Journal of Research in Environmental Health

Volume 5, Issue 4, Winter 2020

Environmental Impact Assessment of Granite and Marble stone quarries Using RIAM and Iranian Leopold Matrix Methods

ABSTRACT

Background and Aim: Regardless of the positive economic effects, the adverse environmental impacts of mines make it necessary to assess environmental impacts. The purpose of this study was to determine the environmental impacts of granite and marble quarries in Khorasan Razavi province.

Materials and methods: In this descriptive-analytical study after field visits, information was collected through a checklist and data analysis was performed using RIAM and Leopold matrices.

Results: Analysis of mine information through the Leopold matrix showed that the average overall ranking in all environments including cultural, socio-economic, biological and physical was -1.46, which indicates poor negative consequences. Also, the most harmful consequences were in the biological environment. According to the results of the RIAM matrix, the most negative impacts of mining occur in the physical-chemical environment.

Conclusion: Exploration activities of the granite and marble quarries in Khorasan Razavi with respect to the RIAM matrix generally have moderate to slight negative effects on the physico-chemical environment and with respect to the Leopold matrix have minor adverse effects on the biological and physico-chemical environments. The continuation of exploitation of the Khorasan Razavi stone mine along with environmental considerations can, in addition to realizing the national development goals, lead to the creation of job opportunities and the construction of infrastructural facilities.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Stone Quarry, RIAM Matrix, Leopold Matrix

Zohreh Rahnama Bargard
MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Seyed Ali Sajjadi
Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.
Associate Professor, Social Determinants of Health Research Centre, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.

Horyeh Naddaf
MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.

Mahnaz Kharghani
* MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran. (Corresponding author):
Email: M.kharghani.21@gmail.com

Received: 2019/07/03
Accepted: 2019/12/04

Type of paper: Research paper

▶ **Citation:** Rahnama Bargard Z, Sajjadi SA, Naddaf H, Kharghani M. Environmental Impact Assessment of Granite and Marble stone quarries Using RIAM and Iranian Leopold Matrix Methods. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2020;5 (4): 330-340.

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن سنگ گرانیت و مرمریت به روش ماتریس لئوپولدایرانی و RIAM

چکیده

زمینه و هدف: صرف نظر از اثرات مثبت اقتصادی، تأثیرات نامطلوب محیط زیستی معادن، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی را ضروری می‌سازد، لذا مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معادن سنگ گرانیت و مرمریت در استان خراسان رضوی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- مقطعی، اثرات زیست‌محیطی معدن سنگ گرانیت دەغیبی و معدن سنگ سرخ‌سنگ چاه فالیز (مرمریت) در سال ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفتند. پس از بازدیدهای میدانی، اطلاعات از طریق چک‌لیست گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق ماتریس RIAM و لئوپولد ایرانی انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات معادن از طریق ماتریس لئوپولد، میانگین رده‌بندی کلی در تمام محیط‌ها شامل فرهنگی، اقتصادی- اجتماعی، بیولوژیکی و فیزیکی ۱/۴۶- بود که بیانگر پیامدهای منفی ضعیف است. همچنین مخرب‌ترین پیامدها مربوط به محیط بیولوژیکی بود. بر اساس نتایج ماتریس RIAM، بیشترین تأثیرات منفی معدن‌کاری بر روی محیط فیزیکی- شیمیایی بود.

نتیجه‌گیری: فعالیت‌های بهره‌برداری از سنگ گرانیت دەغیبی و سنگ سرخ‌سنگ چاه فالیز (مرمریت) با توجه به ماتریس RIAM در مجموع دارای اثرات منفی متوسط تا اندک بر روی محیط فیزیکی- شیمیایی و با توجه به ماتریس لئوپولد، دارای اثرات منفی اندک بر محیط‌های بیولوژیکی و فیزیکی- شیمیایی می‌باشد. با اعمال ملاحظات زیست‌محیطی ادامه بهره‌برداری از معدن سنگ خراسان رضوی می‌توان علاوه بر تحقق اهداف توسعه ملی، اشتغال‌زایی و ایجاد تأسیسات زیربنایی را نیز دنبال کرد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، ماتریس رایم، ماتریس لئوپولد، معدن سنگ

زهره رهنما برگرد
دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

سیدعلی سجادی
دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط و حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.
دانشیار، گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.

حوریه نداف
دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.

مهناز خرقانی
* دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران. (نویسنده مسئول):
پست الکترونیک:
m.kharghani.21@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۳
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

◀ **استناد:** رهنما برگرد ز، سجادی ع، نداف ح، خرقانی م. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن سنگ گرانیت و مرمریت به روش ماتریس لئوپولدایرانی و RIAM. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۸؛۵(۴): ۳۳۰-۳۴۰.

مقدمه

معدن‌کاری و استخراج منابع معدنی، به علت بهره‌برداری از مواد معدنی فلزی و غیرفلزی و توسعه صنایع وابسته به آن، نقشی حیاتی در بسیاری از کشورها دارد؛ چراکه بخش عمده درآمد و اشتغال‌زایی کشورها را تشکیل داده و نقش تعیین کننده‌ای در توسعه اجتماعی نیز دارد (۱). معادن و کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی، از مهم‌ترین صنایع مخاطره‌آمیز برای محیط زیست‌اند (۲).

