چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

ارزیابی تاثیرات زیست‌محیطی مرتبط با فعالیت‌های معدن میکای قره‌باغ، شمال ارومیه

کوثر علینژاد پورناکی[۱]، حسین پیرخراطی[۲]، منیژه اسدپور[۳]

[۱]دانشجو تحصیلات تکمیلی گرایش زمین‌شناسی زیست‌محیطی، دانشگاه ارومیه؛ kosaralinezhad44@gmail.com

[۲]دانشیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه ارومیه؛ h.pirkharrati@mail.urmia.ac.ir

[۳]استادیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه ارومیه؛ m.asadpour@urmia.ac.ir

چکیده: فعالیت‌های معدنی در کنار آثار مثبت مانند منبع اشتغال محلی و کمک به اقتصاد محلی و منطقه‌ای می‌تواند اثرات منفی قابل توجهی بر محیط زیست داشته باشد. این اثرات می‌تواند در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی از طریق شیوه‌های استخراج مستقیم و غیرمستقیم رخ دهد. فعالیت‌های معدنی، از جمله اکتشاف، ساخت و ساز، بهره برداری، نگهداری، باطله‌برداری و توسعه می‌تواند بر سیستم‌های اجتماعی و زیست محیطی به طرق مختلف مثبت و منفی و مستقیم و غیرمستقیم تأثیر بگذارد. برخی از اثرات منفی فعالیت‌های معدنی بر محیط‌زیست شامل فرسایش، حفاری‌ها، از بین رفتن تنوع زیستی، آلودگی‌های خاک، آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی توسط مواد شیمیایی آزاد شده از فرآیندهای معدنی و تخریب پوشش گیاهی و خاک هنگام استخراج مواد معدنی است. علاوه بر آن استخراج معادن می‌تواند تأثیرات منفی بر سلامت انسان و استانداردهای زندگی او داشته و منجر به تغییر کاربری زمین، جنگل زدایی، افزایش گرد و غبار و انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. استخراج میکا همچنین باطله‌های آغشته به میکای باقیمانده را تولید می‌کند که می‌تواند آب پایین دست را آلوده کند. این باطله‌ها به راحتی در معرض فرسایش هستند و شرایط شیمیایی خطرناکی را در مناطق اطراف ایجاد می کند.

واژگان کلیدی: آلودگی، محیط زیست، معدن، میکا، قره‌باغ

۱-متن مقاله: معادن یکی از عناصر اساسی اقتصاد هر کشوری هستند و نقش بسیار مهمی در تامین منابع معدنی و فراوری برای تامین نیازهای مختلف جامعه دارند. این مواد معدنی با استفاده از روش‌های گوناگون به سطح زمین منتقل می‌شوند. در حین انتقال این مواد معدنی، هرگونه

عملیات نادرست ممکن است باعث اختلال در تعادل عناصر موجود در طبیعت شود[۲]. معدن میکای قره‌باغ در ۷۰ کیلومتری شمال‌غرب دریاچه ارومیه و ۲ کیلومتری شمال‌غربی روستای قره باغ، در زیر پوشش برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ تسوج با مختصات جغرافیایی ′۰۲ °۴۵ تا ′۰۳ °۴۵ طول شرقی و ′۰۴ °۳۸ تا ′۰۵ °۳۸ عرض جغرافیایی قرار دارد. این منطقه قسمتی از پهنه زمین‌ساختی سنندج – سیرجان است که در انتهایی‌ترین بخش آن قرار دارد[۳] . صنعت معدنکاری باتوجه به وسعت فعالیت‌های خود دارای ارتباط تنگاتنگی با مسائل محیط زیستی و اجتماعی است[۱]. ضرورت انجام مطالعات زیست محیطی در معادن میکا با توجه به اثرات زیست محیطی قابل توجه آنها بسیار مهم است. استخراج میکا منجر به از بین رفتن پوشش‌های گیاهی، آلودگی گرد و غبار سیلیسی و ضایعات میکا، ... می شود که به تخریب اکوسیستم اطراف کمک می‌کند. مطالعات زیست‌محیطی می‌تواند به درک میزان کامل آسیب زیست‌محیطی ناشی از استخراج میکا و توسعه استراتژی‌هایی برای کاهش این اثرات کمک کند. انجام این مطالعات برای حصول اطمینان از شیوه‌های استخراج و به حداقل رساندن پیامدهای منفی بر محیط زیست و جوامع محلی ضروری است. بررسی منابع کتابخانه‌ای نشان می‌دهد که مطالعات کمی در رابطه با تاثیرات زیست‌محیطی فعالیت‌های معدنکاری میکا در دنیا مخصوصا در ایران صورت گرفته است، که یکی از دلایل آن می‌تواند کم بودن تعداد معادن میکا در سطح جهان و ایران باشد. میکا در کشورهای مختلف جهان استخراج می‌شود. بزرگترین تولیدکننده میکا کشور چین است. سایر کشورهای مهم استخراج کننده میکا شامل هند، ماداگاسکار، برزیل و ایالات متحده است.

