بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد استخراج مواد معدنی

ارزیابی شاخصه‌های توسعه پایدار در معدن‌کاری زیرزمینی- مطالعه موردی: حوزه زغالی البرز مرکزی

نگارنده: نوید جعفرصالحی

استاد راهنما

دکتر محمد عطایی

دکتر رضا خالو کاکایی

شماره: ۴۶۹۵/۱۸۹۱-ص
تاریخ: ۹۵/۱۲/۸
ویرایش:

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۷: صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای ...نوید جعفرصالحی... به شماره دانشجویی ...۹۳۰۵۳۱۴... رشته ...مهندسی معدن... گرایش ...استخراج... تحت عنوان **ارزیابی شاخصه‌های توسعه پایدار در معدن‌کاری زیرزمینی- مطالعه موردی: حوزه زغالی البرز مرکزی** که در تاریخ ۹۵/۱۱/۱۸. با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول (با درجه : خوب امتیاز ۱۶) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

نوع تحقیق: نظری ☑ عملی ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹)
۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)
۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)
۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر محمد عطایی	استاد	
۲- استادراهنمای دوم	دکتر رضا خالو کاکایی	استاد	
۳- استاد مشاور	—	—	
۴- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر رامین رفیعی	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر فرهنگ سرشکی	دانشیار	
۶ـ استاد ممتحن دوم	دکتر کیومرث سیف پناهی شعبانی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: سید امیری

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده: ۹۵/۱۲/۸

تقدیم به پدر و مادرم

که از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

و از صبرشان ایستادگی را آموختم

تقدیم به برادر و خواهرانم

به پاس دلگرمی و محبتی که به من داشتند

تشکر و قدردانی

از اساتید گرامیم

جناب آقای دکتر محمد عطایی و

دکتر رضا خالوکاکایی بسیار سپاسگذارم.

چرا که بدون راهنماییهای ایشان تامین این پایان نامه بسیار مشکل می‌نمود

چکیده

توسعه پایدار به معنای ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است و از سه اصل مهم محیط زیست، اجتماع و اقتصاد تشکیل شده است. این سه پارامتر با یکدیگر در ارتباط بوده و عدم تعادل در هر یک از آن‌ها موجب بر هم خوردن تعادل در سایر بخش‌ها خواهد شد. در حقیقت توسعه پایدار محل تلاقی جامعه، اقتصاد و محیط زیست است. ارتباط متقابل بین معدن‌کاری و توسعه پایدار انجام یکی را مستلزم انجام دیگری می‌سازد. صنایع معدنی اثرات مثبت و منفی قابل توجهی را در محیط زیست، اجتماع و اقتصاد به دنبال دارند که بیانگر ارتباط معدن‌کاری و توسعه پایدار است. توسعه فناوری از طریق روش‌ها و ماشین‌آلات پیشرفته، استخدام و توسعه نیروی کار بسیار ماهر، مواد خام ضروری برای بسیاری از صنایع و ... نمونه هایی از اثرات مثبت و آلودگی و آسیب محیط زیست از طریق زهاب‌های اسیدی، سر و صدا، گرد و غبار، باطله‌ها، بیماری‌های اجتماعی، مهاجرت مردم و ... نمونه‌هایی از اثرات منفی معدن‌کاری محسوب می‌شوند. درنتیجه این عوامل سبب شده تا توسعه پایدار به عنوان یک نیاز برای حفاظت از سرمایه‌های طبیعی، انسانی و اجتماعی وارد بخش معدن‌کاری شود. در این مطالعه ابتدا به منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع استفاده شده است که معیارهای ارزیابی و مولفه‌های زیست‌محیطی ابعاد این ماتریس را تشکیل می‌دهند. برای تعیین تاثیر هر کدام از معیارهای ارزیابی از نظر کارشناسان خبره در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی استقاده شده است. سپس نتایج به دست آمده توسط توسعه پایدار مورد ارزیابی قرار گرفتند که براساس آن معدن مورد مطالعه دارای سطح ناپایدار می‌باشد. سپس بر اساس درصد آسیب مولفه‌های مختلف تمهیدات لازم پیش‌بینی و ارائه شده است.

کلمات کلیدی: توسعه پایدار، ارزیابی آثار زیست محیطی، ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع. معدن زغالسنگ البرزمرکزی

فهرست مطالب

۱- کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مساله ۲

۱-۳- سابقه تحقیق ۴

۱-۴- اهمیت تحقیق ۴

۱-۵- ضرورت تحقیق ۵

۱-۶- اهداف تحقیق ۵

۱-۷- روش انجام تحقیق ۶

۱-۸- ساختار پایان‌نامه ۶

۲- سابقه تحقیق ۹

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی ۱۱

۲-۳- رویکرد استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن ۱۴

۲-۳-۱- اهداف طرح توسعه معدن در رویکرد طراحی معدن پس از بسته شدن ۱۴

۲-۳-۲- شناخت جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت‌های معدنی ۱۵

۲-۳-۳- مراحل ایجاد طراحی معدن پس از بسته شدن ۱۶

۲-۴- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ۱۹

۲-۴-۱- روش لئوپد ۲۰
۲-۴-۱-۱- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در روش لئوپد ۲۰
۲-۴-۱-۲- مزایا و معایب روش لئوپد ۲۲
۲-۴-۱-۳- مطالعه موردی ۲۲
۲-۴-۲- روش فولچی ۲۵
۲-۴-۲-۱- فاکتورهای وزنی در روش فولچی ۲۶
۲-۴-۲-۲- تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات فاکتورهای موثر ۲۷
۲-۴-۲-۳- ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی ۲۷
۲-۴-۲-۴- برآورد مقدار ویژه برای هر فاکتور تاثیر ۲۹
۲-۴-۲-۵- مجموع وزنهای فاکتورهای زیستمحیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی ۳۲
۲-۴-۳- روش اصلاح‌شده فولچی ۳۴
۲-۴-۳-۱- معرفی و بررسی فاکتورهای موثر و مولفه‌های زیست‌محیطی در روش اصلاح‌شده فولچی ۳۵
۲-۴-۳-۲- تعیین امتیاز فاکتورهای موثر در روش اصلاح‌شده‌ی فولچی ۳۹
۲-۴-۴- روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۳۹
۲-۴-۴-۱- مراحل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۳۹
۲-۴-۴-۲- مطالعه موردی ۴۲

۲-۵- ارزیابی توسعه پایدار ۵۲
۲-۵-۱- مدل ریاضی پایداری ۵۶
۲-۶- جمع‌بندی ۶۱
۳- بررسی کلی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۶۳
۳-۱- مقدمه ۶۴
۳-۲- معدن کارمزد ۶۴
۳-۲-۱- آب و هوا ۶۵
۳-۲-۲- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی ۶۵
۳-۲-۳- محدوده معادن کارمزد ۶۶
۳-۲-۴- مشخصات لایه‌های قابل کار معادن کارمزد ۶۶
۳-۲-۴-۱- مشخصات لایه ۴ ..... ۶۶
۳-۲-۴-۲- مشخصات لایه ۹ ..... ۶۷
۳-۲-۴-۳- مشخصات لایه ۱۱ ..... ۶۷
۳-۲-۴-۴- مشخصات لایه ۱۲ ..... ۶۷
۳-۲-۴-۵- مشخصات لایه ۱۳ ..... ۶۸
۳-۲-۵- مرزها و محدوده معادن کارمزد و میزان ذخیره (به تفکیک) ۶۸
۳-۳- معدن کارسنگ ۷۰
۳-۳-۱- آب و هوا ۷۰

۳-۳-۲- راههای ارتباطی ۷۱
۳-۳-۳- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی ۷۱
۳-۳-۴- مرزها و محدوده منطقه معدنی کارسنگ ۷۲
۳-۳-۵- میزان ذخیره و عمر معدن (در محدوده پروژه) ۷۲
۳-۴- معدن تاریکدره ۷۲
۳-۴-۱- آب و هوا ۷۳
۳-۴-۲- راه‌های ارتباطی ۷۳
۳-۴-۳- میزان ذخیره و عمر معدن ۷۳
۳-۴-۴- مشخصات لایه‌ها ۷۴
۳-۵- معدن کیاسر ۷۴
۳-۵-۱- آب و هوا ۷۴
۳-۵-۲- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی ۷۵
۳-۵-۳- میزان ذخیره قابل برداشت ۷۵
۳-۶- بررسی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از دیدگاه زیست‌محیطی ۷۵
۳-۶-۱- دمپ‌های باطله ۷۶
۳-۶-۲- انتشار گرد و غبار ۷۷
۳-۶-۳- زهاب اسیدی معدن ۷۷
۳-۶-۴- پساب خروجی از کارخانه فراوری ۷۸

۳-۷- جمع‌بندی ۷۹

۴- ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۸۱

۴-۱- مقدمه ۸۲

۴-۲- ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۸۳

۴-۲-۱- شناسایی و تعریف معیارهای ارزیابی ۸۳

۴-۲-۲- شناسایی و تعریف مولفه‌های زیست‌محیطی ۸۳

۴-۲-۳- داده‌های به دست آمده از پرسشنامه ۸۵

۴-۲-۴- ارزیابی آثار زیستمحیطی ۸۵

۴-۳- بررسی نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۹۷

۴-۳-۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای ۹۸

۴-۳-۲- آلودگی آب سطحی ۹۸

۴-۳-۳- هزینه انرژی مصرف شده ۹۹

۴-۴- ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۹۹

۴-۵- اقدامات پیشگیرانه برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ ۱۰۳

۴-۶- جمع‌بندی ۱۰۵

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۷

۵-۱- مقدمه ۱۰۸

۵-۲- بررسی نتایج ارزیابی توسعه پایدار در معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۱۰۹

۵-۳- پیشنهادات برای مطالعات بعدی ۱۰۹

۶- منابع ۱۱۱

فهرست جداول

جدول ۲–۱ ماتریس به دست آمده در روش لئوپد برای معدن فسفات کالیفرنیا ۲۴

جدول ۲–۲ تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات فاکتورهای موثر ۲۸

جدول ۲–۳ ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیستمحیطی ۳۰

جدول ۲–۴ برآورد مقدار ویژه برای هر فاکتور تاثیر ۳۱

جدول ۲–۵ مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیستمحیطی در معدن بیت‌فجار ۳۳

جدول ۲–۶ تعریف فاکتورهای تاثیر و محدوده امتیاز آنها ۳۵

جدول ۲–۷ مولفه‌های زیستمحیطی برای روش اصلاح‌شده فولچی ۳۸

جدول ۲–۸ تعریف، توضیح و چگونگی نمره‌دهی معیارها ۴۱

جدول ۲–۹ دسته‌بندی نمرات زیستمحیطی ۴۲

جدول ۲–۱۰ تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع برای گزینه‌ی اول (رهاسازی باطله) ۴۵

جدول ۲–۱۱ خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۴۷

جدول ۲–۱۲ نمرات قراردادی و گروهبندی گزینه‌ها به تفکیک دسته‌ها ۵۱

جدول ۲–۱۳ تاریخچه توسعه پایدار در معدن ۵۲

جدول ۲–۱۴ شرح ساده از معادلات کلیدی مورد استفاده در مدل ریاضی پایداری ۵۶

جدول ۲–۱۵ بازه در نظر گرفته شده برای تعیین میزان پایداری ۵۹

جدول ۲–۱۶ مقادیر به دست آمده برای ES کل و ES نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۵۹

جدول ۲–۱۷ نتایج ارزیابی پایداری برای معدن زغال‌سنگ رومانی ۶۱

جدول ۴–۱ مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۸۴
جدول ۴–۲ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی A۱ ..... ۸۶
جدول ۴–۳ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی A۲ ..... ۸۷
جدول ۴–۴ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۱ ..... ۸۸
جدول ۴–۵ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۲ ..... ۸۹
جدول ۴–۶ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۳ ..... ۹۰
جدول ۴–۷ نتایج نظرسنجی کارشناسان و طراحان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ۹۱
جدول ۴–۸ دسته‌بندی نمرات زیست‌محیطی ۹۳
جدول ۴–۹ تجزیه و تحلیل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۹۴
جدول ۴–۱۰ نحوه‌ی قرارگیری و تعداد مولفه‌های زیست‌محیطی در کلاس‌های مختلف.. ۹۶
جدول ۴–۱۱ نمرات اختصاص داده شده و تعداد نمرات در هر دسته ۹۶
جدول ۴–۱۲ مقادیر به دست آمده برای نمره‌ی زیست‌محیطی کلی و نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع ۱۰۰

فهرست اشکال

شکل ۲–۱ نمودار ارزیابی آثار زیست محیطی در معدن بیت‌فجار ۳۴

شکل ۲–۲ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی آزادسازی زباله ۴۸

شکل ۲–۳ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی دفن زباله ۴۹

شکل ۲–۴ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی بازیافت زباله ۴۹

شکل ۲–۵ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی کمپاست زباله ۵۰

شکل ۳–۱ موقعیت برخی از دامپ های باطله رها شده در محدوده معدن کارمزد.....۷۶

شکل ۴–۱ نتایج حاصل از ارزیابی زیست محیطی معدن زغال سنگ البرز مرکزی ۹۷

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

مواد معدنی پایه و اساس تمدن‌ها را تشکیل می‌دهند. صنعت معادن در طول اعصار مختلف همواره موجب توسعه و پیشرفت بوده و در آثار بجامانده از تمدن‌های باستانی از قبیل بین النهرین، هلیل و نیل شواهد فراوانی از بهره برداری منابع معدنی به چشم می‌خورد. وجود برخی از قدیمی-ترین آثار معدن‌کاری جهان در نقاط مختلف ایران ازجمله کرمان، کاشان و غرب ایران حاکی از پیشرو بودن ایران در اکتشاف و استخراج مواد معدنی است. جوامع بشری به شدت نیازمند مواد معدنی‌اند و اساس اغلب صنایع امروزی منابع معدنی می‌باشد. در حالیکه جمعیت جهان رو به افزایش است و آهنگ مصرف منابع معدنی حتی از آهنگ رشد جمعیت نیز بیشتر است، ذخایر معدنی دنیا رو به کاهش می‌باشند. تولید و مصرف این منابع نیز منجر به آلودگی‌های محیط زیست می گردد [۱].

فعالیت‌های معدنی اثرات زیست‌محیطی مختلف را بر اساس میزان استخراج و روش‌های فرآوری به کار گرفته شده، افزایش می‌دهند. این اثرات بالقوه به صورت مستقیم یا غیر مستقیم بر محیط زیست و جوامع محلی تاثیر می‌گذارند. امروزه فشار زیادی از سوی دست‌اندرکاران مرتبط با محیط زیست برای کاهش اثرات زیست‌محیطی وجود دارد. به همین دلیل تأثیرات فعالیت‌های معدنی باید به منظور نتیجه بر روی مناسب‌ترین طرح نظارت بر محیط زیست و بهبود عملکرد کلی زیست‌محیطی به خوبی شناسایی و کمی شوند [۲].

۱-۲- بیان مساله

امروزه با توجه به نیاز روزافزون جوامع به مواد خام و ... ، معدنکاری امری اجتناب‌ناپذیر بوده و روش‌های مختلفی برای ارزیابی تأثیرات معدن بر محیط زیست وجود دارد. توسعه پایدار ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است که نه‌تنها به جنبه زیست‌محیطی، بلکه به جنبه-های اجتماعی و اقتصادی هم توجه می‌کند. در حقیقت، توسعه پایدار محل تلاقی جامعه، اقتصاد

و محیط زیست است. کشورهای توسعه یافته در ابتدای مسیر توسعه به واسطه‌ی تکیه بر منابع طبیعی و معدنی و استخراج آن‌ها توانستند گام‌های ابتدایی توسعه را بردارند. به مرور زمان و بر اثر بی‌توجهی به مسائل زیست‌محیطی و تبعات اجتماعی و نگاه صرفاً اقتصادی به موضوع، مشکلاتی ایجاد شد که به تدریج، توجه به این مسائل در کنار جنبه‌های اقتصادی این فعالیت‌ها، موجب شد موضوع و مفهوم توسعه پایدار مطرح شود. امروزه حفظ محیط زیست، یکی از مسائل قابل توجه برای همه‌ی کشورها است. در مناطقی که معادن جدید کشف و استخراج می‌شوند، اثرات زیست محیطی وجود خواهند داشت. احیای اراضی و آماده‌سازی زمین استخراج شده برای استفاده مجدد از زمین معدنکاری شده، بیشتر در معادن سطحی مطرح است . بازسازی معدن به عنوان بخش جدایی نشدنی از طراحی کل معدن، باید از مراحل اولیه عملیات استخراج از معادن در نظر گرفته شود .به این ترتیب، علاوه بر حفاظت از محیط زیست، زمین‌هایی به چرخه تولید باز می‌گردند [۳].

ارتباط متقابل بین معدن‌کاری و توسعه پایدار، انجام یکی را مستلزم انجام دیگری می سازد. مهمترین اصل در رسیدن به توسعه پایدار از طریق معدن‌کاری، توجه همزمان به سه اصل اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بخش معدن است. صنایع معدن‌کاری، اثرات مثبت و منفی قابل توجهی را در محیط زیست، اجتماع و اقتصاد به دنبال دارند که بیانگر ارتباط معدن‌کاری و توسعه پایدار است. توسعه فناوری از طریق روش‌ها و ماشین‌آلات پیشرفته، استخدام و توسعه نیروی کار بسیار ماهر، مواد خام ضروری برای بسیاری از صنایع و ... نمونه‌هایی از اثرات مثبت و آلودگی و آسیب محیط‌زیست از طریق زهاب‌های اسیدی، سر و صدا، گرد و غبار، باطله‌ها، بیماری‌های اجتماعی، مهاجرت مردم و ... نمونه‌هایی از اثرات منفی معدنکاری محسوب می‌شوند. در نتیجه این عوامل سبب شده تا توسعه پایدار به عنوان یک نیاز برای حفاظت از سرمایه‌های طبیعی، انسانی و اجتماعی وارد بخش معدن‌کاری شود. در این تحقیق سعی می‌شود اثرات

زیست‌محیطی معدن‌کاری در حوزه‌ی زغالی البرز مرکزی مورد بررسی قرار گیرد و با استفاده از شاخص‌های مختلف وضعیت پایداری مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۳- سابقه تحقیق

توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی در پایان قرن بیستم مطرح شده و همچنان ادامه دارد. با توجه به فعالیت‌های معدنی، تأثیر منفی زیست‌محیطی در سراسر تاریخ بشریت قابل توجه بوده است. در حالی که مواد معدنی تولید شده توسط فعالیت‌های معدنی مبنایی را برای تمدن بشری ارایه می‌کنند. در سال ۱۹۸۷ توسعه پایدار برای اولین بار توسط کمیسیون جهانی توسعه محیط زیست با هدف رفع نیازهای خود، بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای آنها تعریف شد [۴]. در فصل دوم مجموعه‌ای از کارهای انجام شده و مرور منابع مربوط به توسعه پایدار گردآوری شده است.

۱-۴- اهمیت تحقیق

مواد معدنی تنها در نقاط محدودی از زمین یافت شده و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. این عمل باعث محدودیت و کاهش آزادی عمل دست‌اندرکاران معدنی برای انتخاب یک محل مناسب و به دور از سکنه به منظور شناخت و بهره‌برداری از مواد معدنی شده است [۲]. مواد معدنی برای زندگی روزمره و تولیدات متعدد برای ساخت و ساز ضروری هستند. آنها همچنین به صورت مواد خام در بسیاری از صنایع کاربرد دارند. با این حال استخراج و فراوری مواد معدنی با تعدادی از چالش‌های توسعه پایدار از جمله، مسائل مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در ارتباط هستند. از سوی دیگر عملیات استخراجی همواره منجر به انواع اثرات زیست‌محیطی، از جمله کاهش منابع تجدیدناپذیر، اختلال چشم‌انداز و تهدید برای سلامت و ایمنی کارگران و شهروندان می‌شود [۵].

مهمترین اصل در رسیدن به توسعه پایدار از طریق معدن‌کاری، توجه همزمان به سه اصل اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بخش معدن است. هرگاه به این سه بخش به طور همزمان توجه شده، بخش معدن توسعه اقتصادی پایدار را تجربه کرده است. این تجربه می‌تواند به کشورهای در حال توسعه در رسیدن به توسعه پایدار کمک کند.

۱-۵- ضرورت تحقیق

چالش عمده پیش روی عملیات معدن‌کاری و فرآوری مواد معدنی برای اطمینان از حداقل تأثیر عملیات معدنی بر محیط زیست در مناطق حساس و به خصوص حفاظت شده است. فعالیت‌های غیر قابل چشم‌پوشی شامل ذخیره‌سازی مواد معدنی، مناطق دفع باطله، ساختمان‌ها، جاده‌های دسترسی و ... باعث حذف و اختلال در زیستگاه طبیعی جانوران و گیاهان می‌شود. برنامه‌ریزی زیست‌محیطی یک ابزار مفید برای جلوگیری یا به حداقل رساندن تأثیرات بالقوه زیست‌محیطی در طول یک دوره از معدن‌کاری در مناطق حفاظت‌شده است، درحالی‌که همچنان توسعه اقتصادی را در درازمدت در نظر می‌گیرد [۳].

۱-۶- اهداف تحقیق

هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی است. لازمه ارزیابی توسعه پایدار در یک پروژه، ارزیابی آثار زیست‌محیطی[۱] (EIA) است. بنابراین، هدف این تحقیق ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی است. با این ارزیابی می‌توان فاکتورهای مؤثر این معدن و تاثیر آن بر مولفه‌های زیست‌محیطی منطقه را بررسی کرد و در نهایت توسعه پایدار را مورد ارزیابی قرار داد.

[۱] Environmental impacts assessment

۱-۷- روش انجام تحقیق

روش کار به این صورت است که پس از انجام مطالعات و جمع‌آوری اطلاعات لازم در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، شاخصه‌های توسعه پایدار ارزیابی می‌شوند. بدین منظور ابتدا معیارها و مولفه‌های زیست‌محیطی تعیین و به صورت پرسشنامه توسط متخصصین و کارشناسان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی تکمیل می‌شوند. سپس این پرسشنامه‌ها با روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع[۱] (RIAM) تعیین و در نهایت اثر کلی معیارهای زیست‌محیطی بر مولفه‌های زیست‌محیطی مشخص می‌شود. سپس با استفاده از نتایج آثار زیست‌محیطی، توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۸- ساختار پایان‌نامه

فصل اول این تحقیق به ترتیب شامل تعریف مساله، سابقه تحقیق، اهمیت تحقیق، ضرورت تحقیق، اهداف تحقیق و روش انجام کار بوده که به هر کدام به صورت خلاصه پرداخته شده است.

در فصل دوم، به تاریخچه‌ی موضوع مورد نظر شامل توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پرداخته شده است.

در فصل سوم به بررسی منطقه‌ی مورد مطالعه، یعنی معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی پرداخته شده است.

فصل چهارم شامل روش انجام تحقیق و ارزیابی توسعه پایدار در معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی می‌باشد.

[۱] Rapid impact assessment matrix

در فصل پنجم نیز، به بررسی نتایج این تحقیق پرداخته شده و پیشنهاداتی برای انجام مطالعات بعدی ارائه شده است.

فصل دوم:

سابقه تحقیق

۲-۱- مقدمه

مطالعات تاریخی نشان می‌دهد که ورود معادن و بخصوص معادن فلزی به زندگی انسان تأثیر بسیار مهمی در روش زندگی داشته به‌گونه‌ای که به عنوان مثال کشف آهن، مس و نظایر آن عناوین تاریخی جدیدی را با عنوان عصر آهن یا عصر مس و مفرغ در تاریخ بشریت ایجاد نموده است. ازاین‌رو با توجه به پیشرفت روزافزون انسان‌ها در بخش‌های صنعتی که تلاش برای دستیابی به رفاه بیشتر محسوب می‌شود، بخش معدن نیز به موازات آن توسعه چشمگیری یافته و روش‌های جدیدی برای اکتشاف، استخراج و فراوری مواد معدنی ایجاد شده که در طی آنها معادنی کشف شده و به بهره‌برداری می‌رسد. اما این سرعت برای تغذیه بخش‌های صنعتی کافی نیست و لذا هر روز باید مقدار بیشتری مواد اولیه برای صنعت تأمین گردد، که این مهم با اکتشاف زون‌های جدید معدنی و بهره‌برداری از آنها صورت می‌گیرد. از این رو فرآیند معدن‌کاری در سراسر جهان فرایندی پویاست که به سمت توسعه حرکت می‌کند. از سوی دیگر تلاش دانشمندان علوم مختلف بر این است تا با یافتن روش‌های جدید فراوری مواد معدنی ارزش افزوده بیشتری ایجاد نموده و در نهایت سود اقتصادی حاصل از فعالیت معدنی را افزایش دهند. در کنار این مساله و با توجه به مشکلات خاصی که جوامع بشری در طی توسعه اقتصادی با آن دست به گریبان هستند از جمله، بی‌عدالتی، فقر، تخریب و از بین بردن منابع، افزایش بلاهای طبیعی، فاصله طبقاتی و نظایر آن که از نظر انسان پیشرفته قرن بیست و یکم پذیرفته نیست تلاش‌هایی صورت گرفته تا این مسایل در چارچوب یک همفکری و اجماع جهانی مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. ازاین‌رو کشورهای مختلف تلاش خود را بر این نکته قرار دادند که به جای حرکت لجام‌گسیخته به سوی توسعه، پایداری آن را در ابتدا مد نظر قرار داده و به‌گونه‌ای حرکت کنند که نسل‌های آتی بتوانند حداقل به میزان نسل حاضر از مواهب طبیعی بهره‌مند شوند [۶].

۲-۲- توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی

فعالیت‌های معدنی نیز همانند سایر فعالیت‌های بشری نسبت به مسائل زیست‌محیطی بی‌تاثیر نبوده و نیازمند توسعه پایدار می‌باشند. مشکل اصلی معادن را می‌توان در ۳ گروه عمده زیر دانست [۷].

- تخریب زمین و از بین بردن محل زندگی گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی،

- ایجاد آلودگی و پسماندهای زیاد که با توجه به عیار پایین کانی‌های موردنیاز در سنگ معدن اجتناب‌ناپذیر می‌نماید.

- پیامدهای اجتماعی و اقتصادی برای محیط اطراف معدن پس از تعطیلی فعالیت‌های معدن‌کاری

سه گروه فوق در واقع معلول چنین رویکردی در میان متولیان امور است که به معدن به مانند یک مخزن مواد اولیه می‌نگرند و صرفاً باید ذخیره‌ی آن برای فروش و سودآوری اقتصادی با حداقل هزینه‌ی اقتصادی ممکن و در سریع‌ترین زمان استخراج‌شده و احتمالا در زمان بهره‌برداری نیز اشتغال ایجاد کند. بدیهی است که چنین توسعه‌ای در فعالیت‌های معدنی نتیجه‌ای جز تخریب و آلودگی به همراه نداشته و جوامع اطراف این معادن ممکن است از اندک رونقی در حین بهره‌برداری منتفع گردند که معمولاً به دلیل اثرات نامطلوب ناشی از انتشار آلودگی و یا تخریب چندان قابل‌توجه نیست. اما مشکل زمانی بروز می‌کند که ذخیره معدنی تمام شده یا برداشت بیشتر از آن اقتصادی نباشد. در این صورت رونق گذشته از بین رفته و ساکنین منطقه در صورتی که در آنجا باقی‌مانده باشند با معضلاتی نظیر: فقر، بیکاری، فساد، آلودگی محیط زیست و مشکلات دیگری مواجه خواهند شد.

