مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیست و دوم، زمستان ۱۳۹۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶

تاریخ بازنگری اولیه مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۱/۲۶

صفحات: ۲۱۲ - ۱۹۹

ارزیابی اثرات محیط زیستی و تعیین سطح پایداری معدن گرانیت بوگ با استفاده از مدل فیلیپس

غلامحسن کاخا[۱]*، سمیه طبسی[۲]، علیرضا دوچشمه گرگیج[۳]، محسن جامی[۴]

چکیده

توسعه پایدار نتیجه ایجاد تعادل بین سه اصل محیط زیست، اجتماع و اقتصاد است، به طوری که عدم توجه به هر کدام از این اصول موجب برهم خوردن تعادل و فاصله گرفتن از توسعه پایدار می‌شود. معدنکاری و صنایع وابسته به آن، نقش ارزشمند و مثبتی در توسعه اقتصادی و فرآیند صنعتی شدن هر کشوری دارد. هدف اصلی پایداری معادن؛ افزایش سود، کاهش ریسک عملیاتی و دستیابی به محیط زیستی ایده‌آل است. ارزیابی آثار محیط زیستی نقش مهمی در حفظ مسائل محیط زیستی دارد. در همین راستا به مطالعهٔ آثار محیط زیستی در معدن گرانیت بوگ واقع در استان سیستان و بلوچستان از طریق تعیین فاکتورهای مؤثر و مؤلفه‌های محیط زیستی پرداخته شده است. معدن گرانیت بوگ یکی از مهم‌ترین معادن سنگ ساختمانی ایران به شمار می‌رود که به صورت روباز استخراج می‌شود و بر اقتصاد، فرهنگ و محیط زیست اطراف خود تأثیر قابل توجهی دارد. در این مطالعه مدل کمّی ارزیابی آثار محیط زیستی با استفاده از روش ماتریس بکار گرفته شد. نتایج حاصل از مطالعهٔ اثار مذکور نشان دهندهٔ این مورد است که مؤلفه‌های کیفیت هوا، سلامتی و ایمنی انسان و اکولوژی به ترتیب با امتیازهای ۳۳/۶۳، ۲۸/۲۶ و ۲۸/۰۹ درصد، دارای بیشترین آسیب محیط زیستی از فعالیت‌های معدنکاری منطقه هستند. در نهایت، ارزیابی پایداری این مجموعه با استفاده از مدل ریاضی فیلیپس انجام شد. مجموعه محاسبات با در نظر گرفتن این که تاثیر پارامترهای محیط زیستی بیشتر از پارامترهای انسانی است نشان داد که فعالیت‌های معدنکاری مورد مطالعه پایدار بوده ولی سطح پایداری این مجموعه ضعیف است. بنابراین تمهیدات مناسب جهت انجام فعالیت‌های معدنی در منطقه با الویت محیط زیست باید صورت گیرد.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، ارزیابی آثار محیط زیستی، مدل فیلیپس، فاکتورهای مؤثر، مؤلفه‌های محیط زیستی، معدن گرانیت بوگ.

[۱]- استادیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده صنعت و معدن خاش (نویسنده مسئول) g.kakha@eng.usb.ac.ir

[۲]- استادیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده صنعت و معدن خاش somayehtabasi@eng.usb.ac.ir

[۳]- استادیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده صنعت و معدن خاش gorgij.a.d@eng.usb.ac.ir

[۴]- استادیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده صنعت و معدن خاش M.jami@eng.usb.ac.ir

مقدمه

توسعه، پدیده‌ای مرکب از جنبه‌های کمی و کیفی بسیار می‌باشد. مفهوم توسعه علاوه بر آنکه شامل رشد کیفی می‌باشد، ابعاد کیفی دیگر نظیر تغییرات بنیان‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، علمی و فرهنگی را نیز در بر می‌گیرد (Jirvand, 1994). راهبرد تقدم رشد، در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ مورد توجه اغلب کشورهای در حال توسعه قرار گرفت. اما در دهه ۱۹۷۰، شاخص‌های کیفی توسعه نظیر کاهش فقر، توزیع برابر درآمد و تامین نیازهای اولیه مردم مورد تاکید قرار گرفت (Parvin, 1994). اصطلاح توسعه پایدار یا پایا[1] در اوایل سال‌های دهه ۱۹۷۰ درباره محیط و توسعه بکار رفت. توسعه پایدار، فرآیندی است برای بدست آوردن پایداری در هر فعالیتی که نیاز به منابع و جایگزینی سریع و یکپارچه آن وجود دارد. توسعه پایدار در کنار رشد اقتصادی و توسعه بشری مستمر، با توجه به پایداری منابع تجدیدناپذیر، آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌شود (غفاری و همکاران، ۱۳۹۵). کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ در گزارشی موسوم به " آینده مشترک ما"، توسعه پایدار را به صورت رفع نیازهای نسل امروز بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهایشان تعریف می‌کند (WCED, 1987). توسعه پایدار برآیند ایجاد تعادل بین سه مولفه اصلی اقتصاد، اجتماع و محیط زیست است. به گونه‌ای که عدم توجه به هرکدام از این مولفه‌های سه‌گانه موجب برهم خوردن تعادل و دور شدن از اهداف توسعه پایدار می‌شود.

امروزه، توسعه اقتصادی در بیشتر موارد از توسعه فرهنگی پیشی گرفته و این امر سبب شده است تا محیط زیست به مخاطره افتد. بعد محیط زیستی توسعه پایدار به حفاظت و تقویت منابع فیزیکی، بیولوژیکی و اکوسیستم‌ها مرتبط است و به رابطه بین انسان و طبیعت می‌پردازد (Tavakol et al., 2012). نگرانی‌های شدیدی که در رابطه با محیط زیست وجود دارد موجب شده است که بنیادهای بین‌المللی، دستیابی به توسعه پایدار را مستلزم حفاظت از محیط زیست بدانند.

