

بررسی شاخص‌های پایداری زیست محیطی با تاکید بر معادن

محمدجواد عبدالملکی^{۱*}، مرجان سالاری^۲، سمیه عبدالملکی^۳

*- کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط زیست، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان

۳- کارشناسی زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

* ایمیل نویسنده مسئول: mjv_a@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۰۳

چکیده

معدن‌کاری و استخراج منابع معدنی علاوه بر اینکه یک صنعت جهانی است نقش مهمی را نیز در اقتصاد و سرنوشت هر کشوری دارد. با توجه به اینکه عملیات معدن‌کاری در مناطق دورافتاده و حساس از نظر زیست محیطی و یا کمتر توسعه یافته انجام می‌گیرد، اما نمی‌توان از این نکته مهم چشم‌پوشی نمود که مشکلات فراوانی همچون آلودگی آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی و مرگومیر آبزیان را به وجود می‌آورد. اگر معدن‌کاری به شیوه‌ای پایدار مدیریت شود، علاوه بر ایجاد شغل، نوآوری و ترغیب سرمایه‌گذاری باعث تقویت زیرساخت‌های حیاتی هر کشوری خواهد شد. در صورت مدیریت ضعیف، معدن‌کاری منجر به تخریب محیط زیست، جابه‌جایی جمعیت، نابرابری و افزایش درگیری و سایر چالش‌ها می‌شود. معدن‌کاری سبز نوع مدرنی از الگوی معدن‌کاری است که هدف اصلی آن استخراج منابع به صورت بهینه و به مقدار کافی، کاهش اثرات زیست محیطی، ایجاد توازن و بهینه‌سازی منافع سرمایه‌گذاری و جامعه بر اساس شاخص‌هایی توسعه پایدار است که توسط سازمان ملل (SDG) معرفی شده‌اند. معدن به عنوان یکی از قدیمی‌ترین فعالیت‌های انسان می‌باشد که توسعه اقتصادی، فرهنگی و فنی جوامع و کشورها را در طول تاریخ بر عهده داشته است. هدف از شاخص‌های معرفی شده سازمان ملل دستیابی به توسعه پایدار در معدن‌کاری و در نظر گرفتن تمامی ابعاد مؤثر در زندگی ساکنان اطراف معادن اعم از اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی می‌باشد. در این تحقیق توصیفی-کتابخانه‌ای، به بررسی و بحث در مورد تطابق بین فعالیت معدنی و SDGها و ارتباط معدن با محیط پیرامون پرداخته می‌شود. نخست به تعریف ابعاد توسعه و در نهایت به بررسی شاخص‌های توسعه پایدار پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی:

"معدن"، "توسعه پایدار"، "سازمان ملل"، "SDG"

۱- مقدمه

توسعه پایدار، مفهوم جدیدی است که پس از انقلاب صنعتی و معضلات ایجاد شده در رابطه با صنعتی شدن و توسعه تکنولوژیک شهرها، از طریق پیوند بین ابعاد مختلف توسعه (اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و اجتماعی) و توجه خاص به ملاحظات اکولوژیکی، شکل گرفته است. توسعه‌ای را پایدار در نظر می‌گیرند که بتواند نیازهای کنونی سازمان را بدون خدشه‌دار کردن به توانایی‌های نسل آینده در برآورده ساختن نیازهایشان پاسخ دهد. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسل‌ها قرار داشته، به رسمیت شناخته می‌شود. توسعه پایدار دارای ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. پایداری در اقتصاد را می‌توان در ایجاد رشد عادلانه و متوازن جامعه انسانی و تضمین بهره‌مندی تک‌تک انسان‌ها در طول زمان بدون وارد آوردن آسیب به منابع زیستی، طبیعی و فرهنگی تعریف نمود. بعد اجتماعی به چگونگی رابطه افراد، تعالی

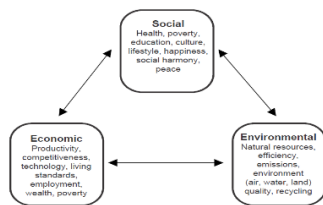
رفاه افراد، سلامت، بهداشت، خدمات آموزشی، توسعه فرهنگ‌های مختلف و رفع فقر مربوط می‌شود. بعد محیط زیست با حفاظت و تقویت پایه منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم مرتبط است و به ارتباط میان طبیعت و انسان می‌پردازد.

۲- بحث و بررسی موضوع

ابعاد توسعه پایدار

توسعه پایدار، مفهوم جدیدی است که پس از انقلاب صنعتی و معضلات ایجاد شده در رابطه با صنعتی شدن و توسعه تکنولوژیک شهرها و از طریق پیوند بین ابعاد مختلف توسعه (اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و اجتماعی) و توجه خاص به ملاحظات اکولوژیکی، شکل گرفته است. توسعه‌ای را پایدار در نظر می‌گیرند که نیازهای کنونی سازمان را بدون خدشه‌دار کردن به توانایی‌های نسل آینده در برآورده ساختن نیازهایشان پاسخ دهد. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسل‌ها قرار داشته، به رسمیت شناخته می‌شود.