شکل (۱) : معدن میکای قره‌باغ

در منطقه قره‌باغ علی‌رغم مطالعات متعدد بر روی پترولوژی و سنگ‌شناسی منطقه، تاکنون در زمینه زیست‌محیطی فعالیت‌های معدنی بررسی و مطالعه‌ای صورت نگرفته است. فعالیت‌های معدنی می‌تواند تأثیرات زیست محیطی و اجتماعی مختلفی داشته باشد. در زیر به برخی از آثار فعالیت‌های معدنی اشاره شده است:

۱. از بین رفتن محیط زیست: فعالیت‌های معدنی می‌تواند منجر به از بین رفتن مراتع، جنگل‌ها و فضای طبیعی دیگر شود. این امر ممکن است تأثیرات جدی بر تنوع زیستی و فضای زیستی محلی داشته باشد و منجر به از بین رفتن گونه‌های گیاهی و جانوری، و از بین رفتن محیط‌های طبیعی برای جامعه‌های بومی و بوم‌شناختی و حیات وحش شود.

۲. آلودگی منابع آب: فعالیت‌های معدنی می‌تواند باعث آلودگی منابع آب شود. استفاده از مواد شیمیایی و مواد زائد در معدن و ورود پساب‌های معدنی به سیستم‌های آبی می‌تواند باعث آلودگی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی شود و تأثیر مخربی بر روی محیط‌زیست و منابع آبی داشته باشد.

۳. تغییر شکل و منظره: معدن‌ها و تاسیسات معدنی ممکن است منظره طبیعی را به شدت تغییر دهند و بر منظره زیستگاه‌های طبیعی و مناظر زیبای محلی تأثیر منفی بگذارد.

۴. آسیب به سلامت انسان: فعالیت‌های معدنی ممکن است منجر به آسیب‌هایی برای سلامت انسان شود. از جمله آلودگی هوا، صدمات فیزیکی و آلودگی محیط پیرامون مانند خاک و آب به مواد شیمیایی از جمله عواقب فعالیت‌های معدنی هستند که زندگی بشر را تحدید می‌کنند. افرادی که در فعالیت‌های معدنی مشغول به کار هستند ممکن است به خطر از دست دادن حیات خود در معدن یا به عواقب ناشی از از دست دادن بهداشت و سلامتی خود برخوردار باشند.

با این حال، لازم به ذکر است که فعالیت‌های معدنی همچنان نقش مهمی در تأمین منابع معدنی اساسی برای صنایع و اقتصاد جهانی ایفا می‌کنند. برای کاهش تأثیرات منفی این فعالیت‌ها، استفاده از فناوری‌های پاک و دوستدار محیط‌زیست و اجرای استانداردهای حفاظت از محیط‌زیست از اهمیت بالایی برخوردار است.

