نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٤
صفحات ۵۱-۳۳

تحلیل فضایی ـ زمانی مدیریت مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن در ایران

محمود فال‌سلیمان، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه بیرجند
محمد حجی‌پور، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه خوارزمی[1]

دریافت مقاله: ۹۳/۱۰/۰۱ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۳/۳

چکیده

مخاطرات در حیات بشر متأثر از دو نیروی انسانی و طبیعی ظهور و نمود می‌یابند. تاکنون این گونه بوده که انسان تأثیرگذارترین محرک پایابی مخاطرات و شدت‌دهی به آن بوده است. علت نقش‌آفرینی منفی انسان در صحنه‌ی زیستی به عوامل عدیده‌ای چون ناآگاهی، قدرت عمل و واکنش پایین، توان فناوری کم، ایدئولوژی‌های سلطه‌جویانه و رقابت باز می‌گردد. اما، در کل آنچه در نظام اجتماعی و مهندسی رفتار بشر (به‌خصوص در برخورد با طبیعت) به شدت تابعی از آن است، نظام مدیریتی است. یکی از رفتارهای متداول و مرسوم انسان‌ها، که در چارچوب نظام اقتصادی جای می‌گیرد، استخراج و بهره‌برداری از معادن است که دارای تبعات بی‌شماری برای اکوسیستم است. در واقع، معادن جلوه‌ای از کنش انسان در برخورد با طبیعت هستند که روز به روز بر دامنه‌ی فعالیتی آن افزوده می‌شود. ایران کشوری است که حیات اقتصادی آن در مقیاس خرد تا کلان بر پایه‌ی ذخایر عظیم معدنی مستقر در آن است. از سوی دیگر، بهره‌برداری از معادن در کشور دارای آثار گوناگون محیط زیستی است. در این تحقیق تلاش شده تا به تحلیل فضایی ـ زمانی پدیده‌ی انسان‌ساخت مخاطرات محیط زیستی معادن در حال بهره‌برداری کشور، تحت عنوان مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن پرداخته شود که به طور عمده ناشی از نظام مدیریتی است. داده‌های مورد نیاز با استفاده از مطالعات اسنادی و از مرکز آمار ایران برای دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ گردآوری شده است. برای تجزیه و تحلیل و پاسخ پرسش تحقیق، داده‌ها در ۵ شاخص و ۱۶ زیرشاخص دسته‌بندی شدند. سپس، به تهیه‌ی نقشه‌های توزیع درصدی معادن و فعالیت‌های محیط زیستی استان‌ها در نرم افزار GEO Da$_{TM}$ و استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره COPRAS، مدل AHP و الگوریتم بیضوی انحراف معیار در GIS.۱۰ اقدام شد. نتایج نشان داد به‌رغم وجود معادن در همه‌ی مناطق کشور و گسترش بهره‌برداری از آن، توجه‌ها و ملاحظه‌های لازم برای کاهش یا تعدیل‌سازی آثار مخرب محیط زیستی معادن دایر در کشور وجود ندارد، به ویژه این‌که در زمینه‌ی اقتصادی کاهش‌دهی تخصیص سرمایه به تقویت بنیان‌های «زیست‌سازگار» کردن معادن در پیش گرفته شده است. پدیده‌ی «*مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن در حال بهره‌برداری ناشی از مدیریت*»، می‌تواند در ایجاد و تشدید مخاطرات زیست‌محیطی فضا نقش اساسی داشته باشد و در پهنه‌ی سرزمینی ایران، مخاطرات آنتروپوژنیکی با سرعتی مضاعف در حال خزش به سوی کانون‌های مهم جمعیتی و بسترسازی برای بحران‌های گوناگون مخاطراتی است.

واژگان کلیدی: محیط زیست، مخاطرات انسانی، آنتروپوژنیک، خزش مخاطرات، معادن.

۱. نویسنده مسئول
Email: mhajipour۲٤@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

مقدمه

زندگی انسان در طول حیات خود بر روی کره‌ی خاکی تحت تأثیر دو جریان عمده قرار دارد. فضاهای انسانی (اجتماعات و سازمان‌های گوناگون اجتماعی بشر) و محیط طبیعی دو نیرویی است که هم بر چگونگی زندگی انسان اثر دارد و هم متأثر از نحوه‌ی زندگی انسانی است. چنان‌چه رفتار و کنش انسان در محیط (اعم از انسانی و طبیعی) منطبق با ظرفیت‌ها و بر اساس قاعده‌مندی باشد، برون‌داد این چرخه پویایی و جهش مثبت سیستم‌های انسانی و طبیعی خواهد بود. اما در مقابل اگر انسان در عرصه‌ی زیستی خود، ملاحظات مناسب و درخور محیط را نداشته باشد، نتیجه همان گونه که در گذشته و حال تجربه شده است، بروز و استمرار مخاطرات محیطی ــچه برای انسان و چه برای طبیعتــ خواهد بود.

از کوچک‌ترین نوع فعالیت (که ممکن است کندن ریشه‌ی علفی یا خراش کوچک روی قطعه‌ی سنگی باشد) گرفته تا بزرگ‌ترین و وسیع‌ترین فعالیت‌ها (مانند ایجاد کلان‌شهرها) گسترش اثرگذاری مستقیم بشر در طبیعت است. همچنین، نوع دیگر اثرگذاری انسان در طبیعت به صورت غیرمستقیم است که به نوعی خطرناک‌تر و بسیار وسیع‌تر است، نظیر فرآیند گرم شدن محیط کره‌ی زمین و ذوب یخ‌های قطبی و یخچال‌های طبیعی. بشر و فعالیت‌های او حتی بر زندگی سایر موجودات زنده‌ی طبیعت شامل انواع گونه‌های جانوری و گیاهی اثر گذاشته است، به‌طوری که فشار جوامع انسانی برای تأمین منابع غذایی باقی‌مانده‌ی جمعیت جانوری و گیاهی را به نابودی کشانده است (Robbins, ۲۰۰۴؛ حیدری‌فر، ۱۳۹۱). بدین ترتیب، کنش انسان در پهنه‌ی زمین تاکنون بلایا و مخاطراتی را در پی‌داشته است، که بسته به موقعیت مکانی و شرایط فضایی زیست انسان، شدت و تعدد معتنابهی دارد. در واقع، مخاطرات انسانی ــهم چون نوع طبیعی آنــ دارای اشکال و زمینه‌های گوناگونی است. از این رو، بر مبنای رویکرد مکانی ـ فضایی می‌توان اذعان داشت که همواره بسته به شیوه‌ی زیست و سکونت انسان‌ها رفتار مخاطره‌آمیز خاصی سر می‌زند.

مخاطرات بر اثر فرآیند رابطه‌ی انسان با محیط تعریف می‌شود، در غیر این صورت پدیده‌هایی که خطر می‌نامیم جزو رفتار معمولی و رایج طبیعت است (علیجانی، ۱۳۹۳). مخاطرات محیطی و بحران‌های بوم‌شناسی برآیند تعامل و ارتباط متغیرهای محیط زیستی، اقتصادی، فرهنگی، بهداشتی و حتی سیاسی هستند. دامنه‌ی کنش این متغیرها، محلی ـ کروی است، به‌طوری که هیچ جای زمین از پیامدهای آن به دور نمانده است. البته، با این تفاوت که دامنه و عمق بحران شدت و ضعف دارد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸؛ کاویانی، ۱۳۸۹). به بیان دیگر، مخاطرات محیطی پیشامدهای ناگهانی یا تدریجی با خاستگاه طبیعی یا انسانی است که، متأثر از آن، سلامت و امنیت گستره‌ی زیست و اسکان بشر با خطر مواجه می‌شود.

بعد از جنگ جهانی دوم، در پی گسترش و توسعه‌ی فناوری و بهداشت، از یک طرف، جمعیت افزایش یافت و، از طرف دیگر، انتظارهای انسان بیشتر شد. انسانی که تا قبل از جنگ تحت سلطه‌ی طبیعت بود و نمی‌توانست حتی تغییری کوچک در آن بدهد بعد از جنگ توانمند شد و سعی کرد استیلای خود را اثبات کند. جنگ جهانی دوم نقطه‌ی عطفی در رابطه‌ی انسان با محیط و طبیعت بود. دخالت بی‌رویه و غیرزیستی انسان در طبیعت مشکلاتی را به بار آورد و نظام کلی طبیعت را برهم زد. در مقابل این دخالت انسان، طبیعت هم نظام زندگی انسان را، که جزو لاینفک طبیعت است، متأثر و متضرر کرد. در نیمه‌ی دوم سده‌ی بیستم، فراوانی مخاطرات انسان‌ساخت به قدری فراوان شد که بعضی دانشمندان این دوره را دوره‌ی آنتروپوسن[۱] نامیدند (Balteanu and Dogaru, ۲۰۱۱).

براساس گزارش سازمان همکاری اقتصادی و توسعه در ۲۰۰۱، تقریباً همه‌ی عوامل تشکیل‌دهنده‌ی محیط زیست تحت تأثیر فعالیت‌های انسان قرار دارد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲)؛ بدین‌سان، امروزه یکی از مسائل دامنه‌دار جهان، مسئله‌ی حفظ

[۱] Anthropocene

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

محیط زیست و تعدیل مخاطرات ناشی از دخالت‌های انسانی در اکوسیستم‌هاست، زیرا فجایع و بحران‌های زیست محیطی نه تنها آرامش و امنیت را از زندگی انسان می‌رباید، بلکه هستی را نیز تهدید می‌کند. بدین سبب، جلوگیری از تخریب محیط زیست و ممانعت از شکل‌گیری مخاطرات محیطی یکی از اولویت‌دارترین دغدغه‌های انسان و برنامه‌ریزان در سطوح گوناگون جهانی، ملی و ناحیه‌ای به‌شمار می‌آید، به گونه‌ای که در محافل علمی و سیاسی بحث‌های زیست محیطی پر سر و صداترین و جدی‌ترین بحث روز است (ولایی، ۱۳۸۴).

