



دوره دوم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، صفحه ۸۱ تا ۹۲  
Vol. 2, No. 3, Autumn 2017, pp. 81-92



نشریه مهندسی منابع معدنی  
Journal of Mineral Resources Engineering  
(JMRE)

یادداشت فنی

## بررسی نقش صنعت معدنکاری و منابع معدنی در توسعه پایدار کشور

راشد پورمیرزائی<sup>\*۱</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی معدن و مواد، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه

(دریافت ۱۳۹۴/۱۲/۱۸، پذیرش ۱۳۹۵/۱۰/۱۲)

چکیده

معدنکاری و صنایع وابسته به آن، اگرچه نقش ارزشمند و مثبتی در مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار با ایجاد اشتغال و تولید ثروت دارد اما از جهت نقش آن در مؤلفه سوم توسعه پایدار، یعنی محیط زیست با انتقادهایی روبه‌رو است. همچنین با توجه به نیاز روزافزون جامعه جهانی به مواد معدنی، صنعت معدنکاری برای ادامه فعالیت‌های خود با چالش‌هایی روبه‌رو است که از جمله آن‌ها می‌توان به بازیابی کانی‌ها و فلزات، حفظ محیط زیست و مسئولیت اجتماعی آن اشاره کرد. در کشورهای در حال توسعه به ویژه ایران که دارای منابع غنی معدنی است، در صورتیکه به مؤلفه‌های توسعه پایدار در صنعت معدنکاری توجه نشود، نه تنها سبب پیشرفت نمی‌شود بلکه باعث عقب‌ماندگی اجتماعی و اقتصادی می‌شود. در این مطالعه به مفهوم و اهمیت توسعه پایدار در زمینه معدنکاری و منابع معدنی پرداخته می‌شود. در ابتدا چالش‌های این صنعت برای دستیابی به توسعه مبتنی بر مؤلفه‌های توسعه پایدار و در ادامه وضعیت موجود صنعت معدنکاری کشور در راستای مؤلفه‌های توسعه پایدار بررسی می‌شود. در پایان با مطالعه موردی چند معدن که با مؤلفه‌های توسعه پایدار با چالش‌هایی مواجهه بوده‌اند، چارچوب کلی برای شرکت‌های معدنی که در جستجو فعالیت‌های پایدار خود هستند، ارائه می‌شود. صنعت معدنکاری در ایران برای تداوم نقش خود نیازمند طراحی ابزارهای مدیریتی صحیح در زمینه محیط زیست، استفاده از فن‌آوری‌های پاک و آموزش نیروی کار است.

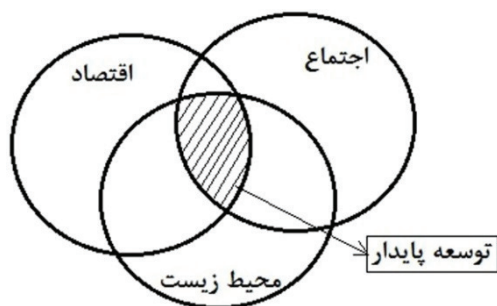
کلمات کلیدی

صنعت معدنکاری، منابع معدنی، توسعه پایدار، اقتصاد، اجتماع، محیط زیست.

\* نویسنده مسئول و عهده دار مکاتبات Email: rashed.poormirzaee@gmail.com

## ۱- مقدمه

مرگ زودرس و بدبختی دست و پنجه نرم خواهند کرد». برای اینکه توسعه، پایدار باشد باید عوامل اجتماعی و اکولوژی و اقتصادی را در منابع زنده و غیرزنده و فعالیت‌های مختلف (چه استفاده کوتاه مدت یا بلند مدت و یا عدم استفاده) را در نظر داشت. مفهوم توسعه پایدار بعد از کنفرانس جهانی محیط‌زیست و توسعه<sup>۱</sup> (WCED) در سال ۱۹۸۳ مقبولیت بیشتری یافت. در گزارشی که از این کنفرانس در سال ۱۹۸۷ با عنوان «آینده مشترک ما<sup>۲</sup>»، منتشر شد، مأموریت اصلی WCED سوق دادن کشورها به سمت توسعه پایدار عنوان شد. در حقیقت گزارش WCED یک نقطه مبنا و شروع را برای همه مباحث آینده در رابطه با توسعه پایدار ایجاد کرد. در واقع آنچه سبب ظهور مفهوم توسعه پایدار شد، تجربه بشر بود که با گذشت زمان به این نتیجه رسید که زندگی همراه با امنیت، آرامش و رفاه درگرو ایجاد تعادل و توسعه در ابعاد مختلف زندگی و تداوم در آن است. باتوجه به مطالب فوق تعاریف گوناگونی از SD ارائه شد که در کل دارای یک مفهوم مشترک اند. این مفهوم مشترک همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، ایجاد تعادل بین سه مولفه اصلی توسعه پایدار یعنی اقتصاد، اجتماع و محیط زیست است. به عبارتی توسعه‌ای ماندگار است که از برآیند این سه حوزه اصلی برخوردار باشد.



شکل ۱: مفهوم توسعه پایدار با توجه به سه حوزه اصلی آن (اقتصاد، اجتماع و محیط زیست)<sup>[۲]</sup>

پر واضح است که وجود معدن به عنوان یک صنعت مادر به لحاظ تولید کانی‌ها و سایر مواد معدنی برای زندگی روزمره یک امر ضروری است، زیرا بسیاری از اسباب و لوازم زندگی بطور مستقیم و یا غیرمستقیم از کانی‌ها و مواد معدنی تامین می‌شوند. در حال حاضر این تولید در ارتباط با توسعه پایدار و مولفه‌های آن دچار چالش شده که برای ادامه کار خود

در آغاز قرن ۲۱، جهان شاهد علایمی از نگرانی‌های شدید در رابطه با مجموعه سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بود. در این رابطه گزارش برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد، GEO-۲۰۰۲، مثال‌های ویژه‌ای را در این ارتباط بیان کرد که از آن جمله می‌توان به ۵ مورد مهم زیر اشاره کرد<sup>[۱]</sup>:

۱. جمعیت جهان در سال ۲۰۰۰ به ۶ میلیارد نفر رسیده است. در حالی که این میزان در سال ۱۹۸۰، ۴٫۴ میلیارد نفر بوده است و انتظار می‌رود در سال ۲۰۲۵، جمعیت جهان به ۸ میلیارد نفر برسد.
۲. نزدیک به ۲۰۰۰ میلیون هکتار خاک، معادل ۱۵ درصد از زمین‌های جهان یا بیش از مجموع کل زمین‌های کشورهای آمریکا و مکزیک در اثر فعالیت‌های انسانی از بین رفته است. تخریب شدید خاک، می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری به بار آورد به طوری که قدرت بازیابی آن وجود ندارد.
۳. نزدیک به نیمی از رودخانه‌های جهان به طور شدید و جدی آلوده شده و از میان رفته‌اند.
۴. تخریب لایه اوزون (که زمین را از اثرات نامطلوب اشعه‌های مخرب محافظت می‌کند) اکنون به مراحل رسیده که در سپتامبر ۲۰۰۰، حفره ایجاد شده در آن به بیش از مساحت اقیانوس منجمد شمالی افزایش یافته است (بیش از ۲۸ میلیون کیلومتر مربع).
۵. ۴۰ درصد جمعیت جهان که شامل حدود ۸۰ کشور است از کمبود آب رنج می‌برند.

