معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی
دانشگاه تربیت مدرس

انجمن علمی دانشجویی مهندسی معدن
و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

نشریه معدن سبز

معدن سبز

آذر ۱۴۰۰

شماره ۱

توسعه پایدار در معادن

توقف ساکن مهندسین معدن!

توسعه پایدار در چارچوب ریسک پذیری و LCA

مصاحبه با دکتر رشیدی نژاد ریاست کنفرانس سیدنی

گاهنامه علمی، فرهنگی معدن سبز

انجمن علمی دانشجویی مهندسی معدن و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

تمامی حقوق مادی و معنوی متعلق به نشریه معدن سبز می‌باشد.

بسمه تعالی

گاهنامه علمی فرهنگی معدن سبز
شماره ۱
سال اول
پاییز ۱۴۰۰

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی مهندسی معدن و محیط زیست(معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس)

مدیر مسئول: کیاوش کرمخانی

سردبیر: مهسا نیازی

دبیر اجرایی: محمد حسین اسلامی

روابط عمومی: سپیده محمد رحیم پور خلخالی

هیئت تحریریه: مهسا نیازی، کیاوش کرمخانی، ایمان نعیمی مجد، محمد حسین اسلامی، سپیده محمد رحیم پور خلخالی

نویسندگان همکار: امیر ضیاء لامع، فرشاد دهقان گلین

مشاور علمی: دکتر احمد جمشیدی زنجانی

طراح و صفحه آرا: کیاوش کرمخانی

قیمت: ۱۰۰۰۰ هزار تومان

ویراستاری: رضا حیدری، سبا نوروزی، محمد حاجی‌زاده

این نشریه دارای مجوز شماره ۱۹۳د/۴۲۵۰ در تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۳ از معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس است.

انجمن علمی دانشجویی مهندسی معدن و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

از دل سنگ هم گاهی می‌شود سبز بود و سبز دید...

معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس

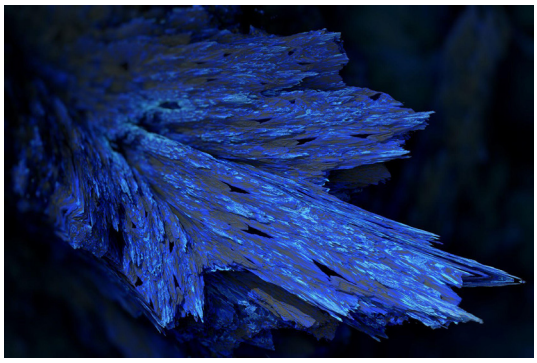
فهرست مطالب

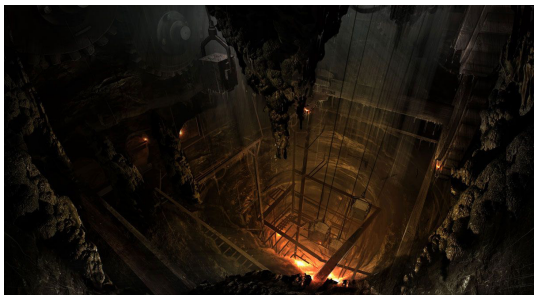
معدن سبز

عناوین اصلی

- توقف ساکن مهندسین معدن!
- توسعه پایدار در چارچوب ریسک پذیری و LCA
- مصاحبه با دکتر رشیدی نژاد ریاست کنفرانس سیدنی

۳


۲۶


۲۷

۳۱

سخن سردبیر و مدیر مسئول

- سخن سردبیر ۲
- سخن مدیر مسئول ۲

درنگ نما

- مهندس، صنعت و رویای سبز ۳

مقالات

- حذف سیانید به روش جذب سطحی، الکتروشیمیایی و بررسی روش الکترو‌انعقاد گونه مغناطیسی ۶
- بررسی رشد گیاه جهت بازسازی معدن به کمک نرم افزار ویژوال مینتک(Visual Minteq3.1) ۱۰

نرم افزار

- مدلسازی نشت آلاینده‌ها در خاک با استفاده از نرم افزار هایدروس(HYDRUS3D) ۲۲

دگر فرم توسعه پایدار

- ریسک پذیری در معادن ۲۷
- ارزیابی چرخه عمر(LCA) ۳۱

مصاحبه

- توسعه پایدار در معادن از دیدگاه دکتر رشیدی نژاد ۳۵

رویداد

- مروری بر کنفرانس‌های مهندسی معدن ۴۱

مهسا نیازی

سردبیر

پیشگفتار

محیط زیست یکی از موضوعات مهم و اساسی سیاست جهانی است. بحران محیط زیست امروزه یک مساله جدی و قابل تامل است که حاصل دخالت و بهره وری نامتعارف انسان از طبیعت و همچنین ناشی از برهم زدن تعادل بین اکوسیستم از طریق فعالیت‌های صنعتی است. ضرروت بقاست که انسان را واداشته تا توجه ویژه‌ای بر سلامت محیط زیست داشته باشد.

برطبق آخرین بررسی‌های صورت گرفته توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت، ایران نزدیک به ۸۵ هزار واحد صنعتی فعال دارد که از این تعداد ۲۰ هزار واحد صنعتی مربوط به صنعت معدنکاری می‌باشد. بدین منظور نسبت به گذشته باید توجه ویژه‌ای به توسعه پایدار داشته باشیم.

توسعه پایدار (Sustainable Development) مفهومی است که برمبنای پیامدهای مخرب زیست محیطی و اجتماعی که ناشی از رویکردهای توسعه فعالیت‌های صنعتی است را با مفهوم رشد و پیشرفت و تغییر نگرش پدید آورده است. حال برای احتذار از نابودی محیط زیست و جلوگیری از ورود آلاینده‌های صنعتی، همه ما مسئولیم در تمامی ابعاد اعم از جهانی، ملی و به ویژه سطح محلی به پیشرفت و توسعه پایدار محیط زیستی بپردازیم، چرا که توسعه پایدار یک انتخاب نیست بلکه بهترین راهی است که به تمام جانداران این کره زمین امکان یک زندگی درست را می‌دهد.

کیاوش کرمخانی

مدیر مسئول

به نام خالق هستی بخش

امروزه در هر جامعه‌ای شاهد رشد روز افزون صنعت به خصوص صنعت معدنکاری هستیم. این رشد به سبب تقاضای جامعه حاصل شده و همچنان این روند ادامه خواهد داشت. توسعه و رشد هر صنعتی خوب است به شرطی که در چارچوبی پایدار به سمت این توسعه پیش روی داشته باشند. مفهوم توسعه پایدار، در این زمان معنا می‌یابد. توسعه بایستی با در نظر گرفتن تمام جوانب به خصوص سه جنبه اصلی محیط زیست، اقتصاد و محیط فرهنگی-اجتماعی، شکل بگیرد و رقم بخورد. علاوه بر این ها، دو جنبه بهره وری و ایمنی نیز باید در متن برنامه ریزی-ها قرار بگیرد و مهم برشمرده شوند.

یکی از چالش‌های اصلی معدنکاری مجوزهای اجتماعی است، با ذکر عنوان معدنکاری اولین ذهنیتی که شکل می‌گیرد، تخریب است؛ در صورتی که باید معدنکاری طوری برنامه ریزی و مدیریت شود که این ذهنیت از هر شخصی دور شود. این امر با برنامه ریزی و حرکت رو به رشد در چارچوب توسعه پایدار مسجل خواهد شد. امروزه شاهد ورود تکنولوژی‌های نسل چهارم در معادن هستیم، و یا برنامه‌ریزی‌هایی که در بحث بازسازی معادن شده است، حاکی از تلاش جامعه معدنی برای حرکت به سمت توسعه پایدار است. با این حال امید است که معدنکاری در کشورمان نیز همان طور که به سرعت رشد می‌کند، در مسیر معدنکاری پایدار نیز گام‌های اساسی بردارد و به سرعت خود را به جامعه معدنی جهانی برساند.

در این شماره از نشریه معدن سبز که با همّت دانشجویان و فعالین حوزه معدن و محیط زیست به سرانجام رسیده است، سعی شده پیرامون معدنکاری پایدار و راهکارهای پیشگیرانه در حین معدنکاری و پس از آن (Mine closure) مباحث و مسائلی مطرح شود.

در آخر از تمام عزیزانی که در این امر، معدن سبز را یاری نموده و خواهند نمود، نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

یا حق

درنگ نما

پیش روی شما ...

مهندس، صنعت و رویای سبز

صفحات ۳ الی ۵

رشته مهندسی معدن در مقطع کارشناسی دارای چهار گرایش اکتشاف، استخراج، مکانیک سنگ و فرآوری مواد معدنی است که از سال ۱۳۹۵ گرایش معدن و محیط زیست در مقاطع تحصیلات تکمیلی در دو دانشگاه تهران و تربیت مدرس شروع به فعالیت کرده است. در مقطع تحصیلات تکمیلی اهمیت ایجاد گرایش‌های مختلف رشته معدن به بررسی وضعیت معادن، صنایع معدنی و میزان بومی بودن و امکان پذیری استفاده از فنون روز دنیا برای تولید مواد مختلف خام فلزی و غیرفلزی، محصولات فرآوری شده و همچنین مصالح و سنگ‌های ساختمانی اشاره کرد.
با توجه به رشد جمعیت و گسترش صنایع مختلف از جمله معدنکاری تبعات و مشکلات زیست محیطی زیادی به همراه داشته و سبب تولید آلاینده‌ها و انتقال آلودگی در خاک و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود که همین موضوع اهمیت گرایش محیط زیست معدن را بیش تر از پیش نمایان می‌کند. با آموزش مفاهیم، علوم و فنون در زمینه محیط‌زیست و با بهره گیری از علم معدن و مشکلات ناشی از آن به دانشجویان علاقه مند در زمینه حفاظت از محیط زیست، آشنایی با مفهوم توسعه پایدار گام مهمی در این راستا است.

مهندس، صنعت و رویای سبز

مهسا نیازی

سردبیر

رشته مهندسی معدن در مقطع کارشناسی دارای چهار گرایش اکتشاف، استخراج، مکانیک سنگ و فرآوری مواد معدنی است که از سال ۱۳۹۵ گرایش معدن و محیط زیست در مقاطع تحصیلات تکمیلی در دو دانشگاه تهران و تربیت مدرس شروع به فعالیت کرده است. در مقطع تحصیلات تکمیلی اهمیت ایجاد گرایش‌های مختلف رشته معدن به بررسی وضعیت معادن، صنایع معدنی و میزان بومی بودن و امکان‌پذیری استفاده از فنون روز دنیا برای تولید مواد مختلف خام فلزی و غیرفلزی، محصولات فرآوری شده و همچنین مصالح و سنگ‌های ساختمانی اشاره کرد. با توجه به رشد جمعیت و گسترش صنایع مختلف از جمله معدنکاری که تبعات و مشکلات زیست‌محیطی زیادی به همراه داشته و سبب تولید آلاینده‌ها و انتقال آلودگی در خاک و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود، اهمیّت گرایش محیط زیست معدن را بیش‌تر از پیش نمایان می‌کند. با آموزش مفاهیم، علوم و فنون در زمینه محیط زیست و با بهره گیری از علم معدن و مشکلات ناشی از آن به دانشجویان علاقه‌مند در زمینه حفاظت از محیط زیست، آشنایی با مفهوم توسعه پایدار گام مهمی در این راستا است.

آنچه که همواره صنعت معدنکاری را در افکار عمومی تحت تاثیر قرار داده، تخریب محیط زیست در اثر فعالیت‌های معدنی است. در این راستا چالش اصلی معادن مواجهه با طراحی درست سد باطله، مدیریت پساب‌ها و همچنین بررسی تاثیرات منفی انتقال آلاینده‌های معدنکاری روی محیط زیست است. به‌طورکلی چالش‌های مهم پیش رو در صنعت معدنکاری را می‌توان باطله و پساب‌های معدن و احیا زمین پس از استخراج تقسیم‌بندی کرد.

لذا بحث چالش‌های معدنی در ارتباط با جامعه و محیط زیست همواره در طول چند دهه اخیر وجود داشته است و می‌توان تنها راهکار پایدار نگه داشتن آن‌ها را توجه و رعایت مولفه‌های توسعه پایدار، به ویژه رابطه آن با جامعه و محیط زیست پیرامون آن‌ها دانست. در کشور ایران منابع معدنی به عنوان یک فرصت برای پیشرفت و توسعه کشورند امّا وضعیت صنعت معدنکاری ایران در مولفه‌های مختلف توسعه پایدار، در مقایسه با سایر کشورهای معدنی وضعیت مناسبی ندارد. برای آنکه صنعت معدنکاری بتواند یک صنعت پایدار باشد و نقش خود را در توسعه پایدار ایفا کند، تعریف یک چارچوب کلی و جامع برای آن بسیار مهم است. معادن برای ادامه فعالیت خود در ایران با چالش‌های اساسی در حوزه‌های مختلف مانند محیط زیست، مصرف انرژی، ایمنی و بهداشت روبه‌رو هستند. در این راستا، مدیریت صحیح پساب‌های کارخانه‌های فرآوری، توجه بیشتر به تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، برگزاری دوره‌های بازآموزی برای نیروی کار از راهکارهای مهم برای بهبود وضعیت موجود است.

با توجه به مخاطرات زیاد در این صنعت، باید توجه ویژه به اصول آموزشی نیروی کار آن داشت تا صنعت معدنکاری در جامعه به عنوان یک صنعت کم خطر و مبتنی بر فن آوری‌های پیشرفته شناخته شود. در تمام کشورهای توسعه‌یافته و صاحب نام در صنعت معدنکاری، در هنگام تعارض معدنکاری با مولفه‌های توسعه پایدار سعی شده با همکاری تمام دستگاه‌های متولی و نیز معدنکاران به یک راهکار عملی در چارچوب مفاهیم توسعه پایدار دست یابند.

از مهمترین چالش‌هایی که یک مهندس محیط زیست در صنعت به ویژه در صنعت معدنکاری با آن روبه رو می‌شود تا حدی غیرمنطقی زیاد است. چراکه باتوجه به جدید بودن این گرایش در دانشگاه‌های ایران، شناخت کافی و یا حتی لازم در اکثر صنایع مختلف نسبت به مسائل زیست محیطی وجود ندارد؛ به همین دلیل مخالفت‌های زیادی از سوی صنعتکاران نسبت به پیگیری‌های مهندسین در این حوزه گرفته می‌شود. ورود مهندسین محیط زیست به موضوعات مدیریت آلاینده‌ها و پساب‌های ناشی از صنایع مختلف به سختی صورت می‌گیرد و توجه کمی به نکاتی که توسط مهندسین بررسی شده است، می‌شود.

از دیگر چالش‌هایی که مهندسین محیط زیست با آن مواجه هستند زیرمجموعه‌ای از چالش قبلی است که توضیح داده شد. در برخی از کشورهای صنعتی از جمله صنعت معدنکاری، دانشگاه و صنعت مکمل هم هستند و صنعت به یک فردی که به تازگی فارغ التحصیل شده است، توجه ویژه‌ای دارد و آن را کارآموز خود می‌داند و او را تعلیم می‌دهد تا از اشتباهات خود کم کند تا یک مهندس با عقاید کامل وارد جامعه معدنکاری شود.

در ایران اما این داستان متفاوت است، برای ورود به صنعت باید یک دانشجو حداقل ۳ سال سابقه کار داشته باشد. که خب این امر میسر و حتی منطقی نیست. همچنین در صنایع نیاز به تعداد محدودی از فارغ التحصیلان مهندسی محیط زیست است و این یعنی بن بست برای دانشجویان این رشته و فکر فرار از این شرایط و مهاجرت تحصیلی به کشورهای دیگر که خواهان نیروهای مجرب و مهندسین توانای ایران هستند.

با این توضیحات آیا تحصیلات تکمیلی در رشته مهندسی محیط زیست منطقی است یا خیر؟

برخی از دانشجویان به جنبه‌های علمی و پژوهشی علاقه‌مند هستند و معتقدند دوره‌ی کارشناسی برایشان تخصصی نبوده است؛ چراکه برای اغلب دانشجویان به دروسی که آن‌ها در کارشناسی مشتاق بودند؛ به خوبی پرداخته نشده است و در این دروس مهارت لازم را کسب نکرده‌اند و به ناچار و براساس چارت دروس کارشناسی مجبور به خواندن بسیاری از آن‌ها شده‌اند که علاقه‌ای نداشته‌اند. پس می‌توان از جهاتی هدف از تحصیلات تکمیلی را متخصص شدن در زمینه مطالعاتی مورد علاقه‌ی دانشجویان دانست.

لازم به ذکر است که دانشجویان تحصیلات تکمیلی در دروس دانشگاهی خود مهارت کافی را نمی‌بینند بلکه آن را فرصتی می‌دانند تا برای انجام پروژه‌های صنعتی آماده شوند. که راه حل این موضوع در گرو آن است که فرد همزمان با تحصیل در مقاطع ارشد و دکتری به صورت پاره وقت وارد محیط کار شود؛ و این چنین کارکنان شرکت‌ها می‌دانند که به دلیل پاره وقت بودن حضور دانشجو، نقش کارآموز را دارد و در این مدت می‌تواند آموزش لازم را ببیند تا بعد از فارغ التحصیل شدن به صورت تمام وقت برای شرکت کار کند. همچنین کارکنان نیز از دانش به روز دانشجو می‌توانند بهره ببرند و دیدگاه بهتری نسبت به مهندسین و رشته معدن و محیط زیست پیدا می‌کنند.

در این بخش بررسی می‌کنیم که اپلای کنیم یا خیر ؟

هر ساله میلیون‌ها نفر در سراسر دنیا عازم کشورهای دیگر می‌شوند و این امر در کشور ما نیز متداول است. مهاجرت از کشور مادری به صورت تنهایی برای آغاز یک زندگی جدید مسلما مهم‌ترین تصمیم در طول زندگی خواهد بود؛ بنابراین باید این موضوع به درستی در تمامی جنبه‌ها ارزیابی شود. در گذشته به بعد روانی مهاجرت توجه زیادی نمی‌شد اما امروزه به دلایلی همچون وابستگی‌های مادی، معنوی و همچنین افزایش سختی‌های مهاجرت، این مساله رنگ تازه‌ای به خود گرفته است. اولین نکته‌ای که باید توجه داشت و تمامی دانشجویان نیز اتفاق نظر دارند؛ این است که دانشجو قبل از آن که تصمیمی برای مهاجرت تحصیلی بگیرد باید معایب و مزایای آن را بسنجد، با افرادی که در این مسیر قرار گرفته‌اند مشورت کند و در نهایت تصمیم خود را بگیرد. در بیشتر مواقع ما از عقل و منطق خود برای پیداکردن دلایل و بررسی درستی شرایط استفاده نمی‌کنیم و تنها برای توجیهی برای مجاز دانستن احساسات خود از آن بهره می‌بریم. از دو منظر می‌توان این فرایند را بررسی کرد. اول افرادی که وابستگی شدید عاطفی به خانواده خود دارند و با بهانه‌ی اینکه «من کشورم را دوست دارم» و یا «می شود در مقاطع بالاتر کار پیدا کرد»، فکر اپلای را از ذهن خود دور می‌کنند. دسته دوم افرادی که علاقه زیادی به خارج رفتن و قدم زدن در خیابان‌های معروف و شرکت در فستیوال‌های مختلف دارند و با بهانه اینکه « اینجا برای مهندسین ارزشی قائل نیستند» و یا «کار در حوزه تخصصی من وجود ندارد»؛ هرروز و هرشب به فکر اپلای هستند. بنابراین نکته مهم و قابل تامل برای تصمیم‌گیری در این رابطه، دور بودن از احساسات و تاثیر منفی افراد در مورد رشته تحصیلی است. بعضی از افراد معتقدند که اگر دلیل دانشجو برای اپلای بهره‌مندی از یک تحصیلات تکمیلی پژوهشی سطح بالا و آشنایی با فرهنگ جدید و همچنین به دست آوردن یک تجربه کاری به خصوص صنعتی، که پیشرفته‌تر از سطح کشورش باشد، اپلای کردن دلیل خوبی است.

اما اگر دانشجو با رویای تاسیس یک شرکت خصوصی و دانش بنیان مهاجرت کند؛ به مشکلاتی برخواهد خورد؛ چراکه تجربه کارهای صنعتی و پژوهشی ندارد و باعث ازبین رفتن موقعیت‌های مناسب شغلی خود در کشور خود می‌شود. بنابراین برای افرادی که قصد دارند در محیط آکادمیک و پژوهشی، تخصص خود را دنبال کنند؛ همکاری با اساتیدی که در سراسر این کره خاکی حرفی برای گفتن در رابطه با تخصص خود دارند؛ می‌تواند بسیار مفید باشد.

بنابراین زمانی که عزمتان را جزم می‌کنید تا برای ادامه تحصیل در خارج از کشور برنامه ریزی کنید بهتر است تمام فاکتورهای هزینه، مدت زمان دوره، احساس غربت، پروسه اخذ ویزای تحصیلی و همچنین مزایا و معایب تحصیل در کشور موردنظر خود را بررسی کنید و با آگاهی کامل در این مورد تصمیم گیری کنید.

همچنین حواستان باشد برای اینکه بتوانید فرصت‌های مناسبی را پیدا کنید، از دانشجویان دکتری و ارشد که در رشته مهندسی معدن و محیط زیست تحصیل کرده اند، مشورت بگیرید تا با دیدگاه بهتری در رابطه با آینده تحصیلی خود تصمیم بگیرید.

ثبت دیدگاه برای این متن

مقالات

پیش روی شما ...

حذف سیانید به روش جذب سطحی، الکتروشیمیایی و بررسی روش الکترو‌انعقاد گونه مغناطیسی

صفحات ۶ الی ۹

روش حذف سیانید از پساب معدنی به دو روش الکتروشیمیایی و جذب سطحی انجام شد. در این مطالعه به تعیین عوامل موثر بر جذب سیانید از پساب معدنی با استفاده از روش جذب سطحی و الکتروشیمیایی و همچنین بررسی کاهش سیانید توسط فرایند در روش الکترو‌انعقاد مغناطیسی پرداخته شده است. هدف اول این مطالعه شبیه سازی حذف سیانید در حضور نانوذرات دی اکسید تیتانیوم از پساب صنعتی مصنوعی با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 و تعیین عوامل موثر بر میزان جذب با استفاده از مدل‌های جذب و ظرفیت ثابت فروندلیچ در روش جذب سطحی بود، هدف دوم تعیین عوامل موثر در کاهش غلظت سیانید در آب و پساب‌ها در روش الکتروشیمیایی بود که در این مورد مطالعات زیادی پیرامون حذف سیانید صورت گرفته است که از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات پایلوت F.Hine اشاره کرد و هدف سوم بررسی فرایند و روند بازیابی طلا و نقره با استفاده از محلول سیانید در الکترو‌انعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی بود. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که سه عامل شامل pH ، ذرات نانو دی اکسید تیتانیوم و غلظت اولیه سیانید بر سطح جذب سیانید تأثیر می- گذارد، و نیز عوامل pH محیط، زمان عملیات، شدت جریان و نوع الکترود در روش الکتروشیمایی موثر است. طبق نتایج به دست آمده، در روش جذب سطحی سیانید در حضور نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم پساب و با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 و تحلیل فروندلیچ و ظرفیت خازنی ثابت 2-pK CCM با کارهای آزمایشگاهی مطابقت داشته و در روش الکتروشیمیایی درجه حرارت تقریباً در طی فرایند و انجام واکنش تحت کنترل ثابت ماند و نتیجه این شد که هرچه یون هیدروکسیل بیشتر باشد، کاهش سیانید بیشتر صورت می‌گیرد. همچنین روش الکترو‌انعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی، روشی مناسب برای استفاده از فرایند EC برای بازیابی طلا و نقره از محلول‌های سیانید می‌باشد، که در این مطالعه به مقایسه و چگونگی انجام این روش‌ها پرداخته شده است.

بررسی رشد گیاه جهت بازسازی به کمک نرم افزار Visual Minteq3.1

صفحات ۱۰ الی ۲۱

امروزه صنعت معدنکاری با توجه به گسترش روز افزون جوامع جهانی و همچنین افزایش تقاضا ایشان، روند رو به رشدی را اتخاذ نموده است. استخراج معادن به شکل روباز و زیرزمینی با پیشرفت تکنولوژی نیز پیشرفت داشته و فرایند استخراج و غنی سازی مواد معدنی به سرعت بسیار بالایی رسیده است. مواد معدنی به عنوان ماده‌ی اولیه و خام اغلب تکنولوژی‌ها و صنایع کاربرد خواهند داشت، بر این اساس رد صنعت معدنکاری در هر تکنولوژی و صنعتی محسوس و غیر قابل چشم پوشی است. با این حال استفاده از روش‌های استخراج سنتی همچنان در برخی معادن مشاهده می‌شود که این امر با توجه به پیشینه‌ی خود، معدن را در تعارض با محیط زیست و اکوسیستم قرار می‌دهد. تخریب زمین در حین فعالیت معدن یک امر عادی و پیش بینی شده است، در منطقه-ای که معدنکاری رشد یافته و فعال است اثراتی چه بسا منفی بر اکوسیستم آن منطقه و گونه‌های جانوری و گیاهی آن وارد خواهد شد؛ تأثیرات فرهنگی و اجتماعی که معدن می‌تواند از خود به جای بگذارد نکته دیگریست. به هر حال با افزایش تقاضا جوامع جهانی و همچنین سرعت بالای پیشرفت تکنولوژی، معادن نیز به عنوان یک حلقه زنجیر از یک چرخه پیشرفت خواهند داشت و در مقیاس‌های بزرگ تری به فعالیت استخراجی خود ادامه خواهند داد. لذا بایستی با یک شیوه مدیریتی این پیشرفت و رشد سریع را در چارچوب یک توسعه با عنوان توسعه پایدار قرار داد؛ معدنکاری پایدار زمانی معنا خواهد یافت که پیش بینی‌ها و برنامه ریزی‌های مدیریتی برای تمام دوره‌های یک معدن اتفاق بیفتند. از دوره ابتدایی اکتشاف تا زمان بهره برداری و نهایتاً تعطیلی معدن، بایستی برنامه ریزی‌ها و پیش بینی‌های مدوّنی پیرامون شیوه-های مدیریتی در دستور کار قرار بگیرد. برنامه بازسازی معادن جزئی از این برنامه ریزی‌ها است؛ کارشناسان با برنامه ریزی و تدوین یک برنامه جامع بازسازی خواهند توانست که شرایط مخاطره آمیز پس از دوره بهره برداری و تعطیلی معدن را به خوبی کنترل و به عنوان یک اقدام کاهشی از تقابل توسعه صنعتی در مقابل محیط زیست جلوگیری کنند. در این مطالعه با توجه به شرایط اقلیمی جنوب شرق کشور، آزمایشاتی پیرامون پتانسیل رشد و پرورش گیاه در پیت معدنی یک معدن صورت گرفته است.

حذف سیانید به روش جذب سطحی، الکتروشیمیایی و بررسی روش الکترو‌انعقاد گونه مغناطیسی

چکیده

روش حذف سیانید از پساب معدنی به دو روش الکتروشیمیایی و جذب سطحی انجام شد. در این مطالعه به تعیین عوامل موثر بر جذب سیانید از پساب معدنی با استفاده از روش جذب سطحی و الکتروشیمیایی و همچنین بررسی کاهش سیانید توسط فرایند در روش الکترو‌انعقاد مغناطیسی پرداخته شده است. هدف اول این مطالعه شبیه سازی حذف سیانید در حضور نانوذرات دی اکسید تیتانیوم از پساب صنعتی مصنوعی با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 و تعیین عوامل موثر بر میزان جذب با استفاده از مدل‌های جذب و ظرفیت ثابت فروندلیچ در روش جذب سطحی بود، هدف دوم تعیین عوامل موثر در کاهش غلظت سیانید در آب و پساب‌ها در روش الکتروشیمیایی بود که در این مورد مطالعات زیادی پیرامون حذف سیانید صورت گرفته است که از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات پایلوت F.Hine اشاره کرد و هدف سوم بررسی فرایند و روند بازیابی طلا و نقره با استفاده از محلول سیانید در الکترو‌انعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی بود. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که سه عامل شامل pH ، ذرات نانو دی اکسید تیتانیوم و غلظت اولیه سیانید بر سطح جذب سیانید تأثیر می‌گذارد، و نیز عوامل pH محیط، زمان عملیات، شدت جریان و نوع الکترود در روش الکتروشیمیایی موثر است. طبق نتایج به دست آمده، در روش جذب سطحی سیانید در حضور نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم پساب و با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 و تحلیل فروندلیچ و ظرفیت خازنی ثابت 2-pK CCM با کارهای آزمایشگاهی مطابقت داشته و در روش الکتروشیمیایی درجه حرارت تقریباً در طی فرایند و انجام واکنش تحت کنترل ثابت ماند و نتیجه این شد که هرچه یون هیدروکسیل بیشتر باشد، کاهش سیانید بیشتر صورت می‌گیرد. همچنین روش الکترو‌انعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی، روشی مناسب برای استفاده از فرایند EC برای بازیابی طلا و نقره از محلول‌های سیانید می‌باشد، که در این مطالعه به مقایسه و چگونگی انجام این روش‌ها پرداخته شده است.