یکی از انواع کلی مخاطرات بر اساس عامل پدید آورده‌ی آن، *مخاطرات آنتروپوژنیکی* است. «آنتروپوژنیک» نحوه‌ی ارتباط انسان با طبیعت، یا به تعبیر *دانشنامه‌ی وبستر*، نحوه‌ی نفوذ انسان در طبیعت را بازگو می‌کند (http://www.merriam-webster.com؛ سلیمانی و حقی‌زاده، ۱۳۹۲). مخاطرات آنتروپوژنیکی یا انسان‌ساخت با فراوانی زیاد و به طور معناداری اکوسیستم‌های زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Vitousek et al, ۱۹۹۷; Vitousek and Field, ۱۹۹۹). مخاطرات آنتروپوژنیکی در مقام یکی از اختلال‌های ناشی از عملکرد انسانی می‌تواند فرآیندهای حفظ یک‌پارچگی اکوسیستم را مختل کند (Woods, ۲۰۰۷). در این باره، حوزه‌ی عملکردی آثار آنتروپوژنیکی در مقیاس‌های گوناگون مکانی و در سطوح سازمان اکولوژیکی است (Collins, ۲۰۰۹).

اختلال‌ها یا مخاطرات آنتروپوژنیکی می‌تواند تغییرات دائم در زندگی گیاهی و یا جانوران ناحیه‌ای ایجاد کند (Lamotte, ۱۹۸۳) که فعالیت‌های انسانی بن‌مایه‌ی اصلی این کنش است. فعالیت‌های انسانی در اکوسیستم‌ها و نواحی (نظیر افزودن جاده‌ها، ساختمان‌ها و سطوح نفوذناپذیر)، به صورت تنش‌های حیات جانوری و گیاهی عمل می‌کنند که آدام (Odum, ۱۹۸۵) معتقد است بسیاری از این فعالیت‌ها مضر و از پیش سازگار نیست. از این رو، بدون تردید، فعالیت‌های انسانی دارای نقش مهم در شکل‌یابی و تشدید مخاطرات آنتروپوژنیکی مانند تغییرات آب و هوا و تخریب زیستگاه‌های یک‌دیگر دارند که ممکن است منجر به کشیده شدن گونه‌های جمعیت انسانی به سوی انقراض گردد (Brook et al., ۲۰۰۸). از خطیرترین مخاطرات آنتروپوژنیکی می‌توان به تغییرات آب و هوایی (که در ارتباط معناداری با تولید جهانی سوخت‌های فسیلی و انتشار گاز CO۲ است)، خرد شدن اراضی زراعی، اثرگذاری در کیفیت آب رودخانه‌ها، فشار بر منابع جنگلی و تخریب خاک اشاره کرد (Ioan & Radulescu, ۲۰۱۵; Angheluta & Ciobotaru, ۲۰۱۴; Stern & Kaufmann, ۲۰۱۴; Shang-Shu et al., ۲۰۱۴; Hook & Tang, ۲۰۱۳; Su et al., ۲۰۱۴; Ghiurca et al., ۲۰۱۲). عمده‌ی عوامل تشدیدکننده‌ی مخاطرات آنتروپوژنیکی نیز شامل جهل مردم، نادیده گرفتن ارزش منابع طبیعی، مدیریت ضعیف منابع طبیعی و محیط زیست و قوانین ناکارآمد می‌شود (Pana et al., ۲۰۱۱).

بهره‌برداری از منابع طبیعی در قالب استخراج معادن، به منزله‌ی کنشی آنتروپوژنیکی، یکی از اصلی‌ترین عوامل نفوذ بشر در طبیعت به‌شمار می‌رود. فعالیت‌های معدن‌کاری، همانند اغلب صنایع، سبب بروز آلودگی‌های گوناگون زیست محیطی از قبیل آلودگی آب، خاک، هوا و صدا شده است که جنبه‌هایی از این آلودگی را به وضوح و روشنی می‌توان در پهنه‌های گوناگون زیست‌کره مشاهده کرد (شهریار و همکاران، ۱۳۸۲). از این رو، امروزه مشکلات زیست‌محیطی معادن به صورت معضلی مهم در همه‌ی کشورها مدنظر قرار دارد.

در کشور ما، بخش معدن توان و ظرفیت توسعه‌بخشی فراوانی دارد، به طوری که بر اساس آخرین آمار سرشماری از معادن در حال بهره‌برداری کشور در ۱۳۹۲، تعداد معادن ۵۴۴۵ معدن، تعداد شاغلان ۹۴۶۴۰ نفر، ارزش سرمایه‌گذاری ۱۲۹۸۰ میلیارد ریال، ارزش کل تولیدات ۱۲۶۷۳۸ میلیارد ریال و ارزش افزوده‌ی حاصل از معادن در حال بهره‌برداری ۹۳۴۳۲ میلیارد ریال است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲). بنابراین، معادن به سبب این‌که بالاترین درصد مشارکت را در تحقق

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

رشد تولید و صادرات غیرنفتی داشته در کانون توجه برنامه‌ریزان برای تحقق اهداف چشم انداز بیست ساله و برنامه‌های توسعه‌ای قرار دارد (وزارت صنایع و معادن،۱۳۹۰).

بر پایه‌ی لزوم حفاظت و صیانت از سلامت محیط زیست و اهمیت بی‌بدیل بخش معدن در توسعه‌ی فضایی کشور، سؤالات عدیده‌ی بی‌پاسخی فراروی نظام برنامه‌ریزی قرار دارد: از جمله این‌که چه میزان از معادن کشور با محیط زیست سازگاری یافته است؟، آیا به موازات اوج‌گیری منحنی بهره‌برداری از منابع طبیعی در قالب استخراج معادن تلاش برای کاهش آثار مخرب زیست محیطی آن نیز فزونی داشته است؟، آیا با توجه به این‌که مخاطرات زیست محیطی در کشور مطابق با الگوی حاکم بر جهان روبه تزاید است، استخراج معادن در ایران عامل تشدیدکننده یا تعدیل کننده‌ی مخاطرات است؟ و در کل آیا استخراج معادن در کشور بر پایه‌ی موازین توسعه‌ی پایدار و پایداری محیط زیست صورت می‌گیرد؟

در این تحقیق تلاش شده است تا پاسخی روشن به این سؤال داده شود: میزان مخاطره‌آفرینی محیط زیستی معادن در حال بهره‌برداری کشور، که ناشی از نحوه‌ی ساخت‌یافتگی از سوی نظام مدیریتی حاکم است، در فضاهای گوناگون کشور و مقاطع گوناگون زمانی چگونه است؟ در واقع، هدف تحقیق تبیینی فضایی ـ زمانی از «پدیده‌ی مخاطرات آنتروپوژنیکی ناشی از مدیریت معادن در حال بهره‌برداری کشور» است تا حداقل به شناخت یا کاهش آثار عوامل دخیل در شدت مخاطرات محیطی کشور کمک شود.

در خصوص زمینه‌ی مورد بحث این تحقیق، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است، به طوری که افرادی چون پارک (Park, ۲۰۰۹) به بررسی «اثر آنتروپوژنیکی توسعه‌ی شهری بر کاهش باکتری‌های نیتروژن‌ساز خاک، نماتدها و مخازن مواد مغذی»، کالینز (Collins, ۲۰۰۹) به مطالعه‌ی «واکنش جمعیت و جامعه به تغییرات زیست محیطی آنتروپوژنیک»، عبدالنور (Abdelnour, ۲۰۱۱) به «ارزیابی پاسخ اکوسیستم به اختلالات طبیعی و آنتروپوژنیکی با استفاده از یک مدل اکو-هیدرولوژیکی»، ارب (Erb, ۲۰۱۲) به بررسی «چشم‌انداز و آثار آنتروپوژنیکی بر پستانداران ناحیه‌ی آپالاچی»، هووک و تانگ (Hook & Tang, ۲۰۱۳) به مطالعه‌ی «کاهش سوخت‌های فسیلی و تغییرات آنتروپوژنیکی اقلیم»، شکوفه (۱۳۷۹) به «ارزیابی اثرات فعالیت‌های معدنی و فلزی بر محیط زیست»، مقصودلو (۱۳۸۶) به «ارزیابی اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی سدهای باطله‌ی معدنی»، موسوی علیانی و آیتی (۱۳۸۷) به مطالعه‌ی «اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های معادن زغال سنگ (با تأکید بر آلودگی‌های آب)»، موسوی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی «اثرات سوء معدن‌کاری بر محیط زیست شهرستان بهشهر استان مازندران»، دشتی امیرآباد و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی و تحلیل «اثر باطله‌های سولفیدی (پیریت) در بیابان‌زایی اطراف معادن و نقش آن در آلودگی خاک به عناصر سنگین» و ستوهیان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی «اثرات آلودگی زیست محیطی معدن منگنز رباط کریم» پرداخته‌اند.

در بررسی «آثار زیست‌محیطی ناشی از استخراج فسفات و بازسازی محیط زیست»، یانگ و همکاران (Yang et al, ۲۰۱۴) به این نتیجه رسیده‌اند که استخراج معادن روباز سبب تخریب پوشش گیاهی شده و بخشی از زمین‌های دیگر را برای دفن پسماندهای استخراج از بین برده است. در پی این تبعات، بیان‌زایی، فقر ساختار توده‌ی جنگلی، کاهش تنوع زیستی، استهلاک زیبایی چشم‌انداز، افزایش خطر بالقوه‌ی زمین‌لغزش و فرسایش زمین پدیدار شده است. در جای دیگر، زانگ و همکاران (Zhang et al, ۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان «آثار بهره‌برداری از معادن بر محیط زیست در شمال شرق چین» دریافتند که در پی استخراج معادن، مشکلات غالب محیط زیست شامل انواع بلایای زمین‌شناسی، آلودگی محیط زیست و تخریب منابع در دشت‌ها بروز کرده است. در این میان، عامل انسانی نقش بسیار گسترده‌تری از عوامل طبیعی دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

مطالعه‌ی حلبیان و همکاران (۱۳۹۱) با عنوان «تحلیل مخاطرات اقلیمی ـ آنتروپوژنیک بر نوسان آب‌های زیرزمینی» با هدف بررسی نوسان‌های و افت آب‌های زیرزمینی لردگان در بازه‌ی ۲۰ ساله بر اساس داده‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ و چگونگی ارتباط آن با بارش بود. نتایج نشان داد که در محدوده‌ی مطالعاتی تخریب منابع آب‌های زیرزمینی وجود دارد و، بر اساس پهنه‌های ترسیم شده، بیشترین تخریب در منطقه‌ی خانمیرزا و جوانمردی و پس از آن در میلاس و مالخلیفه صورت گرفته است. از حیث بارش‌های جوی نیز یافته‌ها گواه روند کاهشی بارش در بازه‌ی زمانی یاد شده است. سنجش همبستگی بین روند تغییرات آب‌های زیرزمینی و روند بارش در بازه‌ی مطالعه نیز نشان‌دهنده‌ی همبستگی ضعیف و تأثیر بسیار اندک تغییرات بارش بر افت آب‌های زیرزمینی بوده و بر پایه‌ی آن استنتاج شده است که نوسان و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی غالباً حاصل حفاری‌های زیاد و برداشت بی‌رویه از سفره‌های آبی در پهنه‌ی مطالعاتی بوده است.

