فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال چهاردهم، شماره۵۱، تابستان۹۹

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در معدن کرومیت فرومد سبزوار

سحر طبیبیان

استادیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، dr.tabibian.s@gmail.com

چکیده

استحصال از معادن از طریق آلاینده‌هایی که وارد آب، خاک و هوا می‌کنند، سبب ایجاد فجایع عظیم زیست‌محیطی و حتی به خطر افتادن سلامت انسان‌ها می‌شود. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به عنوان یک راهکار مناسب برای فائق آمدن بر چالش‌های زیست‌محیطی و دستیابی به توسعه پایدار محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن کرومیت فرومد سبزوار انجام شد. این تحقیق از نوع پیمایشی بوده و روش بررسی با بهره‌گیری از مدل ریاضی، از نوع توصیفی تحلیلی می‌باشد که در دو مرحله کمی و کیفی به انجام رسیده است. به این منظور تمامی فاکتورها و مولفه‌های موثر بر محیط‌زیست، از جمله اتمسفر مشتمل بر کیفیت هوا و آرامش صوتی ؛ بیوسفر مشتمل بر اکولوژی ؛ هیدروسفر مشتمل بر آب‌های سطحی و آب‌های زیر زمینی و لیتوسفر که شامل کاربری منطقه، تأسیسات سطحی، تأسیسات زیرزمینی، چشم‌انداز منطقه و خاک منطقه است، بررسی و به وسیله کارشناسان و افراد خبره امتیازدهی شد. آثار زیست‌محیطی معدن مورد ارزیابی قرار گرفتند و در نهایت با ارائه مدل ریاضی فیلیپس، شاخص‌های توسعه پایدار معدن در مولفه‌های زیست‌محیطی به صورت کمی بیان و تحلیل شد. با توجه به این که مقدار به دست آمده برای مؤلفه‌های زیست‌محیطی بزرگ‌تر از مقدار صفر است، پروژه از نظر زیست‌محیطی پایدار ارزیابی شده است ولی نتایج به دست آمده از مؤلفه‌های زیست‌محیطی، حاکی از آنست که این معدن به کیفیت هوا، آب‌های زیر زمینی و خاک منطقه آسیب می‌رساند.

واژگان کلیدی: ارزیابی آثار زیست‌محیطی، مولفه‌های زیست‌محیطی، فاکتورهای موثر، کرومیت، معدن فرومد.

مقدمه

معدن‌کاری به عنوان یکی از فعّالیت‌هایی که منابع معدنی را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد نقشی حیاتی در بسیاری از کشورها دارد؛ به گونه‌ای که بهره‌برداری از مواد معدنی فلزی و غیر فلزی و صنایع وابسته به آن‌ها بخش عمده درآمد و اشتغال‌زایی این کشورها را تشکیل می‌دهد (Giannopoulou and Panias, 2006). آلودگی فلزات سنگین خاک به شدت به فعالیت های انسانی از قبیل تولیدات صنعتی ،عملیات کشاورزی، سوزاندن سوخت‌های فسیلی بستگی دارد (Pagnanellia,et al 2004). از اثرات زیست محیطی فلزات سنگین می‌توان به مواد زیر اشاره کرد، افزایش مقدار غلظت آهن در خون باعث رسوبگذاری و ایجاد بیماری‌های قلبی می‌شود (Altman, 1992). از عوارض کادمیوم می‌توان به نارسایی کلیه (Satarug et al,2004)، التهاب راه هوایی (Kirschvink et al, 2006) ، بیماری‌های قلبی (Messner & Bernhard, 2010)، دیابت و بیماری‌های عصبی اشاره کرد (Schwartz et al, 2003). کروم از نوع 6 ظرفیتی بسیار مضرر بوده و باعث بروز سرطان می‌شود (Kimbrough et al., 1999).

بهره‌برداری از این منابع علاوه بر اقتصاد، در توسعه اجتماعی نیز نقش تعیین کننده‌ای دارد. در عین حال معادن و صنایع معدنی آثار زیست‌محیطی بسیار گسترده‌ای بر منابع آب، خاک، هوا و موجودات زنده دارند . غلظت قابل استخراج و محلول فلزات در خاک که تعیین کننده کمبود یا سمیت این عناصر در خاک می‌باشد، عمدتا به غلظت کل فلزات در خاک، pH خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، بافت، مقدار مواد آلی و اکسیدهای فلزی و حضور لیگاندهای کمپلکس کننده در خاک بستگی دارد. دورریزهای معدن عامل تشکیل زهاب اسیدی معدن به دلیل فرسایش آبی هستند. این پساب‌های اسیدی حاوی عناصر مضر و کم مصرف محلول هستند که تاثیر قابل توجهی روی محیط زیست می‌گذارند.