از جمله صنایع تاثیرگذار در فرآیند صنعتی شدن هر کشور و دستیابی به توسعه اقتصادی، صنعت معدنکاری و صنایع وابسته به آن است که می‌توان با مدیریت و استفاده از منابع باارزش معدنی در کنار نیروی کار متخصص، سرعت توسعه پایدار در کشور را از طریق ایجاد سرمایه و دارایی، ایجاد اشتغال، توسعه مدنیت و تعدیل اثرات مخرب بر محیط زیست افزایش داد (پورمیرزایی، ۱۳۹۵). فعالیت‌های معدنکاری آثار محیط زیستی بسیار گسترده‌ای بر منابع آب، خاک، هوا و موجودات زنده دارند (Giannopoulou and Panias, 2006). استخراج منابع معدنی، با تخریب زمین، محیط زیست و نابودی منابع تجدید نشدنی و فرآوری مواد معدنی با ایجاد پساب‌های سمی، چالش‌های مهم محیط زیستی را ایجاد نموده‌اند. به منظور حفاظت از محیط زیست، کنترل تبعات اجتماعی فعالیت‌های معدنکاری و ایجاد اقتصادی پویا، توجه به جنبه‌های توسعه پایدار صنعت معدنکاری امری ضروری است. دستورالعمل‌های جامع محیط زیستی در رابطه با فعالیت‌های معدنکاری و توسعه پایدار، به دنبال حداکثر کردن رفاه نسل کنونی، با توزیع یکنواخت

1- Sustainable development

هزینه‌ها و منافع و حفظ پتانسیل ذخایر برای نسل‌های آینده می‌باشند (IIED and WBCSD, 2002). در این راستا پیشنهاداتی چون اکتشاف مداوم، نوآوری در فناوری و احیای محیط زیست صورت گرفته است (Von Below, 1993). اما باید در نظر گرفت که مهم‌ترین جزء اجرای مفاهیم توسعه پایدار، دولت است که باید به فعالیت هایی مانند آموزش و توسعه استانداردهای اندازه‌گیری و استخراج صحیح معادن توجه کند (Von Below, 1993; Basu and Kumar, 2004).

هدف اصلی معدنکاری پایدار، افزایش سود، کاهش ریسک عملیاتی و تامین شرایط ایده‌آل محیط زیستی است. ارزیابی آثار محیط زیستی[1] (EIA) جهت جلوگیری و کنترل مشکلات محیط زیستی حاصل از صنایع مختلف، امری ضروری است. هدف از برنامه EIA، شناسایی اثرات مضر فعالیت‌های معدنی و تعیین تمام بخش‌های تاثیرپذیر از این اثرات و تلاش در جهت کاهش اثرات بلند مدت آن است (Sereshki and Saffari, 2016). روش‌های مختلف EIA شامل ماتریس‌ها، شبکه‌ها، چک لیست‌ها، آنالیزهای ورودی- خروجی، مجموعه‌های فازی و ... می‌باشد (Folchi, 2003). ایلخانی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از مدل ریاضی فیلیپس به بررسی شاخص‌های توسعه پایدار معدن روباز سنگ آهن سنگان خواف پرداختند (ایلخانی و همکاران، ۱۳۹۵). عطائی و همکاران (۲۰۱۶) با کمی سازی نظرات کیفی، اثرات محیط زیستی معادن زغال‌سنگ البرز شرقی را مورد ارزیابی قرار دادند (Ataei et al., 2016). صفاری و سرشکی (۲۰۱۶) اثرات محیط زیستی مجموعه سیمان شاهرود را بررسی و با استفاده از مدل ریاضی فیلیپس سطح پایداری را تعیین نمودند (Sereshki and Saffari, 2016). تحولات اخیر و بهبود در روش‌های EIA، موجب تعیین آثار عملیات معدنکاری بر محیط زیست با دقت بیشتر شده است (Yu et al., 2005). هدف و نتیجه اصلی تمام این مطالعات، جلوگیری از اثرات مخرب فعالیت‌های معدنی و صنعتی و افزایش کیفیت محیط زیست، دستیابی به استانداردهای محیط زیستی در تمام مراحل معدنکاری، ایجاد دانش و آگاهی درباره جنبه‌های محیط زیستی در مدیریت پروژه، ارائه پیشنهاداتی جهت کاهش آلودگی منابع طبیعی و اجرای طرح‌های مناسب می‌باشد (Jarvis and Younger, 2000).

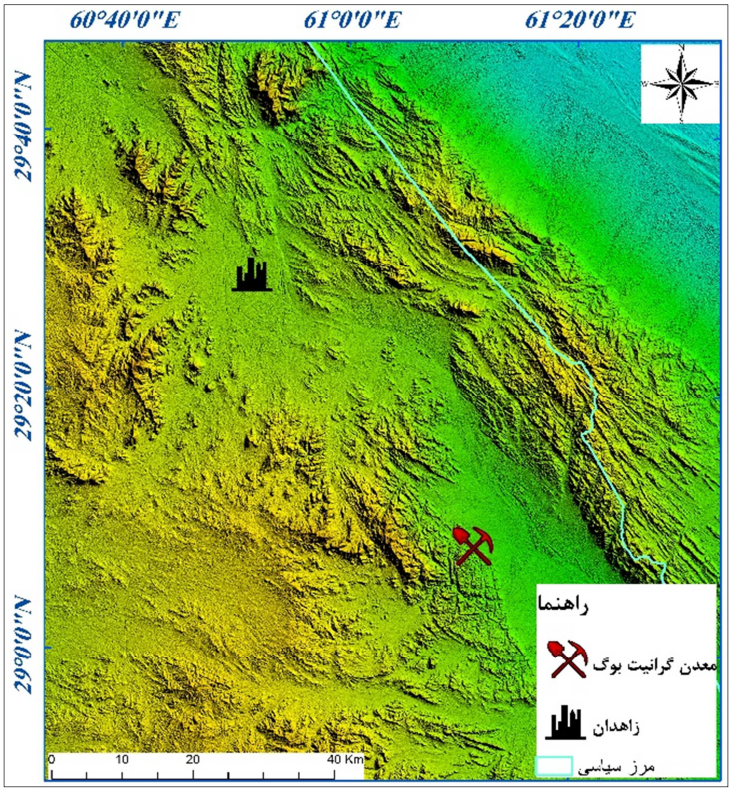
جهت ارزیابی آثار محیط زیستی معدن گرانیت بوگ واقع در استان سیستان و بلوچستان پس از مطالعات میدانی و جمع‌آوری اطلاعات لازم، فاکتورهای مؤثر محیط زیستی که در طول فعالیت معدنکاری باعث تغییر شرایط محیط زیستی موجود می‌شوند انتخاب شدند. سپس بخش‌هایی از محیط زیست که تحت تأثیر فاکتورهای مؤثر قرار می‌گیرند و بیشترین تأثیر را بر تولید ناشی از استخراج معادن دارند، به عنوان مؤلفه‌های محیط زیستی معدنکاری انتخاب گردیدند. امتیازهای مربوط به هر کدام از این فاکتورها و مؤلفه‌ها توسط افراد خبره تعیین و میزان تأثیر هر فاکتور مؤثر بر هر مؤلفه محیط زیستی مشخص شد. در نهایت با کاربرد مدل ریاضی فیلیپس، به تعیین سطح و ماهیت توسعه پایدار معدن مورد مطالعه با استفاده از نتایج ارزیابی آثار محیط زیستی (EIA) به عنوان ورودی مدل پرداخته شد.

