

واژه‌های کلیدی: بازسازی، حقوقی، زیست‌محیطی، معادن روباز، حوزه آبخیز.

بررسی خلاءهای قانونی در بازسازی و احیاء زیست‌محیطی معادن روباز

مقدمه

یکی از مراحل ابتدایی و درعین‌حال اساسی و مؤثر در مقابله با آلودگی و تخریب حوزه آبخیز، محیط‌زیست و نیز تعقیب و مجازات مرتکبان جرائم علیه آن، تدوین و تنظیم قوانین و مقررات در حوزه‌های مختلف محیط‌زیستی است. این قوانین، غالباً جنبه فنی و تخصصی دارند. مقررات به رعایت استانداردها و دستورات زیست‌محیطی سازمان‌ها و دستگاه‌های ذی‌ربط مربوط می‌شود و گاهی نیز به خسارات ناشی از فعالیت‌های ممنوع علیه محیط‌زیست و نحوه جبران آن مربوط است. برخی دیگر از مقررات نیز که جنبه کیفی دارند، جرائم و تخلفات زیست‌محیطی و نیز نحوه تعقیب و مجازات مرتکبان جرائم فوق را معین کرده‌اند [۲۱]. تغییرات در پارامترهای مختلف حوزه‌های آبخیزداری و زیست‌محیطی نشان می‌دهد که بازسازی و احیاء در معادن روباز باعث بهبود محیط‌زیست می‌شود [۸]. استخراج در معادن روباز به‌طورجدی به جامعه گیاهی اولیه و لایه خاک آسیب می‌رساند و چرخه کربن پوشش گیاهی و خاک را مختل می‌کند. این امر باعث بی‌ثباتی در بوم‌سازگان معدن و کاهش ظرفیت ترسیب کربن در منطقه معدن می‌شود [۴۳].

نتایج یافته‌های کائو و همکاران [۶] نشان می‌دهد که احیای زمین به‌طور قابل‌توجهی کیفیت خاک را در مناطق معدنی روباز را بهبود می‌بخشد. اقدامات اکولوژیکی مختلف تنوع قابل‌توجهی را در احیای کیفیت خاک نشان داد. به‌طور خاص، احیای اراضی جنگلی بیشترین تأثیر را بر ماده آلی خاک و کربن میکروبی دارد. احیای علفزار به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بر پتاسیم کل خاک، کربن آلی، فعالیت آنزیم‌ها و فراوانی میکروبی تأثیر دارد [۶]. با تعمیق آگاهی‌های زیست‌محیطی و تأثیر سیاست‌های مرتبط، احیای اکولوژیکی معادن روباز ترویج‌شده است. بوم‌سازگان معدن به دلیل توزیع پراکنده معادن و مقیاس کوچک معادن منفرد متمایز است [۴۳]. بازگرداندن سایت‌های معدن به بوم‌سازگان‌های بومی خود پایه که مزایایی را برای مردم فراهم می‌کنند، آرزوها دیرینه بوده است. با این‌حال، دستیابی و نشان دادن پیشرفت به سمت اهداف بازسازی معدن پیچیده است و نیاز به ارزیابی پایدار از اجزای متعدد متفاوت دارد [۳، ۱۳].

بررسی خلاءهای حقوقی بازسازی و احیاء زیست‌محیطی در معادن روباز شکاف‌های قابل‌توجهی باقی‌مانده است، یا گزارش‌های

منا خدادادی فیجانی^۱، شیرین شیرازیان^{۲*}، شهرام بیک‌پور^۳، بینا آزادبخت^۴، علی محمدی^۵

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۱۲/۱۷
 DOI: 10.22034/WMI.2025.2050346.1094

چکیده

دسترسی به مواد معدنی از ضروریات اولیه انسان محسوب می‌شود. یکی از دو صنعت زیر بنایی، صنعت معدن کاری است که همراه با صنعت کشاورزی در حوزه آبخیز، مواد اولیه صنایع روبنایی مثل برق، صنایع فولاد، پتروشیمی و غذایی را تأمین می‌کنند. از سویی تغییرات توپوگرافی و اثرات زیست‌محیطی ناشی از معدنکاری و تأثیر آن بر سلامت انسان و حوزه‌های آبخیزداری غیرقابل چشم‌پوشی است. در این راستا تنها راهی که می‌توان به این دو هدف که ظاهراً متقابل یکدیگرند رسید عملیات تکمیل بازسازی و احیاء معادن است. از آنجاکه بر اساس قانون معدن، فرآیند اکتشاف و بهره‌برداری، می‌تواند بدون لحاظ جدی منافع جوامع بومی، محلی و تعلقات عرفی و قانونی این ذی‌نفعان صورت گیرد، همواره موانع و تعارضات اجتماعی گریبان گیر معدن‌کاوی بوده است. نتایج نشان داد معدن‌کاوی در محیط‌زیست حوزه آبخیز در دچار مشکلاتی جدی است. در بعد اقتصادی و بهره‌برداری اجتماعی شاهد تضییع منابع و خام‌فروشی است، از نظر محیط‌زیستی مخرب و ویرانگر، از نظر اجتماعی نیز فاقد پذیرش و محبوبیت است. تداوم چنین رویکردی آشکارا به سود معدن نخواهد بود.

- ۱- دانشجوی دکترای مدیریت محیط‌زیست، دانشکده موضوعی کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- * ۲- استادیار گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده موضوعی کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
 Email: Shirazian.shirin@gmail.com
- ۳- استادیار گروه محیط‌زیست و جنگل، دانشکده موضوعی کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ۴- استادیار گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و علوم پایه، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ۵- استادیار گروه محیط‌زیست برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده موضوعی کشاورزی، آب، غذا و فراسودمندا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

کمی وجود دارد. ارزیابی‌های نسبتاً کمی در مورد درک فرآیندهای کلیدی بوم‌سازگان، انعطاف‌پذیری و تهدیدات برای تداوم بوم‌سازگان که برای نشان دادن «خود پایداری» ضروری هستند، انجام شده است بنابراین ضرورت انجام این مطالعه ضروری است.