در راستای منافع اقتصادی حاصل از این صنایع، مخاطرات و ریسک‌های محیط‌زیستی آن‌ها از قبیل آلودگی زمین و مواد سطحی در سایت معدن، آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه (۳)، آلودگی هوا، از بین رفتن پوشش گیاهی منطقه (۲)، فرسایش، ایجاد فاضلاب، از دست رفتن تنوع زیستی و آلودگی محیط اطراف توسط مواد شیمیایی (۴) اجتناب‌ناپذیر است. از این‌رو امروزه ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی در واحدهای صنعتی و فعالیت‌های معدن‌کاری برای جلوگیری و کنترل آثار زیان‌بار و گاه جبران‌ناپذیر آن‌ها بسیار حائز اهمیت و ضروری است (۲). معادن و صنایع معدنی، تأثیرات زیست‌محیطی بسیار گسترده‌ای بر منابع آب، خاک، هوا و موجودات زنده مجاور خود دارند، لذا به منظور حفاظت از محیط زیست، اجرای برنامه‌های ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست وارد بخش معدن‌کاری شده است (۵). در ایران نیز صنایع معدنی به‌عنوان یکی از پروژه‌های مشمول ارزیابی پیامد زیست‌محیطی محسوب می‌شود که مطالعات زیادی نیز در این زمینه انجام شده است. صادقلو و همکاران مطالعه‌ای را با عنوان ارزیابی اثرات زیست‌محیطی صنایع استخراجی- معدنی در پایداری نواحی روستایی انجام و اثرات زیست‌محیطی وارد بر روستاهای پیرامون کارخانه سیمان زنجان را بررسی نمودند (۱). همچنین ایلخانی و همکاران در مطالعه‌ای که به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در معدن روباز سنگ آهن سنگان خواف پرداختند، یادآور شدند که توجه به توسعه پایدار در فعالیت‌های معدن‌کاری مشکلات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد و آثار مثبت اجتماعی و اقتصادی به‌دنبال دارد (۶). توسعه پروژه‌های صنعتی در عصر حاضر، ناپایداری‌ها و مشکلات زیست‌محیطی فراوانی را برای محیط زیست ساکنان مجاور این صنایع شکل داده که این امر ضرورت اجرای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی را افزایش داده است (۷). ارزیابی اثرات توسعه، فرآیندی گروهی است که در آن متخصصان مختلف منابع طبیعی، علوم اجتماعی و اقتصادی، اثرات مثبت و منفی طرح‌های توسعه را پیش از آغاز، در حین اجرا، در جریان استفاده و پس از پایان استفاده از آن‌ها مورد کاوش قرار می‌دهند تا از این راه با ارائه پیشنهادهای مختلف، اثرات منفی را حذف کرده و یا به حداقل برسانند (۸-۱۰). ارزیابی اثرات محیط‌زیستی یک ابزار مؤثر جهت شناسایی و پیش‌بینی پیامدهای یک پروژه و یا طرح‌های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی (فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی) محسوب می‌شود (۱۱). شناسایی و ارزیابی محیط زیست یک فرآیند زمان‌بر است و با توجه به اینکه عوامل مستقل و وابسته زیادی با آن در ارتباط هستند، یک ابزار یا سیستم پشتیبانی مورد نیاز می‌باشد (۱۲). برای تسهیل فرآیند جمع‌آوری، پردازش، تجزیه و تحلیل و گزارش اطلاعات می‌توان از فناوری‌های مختلف، کامپیوتر و یا سیستم‌های کمک کامپیوتری استفاده نمود (۱۳).

روش‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی[1] در ۸ دسته شامل: روش‌های ویژه به موضوع و مکان[2]، فهرست[3]، ماتریس[4]، شبکه‌ها[5]، ادغام نقشه‌ها[6]، مدل‌سازی[7]، ارزیابی[8] و روش‌های ترکیبی[9] طبقه‌بندی شده‌اند (۱۴). با بررسی سابقه استفاده از روش‌های ارزیابی اثرات مشخص گردید که روش ماتریس ارزیابی سریع اثرات (Rapid Impact Assessment Matrix) کاربرد فراوانی برای انجام مطالعات ارزیابی در واحدهای صنعتی و سایر بخش‌ها دارد.

1. EIA
2. Ad Hoc
3. Checklist
4. Matrix
5. Networks
6. Map Overlay
7. Modeling
8. Modeling
9. Adaptive

روش ماتریس رایم در سال ۱۹۹۸ میلادی توسط پاستاکیا منتشر گردید و وسیله‌ای برای سازماندهی، تحلیل و نشان دادن نتایج یک ارزیابی محیط زیستی جامع به‌شمار می‌رود. اولین استفاده از این روش در زمینه ارزیابی اثرات توسعه گردشگری بوده است (۱۵، ۱۶). فیلیپس کاربرد یک مدل ریاضی پایدار برای سنجش ماتریس ارزیابی سریع اثرات لجن‌های معدنی زغال‌سنگ در رومانی را بررسی کرد (۱۶). ماندال و داسگوپتا، سایت دفن زباله جامد شهری در بنارس را با استفاده تجزیه و تحلیل RIAM انجام دادند که برتری روش RIAM نسبت به دیگر روش‌ها را شفاف و دائمی بودن فرآیند تجزیه و تحلیل بیان کردند (۱۷).