(یاراه و همکاران، ۲۰۱۰) . گزارش توسعه پایدار معدن‌کاری و مواد معدنی در سال ۲۰۰۲ بیان کرد که" هدف از توسعه پایدار در معدن‌کاری، حداکثر کردن رفاه نسل کنونی است، به طوری که منافع و هزینه های آن عادلانه توزیع شود بدون این که پتانسیل آن برای برآورده کردن نیاز نسل آینده کاهش یابد (IIED & WBCSD, 2002).

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از کمربند افیولیتی سبزوار در شمال غربی شهرستان سبزوار و شمال روستای فرومد با مختصات ´۷۵، ۵۶° و ´۲۸، ۵۶° طول شرقی و ´۴۰، ۳۶° و ´۳۰، ۳۶° عرض شمالی واقع شده است. این محدوده در منتهی‌الیه خرده ورق شرق ایران مرکزی و نیز حد جنوبی صفحه توران و نیز در پهنه افیولیتی سبزوار واقع شده است. از نظر زمین‌ساختی منطقه بسیار تکتونیزه بوده که این ساختار زمین‌ساختی در منطقه به صورت گسل‌های متعدد و همچنین تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها مشهود می‌باشد. واحدهای رخنمون یافته شامل سنگ‌های مجموعه آتشفشانی – رسوبی پلاژیک کرتاسه پایین – پالئوسن آغازین است (آقانباتی، ۱۳۸۳). عمده سنگ‌های منطقه مورد مطالعه را تناوب‌های توف، سیلت استون، شیل سیلیسی، ماسه سنگ‌های توفی و سنگهای آذرین شامل گدازه‌های آندزیتی، توف، گابرو، هارزبورژیت همراه با سنگ‌های رسوبی کنگلومرا به شکل مخروطه‌افکنه تشکیل می‌دهند (بهرودی و عمرانی، ۱۳۸۵) (شکل ۱).

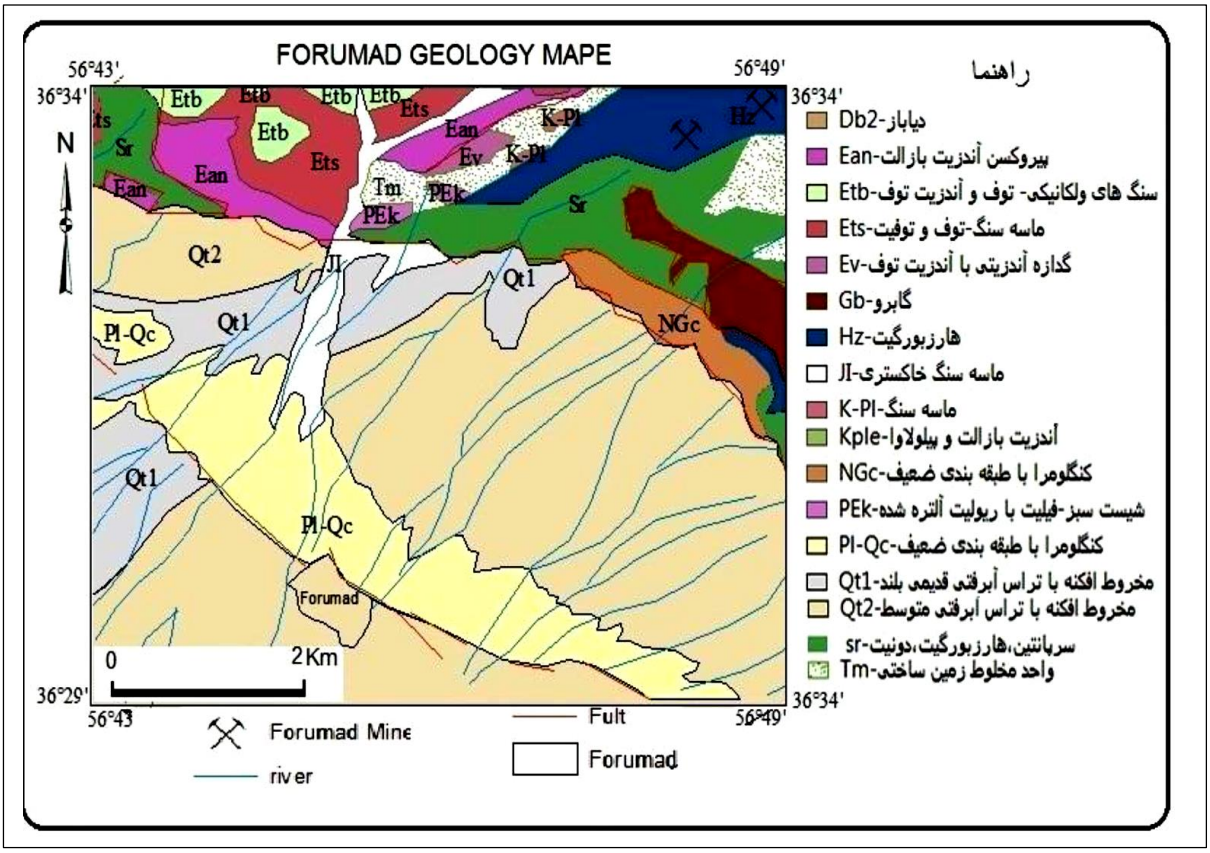
علاوه بر رخنمون‌های مربوط به کرتاسه، به طور کلی سنگهای مزوزوییک و سنوزوییک و نهشته‌های کواترنری در منطقه رخنمون دارند. افیولیت ملانژهای ناحیه سبزوار مانند سایر مجموعه‌های افیولیتی ازسنگ‌های اولترابازیک(لرزولیت، ورلیت، دونیت و خصوصا هارزبورژیت) تشکیل شده است. علاوه بر این، سنگ‌های بازیک تا حد واسط، انواع اسید (کوارتزدیوریت وگرانوفیر) نیز دیده می‌شود. در ضمن در این مجموعه، میکروگابروها از جمله سنگ‌های رگه‌ای فراوان منطقه بوده و سری دایک‌های دیابازی که ساختار صفحه‌ای دارند، نیز در حد بین گابروها و گدازه‌های زیر دریایی با ساخت بالشی یافت می‌شود. عمده‌ترین رسوبات همراه با مجموعه افیولیتی فوق را سنگ‌های آهکی پلاژیک به همراه کمی رادیولاریت تشکیل داده‌اند. مجموعه سنوزوئیک شامل نهشته‌های پالئوژن متشکل از انباشته‌های رسوبی ائوسن و مجموعه‌ای ازمواد آتشفشانی پیروکلاستیک و رسوبی و نهشته‌های قاره‌ای نئوژن شامل نهشته‌های مارنی، ماسه‌سنگی وکنگلومرای سست است. (Alive Tehrrani, 1976).