درحالی‌که در بسیاری از کشورهای پیشرفته می‌توان ملاحظه کرد که بسته شدن معدن نه‌تنها منجر به افزایش مشکلات نشده است، بلکه در زمان بهره‌برداری از معدن شهرها و

اجتماعات اطراف، مناسبات اقتصادی و اجتماعی خود را پیدا کرده و مستقل از فعالیت معدنی به حیات خود ادامه می‌دهند و چه بسا با رونق اقتصادی بیشتر از گذشته مواجه می‌شوند. نمونه‌های زیادی از این اجتماعات را می‌توان در شهرها و ایالات مختلف کشور آمریکا ملاحظه نمود. تعداد زیادی از شهرهای آمریکا در ابتدا محل‌هایی بوده‌اند که جویندگان طلا در آنجا سکنی گزیده و به کار معدنکاری طلا و نظایر آن مشغول بوده‌اند، به مرور زمان شهرها در این مناطق ایجاد شده و شهر مناسبات اقتصادی خود را مستقل از معدنکاری ایجاد کرده است. در حال حاضر از آن معادن و فعالیت‌های آنها هیچ خبری نیست اما این شهرها به خوبی از عهده اداره امور برآمده و گاهی درآمدهای آنها به تنهایی از درآمد برخی از کشورهای دیگر بیشتر است [۷].

نکته اساسی ماجرا که تفاوت این دو رویکرد را تشکیل می‌دهد، توسعه پایدار معدنکاری نامیده می‌شود.

فعالیت‌های معدنی با توجه به دارا بودن شرایط ویژه، نیاز به توجه خاص و رویکرد اختصاصی برای دستیابی به توسعه پایدار دارند. از این رو ۶ باور عمده و کلیدی با توجه به شرایط خاص فعالیت‌های معدنی توسط روبرتسون و همکاران[۱] در سال ۱۹۹۸ پیشنهاد شده است که به شرح زیر می‌باشند [۸]:

- معدن‌کاری اقدامی اساسی در توسعه پایدار جوامع بشری است و لذا برنامه‌ریزی برای معدن

کاری پایدار و استخراج مواد مورد نیاز به صورت پایدار یک نیاز جهانی محسوب می‌شود.

- از آنجا که معدن‌کاری استفاده موقتی از زمین است و معمولاً درآمد اقتصادی بالایی به همراه داشته و توسعه محلی و منطقه‌ای ایجاد می‌کند، تداوم این توسعه و سودآوری اقتصادی

[۱] Robertson et al

و اجتماعی پس از پایان بهره‌برداری از معدن باید به‌عنوان یک هدف در فعالیت معدنی در نظر گرفته شود.

- در فعالیت معدن‌کاری تغییرات اجتناب‌ناپذیری در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محل ایجاد می‌شود که کنترل کردن آن‌ها می‌تواند باعث شود تا تأثیرات نامطلوب فعالیت معدنی به حداقل برسد. از این رو شناخت و تعیین اثرات احتمالی و همچنین بهینه‌سازی توسعه معدن در زمان بهره‌برداری و ترمیم زمین یک الزام است.

- از آنجا که معدن‌کاری فعالیتی موقتی است، لذا معدن‌کار باید در زمان معدن‌کاری خود را محافظ زمین مورد استفاده دانسته و از آن حفاظت کند. از سوی دیگر برنامه‌ریزی برای طراحی معدن باید به‌گونه‌ای باشد که کاربری‌های بعد از معدن‌کاری برای استفاده پایدار از زمین پیش‌بینی شده و کاربران آتی که محافظان آینده آن هستند نیز پیش‌بینی شوند.

- از آنجا که معدن با مختصات اکولوژیکی و اجتماعی محل خود یکپارچه است، ایجاد تغییرات در محل معدن و رعایت الزامات مربوط به حفاظت منابع و حفظ سایر ارزش‌های موجود در محل می‌تواند مورد توجه افراد زیادی قرار گیرد که در این موضوع ذینفع هستند. این افراد می‌توانند از گروه‌های ذینفع محلی و مجاور تا افرادی در سراسر جهان را در برگیرند، ازاین‌رو باید کلیه افراد ذینفع و علاقه‌مندان در برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های طراحی‌شده برای توسعه معدن دخیل شده و از نظرات آنها استفاده کرد.

- بدیهی است که فعالیت معدنی ازنقطه‌نظر تعدادی از گروه‌های ذینفع سودآور و از دیدگاه عده‌ای دیگر با ضرر و زیان محسوب می‌شود و نحوه ارزش‌گذاری هر گروه بستگی به ارزش‌ها و توقعات مورد نظر آنها دارد، لذا انتخاب برنامه صحیح برای توسعه معدنی و همچنین کاربری‌های پس از فعالیت معدنی باید به گونه‌ای باشد که ارزش‌ها و نکات مهم کلیه گروه‌های

ذینفع، مورد توجه قرار گرفته و بستری برای تبادلات اطلاعات فنی و دستیابی به درک متقابل به وجود آید.

۲-۳- رویکرد استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن

موارد فوق که امروزه پایه و اساس توسعه پایدار در بخش معدن قرار می‌گیرند باعث شدند تا راهکارهای جدیدی برای طراحی معدن شکل گیرد تا ضمن به حداقل رساندن تأثیرات نامطلوب فعالیت معدنکاری بر محیط زیست و جوامع اطراف در حین بهره‌برداری، تأثیرات نامطلوب پس از پایان فعالیت معدنی نیز به حداقل رسیده و به جای آن رونق اقتصادی و اجتماعی حاصل از معدن، پس از عمر فعالیت معدنی نیز ادامه یابد. این راهکارها که با عنوان طرح‌های استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن[۱] آن مطرح هستند، در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ در اروپا و آمریکا با عنوان طرح معدن برای بسته شدن مطرح شدند و پس از دهه‌ی ۹۰ تکمیل‌شده و به عنوان طرح استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن[۲] مطرح شدند [۹].

فلسفه اصلی این رویکرد استفاده از نظرات همه‌ی افراد ذینفع در فعالیت معدن و پس از آن، برای برنامه‌ریزی و طراحی معدنی است تا ضمن به حداقل رساندن اثرات نامطلوب فعالیت معدنی در زمان معدن‌کاری و پس از آن، رونق اقتصادی و اجتماعی معدن پس از بسته شدن معدن ادامه یابد.

۲-۳-۱- اهداف طرح توسعه معدن در رویکرد طراحی معدن پس از بسته شدن

در زمانی که طراحی معدن بر اساس طراحی معدن پس از بسته شدن انجام می‌شود، هدف تنها استخراج ذخیره معدن نیست، بلکه اهداف متعالی‌تری مدنظر قرار می‌گیرد که ضمن استخراج

[۱] Closure plan

[۲] Post Mining Sustainable Use Plan

ذخیره معدن به صورت اقتصادی و ایجاد سود، هسته‌ای برای توسعه اجتماعی و اقتصادی معدن ایجاد می‌شود. بر این اساس خط‌مشی مورد نظر در این رویکرد عبارت است از [۹]:

- به حداقل رساندن تخریب محیط زیست

- دستیابی به بالاترین بهره‌وری ممکن از زمین و بازگرداندن آن به شرایط اولیه و یا شرایط قابل قبول پس از معدن‌کاری.

- استمرار رونق اقتصادی و شکوفایی اجتماعی ایجاد شده‌ی ناشی از فعالیت‌های معدنی، پس از بسته شدن معدن تا حد امکان.

۲-۳-۲- شناخت جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت‌های معدنی

به منظور اعمال توسعه پایدار در معدن‌کاری، لازم است تاثیرات مختلفی که فعالیت‌های معدنی بر محیط زیست دارد مورد توجه قرار گرفته و تحت کنترل باشد. به‌طور کلی این جنبه‌ها در ۴ گروه کلی طبقه‌بندی می‌شوند [۱۰]:

- جنبه‌هایی که بر پایداری فیزیکی تأثیر می‌گذارند نظیر مواردی که منجر می‌شوند ساختمان‌ها و سازه‌ها، تجهیزات، شیب‌های معدن، تونل‌ها و بناهای زیرزمینی و نظایر آنها از پایداری خارج شده و تخریب شوند. چراکه در غیر این صورت ممکن است خطرات حاصل از تخریب و ناپایداری آنها ایمنی، بهداشت عمومی و یا محیط زیست را به خطر بیندازد.

- جنبه‌هایی که بر پایداری ژئوشیمیایی تاثیر می‌گذارند و باعث می‌شوند تا کانی‌های موجود، مواد شیمیایی و فلزات سنگین که در زمین وجود دارند از حالت پایدار خارج شده و در محیط منتشر گردند، باید کاملا کنترل شده و پایدار شوند و از ورود آنها بخصوص به داخل منابع آب سطحی یا زیرزمینی جلوگیری به عمل آید.

- جنبه‌هایی که در ارتباط با استفاده از زمین بوده و تغییراتی در سطح زمین به وجود می‌آورند. تغییرات حاصل از این جنبه‌ها نیز باید پس از پایان فعالیت معدنی ترمیم و بازسازی

شده و تا حد امکان به شرایط زمین قبل از شروع فعالیت معدنکاری درآمده و یا لااقل با اراضی مجاور خود سازگار گردد. به‌گونه‌ای که بتواند به‌صورت طبیعی اکوسیستم خود را زنده نگه دارد.

- جنبه‌هایی که باعث می‌شوند استمرار سودآوری اقتصادی و شکوفایی اجتماعی معدن پس از بسته شدن قطع گردد. در زمان طراحی و برنامه‌ریزی فعالیت معدنی باید پیش‌بینی‌های لازم برای تداوم و پایداری توسعه معدنی انجام‌شده اندیشیده شود و مواردی جهت جلوگیری از پیامدهای نامطلوب پس از بسته شدن معدن پیش‌بینی گردد و درعین‌حال معدن بسته‌شده به‌گونه‌ای تحویل کاربران بعدی گردد که مشکلات مضاعفی برای آیندگان ایجاد نشود.

ارزیابی این جنبه‌ها و اثرات و همچنین مواردی که برای برطرف کردن آن‌ها مورد نیاز است بستگی مستقیم به نوع معدن و محل آن دارد. بدیهی است که انجام این اقدامات متضمن صرف وقت و هزینه است و از سوی دیگر باید این اقدامات با سرعت هرچه بیشتر و در زمان خود انجام شود. مشارکت افراد ذینفع در این اقدامات ضمن استفاده از اطلاعات و تجربیات آنها منجر به حمایت‌های بعدی آنها نیز خواهد شد.

۲-۳-۳- مراحل ایجاد طراحی معدن پس از بسته شدن

مراحل مختلف برای برنامه‌ریزی طرح استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن بر اساس استاندارد پیشنهادی شرکت بی‌اچ‌پی‌بیلیتون[۱] در پروژه‌های معدن‌کاری به شرح زیر است [۱۱]:

مرحله اول : شناخت محیط قبل از آغاز عملیات معدنی

در هر برنامه‌ریزی معدنی باید تاثیرات بلندمدت فیزیکی، ژئوشیمیایی، بیولوژیکی و تغییر کاربری زمین‌بر شرایط طبیعی اطراف در نظر گرفته شود. ازاین‌رو لازم است در ابتدا یک مطالعه‌ی کلی از وضعیت زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی در اطراف محلی که قرار است به‌عنوان معدن

[۱] Bhpbilliton

مورداستفاده قرار گیرد به عمل آید. در این حالت می‌توان از گزارش‌های ارزیابی اثرات زیست-محیطی استفاده کرد.

مرحله دوم: انتخاب روش توسعه معدن

در این مرحله با توجه به شناخت وضع موجود محیط در مرحله قبل، گزینه مناسب برای توسعه معدن انتخاب شده و بر اساس آن می‌توان نسبت به پیش‌بینی تاثیرات معدن بر محیط اقدام کرد. انتخاب گزینه مناسب توسعه معدن می‌تواند از بسیاری از مشکلات در آینده بکاهد و مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی می‌تواند در این راستا بسیار راهگشا باشد.

مرحله سوم: انتخاب روش‌های عملیاتی صحیح و کنترل آنها به منظور به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زمان معدن‌کاری

در این مرحله با توجه به گزینه انتخاب شده و تاثیرات احتمالی آن که پیش‌بینی شده است، باید دستورالعمل‌های لازم برای اجرای صحیح عملیات مختلف معدنکاری را به گونه‌ای تهیه کرد تا به بهترین نحو ممکن انجام شده و تاثیرات نامطلوب آنها بر محیط زیست به حداقل برسد. همچنین اقدامات کنترلی برای به حداقل رساندن تاثیرات نامطلوب فعالیت معدن‌کاری باید تعیین شود.

مرحله چهارم: انجام ارزیابی‌های دوره‌ای اثرات

به منظور تعیین کارایی و اثربخشی اقدامات کنترلی انجام شده باید قبل از اجرای اقدامات کنترلی و همچنین در بازه‌های زمانی ارزیابی اثرات معدنکاری انجام گیرد.

مرحله پنجم: تعیین گزینه‌های مختلف برای بستن معدن

در این مرحله گزینه‌های مختلفی که برای روش بستن معدن و ترمیم و بازسازی آن و همچنین کاربری‌های بعدی آن می‌توان در نظر گرفت مشخص می‌شود.

مرحله ششم: ارزیابی گزینه‌های تعیین‌شده

گزینه‌های بستن معدن که در مرحله پنجم تعیین‌شد، مورد ارزیابی قرار گرفته و توانایی آنها

در به حداقل رساندن اثرات نامطلوب گزینه‌ی انتخاب شده برای توسعه معدن بر محیط تعیین می‌شود.

پس از انجام این مرحله درصورتی‌که گزینه مناسبی برای بستن و ترمیم معدن یافت نشد، لازم است گزینه انتخاب شده برای توسعه معدن در مرحله دوم مورد بازبینی قرار گیرد و دوباره این حلقه تکرار شود تا گزینه مناسب برای بستن معدن انتخاب شود.

مرحله هفتم: برنامه پایش و نگهداری

با انتخاب گزینه مناسب برای بستن معدن باید برنامه مناسبی برای پایش و همچنین نگهداری مولفه‌های مختلف این گزینه‌ها طراحی و اجرا شود تا ضمن بررسی عملکرد روش انتخاب شده برای معدن‌کاری و گزینه انتخاب شده برای بستن معدن، نسبت به صحت عملکرد تجهیزات مورد استفاده در بلند مدت اطمینان حاصل نمود.

مرحله هشتم: تعیین هزینه‌ها و زمان‌بندی

در این مرحله هزینه‌های مختلف برآورد شده و پروژه از لحاظ زمان اجرای هر مرحله ارزیابی می‌شود. در صورتی که هزینه لازم بیش از حد بوده و یا اجرای بخشی از کار مشکل اساسی داشته باشد دوباره باید به مرحله دوم بازگشت و طراحی را مورد بازبینی قرارداد.

مرحله نهم: تضمین و بیمه مالی

زمانی که گزینه‌ی مناسب مناسب برای بستن معدن آماده و تکمیل شد، باید به روش مناسبی تضمین مالی مناسب برای هزینه‌های مربوط به اجرا و همچنین برنامه‌های پایش و نگهداری و تعمیرات در بلند مدت تامین شود.

مرحله دهم: درخواست تایید

طرح آماده‌شده برای تایید باید به مراجع قانونی ذیربط ارسال شود.

مرحله یازدهم: تایید یا اصلاح

مراجع قانونی طرح را بررسی کرده و نسبت به تایید یا اصلاح آن اعلام نظر می‌کنند.

مرحله دوازدهم :استقرار و اجرای طرح

اجرای طرح آغاز شده و موارد مندرج در آن استقرار می‌یابند.

کلیه‌ی مراحل فوق در یک توالی منطقی در مجموعه مستنداتی تحت عنوان طراحی معدن پس از بسته شدن قرار می‌گیرند که شرحی از وضعیت اولیه موجود محل قبل از معدنکاری تا پس از بسته شدن آن را ارایه می‌کند. این مجموعه باید شرحی از اثرات منفی و مثبت معدنکاری بر محیط زیست اطراف، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، کاربری‌های زمین، بهداشت و ایمنی و نظایر آن را در طی فعالیت معدنکاری و بعد از آن، در طولانی‌مدت به عنوان محل بازسازی‌شده، در شرایط مختلف نظیر فرسایش، رسوب‌گذاری، هوازدگی فیزیکی و شیمیایی، یخبندان، فعالیت‌های بیولوژیکی، سیلاب‌ها، آتش‌سوزی و زلزله نیز ارائه کنند [۱۱].

۲-۴- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

بررسی، تجزیه و تحلیل و ارزیابی فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده برای حصول اطمینان از صحت

زیست‌محیطی و توسعه پایدار در هر منطقه، ارزیابی آثار زیست‌محیطی نامیده می‌شود. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی 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. در واقع، ارزیابی آثار زیست‌محیطی عبارت است از ارائه روشی برای تعیین، پیش‌بینی و تفسیر آثار زیست‌محیطی یک

پروژه بر کل محیط‌زیست، بهداشت عمومی و سلامت اکوسیستم‌هایی که زندگی بشر به آن‌ها وابسته است [۱۲].

نگاهی گذرا بر وضعیت محیط‌زیست در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که فعالیت‌های انسانی مؤثرترین و مهم‌ترین علل تغییرات زیست‌محیطی است که ضمن ایجاد تغییرات مفید و مناسب، موجبات تخریب را هم فراهم می‌آورد. در نتیجه، به منظور به حداقل رساندن خسارات وارده بر منابع، محیط‌زیست و همچنین برقراری یک نظام گسترده و پویا برای مواجهه صحیح با آلودگی و تخریب، ارزیابی آثار زیست‌محیطی به عنوان یکی از ارکان توسعه پایدار ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، به کارگیری روش‌های علمی ارزیابی آثار زیست‌محیطی می‌تواند اطمینان کافی از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در برنامه‌ها و طرح‌ها را برای تامین ضوابط، معیارها و قوانین زیست‌محیطی فراهم آورد [۱۲].

۲-۴-۱- روش لئوپد

تا قبل از سال ۱۹۷۱، اکثر پروژه‌ها تنها از نظر اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گرفتند و برای انجام پروژه فقط هزینه‌ها و درآمد آنها ارزیابی می‌شد. اما به تدریج، آثار احتمالی آنها بر محیط‌زیست و اکولوژی نیز مورد توجه قرار گرفت. لئوپد و همکاران[۱] با این عقیده که روش ماتریس در ارزیابی اثرات می‌تواند به دلیل سادگی و قابل‌فهم بودن بسیار مفید باشد، در سال ۱۹۷۱ به منظور بررسی آثار احتمالی یک پروژه بر محیط زیست، روش لئوپد را ارایه کردند [۱۳].

۲-۴-۱-۱- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در روش لئوپد

در روش لئوپد ارزیابی آثار زیست‌محیطی توسط یک ماتریس انجام می‌شود که شامل دو محور افقی و عمودی است. محور افقی این ماتریس شامل فعالیت‌هایی است که باعث ایجاد اثرات

[۱] Leopold et al

زیست‌محیطی می‌شوند. محور عمودی شامل مولفه‌های زیست‌محیطی است که ممکن است تحت تاثیر فعالیت‌ها (فاکتورهای موثر) قرار گیرند. این عمل یک فرمت را برای بررسی جامع محققان از انواع فعل و انفعالاتی که ممکن است درگیر آنها شوند، فراهم می‌کند.

در این ماتریس باید تمامی فعالیت‌ها به طور دقیق بررسی شوند. هر فاکتور تاثیر باید از نظر اندازه اثر و اهمیت تاثیر بر مولفه‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین فقط مواردی که تاثیرگذارترند باید انتخاب شوند. در نهایت باید تاثیر کلی هر یک از فاکتورهای موثر بر هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی بررسی شود.

در ماتریس لئوپد مهم است که به بررسی اقدامات دارای تاثیر کوتاه‌مدت (برای یک سال یا بیشتر) که بعد از چند سال از اهمیت جزیی و یا ناچیزی برخوردار خواهند بود، پرداخته شود. در مقابل ممکن است بعضی اقدامات با تاثیر اولیه کمتر، دارای تاثیر بلند مدت و مداوم باشند و در یک زمان طولانی تاثیر زیادی بر روی پروژه داشته باشند [۱۳].

در ماتریس لئوپد، هر بلوک توسط یک خط مورب که از بالا سمت راست به پایین سمت چپ رسم شده، به دو قسمت تقسیم می‌شود. در هر کدام از این قسمت‌ها یک عدد قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده‌ی یک رابطه معنی‌دار بین فاکتور مؤثر و مؤلفه زیست‌محیطی است. در قسمت بالا سمت چپ یک عدد از ۱ تا ۱۰ قرار داده می‌شود که نشان‌دهنده‌ی اندازه نسبی تاثیر است. ۱۰ نشان‌دهنده‌ی بزرگ‌ترین و ۱ نشان‌دهنده‌ی کوچک‌ترین اندازه هستند. همچنین در قسمت پایین سمت راست بلوک، یک عدد از ۱ تا ۱۰ قرار داده شده که نشان‌دهنده‌ی اهمیت نسبی تاثیر است. عدد ۱۰ دارای بزرگ‌ترین اهمیت نسبی است. در نهایت، مقادیر اختصاص‌یافته به اندازه و اهمیت برای هر یک از فعالیت‌ها، مورد بحث و آنالیز قرار می‌گیرند. در این بحث، باید بلوک‌هایی را که دارای مقادیر عددی بزرگ‌تر برای اندازه و اهمیت تاثیر هستند، مورد بررسی

قرار داد و دلایل تاثیر قابل توجه برخی از فاکتورهای مؤثر بر مؤلفه‌های زیست‌محیطی را ارزیابی و بیان کرد [۱۳].

۲-۴-۱-۲- مزایا و معایب روش لئوپد

مزایای روش لئوپد

- ساده بودن

معایب روش لئوپد

- اندازه‌گیری‌ها در این روش بیشتر ذهنی و وابسته به افکار شخصی است
- تفسیر نتایج دشوار است

۲-۴-۱-۳- مطالعه موردی

به منظور بررسی صحت روش ارائه شده، لئوپد و همکاران آثار زیست‌محیطی یک معدن فسفات را با استفاده از این روش مورد ارزیابی قرار دادند. این معدن در پارک ملی لس‌پادرس[۱] در شهر ونتورا[۲] در ایالت کالیفرنیا[۳] آمریکا واقع شده است. این مثال، یک خلاصه کوتاه از توجیه، تنظیم منطقه‌ای و طرح کلی ارزیابی آثار زیست‌محیطی در یک فعالیت معدنکاری است. نتایج این ارزیابی در جدول ۲-۱ ارائه‌شده است [۱۳].

با توجه به جدول ۲-۱، فاکتورهایی که بیشترین آثار زیست‌محیطی را دارا می‌باشند، عبارتند از: ساختن بزرگراه‌ها و پل‌ها، انفجار، استخراج سطحی، فرآوری مواد معدنی، حمل و نقل و روش تخلیه مواد باطله. همچنین، مولفه‌های زیست‌محیطی که بیش‌ترین اثرپذیری را از آن‌ها دارند شامل چشم‌اندازها و مناظر، کیفیت بیابان و گونه‌های نادر و کمیاب می‌باشند.

---

[۱] Los Padres
[۲] Ventura
[۳] California

چشم‌اندازها و مناظر یکی از ویژگی‌هایی است که به طور جدی توسط توسعه پیشنهادی تحت تاثیر قرار گرفته است. کیفیت چشم‌اندازها با توجه به سازه‌های صنعتی، بزرگراه‌ها و پل‌ها، خطوط انتقال، استخراج سطحی، حمل و نقل و محل تخلیه مواد باطله دچار اختلال شده است. همه این موارد، مقداری کم تا متوسط برای اندازه و تا حدودی بالاتر برای اهمیت را به همراه دارند.

کیفیت بیابان به عنوان یک زمین مورد استفاده در این منطقه اهمیتی ندارد و بر این اساس، امتیازی به آن داده نمی‌شود. آنچه که مهم است علاقه و اشتیاق انسان به کویر نوردی و بیابان است. کیفیت بیابان‌ها در پروژه پیشنهادی اولیه و به وسیله سازه‌های صنعتی، بزرگراه‌ها و پل‌ها، خطوط انتقال، حفاری و انفجار، استخراج سطحی، فرآوری مواد معدنی، حمل و نقل و محل تخلیه مواد باطله تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. اثر هر یک بر روی کیفیت بیابان با توجه به اندازه و اهمیت دارای مقدار متوسط است که منجر به تخریب و پایین آمدن کیفیت بیابان شده و ممکن است به عنوان یک تاثیر بالقوه مهم ناشی از توسعه ارائه شده، در نظر گرفته شود. در رابطه با گونه‌های نادر و کمیاب، احتمالاً مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی توسعه پیشنهادی، تاثیر بالقوه آن بر کرکس آمریکایی است. اعتقاد بر این است که اثر توسعه پیشنهادی بر کرکس‌ها در درجه اول از انفجار و ترافیک کامیون‌ها، ناشی می‌شود. برای هر دوی این فعالیت‌ها، مقدار متوسط و امتیاز ۵ در نظر گرفته شده است. اما اهمیت بقای کرکس‌ها بسیار مهم است و بنابراین، هر گونه تاثیر از اهمیت بالایی برخوردار است. در نتیجه، به اهمیت امتیاز ۱۰ داده شده است. همچنین، دود گوگرد ناشی از فرآوری مواد معدنی ممکن است به عنوان یک عامل مهم، مانع استفاده کرکس‌ها از این بخش از محدوده پارک شود. تاثیر دود بر روی پرندگان ناشناخته است، اما قابل تصور است که آلودگی هوا آن‌ها را از فرود برای گرفتن طعمه در هر کجا که بو و دود رخ داده است، باز می‌دارد. اندازه تاثیر این اقدام ۵ و اهمیت آن ۱۰ در نظر گرفته شده است [۱۳]

جدول ۲–۱ ماتریس به دست آمده در روش لئوپد برای معدن فسفات کالیفرنیا [۱۳]

فاکتورهای موثر / مولفه‌های زیست‌محیطی	سازه‌ها و سایت‌های صنعتی	بزرگراه‌ها و پل‌ها	خطوط انتقال	حفاری و انفجار	استخراج سطحی	فرآوری مواد معدنی	حمل و نقل	محل تخلیه مواد باطله	ریزش‌ها و نشت
کیفیت آب					۲ / ۲	۱ / ۱		۲ / ۲	۱ / ۴
کیفیت هوا						۲ / ۳			
فرسایش		۲ / ۲			۱ / ۱			۲ / ۲	
رسوب‌گذاری و ته‌نشینی		۲ / ۲			۲ / ۲			۲ / ۲	
درختچه‌ها					۱ / ۱				
علف‌ها					۱ / ۱				
گیاهان آبزی					۲ / ۲			۲ / ۳	۱ / ۴
ماهی‌ها					۲ / ۲			۲ / ۲	۱ / ۴
مکان تفریحی و محل پیاده‌روی					۲ / ۴				

ادامه جدول ۲-۱ ماتریس به دست آمده در روش لئوپد برای معدن فسفات کالیفرنیا [۱۳]

چشم‌اندازها و مناظر	۲ / ۳	۲ / ۱	۲ / ۳		۳ / ۳		۲ / ۱	۳ / ۳	
کیفیت بیابان	۴ / ۴	۴ / ۴	۲ / ۲	۱ / ۱	۳ / ۳	۲ / ۵	۳ / ۵	۳ / ۵	
گونه‌های نادر و کمیاب		۲ / ۵		۵ / ۱۰	۲ / ۴	۵ / ۱۰	۵ / ۱۰		
سلامتی و ایمنی							۳ / ۳		

۲-۴-۲- روش فولچی

در روش لئوپد، اندازه‌گیری‌ها بیشتر ذهنی و وابسته به افکار شخصی است. همچنین، تفسیر نتایج در روش لئوپد یک فرایند دشوار است. در نتیجه، به منظور رسیدن به نتایج قابل فهم و ساده‌تر، روش فولچی[۱] در سال ۲۰۰۳ در شهر ساردینا ایتالیا توسعه داده شد. روش فولچی در ابتدا برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی از یک معدن ساده شروع شد. پس از آن توسط دیگر محققان به منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معادن روباز استفاده شد. در روش فولچی تعداد فاکتورهای موثر به جنبه‌های فنی و عملیاتی فعالیت‌های معدن‌کاری محدود است. علاوه بر این اندازه فاکتورهای تاثیر دارای محدوده کم و عدم سناریوهای مناسب برای به دست آوردن آنها از معایب روش فولچی است. این روش شامل ۷ مرحله به شرح زیر است [۱۴]:

- توصیف محیط زیست از نظر زمین‌شناسی، ژئوتکنیک، هیدرولوژی، آب و هوا، اقتصاد و ... .
- شناسایی فاکتورهای موثر که می‌توانند شرایط زیست‌محیطی موجود در طول عمر معدن را

[۱] Folchi

تغییرمی‌دهند.

- تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات ناشی از هر یک از فاکتورهای موثر.

- تعیین مولفه‌های زیست‌محیطی (زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی) با توجه به شرایط موجود.

- ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی با استفاده از مقادیر وزنی.

- برآورد مقدار ویژه برای هر فاکتور تاثیر، با استفاده از محدوده از پیش تعیین‌شده.

- محاسبه‌ی مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی.

در این روش بعضی پارامترها مانند سلامتی و امنیت، روابط اجتماعی، شرایط آب و هوایی، پوشش گیاهی و جانوران ابتدا در یک منطقه موثر از فعالیت‌های معدن‌کاری تعریف می‌شوند. سپس تاثیرات شاخص‌های معدن‌کاری بر روی هریک از پارامترهای زیست‌محیطی به وسیله‌ی کاربرد یک محدوده برای هر پارامتر بر روی سناریوهای مختلف محاسبه می‌شوند.

۲-۴-۲-۱- فاکتورهای وزنی در روش فولچی

بر طبق این روش فاکتورهای وزنی عبارتند از [۱۴]:

- تغییرات پتانسیل (کاربری) منطقه
- وضعیت رویت پیت
- تداخل با آب‌های سطحی
- تداخل با آب‌های زیرزمینی
- افزایش در ترافیک خودروها
- انتشار گاز و گرد و خاک
- پرتاب سنگ

- سر و صدا

- لرزش زمین

- اشتغال‌زایی نیروی کار بومی

۲-۴-۲-۲- تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات فاکتورهای موثر

در این مرحله سناریوهای ممکن برای هر فاکتور تاثیر در نظر گرفته شده و به هر کدام از آن‌ها یک مقدار داده شده است. جدول ۲-۲ بیانگر سناریوهای مختلف و مقادیر مرتبط با آن‌ها برای هر فاکتور تاثیر است. مقادیر عددی برای هر سناریو بین ۱ تا ۱۰ در نظر گرفته شده است که نشان‌دهنده‌ی شدت تاثیر آنها بر محیط زیست است. عدد ۱۰ بیانگر بیشترین تاثیر و عدد ۱ بیانگر کمترین تاثیر است [۱۴].

۲-۴-۲-۳- ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی

بر طبق نظر فولچی، فاکتورهای مؤثر، مؤلفه‌های زیست‌محیطی معدن‌کاری را تغییر می-دهند. این تغییر دارای ۴ سطح است: بدون اثر، حداقل، متوسط و حداکثر. مقدار حداکثر دو برابر مقدار متوسط و به همین ترتیب، مقدار متوسط دو برابر مقدار حداقل است. به منظور نرمال‌سازی ماتریس مقادیر وزنی، عناصر بردار ستونی با هم جمع و هر یک از این عناصر بر این مجموع تقسیم می‌شود. درنهایت با توجه به بازه در نظر گرفته شده برای سطوح فاکتورهای مؤثر، مقادیر به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب می‌شوند (جدول ۲-۳).

جدول ۲–۲ تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات فاکتورهای موثر [۱۴]

فاکتورهای موثر	سناریوها	مقدار
۱- تغییرات پتانسیل (کاربری) منطقه	پارک‌ها، مناطق حفاظت‌شده	۸-۱۰
	منطقه شهری	۶-۸
	منطقه کشاورزی	۳-۶
	منطقه صنعتی	۱-۳
۲- وضعیت رویت پیت	می‌توان از مناطق مسکونی مشاهده کرد	۶-۱۰
	می‌توان از جاده‌های اصلی مشاهده کرد	۲-۶
	قابل رویت نیست	۱-۲
۳- تداخل با آب‌های سطحی	تداخل با دریاچه‌ها و رودخانه‌ها	۶-۱۰
	تداخل غیر مستقیم با منابع آب	۳-۶
	عدم تداخل	۱-۳
۴- تداخل با آب‌های زیرزمینی	سفره آب سطحی و نفوذپذیر	۵-۱۰
۵- افزایش در ترافیک خودروها	افزایش ۲۰۰٪	۶-۱۰
	افزایش ۱۰۰٪	۳-۶
	عدم تداخل	۱-۳
۶- انتشار گاز و گرد و خاک	انتشار آزادانه در هوا	۷-۱۰
	انتشار زیر مقادیر استاندارد داده شده	۱-۲

ادامه جدول۲-۲ تعیین محدوده ممکن برای اندازه تغییرات فاکتورهای موثر [۱۴]

۷- پرتاب سنگ	بدون طراحی انفجار و روش برداشتن مانع	۹-۱۰
	طراحی انفجار و بدون روش برداشتن مانع	۴-۹
	طراحی انفجار و روش برداشتن مانع	۱-۴
۸- سر و صدا	فشار هوا بیش از حد در فاصله ۱ کیلومتری	
	$< 141\ db$	۸-۱۰
	$< 131\ db$	۴-۸
	$< 121\ db$	۱-۴
۹- لرزش زمین	آستانه بالا	۷-۱۰
	آستانه تحمل	۳-۷
	آستانه پایین	۱-۳
۱۰- میزان اشتغال-زایی بومی	فرصت‌های نیروی کار	
	زیاد	۷-۱۰
	متوسط	۳-۶
	کم	۱-۲

۲-۴-۲-۴- برآورد مقدار ویژه برای هر فاکتور تاثیر

سناریوهای مختلف و مقادیر مربوط به آن‌ها برای هر یک از فاکتوهای مؤثر در جدول ۲-۲ ارائه شد. با استفاده از این جدول، مقادیر فاکتورهای مؤثر برای سه معدن در فلسطین در جدول ۲-۴ به دست آمده است [۱۴].

جدول ۲–۳ ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی [۱۴]

مولفه‌های زیست-محیطی / فاکتورهای موثر	سلامت و ایمنی انسان	مسائل اجتماعی	کیفیت آب	کیفیت هوا	خاک منطقه	گیاهان و جانوران	سازه‌های سطحی	سازه‌های زیرزمینی	چشم‌انداز منطقه	آلودگی صوتی	مسائل اقتصادی
۱- تغییر در کاربری منطقه	متوسط ۰/۸۰	کم ۰/۷۷	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۵/۷۱	کم ۰/۶۳	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۰/۸۶	صفر ۰	صفر ۰
۲- وضعیت رویت پیت	صفر ۰	کم ۰/۷۷	صفر ۰	صفر ۰	متوسط ۲/۸۶	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۲/۸۶	کم ۲	صفر ۰
۳- تداخل با آب‌های سطحی	زیاد ۱/۶	صفر ۰	زیاد ۴/۴۴	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۲/۵	متوسط ۶/۶۷	صفر ۰	زیاد ۲/۸۶	صفر ۰	صفر ۰
۴- تداخل با آب‌های زیرزمینی	کم ۰/۴	صفر ۰	زیاد ۴/۴۴	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	متوسط ۶,۶۷	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰
۵- افزایش در ترافیک منطقه	زیاد ۱/۶	زیاد ۳/۰۸	صفر ۰	صفر ۰	کم ۱/۴۳	زیاد ۲/۵	صفر ۰	صفر ۰	کم ۰/۷۱	صفر ۰	صفر ۰
۶- انتشار گاز و گرد و غبار	زیاد ۱/۶	کم ۰/۷۷	کم ۱/۱۱	زیاد ۱۰	صفر ۰	زیاد ۲/۵	کم ۳/۳۳	صفر ۰	کم ۰/۷۱	صفر ۰	صفر ۰
۷- پرتاب سنگ	زیاد ۱/۶	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	متوسط ۱/۲۵	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰
۸- سر و صدا	متوسط ۰/۸	زیاد ۳/۰۸	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	کم ۰/۶۳	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۸	صفر ۰

ادامه جدول ۲-۳ ارتباط فاکتورهای موثر با هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی [۱۴]

۹- لرزش زمین	زیاد ۱/۶	متوسط ۱/۵۴	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	کم ۳/۳۳	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰
۱۰- میزان اشتغال‌زایی بومی	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	صفر ۰	زیاد ۱۰
مجموع	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

جدول ۲–۴ برآورد مقدار ویژه برای هر فاکتور تاثیر [۱۴]

فاکتورهای موثر	نام معدن		
	بیت‌فجار[۱]	ایربا[۲]	شیوخ شمالی[۳]
۱- تغییر پتانسیل (کاربری) منطقه	۸	۳	۸
۲- وضعیت رویت پیت	۶	۳	۸
۳- تداخل با آب سطحی	۳	۲	۳
۴- تداخل با آب زیرزمینی	۵	۵	۴
۵- افزایش در ترافیک خودروها	۸	۹	۸
۶- انتشار گاز و گرد و خاک	۵	۵	۶
۷- پرتاب سنگ	۴	۲	۳
۸- سر و صدا	۷	۷	۶
۹- لرزش زمین	۳	۳	۴
۱۰- اشتغال‌زایی نیروی کار بومی	۷	۶	۷

[۱] Beit Fajjar

[۲] Irbea

[۳] Shyoukh north

۲-۴-۲-۵- مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی

امتیاز تاثیر برای هر مؤلفه زیست‌محیطی به طریق زیر تعیین می‌شود:

- هر یک از مقادیر به دست آمده از مولفه‌های زیست‌محیطی در جدول ۲-۳ در مقدار متناظر فاکتورهای موثر آن‌ها در جدول ۲-۴ ضرب می‌شوند. در اینصورت برای هر مولفه‌ی زیست‌محیطی و فاکتور موثر متناظر با آن یک نمره در نظر گرفته می‌شود.

- تاثیر کلی برای هر مؤلفه زیست‌محیطی با جمع کردن مقادیر وزنی برای همه فاکتورهای مؤثر به دست می‌آید.

- حداکثر امتیاز تاثیر کلی برای هر مؤلفه زیست‌محیطی برابر ۱۰۰ است. هرچه امتیاز بیشتر باشد، تاثیر کلی بیشتر خواهد بود.

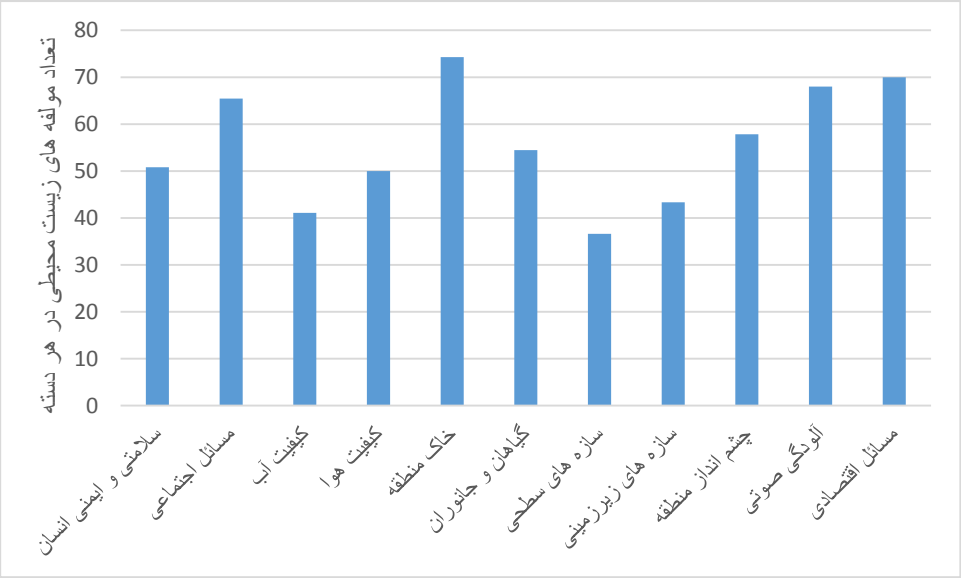
جدول ۲-۵ مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی را در معدن بیت‌فجار نشان می‌دهد. همچنین شکل ۲-۲ نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی با استفاده از روش فولچی را نشان می‌دهد و همان‌طور که مشخص است مؤلفه‌های خاک منطقه و مسائل اقتصادی بیش‌ترین آسیب را دیده‌اند [۱۴].

جدول ۲–۵ مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن بیت‌فجار [۱۴]

مولفه‌های زیست‌محیطی / فاکتورهای موثر	سلامتی و ایمنی	مسائل اجتماعی	کیفیت آب	کیفیت هوا	خاک منطقه	گیاهان و جانوران	سازه‌های سطحی	سازه‌های زیرزمینی	چشم‌انداز منطقه	آلودگی صوتی	مسائل اقتصادی
۱- تغییر در کاربری منطقه	۶/۴	۶/۱۶	۰	۰	۴۵/۶۸	۵/۰۴	۰	۰	۲۲/۸۸	۰	۰
۲- وضعیت رؤیت پیت	۰	۴/۶۲	۰	۰	۱۷/۱۶	۰	۰	۰	۱۷/۱۶	۱۲	۰
۳- تداخل با آب های سطحی	۴/۸	۰	۱۳/۳۲	۰	۰	۷/۵	۱۹/۹۸	۰	۸/۵۸	۰	۰
۴- تداخل با آب های زیرزمینی	۲	۰	۲۲/۲	۰	۰	۰	۰	۳۳/۳۵	۰	۰	۰
۵- افزایش در ترافیک منطقه	۱۲/۸	۲۴/۶۵	۰	۰	۱۱/۴۴	۲۰	۰	۰	۵/۶۸	۰	۰
۶- انتشار گاز و گرد و غبار	۸	۳/۸۵	۵/۵۵	۵۰	۰	۱۲/۵	۱۶/۶۵	۰	۳/۵۵	۰	۰
۷- پرتاب سنگ	۶/۴	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰
۸- سر و صدا	۵/۶	۲۱/۶۵	۰	۰	۰	۴/۴۱	۰	۰	۰	۵۶	۰

ادامه جدول ۲-۵ مجموع وزن‌های فاکتورهای زیست‌محیطی بر روی هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن بیت‌فجار [۱۴]

۹- لرزش زمین	۴/۸	۴/۶۲	۰	۰	۰	۰	۰	۹/۹۹	۰	۰	۰
۱۰- میزان اشتغال-زائی بومی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۰
مجموع	۵۰/۸	۵۰/۸	۴۱/۰۷	۵۰	۷۴/۲۸	۵۴/۴۵	۶۳/۳۶	۴۳/۳۴	۵۷/۸۵	۶۸	۷۰



شکل ۲-۱ نمودار ارزیابی آثار زیست‌محیطی در معدن بیت فجار

۲-۴-۳- روش اصلاح‌شده فولچی

روش فولچی برای معادن روباز ارائه شده و بیشتر بر جنبه‌های فنی و عملیاتی پروژه متمرکز است. در نتیجه، به منظور ایجاد تعادل بین جنبه‌های اجتماعی و عملیاتی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در یک پروژه، الگوریتمی توسط میرمحمدی و همکاران[۱] در سال ۲۰۰۹ ارائه شد. الگوریتم ارائه شده که در واقع اصلاح‌شده‌ی روش فولچی است، برای ارزیابی آثار زیست‌محیطی

[۱] Mirmohammadi et al

معادن سطحی و کارخانه‌های فرآوری توسعه داده شده است. در واقع این محققان روش فولچی اصلاح‌شده را با افزایش فاکتورهای تاثیر و مولفه‌های زیست‌محیطی ارایه کردند. در این روش اصلاح شده، یک سناریوی قابل اعتماد به عنوان لیستی از سوال‌های هر یک از فاکتورهای تاثیر برای ارزیابی مقدار آن بر روی پروژه‌های استخراج معادن سطحی طراحی شده است [۱۵].

۲-۴-۳-۱- معرفی و بررسی فاکتورهای موثر و مولفه‌های زیست‌محیطی در روش اصلاح‌شده فولچی

به منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی، معرفی پارامترهای مخرب و مؤثر ضروری است. در این الگوریتم، برای بررسی آثار فعالیت‌های معدنی از جمله معادن سطحی و کارخانه‌های فرآوری، به معرفی ۲۰ فاکتور کلی با عنوان "فاکتور مؤثر" پرداخته شده که تعریف و محدوده امتیاز آن‌ها در جدول ۲-۶ ذکر شده است. مقدار فاکتور بین ۱۰- و ۱۰ در نظر گرفته شده‌اند. که صفر به معنی بدون اثر بودن فاکتور مؤثر و ۱۰ نشان‌دهنده‌ی وضعیت بحرانی است. برخی از فاکتورها مانند مسائل اقتصادی و فرهنگی ممکن است دارای مقدار منفی باشند. علامت منفی، اثر مثبت فاکتور موثر را نشان می‌دهد [۱۵].

جدول ۲–۶ تعریف فاکتورهای تاثیر و محدوده امتیاز آنها [۱۵]

فاکتورهای موثر	تعریف	امتیاز
۱- تغییر در کاربری منطقه	کاربری زمین‌ها قبل از فعالیت‌های معدن‌کاری	۰-۱۰
۲- وضعیت رویت محدوده	چشم‌انداز محدوده معدن‌کاری	۰-۱۰
۳-تداخل با آب‌های سطحی	رابطه‌ی بین فعالیت‌های معدنکاری و آب-های سطحی	۰-۱۰
۴- تداخل با آب‌های زیرزمینی	رابطه بین فعالیت‌های معدنکاری و آب-های زیرزمینی	۰-۱۰

ادامه جدول ۲-۶ تعریف فاکتورهای تاثیر و محدوده امتیاز آنها [۱۵]

۵- پساب خروجی از کارخانه فراوری	منطقه تخلیه‌ی پساب‌های کارخانه فراوری	۰-۱۰
	غلظت آلاینده‌های موجود در پساب‌های کارخانه فراوری (میلی گرم بر لیتر)	۰-۱۰
۶- افزایش در ترافیک منطقه	تاثیر معدنکاری بر ترافیک منطقه	۰-۱۰
۷- انتشار گرد و غبار	انتشار گرد و غبار در هر بخش از معدن	۰-۱۰
	ماشین‌آلات حفاری	
	انفجار	
	بارگیری	
	حرکت کامیون‌ها در جاده (از معدن به سمت محل تخلیه یا کارخانه فراوری)	
	گرد و غبار تولید شده به وسیله باد از کانسنگ یا باطله-های دپو شده	
	انتشار گرد و غبار در محوطه کارخانه فرآوری.	۰-۱۰
	حرکت کامیون‌ها در جاده (از معدن به سمت محل تخلیه یا کارخانه فرآوری)	
	گرد و غبار تولید شده در طول تخلیه و بارگیری در اطراف سایت	
	گرد و غبار تولید شده به وسیله باد از دمپ‌های باطله و کنسانتره	
	گرد و غبار تولید شده به وسیله کارخانه‌های ذوب و تصفیه	
	گرد و غبار تولید شده در طول بارگیری کنسانتره	
۸- انتشار آلاینده‌های سمی در هوا	غلظت آلاینده‌ها در هوای معدن (ppm)	۰-۱۰

ادامه جدول ۲-۶ تعریف فاکتورهای تاثیر و محدوده امتیاز آنها [۱۵]

۹- آلودگی صوتی	سطح صدای ناشی ازدستگاه‌ها و ماشین‌آلات در محیط کار به صورت کمی و کیفی	۰-۱۰
	سطح صدای ناشی از آتشباری	
۱۰- لرزش زمین	شدت لرزش زمین در تأسیسات اصلی زیرزمینی، محل استراحت کارگران و نقطه تقاطع چاه‌ها با سطح معدن (میلیمتر بر ثانیه)	۰-۱۰
	شدت لرزش در سطح با توجه به فاصله تأسیسات سطحی	
۱۱- پرتاب سنگ	پرتاب سنگ ناشی از آتشباری	۰-۱۰
۱۲- مواد موجود در باطله	سطح آلایندگی مواد موجود در باطله	۰-۱۰
۱۳- ملاحظات تخلیه مواد باطله	روش‌های تخلیه باطله	۰-۱۰
	مطالعات زمین‌شناسی از سد باطله، ساختار دمپ باطله و پیش‌بینی مدت زمان عمر سد	
	نظارت و کنترل در طول عملیات سد	
	قرار دادن علائم مخصوص و نرده در اطراف محل دپو باطله و سد باطله	
۱۴- اشتغال‌زایی بومی	میزان اشتغال‌زائی بومی در واحد معدنی	۱۰ تا -۱۰
۱۵- کنترل جمعیت	تاثیر معدن بر جمعیت منطقه	۱۰ تا -۱۰
	جمعیت محدوده معدنکاری قبل و بعد از عملیات معدنکاری	
	نوع تأثیر فعالیت‌های معدن‌کاری بر تغییر جمعیت	
۱۶- توسعه فرهنگی و اجتماعی	وضعیت مؤسسات اجتماعی و فرهنگی قبل و بعد از عملیات معدنکاری در زمینه‌های زیر:	۱۰ تا -۱۰
	آموزشی، بهداشت و درمان، فرهنگ و مؤسسات هنری.	
	مؤسسات ورزشی	
	مراکز تفریحی و مؤسسات و بنگاه‌های اقتصادی	

ادامه جدول ۲-۶ تعریف فاکتورهای تاثیر و محدوده امتیاز آنها [۱۵]

	وضعیت امکانات شهری قبل و بعد از شروع عملیات معدنکاری، در زمینه‌های زیر: دسترسی، دریافت کانال‌های تلویزیونی و اتصالات تلفن	
۱۷- ناپایداری فضاهای ایجاد شده	وضعیت پایداری سطحی و حفاری زیرزمینی در معادن	۰-۱۰
۱۸- نشست	وضعیت نشست در محدوده معدنکاری	۰-۱۰
۱۹- ملاحظات زیست‌محیطی	ایجاد فضای سبز، حضور واحد R&D در معدن، در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی ISO، تاکید بر رعایت بهداشت، ایمنی و دستورالعمل‌های زیست‌محیطی	
	واحد کنترل گرد و غبار، کاهش سر و صدا	
	بازیافت آب سد باطله، پالایش فاضلاب‌های صنعتی و بهداشتی واحد معدنکاری	
۲۰- روشنایی	نور (لوکس) در محل کار	۰-۱۰

جدول ۲–۷ مولفه‌های زیست‌محیطی برای روش اصلاح‌شده فولچی [۱۵]

۱- سلامتی و ایمنی انسان	۸- سازه‌های سطحی
۲- مسائل اجتماعی	۹- سازه‌های زیرزمینی
۳- آب‌های سطحی	۱۰- چشم‌انداز منطقه
۴- آب‌های زیرزمینی	۱۱- آرامش صوتی
۵- کیفیت هوا	۱۲- مسائل اقتصادی
۶- کاربری منطقه	۱۳- خاک منطقه
۷- اکولوژی	

۲-۴-۳-۲- تعیین امتیاز فاکتورهای موثر در روش اصلاح‌شده‌ی فولچی

برای تعیین امتیاز هر یک از فاکتورهای مؤثر در این الگوریتم، جدول‌ها و سناریوهایی در نظر گرفته شده است. سناریوها بر اساس منابع فنی مربوط به معادن سطحی و کارخانه فرآوری و با توجه به نوع فاکتورها به صورت کمّی و کیفی تعریف شده‌اند. با استفاده از این سناریوها، ارزیاب می‌تواند به هر فاکتور امتیازی را اختصاص دهد [۱۵].

۲-۴-۴- روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع[۱]

مفهوم ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع (RIAM) در سال ۱۹۹۸ توسط پاستاکیا[۲] تعریف شد. روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر پایه‌ی یک تعریف استاندارد از معیارهای ارزیابی استوار است. همچنین به عنوان ابزاری است که برای ارائه‌ی یک نمره‌ی دقیق و مستقل برای هر کدام از این معیارها یک مقدار را فراهم می‌کند. در این ماتریس مولفه‌های زیست‌محیطی در برابر معیارهای ارزیابی قرار گرفته و برای هر مولفه‌ی زیست‌محیطی یک نمره تعیین می‌شود. در روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع از یک روش چند معیاره برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی استفاده می‌شود. این عمل به مولفه‌های زیست‌محیطی اجازه می‌دهد تا از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و در ماتریس ثبت شوند [۱۶].

۲-۴-۴-۱- مراحل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع

ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع روی چهار مرحله تمرکز می‌کند که شامل موارد زیر است [۱۶]:

- فیزیکی، شیمیایی
- اجتماعی، فرهنگی
- زیست‌شناسی، محیط زیست
- اقتصادی، عملیاتی

---

[۱] Rapid impact assessment matrix

[۲] Pastakia

دو شرط مهم برای ارزیابی توسط ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع وجود دارد [۱۶].

A- معیارهایی که برای وضعیت ضروری بوده و می‌توانند به صورت جداگانه نمرات به دست آمده را تغییر دهند.

B- معیارهایی که دارای مقدار بوده، ولی نمی‌توانند به صورت جداگانه نمرات به دست آمده را تغییر دهند.

مقادیر اختصاص داده شده برای رسیدن به این معیارها به وسیله‌ی چند فرمول ساده به دست می‌آیند [۱۶].

نمرات داده شده در گروه A با هم ضرب شده و نمرات گروه B با هم جمع می‌شوند و در نهایت مجموع گروه A و B به هم ضرب می‌شوند و یک نمره‌ی نهایی (E_S) را ارائه می‌دهند.

$$A_T = A_1 * A_2 \quad (۱-۲)$$

$$B_T = B_1 + B_2 + B_3 \quad (۲-۲)$$

$$E_S = A_T * B_T \quad (۳-۲)$$

که در آن A_1 و A_2 معیارهای منفرد برای گروه A، B_1 و B_2 و B_3 معیارهای منفرد برای گروه B هستند. E_S، نمره‌ی زیست‌محیطی برای وضعیت است. تعریف و چگونگی نمره‌دهی برای هر کدام از این معیارها در جدول ۲-۸ توضیح داده شده است.

برای شروع فرایند ارزیابی، یک ماتریس تحت بررسی قرار می‌گیرد که در آن ستون‌ها معیارهای ارزیابی و سطرها مولفه‌های زیست‌محیطی هستند. هر کدام از این مولفه‌ها با توجه به معیارها، ارزیابی شده و نمره‌دهی می‌شوند. همچنین E_S به دست آمده برای هر کدام از مولفه‌های زیست‌محیطی که مقادیری از ۱۰۸+ تا ۱۰۸- دارد، به صورت جدول ۲-۹ دسته‌بندی می‌شود [۱۶].