کلمات کلیدی

پساب؛ سیانید؛ الکتروشیمیایی؛ جذب سطحی؛ الکترو‌انعقاد

مهسا نیازی

نویسنده مسئول

ایمان نعیمی مجد

نویسنده همکار

کیاوش کرمخانی

نویسنده همکار

دکتر احمد خدادادی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

سیانید سمی و خطرناک است که از پیوند سه گانه کربن و نیتروژن حاصل می‌شود. سیانید در پساب‌های مختلف صنعتی مانند ذوب فلزات، آب کاری، تأمین کک و زغال-سنگ، تصفیه نفت، تولید مواد منفجره و استخراج معادن یافت می‌شود و علاوه بر این، سیانید در استخراج مواد معدنی فلزی مانند سرب، روی و طلا کاربردهای زیادی دارد. سیانید می‌تواند از طریق مواد خوراکی، استنشاق و جذب پوستی به سرعت و به طور گسترده جذب شود و در کوتاه مدت باعث افزایش میزان تنفس، افزایش ضربان قلب، و سایر اثرات برروی سیستم عصبی و قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آن باعث کاهش وزن، بزرگ شدن تیروئید، آسیب به سیستم عصبی و در نهایت منجر به مرگ می‌شود که خطرات جبران ناپذیری به دنبال خود دارد[۱]. آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA)، سازمان بهداشت جهانی (WHO) و همچنین استاندارد ملی ایران، حداکثر غلظت مجاز سیانور را به ۱,۵ میلی گرم بر لیتر برای آب آشامیدنی و ۱,۱۳ میلی گرم بر لیتر برای آب معدنی تعیین کرده‌اند [۲]. با توجه به سمیّت و خطرات سیانید، کنترل و حذف آن بسیار حائز اهمیت است و آزمایش با محلول سیانید با توجه به سمیت بالا و فرار بودن زیاد آن بسیار خطرناک است چرا که در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و pH زیر ۷ اسید سیانیدریک تولید می‌کند.

بنابراین شبیه سازی جنبه‌های مختلف حذف سیانید در شرایط محیطی متفاوت مانند pH، Eh و دما حائز اهمیت است[۳].

۲- بررسی روش ها

۲-۱- روش جذب سطحی

یکی از روش‌های حذف سیانید، جذب سطحی است. جذب سطحی به فرایندی گفته می‌شود که در آن یک لایه در دو مرحله با یک یا چند جز ترکیب و غنی می‌شود[۱]. واکنش‌های جذب در بسیاری از سیستم‌های ناهمگون و تصفیه پساب بسیار مهم هستند به طوری که می‌توان یون‌ها را در محیط‌های آبزی و واکنش‌های دفعی که در سطح جامد و فازهای مایع انجام می‌شود را با استفاده از جذب، حذف نمود که از عوامل موثر بر جذب می‌توان به نوع و خصوصیات فیزیکی جاذب و جذب و مخلوط کردن فاز مایع و pH و دما اشاره کرد[۲]. در این مطالعه به جذب مس و سیانید در محلول‌های آبی توسط نانوذرات دی اکسید تیتانیوم پرداخته شده است. اثر pH، غلظت اولیه سیانید و غلظت جاذب بر روی جذب سیانید توسط شرایط آزمایشگاهی بررسی شده و اولین هدف این مطالعه شبیه سازی حذف سیانید در حضور نانوذرات دی اکسید تیتانیوم از پساب با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 بوده است[۱]. هدف دوم تعیین عوامل موثر بر میزان جذب با استفاده از مدل‌های جذب و ظرفیت ثابت فروندلیچ بود که مکانیسم جذب و اکسیداسیون فوتوکاتالیستی سیانید با استفاده از به خوبی مستند شده است[۴]. اکسیداسیون سیانید از طریق واکنش با هیدروکسیل‌های سطح یا روزنه‌ها امکان پذیر است و مرحله اولیه اکسیداسیون فوتوکاتالیستی سیانید، تشکیل رادیکال سیانید است که متعاقباً کم بوده و باعث ایجاد مولکول سیانوژن می‌شود و تحت شرایط قلیایی برای ایجاد سیانید و سیانات تغییر شکل می‌دهد. سیانات تولید شده بیشتر اکسید شده و باعث تشکیل کربن دی اکسید و نیترات می‌شود[۲]. واکنش‌های مربوطه به این فرایند به شرح زیر می‌باشد:

$$CN^- \xrightarrow{H^+/OH^-} CN^- \quad (۱)$$

$$2CN^0 \rightarrow (CN)_2 \quad (۲)$$

شبیه سازی حذف سیانید از پساب در حضور نانوذرات دی اکسید تیتانیوم:

$$(CN)_2 + 2OH^- \rightarrow CN^- + CNO^- + H_2O \quad (۳)$$

$$CNO^- + 8OH^- + 8H^+ \rightarrow NO_3^- + CO_2 + 4H_2O \quad (۴)$$

مدل‌های مختلفی در دسترس است برای اینکه داده‌های جذب یونی را توضیح داد که در بین آن‌ها مدل جذب یونی توسط فروندلیچ شرح داده شده است[۱].

معادله فروندلیچ هیچ مبنای نظری ندارد و بر اساس انطباق با داده‌های تجربی توسعه یافته است و در این معادله، نواحی سطح جاذب یکنواخت نیستند و حاوی ظرفیت جذب متفاوتی هستند، در نتیجه معادله فروندلیچ را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\frac{x}{m} = K_f . C_e^{\frac{1}{n}} \quad (۵)$$

فرضیات این مطالعه در این رابطه به شرح زیر است:

۱- سایت‌های سطح آمفوتری هستند.

۲- یک الکترواستاتیک وجود دارد که به عنوان صفحه سطح برای جذب H و OH و همچنین K و Na و CL و NO_3^- را فرض می‌کند.

۳- مدل O بار گونه‌های سطح و گونه‌های یونی ثابت در محلول است.

دلیل انتخاب این نرم افزار مدل‌های مختلف جذب در یک ماده آلی با توجه به یک پایگاه داده قدرتمند و توافق قابل قبول با داده‌های تجربی است. در این شبیه سازی، ما از داده‌های تجربی استفاده کردیم که توسط Ijadpanah-Saravy انجام شده است و داده‌ها نشان می‌دهند که ایجاد تعادل شیمیایی (واکنش برگشت پذیر)، عدم ذکر زمان (هیچ واکنش ترکیبی وجود ندارد)، محدودیت دمای ۹۹-۰ درجه سلسیوس و همچنین مقاومت محدود یونی از محدودیت‌های این نرم افزار است[۱].

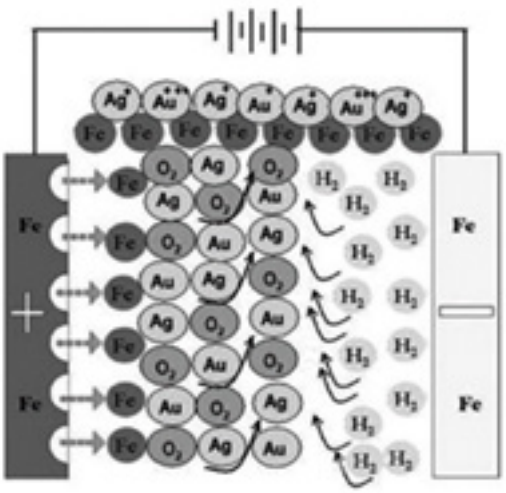
۲-۲- روش الکتروشیمیایی

روش الکتروشیمیایی از جمله روش‌های کاهش غلظت سیانید در آب و پساب‌ها می‌باشد. پیل الکتروشیمیایی شامل یک آند و کاتد، یک الکترود هادی و یک منبع انرژی است که واکنش اکسیداسیون- احیا رخ می‌دهد و برخی از واکنشگرها ترسیب شده و برخی دیگر انحلال می‌یابند[۵]. اغلب این واکنش به همراه جایگزینی یون سیانید با یون کربنات و آمونیوم و یا آزاد شدن گاز دی اکسید کربن و نیتروژن همراه است که خود این واکنش تابع pH محیط، زمان عملیات، شدت جریان و نوع الکترود می‌باشد. مطالعات زیادی پیرامون حذف سیانید صورت گرفته است که از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات پایلوت F.Hine اشاره کرد که با استفاده از آند و کاتد فولادی، سیانید را اکسید کرد و راندمان حذف حدود ۹۰ درصد شد[۶]. بعدها پژوهشگران یافتند که اکسیداسیون سیانید در pH بالای ۱۲ نیز انجام پذیر است. هدف از انجام این تحقیق تعیین کارایی روش الکتروشیمیایی در حذف سیانید از پساب‌های صنعتی می‌باشد و با توجه به اینکه مطالعه تجربی بود و جامعه مورد مطالعه پساب کارگاه آبکاری الکتریکی می‌باشد، مدت انجام این آزمایش ۳ ماه به طول انجامید[۷]. نمونه‌های جمع آوری شده در ظروف پلاستیکی ۱ لیتری در شرایط قلیایی به آزمایشگاه و یخچال قرار گرفتند و میانگین مقدار سیانید در دو مرحله جداسازی کل سیانید توسط روش(اسیدی کردن، تقطیر، جذب در سود) و خوانش توسط دستگاه اسپکترفوتومتر مدل CARRY اندازه گیری شد.

رابطه آماری معناداری بین غلظت سیانید ورودی و کارایی حذف وجود دارد که پساب در دقایق اولیه آزمایش به سه فاز تبدیل می‌شود: ۱) یک لایه زرد رنگ در سطح به میزان ۱/۳ حجم پیل، ۲) یک لایه آبی رنگ حاوی رسوبات فلزات سنگین در کف پیل و ۳) پساب شفاف در وسط پیل تشکیل شد که احتمالاً به خاطر تولید گاز نیتروژن و دی اکسید کربن بوده است[۵].

۲-۳- روش الکترو انعقاد گونه‌های مغناطیسی(EC)

فرایندی که در طی آن طلا و نقره بازیابی می‌شود فرایند سیانیداسیون است که با استفاده از سنگ معدن این فلزات در فرایندی تحت عنوان الکترو انعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی برای غلظت و خالص سازی طلا و نقره از محلول‌های سیانوراسیون که کربن در خمیر این فرایند قرار دارد استفاده می‌شود. در این روش (EC) نیازی به غلظت بالای نقره و طلا در محلول‌های سیانید برای دستیابی به نتایج عالی نیست اما برای حذف فلزات گرانبها از محلول‌های سیانید با استفاده از آزمایشاتی که نشان می‌دهد ذرات مگنتیت و اکسید هیدروکسیدهای آمورف آهن وجود دارد (لپیدوکراسیت و گوتیت) که به کمک فرایند EC و محلول‌های سیانید که راندمان حذف نقره و در پی آن استحصال طلا در عرض ۵ دقیقه بیش از ۹۹ درصد بوده است[۸]. انعقاد الکترونیکی EC به عنوان یک پدیده الکترو شیمیایی است که دارای مکانیسم‌های اکسیداسیون، کاهش، تجزیه، رسوب، انعقاد، جذب و شناورسازی است و اساس کار EC شامل کاتیون‌های هیدرولیز شده از آند آهن و یا آند آلومینیوم تولید شده می‌باشد که باعث افزایش انعقاد آلودگی‌ها در یک محیط آبی می‌شود. هنگامی که آندهای فلزی برای تولید مداوم کاتیون‌های چندظرفیتی فلزی در مجاورت خود از آند این کاتیون‌ها با خنثی سازی منفی ذرات باردار که با حرکت الکتروفورتیک به سمت آندها حمل می‌شوند انعقاد را تسهیل می‌کنند[۹].



شکل ۱: تصویری از ساز و کار EC برای حذف طلا و نقره(فلش‌ها نشان دهنده مهاجرت از گازهای الکترولیز اکسیژن و هیدروژن)[۸]

الکترودهای دو قطبی که معمولاً در این فرایند استفاده می‌شوند سلول‌هایی به آنها متصل می‌شود که با تراکم جریان نسبتاً کمی کار می‌کنند که در آن‌ها منعقدکننده آهن یا آلومینیوم به طور موثرتری تولید می‌شود. در روش EC با توجه به قانون فارادی تولید کاتیون‌های چندظرفیتی از اکسیداسیون آند مثل آهن و آلومینیوم از بین می‌روند و سبب تولید گازهای الکترولیز مثلا و می‌شوند که با توجه به مقدار فعلی اعمال آن‌ها مستقیماً متناسب هستند[۱۰]. گازهای الکترولیز باعث افزایش شناورسازی مواد انعقادی می‌شوند و با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌کنیم حباب‌های تولید شده توسط الکترولیز، طلا و نقره را به همراه لجن به بالای محلول منتقل می‌کنند که می‌توان آن‌ها را جمع آوری کرد. این عمل ناشی از واکنش یون‌های فلزی است که باعث افزایش تشکیل ماده منعقد کننده می‌شود و در نتیجه کاتیون‌های فلزی هیدرولیز شده یون‌های هیدروژن آزاد می‌کنند که منجر به هیدروژن تکامل یافته در کاتد می‌شود[۸]. این فرایند محلول‌هایی را در بر می‌گیرد که با محلول سیانور طلا و نقره واکنش نشان داده و سبب جذب آن‌ها می‌شوند و با خنثی سازی ذرات کلوئیدی با بار منفی که اگر در pH خنثی و یا قلیایی وجود داشته باشد به انعقاد کمک می‌کند. مکانیسم EC و واکنش‌های شیمیایی هنگام استفاده از الکترود آهن عبارتند از:

$$Fe \longleftrightarrow Fe^{3+} + 3e^{-} \quad (۶)$$

$$Fe(OH)^{2+} + H_2O \rightarrow Fe(OH)_2^{1+} + H^{+} \quad (۷)$$

$$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2(g)\uparrow \quad (۸)$$

واکنش‌های بازیابی نقره و طلا از محلول سیانید عبارت است از:

$$Fe(OH)_2^{1+} + e^{-} \rightarrow Fe(OH)_2(aq) \quad (۹)$$

$$Fe(OH)_2(aq) + H_2O \rightarrow Fe(OH)_3^{-} + H^{+} \quad (۱۰)$$

$$Fe(OH)_3^{-} \rightarrow Fe(OH)_3(aq) + e^{-} \quad (۱۱)$$

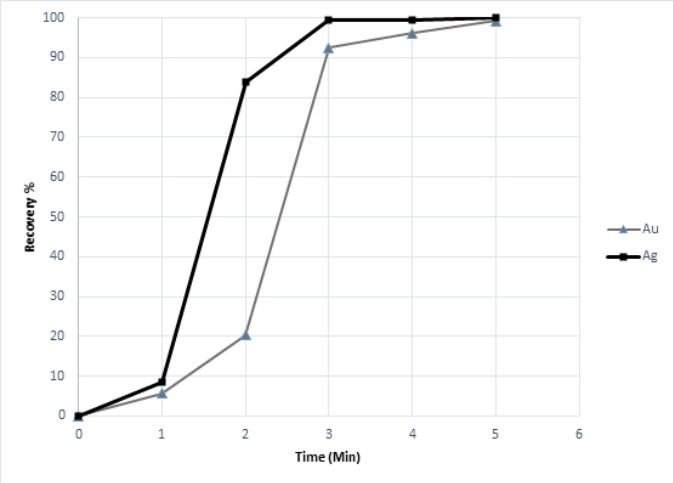
و در انتها واکنش کلی به صورت زیر خواهد بود:

$$6Fe + (12+x)H_2O \rightarrow \frac{1}{2}(12-x)H_2(g)\uparrow + xFe(OH)_3 * (6-x)Fe \quad (۱۲)$$

که pH محیط معمولاً در نتیجه این فرایند الکتروشیمیایی افزایش می‌یابد و این امر باعث می‌شود یک سوسپانسیون ژلاتینی که می‌تواند طلا و نقره باردار باقیمانده در آب را از آب خارج کند و محلول‌های غنی از سیانید توسط انعقاد و شناورسازی توسط جذب الکترواستاتیک جذب شوند[۱۱]. نتایج فرایند EC نشان داده شده در جدول ۱ مقادیر غلظت را از میانگین حسابی ۵ تکرار نیز نشان می‌دهد با توجه به شکل ۲ حداکثر بازیابی طلا و نقره در طی ۵ دقیقه به ترتیب ۹۹/۲۴ و ۹۹/۹۳ درصد با انحراف معیار ۰/۲۶ و ۰/۰۶ است که مقادیر بسیار خوبی از طلا در مدت ۲ تا ۳ دقیقه و از نقره در مدت ۱ تا ۲ دقیقه، pH متغیر از ۹ تا ۱۱ اتفاق می‌افتد که با تولید مگنتیت همراه است را به ما نشان می‌دهد[۸].

در این فرایند جذب فلز با خاصیت مغناطیسی مگنتیت تسریع شده که با ولتاژ بالا در سلول EC میزان جذب فیزیکی نیروهای مغناطیسی مگنتیت که بدون تغییر در مواد شیمیایی به طلا و نقره تبدیل می‌شوند را از بین می‌برد و این احتمال وجود دارد که در سلول EC با توجه به حضور سیانید، اکسیدهای سیانید طلا و نقره که به شکل محلول کمتر جذب می‌شوند توسط هیدروکسید آهن جذب شود.

با توجه به شکل ۲ تکامل pH در طول زمان کار و همچنین غلظت سیانید را در برابر زمان به ما نشان داده که ناشی از کاتدهایی است که در طی عملیات EC الکترودها با آهن تولید یون‌های هیدروکسیل را به همراه دارد که غلظت مقدار سیانید اصلی از ۱۴۰۰ به ۲۱۰ میلی گرم بر لیتر تغییر می‌کند.



شکل ۲: نمودار بازیابی طلا و نقره در محلول سیانید

جدول ۱: بازیابی طلا و نقره از محلول پایه سیانید

EC residence time (Min)	Au (mg/L)	Recovery (%)	Ag (mg/L)	Recovery (%)	PH	Cyanide (mg/L)	Cyanide removal
0	13.25	0	1357.0	0	8.0	1400	0
1	12.50	5.66	1240.0	8.62	9.2	1050	25
2	10.50	20.37	219.5	83.82	9.5	870	38
3	1.0	92.45	9.0	99.33	10.7	750	46
4	0.50	96.22	7.0	99.48	11.2	400	71
5	0.10	99.24	0.9	99.93	11.5	210	85

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

در روش جذب سطحی سیانید در حضور نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم پساب و با استفاده از نرم افزار VISUAL MINTEQ3.1 و تحلیل فروندلیچ و ظرفیت خازنی ثابت 2-pK CCM با کارهای آزمایشگاهی مطابقت داشت. در تجزیه و تحلیل اثر نانو ذرات غلظت دی اکسید تیتانیوم و مقدار pH، ضریب تعیین بین داده‌های تجربی و شبیه سازی بالاتر از ۰/۹ بود که نشان دهنده مقبولیت شبیه‌سازی است. با افزایش pH تا ۱۱ راندمان حذف سیانید افزایش یافته و سپس ثابت می‌شود که با آزمایش‌های آزمایشگاهی همخوانی دارد. بیشترین جذب در مقادیر pH=۱۱ اتفاق افتاد. با افزایش غلظت نانوذرات دی اکسید تیتانیوم تا ۱ گرم در لیتر ، ظرفیت جذب افزایش یافته و سپس ثابت می‌شود که با آزمایش‌های آزمایشگاهی همخوانی دارد. با افزایش غلظت سیانید اولیه، جذب کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج تجربی و شبیه سازی حذف سیانید می‌توان اظهار داشت که نانوذرات دی-اکسید تیتانیوم عملکرد بالایی در جذب سیانید دارند. در روش الکتروشیمیایی درجه حرارت تقریباً در طی فرایند و انجام واکنش تحت کنترل ثابت ماند امّا میزان pH کاهش یافت که احتمالاً این امر به سبب کاهش یون هیدروکسیل باشد. در مقایسه سه pH، ۱۰،۱۲ و ۱۳/۵، در pH=۱۳ کمترین غلظت سیانید موجود بود، به همین جهت هرچه یون هیدروکسیل بیشتر باشد، کاهش سیانید بیشتر صورت می‌گیرد.

در روش الکترونعقاد توسط گونه‌های مغناطیسی می‌توان pH را توسط سود، بالا برد امّا از pH=۱۳ به بالا مقدار مصرف سود به طور چشم گیری افزایش می‌یابد بنابراین مناسب است pH بین ۱۲/۵ تا ۱۳/۵حفظ شود. مطالعات صورت گرفته سابق مطالعات مناسبی در مورد روش الکتروشیمیایی در پساب‌های حاوی سیانید قلمداد می‌شوند. نتایج این مقاله نشان داده است که نقره و طلا می‌توانند با موفقیت در گونه‌های آهن تولید شده توسط فرآیند EC جذب شوند.

ثبت دیدگاه برای این متن

مراجع مقاله

بررسی رشد گیاه جهت بازسازی به کمک نرم افزار Visual Minteq3.1

چکیده

امروزه صنعت معدنکاری با توجه به گسترش روز افزون جوامع جهانی و همچنین افزایش تقاضا ایشان، روند رو به رشدی را اتخاذ نموده است. استخراج معادن به شکل روباز و زیرزمینی با پیشرفت تکنولوژی نیز پیشرفت داشته و فرایند استخراج و غنی سازی مواد معدنی به سرعت بسیار بالایی رسیده است. مواد معدنی به عنوان ماده‌ی اولیه و خام اغلب تکنولوژی‌ها و صنایع کاربرد خواهند داشت، بر این اساس رد صنعت معدنکاری در هر تکنولوژی و صنعتی محسوس و غیر قابل چشم پوشی است. با این حال استفاده از روش‌های استخراج سنتی همچنان در برخی معادن مشاهده می‌شود که این امر با توجه به پیشینه‌ی خود، معدن را در تعارض با محیط زیست و اکوسیستم قرار می‌دهد. تخریب زمین در حین فعالیت معدن یک امر عادی و پیش بینی شده است، در منطقه‌ای که معدنکاری رشد یافته و فعال است اثراتی چه بسا منفی بر اکوسیستم آن منطقه و گونه‌های جانوری و گیاهی آن وارد خواهد شد؛ تأثیرات فرهنگی و اجتماعی که معدن می‌تواند از خود به جای بگذارد نکته دیگریست. به هر حال با افزایش تقاضا جوامع جهانی و همچنین سرعت بالای پیشرفت تکنولوژی، معادن نیز به عنوان یک حلقه زنجیر از یک چرخه پیشرفت خواهند داشت و در مقیاس‌های بزرگ تری به فعالیت استخراجی خود ادامه خواهند داد. لذا بایستی با یک شیوه مدیریتی این پیشرفت و رشد سریع را در چارچوب یک توسعه با عنوان توسعه پایدار قرار داد؛ معدنکاری پایدار زمانی معنا خواهد یافت که پیش بینی‌ها و برنامه ریزی‌های مدیریتی برای تمام دوره‌های یک معدن اتفاق بیفتند. از دوره ابتدایی اکتشاف تا زمان بهره برداری و نهایتاً تعطیلی معدن، بایستی برنامه ریزی‌ها و پیش بینی‌های مدوّنی پیرامون شیوه‌های مدیریتی در دستور کار قرار بگیرد. برنامه بازسازی معادن جزئی از این برنامه ریزی‌ها است؛ کارشناسان با برنامه ریزی و تدوین یک برنامه جامع بازسازی خواهند توانست که شرایط مخاطره آمیز پس از دوره بهره برداری و تعطیلی معدن را به خوبی کنترل و به عنوان یک اقدام کاهشی از تقابل توسعه صنعتی در مقابل محیط زیست جلوگیری کنند. در این مطالعه با توجه به شرایط اقلیمی جنوب شرق کشور، آزمایشاتی پیرامون پتانسیل رشد و پرورش گیاه در پیت معدنی یک معدن صورت گرفته است. برای مدلسازی و تحکیم فرضیات از نرم افزار Visual Minteq3.1 استفاده شده است. اجزاء نمونه‌های محلول E_2 و خاک D_5 به عنوان ورودی نرم افزار در نظر گرفته شده و در pH=۳ -۱۲ و دما T=۴۵- ۵۰ درجه سلسیوس) مدلسازی صورت گرفت تا تأثیرات افزایش دما و pH بر میزان ترسیب گونه‌های محلول بررسی شوند تا نهایتاً شرایط برای رشد و پرورش گیاه ارزیابی گردد. افزایش دما و pH بر روی مقدار ترسیب گونه‌های محلول اثر گذار بودند اما با توجه به غلظت بیش از اندازه یون کلر محلول و همچنین بالا بودن میزان سختی آب، شرایط مساعدی برای رشد و پرورش گیاه در شرایط فوق فراهم نبود.

کلمات کلیدی

بازسازی معادن؛ شبیه سازی؛ توسعه پایدار

کیاوش کرمخانی

نویسنده مسئول

فرشاد دهقان گلین

نویسنده همکار

دکتر احمد خدادادی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

۱- مقدمه

معدن باعث تخریب و آسیب خاک می‌شود در این فرآیند مواد مغذی خاک نابود شده و یا توسط باطله و مواد بی ارزش از بین می‌رود. اکنون در بسیاری از کشورها مجبور هستند که خاک سطح زمین یا پوشان سنگ را نگهداری و محافظت کنند ولی میراث معدنکاری تخریب بسیار وسیع و بزرگ است و برای بازسازی نیاز به پول و سرمایه بسیار فراوان است[۱]. فعالیت های استخراج معادن در سرتاسر تاریخ سهم قابل توجهی در ساخت تمدن جهان داشته است. با این حال تمام این مزایای قابل ملاحظه جبران شده است ولی اثرات منفی بر روی محیط زیست و سلامت و ایمنی کارگران معدن به عنوان یک چالش همچنان مد نظر است[۲].

معدن بستر جامعه ماست. صنایع معدنی محصولاتی را ارائه می‌دهد که برای کار پیشبرد دنیا به آن‌ها نیاز داریم. با این حال، پذیرش اجتماعی معدن همچنان یک چالش است. صنعت معدنکاری باید اعتماد خود را با جوامعی که در آن فعالیت می‌کند، توسعه دهد. اگر از طریق فعالیت‌های معدنی به محیط زیست آسیبی وارد شود و توانایی اصلاح آن وجود نداشت، اعتماد جامعه محلی نسبت به این صنعت از دست خواهد رفت. به همین دلیل است که باید در مورد بازسازی معدن بیش از پیش اندیشید[۳]. استخراج معادن بر محیط زیست و تنوع زیستی یک منطقه تأثیر دارد و لازم است این اثر تحت الزامات نظارتی کاهش یابد[۴]. آب موجود در پیت معادن از ویژگی مشترک تعطیلی اغلب معادنی هستند که به روش روباز استخراج می‌شوند. در سطح جهان معادن فلزی دارای دریاچه‌های عمیق تر و معادن زغال سنگ دریاچه‌هایی نسبتاً کم عمق هستند. این شرایط می‌تواند خطرات جدی زیست محیطی برای معادن پس از دوره تعطیلی ایجاد کند[۵].