در سال ۱۳۷۶ وزارت معادن و فلزات طرح اکتشاف سراسری میکا را جهت بررسی پتانسیل‌های موجود در کشور ارائه نمود تا با استفاده از پتانسیل میکای موجود مقداری از مواد اولیه صنایع مصرف کننده این ماده معدنی را تامین نماید. این طرح در همان سال جهت اجرا به مهندسان مشاور معدنکاو واگذار شد. در این راستا، پس از بررسی‌های اولیه مدارک و گزارشات جمع‌آوری شده حدود ۲۸ منطقه پتانسیل‌دار برای میکا مورد شناسایی قرار گرفت که از مهمترین آنها می‌توان به معادن قره‌باغ، یارم قیه و زارعان در استان آذربایجان غربی، منگاوی، ارزان فود و ده نو اسداله خان ملایر در استان همدان، معادن قشلاق، خواجه مراد، چینگ کلاغ، ده غیبی، شرق بیرجند، نهبندان و سنگان در استان خراسان و معادن ده نو و خنادره در استان مرکزی اشاره کرد. با وجود این معادن در ایران، بررسی‌های کتابخانه‌ای نشان می‌دهد که هیچ مطالعه زیست محیطی بر روی آنها انجام نشده است. در زیر به برخی مطالعات زیست محیطی انجام شده بر بروی معادن میکا در دنیا پرداخته شده است. میکا ماده معدنی طبیعی است که از خانواده مواد سیلیکاتی و آلومینیومی می‌باشد. این ماده معدنی به صورت ورقه‌های نازک یا بلوک‌های جامد یافت می‌شود و دارای خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی است. میکا دارای مقاومت بسیار خوبی در برابر حرارت، الکتریسیته و خوردگی است که آن را به یک ماده بسیار مورد توجه و با ارزش در صنایع مختلف تبدیل کرده است. به علت ویژگی‌های خاص این ماده، میکا در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله کاربردهای مهم میکا می‌توان به استفاده در صنایع الکترونیکی و الکتریکی، صنایع خودروسازی، ساخت و ساز، صنایع نساجی و حتی صنایع غذایی اشاره کرد. همچنین به دلیل مقاومت در برابر حرارت، در صنایعی که نیاز به عایق حرارتی دارند، به کار می‌رود. به عنوان مثال، در صنعت هسته‌ای، عایق حرارتی و الکتریکی میکا بسیار ارزشمند است. با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد میکا و

کاربردهای گسترده‌ای که دارد، این معدن از اهمیت ویژه‌ای در صنایع مختلف برخوردار است. این خصوصیات بسیاری از شرکت‌ها و صنایع را وادار به استفاده از این ماده معدنی با ارزش میکا کرده است.

شکل (۲): بلوک‌های جامد میکا

شکل (۳): پولک‌های ریز فلوگوپیت

انجام نادرست فعالیت‌های معدنکاری در معادن میکا و یا استفاده نادرست یا مداوم از میکا می‌تواند برای سلامتی انسان‌ها و زیستگاه‌ها مشکلاتی ایجاد کند. به طور کلی، آلودگی‌هایی که میکا ممکن است ایجاد کند عبارتند از:

- **آلودگی هوا:** دانه‌های میکا در هوا ته‌مانده شده و ذرات ریزی تشکیل می‌دهند، استنشاق این ذرات به طور مستقیم می‌تواند به ریه‌ها و سیستم تنفسی آسیب وارد کند. بطور خاص، غبار میکا حاوی سیلیسیوم دی‌اکسید است که می‌تواند آسیب‌های جدی به ریه‌ها و سیستم تنفسی وارد کند. در ادامه برخی از عوارض عمده استنشاق میکا برای ریه‌ها و سلامتی انسان را مورد بحث قرار گرفته است.

✓ بیماری شیلیسیوز: استنشاق مداوم ذرات میکا ممکن است منجر به بیماری شیلیسیوز گردد. این بیماری عمدتاً توسط ذرات میکا و سیلیسیم وارد ریه می‌شود و می‌تواند به التهاب ریه و تشکیل ندول‌های ریه منجر شود. در موارد شدید، می‌تواند منجر به فیبروز پلورال و نارسایی تنفسی شود.

✓ سل: استنشاق میکا می‌تواند خطر ابتلا به بیماری سل را افزایش دهد. در این بیماری سیستم ایمنی بدن تضعیف شده و خطر ابتلا به عفونت ریه افزایش می‌یابد.