روش تحقیق

تعیین مولفه‌های زیست‌محیطی موثر: به منظور تعیین عوامل موثر فعالیت‌های معدن‌کاری بر محیط زیست، فاکتورها و مولفه‌های موثر تعیین شدند. فاکتورهای موثر آن دسته از عواملی هستند که در طول معدن‌کاری می‌توانند شرایط زیست‌محیطی قبلی را تغییر دهند(Kuma et al., 2002). این شاخص‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده‌اند. در این پژوهش صرفا مولفه‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفتند و مولفه‌های اقتصادی و فرهنگی مورد بررسی قرار نگرفتند.

جدول ۱- مولفه‌های محیطی مورد بررسی در معدن فرومد

مولفه‌های محیطی	متغیرهای موثر در مولفه‌های محیطی
اتمسفر	کیفیت هوا (A1)، آرامش صوتی (A2)
بیوسفر	اکولوژی (B1)
هیدروسفر	آب‌های سطحی (H1)، آب‌های زیر زمینی (H2)
لیتوسفر	کاربری منطقه (L1)، تأسیسات سطحی (L2)، تأسیسات زیرزمینی (L3)، چشم‌انداز منطقه (L4)، خاک منطقه (L5)



شکل ۱- نقشه ساده شده زمین‌شناسی فرومد (برگرفته از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ فرومد، بهرودی و عمرانی، ۱۳۸۵)

تعیین فاکتورهای موثر بر مولفه‌های زیست‌محیطی و امتیازدهی آن‌ها: فاکتورهای موثر بر مولفه‌های زیست محیطی آن دسته از عواملی هستند که هر معدن با مشخصات منحصر به فرد خود می‌تواند محیط‌زیست منطقه اطراف خود را دچار تغییر کند(Kuma et al., 2002). برای این منظور برای معدن فرومد ۱۳ فاکتور مؤثر در نظر گرفته شده است که در جدول ۲ نمایش داده شده است. امتیاز اکثر این فاکتورها بین ۰ و ۱۰ تغییر می‌کند که صفر به معنی بدون تأثیر بودن فاکتور و ۱۰ نشان دهنده وضعیت بحرانی است. به منظور امتیازدهی فاکتورهای موثر، سناریوها و جدول‌های مختص هر بخش در اختیار کارشناسان و افراد خبره قرار گرفت که امتیازات داده شده نیز در همان جدول ۲ درج شده است.