این فرض وجود دارد که احیا باید سایت‌های معدن را به یک اکوسیستم طبیعی بازگردانند که منعکس کننده شرایط پیش از استخراج است[۶]. بازسازی مناطق تخریب شده، به عنوان مثال، احیاء تنوع زیستی و همچنین ساختار اکوسیستم، برای جبران خسارت وارده به محیط بیولوژیکی ضروری است و بنابراین برای دستیابی به پایداری اکولوژیکی، برنامه ریزی در جهت بازسازی در عملیات معدن کاری ضروری است[۷]. بازسازی معادن، هم از نظر کاهش آلایندگی و ایجاد زمین های هموار و مناسب برای رشد و پرورش گونه های گیاهی و جانوری و هم از نظر ایجاد چشم انداز و منظره مناسب در منطقه مهم می باشد. جهت بازسازی یک معدن، به منظور هر نوع استفاده بعدی از زمین های تحت تاثیر و حفاظت از محیط زیست منطقه، انتخاب و کاشت گونه های گیاهی یکی از مراحل مهم است[۸]. گیاهان به عنوان یکی از اجزای مهم در بخش زنده اکوسیستم های مرتعی روابط تنگاتنگی با دیگر اجزای آن‌ها دارند. حفاظت، احیاء و توسعه پایدار در بخش منابع طبیعی مستلزم شناخت هر چه بیشتر این روابط می‌باشد. گیاهان، نقش عمده ای در زندگی موجودات زنده، حفظ طبیعت و تعادل اکوسیستم ایفا می‌نمایند. درک ارتباط گیاهان با عوامل اکولوژیک و چگونگی بهره برداری بهینه، به عنوان اطلاعات پایه ای است که بر پایداری و استمرار حیات آن‌ها در عرصه های منابع طبیعی تاثیر می‌گذارند[۹,۱۰]. تغییر استفاده از زمین یکی از اصلی‌ترین عوامل از دست دادن تنوع زیستی زمینی و تغییرات اقلیمی و اکوسیستم است[۱۱,۱۲]. صنعت معدنکاری صنعتی است که محیط طبیعی را تغییر می‌دهد و آن را منبع تأثیرات مختلفی می‌کند [۱۳]، معدنکاری به عنوان یک فعالیت، شرایط استفاده از زمین‌ها را به طور موقت مهیا می‌کند، لذا یک برنامه ریزی موفقیت آمیز برای استفاده از زمین پس از بهره برداری، بخش مهم هر طرح تعطیلی معادن در مناطق معدنی در سراسر جهان است[۱۴]. تغییر زمین پس از بهره برداری به زمین‌های ایمن، پایدار، پاک از لحاظ اقتصادی، به نفع مالکین و جوامع محلی است. با این حال، در عمل، برنامه ریزی استفاده از زمین‌های پس از بهره برداری عمدتا توسط شرایط اقتصادی مغفول مانده است. یک معدنکاری پایدار زمانی عملی است که توجه ویژه‌ای به آن ناحیه پس از بهره برداری شود از این رو به همکاری بین برنامه ریزان، توسعه دهندگان، دولت‌های محلی، اکولوژیست‌ها و جوامع محلی نیاز دارد[۱۵]. احیاء اکولوژیکی به عنوان یک روش ارزشمند جهت بازگردانی زیستگاه‌های طبیعی یا نیمه طبیعی با ارزش‌های زیست محیطی بالا و توابع زیست محیطی متنوع به همان حالت پیش از شروع معدنکاری محسوب می‌شود[۱۶]. به طور سنتی، برنامه‌های بازسازی معدن پس از تعطیلی سایت دقیق برنامه ریزی شده بود، که نیاز به زمان و تلاش قابل توجهی داشت. با این حال، بررسی تمام مناطق معدنی در برخی از کشورها برای بسیاری از معادن رها شده به دلیل کمبود سرمایه و نیروی انسانی دشوار است. بنابراین، اولویت بندی مناطق معدنی برای حمایت از برنامه ریزی بازسازی معادن در این کشورها مورد نیاز است[۱۷].

برای سال هاست معادن روباز معمولاً برای استخراج زغال سنگ، سنگ ساختمانی، شن و ماسه و حتی معادن فلزی استفاده می‌شود. استخراج ذخایر معدنی کم عمق در زیر سطح زمین کارآمد و مقرون به صرفه است. با این وجود، این فرایند به طور قابل توجهی مشکلات زیست محیطی را تولید می‌کند و تأثیر منفی شدید بر چشم انداز محیط طبیعی و سایر عناصر اکوسیستم منطقه‌ای دارد. استخراج معادن منجر به تخریب زمین می‌شود، که پس از تعطیلی معدن، نیاز به احیاء ایده آل دارد. معمولاً، بازسازی زمین‌های تخریب شده دشوار و از نظر اقتصادی غیر منطقی است. در این وضعیت، مناطق پس از دوره بهره برداری را تخریب می‌کنند و در محل‌های جدیدی جمع آوری می‌کنند که این شرایط هم با عملکرد اصلی زمین در آن منطقه هم خوانی نخواهد داشت[۱۸].

بازسازی موثر به مجموعه‌ای از اقدامات برای محافظت از دامنه‌های ناپایدار و بازگرداندن پوشش گیاهی نیاز دارد. پوشش گیاهی نقش مهمی در حفاظت از سطح خاک در مقابل فرسایش خواهد داشت. گیاهان افزایش شیب را کاهش می‌دهند، و از طرفی عامل افزایش pH متوسط خاک، چگالی خاک و مواد آلی خاک هستند و مواد مغذی معدنی را در لایه‌های خاک حفظ می‌کنند. علاوه بر این، یک پوشش گیاهی در مقیاس ماکرو، زیبایی و بهره وری زمین را بالا خواهد برد [۱۹]. بر این اساس، ایجاد پوشش گیاهی یک چالش بزرگ و شاخص کلیدی موفقیت در بازسازی است [۲۰].

در داخل کشور معدن مس سرچشمه و بعضی از معادن سنگ ساختمانی به روش های گوناگون به موضوع بازسازی معدن پرداخته‌اند ولی به علت فعال بودن این معادن به صورت عملیاتی بازسازی صورت نگرفته است، ولی در خارج از ایران کشورهای چین، آمریکا، انگلیس، آلمان و استرالیا در زمینه بازسازی بسیار فعال و پیشرو کشورهای دیگر هستند [۲۱].

۱-۱- نمونه برداری

نمونه برداری در دو مرحله صورت گرفته است، ابتدا با توجه به تصویر ۲، نمونه‌هایی از سمت غرب و جنوب غربی معدن برداشت شده است و در مرحله دوم با توجه به تصویر ۳ نمونه‌های آب حوضچه درون پیت اتخاذ شده است. جدول ۱ مقادیر اندازه گیری شده نمونه‌های مربوط به آب داخل کاواک و همچنین نمونه‌های خاک برداشت شده، توسط آزمایشگاه را نشان می‌دهد.

تصویر ۱- نقاط برداشت نمونه از خاک معدن

تصویر ۲- موقعیت برداشت نمونه‌های آب داخل پیت معدن

جدول ۱- مقادیر نمونه‌های ورودی به نرم افزار جهت مدلسازی ترسیب

E_2(ppm)							
هدایت پذیری(EC)	مجموع ذرات حل شده(TDS)	یون سولفات(SO_4)	یون کلر(Cl^-)	سختی منیزیم(MgH)	سختی کلسیم(CaH)	سختی کل(TH)	میزان اسیدیته(pH)
۱۲۵۶۰۰	۱۲۰۹۸۷	۸۲۴	۶۰۴۷۴	۲۳۵۰	۳۶۱۰۰	۳۸۴۵۰	۳~۱۲
D_5(ppm)							
K	Na	Mg	Zn	Pb	Cd	Cu	Fe
۱۸۰	۲۰/۴	۲۱/۲	۰/۲۴	۰/۸۲	۰/۲	۵/۶	۷/۸
۳~۱۲							pH (میزان اسدیته)
۵/۶۱							EC (ms/cm)

۱-۲- متدلوژی

برای بررسی دقیق تر یک نمونه از آب داخل کاواک و یک نمونه خاک به طور تصادفی انتخاب شده و به وسیله نرم افزار Visual Minteq3.1 مدلسازی‌ها صورت گرفت. مدل منتخب برای انجام تست‌ها Debye Huckel بود چرا که مقادیر داده‌های خروجی دقیق تر و مستند هستند. دما در ۵ نقطه، از ۵ درجه سلسیوس با ۱۰ درجه افزایش حرارت تا مقدار ۴۵ درجه سلسیوس و مقدار pH در بازه ۳ تا ۱۲ تنظیم شده و مدلسازی و بررسی انجام شد. در این مطالعه بررسی می‌شود که در این ۵ نقطه دمایی، اثرات تغییرات pH و دما بر مقدار ترسیب گونه‌های محلول موجود به چه صورت خواهد بود.

MINTEQ یک نرم افزار ژئوشیمیایی مبتنی بر تعادل شیمیایی است که توسط آژانس محیط زیست آمریکا ساخته شده است. انواع الگوی جذب، تعادل جرم بین فازهای جامد یا مایع و گاز و معادلات انتقال جرم را می‌توان به کمک این نرم افزار بررسی کرد؛ همچنین، این نرم افزار حاوی الگوریتم‌هایی برای بررسی و اصلاح ثابت‌های تعادل است. ایجاد تعادل شیمیایی (واکنش برگشت پذیر)، عدم در نظر گرفتن زمان (هیچ واکنش ترکیبی وجود ندارد)، محدودیت درجه حرارت ۰ تا ۹۹ درجه سلسیوس و مقاومت یونی محدود از محدودیت‌های این نرم افزار است؛ به دلیل احتمال زیاد فعل و انفعالات بین یون‌ها و جامدات آلی و معدنی در سیستم‌های طبیعی، از این مدل‌ها به عنوان ابزاری برای کمی سازی و پیش بینی رفتار یون‌ها در محلول و فعل و انفعالات آن‌ها با سایر ذرات استفاده می‌شود. به همین دلیل، در دهه‌های اخیر، چندین مدل برای تجزیه و تحلیل واکنش‌های شیمیایی ارائه شده است[۲۲,۲۳].

در مدل شیمیایی، پارامترها و گونه‌هایی خواهیم داشت، که C_i نشان دهنده غلظت در فاز آبی است، S_i نشان دهنده جذب به صورت جامد، و P_i بیانگر رسوب در فاز جامد است. شکل گیری گونه‌های C_i در فاز آبی یا گونه‌های S_i و P_i در فاز جامد را می‌توان به وسیله قانون بر هم کنش جرم به شرح زیر توصیف کرد[۲۴]:

$$C_i = KC_i \prod_j^{n_a} X_j^{a_{ij}^a}, i = 1,2,...,n_a$$
$$S_i = \frac{\rho C_i}{n} = KS_i \prod_j^{n_s} X_j^{a_{ij}^s}, i = 1,2,...,n_s \quad (۱)$$
$$K_{SPi} \geq \prod_j^{n_p} X_j^{a_{ij}^p}, i = 1,2,...,n_p$$

معادله تعادل جرم ایجاب می‌کند که مجموع جرم برای هر گونه در دو مرحله آبی و جامد باید برابر با مقدار کل جرم در سیستم باشد. از این رو، غلظت کل هر جز طبق معادله (۲) محاسبه می‌گردد:

$$T_j = C_j + S_j + P_j \quad (۲)$$

می توان معادله (۲) را به شکل معادلات (۳) بسط داد:

$$C_j = \sum_i^{n_{aq}} a_{ik}^{aq} C_i, k = 1,2,...,n_{aq}$$
$$S_j = \sum_i^{n_s} a_{im}^{s} S_i, m = 1,2,...,n_s \quad (۳)$$
$$P_j = \sum_i^{n_p} a_{il}^{p} P_i, l = 1,2,...,n_p$$

در نهایت نیز می‌توان طبق معادله (۴)، غلظت کل هر جزء را تعریف نمود[۲۵], [۲۶]:

$$T_j = \sum_i^{n_{aq}} a_{ik}^{aq} C_i + \sum_i^{n_s} a_{im}^{s} S_i + \sum_i^{n_p} a_{il}^{p} P_i, j = 1,2,...,n_c \quad (۴)$$

ورودی‌های برنامه Visual Minteq3.1 عبارتند از pH، دما، کربن آلی محلول، قدرت یونی و اجزای محلول اولیه، و داده‌های خروجی عبارتند از غلظت کل فلز محلول، غلظت گونه‌های تشکیل شده و مقاومت یونی[۲۲]. برنامه Visual Minteq3.1 همچنین قادر است تا فراکسیون‌های فراهمی زیستی را پیش بینی کند (از نظر درصد حجمی محلول)[۲۳].

۲- تجزیه و تحلیل

۲-۱- دمای ۵ درجه سلسیوس

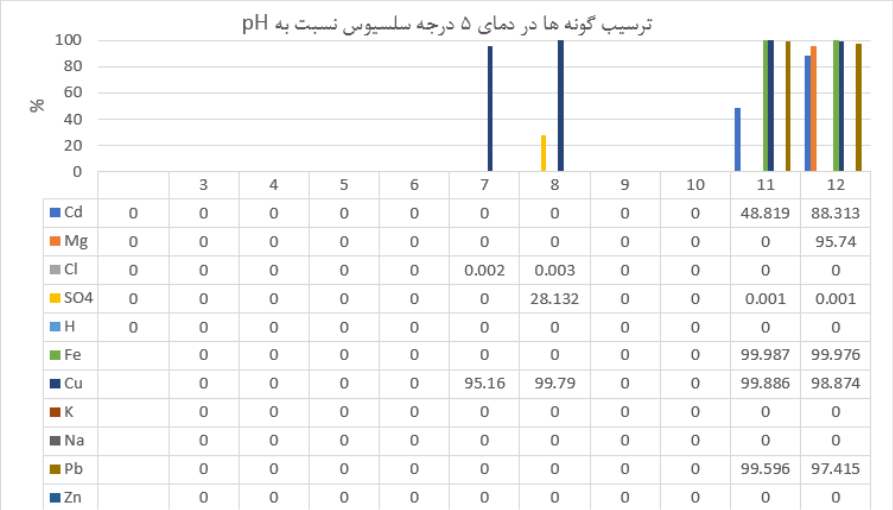
با توجه به مدلسازی صورت گرفته برای نمونه محلول E_2 و نمونه خاک D_5 از محل پیت معدن و بررسی شکل ۱ می‌توان به این نتیجه دست یافت که از در بازه اسیدیته ۳ تا ۱۲ مقدار گونه ترسیب شده یون مس ۲ ظرفیتی در pH=۷ و pH=۸ به حدود ۱۰۰ درصد می‌رسد، این در حالی است که در pH=۸ به میزان تقریبا ۳۰ درصد ترسیب سولفات خواهیم داشت و سایر گونه‌های موجود به صورت محلول در آب باقی خواهند ماند. با توجه به اینکه میزان رسوب شدن یون کلر بسیار کم و در حد صفر است می‌توان به این مطلب مهم اشاره کرد که کلر همچنان به صورت محلول در آب باقی مانده و شرایط نامساعدی برای رشد گیاه ایجاد گشته است.

از طرفی فسفر نیز رسوب نمی‌کند و به صورت محلول باقی می‌ماند اما با توجه به غلظت پایین تر آن نسبت به حد مجاز خطری را برای رشد و پرورش گیاه به وجود نمی‌آورد. از سوی دیگر در بازه pHهای خنثی، به سبب عدم ترسیب سایر گونه‌ها از جمله نمک‌ها شاهد بالا بودن هدایت پذیری الکتریکی آب خواهیم بود. در این دما(۵ درجه سلسیوس) اکثر رسوبگذاری گونه‌ها در pH=۱۱ - ۱۲ رخ می‌دهد. تا جایی که آهن خودی نشان داده و تا حدود ۱۰۰ درصد ترسیب می‌شود.

کادمیم نیز در pH=۱۲ تا حدود ۸۰ درصد رسوب می‌شود و در pH=۱۱ تا ۵۰ درصد ترسیب شده بود. در pH=۱۲ شاهد آن هستیم که سرب هم تا حدود ۱۰۰ درصد ترسیب شده است، اما روی در هیچکدام از pHها ترسیب نمی‌شود. بر این اساس تقریباً تمامی فلزات سنگین و سمی در pH=۱۲ ترسیب خواهند شد و شرایط مساعدی برای رشد گیاه حاصل می‌شود. در این بازه pH نکته حائز اهمیت ترسیب منیزیم است، با رسوب شدن منیزیم مقدار هدایت پذیری الکتریکی آب تا حد چشمگیری کاهش خواهد یافت. مس نیز در این pH به شدت ترسیب شده است. اما نکته اینجاست که ایجاد شرایط قلیایی با توجه به نوع خاک و کانی سازی منطقه امری دشوار است. از طرفی دمای ۵ درجه سلسیوس در منطقه پیت معدن با آن شرایط اقلیمی غیرمعقول به نظر می‌رسد؛ در هر صورت بایستی در یک دمای متعادل و معقول که در ادامه بررسی خواهد شد، به ترسیب گونه‌های مضر برای رشد گیاه کمک شود، از این رو میزان قلیاییت آب را به کمک $CaCO_3$ و استات تا حدودی افزایش خواهد یافت و نتایج حاصل نیز بررسی خواهند شد(شکل ۱).

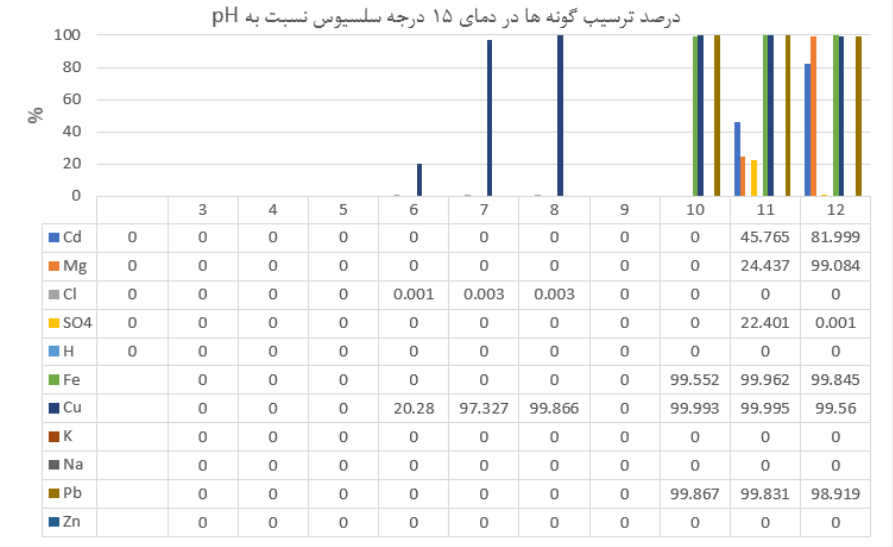
۲-۲- دمای ۱۵ درجه سلسیوس

با افزایش دما به مقدار ۱۰ درجه سلسیوس تغییرات چشمگیری در ترسیب گونه‌های مشاهده می‌شود. حالا شاهد ترسیب مس در pH=۶ به میزان ۲۰ درصد هستیم. آهن نیز در pH=۱۰ در حدود ۱۰۰ درصد ترسیب شده است. در pH=۱۰ سه گونه مس، آهن و سرب به طور چشمگیری ترسیب شده‌اند. اما نکته اینجاست که با افزایش دما سولفات در pHهای بالاتر تمایل به اسدی شدن داشته، کلر و روی نیز در هیچکدام از شرایط قلیایی یا اسیدی و خنثی ترسیب نمی‌شوند. نکته دیگر کاهش رسوب گذاری کادمیم در pH=۱۱ -۱۲است. در شکل ۲ مشاهده می‌شود که گونه منیزیم در حدود ۱۰۰ درصد(pH=۱۲) ترسیب خواهد شد، با افزایش دما منیزیم در pH=۱۱ نیز در حدود ۳۰ درصد تمایل به ترسیب دارد. با این شرایط با افزایش دما به میزان ۱۰ درجه سلسیوس، مقدار هدایت پذیری الکتریکی آب در pH=۱۱ - ۱۲ تا حدودی کاهش خواهد یافت. اما در هر صورت این شرایط دمایی و میزان اسیدیته آب برای رشد گیاه و پرورش آن، اصلاً مساعد و مناسب نخواهد بود(شکل ۲).



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	48.819	88.313
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95.74
Cl	0	0	0	0	0	0.002	0.003	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	28.132	0	0.001	0.001
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe		0	0	0	0	0	0	0	99.987	99.976
Cu		0	0	0	0	95.16	99.79	0	99.886	98.874
K		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb		0	0	0	0	0	0	0	99.596	97.415
Zn		0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل ۱- ترسیب گونه‌ها در دمای ۵ درجه سلسیوس



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	45.765	81.999
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	24.437	99.084
Cl	0	0	0	0	0.001	0.003	0.003	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	22.401	0.001
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe		0	0	0	0	0	0	99.552	99.962	99.845
Cu		0	0	0	20.28	97.327	99.866	0	99.993	99.995	99.56
K		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb		0	0	0	0	0	0	99.867	99.831	98.919
Zn		0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل ۲- ترسیب گونه‌های در دمای ۱۵ درجه سلسیوس

۲-۳- دمای ۲۵ درجه سلسیوس

حال مدلسازی به شرایط دمایی متوسط و ایده آل رسیده است. بایستی در این شرایط مقدار ترسیب گونه‌های مضر و سمی برای رشد و پرورش گیاه ارزیابی شوند. دما به مقدار ۱۰ درجه سلسیوس افزایش یافته و به ۲۵ درجه سلسیوس خواهد رسید. با توجه به شکل ۳ نکات بسیار مهم و تغییرات چشمگیری قابل ملاحظه است. در شرایطی که در دمای پایین تر مشاهده شد ترسیب مس با افزایش دما در pHهای محدوده خنثی محتمل تر خواهد شد. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش دما مقدار ترسیب مس در pH=۶ به مقدار ۳۴ درصد افزایش یافته و به حدود ۵۴ درصد رسیده است. اما همانطور که در دماهای پایین تر نیز مشاهده شد اغلب گونه‌ها در pH های قلیایی و بالای ۱۰ ترسیب می‌شدند. در این دما نیز همین اتفاق رخ داده است با این تفاوت مهم که ترسیب برخی از گونه‌ها یا به شدت کاهش یافته یا اصلاً رخ نداده است. سولفات دیگر در هیچ pHها آنطور که در دماهای پایین تر ترسیب می‌شد، تمایلی به رسوب شدن نداشت، کادمیم در pH=۱۱ به مقدار ۳ درصد در مقدار ترسیب کاهش داشته است و به مقدار حدوداً ۴۲ درصد رسیده است. اما نکته قابل توجه ترسیب برخی گونه‌ها در pHهای پایین تر است، حال مس، آهن و سرب در pH=۹ نیز رسوب می‌شوند. در این pH مقدار ترسیب سرب به حدود ۱۰۰ درصد می رسد و آهن نیز در حدود ۶۵ درصد ترسیب می‌شود.

روی نیز در pH=۱۰ - ۱۱ ترسیب خواهد شد اما نکته اینجاست که با افزایش pH از مقدار ترسیب آن کاسته می‌شود. در این شرایط دمایی اتفاقات خوبی در pHهای قلیایی پایین تر رخ داده است.

می‌توان تا به اینجا این شرایط را مساعدترین شرایط برای رشد و پرورش گیاه دانست. بهتر است در این شرایط دمایی به بررسی اضافه کردن کربنات کلسیم و استات به میزان ۱۰۰ میلی گرم در هر لیتر نیز پرداخته شود. ابتدا به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم به نمونه‌ها اضافه خواهد شد و تشکیل کمپلکس‌ها در این شرایط ارزیابی می‌گردند، پس از آن از استات استفاده خواهد شد و شرایط در حالی که استات اضافه خواهد شد نیز ارزیابی خواهد شد(شکل ۳).

۲-۳-۱- افزودن کربنات کلسیم در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

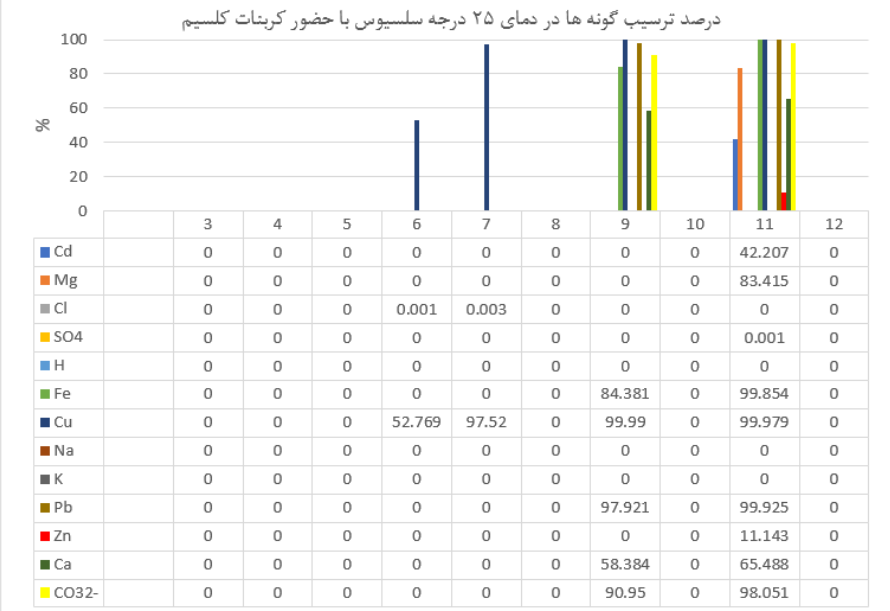
به ازای هر لیتر ۱۰۰ میلی گرم کربنات کلسیم $CaCO_3$ به نمونه اضافه شد. آنچه که قابل ملاحظه است، کاهش مقدار ترسیب در همان pHهایی است که پیش از این رسوب گذاری صورت می‌گرفت. این نکته بسیار مهمی است چرا که نه تنها به ترسیب کمکی نشد و در همان مقدار pHها ترسیب صورت گرفت بلکه مقدار ترسیب کم تر هم شد. در شکل ۴ این امر مهم به خوبی به نمایش گذاشته شده است. در شرایطی که تصور می‌شد با افزودن کربنات کلسیم در pHهای پایین تر ترسیب صورت پذیرد، عمل عکس رخ داد و در همان pHهای سابق مقدار ترسیب کاهش یافت. از طرفی با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود کلسیم و کربنات به راحتی در pHهای بالا ترسیب به صورت یون‌های Ca^{2+} و CO_3^{-2} به راحتی ترسیب شده و همانطور که از جدول ۲ کلسیم و کربنات به سختی با سایر گونه‌ها تشکیل کمپلکس و گونه جدید می‌دهند(جدول ۲) (شکل ۴).

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	42.461	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	83.419	0
Cl	0	0	0	0.001	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	0	0	64.398	99.294	99.854	0
Cu	0	0	0	54.195	98.419	0	99.992	99.995	99.979	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	98.026	99.934	99.925	0
Zn	0	0	0	0	0	0	0	37.229	11.138	0

شکل ۳- ترسیب گونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

جدول ۲- تشکیل گونه‌های جدید کلسیتی و کربناتی

Component	% Of total concentration	Species name
Ca^{+2}	79.868	Ca^{+2}
	19.792	$CaSO_4$ (aq)
	0.069	$CaHCO_3^+$
	0.265	$CaCO_3$ (aq)
CO_3^{-2}	**15.332**	CO_3^{-2}
	81.932	HCO_3^-
	1.822	$CaCO_3$ (aq)
	0.473	$CaHCO_3^+$
	0.167	$MgCO_3$ (aq)
	0.136	$H2CO_3$* (aq)
	0.07	$MgHCO_3^+$
	0.044	$NaCO_3^-$
	0.016	$NaHCO_3$ (aq)



شکل ۴- ترسیب گونه‌های مختلف در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

۲-۳-۲- افزودن استات در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

در این مرحله به مقدار ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر لیتر، استات به نمونه محلول اضافه خواهد شد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که با اضافه شدن استات به محلول، به مقدار حدود ۹۶ درصد آن به همان شکل آزاد ترسیب خواهد شد و کمترین میزان اثر را بر گونه‌های موجود در محلول خواهد گذاشت. همانطور که مشاهده می‌شود در همان pHهایی که قبلتر مورد بررسی قرار گرفت، گونه‌ها ترسیب خواهند شد و استات اثر بسیار ناچیزی بر روی گونه‌های موجود در محلول و ترسیب آنها خواهد گذاشت. با مقایسه اشکال ۳ و ۵ مشاهده می‌شود که حضور استات در محلول تأثیر چندانی بر روی ترسیب گونه‌ها نخواهد گذاشت. مشاهده شد که با افزودن کربنات کلسیم و استات به محلول تغییرات چشمگیری در شرایط محلول و ترسیب ایجاد نشد.

گونه‌های نمکی که عامل بالا بودن هدایت پذیری الکتریکی آب بودند و حضور عناصر سمی و مضر در رشد گیاه همچنان مشهود بود. در ادامه مقدار تأثیر افزودن استات و کربنات کلسیم با افزایش دما به اندازه ۱۰ درجه سلسیوس نیز بررسی و ارزیابی می‌گردد. در واقع بررسی خواهد شد که تغییرات دما چه تأثیری بر فعالیت استات و کربنات کلسیم در نمونه مد نظر خواهد داشت(جدول ۳) (شکل ۵).

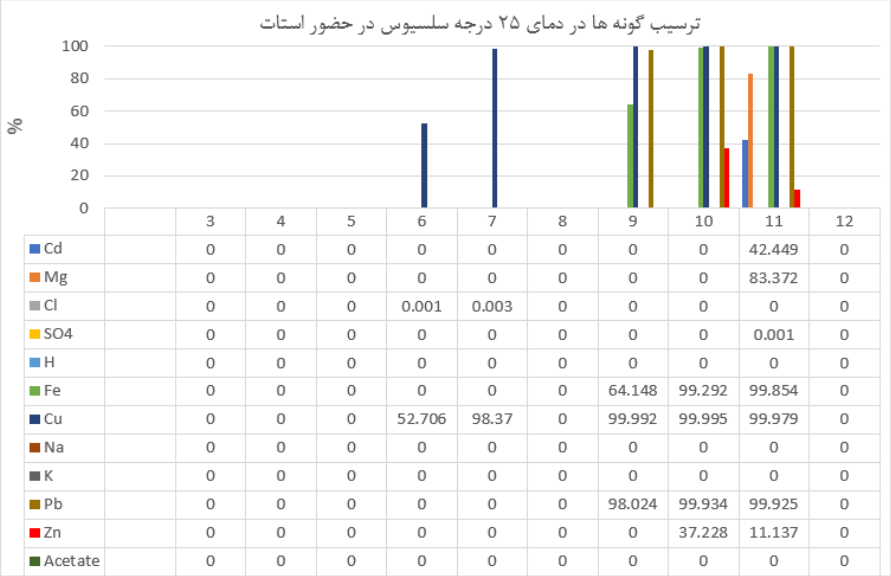
۳-۳-۲- افزودن سولفور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس

با افزودن ۱۰۰ میلی گرم سولفور به محلول به ترسیب اکثر گونه‌ها کمک خواهد شد. مقدار بسیار زیادی از گونه‌ها حتی در pHهای اسیدی و پایین هم تمایل خود را نسبت به رسوب گذاری نشان می‌دهند.