مفهوم توسعه پایدار<sup>۱</sup> (SD) که در سال ۱۹۸۰ میلادی مطرح شد، در واقع پاسخی به تأثیرات مخرب زیست‌محیطی و اجتماعی و در کل به مفهوم رشد اقتصادی بوده است. این عقیده در حقیقت از جریان‌ات زیست‌محیطی نشات گرفته است. اولین مفهوم اصلاح شده توسعه پایدار در دنیا در گزارش محیط‌زیست سازمان ملل<sup>۲</sup> (UN) در سال ۱۹۸۰ میلادی بیان شد که این مفهوم اصلاح شده بر این مساله تأکید دارد که:

«زمین یکی است ولی جهان یکی نیست. همه کشورها برای بقا و کسب موفقیت بدون توجه به اثرات آن بر سایرین تلاش می‌کنند. در این شرایط تنها عده کمی از مصرف‌کنندگان با تولیدات آینده باقی خواهند ماند و بیشتر مصرف‌کنندگان به سختی و با کمترین میزان امکانات و با گرسنگی، بیماری و

بهرتر جامعه مهندسی معدن با مفاهیم توسعه پایدار و اهمیت آن است تا با آگاهی از نقش صنعت معدنکاری در توسعه پایدار، از مهارت‌ها و دانش خود در جایگاه فعالیت خویش، در جهت توسعه پایدار کشور و نیز پایداری صنعت معدنکاری بهره گیرند. در این مطالعه منظور از صنعت معدنکاری تمام فعالیت‌های مرتبط با اکتشاف منابع معدنی، استخراج و فراوری این مواد است.

## ۲- جایگاه صنایع در توسعه پایدار

صنایع هسته اصلی اقتصاد در جوامع پیشرفته و موتور محرک پیشرفت در کشورهای در حال توسعه‌اند. بسیاری از خدمات و نیازهای اساسی انسان‌ها را صنایع تامین می‌کنند. بنابراین توسعه صنایع در هر جامعه امری اجتناب‌ناپذیر است. بطور کلی صنایع با در نظر گرفتن چرخه کامل آن یعنی اکتشاف و استخراج مواد طبیعی، تبدیل این مواد به تولیدات صنعتی، مصرف انرژی، تولید مواد پسماند و در دسترس قرار دادن محصولات برای افراد جامعه (مصرف‌کنندگان) بر منابع طبیعی و زندگی بشر اثرگذارند. این اثر می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در حقیقت، صنایع هم تولیدات با ارزش خود را وارد جامعه می‌کنند و از سمت دیگر سبب آلودگی‌های زیست‌محیطی بسیاری می‌شوند. صنایع مختلف می‌توانند موجب آلودگی، زمین، هوا و آب شوند. از سوی دیگر صنایع مختلف از حجم بسیار زیادی انرژی برای تولیدات متنوع خود استفاده می‌کنند. حتی استخراج منابع طبیعی نیز نیازمند مصرف بسیار بالایی از انرژی است. بیشتر این صنایع نیازمند به انرژی گرمایی و نیروی مکانیکی اند که بیشتر این انرژی از گاز طبیعی، نفت و جریان الکتریسته به‌دست می‌آیند. مسلماً صنعتی که بخواهد به پایداری دست یابد، باید هزینه‌های تولید را تا جایی که می‌تواند پایین آورد. بطور مثال زمانیکه کارخانه ای برق تولید می‌کند، گرمای تولیدی در کنار آن می‌تواند برای استفاده‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد. در گزارش سازمان انرژی آمریکا<sup>۲</sup> آمده است که ۴۵ درصد سوخت مصرفی در کارخانه‌های این کشور برای تولید بخار مصرف می‌شود که به راحتی ۲۰ درصد از این سوخت مصرفی را می‌توان به‌وسیله عایق کاری‌های لازم برای بخار و جلوگیری از نشت آن و حفظ بهتر بخار تولید شده، صرفه‌جویی کرد. در بسیاری از این صنایع می‌توان از کوره‌ها و دیگ‌های بخار پیشرفته استفاده کرد که با مصرف سوخت کمتری به دمای بسیار بالایی برسند. همچنین در این گزارش

نیازمند رعایت قوانین توسعه پایدار و پاسخ‌گویی به چالش‌های مطرح شده است. البته اقدامات بسیار خوبی در این زمینه از سوی جامعه بین‌المللی معدنکاری انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به تشکیل پروژه معدنکاری، مواد معدنی و توسعه پایدار<sup>۳</sup> (MMSD) در سال ۲۰۰۲ اشاره کرد. از جمله چالش‌هایی که صنعت معدنکاری با آن مواجهه است می‌توان به بخش فرآوری و یا استخراج اشاره کرد که در مقابل سه مولفه اصلی توسعه پایدار (اقتصاد، اجتماع و محیط زیست) یکسری امتیازات مثبت و منفی را دارد. بطور مثال در بخش استخراج با تخریب زمین‌ها، محیط زیست و مهمتر از همه نابودی منابع تجدیدنشدنی با چالش‌هایی روبه‌رو است، اما در سمت دیگر به‌عنوان صنعت مادر حائز اهمیت فراوانی است و از لحاظ اجتماعی بر ایجاد اشتغال و تولید سرمایه نقش بسزایی دارد. همچنین در بخش فرآوری، بحث پساب‌های سمی حاصل از فرآیند تغلیظ کارخانه‌های فرآوری و اثرات مخرب زیست‌محیطی آن‌ها نگرانی‌های بسیاری را ایجاد کرده است. حال باید بررسی کرد که برای داشتن یک معدن پاک، سبز و پایدار چه عواملی موثرند تا بتوان برای آن برنامه‌ریزی کرد. نقش توسعه پایدار و مفهوم آن در زمینه توسعه مواد معدنی و مدیریت معدنکاری آن است که مدیران معدنی و شرکت‌های معدنکاری با تداوم همکاری با جوامع محلی و دولت، موضوعات محیط زیستی و اجتماعی را در کنار تصمیمات فنی و بازرگانی خود، باهم به کار ببرند [۲]. مهمترین و تاثیرگذارترین اقدام را در این راستا می‌توان اقداماتی در جهت ایجاد تعادل بین جامعه و محیط زیست و نظام اقتصادی دانست. همچنین شناخت بهتر از سهامداران و بنگاه‌ها، برنامه ریزی منسجم و صحیح در سطح کلان برای سازمان‌های ذیربط، برای دستیابی به توسعه پایدار از نکات کلیدی است [۳]. در این مطالعه ابتدا به جایگاه صنعت معدنکاری در توسعه پایدار پرداخته می‌شود و به این سوال پاسخ داده می‌شود که اصولاً یک صنعت پایدار چه خصوصاتی باید داشته باشد و معیارهای لازم چیست؟ و سپس به چالش‌های صنعت معدنکاری پرداخته می‌شود. در ادامه به وضعیت موجود معدنکاری در ایران پرداخته شده و در راستای مولفه‌های توسعه پایدار بررسی می‌شود. سرانجام به صورت موردی به معادنی که در نقاط مختلف دنیا با چالش‌های توسعه پایدار روبه‌رو بوده‌اند، اشاره خواهد شد. در پایان چارچوب کلی برای شرکت‌های معدنی که در جستجوی فعالیت‌های پایدار خود هستند، ارائه می‌شود. هدف از این مطالعه آشنایی هرچه

از عمده آلوده‌کنندگان محیط زیست‌اند. البته در کنار پیشرفت تجهیزات کنترل آلودگی، بازیافت و استفاده مجدد از باطله یک راهکار عملی و به مراتب کم هزینه‌تر برای صنایع مختلف است که از سال‌ها پیش مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی صنایع و فعالیت‌های صنعتی باید در سمت و سویی قرار بگیرند که بهره‌وری زیادی در خصوص استفاده از منابع داشته باشند و مواد باطله و آلودگی کمتری را تولید کنند که لازمه آن استفاده از منابع تجدیدپذیر است، بنابراین برای داشتن صنایع پایدار، باید به نقش صنایع در کاهش و کنترل آلودگی بسیار توجه کرد تا مضرات آن بر سلامت محیط زیست به حداقل برسد.