✓ سایر عوارض: استنشاق ذرات میکا ممکن است منجر به التهاب ریه، آسم، سرطان ریه و بیماری‌های مزمن تنفسی شود.

در نتیجه، بسیار مهم است که در محیط‌هایی که احتمال استنشاق میکا وجود دارد، از ابزارهای حفاظتی مناسب (مانند ماسک‌های حفاظتی) استفاده شود و اقدامات ایمنی مناسب انجام شود تا اثرات آسیب‌های احتمالی کاهش یابد.

شکل (۴): دستگاه خردایش؛ این دستگاه باعث پراکندگی ذرات

- **آلودگی آب:** در فعالیت‌های معدنی، آب ممکن است به عنوان یک منبع استخراج یا پسماند استفاده شود. اما، این عملیات می تواند مواد آلوده را به منابع آبی محیط اطراف رها کند. آب معدنی که حاوی فلزات سنگین مانند جیوه، کادمیوم و سرب است می تواند به آب زیرزمینی و سطحی نفوذ کند و آنها را آلوده کند. این آلودگی آب می تواند به فاکتورهای مختلف مانند کاهش تنوع زیستی، مرگ حیوانات آبزی و آسیب به سلامت انسان ها منجر شود. فعالیت‌های معدن کاری میکا نیز مجزا از این بحث نیست.
- **آلودگی خاک:** فعالیت‌های معدنی و باطله‌های حاصل از آن می تواند علاوه بر تخریب خاک، آلودگی های خاکی را ایجاد کند. مواد آلوده از معدن همانند ذرات معدنی سولفید آهن و سیانید به خاک وارد شده و می تواند بر کیفیت آن تأثیر بگذارد. این آلودگی ها می تواند باعث کاهش ارزش خاک، تخریب منابع غذایی و کاهش فعالیت میکروبی در خاک شود.

شکل (۵): باطله‌های رها شده‌ی میکا در کناردست زمین‌های کشاورزی

شکل (۶): پوشش گیاهی و درختان متاثر از فعالیت‌های معدنی

به منظور رهگشایی جهت انجام مطالعات، معادن میکا در دنیا پرداخته شده است. در مطالعه‌ای که توسط [۴] بر روی معادن میکا در ناحیه Giridih هند انجام شد. مشخص گردید که آب‌های زیرزمینی و خاک مزارع کشاورزی پیرامون معادن میکا آلودگی به فلزات سمی (Cr, Ni, Pb, Cu, Cd) نشان می‌دهد. بررسی‌ها در منطقه نشان داد که منبع اصلی این آلودگی معادن میکا است. باطله‌های معدنی میکا که حاوی فلزات سمی هستند تاثیر منفی بر تولید محصول و کیفیت خاک در منطقه دارد. مطالعات [۵] نشان می‌دهد که قرار گرفتن طولانی مدت انسان در تماس با فلزات سمی از طریق بلع، تنفس و تماس با پوست، تهدید قابل توجهی برای سلامتی انسان است. این گروه دریافتند که ماندگاری و سمیت زیستی توسط فلزات سنگین حتی می‌تواند باعث بروز انواع بیماری‌ها و حتی سرطان شود. علاوه بر پایداری فلزات سنگین، هنگامی که غلظت آنها از حد مجاز فراتر رود، به‌دلیل عدم توانایی آنها در تجزیه یا کمپوسیت در طول زمان، خطری برای سلامتی هستند. در این مطالعه بر اساس شاخص خطر سلامت (HI)، مشخص گردید که کودکان بیشتر از بزرگسالان تحت تأثیر قرار می گیرند. نتایج حاصل از تحقیقات [۶] نشان می‌دهد که هنگام استخراج میکا به ویژه در طول فرآیند حفاری در معادن، اغلب مقادیر قابل توجهی گرد و غبار سیلیسی تولید می‌شود، این گرد و غبار که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده نیست، باعث آلودگی هوایی که معدنچیان مستقیماً از آن استنشاق می‌کنند می‌شود. این گرد و غبارها و ذرات ریز (معروف به سیلیکوزیس و پنوموکونیوز) منجر به بیماری‌های کشنده ریوی می‌شوند. در مطالعه‌ای که [۸ و ۷] در معادن میکا انجام دادند مشخص گردید که استخراج میکا همچنین باعث تولید خاک زباله آغشته به میکای باقی مانده می‌شود که به راحتی در معرض فرسایش هستند و باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی محلی شده و شرایط شیمیایی خطرناکی را در مناطق اطراف ایجاد می کند. مطالعه ای که اخیرا توسط [۱۰ و ۹] منتشر شده است، اثرات نامطلوب آلودگی به فلزات سنگین و فلوراید در آب های زیرزمینی در مناطق نزدیک معدن میکا در ایالت‌های جارکند، هند را همراه با اثرات آن بر سلامت انسان را نشان می‌دهد.