جدول ۲–۸ تعریف، توضیح و چگونگی نمره‌دهی معیارها [۱۶]

معیار	تعریف	توضیح نمرات	نمره
A1	اهمیت (ضرورت) وضعیت	اهمیت بر روی منافع ملی و بین‌المللی	۴
		اهمیت بر روی منافع ملی و منطقه‌ای	۳
		اهمیت بر روی منافع فراتر از شرایط محلی	۲
		اهمیت بر روی منافع محلی	۱
		بدون اهمیت	۰
A2	بزرگی یا اندازه تاثیر	تاثیرات مثبت عمده	+۳
		بهبود قابل توجهی در وضع موجود	+۲
		بهبود در وضع موجود	+۱
		بدون تغییر در وضع موجود	۰
		زیان یا تغییر منفی در وضع موجود	-۱
		زیان یا تغییر منفی و معنی‌دار در وضع موجود	-۲
		زیان یا تغییر منفی بزرگ	-۳
B1	دوام (ثبات)	بدون تغییر/ بدون کاربرد	۱
		به صورت موقت	۲
		به صورت دائمی	۳
B2	امکان برگشت‌پذیری	بدون تغییر/ بدون کاربرد	۱
		برگشت‌پذیر	۲
		برگشت‌ناپذیر	۳
B3	انباشته شدن (تجمعی)	بدون‌تغییر/ بدون کاربرد	۱
		غیرتجمعی/ منفرد	۲
		تجمعی/ هم‌افزایی	۳

جدول ۲–۹ دسته‌بندی نمرات زیست‌محیطی [۱۶]

نمرات زیست‌محیطی	دسته‌ها	توصیف دسته‌ها
۷۲+ تا ۱۰۸+	+E	تاثیر مثبت زیاد
۳۶+ تا ۷۱+	+D	تاثیر مثبت قابل ملاحظه
۱۹+ تا ۳۵+	+C	تاثیر مثبت متوسط
۱۰+ تا ۱۸+	+B	تاثیر مثبت
۱+ تا ۹+	+A	تاثیر مثبت کم
۰	N	بدون تاثیر
۱- تا ۹-	-A	تاثیر منفی کم
۱۰- تا ۱۸-	-B	تاثیر منفی
۱۹- تا ۳۵-	-C	تاثیر منفی متوسط
۳۶- تا ۷۱-	-D	تاثیر منفی قابل ملاحظه
۷۲- تا ۱۰۸-	-E	تاثیر منفی زیاد

۲-۴-۴-۲- مطالعه موردی

در این بخش روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع برای یک مطالعه موردی (زباله‌های جامد شهری[۱] تولید شده در تبریز) نشان داده شده است. زباله‌های جامد شهری تولید شده، یک نگرانی در سراسر جهان است. شهرنشینی و بهبود استانداردهای زندگی در کشورهای در حال توسعه، موجب افزایش مقدار زباله‌های شهری شده است. محل انباشت زباله‌های شهری، یکی از مسائلی است که اگر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بر روی آن انجام نشود، موجب ایجاد اثرات منفی شدیدی بر محیط زیست می‌شود. مشکلات ناشی از نقاط دفع غیر بهداشتی و خطرات زیست‌محیطی محل‌های دفع زباله، به خصوص زباله‌های صنعتی و بیمارستان‌ها، موجب پدید

[۱] Municipal solid waste

آمدن روش‌های سازگار با محیط زیست به جای روش‌های سنتی شده است. هدف اصلی از اجرای این پروژه، درک وضعیت فعلی زباله‌ها و با توجه با آن، ارائه‌ی بهترین اجرا، به منظور بهبود کیفیت محیط زیست و کاهش آلودگی است [۱۷].

تبریز بزرگترین شهرستان صنعتی در شمال غرب ایران با جمعیت تقریبی ۱،۶۰۰،۰۰۰ نفر و با تولید بیش از ۱،۲۰۰ تن زباله در روز است. میانگین تولید زباله برای هر نفر ۷۱۰ گرم در روز است. عدم فشردگی ضایعات تولید شده و کمبود خاک پوششی بر روی آنها باعث انتشار بو و گازهای گلخانه‌ای می‌شود. همچنین در این ضایعات احتراق خود به خودی رخ می‌دهد. هدف از این پژوهش انجام یک ارزیابی زیست‌محیطی خوب با توجه به داده‌ها و راهکارهای مختلف و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع، پیشنهاد بهترین راهکار برای دفع زباله است. در این پژوهش روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی چهار راهکار به شرح زیر انجام شده است [۱۷]:

- رهاسازی زباله[۱]

اقدام فعلی که در محل دفع زباله در تبریز در حال وقوع است، رهاسازی زباله نام دارد. در این گزینه، ضایعات بدون هیچ عملیاتی در محیط زیست رها شده و در نتیجه باعث به وجود آمدن بیماری‌ها و آفات خواهد شد. بنابراین باید راه حل بهتری جایگزین شود.

- زمین‌های دفن زباله[۲]

زمین‌های دفن زباله، یک روش کنترل‌شده برای دفن زباله‌های جامد است که در آن زباله‌های جامد بر اساس یک طرح پیش‌بینی شده برای همیشه از محیط زندگی دور و در خاک محفوظ می‌ماند. در این حالت، زباله‌ها در یک محل خاص خالی از سکنه دفن می‌شوند و این

[۱] open dumping

[۲] sanitary landfill

عمل هیچ تهدیدی برای سلامتی و ایمنی عمومی به وجود نمی‌آورد. در زمین‌های دفن زباله هیچ گونه مشکل زیست‌محیطی از قبیل بوی نامطبوع، آلودگی خاک، هوا و آب سطحی و زیرزمینی وجود ندارد.

- بازیافت[1]

بازیافت، فرایندی است که در آن مواد زائد، جمع آوری شده و پس از جداسازی به عنوان مواد خام برای تولید محصولات جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از محاسن روش بازیافت، استفاده‌ی بیش از یک بار از مواد است که این عمل به حفظ منابع طبیعی هم کمک می‌کند. بر اساس مطالعات انجام شده، عملیات بازیافت زباله پس از برنامه‌های کاهش زباله، بهترین برنامه مدیریت مواد زائد جامد است.

- فشرده‌سازی باطله جامد (کمپاست[2])

کمپاست یک عمل مدیریتی برای باطله‌های جامد است که توسط آن زباله‌های شهری در اندازه و وزن کاهش می‌یابند، که نتیجه‌ی آن کاهش بو، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و منابع بازیابی و کاهش هزینه‌های دفع است. بنابراین به دلیل حضور درصد بالایی از مواد فاسد شدنی و آلی در باطله‌های جامد شهری در تبریز، محصولات حاصله از کمپاست می‌توانند به عنوان کود توسط کشاورزان مورد استفاده قرار گیرند.

در این پژوهش ۹ مولفه‌ی فیزیکی شیمیایی، ۵ مولفه‌ی زیست‌شناسی محیط زیست، ۹ مولفه‌ی اجتماعی فرهنگی و ۱۰ مولفه‌ی اقتصادی عملیاتی در نظر گرفته شده است. سپس پرسشنامه آماده شده در میان مردم محلی و کارگزاران شهرداری و کارشناسان توزیع شد.

---

[1] recycling

[2] composting

در نهایت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع برای حالت فعلی (رهاسازی باطله) در جدول ۲-۱۰ نشان داده شده است [۱۷].

جدول ۲–۱۰ تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع برای گزینه‌ی اول (رهاسازی باطله) [۱۷]

مولفه‌های زیست‌محیطی	A1	A2	B1	B2	B3	E_S	دسته
الف- فیزیکی/ شیمیایی (PC)							
۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای	۴	-۳	۳	۳	۳	-۱۰۸	-E
۲- آلودگی آب سطحی	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۳- آلودگی آب زیرزمینی	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۴- سر و صدا	۱	-۱	۲	۲	۱	-۵	-A
۵- اثر بو	۲	-۳	۳	۳	۳	-۵۴	-D
۶- فرسایش خاک	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۷- توپوگرافی و چشم‌انداز	۱	-۱	۳	۳	۳	-۹	-A
۸- تغییر در محیط زیست	۳	-۲	۳	۳	۳	-۵۴	-D
۹- باروری و کیفیت خاک	۲	-۳	۳	۳	۳	-۵۴	-D
ب- زیست‌شناسی/ محیط زیست (BE)							
۱- از بین رفتن گونه‌های گیاهی	۱	-۲	۳	۳	۳	-۱۸	-B
۲- از بین رفتن گونه‌های جانوری	۲	-۲	۳	۳	۳	-۳۶	-D
۳- تنوع زیستی	۴	-۳	۳	۳	۳	-۱۰۸	-E
۴- حیوانات وحشی	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۵- زیستگاه گیاهان و جانوران	۲	-۲	۳	۳	۳	-۳۶	-D
پ- اجتماعی/ فرهنگی (SC)							
۱- زیبایی	-۱	-۲	-۳	-۳	-۱	-۱۴	-B
۲- زندگی جوامع در نزدیکی محل	-۲	-۳	-۳	-۳	۳	-۵۴	-D
۳- سلامتی عمومی	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۴- پذیرش عمومی	۰	-۳	۳	۳	۱	۰	N

ادامه جدول ۲-۱۰ تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع برای گزینه‌ی اول (رهاسازی باطله) [۱۷]

۵- پروژه‌های توسعه در نزدیکی محل دفع باطله	۲	-۲	۳	۳	۱	-۲۸	-C
۶- رشد و تراکم جمعیت	۲	-۲	۳	۳	۱	-۲۸	-C
۷- گردشگری	۲	-۱	۳	۳	۱	-۱۴	-B
۸- استفاده از زمین‌های اطراف معدن	۲	۳	۳	۳	۳	-۵۴	-D
۹- فرصت‌های بیکاری و ایجاد شغل در منطقه	۲	۱	۲	۱	۱	۸	A
ث- اقتصادی/ عملیاتی (EO)							
۱- عوارض فناوری	۰	۰	۱	۱	۱	۰	N
۲- عملیات تخصصی	۱	۰	۱	۱	۱	۰	N
۳- ضرورت انرژی	۲	-۲	۳	۳	۳	-۳۶	-D
۴- ضرورت اراضی جهت استقرار	۱	-۲	۳	۳	۳	-۱۸	-B
۵- ضرورت دفع مواد باطله	۳	-۳	۳	۳	۳	-۸۱	-E
۶- ضرورت آب	۲	-۳	۳	۳	۳	-۵۴	-D
۷- ضرورت مواد شیمیایی	۰	۰	۱	۱	۱	۰	N
۸- هزینه‌های جاری	۳	-۱	۳	۳	۳	-۲۷	-C
۹- بازاریابی برای محصول بازیابی‌شده	۰	۰	۱	۱	۱	۰	N
۱۰- هزینه‌های سرمایه‌گذاری	۳	-۱	۳	۳	۳	-۲۷	-C

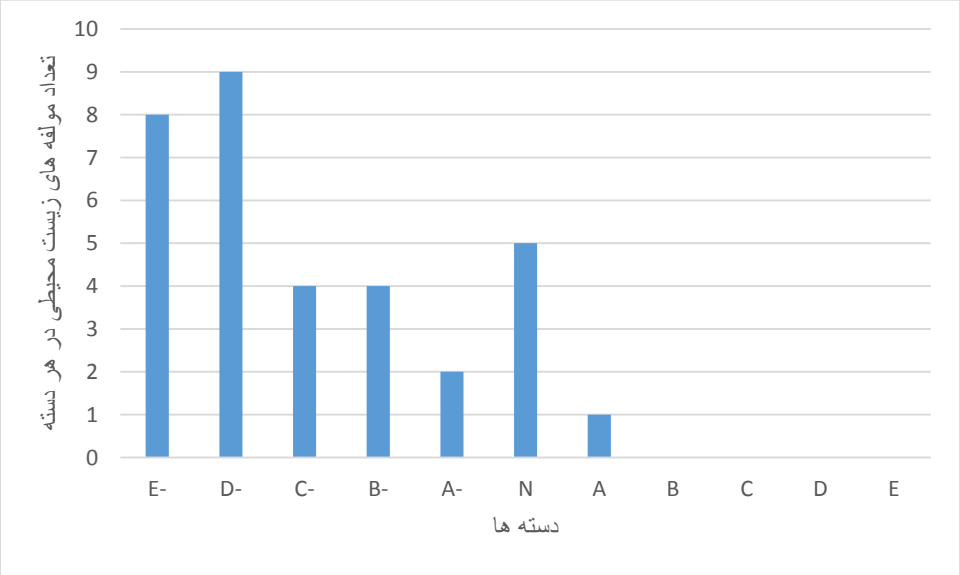
خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع در جدول ۲-۱۱ نشان داده شده است. در این جدول محدوده‌ی نمرات زیست‌محیطی، دسته‌ها و تعداد هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی در هر دسته نشان داده شده است. همچنین شکل‌های ۲-۴ تا ۲-۷ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی نتایج حاصل از گزینه‌های آزادسازی زباله، دفن زباله، بازیافت زباله و کمپاست می‌باشند. در این شکل‌ها محور افقی بیانگر دسته‌ها و محور عمودی بیانگر تعداد هر گزینه در دسته‌ی مورد نظر می‌باشد [۱۷].

جدول ۲–۱۱ خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع [۱۷]

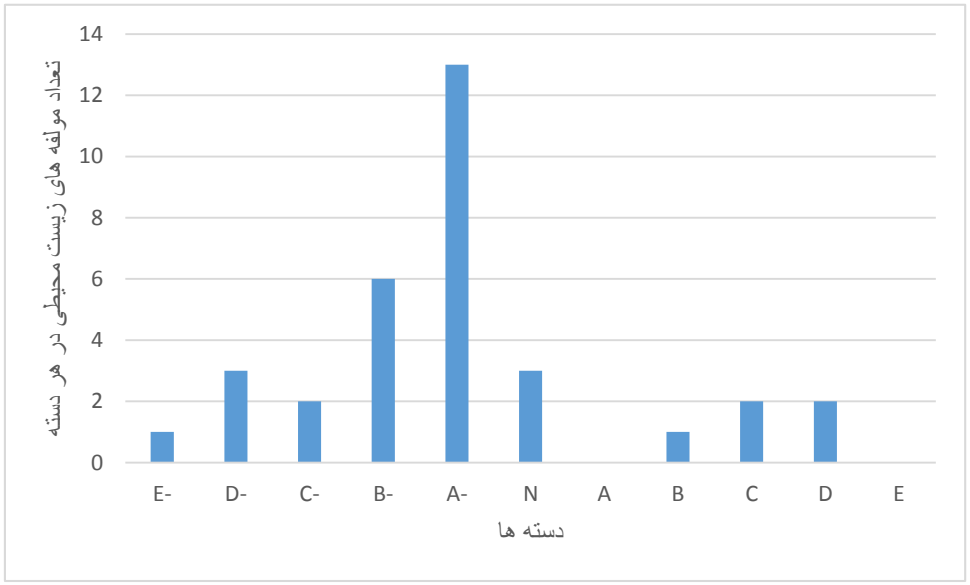
نمرات زیست‌محیطی	-۱۰۸ -۷۲	-۷۱ -۳۶	-۳۵ -۱۹	-۱۸ -۱۰	-۹ -۱	۰	۱ ۹	۱۰ ۱۸	۱۹ ۳۵	۳۶ ۷۱	۷۲ ۱۰۸
دسته‌ها	-E	-D	-C	-B	-A	N	+A	+B	+C	+D	+E
گزینه‌ی اول: آزادسازی زباله											
فیزیکی/ شیمیایی	۴	۳	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زیست‌شناسی/ محیط زیست	۲	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اجتماعی/ فرهنگی	۱	۲	۲	۲	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰
اقتصادی/ عملیاتی	۱	۲	۲	۱	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰
مجموع	۸	۹	۴	۴	۲	۵	۱	۰	۰	۰	۰
گزینه‌ی دوم: دفن زباله											
فیزیکی/ شیمیایی	۰	۱	۰	۲	۵	۱	۰	۰	۰	۰	۰
زیست‌شناسی/ محیط زیست	۰	۰	۱	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اجتماعی/ فرهنگی	۰	۰	۰	۱	۴	۲	۰	۱	۰	۱	۰
اقتصادی/ عملیاتی	۱	۲	۱	۲	۱	۰	۰	۰	۲	۱	۰
مجموع	۱	۳	۲	۶	۱۳	۳	۰	۱	۲	۲	۰
گزینه‌ی سوم: بازیافت											
فیزیکی/ شیمیایی	۰	۳	۰	۲	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰
زیست‌شناسی/ محیط زیست	۰	۳	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اجتماعی/ فرهنگی	۰	۱	۰	۲	۴	۰	۰	۰	۱	۱	۰
اقتصادی/ عملیاتی	۱	۴	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۱	۲	۰
مجموع	۱	۱۱	۰	۵	۸	۳	۰	۰	۲	۳	۰

ادامه جدول۲-۱۱ خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع [۱۷]

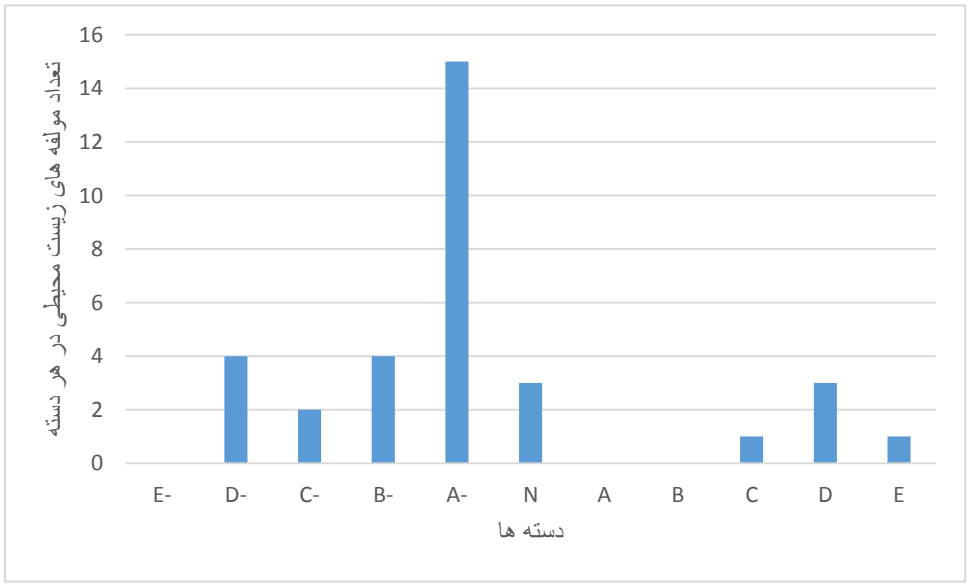
گزینه‌ی چهارم: کمپاست											
فیزیکی/ شیمیایی	۰	۲	۰	۱	۴	۲	۰	۰	۰	۰	۰
زیست‌شناسی/ محیط زیست	۰	۱	۰	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اجتماعی/ فرهنگی	۰	۰	۰	۰	۷	۰	۰	۰	۰	۲	۰
اقتصادی/ عملیاتی	۰	۱	۲	۲	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱
مجموع	۰	۴	۲	۴	۱۵	۳	۰	۰	۱	۳	۱



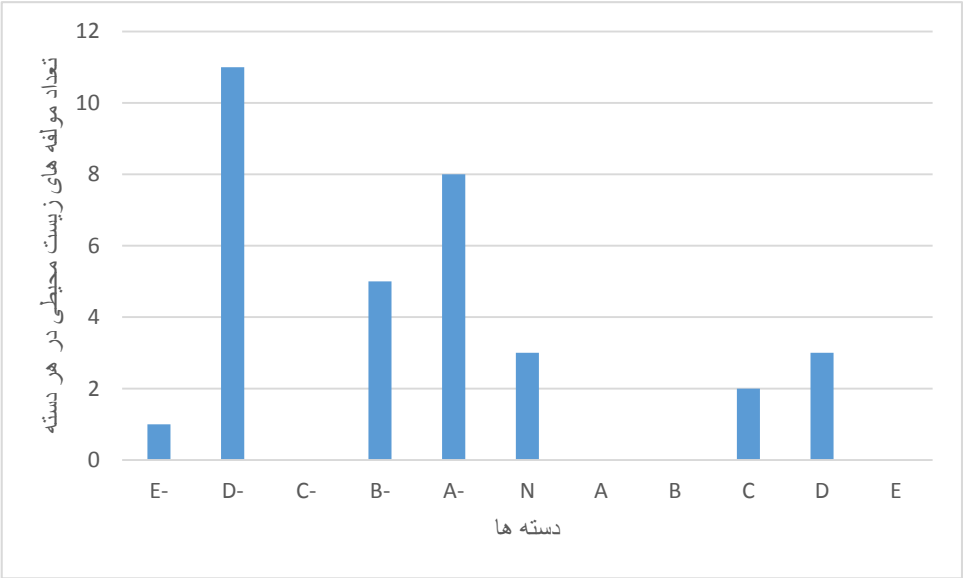
شکل ۲–۲ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی آزادسازی زباله [۱۷]



شکل ۲–۳ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی دفن زباله [۱۷]



شکل ۲–۴ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی بازیافت زباله [۱۷]



شکل ۲–۵ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع بر روی کمپاست زباله [۱۷]

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی برای مطالعه موردی دفن زباله تبریز به منظور بررسی اثرات چهار گزینه‌ی مختلف انجام شد. این گزینه‌ها به ترتیب شامل آزادسازی زباله، زمین‌های دفن زباله، بازیافت و کمپاست هستند. بر طبق نتایج این مطالعه، روش آزادسازی زباله دارای تاثیرات منفی بیشتری نسبت به دیگر گزینه‌ها است. زیرا در این روش، ضایعات بدون هیچ‌گونه پردازش و جداسازی در محیط زیست قرار می‌گیرند. سه روش دیگر ارایه شده نسبت به روش اول ترجیح داده شده و تاثیرات مثبت آنها می‌تواند رسیدگی و ارزیابی شود. اما برای انتخاب بهترین گزینه از جدول ۲-۱۱ و ضرب نمرات قراردادی در جدول ۲-۱۲ و جمع مقادیر با هم (جمع مقادیر مثبت و منفی به طور جداگانه)، بازه‌ی نمره‌ی نهایی برای هر گزینه به دست آمده است. با توجه به جدول ۲-۱۲ مقادیر مثبت و منفی برای آزادسازی زباله، زمین‌های دفن زباله، بازیافت و کمپاست زباله به ترتیب برابر (۱+ و ۹۸-)، (۱۶+ و ۴۸-)، (۱۸+ و ۶۷-) و (۲۰+ و ۴۵-) است.

بنابراین بر اساس نتایج، آزادسازی زباله حذف و به ترتیب کمپاست، زمین‌های دفن زباله و بازیافت جایگزین آن می‌شوند.

در این مطالعه موردی با توجه به حجم زیاد زباله‌ی تولید شده در تبریز (۱۲۰۰تن در روز) که ۷۰٪ آنها قابل تجزیه هستند و با توجه به اینکه ۲۴٪ محیط اطراف شهر را فعالیت‌های کشاورزی و باغبانی تشکیل می‌دهند، گزینه‌ی کمپاست در درجه‌ی اول به عنوان بهترین گزینه‌ی جایگزین انتخاب شود. بنابراین علاوه بر سازگاری با محیط زیست، درآمد حاصل از فروش کمپاست به عنوان کود نیز بالا می‌باشد. اما تاثیرات منفی کمپاست ممکن است به جهت هزینه‌ی بالای تولید کارخانه‌ی کمپاست باشد [۱۷].

جدول ۲–۱۲ نمرات قراردادی و گروه‌بندی گزینه‌ها به تفکیک دسته‌ها [۱۷]

دسته‌ها	+E	+D	+C	+B	+A	N	-A	-B	-C	-D	-E
نمرات قراردادی	+۵	+۴	+۳	+۲	+۱	۰	-۱	-۲	-۳	-۴	-۵
تعداد نمرات در هر دسته											
گزینه‌ی اول: آزادسازی زباله	۸	۹	۴	۴	۲	۵	۱	۰	۰	۰	۰
گزینه‌ی دوم: دفن زباله	۱	۳	۲	۶	۱۳	۳	۰	۱	۲	۲	۰
گزینه‌ی سوم: بازیافت	۱	۱۱	۰	۵	۸	۳	۰	۰	۲	۳	۰
گزینه‌ی چهارم: کمپاست	۰	۴	۲	۴	۱۵	۳	۰	۰	۱	۳	۱

۲-۵- ارزیابی توسعه پایدار

توسعه پایدار نتیجه یک مجموعه به هم پیوسته اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (سه بنیان توسعه پایدار) است که با برنامه‌ریزی مناسب در دراز مدت، نیازهای متعددی را برآورده می‌سازد. در واقع، توسعه پایدار یک مفهوم جهانی است که با ایجاد تعادل بین جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به بهبود کیفیت و شرایط زندگی افراد یک جامعه کمک می‌کند.

توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی نزدیک به پایان قرن ۲۰ آغاز شده و همچنان ادامه دارد. با توجه به فعالیت‌های معدنی، تاثیر نامطلوب زیست‌محیطی در سراسر تاریخ بشریت قابل توجه بوده است. درحالی‌که مواد معدنی تولید شده توسط فعالیت‌های معدنی مبنایی را برای تمدن بشری ارایه می‌کنند. در سال ۱۹۸۷ توسعه پایدار برای اولین بار توسط کمیسیون جهانی توسعه محیط زیست[۱] با هدف رفع نیازهای خود، بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای آنها تعریف شد. برخی از کارهای انجام گرفته در این زمینه به شرح جدول ۲-۱۳ است:

جدول ۲–۱۳ تاریخچه توسعه پایدار در معدن

مولف (سال انتشار)	منبع	توضیح مختصر
لئوپد و همکاران (۱۹۷۱)	[۱۳]	روش ماتریس در ارزیابی اثرات می‌تواند به دلیل سادگی و قابل فهم بودن آن بسیار مفید باشد.
وان بیلو (۱۹۹۳)	[۱۸]	اکتشاف مداوم مواد معدنی، نوآوری‌های تکنولوژیکی و بازسازی محیط زیست در راستای توسعه پایدار معادن قرار دارد.

[۱] World Commission on Environment Development

ادامه جدول ۲-۱۳ تاریخچه توسعه پایدار در معدن

آلان (۱۹۹۵)	[۱۹]	پایداری در معدن وقتی وجود دارد که نرخ استفاده از مواد معدنی نسبت به مجموع منابع جدید اکتشاف شده، منابع جایگزین و مواد بازیافتنی فراتر نرود.
کانتر (۱۹۹۶)	[۲۰]	هدف اصلی روند EIA تشویق به در نظر گرفتن محیط زیست در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری و در نهایت رسیدن به اقداماتی است که با محیط زیست سازگارترند
ویوور و همکاران (۱۹۹۶)	[۲۱]	امروزه، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و استفاده از اقدامات لازم برای فعالیت‌های صنعتی و معدنی در پیشگیری و یا کنترل مشکلات زیست‌محیطی ضروری است. در واقع هدف از اجرای EIA شناسایی اثرات منفی یک فعالیت صنعتی یا معدنی و تمام اجزای متاثر از آنها برای کاهش اثرات منفی طولانی مدت است
لیرمونت (۱۹۹۷)	[۲۲]	با مطالعه موردی معادن با عمر زیاد شرح داد که می‌توان معدن‌کاری را به عنوان یک فعالیت پایدار در نظر گرفت
پاستاکیا و جنسن (۱۹۹۸)	[۱۶]	ارائه‌ی مفهوم ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع (RIAM). پاستاکیا معتقد بود این روش بر پایه‌ی یک تعریف استاندارد از معیارهای ارزیابی استوار است.
ساره و همکاران (۲۰۰۱)	[۲۳]	فراوری سنگ معدن نسبت به استخراج آن می‌تواند آسیب بیشتری به محیط زیست بزند
فولچی (۲۰۰۳)	[۱۴]	به منظور دستیابی به نتایج قابل فهم تر نسبت به روش لئوپد، روش فولچی در شهر ساردینای ایتالیا ارایه شد. روش فولچی در ابتدا برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی از یک معدن ساده شروع شد.
کوکا و کینکا (۲۰۰۴)	[۲۴]	استفاده از روش آنتروپی برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در یک کارخانه آسیاب مس

ادامه جدول ۲-۱۳ تاریخچه توسعه پایدار در معدن

باسو و کومار (۲۰۰۴)	[۲۵]	لازمه‌ی رسیدن به توسعه پایدار داشتن یک حکومت خوب به عنوان زیربنای توسعه پایدار و تعامل با ذینفعان پروژه است
ایگرت (۲۰۰۶)	[۲۶]	توسعه پایدار در معدن‌کاری شامل حفظ کیفیت محیط زیست، رعایت عدالت اجتماعی و رشد اقتصادی است
وانگ و همکاران (۲۰۰۶)	[۲۷]	بررسی اثرات زیست محیطی‌جغرافیایی بر روی سنگ معدن در اطراف شهر لزمیر ترکیه
گیانوپولو و پانیاس (۲۰۰۶)	[۲۸]	معدن‌کاری به عنوان یکی از فعالیت‌هایی 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 عمده‌ی درآمد و اشتغال‌زایی این کشورها را تشکیل می‌دهد. 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.
موفلیس و همکاران (۲۰۰۸)	[۲۹]	مسائل EIA نیازمند مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل با استفاده از روش‌هایی است که می‌توانند به عدم قطعیت رسیدگی کنند
دهاکت و همکاران (۲۰۰۸)	[۳۰]	ارزیابی زیست‌محیطی، چشم‌انداز و تاثیرات دیداری معادن سنگ مرمر با استفاده از سنجش از راه دور و تجزیه و تحلیل جغرافیایی
کویتن و همکاران (۲۰۰۸)	[۳۱]	بررسی ارزیابی اثرات معدن زیرزمینی کرومیت به‌وسیله‌ی ژئوفیزیک، زمین‌شناسی آب، هیدروشیمیایی و مطالعات داده‌های مدل‌سازی آکیفر

ادامه جدول ۲-۱۳ تاریخچه توسعه پایدار در معدن

منجزی و همکاران (۲۰۰۹)	[۳۲]	نشان دادن چگونگی مقایسه نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) و ارزیابی زیست‌محیطی استراتژیک (SEA) با استفاده از روش ماتریس ارزیابی سریع اثرات (RIAM)
میرمحمدی و همکاران (۲۰۰۹)	[۱۵]	روش اصلاح‌شده‌ی فولچی، یک الگوریتم جامع به منظور در نظر گرفتن فاکتورهای موثرتر، متشکل از اثرات مثبت فعالیت‌های معدنی بر روی مسائل اجتماعی مانند اشتغال، جمعیت، توسعه اجتماعی و فرهنگی و به دست آوردن فهم طیف گسترده‌ی سناریوها برای پوشش مسائل مربوط به هر کدام از فاکتورهای موثر است.
جیسون فیلیپس (۲۰۱۲)	[۳۳]	استفاده از مدل ریاضی برای بررسی پایداری در معدن بوکسیت هند. در این مدل از نتایج آثار زیست‌محیطی که با استفاده از ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع(RIAM) به دست آمده‌اند، استفاده شده است
اصانلو و همکاران (۲۰۱۴)	[۳۴]	در این مقاله، طراحی دو محدوده معدنی بر مبنای سود ماکزیمم و عمر ماکزیمم در معدن مس سونگون بررسی شده است. یک روش مبتنی بر مفاهیم روش فولچی برای تعیین کمی سطح پایداری در هر محدوده معدنی استفاده شده است. با استفاده از این روش، پایداری انتخاب شده برای طراحی معدن ۵۹۲ به دست آمد که آن را به عنوان یک طراحی پایدار معدن اعلام کرد. بدین معنا که طراحی انتخاب شده، توازن و تعادلی میان تمامی جنبه‌های توسعه پایدار ایجاد می‌کند.