نکته مهم دیگر آن است که، حصول توسعه صنعتی پایدار به تنهایی و به وسیله خود صنایع به دست نخواهد آمد بلکه با همکاری توأم دولت‌ها و بخش صنعت در تصمیم‌گیری‌ها، و در یک برنامه‌ریزی درازمدت حاصل خواهد شد. تنها در این صورت است که اهدافی چون کاهش آلودگی‌ها و استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر، افزایش کیفیت محصولات تولیدی صنایع و در نهایت سلامت جامعه تامین می‌شود و یک جامعه توسعه یافته در تمام مولفه‌های آن خواهیم داشت.

## ۲-۱- صنعت معدنکاری ایران

با نگاهی به دهه‌های گذشته دیده می‌شود که در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۴۰ شمسی، بیشتر فعالیت‌های اکتشافی و زمین‌شناسی به وسیله بیگانگان انجام می‌شد و ایرانیان به سبب نداشتن دانش فنی روز، نقش چندانی در این سال‌ها نداشتند [۶] اما با ورود فارغ‌التحصیلان معدن از دانشگاه‌های کشور به این صنعت و همزمان با تاسیس سازمان زمین‌شناسی کشور، بخش معدن کشور در دست متخصصان داخلی قرار گرفت، با وجود این پتانسیل‌های ارزشمند، آنچه که سبب عدم دستیابی به جایگاه اصلی بخش معدن در کشور نشده است، وجود نفت در ایران است. وابستگی به نفت و گاز در طول سالیان همواره دولت‌ها را علاقمند به سرمایه‌گذاری بیشتر در این زمینه کرده و از توجه به بخش معدن بازداشته است، اما باید به این نکته توجه داشت که ذخایر نفتی جهان به سرعت در حال مصرف شدن است و برطبق تخمین‌های انجام گرفته ذخایر نفتی اکثر کشورها تا ۴۰ سال دیگر به پایان خواهد رسید [۷، ۸]، بنابراین وابستگی شدید به نفت یک تهدید اساسی برای کشورهای تولیدکننده است.

آمده است با استفاده از موتورهای الکتریکی هوشمند با قابلیت تنظیم سرعت آن‌ها می‌توان ۳ تا ۶۰ درصد در مصرف انرژی الکتریسیته صرفه‌جویی کرد [۴].

از سوی دیگر با توجه به محدود بودن منابع تجدیدناپذیر، همواره در جامعه این نگرانی وجود دارد که چگونه می‌توان همراه با رشد اقتصادی، در مصرف منابع طبیعی محدودیت ایجاد کرد. این نگرانی زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم، طبق مطالعات انجام گرفته [۵]، در آینده‌ای نزدیک تعدادی از کانی‌ها به اتمام می‌رسند. بخش صنعت در پاسخ به این چالش‌ها با استفاده از تکنولوژی‌های جدید و فرایندهای مناسب، سعی کرده است مصرف انرژی، تولید آلودگی‌ها و سایر مضرات بر سلامتی جامعه را تا حد امکان کاهش دهد. در این زمینه کشورها قوانین و سیاست‌هایی را وضع کردند، اما تنها تعداد کمی از کشورهای صنعتی در این زمینه، در کنترل آلودگی‌ها (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و حذف برخی ترکیبات شیمیایی) موفق عمل کردند. طبق اسناد منتشر شده از سوی سازمان ملل، کشور ژاپن در سال ۱۹۸۴ میلادی فقط ۶۰ درصد مواد خام برای هر واحد تولید صنعتی، در مقایسه با ۱۹۷۳ مصرف کرده است. این به آن معنی نیست که تولیدات صنعتی کاهش یافته و یا مشکل داشته است، بلکه در طی دهه فوق تولیدات صنعتی رشد داشته اما همزمان با آن نرخ بهره‌وری از منابع خام بسیار بهبود یافته است. شاید بتوان افزایش ناگهانی قیمت نفت را در سال ۱۹۷۰ میلادی و غافلگیری کشورهای صنعتی را نقطه عطفی در توجه به منابع تجدیدپذیر و بهبود بهره‌وری از منابع موجود دانست، اما صنایع در اکثر کشورهای جهان، در زمینه توجه به مسایل زیست‌محیطی موفق نبودند و طی سال‌ها سبب گسترش آلودگی‌ها در رودخانه‌ها و دریاها و در نتیجه آلودگی آبزیان، محصولات کشاورزی و آب آشامیدنی جوامع شدند. در زمان حال، نمونه بارز این آلودگی‌ها (به ویژه آلودگی هوا) را می‌توان در شهرهای بزرگ کشورهای جهان سوم مشاهده کرد که ذرات معلق و ترکیبات سولفور و اکسید نیتروژن به یک تهدید جدی برای سلامت افراد جامعه و محیط زیست تبدیل شده است (مشابه با وضعیت کشورهای صنعتی در دهه ۶۰ میلادی).

موضوع کنترل و کاهش آلودگی‌های ناشی از صنایع<sup>۲</sup> مختلف به جهت ایجاد هزینه‌های سنگین برای آنها، سبب شده که در این بخش یک رقابت بین کشورهای مختلف ایجاد شود تا با راهکارهای جدید و استفاده از علم روز، تجهیزات ارزان قیمتی را ارائه نمایند. صنایع فولاد، صنایع خودروسازی، کارخانه‌های شیمیایی و نیروگاه‌های تولید برق

جدول ۱: آمار معادن فعال در کشور در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۲ [۹]

سال	تعداد معادن دارای R&D	تعداد معادن فعال	تعداد شاغلان (نفر)	مالکیت بخش خصوصی (%)	تعداد معادن دارای سرمایه‌گذاری در زمینه محیط زیست (درصد این معادن)
۱۳۹۲	۱۳۵	۵,۴۴۵	۹۴,۶۴۰	۹۶,۸۷	۶۱۴ (۱۱٪)
۱۳۹۳	۱۲۴	۵,۳۵۵	۹۱,۸۶۹	۹۷,۰۸	۶۴۳ (۱۲٪)
۱۳۹۴	۹۵	۵,۲۱۴	۹۱,۲۱۱	۹۶,۹۶	۵۸۲ (۱۱,۲٪)

جدول ۲: مقایسه کشورهای منطقه در زمینه پتانسیل‌های کانی‌زائی، زمین‌شناسی، ریسک سرمایه‌گذاری و همکاری‌های بین‌المللی [۱۰]