ماده‌ی معدنی میکا :

میکا گروهی از سیلیکات‌های لایه ای است که شامل چند کانی با رخ کاملا لایه‌ای می‌باشد. از عناصر تشکیل دهنده‌ی میکا میتوان به آلومینیم، آهن، سدیم، سیلیسیم و اکسیژن اشاره نمود. میکاها به دو دسته تقسیم می‌شوند. میکای معمولی شامل بیوتیت، مسکوویت، لپیدولیت، فلوگوپیت، زینوالدیت می‌باشد. دسته‌ی دوم که به میکای ترد معروف است شامل کلینتونیت است. فرمول کلی میکا شامل $X_2Y_{4-6}Z_8O_{20}(OH,F)_4$ است که اگر یون X یکی از عناصر سدیم یا پتاسیم باشد، میکای دسته معمولی را شامل می‌شود. اگر یون X کلسیم باشد میکای ترد را شامل می‌شود. در فرمول کلی بالا X میتواند یکی از عناصر سدیم، پتاسیم یا کلسیم باشد. Y یکی از عناصر آهن، آلومینیم و منیزیم است. Z نیز یکی از عناصر سیلیسیم یا آلومینیم است. انواع میکا عبارت است از :

بیوتیت: یا همان میکای سیاه از گروهی از میکاها می‌باشد که از عناصر آهن، منیزیم، اکسیژن، هیدروژن و سیلیسیم تشکیل شده است که به وسیله یون پتاسیم با پیوند ضعیفی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. عنصر آهن موجود در بیوتیت بیش از سایر میکاهاست بدین جهت به آن میکای آهنی نیز گفته می‌شود.

مسکوویت: میکا بر پایه پتاسیم می‌باشد. بدون رنگ تا سبز کمرنگ بوده و به طور رایج در گرانیت‌ها و پگماتیت‌ها دیده می‌شود.

لپیدولیت: میکا بر پایه لیتیم بوده که جایگزینی لیتیم با آلومینیم را شامل می‌شود. این کانی از نظر صنعتی به استثنای منبع لیتیم مورد تقاضا نمی‌باشد.

فلوگوپیت: این میکا از ترکیب آلومینوسیلیکات، پتاسیم، منیزیم و آهن در دل طبیعت یافت می‌شود. در بسیاری از مواقع بلورهای فلوگوپیت قهوه‌ای رنگ هستند اما می‌توانند زرد، سبز یا قهوه‌ای مایل به قرمز هم باشند. نام این کانی برگرفته از نام یونانی به معنای شبیه به آتش است که کنایه از رنگ قرمز موجود در نمونه اصلی آن دارد.

زینوالدیت: میکا بر پایه لیتیم-آهن می‌باشد که دارای رنگ خاکستری تا قهوه‌ای است. از نظر شکل بلور ورقه‌ای بوده و دارای جلای صدفی می‌باشد. این کانی برای اولین بار از محلی در چک اسلواکی بنام Cinovec گرفته شده است.