بی مقیاس‌سازی فاکتورها و مولفه‌های زیست‌محیطی: به منظور نرمال‌سازی ماتریس مقادیر وزنی، عناصر بردار ستونی با هم جمع و هر یک از این عناصر بر این مجموع تقسیم شد. با توجه به بازه در نظر گرفته شده برای محدوده امتیاز فاکتورهای مؤثر، مقادیر به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب شد که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

ارزیابی آثار زیست‌محیطی: ارزیابی آثار زیست‌محیطی (EIA) برای ارزیابی همه مسایل مربوط به توسعه پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال های اخیر با بهبود روشهای EIA ارزیابی‌های کمی‌تری برای تعیین آثار عملیات معدن کاری فراهم شده است. اولین بار با ارایه شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطی وضعیت محیط زیست در حوزه ذغال سنگ غرب مقدونیه (یونان) مورد استفاده قرار گرفت و نتایج نشان داده است که این شاخص جدید

به عنوان یک ابزار قابل اعتماد برای ارزیابی کیفیت محیط زیست در مناطق مختلف می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. (Vatalis, 2006). EIA به عنوان یک ابزار مدیریت زیست‌محیطی، به منظور شناخت آثار احتمالی یک پروژه و اطمینان یافتن از اجرای مناسب و صحیح آن به کار می‌رود (Perdicoúlis & Glasson 2006؛ Kuma et al.,2002). برای به دست آوردن امتیاز تأثیر هر مؤلفه زیست‌محیطی، مقدار به دست آمده برای هر فاکتور مؤثر در ردیف مربوط به آن در ماتریس مقادیر وزنی ضرب شد و تأثیر هر فاکتور مؤثر بر هر یک از مؤلفه‌های زیست‌محیطی به دست آمد. در ماتریس به دست آمده مجموع اعداد هر ستون بیانگر درصد آسیب زیست‌محیطی برای هر مولفه است که نتایج در جدول ۴ نمایش داده شده است.

استفاده از مدل ریاضی: با ارائه یک مدل ریاضی می‌توان شاخص‌های توسعه پایدار یک معدن را به صورت کمی بیان کرد، در این مدل از نتایج شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطی به عنوان و رودی مدل استفاده می‌شود (Phillips, 2011). در مدل ریاضی پایداری برای محاسبه پایداری معدن، متغیرها و محدودیت‌های مؤلفه‌های کلیدی و همچنین شرایطی که تحت آن پایداری و یا ناپایداری می‌تواند رخ دهد، بیان شده است (Phillips, 2013). در این مدل، مقدار E با استفاده از معادله (۱) محاسبه شده است.

بحث ونتایج

فاکتورهای موثر بر مولفه‌های زیست‌محیطی

فاکتورهای مؤثر به چند بخش تقسیم شده و جدول‌های مختص هر بخش در اختیار کارشناسان و افراد خبره قرار گرفتند.تمامی فاکتورهای مؤثر توسط افراد متخصص و آشنا با مسائل مربوطه امتیازدهی و مقادیر آن‌ها در جدول ۲ درج شده است. نتایج نرمال‌سازی ماتریس مقادیر وزنی در جدول ۳ درج شده است.

ارزیابی آثار زیست‌محیطی: در ماتریس به‌دست آمده مجموع اعداد هر ستون آن بیانگر درصد آسیب زیست‌محیطی برای هر مؤلفه زیست‌محیطی است که نتایج در جدول ۴ نمایش داده شده است. نتایج جدول ۴ در نمودارهای شکل ۲ و ۳ نمایش داده شده است