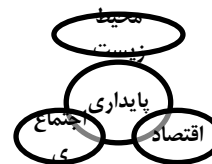
- (۱) منابع طبیعی بستری را فراهم می‌کند که در آن مشاغل و سودآوری ایجاد می‌شود.
 - (۲) اشتغال بر تولید ثروت، استانداردهای زندگی و نرخ فقر تأثیر می‌گذارد.
 - (۳) فقر منجر به جرم و ناآرامی و بی‌ثباتی اجتماعی است.
 - (۴) کیفیت منابع، هوا و آب بر سلامت تأثیر می‌گذارد.
 - (۵) منابع مورد استفاده برای تولید بر سودآوری اثرگذار است.
- شاخص‌های مؤثر برای پایداری و سایر اهداف، ویژگی‌های یکسان را به اشتراک می‌گذارند؛
- (۱) ارتباط: آن‌ها اطلاعات لازم در مورد یک سیستم یا فرآیند را نشان می‌دهند.
 - (۲) درک‌پذیری: آن‌ها مستقیماً و به راحتی توسط کارشناسان و غیرکارشناسان درک می‌شوند.
 - (۳) قابلیت اطمینان: آن‌ها اطلاعاتی را که قابل اعتماد است، ارائه می‌دهند.
 - (۴) قابل ارزیابی: آن‌ها بر اساس داده‌های موجود و قابل دسترس می‌باشند.



شکل ۲- روابط بین بخش‌های اجتماعی، زیست محیطی و اقتصاد (Rosen et al, ۲۰۱۲).

برای هزاران سال متوالی، استخراج از معادن نه تنها به عنوان منبع ثروت اقتصادی بزرگ محسوب می‌شدند، بلکه نگرانی‌های اجتماعی و زیست محیطی را نیز به دنبال داشتند. بنابراین، طی سال‌های طولانی تمرکز برنامه توسعه پایدار تجارت و سیاست عمومی بود. بسیاری از برنامه‌های بین‌المللی، مانند شورای بین‌المللی معدن و فلزات (ICMM) و برنامه توسعه سازمان ملل متحد (UNDP)، سعی کردند این مفهوم را با توسعه چارچوب‌هایی برای هدایت در اجرای آن‌ها توسط بخش معدن به تصویر بکشند. با این حال، دانش کمی در مورد سهم بخش معدن نسبت به اهداف توسعه پایدار سازمان ملل (SDGs) که در سال ۲۰۱۵ در دستور کار توسعه قرار گرفته و از نظر سیاسی مشروعیت یافته است، وجود دارد (UNDP, ۲۰۲۰). در سپتامبر ۲۰۱۵، ۱۹۳ کشور عضو سازمان ملل متحد (UN): "دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار" را تصویب کردند که شامل مجموعه‌ای از اهداف توسعه پایدار (SDGs) برای سال‌های ۲۰۳۰ - ۲۰۱۵ می‌باشد. دستور کار چارچوبی را برای بیانیه و اهداف توسعه هزاره (MDGs)

توسعه پایدار دارای ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست است (هاشمی اصل، ۱۴۰۰). «معدن کاری سبز» فناوری تازه‌ای است که شرکت‌های معدنی زیادی در جهان تلاش می‌کنند تا با استفاده از آن آسیب‌های زیست محیطی معدن کاری را کاهش دهند. این فناوری عملکردی کارآمد برای صرفه‌جویی در بهره‌برداری از منابع با در نظر گرفتن چشم‌اندازهای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی می‌باشد. معدن کاری سهم قابل توجهی در تمدن بشر تا به امروزه داشته است ولی عملیات و فرآیندهای آن در صورت نبود مدیریتی صحیح و کارآمد آثار نامطلوبی بر محیط زیست خواهد داشت. اثرات آن غالباً جبران‌ناپذیرند که این نیز باعث کاهش میزان خودپالایی نظام طبیعی می‌شود. برداشت از معدن بدون توجه به اصول پایداری آثار غیرقابل جبرانی را در آینده بر پیرامون معدن و بر پیکره‌ی جامعه زیستی اطراف معادن ایجاد می‌کند (Khalil et al, ۲۰۱۳). تقسیم‌بندی کلی که برای پایداری یک معدن با توجه به اینکه یکی از نیازهای فزاینده‌ی جوامع انسانی است، می‌توان در نظر گرفت شامل ۳ بخش است؛ زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی، که هر بخش آن دربرگیرنده‌ی یکی از اهداف توسعه‌ی پایدار می‌باشد (Campbell et al, ۱۹۷۷).



شکل ۱- اهداف توسعه پایدار که نشان‌دهنده پایداری به عنوان نقطه تلاقی سه بخش کلیدی است. (Purvis et al, ۲۰۱۹)

شاخص‌ها به شناسایی وضعیت موجود کمک می‌کنند، پیشرفت به سوی یک هدف و چالش‌ها و مشکلاتی که می‌توان در بررسی‌ها به آنها دست یافت. البته برای رسیدگی به چالش‌ها و مشکلات باید اقداماتی به تصویب برسد. شاخص‌های جامعه پایدار ناکافی بودن ارتباط بین اقتصاد، محیط زیست و جامعه را مشخص و رویکردهایشان را برای حل مشکلات مطرح و اولویت‌بندی می‌کنند. شاخص‌های سنتی مانند سودآوری اقتصادی، کیفیت بهداشت و آب، اندازه‌گیری تغییرات در یک بخش از جامعه، مستقل از سایر بخش‌ها هستند در حالی که شاخص‌های پایداری منعکس‌کننده روابط میان سه جنبه پایداری و عوامل مؤثر بر آن‌ها هستند. شکل (۱) این روابط را به خوبی نشان می‌دهد، به عنوان مثال؛