نورالهی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی نقش عامل آنتروپوژنیک در کاهش آب تالاب پریشان با استفاده از تحلیل داده‌های ایزوتوپ کربن و اکسیژن» به تحلیل تغییرات سطح آب تالاب پریشان پرداختند. داده‌های ایزوتوپی ناهمگونی مشهودی را در تغییرات اقلیمی و تغییرات آب تالاب پریشان در دو سده‌ی اخیر نشان داده که این امر با تأثیر نقش عامل انسانی در مقام عاملی برهم زننده ارتباط می‌یابد. حفر چاه و قنات به منزله‌ی روش‌های مرسوم برای بهره‌برداری آب در منطقه در ابتدای دوره منجر به افت سطح آب زیرزمین شده و سپس سبب کاهش تغذیه‌ی سفره‌های زیرزمینی گردیده است.

طباطبایی و همکاران (۱۳۹۱) پس از «بررسی آلودگی و تعیین منشأ فلزات سنگین درخاک‌های اطراف مجتمع گروه ملی صنعت فولاد ایران در اهواز» دریافتند که میانگین غلظت فلزات آهن، منگنز، کروم و روی در منطقه‌ی مطالعه کمتر از حداکثر غلظت مقبول کشور کاناداست که این امر نشان از عدم آلودگی این فلزات در خاک‌های اطراف گروه ملی است. همچنین، عنصر کروم دارای منشأ ژئوژنتیک است، ولی دیگر عناصر دارای منشأ آنتروپوژنیک هستند. در همین خصوص، سعادتیان و حسینی (۱۳۹۲) با مطالعه‌ی خود با عنوان «آثار زه‌آب اسیدی معادن (AMD) بر آب‌های سطحی و زیرزمینی» دریافتند که باطله‌های باقی‌مانده از فعالیت استخراج و فراوری، خاستگاه آلودگی محیط پیرامون ویژه‌ی آب‌های سطحی و زیرزمینی است، زیرا عملیات فراوری سبب افزایش میزان واکنش‌های اکسایش به دلیل افزایش سطح تماس کانی‌های سولفیدی با هوا و آب می‌شود. سلیمانی و حقی‌زاده (۱۳۹۲) نیز در تحقیقی با عنوان «تحلیل عوامل آنتروپوژنیک؛ آثار رشد و توسعه‌ی انسان بر تخریب منابع طبیعی» به مطالعه‌ی فعالیت‌های گوناگون انسانی در تخریب جنگل‌ها و مراتع پرداختند. نتایج مؤید این واقعیت است که رشد و توسعه‌ی انسان آثار زیان‌بار بسیاری را بر منابع طبیعی و مخصوصاً جنگل‌ها و مراتع بر جای می‌گذارد. رشد و افزایش نامحدود جمعیت در مقابل منابع طبیعی محدود سبب ناهماهنگی‌هایی در طبیعت گردیده که انسان با فعالیت‌های ناموزون خود آن را تشدید می‌کند. بدین‌سان، در ایجاد مخاطرات طبیعی، علاوه بر عوامل طبیعی، نقش انسان را نباید از نظر دور داشت.

ستوهیان و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بهره‌برداری از معادن با نگرش ویژه به معادن استان گیلان» نشان دادند که بهره‌برداری ازمعادن آثار متعددی بر محیط زیست برجای می‌گذارد که شامل آثار بر محیط فیزیکی، محیط بیولوژیکی و نیز محیط اقتصادی و اجتماعی است. آثار زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی بر محیط فیزیکی شامل آثار اقلیم و کیفیت هوا، اثر روی آب خاک و آلودگی‌های صوتی است. آثار بر محیط بیولوژیکی شامل تأثیر آن بر گیاهان و جانوران است. از دیگر قسمت‌های محیط زیست، که تحت تأثیر پروژه‌های معدنی قرار می‌گیرد، محیط اقتصادی ـ اجتماعی است. چنین محیط‌هایی از مراحل ساختمانی بهره‌برداری یا پس از آن دست‌خوش تغییرات می‌شود. روش‌های استخراج مواد معدنی، که به دو روش معمول استخراج سطحی و استخراج زیرزمینی صورت می‌گیرد، هر کدام می‌تواند

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

تأثیرات فراوانی بر روی محیط زیست اطراف پروژه‌ی معدنی برجای گذارد. آزاد شدن مواد سمی برخی عناصر فلزی، که واکنش‌پذیری شدیدی با آب و خاک منطقه دارند، می‌تواند برای حیات مضر باشد. برخی عناصر فلزی نظیر کادمیم جیوه و شبه‌فلزاتی نظیر انتیموان و ارسنیک (که به مقدار بسیار کم در اغلب کانسنگ‌های سولفیدی وجود دارند) به منزله‌ی محصولات جانبی بازیافت می‌شوند و حتی در مقدار بسیار کم نیز فوق‌العاده سمی و خطرناک‌اند، به ویژه به شکل انحلال‌پذیر که موجودات زنده سریعاً آن را جذب می‌کنند.

نقد و بررسی مجموع مطالعاتی که در گذشته درباره‌ی موضوع مورد بحث صورت گرفته حاکی از این واقعیت است که تاکنون به طور عمده بیشتر تحقیقات در پی شناخت آثار و تحلیل نظام اثرگذاری استخراج انواع معادن بوده است. در این باره، چندان به مقوله‌ی زیست‌سازگاری معادن و راه‌ها و اقداماتی در خصوص کاهش مخاطرات استخراج معادن (نوعی مخاطرات آنتروپوژنیکی یا انسان‌ساخت) پرداخته نشده است. همچنین، رویکرد فضایی در تحلیل آثار و نتایج محیط زیستی بهره‌برداری از معادن تاکنون چندان مورد توجه نبوده است که در این تحقیق تلاش گردیده کاستی‌های یاد شده مرتفع شود.

داده‌ها و روش کار

این تحقیق به لحاظ هدف کاربردی و دارای ماهیتی توصیفی ـ تحلیلی است. به منظور پیشبرد تحقیق و گردآوری داده‌ها از مطالعات اسنادی و بررسی پایگاه‌های داده‌ی مرکز آمار ایران استفاده گردید. داده‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ (به دلیل محدود بودن دامنه‌ی آمار) استان‌های کشور استخراج شد. داده‌ها در قالب ۵ شاخص و ۱۶ زیرشاخص گردآوری گردید (جدول ۱) که به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، پس از تکمیل بانک اطلاعات، با بهره‌گیری از نرم افزار GEO DaTM نقشه‌های توزیع درصدی معادن و فعالیت‌های محیط زیستی استان‌ها (در چارچوب ۵ شاخص کلی) ترسیم شد. در ادامه، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره COPRAS[۱] یا همان روش «ارزیابی نسبی ترکیبی» و مقادیر شاخص‌های جدول شماره‌ی ۱ برای استان‌های کشور، سطح‌بندی مناطق بر اساس میزان مخاطره‌آفرینی محیط زیستی معادن در حال بهره‌برداری طی سال‌های ۱۳۸۸و ۱۳۹۲ انجام گرفت و نقشه‌های مربوط در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترسیم شد. سرانجام، به منظور آشکارسازی الگو و جریان فضایی مخاطره‌آفرینی معادن در سطح کشور طی دوره‌ی مورد بررسی، بیضوی انحراف معیار امتیازات محاسبه شده در روش COPRAS مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ در GIS رسم گردید.

روش COPRAS یا ارزیابی نسبی ترکیبی

روش کوپراس از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به منظور اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی گزینه‌های گوناگون به کار می‌رود. اما عمدتاً این روش زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که معیارها مد نظر مثبت و منفی در کنار هم ارزیابی شوند (یعنی در میان معیارها شاخص‌هایی باشد که فزونی مقدار آن برای به نتیجه رسیدن هدف یا امر اولویت‌بندی مطلوب است که آن دسته از شاخص‌ها را مثبت می‌خوانیم هم معیارهایی وجود دارد که با افزایش مقدار آن از سطح مطلوبیت آن کاسته می‌شود که در اصطلاح شاخص‌های منفی گفته می‌شود). این روش در چهار گام صورت می‌گیرد (Antucheviciene et al., ۲۰۱۱):

گام اول) تعیین وزن و اهمیت هر یک از معیارها: برای انجام دادن این مرحله، از مدل‌های گوناگون تعیین ارزش نظیر AHP یا ANP می‌توان استفاده کرد که در این تحقیق وزن شاخص‌ها با استفاده از آرای کارشناسی و در چارچوب روش AHP به شرح زیر محاسبه شده است:

[۱] COmplex PRoportional ASsessment

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

ابتدا با معیارها (شاخص‌های محیط زیستی معادن به شرح جدول ۱) و زیرمعیارها نظام سلسله‌مراتبی مدل AHP تشکیل شد. سپس، با بهره‌گیری از آرای کارشناسان مرتبط با مسئله (که شامل ۵ نفر از استادان دانشگاهی و متخصص در زمینه‌ی محیط زیست، جغرافیا و کارشناسان سازمان محیط زیست بود)، اقدام به مقایسه‌ی زوجی معیارها شد. همچنین، در هر معیار، به مقایسه‌ی زوجی زیرمعیارها اقدام گردید، به طوری که نسبت اهمیت نیز از ۱ (معرف ترجیح یکسان) تا ۹ (معرف کاملاً مرجح) تعیین شد. در ادامه، به منظور محاسبه‌ی وزن عوامل، ابتدا جمع هر ستون در ماتریس زوجی محاسبه و سپس هر عضو ماتریس به جمع ستون مربوط تقسیم گردید که حاصل آن ایجاد اعداد به صورت نرمال بود و در آخر میانگین هر ردیف محاسبه شد که معرف وزن هر عامل بود.