با این حال همچنان یون کلر و یون‌های نمکی به صورت محلول باقی خواهند ماند. با این تفاسیر سولفور تأثیر بسزایی در ترسیب گونه‌های فلزی از جمله فلزات سنگین خواهد داشت.

جدول ۳- تشکیل گونه‌های جدید با استات

Component	% Of total concentration	Species name
Acetate-1	96.13	Acetate-1
	0.092	K-Acetate (aq)
	3.467	H-Acetate (aq)
	0.076	Cu-Acetate+
	0.06	Fe-Acetate+
	0.028	Na-Acetate (aq)
	0.145	Mg-Acetate+



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	42.449	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	83.372	0
Cl	0	0	0	0.001	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	0	0	64.148	99.292	99.854	0
Cu	0	0	0	52.706	98.37	0	99.992	99.995	99.979	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	98.024	99.934	99.925	0
Zn	0	0	0	0	0	0	0	37.228	11.137	0
Acetate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل ۵- درصد ترسیب گونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر استات

با توجه به شکل ۶ در ۸ تا ۳=pH گونه‌های کادمیم، آهن، سرب، روی و مس به خوبی ترسیب خواهند شد، حتی در ۵=pH به بعد روی به مقدار ۱۰۰ درصد ترسیب شده است(شکل ۶).

۲-۴- دمای ۳۵ درجه سلسیوس

با توجه به شکل ۷ و بررسی مدلسازی در دمای ۳۵ درجه سلسیوس نکات بسیار مهمی قابل مشاهده است. در این شرایط دمایی در۶=pH، ترسیب مس در حدود ۱۸ درصد افزایش یافته و به چیزی در حدود ۷۲ درصد می‌رسد. اما نکته حائز اهمیت از ابتدای ارزیابی‌ها تا کنون مقدار رسوب گذاری در pHهای قلیایی و بالای ۹ است؛ در ۹=pHمشاهده می‌شود که گونه‌های آهن، مس، سرب و روی تمایل به ترسیب دارند. آهن با افزایش دما به میزان ۱۰ درجه سلسیوس در۹=pH تمایل خود را نسبت به رسوب گذاری از دست می‌دهد. اما جالب است که روی در این pH به مقدار حدود ۱۰ درصد رسوب می‌شود. در ۱۰=pH، گونه روی(Zn) با افزایش دما به ۳۵ درجه سلسیوس به مقدار حدود ۸۰ درصد ترسیب می‌شود، این در حالی است که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مقدار ترسیب در حدود ۳۷ درصد است، این بدان معناست که با افزایش دما به میزان ۴۳ درصد به ترسیب گونه روی در ۱۰=pH کمک شده است که این نکته بسیار قابل توجهی است. اما به هر حال با افزایش pH، مقدار ترسیب روی کاهش می‌یابد، این مسئله در دمای کمتر هم قابل ملاحظه بود(شکل ۷).

۲-۴-۱- افزودن کربنات کلسیم در دمای ۳۵ درجه سلسیوس

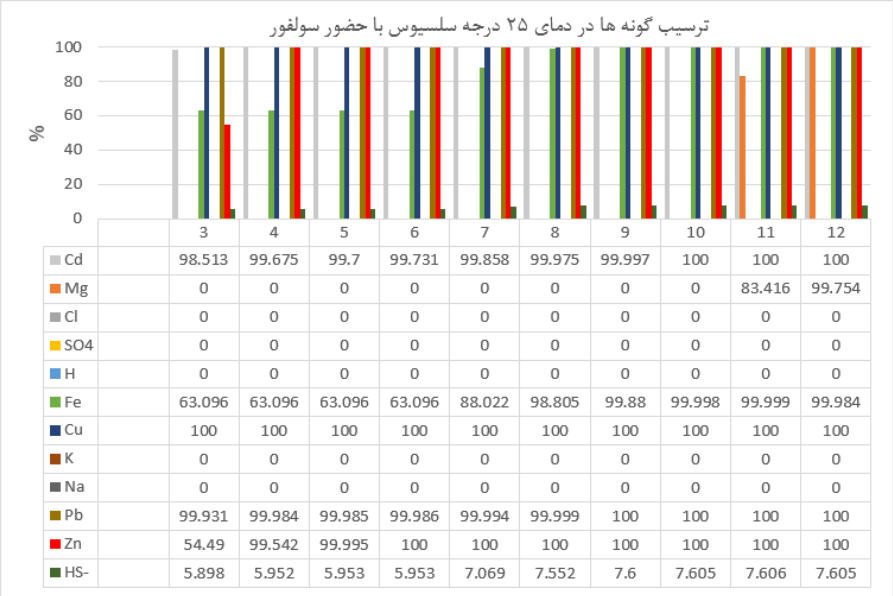
در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد که افزودن کربنات کلسیم نه تنها تأثیرات مثبتی نداشت بلکه برعکس عمل کرده و اثر منفی برای ترسیب برخی گونه‌ها ارزیابی شد. اکنون بررسی خواهد شد که افزایش دما چه اثری بر روی فعالیت کربنات کلسیم در محلول مورد نظر و ترسیب گونه‌ها خواهد داشت. نکات بسیار مهمی در شکل ۸ مشهود است. همانطور که با افزایش دما مقدار ترسیب گونه‌ها در pHهای قلیایی کمتر مثل ۹=pH افزایش یافت، با افزودن کربنات کلسیم هم همان شرایط در دمای ۳۵ درجه سلسیوس مشاهده می‌شود.
این بخش را می‌توان به دو صورت ارزیابی کرد: ۱) در دمای ۳۵ درجه حضور کربنات کلسیم اثر چندانی بر ترسیب گونه‌ها ندارد، در حالی که در برخی از گونه‌ها کاهش مقدار ترسیب مشهود است؛ ۲) با افزایش دما میزان ترسیب در حضور کربنات کلسیم افزایش می‌یابد، که این امر به سبب حضور آن در محلول نیست و بدون شک، علت افزایش مقدار ترسیب گونه‌ها افزایش دماست.

اگر بین شکل ۴ و ۸ مقایسه‌ای صورت بگیرد، مشاهده می‌شود که مقدار ترسیب کلسیم در pH=۹ افزایش می‌یابد. این امر حاکی از آن است که کربنات کلسیم در pH=۹ قطعاً تأثیرات بسیار اندکی بر ترسیب گونه‌های موجود در محلول گذاشته است(شکل ۸).

۲-۴-۲- افزودن استات در دمای ۳۵ درجه سلسیوس

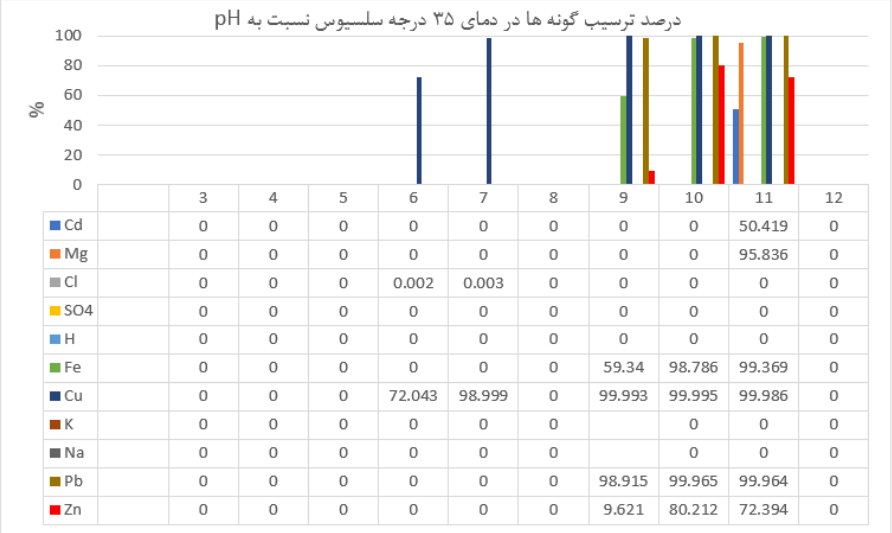
حال همچون شرایطی که قبل تر به بررسی و ارزیابی آن پرداخته شد، در دمای ۳۵ درجه سلسیوس نیز استات به محلول افزوده می‌شود تا رابطه بین افزایش دما و تأثیرات حضور استات بر روند ترسیب گونه‌ها بررسی شوند. افزودن استات نیز همچون کربنات کلسیم اثرات چندان مشهودی بر روند ترسیب گونه‌ها نخواهد داشت. با مقایسه اشکال ۹ و ۵ می‌توان مشاهده کرد همچنان گونه‌های نمکی و سمی موجود در محلول به طور خاص ترسیب نمی‌شوند و به همین علت تغییر محسوسی در هدایت پذیری الکتریکی آب و همچنین مقدار کلر موجود در محلول حاصل نمی‌شود.

با این تفاسیر می‌توان نتیجه گرفت که تنها پارامتری که بر روی ترسیب گونه‌ها اثر گذار است، افزایش دما خواهد بود. همانطور که از ابتدا تا کنون مشاهده شده کلر تمایلی به ترسیب شدن حتی در pHهای بالاتر نیز ندارد، این امر به سبب غلظت بسیار بالا یون کلر محلول(بسیار بیشتر از حد مجاز استاندارد) رخ می‌دهد. در تمامی pHها کلر تمایلی به ترسیب شدن نداشته است. در ادامه نیز دما به همان میزان ۱۰ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت و ارزیابی‌ها جهت بررسی روند ترسیب گونه‌ها صورت می‌پذیرند، هر چند ممکن است که دمای بیشتر از این در منطقه پیت معدنی در برخی از ماه‌های سال محتمل باشد اما بایستی در نظر داشت که در عمل این امری محال خواهد بود و برای فاز عملیاتی دشوار و پرهزینه خواهد بود(شکل ۹).



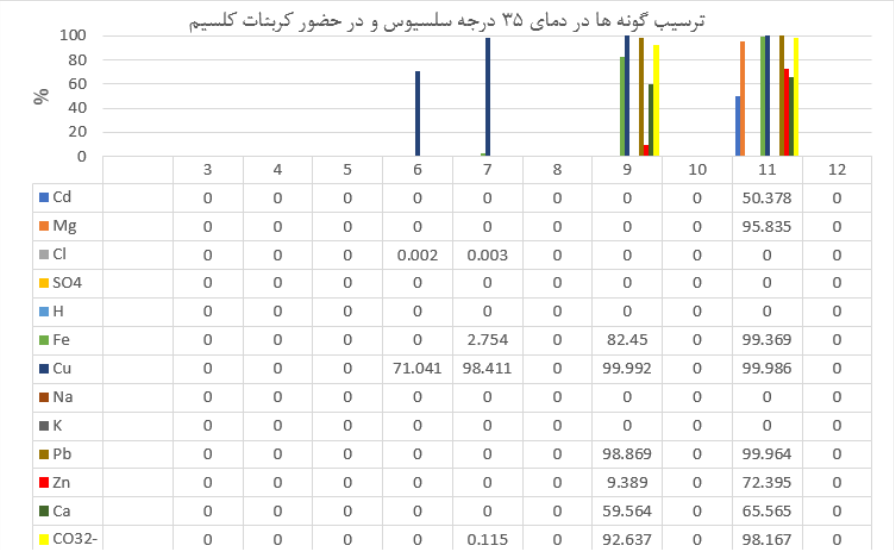
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	98.513	99.675	99.7	99.731	99.858	99.975	99.997	100	100	100
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	83.416	99.754
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	63.096	63.096	63.096	63.096	88.022	98.805	99.88	99.998	99.999	99.984
Cu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	99.931	99.984	99.985	99.986	99.994	99.999	100	100	100	100
Zn	54.49	99.542	99.995	100	100	100	100	100	100	100
HS-	5.898	5.952	5.953	5.953	7.069	7.552	7.6	7.605	7.606	7.605

شکل ۶- درصد ترسیب گونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با حضور ۱۰۰ میلی گرم سولفور



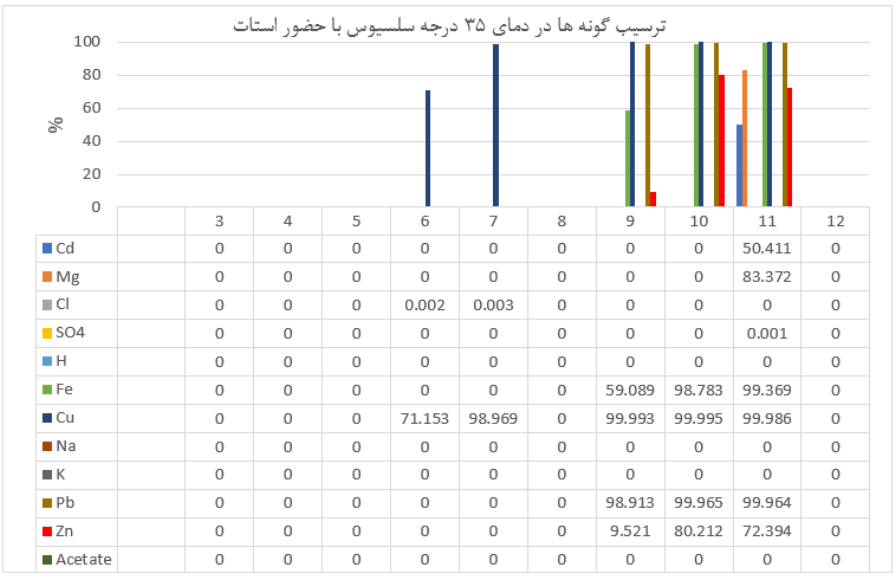
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	50.419	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	95.836	0
Cl	0	0	0	0.002	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	0	0	59.34	98.786	99.369	0
Cu	0	0	0	72.043	98.999	0	99.993	99.995	99.986	0
K	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Na	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	98.915	99.965	99.964	0
Zn	0	0	0	0	0	0	9.621	80.212	72.394	0

شکل ۷- درصد ترسیب گونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سلسیوس نسبت به pH



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	50.378	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	95.835	0
Cl	0	0	0	0.002	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	2.754	0	82.45	0	99.369	0
Cu	0	0	0	71.041	98.411	0	99.992	0	99.986	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	98.869	0	99.964	0
Zn	0	0	0	0	0	0	9.389	0	72.395	0
Ca	0	0	0	0	0	0	59.564	0	65.565	0
CO32-	0	0	0	0	0.115	0	92.637	0	98.167	0

شکل ۸- ترسیب گونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سلسیوس در حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	50.411	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	83.372	0
Cl	0	0	0	0.002	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	0	0	59.089	98.783	99.369	0
Cu	0	0	0	71.153	98.969	0	99.993	99.995	99.986	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	98.913	99.965	99.964	0
Zn	0	0	0	0	0	0	9.521	80.212	72.394	0
Acetate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل ۹- ترسیب گونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر استات

۳-۴-۲- افزودن سولفور در دمای ۳۵ درجه سلسیوس

در دمای ۳۵ درجه سلسیوس به مقدار ۱۰۰ میلی گرم به ازاء هر لیتر، سولفور به محلول اضافه شد. با توجه به شکل شماره ۱۰ نتایج حاصل بسیار حائز اهمیت هستند. با توجه به این شکل افزایش دما تمایل گونه‌ها برای ترسیب را تا حدودی کاهش می‌دهد. اما برای گونه منیزیم مشاهده می‌شود که در pH=۱۰، افزایش حدود ۱۲ درصدی در مقدار ترسیب وجود دارد. بدین معنا که با افزایش دما به اندازه ۱۰ درجه سلسیوس و با حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سولفور، مقدار ترسیب گونه منیزیم افزایش چشم گیری خواهد داشت. با این حال ترسیب گونه در pHهای بازی و بالای ۱۰ به طور ناگهانی رخ می‌دهد. افزایش دما تأثیر چندانی بر ترسیب گونه HS^- نداشته است. برای سایر گونه‌ها هم اثرات چندانی در مقابل افزایش دما مشهود نیست اما به هر جهت آن چیزی که مهم است، با افزایش دما تا حد تاچیزی تمایل گونه‌ها برای ترسیب کاهش یافته است. با توجه به مدلسازی‌های فوق حضور کربنات کلسیم، سولفور و استات در دو دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفت که نکته حائز اهمیت این بررسی تأثیر بسیار زیاد سولفور در ترسیب گونه‌ها می‌باشد. همانطور که بررسی شد افزودن سولفور به گونه‌ها این امکان را می‌دهد تا در pHهای پایین و اسیدی هم گونه‌های فلزات سنگین ترسیب شوند. به هر جهت افزودن این ۳ عامل تأثیری در ترسیب گونه خطرناک محلول کلر نداشته و در مقدار هدایت پذیری الکتریکی آب نیز تغییرات چندانی یافت نمی‌شود(شکل ۱۰).

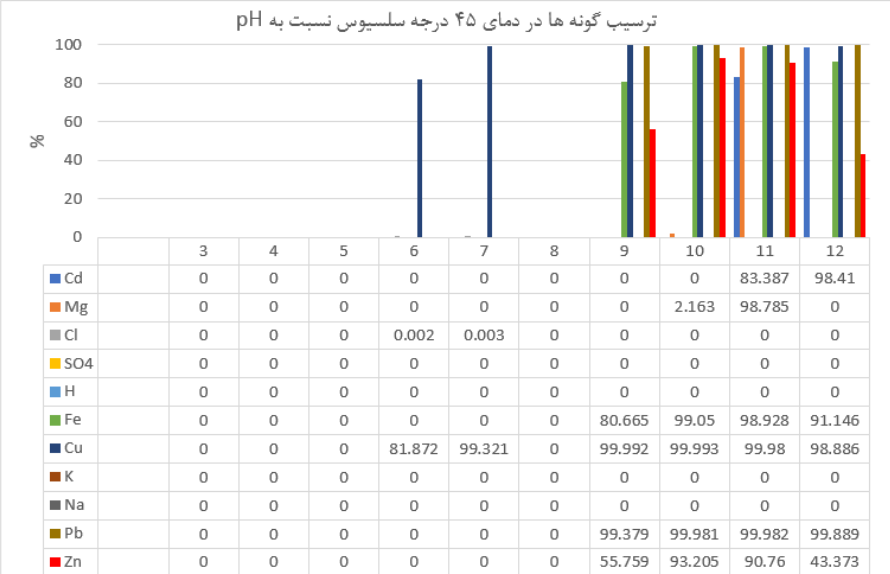
۲-۵- دمای ۴۵ درجه سلسیوس

همانطور که انتظار می‌رفت مقدار ترسیب گونه‌های در pHهای قلیایی و بالاتر از ۹ رو به افزایش است. جایی که مقدار ترسیب منیزیم در حدود ۴۸ درصد افزایش داشته و به مقدار ۹۸ درصد رسیده است. روی به میزان قابل توجهی نسبت به دماهای پایین تر رسوب شده است و در دمای ۴۵ درجه مقدار ترسیب آن به حدود ۵۵ درصد رسیده است(pH=۹).

امـا همان‌طـور کـه قبلتـر هـم بیـان شـد، ایجـاد چنیـن شـرایط دمایـی در بُعـد عملیاتـی و اجرایـی بسـیار دشـوار خواهـد بـود. در حالـی کـه ایجـاد شـرایط قلیایـی بالاتـر از ۹ نیـز بـرای ایـن آزمایـش دشـوار اسـت، چـرا کـه شـرایط کانـی سـازی پیـت و خـاک محـل پیـت شـماره ۱ شـرایط را بـه سـمت pH پاییـن سـوق می‌دهـد؛ از طرفـی مشـاهده شـد کـه هرچنـد اغلـب گونه‌هـای احتمـالاً بـه خوبـی در pHهـای بـالا ترسـیب می‌شـوند امـا ذکـر ایـن نکتـه بسـیار مهـم اسـت کـه محلـول مـورد آزمایـش همچنـان حـاوی مقـدار زیـادی کلـر اسـت که شـرایط را بـرای رشـد گیـاه در چنیـن محیطـی بسـیار دشـوار می‌کنـد. امـا آنچـه کـه اهمیـت داشـت رابطـه مسـتقیم افزایـش دمـا بـا میـزان افزایـش ترسـیب اسـت؛ مشـاهده شـد حتـی اگـر کربنـات کلسـیم یـا اسـتات هـم اضافـه شـود تأثیـری کـه افزایـش دمـا خواهـد داشـت غیـر قابـل چشـم پوشـی اسـت. شـکل ۱۱ بـه خوبـی مقـدار ترسـیب گونه‌هـا را در دمـای بـالا(۴۵ درجـه سلسـیوس) بـه خوبـی نشـان می‌دهـد (شـکل ۱۱).

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	97.211	99.142	99.195	99.297	99.671	99.947	99.994	99.999	100	100
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	95.835	99.916
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	63.096	63.096	63.096	63.096	87.93	98.795	99.879	99.988	99.998	99.917
Cu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	99.806	99.94	99.943	99.951	99.98	99.997	100	100	100	100
Zn	19.63	99.19	99.992	100	100	100	100	100	100	99.999
HS-	5.857	5.951	5.952	5.953	7.065	7.552	7.6	7.605	7.606	7.602

شکل ۱۰- ترسیب گونه‌ها در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با حضور ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سولفور



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	83.387	98.41
Mg	0	0	0	0	0	0	0	2.163	98.785	0
Cl	0	0	0	0.002	0.003	0	0	0	0	0
SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0	0	0	80.665	99.05	98.928	91.146
Cu	0	0	0	81.872	99.321	0	99.992	99.993	99.98	98.886
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	99.379	99.981	99.982	99.889
Zn	0	0	0	0	0	0	55.759	93.205	90.76	43.373

شکل ۱۱- درصد ترسیب گونه‌ها در دمای ۴۵ درجه سلسیوس

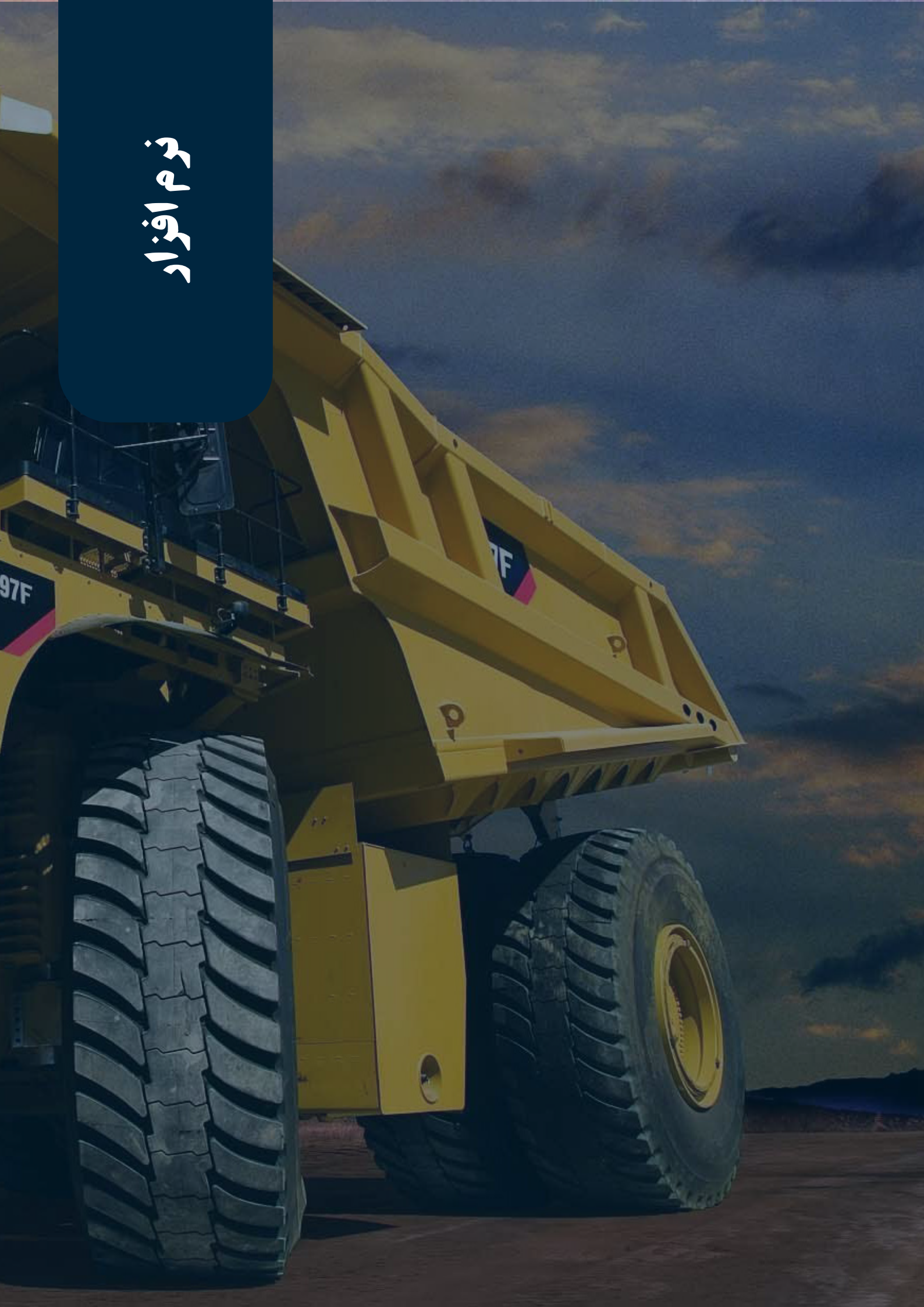
نتیجه گیری

جهت بازسازی پیت معدن استفاده از روش جنگل کاری توریستی پیشنهاد شده بود. آزمایشات ابتدایی پیرامون تعیین غلظت عناصر محلول در پیت معدنی انجام شد. در مرحله بعد جهت بررسی دقیق تر و مدلسازی حضور گونه‌ها در آب پیت چه به صورت محلول و چه به صورت رسوب شده به وسیله نرم افزار ویژوال مینتک صورت گرفت. نمونه محلول E_2 و نمونه خاک D_5 به عنوان داده‌های ورودی نرم افزار در نظر گرفته شدند تا با توجه با اطلاعات خروجی و نتایج آزمایشات گذشته مقایساتی صورت پذیرد. بر این اساس مدلسازی در ۵ نقطه دمای ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس در بازه pH=۳ - ۱۲ انجام شد؛ نتایج حاصل از اطلاعات خروجی حاوی نکات بسیار مهمی بودند؛ با افزایش دما مقدار ترسیب گونه‌ها افزایش داشتند اما همچنان حضور گونه کلر محلول در آب پیت معدنی به صورت محلول وجود دارد که حتی در pHهای قلیایی هم این گونه ترسیب نخواهد شد، تنها گونه‌ای که در چنین شرایطی به خوبی و حتی در pHهای پایین نیز ترسیب شد، گونه مس بود که در pH=۶ و pH=۷ نیز ترسیب صورت می‌گرفت. از جهت دیگر هر چه دما افزایش پیدا می‌کرد مقدار ترسیب گونه منیزیم نیز افزایش می‌یافت اما سایر گونه‌های نمکی مانند سدیم و پتاسیم در هیچ دمایی ترسیب نشدند و به صورت محلول باقی ماندند، هر چند که میزان گونه پتاسیم نسبت به حد مجاز استاندارد پایین تر بود اما حضور این گونه به صورت محلول مقدار هدایت الکتریکی آب را افزایش می‌دهد. بر اساس این مدلسازی، با حضور گونه‌های مضر و سمی و همچنین گونه‌های نمکی در آب، شرایط مساعدی برای رشد و پرورش گیاه مشهود نیست، همانطور که در آزمایشات گذشته هم می‌توان برنتایج این مدلسازی تأکید نمود، بر اساس آزمایشات صورت گرفته نمونه محلول E_1 به سبب غلظت بسیار پایین کلر برای رشد و پرورش گیاه در این منطقه مناسب خواهد بود.

ثبت دیدگاه برای این متن

مراجع مقاله

نرم افزار



پیش روی شما ...