جدول ۲- فاکتورهای مؤثر و محدوده امتیاز آن‌ها

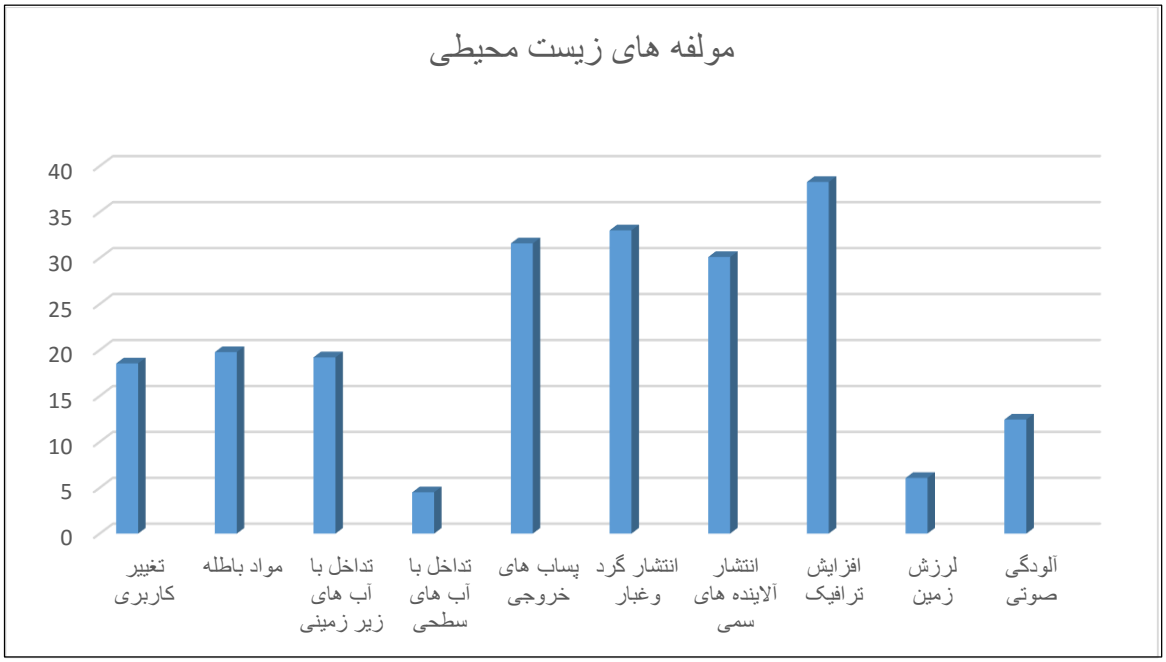
فاکتورهای موثر	امتیاز
تغییر در کاربری منطقه	۲/۴۵
روش تخلیه مواد باطله	۴/۷۶
مواد موجود در باطله	۳/۲۸
لرزش زمین	۱
آلودگی صوتی	۳/۸۳
تداخل با آب‌های زیرزمینی	۲/۸۳
تداخل با آب‌های سطحی	۳/۳۴
وضعیت رؤیت محدوده معدن‌کاری	۳/۶۷
پرتاب سنگ	۱
پساب‌های خروجی از کارخانه فرآوری	۸
انتشار گرد و غبار	۳/۴۸
انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	۹
افزایش در ترافیک منطقه	۶/۵۶

جدول ۳- مقادیر وزنی اثر هر فاکتور مؤثر بر هر مؤلفه زیست محیطی

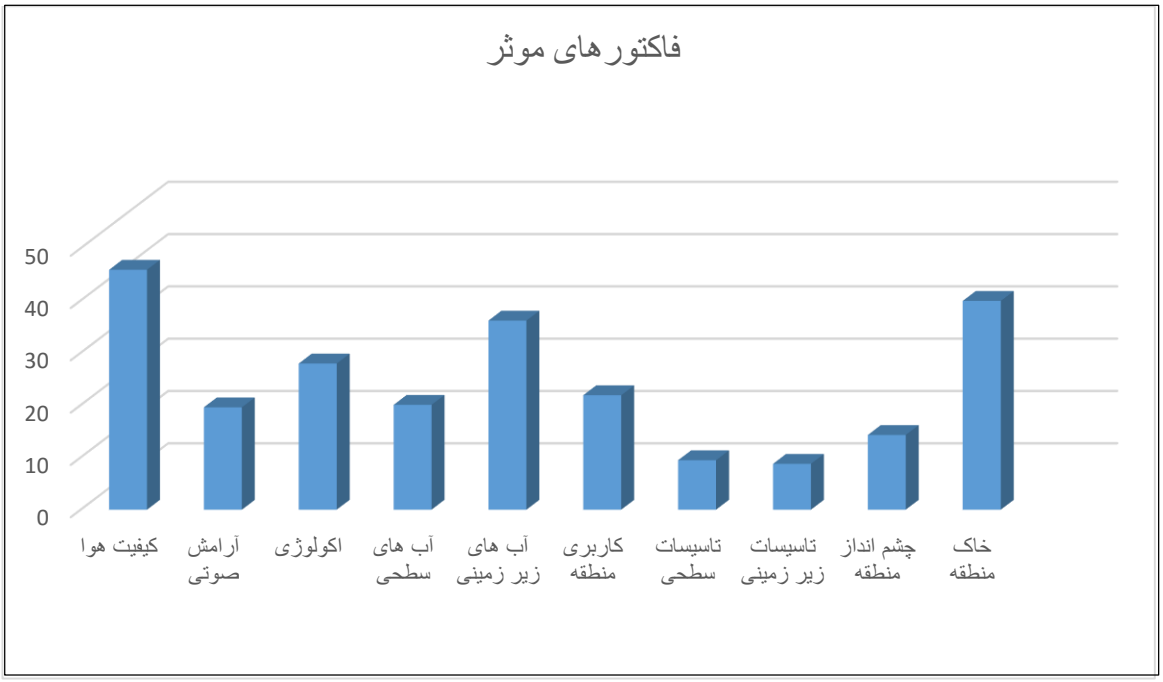
مولفه های زیست محیطی / فاکتورهای موثر	کیفیت هوا	آرامش صوتی	اکولوژی	آب‌های سطحی	آب‌های زیر زمینی	کاربری منطقه	تاسیسات سطحی	تاسیسات زیر زمینی	چشم انداز منطقه	خاک منطقه
تغییر در کاربری منطقه	M	L	M	L	H	H	VL	N	H	M
	۱/۱۴	۱/۱۵	۱/۹۶	۲/۲۳	۱/۳۴	۱/۴۸	۰/۵۷	۱	۱/۶۸	۱/۷۴
روش تخلیه مواد باطله	VL	N	N	N	N	N	N	N	VL	VL
	۰/۵۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۴	۰/۹۱
مواد موجود در باطله	L	N	L	VL	M	VL	N	N	N	M
	۰/۶۶	۰	۱/۳۲	۱/۷۸	۱/۴۲	۰/۳۶	۰	۰	۰	۱/۳۴
لرزش زمین	N	N	VL	N	N	N	VL	M	L	VL
	۰	۰	۰/۵۹	۰	۰	۰	۰/۴۵	۳	۰/۸۸	۰/۷۲
آلودگی صوتی	N	H	VL	N	N	N	N	N	N	N
	۰	۲/۳۵	۰/۵۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تداخل با آب‌های زیرزمینی	N	N	L	N	H	L	VL	VL	N	L
	۰	۰	۱/۳۶	۰	۱/۳۶	۰/۶۹	۰/۵۷	۰/۶۱	۰	۱/۳۵
تداخل با آب‌های سطحی	N	N	VL	M	M	VL	N	N	VL	VL
	۰	۰	۰/۶۲	۳/۶۹	۳/۱۸	۰/۴۲	۰	۰	۰/۴۴	۰/۶۲
رؤیت محدوده معدن کاری	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
پرتاب سنگ	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
پساب‌های خروجی از کارخانه فرآوری	N	N	VL	N	M	N	N	N	N	L
	۰	۰	۰/۵۹	۰	۱/۲۵	۰	۰	۰	۰	۱/۲۶
انتشار گرد و غبار	VH	N	L	N	N	M	M	N	M	N
	۱/۹۲	۰	۱/۱۵	۰	۰	۱/۱۵	۱/۹۷	۰	۱/۳۵	۰
انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	VH	N	N	N	L	VL	N	N	N	N
	۱/۸۹	۰	۰	۰	۰/۸۷	۰/۲۹	۰	۰	۰	۰
افزایش در ترافیک منطقه	VH	L	N	N	N	L	N	N	VL	N
	۱/۹۳	۱/۲۴	۰	۰	۰	۰/۷۲	۰	۰	۰/۴۱	۰
مجموع	۸/۱	۴/۷۴	۸/۱۶	۷/۷	۹/۴۲	۵/۱۱	۳/۵۶	۴/۶۱	۵/۵	۷/۹۴