محیط‌زیست، منابع طبیعی و معدنکاری، تعامل یا تقابل

امروزه اثرات و تأثیرگذاری‌های مثبت معدنکاری در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در صحنه‌های ملی و بین‌المللی برای هر کشور، نمی‌توان آن را منابع طبیعی و محیط‌زیست نادیده گرفت. معدن و صنایع وابسته به آن در اکثر موارد در اولین گام، مستلزم از بین بردن منابع طبیعی و صدمه زدن به محیط‌زیست می‌باشند. گسترش و ترویج معدن و معدنکاری هرچند که می‌تواند بسیاری از مشکلات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی را برطرف نماید، اما همواره یک بُعد منفی و مخرب نیز با خود به همراه دارد. بُعد منفی و تخریبی آن به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در درجه اول متوجه منابع طبیعی تجدیدشونده و محیط‌زیست است. در واقع گسترش معدن و معدنکاری با تخریب منابع طبیعی تجدیدشونده نسبت مستقیم دارد. مقیمی [۳۰] بیان می‌کند که در برخورد اول، برای هر بیننده‌ای دو مقوله‌ی منابع طبیعی و معدنکاری در تقابل با یکدیگر قرار دارند [۳۸، ۱۴ و ۱۳]. اگرچه این قضاوت دور از انتظار نیست، چراکه برای گسترش و تعمیق هر معدن (اعم از سطحی و زیرزمینی و انواع مختلف معدن) نیاز به تخریب بی‌شمار منابع طبیعی و آلوده ساختن بیشتر محیط‌زیست است؛ اما با نگاهی کلان‌تر و با دیدگاهی توسعه پایدار محور می‌توان این تقابل را به تعاملی پایدار و سازنده تبدیل کرد.

استخراج معدن بخشی جدایی‌ناپذیر از وجود انسان از معدن عصر حجر تا آهن و زغال‌سنگ که به انقلاب صنعتی دامن زد تا مواد جدید موردنیاز برای حمایت از تغییر به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر بوده و باقی‌مانده است. معدن و محصولات معدنی با سه برابر شدن ارزش معدن در دو دهه گذشته، سهم عمده‌ای در اقتصادهای ملی دارند. تا سال ۲۰۲۰، ردپای جهانی معدن ۵۷۰۰۰ کیلومترمربع بود و اکنون با سرعت بیشتری نسبت به هر زمان دیگری در تاریخ بشر رشد می‌کند. بخش اعظم این ردپای عملیاتی است، اما در بسیاری از مناطقی که استخراج معدن در حال حاضر کامل شده است، سایت‌ها تعهدات زیست‌محیطی عمده را نشان می‌دهند. اگرچه تثبیت سایت و مدیریت مواد زائد هم‌چنان بخش چالش‌برانگیز تعطیلی معدن در بسیاری از نقاط جهان است، مسئولیت زیست‌محیطی این سایت‌ها بیش از ایمن، پایدار و غیر آلاینده بودن معنی دارد، زیرا شرکت‌ها به‌طور فزاینده‌ای انتظار می‌رود بوم‌سازگان‌هایی را که نماینده معدن هستند بازسازی کنند. احیا و بازسازی معدن و پس از رها شدن، می‌تواند نقطه‌ی پیوند معدن و منابع طبیعی و محیط‌زیست باشد. با انجام عملیات احیا و بازسازی معدن پس از رهاشدگی، بر اساس فعالیت‌های توسعه محور و باهدف ایجاد پایداری برای منابع طبیعی و محیط‌زیست، می‌تواند تعاملی سازنده و توسعه پایدار محور بین

دو مقوله‌ی منابع طبیعی تجدید شونده و معدنکاری ایجاد کرد. در واقع عملیات احیا و بازسازی معدن پس از رهاشدگی، نقطه مشترک دو مقوله‌ی منابع طبیعی تجدیدشونده و معدنکاری بر اساس نگرش توسعه پایدار است. با نگاهی به ارکان اصلی توسعه در بخش معدن و صنایع معدنی [۸] یکی از ارکان توسعه پایدار معدن و صنایع معدنی، محیط‌زیست (منابع طبیعی) معرفی شده است. به گفته دیگر، اگر مقوله‌ی معدن و معدنکاری در چارچوب و مسیر توسعه پایدار و رعایت کلیه اصول آن انجام گیرد، نه تنها این صنعت با منابع طبیعی و محیط‌زیست تقابل و تضادی نخواهد داشت بلکه می‌تواند با حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی، به توسعه خود نیز ادامه دهد. نکته مهم و شایان توجه این است که در کنار توسعه معدن لازم است همواره حفظ و احیا منابع طبیعی تجدیدشونده موردتوجه قرار گیرد.

احیای اکولوژیکی و حوزه‌های آبخیزداری در معدن

احیای اکولوژیکی به‌عنوان «فرایند کمک به بازیابی بوم‌سازگانی که تخریب، آسیب یا نابود شده است [۳۷ و ۱۱]. کمیت و کیفیت بازسازی و بازیابی اکولوژیکی معادن در دو دهه گذشته در پاسخ به تعهدات قانونی و نظارتی، انتظارات جامعه و فرهنگی و اثرات تجمعی بر مناظر، حوزه‌های آبخیز و تنوع زیستی تعریف شده است. نکته مهم این است که شرکت‌های معدنی در بیشتر کشورهای دنیا به‌طور فزاینده‌ای از نیاز به حفظ مجوز اجتماعی خود برای بهره‌برداری (SLO) علاوه بر الزامات قانونی برای بسته شدن و واگذاری معدن آگاه هستند؛ بنابراین، پیشرفت‌های قابل‌توجهی در هدف شرکت، دانش علمی و توانایی فن‌آوری برای بازسازی سایت‌های معدن باهدف بازگرداندن بوم‌سازگان‌ها و مناظر سالم و کارآمد مطابق با انتظارات محلی، منطقه‌ای و جهانی از بهترین عملکرد وجود دارد. بااین‌حال، برای بسیاری از سایت‌های معدن، فقدان راهنمایی در مورد آنچه بهترین عملکرد قابل‌قبول را تشکیل می‌دهد، همراه با فقدان ظرفیت فنی مناسب، موانع اصلی برای بازسازی موفقیت‌آمیز سایت معدن هستند [۴۲]. معدن سهم بزرگی در اقتصاد جهانی دارد و ۴۰ شرکت برتر با ۵۴۴/۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ مشارکت دارند [۳۴]. در زمینه بازسازی سایت معدن، صنعت معدن فرصت بی‌سابقه‌ای برای تعالی و بسیج منابع اجتماعی، فناوری و مالی قابل‌توجه برای اجرای بازسازی دارد که فراتر از الزامات مقرراتی است و به‌طور فعال اهداف توسعه پایدار (SDGs)² سازمان ملل را پیش می‌برد [۷، ۱۷]. تعداد فزاینده‌ای از شرکت‌ها (به‌عنوان مثال، انگلیسی-آمریکایی، سیمان هایدلبرگ) متعهد به مقابله با این چالش هستند. بااین‌حال، بسیاری از شرکت‌های معدنی قادر به بازسازی معدن نیستند [۲۰، ۲۸] که این امر بر رها کردن آن‌ها تأثیر می‌گذارد و به میراث رو به رشد معدن متروکه کمک می‌کند. حرکت فراتر از اصلاح و بازسازی به احیای اکولوژیکی و حوزه‌های آبخیز می‌تواند به بازیابی و بازیابی خسارات زیست‌محیطی و هم‌چنین افزایش