گام دوم) نرمال‌سازی ماتریس داده‌های اولیه: پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، از طریق فرمول زیر به نرمال‌سازی داده‌ها اقدام می‌شود که در این فرمول، «w_{ij}» معرف مقدار نرمالیزه‌شده هر داده در ماتریس اولیه، «q_i» معرف وزن محاسبه‌شده‌ی معیارها در مرحله‌ی اول و «f_{ij}» معرف مقدار هر معیار برای هر گزینه است:

$$w_{ij} = q_i \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} f_{ij}},$$

گام سوم) محاسبه‌ی ارزش‌های مثبت «S_j^*» و منفی «S_j^-»: در این مرحله باید معیارهایی که دارای ارزش منفی و مثبت هستند به طور جداگانه با هم جمع جبری شوند:

$$S_j^* = \sum_{i=1}^{m} w_{ij}^*,$$
$$S_j^- = \sum^{m} w_{ij}^-,$$

گام چهارم) محاسبه‌ی امتیاز نهایی هر گزینه: برای انجام دادن این امر از فرمول زیر استفاده می‌شود که در این فرمول: $S_{\min} = \min_j S_j^-,\ j = 1, \ldots, n$

$$Q_j = S_j^* + \frac{S_{\min} \cdot \sum_{j=1}^{n} S_j^-}{S_j^- \cdot \sum_{j=1}^{n} \frac{S_{\min}}{S_j^-}},$$

سرانجام، پس از محاسبه‌ی مقدار Q_j می‌توان به اولویت‌بندی گزینه‌ها اقدام کرد به ترتیبی که هر چه مقدار Q_j بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده‌ی رتبه‌ی بالاتر آن گزینه در اولویت‌بندی است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

جدول ۱. شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تحقیق

شاخص		زیرشاخص
فاضلاب	محل دفع	چاه
		رودخانه
		دریاچه / تالاب
		زمین‌های کشاورزی
		زمین‌های غیرکشاورزی
سیستم تصفیه‌ی فاضلاب		شیمیایی
		فیزیکی
		فیزیکی و شیمیایی
باطله‌های استخراج	روش دفع	مخزن سد باطله
		مخزن دپوی باطله
فعل سرمایه‌گذاری		آب و فاضلاب
		هوا
		پسماند
ارزش سرمایه‌گذاری انجام شده		آب و فاضلاب
		هوا
		پسماند

شرح و تفسیر نتایج

الف) تحولات توان معدنی مناطق کشور (دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸)

بر اساس آمار ارائه شده، تعداد معادن کل کشور در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ به ترتیب برابر با ۴۴۲۴ و ۵۴۴۵ واحد بوده که حاکی از رشد ۲۳ درصدی است. از حیث میزان تولید نیز از ۲۰۳۳۲۵۶۶ تن در سال ۱۳۸۸ به ۳۵۵۸۴۷۹۹۰ تن در سال ۱۳۹۲ یعنی رشدی برابر با ۷۵ درصد رسیده است. در این زمینه، بررسی رشد تعداد معادن در حال بهره‌برداری استان‌های کشور طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۸ نیز مؤید این واقعیت است (جدول ۲) که عمده‌ی استان‌های کشور طی دوره‌ی مذکور رشد مثبتی را گذرانده‌اند و در میان مناطق استان‌های اردبیل، البرز، ایلام، بوشهر، تهران، کردستان، قزوین، فارس، لرستان و همدان با رشد منفی مواجه بوده‌اند. از دلایل آن تا حدودی می‌توان به تقویت سایر فعالیت‌های اقتصادی نظیر خدمات در قیاس فعالیت‌های بخش معدن، موقعیت مکانی و اثرپذیری از نوار مرزی و یا کم‌توجهی نظام برنامه‌ریزی اشاره کرد. در کل، می‌توان نتیجه گرفت در نظام اقتصادی کشور به معادن و گسترش بهره‌برداری از آن در پهنه‌ی سرزمینی توجه مستمری وجود دارد.

جدول ۲. درصد رشد تعداد معادن در حال بهره‌برداری استان‌های کشور طی دوره‌ی ۹۲-۱۳۸۸

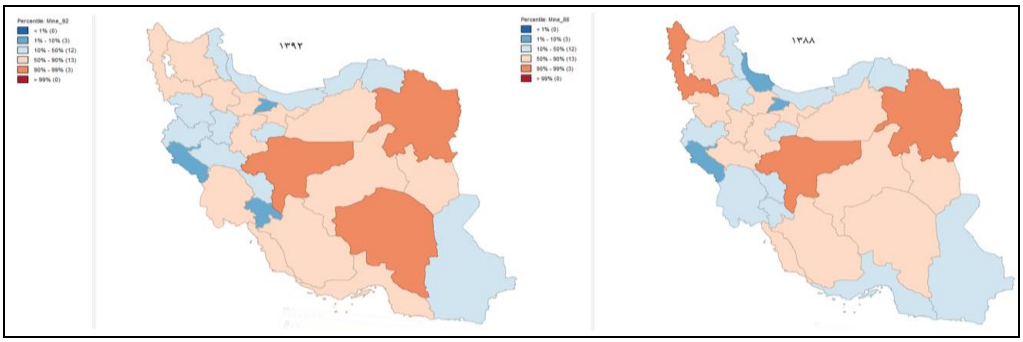
استان	رشد معادن	استان	رشد معادن	استان	رشد معادن
آذربایجان شرقی	۴۱.۳۸	خراسان شمالی	۱۴.۱	کهگیلویه و بویراحمد	۲.۶۳
آذربایجان غربی	۲۴.۱۳	خوزستان	۳۲.۱۷	گلستان	۸.۱۴
اردبیل	-۸.۱۴	زنجان	۲۱.۳۶	گیلان	۷۳.۹۱
اصفهان	۲۱.۱۸	سمنان	۱۴.۵۲	لرستان	-۱۸.۷۵
البرز	-۲۱.۷۴	سیستان و بلوچستان	۵۶.۷۲	مازندران	۵.۹۵
ایلام	-۱۳.۳۳	فارس	-۱.۲۹	مرکزی	۵۶.۴۱
بوشهر	-۱۴.۸۶	قزوین	-۲.۷۴	هرمزگان	۶۰.۷۶
تهران	-۲۲.۶۵	قم	۱۱.۱۱	همدان	-۱۵.۸۶
چهارمحال و بختیاری	۹.۳۳	کردستان	-۳.۱۵	یزد	۰.۴۷
خراسان جنوبی	۶۱.۷	کرمان	۲۲۴.۶۷		
خراسان رضوی	۳۵.۳۱	کرمانشاه	۱۲.۲۴		

(مأخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲)

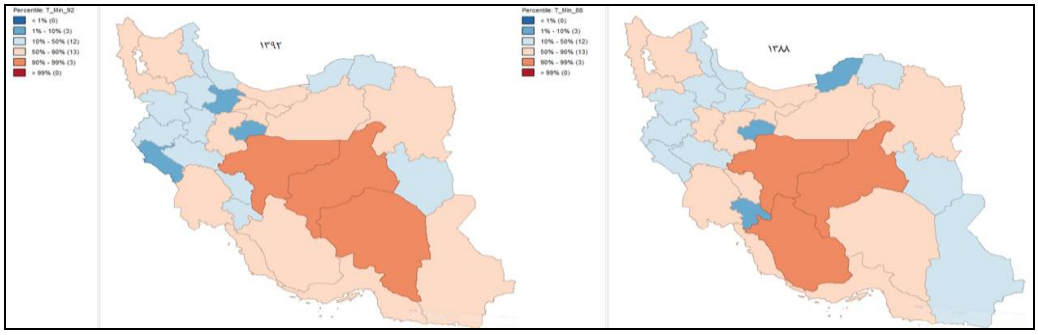
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

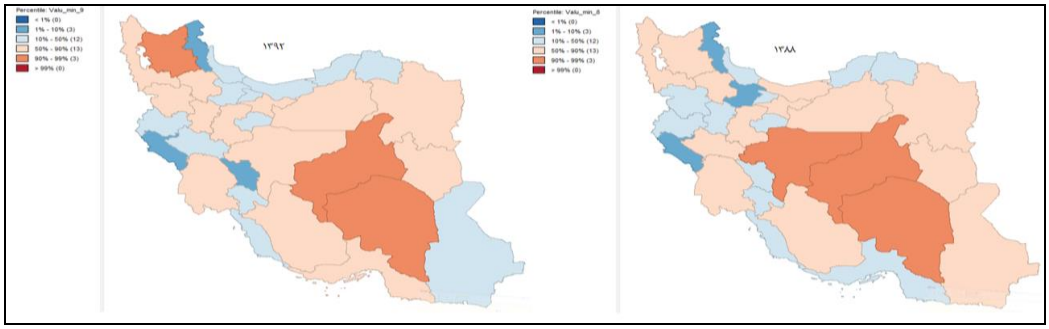
خوانش مکانی کشور از حیث نحوه‌ی توزیع تعداد معادن در استان‌های گوناگون نشان می‌دهد (شکل ۱) که هیچ یک از استان‌های کشور بدون فعالیت در بخش معدن و فاقد معادن در حال بهره‌برداری نیست. در ۱۳۸۸، بیشترین تعداد معادن در حال بهره‌برداری در استان‌های خراسان رضوی، اصفهان و آذربایجان غربی استقرار داشتند که با تغییراتی در سال ۱۳۹۲ این جایگاه به استان‌های کرمان، خراسان رضوی و اصفهان تعلق گرفت. در کل، الگوی حاکم بر تغییرات نشان از تجمع فعالیت‌های استخراجی از معادن در نواحی مرکزی ایران دارد. به لحاظ توزیع فضایی تولیدات معدنی نیز (شکل ۲) یافته‌ها نشان می‌دهد استان‌های اصفهان، یزد و فارس در ۱۳۸۸ بیشترین سهم در تولیدات معدنی و در ۱۳۹۲ استان‌های یزد، کرمان و اصفهان دارای بیشترین تولیدات معدنی بوده‌اند. بر این اساس می‌توان گفت الگوی توزیع فضایی تعداد معادن کشور با توزیع فضایی میزان تولیدات معدنی در سطح هر منطقه همسان نیست. همچنین، این شاخص نیز دارای گرایش به مرکز کشور است. بررسی‌ها از حیث توزیع ارزش کل تولیدات معدنی گویای این است (شکل ۳) که استان‌های کرمان، یزد و اصفهان در ۱۳۸۸ تولیدات معدنی آن‌ها دارای بیشترین ارزش بوده که در ۱۳۹۲، استان آذربایجان شرقی جایگاه استان اصفهان را کسب کرده است.