افزایش نابرابری اقتصادی و اجتماعی، درگیری‌های مسلحانه، خشونت مبتنی بر جنسیت، فرار مالیاتی و فساد، مشکلات بهداشتی و نقض حقوق بشر، اشاره کرد. در دهه‌های اخیر، صنعت با بهبود نحوه مدیریت اثرات زیست محیطی و اجتماعی شرکت‌ها، حفاظت از سلامت کارگران، دستیابی به بهره‌وری انرژی، گزارش جریان‌های مالی و احترام و حمایت، پیشرفت‌های چشمگیری در کاهش و مدیریت این گونه اثرات منفی و خطرات داشته است. نکته مهم مشارکت مثبت شرکت‌های معدنی در SDGها شامل بهبود SDGها و اهداف مربوطه بالاتر از سطح پایه و همچنین جلوگیری یا کاهش اثرات منفی بر SDGها و اهداف مربوطه است (Rosen et al, ۲۰۱۲). SDGهای معرفی شده توسط سازمان ملل ۱۷ مورد را تحت مطالعه و بررسی قرار می‌دهند که در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱: SDGهای معرفی شده توسط سازمان ملل (Rosen et al, ۲۰۱۲)

اهداف توسعه پایدار (SDG)	
SDG ۱:	فقر زدایی
SDG ۲:	نبود گرسنگی
SDG ۳:	سلامت و رفاه
SDG ۴:	آموزش باکیفیت
SDG ۵:	برابری جنسیتی
SDG ۶:	آب تمیز و بهداشت
SDG ۷:	انرژی پاک و مقرون به صرفه
SDG ۸:	کار مناسب و رشد اقتصادی
SDG ۹:	صنعت، نوآوری و زیرساخت‌ها
SDG ۱۰:	کاهش نابرابری
SDG ۱۱:	شهرها و جوامع پایدار
SDG ۱۲:	مصرف و تولید مسئولانه
SDG ۱۳:	اقدامات اقلیمی
SDG ۱۴:	زندگی زیر آب
SDG ۱۵:	زندگی در خشکی
SDG ۱۶:	صلح، عدالت و نهادهای قوی
SDG ۱۷:	مشارکت برای دستیابی به اهداف

برای شرکت‌هایی که به دنبال هم‌سویی عملیات خود با اهداف توسعه پایدار هستند، اهداف مربوط به شمول اجتماعی، پایداری زیست محیطی و توسعه اقتصادی نقطه شروع مفیدی هستند:

پایداری زیست محیطی

این بُعد با حفاظت و تقویت پایه منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم مرتبط است و به رابطه طبیعت و انسان می‌پردازد. پایداری بوم‌شناختی را می‌توان در تداوم و ارتقای سلامت و کارکردهای اصلی محیط زیست تعریف نمود. اصل مهم در تفکر پایداری نگرش چندمقیاسی و فرامقیاسی نسبت محیط زیست و مدیریت فعالیت‌های

که دوره ۲۰۱۵ - ۲۰۳۰ را پوشش می‌دهد، ارائه می‌نماید. SDGها طرح جامع جهان شمول برای اقدامات اجتماعی، پایداری زیست محیطی و توسعه اقتصادی را نشان می‌دهد. تحقق اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ نیازمند همکاری بی‌سابقه‌ای بین دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی، شرکای توسعه، بخش خصوصی و جوامع است (Nurmi et al, ۲۰۱۴). یک جنبه مهم اندازه‌گیری و ارزیابی پایداری و تلاش برای افزایش آن، شاخص‌های پایداری است. شاخص‌ها به شناسایی وضعیت موجود کمک می‌کنند، پیشرفت به سوی یک هدف و چالش‌ها و مشکلاتی که می‌توان در بررسی‌ها به آنها رسید و همچنین اقداماتی که باید برای رسیدگی به چالش‌ها و مشکلات به تصویب برسند. شاخص‌های جامعه پایدار چگونگی ناکافی بودن ارتباط بین اقتصاد، محیط زیست و جامعه را مشخص می‌کنند و برای حل مشکلات رویکردهای خود را مطرح و اولویت‌بندی می‌کنند. استخراج معادن یک صنعت جهانی است و اغلب در مناطق دورافتاده و حساس از نظر زیست محیطی یا کمتر توسعه یافته انجام می‌شود و بسیاری از اراضی و مناطق بومی را تحت تأثیر از نظر برداشت قرار می‌دهد البته زمانی که به درستی مدیریت و انجام گیرد، می‌تواند موجب ایجاد شغل در منطقه، تحریک نوآوری، سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌هایی در مقیاس متغیر طی افق‌های زمانی طولانی شود. با این حال، در صورت مدیریت ضعیف، پیامدهای معدن‌کاری شامل تخریب محیط‌زیست، جابجایی جمعیت، نابرابری و افزایش درگیری و سایر چالش‌ها در مناطق تحت برداشت می‌باشد. هدف این بررسی ترسیم پیوندهای بین استخراج و SDGها، تشویق شرکت‌های معدنی با هر میزان از سرمایه‌ای است تا SDGهای مرتبط را در کسب‌وکار و عملیات خود بگنجانند و تلاش‌های فعلی خود را تایید نموده و ایده‌های جدید را خلق کنند. لازمی موفقیت مشارکت اساسی و مداوم بین دولت‌ها، بخش خصوصی، جوامع و جامعه مدنی است. صنعت معدن می‌تواند تأثیرات مثبت و منفی بر روی اهداف توسعه پایدار داشته باشد. استخراج معادن با ایجاد فرصت‌هایی برای اشتغال مناسب، توسعه کسب‌وکار، افزایش درآمدهای مالی و پیوندهای زیرساختی، می‌تواند توسعه اقتصادی را تقویت کند. بسیاری از مواد معدنی تولید شده توسط معدن نیز بلوک‌های اساسی برای فناوری‌ها، زیرساخت‌ها، انرژی و کشاورزی هستند. با این حال، از نظر تاریخی، استخراج معادن به بسیاری از چالش‌هایی که SDGها در تلاش برای رفع آن هستند کمک نموده است. از آثار منفی صنعت معدن بر روی اهداف توسعه پایدار می‌توان به تخریب محیط زیست، جابجایی جمعیت،

اقدامات اقلیمی: فعالیت‌های معدنی، انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای فشرده‌اند و فرصت‌هایی را برای بهره‌وری بیشتر و همچنین گسترش دسترسی به انرژی ارائه می‌دهد (Sonesson et al., ۲۰۱۶).