جدول ۴- تاثیرات کلی فاکتورهای مؤثر بر مؤلفه‌های زیست‌محیطی

مولفه‌های زیست محیطی / فاکتورهای موثر	کیفیت هوا (A1)	آرامش صوتی (A2)	اکولوژی (B1)	آب‌های سطحی (H1)	آب‌های زیر زمینی (H2)	کاربری منطقه (L1)	تاسیسات سطحی (L2)	تاسیسات زیر زمینی (L3)	چشم انداز منطقه (L4)	خاک منطقه (L5)
تغییر در کاربری منطقه	۱/۵۴	۱/۶۴	۲/۶	۳/۵۷	۲/۵۲	۲/۲۶	۱/۲۷	۰	۲/۸۲	۲/۹۲
روش تخلیه مواد باطله	۱/۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۵۶	۲/۷۵
مواد موجود در باطله	۲/۳۱	۰	۳/۶۵	۳/۷۵	۳/۲۹	۱/۱۸	۰	۰	۰	۵/۵۹
لرزش زمین	۰	۰	۰/۷۹	۰	۰	۰	۰/۸۱	۳	۰/۸۸	۰/۵۸
آلودگی صوتی	۰	۹/۶۸	۲/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تداخل با آب‌های زیرزمینی	۰	۰	۳/۷۲	۰	۴/۵۶	۲/۹۵	۱/۷۹	۲/۴۹	۰	۳/۶۹
تداخل با آب‌های سطحی	۰	۰	۲/۲۸	۱۲/۷۳	۴/۹۲	۱/۲۷	۰	۰	۱/۴۲	۲/۶۴
رؤیت محدوده معدن کاری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۴۵
پرتاب سنگ	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۹	۰
پساب‌های خروجی از کارخانه فرآوری	۰	۰	۶/۴۷	۰	۱۲/۵۶	۰	۰	۰	۰	۱۲/۵۶
انتشار گرد و غبار	۸/۷۹	۰	۵/۶۹	۰	۰	۵/۲۲	۵/۵۹	۰	۶/۷۲	۰
انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	۱۸/۱۲	۰	۰	۰	۸/۳۱	۳/۶۸	۰	۰	۰	۰
افزایش در ترافیک منطقه	۱۳/۶۷	۸/۲۶	۰	۰	۰	۵/۳۳	۰	۳/۲۷	۰	۷/۷۴
مجموع	۴۵/۸۸	۱۹/۵۸	۲۷/۹۵	۲۰/۰۵	۳۶/۱۶	۲۱/۸۹	۹/۴۶	۸/۷۶	۱۴/۲۹	۳۹/۹۲