[1] - Environmental Impacts' Assessment

داده‌ها و روش‌ها

الف- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق ایران و در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است (شکل ۱). معادن گرانیت سفید بوگ در ۸۵ کیلومتری جنوب شرق زاهدان واقع شده‌اند و ذخیره‌ای بالغ بر دو میلیون و چهارصد تن دارند. این معادن با استخراج سالانه ۷۰ هزار تن، بزرگ ترین معادن گرانیت کشور هستند. این محدوده بخش کوچکی از نوار گرانیتی نصرت آباد - سراوان است. در این منطقه چندین معدن گرانیت سفید وجود دارد که در بین آن‌ها مجتمع معادن بوگ از لحاظ رنگ، روشن‌ترین و از لحاظ نقش و دانه‌بندی، دارای بالاترین کفیت سنگ گرانیت است (شکل ۲). این گرانیت از جمله سفیدترین و روشن‌ترین گرانیت‌های دنیا شناخته شده و کارنامه بسیار خوبی در زمینه صادرات دارد. این نوع سنگ، از لحاظ رنگ در گروه سنگ‌های سفید قرار دارد و دانه‌هایی سیاه مایل به قهوه ای به صورت یکنواخت در سطح آن پراکنده شده که به همین دلیل به آن، گرانیت دانه فلفلی می‌گویند (آقانباتی، ۱۳۸۳).



شکل ۱: نقشه توپوگرافی منطقه به همراه موقعیت معدن گرانیت بوگ و شهر زاهدان



شکل ۲: نمایی از معدن گرانیت بوگ

ب- الگوریتم ارزیابی آثار محیط زیستی (EIA)

بررسی، تجزیه و تحلیل و ارزیابی میزان تأثیر یک فعالیت برنامه‌ریزی شده بر محیط زیست و اکوسیستم‌ها را ارزیابی آثار محیط زیستی می‌نامند. مراحل زیر، فرآیند اجرای الگوریتم EIA را در مطالعه حاضر با توجه به مطالعات ایلخانی و همکاران (۱۳۹۵)، عطایی و همکاران (۲۰۱۶) و سرشکی و صفاری (۲۰۱۶) بیان می‌کند:

۱- فاکتورهای مؤثر و مؤلفه‌های محیط زیستی

فاکتورهای مؤثر، عواملی هستند که در طول فعالیت معدنکاری باعث تغییر شرایط محیط زیستی موجود می‌شوند. در جدول ۱، توضیحات و رده امتیاز تعداد ۱۵ فاکتور مؤثر محیط زیستی در معدن مورد مطالعه با توجه به مطالعات قبلی و بسته به شرایط منطقه انتخاب و ارائه شده است. امتیاز صفر، نشان‌دهنده بی اثر بودن فاکتور مدنظر و امتیاز ۱۰ نشان‌دهنده وضعیت بحرانی است. فاکتورهایی نظیر فاکتورهای اقتصادی و فرهنگی مقادیری بین ۱۰- تا ۱۰ می‌گیرند که علامت منفی نشان‌دهنده تاثیر مثبت این فاکتورهاست.

جدول ۱: فاکتورهای مؤثر، محدوده و مقدار امتیاز هر یک

ردیف	فاکتور مؤثر	توضیحات	بازه امتیازدهی	امتیاز
۱	تغییر در کاربری منطقه	استفاده از زمین‌های مذکور قبل از فعالیت‌های معدنکاری	۱۰-۰	۱/۲۱
۲	وضعیت رؤیت محدوده معدنکاری	چشم‌انداز محدوده مذکور	۱۰-۰	۳/۶
۳	تداخل با آب‌های سطحی	ارتباط بین فعالیت‌های معدنکاری و آب‌های سطحی	۱۰-۰	۳/۴۱
۴	تداخل با آب‌های زیرزمینی	ارتباط بین فعالیت‌های معدنکاری و آب‌های زیرزمینی	۱۰-۰	۴/۲
۵	افزایش در ترافیک منطقه	تأثیر معدن بر وضعیت ترافیک این منطقه	۱۰-۰	۵/۶
۶	انتشار گرد و غبار	گرد و غبار ایجاد شده توسط ماشین‌های حفاری، انفجار، حمل و نقل و باد	۱۰-۰	۵/۲
۷	انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	غلظت آلاینده‌های سمی در معدن	۱۰-۰	۸/۳
۸	آلودگی صوتی	سر و صدای ایجاد شده توسط دستگاه‌ها، انفجار و ترابری	۱۰-۰	۵/۱
۹	لرزش زمین	شدت ارتعاش توسط دستگاه‌ها، انفجار و ترابری	۱۰-۰	۳/۱
۱۰	ناپایداری فضاهای ایجاد شده	ناپایداری موجود در دیواره و فضاهای ایجاد شده	۱۰-۰	۳/۲
۱۱	روشنایی	مقدار نور در منطقه مذکور	۱۰-۰	۲/۱
۱۲	میزان اشتغالزایی بومی	میزان اشتغالزایی ایجاد شده در منطقه	۱۰ تا ۱۰-	-۷/۴
۱۳	کنترل جمعیت	تأثیر احداث معدن بر جمعیت منطقه	۱۰ تا ۱۰-	-۳/۱
۱۴	توسعه فرهنگی و اجتماعی	تغییر شرایط فرهنگی و اجتماعی بعد از احداث معدن به لحاظ آموزشی، تفریحی، فرهنگی و اقتصادی	۱۰ تا ۱۰-	-۱/۱
۱۵	تمهیدات محیط زیستی	ساخت فضای سبز، جمع‌آوری راهنماهای بهداشتی، امنیتی و محیط زیست. واحد کنترل گرد و غبار، کاهش میزان نویز.	۱۰ تا ۱۰-	-۰/۳