پایداری اجتماعی

بعد اجتماعی به رابطه انسان‌ها با یکدیگر، تعالی رفاه افراد، سلامت و بهداشت، خدمات آموزشی، توسعه فرهنگ‌های مختلف و برابری و رفع فقر مربوط می‌شود. همچنین اقتصاددانان نقش نظام‌های اجتماعی را در نیل به فرآیند پایداری رشد اجتماعی به کمک دو اصل "سرمایه انسانی" و "سرمایه اجتماعی" توضیح می‌دهند. بر این مبنای جامعه‌ای پایدار جامعه‌ای است که در آن همزیستی متعادل جامعه انسانی و محیط زیست طبیعی در راستای بهره‌مندی توان اجتماعی - اقتصادی برقرار گردد. خصوصیات چنین جامعه‌ای عبارتند از:

- بهره‌مندی مکفی از سرمایه‌های اصلی
- مشمولیت و دربرگیرندگی تنوع نژادی و فرهنگی و غیره در جهت افزایش سرمایه اجتماعی
- برخورداری از سلامت و رفاه
- برخورداری از آموزش
- رشد و ارتقای تعامل اجتماعی
- برخورداری از اصول و ارزش‌های پایدار (هاشمی‌اصل و همکاران، ۱۴۰۰).

استخراج معادن به طور قابل ملاحظه‌ای جوامع محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند فرصت‌های اقتصادی را ایجاد کند، اما چالش‌های مربوط به معیشت و حقوق بشر را نیز به همراه دارد: SDG^۱ - فقرزدایی، SDG^۵ - برابری جنسیتی و SDG^{۱۰} - کاهش نابرابری: معادن از طریق مالیات، حق امتیاز و سود سهام درآمدزایی قابل توجهی برای جوامع دارند و موجب می‌شوند که دولت‌ها در توسعه اقتصادی و اجتماعی علاوه بر فرصت‌هایی برای مشاغل و کسب‌وکار محلی، سرمایه‌گذاری کنند. شرکت‌های معدنی با همکاری جوامع برای درک تأثیرات مثبت و منفی واقعی و بالقوه معادن، می‌توانند رویکردی فراگیر داشته باشند. شرکت‌ها همچنین می‌توانند از فرآیندهای تصمیم‌گیری محلی مشارکتی در مورد عملیات معدن، تخصیص عادلانه مزایا و حل‌وفصل نارضایتی‌ها حمایت کنند و فرصت‌ها را برای تقویت صدا و نفوذ گروه‌های به حاشیه رانده شده، از جمله زنان، شناسایی و گسترش دهند تا اطمینان حاصل شود که نابرابری‌ها کاهش می‌یابد. (Sonesson et al., ۲۰۱۶).

SDG^{۱۶} - صلح، عدالت و نهادهای قوی: معدن می‌تواند با جلوگیری و رفع تعارض شرکت و جامعه، احترام به حقوق

انسانی در چارچوب چنین چشم‌اندازی از محیط می‌باشد. بر مبنای تعریف، هر فعالیت توسعه انسانی، نظیر ساخت محیط توسط انسان، در حیطه یک یا چند بوم سامانه اصلی اتفاق می‌افتد. لازمه برقراری و تداوم حالت پایدار در یک بوم سامانه، همزیستی و ارتباط متعادل تمام ارکان و عناصر آن با یکدیگر و با محیط فراتر می‌باشد. بنابراین شناخت مسیرهای آسیب‌پذیر می‌تواند منجر به ایجاد نظام‌های پایدار انسان‌ساخت گردد (هاشمی‌اصل، ۱۴۰۰). پایه و اصول در بعد زیست محیطی توسعه پایدار بر ۳ مفهوم انرژی (Energy)، محیط (Environment) و بوم‌شناسی (Ecology) استوار است. در بررسی موضوع انرژی موارد زیر را می‌توان بیان نمود؛ شناسایی منابع انرژی، کاهش استفاده و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کارایی انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند: باد، خورشید، امواج، زیست توده. استفاده از انرژی نهفته در مواد و مصالح و سوخت‌های غیرفسیلی برای تأمین انرژی نهفته برای مبحث محیط در توسعه پایدار به موارد زیر می‌توان اشاره کرد؛

- بررسی محیط طبیعی شامل زمین، آب، هوا، حفاظت از کیفیت‌های محیط و جلوگیری از آلودگی‌های محیط (گازهای گلخانه‌ای).
- اثرات باران‌های اسیدی، از بین رفتن خاک و آلودگی آب‌ها.
- شناسایی و بررسی منابع طبیعی مانند منابع معدنی و حفاظت از آن‌ها.
- مدیریت مواد زائد، استفاده مجدد و بازیافت مواد و مصالح.