مدل‌سازی نشت آلاینده‌ها در خاک با استفاده از نرم‌افزار HYDRUS3D **صفحات ۲۲ الی ۲۶**

با گسترش روز افزون صنایع مختلف از جمله صنایع معدنی و به طبع آن افزایش حوادث و آلودگی‌های زیست محیطی، اهمیت پیشگیری، مدیریت و پاکسازی محیط از اهمیت زیادی برخوردار شده است. در این میان نشت مواد آلاینده از لندفیل‌ها و سدهای باطله به داخل خاک به مرور زمان باعث آلودگی محیط خاک و همچنین آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. جهت مدیریت بهتر این آلودگی‌ها نیاز است تا فهم دقیقی از حرکت جریان محلول در داخل محیط خاک بدست آورده شود. حل معادلات پیچیده حاکم بر این محیط که شامل فاز آب، خاک و هوا می‌شود همواره به عنوان یک چالش برای کارشناسان محیطزیستی بوده است تا با درک دقیق و درست از نحوه حرکت جریان‌های آلاینده بتوانند روش‌های مناسبی جهت مدیریت این آلودگی‌ها داشته باشند.

مدل‌سازی نشت آلاینده‌ها در خاک با استفاده از نرم‌افزار HYDRUS3D

امیر ضیا لامع

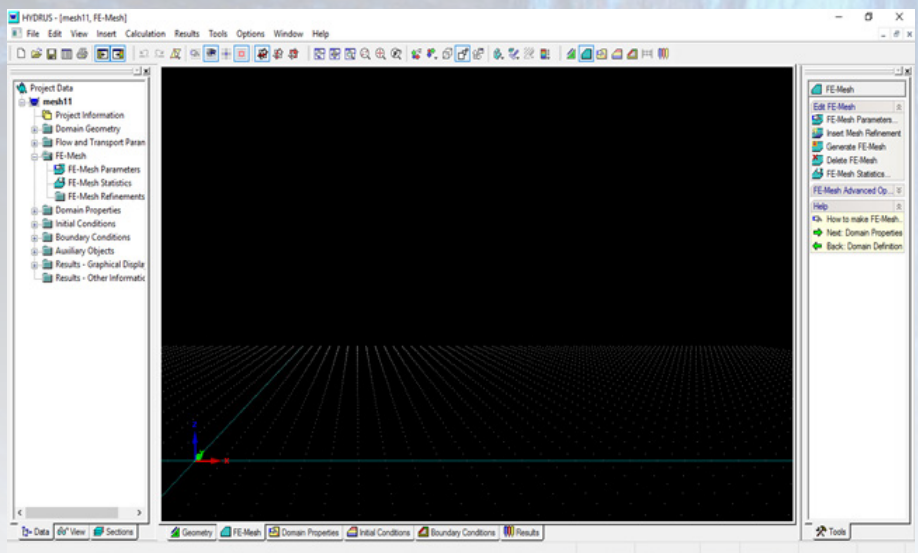
نویسنده

با گسترش روز افزون صنایع مختلف از جمله صنایع معدنی و به طبع آن افزایش حوادث و آلودگی‌های زیست محیطی، اهمیت پیشگیری، مدیریت و پاکسازی محیط از اهمیت زیادی برخوردار شده است. در این میان نشت مواد آلاینده از لندفیل‌ها و سدهای باطله به داخل خاک به مرور زمان باعث آلودگی محیط خاک و همچنین آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. جهت مدیریت بهتر این آلودگی‌ها نیاز است تا فهم دقیقی از حرکت جریان محلول در داخل محیط خاک بدست آورده شود. حل معادلات پیچیده حاکم بر این محیط که شامل فاز آب، خاک و هوا می‌شود همواره به عنوان یک چالش برای کارشناسان محیطزیستی بوده است تا با درک دقیق و درست از نحوه حرکت جریان‌های آلاینده بتوانند روش‌های مناسبی جهت مدیریت این آلودگی‌ها داشته باشند.

با ایجاد و گسترش نرم‌افزارها در علوم مهندسی، حل این معادلات پیچیده به نوعی آسان شده است و کارشناسان می‌توانند با تکیه بر اطلاعات موجود، دانش فنی و ابزارهای مختلف ایجاد شده در نرم‌افزارها، معادلات حاکم را حل کنند و به یک روش مناسب و اصولی جهت مدیریت و پاکسازی برسند. حال علوم محیطزیستی نیز از این قاعده مستثنی نیست و با استفاده از نرم‌افزارهای موجود سعی دارد چالش‌های به وجود آمده را به صورت اصولی و مناسب حل و فصل کند. در این میان نرم‌افزارهای مختلفی جهت شبیه‌سازی و مدل‌سازی جریان آب، محلول و املاح در محیط خاک ایجاد و گسترش یافته است که از کاربردی‌ترین نرم افزارهای موجود می‌توان به HTDRUS اشاره کرد. این نرم‌افزار قادر است حرکت آب، محلول، املاح و گرما را به صورت یک، دو و سه بعدی در محیط خاک شبیه‌سازی نماید. در این مقاله سعی می‌شود تا معرفی جامعی از نرم‌افزار HYDRUS3D و کاربردهای آن جهت شبیه‌سازی جریان‌های آلاینده ارائه شود.

در کل نرم‌افزار HYDRUS یک نرم‌افزار عددی است که معادله ریچارد را برای جریان آب اشباع و غیر اشباع و همچنین معادله همرفت-پراکنش را برای انتقال گرما و املاح را حل می‌کند. این نرم‌افزار قادر است نواحی جریانی با مرزهای نامنظم که معمولاً در نشت مواد آلاینده به داخل محیط خاک اتفاق می‌افتد را کنترل و معادلات مربوط به آن را حل کند.

فضای خاک به دو بخش منطقه اشباع و منطقه غیراشباع تقسیم‌بندی می‌شود. منطقه غیر اشباع به‌عنوان بخش جدایی ناپذیر چرخه هیدرولوژیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این منطقه در بسیاری از جنبه‌های هیدرولوژی از جمله نفوذ، ظرفیت رطوبت خاک، تبخیر، جذب گیاهی، روان آب و فرسایش نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. بسیاری از آلاینده‌های زیست‌محیطی که به واسطه فعالیت صنایع و حوادث به وقوع می‌پیوندد معمولاً در این منطقه وارد شده و سپس به آب‌های زیرزمینی یا همان منطقه اشباع وارد می‌شود و در نتیجه‌ی آن آلاینده‌ها به نواحی مختلف منتقل می‌شوند.



حال نرم‌افزار HYDRUS3D این امکان را به ما می‌دهد تا حرکت آلاینده‌ها در زون غیراشباع و اشباع را مدل‌سازی کرد و با استفاده از نتایج آن و انتخاب روش‌های مناسب از گسترش هر چه بیشتر آن جلوگیری نمود و راه‌حل‌های مدیریت و پاکسازی خاک را به صورت دقیق و اصولی عملی ساخت.

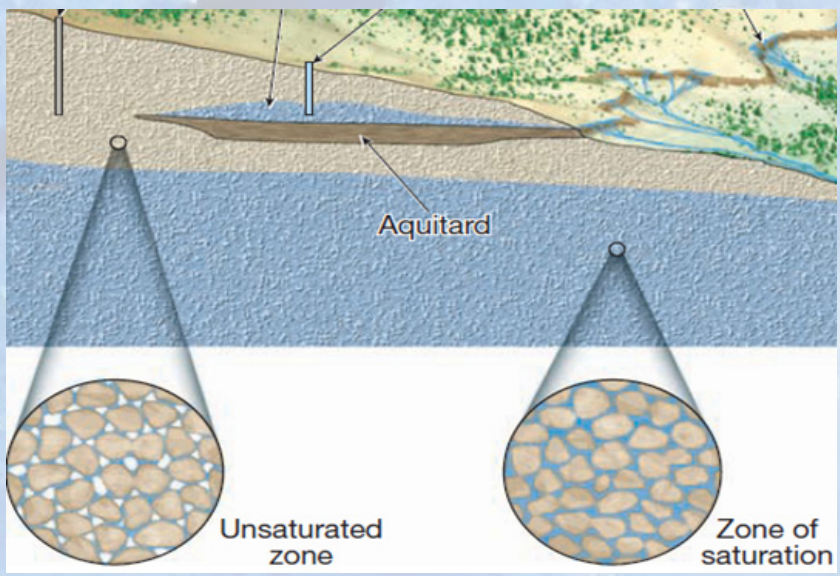
برای انجام شبیه سازی در HYDRUS لازم است مشخصات پروژه و داده‌های اولیه به نرم افزار معرفی و وارد شوند.

نحوه تعریف مسئله در نرم افزار:

- مش‌بندی اجزاء محدود
- کدگذاری انواع خاک موجود و مناطق فرعی
- کدگذاری شرایط مرزی
- تامین نیازهای ذخیره‌سازی اطلاعات نرم‌افزار
- استفاده از حل‌کننده‌های معادلات ماتریسی

در این بخش از گزارش به مسیر ایجاد و مدل‌سازی یک مسئله اشاره خواهد شد. شما درنظر بگیرید که بخواهید انتقال آلاینده در دامنه هگزاهدرال را با یک شیب مشخص مدل سازی کنید. بدین صورت که یک منبع آلاینده در سطح خاک وجود دارد و قرار است انتقال این منبع در مشخصات زیر مدل سازی شود.

مشخصات ابعاد این انتقال به این صورت است: ۲۰۰*۲۵۰*۱۰۰۰ سانتی‌متر و یک جریان آب زیرزمینی در ۱۰۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک



ورودی‌های نرم‌افزار	خروجی‌های نرم‌افزار
اطلاعات پایه	مقادیر گرهی فشار
اطلاعات مواد	مقادیر گرهی محتوای آب
اطلاعات زمانی	مقادیر گرهی غلظت‌های محلول و آلاینده
اطلاعات انتقال املاح	مقادیر گرهی غلظت‌های غیر تعادلی
اطلاعات انتقال گرما	مقادیر گرهی دما
اطلاعات جذب ریشه گیاهی	
اطلاعات مش روش اجزاء محدود	
اطلاعات گره‌ها	
اطلاعات عناصر	
اطلاعات مرزها	
اطلاعات جوی	
اطلاعات خطوط مش	

این مسئله به دو بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول ژئومتری دامنه انتقال تعریف و شرایط اولیه و مرزی مشخص می‌شود. در بخش دوم، پروفیل هد نهایی فشار، به عنوان شرایط اولیه وارد می‌شود. در ادامه مسیر ایجاد و مدل‌سازی این جریان انتقال در داخل نرم‌افزار ارائه می‌شود.

در ابتدا از بخش Project Manager یک پروژه جدید ایجاد می‌شود. نام پروژه و توضیحات آن در این بخش اضافه می‌شود. در ادامه با استفاده از منو Edit اطلاعات ژئومتری در بخش Geometry Information وارد می‌شود. این اطلاعات شامل تعریف دامنه (Hexahedra)، نوع ژئومتری (سه بعدی)، واحد (cm) و فضای کاری اولیه (محورهای کمینه و بیشینه X، کمینه و بیشینه Y، کمینه و بیشینه Z) است.

در ادامه اطلاعات مربوط به تعریف دامنه Hexahedral وارد می‌شود. برای این کار ابتدا به منو Edit رفته و در بخش ژئومتری اطلاعات مربوط به طول محورها و شیب آن وارد خواهد شد. حال باید فرآیندهای اصلی موجود (جریان آب، گرما یا املاح) در این مدل مشخص شود که در این مدل‌سازی جریان آب یا همان آلاینده محلول مورد نظر است. بدین منظور در منو Edit و پارامترهای جریان انتقال Main Processes را انتخاب کرده و چک باکس مربوط به جریان آب انتخاب می‌شود. اطلاعات زمانی مربوط به پروژه نیز باید به نرم‌افزار ارائه گردد. برای این کار در منو Edit و Flow and Transport Parameters، اطلاعات زمانی در بخش Time Information ارائه می‌شود.

این اطلاعات شامل واحد زمان (روز، ماه و ...)، زمان نهایی، گام اولیه زمانی، گام کمینه و بیشینه زمانی است. حال زمان آن رسیده است که اطلاعات خروجی مدنظر مشخص شود. بدین منظور با استفاده از بخش Edit و Flow and Transport Parameters اطلاعات خروجی مدنظر در بخش Output Information مشخص خواهد شد. بررسی اطلاعات T-Level، بررسی خروجی صفحه، بررسی و ارائه اطلاعات مدل‌سازی در انتها در زمان‌های مشخص از جمله اطلاعات خروجی است که باید مدنظر قرار گیرد.

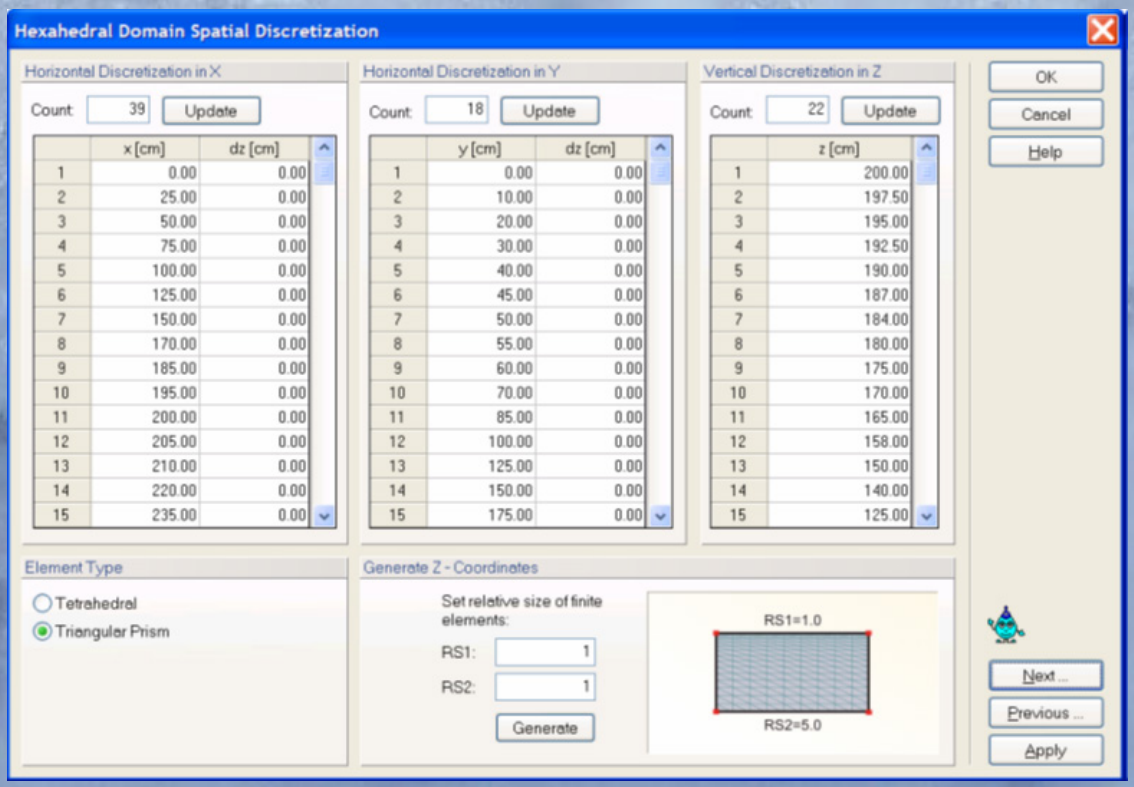
با مراجعه به بخش Edit، Flow and Transport Parameters، Water Flow Parameters، اطلاعات Output ارائه می‌شود که شامل اطلاعات زیر است:

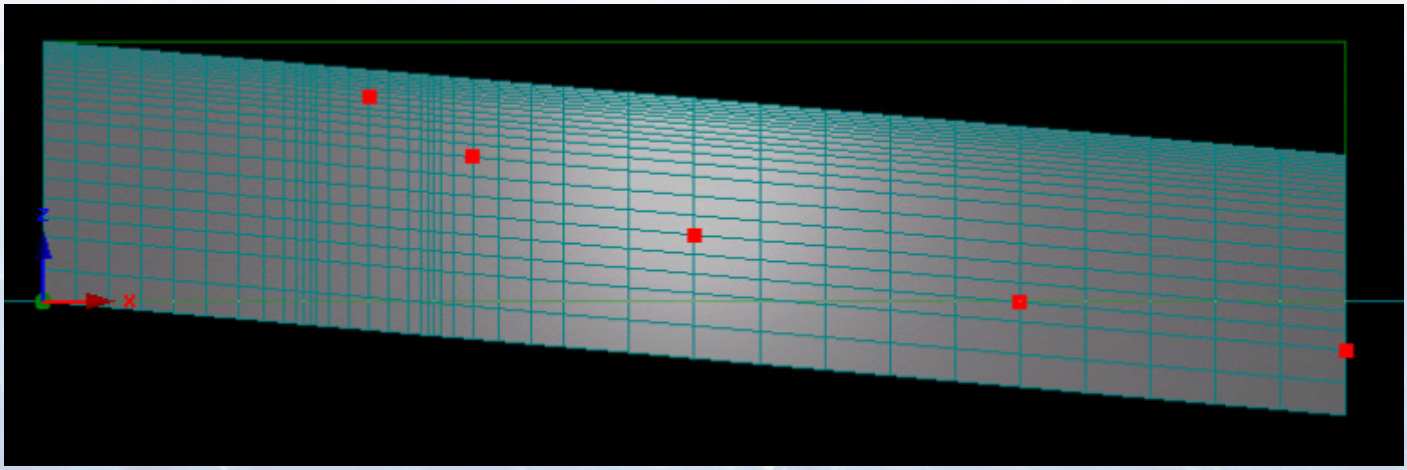
بیشترین تعداد تکرار، محتوای آب، محتوای فشار، رنج کمترین مقدار بهینه تکرار، رنج بیشترین مقدار بهینه تکرار و ...

در ادامه با استفاده از بخش Edit، Flow and Transport Parameters، Water Flow Parameters و Soil Hydrulic Parameters اطلاعات مربوط به پارامترهای هیدرولیکی خاک ارائه می‌شود.

مش‌بندی دامنه Hexahedral:

در بخش Edit و FE-Mesh پارامترهای مربوط به مش‌بندی FE ارائه می‌شود. در شکل زیر پنجره ارائه این اطلاعات نمایش داده شده است.





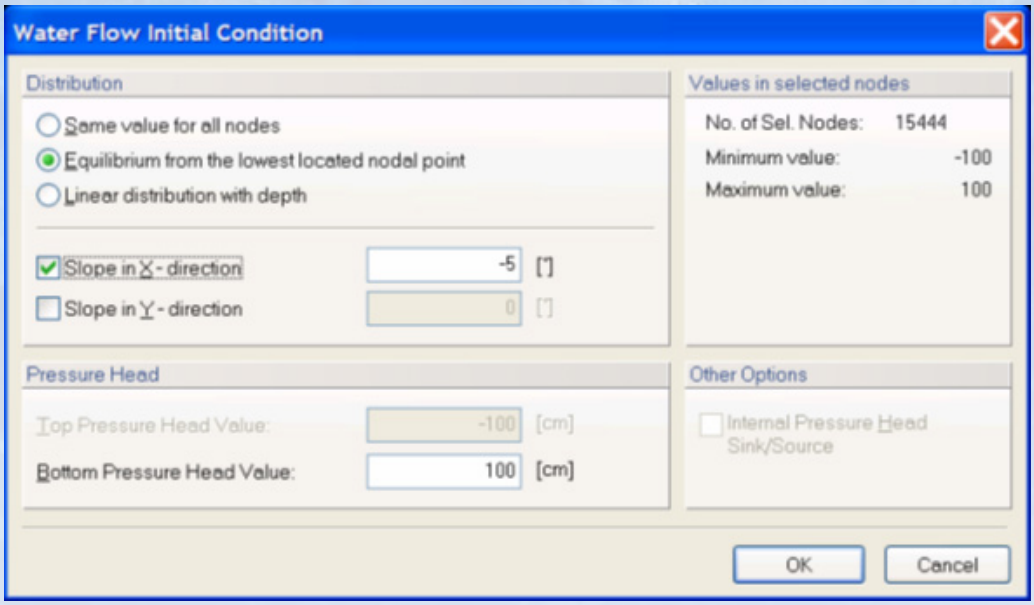
با ورود شرایط اولیه جریان آب تعریف پروژه در نرم‌افزار ادامه پیدا می‌کند. بدین صورت که دامنه اولیه انتقال با کلیک بر منو Edit و در ادامه تنظیم متغیر انتخاب می‌شود که در شکل زیر نمایش داده شده است.

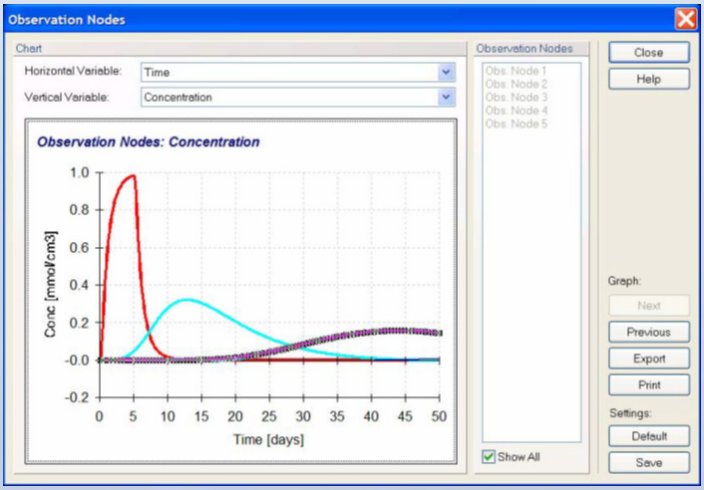
حال زمان آن رسیده تا با استفاده از Tool Bar اطلاعات مربوط به شرایط مرزی وارد شود. پس از آن اطلاعات مربوط به گره‌های مشاهده‌ای به ترتیب در منو Insert، Domain Properties و Observation Nodes با استفاده از Navigator Bar ارائه می‌شود. در نهایت با استفاده از Edit Bar گره‌های مشاهده‌ای به صورت تقریبی انتخاب می‌شود که در شکل زیر نمایش داده شده است.

حتما در این مرحله ذخیره‌سازی فایل ایجاد شده از طریق منو File بخش Save انجام شود.

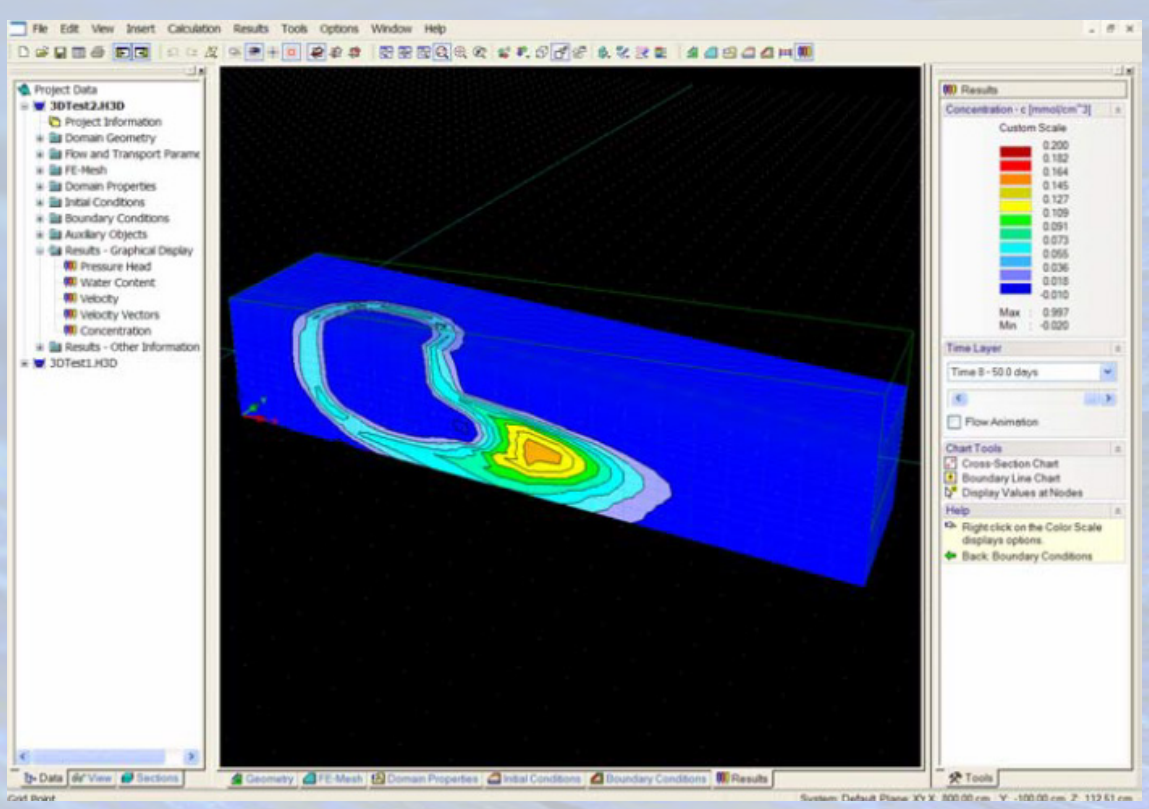
حال بعد از ورود اطلاعات و تعریف کامل پروژه در نرم افزار نوبت آن رسیده است تا نتایج حاصل از این مدل‌سازی را مشاهده کرد. بدین منظور با استفاده از منو Results و بخش Graphical Display می‌توان نتایج مربوط به هدهای فشار را بدست آورد. دیگر نتایج از جمله اطلاعات موازنه جرم، مقادیر در گره‌های مشاهده‌ای و ... نیز در بخش Graphical Display قابل مشاهده است.

پس از Run کردن نرم‌افزار از طریق منو Calculation نتایج نهایی نرم‌افزار به صورتی که در شکل‌های زیر ارائه شده است، بدست می‌آید.





آنچه مشخص است این نرم‌افزار به عنوان یک ابزار بسیار قوی جهت شبیه‌سازی حرکت آلاینده در محیط خاک می‌تواند استفاده شود. ولی لازمه آن داشتن اطلاعات دقیق از محدوده و دانش کافی جهت تحلیل نتایج حاصل از آن است. در این مقاله کوتاه سعی شد تا معرفی جامع از نرم‌افزار HYDRUS انجام و یک مثال کاربردی از آن ارائه شود. مشخص است که همانند دیگر نرم‌افزارها شبیه‌سازی جهت یادگیری کامل این نرم‌افزار لازم است زمان کافی اختصاص داده شود به طوری که بتوان شبیه‌سازی‌های مورد نظر کارشناسان محیط‌زیست را در محیط نرم‌افزار تعریف و انجام داد.



ثبت دیدگاه برای این متن

دگر فرم توسعه پایدار

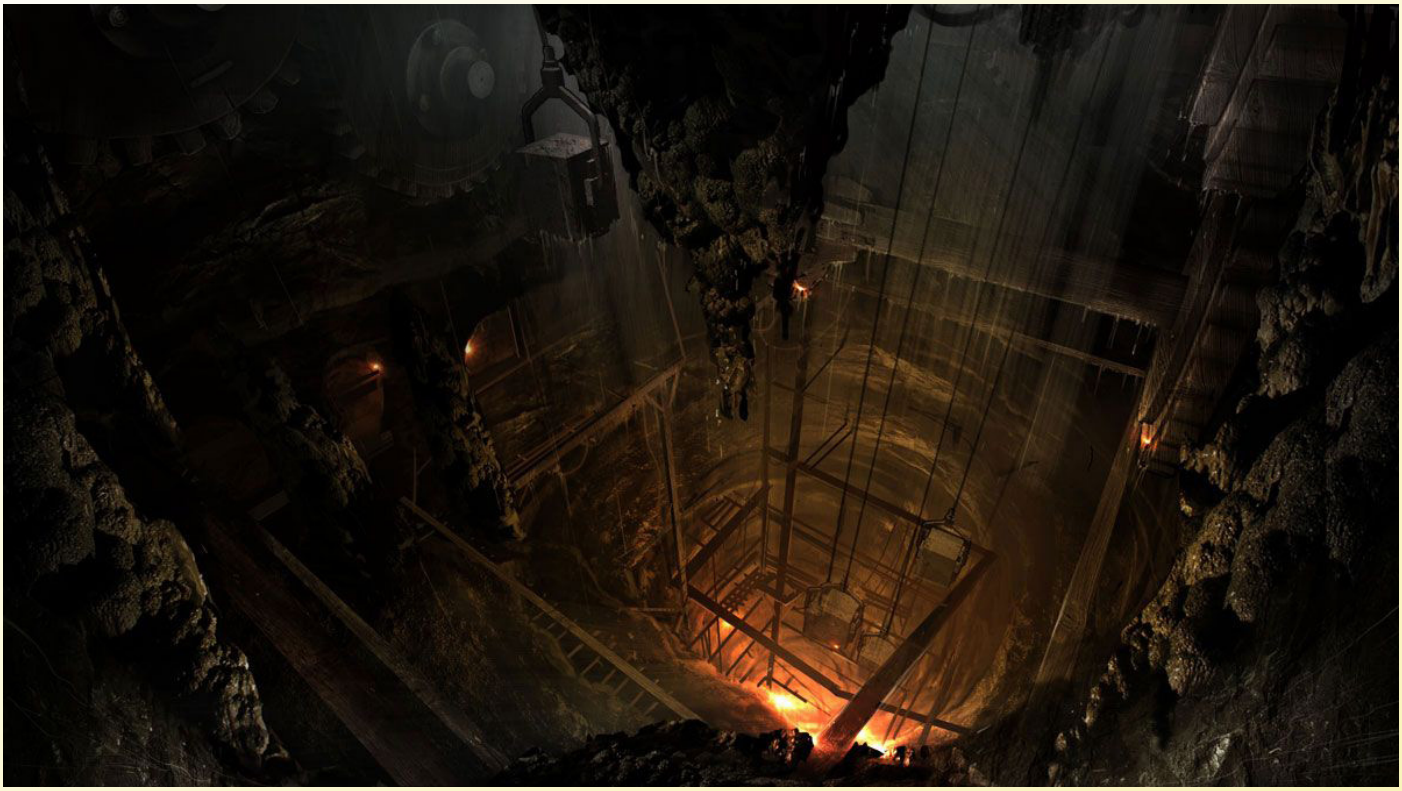
پیش روی شما ...

