران

مأخذ: مطالعات استراتژیک صنعت مس و پایین دستی، ۱۳۹۱.

ولی باید توجه داشت که با ادامه وضعیت فعلی فناوری در مراحل مختلف زنجیره تولید مواد معدنی و نداشتن عزم لازم برای رسیدن به اهداف در نظر گرفته شده، مخاطرات زیر پیش روی این بخش خواهد بود:

۱. عدم توان رقابت با افزایش هزینه‌های عملیاتی و در نتیجه افزایش قیمت تمام شده و کاهش کیفیت محصولات.

۲. تبدیل شدن به تأمین‌کننده صرف مواد خام معدنی برای کشورهای دارای فناوری‌های پیشرفته و واردکننده مواد معدنی فرآوری شده با ویژگی‌های جدید.

۳. مخاطرات محیط زیستی با توجه به آلودگی‌های آب، خاک و هوا.

۴. بحران تأمین آب و تهدید ادامه فعالیت واحدهای معدنی با مصرف بالای آب.

۵. عدم توازن در توسعه مراحل مختلف زنجیره تولید، ظرفیت و عدم توسعه مناطق براساس مزیت‌های منطقه‌ای.

۶. هدر روی مواد معدنی با ارزش، به‌دلیل پایین بودن راندمان فناوری و عدم استحصال مواد با ارزش همراه.

۷. بروز مشکلات عدیده برای جوامع محلی به‌دلیل عدم توسعه‌یافتگی این بخش و مشکلات ناشی از فناوری‌های به‌کار گرفته شده در وضعیت آب، حمل‌ونقل، ایمنی، سر و صدا و لرزش، آلودگی محیطی، تأثیر بر تأمین انرژی و افزایش احتمال مهاجرت.

۸. تولید محصولات با ارزش‌افزوده پایین و در نتیجه عدم انتفاع حداکثری از ذخایر معدنی.

۹. شناخته نشدن در جهان به‌عنوان یک کشور معدنی پیشرفته و تبدیل نشدن مزیت نسبی مواد معدنی به مزیت رقابتی ملی در صحنه بین‌الملل.

۳. فرصت‌های نهفته در اصلاح و ارتقای فناوری بخش معدن ایران

با توجه به مطالب ذکر شده درخصوص روند فناوری‌های مورد استفاده در جهان و وضعیت فناوری معدنی ایران، می‌توان مشاهده کرد که فاصله فناوری به‌کار گرفته شده در ایران با جهان، منجر به خلأ تولید محصولات معدنی با ارزش‌افزوده بالا گردیده و مصرف بالای آب و انرژی و در نتیجه قیمت تمام شده بالای محصولات امکان بهره‌گیری مناسب را میسر نساخته است. لذا با توجه به اینکه:

ـ بازار مصرف مواد معدنی در داخل و منطقه رو به رشد است.

ـ عملاً مقیاس ظرفیت فناوری‌های موجود در ایران به‌گونه‌ای نیست که بتواند خلأ تولید را پر کند.

ـ با توجه به وضعیت کشور در مسئله آب و انرژی و بالا بودن مصرف آنها در فناوری‌های موجود، ادامه روند فعلی باعث ایجاد مشکلات جدی در فعالیت‌های معدنی و صنایع مرتبط خواهد شد.

ـ تولید محصولات با ارزش‌افزوده بالاتر نیازمند فناوری‌های جدید است.

ـ خلأ موجود بین میزان تولیدات مواد معدنی و اهداف توسعه‌ای آتی، خود یک فرصت گرانبها و ارزشمند برای بهبود وضعیت فناوری این بخش است. زیرا فرصت اصلاح رویکرد فناورانه به توسعه این

بخش را فراهم آورده و باعث ایجاد مقیاس ظرفیت و در نتیجه توجیه‌پذیر نمودن ارتقای فناوری و استفاده از فناوری‌های پیشرفته و به‌روز در ایجاد واحدهای جدید می‌گردد (در این صورت قدرت رقابت به مقدار زیادی بالا خواهد رفت).

باید عنوان کرد که برای توسعه بخش معدن و صنایع معدنی، اصلاح و بهبود فناوری‌های موجود کافی نبوده و باید تغییر و تحول اساسی در فناوری‌های مورد استفاده در این بخش اتفاق افتد. زیرا فشار کاهش قیمت‌های جهانی مواد معدنی و شدت رقابت به قدری است که اگر ایران بخواهد هویت معدنی خود در بازارهای جهانی را ارتقا یا حتی حفظ کند، نیازمند بهبود کیفیت و کاهش قیمت تمام شده خود است. با ارتقای فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی ایران، فرصت‌های زیادی برای این بخش به‌وجود خواهد آمد که مهمترین آنها به‌شرح زیر است:

۱. امکان افزایش ظرفیت اقتصادی با به‌کارگیری فناوری‌های جدید،

۲. اصلاح فرآیندها به سمت مصرف کمتر آب و انرژی به ازای هر تن تولید،

۳. توسعه اقتصادی محلی و ملی،

۴. انتقال، توسعه و انتشار فناوری‌های اصلی،

۵. تولید مواد جدید مانند سوپرآلیاژها، فلزات پیشرفته، بازیافت سدهای باطله مانند آلومینا، آلومینیم اسفنجی و... و کسب سهم مناسب از بازار جهانی،

۶. استفاده از پتانسیل بی‌نظیر مرکز فرآوری مواد معدنی و آزمایشگاه‌های معدنی،

۷. شکل‌گیری شرکت‌های دانش‌بنیان در بخش معدن و صنایع معدنی و ایجاد شغل برای فارغ‌التحصیلان (با توجه به نیاز بخش معدن و صنایع معدنی به تخصص‌های مختلف)،

۸. توسعه و گسترش صنایع جانبی جهت تأمین فناوری‌های پشتیبان،

۹. بهبود در وضعیت تولیدات سایر صنایع پایین‌دستی،

۱۰. توسعه پایدار بخش معدن و صنایع معدنی و افزایش شدید قدرت رقابت این بخش.

۴. نقش حاکمیت در ارتقای فناوری بخش معدن و صنایع معدنی در جهان و ایران

با کاهش دخالت مستقیم دولت‌ها در تولید مواد معدنی به‌دلیل حاکم شدن رویکرد اقتصاد بازار و افزایش جذب سرمایه‌گذاری خارجی و همچنین قوانین سازمان تجارت جهانی، نقش حاکمیتی آنها به تنظیم قوانین، سیاستگذاری و نظارت تغییر یافت.

به‌طور کلی، کشورهای معدنی مطرح جهان با به‌کارگیری سیاست‌های کلی:

۱. توسعه بخش خصوصی و تسهیل فعالیت آن در بخش معدن و صنایع معدنی،

۲. شفافیت اطلاعات،

۳. حمایت از تحقیق و توسعه و نوآوری.

باعث تقویت، حمایت، هدایت و کنترل بخش معدن و صنایع معدنی خود گردیده‌اند. در ادامه سیاست‌های حمایتی دولت‌ها برای ارتقای فناوری این بخش در برخی از کشورهای مطرح معدنی جهان بررسی می‌گردد.