کشور	پتانسیل معدنی			پتانسیل نفتی	حمایت‌ها در حوزه زمین‌شناسی		ریسک		
	منابع معدنی شناخته شده	صنایع معدنی موجود	پتانسیل‌های زمین‌شناسی برای منابع معدنی		حمایت بانک جهانی	پروژه‌های مشترک بین‌المللی	ریسک عملیاتی	ریسک امنیتی	ریسک تروریسم
افغانستان	کم	کوچک	متوسط	دارد	زیاد	زیاد	بسیار بالا	بسیار بالا	بالا
ترکیه	متوسط	بزرگ	بسیار زیاد	دارد	زیاد	قابل توجه	متوسط	پایین	پایین
ایران	متوسط	بزرگ	بسیار زیاد	دارد	وجود ندارد	تاحدی	بالا	پایین	پایین
آذربایجان	متوسط	متوسط	متوسط	دارد	زیاد	تاحدی	متوسط	متوسط	پایین

اختیار بخش دولتی و مابقی در اختیار بخش خصوصی بوده است، اما با این وجود بسیاری از معادن بزرگ و مهم کشور همچنان در دست دولت است.

## ۲-۲- نقش معدن در توسعه پایدار

هر صنعت با توجه به شرایط حاکم بر آن ناچار به ارائه راهکارهایی برای پاسخ‌گویی به چالش‌های پیش‌رو در زمینه توسعه پایدار است. صنعت معدنکاری با توجه به وسعت فعالیت‌های خود دارای ارتباط تنگاتنگی با مسایل محیط زیستی و اجتماعی است. در بسیاری از موارد بی‌توجهی به استانداردهای لازم در این صنعت، سبب شده که همواره مورد انتقاد فعالان محیط زیستی باشد و در مواردی نیز این موضوع موجب تعطیلی معدن و یا فعالیت‌های معدنی شده است.

برای رسیدن به توسعه پایدار باید سعی شود که به یک پایداری و ثبات بین اقتصاد، اجتماع و محیط زیست دست یافت و هیچ یک از سه مولفه توسعه پایدار را فدای دیگری نکرد. صنعت معدنکاری برای پایداری خود و نقش‌آفرینی در توسعه کشور باید فعالیت‌های بخش‌های مختلف خود را هماهنگ با مولفه‌های توسعه پایدار برنامه‌ریزی کند و در جهت رسیدن به نقطه تعادل سوق دهد. به‌طوری‌که با بهره‌مندی این

در وضعیت کنونی ایران، توجه به سایر پتانسیل‌های تولیدی در کشور، همانند مواد معدنی از اهمیت ویژه‌ای دارد که علاوه بر تامین مواد اولیه صنایع، در ایجاد اشتغال و توسعه مناطق محروم می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد.

طبق گزارش سازمان آمار ایران در سال ۹۴، حدود ۹۱۲۱۱ نفر به طور مستقیم در معادن در حال بهره‌برداری، مشغول به کار بوده‌اند (جدول ۱) [۹].

این درحالی است که طبق مطالعات انجام شده در مورد نقش معدن در اقتصاد کشورها، بیان شده که به ازای هر استخدام در یک شرکت معدنی، ۳ تا ۴ استخدام در سایر بخش‌های اقتصاد، بطور غیرمستقیم ایجاد می‌شود [۱۰]. ایران از لحاظ پتانسیل‌های زمین‌شناسی و دارا بودن کانی‌های فلزی و کانی‌های صنعتی از جایگاه مناسب در منطقه خاورمیانه و جهان برخوردار است (جدول ۲ و ۳). بخش معدن در ایران نیازمند توجه ویژه به سرمایه‌گذاری، به ویژه در بخش کانی‌های صنعتی است تا قابلیت‌های آن در توسعه اقتصاد ملی آشکار شود. یک راهکار موثر و مطمئن برای رونق بخش معدن تشویق سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی برای ورود به این صنعت است. طبق گزارش سازمان آمار کشور [۹] در سال ۹۴، ۵۲۱۴ معدن فعال در کشور وجود داشته که از این تعداد ۳,۰۴ درصد در

جدول ۳: میزان تولید برخی کانی‌ها و تولیدات معدنی ایران و مقایسه آن با سایر کشورها در منطقه و جهان [۱۱]

ردیف	نوع کانی/تولیدات معدنی	مقدار تولید/ذخیره معدنی (هزار تن)	رتبه در منطقه	رتبه در جهان
۱	باریت	۲۷۰	۱	۵
۲	سیمان	۷۵,۰۰۰	۱	۴
۳	مس	۲۶۵	-	-
۴	فلدسپار	۶۰۰	۲	۷
۵	ژیپس	۱۳,۰۰۰	۱	۳
۶	سرب	۳۵	-	-
۷	آهن	۴۵,۰۰۰	۱	۹
۸	آهک	۳,۰۰۰	۲	۱۲
۹	روی	۶۵	-	-
۱۰	مولیبدن	۶۳	۱	۸
۱۱	طلا	۰,۳۴۱*	-	-

\* مقدار طلا برحسب تن است.

را از دست داده‌اند [۱۲] که علاوه بر تبعات غم انگیز خانوادگی، طبق برآورد سازمان بین‌المللی کار از دست رفتن هر نیروی کار به طور مستقیم یک میلیارد تومان به اقتصاد کشور آسیب وارد می‌کند. از سوی دیگر با توجه به آمار سایر کشورها، سطح ایمنی و بهداشت در صنعت معدنکاری ایران فاصله زیادی با نقطه مطلوب دارد. بطور مثال شاخص فوت به تولید در کشور آمریکا در سال ۲۰۰۲ میلادی یک نفر به ازای ۲۵ میلیون تن تولید بوده در حالیکه این شاخص در ایران در سال ۱۳۸۰ برابر با یک نفر به ازای ۲,۵ میلیون تن و در سال ۱۳۸۱ برابر با یک نفر به ازای ۳,۳ میلیون تن بوده است [۱۲]. هر چند این شاخص در سال‌های متمادی در حال بهبود بوده (به طوری که این شاخص در سال ۱۳۹۴ به یک نفر به ازای ۱۴ میلیون تن رسیده است) اما همچنان نیازمند توجه بیشتر است (جدول ۴).

جدول ۴: تعداد حوادث در معادن ایران و تعداد معادن دارای واحد ایمنی و بهداشت [۹]

سال	تعداد معادن دارای واحد ایمنی و بهداشت	تعداد حادثه	تعداد حادثه منجر به فوت
۹۲	۷۳۹	۱۷۷۹	۵۹
۹۳	۶۷۰	۱۵۷۷	۳۳
۹۴	۵۷۷	۱۵۱۰	۲۸

با توجه به گزارش‌های حوادث مختلف در معادن کشور، عدم آشنایی افراد با اصول ایمنی و ناکافی بودن سطح

صنعت از تکنولوژی‌های به‌روز، می‌توان امید داشت که مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست تا حد ممکن کاهش داده شود. همچنین با توجه به روند رو به افزایش تقاضا برای کانی‌ها و فلزات، توجه ویژه به توسعه اکتشافات عمیق برای پویایی صنعت معدنکاری امری ضروری است. نکته مهم دیگر، فعال‌تر شدن صنعت معدنکاری در زمینه تحقیق و توسعه (R&D) است تا بتواند با چالش‌های موجود به شکل صحیح روبه‌رو شود و راهکارهای مناسب را ارائه نماید.