بخش‌هایی از محیط زیست که تحت تاثیر فاکتورهای مؤثر قرار می‌گیرند و بیشترین تأثیر را بر تولید ناشی از استخراج معادن دارند، مؤلفه‌های محیط زیستی معدن‌کاری نامیده می‌شوند که بر اساس مطالعات قبلی به دو گروه مؤلفه‌های محیطی (E) و مؤلفه‌های انسانی (H_{NI}) تقسیم‌بندی شده و در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲: مؤلفه‌های محیط‌زیستی معدنکاری (Sereshki and Saffari, 2016; Ataei et al., 2016)

مؤلفه‌های محیطی (E)	اتمسفر	کیفیت هوا (A1) آرامش صوتی (A2)
	بیوسفر	اکولوژی (B1)
	هیدروسفر	آب‌های سطحی (H1) آب‌های زیرزمینی (H2)
	لیتوسفر	کاربری منطقه (L1) تاسیسات سطحی (L2) چشم‌انداز منطقه (L3) خاک منطقه (L4)
مؤلفه‌های انسانی (H_{NI})		سلامتی و ایمنی انسان (H_{NI1}) مسائل اجتماعی (H_{NI2}) مسائل اقتصادی (H_{NI3})

۲- امتیاز فاکتورهای مؤثر

در این مرحله نیاز است تا با استفاده از نظر کارشناسان و افراد خبره امتیاز فاکتورهای مؤثر تعیین شود. برای این منظور فاکتورهای مؤثر و مجموعه عوامل تأثیرگذار بر آنها به صورت جداول جداگانه تهیه و هر بخش در اختیار کارشناسان و افراد خبره شاغل در فعالیت‌های معدنکاری و آشنا با مسائل اجتماعی و فرهنگی قرار گرفت. امتیاز نهایی فاکتورهای مؤثر در معدن مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

۳- ماتریس وزنی

بررسی‌های محیط زیستی معمولاً توسط روش‌های ماتریسی انجام می‌شوند که یک بعد ماتریس را فاکتورهای مؤثر و بعد دیگر را مؤلفه‌های محیط زیستی که تحت تأثیر فاکتورهای مؤثر می‌باشند، تشکیل می‌دهند. تأثیر هر فاکتور مؤثر بر هر مؤلفه محیط زیستی توسط شش رده بیان شده در جدول ۳، توسط افراد خبره امتیازدهی شده است که در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۳: تأثیر هر فاکتور مؤثر بر هر مؤلفه محیط زیستی (Sereshki and Saffari, 2016; Ataei et al., 2016)

طبقه‌بندی	بی‌تأثیر (Non)	تأثیر بسیار کم (Very Low)	تأثیر کم (Low)	تأثیر متوسط (Medium)	تأثیر زیاد (High)	تأثیر بسیار زیاد (Very High)
مقدار	۰	۱	۲	۳	۴	۵

۴-نرمال‌سازی

بردار نرمال، از تقسیم هر کدام از عناصر بر مجموع عناصر بردار ستونی حاصل می‌شود. به دلیل محدوده در نظر گرفته شده برای مقادیر فاکتورهای مؤثر، مقادیر حاصل در ۱۰ ضرب شده‌اند که نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: مقادیر وزنی اثر هر فاکتور مؤثر بر هر مؤلفه محیط‌زیستی در معدن گرانیت بوگ

مولفه‌های محیط‌زیستی / فاکتور مؤثر	کیفیت هوا	آرامش صوتی	اکولوژی	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی	کاربری منطقه	تاسیسات سطحی	چشم انداز منطقه	خاک منطقه	سلامتی و ایمنی انسان	مسائل اجتماعی	مسائل اقتصادی
تغییر در کاربری منطقه	H	H	M	VL	VL	L	L	L	L	M	M	L
	۲,۲۲	۲,۱	۰,۹۷	۰,۸۳	۱,۱۱	۰,۶۷	۰,۸۳	۰,۵۶	۱,۵۴	۰,۶۳	۰,۸۶	۰,۳۵
وضعیت رؤیت محدوده معدنکاری	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱,۳۹	۰	۰	۰	۰
تداخل با آب‌های سطحی	N	N	H	L	VL	L	N	L	L	M	L	L
	۰	۰	۱,۲۹	۱,۶۷	۱,۱۱	۰,۶۷	۰	۰,۵۶	۱,۵۴	۰,۶۳	۰,۵۷	۰,۵۳
تداخل با آب‌های زیرزمینی	N	N	VH	VL	L	L	L	L	VL	H	L	L
	۰	۰	۱,۶۱	۰,۸۳	۲,۲۲	۰,۶۷	۰,۸۳	۰,۵۶	۰,۷۷	۰,۸۳	۰,۵۷	۰,۵۳
افزایش در ترافیک منطقه	M	H	VL	VL	N	M	VL	L	VL	H	M	L
	۱,۶۷	۲,۱۱	۰,۳۲	۰,۸۳	۰	۱,۰۰	۰,۴۲	۰,۵۶	۰,۷۷	۰,۸۳	۰,۸۶	۰,۵۳
انتشار گردوغبار	H	N	VH	L	N	L	L	L	VL	H	L	L
	۲,۲۲	۰	۱,۶۱	۱,۶۷	۰	۰,۶۷	۰,۸۳	۰,۵۶	۰,۷۷	۰,۸۳	۰,۵۷	۰,۵۳
انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	M	N	N	N	VL	L	N	N	N	H	L	L
	۱,۶۷	۰	۰	۰	۱,۱۱	۰,۶۷	۰	۰	۰	۰,۸۳	۰,۵۷	۰,۵۳
آلودگی صوتی	N	VH	H	N	N	N	N	N	N	H	N	N
	۰	۲,۶۳	۱,۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۸۳	۰	۰
لرزش زمین	N	N	M	N	N	N	M	L	VL	M	VL	N
	۰	۰	۰,۹۷	۰	۰	۰	۱,۲۵	۰,۵۶	۰,۷۷	۰,۶۳	۰,۲۹	۰
میزان اشتغالزایی بومی	N	L	VL	VL	VL	M	H	M	VL	L	M	H
	۰	۱,۰۵	۰,۳۲	۰,۸۳	۱,۱۱	۱,۰۰	۱,۶۷	۰,۸۳	۰,۷۷	۰,۴۲	۰,۸۶	۱,۰۵
کنترل جمعیت	L	L	VL	VL	VL	H	L	M	VL	L	H	VH
	۱,۱۱	۱,۰۵	۰,۳۲	۰,۸۳	۱,۱۱	۱,۳۳	۰,۸۳	۰,۸۳	۰,۷۷	۰,۴۲	۱,۱۴	۱,۳۲
توسعه فرهنگی و اجتماعی	N	VL	VL	N	N	M	L	M	N	L	VH	VH
	۰	۰,۵۳	۰,۳۲	۰	۰	۱,۰۰	۰,۸۳	۰,۸۳	۰	۰,۴۲	۱,۴۳	۱,۳۲
ناپایداری فضاهای ایجاد شده	N	N	N	N	N	L	L	M	VL	H	L	H
	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۶۷	۰,۸۳	۰,۸۳	۰,۷۷	۰,۸۳	۰,۵۷	۱,۰۵
تمهیدات محیط زیستی	L	VL	M	M	L	M	L	M	L	H	M	H
	۱,۱۱	۰,۵۳	۰,۹۷	۲,۵۰	۲,۲۲	۱,۰۰	۰,۸۳	۰,۸۳	۱,۵۴	۰,۸۳	۰,۸۶	۱,۰۵
روشنایی	N	N	N	N	N	L	L	H	N	VH	M	H
	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۶۷	۰,۸۳	۱,۱۱	۰	۱,۰۴	۰,۸۶	۱,۰۵
جمع	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