شکل ۱. نقشه‌های توزیع درصدی تعداد معادن در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۹۲-۱۳۸۸.



شکل ۲. نقشه‌های توزیع درصدی تولیدات معدنی در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۹۲-۱۳۸۸.



شکل ۳. نقشه‌های توزیع درصدی ارزش کل تولیدات معدنی در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۹۲-۱۳۸۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

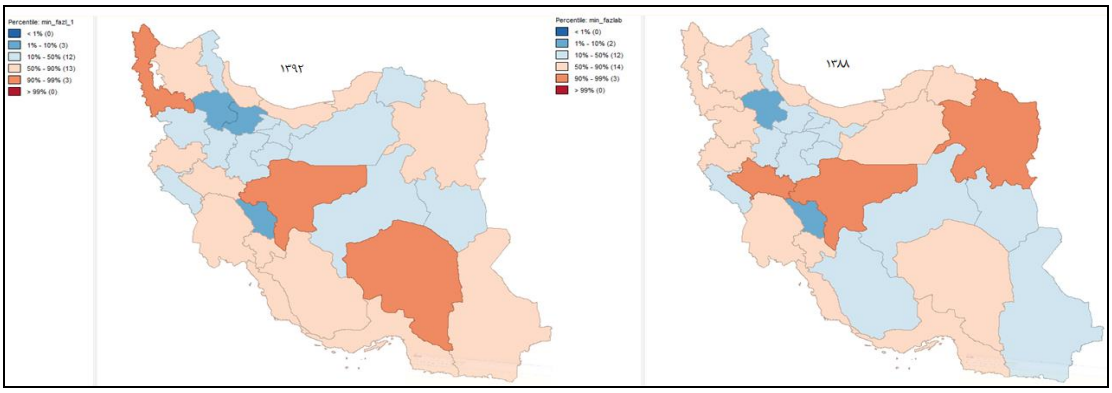
ب) تحولات شاخص‌های محیط زیستی معادن در مناطق کشور (دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸)

طبق آمار، در ۱۳۸۸ از مجموع ۴۴۲۶ واحد معدنی دایر در کشور تعداد ۱۰۷۳ واحد یعنی ۲۴.۲ درصد دارای فاضلاب[۱] است. این رقم در ۱۳۹۲، به تعداد ۱۵۹۷ واحد برابر با ۲۹.۳ درصد از مجموع ۵۴۴۵ واحد معدنی کشور رسیده است. بر این اساس، می‌توان گفت تعداد واحدهای معدنی دارای فاضلاب در دوره‌ی مورد بررسی رشدی در حدود ۵ درصد داشته است. اولویت محل‌های دفع فاضلاب معادن در ۱۳۸۸ به ترتیب شامل زمین‌های غیرکشاورزی، سایر (مواردی که از چند محل برای دفع استفاده می‌گردد)، رودخانه‌ها، چاه‌ها، زمین‌های کشاورزی و دریاچه‌ها و تالاب‌ها بوده است (مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲). در ۱۳۹۲، ترتیب اولویت محل‌های دفع[۲] فاضلاب معادن مانند گذشته بوده اما میزان سهم چاه‌ها در دفع فاضلاب به نسب گزینه‌ی سایر فزونی داشته است. در کل، تغییرات حاکی از وجود گرایش به تزریق فاضلاب در اندام زیرسطحی زمین به جای رهاسازی در اراضی و تخریب سطح زمین است (جدول ۳). همچنین، بررسی توزیع فضایی معادن دارای فاضلاب نشان داد (شکل ۴) که استان‌های اصفهان، خراسان رضوی و لرستان مناطقی با بیشترین معادن دارای فاضلاب و استان‌های زنجان و چهارمحال و بختیاری فاقد معادن دارای فاضلاب‌اند. در ۱۳۹۲، بیشترین معادن دارای فاضلاب در استان‌های اصفهان، کرمان و آذربایجان غربی دایر بود که در همین زمان استان‌های چهارمحال و بختیاری، زنجان و قزوین معادن فاقد فاضلاب بودند.

جدول ۳. محل‌های دفع فاضلاب معادن کشور

سال / محل دفع	۱۳۸۸	۱۳۹۲
چاه	۱۷۸	۲۸۲
رودخانه	۱۸۷	۱۵۶
دریاچه و تالاب	۲	۱۳
دریا	۰	۰
زمین‌های کشاورزی	۵۶	۴۴
زمین‌های غیرکشاورزی	۵۲۰	۸۴۶
سایر	۲۲۷	۲۵۵

(مأخذ: مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲)



شکل ۴. نقشه‌های توزیع درصدی معادن دارای فاضلاب در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸.

[۱]. منظور از فاضلاب پسابی است که بر اثر استفاده‌های گوناگون از نظر مشخصات فیزیکی (رنگ، شفافیت، بو، مزه و...) یا شیمیایی (اسیدی شدن، قلیایی شدن و...) به حالتی درآید که استفاده مجدد یا تخلیه‌ی آن در محیط زیست مستلزم تصفیه باشد.

[۲]. از آنجایی که امکان دفع فاضلاب معادن در دو یا چند مکان وجود دارد، لزوماً نباید سرجمع محل‌های دفع فاضلاب با تعداد معادن دارای فاضلاب برابر باشد.

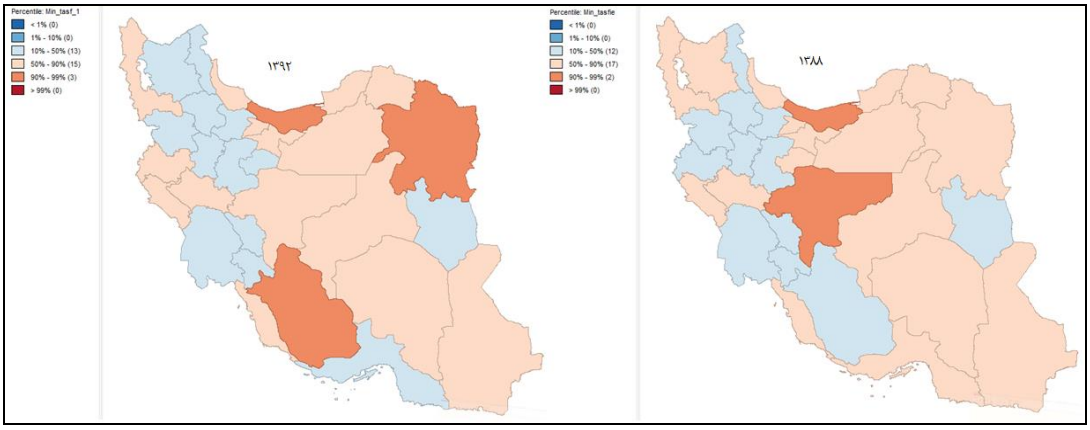
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

به لحاظ میزان استفاده از سیستم تصفیه‌ی فاضلاب در معادن کشور، طبق آمار در ۱۳۸۸ از مجموع ۱۰۷۳ واحد معدنی دارای فاضلاب ۳۳۵ واحد یعنی ۳۱.۲ درصد و در ۱۳۹۲ از تعداد ۱۵۹۷ واحد دارای فاضلاب ۴۹۴ واحد معدنی یعنی ۳۰.۹ درصد به انواع سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب مجهز شدند که، به نسبت رشد تعداد واحدهای معدنی دارای فاضلاب، می‌توان اذعان داشت فرآیند تجهیز معادن به سیستم تصفیه‌ی فاضلاب رشد نداشته است (مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲). در بهره‌گیری از انواع سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب در کشور (جدول ۴)، یافته‌ها حاکی از گرایش به استفاده از سیستم فیزیکی تصفیه‌ی فاضلاب (یعنی به عملیاتی از قبیل آشغال‌گیری، دانه‌گیری، شناورسازی، ته‌نشینی مواد معلق و خشک کردن و دفع لجن از فاضلاب) دارد. تغییرات توزیع فضایی بهره‌گیری از سیستم تصفیه‌ی فاضلاب معادن در استان‌های کشور نشان می‌دهد (شکل ۵) در ۱۳۸۲ دو استان اصفهان و مازندران و در ۱۳۹۲ استان‌های خراسان رضوی، فارس و مازندران دارای بیشترین درصد بهره‌مندی از سیستم تصفیه‌ی فاضلاب معادن بودند. همچنین، در ۱۳۹۲ سهم استان هرمزگان (استانی هم‌جوار با دریا که احتمال آلوده‌سازی اکوسیستم خلیج فارس و دریای عمان از سوی آن همیشه وجود دارد) در داشتن سیستم تصفیه‌ی فاضلاب معادن نسبت به ۱۳۸۸ کاهش داشته است.

جدول ۴. میزان بهره‌گیری از سیستم تصفیه‌ی فاضلاب در معادن کشور

نوع سیستم تصفیه‌ی فاضلاب	۱۳۸۸		۱۳۹۲	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
شیمیایی	۷	۲.۰۹	۱۹	۳.۸۰
فیزیکی	۳۱۸	۹۴.۶۸	۴۴۸	۹۰.۷۰
شیمیایی و فیزیکی	۱۱	۳.۲۳	۲۷	۵.۵۰

(مأخذ: مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲)



شکل ۵. نقشه‌های توزیع درصدی معادن دارای سیستم تصفیه‌ی فاضلاب در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸.

در میان معادن در حال بهره‌برداری کشور در ۱۳۸۸، تعداد ۲۸۵۵ واحد معدنی برابر با ۶۴.۵ درصد از کل معادن دارای باطله و در ۱۳۹۲ این رقم ۳۷۲۴ واحد معدنی یعنی ۶۸.۴ درصد از کل معادن در حال بهره‌برداری کشور بوده است (مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲). در هر دو بازه‌ی زمانی، دفع مواد باطله عمدتاً با استفاده از روش «مخزن دپوی باطله»[1] و در

[1]. چنان‌چه مواد باطله و زاید در محلی روی هم تخلیه و به صورت دپو درآید، به آن مخزن دپوی باطله گفته می‌شود.