از دیگر چالش‌هایی که صنعت معدنکاری با آن روبه‌رو است، بحث ریسک‌های تکنولوژیکی و سرمایه‌گذاری در این صنعت است (جدول ۲). این مساله را می‌توان با توجه بیشتر و بهره‌گیری از مطالعات دقیق پیش امکان‌سنجی و امکان‌سنجی مورد ارزیابی قرار داد. این مطالعات در حکم گام نخست در فرآیند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران بشمار می‌رود. با توجه به ماهیت پروژه‌های معدنی، هزینه‌بر و زمانبر بودن آن‌ها، مطالعات امکان‌سنجی برای معادن بزرگ در کاهش ریسک‌ها، جایگاه ویژه‌ای دارد. نکته دیگر که در بخش معدنکاری باید به آن توجه کرد، بهداشت، امنیت و سلامت افراد درگیر در این صنعت است. با توجه به پیشرفت‌های اخیر، باید تصویر ذهنی جامعه را از این صنعت (به ویژه در حوزه استخراج زیرزمینی) روشن کرد و امنیت افراد درگیر در این صنعت را افزایش داد و حوادث را به کمترین میزان ممکن رساند. در کشور ما صنعت معدنکاری یکی از صنایع پرخطر است. به طوری که در سال ۱۳۹۲ در ۱۶۸۰ حادثه پیش آمده در معادن، ۵۹ نفر جان خود

جدول ۵: مقدار گازوئیل، آب و برق مصرفی در معادن در حال بهره برداری ایران [۹]

سال	گازوئیل (هزار لیتر)	آب (مترمکعب)	برق (هزار کیلو وات ساعت)
۹۲	۸۴۴۷۷۲	۱۳۴۷۶۰۳۱۸	۲۰۳۸۶۴۱
۹۳	۸۴۷۸۴۶	۱۴۵۱۶۳۰۹۷	۲۵۷۰۱۹۲
۹۴	۶۱۹۰۹۹	۱۳۱۶۶۴۸۲۰	۳۱۰۰۵۱۵

نکته دیگری که در توسعه صنعت معدنکاری لازم است به آن توجه شود، شفاف‌سازی قوانین و اهمیت گردش اطلاعات است. چرا که با نبود یک چارچوب سازمان‌یافته و با ثبات، سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و خارجی برای توسعه این صنعت علاقمند نخواهند شد. یکی از موانع توسعه‌یافتگی در معادن ایران، با وجود قرار داشتن در فهرست ۱۰ کشور معدنی برتر دنیا نبود سرمایه‌گذاری است. با نگاهی به برخی کشورهای توسعه یافته، مانند کانادا و استرالیا، دیده می‌شود این کشورها با سرمایه‌گذاری هدفمند روی بخش معدن توانسته‌اند اقتصاد متزلزل خود را در طول چند دهه به اقتصادی پایدار تبدیل کنند و به سطح ایده‌آل از رفاه برای جامعه خود برسند، اما با نگاهی به وضعیت شهرهایی (مانند کرمان و اهر) که معادن بزرگی در سطح کشور (و حتی در سطح جهانی) دارند، دیده می‌شود که این معادن نتوانسته‌اند نقش قابل توجهی را در وضعیت اقتصادی منطقه ایفا نمایند و بسیاری از این شهرها جزء مناطق کمتر توسعه یافته و یا محروم کشور محسوب می‌شوند و فاقد امکانات و ساختارهای زیربنایی‌اند (چنان که این وضعیت در خصوص مناطق نفت‌خیز نیز قابل مشاهده است). این کشورها در عین توجه به توسعه معادن با تصویب قوانین هماهنگ و باثبات، توانسته‌اند محیط زیست کشور خود را نیز در سطحی قابل قبول از تخریب حفظ کنند. برای دستیابی به صنعتی پایدار و توسعه یافته در بخش معدن، با توجه به مطالب بیان شده و تحقیقات انجام گرفته در کشورهای مختلف در زمینه توسعه پایدار و معدنکاری [۱۵، ۲]، عوامل موثر را می‌توان در ۴ فاکتور که در شکل ۲ نشان داده شده است، خلاصه کرد.

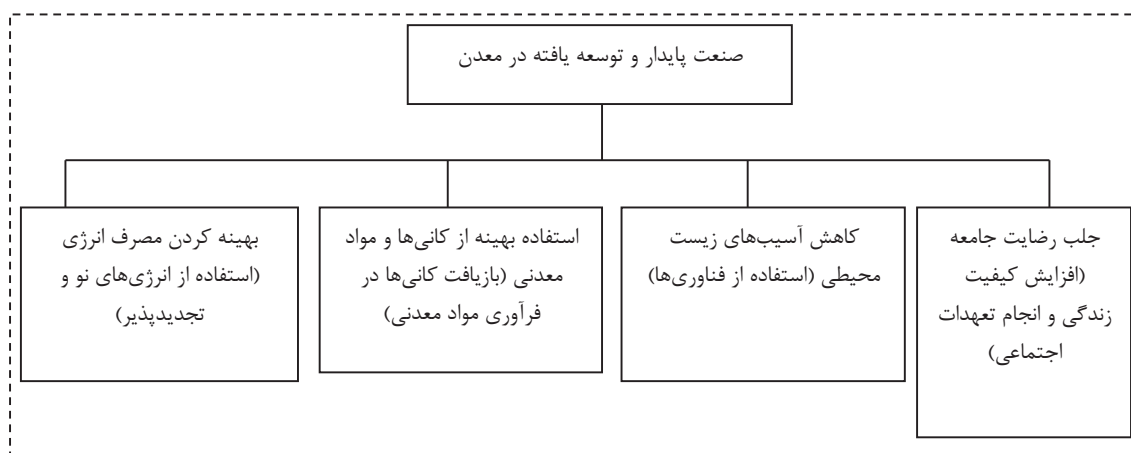
راهکار اصلی توسعه پایدار در کشور، توسعه صنعتی است. هر صنعت نقش خاص خود را در زمینه اقتصاد یک کشور ایفا می‌کند. از جمله صنایع تاثیرگذار در فرآیند صنعتی شدن کشور، صنعت معدن و صنایع وابسته به آن است که می‌توان با مدیریت و استفاده از منابع باارزش معدنی در کنار نیروی

آموزش‌های افراد شاغل در معادن را می‌توان از علل اصلی رخداد این حوادث دانست. از سوی دیگر با نگاهی به جدول ۴ دیده می‌شود که کمتر از ۱۵ درصد معادن ایران، واحد ایمنی و بهداشت دارند که این خود عاملی مهم در بالا بودن حوادث در معادن کشور است. البته درخصوص معادن زیرزمینی نبود امکانات و تجهیزات استاندارد، از دیگر علل اصلی حوادث در ایران بشمار می‌رود.