۲-۵-۱- مدل ریاضی پایداری

معمولا بیشتر تفاسیر توسعه پایدار براساس ارزیابی‌های کیفی و ذهنی انجام می‌شود. به همین جهت فیلیپس[۱] در سال ۲۰۰۹ مدل ریاضی پایداری را برای تعریف اصول توسعه پایدار بنا کرد. این مدل شاخصه‌های توسعه پایدار را به صورت کمی بیان می‌کند. این مدل شامل پارامترها و محدودیت‌های مولفه‌های کلیدی و شرایطی است که تحت آن پایداری و یا ناپایداری می‌تواند رخ دهد. در مدل ارایه شده به منظور تعیین سطح و ماهیت توسعه پایدار در پروژه‌ها و عملیات‌ها، از نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی به عنوان ورودی مدل استفاده شده است. جدول ۲-۱۴ شرح ساده‌ای از مدل ریاضی پایداری است که توسط فیلیپس انجام شده است [۳۵].

جدول ۲–۱۴ شرح ساده از معادلات کلیدی مورد استفاده در مدل ریاضی پایداری [۳۵]

شماره معادله	معادله مدل	شرح معادله
۴-۲	$S_{(t)} = E_{(t)} - H_{NI(t)}$	این فرمول معادله اولیه مدل برای حالات مختلف پایداری (S) و برای هر نقطه خاص در زمان (t) را نشان می‌دهد که توسط مقدار نسبت داده شده (تعیین شده) به عوامل محیطی (E) منهای مقدار نسبت داده شده (تعیین شده) به عوامل انسانی (H_{NI}) بدست آمده است.
۵-۲	$E_{(t)} = (A + B + H + L)$	عوامل محیطی توسط چهار فاکتور زیر تعریف می‌شوند که برای تمام عملیات‌های کلی مورد نیاز هستند: اتمسفر (A)، بیوسفر (B)، هیدروسفر (H) و لیتوسفر (L). این عوامل بر توسعه و ماهیت عوامل زیست‌محیطی مؤثر هستند.
۶-۲	$E_{(t)} = [E_0 \leq E \leq E_{max}]$	عوامل محیطی (E)، درست همانند هر سیستم طبیعی یا انسانی، حداکثر محدودیت‌ها را با توجه به عملیات‌ها و فاکتورهای زیست‌محیطی برای افزایش ایمنی در عملیات‌های در حال اجرا، از قبل تعیین می‌کنند. بنابراین E به فضای مورد نیاز یا فاکتورهای در نظر گرفته شده برای

[۱] Phillips

ادامه جدول ۲-۱۴ شرح ساده از معادلات کلیدی مورد استفاده در مدل ریاضی پایداری [۳۵]

		عملیات، زمان مورد نیاز برای تکامل، انطباق، کاهش و اصلاح سیستم وابسته است. در نتیجه، هر مقدار تعیین شده یا نسبت داده شده به E باید منعکس‌کننده بزرگی و اهمیت تاثیر (بالقوه یا واقعی) با توجه به شرایط و وضعیت کنونی E باشد.
۷-۲	$H_{NI(t)} = [H_{NI} \leq H_{NI} \leq H_{NImax}]$	H_{NI} به منابع و خدمات موجود وابسته است و توسط E که شرایط قابل تحمل برای زندگی و زنده ماندن انسان را تضمین می‌کند، به وجود آمده است. اگر نرخ H_{NI} افزایش یابد ضرر E نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، این استنتاج وجود دارد که حداکثر اندازه برای H_{NI} بر مبنای منابع و خدمات E در دسترس است. این بدین معناست که اگر E در بیش از یک نقطه و بدون بازگشت و در هر مقیاس فضایی تخریب شود، انسان نیاز به زندگی در جایی دیگر دارد. بنابراین نتیجه می‌شود که برای پتانسیل تعیین شده یا مقدار نسبت داده شده به H_{NI} به دست آمده برای هر نقطه خاص از زمان، محدودیت وجود دارد.
۸-۲	$E_{(t)} > H_{NI} \leftrightarrow S_{(t)} > 0$	برای یک سطح از S در هر نقطه‌ای از زمان و برای یک مقیاس فضایی مشخص رخ می‌دهد، باید مقدار مشخص شده (نسبت داده شده) برای E بیشتر از مقدار تعیین شده (نسبت داده شده) برای H_{NI} باشد.
۹-۲	$E_{(t)} \leq H_{NI(t)} \leftrightarrow S_{(t)} \leq 0$	اگر مقدار مشخص شده (نسبت داده شده) برای E کمتر یا مساوی با مقدار تعیین شده (نسبت داده شده) برای H_{NI} باشد، S اتفاق نمی‌افتد و در نتیجه ناپایداری ایجاد می‌شود. این رویداد به این دلیل است که باید یک منبع پیوسته از E و H_{NI} برای استفاده وجود داشته باشد و نباید ایمنی عملیات E را به خطر اندازد.

با توجه به توضیحات ارایه شده در جدول ۲-۱۴ مولفه‌های زیست‌محیطی به دست آمده از ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع به دو گروه مولفه‌های محیطی (E[۱]) و مولفه‌های انسانی (H_{NI}[۲]) تقسیم می‌شوند. مقادیر E و H_{NI} به ترتیب با استفاده از روابط ۲-۱۰ و ۲-۱۱ به دست می‌آیند [۳۵].

$$E = \frac{\sum PC + \sum BE}{\sum PC_{max} + \sum BE_{max}} \quad (۱۰-۲)$$

$$H_{NI} = \frac{(\sum SC_{max} - \sum SC) + (\sum EO_{max} - \sum Eo)}{(\sum SC_{max} + \sum EO_{max})} \quad (۱۱-۲)$$

همچنین نمره‌ی زیست‌محیطی نسبی (R ES) از رابطه‌ی ۲-۱۲ به دست می‌آید.

$$R\,ES = ES + 108 \quad (۱۲-۲)$$

برای استفاده از روابط (۲-۱۰) و (۲-۱۱) ابتدا باید مقادیر حداکثر مولفه‌های محیطی و انسانی تعیین شود. از آنجا که هر مولفه می‌تواند حداکثر نمره‌ی ۱۰۸ را لحاظ کند، بنابراین مقدار تعیین شده برای هر کدام ازمولفه‌های محیطی و انسانی دو برابر مقدار حداکثر، یعنی ۲۱۶ درنظر گرفته می‌شود [۳۵].

به منظور بررسی پایداری (S[۳]) می‌توان از مقادیر E و H_{NI} بهره گرفت. بدبن ترتیب که اگر مقدار به دست آمده برای E بزرگتر از مقدار به دست آمده برای H_{NI} باشد، پروژه پایدار (S>0) و اگر کوچکتر مساوی آن باشد، پروژه ناپایدار است (S≤0) [۳۵].

در صورت پایداری پروژه باید مقدار S که از رابطه (۲-۱۳) به دست می‌آید، محاسبه شود [۳۵].

$$S = E - H_{NI} \quad (۱۳-۲)$$

[۱] Environment

[۲] Human Neds and Interests

[۳] Sustainabilty

در نهایت با توجه به دامنه‌ی تعریف شده در جدول ۲-۱۵ می‌توان سطح پایداری پروژه را بر اساس مقدار محاسبه شده S مشخص کرد [۳۵].

جدول ۲–۱۵ بازه در نظر گرفته شده برای تعیین میزان پایداری

دامنه	پایداری
۰/۷۵۱ – ۱	خیلی قوی
۰/۵۰۱ – ۰/۷۵۰	قوی
۰/۲۵۱ – ۰/۵۰۰	ضعیف
۰/۰۰۱ – ۰/۲۵۰	خیلی ضعیف

فیلیپس از این مدل برای ارزیابی پایداری برای دفع باطله‌های معدن زغال‌سنگ در رومانی استفاده کرده است. ارزیابی آثار زیست محیطی در این معدن با روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع انجام شده است و نتایج آن در جدول ۲-۱۶ ارایه شده است. نتایج ارزیابی پایداری نشان می‌دهد که این معدن از لحاظ دفع باطله ناپایدار است، زیرا مقدار به دست آمده برای E کمتر از مقدار به دست آمده برای H_{NI} است. نتایج ارزیابی پایداری در جدول ۲-۱۷ ارایه شده است [۳۵].

جدول ۲–۱۶ مقادیر به دست آمده برای ES کل و ES نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع [۳۵]

مولفه‌های زیست‌محیطی	ES کل	ES نسبی
الف- فیزیکی شیمیایی		
۱- سطح آسیب دیده خاک	-۱۸	۹۰
۲- کیفیت خاک	-۸	۱۰۰
۳- ریخت‌شناسی	-۱۸	۹۰
۴- مناطق تحت تاثیر آب	-۸	۱۰۰
۵- کیفیت آب	-۷	۱۰۱
۶- کیفیت هوا	-۷	۱۰۱

ادامه جدول ۲-۱۶ مقادیر به دست آمده برای ES کل و ES نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع [۳۵]

۷- محیط زیست آب و هوا	-۹	۹۹
۸- جاری شدن سیل	-۵	۱۰۳
۹- فرسایش	-۸	۱۰۰
۱۰- رسوب‌گذاری	-۳	۱۰۵
۱۱- فشردگی	-۹	۹۹
۱۲- ثبات زمین	-۱۶	۹۲
	مجموع مولفه‌های فیزیکی شیمیایی	۱۰۹۰
ب- زیست‌شناسی محیط زیست		
۱- پوشش گیاهی (درخت)	+۷	۱۰۱
۲- پوشش گیاهی (علف)	-۱۴	۹۴
۳- گیاهان	۰	۱۰۸
۴- گیاهان آبزی	+۸	۱۱۶
۵- حیوانات خشکی‌زی و پرندگان	-۶	۱۰۲
۶- ماهی‌ها و صدف‌ها	+۱۶	۱۲۴
۷- مواد مغذی در آب	۰	۱۰۸
۸- حشرات	+۹	۱۱۷
۹- گیاهان خشکی‌زی	+۵	۱۱۳
۱۰- گیاهان آبزی	+۵	۱۱۳
	مجموع مولفه‌های زیست‌شناسی محیط زیست	۱۰۹۶
پ- اجتماعی- اقتصادی و عملیاتی		
۱- زمین استفاده شده	+۱۶	۱۲۴
۲- فضاهای باز و بیابان‌ها	-۱۴	۹۶
۳- تالاب	+۳۲	۱۴۰

ادامه جدول ۲-۱۶ مقادیر به دست آمده برای ES کل و ES نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع [۳۵]

۴- مناطق جنگلی	-۷	۱۰۱
۵- منافع انسانی و شیوه‌ی زندگی	+۱۴	۱۲۲
۶- چشم‌انداز منطقه	-۳۲	۷۶
۷- ایمنی و سلامتی انسان	-۶	۱۰۲
۸- صید ماهی	+۱۶	۱۲۴
۹- گردشگری	+۱۶	۱۲۴
۱۰- نرخ بیکاری	+۱۰	۱۱۸
۱۱- اوقات فراغت	+۱۶	۱۲۴
۱۲- محل دفن باطله	-۷	۱۰۱
۱۳- میزان ساخت و ساز	۰	۱۰۸
۱۴- میزان دسترسی	۰	۱۰۸
	مجموع مولفه‌های اجتماعی- اقتصادی و عملیاتی	۱۵۶۶

جدول ۲–۱۷ نتایج ارزیابی پایداری برای معدن زغال‌سنگ رومانی

E	H_{NI}	مقدار S	سطح S
۰/۴۶۴	۰/۴۸۲	-۰/۰۱۸	ناپایدار

۲-۶- جمع‌بندی

در این فصل ابتدا توسعه پایدار در فعالیت‌های معدنی مورد بررسی قرار گرفت، سپس رویکرد استفاده پایدار از معدن پس از بسته شدن بررسی شد و پس از آن ارزیابی اثرات زیست-محیطی بررسی شد که در آن به شرح و تحلیل چهار روش لئوپد، فولچی، اصلاح‌شده فولچی و

ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع پرداخته شد، که در این میان روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع رویکردی متفاوت‌تر نسبت به سه روش دیگر داشت. در نهایت ارزیابی توسعه پایدار مورد بررسی قرار گرفت که در آن به بررسی مدل ریاضی فیلیپس پرداخته شد. در فصل سوم به بررسی کلی معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی پرداخته خواهد شد.

فصل سوم

بررسی کلی معدن زغال‌سنگ

البرز مرکزی

۳-۱- مقدمه

مجموعه معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی یکی از معادن زغال کشور است که به‌صورت زیرزمینی استخراج می‌شود. این مجموعه شامل چهار معدن کارمزد، مارسنگ، تاریکدره و کیاسر است که ازلحاظ جغرافیایی، معدن کیاسر با فاصله‌ی بیشتری نسبت به سه معدن دیگر قرار دارد. همچنین این مجموعه شامل کارخانه‌ی زغال شویی انجیر تنگه هست که در کنار خط آهن تهران قائم‌شهر قرار دارد. تاریخچه عملیات اکتشافی در حوزه‌ی البرز مرکزی که بیش از ۳۰،۰۰۰ کیلومترمربع از استان مازندران را در بر می‌گیرد به حدود سال ۱۳۱۴ برمی‌گردد که به هنگام احداث خطوط راه‌آهن سراسری در زیراب صورت گرفت که نهایتا در سال ۱۳۵۰ به بهره‌برداری قسمتی از معدن کارمزد در این حوالی انجامید. به همین جهت مجموعه معادن البرز مرکزی را می‌توان از قدیمی‌ترین معادن زغال‌سنگ ایران دانست. شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی دارای کارخانه‌ی زغالشویی، آزمایشگاه زغال در مجاورت کارخانه، سایت اداری و یک مجتمع آموزشی، رفاهی واقع در خزر آباد ساری می‌باشد. این شرکت در راستای فعالیت خود هم‌اکنون زغال‌سنگ خام را از معادن بخش خصوصی خریداری کرده و پس از فراوری در کارخانه زغالشویی و تبدیل به زغال‌سنگ کنسانتره به وسیله‌ی خطوط راه‌آهن سراسری به کارخانه ذوب‌آهن اصفهان و توسط کامیون به کارخانه‌ی کک‌سازی زرند ارسال می‌کند. در ادامه به بررسی چهار معدن کارمزد، کارسنگ، تاریکدره و کیاسر پرداخته شده است [۳۶ و ۳۷].

۳-۲- معدن کارمزد

این معدن در دامنه‌ی شمالی رشته‌کوه‌های البرز، در استان مازندران، شهرستان سوادکوه در مسیر جاده‌ی آزادمهر به آلاشت و در نزدیکی روستای کارمزد واقع شده است. از نزدیکترین

شهرها به معدن، می‌توان زیراب و پل‌سفید هر کدام به فاصله‌ی تقریبی ۲۰ کیلومتر را نام برد. همچنین معدن کارمزد دارای موقعیت جغرافیایی به عرض شمالی (″۴۶ ′۸°۳۶- ″۳۳ ′۵°۳۶) و طول شرقی (″۳ ′۵۹°۵۲ - ″۴۱ ′۵۳°۵۲) است.

فاصله معدن تا جاده اصلی قائمشهر- تهران (محور فیروزکوه) حدودا ۱۵ کیلومتر و فاصله آن تا شهر ساری حدودا ۸۰ کیلومتر و تا تهران حدودا ۲۰۰ کیلومتر است. فاصله معدن تا کارخانه زغالشویی انجیرتنگه شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی حدود ۱۵ کیلومتر است [۳۶ و ۳۷].

۳-۲-۱- آب و هوا

این معدن به دلیل قرار گرفتن در یال شمالی رشته کوه‌های البرز و با داشتن ارتفاع بین ۷۰۰ تا ۱۳۰۰ متر دارای آب و هوای معتدل و مرطوب بوده که میانگین درجه حرارت آن ۱۳ و میانگین بارش سالیانه آن ۷۰۰ میلیمتر است. بارندگی در ارتفاعات تا ۲۰۰۰ میلیمتر در سال هم می‌رسد و بارش در فصول سرد سال به صورت برف است. همچنین از نظر پوشش گیاهی بعضی از این مناطق پوشیده از درختچه‌های آلوچه، زرشک و خرمالو و در مناطقی پوشیده از درختان جنگلی مانند بلوط و راش و توسکا است.

۳-۲-۲- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی

عملیات اکتشافی و زمین‌شناسی معادن کارمزد در طول سالهای ۱۳۳۸ لغایت ۱۳۴۱ توسط کارشناسان آلمانی (دماگ) انجام گرفت و سپس تا سال ۱۳۵۸ توسط کارشناسان روسی و بعد از آن توسط کارشناسان و متخصصان ایرانی ادامه یافت. عملیات اکتشافی در معادن کارمزد به وسیله‌ی حفر ترانشه‌های متعدد در سطح و تعداد ۹ تونل اکتشافی در عمق و به طول ۷۵۰۰ متر و همچنین ۳۶ حلقه چاه اکتشافی با طول کلی ۱۸۱۸۵ متر انجام پذیرفت.

۳-۲-۳- محدوده معادن کارمزد

معادن کارمزد توسط یک فرا راندگی بزرگ به نام فراراندگی شماره‌ی ۸ به دو قسمت تقسیم شده است که اصطلاحا به کارمزد شماره‌ی ۱ و ۲ معروف‌اند. محدوده‌ی معدن کارمزد ۱ و ۲ به ترتیب از فراراندگی شماره‌ی ۸ تا گسل شماره‌ی ۱ و از فراراندگی شماره‌ی ۸ تا روستای کارمزد است[۳۶ و ۳۷].

معادن کارمزد در مجموع حدود ۳۳ کیلومتر مربع را شامل شده که از غرب به روستای کارمزد، از شرق به روستای لله‌بند، از شمال به بیرون‌زدگی لایه و از جنوب به خط‌القعر ناودیس کارمزد محدود می‌شوند.

۳-۲-۴- مشخصات لایه‌های قابل کار معادن کارمزد

نتایج گزارشات اکتشافی و زمین‌شناسی حاکی از آن است که در معادن کارمزد حدود ۱۰۰ لایه زغالی با لایه‌های میانی وجود داشته که از بین آنها لایه‌های ۴، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ قابل کار تشخیص داده شده‌اند. بطور کلی لایه‌های معادن کارمزد جزو لایه‌های کم شیب (بین ۰ تا ۲۵ درجه) بوده که این شیب در اعماق کاهش می‌یابد.

۳-۲-۴-۱- مشخصات لایه ۴

بیرون‌زدگی این لایه در ارتفاع بین ۹۱۴ تا ۱۰۲۰ متری از سطح دریا قرار داشته که در هر دو منطقه کارمزد ۱ و کارمزد ۲ قابل کار می‌باشد. ضخامت این لایه بین ۰/۳۷ تا ۰/۵۱ متر، شیب آن بین ۹ تا ۱۸ درجه و خاکستر ان بین ۱ تا ۱۴/۴ درصد متغیر است. مواد فرار آن بین ۲۶ تا ۳۴ درصد، ضخامت پلاستومتری آن بین ۷ تا ۱۸ میلیمتر، رطوبت آن بین ۰/۳۷ تا ۳/۱ درصد و میزان گوگرد و فسفر آن کمتر از ۱/۵ درصد گزارش شده است. نوع زغال لایه چهار کک‌شو با مارک گ- ژ (گازدار چرب) است.

۳-۲-۴-۲- مشخصات لایه ۹

این لایه حدودا ۱۴۰ متر بالاتر از لایه ۴ قرار دارد، که فقط در کارمزد شماره ۱ دارای ضخامت قابل کار است. این لایه به صورت مرکب از ۴ تا ۶ لایه به ضخامت کلی ۲/۰۹ متر که ضخامت مفید آن ۱/۲۳ متر می‌رسد، تشکیل شده است. خاکستر آن با توجه به لایه‌های میانی به ۳۵ درصد هم می‌رسد. عدم گسترش لایه به اندازه‌ی کافی در منطقه، ضخامت مرکب و محدود بودن ذخیره آن باعث شد که این لایه به عنوان رزرو در نظر گرفته شود. نوع زغال لایه ۹ کک‌شو با مارک گ (گاز دار) است [۳۶ و ۳۷].

۳-۲-۴-۳- مشخصات لایه ۱۱

رگه ۱۱ در حدود ۳۵ متر بالاتر از لایه ۹ قرار داشته که در منطقه کارمزد ۱ قابل کار است. این لایه به‌وسیله‌ی تونل‌های اکتشافی ۷ و ۸ و ۹ و چاه‌های شماره ۵ و ۲۳ و ۲۹ بررسی گردید که نشان می‌دهد ضخامت آن بین ۰/۴۵ تا ۰/۷۸ متر، شیب آن بین ۱۵ تا ۲۰ درجه و خاکستر آن بین ۳/۴ تا ۳۴ درصد متغیر است. مواد فرار آن بین ۳۵/۵ تا ۴۱ درصد، ضخامت پلاستومتری آن ۱۰ تا ۱۶ میلیمتر، رطوبت آن بین ۰/۶ تا ۲ درصد و گوگرد و فسفر آن کمتر از ۱/۵ درصد گزارش شده است. نوع زغال این لایه کک‌شو با مارک گ (گازدار) است.

۳-۲-۴-۴- مشخصات لایه ۱۲

این لایه در حدود ۳۰ تا ۴۰ متر بالاتر از لایه‌ی ۱۱ قرار داشته و در ناحیه کارمزد ۲ قابل کار است. ضخامت آن بین ۰/۵ تا ۰/۹ متر، شیب آن بین ۱۵ تا ۲۰ درجه و خاکستر آن بین ۴ تا ۴۰ درصد متغیر است. مواد فرار آن بین ۳۱/۷ تا ۴۲/۴ درصد، ضخامت پلاستومتری آن بین ۱۰ تا ۱۹ میلیمتر، رطوبت آن بین ۰/۷۹ تا ۲ درصد و میزان گوگرد و فسفر آن کمتر از ۱/۵ درصد گزارش شده است. نوع زغال لایه ۱۲ کک‌شو با مارک زغال گ (گازدار) است.

۳-۲-۴-۵- مشخصات لایه ۱۳

این لایه در حدود ۱۰۰ متر بالاتر از لایه‌ی ۱۲ قرار داشته و در مناطق کارمزد ۱ و کارمزد ۲ قابل کار است. ضخامت آن بین ۰/۴۵ تا ۰/۹ متر، شیب آن بین ۹ تا ۱۸ درجه و خاکستر آن بین ۲ تا ۳۸ درصد متغیر است. مواد فرار آن بین ۳۴ تا ۴۵ درصد، ضخامت پلاستومتری آن ۸ تا ۲۹ میلیمتر، رطوبت آن ۰/۷۵ تا ۲/۵ درصد و میزان گوگرد و فسفر آن کمتر از ۲ درصد گزارش شده است. نوع زغال لایه ۱۳ کک‌شو با مارک گ (گازدار) است [۳۶ و ۳۷].

۳-۲-۵- مرزها و محدوده معادن کارمزد و میزان ذخیره (به تفکیک)

معادن کارمزد با توجه به وضعیت تکتونیک و عملکرد گسل‌ها، به ابعاد و بلوک‌های مختلفی تقسیم شده است که هر کدام دارای ویژگی خاص می‌باشند. در هر کدام از این بلوک‌ها، با توجه به مشخصات لایه‌های قابل کار از جمله ضخامت، گسترش، ذخیره و وجود افراز مناسب و همچنین با در نظر گرفتن اولویت در استخراج لایه‌های بالاتر، لایه‌های خاصی مد نظر قرار گرفته و با ارائه طرح تجهیز و آماده‌سازی در حال بهره‌برداری هستند. هر کدام از این بلوک‌ها با توجه به نام حفریات اصلی که منجر به دسترسی لایه در آن معدن می‌شود، یا بنا به موقعیت قرار گرفتن آن معدن نسبت به معدن مجاور نامگذاری شده است [۳۶ و ۳۷].

بر این اساس معادن کارمزد شامل معدن‌های تونل ۸، شرق تونل ۸، تونل ۲۰، تونل ۵ (شرق لایه ۱۳) و شرق لایه ۴ بوده که محدوده هر کدام به شرح زیر است.

۱- معدن تونل ۸ از غرب به گسل شماره‌ی ۵، از شرق به گسل شماره‌ی ۳، از شمال به محور ناودیس کارمزد و از جنوب به رخنمون لایه محدود می‌شود. در این معدن، عملیات معدنی روی لایه‌های ۱۱ و ۱۲ صورت می‌گیرد. همچنین ذخیره‌ی قطعی و قابل برداشت آن به ترتیب ۶۸۰،۰۰۰ تن و ۶۲۰،۰۰۰ تن است.

۲- معدن شرق تونل ۸ از غرب به گسل شماره‌ی ۴، از شرق به روراندگی شماره‌ی ۸، از شمال به خط ایزوهیپس ۹۷۰+ و از جنوب به رخنمون لایه محدود می‌شود. در این معدن، عملیات معدنی روی لایه‌ی ۱۲ صورت می‌گیرد. همچنین ذخیره‌ی قطعی و قابل برداشت آن به ترتیب ۳۵۰،۰۰۰ تن و ۳۲۰،۰۰۰ تن است.

۳- معدن تونل ۲۰ از غرب به روراندگی شماره‌ی ۸، از شرق به روراندگی شماره‌ی۷، از شمال به محور ناودیس کارمزد و از جنوب به رخنمون لایه محدود می‌شود. در این معدن عملیات معدنی روی لایه ۱۳ صورت می‌گیرد. همچنین ذخیره‌ی قطعی و قابل برداشت آن به ترتیب ۱۹۰،۰۰۰ تن و ۱۷۰،۰۰۰ تن است.