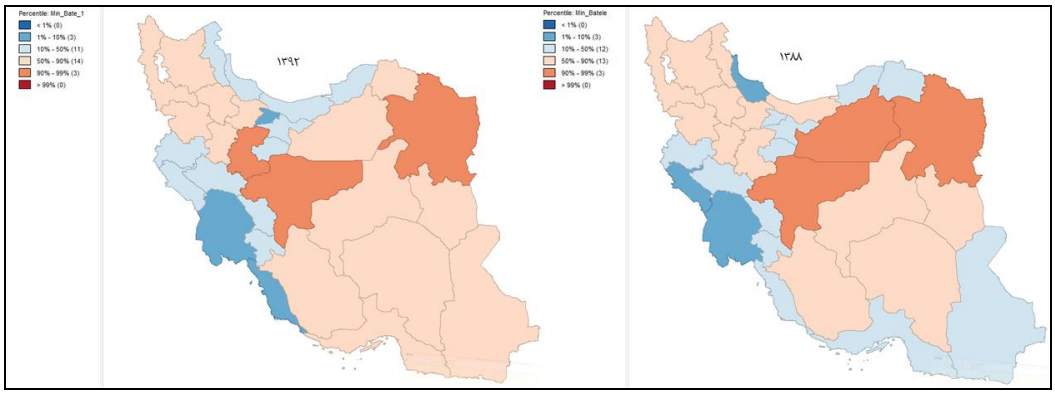
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

مرتبه‌ی بعدی روش «مخزن سد باطله»[1] صورت می‌گرفته است (جدول ۵). همچنین الگوی توزیعی معادن دارای باطله در میان استان‌های کشور (شکل ۶) حاکی از ناهمسانی در دوره‌ی مطالعه است.

جدول ۵. میزان بهره‌گیری از سیستم تصفیه‌ی فاضلاب در معادن کشور

روش دفع مواد باطله	۱۳۸۸		۱۳۹۲	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
مخزن سد باطله	۴۹۱	۱۷.۱۹	۶۱۹	۱۷
مخزن دپوی باطله	۲۰۷۲	۷۲.۵۸	۲۸۳۱	۷۶
سایر	۲۹۲	۱۰.۲۳	۲۷۴	۷

(مأخذ: مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲)



شکل ۶. نقشه‌های توزیع درصدی معادن دارای باطله در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸.

بر اساس آمار موجود، در ۱۳۸۸ از مجموع ۴۴۲۶ واحد معدنی دایر، در ۴۵۲ واحد برابر با ۱۰.۲ درصد سرمایه‌گذاری در بخش‌های محیط زیست معادن کشور صورت گرفته که این میزان در ۱۳۹۲ به ۶۱۴ واحد از کل واحدهای معدنی دایر (۵۴۴۵ واحد معدنی) یعنی در حدود ۱۱.۳ درصد رسیده است (مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲). از حیث زمینه‌های سرمایه‌گذاری بخش محیط زیست معادن نیز یافته‌ها گواه این واقعیت است که در ۱۳۸۸ ترتیب سرمایه‌گذاری به شرح فضای سبز، هوا، آب و فاضلاب و پسماند بوده و در ۱۳۹۲ نیز ترتیب اهمیت شاخص‌های یادشده تغییری نداشته است. اما به لحاظ ارقام، رشد تعداد در هر یک از زمینه‌ها را می‌توان شاهد بود که به نوعی تابع الگوی حاکم بر گسترش بهره‌برداری از معادن نیز است (جدول ۶). الگوی فضایی سرمایه‌گذاری‌ها در بخش محیط زیست معادن کشور و تغییرات آن مؤید این واقعیت است که همواره سه استان بیشترین درصد جذب سرمایه‌گذاری‌ها را داشته‌اند و الگوی ۱۳۸۸ حاکی از نوعی تجمع سرمایه‌گذاری‌های محیط زیستی است که در ۱۳۹۲ به نوعی با پراکندگی مواجه شده است. همچنین، نقشه‌ها نشان می‌دهد دو ناحیه‌ی شمالی (کناره‌ی دریای خزر) و جنوب شرق ایران که از نواحی دارای اولویت به لحاظ محیط زیست و مخاطرات هستند، همواره مورد بی‌مهری نظام تخصیص سرمایه‌گذاری معادن در حوزه‌ی محیط زیست بوده‌اند (شکل ۷).

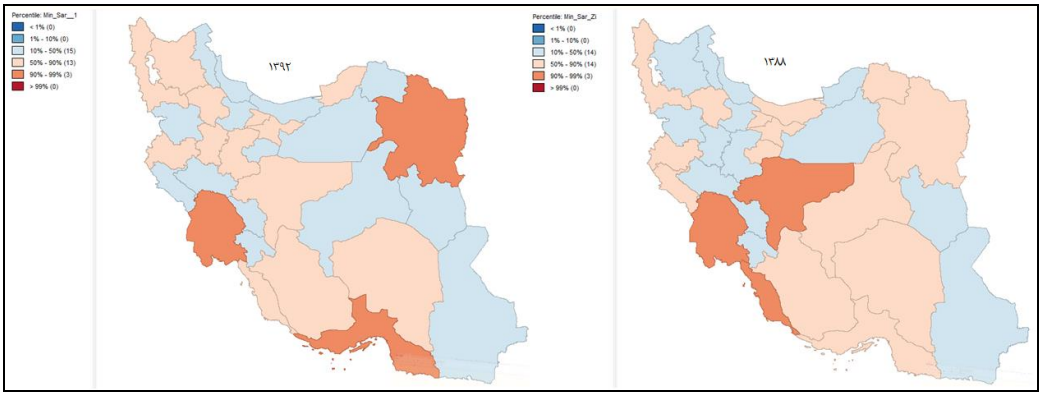
[1]. چنان‌چه مواد باطله و زاید در شیارها و دره‌های منطقه تخلیه گردد، به آن مخزن سد باطله گفته می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

جدول ۶. زمینه‌های سرمایه‌گذاری در بخش‌های محیط زیست معادن کشور

سال / زمینه‌ی سرمایه‌گذاری	۱۳۸۸	۱۳۹۲
آب و فاضلاب	۱۰۱	۱۵۷
هوا	۲۰۵	۲۷۱
پسماند	۸۷	۱۲۰
فضای سبز	۲۳۲	۳۵۱
سایر	۲۱	۳۲

(مأخذ: مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲)



شکل ۷. نقشه‌های توزیع درصدی معادن دارای سرمایه‌گذاری در بخش محیط زیست در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸.

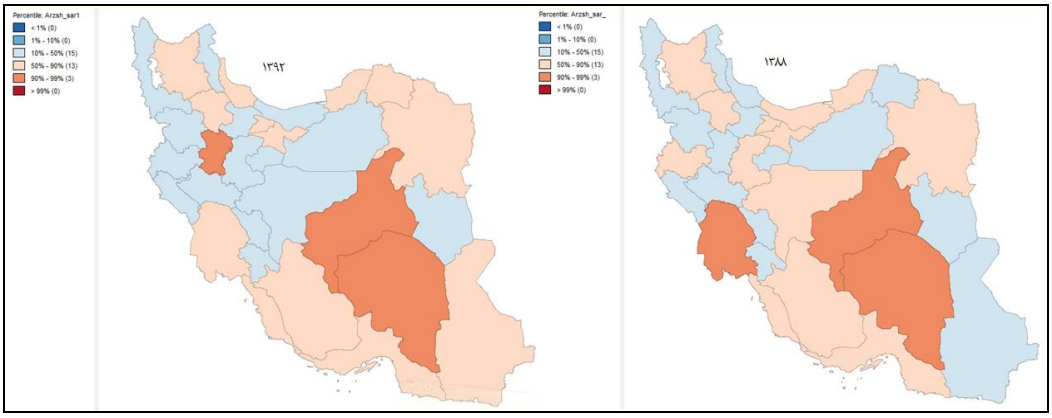
در ۱۳۸۸ رقمی برابر با ۹۲۵۳۸۳ میلیون ریال در بخش محیط زیست معادن کشور سرمایه‌گذاری شده است که این میزان به ۲۰۴۶۰۳ میلیون ریال در ۱۳۹۲ به شیبی برابر ۲۲.۱ درصد کاهش داشته است (مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲). با در نظر گرفتن سعود تورم، این شکاف منفی بیشتر خواهد شد. ترتیب اولویت‌دهی برای سرمایه‌گذاری در بخش محیط زیست معادن بر اساس ارزش سرمایه‌گذاری نشان می‌دهد (جدول ۷) که در ۱۳۸۸ بیشترین ارزش سرمایه‌گذاری‌ها به مقوله‌ی پسماند و سپس به آب و فاضلاب، هوا و فضای سبز اختصاص یافته است. اما این ترتیب در ۱۳۹۲ به گونه‌ی دیگری بوده به طوری که مقوله‌ی حفاظت و کاهش آلودگی‌های هوا دارای بالاترین میزان توجه و در مراتب بعدی، پسماند و آب و فاضلاب قرار داشته است. توزیع فضایی ارقام سرمایه‌گذاری در بخش‌های محیط زیست معادن طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ حاکی از این واقعیت است (شکل ۸) که در هیچ دوره‌ای مناطق صنعتی کشور و برخی مناطقی نظیر جنوب شرق، غرب و جنوب غرب، که با مخاطراتی بحران‌زا مواجه هستند، برای کاهش آثار مخرب بهره‌برداری معادن و عدم تقویت مخاطرات استیلا یافته، توجه کافی و برجسته‌ی سرمایه‌گذاری به لحاظ میزان سرمایه‌گذاری صورت نگرفته است.