ریسک پذیری در معادن **صفحات ۲۷ الی ۳۰**

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و مطابق آن پیشرفت جوامع و صنعتی شدن آن‌ها میزان تولید زباله افزایش یافته و محیط زیست توان مقابله با این حجم زباله را ندارد. شاید قبل از افزایش جمعیت و انقلاب صنعتی محیط می‌توانست با قابلیت خودپالایی قسمت اعظم مشکلات محیط زیستی را حل نماید ولی بشریت با افزایش مشکلات محیط زیستی حاصل از انواع زباله‌های تولیدی توسط انسان، به این نتیجه رسید که عدم مدیریت اصولی باعث فجایع جهانی خواهد شد. از طرفی دیگر مقوله محیط زیست یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار است که عدم توجه به این موضوع، عدم توسعه پایدار را نتیجه خواهد داد.

ارزیابی چرخه عمر (LCA) **صفحات ۳۱ الی ۳۴**

توسعه ارزیابی چرخه عمر یا چرخه عمر(LCA) در اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. حداقل دو دلیل را می‌توان تعیین کرد: ۱. مشکلات فزاینده زباله ۲. تنگناها در تامین انرژی و اذعان به منابع محدود که باعث توجه به این موضوعات شد. در حالی که موضوع اول توسط مقامات در اکثر کشورهای توسعه‌یافته در یک سیاست محیطی نوظهور اجرا شد، آگاهی عمومی در مورد موضوع دوم توسط پرفروش‌ترین محدودیت‌های رشد (گزارش باشگاه رم) افزایش یافت. نظریه در مطالعه «باشگاه رم» از طریق اولین بحران نفتی در ۱۹۷۴/۱۹۷۳ توسط واقعیت تأیید شد. اگرچه این مطالعه با توجه به فرسودگی منابع نفتی بدبینانه بود، اما آسیب پذیری یک جامعه صنعتی را نشان داد که تا حد زیادی به نفت خام وابسته است.



ریسک پذیری در معادن

امیر ضیا لامع
نویسنده

مهسا نیازی
نویسنده

پیش گفتار

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و مطابق آن پیشرفت جوامع و صنعتی شدن آن‌ها میزان تولید زباله افزایش یافته و محیط زیست توان مقابله با این حجم زباله را ندارد. شاید قبل از افزایش جمعیت و انقلاب صنعتی محیط می‌توانست با قابلیت خودپالایی قسمت اعظم مشکلات محیط زیستی را حل نماید ولی بشریت با افزایش مشکلات محیط زیستی حاصل از انواع زباله-های تولیدی توسط انسان، به این نتیجه رسید که عدم مدیریت اصولی باعث فجایع جهانی خواهد شد. از طرفی دیگر مقوله محیط زیست یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار است که عدم توجه به این موضوع، عدم توسعه پایدار را نتیجه خواهد داد.

در این میان معدن به عنوان یک صنعت و فعالیت انسانی در اکثر کشورها باعث تولید زباله می‌شود که با عنوان باطله مطرح است. ویژگی‌های خاص برخی باطله‌های معدنی و حجم زیاد آن‌ها ما را برآن می‌دارد تا یک برنامه مدیریتی جامع برای این باطله‌ها در نظر گرفته شود تا هم بتوان از محیط زیست حفاظت کرد و همچنین با حفاظت از محیط زیست به توسعه پایدار در معدن و صنایع معدنی رسید.

این گزارش اختصاص به مدیریت ریسک در معدن و صنایع معدنی دارد و ابعاد مدیریت ریسک را در مدیریت باطله‌های معدنی بررسی خواهد کرد.

۱-مقدمه

پس از بررسی انواع باطله و ویژگی‌های هریک و همچنین راه حل‌های مدیریتی که برای باطله‌های معدنی در نظر گرفته می‌شود، لازم است در نهایت یک راه حل قابل قبول با بهینه‌ترین حالت ممکن انتخاب شود. نتیجه این بررسی‌ها شاید استفاده از ترکیب روش‌های مختلف مدیریتی باشد. وقتی از واژه بهینه استفاده می‌شود یعنی راه حل ما باید از لحاظ اقتصادی، ریسک و دیگر مولفه-های مورد اهمیت در مدیریت باطله، قابل دفاع باشد. در همین ابتدا لازم است در رابطه با ریسک چند نکته در نظر گرفته شود که عبارت است از :

۱- امکانات ذخیره سازی باطله‌ها باید در طراحی، اجرا و بعد از اتمام کار معدنکاری محصور شود و برای اطمینان از خطرات بهداشتی و ایمنی عمومی و همچنین ریسک پایین، باید قبل از تاثیرات محیط زیستی، ترمیم و توان-بخشی انجام گیرد.

۲- روش مبتنی بر ریسک اعمال شده بر مدیریت باطله-ها باید انعطاف پذیری کافی برای تغییر موقعیت برای مدیریت را داشته باشد. این روش‌ها باید به گونه‌ای باشند که امکان مدیریت اتفاقات و تغییرات در سیستم را وجود داشته باشد.

با توجه به نکات بالا، اهمیت ریسک در طراحی و اجرای روش‌های مختلف مدیریت باطله کاملاً مشهود است و همچنین باید به این موضوع اشاره کرد که امکانات ذخیره سازی و مدیریت باطله‌ها با درجه‌ی ریسک بالا، دقت زیادی در فاز طراحی، کنترل کیفیت در طول ساخت و ساز، پایش در هنگام عملیات و بعد از اتمام معدنکاری، توجه زیاد به مدیریت ریسک و سیستم‌های برنامه ریزی فعالیت‌های اضطراری در طول و بعد از عملیات را لازم دارد. تعاریف بسیار زیادی برای ریسک وجود دارد ولی ریسک را می‌توان اینگونه تعریف کرد: که ریسک به عنوان پتانسیل بالقوه آسیب تعریف می‌شود. توصیف خطر و یا همان ریسک به عنوان داشتن دو بعد احتمال و نتیجه (اثر) عواقب و خطر به عنوان احتمال آسیب واقعی را تعریف می‌کند.

۲-۱- حداقل ریسک قابل قبول

ذخیره سازی باطله‌ها باید سلامتی عمومی اپراتور و امنیت اجتماع و اهداف حفاظت محیط زیست را تامین کنند. تامین این اهداف وابسته به یک حد قابل قبولی از ریسک است. استراتژی‌های مدیریتی باید مبتنی بر ریسک و برآورده کردن انتظارات جوامعی باشد که در معرض باطله‌های اصلی هستند که در مرحله عملیاتی و بسته شدن معادن وجود دارند. اصلی‌ترین خطراتی که مردم و محیط زیست را تهدید می‌کند در مراحل عملیاتی و بسته شدن معدن است. بررسی ریسک قابل قبول و اعمال آن در دو بخش ریسک عملیاتی و ریسک بعد از بسته شدن است که در زیر به شرح هر کدام پرداخته خواهد شد.

۲-۱-۱- ریسک عملیاتی

هدف اصلی یک مرکز مدیریت باطله برای باطله‌های جامد و آب، ذخیره سازی این محتویات در طول عملیات است. حالت‌های شکست و ریسک‌های موجود برای سلامتی و ایمنی کارکنان و اجتماع و محیط زیست در طول عملیات ذخیره سازی، شامل موارد زیر می‌شود :

۱- پارگی خط لوله باطله

۲- فرسایش توسط باران و یا لوله کشی در ناحیه بیرونی باطله ها

۳- شکست ژئوتکنیک و یا تغییر شکل بیش از حد دیوار مهار

۴- نشت از دیوار مهار منجر به از بین رفتن محیط زیست اطراف

۵- نشت آلودگی به آب‌های زیر زمینی

۶- انتشار گرد و غبار و آلاینده‌های گازی در هوا

۷- قرار گرفتن پرندگان و حیات وحش در معرض آلودگی

۸- به دام افتادن حیات وحش در قسمت‌های نرم باطله

۲-۱-۲- ریسک بعد از بسته شدن

در زمان عملیاتی شدن مدیریت باطله، منطقه تحت تاثیر از لحاظ معدنی و محیطزیستی پایش می‌شود و برخی ریسک‌ها در نظر گرفته می‌شود. با این وجود باید بعد از اتمام فعالیت‌های معدنی همچنان ریسک‌های در نظر گرفته شده برای بعد از بسته شدن معدن نیز اهمیت داشته باشد و مراکز بعد از اتمام عملیات معدنکاری و بسته شدن معدن نیز مورد پایش قرار گیرند. حالت‌های شکست و ریسک پس از بسته شدن یک مرکز ذخیره-سازی باطله می‌تواند شامل تعداد زیادی از مدل‌های شکست، خرابی، عدم موفقیت و خطرات عملیاتی بجز حالت‌های غیر موفق در پمپ باطله و یا خطوط لوله آب باشد. حالت‌های شکست و ریسک‌های بعد از بسته شدن عبارت است از :

۱- فرسایش دیواره‌ی بیرونی به وسیله‌ی باران که ممکن است باطله متحرک شده و در معرض قرار گیرد که همین موضوع باعث بی حفاظ ماندن باطله‌ها می‌گردد.

۲- شکست و خرابی دیواره مهار

۳- خرابی سیستم پوشش قرار داده شده بر سطح باطله

۲-۲- ارزیابی ریسک

مرکز ذخیره سازی و مدیریت باطله نیازمند ارزیابی یک ریسک اصولی و واقعی برای شناسایی و تعیین خطراتی است که باید مدیریت شوند. رتبه بندی ریسک‌های موجود برای طراحی، ساخت، مدیریت ریسک، بازرسی و تهیه گزارشات استفاده می‌شود. آنالیز ریسک به ما اجازه می‌دهد تا گزینه ها، احتمالات، عواقب و هزینه شکست تعریف شود و رتبه‌بندی خطر، احتمال و عواقب مرتبط با محصول را فراهم می‌آورد. بنابراین به فرایند کلی برآورد نمودن میزان ریسک و تصمیم‌گیری در خصوص قابل تحمل بودن ریسک، ارزیابی ریسک می-گویند و این پروسه ارزیابی به صورت زیر است :

۱. ایجاد مرز از لحاظ جغرافیایی، اجتماعی، زیست محیطی و تصمیم گیری در معیارهای طراحی

۲. شناسایی خطرات که چه اتفاقی، کجا، کی، چگونه و چرا می‌افتد.

۳. تجزیه و تحلیل کنترل خطرات شناسایی شده و تعیین احتمال و عواقب و رتبه خطر

۴. ارزیابی خطرات و مقایسه‌ی آن‌ها با معیارهای طراحی، انجام تجزیه و تحلیل حساسیت برای نقاط مهم برای تعیین اولویت برای اینکه تصمیم گرفته شود به خطر رسیدگی شود یا خیر.

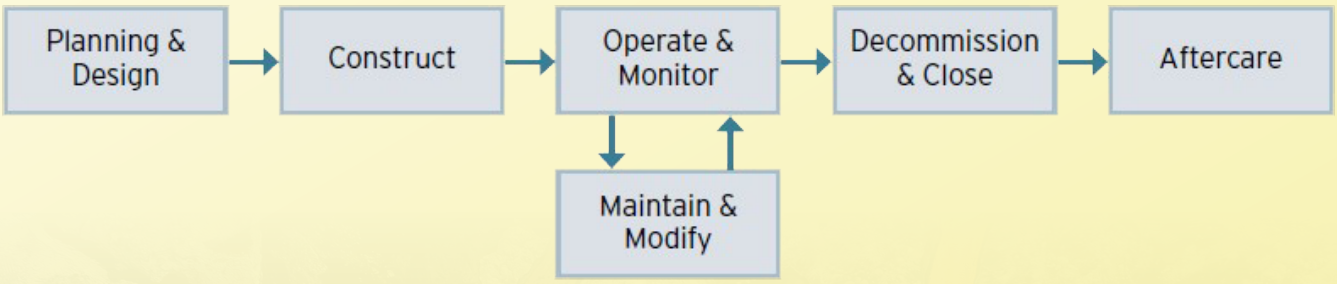
۵. رسیدگی به خطرات شناسایی شده که برای بررسی انتخاب شده‌اند و ارزیابی گزینه ها، آماده سازی و اجرای برنامه بی‌خطر سازی و آنالیز و تجزیه تحلیل ریسک باقی مانده.

۲-۳- جایگاه ریسک در سیستم مدیریت باطله

مراکز مدیریت باطله باید طراحی، عملیاتی و درنهایت بعد از اتمام معدنکاری بسته شوند و برای اطمینان از عدم ایجاد مشکلات زیست محیطی، ارزیابی مجدد انجام گیرد که از طریق مشاوره با افراد متخصص و طراحی یک سیستم مدیریت دقیق با در نظر گرفتن ریسک‌های قابل قبول میسر است. بایستی تمامی مراحل از طراحی گرفته تا پایش عملیات و همچنین احتمال وقوع حوادث و مسائل بعد از اتمام فعالیت معدنکاری کاملاً در نظر گرفته و مستند سازی شود. مراحل کلی سیستم مدیریت باطله در شکل زیر نشان داده شده است.

اولین مرحله از سیستم مدیریت باطله همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، برنامه ریزی و طراحی است که ارزیابی ریسک یکی از مهم‌ترین بخش‌های این مرحله است

بدین صورت که مرکز ذخیره سازی باطله نیازمند یک ارزیابی ریسک قطعی برای شناسایی و تعیین خطراتی است که باید مدیریت شوند. این مراکز مطابق با معیارهای رتبه بندی به مراکز با ریسک بالا، مهم و ریسک پایین تقسیم بندی می‌شوند. رتبه بندی ریسک برای طراحی، ساخت و ساز، مدیریت ریسک، بازرسی و تهیه گزارشات استفاده می‌شود. روش مناسب تعیین رتبه ریسک یک مرکز ذخیره سازی باطله در کمیته ملی سدهای بزرگ استرالیا (ANCOLD) برای طراحی، ساخت و بهره برداری از سدهای باطله موجود است. حال به بررسی ریسک پذیری با ماتریس HAZOP می‌پردازیم که یک ماتریس ارزیابی است که با استفاده از آن می-توانیم به درستی ارزیابی ریسک را انجام دهیم.



شکل ۱- مراحل کلی سیستم مدیریت باطله

۲-۴- بررسی ریسک پذیری با HAZOP

این روش نخستین بار در صنایع شیمیایی به کار گرفته شد و با توجه به موفقیت و تجربه موجود کاربردهای صنعتی دیگر آن نیز عمدتاً مورد استفاده است. HAZOP(Hazard and Operability study) روشی است برای شناسایی کلیه انحرافات احتمالی از عملیات‌های مورد انتظار طراحی و کلیه خطراتی که ممکن است از این انحرافات ایجاد شود. در این روش با بهره جویی از مجموعه‌ای از واژه‌های راهنما(شکل۴-۱) اثر تغیرات گوناگون در هرفرایند بررسی می‌شود. به این ترتیب،می توان پیش از رخداد حادثه، هریک از خطرهای احتمالی فرایند و اثر آن را تشخیص داد.

تجزیه و تحلیل خطر و عملکرد HAZOP برای شناسایی و ارزیابی ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ابتدا خطرات اولیه و نامحسوس در صنعت معدنکاری بر اساس مفهوم و مراحل HAZOP معنادار است و انحرافات تجهیزات خارج از شرایط ایمنی با کلمات راهنما و فرآیند مناسب توصیف می‌شود. در مرحله دوم، علل و پیامدهای انحراف و اقدامات ایمنی مورد بررسی قرار می‌گیرد. از ماتریس ریسک برای طبقه بندی سطح ریسک و ارزیابی ریسک انحراف شناسایی شده استفاده می‌شود. و در نهایت پیشنهادات ایمنی مربوطه برای کاهش یا حذف خطرات بالقوه ارائه با توجه به نوع مخاطرات احتمالی ارائه خواهد شد. HAZOP یک نمونه اولیه و به صورت چک لیست است که علت خطرات را شناسایی می‌کند. که پروسه ارزیابی آن به صورت زیر می‌باشد:

۱-تعریف مؤلفه‌های فرایند(تجهیزات، مراحل انجام روش‌های کارخانه و...)

۲-بررسی علل و عواقب انحراف و اقدامات ایمنی

در مطالعه HAZOP پس از تعیین سیستم مورد نظر و اهداف مطالعه ، اولین گام در راستای افزایش تمرکز بر روی انحرافات ممکن تقسیم سیستم به بخش‌های کوچکتر و به عبارت دیگر انتخاب گروه‌های مطالعاتی خواهد بود. هر گروه مطالعاتی بخشی از سیستم است که درآن امکان تغییر پارامترهای فرآیند وجود دارد.

۲-۴-۱- اصطلاحات و تقسیم بندی رایج برای تجزیه و تحلیل HAZOP

۱- گره: بخش جداگانه فرآیند تولید به عنوان یک گره در نظر گرفته می‌شود؛گره‌ها عملکرد واحدی مانند تجهیزات حیاتی یا فرایند مهم دارند و برای الزامات برای اطمینان از تجزیه و تحلیل در فرایند تحقیق در مورد گره‌های مختلف ضروری است.

۲- مولفه‌ها یا پارامترها: پارامترها به خواص فیزیکی و شیمیایی مرتبط اشاره می‌کند؛ که دو دسته مختلف وجود دارد. یک نوع آن پارامترهای کلی که وضعیت گره را مانند واکنش، ترکیب و افزودنی را توصیف می‌کند. نوع دوم آن پارامترهای خاصی است که می‌توان

انـدازه گیـری یـا تشـخیص ماننـد دمـا، فشـار و سـرعت را انجـام دهـد.

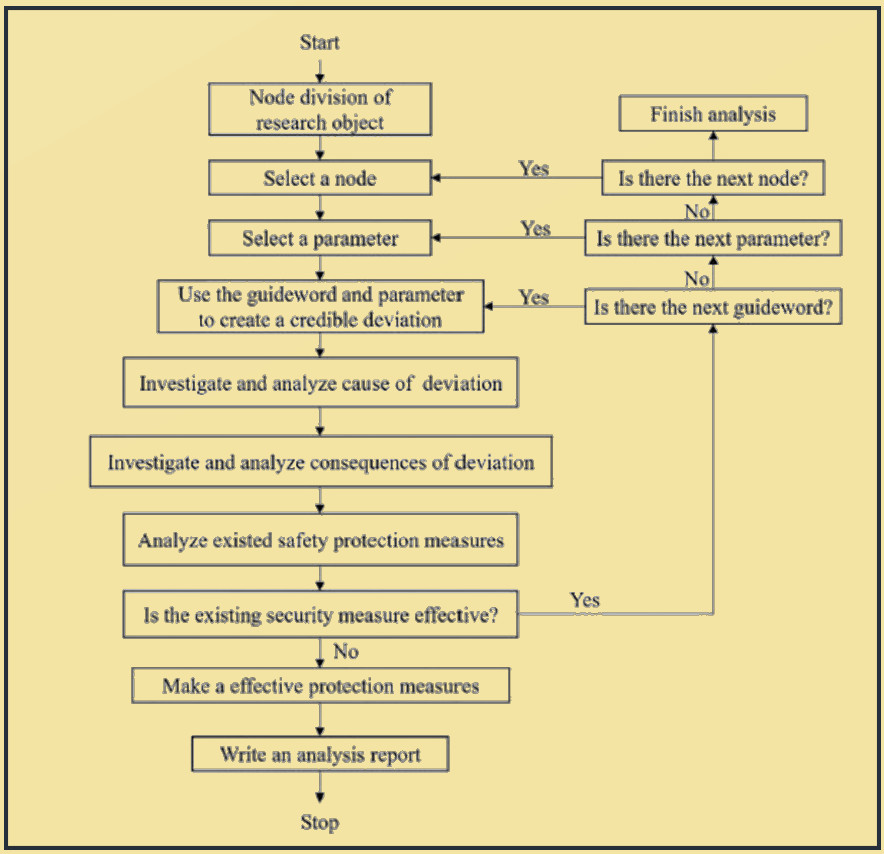
۳- کلمـات راهنمـا: کلمـات راهنمـا مجموعـه‌ای از کلمـات یـا عبـارات سـاده هسـتند کـه بـرای توصیـف کیفـی انحـراف از وضعیـت غیـر طبیعـی گره‌هـا مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرنـد. پـس فهـم عواقـب انحـراف در ایمنـی سیسـتم و علـت اساسـی انحـراف در گـرو شـناخت کلمـات راهنمـا اسـت.

۴- انحرافـات : انحـراف یـک سـری فرضیه‌هـای احتمالـی اسـت کـه از آن اهـداف طراحـی در تحلیـل HAZOP منحـرف می‌شـود. بـرای روشـن شـدن خطـرات احتمالـی و عوامـل مضـر در فرآینـد تولیـد شناسـایی انحرافـات لازم اسـت.

۵- علـل : ممکـن اسـت دلایـل مختلفـی بـرای ایجـاد انحـراف وجـود داشـته باشـد کـه ایـن علـل ممکـن اسـت شـامل خرابی تجهیـزات، خطاهـای انسـانی، وضعیـت فرآینـد غیرقابـل پیـش-بینـی باشـد. اگـر بتـوان علل انحـراف را پیـدا کنیـم؛ می-توانیم درصـدد رفـع آن برآییـم. پـس ایجـاد اقدامـات بـا توجـه بـه عواقـب و علـل از مراحـل ایـن بخـش اسـت.

۶- عواقـب یـا پیامـد: پیامدهـا انـواع تأثیـرات ناشـی از انحـراف بـرای محیـط زیسـت، تجهیـزات و پرسـنل تحلیـل پیامدهـا مبتنـی بـر ایـن فـرض هسـتند کـه آیـا سیسـتم حفاظـت ایمنـی موجـود هنگامـی کـه انحـراف رخ می‌دهـد شکسـت می‌خـورد یـا خیـر؟

پـس از ایـن مراحـل تیـم عملیاتـی بـرای انجـام هـر بخـش انتخـاب و نماینـده آن مشـخص می‌شـود وظیفـه نماینـده تیـم جمـع بنـدی اطلاعـات جمـع آوری شـده توسـط اعضـای تیـم و هدایـت تیـم در مسـیری اسـت کـه درنهایـت بتواننـد بـا همـکاری همدیگـر کل سیسـتم یـا فرآینـد را مـورد ارزیابـی قراردهنـد. تیـم HAZOP مطالعـه خـود را بـا انتخـاب ورودی تغذیـه یـک گـره آغـاز می‌کنـد و در ادامـه بـرای هـر پارامتـر عملیاتـی را بـه کار می‌گیـرد بـرای مثـال آیـا وجـود جریـان اضافـی ممکـن اسـت؟! در صورتیکـه جـواب منفـی باشـد انحـراف بعـدی مـورد بررسـی قـرار می‌گیـرد ولـی در صـورت مثبـت بـودن جـواب ایـن سـؤال مطـرح می‌شـود کـه آیـا جریـان اضافـی فـوق میتوانـد خطرنـاک باشـد اگـر جـواب منفـی باشـد سـایر علـل بیـش از حـد بـودن جریـان بررسـی خواهـد. بنابرایـن روش HAZOP یـک روش واکاوی مناسـب بـرای سیسـتم‌های پیچیـده و دقیـق اسـت کـه سیسـتم را بـه گونـه‌ای جامـع بررسـی می‌کنـد؛ کـه نتایـج حاصـل از ایـن روش بسـیار دقیـق و مفصـل هسـتند.



شکل ۲- نمودار جریان روش‌های تجزیه و تحلیل HAZOP

ثبت دیدگاه برای این متن

ارزیابی چرخه عمر (LCA)

پیشینه سیاست زیست محیطی

توسعه ارزیابی چرخه عمر یا چرخه عمر(LCA) در اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. حداقل دو دلیل را می‌توان تعیین کرد: ۱. مشکلات فزاینده زباله ۲. تنگناها در تامین انرژی و اذعان به منابع محدود که باعث توجه به این موضوعات شد. در حالی که موضوع اول توسط مقامات در اکثر کشورهای توسعه‌یافته در یک سیاست محیطی نوظهور اجرا شد، آگاهی عمومی در مورد موضوع دوم توسط پرفروش‌ترین محدودیت‌های رشد (گزارش باشگاه رم) افزایش یافت. نظریه در مطالعه «باشگاه رم» از طریق اولین بحران نفتی در ۱۹۷۴/۱۹۷۳ توسط واقعیت تأیید شد. اگرچه این مطالعه با توجه به فرسودگی منابع نفتی بدبینانه بود، اما آسیب پذیری یک جامعه صنعتی را نشان داد که تا حد زیادی به نفت خام وابسته است. تا به امروز چیزی در این زمینه تغییر نکرده است، برعکس. تجزیه و تحلیل سیستم، که فقط برای متخصصان شناخته شده است، به عنوان یک روش رایج پذیرفته شده پیشرفت خود را داشت. مؤسسه بین‌المللی تحلیل سیستم‌های کاربردی (IIASA) در لاگزنبورگ، وین، تأسیس شد. در آلمان، یکشنبه‌های بدون خودرو اتفاق افتاد. فضایی از حرکت پدید آمد که تا به امروز غیرقابل تصور بود، با انبوهی از ایده‌ها در مورد چگونگی توسعه منابع انرژی جایگزین و همچنین در مورد نحوه استفاده موثرتر از اشکال متعارف انرژی. برخی از آن‌ها محقق شد، اما بیشتر آن‌ها (هنوز) محقق نشدند.

سپیده محمدرحیم پور خلخالی

نویسنده

تعاریف اولیه

ارزیابی طول عمر یا ارزیابی چرخه عمر یک رویکرد «گهواره تا گور» (Cradle to Grave) برای ارزیابی سیستم‌های صنعتی است. «گهواره تا گور» با جمع آوری مواد خام از زمین برای تولید محصول شروع می‌شود و با برگشت محصول مصرف شده به زمین به پایان می‌رسد. ارزیابی چرخه عمر یا ارزیابی چرخه عمر (LCA) امکان تخمین اثرات زیست محیطی تجمعی ناشی از همه مراحل چرخه عمر محصول را فراهم می‌آورد. (LCA) یک تکنیک برای ارزیابی جنبه‌های زیست محیطی و اثرات بالقوه همراه با محصول، فرآیند یا خدمات از طریق موارد ذیل است:

۱- گردآوری یک فهرست موجودی از ورودی‌های انرژی و مواد و انتشار به محیط زیست

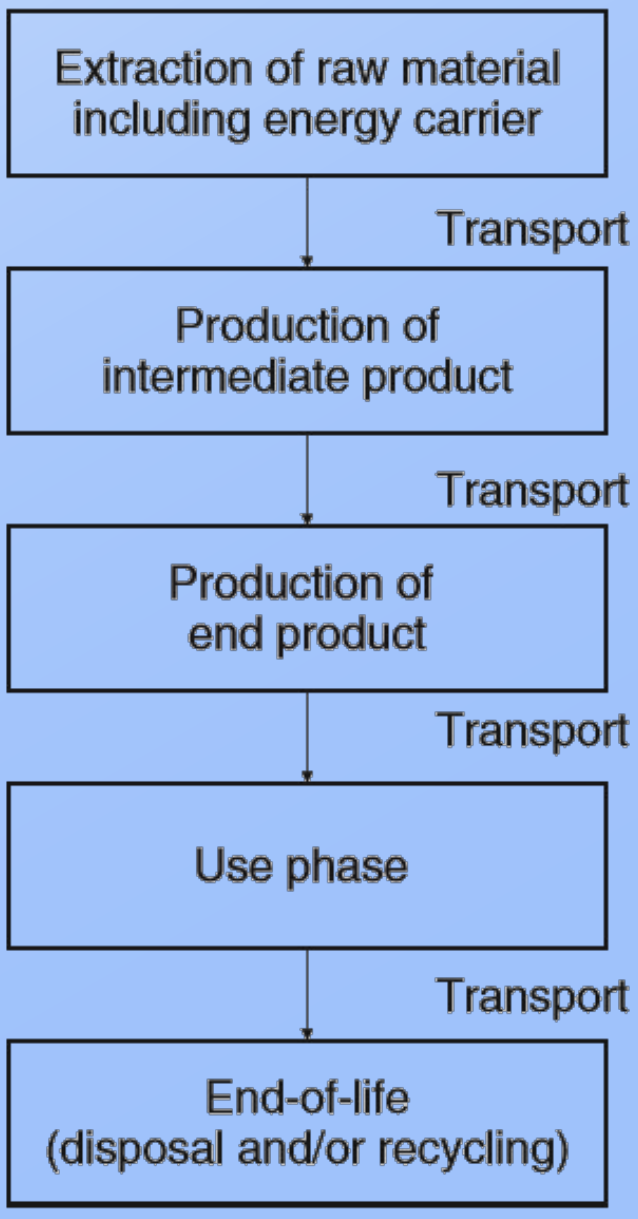
۲- ارزیابی اثرات بالقوه زیست محیطی همراه با ورودی‌های تعریف شده و انتشار به محیط زیست

۳- تفسیر نتایج برای کمک به تصمیم گیری (LCA) یک تکنیک برای ارزیابی همه ورودی‌ها و خروجی‌های محصول (داده‌ها و ستانده ها)، فرآیند یا خدمات (فهرست موجودی چرخه عمر)، ارزیابی زائدات، اثرات بر بهداشت انسان و اثرات اکولوژیکی (ارزیابی اثر) و تفسیر نتایج ارزیابی (تفسیر چرخه عمر) در کل ارزیابی چرخه عمر مورد بررسی می‌باشد.