روش ماتریس لئوپولد برای اولین بار توسط لئوپولد (۱۸) ارائه شد. مزیت اصلی این ماتریس، ارائه یک چک‌لیست از عوامل مورد نیاز برای انجام ارزیابی اثرات محیط‌زیستی است. ماتریس لئوپولد بعدها توسط مخدوم (۱۹) اصلاح گردید و به عنوان ماتریس لئوپولد ایرانی شناخته می‌شود (۲۰). ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چندمعیاره، از مزایای این رویکرد به شمار می‌رود (۲۱). مطالعات داخلی نشان‌دهنده استفاده از ماتریس لئوپولد به منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در پروژه‌های مختلف نظیر کارخانه کمپوست سنندج (۲۲)، محل دفن پسماند جامد شهرکرد (۲۳)، کارخانه سیمان زاوه (۲۴) و مدیریت پسماند شهر بیرجند (۲۱) می‌باشد.

ارزیابی آثار توسعه، در واقع روشی برای نشان دادن اثرات مثبت و منفی ناشی از اجرای یک پروژه در نتیجه ابزاری برای برنامه‌ریزی درست و مدیریت بهینه می‌باشد. امکان وقوع اثرات ناشناخته در صنایع و معادن، ضرورت استفاده از رویکرد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی را روشن می‌سازد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی دو معدن سنگ گرانیت و مرمریت واقع در استان خراسان رضوی با استفاده از ماتریس‌های RIAM و لئوپولد ایرانی انجام شد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی- مقطعی، اثرات زیست‌محیطی معدن سنگ گرانیت ده‌غیبی در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد و معدن سنگ سرخ‌سنگ چاه فالیز (مرمریت) در فاصله ۳۰ کیلومتری بجستان در محدوده استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفتند. روش مورد استفاده در این پژوهش جهت بررسی اثرات معادن بر منطقه، استفاده از ماتریس رایم و لئوپولد بود.

ماتریس RIAM

در این روش تمام عوامل محیط زیستی و اجتماعی مورد بررسی در ۴ طبقه شامل عوامل فیزیکی و شیمیایی (PC) ، عوامل زیستی و بوم‌شناختی (BE)، عوامل اجتماعی و فرهنگی (SC) و عوامل اقتصادی و اجرایی (EO) قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱. دسته‌بندی معیارها در نرم‌افزار RIAM

طبقه در RIAM	معیارها در هر طبقه
PC	اقلیم و کیفیت هوا، منابع آب، خاک و توپوگرافی، سروصدا
BE	اکوسیستم خشکی، اکوسیستم آبی، زمین منظر
SC	ترافیک جاده‌ای، سلامت عمومی، مشارکت مردم، اثر باستانی
EO	اشتغال، کاربری اراضی

در نرم‌افزار RIAM معیارهای مهم ارزیابی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

A) معیارهایی که گویای اهمیت هستند.

B) معیارهایی که گویای ارزش هستند.

سپس نرم‌افزار با توجه به امتیازهای داده شده به هر کدام از این معیارها و با استفاده از فرمول‌های خاص به بررسی گزینه‌ها می‌پردازد (۱). فرمول‌های به‌کار رفته در روش RIAM در شکل فعلی آن می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$(A_1)*(A_2) = AT$$
$$(B_1) + (B_2) + (B_3) = BT$$
$$(AT) + (BT) = ES$$

در این روابط، (A_1) و (A_2) و امتیازهای جداگانه برای گروه A و (B_1) و (B_2) و (B_3) امتیازهای جداگانه برای گروه B هستند. AT

ضرب همه امتیازهای BT ، A حاصل جمع همه امتیازهای B و ES امتیاز محیط زیستی برای شرایط است (۱).

در جدول ۲ ارزش‌دهی و معیارهای آن در نرم افزار RIAM آورده شده است.

جدول ۲. معیارهای ارزیابی

معیار	امتیاز	توصیف
A_1= اهمیت وضعیت	۴	اهمیت ملی و بین‌المللی
	۳	اهمیت منطقه‌ای و ملی
	۲	اهمیت برای مناطق حاشیه محل
	۱	فقط دارای اهمیت برای شرایط محلی
	۰	بدون اهمیت
A_2= بزرگی اثرات	+۳	اثر بسیار مثبت
	+۲	اثر معنی‌دار مثبت
	+۱	اثر مثبت
	۰	بی اثر
	-۱	اثر منفی
	-۲	اثر معنی‌دار منفی
	-۳	اثر بسیار منفی
B_1 = دوام اثرات	۱	بدون تغییر
	۲	موقتی
	۳	دائمی
B_2 = برگشت‌پذیری	۱	بدون تغییر
	۲	برگشت‌پذیر
	۳	برگشت‌ناپذیر
B_3 = تجمعی بودن اثر	۱	بدون اثر
	۲	اثر غیرتجمعی
	۳	اثر تجمعی

با استفاده از اطلاعات جدول ۲، برای هر یک از عواملی که تحت تأثیر پروژه واقع می‌گردند، A_1 و A_2 و B_1 و B_2 و B_3 به‌طور مجزا، در منطقه تحت بررسی امتیازدهی می‌شود (معمولاً عوامل اجتماعی امتیاز مثبت و عوامل محیط زیستی امتیاز منفی دریافت می‌کنند). با این وجود، هیچ رابطه روشن و معنی‌داری بین نمرات عوامل محیط زیستی و نمرات عوامل اجتماعی وجود ندارد، با این مفهوم ضمنی که این شاخص‌ها اثرات مختلفی را اندازه‌گیری می‌کنند. امتیازدهی این مطالعه به عوامل بر اساس اطلاعات موجود در طرح، مطالعات گسترده، نظر کارشناسان و بازدید میدانی به صورت جدول ۳ می‌باشد. منطقه ۱ معدن سنگ گرانیت و منطقه ۲ معدن سنگ مرمریت می‌باشد.