جدول ۷. ارزش سرمایه‌گذاری در بخش‌های محیط زیست معادن کشور

سال / زمینه‌ی سرمایه‌گذاری	۱۳۸۸	۱۳۹۲
آب و فاضلاب	۱۸۴۶۴۶	۴۷۸۶۵
هوا	۱۵۴۶۹۰	۵۸۹۱۹
پسماند	۵۶۹۴۸۷	۵۲۳۹۸
فضای سبز	۶۷۶۵	۱۸۵۵۳
سایر	۹۷۹۶	۲۶۸۶۶

(مأخذ: مرکز آمار ایران، b۱۳۸۸ و b۱۳۹۲)

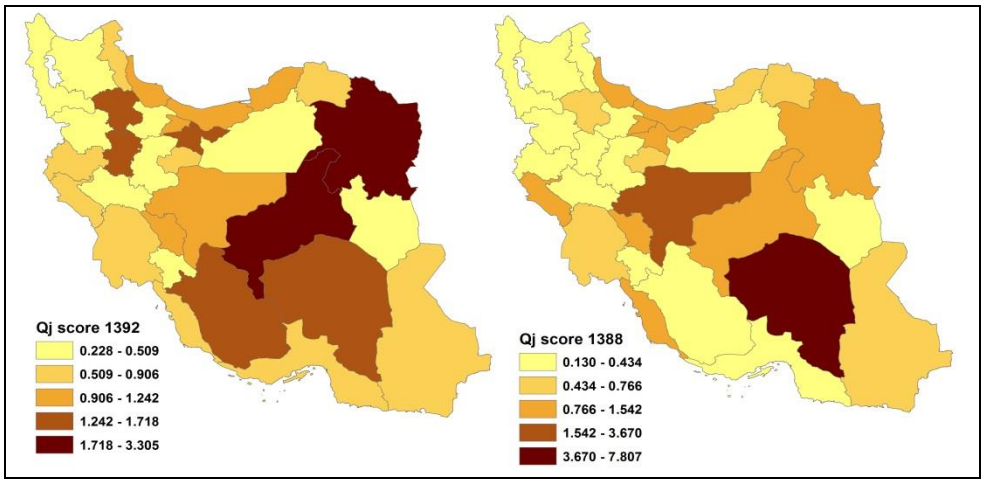
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]



شکل ۸. نقشه‌های توزیع درصدی ارزش سرمایه‌گذاری در بخش محیط زیست معادن در استان‌های کشور طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۸۸.

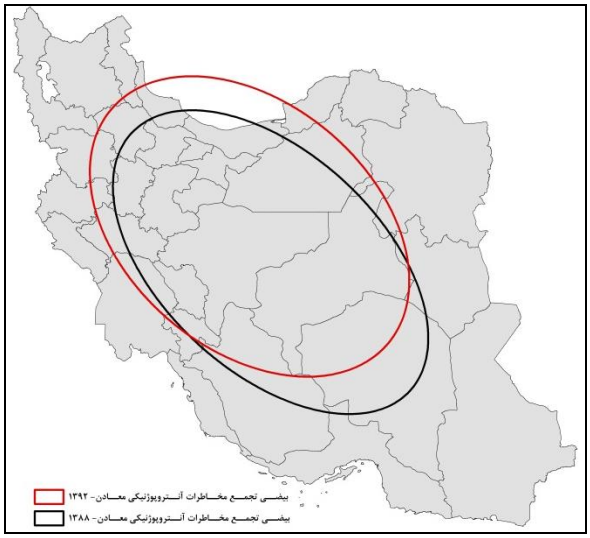
ج) سطح و تحرکات فضایی مخاطره‌آفرینی معادن در حال بهره‌برداری مناطق (سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲)

بر اساس میزان مخاطره‌آفرینی محیط زیستی معادن در حال بهره‌برداری با استفاده از مدل کوپراس، سطح‌بندی مناطق نشان داد (شکل ۹) که در ۱۳۸۸ تعداد مناطق بسیار خطرآفرین از حیث شاخص‌های بررسی‌شده محدود بود و در مدت کوتاهی بر تعداد مناطق مخاطره‌آفرین با بهره‌برداری از معادن افزوده شده است. خوانش الگوی تحرکات فضایی «پدیده‌ی مخاطرات آنتروپوژنیکی ناشی از مدیریت معادن در حال بهره‌برداری ایران» در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ گواه این واقعیت است (شکل ۱۰) که به‌رغم حاکمیت در فضای مرکزی کشور، این پدیده دارای خزشی رو به سوی مناطق شمالی و غربی است. بر این اساس می‌توان گفت بخش گسترده‌ای از مناطق کشور درگیر مخاطرات آنتروپوژنیکی ناشی از مدیریت معادن در حال بهره‌برداری است که تداوم جریان فضایی شناخته‌شده گویای همه‌گیر شدن این مخاطرات در آینده است.



شکل ۹. نقشه‌های سطح‌بندی مناطق کشور بر اساس میزان مخاطره‌آفرینی محیط‌زیستی معادن در حال بهره‌برداری(سال‌های ۱۳۸۸و۱۳۹۲).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]



شکل ۱۰. بیضی انحراف استاندارد مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن کشور در سال‌های ۱۳۸۸و۱۳۹۲.

نتیجه‌گیری

ایران کشوری است که حیات اقتصادی آن در مقیاس خرد تا کلان بر پایه‌ی ذخایر عظیم معدنی مستقر در آن است. از سوی دیگر، استخراج و بهره‌برداری از منابع در قالب معادن به لحاظ ماهیتی و بسته به سطح هوشمندی و تکنیک نیروهای استخراج کننده زیست‌ناسازگار است. بدین‌سان، مهندسی توازن و تعادل میان استحصال از معادن و تقلیل آسیب‌رسانی به محیط زیست دارای اهمیت وافری است، چراکه هم چگونگی نحوه‌ی برآورده‌سازی نیازهای بشر امروزی هم زیست و فعالیت آینده‌گان به نوعی در ارتباط با کنش ما قرار دارد. بر پایه‌ی درک نقش مهم انسان در شکل‌یابی، خنثی‌سازی و کاستگی مخاطرات محیط زیستی، تحقیق حاضر درصدد بود تا به تحلیل و تبیین فضایی ـزمانی پدیده‌ی انسان‌ساخت مخاطرات محیط‌زیستی معادن در حال بهره‌برداری کشور (با عنوان مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن که به طور عمده ناشی از نظام مدیریتی مربوطه است) بپردازد.

از یافته‌های به‌دست آمده می‌توان این گونه نتیجه گرفت که به‌رغم وجود معادن در حال بهره‌برداری در همه‌ی مناطق کشور و گسترش بهره‌برداری از معادن در این فضاها، توجه‌ها و ملاحظه‌های لازم برای کاهش یا تعدیل‌سازی آثار مخرب محیط‌زیستی معادن دایر در کشور معطوف نگشته است، بلکه در عوض شاخص‌هایی هم‌چون سرمایه‌گذاری و بالا بردن میزان سرمایه‌گذاری به لحاظ ارزش رکود داشته است. در این باره، با در نظر گرفتن جریان تورمی در کشور می‌توان گفت توجه اقتصادی مدیریت معادن کشور به تقویت بنیان‌های زیست‌سازگاری معادن ناچیز و فرسایشی است. از این رو، دور از ذهن نیست که بهره‌برداری از معادن در کشور عاملی مؤثر و تشدیدکننده در بروز و شدت سایر مخاطرات انسانی و طبیعی باشد.

در چارچوب نگرش منطقه‌ای، آن میزان (شاید اندک) اقدامات مدیریتی به منظور تعدیل آثار منفی و مخرب بهره‌برداری از معادن کشور نیز با بی‌توجهی به مناطق دارای مخاطرات از پیش برقرار صورت گرفته که به نظر می‌رسد عواملی غیر از شاخص‌های اصولی برنامه‌ریزی، مدیریت مهندسی زیست‌سازگاری بهره‌برداری از معادن کشور را هدایت و راهبری کرده است. برای مثال، بنا به اظهار سازمان حفاظت محیط زیست کشور، استان‌های اصفهان، فارس، یزد، خوزستان، بوشهر و هرمزگان در مواجه با بالاترین سطح مخاطرات زیست محیطی قرار دارد (ایرنا، ۱۳۹۴). این در حالی است که همین استان‌ها یا دارای کثرت معادن مخاطره‌آفرین هستند و در محدوده‌ی مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن قرار دارد یا در جوار مناطقی هستند که تهدید مخاطرات معدنی از سوی آن زیاد است. همچنین، در خصوص استان‌های صنعتی‌ای همچون اصفهان که هم با مسئله

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

کم‌آبی و آلودگی محیط زیست مواجه است، پدیده‌ی «*مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن در حال بهره‌برداری ناشی از مدیریت*»، توانسته هم به نوعی ایجادکننده‌ی مخاطرات انواع آلودگی‌های آبی و هوا هم تقویت کننده‌ی مخاطرات زیست محیطی فضا باشد.

سرانجام، با توجه به کشیدگی‌ها و تحرکات مکانی ـ فضایی مخاطرات آنتروپوژنیکی معادن در ایران می‌توان گفت رویکرد معدنی حاکم بر نظام اقتصادی منطقه‌ای مخاطرات یاد شده را با سرعتی زیاد به سوی کانون‌های مهم جمعیتی کشور و اکوسیستم‌های مسئله‌دار به پیش می‌برد که احتمال ظهور و پایابی بحران‌های مخاطراتی در بخشی از کشور بعید به نظر نمی‌رسد.

منابع

ایرنا. ۱۳۹۴. «استان‌های دارای مخاطرات زیست محیطی در کشور شناسایی شده‌اند». تاریخ خبر ۱۳۹۴/۰۱/۲۳. مشاهده شده در آدرس الکترونیکی:

http://www.irna.ir/fa/News/۸۱۵۶۸۵۲۱/[۲۰۱۵.۱۰.۰۶]

پوراحمد، احمد؛ صدیقه لطفی؛ امین فرجی و آزاده عظیمی. ۱۳۸۸. بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله، مطالعه‌ی موردی شهر بابل. فصل‌نامه‌ی *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، **۱**: ۲۴-۱.

حلبیان، امیرحسین؛ ایرج میلاسی؛ محسن عزیزی و سمیرا علیقلی. ۱۳۹۱. تحلیل مخاطرات اقلیمی- آنتروپوژنیک بر نوسان آب‌های زیرزمینی (مطالعه‌ی موردی شهرستان لردگان)، *اولین همایش ملی جغرافیا، مخاطرات محیطی و توسعه‌ی پایدار*، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

حیدری‌فر، محمدرئوف. ۱۳۹۱. مخاطرات انسانی: تهدیدهای امنیتی ناشی از تقابل انسان و محیط، فصل‌نامه‌ی *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، **۸۱**: ۱۷۶-۱۵۷.

دشتی امیرآباد، جمال؛ محمد اخوان قالیباف؛ بهروز چوگان و ربابه خداپرست. ۱۳۹۱. اثر باطله‌های سولفیدی (پیریت) در بیابان‌زایی اطراف معادن و نقش آن در آلودگی خاک به عناصر سنگین، *اولین همایش ملی بیابان*، تهران، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران.

ستوهیان، فرزاد؛ سعید شریفی و محسن رنجبران. ۱۳۹۱. اثرات آلودگی زیست محیطی معدن منگنز رباط کریم، *اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه‌ی پایدار*، تهران. وزارت کشور.