۴- معدن تونل ۵ از غرب به روراندگی شماره‌ی ۴، از شرق به گسل شماره‌ی ۱، از شمال به خط ایزوهیپس ۱۰۵۰+ و از جنوب به رخنمون لایه محدود می‌شود. در این معدن عملیات معدنی روی لایه ۱۳ صورت می‌گیرد. همچنین ذخیره‌ی قطعی و قابل برداشت آن به ترتیب ۱۵۵،۰۰۰ تن و ۱۴۰،۰۰۰ تن است.

۵- معدن شرق لایه ۴ از غرب به روراندگی شماره‌ی ۴، از شرق به گسل شماره‌ی ۱، از شمال به منحنی ایزوهیپس ۷۵۰+ و از جنوب به رخنمون لایه محدود می‌شود. در این معدن عملیات معدنی روی لایه ۴ صورت می‌گیرد. همچنین ذخیره‌ی قطعی و قابل برداشت آن به ترتیب ۱۲۰،۰۰۰ تن و ۱۱۰،۰۰۰ تن است.

بدین ترتیب مجموع ذخیره قطعی در معدن کارمزد ۱،۵۰۰،۰۰۰ تن و ذخیره قابل برداشت ۱،۳۶۰،۰۰۰ تن است. با توجه به ظرفیت تولید سالانه ۹۰،۰۰۰ تن معادن کارمزد، عمر معدن حداقل ۱۵ سال پیش‌بینی شده است [۳۶ و ۳۷].

۳-۳- معدن کارسنگ

منطقه‌ی کارسنگ در قسمت مرکزی یال شمالی سسنکلینال بزرگ آلاشت (آلاشت دو) واقع در استان مازندران قرار داشته و از قسمت شرقی به منظقه‌ی کردآباد یک و از قسمت غربی به منطقه‌ی گردنه سر و سفید ریز محدود می‌گردد. این کانسار در جوار دهستان کارسنگ شهرستان سوادکوه و در فاصله‌ی حدود ۴۰ کیلومتری کارخانه زغالشویی انجیرتنگه قرار دارد. محدوده‌ی این معدن طبق پروانه بهره‌برداری موجود به شکل چهارضلعی (مستطیل) و ابعاد ۷ در ۵ کیلومتر و با مساحت ۳۵ کیلومتر مربع است. همچنین معدن کارمزد دارای مختصات جغرافیایی به عرض شمالی (″۳۹ ′۰۹ °۳۶ - ″۵۴ ′۰۵ °۳۶) و طول شرقی (″۳۹ ′۰۹ °۳۶ - ″۵۴ ′۰۵ °۳۶) است [۳۶ و ۳۷].

۳-۳-۱- آب و هوا

این منطقه با داشتن تابستان‌های نسبتا گرم و مرطوب و زمستان‌های نسبتا سرد تا ملایم در زمره‌ی مناطق معتدله مرطوب بوده و از نظر میزان نزولات جوی در گروه نواحی پرباران کشور محسوب می‌شود. متوسط ارتفاع بارندگی سالیانه در منطقه در حدود ۹۰۰ میلیمتر است. میزان ریزش باران در منطقه تقریبا یکنواخت بوده و در فصول پاییز و بهار شدت می‌یابد. گاهی بارندگی در چندین روز متوالی ادامه دارد. وقوع یخبندان در فصل زمستان خصوصا در ارتفاعات وجود داشته و برف‌های سنگین زمستانی در ارتفاعات این منطقه اغلب تا اواخر فروردین ماه باقی می‌ماند. حداکثر تعداد روزهای یخبندان در سال ۷۴ روز بالغ می‌گردد. متوسط حداقل مطلق درجه حرارت ۱۰ درجه زیر صفر و حداکثر مطلق درجه حرارت منطقه ۳۶/۸ درجه سانتیگراد بالای صفر اندازه‌گیری شده است. مهمترین آبراهه‌های این منطقه عبارتند از دره کارسنگ، دره

اژدها و اسکلیم که با تلفیق شدن به یکدیگر رودخانه بابل را تشکیل می‌دهند. دره کانسنگ مهمترین منبع دسترسی به آب مورد نیاز معدن کارسنگ است.

منطقه پوشیده از درختان جنگلی از جمله راش، بلوط، ممرز و غیره بوده که این امر باعث شده تا منطقه تقریبا فاقد زمین‌های کشاورزی شده و مردم اغلب به دامداری روی بیاورند [۳۶ و ۳۷].

۳-۳-۲- راه‌های ارتباطی

در حال حاضر سه راه دسترسی به معدن وجود دارد [۳۶ و ۳۷]

- جاده قدیم کارسنگ- آزادمهر که از طریق آلاشت به آزادمهر و پل سفید و زیراب ارتباط دارد.
- جاده جدید کارسنگ- آزادمهر که نسبت به جاده قدیم دارای وضعیت بهتری است.
- جاده کارسنگ- لفور که به شیرگاه، قایمشهر و بابل منتهی می‌شود.

۳-۳-۳- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی

بر اساس پروژه عملیاتی اکتشافی آلاشت دو که در سال ۱۳۵۵ برای تامین زغال‌سنگ مورد نیاز کارخانه ذوب‌آهن در طرح توسعه ۱/۹ میلیون تن فولاد و ۴ میلیون تن فولاد تنظیم شده بود، اولین چاه حفاری منطقه کارسنگ در سال ۱۳۵۵ (چاه شماره‌ی A۱۲) حفاری شد که گویای وجود حداقل چهار لایه زغالی قابل استخراج با مارک کک‌شو بود. عملیات زمین‌شناسی و اکتشافی این منطقه تا سال ۱۳۵۸ در مرحله اکتشاف مقدماتی ادامه داشته و در آن سال گزارش اکتشافی مقدماتی کارسنگ تهیه شد. بر این اساس، پروژه اکتشاف تفضیلی این منطقه در سال ۱۳۵۸ تنظیم و جهت اجرا ابلاغ شد. طبق این گزارش ۱۸ لایه زغالی قابل کار و غیر قابل کار تشخیص داده شده که از بین آنها سه لایه‌ی A۱۲، A۵ و A۳ قابل کار هستند. خاکستر استخراجی لایه‌های زغالی با در نظر گرفتن قشرهای میانی غیر زغالی به ۲۶/۴ تا ۲۷/۱ درصد افزایش می‌یابد. مارک زغال‌ها کک‌شوی چرب تا کک‌شو و گوگرد آنها کم است [۳۶ و ۳۷].

۳-۳-۴- مرزها و محدوده منطقه معدنی کارسنگ

محدوده‌ی منطقه، مستطیلی با طول ۷ کیلومتر و عرض ۵ کیلومتر و مساحت ۳۵ کیلومتر است. معدن کارمزد از شمال به خط قراردادی گسلی که از قریه فیل‌بند- کردآباد می‌گذرد، از جنوب به گسل بزرگ جداکننده آلاشت یک از آلاشت دو، از شرق به خط قراردادی که از سمت شرق چاه‌های A۴۱ و A۳۱ می‌گذرد و از غرب به خط قراردادی که از سمت غرب چاه‌های A۴۴ و A۳۵ می‌گذرد، محدود می‌شود. همچنین، مرز پروژه‌ای معدن کارمزد از شمال به گسل شماره (A۱)، از جنوب به گسل شماره‌ی (B۷)، از شرق به افق ۱۲۸۰+ و از غرب به افق ۱۴۳۰+ (تونل ۱) و گسل ۱۱ محدود می‌شود [۳۶ و ۳۷].

۳-۳-۵- میزان ذخیره و عمر معدن (در محدوده پروژه)

ذخیره‌ی معدن کارسنگ در محدوده پروژه حدود ۶۰۰،۰۰۰ تن است که با توجه به تکتونیک پیچیده و حریم گسلها و حفریات، حدود ۴۸۰،۰۰۰ تن آن قابل برداشت خواهد بود. همچنین با توجه به میانگین تولید ۴،۰۰۰ تن در سال، عمر معدن حداقل ۱۲ سال خواهد بود [۳۶ و ۳۷].

۳-۴- معدن تاریکدره

معدن تاریکدره در دامنه‌ی شمالی رشته‌کوه‌های البرز، در استان مازندران، شهرستان سواد کوه، در مسیر جاده آزادمهر به آلاشت و در نزدیکی روستای کارمزد واقع شده است. فاصله‌ی این معدن از شهرهای زیراب و پل سفید حدودا ۲۰ کیلومتر است. این معدن در ارتفاع حدود ۱۱۰۰ متر قرار داشته و شیب توپوگرافی محدوده آن ۳۵- ۴۰ درجه است. همچنین معدن تاریکدره دارای موقعیت جغرافیایی به عرض شمالی (″۲۲ ′۰۷ °۳۶ - ″۴۶ ′۰۵ °۳۶) و طول شرقی (″۲۹ ′۵۵ °۵۲ - ″۵۰ ′۵۲ °۵۲) است [۳۶ و ۳۷].

۳-۴-۱- آب و هوا

معدن تاریکدره دارای آب و هوایی معتدل و مرطوب با میانگین بارش سالیانه ۷۰۰ میلیمتر و درجه حرارت ۱۳ درجه سانتیگراد است. بارش‌ها عموما به صورت باران و در زمستان به شکل برف است. همچنین سطح ظاهری کوه‌ها پوشیده از جنگل‌های تنک و درختچه است. همچنین نوع ماده معدنی از نوع زغال‌سنگ کک‌شو است [۳۶ و ۳۷].

۳-۴-۲- راه‌های ارتباطی

فاصله معدن تا جاده قائمشهر- تهران (محور فیروزکوه) حدودا ۱۵ کیلومتر و فاصله‌ی آن تا ساری و تهران به ترتیب ۸۰ و ۲۰۰ کیلومتر است. تمامی جاده‌ها تا محدوده‌ی ۲ کیلومتر مانده به معدن، آسفالت می‌باشند. همچنین فاصله معدن تا کارخانه زغالشویی انجیرتنگه ۱۰ کیلومتر است.

۳-۴-۳- میزان ذخیره و عمر معدن

بر اساس گزارش اکتشافات، ذخیره اولیه معدن در جهت دو لایه A۱۱ و A۱۲ حدود ۱،۴۰۰،۰۰۰ تن برآورد شده است که از این میزان حدود ۹۰۰،۰۰۰ تن ذخیره اقتصادی بوده و از کل ذخیره اقتصادی حدود ۳۰۰،۰۰۰ تن آن مربوط به بالای افق تونل ۷ و ۶۰۰،۰۰۰ تن آن مربوط به زیر افق تونل ۷ است. در حالا حاضر استحصال ۴۸۰،۰۰۰ تن آن طراحی شده است. با توجه به استخراج سالانه به مقدار ۴۰،۰۰۰ تن، عمر معدن ۱۲ سال پیش‌بینی شده است [۳۶ و ۳۷].

۳-۴-۴- مشخصات لایه‌ها

الف- در سطح

با حفر ترانشه در سطح رخنمون لایه تقریبا در طول یک کیلومتر تعقیب گردیده است. ساختمان لایه زغالی از دو قسمت تشکیل شده است. لایه‌ی پایینی با ضخامت متوسط ۶۴ سانتیمتر (بین ۵۸ تا ۸۳ سانتیمتر متغیر است) و لایه‌ی زغال بالایی با ضخامت متوسط ۴۰ سانتیمتر (۱۰ تا ۷۰ سانتیمتر) که یک لایه‌ی میانی با ضخامت متوسط ۵۰ سانتیمتر (۳۵ تا ۶۰ سانتیمتر) این دو لایه را از هم تفکیک کرده است [۳۶ و ۳۷].

ب- درعمق

لایه به وسیله‌ی یک تونل دنبال لایه به طرف غرب تونل ۷ (و به طول ۲۰۰ متر) و یک اکلون در امتداد شیب لایه به طول ۱۷۰ متر تعقیب شده است که لایه زغالی آن هم از دو قسمت تشکیل شده است. لایه‌های زغالی در سازندی موسوم به سری کارمزد قرار گرفته‌اند.

۳-۵- معدن کیاسر

منطقه‌ی معدنی کیاسر در ۵ کیلومتری بخش کیاسر از توابع شهرستان ساری و در ۷۲ کیلومتری جنوب شهر ساری و ۱۲۰ کیلومتری شهر سمنان قرار دارد. این منطقه از اداره مرکزی شرکت سامان(زیراب) ۱۴۰ کیلومتر و از کارخانه‌ی زغالشویی انجیرتنگه ۱۶۰ کیلومتر فاصله دارد [۳۶ و ۳۷].

۳-۵-۱- آب و هوا

آب و هوای این منطقه سرد و مرطوب است. نزولات جوی در این منطقه چندان زیاد نبوده و اغلب به صورت برف و گاهی بارانی است. این منطقه دارای تابستان ملایم و زمستان سرد و پر

برف است. تغییرات درجه حرارت شبانه‌روزی محسوس و به سمت جنوب افزایش می‌یابد. کمی رطوبت و باران موجب انباشتگی کمی جنگل در این قسمت شده است.

۳-۵-۲- تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی

عملیات زمین‌شناسی و اکتشافی منطقه کیاسر نخستین بار در سال ۱۳۵۲ توسط گروه تجسس واحد البرز شرقی (شاهرود) آغاز شد. به دنبال مشاهده‌ی تعدادی لایه‌ی زغالی با ضخامت قابل کار در منطقه کیاسر عملیات تجسس در سطح وسیعتری ادامه یافت و نمونه برداری‌های سطحی از سایر مناطق نظیر گانو، کیاسر ۲، اورست، سعیدآباد، پرور، فولاد محله، رودبار و سایر مناطق انجام شد.

۳-۵-۳- میزان ذخیره قابل برداشت

با توجه به شروع سال بهره‌برداری معدن کیاسر و استحصال زغال در طی این سالها، کل ذخیره‌ی باقیمانده در ابتدای سال ۱۳۸۸ حدود ۶۰۰،۰۰۰ تن بود که از این مقدار با توجه به ضریب هدر رفته و حریم گسل‌ها، میزان زغال قابل برداشت حدود ۴۸۰،۰۰۰ تن است. از طرفی با توجه به میانگین تولید ۴۸،۰۰۰ تن در سال، حداقل عمر معدن ۱۰ سال پیش‌بینی می‌شود.

۳-۶- بررسی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از دیدگاه زیست‌محیطی

استخراج زغال‌سنگ در معدن البرز مرکزی از طریق عملیات معدن‌کاری زیرزمینی انجام می‌شود. این عمل نست به معدن‌کاری روباز از ضریب ایمنی و بهره‌برداری کمتری برخوردار است ولی آسیب کمتری به محیط زیست وارد می‌کند. در ادامه به بررسی آسیب‌های زیست‌محیطی وارده از سوی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی به محیط زیست پرداخته می‌شود.

۳-۶-۱- دامپ‌های باطله

در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، در حفاظت از زمین‌های اطراف معدن و جلوگیری از خسارت به آن، تاکنون از سوی معدن‌کاران تلاش چندانی به عمل نیامده است. با توجه به بازدید به عمل آمده از منطقه حد فاصل کارخانه زغالشویی انجیرتنگه تا معدن کارمزد، دامپ‌های باطله‌ی زیادی مشاهده شده (حداقل ۱۰ دامپ) که در طی چندین دهه فعالیت این معادن به صورت غیر اصولی به وجود آمده و پس از فعالیت‌های معدن‌کاری بدون هیچ کوششی برای بازسازی و بدون پوشش گیاهی رها شده‌اند (شکل ۱).

شکل ۳-۱ موقعیت برخی از دامپ‌های باطله رها شده در محدوده معدن کارمزد

باطله‌ها به دلایل مختلفی از جمله ایجاد فضای کار برای معدن‌کاری و احداث تونل‌های دسترسی استخراج می‌شوند. به طور کلی می‌توان اثرات زیان‌بار دامپ‌های باطله را به صورت زیر دانست [۳۸]:

- از بین بردن پوشش گیاهی منطقه به دلیل تخلیه مواد باطله بر روی گیاهان منطقه
- ایجاد نمای ناهماهنگ با شکل عمومی منطقه و تخریب مناظر
- ایجاد دامپ‌های باطله ناپایدار در مجاورت جاده اصلی منطقه و زمین‌های کشاورزی و مراتع
- عدم وجود پوشش گیاهان بر روی دامپ‌ها

- هوازدگی شدید در سطح دامپ‌ها و ناپایداری آن به دلیل شیب زیاد و فرسایش ناشی از بارندگی و باد

- شسته شدن مواد آلاینده و ایجاد زهاب و وارد شدن این مواد در آب‌های سطحی و زیرزمینی

- آلودگی هوا به علت وزش باد و نیز به علت سوختن خود به خودی زغال‌سنگ موجود در باطله

۳-۶-۲- انتشار گرد و غبار

گرد و غبار یکی از عوامل مخاطره‌آمیز آلودگی هوا است که سبب بروز معلولیت در معدن‌کاران می‌شود. تاثیر گرد و غبار به آهستگی و طی روندی نامحسوس صورت می‌گیرد و این عمل باعث می‌شود که در ابتدای کار قابل تشخیص نباشد. بنابراین قربانی به تدریج خود را با سیستم تنفسی معیوب وفق می‌دهد. عمل گرد و خاک در داخل ریه به اندازه و شکل ذرات بستگی دارد. گرد و غبار ناشی از زغال باعث بیماری پنوموکونیوزسیس[۱] یا آنتراکوزسیس[۲] می‌شود که اگر گرد و غبار سیلیس نیز همراه آن باشد، باعث بیماری سیلیکوزیس[۳] می‌شود. این بیماری در بیشتر اوقات باعث از کار افتادن ریه‌ها و مرگ می‌شود. گرد و غبار همچنین باعث تخریب پوشش گیاهی، چشم‌انداز نامناسب، آثار منفی بر جانوران و پایین آمدن کیفیت هوا می‌شود [۳۹].

۳-۶-۳- زهاب اسیدی معدن[۴]

تشکیل زهاب اسیدی معدن در معادن زغال‌سنگ یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی محیط زیست به شمار می‌آید. اسیدی شدن آب‌ها تاثیر زیان‌آوری بر سیستم زیست‌محیطی دارد. در صورت نبود یک مدیریت درست، این زهاب‌ها می‌توانند منجر به تخریب منطقه به صورت گسترده

---

[۱] pneumoconiosis

[۲] Anthracosis

[۳] Silicosis

[۴] Acid mine drainage

شود. با وجود ۳۸۰۰ کانی شناخته شده در طبیعت تنها دو کانی پیریت و پیروتیت عامل اصلی تولید زهاب اسیدی در اکثر نقاط دنیا هستند. آب‌های اسیدی معدن عمدتا دارای گستره‌ی PH از ۲ تا ۴ و حاوی غلظت بالای سولفات و فلزات هستند. اکسایش پیریت منجر به تشکیل محیط اسیدی می‌شود. به طور کلی افزایش شرایط اسیدی از نظر ژئوشیمیایی افزایش سرعت از هم پاشی کانی‌های سولفیدی، کربناتی، رسی و فلدسپارها را به دنبال خواهد داشت [۴۰ و ۴۱ و ۴۲].

در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی بخش عمده‌ی گوگرد به صورت پیریت بوده و به ندرت کالکوپیریت در آن حضور دارد. پیریت با آب‌های زیرزمینی موجود در معدن واکنش داده و منجر به تولید اسید می‌شود. این عمل باعث تاثیر منفی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی می شود.

۳-۶-۴- پساب خروجی از کارخانه فراوری

منگنز یکی از عناصر ضروری برای حیات انسان و حیوان به شمار می‌آید که در آب‌های سطحی، زیرزمینی و بسیاری از منابع غذایی یافت می‌شود. با وجود اینکه منگنز محلول جز عناصر سمی به شمار نمی‌آید، ولی اثرات نامطلوبی بر سایر جنبه‌های کاربردی آب در بخش صنعت و کشاورزی دارد. غلظت‌های بیش از ۰/۱ میلی گرم بر لیتر منگنز در منابع آب سبب مزه‌ی نامطلوب آب آشامیدنی و تغییر رنگ در سطوح سرامیکی می‌شود [۴۳].

فرایند زغال‌شویی در کارخانه زغال‌شویی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی سبب بالا رفتن غلظت منگنز در زهاب‌های تولیدی و آب رودخانه دلیلم شده است. این امر منجر به نفوذ منگنز در آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود و می‌تواند آثار زیان‌باری را به همراه داشته باشد.

۳-۷- جمع‌بندی

در این فصل به بررسی کلی مجموعه معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی پرداخته شد. این مجموعه شامل چهار معدن کارمزد، کارسنگ، تاریکدره و کیاسر بود که این معادن به لحاظ موقعیت جغرافیایی، وضعیت آب و هوا و پوشش گیاهی، تاریخچه و حجم عملیات اکتشافی، مرزها و محدوده مناطق معدنی و میزان ذخیره‌ی قابل برداشت مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین در انتهای این فصل، معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از دیدگاه زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفت. در فصل چهارم به ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی پرداخته خواهد شد.

فصل چهارم

ارزیابی توسعه پایدار در معدن

زغال‌سنگ البرز مرکزی

۴-۱- مقدمه

معادن به عنوان موتور محرکه فعالیت‌های صنعتی جوامع تاثیرات مختلفی را بر ابعاد مختلف زندگی بشر از قبیل ابعاد اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی می‌گذارند. با توجه به تاثیرات زیاد معادن بر محیط زیست لازم است فعالیت‌های معدنی به گونه‌ای طرح شوند که تاثیرات منفی فعالیت‌های معدنی به حداقل رسیده و تاثیرات مثبت آن حداکثر شده و این عمل در هنگام عملیات معدنکاری و حتی پس از بسته شدن معدن نیز ادامه یابد تا مردم اطراف پس از بسته شدن معدن نیز دچار مشکلات عمده‌ی زیست محیطی و اجتماعی و اقتصادی نشوند. از این رو در جوامع پیشرفته نسبت به موضوع توسعه پایدار در معدن حساسیت خاصی وجود دارد و برنامه‌های مختلفی برای جلوگیری از بروز مشکلات زیست‌محیطی در طراحی معدن در نظر گرفته می‌شود. به منظور بررسی توسعه پایدار در بخش معدن، ابتدا باید ارزیابی دقیقی از آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های معدن‌کاری انجام شود. سپس بر مبنای نتایج این ارزیابی، توسعه پایدار مورد بررسی قرار گرفته و میزان پایداری در بخش معدن تعیین می‌شود.

در این فصل، به منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع استفاده شده است که ابعاد آن را معیارهای ارزیابی و مولفه‌های زیست‌محیطی تشکیل می‌دهند. برای امتیاردهی به هر یک از مولفه‌های زیست‌محیطی با توجه به معیارهای ارزیابی از نظرات کارشناسی افراد خبره استفاده شده است. سپس با استفاده از معادلات موجود در روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع مقادیر کمی‌سازی شده و تاثیر کلی بر هر مولفه زیست‌محیطی مشخص شده است. در نهایت، با استفاده از مدل ریاضی فیلیپس و استفاده از نتایج به دست آمده از نتایج ارزیابی زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، توسعه پایدار در این معدن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۴-۲- ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

برای ارزیابی آثار زیست‌محیطی، ابتدا معیارهای ارزیابی و مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن زیرزمینی زغال‌سنگ البرز مرکزی تعیین و سپس به بررسی آثار زیست‌محیطی آن پرداخته شده است.

۴-۲-۱- شناسایی و تعریف معیارهای ارزیابی

به منظور بررسی تاثیر فعالیت‌های معدنی، ابتدا باید معیارهای ارزیابی را تعیین کرد. این معیارها به دو گروه عمده‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

الف- معیارهایی که برای شرایط ضروری بوده و می‌توانند به صورت جداگانه نمرات به دست آمده را تغییر دهند. این معیارها را با نماد اختصاری A نشان می‌دهند.

ب- معیارهایی که برای شرایط دارای مقدار بوده ولی نمی‌توانند به صورت جداگانه نمرات به دست آمده را تغییر دهند. این معیارها را با نماد B نشان می‌دهند.

تعریف، توضیح و چگونگی نمره‌دهی معیارها در جدول ۲-۸ توضیح داده شده است.

۴-۲-۲- شناسایی و تعریف مولفه‌های زیست‌محیطی

مولفه‌های زیست‌محیطی به چهار گروه فیزیکی شیمیایی، زیست‌شناسی محیط زیست، اجتماعی فرهنگی و اقتصادی عملیاتی تقسیم می‌شوند. هر کدام از این مولفه‌ها با توجه به معیارها سنجیده شده و نمره‌دهی می‌شوند. به طور مثال اگر مولفه‌ی آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای در معیار A۱ (اهمیت وضعیت) بر روی منافع ملی و منطقه‌ای اهمیت داشته باشد، در سطر آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای و ستون A۱ عدد ۳ ثبت می‌شود.

همچنین، جدول ۴-۱ مولفه‌های زیست‌محیطی را به منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی نشان می‌دهد.

جدول ۴–۱ مولفه‌های زیست‌محیطی در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

مولفه‌های زیست‌محیطی	مولفه‌های زیست‌محیطی
الف- فیزیکی شیمیایی	**پ- اجتماعی فرهنگی**
۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای	۱- زیبایی
۲- آلودگی آب سطحی	۲- زندگی جوامع در نزدیکی محل
۳- آلودگی آب زیرزمینی	۳- سلامتی عمومی
۴- سر و صدا	۴- پذیرش عمومی
۵- اثر بو	۵- رشد و تراکم جمعیت
۶- فرسایش خاک	۶- پروژه‌های توسعه در نزدیکی ضایعات فراوری
۷- تغییر در محیط زیست	۷- گردشگری
۸- باروری و کیفیت خاک	۸- استفاده از زمین‌های اطراف معدن
۹- گرد و خاک	۹- بازسازی زمین‌های معدن پس از استفاده
۱۰- تاثیرات ناشی از افزایش فعالیت‌های صنعتی	۱۰- تاثیر بر روی باستان‌شناسی
۱۱- تغییرات در کشاورزی منطقه	
ب- زیست‌شناسی/ محیط زیست	**ت- اقتصادی عملیاتی**
۱- از بین رفتن گونه‌های گیاهی	۱- بهبود جاده‌های دسترسی
۲- از بین رفتن گونه‌های جانوری	۲- ارزش دارایی (ملک)
۳- تنوع زیستی	۳- ترافیک
۴- نشست زمین	۴- بازاریابی برای زغال فراوری شده
۵- استفاده از طبیعت	۵- فرصت‌های بیکاری و ایجاد شغل در منطقه
۶- چشم‌انداز منطقه	۶- هزینه‌های جاری
	۷- هزینه‌های سرمایه‌گذاری
	۸- هزینه انرژی مصرف شده

۴-۲-۳- داده‌های به دست آمده از پرسشنامه

به منظور انجام روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی پرسشنامه‌ای از پیش تعیین‌شده در دسترس ۱۲ نفر از کارشناسان و طراحان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی قرار گرفت. سطر و ستون این پرسشنامه به ترتیب شامل معیارهای ارزیابی و مولفه‌های زیست‌محیطی می‌باشد. معیارهای ارزیابی برای روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع از پیش تعریف-شده بوده و مولفه‌های زیست‌محیطی با توجه به مطالعه‌ی موردی مورد نظر و کارهای مشابه انجام گرفته در این راستا، تعریف می‌شوند. با توجه به جدول ۲-۴ مولفه‌های زیست‌محیطی شامل ۱۱ مولفه‌ی فیزیکی شیمیایی، ۶ مولفه‌ی زیست‌شناسی محیط زیست، ۱۰ مولفه‌ی اجتماعی فرهنگی و ۸ مولفه‌ی اقتصادی عملیاتی هستند. ماهیت روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع به گونه‌ای است که معمولا در آن مولفه‌های فیزیکی شیمیایی و زیست‌شناسی محیط زیست دارای مقادیر منفی و مولفه‌های اجتماعی فرهنگی و اقتصادی عملیاتی دارای مقادیر مثبت هستند. جداول ۴-۲ تا ۴-۶ به ترتیب بیانگر نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیارهای ارزیابی A۱، A۲، B۱، B۲ و B۳ هستند. نمادهای PC، BE، SC، و EO به ترتیب نشان‌دهنده‌ی مولفه‌های فیزیکی شیمیایی، زیست‌شناسی محیطزیست، اجتماعی فرهنگی و اقتصادی عملیاتی هستند. همچنین نمادهای قرار گرفته در سطر این جدول‌ها نشان‌دهنده‌ی نظرات کارشناسان با توجه به معیار مورد نظر است. برای مثال نماد $A_{1,3}$ نشان‌دهنده‌ی نظر سومین کارشناس بر روی معیار A۱ است.