جدول ۳. امتیازهای اختصاص یافته به معیارها

معیار	A1		A2		B1		B2		B3	
منطقه	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
اقلیم و کیفیت هوا	۳	۲	-۱	-۱	۳	۳	۳	۲	۳	۳
منابع آب	۳	۳	-۲	-۱	۳	۲	۳	۲	۲	۲
خاک و توپوگرافی	۲	۲	-۲	-۲	۳	۳	۳	۳	۲	۲
سر و صدا	۲	۲	-۱	-۱	۳	۲	۳	۲	۲	۲
اکوسیستم خشکی	۳	۳	-۲	-۱	۳	۳	۳	۳	۲	۲
اکوسیستم آبی	۳	۳	-۱	-۱	۳	۳	۳	۳	۲	۲
زمین منظر	۲	۲	-۱	-۱	۳	۳	۲	۲	۲	۲
ترافیک جاده‌ای	۲	۲	-۱	-۱	۲	۳	۲	۳	۳	۲
سلامت عمومی	۲	۲	-۱	-۱	۳	۳	۳	۳	۲	۲
مشارکت مردم	۳	۳	۲	۱	۳	۲	۲	۲	۳	۳
اثر باستانی	۴	۳	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
اشتغال	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۳
کاربری اراضی	۳	۳	-۲	-۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳

نرم‌افزار RIAM با استفاده از این اطلاعات و فرمول‌هایی که قبلاً ذکر گردید، به هر یک از پارامترها، امتیازی از E- تا E+ اختصاص می‌دهد. هرچه این امتیاز به E- نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که اجرای این پروژه بر عامل مورد نظر اثر منفی بیشتری می‌گذارد و هرچه این امتیاز به E+ نزدیک‌تر باشد، بدین معناست که اجرای پروژه نه تنها بر عامل اثر منفی ندارد، بلکه برای آن مفید نیز می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که هر یک از امتیازهای اختصاص یافته از E- تا E+ نشان‌دهنده دامنه ارزشی است که در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. ارزش و توصیف امتیازهای داده شده توسط نرم‌افزار RIAM

توصیف هر امتیاز	امتیاز	ارزش هر امتیاز
اثرات بسیار مثبت	+E	(+۷۲ - +۱۰۸)
اثرات مثبت معنی‌دار	+D	(+۳۶ - +۷۱)
اثرات مثبت متوسط	+C	(+۱۹ - +۳۵)
اثرات مثبت	+B	(+۱۰ - +۱۸)
اثرات مثبت اندک	+A	(+۱ - +۹)
بدون تغییر	N	۰
اثرات منفی اندک	-A	(-۱ - -۹)
اثرات منفی	-B	(-۱۰ - -۱۸)
اثرات منفی متوسط	-C	(-۱۹ - -۳۵)
اثرات منفی معنی‌دار	-D	(-۳۶ - -۷۱)
اثرات بسیار منفی	-E	(-۷۲ - -۱۰۸)

ماتریس لئوپولد:

در ماتریس لئوپولد فاکتورها در چهار دستهٔ کلی زیر قرار گرفتند که هر یک خود دارای فاکتورهای جزئی‌تر هستند:

- فاکتورهای فیزیکی: فرسایش، فشردگی، کیفیت آب سطحی، زهکشی، کیفیت آب زیرزمینی، هوا و ...
- فاکتورهای بیولوژیکی: گیاهان، جانوران و زیستگاه‌ها و ...
- فاکتورهای اجتماعی- اقتصادی: اشتغال، رفاه، قیمت زمین، ساختار اجتماعی و ...
- فاکتورهای فرهنگی: آثار تاریخی، سلامت فیزیکی و آسایش روانی و...

در ماتریس لئوپولد، ماتریسی درست می‌شود که ریزفعالیت‌های پروژه در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیط زیست (فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) در سطرهای آن نوشته می‌شود. در ماتریس لئوپولد ایرانی محدوده اثرات منفی از ۱- تا ۵- و اثرات مثبت از ۱ تا ۵ نمره‌گذاری می‌شود (۲۵). در مربع محل تقاطع هر فعالیت محیط زیستی که از آن فعالیت متأثر خواهد شد، شدت و دامنه اثر پیش‌بینی و ارزیابی می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵. محدوده و تأثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی

اثرات مثبت		اثرات منفی	
اثر	ارزش	اثر	ارزش
سودمندی بسیار زیاد	۵	تخریب بسیار زیاد	۵-
سودمندی زیاد	۴	تخریب زیاد	۴-
سودمندی متوسط	۳	تخریب متوسط	۳-
سودمندی کم	۲	تخریب کم	۲-
سودمندی بسیار کم	۱	تخریب بسیار کم	۱-

جمع جبری ارزش‌های موجود در ستون‌های ماتریس برای هر فعالیت در انتهای ماتریس قرار می‌گیرد و بر تعداد ارزش‌های موجود تقسیم می‌شود و در نتیجه میانگین آن‌ها که همواره بین ۵- تا ۵+ است، محاسبه می‌گردد.