در موضوع اکولوژی (بوم‌شناسی) نیز مباحث زیر را می‌توان بیان نمود؛

- شناسایی و مطالعه اکوسیستم‌ها (جنگل‌ها، گیاهان، موجودات زنده).
- تنوع زیستی موجودات زنده.
- چرخه زندگی موجودات زنده (هاشمی‌اصل و همکاران، ۱۴۰۰).

فعالیت‌های معدنی معمولاً بر زمین، آب، آب‌وهوا، گیاهان، جانوران و افرادی که به این منابع وابسته‌اند، اثرگذار هستند. SDG^۶ - آب پاک و بهداشت و SDG^{۱۵} - زندگی در خشکی: توسعه معدن مستلزم دسترسی به زمین و آب است که موجب ایجاد اثرات نامطلوب قابل توجهی بر زمین‌ها و منابع طبیعی می‌گردد البته می‌توان آن‌ها را کاهش داده یا از آن‌ها اجتناب نمود (Sonesson et al., ۲۰۱۶).

SDG^۷ - انرژی پاک و مقرون به صرفه و SDG^{۱۳} -

استفاده مجدد و بازیافت فراهم می‌نماید (Sonesson *et al.*, ۲۰۱۶). دستیابی به توسعه پایدار موضوعی چالش برانگیز است و در این راستا صنعت معدن باید تعامل، مشارکت و گفتگوی خود را با سایر بخش‌های صنعت، دولت، جامعه مدنی و جوامع محلی افزایش دهد. برای تحقق بخشیدن به پتانسیل کامل برای مشارکت در جهت دستیابی به اهداف، شرکت‌های معدنی موظفند به کار خود ادامه داده تا تغییرات را در تجارت اصلی خود ادغام نمایند. صنعت معدن علاوه بر موارد گفته شده باید همکاری، مشارکت و گفتگوی سودمند با دولت و جامعه مدنی را بتواند تقویت کند. (Sonesson *et al.*, ۲۰۱۶).

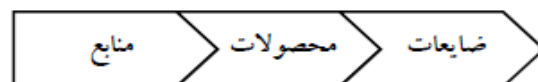
۳- نتایج

در جهت دست یابی به زمینه‌ای مناسب از توسعه به خصوص توسعه‌ی پایدار منطقه‌ای، بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های هر بخش از منطقه نیاز به برنامه‌ریزی دارد. بنابراین با برنامه‌ریزی اصولی و منطقی در ابعاد اقتصادی و اجتماعی و محیط زیستی معدن‌کاری، اعمال نظارت هماهنگ به جنبه‌های مختلف و اتخاذ قوانین استوار می‌توان علاوه بر توسعه‌ی اقتصادی، جنبه‌های زیست محیطی و کالبدی را نیز تقویت نموده و با به‌کارگیری توسعه پایدار و معدنکاری سبز به عنوان پارادایم غالب در اقدامات، سیاستگذاری‌ها و طرح‌های توسعه‌ی معدنی این امر محقق می‌شود. به کار بردن ابعاد، اصول و اهداف معدنکاری سبز، راهبردی برای مدیریت بهینه هر پروژه معدنی است که منجر به شکل‌گیری وجهه‌ی مثبت عمومی فعالیت‌های معدنی، افزایش بهره‌وری، توسعه اقتصاد سبز، توسعه اجتماعی پایدار، تساوی حقوق اجتماعی، مدیریت زیست محیطی و اکولوژیکی می‌گردد. توسعه پایدار یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان با طبیعت و انسان‌ها با یکدیگر است البته این مسئله با دیدگاه دو سده گذشته انسان که بر پایه جدایی موضوعات محیطی، اجتماعی و اقتصادی شکل گرفته بود، در تضاد است. در دو سده گذشته، این تصور که محیط را به طور کلی باید به عنوان یک عامل خارجی و تنها برای استفاده و استثمار انسان در نظر گرفت، حاکم بود. در این دیدگاه، ارتباط انسان و محیط، به صورت غلبه انسان بر طبیعت و بر این باور که دانش و فناوری بشر می‌تواند بر تمام موانع محیطی و طبیعی برتری یابد، استوار بود. مفهوم توسعه پایدار، حاصل رشد و آگاهی از پیوندهای جهانی، مابین مشکلات محیطی در حال رشد، موضوعات اجتماعی، اقتصادی، فقر و نابرابری و نگرانی‌ها درباره یک آینده سالم برای بشر است. توسعه پایدار، مسائل محیطی، اجتماعی و اقتصادی را به هم پیوند می‌دهد. توسعه‌ای را پایدار در نظر می‌گیرند

بشر و حقوق مردم بومی، اجتناب از انتقال غیرقانونی وجوه به مقامات دولتی یا سایر افراد، به جوامع صلح‌آمیز و حاکمیت قانون کمک کند. از گزارش شفاف جریان‌های درآمدی و حمایت از تصمیم‌گیری نماینده شهروندان و جوامع در توسعه معدن باید اطمینان حاصل نمود (Sonesson *et al.*, ۲۰۱۶).