ستوهیان، فرزاد؛ محسن رنجبران و سعید شریفی. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرات زیست محیطی بهره‌برداری از معادن با نگرش ویژه به معادن استان گیلان، *دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌زیری محیط زیست*، همدان. شرکت هم‌اندیشان محیط زیست فردا.

سعادتیان، سمیه و کتایون حسینی. ۱۳۹۲. اثرات زه آب اسیدی معادن (AMD) بر آب‌های سطحی و زیرزمینی، *اولین همایش ملی کاربرد علوم و فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی*، میبد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد.

سلیمانی، لیلا و علی حقی‌زاده. ۱۳۹۲. تحلیل عوامل آنتروپوژنیک؛ اثرات رشد و توسعه ی انسان بر تخریب منابع طبیعی. *کنفرانس ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس*، خرم آباد. اداره‌ی کل مدیریت بحران استانداری لرستان. انجمن مهندسی محیط زیست زاگرس.

شکوفه، نادر. ۱۳۷۹. ارزیابی اثرات فعالیت‌های مغدنی و فلزی بر محیط زیست، *سومین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی*، تهران، شرکت ملی فولاد ایرانT شرکت زغالسنگ البرز شرقی.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

شهریار، کورش؛ فرهاد فروهر و نورین شریف. ۱۳۸۲. آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از عملیات استخراج در معادن سنگ آهک سعیدی، *پنجمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی*، کرمان. شرکت معدنی و صنعتی چادرملو.

طباطبایی، سیده معصومه؛ محمدحسین کریمی‌نژاد و علی غلامی. ۱۳۹۱. بررسی آلودگی و تعیین منشأ فلزات سنگین در خاک‌های اطراف مجتمع گروه ملی صنعت فولاد ایران در اهواز، *اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه‌ی پایدار*، تهران، وزارت کشور.

علیجانی، بهلول. ۱۳۹۳. مبانی فلسفی مخاطرات محیطی، نشریه‌ی *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۱**: ۱۶-۱.

کاویانی‌راد، مراد. ۱۳۸۹. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی و بحران‌های بوم‌شناسی در ایران، فصل‌نامه‌ی *مطالعات راهبردی*، **۴۸**: ۵۷-۳۳.

مرادی، حوریه؛ عاطفه احمدی؛ زکیه محمدی و ملیحه سادات حمصی. ۱۳۹۲. آنتروپوژنیک: بررسی اثرات رشد و توسعه انسان بر فرسایش خاک. *نخستین همایش ملی دانشجویی مبارزه و پیشگیری با فرسایش خاک*، دانشگاه لرستان.

مرکز آمار ایران. ۱۳۸۸. *نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور.*

مرکز آمار ایران. b۱۳۸۸. *نتایج آمارگیری از اطلاعات محیط‌زیستی معادن در حال بهره برداری کشور*

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۲. *نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور.*

مرکز آمار ایران. b۱۳۹۲. *نتایج آمارگیری از اطلاعات محیط زیستی معادن در حال بهره برداری کشور.*

مقصودلو، بیژن. ۱۳۸۶. ارزیابی اثرات و پیامدهای زیست محیطی سدهای باطله معدنی (مطالعه‌ی موردی: کارخانه‌ی تغلیظ مس شهربابک). *سومین همایش زمین شناسی کاربردی و محیط زیست*. اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.

موسوی، سیدحسین و بیتا آیتی. ۱۳۸۷. اثرات زیست محیطی فعالیت‌های معادن زغال سنگ (با تاکید بر آلودگی‌های آب)، *دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست*، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

موسوی، مریم السادات؛ معصومه اکبری و شهیدیحیی شاهکومحلی. ۱۳۹۰. اثرات سوء معدن کاری بر محیط زیست شهرستان بهشهر استان مازندران. *پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست*، تهرانT دانشگاه تهران. دانشکده محیط زیست.

نورالهی، داریوش؛ بهروز پروانه و سعید تقوی‌گودرزی. ۱۳۹۱. ارزیابی نقش عامل آنتروپوژنیک در کاهش آب تالاب پریشان با استفاده از تحلیل داده‌های ایزوتوپ کربن و اکسیژن، *سومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه‌ی پایدار تالاب های کویری ایران*، اراک. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

وزارت صنایع و معادن. ۱۳۹۰. *جایگاه بخش صنعت و معدن در تحقق چشم‌انداز بیست ساله*، مشاهده شده در آدرس الکترونیکی:

http://www.mim.gov.ir/index.php?module=content&func=viewpage&pageid= ۱۲۱۳٦

ولایی، عیسی. ۱۳۸۴. *الگوهای رفتار با طبیعت (محیط زیست) از دیدگاه قرآن و سنت*. پایان‌نامه‌ی دکتری علوم قرآن و احادیث، استاد راهنما دکتر محمدعلی لسانی‌فشارکی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.

Abdelnour, A.G. ۲۰۱۱. Assessing Ecosystem Response to Natural and Anthropogenic Disturbances using an ECO-Hydrological Model. Dissertation of Civil Engineering. Georgia Institute of Technology.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

Angheluta, P.S. & Ciobotaru, A.V. ۲۰۱٤. Anthropogenic Pressure on Forests in the Global Era. Proceedings of the ۱۰th Administration and Public Management International Conference" ECONOMIC SOCIOLOGY, HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AND ORGANIZATIONAL DYNAMICS", ۱۰: ۲۹٦-۳۰۳.

Antucheviciene, J., Zakarevicius, A. & Zavadskas, E.K. ۲۰۱۱. Measuring congruence of ranking results applying particular MCDM methods. Informatica, **۲۲**: ۳۱۹-۳۳۸.

Balteanu, T. And Dogaru, D. ۲۰۱۱. Geographical perspective on human- environment relationships and anthropic pressure indicators. Romanian Journal of Geographers, **۵۵**: ٦۹-۸۰.

Brook, B.S., Sodhi, N.S., and Bradshaw, R.E. ۲۰۰۸. Synergies among extinction drivers under global change. Trends in Ecology and Evolution, **۲۳**: ٤٥۳-٤٦۰.

Collins, C.D. ۲۰۰۹. Population and Community Responses to Anthropogenic Environmental Changes. Dissertation. Department of Ecology and Evolutionary Biology. University of Kansas.

Erb, L.P. ۲۰۱۲. Landscape and Anthropogenic Effects on Mammal Occupancy in the Appalachian Trail Corridor. Thesis of Ecology and Evolutionary Biology. University of Colorado.

Ghiurca, A.A., Lamasanu, A. & Mihai, F.C. ۲۰۱۲. The anthropogenic influence on Cuejdi River water quality. University Library of Munich, Germany in its series. Published in Lucrări Ştiinţifice – seria Agronomie, **۲.۵۵**: ۳۳۱-۳۳۵.

Hook, M. & Tang, X. ۲۰۱۳. Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change—a review. Energy Policy, **۵۲**: ۷۹۷_۸۰۹

http://www.merriam-webster.com/dictionary/anthropogenic [۲۰۱۵.۱۰.۰۵]

Ioan, I. & Radulescu, C.V. ۲۰۱۵. Anthropogenic Pressure on Forests in Romania. The USV Annals of Economics and Public Administration, **۱۵**: ۱۲-۱۸.

Lamotte, M. ۱۹۸۳. Research on the characteristics of energy flows within natural andman-altered ecosystems. Pages ٤۸-۷۰ in H. A. Mooney, and M. Godron, editors. Disturbance and ecosystems. Spinger-Verlag, Berlin, Germany.

Odum, E.P. ۱۹۸۵. Trends expected in stressed ecosystems. BioScience, **۳۵**:٤۱۹-٤۲۲.

Pana, A., Ghidiu-Bita, I.M., Curea, S.C., & State, F. ۲۰۱۱. Capitalization of forest resources – analysis of wood products and the exploitation of wood, Proceedings of the ۱٦th International Business Information Management- Kuala Lumpur: ٦۷۹-٦۸۸.

Park, S.J. ۲۰۰۹. Anthropogenic influence of Urban Development on the Soil Nitrogen Fixing Bacteria, Nematode Community and Nutrient Pools, Dissertation of Environmental Science Graduate Program, The Ohio State University.

Robbins, P. ۲۰۰٤. Political Ecology: A Critical Introduction, Critical Introductions to Geography. Willy-Blackwell. United States.

Shang-Shu, S., Sheng-Chi, Y., & Huei-Tau O. ۲۰۱٤. Anthropogenic effects and climate change threats on the flood diversion of Erchung Floodway in Tanshui River, northern Taiwan. Natural Hazards, **۷۳**: ۱۷۳۳-۱۷٤۷.

Stern, D. & Kaufmann, R. ۲۰۱٤. Anthropogenic and natural causes of climate change. Climatic Change, **۱۲۲**: ۲۵۷-۲٦۹.

Su, S., Hu, Y., Luo, F., Mai, G. & Wang, Y. ۲۰۱٤. Farmland fragmentation due to anthropogenic activity in rapidly developing region. Agricultural Systems, **۱۳۱**: ۸۷_۹۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

Vitousek, P.M. & Field, C.B. ۱۹۹۹. Ecosystem constraints to symbiotic nitrogen fixers: a simple model and its implications. Biogeochemistry, ٤٦: ۱۷۹-۲۰۲.

Vitousek, P.M., Aber, J.D., Howarth, R.W., Likens G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., & Tilman, D.G. ۱۹۹۷. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences. Ecological Applications, ۷: ۷۳۷-۷۵۰.

Woods, A.M. ۲۰۰۷. Quantifying the Relationship between Anthropogenic Disturbance and Biotic Integrity in the Adirondack Park. Thesis of Environmental and Forest Biology, University of New York.

Yang, Y.Y., Wu, H.N., Shen, S.L., Horpibulsuk, S., Xu, Y.S. & Zhou, Q.H. ۲۰۱٤. Environmental impacts caused by phosphate mining and ecological restoration: a case history in Kunming, China. Natural Hazards, ۷٤: ۷۵۵-۷۷۰.

Zhang, Y., Lu, W. & Yang, Q.C. ۲۰۱۵. The impacts of mining exploitation on the environment in the Changchun–Jilin–Tumen economic area, Northeast China. Natural Hazards, ۷٦: ۱۰۱۹-۱۰۳۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.33]