جدول۶. نتیجه میانگین رده‌بندی نسبت به اثرات ایجاد شده

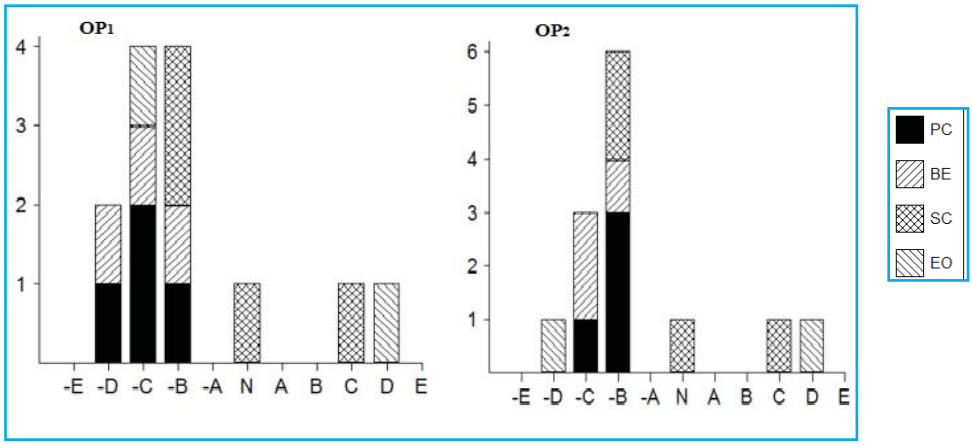
اثرات یا پیامدهای منفی	میانگین رده‌بندی	اثرات یا پیامدهای مثبت	میانگین رده‌بندی
پیامدهای منفی مخرب یا بسیار شدید	از ۵- تا ۴/۱-	پیامدهای مثبت عالی یا بسیارخوب	از ۴/۱ تا ۵
پیامدهای منفی شدید، بد و مخرب	از ۴- تا ۳/۱-	پیامدهای مثبت خوب	از ۳/۱ تا ۴
پیامدهای منفی متوسط	از ۳- تا ۲/۱-	پیامدهای مثبت متوسط	از ۲/۱ تا ۳
پیامدهای منفی ضعیف	از ۲- تا ۱/۱-	پیامدهای مثبت ضعیف	از ۱/۱ تا ۲
پیامدهای منفی ناچیز	از ۱- تا ۰	پیامدهای مثبت ناچیز	از ۰ تا ۱

در جمع‌بندی اثرات در پایین ماتریس یا سمت چپ آن، میانگین اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه می‌شود. در آخر برای مواردی که میانگین بالای ۳- دارند، باید راهکارهای اصلاحی جدی مناسب برای کاهش اثرات ارائه شود.

یافته‌ها

ماتریس RIAM

در این ماتریس اثرات هر پروژه در چهارچوب RIAM به‌طور اساسی از نظر اهمیت و بزرگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس دوام، برگشت‌پذیری و تجمعی بودن اثرات نیز مورد نظر قرار می‌گیرند تا از این راه، به شکل نسبتاً کامل‌تری تصویری از اثرات توسعه مورد نظر بر محیط زیست به دست آید. نمودار ۱ تعداد و دامنه اثرات معدن‌کاری بر محیط‌های چهارگانه در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر این اساس در معدن گرانیت (OP_1) بیشترین آثار در رده B- و C- یعنی آثار منفی اندک و منفی متوسط واقع شده، در حالی‌که در معدن مرمریت، بیشترین آثار در رده B- یعنی آثار منفی اندک قرار گرفته است. در منطقه معدن گرانیت، منفی‌ترین اثر در دامنه C- و مربوط به عوامل زیستی و بوم‌شناختی و فیزیکی- شیمیایی و مثبت‌ترین تغییر در دامنه D+ بر عوامل اقتصادی و اجرایی اعمال می‌شود. در منطقه سنگ مرمریت، منفی‌ترین و مثبت‌ترین اثر در دامنه D- و D+ هر دو در محیط عوامل اقتصادی و اجرایی مشاهده شد.



شکل ۱. اثرات معدن‌کاری بر محیط‌های چهارگانه در دو منطقه تحت مطالعه (OP_1: معدن سنگ گرانیت، OP_2: معدن سنگ مرمریت)

جدول۷. خلاصه وضعیت ارزیابی زیست محیطی

منطقه	+E	+D	+C	+B	+A	N	-A	-B	-C	-D	-E
۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۴	۴	۲	۰
۲	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۶	۳	۲	۰

در جدول ۷ تعداد کل هر یک از امتیازهای کسب شده برای هر مکان آورده شده است. همان‌گونه که در جدول ۴ ذکر گردید، هر یک از این امتیازها دارای یک بازه ارزشی است. برای انجام محاسبات، میانه هر بازه همانند جدول ۸ معادل آن بازه در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۸. میانه محاسبه شده برای هر امتیاز

امتیاز	+E	+D	+C	+B	+A	N	-A	-B	-C	-D	-E
میانه	۷۲	۳۶	۱۹	۱۰	۱	۰	-۹	-۱۸	-۳۵	-۷۱	-۱۰۸

اکنون به‌راحتی و با ضرب کردن تعداد هر امتیاز در میانه هر بازه و حاصل جمع آنها، به هر مکان عدد خاصی داده می‌شود که هرچه این عدد بزرگ‌تر و به اعداد مثبت نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده اثرپذیری کمتر از اجرای پروژه و مناسب‌تر بودن آن مکان دارد. نتایج این عملیات ساده ریاضی در زیر آورده شده است.