بحث مصرف بهینه انرژی در حوزه معدن و صنایع معدنی از دیگر پارامترهای مهم در حوزه پایدار بودن این صنعت است. در حال حاضر معادن در ایران از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی در کشور هستند (جدول ۵). در حال حاضر حدود یک سوم از برق تولیدی کشور در بخش صنعت مصرف می‌شود که حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد صرفه‌جویی در این بخش امکان‌پذیر است. با توجه به گزارش منتشر شده توسط سازمان بهره‌وری انرژی ایران [۱۳] صنایع فولاد و آهن با مصرف یک سوم انرژی الکتریکی و صنعت سیمان با ۱۰ درصد بیشترین میزان مصرف برق کشور را به خود اختصاص داده‌اند و صنایع آلومینیوم و کانی‌های غیرفلزی مانند گچ و آهک در رده‌های بعدی قرار دارند. برای دستیابی به اهداف توسعه‌ای بخش‌های فولاد، مس، طلا، روی و نظایر آن در سال‌های پیش‌رو تقاضا برای مصرف انرژی (گاز طبیعی، آب و برق) به شکل چشمگیری افزایش خواهد یافت. این در حالی است که کشور ما در سال‌های اخیر با بحران آب روبه‌رو است و در صورت نبود برنامه‌ریزی و افزایش بهره‌وری در مصرف انرژی در معدن و صنایع معدنی، این صنعت با چالش اساسی در خصوص تامین انرژی خود مواجه خواهد بود. همچنین توجه به این نکته بسیار مهم است که در حال حاضر تقریباً بیشتر معادن بزرگ و مهم ایران از نوع معادن روباز هستند، درحالی‌که در آینده با تمرکز بر اکتشاف کانسارهای عمیق و استخراج این ذخایر نیاز به مصرف انرژی (برای تهویه، پمپ‌ها و نظایر آن) بسیار افزایش خواهد یافت. در سال‌های اخیر شرکت‌های بزرگ معدنی در حال سرمایه‌گذاری و مطالعه در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیراند. طبق برآوردها در سال ۲۰۲۲ میلادی، ۵ تا ۸ درصد از انرژی‌های مصرفی در صنایع معدنی دنیا از نوع تجدیدپذیر خواهد بود (در حال حاضر این مقدار برابر ۰٫۱ درصد است) [۱۴]. در این مطالعات دو نوع انرژی بادی و خورشیدی اهمیت بیشتری در تامین انرژی برای معادن دارند. کشور ایران با داشتن ۳۰۰ روز آفتابی در سال، پتانسیل بسیار خوبی در استفاده از انرژی خورشیدی دارد.

جدول ۶: نقش معدن در توسعه پایدار

ردیف	عناوین	توضیحات
۱	ایجاد سرمایه و دارایی	معدن با ایجاد اشتغال در مناطق محروم نقش اساسی در حذف فقر و همچنین ایجاد سود برای بنگاه‌های اقتصادی در کشور دارند. همچنین تولیدات معدن در حکم یک ثروت برای جامعه محسوب می‌شود.
۲	تولید کانی‌ها	تولیدات کانی‌ها به عنوان محصول معدن نقش ارزشمندی در تامین انرژی، سلامت و سایر نیازمندی‌های جامعه دارد. وجود کانی‌ها برای زندگی مدرن یک ضرورت است.
۳	توسعه مدنیت (تمدن)	با نگاهی به جوامع پیشرفته، دیده می‌شود این جوامع به توسعه بخش معدن و متالورژی و پیشرفت علوم وابسته به آن‌ها بسیار اهمیت می‌دهند. در واقع رفاه اجتماعی در یک کشور نیازمند توجه ویژه به معدن و صنایع وابسته به آن است.
۴	تعدیل اثرات مخرب بر محیط زیست	تولیدات معدن امکان توسعه تکنولوژیکی برای حفاظت از محیط زیست را ممکن می‌سازد. همچنین معدن مدرن به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که پس از خاتمه معدن کمترین تاثیر منفی را روی زمین و شکل آن داشته باشند.



شکل ۲: عوامل موثر در دستیابی به صنعتی پایدار و توسعه یافته در بخش معدن

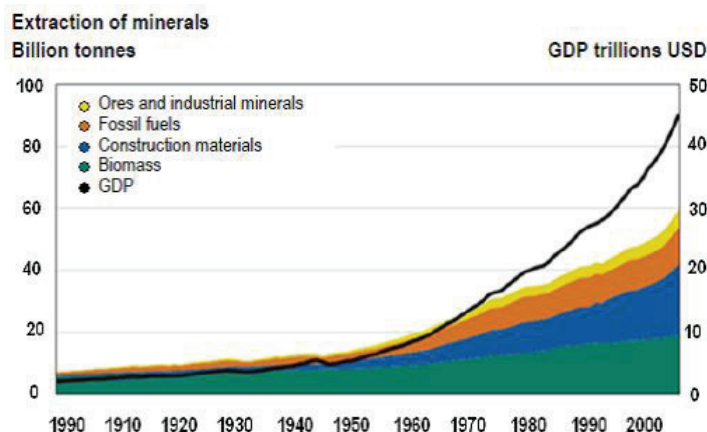
برای افزایش بازبایی و فرآوری این فلزات بسیار ارزشمند خواهد بود. در حقیقت توسعه روش‌های ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی برای اکتشاف ذخایر عمیق، به جهت ایفای نقش بخش معدن در توسعه پایدار از اولویت‌های این صنعت است. از سوی دیگر در بخش استخراج معدن، توسعه روش‌های استخراج زیرزمینی و تجهیزات مرتبط با آن، برای بهره برداری از ذخایر عمیق یک چالش اساسی برای مهندسی معدن است. همچنین بکارگیری روش‌های استخراج روباز و طراحی آن به گونه‌ای که کمترین مخاطرات و خسارت ممکن را برای محیط زیست و کارکنان این بخش داشته باشد، از دیگر موارد مهم در صنعت معدنکاری است. از سوی دیگر در بخش فرآوری مواد معدنی، با اهمیت یافتن ذخایر با عیار پایین، دستیابی به دانش و تکنولوژی‌های

کار جوان و متخصص سرعت توسعه پایدار در کشور را افزایش داد. نقش معدن در توسعه پایدار یک نقش زیربنایی است که اهمیت آن در جدول ۶ بیان شده است.

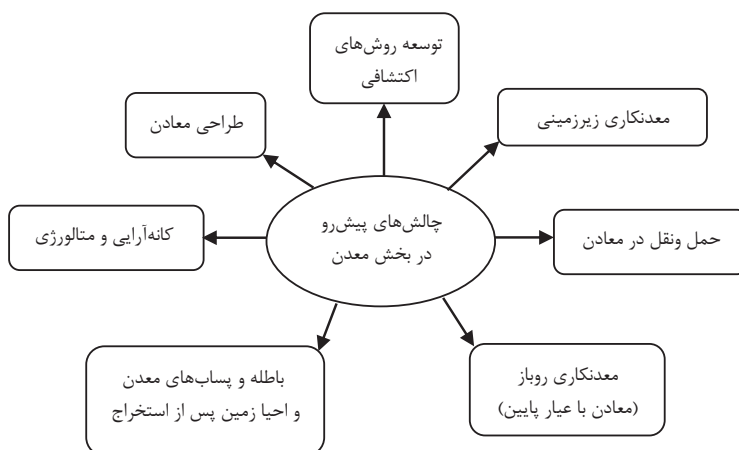
### ۲-۳- چالش‌های پیش رو در بخش معدنکاری و صنایع وابسته

صنعت معدنکاری با گذشت زمان و افزایش رفاه جامعه، با افزایش تقاضا برای مواد معدنی روبه‌رو است. می‌توان انتظار داشت که این تقاضا در سال‌های آینده شدت بیشتری نیز داشته باشد (شکل ۳). به طوری که در برخی فلزات همچون مس و آلومینیم که از فلزات استراتژیک در صنعت اند، نیاز به شناسایی ذخایر جدید یک ضرورت است [۱۶، ۱۷]. در این راستا توجه به اکتشاف ذخایر عمیق‌تر و نیز یافتن روش‌های جدید





شکل ۳: روند افزایشی تقاضا برای منابع معدنی در اقتصاد جهان [۱۷]



شکل ۴: چالش‌های پیش‌رو در بخش معدن در رابطه با توسعه پایدار

این زمینه استفاده از روش‌های کانه آرایی پیشرفته و استفاده از بیوتکنولوژی و نانو تکنولوژی می‌تواند تا حدود زیادی سبب کاهش این اثرات بر روی محیط زیست شود. با توجه به مطالب بحث شده، بطور کلی چالش‌های پیش رو در صنعت معدنکاری را می‌توان در شکل ۴ خلاصه کرد.