یافته های تحقیق

به منظور محاسبه میزان تأثیر هر فاکتور مؤثر بر هریک از مؤلفه‌های محیط زیستی باید مقدار به دست آمده برای هر فاکتور مؤثر را در ردیف مربوط به آن در ماتریس مقادیر وزنی ضرب کرد. مطابق نتایج جدول ۵ در ماتریس حاصل، مجموع اعداد هر ستون بیانگر درصد آسیب محیط زیستی برای هر مؤلفه محیط زیستی است.

مطابق جدول شماره ۵، مؤلفه‌های کیفیت هوا، سلامتی و ایمنی انسان و اکولوژی به ترتیب با امتیازهای ۳۳/۶۳، ۲۸/۲۶ و ۲۸/۰۹ درصد بیش از سایر مؤلفه‌ها دچار آسیب شده‌اند. بنابراین ملاحظات محیط زیستی به منظور کاهش آسیب این مؤلفه‌ها باید با دقت بیشتر صورت گیرد. از سوی دیگر، تأسیسات سطحی و مسائل اقتصادی کم اهمیت-ترین مؤلفه در ارزیابی آثار محیط زیستی معدن بوگ است.

با توجه به نتایج ارزیابی آثار محیط زیستی در معدن گرانیت بوگ می‌توان پایداری در این معدن را با استفاده از یک مدل ریاضی ارزیابی کرد. که در ادامه به شرح آن پرداخته خواهد شد.

الف- مدل‌سازی ریاضی

در سال ۲۰۱۳ یک مدل ریاضی که پارامترها و محدودیت‌های مؤلفه‌های کلیدی و همچنین شرایطی که تحت آن پایداری و یا ناپایداری می‌تواند رخ دهد، مطابق مراحل زیر توسط فیلیپس و همکاران توسعه داده شد (Phillips, 2012a and b).

۱-اجرای EIA

نتایج آخرین سطر جدول ۵، داده‌های اصلی جهت بررسی سطح پایداری توسط مدل فیلیپس می‌باشد.

۲-تعیین تمام مؤلفه‌های انسانی و محیط زیستی و بیشترین مقدار امتیاز هر کدام از این مؤلفه‌ها

مؤلفه‌های انسانی (H_{NI}) و محیط زیستی (E) که در جدول ۲ معرفی شده‌اند و مجموع بیشترین امتیاز این مؤلفه‌ها به ترتیب در جدول ۶ نمایش داده شده‌اند. مقدار بیشینه برای هر مولفه محیطی و انسانی ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده است.

۳-محاسبه E برای اجزاء پروژه با استفاده از رابطه ۱

$$E = \frac{(\sum A_{max} - (A_1 + A_2)) + (\sum B_{max} - (B_1)) + (\sum H_{max} - (H_1 + H_2)) + (\sum L_{max} - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4)}{\sum A_{max} + \sum B_{max} + \sum H_{max} + \sum L_{max}} \quad (۱)$$

در رابطه فوق A_{max} ماکزیمم مقدار اتمسفر که از جمع مقادیر حداکثر مولفه‌های کیفیت هوا و آرامش صوتی بدست می‌آید، B_{max} مقدار حداکثر اکولوژی، H_{max} مقدار حداکثر هیدروسفر است که از جمع ماکزیمم مقدار آب‌های

زیرزمینی و آب‌های سطحی بدست می‌آید، L_{max} مقدار ماکزیمم لیتوسفر که از جمع مقادیر حداکثر کاربری منطقه، تاسیسات سطحی، چشم‌انداز منطقه و خاک منطقه به دست می‌آید.