1- social license to operate (SLO)

2- Sustainable Development Goals

اثرات مثبت اجتماعی و اجتماعی، حتی فراتر از منطقه‌ای که مستقیماً تحت تأثیر معدن قرار گرفته است، کمک کند. فرصت تعیین دستور کارها و استانداردهای مرمت جدید در این زمینه، به‌ویژه در دهه آینده، عمیق‌تر است زیرا مرمت در خط مقدم تلاش‌های جهانی برای بازیابی، حفظ و بهبود تنوع زیستی بومی و یکپارچگی اکولوژیکی قرار دارد. اجرای فعالیت‌های ترمیمی در بسترهای پیوسته‌ای برای ارتقای سلامت و رفاه انسان اساسی است. ایجاد سرمایه طبیعی، اجتماعی و فرهنگی؛ حمایت از کاربری‌های بومی و سنتی زمین؛ و به تغییرات آب‌وهوایی پاسخ مناسبی داده خواهد شد. استانداردهای احیای سایت معدن^۱ بر اساس سه اصل اساسی صورت می‌گیرد.

(۱) بازیابی و احیاء در صورت و مکان استخراج معدن (به‌عنوان مثال، اولویت دادن به استخراج در مناطقی که قبلاً تبدیل شده‌اند) و پرهیز از دارایی‌های طبیعی و فرهنگی منحصر به فرد یا ارزش بالا استوار شده‌اند.

(۲) به حداقل رساندن شکاف احیاء زیست‌محیطی تا حد امکان با اجرای بالاترین سطح فعالیت‌های ترمیمی فراتر از دستیابی به شکل زمین ایمن، پایدار و غیر آلاینده.

(۳) انجام بازیابی خارج از محل معدن قدیمی و دیگر مناظر تخریب‌شده مجاور به‌منظور حرکت به سمت سود خالص اکولوژیکی و اجتماعی با بازیابی استانداردهای احیای سایت معدن به بیش از آنچه تحت تأثیر قرار گرفته است.

الزام شرکت‌های معدنی به مدیریت و بازیابی معادن

در بسیاری از حوزه‌های قضایی، یک شرکت معدنی از نظر قانونی ملزم به مدیریت، بازگرداندن یا انتقال زمین به متولی یا مالک در شرایطی با کاربری زمین پس از معدن مطابق با الزامات قانونی هستند. با توجه به اینکه محیط‌زیست و زمینه اجتماعی نشان‌دهنده خطر اصلی شماره یک برای صنعت معدن و فلزات در سال ۲۰۲۲ است [۱۹]، عملکرد زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی در حال تبدیل شدن به یک معیار گزارش‌گرایی حیاتی برای شرکت‌های معدنی است. هنگام اجرای یک پروژه معدنی جدید، اخذ و رعایت مصوبات دولتی و الزامات نظارتی به‌تنهایی ممکن است دیگر کافی نباشد و از نظر اجتماعی و فرهنگی قابل قبول نباشد. چالش‌ها برای اخذ تأییدیه برای یک معدن جدید زمانی تشدید می‌شوند که نتایج توافق شده برای احیاء، ترمیم، یا بازسازی اجباری به‌طور کامل توسط شرکت معدن در پروژه‌های قبلی ارائه نشده باشد. مواردی که توسعه معدن به دلیل مخالفت جامعه به تأخیر افتاده، قطع شده یا تأیید نشده است در حال افزایش است. به‌این‌ترتیب، شرکت‌های معدن باید در ساخت، تقویت و حفظ ارزش مجوز اجتماعی خود از طریق افشای آشکار و کامل ظرفیت فنی و مالی خود کوشا باشند تا یک نتیجه توافق شده پس از استخراج را ارائه دهند [۲۹]. علاوه بر این، برنامه‌های پایداری شرکت‌های معدن از طریق ساختارهای محیط‌زیست، اجتماعی و

حکمرانی ESG^۲، از جمله وضعیت آب‌وهوایی، یک محرک کلیدی برای سرمایه‌گذاران مالی است [۹]. اکثر سرمایه‌گذاران بین‌المللی و بسیاری از شرکت‌های معدنی اصول استوار را پذیرفته‌اند ناشی شود و اصول برای بانکداری مسئولانه در مورد طبیعت را امضا کرده‌اند. پذیرش این اصول مستلزم دریافت‌کنندگان وام‌های بانکی، از جمله شرکت‌های معدنی، برای همسو کردن استراتژی تجاری خود با اهداف توسعه پایدار و توافقنامه آب‌وهوایی پاریس است [۴۰]. نکته قابل‌تأمل در اینجا که می‌توان توجه ویژه به آن نمود این است که پتانسیل بازسازی و احیاء اکولوژیکی و حوزه‌های آبخیز هرگز نباید به‌عنوان توجیهی برای تخریب یا آسیب رساندن به بوم‌سازگان‌های بومی موجود یا استفاده ناپایدار مورداستفاده قرار گیرد [۱۱]. اسناد انطباق موردنیاز برای مدیریت اثرات معدنی بر اساس منطقه متفاوت است و هر کشور و ایالت شرایط خاص خود را دارند. برخی از مناطق دارای سطوح بالایی از انطباق با محیط‌زیست موردنیاز هستند، درحالی‌که برخی دیگر با نظارت نظارتی کمی عمل می‌کنند. اسناد انطباق می‌تواند شامل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIAs)^۳، برنامه‌های مدیریت زیست‌محیطی (EMPs)^۴ و طرح‌های بسته شدن معدن (MCPs)^۵ باشد [۴۲].