حوزه کاربرد	نوع کاربرد	ویژگی‌های شاخص	مراجع
سرامیک	ساخت شیشه سرامیکهای ماشین کاری شونده، کاشی و آجر	ویسکوزیته مذاب شیشه، دمای ذوب، استحکام خام و پخت ، انقباض بعد از پرس	۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷
برق	ساخت خازنها و عایقهای الکتریکی، به عنوان گدازآور در پوشش الکترودهای جوشکاری	میزان عناصر Fe و Na، ولتاژ شکست	۱۸، ۱۹، ۲۰
ساختمان و بتن	ملات بندکشی، پوشش دیوارهای گچی، پوشش بام آسفالتی	نسبت پهنا به ضخامت دانه میکا، انعطاف پذیری	۲۱، ۲۲
نفت	در ترکیب سیمان حفاری	نسبت پهنا به ضخامت دانه میکا	۲۳
تصفیه فاضلاب	تصفیه سرب	اندازه دانه، خاصیت تبادل یونی	۲۴
فیول سل	عایق‌بندی فیول سل، به صورت کامپوزیت کاغذ میکا	اندازه دانه، نسبت پهنا به ضخامت دانه میکا، میزان عناصر Fe و Mg	۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱
رنگسازی	به عنوان پرکننده در رنگ	خلوص، ضخامت، پهنا، خاصیت تورق	۳۲، ۳۳
آرایشی بهداشتی	رژگونه، خط و سایه چشم، کرم ضدآفتاب، ماتیک، برق	اندازه دانه، خلوص ، سفیدی و تلعلع زیاد، میزان جداشدگی ورقه‌های میکا	۳۴

	بدن، مو و لب، ریمل، لوسیونهای مرطوب کننده و لاک ناخن		
کامپوزیت	به عنوان حجم دهنده و پرکننده در اجزای پلاستیکی خودرو، به عنوان یک عایق سبک برای کاهش صوت و ارتعاش	اندازه دانه، نسبت پهنا به ضخامت دانه میکا، میزان عناصر Fe و Mg آبگریز و پلیمر دوست کردن دانه‌های میکا، انعطاف‌پذیری	۳۶ ،۳۵

کلینتونیت: یک ماده معدنی فیلوسیلیکات آلومینیم، منیزیم، کلسیم است. این میکا با عنوان میکای شکننده شناخته می‌شود. این میکا دارای سیستم مونوکلینیک بوده و به رنگ‌های سبز، زرد، قرمز تا قهوه‌ای مایل به قرمز دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری: بر اساس تحقیقات انجام شده، داده‌ها نشان می‌دهد که آلودگی‌های مرتبط با معادن غیرقابل جبران بوده و باعث بروز بالاترین مشکلات محیط‌زیستی می‌شود. در صورت عدم مدیریت صحیح عملیات معدنی، این امر سبب تخریب اکوسیستم‌ها، بهم خوردن تعادل فیزیکی و شیمیایی منطقه می‌شود که نهایتا می‌تواند سبب انتشار آلاینده‌های متنوع گردد. در حقیقت فعالیت‌های معدنی باعث ایجاد آسیب‌های وسیع در سطح زمین می‌شود و خاک‌های موجود در محدوده معادن را از حالت طبیعی و پایدار خارج می‌کند. نخستین جنبه آلوده کننده‌ی معادن، ذرات ریز و معلق موجود در هوا در نتیجه‌ی فعالیت‌های معدنکاری می‌باشد. در بسیاری از مناطق رهاسازی باطله‌های حاصل از کانه‌آرایی می‌تواند مستقیما سبب آلودگی آبهای سطحی و خاک‌های مناطق مجاور شود. انتقال مواد سمی همانند سرب و جیوه به مناطق پایین‌دست توسط ذرات معلق نمونه‌ای از این آلودگی‌ها می‌باشد. ذرات معلق انتقال یافته توسط آب به مناطق پایین دست می‌تواند سبب آلودگی‌های شیمیایی شود که این آلودگی‌ها در نتیجه دوره‌های ذوب برف و طوفان‌های شدید به حداکثر حالت خود میرسد. آلودگی‌های خاک و رسوبی منبعی برای دیگر آلودگی‌ها می‌باشد که می‌تواند میکروارگانیزم‌های موجود در آبها و خاک‌ها را تحت تاثیر اثرات منفی بلند مدت خود قرار دهد. برای کاهش

جدول ۱: خلاصه کاربردهای میکا در زمینه‌های مختلف

خسارات ناشی از معدنکاری و افزایش راهکارهای مناسب جهت کاهش خسارات میبایست با معماری مناسب پیشگیری‌های لازم را در عمل پیاده نمود.