Site 1: (0*-108)+(2*-71)+(4*-35)+(4*-18)+(0*-9) +(1*0) +(0*1)+(0*10)+(1*19)+(1*36)+(0*72)= -299

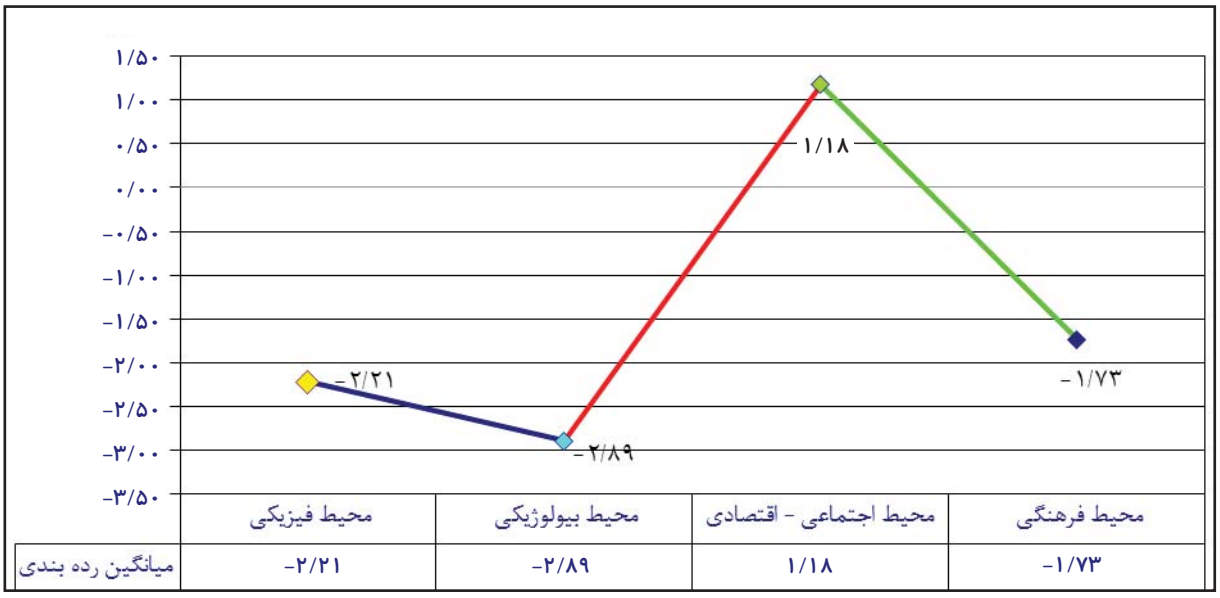
Site 2: (0*-108)+(2*-71)+(3*-35)+(6*-18)+(0*-9)+(1*0)+(0*1)+(0*10)+(1*19)+(1*36)+(0*72)= -300

سایت ۱: معدن سنگ گرانیت، سایت ۲: معدن سنگ مرمریت

ماتریس لئوپولد

شکل ۲ نتیجه تجزیه و تحلیل اطلاعات معادن سنگ از طریق

ماتریس لئوپولد را نشان می‌دهد. بر این اساس میانگین کلی در تمام محیط‌ها ۱/۴۶- است که بر اساس جدول ۶، معدن‌کاری در مجموع در محیط‌های چهارگانه دارای پیامدهای منفی ضعیف است. با توجه به شکل ۲، معادن سنگ مطالعه شده از نظر محیط اجتماعی - اقتصادی دارای پیامدهای مثبت ضعیفی می‌باشند. همچنین به لحاظ محیط فیزیکی و محیط بیولوژیکی، پیامدهای منفی متوسط و به لحاظ محیط فرهنگی، پیامدهای منفی ضعیفی برآورد گردید.



شکل ۲. نتیجه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به روش ماتریس لئوپولد در معادن گرانیت و سنگ سرخ‌سنگ چاه فالیز در مرحله بهره‌برداری- تابستان ۱۳۹۶

بحث

در این مطالعه پس از کسب اطلاعات، جمع‌آوری نظر خبرگان و بازدید میدانی یک چک‌لیست شامل ۱۳ پارامتر در محیط‌های فیزیکی- شیمیایی، بوم‌شناختی، اجتماعی و اقتصادی تهیه و امتیازدهی شد و اثرات پروژه بر محیط‌های چهارگانه در ماتریس RIAM بررسی گردید. امتیازات کسب شده توسط پارامترها می‌تواند حداکثر امتیاز ۱۰۸+ (اثرات و تغییرات مفید و مثبت زیاد) و حداقل امتیاز ۱۰۸- (اثرات و تغییرات منفی زیاد) را شامل شود. همانطور که در شکل ۱ مشخص است، فراوانی هرکدام از بخش‌های محیطی نسبت به میزان اثرات از E- تا E+ مشخص می‌گردد. در این پروژه دامنه امتیازی پاستاکیا در معدن گرانیت از محدوده اثر D- (اثرات منفی معنی‌دار) با عدد فراوانی ۲- برای محیط زیستی و بوم‌شناختی و ۱- برای محیط فیزیکی- شیمیایی تا محدوده اثر D+ (اثرات مثبت معنی‌دار) با عدد فراوانی ۱+ برای محیط اقتصادی - اجتماعی تا محدوده اثر D+ (اثرات مثبت معنی‌دار) با عدد فراوانی ۱+ برای محیط اقتصادی- اجتماعی می‌باشد. در معدن سنگ گرانیت بیشترین فراوانی مربوط به محیط اجتماعی- فرهنگی و فیزیکی- شیمیایی به ترتیب در اثر B- و C- یعنی تغییرات منفی اندک و منفی متوسط می‌باشد. در معدن سنگ مرمریت بیشترین فراوانی مربوط به محیط فیزیکی- شیمیایی در اثر B- یعنی تغییرات منفی اندک می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی تعداد و دامنه اثرات معدن‌کاری در معدن گرانیت نشان می‌دهد که در اثر این فعالیت ۲ اثر منفی معنی‌دار، ۴ اثر منفی متوسط، ۴ اثر منفی اندک، ۱ اثر مثبت متوسط و ۱ اثر مثبت معنی‌دار در محیط ایجاد می‌شود. همچنین در معدن