بحث چالش‌های معدنی در ارتباط با جامعه و محیط زیست همواره در طول چند دهه اخیر وجود داشته و معدن بزرگ نیز از این امر مستثنی نبوده‌اند. با مروری بر معدنی که با چنین چالش‌هایی روبه‌رو بوده‌اند، دیده می‌شود تنها راهکار پایدار بودن آنها توجه و رعایت مولفه‌های توسعه پایدار، به ویژه رابطه آن با جامعه و محیط زیست پیرامونی آنها بوده است. در این رابطه به چند نمونه در جدول ۷ اشاره می‌شود که تمام این معدن در ادامه کار خود با مشکل روبه‌رو بوده‌اند.

جدید برای فرآوری این ذخایر یک چالش اساسی است. عامل دیگری که در آینده نزدیک در حوزه صنعت معدنکاری بیشتر بروز خواهد یافت، بحث مصرف بهینه انرژی (به ویژه آب و برق) و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در معدن است. در بحث مصرف بهینه انرژی نکته دیگر، توجه به مصرف انرژی در حمل و نقل مواد معدنی و هزینه انتقال آن است که نیازمند یک طراحی بهینه برای معدن از استخراج تا فرآوری کانی‌ها است تا مصرف انرژی و هزینه‌ها به شکل بهینه انجام شود.

آنچه که همواره صنعت معدنکاری را در افکار عمومی تحت تاثیر قرار داده، تخریب محیط زیست در اثر فعالیت‌های معدنی است. در این راستا چالش اصلی معدن مواجهه با بحث باطله‌ها، پساب‌ها و تاثیرات منفی معدنکاری روی محیط زیست (رودخانه‌ها، جنگل و حیات وحش) است. به نظر می‌رسد در

جدول ۷: مطالعه موردی، معادن و نقش آن‌ها در توسعه پایدار

ردیف	تعامل صنعت معدنکاری با مولفه‌های توسعه پایدار، در جوامع درحال توسعه و توسعه یافته	
۱	نام معدن/کشور/ نوع کانه/سال آغاز فعالیت	اوک تدی/پاپوآگینه نو/ مس (طلا)/۱۹۸۸ میلادی
	چالش‌های اساسی ایجاد شده	
	<p>- ایجاد آلودگی در رودخانه‌های اطراف و از بین رفتن آبزیان آن</p> <p>- ایجاد اختلال در زندگی (سلامت) ساکنین، در پایین دست رودخانه</p> <p>- تخریب جنگل</p> <p>- افزایش غلظت عناصری چون مس تا ۳۰ برابر حدمجاز، در آب رودخانه‌های منطقه</p>	
راه کارهای ارائه شده		
<p>این معدن در طی فعالیت کمتر از ۱۶ سال خود، بیش از ۸۰ هزارتن باطله در رودخانه‌های اطراف وارد کرد. به دلیل عدم توجه به اصول محیط زیستی با اعتراض مردم و سازمان‌های مردم نهاد روبه‌رو شد. اما بدلیل اهمیت در ایجاد اشتغال، خدمات ارزشمند در حوزه سلامت و آموزش در منطقه تعطیل نشد. طی این فشارها شرکت متولی آن (BHP) خارج شد و اداره آن را دولت، طبق برنامه توسعه پایدار منطقه برعهده گرفت. برای کاهش اثرات مخرب، سد باطله بازطراحی شد و لایروبی از رودخانه‌ها انجام گرفت. طبق برآوردها، برای از بین رفتن آلودگی‌ها در همین سطح حداقل ۳ قرن زمان لازم است [۱۵،۱۶].</p>		
۲	نام معدن/کشور/ نوع کانه/سال آغاز فعالیت	منطقه کاکوبیرا/برزیل / طلا/۲۰۰۰ میلادی
	چالش‌های اساسی ایجاد شده	
	عدم درک صحیح از فعالیت شرکت‌های معدنکاری توسط جامعه	
راه کارهای ارائه شده		
<p>روستای کاکوبیرا (با ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت) از قدیم محل فعالیت معدنکاری محلی و سنتی برای استخراج طلا بوده است. اما با اتمام رخنمون‌های سطحی این فعالیت‌ها کاهش یافت. یکی از شرکت‌های تازه تاسیس برزیلی تصمیم به مطالعه اکتشافی این منطقه گرفت اما با توجه به اینکه قسمتی از کانسار احتمالاً در مجاورت روستا و یا زیر آن قرار می‌گرفت، با رایزنی با شهردار منطقه و مردم روستا قرار شد ساخت و سازهای از پیش تعیین شده برای توسعه روستا متوقف شود تا شرکت بتواند حفاری‌های احتمالی را انجام دهد. شرکت در قبال این همکاری متعهد شد که در آینده در ایجاد زیرساخت‌های روستا کمک کند. برای ارتباط با مردم محلی شرکت تعدادی از کارگران را با حقوق خوب جهت نمونه‌برداری استخدام کرد. با پایان کار مطالعات صحرایی و شروع مطالعات دفتری، همزمان با اخراج کارگران، مردم منطقه از آغاز فعالیت معدنی در کوتاه مدت ناامید شدند و شروع به ساخت و سازهای جدید نمودند و توجهی به فعالیت‌های شرکت نکرده و تقاضای ایجاد زیرساخت‌های وعده داده شده توسط شرکت را داشتند. در حقیقت آن‌ها از ماهیت فعالیت‌های شرکت‌های معدنی بی‌اطلاع بودند و ریسک رونق اقتصادی در درازمدت را، به کار در زمین‌های کشاورزی و دامداری خود قبول نمی‌کردند (البته این یک واکنش معمول در جوامع دور افتاده و محروم، در مقابل فعالیت شرکت‌های معدنی است) [۱۵].</p>		
۳	نام معدن/کشور/ نوع کانه/سال آغاز فعالیت	معدن مانیتوبا/ کانادا/ سرب- روی (نیکل- طلا)/۱۹۵۸
	چالش‌های اساسی ایجاد شده	
	خاتمه کار برخی معادن منطقه مانیتوبا	
راه کارهای ارائه شده		
<p>در منطقه مانیتوبا شغل اصلی بسیاری از مردم معدنکاری بود اما با اتمام ذخیره برخی معادن، بسیاری از آن‌ها در خطر از دست دادن فعالیت‌های اقتصادی خود بودند. با پیشنهاد انجمن معدنکاری کانادا و موافقت دولت مرکزی، تصمیم گرفته شد که در تصمیم‌گیری‌های این صنعت پنج گروه (وزارت معدن، مقامات دولت‌های محلی، اتحادیه‌های کارگری، مردمان بومی و انجمن‌های محیط زیستی) شرکت داشته باشند تا یک صنعت معدنکاری پایدار حاصل شود. در نتیجه این مشارکت، در بخش‌هایی از منطقه مانیتوبا گروهی از صاحبان معادن بسته شده، تصمیم گرفتند با توجه به فضای ایجاد شده، برای اکتشافات جدید از جذب سرمایه و حمایت سرمایه‌گذاران استفاده کنند. همچنین تصمیم گرفته شد منطقه یاد شده به دلیل وجود فعالیت‌های قدیمی و سنتی معدنکاری در آن به‌عنوان یک منطقه گردشگری معرفی شود و با فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم، برخی از این معادن به عنوان مکان‌های تفریحی مانند شکار و ماهیگیری، اسکی و ورزش‌های زمستانی تبلیغ شدند. علاوه بر این زیر نظر دولت بخش‌هایی از معادن بسته شده، برای تولید داروهای خاص گیاهی و برخی محصولات کشاورزی کشت شدند. درحقیقت با احیا زمین در بخشی از معادن قدیمی ایجاد اشتغال انجام گرفت و در نتیجه توسعه اقتصادی و اجتماعی در کنار حفظ تنوع اکوسیستم حاصل شد [۱۵].</p>		