منابع

[۱] میرزائی، م؛ سامانی، س؛ پورباقری، ع.ر. (۱۳۹۶) مدیریت آثار زیست محیطی معدن کاری در معدن طلا (مطالعه موردی: معدن طلای موته)؛ اولین کنفرانس ملی ژئوتکنیک زیست محیطی؛ فصا، دانشگاه فسا.

[2] Marcucci, D.J., “Landscape history as a planning tool.” Landscape and Urban Planning, Vol. 49, PP. 67-81, 2000.

[3] Alavi Naini, M., 1972- Etude geologique de la region de Djam, Geological Suevey of Iran, Report No. 3:288P.

[4] Ghosh Saibal Ghosh S. Banerjee S., Prajapati J., Mandal J., Mukherjee A., 2023. Pollution and health risk assessment of mine tailings contaminated soils in India from toxic elements with statistical approaches pradip Bhattacharyya, Chemosphere, 324, 138267.

[5] Huang, J., Wu, Y., Sun, J., Li, X., Geng, X., Zhao, M., Sun, T., Fan, Z., 2021. Health risk assessment of heavy metal (loid) s in park soils of the largest megacity in China by using Monte Carlo simulation coupled with Positive matrix factorization model. J. Hazard Mater. 415, 125629.

[6] Schipper, j., Kiezebrink, V., Kate A.T, Remmers, M.M., 2016. Beauty and a Beast: child labour in India for sparkling cars and cosmetics. SOMO. The centre for research on multinational corporations.

[7] Schipper, I., and Cowan, R., 2018. Global Mica mining and the impact on children’s rights. SOMO. The centre for research on multinational corporations. DOI: 10.13140/RG.2.2.24089.98402.

[8] Ibeh, C.U., Pedrotti, M., Tarantino, A., Lunn, R.J., 2021. On the utilization of Mica waste: The Pore-fluid chemistry of Mica soils and its implication for erosion susceptibility. Geoderma, 403 p. 115256.

[9] Giri, S., Bharat, A.P., Singh, A.K., 2021. Metal contamination of groundwater in the mica mining areas of Jharkhand: assessing seasonal variation, sources and human health risk. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 8281-8294.

[10] Giri, S., Singh, A.K., 2022. Fluoride exposure and its potential health risk assessment through ingestion of food in the mica mining areas of Jharkhand, India. Human and Ecological Risk Assessment: Human and Ecological Risk Assessment. Int. Journal, 28(3),1-14

[11] Faeghi-Nia, A., Crystallization and sintering behavior of phlogopite–soda lime composite, *Journal of Non-Crystalline Solids,* 2011, 357, 3385 –3391.

[12] FaeghiNia, A., Thermal properties and crystallization of lithium–mica glass and glass-ceramics, *Thermochimica Acta,* 2013, 564, 1–6.

[13] Rounan, L.I., Peinan, Z.H.U., Phlogopite- based glass ceramics, *Journal of Non-Crystalline Solids,* 1986, 80,600-604.

[14] Norman M., Low, P., Cellular structure glass formed with Phlogopite- type mica powdersandcarbonate compounds, *Materials Research Bulletin,* 1980, 15, 881-890

[15] Jiang, G., Gilbert, M., Hitt, D.J., Wilcox, G.D., Balasubramanian, K., Prepration of nickle coated mica as a conductive filler, Composites: *part A,* 2002, 33, 745-751.

[16] Dai, H., Li, H., Wang, F., An alternative process for the preparation of Cu-coated mica composite powder, *Surface & Coatings Technology,* 2006, 201, 2859 – 2866.

[17] Chou, Y-S., W.Stevenson, J., Hardy, J., Singh, P., Material degradation during isothermal ageing and thermal cycling of hybrid mica seals under solid oxide fuel cell exposure conditions, Journal of Power Sources, 2006, 157, 260–270.

[18] Dai, H., Li, H., Wang, F., Electroless Ni–P coating preparation of conductive mica powder by a modified activation process, *Applied Surface Science,* 2006, 253, 2474–2480.