شکل ۲- نمایش میزان آسیب مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن کرومیت فرومد



شکل ۳- نمایش میزان فاکتورهای موثر در معدن کرومیت فرومد

معادله (۱)

$$E = \frac{E_{max} - \sum E}{\sum Emax} = \frac{(\sum Amax - \sum A) + (\sum Bmax - \sum B) + (\sum Hmax - \sum H) + (\sum Lmax - \sum L)}{\sum Amax + \sum Bmax + \sum Hmax + \sum Lmax}$$

مدل ریاضی پایداری زیست محیطی معدن با استفاده از معادله (۱) پایداری زیست محیطی معدن محاسبه و تعیین شده مقدار بیشینه برای هر مولفه زیست‌محیطی ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شودکه دراین معادله:

A: معرف اتمسفر و مؤلفه‌های آن یعنی کیفیت هوا و آرامش صوتی است و Amax : مقدار بیشینه اتمسفر است که از جمع مقادیر حداکثر مؤلفه‌های کیفیت هوا و آرامش صوتی به دست می‌آید.

B : معرف بیوسفر و اکولوژی منطقه است و Bmax : نیز مقدار حداکثر اکولوژی است.

H : بیانگر هیدروسفر و مؤلفه‌های آن یعنی آب‌های سطحی و زیرزمینی است و Hmax : مقدار ماکزیمم هیدروسفر است که از جمع مقادیر حداکثر مؤلفه‌های آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی به دست می‌آید.

L: بیانگر لیتوسفر است.

Lmax :مقدار ماکزیمم L است از جمع مقادیر حداکثر مؤلفه‌های کاربری منطقه، تاسیسات سطحی، تأسیسات زیرزمینی، چشم‌انداز منطقه و خاک منطقه به دست می‌آید.

E: معرف مؤلفه‌های محیطی

Emax : مقدار ماکزیمم E است که از جمع مقادیر حداکثر اتمسفر، بیوسفر، هیدروسفر و لیتوسفر به دست می‌آید.در این معادله اگر مقدار نهایی $E > 0$ باشد معدن از لحاظ مولفه‌های محیطی پایدار و اگر مقدار نهایی $E < 0$ باشد، معدن از لحاظ مولفه‌های محیطی ناپایدار است(Phillips, 2013). با توجه به مقادیر به دست آمده در جدول‌های ۳ و ۴ معادله به صورت زیر است.

.

$$\sum A_{max} = ۲۰۰ \quad \sum B_{max} = ۱۰۰ \quad \sum H_{max} = ۲۰۰ \quad \sum L_{max} = ۵۰۰$$

$$E = \frac{(200-65/46)+(100-27/95)+(200-56/21)+(500-94/32)}{(200+100+200+500)} = \frac{(134/54)+(72/05)+(143/79)+(405/68)}{1000}$$

$$E = \frac{756/06}{1000} = ۰/۷۵۶۰۶$$

نتیجه‌گیری

معدن کرومیت سبزوار از مهم‌ترین و پویاترین معادن استان خراسان محسوب می‌شود. بخش معدن از جمله مهم‌ترین مسیرها در رسیدن به توسعه پایدار است. استخراج از معادن به عنوان یکی از مهم‌ترین مولفه‌های رشد اقتصادی همچون هر مولفه دیگری دارای مزایا، آسیب‌ها و مضراتی از جمله بر محیط‌زیست است . با مد نظر قرار دادن این نکته که معدن‌کاری غیر اصولی و کنترل نشده می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد کند، باید فاکتورهای موثر بر محیط‌زیست از طریق ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ، در فعالیت معدن‌کاری مورد توجه قرارگیرند. در این مقاله با استفاده از نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن فرومد و با بهره‌گیری از مدل ریاضی فیلیپس، پایداری این معدن ارزیابی شده است. با توجه به این که مقدار به دست آمده برای مؤلفه‌های زیست‌محیطی بزرگ‌تر از مقدار صفرو برابر با (E> ۰/۷۵۶۰۶) است، پروژه از نظر زیست‌محیطی پایدار

ارزیابی می‌شود. با این حال مطابق جدول ۴ و شکل‌های ۲و ۳ مؤلفه‌های زیست‌محیطی کیفیت هوا با مقدار ۴۵/۸۸، خاک منطقه با مقدار ۳۹/۹۲ و آب‌های زیر زمینی با مقدار ۳۶/۱۶ حاکی از آسیب‌رسانی بالای معدن‌کاری به این مولفه‌های زیست‌محیطی است. متغیر تاثیر در تاسیسات زیرزمینی با مقدار ۸/۷۶ کمترین آسیب را دارد. تاثیر معدن بر اکولوژی منطقه با مقدار ۲۷/۹۵ دارای پتانسیل زیادی جهت آسیب‌رسانی به محیط زیست می باشد. بنا براین لازم است مولفه‌های ذکر شده در پژوهش مورد توجه قرار بگیرد و تمهیدات لازم برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

منابع

- **آقانباتی، ع.، (۱۳۸۳)،** زمین‌شناسی ایران"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- **بهرودی، ع ، عمرانی، ر.، (۱۳۸۵)، "**نقشه زمین‌شناسی۱۰۰۰۰۰:۱فرومد"، وزارت صنایع ومعدن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

-Alive Tehrrani, A. (1976), "Geology and petrography in Ophiolite rang NW of Sabzevar (Khorasan/iran) with special regard to metamorphism and genetic relations in an ophiolitesuit Disscrtaion der Mathematisch-Naturwissensehaftlichen Fakultar der university Saarlande", pp 300-310.

- Altman, L. (1992), "High levels of iron are tied to an increased risk of heart disease", The New York tims, Sept8, pp 28-36.

-Giannopoulou, I. P., and Panias, D. (2006), Sustainable development of mining and metallurgy in relation", Acta Metallurgica Slovaca, pp195–203.

-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.

- Kimbrough,D., Cohen,Y., Winer,A., Creeman, L., and Mabuni, C. (1999), "A critical assessment of chromium in the environment", Crit Rev Environ Sci Technol, pp:1–46.

-Kirschvink, N., Martin, N., Fievez, L., Smith, N., Marlin, D., and Gustin, P. (2006), "Airway inflammation in cadmium-exposed rats is associated with pulmonary oxidative stress and emphysema", Free Radic, Res, 40. pp241–250.

- Kuma, J., Younger, P., and Bowell, R. (2002), "Expanding the hydrogeological base in mining EIA studies A focus on Ghana", Environmental Impact Assessment Review, pp 22, 273-287.

- Pagnanellia, Giulianob,V., Toro, , L. (2004), "Sequential extraction of heavy metals in river sediments of an abandoned pyrite mining area: pollution detection and affinity series", Environmental Pollution 132 (2004), pp 189–201.

- Phillips, J. (2011), "The conceptual development of a geocybernetic relationship between sustainable development and Environmental Impact Assessment", Applied Geography, pp 969-979. - **Phillips, J. (2013),** "The application of a mathematical model of sustainability to the results of a semi-quantitative Environmental Impact Assessment of two iron ore opencast mines in Iran", Applied Mathematical Modelling, pp 7839-7854.

- **Perdicoúlis, A., and Glasson, J. (2006),** "Causal networks in EIA, Environmental Impact Assessment Review". pp 26, 553-569.

- Satarug, S., and Moore, M. (2004), "Adverse health effects of chronic exposure to low-level cadmium in foodstuffs and cigarette smoke, Environ, Health Perspect". pp1099–1103.

- Vatalis, K., and Kaliampakos, D. (2006), "An Overall Index of Environmental Quality in Coal Mining Areas and Energy Facilities", Environ Manage, pp 1031-1045.

Environmental impact assessment of Forumad Chromite Mine in Sabzevar

Sahar Tabibian

Assistant Professor Department of Natural Resources and Environment, Payame Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Mines extraction through contaminants that enter water, soil and air can cause huge environmental disasters and even endanger human health. Environmental impacts assessment is a viable solution to overcoming environmental challenges to achieve sustainable development. The aim of this study was to evaluate the environmental effects of Forumad chromite mine in Sabzevar. This research was a survey and the research method is descriptive-analytical mathematical model type which has been done in two quantitative and qualitative stages. For this purpose, all factors and components affecting the environment, including atmosphere, contains air quality and sound comfort; Biosphere contains ecology; The hydrosphere, including surface and groundwater and lithosphere, which contains land use, surface facilities, underground facilities, landscape of region and the soil of the region, was examined and scored by experts. Mineral environmental effects were evaluated and finally, by using the mathematical model of Phillips, the indicators of sustainable development of the mine in environmental components were quantified and analyzed. As respect that the value obtained for environmental components is greater than zero, the project has been evaluated as environmentally sustainable. However, the results of the environmental components indicate that the mine will damage the air quality, groundwater and soil of the region.

Key word: Environmental impact assessment, environmental components, effective factors, chromite, Forumad mine.