سنگ مرمریت ۱ اثر منفی معنی‌دار، ۳ اثر منفی متوسط، ۶ اثر منفی اندک، ۱ اثر مثبت متوسط و ۱ اثر مثبت معنی‌دار در محیط ایجاد می‌شود. در مطالعه انجام شده بر روی معدن سنگ آهن آنومالی شمالی بافق، بیشترین فراوانی اثرات در محیط زیستی- بوم‌شناختی در اثر A- یعنی اثر و تغییر منفی گزارش شد. همچنین تغییرات منفی معنی‌دار با فراوانی ۱ در بخش فیزیکی- شیمیایی و تغییرات مثبت متوسط در بخش‌های اقتصادی- اجرایی و اجتماعی- فرهنگی با فراوانی ۱ گزارش شددر ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن زغال‌سنگ لوپنی در کشور رومانی، بیشترین تأثیر بر اجزای فیزیکی و شیمیایی محیط به‌صورت بسیار منفی گزارش شد و در مجموع محیط‌های چهارگانه، اثرات به‌صورت منفی اندک برآورد گردید (۲۷). در ارزیابی زیست‌محیطی انجام شده بر روی یک طرح معدن‌کاری در هند، تأثیراتی منفی در رابطه با خصوصیات فیزیکی- شیمیایی، تغییرات ژئومورفولوژیکی، تأثیر بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرسطحی، کیفیت هوا، توازن اکولوژیکی، از دست رفتن تنوع زیستی، نابودی زندگی عشایر و جابجایی قبایل در اثر این پروژه برآورد گردید (۲۸). تجزیه و تحلیل اطلاعات معادن از طریق ماتریس لئوپولد نیز نشان داد که میانگین کلی در تمام محیط‌ها ۱/۴۶- بوده که بر اساس جدول ۶، میانگین رده‌بندی نسبت به اثرات ایجاد شده پیامدهای منفی ضعیف محسوب می‌شود. همچنین با توجه به شکل ۲، زیانبارترین پیامدها نیز با نتیجه ۲/۸۹- به محیط بیولوژیکی مربوط می‌شود. به‌طور مشابه بر اساس نتایج ارزیابی انجام شده در مورد معدن گلیران در شمال ایران، میانگین کلی در تمام محیط‌ها ۱/۶۹- برآورد گردید که حاکی از پیامدهای منفی ضعیف است. همچنین با نتیجه ۳/۱۰- پیامدهای پروژه در محیط بیولوژیکی به‌طور شدید، بد و مخرب منفی گزارش شد (۲۹). در مطالعه بر روی کارخانه سیمان یاسوج بر اساس نتایج حاصل از ماتریس RIAM، منفی‌ترین اثرات مربوط به کیفیت هوا، فرسایش خاک، آلودگی صوتی، کیفیت محصولات کشاورزی، چشم‌اندازها و مناظر روستا، اشتغال و بیکاری و بر اساس نتایج حاصل از ماتریس لئوپولد بیشترین آسیب‌های زیست‌محیطی وارده مربوط به بخش‌های اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی (در مرحله بهره‌برداری) و بیولوژیکی و فیزیکی (در مرحله ساخت) بود. با این حال بیشترین آثار منفی ایجاد شده در رده‌بندی گروه ضعیف قرار داشتند (۳۰).