دو سازمان بین المللی ISO[1] و SETAC[2] ارزیابی چرخه عمر را به عنوان یک ابزار مدیریت زیست محیطی توسعه داده‌اند. در ISO14040 تعریف زیر در مورد LCA ارائه شده است: «مجموعه‌ای از روش‌های سیستماتیک برای گردآوری و ارزیابی مواد و انرژی ورودی و خروجی و اثرات زیست محیطی همراه یک سیستم محصول در طول چرخه عمر آن و بر اساس نظر SETAC تعریف LCA به صورت زیر می‌باشد: ارزیابی چرخه عمر یک فرآیند برای ارزیابی اثرات زیست محیطی همراه با یک محصول، فرآیند یا فعالیت است که با شناسایی و کمی کردن انرژی و مواد مصرفی و زائدات منتشر شده به محیط زیست انجام می‌شود؛ ارزیابی اثرات انرژی و مواد مصرفی و مواد منتشرشده به محیط زیست است و همچنین شناسایی و ارزیابی فرصت‌ها برای بهبود وضعیت محیط زیست شامل کل چرخه عمر فرایند از استخراج و فرآوری (مواد خام، ساخت، حمل و نقل و توزیع، استفاده، استفاده مجدد، نگهداری، بازیافت و دفع نهایی) می‌شود. بنابراین LCA ابزاری برای تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی محصولات در همه مراحل چرخه عمر آن‌ها از استخراج منابع تا تولید مواد، تولید قطعات و تولید نهایی محصول و استفاده از محصول تا مدیریت پس از دورانداختن آن شامل بازیافت، استفاده مجدد و دفع نهایی(به عبارت دیگر از گهواره تا گور) می‌باشد. کل سیستم فرایندهای واحد شامل چرخه عمر محصول «سیستم محصول»نامیده می‌شود. سابقه ارزیابی چرخه عمر در ایران بسیار کوتاه بوده و کمتر از یک دهه می‌باشد.

چرخه عمر یک محصول

ایده اصلی تجزیه و تحلیل از گهواره تا گور، یعنی چرخه عمر یک محصول، به روشی ساده در شکل ۱نشان داده شده است. معمولاً نقطه شروع نمودار محصول، تولید محصول نهایی و فاز استفاده از آن است. تنوع بیشتر در بخش‌های شکل ۱ به فرآیندهای منفرد، به اصطلاح فرآیندهای واحد، و همچنین گنجاندن حمل و نقل، تامین انرژی متنوع، محصولات مشترک و غیره بستگی دارد؛ که این طرح ساده را به نمودار محصول بسیار پیچیده (مواد خام و تامین انرژی متنوع، محصولات میانی، محصولات کمکی، مواد کمکی، مدیریت زباله از جمله انواع مختلف دفع و بازیافت) تبدیل می‌کند. فرآیندهای واحد به هم پیوسته (چرخه زندگی یا درخت محصول) یک سیستم محصول را تشکیل می‌دهند. که مرکز یک محصول یا یک فرآیند، یک انسان است.



شکل ۱- چرخه عمر ساده یک محصول ملموس

1 International Standards Organization
2 Society of Environmental Toxicology and Chemistry

اجزای LCA

LCA از یک رویکرد سیستماتیک و مرحله‌ای پیروی می‌کند که از چهار جزء اصلی به شرح زیر تشکیل شده است:

۱- تعریف هدف و محدوده

۲- تجزیه و تحلیل موجودی چرخه عمر (LCI)

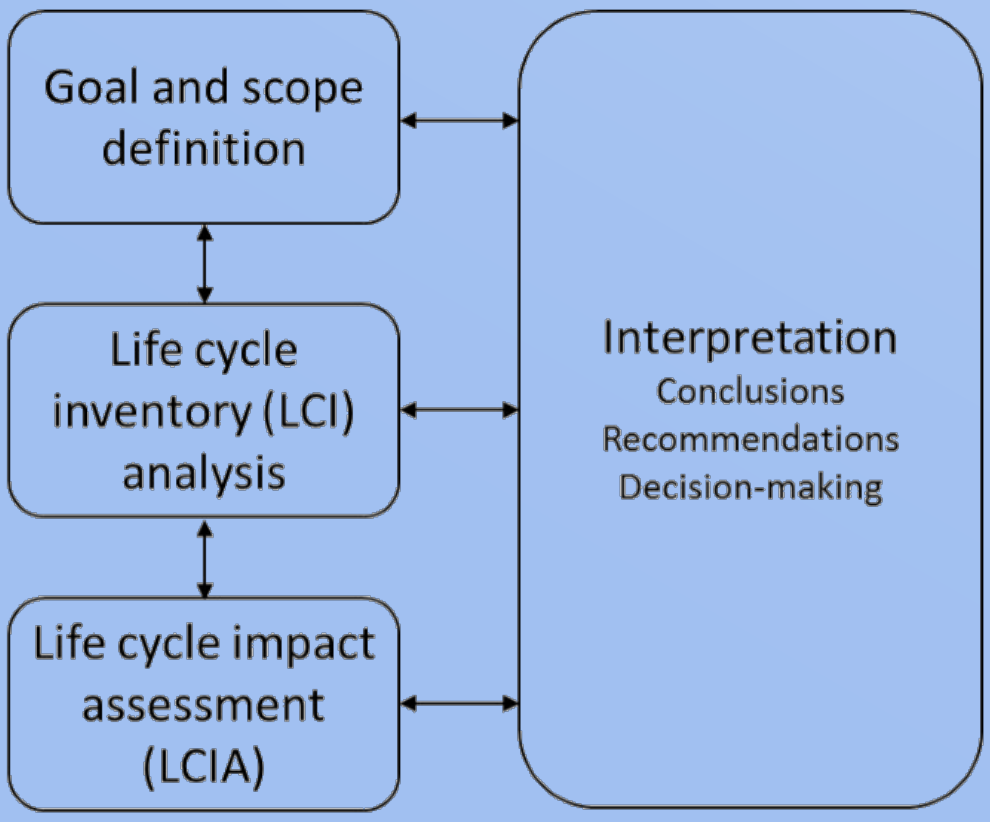
۳- ارزیابی تاثیر چرخه عمر (LCIA)

۴- تفسیر در مرحله تعریف هدف و محدوده، هدف مطالعه LCA

در (شکل ۲)، سوالاتی که باید به آن‌ها پاسخ داده شود، فرمول‌بندی می‌شوند و محدوده مطالعه شامل مرز سیستم آن تعریف می‌شود، که فرآیندهای واحد را تعیین می‌کند. همچنین تجزیه و تحلیل در طی این مرحله است که عملکردی که باید توسط محصول یا خدمات مورد مطالعه ارائه شود؛ شناسایی و به صورت کمی و کیفی در قالب یک واحد عملکردی (FU) توصیف می‌شود. به عنوان مثال به تولید و ذخیره مقدار معینی از باطله در طول چند سال معین می‌توان اشاره کرد. FU جریان مرجعی است که تمام جریان‌های دیگر در مدل LCA به آن مرتبط هستند و به عنوان مبنایی برای مقایسه گزینه‌های جایگزین عمل می‌کند.

در مرحله تجزیه و تحلیل LCI، برای هر فرآیندی که در مطالعه گنجانده شده است، اطلاعات مربوط به همه منابع مرتبط، مصرف مواد و انرژی و آلاینده‌های منتشر شده مرتبط با واحد عملکردی(FU) سیستم برای جمع آوری ذخایر جمع آوری می‌شود. سپس، همه این ورودی‌ها و خروجی‌ها به یک FU نرمال می‌شوند و جمع می‌شوند و LCI را ایجاد می‌کنند.

در مرحله LCIA، اثرات بالقوه انسانی و زیست محیطی مصرف منابع، مواد و انرژی و انتشارات محیطی شناسایی شده در مرحله تجزیه و تحلیل LCI ارزیابی می‌شود. این کار با تبدیل مقدار زیادی از استخراج منابع، مصرف انرژی و انتشار مواد ذکر شده در LCI به تعدادی از نمرات اثرات زیست محیطی با استفاده از فاکتورهای مشخصه انجام می‌شود. برای هر جریان در موجودی، یک زنجیره علت و معلولی وجود دارد که رابطه بین جریان و آسیب‌های وارده به محیط را توصیف می‌کند. بسته به مکان شاخص‌ها در زنجیره علت و معلولی، تأثیرات را می‌توان در سطح میانی، که بر مشکلات محیطی منفرد (مانند تغییرات آب‌وهوایی، اتروفیکاسیون و تخریب لایه اوزون) ، یا در سطح نقطه پایانی، که بر روی تأثیرات بر یک منطقه حفاظت شده، مانند سلامت انسان، محیط زیست طبیعی و منابع متمرکز است. همچنین می‌توان نتایج را با استفاده از فاکتورهای وزنی به یک امتیاز تبدیل کرد. بنابراین، LCIA به تفسیر (مرحله چهارم) مطالعه LCA با کمی کردن اثرات زیست محیطی، امکان ارزیابی عوامل کمک‌کننده از چرخه عمر سیستم‌های تولید، و سوالاتی که در مرحله تعریف هدف و محدوده مطرح شده بود، کمک کرده و پاسخ داد. توجه به این نکته مهم است که نحوه طبقه بندی و ارائه نتایج به روش ارزیابی تأثیر انتخاب شده برای مطالعه LCA و مفروضات مورد استفاده برای تولید نتایج بستگی دارد.



شکل ۲- اجزای اصلی یک مطالعه ارزیابی چرخه عمر

مطالعه موردی

حجم عظیم زباله تولید شده توسط صنعت معدن که بخش بزرگی از آن را مواد باطله تشکیل می‌دهد، پتانسیل ایجاد مشکلات زیست محیطی متعددی را دارد و مانع احتمالی برای پایداری است. اگرچه انتخاب یک استراتژی برای مدیریت باطله در طول تاریخ عمدتاً توسط عوامل فنی و اقتصادی دیکته شده است، پایداری روش انتخاب شده دفع باطله در تصمیم گیری، اهمیت می‌یابد. LCA به طور گسترده‌ای به عنوان یک ابزار تجزیه و تحلیل سیستم‌های زیست محیطی پذیرفته شده است و می‌تواند برای ارزیابی اثرات زیست محیطی عملیات استخراج و فرآوری مواد معدنی از دیدگاه چرخه عمر مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، علی رغم جذابیت آن، استفاده از LCA در صنعت معدن، به ویژه در مدیریت باطله هنوز در حال پیشرفت است. با هدف پرداختن به این شکاف تحقیقاتی، این مقاله نتایج یک مطالعه LCA را برای بررسی مشخصات محیطی دو گزینه مختلف مدیریت باطله؛ بیان می‌کند. یک مطالعه موردی در خصوص دفع پسماندهای طلا در استرالیای غربی به صورت دوغاب، یا به صورت باطله فیلتر شده، انجام شد. اثرات زیست محیطی هر گزینه ارزیابی شد، نقاط مهم زیست محیطی شناسایی شد و اقدامات تولید پاک تر برای بهبود عملکرد کلی زیست محیطی عملیات باطله در استرالیا پیشنهاد شد. در زمینه مدیریت باطله‌های معدن، این مقاله با بحث در مورد مزایا و چالش‌های به کارگیری LCA به عنوان یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری زیست محیطی، ارائه اطلاعات بیشتر برای فرآیند تصمیم‌گیری و تسهیل ارتباط بهتر با ذی نفعان پایان می‌یابد.

مطالعه LCA برای بررسی پروفایل‌های زیست محیطی دو گزینه مدیریت باطله انجام شد. OPT1 شامل دفع باطله‌های دوغاب و OPT2 شامل دفع باطله‌های فیلتر شده که توسط یک سیستم تسمه نقاله الکتریکی به سدباطله (TSF) منتقل می‌شود و تمام برق مورد نیاز برای مدیریت باطله‌ها از طریق انرژی خورشیدی تامین می‌شود. این کار برای بررسی تاثیر اعمال پیشرفت‌های فناوری برای خشک کردن، حمل باطله‌ها و انرژی‌های تجدیدپذیر بر عملکرد زیست محیطی عملیات باطله، انجام شد. نتایج یک تجزیه و تحلیل فرآیند نشان داد که استفاده از برق تولید شده توسط نیروگاه‌های زغال سنگ، استفاده از تجهیزات دیزلی برای خاک برداری و پراکندگی ذرات ریزدانه از TSF از عوامل مهم وکلیدی اثرات زیست محیطی OPT1 هستند. بنابراین، بهبود بهره وری انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق، کاهش مصرف سوخت دیزل در تجهیزات خاکبرداری و جلوگیری از انتشار گرد و غبار از TSF، شاید با بازسازی تدریجی شیب‌های جانبی آن در سراسر آن؛ LOM به عنوان اقدامات ممکن برای تولید پاک تر برای کاهش اثرات زیست محیطی مدیریت پسماندهای سد باطله در WA پیشنهاد شد. مقایسه پروفایل‌های زیست‌محیطی OPT1 و OPT2 نشان داد که مدیریت باطله‌های فیلترشده اثرات زیست‌محیطی را در چهار مورد عملکرد خوبی دارد. این روش دفع باطله موجب کاهش در تغییرات آب و هوایی (۳۸ درصد)، مصرف آب زیرزمینی را تا ۷۴ درصد، اشغال زمین را تا ۵۱ درصد و انتشار گرد و غبار در محل را ۵۰ درصد کاهش داد. همچنین، استفاده از انرژی خورشیدی کاهش مواد معدنی را به دلیل استفاده از مواد معدنی برای تولید پانل‌های خورشیدی PV تا ۹۳ درصد افزایش داد و نیاز به یک کارخانه تصفیه برای پردازش باطله، تأثیر سمیت انسانی (سرطان) را تا ۷۱ درصد افزایش داد. دفع سرباره حاصل از فرآیند فولادسازی و قرار دادن مستمر باطله‌های فیلتر شده در ناحیه پشته خشک توسط یک بولدوزر در سراسر LOM نیز به ایجاد خطرات زیست محیطی بیشتر کمک می‌کند و منجر به افزایش ۶۱ درصدی در تخریب لایه اوزون و ۷۶ درصدی در دسته‌های تأثیر سمیت انسانی (غیر سرطانی) شد.

دو نتیجه اصلی از بحث ارائه شده در این مقاله وجود دارد. اولاً، تلاش‌ها برای کاهش اثرات زیست‌محیطی مدیریت باطله باید بر کاهش اثرات زیست‌محیطی فرآیندهای بالادستی مورد نیاز برای مدیریت باطله‌ها، مانند موارد مورد نیاز برای فولادسازی و تولید انرژی خورشیدی، متمرکز شود. به شرطی که از منظر چرخه عمر ارزیابی شده و در صورت امکان کاهش یابد. با توجه به اثرات زیست محیطی کمتر در مقیاس محلی مورد انتظار برای مدیریت باطله‌های فیلتر شده ممکن است پایدارترین گزینه برای این مطالعه موردی خاص باشد. ثانیا، با توجه به اهمیت به کارگیری رویکردهای چرخه عمر برای ارزیابی گزینه‌های مدیریت باطله، روش LCA به عنوان یک ابزار ارزشمند برای تعیین کمیت مسائل زیست محیطی مرتبط با عملیات باطله پیشنهاد می‌شود که منطق، قابلیت ردیابی و پاسخگویی را به طور منطقی در بر می‌گیرد. در آینده، ادغام خطرات زیست محیطی (به عنوان مثال پراکندگی آلاینده‌ها از TSF و شکست سدهای باطله فاجعه بار) در ارزیابی گزینه‌های پروژه باطله برجسته تر خواهد شد، به ویژه به دلیل فشارهای خارجی، اپراتورهای معدن مجبور به بهبود مدیریت باطله‌های معدن و کاهش مخاطرات زیست محیطی می‌کنند.

ثبت دیدگاه برای این متن

مصاحبه

پیش روی شما ...

توسعه پایدار در معادن از دیدگاه دکتر رشیدی نژاد **صفحات ۳۵ الی ۴۰**

ما شنیده‌ایم که پیشگیری بهتر از درمان است. بدیهی است که این یک اقدام مفید به حساب می‌آید؛ منتها باید دید که ما کجا می‌توانیم و کجا نمی‌توانیم این کار را انجام دهیم. در ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌ها معمولاً بررسی می‌شود که از اقدامات پیشگیرانه استفاده شود، به طوری که به عنوان مثال آلاینده‌های کمتری تولید شود. معمولاً تکنولوژی هر چه مدرن‌تر باشد، بیشتر دوست دار محیط زیست است. به همین جهت سازمان حفاظت محیط زیست معمولاً معدنکاران و صنعتگران را به سوی استفاده از تکنولوژی‌های مدرن‌تر سوق می‌دهد. در جایی که امکان داشته باشد بهتر است با تغییر تکنولوژی‌ها با استفاده از بهترین تجهیزات پیشرفته اقدامات پیشگیرانه انجام گیرد و اگر این کار امکان‌پذیر نباشد می‌بایست به سمت کمینه کردن اثرات مخرب پیش رفت.

امروزه یکی از دغدغه‌های اصلی صنعت معدنکاری بی‌شک بالا بردن بهره وری و سودآوری بیشتر است، اما نکته اینجاست که حفظ محیط زیست و جلوگیری از آسیب به اکوسیستم منطقه‌ای و ناحیه‌ای نیز حائز اهمیت است. معدنکاری همواره به مجوزهای اجتماعی منطقه وابسته بوده است. از این جهت مفهوم توسعه پایدار در برنامه‌های معدنکاری قرار گرفت. شاید این مفهوم در برخی از پروژه‌های معدنکاری پنهان مانده است. از این رو یک مصاحبه با دکتر فرشاد رشیدی نژاد صورت گرفت تا به تفهیم توسعه پایدار پرداخته شود.

دکتر فرشاد رشیدی‌نژاد عضو هیأت علمی گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است. وی همچنین سابقه تدریس و تحقیق در دانشگاه‌های استرالیا و کانادا را نیز در کارنامه خود دارد. دکتر رشیدی‌نژاد رئیس کنفرانس افتتاحیه مدیریت باطله‌های معدن و فرآوری برای قرن بیست و یکم بوده که در ژوئن ۲۰۱۵ در سیدنی استرالیا برگزار شد. ایشان یک مهندس حرفه‌ای دارای مجوز معتبر جهانی است. وی با بیش از دو دهه تجربه عملیاتی در مشاوره، تحقیق و تدریس در سراسر چرخه معدن از اکتشاف تا بستن و بازسازی معدن فعال بوده است. از وی بیش از ۵۰ مقاله در نشریات علمی و کنفرانس‌های معتبر بین‌المللی منتشر شده است. حوزه‌های تخصصی وی شامل برآورد منابع معدنی و ذخایر معدنی، طراحی و برنامه‌ریزی تولید معدن، عملیات معدن‌کاری، جابجایی مواد، کانه‌آرایی و مدیریت باطله‌های معدن و فرآوری است. هدف وی کمک به تأمین مواد معدنی به صورت پایدار برای جامعه از طریق توسعه فعال و حمایت از رشته مهندسی معدن و همچنین کمک به صنعت معدن و صنایع معدنی از طریق راه‌حل‌های جدید و نوآورانه برای معادن هوشمندتر و پایدارتر است.

سلام و خیر مقدم عرض می‌کنم خدمت شما آقای دکتر رشیدی نژاد؛ هدف از مصاحبه آگاهی بخشی و شناخت هر چه بهتر مفهوم و پیشبرد موضوع توسعه پایدار در معادن از طریق مجله معدن سبز به مخاطبان این نشریه هست.

من هم از شما تشکر می‌کنم که فرصتی فراهم نمودید تا بتوانم تجربیات و دانشی که در طول دو دهه گذشته آموخته‌ام را با خوانندگان شما به اشتراک بگذارم.

۱) توسعه پایدار در معدن به چه معناست و اینکه چرا مهم و ضروری است؟

از همین ابتدا سؤال بسیار خوبی مطرح شد؛ می‌خواهم طوری سؤال شما را پاسخ بدهم که به صورت عملی و قابل کاربرد در حوزه معدن باشد؛ چون بحث توسعه پایدار مدتی است که مطرح می‌شود و ما در موردش از رسانه‌ها می‌شنویم، ولی اینکه به درستی شناخته یا درک شده باشد و به صورت تمام عیار پیاده‌سازی شده باشد، به نظر من اینطور نیست. این عبارت برای اولین مرتبه در گزارشی تحت عنوان برونتلند که در سال ۱۹۸۷ توسط کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه

دکتر فرشاد رشیدی نژاد

رئیس کنفرانس سیدنی ۲۰۱۵

محمد حسین اسلامی

گردآورنده

سازمان ملل منتشر شده به طور رسمی بکار برده شده است و اینگونه تعریف شده که توسعه پایدار توسعه‌ای است که در عین حالی که نیازهای نسل امروز را برآورده می‌کند، توانایی نسل آتی را در برآورده نمودن نیازهایشان به مخاطره نمی‌اندازد. اخیراً به خاطر توسعه رسانه‌ها و افزایش آگاهی عمومی، بکارگیری این عبارت نسبت به چند دهه گذشته گسترش بیشتری پیدا کرده و همه‌گیر شده است. کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل که اخیراً در گلاسکو برگزار شد، از جمله سلسله نشست-هایی است که اولین آن‌ها در ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲ برگزار شد. در سی سال گذشته در حوزه‌های مختلف در مورد این موضوع بحث شده است. مفهوم توسعه پایدار برای حوزه‌هایی نظیر منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی یا منابع پایان‌پذیر یا فناپذیر یا تجدیدناپذیر از اهمیت بسزایی برخوردار است. این مفهوم برای همه حوزه‌هایی که به بشر خدمت‌رسانی می‌کنند و سطح رفاه زندگی را در حد کیفی خوبی نگه می‌دارند، بسیار مهم است؛ اما برای بخش معدن این مفهوم اهمیت دو چندانی دارد؛ چرا که فعالیت‌های معدن‌کاری ماهیتاً باعث تخریب و اثرگذاری روی محیط‌زیست می‌شود و به همین خاطر است که اهمیت موضوع دو چندان می‌شود. در واقع به نوعی این مفهوم در معدن‌کاری نقشی کلیدی دارد. در حوزه معادن و صنایع معدنی تشکیلاتی وجود به نام ICMM (انجمن بین‌المللی معادن و فلزات) که اکثر شرکت‌های بزرگ و صاحب‌نام دنیا در آن سهیم هستند و این تشکیلات را به وجود آورده‌اند. اعضای انجمن بین‌المللی معادن و فلزات فعالیت‌های خود در حوزه معادن و صنایع معدنی را در راستای توسعه پایدار انجام می‌دهند. اگر بخواهیم تعریفی از توسعه پایدار در زمینه معدن‌کاری داشته باشیم، طبق تعریف این انجمن سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه معادن و صنایع معدنی باید چهار ویژگی داشته باشند: (۱) این طرح‌ها باید از نظر فنی مناسب باشند؛ (۲) باید از نظر مالی و اقتصادی سودآور باشند؛ (۳) باید با محیط‌زیست سازگار باشند و (۴) باید از نظر اجتماعی مسئولیت‌پذیر باشند. زمانی که به این تعریف جامع و کامل نگاه می‌کنیم می‌بینیم که این رویکرد بیانگر همان چند رکن توسعه پایدار است؛ یعنی ما می‌توانیم بگوییم توسعه پایدار سه رکن اصلی دارد که عبارتند از اقتصاد، محیط زیست و جامعه که ICMM برای هر کدام از اینها صفت قائل شده است: از نظر محیط زیستی باید سازگار باشد؛

از نظر اقتصادی باید توجیه‌پذیر و سودآور باشد و از لحاظ اجتماعی هم باید مسئولیت‌پذیر باشد. ما نمی‌توانیم مورد اخیر را کم‌اهمیت تلقی کنیم. این روزها در کشورهای پیشرفته، معادن برای اینکه بتوانند به فعالیت خود ادامه دهند، باید مجوز اجتماعی داشته باشند. بدیهی است این الزام در کشور ما هم دیر یا زود نهادینه خواهد شد؛

ما معمولاً با یک فاصله زمانی تصمیمات اینچنینی که در سطح جهانی اتخاذ می‌شود را در کشورمان بومی‌سازی می‌کنیم، نه به‌سرعت؛ امیدوارم در آینده نزدیک شاهد پیاده‌سازی این الزام در کشور خودمان باشیم. همچنین رکن چهارمی هم برای توسعه پایدار قائل هستند که آن هم حاکمیت است. این رکن هم بسیار مهم است. سران کشورها در گردهمایی‌هایی مانند کنفرانس پاریس در سال ۲۰۱۵ و اخیراً هم در گلاسکو در بالاترین سطوح شرکت می‌کنند. دلیل آن هم اهمیت بسیار زیاد و جهانی بودن این موضوع است. بنابراین اگر بخواهم به صورت خلاصه پاسخ این سؤال شما را جمع‌بندی نمایم، باید بگویم ما زمانی که از توسعه پایدار در بخش معادن و صنایع معدنی صحبت به میان می‌آوریم یعنی می‌خواهیم به این چهار رکن توجه نموده و آن‌ها را محافظت کنیم تا به بهترین شکل ممکن اتفاق بیفتند. این ارکان عبارتند از: اقتصاد، محیط‌زیست، جامعه و حاکمیت.

۲) چطور می‌توانیم معدنکاری را به سمت توسعه پایدار حرکت دهیم؟

هر پروژه صنعتی که بخواهد به بهره‌برداری برسد یک مسیری را طی می‌کند. در واقع سه فاز را طی می‌کند تا به تولید برسد: (۱) فاز برنامه‌ریزی، (۲) فاز اجرا و (۳) فاز تولید است. باید ببینیم چطور در این مسیر حرکت کنیم. در درجه اول باید برای توسعه پایدار برنامه‌ریزی کنیم. در واقع باید کارهایی که انجام می‌شود مبتنی بر ارکان توسعه پایدار باشد. باید مبتنی بر کار کارشناسی و کارهای آگاهانه و عالمانه باشد و به درستی تصمیم‌گیری بشود. یعنی در فاز برنامه‌ریزی از همان مرحله اول که مطالعات مفهومی است و مراحل بعدی که مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی و مطالعات امکان‌سنجی هستند، می‌بایست اثرات به درستی شناسایی و همچنین به درستی ارزیابی شده باشند و برای آن برنامه‌ریزی و برنامه مدیریتی طرح‌ریزی شده باشد. ببینیم چطور می‌توانیم آن را اجرا کنیم؛ باید به این نکات توجه شود. تجربه‌ای که من خودم از ۲۰ سال پیش برای یکی از پروژه‌های بزرگ معدنی کشور (مس سونگون) دارم به واسطه اهمیتی که داشت و به واسطه نزدیکی معدن با منطقه حفاظت شده ارسباران در دولت اصلاحات خیلی توجه‌ها را نسبت به خودش جلب کرده بود. البته در آن زمان اطلاع‌رسانی‌ها بسیار کم بود و آن طرح با چالش‌های زیادی مواجه بود.