## ۳- نتیجه گیری

توسعه پایدار یک چارچوب مطمئن برای دستیابی به یک جامعه سالم، محیط زیست پاک و اقتصاد قوی است. با توجه به اهمیت این مفهوم کشورهای توسعه یافته و کشورهای نوظهور، بخش قابل توجهی از بودجه آموزشی خود را در دانشگاه‌ها صرف آموزش و نهادینه کردن مفاهیم توسعه پایدار می‌کنند. در کشور ایران منابع معدنی به عنوان یک فرصت برای پیشرفت و توسعه کشوراند اما وضعیت صنعت معدنکاری ایران در مولفه‌های مختلف توسعه پایدار، در مقایسه با سایر کشورهای معدنی وضعیت مناسبی ندارد. برای آنکه صنعت معدنکاری بتواند یک صنعت پایدار باشد و نقش خود را در توسعه پایدار ایفا کند، تعریف یک چارچوب کلی و جامع برای آن بسیار مهم است. معادن برای ادامه فعالیت خود در ایران با چالش‌های اساسی در حوزه‌های مختلف مانند محیط زیست، مصرف انرژی، ایمنی و بهداشت روبه‌رو هستند. در این راستا، مدیریت صحیح پساب‌های کارخانه‌های فرآوری، توجه بیشتر به تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، برگزاری دوره‌های بازآموزی برای نیروی کار از راه کارهای مهم برای بهبود وضعیت موجود است. همچنین نظر به افزایش مصرف مواد معدنی و نیاز صنعت کشور به فلزات و سایر کانی‌ها، توجه ویژه به روش‌های نوین در اکتشاف ذخایر عمیق و نیز استخراج ذخایر کم عیار از نکات بسیار مهم در راستای دستیابی به توسعه پایدار است همچنین مسئولیت اجتماعی صنعت معدنکاری یکی از ارکان اصلی در دستیابی به توسعه پایدار است. با توجه به مخاطرات زیاد در این صنعت، باید توجه ویژه به اصول آموزشی نیروی کار آن داشت تا صنعت معدنکاری در جامعه به عنوان یک صنعت کم خطر و مبتنی بر فن آوری‌های پیشرفته شناخته شود. در تمام کشورهای توسعه یافته و صاحب نام در صنعت معدنکاری، در هنگام تعارض معدنکاری با مولفه‌های توسعه پایدار سعی شده با همکاری تمام دستگاه‌های متولی و نیز معدنکاران به یک راهکار عملی در چارچوب مفاهیم توسعه پایدار دست یابند. به نظر می‌رسد برای نهادینه کردن توسعه پایدار در صنعت معدنکاری کشور تاسیس کارگروه توسعه پایدار برای معادن، در سازمان نظام مهندسی معدن کشور به منظور ارزیابی عملکرد و برنامه‌ریزی مدون در زمینه آموزش مفاهیم توسعه پایدار اهمیت ویژه‌ای دارد.

## ۴- مراجع

- [1] UNESCO. (2002). "Report of the World Summit on Sustainable Development (WSSD)". Johannesburg, South Africa, from 26 August - 4 September, www.un.org.
- [2] Botin, J. A. (2009). "Sustainable Management of Mining Operations". Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, pp. 49, ISBN 13: 978-0-87335-267-3.
- [3] Breaking new ground. (2002). "The Report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project". Earthscan, ISBN: 1 85383 907 8.
- [4] Environmental and Energy Study Institute. (2006). "Industrial Energy Efficiency: Using new technologies to reduce energy use in industry and manufacturing". Available at: www.issuelab.org.
- [5] United Nations. (1987). "Our Common Future: report of the World Commission on Environment and Development". <http://www.un-documents.net>, ISBN: 019282080X.
- [۶] قربانی، م.؛ ۱۳۸۱؛ "دیی‌چ‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران"، سازمان زمین‌شناسی کشور، ص ۲۰-۱۲.
- [۷] شرکت ملی نفت ایران، [www.nioc.ir](http://www.nioc.ir).
- [8] Worldometers. (2017). "Energy". [www.worldometers.info](http://www.worldometers.info).
- [۹] آمار معادن ایران؛ ۱۳۹۴؛ وبسایت سازمان آمار ایران، [www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir).
- [10] International council on mining and metals. (2012). "The role of mining in national economies". Available at [www.icmm.com](http://www.icmm.com).
- [11] U.S. Geological Survey. (2015). "Mineral commodity summaries". Available at <http://dx.doi.org>.
- [۱۲] اطلاعات معادن ایران؛ ۱۳۹۵؛ وبسایت اطلاع‌رسانی معادن ایران، [www.iranmining.com](http://www.iranmining.com).
- [۱۳] مصرف انرژی در صنعت؛ ۱۳۹۵؛ سازمان بهره‌وری انرژی ایران، [www.saba.org.ir](http://www.saba.org.ir).
- [14] Henry, K. (2015). "Tips for Reducing Energy Consumption in the Mining Industry". Available at [www.energymanagertoday.com](http://www.energymanagertoday.com).
- [15] Hilson, G., and Murck, B. (2000). "Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective". Resource Policy, 26(4): 227-238.

- ‡ The world commission on environment and development (WCED)
- ‡ 'Our common future ' or ' Brundtland report '
- ♠ Mining, minerals and sustainable development (MM-SD)
- ‡ US department of energy
- ‡ Pollution abatement
- ^ Research and Development

[16] Paulina, S. (2008). "From dependency to sustainability: building capacity for economic development: a case study on Ok Tedi". Asia Development Bank, 20-40.

[17] Dubinski, J. (2013). "Sustainable development of mining mineral resources". Journal of Sustainable Mining, 12(1): 1-6.

---

‡ Sustainable development (SD)

‡ United nations(UN)