نشریه مهندسی منابع معدنی
Journal of Mineral Resources Engineering
(JMRE)

دوره اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۱۹ تا ۲۷
Vol. 1, No. 1, autumn 2016, pp. 19-27

مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن سنگ آهن ماد کانسار، شهرستان خرمبید با استفاده از روش‌های تلفیقی EFMEA و ویلیام فاین

سیدعلی جوزی[1*]، سیده مریم میر سلیمی[2]

۱- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدتهران شمال
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدتهران شمال

(دریافت ۱۳۹۳/۱۱/۰٤, پذیرش ۱۳۹٤/۰٤/۱٤)

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن سنگ آهن ماد کانسار واقع در شهرستان خرمبید استان فارس با استفاده از روش‌های تلفیقی EFMEA انجام شد. بدین منظور دو روش قیاسی ویلیام فاین و تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست موسوم به EFMEA مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور نخست با شناسایی فعالیت‌های معدن و محیط تحت اثر آن، برد سنجی مطالعه به انجام رسید. در ادامه با شناسایی عوامل موثر در ریسک با تاکید بر جنبه‌های زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی، کاربرگ‌های مربوط به روش‌های EFMEA و ویلیام فاین به شکل جداگانه تکمیل شد. نتایج این تحقیق نشان داد که فعالیت تولید محصول با عدد الویت ریسک "۹۶" واجد بالاترین میزان مخاطره در قالب روش EFMEA بود و در روش ویلیام فاین نیز همین فعالیت با آهنگ ریسک "۳۶۰" در سطح ریسک بسیار بالا قرار گرفت. در پایان راهکارهایی به منظور مدیریت ریسک در معدن تحت بررسی پیشنهاد شد که مهمترین این اقدامات عبارت از ارزیابی مکانیسم‌های ایمنی و تعیین حریم عملیاتی و در نظر گرفتن واحد مدیریت HSE در این معدن و اندازه‌گیری و حذف گردو غبار به صورت آن‌لاین، پایش تر از شدت صوت و پایش هوا و استفاده از مخازن مناسب نگهداری مایعات و اجرای طرح جامع مدیریت پسماند در معدن ماد کانسار بود.

کلمات کلیدی

مدیریت ریسک زیست‌محیطی- معدن سنگ آهن - مرحله بهره‌برداری- روش EFMEA- روش ویلیام فاین- معدن ماد کانسار خرمبید.

*نویسنده مسئول و عهده دار مکاتبات Email: sajozi@yahoo.com

۱- مقدمه

ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، فرآیند تحلیل کیفی پتانسیل های خطر و ضریب بالفعل شدن ریسک‌های بالقوه موجود در پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب‌پذیری محیط پیرامونی است. مدیریت ریسک فرآیند سیستماتیک شناسایی، آنالیز و پاسخگویی به ریسک پروژه است که در پی افزایش و به حداکثر رساندن احتمال و پیامدهای حوادث مطلوب و به حداقل رساندن احتمال و عواقب اتفاقات نامطلوب و با اثر منفی بر روی اهداف پروژه است[۱]. در زیر به برخی از مهمترین پیشینه‌های تحقیق در زمینه مورد مطالعه اشاره می‌شود:

- ماراتی در مقاله‌ای در سال۲۰۱۰ به مطالعه ارزیابی ریسک زیست‌محیطی بر روی معدن سنگ آهنی در جنوب هند پرداخت. روش مورد استفاده وی FMEA بود و نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به کوچک بودن عدد اولویت ریسک، امکان ادامه عملیات معدن با توجه به شرایط فعلی وجود دارد [۲].

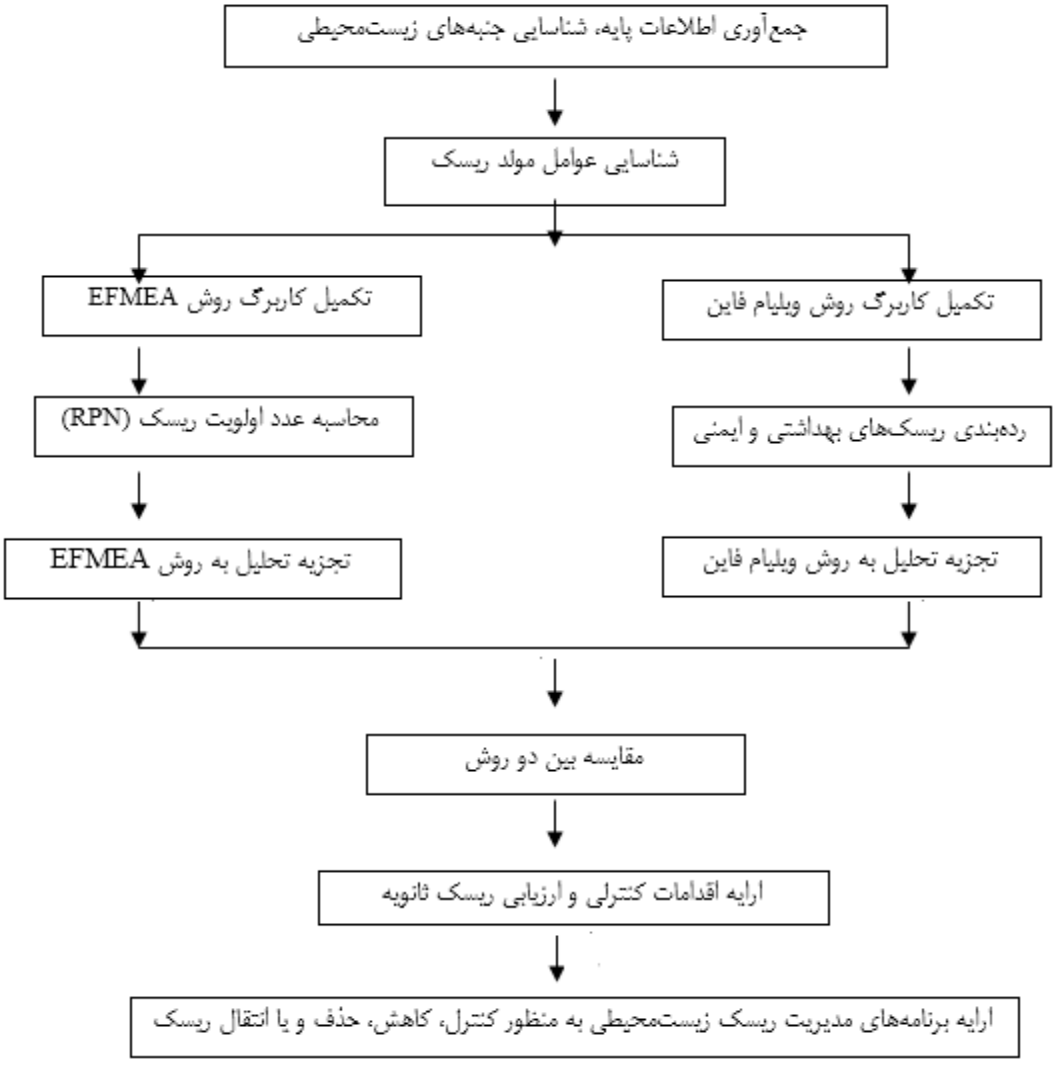
- آردیانا آلوس پریرا مقاله‌ای را در سال ۲۰۰۸ با هدف تعیین کیفیت ژئوشیمیایی رسوبات در اثر بهره‌برداری از معدن سنگ آهن به انجام رسانید. روش به کار گرفته شده روش آزمون Mann-Whitney برای مقایسه آماری و تجزیه و تحلیل آزمون بود و در ارزیابی ریسک معدن نیز از روش ویلیام فاین استفاده کردند، نتایج تحقیق وی نشان داد که استخراج معادن سنگ آهن، منابع بالقوه آلودگی منطقه مطالعه را تشکیل می‌دهند[۳].

۲- مواد و روش ها

معدن مورد نظر در استان فارس، شهرستان خرم بید (صفا شهر) و در ۱۵ کیلومتری شمال شرق صفاشهر (۳ کیلومتری شمال روستای گوشتی) واقع است. این منطقه با وسعت ۶/۱۲ کیلومتر مربع از لحاظ جغرافیایی در محدوده ۵۳ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۹/۵ ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۵دقیقه و۳۸/۳ ثانیه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). به منظور دسترسی آسانتر به محدوده، ۱۶ کیلومتر از جاده دهبید- ابرقو به‌وسیله گریدر مرمت و بازسازی شده است. با توجه به مراحل مختلف اکتشافی انجام شده از معدن ۱ و ۲، ذخیره قطعی به دست آمده شامل ۱۲۰۰۰۰۰ تن مگنتیت و ۱۷۰۰۰۰۰تن هماتیت است.

در شکل ۲ مراحل اجرای تحقیق نشان داده شده است.

شکل ۱: موقعیت معدن سنگ آهن ماد کانسار



شکل ۲: مراحل انجام کار

مطابق روش‌های مورد استفاده، چک لیستی به منظور ارزیابی ضریب تخریب زیست‌محیطی طراحی شد. در این چک لیست متغیرهایی چون شناسایی فرآیند، حالت خرابی بالقوه (جنبه‌های زیست‌محیطی)،آثار بالقوه خرابی (پیامدها)، علل بالقوه خرابی، ارزیابی اولیه جنبه‌های زیست‌محیطی (شدت، احتمال وقوع، میزان تماس، RPN، سطح ریسک)، اقدام کنترلی و ارزیابی ثانویه جنبه‌های زیست‌محیطی (شدت، احتمال وقوع، میزان تماس، RPN، سطح ریسک) به عنوان جنبه‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفت[۴]. بر این اساس عدد الویت ریسک مورد نظر از ضرب سه پارامتر شدت، احتمال وقوع و گستره آلودگی یا امکان بازیافت محاسبه شد[۵]. توضیح پارامترهای فوق در جداول ۱ تا ۴ آمده است.

جدول ۱: رتبه‌بندی شدت EFMEA [۷]

شدت	شرح شدت	امتیاز
شدید/فاجعه آفرین	بسیار مضر یا مخرب بالقوه/ اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منابع	۵
جدی	مضر اما مخرب بالقوه نیست/ اتلاف یا مصرف زیاد منابع	۴
متوسط	نسبتا مضر/ اتلاف یا مصرف متوسط منابع	۳
خفیف	پتانسیل کم برای ضرر دارد/ اتلاف یا مصرف کم منابع	۲
ضرر ناچیز	ضرر ناچیز و قابل صرف نظر کردن است/ اتلاف یا مصرف ناچیز منابع	۱

جدول ۲: رتبه بندی احتمال وقوع EFMEA [۷]

احتمال وقوع	امتیاز
رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)	۵
رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته اتفاق بیافتد)	۴
رخداد محتمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه اتفاق بیافتد)	۳
رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)	۲
رخداد غیر ممکن و بعید (امکان دارد در هر ده سال یکبار اتفاق بیافتد)	۱

جدول ۳: رتبه بندی امکان بازیافت EFMEA [۷]

امکان بازیافت	امتیاز
اتلاف منابع با قابلیت باز یافت و اصلاح آسان	۵
اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح سخت	۴
اتلاف منابع غیر قابل باز یافت	۳
مصرف منابع قابل بازیافت	۲
مصرف منابع غیر قابل بازیافت	۱

جدول ۴: رتبه بندی گستره آلودگیEFMEA

گستره آلودگی	امتیاز
منطقه‌ای (بقایی)	۵
در سطح پروژه (پروژه معدن ماد کانسار)	۴
در سطح کارگاه (خط تولید)	۳
در سطح واحد (واحد)	۲
در سطح ایستگاه کاری (همان نقطه)	۱

در ادامه درجه مخاطره‌پذیری یا عدد الویت ریسک شاخص با استفاده از توزیع فراوانی محاسبه و تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

Logn۳/۳/۰+۱= تعداد رده ۶= تعداد رده ۱۵= طول رده

$$\text{طول رده} = \frac{\text{بزرگ ترین RPN} - \text{کوچکترین RPN}}{\text{تعداد رده}} \quad (۱)$$

به منظور ارزیابی ریسک با تکنیک ویلیام فاین لازم است تا رتبه‌بندی شدت اثر، رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک و رتبه‌بندی میزان تماس هر یک از فعالیت‌ها و جنبه‌های آن مطابق با جداول ۵، ۶ و ۷ استخراج شود.

جدول ۵: رتبه‌بندی شدت پیامد اثر (B) در تکنیک ویلیام فاین

شرح شدت ریسک	امتیاز
مرگ و میر چند نفر، خسارت‌های غیر قابل جبران زیست-محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی (بیش از۱۵۰ میلیون تومان)، اثر بین‌المللی روی شهرت سازمان، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، غلظت بیش از حد آلاینده (۵۰درصد بیشتر از حد مجاز)	۱۰
مرگ و میر یک نفر، آسیب منجر به از کار افتادگی دایم بیش از یک نفر، خسارت‌های غیر قابل جبران زیست-محیطی با اثرات میان مدت، خسارت‌های مالی بین ۱۰۰ تا۱۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت ملی، مصرف نسبتا زیاد منابع و انرژی، غلظت نسبتا زیاد آلاینده (۳۰ درصد بیشتر از حد مجاز)	۸
آسیب منجر به از کار افتادگی دایم یک نفر، خسارت‌های غیر قابل جبران زیست‌محیطی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی بین ۵۰ تا۱۰۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت محلی، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت آلاینده۱۰درصد بیشتر از حد مجاز	۶
آسیب طولانی مدت بدون ناتوانی دیمی، خسارت‌های قابل جبران زیست‌محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی بین۵ تا۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت محلی، مصرف متوسط منابع و انرژی، غلظت آلاینده ۵ درصد بیش از حد مجاز	۵
آسیب موقتی، خسارت‌های قابل جبران زیست‌محیطی 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 درصد بیشتر از حد مجاز	۴
آسیب جزیی، نیازمند کمک‌های اولیه (۳ روز و کمتر دوره درمان)، خسارت مالی کمتر از یک میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت درون واحدی، مصرف خیلی کم منابع، غلظت آلاینده در حد استاندارد	۲
بدون نیاز به بررسی‌های بیشتر، خسارت مالی قابل صرفه نظر، بدون اثر روی شهرت سازمان	۱

بر اساس جداول یاد شده از محاسبه حاصل‌ضرب رتبه-بندی شدت اثر، رتبه‌بندی احتمال وقوع و رتبه‌بندی میزان تماس امتیاز ریسک محاسبه می‌شود[۶]. در رابطه ۲، A امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک یا احتمال تاثیر آن‌ها، B: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی شدت پیامد خطر و C: امتیاز حاصل از جدول رتبه-بندی(جدول شماره ۸) میزان تماس یا عوامل بالقوه خطرناک است.

$$\text{نمره ریسک} = \mathbf{A^* B^* C} \quad (۲)$$

جدول ۶: رتبه‌بندی میزان تماس(C) در تکنیک ویلیام فاین [۲]

شرح میزان تماس	امتیاز
به طور پیوسته، روزی چندین بار، تماس بیش از ۸ ساعت، انتشار مداوم آلاینده	۱۰
غالبا، هفته‌ای چندین بار، تماس بین ۶ تا ۸ ساعت، انتشار زیاد آلاینده، دوره‌ای به هنگام انجام تعمیر	۸
گهگاه، ماهی چندین بار، تماس بین ۴ تا ۶ ساعت در روز، انتشار متوسط آلاینده، ماهیانه و به شکل موردی	۶
به طور غیرمعمول، سالی چندین بار، تماس بین ۲ تا ۴ ساعت در روز، انتشار غیر عادی آلاینده، فصلی	۵
به ندرت، چندسال یکبار، تماس بین ۱ تا ۲ ساعت در روز، انتشارکم آلاینده	۴
به طور جزیی، خیلی کم، تماس کمتر از ۱ ساعت در روز، انتشار قابل اغماض آلاینده، سالیانه و به شکل موردی	۲
بدون تماس، بدون فرکانس وقوع و بدون انتشار آلاینده	۱

جدول۷: رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک(A) در تکنیک ویلیام فاین