[19] Grattan-Bellew P.E., Beaudoin, J.J., Effect of phlogopite micaon alkali- aggregate expansion in concrete, Cement and Concrete Research, 1980, 10, 789-797.

[20] Li, C., Takeichi, Y., Uemura, M., Nakai, T., Sinomiya, M., Tsuya, Y., The friction behavior of Ni-, SiO2- and mica sodium silicatebased solid lubrication composites, Tribology International, 1999, 32, 407–411.

[21] Dell'Anna L., Laviano, R., Mineralogical and chemical classification of Pleistocene clays from the Lucanian Basin (Southern Italy) for the use in the Italian tile industry, Applied Clay Science, 1991, 6, 233-243.

[22] Bram, M., Niewolak, L., Shah, N., Sebold, D., Buchkremer, H.P., Interaction of sealing material mica with interconnect steel for solid oxide fuel, Journal of Power Sources, 2011, 196, 5889–5896.

[23] Obut, A., Girgin, I., Hydrogen peroxide exfoliation of vermiculite and phlogopite, *Minerals Engineering,* 2002, 15, 683–687.

[24] Jing, C., Hanbing, S.X., The preparation and characteristics of cobalt blue colored mica titania pearlescent pigment by microemulsions, *Dyes and Pigments,* 2007, 75, 766-769.

[25] Chou, Y-S., W.Stevenson, J., Phlogopite mica-based compressive seals for solid oxide fuel cells: effect of mica thickness, Journal of Power Sources, 2003, 124, 473–478.

[26] Chou, Y-S., W.Stevenson, J., Long-term thermal cycling of Phlogopite mica-based compressive seals for solid oxide fuel cell, *Journal of Power Sources,* 2005, 140, 340–345.

[27] Chou, Y-S., W.Stevenson, J., Long-term ageing and materials degradation of hybrid mica compressive seals for solid oxide fuel cells, *Journal of Power Sources,* 2009,191, 384–389.

[28] Chou, Y-S., W.Stevenson, J., Novel infiltrated Phlogopite mica compressive seals for solid oxide fuel cells , *Journal of Power Sources,* 2004, 135, 72–78.

[29] Le, S., Sun, K., Zhang, N., Shao, Y., An, Qiang Fu, M.,Zhu, X., Comparison of infiltrated ceramic fiber paper and mica base compressive seals for planar solid oxide fuel cells, *Journal of Power Sources,* 2007, 168, 447–452.

[30] Venäläinen, S.H., Sorption of lead by phlogopite-rich mine tailings, *Applied Geochemistry,* 2012, 27, 1593–1599.

[31] Stengl, V., Subrt, J., Bakardjieva, S., Kalendova, A.,Kalendab, P., The preparation and characteristics of pigments based on mica coated with metal oxides, *Dyes and Pigments,* 2003, 58, 239–244.

[32] Cavalcante, P.M.T., Dondi, M., Guarini, G., Barro, F.M., Luz, A.B., Ceramic application of mica titania pearlescent pigments, *Dyes and Pigments,* 2007, 74, 1-8.

[33] Limparyoon, N., Seetapan, N., Kiatkamjornwong, S., Acrylamide-2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid and associated sodium salt superabsorbent copolymer nano composites with mica as fire retardants", *Polymer Degradation and Stability,* 2011, 96, 1054-1063.

[34] Gao, Q., Wu, X., Fan, Y., The effect of iron ions on the anatase-rutile phase transformation of titania in mica titania pigments, *Dyes and Pigments,* 2012, 95, 96-101.

[35] Uno, H., Tamura, K., Yamada, H., Umeyama, K., Hatta, T., Moriyoshi, Y., Preparation and mechanical properties of exfoliated mica-polyamide 6 nanocomposites using sericite mica, *Applied Clay Science,* 2009, 46, 81–87.

[36] Pinto, U.A., Visconte, L.L.Y., Nunes, R.C.R., Mechanical properties of thermoplastic polyurethane elastomers with micaand aluminum trihydrate, *European Polymer Journal,* 2001, 37, 1935- 1937.