کانادا، استرالیا، شیلی، برزیل، هند، چین و آمریکا، به‌منظور تقویت این بخش، که اهمیت زیادی برای آنها دارد، همراه با کاهش تصدیگری در امر تولید (به غیر از کشور چین) اقدام به نهادسازی همراه با وضع قوانین حمایتی جهت هدایت و کنترل این بخش نموده‌اند. این نهادها و قوانین به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به فناوری‌های به‌کار گرفته شده در بخش معدن مرتبط می‌شود. در اکثر این کشورها فرآیند حاکم بر فعالیت بخش معدن به سمت شفاف‌سازی اطلاعات، حفاظت حداکثری از محیط زیست، راندمان حداکثری استحصال مواد با ارزش، افزایش ایمنی، همکاری‌های فناورانه و استفاده حداکثری از فناوری‌های جدید در بخش‌های مختلف پیشرفته است، ولی اینکه حاکمیت هریک از این کشورها چه نقشی در حرکت به این امر داشته‌اند، بسیار مهم است.

۱-۴. کانادا

کانادا یکی از کشورهای مطرح جهانی در بخش معدن است. بخش معدن و صنایع معدنی در اقتصاد کشور کانادا از اهمیت زیادی برخوردار است. به طوری که در این بخش، تقریباً ۳۷۵۰۰۰ نفر به‌طور مستقیم مشغول به‌کار هستند و بیش از ۳۷۰۰ شرکت در حوزه‌های مختلف همچون موضوعات مهندسی، زیست‌محیطی و مالی به پیشبرد فعالیت‌های این بخش کمک می‌کنند. بخش معدن و صنایع معدنی کانادا در سال ۲۰۱۴ توانسته است ۵۷ میلیارد دلار از تولید ناخالص داخلی و ۱۸/۲ درصد از ارزش محصولات صادراتی را به خود اختصاص دهد. این بخش طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲، ۷۱ میلیارد دلار مالیات به دولت پرداخت کرده است. کارکنان شاغل در این صنعت از حقوق و مزایای مناسبی نسبت به سایر کارکنان برخوردار هستند. اثر رویکرد حمایتی دولت در طول دهه‌های گذشته، روی نحوه عملکرد بخش معدن مشهود است. امروزه، در کانادا از فناوری‌های پیشرفته در تمامی فعالیت‌های مرتبط با این بخش استفاده می‌شود و اطلاعات ثبت شده از نحوه فعالیت صنعت معدنکاری کانادا حاکی از آن است که بهره‌گیری از فناوری‌های جدید به‌صورت نظام‌مند و مطابق با راهبردهای از پیش تعیین شده، منجر به کشف ذخایر معدنی بسیار زیادی شده و کارآیی بهره‌برداری از این ذخایر را افزایش داده است. کشور کانادا دارای دو نهاد مهم GSC[1] و CANMET-MMSL[2] برای حمایت از توسعه فناوری و نوآوری و تحقیق و توسعه به‌منظور بهبود عملکرد در این بخش است و همواره تلاش

1. Geological Survey of Canada
2. CANMET-mining and Minerals Science Labs

کرده با تدوین سیاست‌های مناسب، از ارتقای تحقیق و توسعه، نوآوری و نفوذ فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی پشتیبانی کند. GSC مؤسسه پژوهشی برتر دولتی در زمینه زمین‌شناسی است که با تجربه‌ای در کلاس جهانی، روی پژوهش در مورد معدن و زمین‌شناسی، توسعه پایدار ذخایر کانادا، حفاظت از محیط زیست و نوآوری فناورانه تمرکز دارد. CANMET-MMSL نیز مؤسسه‌ای است که در سطح دولت فدرال کانادا به فعالیت در زمینه تحقیق و توسعه پرداخته و این قابلیت را دارد که به فعالان حاضر در صنعت معدن، مشاوره‌های با کیفیتی را ارائه دهد. این مؤسسه همچنین با مؤسسه‌های استانی و منطقه‌ای و سایر دپارتمان‌های فدرالی به همکاری می‌پردازد تا زمینه ارتقای سازمان‌های فعال در بخش معدن را فراهم آورد. در این کشور بخش خصوصی بسیار فعال بوده و قوانین مختلفی برای جهت‌دهی و تشویق این بخش وجود دارد. دولت کانادا برای افزایش جذابیت بخش معدن و صنایع معدنی این کشور و تشویق سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در این بخش، سیاست‌های مختلفی را اتخاذ کرده است که ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ تسهیل امور مالیاتی و اعطای تخفیف‌های مالیاتی،

ـ حمایت از به‌کارگیری فناوری در امر استخراج و فرآوری مواد معدنی،

ـ پشتیبانی از آموزش و توسعه زیرساخت لازم برای انجام فعالیت‌های این بخش،

ـ پشتیبانی از یکپارچه شدن گروه‌های فعال در این صنعت و دولت و سایر ذینفعان برای مواجهه با مسائل زیست‌محیطی و ارتقای آگاهی اجتماعی،

ـ اتخاذ تدابیر لازم در راستای حمایت از حقوق و دارایی‌های معدنی.

در راستای اجرایی کردن سیاست‌های فوق، دولت کانادا مجموعه‌ای از موضوعات و اهداف را به‌منظور حمایت نظام‌مند از بخش معدن و صنایع معدنی این کشور مد نظر قرار داده است. در این میان، بررسی‌های زمین‌شناختی و حمایت از توسعه فناوری در امر دستیابی به مواد معدنی و موضوعات زیست‌محیطی، از مهمترین اولویت‌های دولت برای مدیریت منابع و توسعه بخش معدن به حساب می‌آیند. برای مثال، دولت تصمیم دارد که از پژوهش در مورد فناوری و معرفی آن، حمایت مالی و فنی نماید تا عملکرد در ذخایر کانسنگ معدنی و بازیافت ضایعات و محصولات معدنی بهبود یابد. ذخایری مانند قلع، مس، سرب و روی و انواع منابع معدنی غیر فلزی در اولویت دریافت چنین حمایتی قرار دارند. همچنین، دولت حمایت مالی خود (مانند برنامه هزینه مشترک دولت و صنعت) از توسعه فناوری در زمینه فرآوری، استخراج از معادن و حفاظت از محیط زیست را ادامه خواهد داد. توسعه فناوری مناسب برای انجام چنین پروژه‌هایی، چالش‌هایی مانند بهینه‌سازی مصرف انرژی، صرفه‌جویی در منابع آبی و کاهش ضایعات را به‌دنبال دارد که دولت حاضر است در تمامی این چالش‌ها، حمایت لازم را اِعمال نماید. شاید به همین دلیل بتوان گفت پیشرفت فناوری در صنعت معدنکاری کانادا، مدیون برنامه‌های پژوهشی است که دولت بودجه آنها را تأمین نموده است. مانند برنامه ویژه توسعه

هدفمند دانش زمین‌شناسی (TGI)[1] که در آن دولت کانادا با سرمایه‌گذاری ۲۵ میلیون دلاری سعی کرده است دانش زمین‌شناختی یکپارچه را در مناطق بالقوه فلزات پایه تأمین نماید. ازجمله سایر برنامه‌های پژوهشی که با حمایت دولت انجام می‌شوند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ برنامه فناوری اکتشاف معدنی،

ـ برنامه نقشه‌برداری از زمین با اهداف معدنی و انرژی در شمال کانادا.

در کنار دولت، بسیاری از شرکت‌ها نیز رشته زمین‌شناختی را تحلیل نموده و پیوسته به بررسی و توسعه روش‌ها و ابزارهای دقیق مشغول هستند. این شرکت‌ها به تحلیل داده‌های GIS به‌صورت سه بُعدی می‌پردازند. شرکت‌های خدماتی ژئوفیزیکی در توسعه فناوری‌های مرتبط مهارت داشته و تیم‌های تخصصی پژوهشی را سرپرستی می‌کنند تا پژوهش در این زمینه تداوم داشته باشد. اعمال تغییرات مورد نیاز در فناوری به‌منظور متناسب نمودن آن با شرایط محیطی فعلی نیز مورد توجه چنین شرکت‌هایی می‌باشد (CAMIRO, 2016).

در دو دهه گذشته، پیشرفت در زمینه فناوری اطلاعات نیز تأثیر زیادی روی انتشار اطلاعات زمین‌شناختی داشته است. در گذشته، اطلاعات بیشتر از طریق نوشتن گزارش‌های کاغذی منتشر می‌شد، اما درحال حاضر، نتایج پژوهش‌های زمین‌شناختی به‌صورت الکترونیکی منتشر می‌شود. این باعث می‌شود بتوان محصولات سفارشی را مطابق با نیازهای خاص تهیه کرد. به همین دلیل، توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد استاندارد در زمینه فرآوری داده برای دولت اهمیت داشته و از این موضوع حمایت می‌کند (Association of Canada Prospectors and Developers, 2010).

از دیگر اقدامات کشور کانادا به‌منظور ترویج تحقیق و توسعه و نوآوری در صنعتِ معدنکاری، ایجاد زمینه همکاری میان صنعت، دولت و دانشگاه است. شورای CMIC[2] شبکه‌ای از صنعت، دولت و اساتید برجسته دانشگاهی است که با هدف توسعه و ارتقای رقابت‌پذیری یک صنعت معدنکاری مسئولیت‌پذیر در کانادا تشکیل شده است. این شورا بر روی پژوهش، نوآوری، تجاری‌سازی و آموزش تمرکز دارد و اهداف خود را به‌صورت زیر تعریف کرده است: **ارتقای کیفیت و کمیت پژوهش در بخش معدن و صنایع معدنی، تلاش در جهت نوآوری و تجاری‌سازی با هدف تقویت نقش برجسته کانادا به‌عنوان یک رهبر جهانی در اکتشاف مواد معدنی و ارائه خدمات و فناوری‌های مبتنی‌بر دانش در این زمینه، افزایش نرخ فارغ‌التحصیلان مجرب در رشته‌های اثرگذار بر فعالیت‌های بخش معدن و صنایع معدنی به‌منظور مواجهه با نیازهای امروز و نیازهای آتی صنعت، دولت و دانشگاه.**

1. Targeted Geoscience Frutiutives
2. Canada Mining Innovation Council

با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان سیاست‌های دولتی در رابطه با توسعه و رسوخ فناوری به بخش معدن و صنایع معدنی کانادا را چنین خلاصه کرد:

ـ حمایت مالی از پژوهش‌های بخش خصوصی و ارائه خدمات فنی،

ـ ارائه تسهیلات به‌منظور جذب سرمایه‌گذار،

ـ تشکیل ائتلاف میان بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی به‌منظور حفظ تداوم فعالیت و پژوهش در حوزه زمین‌شناختی،

ـ اجرای برنامه‌های پژوهشی خاص با همکاری نهادهای مختلف با هدف توسعه فناوری و تطبیق فناوری با شرایط عملیاتی در صنعت معدنکاری،

ـ سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، انتشار نشریات مرتبط و ارائه دستاوردها و نتایج مرتبط.

۲-۴. استرالیا

استرالیا از دیگر کشورهای معدنی مطرح جهان است. بخش معدن و صنایع معدنی در کشور استرالیا یکی از صنایع اصلی به‌حساب آمده و نقش مهمی در اقتصاد این کشور دارد. بسیاری از مواد معدنی مانند سنگ آهن، نیکل، آلومینیم، مس، طلا، نقره، اورانیم، الماس، روی، زغال‌سنگ و سیلیس در سراسر کشور استرالیا استخراج می‌شود. صنایع معدنی یکی از عوامل اصلی ایجاد درآمد ملی، سرمایه‌گذاری، ایجاد اشتغال با دستمزد بالا، صادرات و درآمد دولت در استرالیا می‌باشد. در سال‌های اخیر، معدن و صنایع معدنی توانسته بیشتر از ۸ درصد از تولید ناخالص داخلی استرالیا را به خود اختصاص دهد، یعنی چیزی بیشتر از ۲۵ درصد میزان سرمایه‌گذاری تجاری و حدود ۵۰ درصد از صادرات ملی. ازاین‌رو معدن و صنایع معدنی، عامل اساسی در اقتصاد و ایجاد اشتغال در استرالیاست. در برخی از نواحی استرالیا، بیشتر از ۳۰ درصد از نرخ اشتغال منطقه به بخش معدن و صنایع معدنی اختصاص دارد. ۵۴ درصد از کل خدمات و کالاهای تولید شده در استرالیا، به معدنکاری این کشور مرتبط است. حدود ۲۰۰,۰۰۰ نفر به‌صورت مستقیم و ۶۰۰,۰۰۰ نفر به صورت غیرمستقیم از طریق فعالیت در بخش معدن و صنایع معدنی کسب درآمد می‌کنند. هدف از فعالیت‌های بخش معدن در کشور استرالیا، رشد اقتصادی به همراه افزایش مسئولیت‌پذیری اجتماعی و حفاظت از محیط زیست است. به همین دلیل، با وجود اینکه بخش معدن استرالیا کمتر از ۲ درصد از اراضی این کشور را به خود اختصاص داده است، سالیانه بیش از ۲۰۰ میلیون دلار برای احیای زمین‌های آسیب‌دیده صرف شده و از متخصصین محیط زیست کمک بسیاری گرفته می‌شود. به این منظور دولت از طریق شورای بین‌المللی معادن و فلزات، چارچوب توسعه پایدار با نام «Enduring Value» را جهت فعالیت شرکت‌های معدنی وضع نموده است. توجه به سیاست‌های اخذ شده در این صنعت و اولویت‌های

موجود، حاکی از آن است که تحقیق و توسعه و نوآوری به‌منظور دستیابی به فناوری کارآمد و به روز، از اهمیت بالایی در صنعت معدنکاری استرالیا برخوردار است. نوآوری در صنعت معدنکاری از نظر دولت استرالیا تا آن حد اهمیت دارد که وزارت صنعت، نوآوری و علم،[1] به‌صورت اخص به این موضوع پرداخته و صنعت معدنکاری استرالیا، سالیانه حدود ۴ میلیارد دلار را صرف تحقیق و توسعه می‌نماید. همین امر باعث شده است که استرالیا به یکی از کشورهای برتر در زمینه تأمین فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی و ارائه خدمات مرتبط تبدیل شود. حداقل ۶۰ درصد از معادن در سراسر دنیا، با نرم‌افزارهایی کار می‌کنند که در کشور استرالیا طراحی و ساخته شده است.

۳-۴. شیلی

شیلی از دیگر کشورهای معدنی بزرگ جهان، است. اقتصاد کشور شیلی به‌عنوان یکی از اقتصادهای پر درآمد ازسوی بانک جهانی شناخته شده و یکی از کشورهای باثبات و مرفه در آمریکای جنوبی محسوب می‌شود. بخش معدن در کشور شیلی به‌عنوان یکی از ستون‌های اقتصاد به‌حساب می‌آید. کشور شیلی دارای ذخایر زیادی از مس، آهن، مولیبدن، منیزیم، سرب، روی، طلا، نقره و همچنین تعداد زیادی از مواد معدنی غیرفلزی است. اما مس در این میان، نقش عمده‌ای در اقتصاد معدن شیلی داشته و بیشترین حجم صادرات را به خود اختصاص می‌دهد. تمامی شرکت‌های فعال در بخش معدن شیلی به غیر از شرکت CODELCO تحت مالکیت بخش خصوصی بوده و توسط مدیران ملی و بین‌المللی اداره می‌شوند. این شرکت بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده مس در سراسر دنیاست. در سال ۲۰۱۲، صنعت معدنکاری (مخصوصاً مس) بیشترین سهم از تولید ناخالص ملی و ۵۹/۵ درصد از صادرات را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۱۳، صنعت معدنکاری ۴۹ درصد از سهم صادرات کشور را تشکیل داده است که حدود ۴۵ درصد آن به مس تعلق دارد. عدم اعمال محدودیت دولت در زمینه مالکیت خصوصی باعث شده است که تمایل سرمایه‌گذاران خارجی نسبت به سرمایه‌گذاری در بخش معدن شیلی افزایش یابد. حدود ۸ درصد از میزان سرمایه‌گذاری خارجی طی سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۹، به بخش معدن و صنایع معدنی شیلی اختصاص داشته است. دولت شیلی به‌شدت از سرمایه‌گذاری خارجی در این بخش حمایت می‌کند و قوانین را تغییر داده تا بتواند تا حد ممکن، شرایط مساعدی را برای سرمایه‌گذاران خارجی فراهم کند.

سیاست‌ها و قوانین دولتی شیلی تا آن حد مناسب هستند که کشورهایی مانند استرالیا تمایل پیدا کرده در امور مختلف معدن مانند اکتشاف، تولید و مخصوصاً پژوهش، نوآوری و فناوری به همکاری با صنعت معدن این کشور بپردازند. در این کشور، قوانین مربوط به نحوه فعالیت در معدن و

1. Department of Industry, Innovation and Science

محیط زیست به‌صورت واضح، شفاف و کامل تنظیم شده و دولت سعی دارد در تنظیم این قوانین به اصول توسعه پایدار متعهد باقی بماند. همچنین، توجه به فناوری و نوآوری به‌منظور افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه و افزایش رقابت‌پذیری جهانی در صنعت این کشور بسیار مورد توجه است. شیلی در نظر دارد که زمینه‌های اقتصادی خود را از طریق توسعه دانش و مبتنی‌بر نوآوری، متنوع سازد و در این راستا، به فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز اهمیت زیادی داده شده است.

رویکرد سیاستگذاران این کشور، افزایش اعتبار صنعت معدنکاری شیلی به‌عنوان یک کشور پیشگام در عرصه جهانی از طریق توسعه فناوری سبز، است. به همین دلیل، میان دولت، جامعه پژوهشی و صنعت، توافق همکاری در راستای توسعه فناوری و نوآوری سبز به‌وجود آمده و همین موضوع، شیلی را به یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان فناوری و خدمات مرتبط با توسعه پایدار تبدیل کرده است همچنین دولت متعهد شده است که از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به‌خصوص در بخش معدن شیلی حمایت کند. اکثر پروژه‌های تحقیق و توسعه در بخش معدن شیلی به وسیله دولت تأمین اعتبار شده و در دانشگاه‌ها اجرا می‌شود که البته تاکنون ارتباط زیادی با صنعت نداشته‌اند، اما برقراری این ارتباط میان صنعت، دولت و دانشگاه از امور مورد توجه دولت است.

دولت شیلی سعی دارد شرایط مناسب را برای جذب سرمایه‌گذاران در بخش معدن و صنایع معدنی فراهم آورد. قوانینی مانند حذف تعرفه باعث شده است همکاری با بخش معدن شیلی از جنبه‌های مختلف مانند توسعه فناوری معدن و تحقیق و توسعه برای کشورهای مختلف ازجمله استرالیا جذاب گردد.

۴-۴. آمریکا

کشور آمریکا از دیگر پیشتازان بخش معدن و صنایع معدنی در جهان است. کشف ذخایر جدید در قرن ۱۹ میلادی باعث شد بخش معدن و صنایع معدنی در آمریکا رونق بالایی پیدا کند و از آن به بعد، بخش معدن و صنایع معدنی به یکی از صنایع اصلی آمریکا تبدیل شده است. آمریکا دارای بزرگ‌ترین ذخیره زغال سنگ جهان بوده و دومین تولیدکننده طلا و مس در سطح جهان است. ۳۰۰ میلیارد دلار از تولید ناخالص ملی در سال ۲۰۱۲ توسط صنعت معدن‌کاری تأمین شده و سالیانه حدود ۲۷ میلیارد دلار مواد معدنی از کشور آمریکا صادر می‌شود. ۳ میلیون نفر در صنعت معدن‌کاری آمریکا به فعالیت مشغول هستند که از این تعداد، ۳۲۵۰۰۰ نفر به‌صورت مستقیم با معادن در ارتباط هستند. طبق چشم‌انداز تدوین شده، استخدام مهندسین و زمین‌شناس‌ها در صنعت معدنکاری از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۲۲، ۱۲ درصد رشد خواهد داشت. دولت آمریکا سعی نموده است که از نظامی مشخص برای گردآوری اطلاعات به‌روز درخصوص صنعت معدنکاری این کشور و همین‌طور نحوه کارکرد سایر

کشورها در این صنعت استفاده نموده و به این ترتیب قادر به اتخاذ راهبردهای مناسب در زمینه‌های مختلف مانند توسعه فناوری و تحقیق و توسعه و نوآوری گردد.

دولت آمریکا، اطلاعات مورد نظر خود درخصوص صنعت معدنکاری را از طریق پیمایش زمین‌شناختی ایالات متحده (USGS)[1] به‌دست می‌آورد که اصلی‌ترین تأمین‌کننده نیازهای دولت درخصوص پژوهش و اطلاعات مرتبط با ذخایر معدنی غیرسوختی است و اطلاعاتی که از این طریق فراهم می‌آید، توانمندی اصلی دولت برای پاسخگویی راهبردی به اختلال‌های رخ داده در تأمین مواد معدنی مورد نیاز کشور را تشکیل می‌دهد. در قالب این پیمایش به ذخایر مواد معدنی جدید و نحوه استخراج و بهره‌برداری از ذخایر معدنی در سایر کشورها پرداخته می‌شود تا از فناوری‌های مورد استفاده توسط کشورهای مختلف اطلاع حاصل شود. به‌عنوان مثال، نتایج پیمایش در سال ۲۰۱۳ نشان داد که، آمریکا ۱۰۰ درصد از نیاز خود در مورد ۱۷ محصول معدنی و بیش از ۵۰ درصد از نیازش در مورد ۲۴ محصول معدنی دیگر را از سایر کشورها تأمین نماید.

همچنین دولت آمریکا برای پیگیری نظام‌مند برنامه‌های تدوین شده در راستای نفوذ فناوری در بخش معدن، کمیته‌ای را ایجاد نموده است. این کمیته پس از بررسی موارد زیر، در سال ۲۰۰۲ نقشه راهی را در مورد توسعه فناوری در بخش معدن با سرفصل‌های زیر تدوین نموده است:

ـ وضعیت صنعت معدنکاری آمریکا،

ـ تعیین نیازهای اساسی تحقیق و توسعه مرتبط با اکتشاف و سایر کارکردهای معدن در مورد زغال‌سنگ، مواد معدنی صنعتی و فلزات،

ـ نقش دولت در تحقیق و توسعه در صنعت معدنکاری.

دولت فدرال نقش مهمی در تمامی پژوهش‌های کاربردی و بنیادی و همین‌طور توسعه فناوری مبنا، ایفا می‌کند. بخش معدن نمی‌تواند بدون حمایت دولت، تحقیق و توسعه را به‌درستی و در حجم مورد نیاز انجام دهد. با توجه به اینکه بخش خصوصی نیز تمایل کمی به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مطالعاتی با ریسک بالا و یا پروژه‌های دیربازده دارد، دولت فدرال آمریکا همواره قسمتی از بودجه خود را به پژوهش‌هایی اختصاص می‌دهد که برای بخش معدن و در عین حال جامعه مفید است. یک جنبه از توسعه بلندمدت فناوری و پژوهش بنیادین در این زمینه، به تأمین نیروی انسانی متخصص در بخش معدن و همکاری صنعت، معدن و دانشگاه مربوط می‌شود. به همین جهت، این موضوع نیز مورد توجه دولت فدرال بوده و بودجه لازم به این امر اختصاص می‌یابد. یکی دیگر از موضوعات مورد توجه دولت فدرال، تشکیل مجموعه‌ای برای انتقال دستاوردهای پژوهشی به بخش معدن و اجرایی نمودن آن است. از آنجایی که ممکن است انتقال نتایج پژوهشی و فناوریِ توسعه‌یافته به بخش معدن ازسوی یک

1. The U.S. Geological Survey

نهاد دولتی مشکل باشد، نظامی هماهنگ از نهادهای مختلف تشکیل شده است. اداره فناوری‌های صنعتی[1] به این منظور ایجاد شده و به هماهنگی نهادهایی که در امر توسعه فناوری و نفوذ آن به بخش معدن فعالیت دارند، می‌پردازد. در همین راستا، هماهنگی دولت، صنعت و جامعه دانشگاهی و پژوهشی مورد توجه دولت قرار داشته و از افراد نوآور حمایت می‌شود. در ضمن، دولت در پروژه‌های پژوهشی بلندمدت و با ریسک بالا سرمایه‌گذاری کرده و به انتقال صحیح دانش توسعه‌یافته به معدن و کاربردی نمودن این دانش، اهمیت بالایی می‌دهد.

۵-۴. چین

بخش معدن چین مُحرک مهمی برای رشد این کشور به‌حساب آمده و توسعه پرشتاب این کشور در طول سه دهه گذشته را تسهیل نموده است. پس از جنگ جهانی دوم که خرابی‌های اساسی‌ای در این کشور به جا گذاشت، صنعتی‌سازی چین و توسعه وسیع زیرساخت‌ها بدون فلز و سایر مواد معدنی مرتبط با ساخت‌وساز غیرممکن بود. به همین صورت، بدون صنعت زغال‌سنگ، تأمین انرژی مورد نیاز صنایع و کارخانه‌هایی که چین را به موقعیت فعلی، یعنی دومین اقتصاد دنیا رسانده‌اند ممکن نبود. چین یکی از بزرگترین کشورهایی است که به فرآوری مواد معدنی و مصرف آنها شهرت دارد و به فرآوری بسیاری از مواد معدنی و فلزاتی می‌پردازد که بسیاری از کشورها مانند آمریکا به آن وابسته بوده و به واردات آن می‌پردازند. این کشور یکی از مهمترین تولیدکنندگان زغال‌سنگ، طلا و بسیاری از مواد معدنی کمیاب و در عین حال، بزرگترین مصرف‌کننده محصولات معدنی مانند زغال‌سنگ حرارتی (چیزی حدود ۴۹ درصد از مصرف کل در سطح جهان) و سنگ آهن (حدود ۵۸ درصد از مصرف جهانی) و فولاد و مس است. در سال ۲۰۱۳ حجم تجارت در بخش معدن و صنایع معدنی برابر با ۲۵ درصد از حجم کل تجارت کشور چین بوده است.

دولت چین برنامه‌ای را برای تحکیم و یکپارچه‌سازی عملکرد بخش معدن تنظیم نموده است که ازسوی نهادهای مختلفی مانند وزارت زمین و منابع[2] و کمیسیون ملی توسعه و اصلاحات[3] ارائه شده است. سازمان‌های فعال در تولید ۱۵ محصول آنتیموان، بوکسیت، زغال‌سنگ، مس، طلا، سنگ آهن، سرب، منگنز، مولیبدن، فسفر، پتاسیم، عناصر نادر خاکی، قلع، تنگستن و روی، مشمول این طرح شده‌اند. برای اجرا نمودن این طرح، دولت مرکزی با دولت محلی همکاری نموده و سعی شده است اپراتورهای کوچک با فعالان بزرگ‌تر به روش‌هایی مانند توافق‌های مدیریت مشترک، ترکیب شوند. کمیسیون نظارت و اداره دارایی‌های دولتی،[4] این نوع از دارایی‌ها را از فعالان کوچک به فعالان بزرگ

1. Office of Industrial Technologies
2. Ministry of Land and Resources (MLR)
3. National Development and Reform Commission (NDRC)
4. The State-Owned Assets Supervision and Administration Commission

منتقل می‌کند.

علاوه‌بر قوانین مرتبط با صدور مجوز معدن و اصول مرتبط با سلامت و ایمنی در معدن، قوانینی نیز ازسوی دولت به‌منظور کاهش آلودگی‌های محیط زیست تنظیم شده است. دولت چین از بانک‌ها می‌خواهد از اقتصاد سبز حمایت نموده و مدیریت محیط زیست و ریسک‌های اجتماعی را در پروژه‌های معدنی در نظر داشته باشند. برخی از بانک‌ها نیز پذیرفته‌اند که وام‌هایی را به‌منظور ارتقای عملکرد، به صنایعی با آلایندگی بالا اختصاص دهند. در نتیجه، تشویق به افزایش بهره‌وری ضمن رعایت ایمنی و اصول محیط زیستی در این صنعت تثبیت شده است. به‌طور خلاصه، زمینه‌های کلیدی که دولت سرمایه‌گذاری در آنها را در اولویت قرار داده است عبارتند از: فناوری اطلاعات، حفاظت از محیط زیست و پژوهش‌های علمی. به‌طوری که زمینه‌هایی مانند اکتشافات و توسعه به‌کارگیری فناوری‌های جدید در بخش معدن به‌ویژه در زمینه بازیافت دارای اولویت بالایی برای دولت است.

دولت چین متوجه شده است که رشد نامتعادل در مصرف، سرمایه‌گذاری و صادرات نمی‌تواند به مانند گذشته ادامه داشته باشد. در طول سال‌های گذشته دولت سعی نموده است مالیات مربوط به محصولات آهنی و محصولات فلزی غیرآهنی را کاهش داده و تولیدکنندگان را به تولید کالاهایی با ارزش‌افزوده بالا تشویق نماید. در ضمن وزارت فناوری اطلاعات و صنعت، راهنمایی‌هایی را برای سیاستگذاری صنعتی به‌منظور توسعه بخش‌های مختلف از معدن مانند بخش آلومینیم تدوین نموده است. طبق این راهنماها، دولت فعالیت شرکت‌های معدنی در نواحی حفاظت شده و در کنار ذخایر آب یا نواحی غیرصنعتی را ممنوع کرده و تولیدکنندگان را ملزم به استفاده از فناوری‌های به‌روز نموده است. نکته دیگر آن است که دولت مایل است نیازهای مرتبط با برنامه‌های مدرن‌سازی کشور را با استفاده از مواد معدنی داخلی تأمین نماید. به همین جهت، وارد کردن سرمایه و فناوری از خارج کشور به‌عنوان یکی از سیاست‌های اساسی دولت چین به‌حساب می‌آید تا به این ترتیب بتواند قابلیت تأمین نیاز از مواد معدنی داخلی را افزایش دهد. علاوه‌بر این، چنین سیاستی باعث می‌شود ورود به بازارهای جهانی نیز تسهیل گردد. دولت چین بر این باور است که استفاده از قابلیت‌های شرکت‌های معدنی خارجی در چین و اجبار شرکت‌های معدنی چینی به همکاری با شرکت‌های سایر کشورها باعث می‌شود این شرکت‌ها از توانمندی‌های مکمل یکدیگر استفاده کرده و فرآیند استخراج و فرآوری مواد معدنی در سطح جهان را به‌صورت درستی توسعه دهند. زمینه تحقیق و توسعه بلندمدت در مورد گروهی از مواد معدنی، با همکاری سایر کشورها نیز به همین دلیل ایجاد شده است. درواقع، دولت تحقیق و توسعه در بسیاری از زمینه‌ها مانند اکتشاف و بهره‌برداری از ذخایر را به‌عهده گرفته و نقش فعالی در کارکردهای بین‌المللی مرتبط با پژوهش، اکتشاف و بهره‌برداری از مواد معدنی ایفا می‌کند. مهمتر آن که، دولت از سازمان‌هایی که به‌وسیله سرمایه‌گذاری خارجی شکل گرفته‌اند نیز همانند

سازمان‌های داخلی حمایت مالی می‌کند تا این سازمان‌ها نسبت به ایجاد نوآوری‌های فنی تشویق شوند. به‌علاوه آنکه دولت چین بر ایجاد پیشرفت‌های فنی - علمی و نوآوری در شاخه معدن تأکید داشته و سعی دارد روش‌های حل مسائل فنی را به‌صورت مستمر بهبود داده و فعالان حاضر در بخش معدن را به استفاده از فناوری‌های جدید در تمامی امور از ارزیابی مواد معدنی گرفته تا استخراج و استفاده چندگانه از این مواد و کاهش میزان آلایندگی تشویق نماید.

ارتقای تحقیق و توسعه در مورد فناوری برتر نوآور در زمینه توسعه منابع انرژی جدید، فناوری‌های مرتبط با مواد معدنی جدید و ذخایر مواد معدنی دریایی و گسترش پژوهش‌های بنیادین در نظریه‌ها، روش‌ها و فناوری‌های نوآور نیز مورد توجه دولت است. در این زمینه دولت به‌طور خاص به موارد زیر توجه دارد:

ـ افزایش قابلیت‌ها و مهارت‌های کارکنان،

ـ آموزش مشروط پرسنلِ علمی و فنی، با تسلط بر نظریه‌های علمی پیشرفته و توانایی ایجاد نوآوری در اکتشاف و بهره‌برداری از منابع معدنی،

ـ ترویج دگرگونی فرآیند اکتشاف و بهره‌برداری از یک صنعت سنتی به یک صنعت مدرن،

ـ تبدیل شدن از یک صنعت کارگرمحور به یک صنعت فناوری‌محور،

ـ تبدیل مدیریت پراکنده به مدیریت یکپارچه.

بدین منظور، دولت قوانین موجود را تعدیل کرده و نظام قانونی را بهبود بخشیده تا اداره کارکردهای معدنی، بیش از پیش براساس قانون پیگیری شود. علاوه‌بر این، نظارت و کنترل دولت روی نحوه استخراج و بهره‌برداری از مواد معدنی نیز بیشتر شده تا مدیریت ذخایر معدنی و استفاده منطقی از آنها براساس قانون، به‌صورت استاندارد و علمی انجام شود. برای پیگیری نظام‌مند موارد ذکر شده، دولت نقشه راهی را در زمینه فناوری و علوم مرتبط با ذخایر معدنی تا سال ۲۰۵۰ تنظیم نموده است. یکی از اهداف اصلی مورد توجه در افق مورد نظر، حمایت دولت از تحقیق و توسعه به‌منظور افزایش قابلیت چین برای یافتن جایگزین مواد معدنی محدود و کمیاب است. در ضمن افق مذکور در بردارنده راهبردهای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌باشد و تمرکز اولیه روی توسعه فناوری در شاخه‌های زیر است:

ـ فناوری‌های ژئوفیزیک هوابرد،

ـ فناوری‌هایی با ضریب دقت بالا برای کسب اطلاعات صحیح در مواردی مانند استخراج فلزات،

ـ فناوری‌های زمین‌شناختی با وضوح بالا برای کشف ذخایری که در عمق (بیش از ۲۰۰۰ متر) و در شرق چین قرار گرفته‌اند.

ـ فناوری‌های مرتبط با بازیافت مواد معدنی که در طول فرآیند فرآوری به هدر رفته و به ارزش‌افزوده ختم نمی‌شوند.

ـ فناوری‌های برجسته برای بازیافت کارآمد فلزات استفاده شده.

دولت چین در نظر دارد طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ به اهداف زیر دست یابد:

ـ یک سیستم متالوژیک جامع ایجاد نماید.

ـ فناوری‌های لازم را برای اکتشاف کارآمد و با دقت در عمق ۲۰۰۰ متری در غرب چین توسعه دهد.

ـ از مواد بازیافتی و سنگ‌های معدنی با کیفیت پایین و همین‌طور ذخایر سدیم غیرمحلول در آب، به‌صورت کارآمد و با ایجاد کمترین آلایندگی استفاده کند.

ـ محیط زیست معادن را احیا کرده و آلایندگی محیط زیست را کنترل و مدیریت کند.

از سال ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ چین باید قادر باشد:

ـ به فناوری‌ای دست یابد که با کمک آن بتواند به ذخایری در عمق ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر دسترسی داشته باشد.

ـ یک مجموعه یکپارچه و هماهنگ از فناوری‌های اصلی مرتبط با بهره‌گیری کارآمد و غیرآلاینده از ذخایر معدنی ایجاد کند.

ـ فناوری لازم برای جایگزینی مواد معدنی فلزی با فیبرهای سیلیکات را توسعه دهد.

ـ نظامی را برای بهره‌برداری و تأمین پایدار مواد معدنی در این کشور ایجاد کند.

دولت چین نسبت به اهمیت ذخایر معدنی و توسعه پایدار آگاه بوده و سعی دارد از راه تحقیق و توسعه و نوآوری، فناوری‌های برتر را در راستای افزایش کارآمدی بهره‌برداری از این معادن و کاهش آلایندگی به‌کار گیرد. در این راه، دولت خود مسئولیت پژوهش و نوآوری را در مورد برخی از ذخایر به‌صورت کامل به‌عهده گرفته و در سایر زمینه‌ها، از تمامی سازمان‌های فعال در بخش معدن و صنایع معدنی، چه سازمان‌های داخلی و چه سازمان‌هایی که با سرمایه‌گذاری خارجی ایجاد شده‌اند، به‌صورت مالی یا مشاوره‌ای حمایت می‌نماید. در ضمن، دولت چین در تلاش است تا با تصویب قانون‌های مناسب و ترویج مدیریت معادن مبتنی‌بر قانون، کاربردی شدن فناوری‌های توسعه‌یافته در داخل یا خارج کشور را تسهیل نموده و روند اجرا را پیگیری نماید. دولت چین همچنین به همکاری با سازمان‌های بین‌المللی اهمیت داده و سعی دارد بخش معدنی در کلاس جهانی را ایجاد نماید. برای تحقق و پیگیری نظام‌مند این اهداف، نقشه راهی در زمینه فناوری و علوم مرتبط با ذخایر معدنی ازسوی دولت تنظیم شده است که افق آن تا سال ۲۰۵۰ می‌باشد.

جمع‌بندی و پیشنهادها

امروزه به‌دلیل حاکم شدن رویکرد اقتصاد بازار و افزایش جذب سرمایه‌گذاری خارجی، دخالت مستقیم دولت‌ها در تولید مواد معدنی کاهش و نقش حاکمیتی آنها به نظارت، سیاستگذاری و تنظیم قوانین تغییر یافته است.کانادا، استرالیا، شیلی، برزیل، هند و آمریکا، علاوه‌بر کاهش تصدیگری در امر تولید مواد معدنی اقدام به وضع قوانین حمایتی و نهادسازی‌های لازم برای هدایت و کنترل این بخش نموده‌اند. این درحالی است که تصدیگری چینی‌ها بر تولید مواد معدنی همچنان پابرجاست. بیشتر این کشورها در راستای شفاف‌سازی اطلاعات، کاهش قیمت مواد معدنی، استفاده حداکثری از منابع، رفع مشکلات ناشی از کمبود منابع انرژی و آب، باقی ماندن در بازار رقابتی و افزایش حساسیت‌های زیست‌محیطی، به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به سمت نوآوری و به‌کارگیری فناوری‌های جدید حرکت کرده و حمایت‌ها و مشوق‌هایی را برای بکارگیری فناوری در صنعت معدنکاری در نظر گرفته‌اند.

در کشور ایران بخش معدن و صنایع معدنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و نقش آن در سیاست‌های توسعه کشور برای حال و آینده پررنگ‌تر شده است. در این راستا این بخش با چالش‌هایی روبرو است که بدون توجه به آنها نمی‌توان به نتایج درخشانی دست یافت. این چالش‌ها که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر توسعه فناوری در این بخش تأثیرگذار هستند، عبارتند از: عدم شناسایی کامل و دقیق پتانسیل‌های معدنی، پایین بودن شفافیت اطلاعات، کوچک و پراکنده بودن ذخایر معدنی شناخته شده و کم بودن وجود ذخایر بزرگ در مقیاس جهانی، عدم شکل‌گیری نظام‌مند فرآیند اثربخش در بخش اکتشاف، پایین بودن ظرفیت تولید، قدیمی بودن فناوری‌های مورد استفاده در بخش‌های مختلف معدنی در واحدهای موجود و فاصله زیاد با روند جهانی، وضعیت بحرانی آب در مناطق با پتانسیل بالای معدنی، مکانیابی‌های نامناسب در احداث صنایع معدنی بزرگ و نبود طرح آمایش سرزمین برای توسعه این بخش، پایین بودن سهم تحقیق و توسعه در فعالیت‌های معدنی، هدفمند نبودن مشوق‌ها، کم بودن میزان تسهیلات ویژه و اعتبارات تخصیص یافته به تحقیق و توسعه توسط نهادهای دولتی به بخش معدن صنایع معدنی و عدم انسجام فرآیند أخذ این حمایت‌ها، بسترسازی‌های کم کارآمد مالی، مقررات بروکراتیک، کمبود زیرساخت‌ها و... که این چالش‌ها رسیدن به توسعه و جایگاه واقعی این بخش در اقتصاد را دچار اختلال می‌کند.

همچنین رسیدن به اهداف متصور برای توسعه این بخش دارای الزاماتی است که بدون در نظر گرفتن آنها عملاً این حرکت نتیجه مناسب را نخواهد داشت. این الزامات ناظر بر شناسایی صحیح، کامل و شفاف مواد معدنی؛ استفاده از فناوری‌های به‌روز و سازگار با شرایط بومی و محیط زیست؛ تولید محصولات با ارزش‌افزوده بالاتر؛ رشد و توسعه متوازن هم در سبد مواد معدنی، هم در طول زنجیره و هم در مقیاس تولید؛ ایجاد، رشد و توسعه صنایع جانبی پشتیبان فناوری؛ تحقیق و توسعه و

تولید محصولات دانش‌بنیان؛ تولید محصولات جدید، ایجاد زیرساخت‌های لازم و مانند آن هستند.

در کشور ایران تلاش‌های خوبی در زمینه قانونگذاری و سیاستگذاری جهت توسعه بخش معدن و صنایع معدنی و همچنین تحقیق و توسعه و فناوری شده است. ازجمله آنها می‌توان به معافیت‌های مالیاتی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، حمایت از فعالیت‌های تحقیقاتی مندرج در قانون اصلاح قانون معادن مصوب سال ۱۳۹۰، تخصیص ۱ تا ۳ درصد از بودجه دستگاه‌ها به امر پژوهش، حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان (در بخش معدن و صنایع معدنی) و... اشاره نمود.