نتیجه‌گیری

فعالیت‌های بهره‌برداری از سنگ گرانیت دهغیبی و سنگ‌سرخ سنگ چاه فالیز (مرمریت) با توجه به ماتریس RIAM در مجموع دارای اثرات منفی متوسط تا اندک بر روی محیط فیزیکی- شیمیایی و با توجه به ماتریس لئوپولد دارای اثرات منفی اندک بر محیط‌های بیولوژیکی و فیزیکی- شیمیایی می‌باشد. با توجه به اینکه حذف کامل اثرات و پیامدهای منفی پروژه‌های صنعت و معدن امری غیرممکن است، بایستی با اقدامات اصلاحی و روش‌های غیرسازه‌ای در قالب برنامه مدیریت زیست‌محیطی، اثرات منفی بهره‌برداری از معادنی همچون معادن سنگ خراسان رضوی را کاهش داد، لذا با اعمال ملاحظات زیست‌محیطی ادامه بهره‌برداری از معدن سنگ خراسان رضوی می‌تواند علاوه بر تحقق اهداف توسعه ملی، اشتغال‌زایی و ایجاد تأسیسات زیربنایی را نیز دنبال کند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت صاحبان معادن مورد بررسی و کارشناسانی که در انجام پژوهش حاضر همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Sadeghloo T, Sojasi Ghidari H, Riahi V. Assessing eco environmental effects of mining extractive industries on the sustainability of rural areas Case: villages surrounding Zanjan cement factory. 2016(Persian).
2. Ghosh S, Jintanapakanont J. Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. International Journal of Project Management. 2004;22(8):633-43.
3. Rashidinejad F, Osanloo M, Rezai B. 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. 2008;5(2):183-94.
4. Monjezi M, Shahriar K, Dehghani H, et al. Environmental impact assessment of open pit mining in Iran. Environmental geology. 2009;58(1):205-16.
5. Giannopoulo IP, Panias D. Sustainable development of mining and metallurgy in relation,Acta Metallurgica Slovaca12. 2006.
6. Environmental Impact Assessment in Open pit Mines, Case Study: The Sangan Iron Ore Mine in Khaf. 2017;(1):81-93.
7. Madani S, malmasi S, nezakati esmaeelzade R. Environmental Impact Assessment of Steel Plants Using Modified RIAM Method (Case Study: Tiam Steel Plant in Guilan Province). JEnv Sci Tech. 2017;19 (4):409-21 (Persian).
8. MONZAVI G, SALMANMAHINY A, YUNESI H. Impact Assessment of Candidate Landfill Sites for Zanjan City Using Improved RIAM Method. 2015(Persian).
9. Salman Mahini A, Kamyab H. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi. Publication of Mehrmahdis. Tehran, Iran. 596p. 2012.
10. Shoili AG, Farrokhi M, Neizehbaz H, Alizadeh H. Selection of optimum option for sludge disposal in the Guilan province of Iran using rapid impact assessment matrix (RIAM). J Water Resources and Environ Eng. 2000;3(12):288-97.
11. El-Naqa A. Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill, Jordan. Environmental Geology. 2005;47(5):632-9.
12. Narimisa M, Ahmad Basri N. A model for environmental impact assessment of oil refinery in Iran a case study: Tehran oil refinery. 2nd international conference on environmental science and technology IPCBEE 6, IACSIT press; Singapore. 2011.
13. Muthusamy N, Rahmalingam M. Environmental impact assessment for urban planning and development using GIS. . Proceedings of the third international conference on environmental health, Chennai; India2003.
14. Shopley J, Fuggle R. Comprehensive review of current environmental impact assessment methods and techniques. J Environ Manage;(United States). 1984;18(1).
15. Pastakia CM, Jensen A. The rapid impact assessment matrix (RIAM) for . Environmental Impact Assessment Review. 1998;18(5):461-82.
16. Phillips J. 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. 2012;63:17-25.
17. Mondal M, Dasgupta B. of municipal solid waste disposal site in Varanasi using RIAM analysis. Resources, conservation and recycling. 2010;54(9):541-6.
18. Leopold LB. A procedure for evaluating environmental impact: US Dept. of the Interior; 1971.
19. Makhdoum M. Evaluation model for environmental change. Journal of Environmental Studies 1982;11(0):25-34 (Persian) .
20. Aghnoum M, Makhdoum M, Feghhi J, Amiri BJ. Assessing the environmental impacts of forest management plan based on matrix and landscape degradation model. 2018.
21. Valizadeh S, Shekari Z. Evaluation of Iranian Leopold Matrix application in the Environmental Impact Assessment () of solid waste management options in Birjand city. Iranian Journal of Health and Environment. 2015;8(2):249-62.
22. Mirzaei N, Nori J, Mahvi AH, Yunesian M, Malaki A. Assessment of environmental impacts produced by compost plant in Sanandaj. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2010;14(4):79-88(Persian).
23. Gholamalifard M, Mirzaei M, Hatamimanesh M, Riyahi Bakhtiari A, Sadeghi M. Application of rapid impacts assessment matrix and Iranian matrix in environmental impact assessment of municipal solid waste landfill of Shahrekord. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2014;16(1). (Persian).
24. Heidari EA, Sadeghian S. Zaveh Cement Plant Environmental Impact Assessment Using Iranian Leopold Matrix. Journal of Research in Environmental Health. 2017;3(1):84-93.
25. Sajjadi SA, Aliakbari Z, Matlabi M, Biglari H, Rasouli SS. Environmental impact assessment of Gonabad municipal waste landfill site using Leopold Matrix. Electronic physician. 2017;9(2):3714.
26. Bahrami S, Setoude A, Elmi M, Ehsanzade A. Environmental Impact Assessment of Mines Using the Pastaka Method (Case Study: North Anomaly Iron Ore Mining Bafgh.

Method (Case Study: North Anomaly Iron Ore Mining Bafgh) Quarterly 2016;9(36):33-45.

27. Irimia GI, Muntean L, Malschi D. Environmental Impact Assessment of Tailing Dumps (Case Study: Lupeni Coal Mine, Jiului Valley). ProEnvironment Promediu. 2011;4(7).
28. Kumar KS. Environmental impact assessment of a proposed Bauxite mining using rapid impact assessment matrix method. International Journal of Applied Environmental Sciences. 2010;5(1):29-38.
29. ALIAKBARI Z, ZAREI A, AGHALARI Z. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF COAL MINE IN THE NORTH OF IRANBY THE IRAINAN LEOPOLD MATRIX. 2018.
30. Imani B, Yarmohammadi K, Asadpour Z. Environmental Impact Assessment of Yasouj Cement Factory Using RIAM and Iranian Leopold Matrix (Case Study: Tangary Village of Yasouj City). Natural hazards. 2019.