جدول ۵: تأثیرات کلی فاکتورهای مؤثر بر مؤلفه‌های محیط‌زیستی در معدن گرانیت بوگ

مؤلفه‌های محیط زیستی / فاکتورهای مؤثر	کیفیت هوا	آرامش صوتی	اکولوژی	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی	کاربری منطقه	تاسیسات سطحی	چشم انداز منطقه	خاک منطقه	سلامتی و ایمنی انسان	مسائل اجتماعی	مسائل اقتصادی
تغییر در کاربری منطقه	۲,۶۹	۲,۵۵	۱,۱۷	۱,۰۱	۱,۳۴	۰,۸۱	۱,۰۱	۰,۶۷	۱,۸۶	۰,۷۶	۱,۰۴	۰,۶۴
وضعیت رؤیت محدوده معدنکاری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵,۰۰	۰	۰	۰	۰
تداخل با آب‌های سطحی	۰	۰	۴,۴۰	۵,۶۸	۳,۷۹	۲,۲۷	۰	۱,۸۹	۵,۲۵	۲,۱۳	۱,۹۵	۱,۷۹
تداخل با آب‌های زیرزمینی	۰	۰	۶,۷۷	۳,۵۰	۹,۳۳	۲,۸۰	۳,۵۰	۲,۳۳	۳,۲۳	۳,۵۰	۲,۴۰	۲,۲۱
افزایش در ترافیک منطقه	۹,۳۳	۱۱,۷۹	۱,۸۱	۴,۶۷	۰	۵,۶۰	۲,۳۳	۳,۱۱	۴,۳۱	۴,۶۷	۴,۸۰	۲,۹۵
انتشار گرد و غبار	۱۱,۵۶		۸,۳۹	۸,۶۷	۰	۳,۴۷	۴,۳۳	۲,۸۹	۴	۴,۳۳	۲,۹۷	۲,۷۴
انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	۱۳,۸۳	۰	۰	۰	۹,۲۲	۵,۵۳	۰	۰	۰	۶,۹۲	۴,۷۴	۴,۳۷
آلودگی صوتی	۰	۱۳,۴۲	۶,۵۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴,۲۵	۰	۰
لرزش زمین	۰	۰	۳,۰۰	۰	۰	۰	۳,۸۸	۱,۷۲	۲,۳۸	۱,۹۴	۰,۸۹	۰
میزان اشتغالزایی بومی (-)	۰	۷,۷۹	۲,۳۹	۶,۱۷	۸,۲۲	۷,۴۰	۱۲,۳۳	۶,۱۷	۵,۶۹	۳,۰۸	۶,۳۴	۷,۷۹
کنترل جمعیت (-)	۳,۴۴	۳,۲۶	۱,۰۰	۲,۵۸	۳,۴۴	۴,۱۳	۲,۵۸	۲,۵۸	۲,۳۸	۱,۲۹	۳,۵۴	۴,۰۸
توسعه فرهنگی و اجتماعی(-)	۰	۰,۵۸	۰,۳۵	۰	۰	۱,۱۰	۰,۹۲	۰,۹۲	۰	۰,۴۶	۱,۵۷	۱,۴۵
ناپایداری فضاهای ایجاد شده	۰	۰	۰	۰	۰	۲,۱۳	۲,۶۷	۲,۶۷	۲,۴۶	۲,۶۷	۱,۸۳	۳,۳۷
تمهیدات محیط زیستی (-)	۰,۳۳	۰,۱۶	۰,۲۹	۰,۷۵	۰,۶۷	۰,۳۰	۰,۲۵	۰,۲۵	۰,۴۶	۰,۲۵	۰,۲۶	۰,۳۲
روشنایی	۰	۰	۰	۰	۰	۱,۴۰	۱,۷۵	۲,۲۳	۰	۲,۱۹	۱,۸۰	۲,۲۱
جمع	۳۳/۶۳	۱۵/۹۷	۲۸/۰۹	۱۴/۰۳	۱۱/۳۶	۱۱/۰۸	۳/۳۸	۱۲/۷۱	۱۴/۹۵	۲۸/۲۶	۱۰/۷۰	۶/۶۴

جدول ۶: بیشینه مقدار اجزاء E و H_{NI}

اجزاء E و H_{NI}	مقدار
A_{max}	۲۰۰
B_{max}	۱۰۰
H_{max}	۲۰۰
L_{max}	۴۰۰
H_{NImax}	۳۰۰

۴-محاسبه H_{NI} برای اجزاء پروژه با استفاده از رابطه ۲

$$H_{NI} = \frac{(H_{NI1} + H_{NI2}) + (H_{NI3max} - H_{NI3})}{\sum H_{NImax}} \quad (۲)$$

H_{NI} معرف مؤلفه‌های انسانی و H_{NImax} مقدار ماکزیمم H_{NI} است که از جمع مقادیر حداکثر مؤلفه‌های سلامتی و ایمنی انسان (H_{NI1}) ، مسائل اجتماعی (H_{NI2}) و مسائل اقتصادی (H_{NI3}) به دست می‌آید.

۵-بررسی پایداری پروژه

به منظور بررسی پایداری یک پروژه از روابط زیر استفاده می‌شود به این ترتیب که اگر مقدار مؤلفه‌های محیطی (E) بزرگتر از مؤلفه انسانی (H_{NI}) باشد پروژه پایدار و اگر کوچک‌تر یا مساوی باشد، پروژه ناپایدار خواهد بود.

$$E > H_{NI} \leftrightarrow S > 0 \quad (۳)$$

$$E \leq H_{NI} \leftrightarrow S \leq 0 \quad (۴)$$

در نهایت اگر پروژه پایدار باشد، با توجه به مقدار S که از رابطه ۵ محاسبه می‌شود و دامنه تعریف شده در جدول ۷ برای S، می‌توان سطح و ماهیت پایداری پروژه را مشخص کرد.

$$S = E - H_{NI} \quad (۵)$$

جدول ۷: تعیین میزان پایداری (Phillips, 2012a and b)

پایداری	بازه S
خیلی ضعیف	۰/۰۰۱ تا ۰/۲۵
ضعیف	۰/۲۵۱ تا ۰/۵
قوی	۰/۵۰۱ تا ۰/۷۵۰
خیلی قوی	۰/۷۵۱ تا ۱

نتایج و بحث

توسعه پایدار یک چارچوب مطمئن برای دستیابی به یک جامعه سالم، محیط زیست پاک و اقتصاد قوی است. برای رسیدن به توسعه پایدار می بایست به رابطه‌ای پایدار و تغییر ناپذیر بین اقتصاد، اجتماع و محیط زیست دست یافت و هیچ یک از سه مولفهٔ توسعه پایدار را جایگزین دیگری نکرد. صنعت معدنکاری برای پایداری خود و نقش آفرینی در توسعه کشور باید فعالیت‌های بخش‌های مختلف خود را هماهنگ با مولفه‌های توسعه پایدار برنامه ریزی کند و در جهت رسیدن به نقطه تعادل سوق دهد. با توجه روابط ریاضی، نتایج جدول ۵ و همچنین ماتریس تأثیر فاکتورهای مؤثر بر مؤلفه‌های محیط زیستی در معدن گرانیت بوگ به بررسی پایداری این معدن پرداخته می‌شود.

$$\frac{\big(200-(33.63+15.97)\big)+(100-28.09)+\big(200-(14.03+11.36)\big)+\big(400-(11.08+3.38+12.71+14.95)\big)}{200+100+200+400}$$

$$\ggg \quad E=0.84$$

$$H_{NI}=\frac{(28.26+10.70)+(100-6.64)}{300}$$

$$\ggg \quad H_{NI}=0.44$$

با توجه به محاسبات انجام شده مشاهده می‌شود که $E>H_{NI}$، بنابراین پروژه مذکور پایدار ارزیابی می‌شود.