۴-۲-۴- ارزیابی آثار زیست‌محیطی

ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع به دو سطر افقی و عمودی تقسیم می‌شود که در سطر افقی معیارهای ارزیابی و در سطر عمودی آن مولفه‌های زیست‌محیطی قرار می‌گیرند. هر مولفه‌ی زیست-محیطی با توجه به معیار مورد نظر سنجیده و نمره‌دهی شده است.

جدول ۴–۲ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی A۱

الف	A۱,۱	A۱,۲	A۱,۳	A۱,۴	A۱,۵	A۱,۶	A۱,۷	A۱,۸	A۱,۹	A۱,۱۰	A۱,۱۱	A۱,۱۲
PC												
۱	۲	۴	۳	۳	۳	۴	۳	۲	۳	۴	۴	۱
۲	۱	۴	۳	۱	۳	۴	۳	۱	۳	۴	۴	۱
۳	۱	۲	۳	۱	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۱
۴	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۳	۳	۲	۳	۳	۴
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۳	۱	۱	۲
۷	۲	۱	۳	۲	۲	۴	۱	۳	۳	۱	۱	۳
۸	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۱	۳	۲	۱	۱	۲
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۳
۱۰	۲	۲	۲	۱	۱	۳	۱	۲	۳	۲	۲	۲
۱۱	۲	۱	۳	۲	۲	۴	۱	۴	۲	۱	۱	۱
BE												
۱	۱	۲	۲	۱	۲	۳	۲	۱	۲	۲	۳	۱
۲	۱	۳	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۳	۳	۱
۳	۱	۳	۲	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۳	۳	۱
۴	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۲	۱	۳	۲	۲	۱
۵	۱	۲	۴	۳	۱	۴	۲	۱	۳	۲	۲	۱
۶	۱	۲	۴	۳	۲	۴	۲	۱	۳	۲	۲	۱
SC												
۱	۱	۲	۳	۲	۳	۴	۲	۱	۳	۲	۲	۱
۲	۱	۳	۱	۲	۱	۲	۳	۱	۱	۳	۳	۱
۳	۲	۲	۱	۲	۱	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۱
۴	۱	۲	۳	۲	۱	۴	۲	۱	۳	۲	۲	۱
۵	۲	۲	۳	۱	۲	۴	۲	۳	۳	۲	۲	۲
۶	۱	۳	۱	۱	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۳	۲
۷	۱	۳	۳	۳	۳	۴	۲	۱	۳	۳	۳	۳
۸	۲	۲	۱	۱	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۱
۹	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳
۱۰	۱	۱	۳	۱	۲	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱
EO												
۱	۳	۳	۱	۲	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۴
۲	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳
۳	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳
۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴
۵	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۳
۶	۲	۱	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۴	۱	۱	۳
۷	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۴
۸	۲	۳	۳	۲	۲	۴	۳	۳	۴	۳	۳	۳

جدول ۴–۳ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی A۲

الف	A۲,۱	A۲,۲	A۲,۳	A۲,۴	A۲,۵	A۲,۶	A۲,۷	A۲,۸	A۲,۹	A۲,۱۰	A۲,۱۱	A۲,۱۲
PC												
۱	-۱	-۲	-۲	-۱	-۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۳	-۱
۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۳	-۲	-۳	-۱
۳	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۱
۴	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۱	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲
۵	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۱
۶	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۲	-۲	-۱	-۳	-۲	-۲	-۱
۷	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱	-۲	-۳	-۲	-۲	-۲
۸	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱
۹	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۲	-۲	-۲	-۳	-۲	-۲	-۱
۱۰	-۱	-۲	-۲	-۱	-۱	-۲	-۱	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱
۱۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۲	-۱	-۲	-۲	-۱	-۱	-۱
BE												
۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۱
۲	-۳	-۳	-۲	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۲	-۳	-۳	-۱
۳	-۲	-۳	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۱	-۲	-۳	-۳	-۱
۴	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۱	-۳	-۲	-۲	-۱
۵	-۱	-۲	-۲	-۱	-۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱
۶	-۱	-۲	-۱	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۳	-۲	-۲	-۱
SC												
۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۲	-۳	-۲	-۲	-۱
۲	-۲	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۱
۳	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۳	-۲	-۲	-۱
۴	-۱	-۲	-۱	-۲	-۱	۲	-۲	-۲	-۳	-۲	-۲	-۱
۵	۲	-۲	۲	۱	۱	۱	-۱	۳	۲	-۲	-۲	۲
۶	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲
۷	-۱	-۲	-۳	-۱	-۲	-۳	-۲	-۱	-۳	-۲	-۲	-۲
۸	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۲	-۱	-۲	-۲	-۲	-۱
۹	-۲	-۲	-۱	-۳	-۱	-۱	-۲	-۲	-۳	-۲	-۲	-۲
۱۰	-۱	-۱	-۲	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۱
EO												
۱	۲	۳	۱	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۳
۲	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲
۳	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲
۴	۳	۳	۱	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳
۵	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۲
۶	-۲	-۲	-۱	-۱	-۲	-۱	-۲	-۲	-۳	-۲	-۲	-۲
۷	-۳	-۲	-۱	-۲	-۱	-۱	-۳	-۳	-۱	-۲	-۲	-۳
۸	-۲	-۲	-۲	-۲	-۱	-۲	-۳	-۲	-۳	-۲	-۲	-۲

جدول ۴–۴ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۱

الف	B۱,۱	B۱,۲	B۱,۳	B۱,۴	B۱,۵	B۱,۶	B۱,۷	B۱,۸	B۱,۹	B۱,۱۰	B۱,۱۱	B۱,۱۲
PC												
۱	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳
۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲
۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳
۶	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۳
۷	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳
۸	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۱۰	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۱۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
BE												
۱	۲	۱	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲
۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲
۳	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۳	۲
۴	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲
۶	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲
SC												
۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۳	۲	۲	۲	۲
۶	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۷	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۸	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۰	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
EO												
۱	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳
۷	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۸	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲

جدول ۴–۵ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۲

الف	B۲,۱	B۲,۲	B۲,۳	B۲,۴	B۲,۵	B۲,۵	B۲,۶	B۲,۷	B۲,۸	B۲,۹	B۲,۱۰	B۲,۱۱
PC												
۱	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳
۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۴	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳
۶	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۳
۷	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۸	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲
۱۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
BE												
۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۲
۵	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲
۶	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲
SC												
۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۳	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۷	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲
۸	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۰	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲
EO												
۱	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۲
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳
۷	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۸	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

جدول ۴–۶ نمرات داده شده توسط کارشناسان برای مولفه‌های زیست‌محیطی بر روی معیار ارزیابی B۳

الف	B۳,۱	B۳,۲	B۳,۳	B۳,۴	B۳,۵	B۳,۶	B۳,۷	B۳,۸	B۳,۹	B۳,۱۰	B۳,۱۱	B۳,۱۲
PC												
۱	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۳
۲	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳
۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۳
۴	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۳	۲	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۷	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۳
۸	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲
۱۰	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۱	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
BE												
۱	۲	۲	۱	۳	۳	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۱	۳	۳	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۵	۳	۱	۱	۳	۳	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۳	۲	۱	۳	۳	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۲
SC												
۱	۳	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲	۳	۲	۱	۲	۲	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۲	۱	۲	۳	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۳
۴	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۷	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲
۸	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۹	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۰	۲	۲	۱	۳	۳	۱	۲	۲	۳	۲	۲	۲
EO												
۱	۳	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲
۲	۳	۲	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲
۳	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۵	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۶	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۳
۷	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲
۸	۳	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

جدول ۴–۷ نتایج نظرسنجی کارشناسان و طراحان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

مولفه‌های زیست‌محیطی	A1	A2	B1	B2	B3
الف- فیزیکی/ شیمیایی					
۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه-ای	۳	-۱٫۶۶	۲٫۷۵	۲٫۴۱	۲٫۷۵
۲- آلودگی آب سطحی	۲٫۶۶	-۲٫۸۳	۲٫۵	۲٫۱۶	۲٫۵
۳- آلودگی آب زیرزمینی	۱٫۶۶	-۱٫۴۱	۲٫۱۶	۲٫۱۶	۲٫۵
۴- سر و صدا	۲٫۱۶	-۱٫۵۸	۲٫۰۸	۲٫۰۸	۱٫۸۳
۵- اثر بو	۱٫۲۵	-۱٫۰۸	۲٫۱۶	۲٫۱۶	۲٫۰۸
۶- فرسایش خاک	۱٫۴۱	-۱٫۵	۲٫۵	۲٫۴۱	۲٫۳۳
۷- تغییر در محیط زیست	۲٫۱۶	-۱٫۹۱	۳٫۹۱	۲٫۱۶	۲٫۵
۸- باروری و کیفیت خاک	۱٫۵	-۱٫۱۶	۲٫۱۶	۲٫۰۸	۲٫۴۱
۹- گرد و خاک	۱٫۵	-۱٫۶۶	۲٫۰۸	۲٫۱۶	۲٫۴۱
۱۰- افزایش فعالیت‌های صنعتی	۱٫۹۱	-۱٫۵	۲٫۲۵	۲	۲٫۱۶
۱۱- تغییرات در کشاورزی منطقه	۲	-۱٫۴۱	۲٫۲۵	۲	۲٫۴۱
ب- زیست‌شناسی/ محیط زیست					
۱- از بین رفتن گونه‌های گیاهی	۱٫۸۳	-۱٫۷۵	۲٫۰۸	۲٫۱۶	۲
۲- از بین رفتن گونه‌های جانوری	۱٫۸۳	-۲	۲٫۲۵	۲	۲٫۱۶
۳- تنوع زیستی	۱٫۹۱	-۱٫۷۵	۲٫۴۱	۲٫۰۸	۲
۴- نشست زمین	۱٫۶۶	-۱٫۷۵	۲٫۶۶	۲٫۷۵	۲٫۴۱
۵- استفاده از طبیعت	۲/۱۶	-۱/۵۸	۲/۱۶	۲/۳۳	۲/۰۸
۶- چشم‌انداز منطقه	۲/۲۵	-۱,۵۸	۲/۲۵	۲/۳۳	۲/۱۶
پ- اجتماعی/ فرهنگی					
۱- زیبایی	۲/۱۶	-۱/۷۵	۲٫۰۸	۲/۲۵	۲٫۲۵

ادامه جدول ۴-۷ نتایج نظرسنجی کارشناسان و طراحان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

۲- زندگی جوامع در نزدیکی محل	۱/۸۳	-۱/۵۸	۲٫۲۵	۲/۳۳	۲
۳- سلامتی عمومی	۱/۹۱	-۱/۵۸	۲٫۲۵	۲/۲۵	۲٫۰۸
۴- پذیرش عمومی	۲	-۱/۴۱	۲٫۰۸	۲	۲٫۱۶
۵- رشد و تراکم جمعیت	۲/۳۳	+۰/۵۸	۲	۲	۲٫۱۶
۶- پروژه‌های توسعه در نزدیکی ضایعات فراوری	۱/۹۱	-۱/۵	۲	۲/۸۰	۲٫۲۵
۷- گردشگری	۲/۶۶	-۲	۲٫۱۶	۲/۲۵	۲٫۲۵
۸- استفاده از زمین‌های اطراف معدن	۱/۷۵	-۱/۹۱	۲٫۰۸	۲/۰۸	۲٫۱۶
۹- بازسازی زمین‌های معدن پس از استفاده	۱/۹۱	-۱/۹۱	۲	۲/۸۰	۲٫۲۵
۱۰- تاثیر بر روی باستان‌شناسی	۱/۵۴	-۱/۰۹	۲٫۱۸	۲/۱۸	۲
مولفه‌های زیست‌محیطی	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**B3**
ث- اقتصادی/ عملیاتی					
۱- بهبود جاده‌های دسترسی	۲/۵۸	+۲/۵	۲/۵۸	۲/۴۱	۲/۷۵
۲- ارزش دارایی (ملک)	۲/۱۶	+۲	۲/۰۸	۲/۰۸	۲/۵
۳- ترافیک	۱/۹۱	+۱/۶۶	۲	۲/۱۳	۲/۱۶
۴- بازاریابی برای زغال فراوری شده	۳/۱۶	+۲/۵۸	۲	۲	۲/۱۶
۵- فرصت‌های بیکاری و ایجاد شغل در منطقه	۲/۵۸	+۲/۱۶	۲/۱۶	۲	۲/۲۵
۶- هزینه‌های جاری	۲/۰۸	-۱/۸۳	۲/۴۱	۲/۴۱	۲/۵۸
۷- هزینه‌های سرمایه‌گذاری	۲/۳۳	-۲	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷۵
۸- هزینه انرژی مصرف شده	۲/۹۱	-۲/۸۰	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۱۶

جدول ۴-۷ میانگین نظرات ۱۲ نفر از کارشناسان و طراحان معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی را نشان می‌دهد. همچنین برای به دست آوردن نمره‌ی نهایی زیست محیطی (E_S) از معادلات (۲-۱) ، (۲-۲) و (۲-۳) استفاده شده است. سپس E_S به دست آمده که مقادیری از ۱۰۸+ تا ۱۰۸-

را در اختیار دارد، به صورت جدول ۴-۸ دسته‌بندی می‌شود. جدول ۴-۹ نتایج تجزیه و تحلیل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع را نشان می‌دهد.

جدول ۴–۸ دسته‌بندی نمرات زیست‌محیطی

نمرات زیست‌محیطی	دسته‌ها	توصیف دسته‌ها
۷۲+ تا ۱۰۸+	+E	تاثیر مثبت زیاد
۳۶+ تا ۷۱+	+D	تاثیر مثبت قابل ملاحظه
۱۹+ تا ۳۵+	+C	تاثیر مثبت متوسط
۱۰+ تا ۱۸+	+B	تاثیر مثبت
۱+ تا ۹+	+A	تاثیر مثبت کم
۰	N	بدون تاثیر
۱- تا ۹-	-A	تاثیر منفی کم
۱۰- تا ۱۸-	-B	تاثیر منفی
۱۹- تا ۳۵-	-C	تاثیر منفی متوسط
۳۶- تا ۷۱-	-D	تاثیر منفی قابل ملاحظه
۷۲- تا ۱۰۸-	-E	تاثیر منفی زیاد

جدول ۴–۹ تجزیه و تحلیل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع

مولفه‌های زیست‌محیطی	A1	A2	B1	B2	B3	E_S	دسته
الف- فیزیکی/ شیمیایی (PC)							
۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای	۳	-۱/۶۶	۲/۷۵	۲/۴۱	۲/۷۵	-۳۹/۵۸	-D
۲- آلودگی آب سطحی	۲/۶۶	-۲/۸۳	۲/۵	۲/۱۶	۲/۵	-۳۹/۸۱	-D
۳- آلودگی آب زیرزمینی	۱/۶۶	-۱/۴۱	۲/۱۶	۲/۱۶	۲/۵	-۱۶/۱۳	-B
۴- سر و صدا	۲/۱۶	-۱/۵۸	۲/۰۸	۲/۰۸	۱/۸۳	-۲۰/۵۸	-C
۵- اثر بو	۱/۲۵	-۱/۰۸	۲/۱۶	۲/۱۶	۲/۰۸	-۸/۶۸	-A
۶- فرسایش خاک	۱/۴۱	-۱/۵	۲/۵	۲/۴۱	۲/۳۳	-۱۵/۴	-B
۷- تغییر در محیط زیست	۲/۱۶	-۱/۹۱	۲/۲۵	۲/۱۶	۲/۵	-۲۸/۷۲	-C
۸- باروری و کیفیت خاک	۱/۵	-۱/۱۶	۲/۱۶	۲/۰۸	۲/۴۱	-۱۱/۶۶	-B
۹- گرد و خاک	۱/۵	-۱/۶۶	۲/۰۸	۲/۱۶	۲/۴۱	-۱۶/۶۶	-B
۱۰- تاثیرات ناشی از افزایش فعالیتهای صنعتی	۱/۹۱	-۱/۵	۲/۲۵	۲	۲/۱۶	-۱۸/۴۴	-B
۱۱- تغییرات در کشاورزی منطقه	۲	-۱/۴۱	۲/۲۵	۲	-۲/۴۱	-۱۸/۸۸	-B
ب- زیست‌شناسی/ محیط زیست (BE)							
۱- از بین رفتن گونه‌های گیاهی	۱/۸۳	-۱/۷۵	۲/۰۸	۲/۱۶	۲	-۲۰/۰۵	-C
۲- از بین رفتن گونه‌های جانوری	۱/۸۳	-۲	۲/۲۵	۲	۲/۱۶	-۲۳/۵۲	-C
۳- تنوع زیستی	۱/۹۱	-۱/۷۵	۲/۴۱	۲/۰۸	۲	-۲۱/۰۸	-C
۴- نشست زمین	۱/۶۶	-۱/۷۵	۲/۶۶	۲/۷۵	۲/۴۱	-۲۲/۸۴	-C
۵- استفاده از طبیعت	۲/۱۶	-۱/۵۸	۲/۱۶	۲/۲۳	۲/۰۸	-۲۲/۵۸	-C
۶- چشم‌انداز منطقه	۲/۲۵	-۱/۵۸	-۲/۲۵	۲/۲۳	۲/۱۶	-۲۴/۰۴	-C
پ- اجتماعی/ فرهنگی (SC)							
۱- زیبایی	۲/۱۶	-۱/۷۵	۲/۰۸	۲/۲۵	۲/۲۵	-۲۳/۶۹	-C
۲- زندگی جوامع در نزدیکی محل	۱/۸۳	-۱/۵۸	۲/۲۵	۲/۳۳	۲	-۱۹/۱۱	-C
۳- سلامتی عمومی	۱/۹۱	-۱/۵۸	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۰۸	-۱۹/۹۷	-B

ادامه جدول ۴-۹ تجزیه و تحلیل روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع

۴- پذیرش عمومی	۲	-۱/۴۱	۲/۰۸	۲	۲/۱۶	-۱۷/۰۷	-B
۵- رشد و تراکم جمعیت	۲/۳۳	+۰/۵۸	۲	۲	۲/۱۶	-۸/۳۹	-A
۶- پروژه‌های توسعه در نزدیکی ضایعات باطله	۱/۹۱	-۱/۵	۲	۲/۰۸	۲/۲۵	-۱۸/۲	-B
۷- گردشگری	۲,۶۶	-۲	۲/۱۶	۲/۲۵	۲/۲۵	-۳۵/۵۵	-C
۸- استفاده از زمین‌های اطراف معدن	۱/۷۵	-۱/۹۱	۲/۰۸	۲/۰۸	۲/۱۶	-۲۱/۲۴	-C
۹- بازسازی زمین‌های معدن پس از استفاده	۱/۹۱	-۱/۹۱	۲	۲/۰۸	۲/۲۵	-۲۳/۲۶	-C
۱۰- تاثیر بر روی باستان‌شناسی	۱/۵۴	-۱/۰۹	۲/۱۸	۲/۱۸	۲	-۱۰/۹۵	-B
ث- اقتصادی/ عملیاتی (EO)							
۱- بهبود جاده‌های دسترسی	۲/۵۸	+۲/۵	۲/۵۸	۲/۴۱	۲/۷۵	+۵۰/۰۵	+D
۲- ارزش دارایی (ملک)	۲/۱۶	+۲	۲/۰۸	۲/۰۸	۲/۵	+۲۸/۸۸	+C
۳- ترافیک	۱/۹۱	+۱/۶۶	۲	۲/۱۳	۲/۱۶	+۲۰/۲۳	+C
۴- بازاریابی برای زغال فراوری شده	۳/۱۶	+۲/۵۸	۲	۲	۲/۱۶	+۵۰/۴۴	+D
۵- فرصت‌های بیکاری و ایجاد شغل در منطقه	۲/۵۸	+۲/۱۶	۲/۱۶	۲	۲/۲۵	+۳۵/۹۱	+D
۶- هزینه‌های جاری	۲/۰۸	-۱/۸۳	۲/۴۱	۲/۴۱	۲/۵۸	-۲۸/۳۲	-C
۷- هزینه‌های سرمایه‌گذاری	۲/۳۳	-۲	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷۵	-۳۲/۲۷	-C
۸- هزینه انرژی مصرف شده	۲/۹۱	-۲/۸۰	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۱۶	-۴۰/۵	-D

جدول ۴-۱۰ نشان‌دهنده‌ی نحوه‌ی قرارگیری و تعداد مولفه‌های زیست‌محیطی در دسته-های مختلف است. همچنین برای به دست آوردن بازه‌ی کل زیست‌محیطی و کمی کردن دسته‌ها، به هرکدام از آن‌ها نمرات قراردادی تعلق می‌گیرد. با توجه به دسته‌ی مورد نظر این نمرات بین ۵- تا ۵+ تغییر می‌کنند (جدول ۴-۱۱).

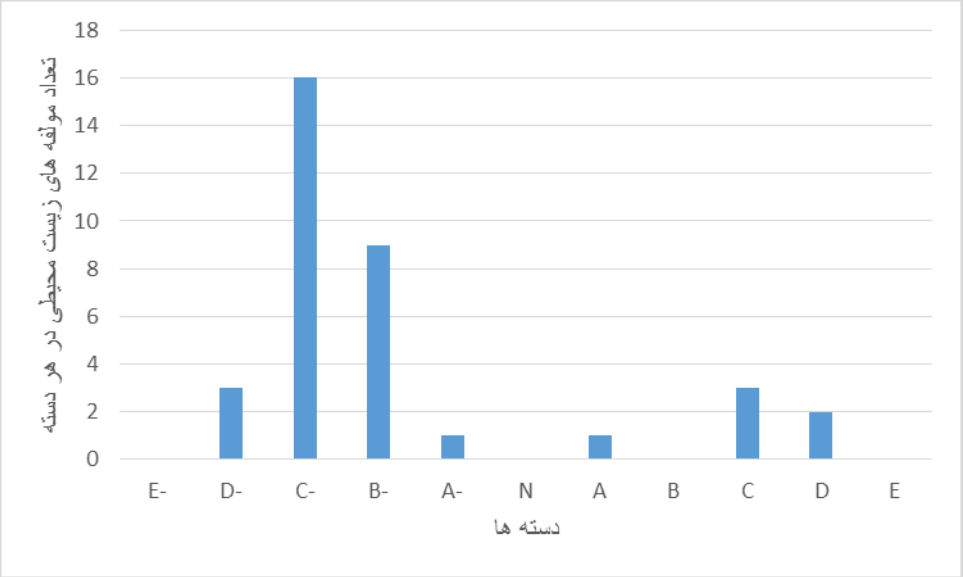
جدول ۴–۱۰ نحوه‌ی قرارگیری و تعداد مولفه‌های زیست‌محیطی در کلاس‌های مختلف

نمرات زیست‌محیطی	-۱۰۸ -۷۲	-۷۱ -۳۶	-۳۵ -۱۹	-۱۸ -۱۰	-۹ -۱	۰	۱ ۹	۱۰ ۱۸	۱۹ ۳۵	۳۶ ۷۱	۷۲ ۱۰۸
دسته‌ها	-E	-D	-C	-B	-A	N	+A	+B	+C	+D	+E
فیزیکی/ شیمیایی	۰	۲	۲	۶	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زیست‌شناسی/ محیط زیست	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اجتماعی/ فرهنگی	۰	۰	۵	۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اقتصادی/ عملیاتی	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۰
مجموع	۰	۳	۱۵	۱۰	۲	۰	۰	۰	۲	۳	۰

جدول ۴–۱۱ نمرات اختصاص‌داده شده و تعداد نمرات در هر دسته

دسته	-E	-D	-C	-B	-A	N	+A	+B	+C	+D	+E
نمره	-۵	-۴	-۳	-۲	-۱	۰	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵
تعداد نمرات در هر دسته	۰	۳	۱۵	۱۰	۲	۰	۰	۰	۲	۳	۰
نمره‌ی کل	۰	-۱۲	-۴۵	-۲۰	-۲	۰	۰	۰	+۶	+۱۲	۰

بازه‌ی کل از جمع سطر آخر جدول ۴-۱۱ (اعداد مثبت و منفی به طور جداگانه) به دست می‌آید، که برابر است با (۱۸+ تا ۸۹-). همچنین شکل ۴-۱ نتایج حاصل از ارزیابی زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی است. در این شکل، محور افقی بیانگر دسته‌ها و محور عمودی بیانگر تعداد مولفه‌های زیست‌محیطی در هر دسته است. با توجه به مقادیر به دست‌آمده از جدول ۴-۱۰ مولفه‌های آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای، آلودگی آب سطحی و هزینه‌ی انرژی مصرف شده در دسته‌ی (D–) قرار دارند و باید از نظر پایداری مورد توجه بیشتر قرار بگیرند.



شکل ۴–۱ نتایج حاصل از ارزیابی زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

۴-۳- بررسی نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

ارزیابی آثار زیست‌محیطی راهکاری مناسب جهت شناسایی و به حداقل رساندن آثار منفی پروژه و ارائه گزینه‌های مناسب برای تصمیم‌گیری مدیران و برنامه‌ریزان محسوب می‌شود. ارزیابی زیست‌محیطی با ارائه‌ی راهکارهایی برای استفاده از منابع طبیعی و انسانی، سبب کاهش هزینه‌ها شده و در برنامه‌ریزی‌های کوتاه و بلند مدت تاثیر قابل توجهی دارد.

همچنین، ارزیابی زیست‌محیطی به دلیل تسریع در برنامه‌ریزی‌ها موجب حفاظت هر چه بیشتر شده و از بروز آثار جبران‌ناپذیر بر محیط زیست جلوگیری می‌کند. با توجه به اینکه پروژه‌های توسعه، غالبا دارای آثار و پیامدهای ناسازگار بر محیط زیست می‌باشند، با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی در طراحی و برنامه‌ریزی‌های اولیه، برنامه‌های توسعه و احداث این پروژه‌ها، حداقل پیامدهای زیست‌محیطی را در مناطق تحت تاثیر خود بر جا می‌گذارند.

در این تحقیق، ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع انجام شده و نتایج آن به صورت کمی ارائه شده است. در این روش از نظر

کارشناسان و طراحان استفاده شد. همان‌گونه که در فصل چهارم ملاحظه شد، مولفه‌های آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای، آلودگی آب سطحی و هزینه‌ی انرژی مصرف‌شده به ترتیب با امتیازهای ۳۹/۵۸-، ۳۹/۸۱- و ۴۰/۵- باعث ایجاد بیشترین تاثیر منفی در توسعه پایدار شده‌اند و در دسته‌ی D– قرار می‌گیرند. بنابراین توجه به این مولفه‌ها و اقدامات پیشگیرانه‌ی ضروری است.

۴-۳-۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای

استخراج و بهره‌برداری از معادن با جابجایی حجم بالایی از سنگ و خاک همراه است. این فعالیت‌ها منجر به تولید گرد و غبار می‌شوند. همچنین زغال استخراج شده حاوی انواع گازهای سمی و خطرناک می‌باشند که به هوا متصاعد می‌شوند. از دیگر آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های معدن زغال‌سنگ، می‌توان به آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت ماشین‌آلات سبک و سنگین، گرد و غبار و گازهای ناشی از عملیات انفجار اشاره کرد. همچنین اگر برنامه‌ی خاصی برای کنترل باطله‌های ناشی از کارخانه‌ی زغالشویی وجود نداشته باشد، این مواد به یک منبع بزرگ آلودگی هوا تبدیل می‌شوند. بنابراین آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای در معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی دارای تاثیر منفی بسزایی بر روی محیط زیست است و باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

۴-۳-۲- آلودگی آب سطحی

با توجه به توضیحات ارائه شده در فصل سوم، معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی به طور کلی در زمره‌ی مناطق مرطوب محسوب می‌شوند که دارای فصل‌های نسبتا پر بارش می‌باشند. با توجه به اینکه این مناطق دارای چشمه‌ها و رودهای متعدد بوده، به همین دلیل امکان آلودگی آب سطحی وجود دارد. یکی از منابع مهم آلودگی آب‌های سطحی باطله ناشی از کارخانه زغالشویی است که در کنار رودخانه‌ی دلیلم قرار دارد. ورود پساب باطله و همچنین تداخل باطله ناشی از

کارخانه زغالشویی باعث آلودگی آب سطحی و عدم استفاده از آن در زمین‌های کشاورزی و همچنین از بین رفتن جانوران آبزی شده است.

۴-۳-۳- هزینه انرژی مصرف شده

انرژی به منزله‌ی موتور توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسان تلقی می‌شود. از سوی دیگر، توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست در گرو استفاده‌ی درست و بهینه از منابع انرژی بخصوص انرژی‌های تجدید ناپذیر است.

بدون تردید منابع انرژی و به طور خاص سوخت‌های فسیلی امروزه از مهم‌ترین منابع در چرخه تولید صنعتی به شمار می‌روند، به طوری که به هیچ وجه امکان کنارگذاشتن این منابع با تکیه بر هر منبع انرژی دیگری قابل تصور نیست. در این میان، کشورهایی چون ایران بدون پرداخت هزینه‌های گزاف و تنها با تقبل هزینه استخراج، به طور وسیعی امکان بهره‌برداری از این منابع را دارا هستند و شاید این موضوع خود دلیلی بر کم‌اهمیت و حتی بی‌اهمیت تلقی کردن استفاده صحیح و مبتنی بر منطق اقتصادی از سوخت‌های فسیلی باشد.

در معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی، هزینه‌ی انرژی مصرف شده یکی از مولفه‌های اقتصادی، عملیاتی می‌باشد که با وجود آلودگی زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی، اقتصادی نبودن آن مورد بحث و بررسی قرار گرفته شده است. یکی از دلایل محسوس برای منفی شدن این مولفه، وجود فاصله‌ی زیاد بین معادن و کارخانه‌ی زغالشویی انجیر تنگه می‌باشد. بنابراین هزینه‌ی انرژی مصرف شده دارای تاثیر منفی بر روی توسعه پایدار بوده و باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

۴-۴- ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

به منظور ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، ابتدا باید ارزیابی آثار زیست‌محیطی انجام شود. ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی با روش

ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع (RIAM) انجام شد. نمره‌ی زیست‌محیطی کلی و نسبی به ترتیب از روابط (۲-۳) و (۲-۱۲) به دست آمدند که در جدول ۴-۱۲ نشان داده شده است.

جدول ۴–۱۲ مقادیر به دست آمده برای نمره‌ی زیست‌محیطی کلی و نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع

مولفه‌های زیست‌محیطی	ES کل	ES نسبی
الف- فیزیکی/ شیمیایی (PC)		
۱- آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای	-۳۹/۵۸	۶۸/۴۲
۲- آلودگی آب سطحی	-۳۹/۸۱	۶۸/۱۹
۳- آلودگی آب زیرزمینی	-۱۶/۱۳	۹۱/۸۷
۴- سر و صدا	-۲۰/۵۸	۸۷/۴۲
۵- اثر بو	-۸/۶۸	۹۹/۳۲
۶- فرسایش خاک	-۱۵/۴	۹۲/۶
۷- تغییر در محیط زیست	-۲۸/۷۲	۷۹/۲۷
۸- باروری و کیفیت خاک	-۱۱/۶۶	۹۶/۳۴
۹- گرد و خاک	-۱۶/۶۶	۹۱/۳۴
۱۰- تاثیرات ناشی از افزایش فعالیت‌های صنعتی	-۱۸/۴۴	۸۹/۵۶
۱۱- تغییرات در کشاورزی منطقه	-۱۸/۸۸	۸۹/۱۲
مجموع مولفه‌های فیزیکی شیمیایی		۹۵۳/۳۹
ب- زیست‌شناسی/ محیط زیست (BE)		
۱- از بین رفتن گونه‌های گیاهی	-۲۰/۰۵	۸۷/۹۵
۲- از بین رفتن گونه‌های جانوری	-۲۳/۵۲	۸۴/۴۸
۳- تنوع زیستی	-۲۱/۰۸	۸۶/۲
۴- نشست زمین	-۲۲/۸۴	۸۵/۱۶
۵- استفاده از طبیعت	-۲۲/۵۸	۸۵/۴۲
۶- چشم‌انداز منطقه	-۲۴/۰۴	۸۳/۹۶

ادامه جدول ۴-۱۲ مقادیر به دست آمده برای نمره‌ی زیست‌محیطی کلی و نسبی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع

مجموع مولفه‌های زیست‌شناسی محیط زیست		۵۱۳/۱۳
پ- اجتماعی/ فرهنگی (SC)		
۱- زیبایی	-۲۳/۶۹	۸۴/۳۱
۲- زندگی جوامع در نزدیکی محل	-۱۹/۱۱	۸۸/۸۹
۳- سلامتی عمومی	-۱۹/۹۷	۸۸/۰۳
۴- پذیرش عمومی	-۱۷/۰۷	۹۰/۹۳
۵- رشد و تراکم جمعیت	-۸/۳۹	۱۱۶/۳۹
۶- پروژه‌های توسعه در نزدیکی ضایعات باطله	-۱۸/۲	۸۹/۸
۷- گردشگری	-۳۵/۵۵	۷۲/۴۵
۸- استفاده از زمین‌های اطراف معدن	-۲۱/۲۴	۸۶/۷۶
۹- بازسازی زمین‌های معدن پس از استفاده	-۲۳/۲۶	۸۴/۷۴
۱۰- تاثیر بر روی باستان‌شناسی	-۱۰/۹۵	۹۷/۰۵
مجموع مولفه‌های اجتماعی فرهنگی		۸۹۸/۸۹
ث- اقتصادی/ عملیاتی (EO)		
۱- بهبود جاده‌های دسترسی	+۵۰/۰۵	۱۵۸/۰۵
۲- ارزش دارایی (ملک)	+۲۸/۸۸	۱۳۶/۸۸
۳- ترافیک	+۲۰/۲۳	۱۲۸/۲۳
۴- بازاریابی برای زغال فراوری شده	+۵۰/۴۴	۱۵۸/۴۴
۵- فرصت‌های بیکاری و ایجاد شغل در منطقه	+۳۵/۹۱	۱۴۳/۹۱
۶- هزینه‌های جاری	-۲۸/۳۲	۷۹/۶۸
۷- هزینه‌های سرمایه‌گذاری	-۳۲/۲۷	۷۵/۷۳
۸- هزینه انرژی مصرف شده	-۴۰/۵	۶۷/۵
مجموع مولفه‌های اقتصادی عملیاتی		۹۴۸/۴۲

برای ارزیابی توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، باید مولفه‌های زیست‌محیطی به دو گروه مولفه‌های محیطی (E) و مولفه‌های انسانی (H_{NI})تقسیم‌بندی شوند. مولفه‌های محیطی و انسانی معدن زغال‌سنگ زیراب به شرح زیر می‌باشند.

مولفه‌های محیطی E عبارتند از: اتمسفر(A)، بیوسفر (B)، هیدروسفر (H) و لیتوسفر. در واقع مولفه‌های محیطی در روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع، همان مولفه‌های فیزیکی شیمیایی و زیست‌شناسی محیط زیست هستند.

مولفه‌های انسانی H_{NI} عبارتند از: مولفه‌های اجتماعی فرهنگی و اقتصادی عملیاتی.

حال با استفاده از نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی، مولفه-های محیطی و انسانی با توجه به روابط (۲-۱۰) و (۲-۱۱) و همچنین مقادیر حداکثر مولفه‌های محیطی و انسانی می‌توان مقادیر E و H_{NI} را محاسبه کرد.

$$\mathrm{E} = \frac{\sum PC + \sum BE}{\sum PC_{\max} + \sum \mathrm{BE}_{\max}}$$

$$\mathrm{H_{NI}} = \frac{(\sum SC_{max} - \sum SC) + (\sum EO_{max} - \sum Eo)}{(\sum SC_{max} + \sum EO_{max})}$$

$$\mathrm{R\ ES} = \mathrm{ES} + 108$$

$$\mathrm{ES_{max}} = 216$$

$$\sum \mathrm{PC} = 953.39 \qquad \sum \mathrm{PC_{max}} = 216 * 11 = 2376$$

$$\sum \mathrm{BE} = 513.139 \qquad \sum \mathrm{BE_{max}} = 216 * 6 = 1296$$

$$\sum \mathrm{SC} = 898.869 \qquad \sum \mathrm{SC_{max}} = 216 * 10 = 2160$$

$$\sum \mathrm{Eo} = 948.42 \qquad \sum \mathrm{EO_{max}} = 216 * 8 = 1728$$

$$E = \frac{953.3953 + 513.139}{2376 + 1728} = 0.3993$$

$$H_{NI} = \frac{(2160 - 898.869) + (1728 - 948.42)}{2160 + 1728} = 0.5248$$

اکنون با توجه به مقادیر E و H_{NI} می‌توان پایداری پروژه را مورد بررسی قرار داد. بدین صورت که اگر مقدار به دست آمده برای E بزرگتر از مقدار به دست آمده برای H_{NI} باشد، پروژه پایدار و اگر کوچکتر مساوی آن باشد، پروژه ناپایدار است. با توجه به مقادیر به دست آمده برای E و H_{NI} در معدن البرز مرکزی، پروژه ناپایدار ارزیابی می‌شود.

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

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

در نهایت با به کارگیری رابطه (۲-۱۳) میزان پایداری معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی محاسبه شده است که میزان پایداری آن برابر ۰/۱۲۵- است. علامت منفی نشانه‌ی ناپایداری معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی است.

$$S = E - H_{NI} = 0.3993 - 0.5248 = -0.1254$$

۴-۵- اقدامات پیشگیرانه برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی

با توجه به بخش ۴-۴، معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از لحاظ زیست‌محیطی ناپایدار بوده است. به همین منظور برای بهبود وضعیت پایداری اقدامات پیشگیرانه‌ی زیر توصیه می‌شود.

- ایجاد یک سد مستحکم در مقابل باطله ناشی از کارخانه زغالشویی که باعث عدم مخلوط شدن آن با آب‌های سطحی می‌شود. این امر میزان آلودگی آب رودخانه‌ی دلیلم را به

میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد و نمره‌ی زیست‌محیطی به دست آمده در مورد آلودگی آب‌های سطحی را در دسته‌ی C– یا B– قرار می‌دهد.

- استفاده از کارگران محلی و اطراف معدن برای کار در معدن، این عمل نمره‌ی زیست-محیطی مولفه‌های پذیرش عمومی و رشد و تراکم جمعیت ساکنان اطراف معدن را بهبود می-بخشد.

- انتقال باطله استخراج شده از معدن و همچنین باطله تولید شده از کارخانه زغالشویی به نقاطی دوردست و خالی از سکنه به منظور کاهش زهاب اسیدی ناشی از این مواد و تداخل آن با آب‌های سطحی و زیرزمینی، جذب و افزایش گردشگر و همچنین پذیرش عمومی

- ایجاد فضای سبز و درختکاری در اطراف معدن: استخراج زیرزمینی معادن زغال باعث نشست دز سطح زمین و همچنین فرسایش خاک شده است که این عمل باعث کاهش فضای سبز و تخریب درختان شده است. همچنین وجود مواد باطله زغال ناشی از کارخانه زغالشویی در مسافتی به طول ۲ کیلومتر باعث از بین رفتن پوشش گیاهی در آن منطقه شده است. وجود فضای سبز باعث کاهش غلظت گرد و غبار موجود در هوا شده، همچنین از فرسایش و حرکت ذرات خاک می‌کاهد.

- تاکید ویژه بر رعایت نکات ایمنی در معدن

- کار کردن در معادن زغال باعث پیدایش مشکلات قلبی، عروقی و ریوی می‌شود. به همین دلیل ملزم کردن کارکنان به استفاده از ماسک‌های استاندارد در معدن و کارخانه فراوری توصیه می‌شود.

۴-۶- جمع‌بندی

در این بخش ابتدا ارزیابی آثار زیست‌محیطی در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع (RIAM) پرداخته شد. در این روش مولفه‌های آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای، آلودگی آب سطحی و هزینه‌ی انرژی مصرف شده دارای بیشترین تاثیر منفی را بر روی توسعه پایدار بودند. سپس توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی به روش ریاضی فیلیپس بررسی شد و مقادیر به دست آمده نشان‌دنده‌ی ناپایداری معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی از لحاظ زیست‌محیطی بود. در نهایت اقدامات پیشگیرانه‌ای برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی ارائه شد. در فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات لازم ارائه می‌شود.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- مقدمه

معدن‌کاری از جمله فعالیت‌های اولیه انسان و از پایه‌های اصلی توسعه بشری محسوب می‌شود که نقش بسزایی در پیشرفت زندگی بشر داشته است. همچنین، معدن‌کاری به عنوان یکی از فعالیتهایی که منابع معدنی را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد؛ نقش حیاتی در بسیاری از کشورها دارد، به گونه‌ای که بهره‌برداری از مواد معدنی فلزی و غیر فلزی و صنایع وابسته به آنها بخش عمده‌ی درآمد و اشتغال‌زایی این کشورها را تشکیل می‌دهد. ضمن اینکه بهره‌برداری از این منابع علاوه بر اقتصاد، در توسعه اجتماعی چنین مناطقی نیز نقش تعیین‌کننده دارد. در عین حال معادن و صنایع معدنی به علت تولید مواد زاید و خطرناک متعدد، اثرات زیست‌محیطی بسیار گسترده‌ای بر منابع آب، خاک، هوا و موجودات زنده دارند. ارزیابی آثار زیست‌محیطی تکنیکی مهم برای شناسایی تاثیر معدن بر محیط زیست است و ابزاری است که می‌تواند برای ارزیابی مسائل مربوط به توسعه پایدار مورد استفاده قرار گیرد. با بهره‌گیری از نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی می‌توان نقاط ضعف و قوت فعالیت‌های معدنی را به دست آورد و از این طریق به بهبود شرایط معدن‌کاری کمک کرد. با در اختیار داشتن آثار منفی فعالیت‌های معدنی می‌توان اقداماتی را برای کاهش یا به حداقل رساندن این آثار انجام داد. همچنین، با در اختیار داشتن آثار مثبت می‌توان در جهت تداوم و اثر بخشی بیشتر این آثار اقدامات مورد نیاز را انجام داد. با بهبود آثار مثبت و پیشگیری از آثار منفی در فعالیت‌های معدنی می‌توان به استانداردهای مناسبی در زمینه‌ی پایداری معادن دست یافت.

در این فصل، ابتدا نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی و سپس نتایج ارزیابی توسعه پایدار در این معدن مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت، به منظور رسیدن به نتایج مطلوب‌تر در مطالعات بعدی، پیشنهاداتی ارایه شده است.

۵-۲- بررسی نتایج ارزیابی توسعه پایدار در معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی

معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی یکی از قدیمی‌ترین معادن زغال کشور است که به صورت زیرزمینی استخراج می‌شود. در این مطالعه با استفاده از نتایج ارزیابی آثار زیست‌محیطی به روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع و با بهره‌گیری از مدل ریاضی فیلیپس، پایداری این مجموعه مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این که مقدار به دست آمده برای مولفه‌های زیست‌محیطی (E) کمتر از مقدار به دست آمده برای مولفه‌های انسانی (H_{NI}) است، پروژه ناپایدار ارزیابی می‌شود. همچنین با استفاده از رابطه $S = E - H_{NI}$، مقدار S برابر ۰/۱۲۵۴- به دست آمده است که علامت منفی بیانگر ناپایداری زیست‌محیطی است. از این رو می‌توان دلیل عمده‌ی این ناپایداری را ناشی از مولفه‌های زیست‌محیطی آلودگی هوا و اثر گازهای گلخانه‌ای، آلودگی آب سطحی و هزینه‌ی انرژی مصرف‌شده دانست. بنابراین این مولفه‌ها باید مورد توجه ویژه قرار بگیرند و تمهیدات ویژه برای آن‌ها اندیشیده شود.

۵-۳- پیشنهادات برای مطالعات بعدی

به منظور ارزیابی دقیق‌تر توسعه پایدار در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی و رسیدن به نتایج مطلوب‌تر در مطالعات بعدی، پیشنهاداتی ارایه شده است که در ارزیابی آثار زیست‌محیطی می‌توان از آنها بهره گرفت.

۱- روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع نسبت به روش‌های فولچی و اصلاح‌شده‌ی فولچی قدیمی‌تر بوده و همچنین درک و شناخت از معیارهای ارزیابی آن برای پاسخ‌رهندگان به پرسشنامه دشوارتر است. به همین جهت توصیه می‌شود برای ارزیابی معادن زغال‌سنگ البرز مرکزی از روش اصلاح‌شده‌ی فولچی نیز استفاده شود. همچنین می‌توان از نتایج دو روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع و روش اصلاح‌شده‌ی فولچی برای ارزیابی پایداری بهتر معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی استفاده کرد.

۲- در روش ماتریس ارزیابی تاثیرات سریع، معیارهای ارزیابی از پیش تعیین شده هستند و نمی‌توان آنها را تغییر داد، از این رو پیشنهاد می‌شود برای انعطاف‌پذیری بیشتر روش با معدن مورد نظر به جای استفاده از معیارهای ارزیابی ثابت، سناریوهایی با قابلیت تغییر در محل مورد نظر و با استفاده از نظرات کارشناسان و طراحان همان منطقه تعریف شود.

۳- ماهیت روش ارزیابی تاثیرات سریع به صورت مقایسه‌ی همزمان چند روش با یکدیگر می‌یاشد، و نمی‌توان از آن برای ارزیابی دقیق یک روش خاص استفاده کرد، به همین دلیل توصیه می‌شود از این روش برای مقایسه‌ی چند سناریوی قابل اجرا در یک پروژه استفاده کرد.

منابع

۱. عباس نژاد، ۱۳۸۸ ، زمین شناسی زیست محیطی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۶۰ صفحه.

2- Marnika, E., Christodoulou, E., & Xenidis, A. (2015). "Sustainable development indicators for mining sites in protected areas: tool development, ranking and scoring of potential environmental impacts and assessment of management scenarios". Journal of Cleaner Production, 101, 59-70.

3. Osanloo, M., & Parsaei, M. (2004). "Sarcheshmeh Copper Mine reclamation, safety congress".Iran

4. Rashidinejad, F., Osanloo, M., & Rezai, B. (2008). "An environmental oriented model for optimum cut-off grades in open pit mining projects to minimize acid mine drainage". International Journal of Environmental Science & Technology, 5(2), 183-194.

5. Azapagic, A. (2004). "Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry". Journal of cleaner production, 12(6), 639-662.

۶- کنفرانس سازمان ملل درباره محیطزیست و توسعه، دستور کار ۲۱ ، مترجمان دکتر حمید طراوتی سید امیر ایافت، سازمان حفاظت محیط زیست

۷- شکوفه، ن.، حفاظت محیط زیست در معادن، سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۸۲

8- .Robertson, A.M . (1998), "Tenets of susutainability for mining"

9- Warhurst, A., & Noronha, L. (2000). "Integrated environmental management through planning for closure from the outset": The challenges. Environmental Policy in Mining: Corporate Strategy and Planning for Closure, 13-32.

10- Van Zyl, D. (2005) "Contributions of mining projects to sustainable development" World mining congress , , Tehran, Iran

۱۱- حبیبی‌نژاد مجتبی، (۱۳۸۹)، " توسعه پایدار در معادن: چگونه؟ بررسي رويكرد هاي جديد شركتهاي معدني بزرگ دنيا و مقايسه آن با ايران"چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست

12. Kuma, J. S., Younger, P. L., & Bowell, R. J. (2002). “Expanding the hydrogeological base in mining EIA studies”: a focus on Ghana. *Environmental* Impact Assessment Review, 22(4), 273-287

13. Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B., Balsley, J.R., (1971) “A procedure for evaluating environmental impact”: Geological Survey Circular 645. Government Printing Office, Washington, D.C., 13 p

14. Abu Khalaf, M. (2010). “Environmental impacts assessment and horizons of rehabilitation of abandoned limestone quarries: a case study from the southern part of the west bank” Unpublished PhD Thesis. Faculty of Engineering, Universita Degli Studi Di Roma Tor Vergata.

15. Mirmohammadi, M., Gholamnejad, J., Fattahpour, V., Seyedsadri, P., & Ghorbani, Y. (2009) “Designing of an environmental assessment algorithm for surface mining projects. Journal of environmental management” 90(8), 2422-2435.

16. Pastakia, C. M., & Jensen, A. (1998) “The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA” Environmental Impact Assessment Review, 18(5), 461-482.

17. Taheri, M., Gholamalifard, M., Ghazizade, M. J., & Rahimoghli, S. (2014) “Environmental impact assessment of municipal solid waste disposal site in Tabriz, Iran using rapid impact assessment matrix” Impact Assessment and Project Appraisal, 32(2), 162-169.

18. Von Below, M. A. (1993) “Sustainable mining development hampered by low mineral prices” Resources Policy, 19(3), 177-181.

19. Allan, R. (1995) “Introduction: sustainable mining in the future” Journal of Geochemical Exploration, 52(1), 1-4.

20. Canter, L.W., (1996) “Environmental Impact Assessment” second ed. McGraw-Hill, New York.

21. Weaver, A., Greyling, T., Van Wilgen, B. W., & Kruger, F. J. (1996) “Logistics and team management of a large environmental impact assessment: proposed dune mining at St” Lucia, South Africa. Environmental Impact Assessment Review, 16(2), 103-113.

22. Learmont, D. (1997) “Mining must show that it is sustainable” Mining Engineering, 49(1), 1-12.

23. Sare, I. R., Mardel, J. I., & Hill, A. J. (2001) “Wear-resistant metallic and elastomeric materials in the mining and mineral processing industries—an overview” Wear, 250(1), 1-10.

24. Koca, M. Y., & Kıncal, C. (2004) “Abandoned stone quarries in and around the Izmir city centre and their geo-environmental impacts—Turkey” Engineering Geology, 75(1), 49-67.

25. Basu, A. J., & Kumar, U. (2004) “Innovation and technology driven sustainability performance management framework (ITSPM) for the mining and minerals sector” International Journal of Surface Mining, 18(2), 135-149.

26. Eggert, R. (2006) “Mining, sustainability and sustainable development” Australian Mineral Economics. AusIMM Monograph, 24.

27. Wang, Y. M., Yang, J. B., & Xu, D. L. (2006) “Environmental impact assessment using the evidential reasoning approach” European Journal of Operational Research, 174(3), 1885-1913.

28. Giannopoulou, I. P., & Panias, D. (2006) “Sustainable Development of Mining and Metallurgy in Relation to the EU Environmental Legislation” In 3rd International Conference on Waste Secondary Raw Materials.

29. Mouflis, G. D., Gitas, I. Z., Iliadou, S., & Mitri, G. H. (2008) “Assessment of the visual impact of marble quarry expansion on the landscape of Thasos island” NE Greece. Landscape and urban planning, 86(1), 92-102.

30. Dhakate, R., Singh, V. S., & Hodlur, G. K. (2008) ”Impact assessment of chromite mining on groundwater through simulation modeling study in Sukinda chromite mining area, Orissa, India” Journal of hazardous materials, 160(2), 535-547.

31. Kuitunen, M., Jalava, K., & Hirvonen, K. (2008) ”Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results” Environmental Impact Assessment Review, 28(4), 312-320.

32. Monjezi, M., Shahriar, K., Dehghani, H., & Namin, F. S. (2009) “Environmental impact assessment of open pit mining in Iran” Environmental geology, 58(1), 205-216.

33. Phillips, J. (2012) “Using a mathematical model to assess the sustainability of proposed bauxite mining in Andhra Pradesh” India from a quantitative-based

environmental impact assessment. Environmental Earth Sciences, 67(6), 1587-1603.

34.Osanloo, M. & Rahman, M. (2014). Mine Design Selection Considering Sustainable Development. In Mine Planning and Equipment Selection (pp. 151-163). Springer International Publishing.

35. Phillips, J. (2012). Applying a mathematical model of sustainability to the Rapid Impact Assessment Matrix evaluation of the coal mining tailings dumps in the Jiului Valley, Romania. Resources, Conservation and Recycling, 63, 17-25.

۳۶.گزارشات برگرفته از شرکت صنعتی و معدنی سامان سوادکوه (۱۳۸۷)

۳۷. دفتر طراحی و برنامه‌ریزی تولید شرکت زغال‌سنگ البرز مرکزی (۱۳۸۷)

۳۸- ادیبی نبی الله، اصانلو مرتضی، رحمانپور مهدی، (۱۳۹۱)، " بررسی اثرات زیست‌محیطی دامپ‌های باطله معدن زغال‌سنگ کارمزد" اولین کنگره ملی زغال‌سنگ.

۳۹- علیزاده احمد، نسل سراجی جبرائیل، کاکویی حسین، (۱۳۷۶)، "بررسی توزیع کمی گرد و غبار زغال‌سنگ در معدن زغال‌سنگ البرز مرکزی مازندران"

40. Banks, S. B., & Banks, D. (2001) ‘‘Abandoned mines drainage: impact assessment and mitigation of discharges from coal mines in the UK’’. Engineering Geology, 60(1), 31-37.

41. D. K Nordstorm. CN Alpers., (1999), ‘‘Negative PH, effloreseent mineralogy and consguences for environmenain Superfund site’’, California. Proc Natl Acad Sci USA 963455-3462

42. F. Wisotzky., (1998) , ‘‘Chemical Reactions in Aquifers Influenced by sulfide oxidation and in sulfide oxidation zone’’, Walter, G. Helmut, K. Wim, S. In Acidic Mining Lakes. Springer, 223-236

43. WHO (2008), "Guidelines for Drinking-Water Quality", second addendum. Vol. 1, Recommendations. 3rd ed. ISBN 978 92 4 154760 4. World Health Organization.

Abstract

Sustainable development means a balance between development and environment, and the three main environmental, social and economics has been established. The three parameters associated with each other and imbalance in any of them will cause imbalance in other sectors. In fact, the sustainable development is confluence of society, economy and environment. The relationship between mining and sustainable development demands one of other. Mining industry couses significant positive and negative effects on the environment, social and economic that Represents relationship mining and sustainable development. The development of technology through methods and advanced machinery, highly skilled workforce recruitment and development, raw materials for many industries and so on Examples of positive effects and pollution and damage of environmental from acid drainages, noise, dust, waste, social diseases, migration, etc. As a result of these factors lead to sustainable development as a need to protect natural capital, human and social mining sector consists. The first study to assess the environmental effects of coal mining in Central Alborz rapid impact assessment matrix is used that The evaluation criteria and environmental components form this matrix. To determine the effect of each criterion of evaluation experts in coal mine disposal is the central Alborz. The results obtained were evaluated by the Sustainable Development of the study on which the mine is unstable surface. Then, based on the percentage of damage to various components necessary arrangements to predict and are provided

Keywords: sustainable development, environmental impact assessment, rapid impact assessment matrix. Central Alborz Coal Mines

Faculty of mining, petroleum and geophysics engineering

M.sc. thesis in mineral eploitation

Evaluation of sustainable development indicators underground mining, case stady: Central Alborz coal region

By: navid jafarsalehi

Supervsior:

Dr. Mohamad ataie

Dr. reza khaloukakaie

February 2017