دامنه سازمان‌دهی اسناد در احیای اکولوژیکی

انجمن احیای اکولوژیکی (SER)^۶ اصول و استانداردهای بین‌المللی برای تمرین احیای اکولوژیکی و زیست‌محیطی (استانداردهای بین‌المللی) را منتشر کردند که برای طراحی، اجرا، نظارت و ارزیابی احیای اکولوژیکی پروژه‌ها در همه مقیاس‌ها و در همه انواع بوم‌سازگان در سرتاسر جهان پایه‌گذاری شده است [۴۲ و ۱۱]. ۱۲ هسته اصلی استانداردهای بین‌المللی بازسازی که بیان می‌کند که بازسازی اکولوژیکی و محیط‌زیستی یکی از طیف یا خانواده‌ای از فعالیت‌های ترمیمی است که می‌تواند از بازیابی یکپارچگی بوم‌سازگان حمایت کند [۱۱]. با این حال، معدن و مناظر معدنی چالش‌های منحصر به فردی را ارائه می‌کنند که اغلب در بسیاری از پروژه‌های مرمت با آن‌ها مواجه نمی‌شوند. از این رو، نیاز به یک سند تکمیلی در مورد احیای اکولوژیکی و بازیابی سایت‌های معدن است. یک پیشرو ضروری برای بازسازی موفقیت‌آمیز در سایت‌های معدن، دستیابی به لند فرم‌های ایمن، پایدار و غیر آلاینده است. این معمولاً یک چالش مهندسی بزرگ و پیچیده است که به دانش و ورودی‌های مالی قابل‌توجهی نیاز دارد. برنامه‌ریزی دقیق بسته شدن در طول عمر معدن (LoM)^۷ شامل توصیف خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و اکولوژیکی سایت برای مدیریت مؤثر زباله‌های معدن، زهکشی معدن، شکل زمین پس از استخراج معدن، اثرات و خطرات مرتبط با معدن باطله، رادیولوژی، یا سایر

2- Environmental, Social, and Governance (ESG)

3- Environmental impact assessments (EIAs)

4- Environmental management plans (EMPs)

5-Mine closure plans (MCPs)

6- Society for Ecological Restoration (SER)

7- The life of the mine (LoM)

1- Mine Site Restoration Standards (MSRS)

مواد خطرناک است. عناصر به‌عنوان یک موقعیت ایمن، پایدار و غیر آلاینده در مرحله بسته شدن معدن مورد بحث قرار می‌گیرند، زیرا بر موفقیت بازسازی تأثیر می‌گذارند، اما خود این موضوع به‌طور جامع در استانداردهای بازسازی سایت معدن^۱ پرداخته نشده است زیرا به‌طور مؤثر در اسناد دیگر پوشش داده شده است؛ به عبارتی دیگر دستیابی به منطقه سالم، پایدار و غیر آلاینده از الزامات احیای زیست‌محیطی محسوب می‌گردد [۲۴، ۲۵، ۱۲، ۳۶]. استانداردهای بازسازی سایت معدن بر احیای مناطق تحت تأثیر معدن تمرکز دارد و دانش تثبیت‌شده و نوظهور از تحقیقات علمی و همچنین تجربیات عملی و جمعی را ارائه می‌دهد. استانداردهای بازسازی سایت معدن شامل تمام اشکال فعالیت‌های زمینی است اما استخراج زبردیا را شامل نمی‌شود. آن‌ها در مقیاس‌ها و گستره‌های مختلف در معادن چاله‌ای، زیرزمینی و نواری برای مواد معدنی، مواد خام، زغال‌سنگ، زغال‌سنگ نارس، نفت و گاز، جایی که محیط‌های زمینی تحت تأثیر قرار می‌گیرند، اعمال می‌شوند [۴۲].

پروژه‌ها و برنامه‌های احیای اکولوژیکی معادن در حوزه‌های آبخیز

پروژه‌ها یا برنامه‌های احیای اکولوژیکی در سایت‌های معدن شامل یک یا چند هدف است که بوم‌سازگان بومی برای بازسازی را مشخص می‌کند و اهداف پروژه‌ای که سطح بازیابی مورد نظر را تعیین می‌کنند. بازیابی کامل به‌عنوان حالت یا شرایطی تعریف می‌شود که در آن، پس از بازسازی، همه ویژگی‌های کلیدی بوم‌سازگان شباهت زیادی به ویژگی‌های اولیه دارند. این ویژگی‌ها شامل فقدان تهدید، شرایط فیزیکی، ترکیب گونه‌ها، ساختار جامعه، عملکرد بوم‌سازگان و مبادلات خارجی است. درجایی که سطوح پایین‌تری از بازیابی برنامه‌ریزی شده است یا به دلیل محدودیت‌های منابع، فنی، محیطی یا اجتماعی رخ می‌دهد، بازیابی جزئی برنامه‌ریزی می‌شود. حداقل، یک پروژه یا برنامه احیای اکولوژیکی باید به دنبال بازیابی قابل توجهی از زیست بومی در حوزه‌های آبخیز و عملکردهای بوم‌سازگان باشد. مرمت تدریجی شامل بازسازی مرحله‌ای مناطق آسیب‌دیده در طول مراحل اکتشاف، ساخت و استخراج منابع یک معدن، به‌جای کارهای بزرگ‌مقیاس در پایان پروژه است. بسته شدن معدن زمانی اتفاق می‌افتد که تمام فعالیت‌های معدنی متوقف شده‌اند، اما مالک معدن مسئول انطباق با محیط‌زیست سایت است. انصراف زمانی حاصل می‌شود که تأیید رسمی توسط مرجع تنظیم‌کننده مربوطه اعطا شود. در این صورت همه تعهدات در قبال مقامات و سایر ذی‌نفعان انجام شده و انتقال مالکیت و مسئولیت باقیمانده می‌تواند به آن آژانس یا شخص ثالث منتقل شود. در این مرحله، زمانی که بازسازی اکولوژیکی هدف است، سایت باید در یک مسیر بازیابی نشان داده شده باشد [۴۲].

مشارکت جوامع برای افزایش سرمایه طبیعی

در بسیاری از نقاط جهان، حفظ مجوز بهره‌برداری اجتماعی

برای موفقیت یک شرکت معدنی حیاتی است. مجوز بهره‌برداری نشان‌دهنده مجموعه‌ای بسیار متنوع از تأثیرات انضباطی و مفهومی - از جمله انسان‌شناسی، روانشناسی، فلسفه، حقوق، مدیریت، حکمرانی، اخلاق، ارتباطات و حقوق بشر برای تشکیل گفتمانی پیچیده، پویا و اغلب مورد مناقشه است. این اولویت‌بندی ممکن است از ناملموس بودن نسبی مجوز بهره‌برداری، همراه با چالش تعریف صریح این مفهوم ناشی شود که ممکن است به نظر تأثیر نامناسبی بر مشروعیت درک شده یک شرکت معدنی یا حوزه آبخیز داشته باشد. جوامعی که میزبان عملیات معدن هستند انتظار دارند از حضور پروژه‌های معدنی به‌صورت مادی یا به طرق دیگر سود ببرند. درجایی که شرکت‌های معدنی فعالیت می‌کنند، جوامع محلی آن‌ها انتظار دارند روابط واقعی، محترمانه، کاملاً شفاف و ماندگار با شرکت‌ها وجود داشته باشد، نه اینکه فقط در صورت نیاز به تأیید یا رضایت مشارکت داشته باشند. جوامع میزبان هم‌چنین انتظار دارند که صنعت همسایگان خوبی باشد که به‌طور مداوم و واقعی به گفتگوها و مسائل جامعه محلی کمک کند. کسانی که با مشارکت جوامع برای افزایش سرمایه طبیعی، فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و انسانی کار می‌کنند و در نتیجه پس از تکمیل استخراج، میراث اجتماعی و زیست‌محیطی مثبتی بر جای می‌گذارند [۴۲ و ۱۱].