پایداری و توسعه اقتصادی

استخراج معدن می‌تواند تأثیر محلی، منطقه‌ای و ملی بر توسعه و رشد اقتصادی داشته باشد که برای ایجاد زیرساخت‌ها و فناوری‌های جدید و فرصت‌های شغلی، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این بُعد به رشد اقتصادی و سایر پارامترهای اقتصادی پرداخته می‌شود و در آن رفاه فرد و جامعه باید از طریق استفاده بهینه و کارایی منابع طبیعی و توزیع عادلانه منافع، تأمین شود. پایداری در اقتصاد را می‌توان در ایجاد رشد عادلانه و متوازن جامعه انسانی و تضمین بهره‌مندی تک‌تک انسان‌ها در طول زمان بدون وارد آوردن خدشه به منابع زیستی، طبیعی و فرهنگی تعریف نمود. در بُعد اقتصادی توسعه پایدار، اقتصاد حاکم بر جامعه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فعالیت‌های تولیدی فناوری‌ها و منابعی که در آن‌ها استفاده می‌شود، باید توسعه پایدار با محیط زیست دارای هماهنگی و سازگاری باشد. در پژوهش‌های گذشته، فرآیند تولید به صورت خطی (linear Development) انجام می‌شد ضایعات از محصولات و محصولات از منابع به دست می‌آمد. فرآیند تولید خطی همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده، به صورت زیر انجام می‌گرفت (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۵).



شکل ۳- فرآیند تولید خطی

SDG۸ - کار شایسته و رشد اقتصادی: معدن می‌تواند فرصت‌های اقتصادی جدیدی را برای شهروندان و اعضای جوامع محلی ایجاد کند، از جمله مشاغل، آموزش و توسعه کسب‌وکار مربوط به عملیات معدن، ارائه‌دهندگان خدمات مرتبط، یا اقتصادهای محلی جدید مرتبط با معدن است (Sonesson *et al.*, ۲۰۱۶). SDG۹- زیرساخت و نوآوری صنعتی و SDG۱۲- مصرف و تولید مسئولانه: معدن می‌تواند به توسعه اقتصادی و تنوع از طریق مزایای اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم و با تحریک ایجاد زیرساخت‌های جدید برای حمل‌ونقل، ارتباطات، آب و انرژی کمک کند. معدن همچنین مواد حیاتی برای فناوری‌های تجدیدپذیر و فرصتی برای شرکت‌ها جهت همکاری در سراسر زنجیره تأمین و به حداقل رساندن ضایعات و

شاخص‌های متعددی در زمینه‌های مختلف است که عبارتند از: تأمین مخارج معیشتی خانوارها در زمینه نیازهای اساسی (غذا، پوشاک، مسکن، بهداشت و سایر موارد)، وجود کار برای سرپرستان خانوار، افزایش دسترسی عموم به آموزش و ازدیاد نرخ باسوادی در جامعه، افزایش مشارکت عموم افراد در اداره جامعه و حکومت و استقلال ملی به مفهوم عدم تأثیرپذیری سایر دولت‌ها بر تصمیمات دولت ملی.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش شناساندن ارتباط متقابل معدن و محیط زیست بوده است. معدن‌کاری سبب نوعی مدرن از معدن‌کاری است که با در نظر گرفتن تمام جنبه‌ها اعم از محیط زیست، اجتماعی و اقتصادی کمک شایانی به جامعه زیستی بشر در کنترل اثراتی که انسان بر زندگی در این کره خاکی دارد را شامل می‌شود. برای دستیابی به این موضوع چالش‌های بسیاری پیش روی هر کشوری با توجه به موقعیت سیاسی، اجتماعی و فرهنگی آن خواهد بود با این حال در صورت چشم‌پوشی کردن از خطرات معدن‌کاری به روش سنتی و در نظر نگرفتن روش‌های جدی طی این فرایند شاهد از بین رفتن و نابودی مقدار بسیار زیادی از دیگر منابع خواهیم بود و در آینده نیز آسیب‌ها و ضررهای جبران‌ناپذیر دیگری که حیات انسان را در این کره خاکی تحت تأثیر قرار می‌دهند، نمی‌توان چشم‌پوشی نمود.

که بتواند نیازهای کنونی سازمان را بدون خدشه‌دار کردن توانایی‌های نسل آینده در برآورده ساختن نیازهایشان پاسخ گوید. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسل‌ها قرار داشته به رسمیت شناخته می‌شود و استفاده از سرمایه طبیعی در حد بهره آن مجاز می‌باشد. توسعه پایدار دارای ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی - فرهنگی، بوم‌شناختی است. پایداری در اقتصاد را می‌توان در ایجاد رشد عادلانه و متوازن جامعه انسانی و تضمین بهره‌مندی تک‌تک انسان‌ها در طول زمان بدون واردآسیب زدن به منابع زیستی، طبیعی و فرهنگی تعریف نمود. بُعد اجتماعی به رابطه انسان با انسان، تعالی رفاه افراد، سلامت و بهداشت، خدمات آموزشی، توسعه فرهنگ‌های مختلف و برابری و رفع فقر مربوط می‌شود. بُعد بوم‌شناختی با حفاظت و تقویت پایه منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم مرتبط است و به رابطه انسان با طبیعت می‌پردازد. پایداری بوم‌شناختی را می‌توان در تداوم و ارتقای سلامت و کارکردهای اصلی محیط زیست تعریف نمود. در بُعد سیاسی به قانون، سیاست‌گذاری‌ها، برنامه‌ریزی، بودجه‌بندی، نهادسازی، تنوع و تکثرگرایی، احترام به حقوق انسانی و مشارکت مؤثر مردم در تصمیم‌گیری، توجه می‌گردد. از جمله مؤلفه‌های توسعه پایدار می‌توان به این موارد اشاره کرد: انسان، زنان، اکولوژی، فرهنگ، آموزش، علم، اخلاق، امنیت، مشارکت و غیره. توسعه پایدار دارای

منابع

- ۱- جعفریان، م.، عبدالحسین‌پور، ف.، ۱۳۸۵ پایداری شهری با نگاهی به ویژگی‌های شهرهای ایران، اولین همایش بین‌المللی شهر برتر، طرح برتر سازمان عمران شهرداری همدان، مردادماه، ص ۵.
- ۲- هاشمی‌اصل، ج.، یعقوب‌زاده، ا.، نژاد حسینی، ع.، ۲۰۲۱، توسعه پایدار؛ ابعاد، شاخص‌ها، مدل‌ها و راهکارها، کنفرانس روانشناسی و علوم تربیتی گرجستان.
- ۳- Campbell, C., Lee, H., Walter, W. ۱۹۹۷. an Ecological Perspective on Sustainable Development, in Muschett, F. Douglas, Principle of Sustainable Development, St. Lucie Press
- ۴- Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), UNDP, UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN), & World Economic Forum. White Paper—Mapping Mining to the Sustainable Development Goals: An Atlas. ۲۰۱۶. www.jstor.org/stable/45880. Accessed ۲۰ Nov ۲۰۱۹.
- ۵- Khalil, A., Hanich, L., Bannari, A., Zouhri, L., Pourret, O., Hakkou, R. ۲۰۱۳. Assessment of soil contamination around an abandoned mine in a semi-arid environment using geochemistry and geostatistics: pre-work of geochemical process modeling with numerical models. Journal of Geochemical Exploration, ۱۲۵, ۱۱۷-۱۲۹.
- ۶- Nurmi, P. A., Molnár, F. ۲۰۱۴. The future of metal minerals mining in the EU. *European Geologist*, ۳۷, ۱۲-۱۹.
- ۷- Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D. ۲۰۱۹. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*, ۱۴(۳), ۶۸۱-۶۹۵.
- ۸- Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. ۲۰۱۲. Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs. *Sustainability*, ۴(۲), ۱۵۴-۱۷۴.
- ۹- Sonesson, C., Davidson, G., & Sachs, L. ۲۰۱۶. Mapping mining to the sustainable development goals: An atlas. In World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
- ۱۰- UNDP. Sustainable development goals. ۲۰۲۰. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>. Accessed ۱۲ Jun ۲۰۲۰.

Investigating environmental sustainability indicators with an emphasis on mines

Mohammad Javad AbdolMalki ^{۱*}; Marjan Salari ^۲; Somaye AbdolMalki ^۳

^۱. Master's degree in civil-environmental engineering, Faculty of Civil Engineering, Sirjan University of Technology

^۲. Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Sirjan University of Technology

^۳. Bachelor of Geology, Boali Sina University, Hamedan

* Corresponding author: mj^۱_a@yahoo.com

Abstract

Mining and extraction of mineral resources, in addition to being a global industry, it also plays an important role in the economy and destiny of any country. Due to the fact that mining operations are carried out in remote and environmentally sensitive or less developed areas, we cannot ignore the important point that it causes many problems such as surface water and ground water pollution and aquatic mortality. If mining is managed in a sustainable manner, in addition to creating jobs, innovation and encouraging investment, it will strengthen the critical infrastructure of any country. In the case of poor management, mining leads to environmental destruction, population displacement, inequality and increased conflict and other challenges. If mining is managed in a sustainable manner, so creating jobs, innovation and encouraging investment, it will strengthen the critical infrastructure of any country. In case of poor management, mining leads to environmental destruction, population displacement, inequality and increased conflict and other challenges. Green mining is a modern type of mining model whose main goal is to extract resources optimally and in sufficient quantity, reduce environmental impacts, create balance and optimize the benefits of investment and society based on sustainable development indicators introduced by the United Nations (SDG). Mining is one of the oldest human activities that has been responsible for the economic, cultural and technical development of societies and countries throughout history. The goal of the indicators introduced by the United Nations is to achieve sustainable development in mining and to take into account all aspects that are effective in the lives of the residents around the mines, including economic, social and environmental aspects. In this descriptive-library research, the compatibility between mining activity and SDGs and the relationship between mining and the surrounding environment are investigated and discussed. First, the dimensions of development are defined and finally, sustainable development indicators are examined.

Introduction

Sustainable development is a new concept that was formed after the industrial revolution and the problems created in relation to the industrialization and technological development of cities, through the link between different dimensions of development (economic, cultural, political and social) and special attention to ecological considerations. Development is considered sustainable if it can meet the current needs of the organization without compromising the ability of future generations to meet their needs. In this definition, the right of each generation to enjoy the same amount of natural capital that was available to other generations is recognized. Sustainable development has different economic, social and cultural dimensions. Sustainability in the economy can be defined as creating a fair and balanced growth of human society and ensuring the benefit of each human being over time without harming biological, natural and cultural resources. The social dimension is related to how people relate to each other, improving people's well-being, health, hygiene, educational services, developing different cultures, and eliminating poverty. The environment dimension is related to the protection and strengthening of the physical, biological and ecosystem resources base and deals with the relationship between nature and humans.

Methodology

Environmental sustainability

This aspect addresses the human-nature relationship and focuses on protecting and improving the physical, biological, and environmental resource base. Ecological sustainability can be defined as the maintenance and promotion of health and the environment's primary functions. The essential principle of sustainability thinking is the multi-scale and trans-scale approach to the environment and the management of human activities within the context of such an environmental vision. Any human

development activity, including environmental design, occurs within one or more ecosystems by definition. Establishing and maintaining a stable state in an ecosystem requires the coexistence and balanced communication of all its components with one another and the surrounding environment. Therefore, realizing the vulnerable paths can lead to the development of stable man-made systems (Hashmi-Asl, ۱۴۰۰).