$$E>H_{NI}\leftrightarrow S>0$$

$$S=E-H_{NI}=0.40$$

در نهایت با به کارگیری رابطه ۵ میزان پایداری برای معدن گرانیت بوگ برابر با مقدار ۰/۴ محاسبه شده است که با توجه به جدول ۷، پایداری معدن مذکور در کلاس ضعیف قرار دارد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که کمترین آسیب‌پذیری متعلق به تاسیسات سطحی و بیشترین آن متعلق به کیفیت هوا است. دلیل این امر را می‌توان بدین صورت توجیه نمود که تاسیسات سطحی منطقه مورد مطالعه محدود به سایت استخراج بوده و طبیعی است که سازه‌های سطحی دیگر در منطقه مورد آسیب‌پذیری واقع نمی‌شوند؛ اما کیفیت هوا به علت استخراج گرانیت و برش آن در محل استخراج و پودر سنگ حاصله در کنار کار ماشین آلات برش، بارگیری و حمل و نقل منجر به آسیب-پذیری بالای هوا در محدوده استخراج و مناطق اطراف آن می‌شود.

نتیجه‌گیری

معدن گرانیت بوگ یکی از مهم‌ترین معادن سنگ ساختمانی ایران به شمار می‌رود که به صورت روباز استخراج می‌شود و بر اقتصاد، فرهنگ و محیط زیست اطراف خود تأثیر قابل توجهی دارد. در این مطالعه مدل کمّی ارزیابی

آثار محیط زیستی با استفاده از روش ماتریس بکار گرفته شد. نتایج حاصل از این ارزیابی، درصد آسیب بالای مؤلفه-های کیفیت هوا، سلامت و ایمنی انسان و اکولوژی مجموعه را نشان می‌دهد که با توجه به ارزیابی آثار محیط زیستی به ترتیب دارای مقادیر ۳۳/۶۳، ۲۸/۲۶ و ۲۸/۰۹ درصد می‌باشند. در ادامه، با استفاده از نتایج ارزیابی آثار محیط زیستی معدن مذکور و با بهره‌گیری از مدل ریاضی فیلیپس، پایداری این مجموعه مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به محاسبات انجام شده و از آنجا که مقدار مؤلفه محیط زیستی بزرگ‌تر از مؤلفه‌های انسانی می‌باشد، پروژه مورد از نظر پایداری در کلاس ضعیف قرار گرفته است که تمهیدات لازم جهت هدایت فعالیت‌های معدنی در منطقه مذکور در چارچوب ایجاد تعادل بین مؤلفه‌های توسعه پایدار و به ویژه رعایت مسائل محیط زیستی باید در نظر گرفته شود. بدان جهت که مؤلفه‌های کیفیت هوا، سلامت و ایمنی انسان و اکولوژی دارای بیشترین درصد آسیب‌پذیری نسبت به سایر مؤلفه‌ها می‌باشند، این تمهیدات باید به پایش دقیق تاثیرات اکولوژیکی برداشت معدن بر محیط زیست منطقه پرداخته و همچنین برای جلوگیری از آلودگی هوا باید نسبت به بهبود روش های استخراج که آلودگی محیطی کمتری ایجاد نماید اقدام ورزید. تمهیدات لازم در زمینه سلامتی و ایمنی انسان از دو منظر قابل بررسی است. نخست تمهیدات لازم برای افرادی که در حوزه معدنکاری به فعالیت می‌پردازند که شامل افزایش ایمنی کارگاه استخراج و حمل و نقل و بارگیری است و در وهله بعد باید تمهیداتی در خصوص حفظ سلامتی و ایمنی ساکنین منطقه اندیشید که به پیشگیری از آلودگی هوا و محیط زیست و منابع آب زیرزمینی منطقه می‌توان اشاره نمود.

منابع

آقانباتی، سید علی. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران، تهران: انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور. ۶۴۰ ص.

ایلخانی الیاس، عطایی محمد، خالوکاکایی رضا (۱۳۹۵) ارزیابی اثرات زیست محیطی در معدن روباز سنگ آهن سنگان خواف، نشریه مهندسی معدن. انجمن مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۵، دوره یازدهم، شماره ۳۳، صص ۸۱-۹۳.

پورمیرزائی، راشد (۱۳۹۵) بررسی نقش صنعت معدنکاری و منابع معدنی در توسعه پایدار کشور، نشریه مهندسی منابع معدنی. دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، ۱۳۹۶، دوره دوم، شماره ۳، صص ۸۱-۹۲.

Ataei, M., Tajvidi Asr, E., Khalokakaie, R., Ghanbari, K. and Tavakoli Mohammadi, M. R. (2015), Semi- quantitative environmental impact assessment and sustainability level determination of coal mining using a mathematical model, Journal of Mining and Environment 7(2), 185-193.

Basu AJ, Kumar U (2004), Innovation and technology driven sustainability performance management framework (ITSPM) for the mining and minerals sector, International Journal of Surface Mining 18:135-149

Folchi, R. (2003), «Environmental impact statement for mining with explosives: a quantitative method» In: Proceedings of the annual conference on explosives and blasting technique, 2003. ISEE; 1999, 285-296.

Giannopoulou, I. P., & Panias, D. (2006), Sustainable development of mining and metallurgy in relation, Acta Metallurgica Slovaca, 12.

IIED and WBCSD, (2002), Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development, Final Report on the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD). Publ by Earthscan for the International Inst for Environment and Development (IIED) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), London.

Jarvis AP, Younger PL., (2000), Broadening the scope of mine water environmental impact assessment: a UK perspective, Environmental Impact Assessment Review, 20, 85-96.

Jirvand, A. (1994), Ideas of economic development, Tehran, Sahand Publication.

Parvin, S., (1994), Trend of poverty in some employments, Tehran, Economic affairs ministry.

Phillips, J. (2012a), The level and nature of sustainability for clusters of abandoned limestone quarries in the southern PalestinianWest Bank, Israel, Appl. Geogr. 32, 376-392.