چارچوب‌های قانونی در احیای معادن

بسته شدن معدن در حکومت‌های مختلف سطح جهان در حال افزایش است. این در پاسخ به آگاهی بیشتر جامعه از اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی، تجمعی و پیامدهای اجتماعی معادن متروکه و غیر مؤثر و برنامه توسعه پایدار در معدن است [۲]. به‌هرحال، پذیرش قانونی بسته شدن و احیای معادن و حوزه‌های آبخیز در قوانین مرمت مکانی آن‌ها، همخوانی درستی با یک سری حوزه‌ها و موارد قضایی ندارد چون کنترل نظارتی واقعی وجود ندارد [۲۳، ۲]. در جاهایی که مکانیسم تضمین مالی سر جای خود قرار گرفته‌اند، شخص یا شرکت آلوده‌کننده است که باید هزینه احیاء و بازسازی را پرداخت کند، اصول قوانین محیط‌زیستی باید از جامعه محافظت کنند، اگر شرکت صاحب معدن نتواند به تعهدات محیط‌زیستی خود عمل کند [۳۲]. یکی از الزامات قانونی مرتبط با صلاحیت‌های قضایی در مورد استخراج معادن، این است که اداره‌کننده و صاحب پروژه ضمانت مالی قانونی بدهد که مخارج ترمیم لازم در صورت به‌جلو نرفتن یا باطل شدن پروژه تضمین خواهد شد. ماهیت این تضمین متفاوت و ممکن است شامل ابزارهایی مانند ضمانت‌نامه، وثیقه یا ضمانت‌نامه‌های شخصی (مثلاً ضمانت‌نامه‌های شرکت) باشد، اما این مکانیسم‌ها همیشه مؤثر نیستند. به‌عنوان مثال، این اوراق اغلب برای پوشش هزینه‌های رهاسازی یا رویدادهای برنامه‌ریزی نشده مانند زمین‌لغزش، کنترل آلاینده‌ها و تأثیرات بر حوزه‌های آبخیز ناکافی هستند. در مواردی که در صورت عدم موفقیت شرکت در تعطیلی معدن، بدهی‌ها به دولت‌ها منتقل می‌شود، از دولت‌ها انتظار می‌رود هزینه‌های بازسازی و تعطیلی را تأمین کنند [۲۶].

1- Mine Site Restoration Standards (MSRS)

بسته شدن معادن همچنین اثرات اجتماعی پیچیده‌ای را نشان می‌دهد که در آن فرصت‌های شغلی و تجاری محلی را در معرض نابودی قرار می‌دهند [۱۸]. چارچوب‌های قانونی در حال حاضر فاقد حاکمیت جامع انتقال اجتماعی هستند، اما جنبه‌هایی ممکن است در الزامات EIA، مورد بررسی قرار گیرند عبارت‌اند از: ارزیابی اثرات اجتماعی^۱ (SIAs)، ارزیابی‌های اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی (ESIAs)^۲ و همچنین در طرح‌های بسته شدن معدن (MCPs)^۳ می‌باشند. اگرچه شرکت‌ها از چارچوب‌های قانونی پیروی می‌کنند، اما شرکت‌ها باید اطمینان حاصل کنند که این چارچوب‌ها بهترین عملکرد صنعت را نشان می‌دهند که توسط استانداردهای بین‌المللی محک زده شده است، در غیر این صورت شرکت‌ها ممکن است مجوز بهره‌برداری خود و کل صنعت را به خطر بیندازند؛ بنابراین، یک چالش برای صنعت دانستن این است که بسته شدن معدن قوی و پایدار چگونه ممکن است، به‌ویژه در مواردی که چارچوب‌های نظارتی ضعیف یا شفاف نباشند؛ بنابراین این وظیفه شرکت است که درک کند که جوامع چه انتظاراتی دارند و اطمینان حاصل کند که در صورت امکان از انطباق آن‌ها فراتر خواهد رفت [۲۶]. این با مفهوم مجوز اجتماعی بهره‌برداری بیشتر سازگار است. قوانین بسته شدن و احیای معدن ممکن است صریحاً به احیای بوم‌سازگان مربوط به بسته شدن نپردازند. یا ممکن است در رسیدگی به فرآیندهای اکولوژیکی کلیدی یا شرایط مورد نیاز برای رسیدن به شرایط مطلوب آینده ناکام باشند؛ بنابراین، شرکت‌ها باید اطمینان حاصل کنند که چارچوب‌های قانونی خود برای مدیریت بسته شدن، با انتظارات اجتماعی فعلی و آینده فراتر از حداقل استانداردها که شامل شواهد روشنی از پایداری است، مطابقت دارد. از آنجایی که صنعت معدن وارد مرحله بسته شدن می‌شود، تنظیم‌کننده‌ها به دنبال بهبود کارایی تعطیلی معادن هستند، مانند تغییر ریسک تضمین مالی و ایجاد انگیزه برای بازسازی تدریجی می‌باشند. شرکت‌های معدنی باید پیشرو باشند و پیش‌بینی کنند که استانداردهای زیست‌محیطی با افزایش آگاهی دولت‌ها و جامعه پس از توقف استخراج معادن افزایش یافته است. اهداف رفاه اجتماعی و انسانی، از جمله اهدافی که خدمات بوم‌سازگان و حوزه‌های آبخیز را بازیابی یا تقویت می‌کنند، باید در کنار اهداف اکولوژیکی در مرحله برنامه‌ریزی یک پروژه بازسازی شناسایی شوند [۵، ۲۷، ۱۵ و ۴۲].

جوامع میزبان که وابستگی اقتصادی به عملیات معدنی ایجاد کرده‌اند، در زمان بسته شدن، آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی قابل توجهی را تجربه خواهند کرد. این می‌تواند به‌ویژه برای کسانی که در مناطق دورافتاده، جوامع بومی، یا در کشورهای در حال توسعه هستند که معدن ممکن است محرک اصلی اقتصادی محلی باشد، صادق باشد. مالک معدن ممکن است بالفعل در نقش مسئول اجتماعی-اقتصادی باشد که در غیر این صورت مسئولیت آن

- 1- Social impact assessments (SIAs)
- 2- Environmental and social impact assessments (ESIAs)
- 3- Mine closure plans (MCPs)

بر عهده دولت خواهد بود. اگرچه تعیین مرزهای مسئولیت یک شرکت معدنی برای توسعه اقتصادی-اجتماعی بسیار چالش‌برانگیز است، سرمایه‌گذاری در مسائل اجتماعی می‌تواند منجر به نتایج پایدار و انعطاف‌پذیر جامعه شود زمانی که دولت و سهامداران در تصمیم‌گیری، مسئولیت و فرآیند بسته شدن سهیم باشند. مدیریت تعامل با ذی‌نفعان در مورد شیوه‌های احیای اکولوژیکی در معادن و حوزه‌های آبخیز، چه از طریق مشاوره یا اقدامات روی زمین، بسیار پیچیده است [۱۵].

سرمایه‌گذاری و الزام نظارت بر معادن و حوزه‌های آبخیز

سرمایه‌گذاری صنعت در تحقیقات، نوآوری را تقویت می‌کند که به مقابله با چالش‌های منحصربه‌فرد بازسازی و بازیابی زیست‌محیطی در سایت‌های معدن کمک می‌کند. دانش صحیح برای کاربرد مقرون‌به‌صرفه بازسازی و احیاء معادن ضروری و باید برنامه‌ریزی شود. در این زمینه از نظرت متخصصان موضوع استفاده شود. در عین حال جنبه‌های زیست‌محیطی و بیولوژیکی منحصربه‌فرد سایت‌های معدنی مورد توجه قرار گیرد. تحقیقات اغلب برای واکنش به یک مشکل فوری انجام می‌شود. با این حال، ارزش واقعی و تغییر زمانی می‌تواند منجر شود که دیدگاه استراتژیک و کل پروژه اتخاذ شود. تحقیقات اگر در اوایل فرآیند معدنکاری فعال شود و در طول عمر معدن ادامه یابد. تحقیقات پتانسیل ارائه راه‌حل‌هایی برای مسائلی را دارد که به وجود می‌آیند. نوآوری بین بخش معدن و شرکای تحقیقاتی می‌تواند نتایج زیست‌محیطی و اجتماعی را بهبود بخشد [۴۲ و ۳۵]. به‌ویژه زمانی که صنعت روابط متمرکز و بلندمدت با کارشناسان مربوطه تشکیل می‌دهد [۲۱ و ۳۹].

عمل احیای اکولوژیکی در سایت‌های معدن مستلزم درجه بالایی از دانش زیست‌محیطی است که از آموزش رسمی، صنعت و تجربه استخراج شده است. دانش محصول مشاهده، آزمایش و مدیریت تطبیقی مستندات است. الزامات نظارتی بر روی بومی بوم‌سازگان‌های محیط‌زیست و حوزه‌های آبخیز مستلزم آن است که شرکت‌های معدنی نتایج احیای محیط‌زیستی را با درجه‌ای معقول از قطعیت پیش‌بینی کنند و رویه‌ها، برنامه‌های نظارتی و منابع مالی همراه را برای انجام مداخلات اصلاحی و مدیریت تطبیقی در اختیار داشته باشند [۴]. سرمایه‌گذاری تأخیری در دانش باکیفیت بالا و مرتبط محلی در طول برنامه‌ریزی مرمت ممکن است منجر به ریسک قابل توجهی در مرحله واگذاری یک معدن شود [۱]. هنگام اجرای احیای سایت‌های معدن، هدف باید دستیابی به بالاترین سطح بازیابی ممکن در آن سایت و بوم‌سازگان مرجع باشد. بهبودی، خواه کامل یا جزئی، به زمان نیاز دارد و ممکن است یک پیشرفت خطی نباشد [۳۱ و ۱۰].

شرکت‌های معدنی باید سیاست ایجاد ظرفیت‌ترمیم را در آغاز استخراج، مرمت تدریجی، بهبود مستمر و مدیریت تطبیقی اتخاذ کنند. چنین سیاستی می‌تواند به مدیران اجازه دهد که به‌طور مستمر اهداف پروژه را ارتقا دهند. بر اساس آن توسعه دهند تا بازیابی را

به سمت نتایج بالاتر و پایدارتر در هر سایت بازسازی جدید پیش ببرند. همچنین سایت‌های احیاء قدیمی را قادر می‌سازد تا از دانش و ظرفیت جدید بهره‌مند شوند.

نتیجه‌گیری

منابع معدنی مخازن ثروت برای هر کشوری است تا توسعه اجتماعی-اقتصادی خود را افزایش دهد. اکتشاف و بهره‌برداری از منابع معدنی، محیط‌زیست را در سطوح مختلف بدتر می‌کند. اگرچه استخراج معادن به‌طور قابل‌توجهی به شکوفایی اقتصادی یک کشور کمک می‌کند، اما بر محیط‌زیست فیزیکی و اجتماعی تأثیر منفی می‌گذارد؛ بنابراین، حفظ هماهنگی و تعادل بین استخراج و حفاظت و اجرای کامل قوانین برای هر کشور ضروری است. آبخیزداری، محیط‌زیست و منابع طبیعی پایه زندگی و کل فعالیت اقتصادی را نشان می‌دهد. کاهش آن‌ها یک چالش بزرگ برای توسعه اقتصادی برای هر دو اقتصاد توسعه‌یافته و درحال توسعه است. استفاده کارآمد از آن‌ها یک نیاز ضروری است و باید باهدف سیاست‌های عمومی طراحی شده توسط مقامات در سراسر جهان همسو و هماهنگ باشد. کاهش منابع طبیعی در حوزه‌های آبخیز یک مشکل جدی است که امروزه بسیاری از کشورها من جمله کشورمان ایران با آن مواجه هستند. از آنجایی که مواد معدنی و سایر منابع طبیعی از زمین و معادن روباز استخراج می‌شوند، جایگزین نمی‌شوند و این امر منجر به از بین رفتن تنوع زیستی و تخریب محیط‌زیست شده است. مشکل تهمی شدن منابع طبیعی و تخریب حوزه‌های آبخیز با این واقعیت تشدید می‌شود. کاهش منابع طبیعی محیط‌زیست موجب افزایش مخارج دولت شده است. این امر شرایط موجود را بدتر می‌کند. دولت‌ها با وضع رانت‌های معدنی و با اجرای قوانین و دستورالعمل‌های بازسازی و احیاء زیست‌محیطی معادن می‌توانند اطمینان حاصل کنند که شرکت‌ها سهم خود را برای منابعی که استخراج می‌کنند پرداخت و درآمد حاصله را برای تأمین مالی پروژه‌های حفاظت از محیط‌زیست و انرژی‌های تجدیدپذیر صرف می‌کنند. این امر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوا کمک می‌کند و کشورهای دارای بالاترین میزان انتشار را در درازمدت پایدارتر می‌کند. لزوم به‌کارگیری چارچوب‌های قانونی مرتبط با صلاحیت‌های قضایی در استخراج معادن، در دادن ضمانت مالی قانونی باعث می‌گردد که اداره‌کننده و صاحبان پروژه‌های معادن که مخارج ترمیم در صورت به‌جلو نرفتن یا باطل شدن پروژه اجرا و پرداخت کنند. احیای زمین معدن باید در مراحل اولیه چرخه معدن برنامه‌ریزی شود. قوانین مربوط به معادن و حفاظت از محیط‌زیست نیز باهدف به حداقل رساندن آسیب‌های زیست‌محیطی، اجرای تعهدات حرفه‌ای در مورد بهره‌برداری از ذخایر سنگ معدن و حمایت از منافع سستی مالکان زمین در زمین‌های شخصی باید تدوین شوند. هنگام برنامه‌ریزی برای بسته شدن عملیات معدن روباز پس از معدن، بسیاری از جنبه‌های مهندسی ژئوتکنیک مربوط به پایداری دائمی شیب گودال‌ها، پایداری زباله‌ها، حوزه‌های آبخیز، دریاچه‌های

ایمنی مردم و همچنین حیات‌وحش باید اعمال شود. برنامه‌ریزی برای بسته شدن معادن زیرزمینی، بسته به روش استخراج، نیاز به رفع هرگونه فرونشست غیرقابل‌برنامه‌ریزی دارد. برخورد با تأسیسات باطله چالش‌برانگیزترین جنبه تعطیلی در معادن باشد. بیشتر قوانین و دستورالعمل‌های بسته شدن معادن به دنبال حفظ منافع جوامعی هستند که در مناطق معدنی یا اطراف آن زندگی می‌کنند. نتایج این بررسی نشان داد احیای اراضی یکی از مؤثرترین راه‌ها برای بازگرداندن کیفیت اکولوژیکی زمین‌های آسیب‌دیده در معادن است. پایش اکولوژیکی در مناطق معدنی و حوزه‌های آبخیز احیاء شده با استفاده از سنجش‌ازدور می‌تواند اثربخشی احیاء را منعکس کند. علاوه بر این، شناسایی مناطق تخریب پوشش گیاهی برای ارائه مبنایی برای مدیریت احیای اراضی در معادن روباز امکان‌پذیرتر است؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد از فناوری‌های سنجش‌ازدور در مطالعات پایش اکولوژیکی انجام شود.

منابع

- 1- Adiansyah, J.S. 2017. A life cycle assessment of mine tailings management (Doctoral dissertation, Curtin University).
- 2- APEC. 2018. Mine closure checklist for governments. Asia Pacific Economic Cooperation Mining Task Force, Singapore.
- 3- Basu, D. and Mishra, S. 2024. Mine reclamation practices and effects of stakeholder perception—a case study of Saoner mines, Maharashtra, India. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71(1): 62.
- 4- Blignaut, J., and Aronson, J. 2020. Developing a restoration narrative: A pathway towards system-wide healing and a restorative culture. *Ecological Economics*, 168:106483.
- 5- Burns, C., and Church, J. 2018. Managing the social impacts of mine closure. *Canadian Mining Journal*, 139(6): 8-9.
- 6- Cao, Y., Ai, Z., Dang, X., Hou, M., Liu, H., Li, Q., Yao, Y., Deng, Y., Zhu, S., and Xiao, L. 2024. Effects of different reclamation measures on soil quality restoration in open-pit mines: A meta-analysis based on the Chinese Loess Plateau. *Ecological Engineering*, 203:107257.
- 7- CCSI, SDSN, UNDP, WEF. 2016. Mapping mining to the sustainable development goals: an atlas. Columbia Centre on Sustainable Investment, Sustainable Development Solutions Network, United Nations Development Program and World Economic

- 18- Juju, D., Baffoe, G., Dam Lam, R., Karanja, A., Naidoo, M., Ahmed, A., Jarzebski, M.P., Saito, O., Fukushi, K., Takeuchi, K., and Gasparatos, A. 2020. Sustainability challenges in sub-Saharan Africa in the context of the sustainable development goals (SDGs). *Sustainability Challenges in Sub-Saharan Africa I: Continental Perspectives and Insights from Western and Central Africa*, 3-50.
- 19- Kurylo, M., Tkachenko, Y., and Paiuk, S. 2023, October. Social and environmental features in domestic and international minerals resources classification systems. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254 (1): 012098.
- 20- Lamb, D, Erskine, P., and Fletcher A. 2015. Widening gap between expectations and practice in Australian minesite rehabilitation. *Ecological Management & Restoration* 16: 186–195.
- 21- Lesani, S. B., Mashhadi, A., Habib Nejad, A., and Habibi Mojndeh, M. 2010. Environmental Protection Strategies in Economic Activities in Iran, *Quarterly Journal of Public Law Studies*, 50 (3): 899-920 (In Persian)
- 22- Liu J, Clewell A., 2017. *Management of Ecological Rehabilitation Projects*. Science Press, Beijing, China.
- 23- Liu, J., Cui, W., Tian, Z., and Jia, J., 2021. Theory of stepwise ecological restoration. *Chinese Science Bulletin*, 66(9):1014-1025.
- 24- LPSDP. 2016a. *Leading Practice Sustainable Development Program for the mining industry community engagement and development*. Department of Industry, Tourism and Resources (DITR); Department of Foreign Affairs and Trade (DFAT), Canberra, Australian Capital Territory, Australia
- 25- LPSDP. 2016b. *Leading Practice Sustainable Development Program for the mining industry mine closure*. Department of Industry, Tourism and Resources (DITR); Department of Foreign Affairs and Trade, Canberra, Australian Capital Territory, Australia.
- 26- Mackie, C., and Besco, L. 2020. Rethinking the function of financial assurance for end-of-life obligations. *Envntl. L. Rep*, 50:10573.
- 27- Mancini, L. and Sala, S., 2018. *Social Forum*, Geneva, Switzerland.
- 8- Chen, L., Han, P., and Zhang, G. 2024. Use of an Ecological Compensation Model in Water Resource Development: A Case Study from Shaanxi Province, China. *Water*, 16(19): 2851.
- 9- Eccles, R.G., and Klimenko, S. 2019. The investor revolution. *Harvard Business Review*, 97(3):106-116.
- 10- Erickson, T., Barrett, R., Merritt, D., and Dixon, K. 2016. *Pilbara seed atlas and field guide: plant restoration in Australia's arid northwest*. CSIRO PUBLISHING.
- 11- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J. and Hua, F., 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration ecology*, 27(S1): S1-S46.
- 12- Global Tailings Review. 2020. *Global industry standard on tailings management*. standard_EN.pdf.
- 13- Harries, K.L., Woinarski, J., Rumpff, L., Gardener, M., and Erskine, P.D. 2024. Characteristics and gaps in the assessment of progress in mine restoration: insights from five decades of published literature relating to native ecosystem restoration after mining. *Restoration Ecology*, 32(1): 14016.
- 14- He, Y., Wang, S., and Chen, N. 2024. Mineral rents, natural resources depletion, and ecological footprint nexus in high emitting countries: Panel GLM analysis. *Resources Policy*, 89:104472.
- 15- ICMM., 2019. *Integrated mine closure: a good practice guide*. 2nd ed. International Council on Mining and Metals, London, UK.
- 16- IFC. 2012. *International Finance Corporation's guidance note 6: biodiversity conservation and sustainable management of living natural resources*. International Finance Corporation, Washington, D.C.
- 17- IRP. 2019. *Land restoration for achieving the sustainable development goals: an international resource panel think piece*. In: JE Herrick, T Abrahamse, P.C Abhilash, S.H Ali, P Alvarez-Torres, AS Barau, et al. (eds) *A think piece of the international resource panel*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

- 37- SER. 2004. The SER international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, Tucson, Arizona.
- 38- Singh, S., Sharma, G.D., Radulescu, M., Balsalobre-Lorente, D., and Bansal, P. 2024. Do natural resources impact economic growth: An investigation of P5+ 1 countries under sustainable management. *Geoscience Frontiers*, 1;15(3):101595.
- 39- Stevens, J.C., Rokich, D.P., Newton, V.J., Barrett, R.L., and Dixon, K.W., 2016. Banksia woodlands: A restoration guide for the Swan Coastal Plain. Crawley, Australia: UWA Publishing.
- 40- United Nations .2015. Paris agreement. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-d & chapter = 27 & clang = _en.
- 41- Young, R.E., Gann, G.D., Walder, B., Liu, J., Cui, W., Newton, V., Nelson, C.R., Tashe, N., Jasper, D., Silveira, F.A., and Carrick, P.J. 2022. International principles and standards for the ecological restoration and recovery of mine sites. *Restoration Ecology*, 30(52):1-47.
- 42- Young, R.E., Manero, A., Miller, B.P., Kragt, M.E., Standish, R.J., Jasper, D.A., and Boggs, G.S. 2019. A framework for developing mine-site completion criteria in Western Australia. Project Report.
- 43- Zhou, S., Li, X., Zhang, P., Lu, G., Zhang, X., Zhang, H., and Zhang, F. 2024. Carbon Sequestration Capacity after Ecological Restoration of Open-Pit Mines: A Case Study in Yangtze River Basin, Jurong City, Jiangsu Province. *Sustainability* (2071-1050), 16(18).
- impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. *Resources Policy*, 57:98-111.
- 28- Maus, V., Gikjum, S., Gutschlhofer, J., da Silva, DM., Probst, M., and Gass, SLB. 2020. A global-scale data set of mining areas. *Scientific Data* 7: 289.
- 29- Moffat, K., and Zhang, A. 2014. The paths to social licence to operate: An integrative model explaining community acceptance of mining. *Resources policy*, 39:61-70.
- 30- Moghimi, H. 2024. Mines Reconstruction (Part One): Mines, Natural Resources and Sustainable Development, Watershed Management Promotion and Development, 12 (44): 30-38 (In Persian)
- 31- Moreno-Mateos, D., Alberdi, A., Morriën, E., Van der Putten, W.H., Rodríguez-Uña, A., and Montoya, D., 2020. The long-term restoration of ecosystem complexity. *Nature Ecology & Evolution*, 4(5): 676-685.
- 32- Peck, P., and Sinding, K., 2009. Financial assurance and mine closure: Stakeholder expectations and effects on operating decisions. *Resources Policy*, 34(4):227-233.
- 33- Prevention, P., and Resettlement, I. 2012. Biodiversity Conservation and Sustainable Management of Living Natural Resources.
- 34- PwC2021 .. Mine 2021: Great expectations, seizing tomorrow. Pricewaterhouse Coopers. <https://www.pwc.com/mine>.
- 35- Rosa, J.C., Morrison-Saunders, A., Hughes, M., and Sánchez, L.E. 2020. Planning mine restoration through ecosystem services to enhance community engagement and deliver social benefits. *Restoration Ecology*, 28(4): 937-946.
- 36- Salvador, G.N., Leal, C.G., Brejão, G. L., Pessali, T.C., Alves, CBM., Rosa, GR., Ligeiro, R., and Montag LFDA. 2020. Mining activity in Brazil and negligence in action. *Perspectives in Ecology and Conservation* 18: 139-144.



Abstract

Examining Legal Gaps in the Restoration and Environmental Rehabilitation of Open-Pit minesM. Khodadadi Feijani¹, Sh. Shirazian^{2*}, Sh. Bikpour³, B. Azadbakht⁴ and A. mohammadi⁵

Received: 2024/01/10 Accepted: 2025/03/07

Access to mineral resources is vital for humanity. Mining, along with agriculture, is a foundational industry that provides essential raw materials for electricity, steel, petrochemicals, and food production. However, the topographical and environmental changes resulting from mining, as well as their effects on human health and watershed management, must be addressed. Achieving a balance between these competing interests requires effective restoration and rehabilitation of mining sites. Current mining laws often permit exploration and extraction without sufficiently considering the rights and interests of local communities, leading to social conflicts and operational challenges. The findings indicate that mining in watershed areas faces significant issues, including economic and social resource depletion and raw material exports, alongside environmental destruction and harm. Additionally, mining often lacks social acceptance and support. Continuing with this approach will not benefit the mining sector.

Keywords: Reconstruction, Legal, Environmental, Open-pit mining, Watershed

1. PhD Student in Environmental Management, Faculty of Agriculture, Water, Food and Processes, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2 *Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Water, Food and Processes, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran Email: Shirazian.shirin@gmail.com

3. Assistant Professor, Department of Environment and Forestry, Faculty of Agriculture, Water, Food and Processes, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture and Basic Sciences, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

5. Assistant Professor, Department of Environmental Planning, Faculty of Agriculture, Water, Food and Processes, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.