The environmental aspects of sustainable development are founded on the three concepts of energy, environment, and ecology. In assessing the energy issue, the following might be stated:

- Identifying energy sources, minimizing and saving energy use, increasing energy efficiency and optimizing energy consumption, and utilizing renewable energies such as wind, sun, waves, and biomass.
 - Utilizing the latent energy in materials and non-fossil fuels to generate such energy.
- The following may be mentioned regarding the subject of the environment in sustainable development:
- Investigating the natural environment, including land, water, and air, and preventing environmental pollution (greenhouse gases).
 - The impacts of acid rain, soil loss, and water pollution.
 - Natural resource identification and investigation, including mineral resource protection
 - Material and construction waste management, reuse, and recycling
- The following topics can be expressed in the context of ecology;
- Ecosystem identification and research (forests, plants, living organisms).
 - Biodiversity of living organisms.
 - Living organisms' life cycles (Hashmi Asal et al., ۱۴۰۰).
 - Mining activities typically impact the land, water, climate, plants, animals, and individuals that depend on these resources.

Social sustainability

The social aspect refers to interpersonal relationships, improving people's well-being, health and hygiene, educational services, developing various cultures and equality, and eradicating poverty. Using the concepts of "human capital" and "social capital," economists also explain the role of social systems in achieving a sustainable social growth process. According to this definition, a sustainable society is one in which human society and the natural environment coexist in a manner that benefits both socioeconomic systems. These are the features of such a society:

- ۱- Appropriate benefit from the main funds
- ۲- Racial and cultural diversity inclusion, for example, in order to increase social capital
- ۳- Health and well-being advantages
- ۴- Obtaining an education
- ۵- Social interaction development and promotion
- ۶- Consistent principles and values (Hashmi Asal et al., ۱۴۰۰).

Sustainability and economic development

Mining could impact economic development and growth at the local, regional, and national levels, generating new infrastructure, technologies, and job opportunities. This aspect discusses economic growth and other economic factors. Individual and societal well-being must be secured through the optimal and efficient utilization of natural resources and the equitable distribution of benefits. Creating a fair and equitable growth of human society and ensuring the benefit of each individual over time without degrading biological, natural, and cultural resources is the definition of economic sustainability. In the economic aspect of sustainable development, the economy that governs society is investigated.

Results

Attaining a suitable field of development, particularly sustainable regional development necessitates taking advantage of the facilities and capabilities of each part of the region. Therefore, in addition to economic development, environmental aspects can be improved by applying systematic and logical planning in the economic, social, and environmental dimensions of mining, applying coordinated monitoring to different aspects, and adopting firm laws. This is accomplished using sustainable development and green mining as the dominant paradigm in mineral development actions, policies, and plans.

The application of the aspects, principles, and objectives of green mining is a strategy for the optimal management of any mineral resource, leading to the formation of a positive impression of mineral

activities, the increase of productivity, the development of a green economy, sustainable social development, social justice, and environmental and ecological management.

Understanding the link between humans and nature, as well as the interaction between people, is fundamentally altered by sustainable development. This issue conflicts with the paradigm of the previous two centuries, founded on the separation of environmental, social, and economic factors. Throughout the previous two centuries, the notion that the environment should be viewed as an external factor that exists solely for human benefit and exploitation has been prevalent. According to this perspective, man's relationship with the environment is based on his dominance over nature and the belief that human knowledge and technology can overcome all environmental and natural obstacles. Sustainable development arose due to increased global connectivity, growing environmental problems, social and economic issues, poverty and inequality, and concerns for the future health of humanity. Sustainable development integrates environmental, social, and economic issues. Sustainable development is considered capable of meeting the organization's current needs without compromising future generations' ability to meet their own needs. In this definition, the right of each generation to enjoy the same quantity of natural capital as previous generations is acknowledged, and the use of natural capital is permitted to the extent that it is consumed. Sustainable development has different economic, socio-cultural, and ecological aspects. Creating a balanced and equitable growth of human society and ensuring the benefit of each individual over time without endangering biological, natural, and cultural resources is the definition of economic sustainability. The social aspect relates to human-to-human relationships, the advancement of people's well-being, health and hygiene, educational services, the growth of diverse cultures, equality, and poverty reduction. The ecological aspect is concerned with protecting and enhancing the physical, biological, and environmental resource base and the link between humans and nature. The continuation and development of environmental health and the environment's primary functions represent ecological sustainability. Political considerations include law, policies, planning, budgets, institution-building, diversity and pluralism, human rights respect, and effective decision-making participation. People, women, ecology, culture, education, science, ethics, security, and partnerships are just a few of the components of sustainable development.

The provision of necessities for households (including food, clothing, housing, and health care), employment for household heads, expanding public access to education and raising the literacy rate in society, increasing public involvement in society's governance, and national independence in the sense of being unaffected by other governments are all signs of sustainable development in a variety of contexts.

Conclusion

This study aimed to establish the connection between mining and the environment. Green mining is a modern form of mining that, considering all aspects, such as the environment, society, and economy, can greatly aid the human-environmental society in controlling the impacts humans have on life on Earth. Depending on its political, social, and cultural circumstances, each nation will face a variety of challenges in its pursuit of this goal. However, suppose we disregard the dangers of traditional mining and do not consider effective methods in this process. In that case, we will experience the loss and destruction of a vast quantity of other resources. Also, in the future, we will not be able to ignore other irreversible damages and losses that threaten human life on this planet.

Key words

Mining; Sustainable Development; United Nations; SDG