برای اینکه آن پروژه به بهره‌برداری برسد لازم بود که با کمک مشاور خارجی بتوانیم مطالب مرتبط با توسعه پایدار را جا بیندازیم. در آن زمان مفهوم توسعه پایدار بسیار جدید بود و هنوز به اهمیت آن کاملاً پی برده نشده بود. علی‌رغم وجود برخی مشکلات به هر حال آن طرح تکمیل شد و به بهره‌برداری رسید. البته می‌توانست بهتر عمل بشود؛ به خصوص در رابطه با محل‌های انباشت باطله؛ چرا که همراه با استخراج کانسنگ مس مقادیر معتنابهی سنگ باطله تولید می‌شود (تقریباً ۲ برابر کانسنگ تولیدی) که می‌بایست در جایی انباشته شود. از طرف دیگر قسمت عمده کانسنگ هم پس از استحصال مس به عنوان باطله فرآوری بر جا می‌ماند که آن هم می‌بایست برای همیشه در محل مناسبی انباشته شود. در واقع تنها بخش کوچکی از کانسنگ استخراجی تبدیل به محصول نهایی (کنسانتره مس) می‌شود و عمده مواد استخراجی به عنوان باطله در همان محل باقی می‌ماند. یکی از مدیران شرکت ریوتینتو گفته است: «شرکت‌های معدنی در واقع شرکت‌های مدیریت باطله هستند». این واقعیت نشان‌دهنده اهمیت مدیریت باطله است که این بحثی بسیار مهم است و پارامترهای مختلفی در آن دخیل هستند. من می‌توانم بگویم ما باید در درجه اول با آگاهی و شناخت و شناسایی جنبه‌های مختلف یک پروژه معدنی در درجه اول به‌خوبی به آن بپردازیم تا اینکه در مرحله اجرا هم پیاده‌سازی شود و این مستلزم آن است که منابع مالی مربوط به این موضوع تأمین شود و در برنامه‌ریزی‌ها دیده شود؛ چون اگر شما بخواهید تولید پاک‌تری داشته باشید و در راستا و چارچوب توسعه پایدار گام بردارید، این مستلزم صرف هزینه هم خواهد بود.

۳) معدنکاری و توسعه پایدار در ایران چگونه بوده و جایگاه بین‌المللی آن در دنیا به چه شکل است؟

نظر و دیدگاه من به واسطه سال‌ها کار کردن در حوزه‌های دانشگاهی و صنعتی این است که مدیران ما که در رأس امور حوزه معدن هستند، به آن میزانی که در کشورهای پیشرفته مدیران به این باور رسیده‌اند که می‌بایست در راستای توسعه پایدار گام برداشته شود، به اهمیت موضوع پی نبرده‌اند. مثلاً فرض کنید عبارت افزایش تولید در معادن زیاد شنیده می‌شود و به آن زیاد بها داده می‌شود. معدنکاری به دلیل اینکه ارزش و ثروت ایجاد می‌کند همیشه مورد توجه بوده و به دلیل اینکه اشتغال‌زایی ایجاد می‌کند هم مورد توجه است؛ منتها بشر در سال‌های اخیر متوجه شده است که این به تنهایی کفایت نمی‌کند که ما فقط به مسئله تولید توجه کنیم و به اثراتی که تولید بر محیط زیست و جامعه می‌تواند داشته باشد، به همین دلیل چیزی که من در صنایع و معادن ایران مشاهده کرده‌ام، فاصله با استانداردهای بین‌المللی بسیار زیاد است.

بله، ما می‌توانیم خود را با کشورهایی که از نظر سطح کار از ما پایین‌تر هستند مقایسه کنیم و بگوییم که این‌طور نیست؛ ولی اگر سطح کار در کشور را با استانداردهای بالا مقایسه کنیم و کشورهای پیشرفته را ببینیم، متوجه می‌شویم آن‌طور که باید و شاید به این موضوع اهمیت داده نشده است. این مسئله می‌بایست بیشتر از حیث آموزش مورد بررسی قرار گیرد و سطوح مختلف مدیران دولتی، ارشد و میانی تا پایین به این درک برسند که این موضوع یک الزام است و این چیزی نیست که مجاز به عدم انجام آن باشیم و آن را کم اهمیت جلوه بدهیم.

این که فقط میزان تولید را بالا ببریم بدون توجه به الزامات توسعه پایدار، امری اشتباه و غلط است؛ مثلاً در اوایل قرن گذشته که شروع انقلاب صنعتی اول بوده، نشان دادن تصویری از یک کارخانه‌ای که از آن دود بلند می‌شود، نشان‌دهنده توسعه بوده است که آن کشور به این صنعت دست یافته است؛ اما با گذشت زمان بشر به این سطح آگاهی رسیده است که آلوده کردن هوا کار اشتباهی است و به نظر من همه چیز از درک و آگاهی شروع می‌شود؛ چون آگاهی عمومی افزایش یافته و در حال حاضر نیز در تمام دنیا در حال افزایش است، به نظر می‌رسد روندی که در تمام دنیا جریان دارد و بدون شک ایران نیز از این امر مستثنی نیست، رو به جلو و رو به پیشرفت است. به طور خلاصه در مورد معدن‌کاری و توسعه پایدار در ایران می‌توان گفت که در کشور هم اتفاقات خوب در حال رخ دادن است و آگاهی مدیران هم رو به افزایش است؛ هر چند که هنوز فاصله با آن چه که در کشورهای پیشرفته شاهد آن هستیم زیاد است؛ مشکل این است که سرعت پیشرفت در کشور نسبتاً کند است. رویه‌های خوبی در این حوزه در کشور پیاده می‌شود، اما به کندی در حال پیشرفت است. به نظرم این موضوع باید شتاب بیشتری پیدا کند تا سریع‌تر فاصله‌مان را با استانداردهای جهانی کم کنیم.

۴) ظهور و بروز تکنولوژی‌های خصوصاً نسل چهارم تکنولوژی چه تأثیری می‌تواند بر توسعه پایدار معادن داشته باشد؟

این بحث در دنیا بحث جدیدی است. تقریباً تا چهار سال گذشته این موضوع زیاد مطرح نبود. پرداختن به این موضوع تقریباً از سه سال پیش شروع شده و از دو سال گذشته جدی‌تر و با شتاب بیشتری پیگیری شده است. یک سالی هم هست که شرکت‌های معدنی قراردادهایی را در این مورد با تأمین‌کنندگان تکنولوژی‌های نسل چهارم منعقد نموده‌اند و رو به جلو حرکت می‌کنند. در کشور ما هم به واسطه گسترش ارتباطات این موارد در حال انجام است؛ از آن جمله می‌توان به فعالیت‌های مؤسسه یونیدرو، سازمان نظام مهندسی معدن و استارتاپ‌ها اشاره کرد که در صددند تا به این سمت حرکت کنند. به صورت واضح و مشخص معدن‌کاری و توسعه پایدار و روند جهانی به این سمت در حال حرکت است و ما هم از این روند جهانی مستثنی نیستیم و این می‌تواند خیلی کمک‌کننده باشد. کارهای زیادی هم هست که می‌توان در این زمینه انجام داد. ما تازه در ابتدای این مسیر هستیم. پاندمی ویروس کرونا هم در تسریع روند گسترش به کارگیری تکنولوژی‌های نسل چهارم مؤثر بوده است، زیرا تمایل به هوشمندسازی و کنترل از راه دور افزایش یافته است. امروزه یک مدیر کارخانه می‌تواند در صفحه نمایش تلفن همراه خود به راحتی تمام اتفاقاتی که در کارخانه می‌افتد را در همان لحظه نه تنها مشاهده، بلکه کنترل نماید.

دو حوزه‌ای که خیلی به این بحث می‌پردازد یکی بحث ایمنی است که به واسطه بحث دیجیتالی شدن خیلی ارتقا پیدا می‌کند؛ دیگری بحث تولید است. بحث پیشرفت‌های تکنولوژی که به واسطه انقلاب تکنولوژی چهارم اتفاق می‌افتد می‌تواند به تولید کمک کند؛ زیرا زمانی که ما در مورد توسعه پایدار صحبت می‌کنیم یعنی در مورد اقتصاد پروژه، سود بیشینه باشد، هزینه‌ها کمینه باشد، محیط‌زیست تخریب نگردد و حمایت از افراد و جامعه مهم تلقی گردد. هر چه که بیشتر توجه می‌کنیم متوجه می‌شویم انقلاب صنعتی چهارم خیلی در این حوزه‌ها یاری دهنده است و می‌توان انتظار داشت در طول دهه‌های آینده شاهد تاثیرات شگرفی باشیم. پیش‌بینی می‌شود در سه دهه آینده شاهد اتفاقات بسیار هیجان‌انگیز و با شتاب بسیار زیاد در راستای استقرار تحولات ناشی از انقلاب صنعتی چهارم باشیم. ما هم باید تلاش کنیم بر این موج سوار شویم و از قافله عقب نمانیم.

۵)توسعه تکنولوژی‌هایی که سازگار با محیط‌زیست هستند چه تأثیری در توسعه پایدار معادن دارد؟

محیط زیست یکی از ارکان توسعه پایدار است، بنابراین سازگاری با آن طبق تعریف یک اصل به حساب می‌آید؛ بنابراین شکی نیست تجهیزاتی که به کمک بیاید تا سازگاری عملیات با محیط زیست بیشتر شود، خیلی خوب است. به عنوان مثال آلودگی هوا کمتر باشد، آلودگی آب کمتر باشد، این آلودگی‌ها پایش شود و مهم‌تر از همه اینکه بتوان آن‌ها را مهار کرد.

در سال‌های گذشته اصطلاح‌هایی مثل معدن‌کاری سبز خیلی زیاد شنیده می‌شود و جهان به این سمت می‌رود که شاهد تولیدات پاک‌تری باشیم. نسل امروز به این درک رسیده است که باید در عین حالی که نیازهایش به مواد معدنی را تأمین می‌نماید، در عین حال کمترین آسیب به محیط‌زیست وارد گردد. بنابراین بشر امروز اگر از سطح رفاهی برخوردار است، به واسطه استفاده و بهره‌برداری از مواد معدنی بوده است. مواد معدنی مورد نیاز بشر است و بشر نیازمند آنها است. از سوی دیگر این نیز درست نیست که ما به هر قیمتی از منابع معدنی بهره‌برداری کنیم. ما باید از این مواد در راستای اهداف توسعه پایدار بهره‌برداری کنیم. ما هم باید تولید کنیم، هم باید به صورت سازگار با محیط‌زیست این کار را انجام دهیم. در این اثنا باید حواسمان به مسئولیت اجتماعی هم باشد؛ حواسمان به افزایش و توزیع عادلانه ثروت هم باشد. در جهت ارتقاء آگاهی عمومی هم تلاش کنیم. رعایت این موارد و موارد دیگر باعث می‌شود که ما بتوانیم ادعا کنیم در راستای توسعه پایدار حرکت می‌کنیم. قطعاً تجهیزات پیشرفته در بحث محیط زیست که به دلیل فعالیت‌های انسانی حالت شکننده و آسیب‌پذیر پیدا کرده است، می‌تواند کمک بسزایی به حفظ و صیانت از محیط زیست نماید.

۶)چطور می‌توان از اصول پیشگیرانه استفاده کرد به نحوی‌که تولیدکننده قادر شود اثرات زیست‌محیطی محیط کار خود را کاهش دهد؟

ما شنیده‌ایم که پیشگیری بهتر از درمان است. بدیهی است که این یک اقدام مفید به حساب می‌آید؛ منتها باید دید که ما کجا می‌توانیم و کجا نمی‌توانیم این کار را انجام دهیم. در ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌ها معمولاً بررسی می‌شود که از اقدامات پیشگیرانه استفاده شود، به طوری که به عنوان مثال آلاینده‌های کمتری تولید شود. معمولاً تکنولوژی هر چه مدرن‌تر باشد، بیشتر دوست دار محیط زیست است. به همین جهت سازمان حفاظت محیط زیست معمولاً معدنکاران و صنعتگران را به سوی استفاده از تکنولوژی‌های مدرن‌تر سوق می‌دهد. در جایی که امکان داشته باشد بهتر است با تغییر تکنولوژی‌ها با استفاده از بهترین تجهیزات پیشرفته اقدامات پیشگیرانه انجام گیرد و اگر این کار امکان‌پذیر نباشد می‌بایست به سمت کمینه کردن اثرات مخرب پیش رفت.

۷)چگونه می‌توان با استانداردسازی معادن کوچک‌مقیاس به توسعه پایدار کمک کرد؟

به هر حال معادن کوچک مقیاس در اقتصاد کشورها بسیار مهم هستند و توجه زیادی هم معطوف آنها است؛ اما معمول این است که معدن‌کاری‌های کوچک مقیاس عقب‌تر از صنایع بزرگ مقیاس هستند؛ یعنی خیلی کمتر صرفه اقتصادی دارند که فعالیت‌هایشان را در چارچوب و راستای توسعه پایدار قرار دهند. ما اصلی داریم به نام اقتصاد مقیاس که هر چقدر مقیاس بزرگ‌تر می‌شود، هزینه‌های عملیاتی کاهش پیدا می‌یابد؛ در واقع در راستای اهداف توسعه پایدار است؛ ولی به هر حال اندازه پروژه بسیار مهم است.

به نظر من در درجه اول برای این معادن حتماً باید برنامه‌های آموزشی در نظر گرفته شود؛ یعنی کسانی که بهره‌بردار معادن هستند باید به این درک و آگاهی برسند که فعالیت‌هایشان حتی در مقیاس کوچک چه اثراتی می‌تواند بر روی محیط زیست داشته باشد؛ زمانی که به این آگاهی برسند خیلی راحت‌تر در راستای استقرار اهداف توسعه پایدار گام بر می‌دارند و این عمل را با اشتیاق و از روی آگاهی انجام می‌دهند، نه با زور و اجبار و نه اینکه به هر شکلی که شده بخواهند متولیان بررسی عملکرد محیط زیستی را گمراه کنند. در واقع خود به صورت داوطلبانه در راستای کمک به آنها قدم برمی‌دارند؛ بنابراین افزایش آگاهی را خیلی مهم می‌دانم و کمک به این معادن توسط دولت‌ها برای اینکه بتوانند به فعالیت‌هایشان ادامه دهند، باعث اثرات مثبت در منطقه می‌شود؛ مثل اعطای وام‌های بلند مدت بدون بهره و یا تسهیلاتی که بتوانند با استفاده از آن‌ها آثار مخرب ناشی از فعالیت‌های معدن‌کاری را در حد کمینه نگه دارند. معادن کوچک مقیاس معمولاً بنیه مالی زیادی ندارند که بخواهند از روش‌های گران‌قیمتی استفاده کنند که میزان آلایندگی ناشی از فعالیت‌های آن‌ها را کاهش دهند؛ اما از طرف دیگر نمی‌توان نسبت به این موضوع بی‌تفاوت بود. به نظرم در اینجا هم باید یک موازنه وجود داشته باشد. من نقش جوامع حاکمیتی محلی را در این زمینه پررنگ می‌بینم و به نظرم باید این نقش را به درستی بتوان ایفا کرد.

۸)به نظر شما نقش فارغ‌التحصیلان رشته معدن و محیط‌زیست در توسعه پایدار معادن چگونه می‌تواند باشد؟

هنوز با فارغ‌التحصیلان این رشته برخوردی نداشته‌ام که یک ارزیابی میدانی داشته باشم؛ اما طبیعی است که انتظار جامعه از این افراد که در سطوح تحصیلات تکمیلی فارغ‌التحصیل می‌شوند، می‌تواند این باشد که بتوانند به عنوان متولیان آشتی دادن معدن و محیط زیست نقش ایفا کنند؛ یعنی بتوانند مطالبی را در جامعه منتشر کنند و آنها را توسعه دهند که جریان تولید مواد معدنی را تضمین نموده، ضمناً از طرف دیگر آسیب‌های محیط-زیستی آن‌ها حداقل باشد.

در بحث ارزیابی اثرات محیط زیستی می‌گوییم اگر این امکان وجود داشته باشد که یک اثر محیط زیستی حذف شود، گاهی با تغییر روش فرآوری یا تغییر تکنولوژی به آثاری از همان ابتدا اجازه بروز و ظهور داده نمی‌شود؛ در واقع آثار آن حذف می‌شود؛ اما بعضی اوقات ماهیت روش به این شکل است که روش استخراج و فرآوری را نمی‌توان با روش دیگری جایگزین کرد تا آثار مخرب محیط زیستی آن حداقل باشد؛ بنابراین از این فارغ‌التحصیلان انتظار می‌رود روش‌هایی را فرا بگیرند و به گونه‌ای بتوانند خودشان را به روز نگه دارند تا بتوانند این آثار مخرب محیط زیستی را حذف نموده و اگر حذف آنها ممکن نیست، لااقل آنها را به حداقل برسانند. این انتظاری است که جامعه می‌تواند از فارغ التحصیلان این گرایش داشته باشد.

اگر بخواهیم جمه بندی داشته باشیم؛

همان‌طور که مشاهده می‌شود این روند و رویه‌ای که پیش روی ما است به سمت تعالی است. اینکه ما بتوانیم واقعاً در راستای اهداف توسعه پایدار قدم برداریم از اهمیت بسزایی برخوردار است. لازم است مفاهیم توسعه پایدار و چهار رکن اصلی آن واقعاً درک شود و راجع به آن صحبت شود. شاید اطلاعات زیادی به صورت مکتوب در فضای مجازی وجود داشته باشد، اما این زمانی ارزش پیدا می‌کند که آن اطلاعات در اذهان نشسته و مفاهیم تبدیل به آموزه‌ها شود. زمانی که چنین شد، افراد راحت‌تر مفاهیم را می‌پذیرند و آنها را پیاده‌سازی می‌کنند. من به شما جوانان که در این راه قدم برداشته‌اید توصیه می‌کنم این رسالت را برای خود قائل شوید که هدف خود را بر افزایش آگاهی عمومی با کمک افراد متخصص قرار دهید و این در حد شعار و حرف نباشد و در واقع شاهد پیاده‌سازی آن باشیم.

ثبت دیدگاه برای این متن

رویداد

پیش روی شما ...

مروری بر کنفرانس‌های مهندسی معدن **صفحات ۴۱ الی ۴۲**

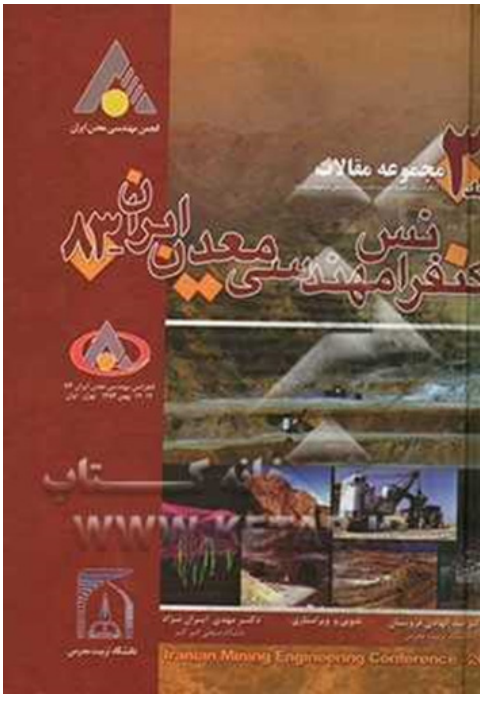
برگزاری همایش کنفرانس معدنی ایران از جمله برنامه‌هایی است که توسط انجمن مهندسی معدن ایران و با حضور محققان و متخصصین معدن در دانشگاه‌های سراسر کشور برگزار می‌شود و طی هر کنفرانس یکی از محورهای اصلی با توجه به محل برگزاری آن که شامل دانشگاه‌ها است و نیز معادنی که در آن شهرها وجود دارند؛ بیشتر پرداخته می‌شود. اولین کنفرانس مهندسی معدن ایران به کوشش انجمن مهندسی معدن ایران و با همکاری دانشگاه تربیت مدرس در تاریخ ۱۲ الی ۱۴ بهمن ماه ۱۳۸۳ در تهران برگزار شد. این کنفرانس بر اساس ارائه آخرین یافته‌ها و تجربیات علمی، پژوهشی و صنعتی و همچنین آشنایی با آخرین دستاوردهای نوین و ایجاد زمینه مشارکت در صنعت معدنکاری کشور برگزار شد.

مروری بر کنفرانس‌های مهندسی معدن

برگزاری همایش کنفرانس معدنی ایران از جمله برنامه‌هایی است که توسط انجمن مهندسی معدن ایران و با حضور محققان و متخصصین معدن در دانشگاه‌های سراسر کشور برگزار می‌شود و طی هر کنفرانس یکی از محورهای اصلی با توجه به محل برگزاری آن که شامل دانشگاه‌ها است و نیز معادنی که در آن شهرها وجود دارند؛ بیشتر پرداخته می‌شود. اولین کنفرانس مهندسی معدن ایران به کوشش انجمن مهندسی معدن ایران و با همکاری دانشگاه تربیت مدرس در تاریخ ۱۲ الی ۱۴ بهمن ماه ۱۳۸۳ در تهران برگزار شد. این کنفرانس بر اساس ارائه آخرین یافته‌ها و تجربیات علمی، پژوهشی و صنعتی و همچنین آشنایی با آخرین دستاوردهای نوین و ایجاد زمینه مشارکت در صنعت معدنکاری کشور برگزار شد. محور و موضوعات اصلی این کنفرانس در زمینه‌های اصلی اکتشاف، استخراج ،فرآوری مواد معدنی و مکانیک سنگ بود. همچنین مقالات راهبردی دیگری جهت رفع مشکلات صنعت معدنکاری ایران در زمینه‌های مرتبط با اقتصاد مدیریت، محیط زیست، بهداشت وایمنی در علوم مهندسی معدن و نفت در این کنفرانس ارائه شد. بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که دانشگاه تربیت مدرس از همان ابتدای همکاری برای برگزاری کنفرانس معدن ایران یکی از حامیان گرایش معدن و محیط زیست بوده است.

در کنفرانس‌های دوم الی پنجم مهندسی معدن ایران، محوریت موضوعات اصلی مهندسی معدن به خوبی حفظ شده بود و مقالات کنفرانسی ارزنده‌ای نیز به جمع پذیرفته شدگان درآمدند. اما در طی کنفرانس ششم که در تاریخ ۱۶ الی ۱۸ آبان ماه سال ۱۳۹۵ که به صورت مشترک توسط انجمن مهندسی معدن ایران و خانه ی معدن ایران برگزار شد، تلاشی برای ارائه‌ی یافته‌های علمی و پژوهشی در حوزه‌ی معدن و صنایع معدنی به جامعه‌ی معدنکاری صورت پذیرفت؛ یکی از نکات مهم این کنفرانس، نگاه ویژه به معدن به عنوان یکی از محورهای توسعه پایدار و زیربنای پیشرفت کشور که نقشی کلیدی را در تمامی چرخه‌های اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و محیط زیستی ایفا می‌نماید؛ بود. که می‌توان این رویداد را بزرگ‌ترین رویداد علمی در حوزه‌ی معدن و صنایع معدنی به حساب آورد، که نسبت به همایش‌های مشابه پیشین ویژگی‌های برجسته‌ای داشته است. شاید توجه ویژه و نقطه عطف مهندسی معدن و محیط زیست را بتوان از ششمین کنفرانس معدن ایران که همزمان با چهارمین کنگره بین المللی معدن و صنایع معدنی ایران برگزار شد؛ دانست.

در طی آخرین کنفرانس‌های مهندسی معدن ایران که هشتمین آن به میزبانی دانشگاه بیرجند در سال ۹۸ و نهمین آن در دانشگاه صنعتی شاهرود در سال ۹۹ برگزار گردید. یکی از مهمترین و اساسی‌ترین پایه‌هایی که بررسی شد اقتصاد کشور و منابع معدنی و ذخایر تحت الارضی آن بود. که نتیجه شد بهره برداری از معادن کشور، یک عامل کاملا مثبت و مهم در رشد و توسعه اقتصادی است. با توجه به شرایط اقتصادی کشور که یکی از پایه‌های مهم رشد اقتصادی، بخش معدن و صنایع معدنی است؛ و همچنین نتیجه شد که با وجود ذخایر معدنی فراوان در کشور، شاهد سرمایه‌گذاری مناسب در این حوزه نبوده‌ایم و ازین پس محوریت سرمایه گذاری را باید بیشتر از پیش نمایان سازند.



در کنفرانس مهندسی معدن ایران باید این نکته را اذعان داشت که توسعه پایدار و بازسازی معادن فقط مختص به یک دانشگاه و شهر صنعتی نیست؛ بلکه باید در تمامی کنفرانس‌های کشوری و بین المللی مورد توجه واقع شود؛ چرا که توجه به این مساله بدنبال خود سودهی اقتصادی را نیز به همراه خواهد داشت. به امید آن که در کنفرانس‌های داخلی و خارجی شاهد تعداد موضوعات و مقالات بیشتری در زمینه مهندسی معدن و محیط زیست باشیم.

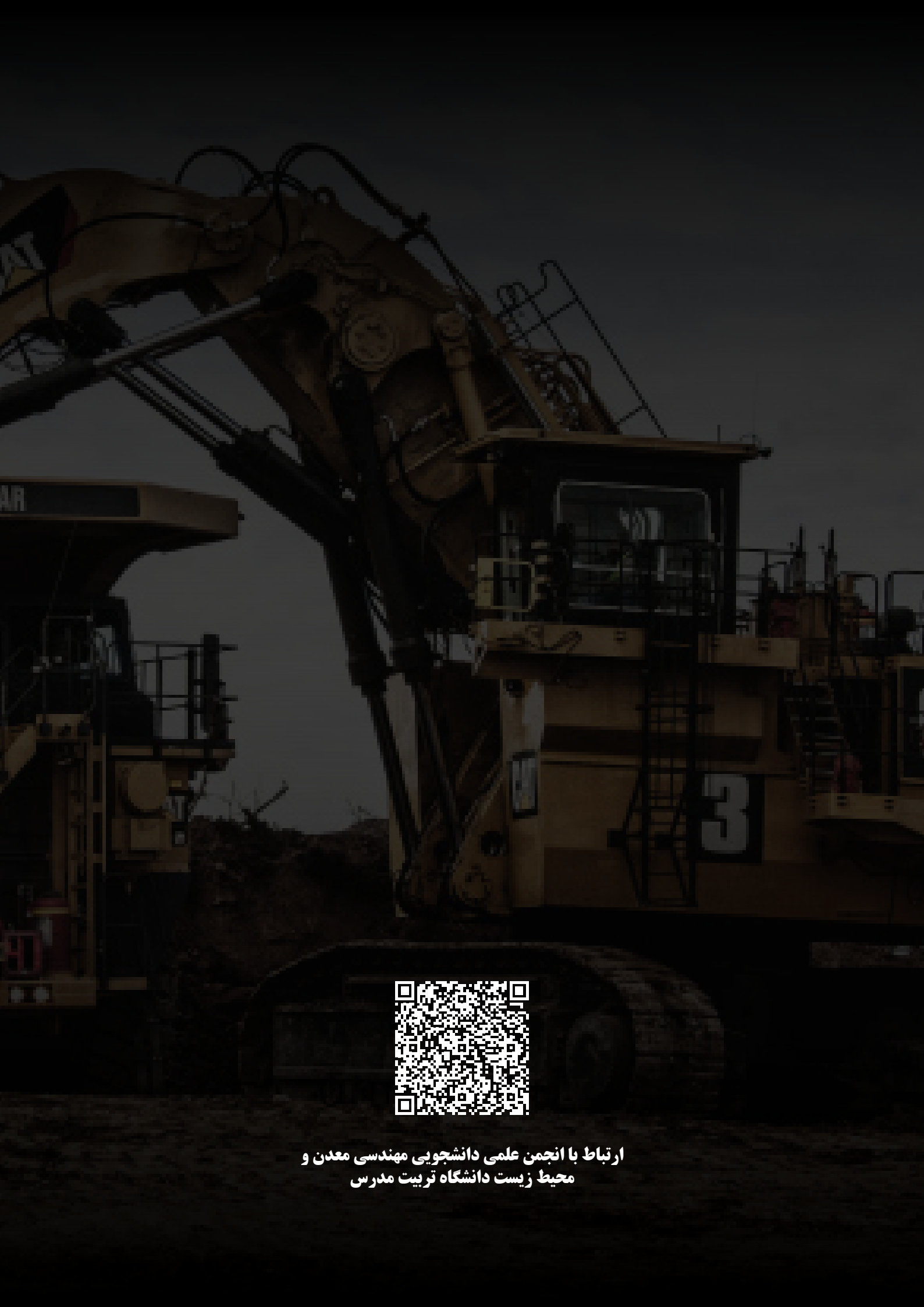
مهسا نیازی
گرد آورنده

ثبت دیدگاه برای این متن

KaniKavan Shargh
Engineering Co.

وب سایت شرکت کانی کاوان شرق

جبهه کار استخراجی معدن سنگ آهن سنگان



ارتباط با انجمن علمی دانشجویی مهندسی معدن و
محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس