مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری

دوره ۹، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲

صفحات ۴۸-۳۲

Online ISSN: ۲۴۷۶-۴۴۹۳

Print ISSN: ۲۵۳۸-۲۰۲۰

www.irijournals.com

ارزیابی ریسک محیط زیستی سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان با استفاده از روش تلفیقی ویلیام فاین و PHA

پروانه پیکانپورفرد [۱]، مریم نصری نصرآبادی [۲]

[۱] استادیار گروه محیط زیست، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

[۲] دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زیست محیطی به روش تلفیقی ویلیام‌فاین وPHA در سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان انجام شد. پس از شناسایی مخاطرات زیست‌محیطی به روش PHA بر اساس واحد کاری، عملکرد ماشین‌آلات موجود و فعالیت‌های انسانی در سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن سرویان، به صورت مطالعات میدانی، ارزیابی ریسک به روش ویلیام‌فاین انجام و راهکارهای اصلاحی برای ریسک‌های بالا ارائه گردید. بر اساس یافته‌های این تحقیق تعداد ۱۶ خطر زیست‌محیطی شناسایی گردید که در قالب ۵ گروه مخاطره زیست محیطی دسته بندی گردید. تعداد ریسک‌های طبیعی ۷، ریسک‌های متوسط ۶ و ریسک‌های بالا ۴ بود. پیش بینی می‌شود پس از اجرای اقدامات کنترلی، تعداد ریسک‌های غیر طبیعی و بالا کاهش یابد. نتایج این مطالعه نشان داد، ارزیابی مخاطرات موجود در سدباطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن، ضمن کمک به شناسایی نواقص فنی و خطاهای انسانی مخرب محیط‌زیست، ضرورت آموزش و تغییر نگرش مدیران و پرسنل شاغل در این مجموعه و بازرسی‌های زیست‌محیطی را جهت حفظ و ارتقاء سلامت محیط‌زیست مورد تأکید قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، سد باطله، تکنیک ویلیام‌فاین،PHA، معدن سرویان

۱- مقدمه

امروزه نقش کلیدی صنعت معدن و معدنکاری در توسعه اقتصادی، فناوری و رشد شهرنشینی در کشورهای مختلف جهان و ازجمله ایران بر کسی پوشیده نیست و نیاز روز افزون جوامع انسانی به محصولات ساخته شده از مواد معدنی احساس می‌شود. براساس مطالعات انجمن بین المللی معدن و فلزات، تولید ناخالص داخلی جهانی از سال ۱۹۹۲ تا سال ۲۰۱۴ با روند افزایش تولید مواد معدنی، افزایش یافته است. همچنین این مطالعات نشان‌دهنده افزایش چشم‌گیر نرخ رشد شهرنشینی در کشورهای توسعه یافته نظیر آمریکا، همگام با روند افزایش تولید ناخالص داخلی است (اسپیتز،۲۰۱۸، ترودینگر،۲۰۱۹)؛ اما صنعت معدن-کاری علی رغم دستاوردهای مثبت که منجر به توسعه پایدار در کشورهای مختلف جهان شده است، به دلیل تشکیل حجم عظیمی مواد باطله حاصل از فعالیت های معدنی، آلودگی های ناشی از زهاب اسیدی، انتقال عناصر خطرناک به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و از بین بردن اراضی و مناظر طبیعی از جمله صنایع پر مخاطره بوده و یکی از معضلات مهم زیست محیطی محسوب می شود (چتوپادهای،۲۰۲۰). به همین دلیل ارزیابی ریسک زیست محیطی در این صنعت اهمیت خاصی پیدا کرده است (تمس و روکونن،۲۰۱۹). با توجه به اینکه ایران جزء کشورهای صادرکننده نفت است و به دلیل افت شدید قیمت جهانی نفت و تحریم صادرات نفت، با تمام مشکلاتی که برای کشور داشته (دودلاک،۲۰۱۸، کورتار و همکاران،۲۰۱۹) فرصت مناسبی برای تغییر منابع درآمدی ایجاد نموده است. ۵۷ میلیارد تن ذخایر احتمالی و ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی معدنی در کشور (مجله عصر مس،۱۳۹۵) سرمایه عظیمی است که در صورت برنامه ریزی مناسب می‌تواند مکمل نفت در تامین درامدهای کشور باشد. مهم‌ترین اصل در روند توسعه پایدار صنعت معدن و معدنکاری، توجه همزمان به سه رویکرد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است. عدم توجه به این سه رویکرد نه تنها منجر به توسعه پایدار نشده بلکه یک نظام ناکارامد را به وجود می آورد (مونتیرو و همکاران،۲۰۱۹). از چالشهای اصلی معدن‌کاری در سال‌های اخیر همانطور که در بالا نیز اشاره شد حجم باطله‌های زیاد تولیدشد در مرحله استخراج و فرآوری است که به منظورمدیریت، جمع‌آوری و نگهداری مواد باطله، سدهای باطله در کنار نواحی معدنی ساخته می‌شوند. به دلیل ماهیت مواد باطله ذخیره شده در مخزن سد، هرگونه نشت یا شکست سدهای باطله باعث پیامدهای زیست محیطی ناگواری خواهد شد که بروز این پیامدها تا مدت مدیدی ناهنجاری‌های زیستی را در منطقه به دنبال دارد. با اعمال مدیریت و ارزیابی ریسک زیست محیطی سدهای باطله می‌توان از بروز تمامی پیامدهای زیست محیطی جلوگیری به عمل آورد (هاتجه و همکاران،۲۰۱۷، آرمسترانگ و همکاران،۲۰۱۹).

مدیریت محیط‌زیست، استفاده از بهترین تکنیک‌های موجود جهت کنترل فعالیت‌های بشری است که تأثیر بارزی بر محیط‌زیست دارند (قاسمی،۲۰۱۴). فرآیند مدیریت ریسک شامل سه بخش مهم شناسایی فرآیند، ارزیابی ریسک و کاهش ریسک به سطح قابل قبول می‌باشد (نظری،۲۰۰۸). هر گونه نقص فنی در تجهیزات مختلف که پتانسیل تهدید و آسیب به اجزاء اصلی محیط‌زیست از قبیل هوا، خاک و آب را داشته باشد به عنوان خطر زیست‌محیطی تلقی می‌گردد. ریسک احتمال بالفعل شدن خطری است که باعث ایجاد خسارت می‌شود. بدین لحاظ ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای بررسی خطرات بوده که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه آنها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط می‌پردازد. برای ارزیابی ریسک از روش‌های خاصی استفاده می‌شود و بسته به هر شرایطی، روش‌های مناسب متعددی وجود دارد؛ بنابراین انتخاب شیوه مناسب اهمیت پیدا می‌کند. ویلیام فاین روشی را جهت تصمیم‌گیری اینکه هزینه اصلاح خطر تا چه اندازه قابل توجیه است و چگونه خطرات بایستی به سرعت اصلاح شوند را پیشنهاد کرد (جوزی و همکاران،۲۰۱۴). در ایران، استفاده از روش ویلیام فاین سابقه دیرینه‌ای ندارد ولی به صورت موردی، مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است. جوزی و میرسلیمی (۱۳۹۴) مدیریت ریسک زیست محیطی معدن سنگ آهن ماد کانسار، شهرستان خرم بید با استفاده از روش های تلفیقی EFMEA و ویلیام فاین را مورد مطالعه قرار دادند. نجفی و یار احمدی (۱۳۸۷) ایمنی و آنالیز مقدماتی خطر موسوم به PHA استفاده کردند. نجفی و یاراحمدی (۱۳۸۷) ایمنی و آنالیز ریسک های سد باطله را بررسی کردند و مساله مشکلات زیست محیطی عمده سدهای باطله را بررسی و بیان نمودند. همچنین در مطالعه‌ای که توسط جوزی و همکاران در سال (۱۳۹۵) به منظور مدیریت ریسک

زیست‌محیطی معدن سنگ آهن مادکانسار شهرستان خرم بید با استفاده از روش‌های تلفیقی EFMEA و ویلیام فاین، انجام گرفت، به ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن مذکور پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در هر دو روش، فعالیت تولید محصول، در بالاترین میزان مخاطره قرار دارد.

هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک زیست محیطی سد باطله معدن سرویان با استفاده از روش تلفیقی ویلیام فاین و PHA است؛ بنابراین در این پژوهش با استفاده از روش تلفیقی ویلیام فاین و PHA ریسک ها و تهدیدات سد باطله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با بکارگیری روش های نوین در ارزیابی ریسک می توان تا حدود قابل ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک ها و به تبع آن از خسارات و زیان های وارده بر محیط زیست کاست و در راستای نیل به توسعه پایدار حرکت نمود. در این پژوهش همانطور که اشاره شد در فرایند ارزیابی ریسک سد باطله مذکور از روش تلفیقی ویلیام فاین و PHA استفاده شده است که می‌توان از نتایج آنها در راستای مدیریت و تصمیم گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای خطر (یا مخاطرات) بهره گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

محل طرح سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان، در زمینی به مساحت 4 هکتار در استان مرکزی، شهرستان دلیجان، بخش مرکزی دلیجان، دهستان دودهک در اراضی ملی حدودا در ۱۰ کیلومتری سد ۱۵ خرداد واقع شده است. استان مرکزی بین عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۱ درجه طول شرقی نصف‌النهار مبدأ واقع شده است که از شمال به استان‌های تهران و قزوین، از غرب به استان همدان، از جنوب به استان لرستان و از شرق به استان تهران و قم و اصفهان محدوه می‌گردد (تقسیمات کشوری استان مرکزی،۱۳۹۵).

۲-۲- حساسیت‌های زیست محیطی محدوده مورد مطالعه

- خصوصیات باد منطقه: باد از آثار عمده و مهم تغییرات فشار هواست که همواره در هواشناسی سمت و سرعت وزش آن تا ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود. حداکثر سرعت باد به وقوع پیوسته در ایستگاه سینوپتیک دلیجان ۱۲۲ کیلومتر بر ساعت، سهم باد غالب در سال ۱۵ درصد، سهم باد آرام در طول سال ۱۸ درصد و جهت باد غالب شمال غربی (۳۱۵ درجه شمال غربی) و سپس غربی می‌باشد. بیشترین سرعت باد وزیده شده به میزان ۱۰/۸ متر بر ثانیه در اسفند ۱۳۸۵ گزارش شده است. شدیدترین بادهای این ایستگاه با سرعت ۵/۷ – ۸/۸ متر بر ثانیه می‌باشد که به ترتیب از سمت شمال غربی، جنوب غربی، غرب و جنوب شرقی می‌وزند. در شهر دلیجان معمولا حدود ۵۰ روز هوا با گرد و خاک همراه است. بیشترین روزهای همراه با گرد و خاک و غبار در طول سال در خرداد و سپس تیر می‌باشد. تابستان دارای بیشترین روزهای غبارآلود است و فصول پاییز و زمستان (از آبان تا اسفند) تقریبا گرد و غباری در منطقه مشاهده نمی‌شود (سالنامه آماری استان مرکزی،۱۳۹۵).

- زلزله خیزی: از جمله گسل‌های موجود در محدوده مورد مطالعه می‌توان به گسل تلخاب اشاره کرد که جدا کننده بلوک آشتیان – نراق در شمال حوضه آبریز اراک است و از نظر زمین‌شناسی از گذشته تا به حال دچار تغییرات عمده از نظر چین‌خوردگی، دگرگونی، چینه‌شناسی، لرزه‌خیزی شده است. این گسل یکی از خطرناکترین گسل‌های استان مرکزی به شمار می‌رود. این گسل به فاصله ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهر دلیجان قرار دارد و در صورت فعال شدن و ایجاد لرزه‌خیزی، این شهر نیز متأثر خواهد شد. به غیر از گسل تلخاب، گسل فرعی دیگری در غرب روستای راونج (واقع در شمال دلیجان) به صورت شمالی – جنوبی به نام گسل بیدهن قرار دارد.

- فرسایش خاک: براساس مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته، محدوده سد باطله از نظر فرسایش خاک در اراضی مختلط با فرسایش جزئی خاک و اراضی با فرسایش کم و کلاس I+II واقع گردیده است. لازم بذکر است در سطح زمین پوشش سنگ فراوان است در نتیجه خلل و فرج خاک زیاد و نفوذپذیری آن بالا است. بررسی وضعیت فرسایش خاک بر اساس اطلاعات دریافتی نشان می‌دهد که فرسایش شدید در وسعت بالایی از محدوده‌های مطالعاتی رخ می‌دهد که محوطه کارخانه فرآوری و سد باطله نیز جزو آن محسوب می‌شود.

۳-۲- روش پژوهش

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی ریسک زیست‌محیطی و کاهش مخاطرات سدباطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان است. به منظور ارزیابی ریسک زیست‌محیطی در منطقه، علاوه بر شناخت کامل محیط‌زیست منطقه، با لحاظ کردن حساسیت و ارزش‌های زیست‌محیطی آن، جنبه‌های مختلف ریسک بررسی و تحلیل شد. برای این منظور، با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و بررسی خطرات و علل آنها و همچنین بازدید از سد باطله، تکنیک ویلیام فاین به عنوان روش مناسب تعیین شد، که یک تکنیک ارزیابی ریسک سازمان یافته و سیستماتیک جهت برآورد سطح ریسک در راستای مدیریت ریسک و کاهش آن به سطح قابل قبول است (جوزی،۲۰۰۷). این پژوهش بر روی سد باطله مواد معدنی از لحاظ زیست‌محیطی طی مراحل ذیل انجام گرفته است:

الف) شناسایی مخاطرات زیست‌محیطی

جهت شناسایی دقیق و جامع مخاطرات زیست‌محیطی از روش آنالیز مقدماتی خطر (PHA) استفاده شد. روش PHA به منظور شناسایی خطرات بالقوه در مراحل پیش از ساخت استفاده می‌شود که لازمه اجرای آن تهیه لیستی از خطرات مختلف (PHL) می‌باشد (محمدفام،۱۴۰۰). برای انجام مطالعه به روش PHA، لیست مقدماتی خطر با توجه به قسمت‌های مختلف، فعالیت‌های جاری درهر قسمت، تجهیزات و ماشین‌آلات فعال و عملکرد مربوط به آن تهیه شد، تا آلودگی‌ها و خطرات معمول و موجود شناسایی و ثبت گردد. جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از واحد فرآوری معدن مس به صورت مطالعات میدانی، مصاحبه با کارگران مجرب، فعالیت‌ها و وظایف معمول و غیرمعمول پرسنل در زمان انجام کار و نیز دستورالعمل‌های کنترل عملیات، مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با واحد HSE انجام گردید تا جنبه‌ها و مخاطرات زیست‌محیطی به طور کامل و دقیق شناسایی و ثبت گردد. هر چند راهکار خاصی برای شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی وجود ندارد اما تلاش گردید راهکار انتخاب شده، موارد زیر را مدنظر قرار دهد:

۱. انتشار آلاینده به هوا

۲. تخلیه آلاینده به آب

۳. تخلیه آلاینده به خاک

۴. اتلاف‌ها و محصولات جانبی

ب) ارزیابی مخاطرات زیست محیطی

در این مرحله با استفاده از روش ویلیام فاین، ارزیابی ریسک‌ها با توجه به عدد ریسک برای خطرات زیست‌محیطی مربوطه محاسبه گردید. به منظور ارزیابی خطرات به روش ویلیام‌فاین، لازم است تا رتبه‌بندی شدت اثر، رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک و رتبه‌بندی میزان تماس هر یک از فعالیت‌ها و جنبه‌های آن براساس جداول ویلیام فاین استخراج شود. رتبه ریسک با استفاده از رابطه (۱) به دست می‌آید.

رابطه(۱) $R = C \times P \times E$ رتبه ریسک

شدت پیامد اثر (C[1])

احتمال وقوع اثر (P[2])

میزان تماس (E[3])

جدول شماره ۱. رتبه‌بندی شدت پیامد اثر(B) در تکنیک ویلیام فاین

ردیف	شرح شدت پیامد اثر	رتبه
۱	مرگ و میر چند نفر، خسارت‌های غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی (بیش از ۱۵۰ میلیون تومان)، اثر بین‌المللی روی شهرت سازمان، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، غلظت بیش از حد آلاینده (۵۰٪ بیش از حد مجاز)	۱۰
۲	مرگ و میر یک نفر، آسیب منجر به از کار افتادگی دائم بیش از یک نفر، خسارت‌های غیقابل جبران زیست محیطی با اثرات میان مدت، خسارت‌های مالی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت ملی، مصرف نسبتاً زیاد منابع و انرژی، غلظت نسبتاً زیاد آلاینده (۳۰٪ بیشتر از حد مجاز)	۸
۳	آسیب منجر به از کار افتادگی دائم یک نفر، خسارت‌های غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی بین۵۰ تا۱۰۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان بصورت محلی، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت آلاینده ۱۰٪ بیشتر از حد مجاز	۶
۴	آسیب طولانی مدت بدون ناتوانی دائمی، خسارت‌های قابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی بین ۵ الی ۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت محلی، مصرف متوسط منابع و انرژی، غلظت آلاینده ۵٪ بیش از حد مجاز	۵
۵	آسیب موقتی، خسارتهای قابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی کمتر از ۵ میلیون تومان، اثر بر روی شهرت سازمان به صورت درون سازمانی، مصرف کم منابع، غلظت آلاینده کمتر از ۵٪ بیشتر از حد مجاز	۴
۶	آسیب جزئی، نیازمند کمک‌های اولیه (۳روز و کمتر دوره درمان)، خسارت مالی کمتر از یک میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان بصورت درون واحدی، مصرف بسیار کم منابع، غلظت آلاینده در حد استاندارد	۲
۷	بدون نیاز به بررسی‌های بیشتر، خسارت مالی قابل صرفه نظر، بدون اثر روی شهرت سازمان، بدون خسارت زیست محیطی	۱

[1] Consequence
[2] probability
[3] Exposure

جدول شماره ۲. رتبه بندی احتمال وقوع ریسک (A) در تکنیک ویلیام فاین

ردیف	شرح احتمال وقوع	رتبه
۱	اغلب محتمل هستند، بطور روزانه یا هفتگی اتفاق می‌افتد و غیر قابل کنترل هستند	۱۰
۲	شانس وقوع ۵۰-۵۰ است، امکان وقوع وجود دارد، ماهیانه اتفاق می‌افتد، جهت کنترل نیروی خارج از توان نیاز دارد	۶
۳	می‌تواند تصادفی اتفاق بیافتد، شانس وقوع کمتر از ۵۰٪، در طی سال چندین بار اتفاق می‌افتد و قابل کنترل در سطح	۴
۴	احتمالاً تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی‌افتد، اما امکان وقوع دارد، به ندرت ممکن است اتفاق بیافتد و قابل کنترل در مبدأ	۲
۵	عملاً وقوعی غیر ممکن دارند یا هرگز اتفاق نمی‌افتد	۱

جدول شماره ۳. گستره آلودگی در تکنیک ویلیام فاین

ردیف	گستره آلودگی	رتبه
۱	خارج از محدوده سازمانی	۷
۲	کل سازمان	۶
۳	بخش اعظمی از سازمان	۵
۴	در سطح واحد کاری	۴
۵	قسمت یا بخش	۳
۶	محدوده اطراف نفر یا تجهیز	۲
۷	عدم ایجاد آلایندگی	۱

پس از محاسبه رتبه ریسک، مطابق با الگوی ارائه شده در روش ویلیام‌فاین درجدول شماره (۴)، رتبه‌بندی ریسک درسه سطح بالا(H)، غیرطبیعی (M) و طبیعی (L) به انجام رسید. این رتبه‌بندی راهکارهای اصلاحی مؤثری را که بایستی در مرحله مدیریت ریسک انجام شود، تعیین می‌کند. در مرحله پیشنهاد راهکارهای اصلاحی با توجه به اهمیت ریسک‌ها، ابتدا برای ریسک‌های با سطح بالا برنامه‌های کنترلی و راهکارهای اصلاحی تهیه شد تا به سطح غیرطبیعی یا طبیعی برسد. سپس برای ریسک‌های با سطح غیرطبیعی برنامه‌های کنترلی تهیه شد تا به سطح طبیعی تغییر یابد. اقدامات پیشگیرانه احتمال وقوع یک رویداد را کاهش می‌دهند و بهترین گزینه جهت ریسک‌های بالا می‌باشند. اقدامات اضطراری، تأثیر یا شدت رویدادی که اتفاق می‌افتد را کاهش می‌دهد. معمولاً اقدامات پیشگیرانه باصرفه‌تر است. برای کنترل مخاطرات سه رویکرد اساسی وجود دارد (جلیلی،۲۰۰۹):

۱. رویکرد حذف مخاطره (خلاص شدن از آن به طور کامل)

۲. کاهش مخاطره (کاهش شدت آن)

۳. تخفیف یا سبک کردن مخاطره (کاهش مواجهه با کاهش تدریجی)

به طور کلی اقدامات در سه حوزه تقسیم می‌شوند:

۱. کنترل‌های مهندسی

۲. کنترل‌های اداری و اجرایی
۳. استفاده از وسایل حفاظت فردی

جدول شماره ۴. رتبه بندی ریسک

رتبه	اقدامات	سطح ریسک
90-200	اصلاحات فوری برای کنترل خطر لازم است یا نیازمند توقف فعالیت واحد تحت بررسی می‌باشیم	بالا (H)
51-90	نیازمند بررسی و توجه هرچه سریعتر است و وضعیت اضطراری است	غیر طبیعی (M)
۰-50	عامل خطرناک بالقوه، تحت کنترل می‌باشد	طبیعی (L)

ج- پیشنهاد اقدامات اصلاحی

در مرحله پیشنهاد اقدامات اصلاحی با توجه به اهمیت ریسک‌ها و تقسیم‌بندی سطح ریسک ابتدا مخاطرات دارای ریسک‌های بالاتر و غیر قابل قبول مشخص شده و در جهت حذف، کاهش و کنترل آنها، اهداف و برنامه‌های لازم تعیین گردید، تا به سطح ریسک‌های متوسط (M) یا سطح ریسک‌های پایین (L) نایل شوند. در ادامه برای ریسک‌های با سطح متوسط یا غیر نرمال (M) برنامه‌های کنترلی تهیه شد، تا با اعمال روش‌های کنترلی و پایش مستمر به سطح نرمال (L) ارتقاء یابد (حبیبی و همکاران،۲۰۱۶).

د- روش تعیین میزان هزینه‌های قابل قبول

بعد از محاسبه رتبه ریسک از فرمول زیر برای میزان هزینه قابل توجیه استفاده می‌شود.

$J = R / (CF \times DC)$ (رابطه ۲)

J[۴]: میزان هزینه قابل توجیه

CF[۵]: ضریب هزینه: فاکتور هزینه تخصیصی برای برنامه‌های حذف و کاهش خطرات

DC[۶]: درجه تصحیح

در صورتی که $J>10$ باشد هزینه‌ها قابل قبول بوده و در صورتی که $J<10$ باشد هزینه‌های حذف خطر غیر قابل قبول خواهد بود. میزان هزینه و درجه تصحیح براساس جداول زیر تعیین می‌گردد.

با به کار گیری این تکنیک، نهایتاً با استفاده از فاکتورهای به دست آمده برای شدت، احتمال ومیزان مواجه با خطر، عدد ریسک به دست می‌آید و با استفاده از ضرایب ذکر شده، توجیه اقتصادی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

[4] COST JUSTIFICATION VALUE
[5] COST FACTOR
[6] DEGREE OF CORRECTION VALUE

جدول شماره ۵. درجه تصحیح و فاکتور هزینه CF

درجه تصحیح DC		فاکتور هزینه CF (هزینه تخصیصی برای برنامه‌های حذف و کاهش خطرات)	
نرخ	طبقه بندی	نرخ	طبقه بندی
۱	خطر کاملاً حذف می‌شود ۱۰۰٪	۱۰	بیشتر از ۸۰۰ میلیون تومان
۲	حداقل ۷۵٪ خطر حذف می‌شود	۶	بین ۸۰ تا ۸۰۰ میلیون تومان
۳	۷۵ تا ۵۰ درصد خطر حذف می‌شود	۴	بین ۸ تا ۸۰ میلیون تومان
۴	۳۵ تا ۵۰ درصد خطر حذف می‌شود	۳	بین ۸۰۰ هزار تا ۸ میلیون تومان
۵	کمتر از ۲۵ درصد خطر حذف می‌شود	۲	بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ هزار تومان
		۱	زیر ۱۰۰ هزار تومان
		۰/۵	عدم صرف هیچگونه هزینه‌ای

۴-۲- یافته‌های پژوهش

نتایج بدست آمده از مطالعه و بررسی تیم تخصصی ارزیابی ریسک سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان نشان داد که ۱۶ مورد خطر با منشاء خطاهای انسانی، عوامل طبیعی (محیط‌زیستی)، عدم رعایت بهداشت و ایمنی و سایر موارد در این واحد از کارخانه وجود دارد.

جدول شماره ۶. خطرات مرتبط با سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن

ردیف	منشأ خطر	نوع خطر
۱	خطاهای انسانی	✓بی دقتی در حمل و نقل ✓سقوط کارگران ✓احتمال وقوع تصادف در اثر تردد خودروها
۲	عوامل طبیعی	✓سیل و آب گرفتگی ✓زلزله ✓رعد و برق ✓طوفان ✓فرسایش
۳	عدم رعایت بهداشت و ایمنی	✓ ابتلا به بیماریهای ناشی از تنفس گرد و غبار و گازهای آلاینده
۴	آلودگی های زیست محیطی	✓انتشار گرد و غبار و ذرات معلق ناشی از فعالیت های خاکبرداری و خاکریزی، فعالیت های باربری و حمل و نقل مواد اولیه و مصالح، تردد ماشین آلات و وسایط نقلیه سبک و سنگین و ... گرد و غبار ناشی از خشک شدن مواد سد باطله ✓نشت زهاب اسیدی، فلزات سنگین ✓دپوی پسماندهای تولیدی

		✓ریزش مواد سوختی و روغن ✓آلودگی صوتی ناشی از تردد خوردروهای سبک و سنگین، کارکرد ماشبن آلات و تجهیزات، حمل تجهیزات و ...
۵	شکست سد	✓عدم پایداری سد ✓ریزش سد

جدول شماره ۷. ارزیابی ریسک زیست محیطی سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن

منشأ خطرات	عنوان خطر قابل پیش بینی	وخامت خطر	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد اولویت ریسک **(RPN)**
خطاهای انسانی	بی دقتی در حمل و نقل	۳	۲	۴	۲۴
	سقوط کارگران	۸	۲	۲	۳۲
	احتمال وقوع تصادف در اثر تردد خودروها	۶	۲	۴	۴۸
عوامل طبیعی	سیل و آب گرفتگی	۴	۲	۵	۴۰
	زلزله	۸	۴	۶	۱۹۲
	رعد و برق	۲	۴	۱۰	۸۰
	طوفان	۶	۶	۱۰	۳۶۰
	فرسایش	۷	۵	۴	۱۴۰
عدم رعایت بهداشت و ایمنی	ابتلا به بیماریهای ناشی از تنفس گرد و غبار و گازهای آلاینده	۷	۲	۵	۷۰
آلودگی های زیست محیطی	انتشار گرد و غبار و ذرات معلق ناشی از فعالیت های خاکبرداری و خاکریزی، فعالیت های باربری و حمل و نقل مواد اولیه و مصالح، تردد ماشین آلات و وسایط نقلیه سبک و سنگین و ... گرد و غبار ناشی ازخشک شدن مواد سد باطله	۷	۵	۳	۱۰۵
	انتشار گازهای آلاینده محیط در اثر تردد ماشین آلات و وسائط نقلیه سبک و سنگین، مصرف سوختهای فسیلی، کارکرد ماشین آلات و تجهیزات و ...	۳	۳	۶	۵۴

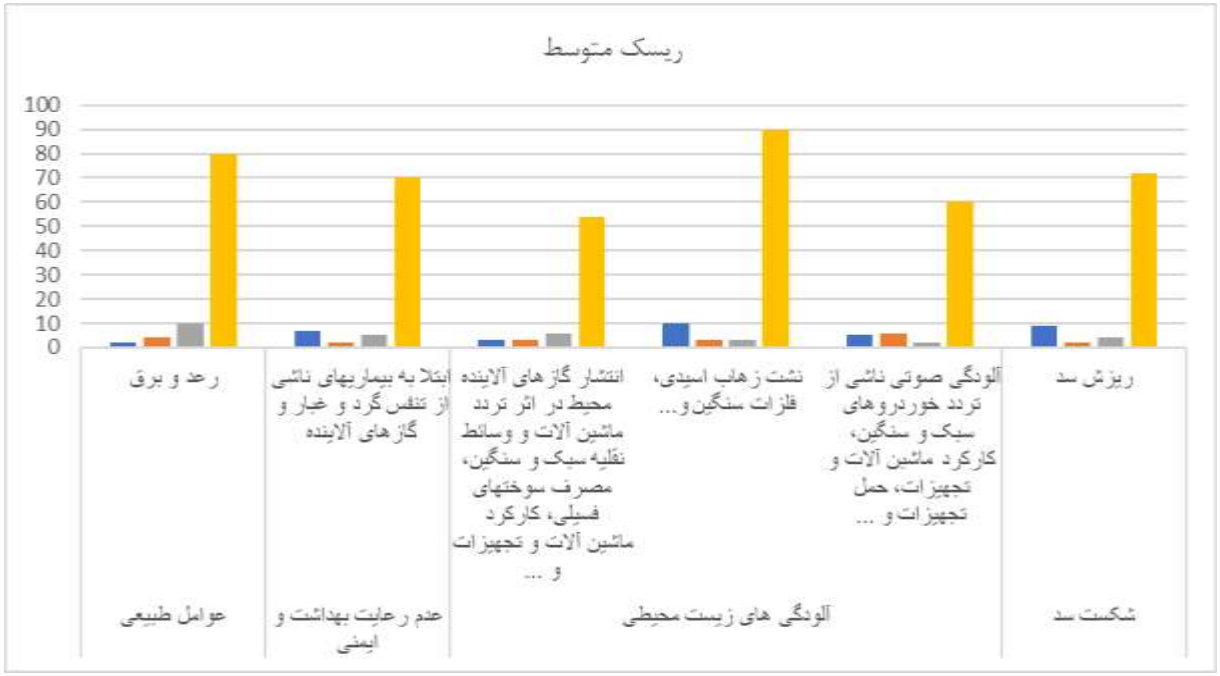
	نشت زهاب اسیدی، فلزات سنگین و...	۱۰	۳	۳	۹۰
	دپوی پسماندهای تولیدی	۳	۲	۴	۲۴
	ریزش مواد سوختی و روغن	۴	۵	۲	۴۰
	آلودگی صوتی ناشی از تردد خوردروهای سبک و سنگین، کارکرد ماشبن آلات و تجهیزات، حمل تجهیزات و ...	۵	۶	۲	۶۰
شکست سد	عدم پایداری سد	۷	۳	۲	۴۲
	ریزش سد	۹	۲	۴	۷۲

ریسک زیاد ر سط ریسک کم

در نمودار زیر، اولویت بندی ریسک های زیست محیطی سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن معدن سرویان ارائه گردیده است که براساس آن، ریسک های زیر، بالاترین اولویت ریسک را به خود اختصاص می دهند:

- طوفان
- زلزله
- فرسایش
- انتشار گرد و غبار و ذرات معلق ناشی از فعالیت های خاکبرداری و خاکریزی، فعالیت های باربری و حمل و نقل مواد اولیه و مصالح، تردد ماشین آلات و وسایط نقلیه سبک و سنگین و ... گرد و غبار ناشی از خشک شدن مواد سد باطله

شکل شماره ۱. اولویت بندی ریسک‌های بالا



شکل شماره ۲. اولویت بندی ریسک‌های متوسط

بر اساس رتبه‌بندی انجام گرفته به روش ویلیام‌فاین از ۱۶ خطر شناسایی شده با استفاده از روش PHA، ۴ مورد در دسته ریسک‌های بالا قرار گرفتند که نیازمند به اقدام اصلاحی می‌باشند. بیش‌ترین رتبه ریسک محاسبه شده، نمره ۱۹۲ و کم‌ترین رتبه ریسک نمره ۲۴ داشت. برای ۴ خطر زیست‌محیطی که رتبه ریسک آنها در محدوده ریسک بالا بود، اقدام اصلاحی مناسب در نظر گرفته شد تا سطح ریسک آنها کاهش یابد. همچنین برای ۶ مورد خطر زیست محیطی که رتبه ریسک آنها در محدودهٔ ریسک متوسط بود، راهکارهایی ارئه شد تا رتبه ریسک آنها به محدوده طبیعی برسد. راهکارهای اصلاحی بر حسب درجه تصحیح در جداول شماره ۸ و ۹، و نمودار اصلاحی در شکل شماره ۳ارائه شده است.

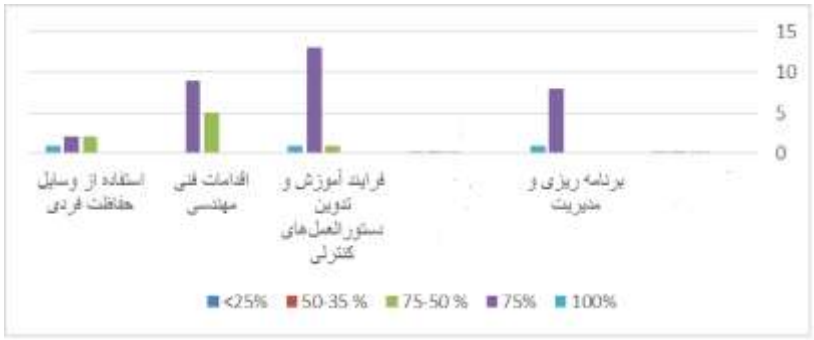
جدول شماره ۸. اهم روش های کاهش و کنترل ریسک های سد باطله کارخانه فرآوری کنسانتره سنگ آهن

اولویت ریسک	نوع ریسک	روش کاهش ریسک
ریسک زیاد	زلزله	▪ آموزش در شرایط اضطراری
	طوفان	▪ آموزش در شرایط اضطراری
	فرسایش	▪ آموزش در شرایط اضطراری
	انتشار گرد و غبار و ذرات معلق ناشی از فعالیت های خاکبرداری و خاکریزی، فعالیت های باربری و حمل و نقل مواد اولیه و مصالح، تردد ماشین آلات و وسایط نقلیه سبک و سنگین و ... گرد و غبار ناشی از خشک شدن مواد سد باطله	▪ تسطیح و آماده سازی مسیرهای تردد ماشین آلات برای کاهش میزان تولید و انتشار غبار ▪ آب پاشی سطح سایت های عملیاتی در مواقع خاکریزی و خاکبرداری ▪ تنظیم برنامه کاری و تعطیل فعالیت هایی نظیر حفاری، خاکبرداری، حمل و تخلیه مواد و مصالح، جلوگیری از ترددهای غیر ضروری ماشین آلات و... در مواقع وزش باد شدید ▪ تنظیم دستور العمل های مناسب جهت رعایت سرعت تردد ماشین آلات سنگین در مسیرهای خاکی ▪ معاینه فنی خودروها، سرویس به موقع و تعمیر موتور ماشین آلات ساختمانی به طور دوره ای ▪ الزام کارکنان به استفاده از ماسک و کلاه ایمنی در برابر گرد و غبار محیط کار ▪ ایجاد فیلتر یا بادشکن بیولوژیکی از طریق ایجاد فضای سبز با طراحی مناسب

جدول شماره ۹. اهم روش های کاهش و کنترل ریسک های متوسط سد باطله کارخانه فرآوری کنسانتره سنگ آهن

اولویت ریسک	نوع ریسک	روش کاهش ریسک
ریسک متوسط	رعد و برق	▪ آموزش در شرایط اضطراری
	ابتلا به بیماریهای ناشی از تنفس گرد و غبار و گازهای آلاینده	▪ جلوگیری از تولید گرد و غبار ▪ استفاده از ماسکهای تنفسی و نظارت بر استفاده از آنها ▪ برآورد حجم آلاینده هایی که در مسیر تنفسی کارگران قرار می گیرند و تدوین دستورالعمل های مناسب جهت ایمنی و بهداشت کارکنان در محیط کار
	انتشار گازهای آلاینده محیط در اثر تردد ماشین آلات و وسائط نقلیه سبک و سنگین، مصرف سوختهای فسیلی، کارکرد ماشین آلات و تجهیزات و ...	▪ معاینه فنی خودروها، سرویس به موقع، تعمیر و نگهداری مناسب موتور تجهیزات و ماشین آلات ساختمانی به طور دوره ای جهت حصول اطمینان از راندمان کافی سوخت و کنترل میزان تولید گازهای آلاینده و ایجاد دود ▪ کاربست و پیاده سازی راهکارهای پیشنهادی در مبحث کاهش آلایندهای ناشی از طرح بر کیفیت هوای منطقه بر اثر عملیات ساختمانی و نیز بر اثر فعالیت های واحدهای صنعتی ▪ تدوین دستورالعمل های اجرایی مناسب جهت حداقل سازی مصارف سوخت فسیلی و راهکارهای کاهش و کنترل گازهای متصاعده
	نشت زهاب اسیدی، فلزات سنگین و ...	▪ روش های صحیح انباشت مواد باطله ▪ سیستم های انحرافی ▪ گودال ها با نهرهای زهاب ▪ سیستم های بازیافت ▪ سیستم های حفاظتی ▪ استفاده از سیستم های زهکشی ▪ استفاده از خاک رس و لایه های ژئوممبران برای غیر قابل نفوذ سازی سد ▪ انحراف آب ها و اضافه کردن مواد قلیایی و در روش های نوین ▪ استفاده از فرآیندهای گوناگونی از جمله افزایش PH ▪ ایجاد تالاب های مصنوعی ▪ رویش گیاهان و نیزارها ▪ استفاده از سیستم های هشدار دهنده جهت زهاب اسیدی، فلزات سنگین و سیانور
	آلودگی صوتی ناشی از تردد خوردروهای سبک و سنگین، کارکرد ماشبن آلات و	▪ عایق کاری موتور دستگاه ها و ماشین آلات تولید کننده سرو صدا با عایق های پشم شیشه، پنبه کوهی و یا مواد اکوستیکی ▪ استفاده از وسایل و لوازم حفاظت فردی (از جمله استفاده از گوشی

	تجهیزات، حمل تجهیزات و ...	های محافظ) جهت کارکنان و کارگرانی که ناچار به کار با ماشین آلات پر سرو صدا هستند ▪ طراحی فضای سبز با تراکم انبوه گونه های گیاهی بومی به عنوان جاذب آلودگی صوتی
	ریزش سد	▪ کاهش نیروهای محرک، اعم از باربرداری، سیستم زهکشی (سطحی و زیرسطحی) و کاهش شیب ▪ افزایش نیروهای مقاوم، اعم از بهسازی شیمیایی و ایجاد شبکه زهکشی



شکل شماره ۳- مقایسه فراوانی راهکارهای اصلاحی بر حسب درجه تصحیح

۳- نتیجه‌گیری

هدف اصلی از احداث سدهای باطله، مدیریت، جمع‌آوری و نگهداری مواد باطله معادن و پساب‌های حاصل از فعالیت‌های معدنی است. از طرفی مواد آلاینده خطرناک در پسماندها و زهاب‌های اسیدی ذخیره شده در سدهای باطله دارای پتانسیل ایجاد آثار سوء بر محیط زیست می‌باشند. در تحقیق حاضر با استفاده از روش تلفیقی ویلیام فاین و PHA، ریسک‌های زیست محیطی سد باطله کارخانه کنسانتره سنگ آهن سرویان ارزیابی گردید تا از بروز حوادث ناشی از نشت یا شکست سد باطله جلوگیری به عمل آید. نتایج نشان داد که اکثر ریسک‌های در سطح ریسک غیرطبیعی را می‌توان با آموزش مسائل زیست محیطی شامل شناسایی و معرفی ریسک‌های زیست محیطی، آشنایی با مباحث مربوط به آلودگی‌های منابع آبی ناشی از نشت زهاب‌های اسیدی و اثرات آن بر انسان و محیط‌زیست، آشنایی با الزامات سیستم مدیریت زیست‌محیطی و تدوین دستورالعمل‌های کنترلی به سطح ریسک طبیعی کاهش داد و اینکه اکثر ریسک‌های بالا با اقدامات فنی مهندسی و تعمیرات و بازرسی‌های به موقع، به سطح ریسک غیر طبیعی یا طبیعی، خواهد رسید.

منابع

۱- جوزی، سید علی؛ میرسلیمی، سیده مریم. (۱۳۹۵). مدیریت ریسک زیست محیطی سنگ آهن ماد کانسارف شهرستان خرمبید با استفاده از روش های تلفیقی EFMEA و ویلیام فاین. مجله مهندسی منابع طبیعی، شماره ۱، ص ۱۹-۲۷.

۲- سالنامه آماری استان مرکزی. (۱۳۹۵).

۳- محمدفام، ایرج؛ غلامی زاده، کامران؛ (۱۴۰۰). ارزیابی ریسک های امنیتی به دو روش FEMA و FEMA فازی و مقایسه نتایج آن ها: مطالعه موردی در یک نیروگاه سیکل ترکیبی. مهندسی بهداشت حرفه ای، شماره ۸، ص ۱۵-۲۳.

۴- مجله عصر مس. (۱۳۹۵). هفت درصد ذخایر کشف شده معدنی جهان در ایران

۵- نجفی، مهدی؛ یاراحمدی بافقی، علیرضا. (۱۳۸۷). بررسی ایمنی و آنالیز ریسک سدهای باطله. هشتمین همایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن و صنایع معدنی. شرکت سنگ آهن مرکزی ایران. تهران.

6- Armstrong, M. Petter, R. Petter, C. (2019). Why have so many tailings dams failed in recent years? Resources Policy, 63, pp 101412.

7- Chattopadhyay, S.(۲۰۲۰). Coal and Other Mining Operations: Role of Sustainability. Fossil Energy. pp 333-356.

8- Dudlák, T.(2018). After the sanctions: Policy challenges in transition to a new political economy of the Iranian oil and gas sectors. Energy Policy. 121, pp 464-475.

9- Ghasemi, A. P. A .(2014). editor Analytical Review of Risk Assessment and Management and its Position in the Environmental Management System. 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering.

10- Hatje, V. Pedreira, RM. de Rezende, CE. Schettini, CAF. de Souza, GC. Marin, DC .Hackspacher, PC...(۲۰۱۷) The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. Scientific Reports, 7(1),pp 10706.

11- Jozi, SA. (2016). Environmental risk management of Madkansar Iron Ore mine in Khorambid city using EFMEA and WILLIAM FINE combined methods. Journal of Mineral Resources Engineering, 1(1), pp19-27. *[Persian].*

12- Jozi,SA. ATABI, F. Honarmand, H. (2014).Risk Managment of health, safety and environment of northern cement factory using the use of WILLIAM FINE Technique, Environmental Research,5(10),PP23-34.

13- Kurtar, H. Kapusuzoglu, A. Ceylan, NB.(2019). Investment decision process in oil economy for major oil exporting and importing countries. In Handbook of Research on Global Issues in Financial Communication and Investment Decision Making, pp 236-255. IGI Global.

14- Monteiro, NBR. da Silva, EA. Neto, JMM. (2019). Sustainable development goals in mining. Journal of Cleaner Production, 228, pp 509-520.

15- Nazari, A. (2008). Risk Management in Projects, Deputy Director General for Technical Assistance to the Center for Measuring and Reducing the Risk of Earthquake, Deputy Director General for Strategic Planning and Control. Strategic Planning and Control Department, 659.

16- Ruokonen, E. Temmes, A.(2019). The approaches of strategic environmental management used by mining companies in Finland. Journal of cleaner production. 210, pp 466-476.

17- Spitz, K. (۲۰۱۸). Trudinger, J. (2019). Mining and the environment: from ore to metal. CRC Press, Environmental Science and Pollution Research, 25(6), pp5280-5297.

مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری

دوره ۹، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، صفحات ۴۸-۳۲

Environmental risk assessment of Sed batleh factory of Saroyan iron ore concentrate using combined method of William Fine and PHA

Parvaneh Pekanpourfard[1], Maryam Nasri Nasrabadi[2]

[1] *1 Assistant Professor, Department of Environment, Najaf-Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf-Abad, Iran*

[2] *Ph.D. student in Safety and Environment, Department of Environment, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan). Isfahan, Iran*

Abstract

This study was carried out with the aim of identifying and evaluating environmental risks using the integrated method of William Fine and PHA in the tailings dam of the iron ore concentrate factory of Saroyan mine. After identifying the environmental risks using the PHA method based on the work unit, the performance of the existing machinery and human activities in the tailings dam of the Servian iron ore concentrate factory, a risk assessment using the William Fine method was carried out in the form of field studies and corrective solutions were presented for high risks. Based on the findings of this research, 16 environmental risks were identified, which were categorized into 5 environmental risk groups. The number of natural risks was 7, medium risks were 6, and high risks were 4. It is expected that after the implementation of control measures, the number of abnormal and high risks will decrease. The results of this study showed that the assessment of the risks in Batale dam of iron ore concentrate plant, while helping to identify technical defects and human errors that are destructive to the environment, the necessity of training and changing the attitude of managers and personnel working in this complex and environmental inspections for It emphasizes the preservation and promotion of environmental health.

Keywords: Environmental risk assessment, tailings dam, William Fine technique, PHA, Seroyan mine