علیرغم تلاش‌ها و اقدامات صورت گرفته تاکنون، رسوخ فناوری و نوآوری در بخش معدن محسوس نیست و بخش قابل توجهی از پتانسیل‌های موجود در عمل محقق نمی‌شود که اگر این موضوع در سالیان آتی بدین صورت ادامه یابد، بدون شک فاصله فناوری ایران و دیگر کشورهای دارای پتانسیل معدنی به حدی افزایش می‌یابد که عملاً امکان رقابت در عرصه بین‌المللی از بین رفته و جایگاه ایران در بازار جهانی انواع مواد معدنی از ابتدای زنجیره تا انتهای آن دچار خدشه اساسی می‌شود. در این بین همانطور که تجربه دیگر کشورهای مطرح معدنی نشان می‌دهد، نقش حاکمیت بسیار حائز اهمیت است. در یک سو دولت با اقدامات اساسی و اجرایی در جهت حمایت نهادینه از رسوب تکنولوژی و فناوری در بخش معدن، امکان جهش تکنولوژی در این بخش را باید فراهم سازد و در سوی دیگر مجلس شورای اسلامی دو بُعد نظارت (شامل تبیین، نظارت و پیگیری اجرای قوانین و سیاست‌های فعلی) و قانونگذاری (شامل اصلاح قوانین موجود، وضع قوانین جدید، یکپارچه‌سازی قوانین و...) زمینه لازم جهت پیشبرد اهداف دولت را فراهم سازد. با عنایت به تجربه دیگر کشورها و شرایط عمومی کشور ایران به نظر می‌رسد به‌منظور همسو نمودن بخش‌های دیگر در راستای توسعه بخش معدن و صنایع معدنی اقدامات زیر باید صورت گیرد:

ـ أخذ گزارش درباره وضعیت تحقیق و توسعه، فناوری و نوآوری در بخش معدن و صنایع معدنی و استراتژی و برنامه ارتقا و توسعه آن متناسب با وضعیت اقلیمی‌و بومی از وزارت صنعت، معدن و تجارت و انجمن‌های صنفی.

ـ مکلف نمودن وزارت صنعت، معدن و تجارت به تدوین نقشه راه توسعه فناوری‌های معدنی.

ـ مکلف نمودن مرکز آمار ایران به انجام پیمایش‌های منظم درخصوص تحقیق و توسعه در شرکت‌های معدنی به‌ویژه شرکت‌های بزرگ.

ـ أخذ گزارش درباره وضعیت اجرایی شدن معافیت ۱۰ درصد از حقوق دولتی برای هزینه در زمینه فناوری، HSE و بهره‌وری از سازمان امور مالیاتی.

ـ أخذ گزارش درباره وضعیت اجرایی شدن قانون معافیت‌های مالیاتی برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه از سازمان امور مالیاتی.

ـ أخذ گزارش درباره وضعیت حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان معدنی از معاونت علمی و فناوری

ریاست‌جمهوری.

ـ تکلیف دولت به تدوین نقشه توسعه آمایشی بخش معدن و صنایع معدنی.

ـ پیگیری وضعیت تهیه پیوست فرهنگی اجتماعی برای طرح‌های بزرگ معدنی.

ـ ارائه مشوق‌های مالیاتی و حقوق دولتی برای شرکت‌های استفاده‌کننده از فناوری‌های نوین و مشارکت‌کننده با شرکت‌های خارجی در زمینه توسعه فناوری در بودجه سالیانه دولت.

ـ ارائه مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی در بودجه سالیانه دولت.

ـ بررسی و تهیه طرح تشویق محدوده‌های معدنی و معادن کوچک به تجمیع و مشارکت.

ـ بررسی و تهیه طرح تشکیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری اکتشاف در بورس.

ـ به‌منظور تدوین بسته‌های حمایتی مناسب‌تر، بررسی دقیق‌تر قوانین تقویت‌کننده بخش معدن و صنایع معدنی و توسعه فناوری در این بخش در کشورهای پیشرو به‌منظور بهره‌گیری از تجارب آنها ضروری است. همانطور که بررسی تجارب کشورهای پیشرو در بخش معدن نشان داد، سیاست‌های حمایتی دولت از این بخش نباید صرفاً به حمایت‌های مالی و مالیاتی محدود شود. حمایت از آموزش و ارتقای مهارت‌های کارکنان، استفاده از ظرفیت جامعه دانشگاهی و تقویت همکاری‌ها با فضای آکادمیک، جذب سرمایه‌گذاری خارجی و توجه به همکاری‌های پژوهشی و فناورانه بین‌المللی از حوزه‌های مورد تأکید دولت‌ها هستند.

ـ تسریع، تسهیل و حمایت از شناسایی دقیق و کامل ذخایر معدنی کشور و حفاری‌های اکتشافی و رفتن به عمق در برنامه‌ریزی‌ها، مشارکت شرکت‌های دارای فناوری پیشرفته اکتشافی و انتقال تکنولوژی به داخل.

ـ اصلاح نگاه استراتژیک به بخش معدن و صنایع معدنی از نظر مشوق‌ها، معافیت‌ها، برنامه‌های انگیزشی تا زمانی که این بخش به جایگاه مناسب برسد.

منابع و مآخذ

۱. مطالعات تدوین استراتژی صنعت مس و صنایع پایین‌دستی، دانشگاه صنایع و معادن ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۱.

۲. مطالعات شناسایی تکنولوژی و فرآیندهای تولید و مصرف بهینه انرژی متناسب با شرایط پس از هدفمندسازی در صنایع معدنی و ارائه راهکارهای تکنولوژیک، دانشگاه صنایع و معادن ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۱.

3. "Trends in the mining and metals industry", International Council on Mining & Metals (ICMM), Mining's contribution to sustainable development 2012.
4. "Renewable Energy for the Mining Industry Revenue by Technology, Aggressive Investment Scenario, World Markets: 2013-2022," Renewable Energy in the Mining Industry, Navigant Consulting Inc., 2013.
5. Voster, "Planning for value chain in the mining value chain", The Journal of South Africa Institute of Mining and Metallurgy, 2001.
6. Alex Heber, "12 Technologies set to transform mining", Australian Mining, 2013.
7. Annual survey of Manufacturers (ASM), McKinsey Global Institute, 2010.
8. Global Steel, "A new world, a new strategy", Ernest & Young, 2014.
9. Infomine.com.
10. James Manyika et al, "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and global economy", McKinsey Global Institute, 2013.
11. www.SNLmetals.com: US mining to market, SNL Metals & Mining, 2014.

شناسنامه گزارش	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی	شماره مسلسل: ۱۵۲۱۰

عنوان گزارش: بررسی نقش فناوری در بخش معدن و صنایع معدنی

نام دفاتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن، دفتر ارتباطات و فناوری اطلاعات (گروه معدن و صنایع معدنی)

تهیه و تدوین‌کنندگان: مهدی جعفری، مهسا پیشدار

همکار: ابراهیم مقصودی

ناظران علمی: هوشنگ محمدی، پریسا علیزاده، فرید دهقانی

متقاضی: معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی

ویراستار تخصصی: محمدحسن معادی‌رودسری

ویراستار ادبی: ـــــــ

واژه‌های کلیدی: ـــــــ

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵/۱۰/۷