Phillips, J. (2012b), Using a mathematical model to assess the sustainability of proposed bauxite mining in Andhra Pradesh, India from a quantitative-based environmental impact assessment, Environ. Earth Sci. 67: 1587-1603.
Sereshki, F., Saffari, A. (2016), Environmental impact assessment and sustainability level determination in cement plants (Case study: Shahrood cement plant), Iranian Journal of Earth Sciences 8, 90-101.
Tavakol, M., Nozari, H., and Hamzeh. A. (2012), Analysis of the economic, social and environmental Parsian gas friendly industry in rural areas (the case of rural areas October city in Fars province, Sicial studies and research in Iran, 1(4), 29- 48.
Yu J, Yao S, Chen R, Zhu K, Yu L (2005), A quantitative integrated evaluation of sustainable development of mineral resources of a mining city: a case study of Huangshi, Eastern China, Resources Policy 30,7-19.
Von Below, M., (1993), Sustainable mining development hampered by low mineral prices, RESOURCES POLICY, 177-183.
WCED (World Commission on Environment and Development), (1987), Our Common Future (Brundlandt Report), World Commission on Environment and Development, Oxford, Oxford University Press.

Research Article

Environmental impact assessment and sustainability level determination of Boog Granite Mine using Philips Model

GholamHassan Kakha*[1], Somayeh Tabasi[2], Alireza Docheshmeh Gorgij[3], Mohsen Jami[4]

Received: 06-01-2019 Revised: 03-02-2019 Accepted: 15-04-2019

Abstract

Sustainable development is the consequence of balance among the three parameters, contains economy, social and environment; As their inattention will cause the balance disturbance and getting away from the sustainable development. Mining industry and dependent industries are one of the most influential industries in economic development and industrialization process for each country. The main target of sustainable mining is the profit rising, reducing the operational risk and making the ideal environmental circumstances. Environmental impact assessment (EIA) is an essential issue in environmental problem protection. Environmental impact assessment (EIA) of the Boog Granite Mine located in Sistan and Balouchestan, Iran, and determining the effective factors and environmental components, was done, in present study. Boog granite mine is one of the most important Iranian construction quarries, which is extracted outdoors and has a significant impact on the economy, culture and environment around it. In this study, a quantitative model of environmental impact assessment was used by using the matrix method. Air quality, ecology and human health and safety are along the most environmental damages resulted from the mining activities in that area with 33.63, 28.26 and 28.09 percent, respectively. Finally, the results gained from the assessment of the environmental impact are used to evaluate the sustainability using Philips Mathematical Model. Considering the accomplished calculations and considering that the environmental parameters are bigger than human parameter, the present project has been evaluated as a sustainable case; but the sustainability has been located in weak class. So environmental preventive measures are recommended to reduce the environmental damages to its components.

Keywords: Sustainable development, Environmental impact assessment (EIA), Philips Mathematical Model, effective factors, environmental components, Boog Granite Mine.

[1]*- Assistant professor, Faculty of Industry & Mining (Khash), University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
Email: g.kakha@eng.usb.ac.ir
[2]- Assistant professor, Faculty of Industry & Mining (Khash), University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
[3]- Assistant professor, Faculty of Industry & Mining (Khash), University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
[4]- Assistant professor, Faculty of Industry & Mining (Khash), University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

References

References (in Persian)

Aqanabati, S. A., (2004), Iran geology, country geological survey publications, 640p. [In Persian]

Ilkhani, E., Ataei, M. and Khalokakaie, R., (2017), Environmental Impact Assessment in Open pit Mines, Case Study: The Sangan Iron Ore Mine in Khaf, Iranian Journal of Mining Engineering, 11(33), pp. 81-93. [In Persian]

Poormirzaei, Rashed, (2017), Evaluation of mining industry and mine resources in country sustainable development, mine resources engineering journal, Imam Khomeini international University, second issue, No. 3, pp.81-92. [In Persian]

References (in English)

Ataei, M., Tajvidi Asr, E., Khalokakaie, R., Ghanbari, K. and Tavakoli Mohammadi, M. R. (2015), Semi-quantitative environmental impact assessment and sustainability level determination of coal mining using a mathematical model, Journal of Mining and Environment 7(2), 185-193.

Basu AJ, Kumar U (2004), Innovation and technology driven sustainability performance management framework (ITSPM) for the mining and minerals sector, International Journal of Surface Mining 18:135-149

Folchi, R. (2003), »Environmental impact statement for mining with explosives: a quantitative method« In: Proceedings of the annual conference on explosives and blasting technique, 2003. ISEE; 1999, 285-296.

Giannopoulou, I. P., & Panias, D. (2006), Sustainable development of mining and metallurgy in relation, Acta Metallurgica Slovaca, 12.

IIED and WBCSD, (2002), Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development, Final Report on the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD). Publ by Earthscan for the International Inst for Environment and Development (IIED) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), London.

Jarvis AP, Younger PL., (2000), Broadening the scope of mine water environmental impact assessment: a UK perspective, Environmental Impact Assessment Review, 20, 85-96.

Jirvand, A. (1994), Ideas of economic development, Tehran, Sahand Publication.

Parvin, S., (1994), Trend of poverty in some employments, Tehran, Economic affairs ministry.

Phillips, J. (2012a), The level and nature of sustainability for clusters of abandoned limestone quarries in the southern PalestinianWest Bank, Israel, Appl. Geogr. 32, 376-392.

Phillips, J. (2012b), Using a mathematical model to assess the sustainability of proposed bauxite mining in Andhra Pradesh, India from a quantitative-based environmental impact assessment, Environ. Earth Sci. 67: 1587-1603.

Sereshki, F., Saffari, A. (2016), Environmental impact assessment and sustainability level determination in cement plants (Case study: Shahrood cement plant), Iranian Journal of Earth Sciences 8, 90-101.

Tavakol, M., Nozari, H., and Hamzeh. A. (2012), Analysis of the economic, social and environmental Parsian gas friendly industry in rural areas (the case of rural areas October city in Fars province, Sicial studies and research in Iran, 1(4), 29- 48.

Yu J, Yao S, Chen R, Zhu K, Yu L (2005), A quantitative integrated evaluation of sustainable development of mineral resources of a mining city: a case study of Huangshi, Eastern China, Resources Policy 30,7-19.

Von Below, M., (1993), Sustainable mining development hampered by low mineral prices, RESOURCES POLICY, 177-183.

WCED (World Commission on Environment and Development), (1987), Our Common Future (Brundlandt Report), World Commission on Environment and Development, Oxford, Oxford University Press.