شرح احتمال وقوع	امتیاز
اغلب محتمل هستند.	۱۰
شانس وقوع ۵۰/۵۰ است (امکان دارد).	۸
می‌تواند تصادفی اتفاق بیافتد (شانس وقوع کمتراز ۵۰ درصد است).	۵
احتمالا تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی‌افتد اما امکان وقوع دارد.	۲
در عمل وقوع آن غیر ممکن است (هرگز اتفاق نمی‌افتد).	۱

جدول۸: رتبه‌بندی سطح ریسک در روش ویلیام فاین [۲]

رتبه	اقدامات	سطح ریسک
۲۰۰ <	اصلاحات فوری برای کنترل ریسک مورد نیاز است یا نیازمند توقف فعالیت واحد تحت بررسی است.	بالاو بسیار بالا (H)
۱۹۹- ۹۰	وضعیت اضطراری است یا در اسرع وقت باید اقدامات لازم به انجام رسد.	غیرنرمال (M)
۸۹>	عامل بالقوه خطرناک تحت نظارت و کنترل است.	نرمال (L)

۳- نتایج

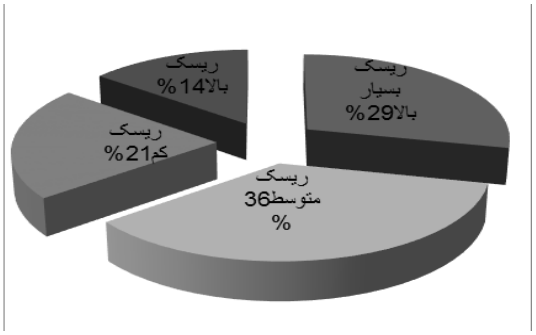
طی فرآیند عملیات بهره برداری از معدن مادکانسار ۱۴ فعالیت بررسی و ۲۰ حالت نقص که منجر به وقوع ریسک در بخش‌های ایمنی- فنی، بهداشتی و زیست‌محیطی بود شناسایی شد. مبنای تشخیص حالات خرابی بر اساس نظرات کارشناسان واحد HSE و مطابق آمار حوادث و سوانح مربوط به تجهیزات و خطاهای انسانی، بازدید از منطقه مورد مطالعه و همچنین کاربرگ‌های ثبت شده بود.

بعد از تعیین حدود رده، فراوانی هر یک از رده‌ها بدست آمد[۷]. بدین ترتیب که ۱۴ مورد از اعداد پس از بررسی تمامی فعالیت‌های موجود در معدن در مجموع ۲۰ جنبه ریسک زیست‌محیطی با استفاده از روش EFMEA شناسایی شد. بعد از محاسبه عدد الویت ریسک، بالاترین عدد الویت ریسک برابر با ۹۶ و پایین‌ترین آن برابر با ۶ به دست آمد سپس محاسبات آماری طبق فرمول‌های ارایه شده در مواد و روش‌ها صورت گرفت (جداول ۸).

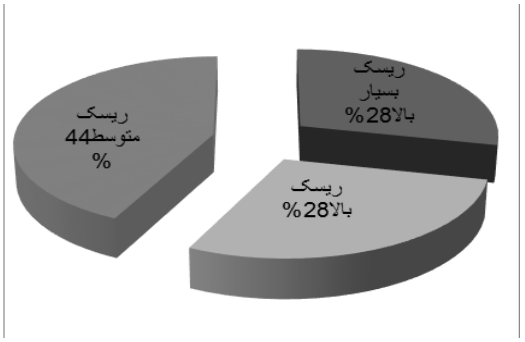
الویت ریسک در حدود ۲۱-۶ قرار گرفتند. به عبارت دیگر از مجموع ۲۰ عدد اولویت ۱۴ مورد در این محدوده قرار گرفتند. بنابراین درجه مخاطره پذیری از میانگین دو عدد ۶ و ۲۱ یا از میانگین حد پایین و حد بالای این رده، برابر با ۱۳/۵ بدست آمد. بر این اساس درجه مخاطره‌پذیری برابر با ۱۳/۵ تعیین شد و فعالیت‌هایی که اعداد اولویت ریسک آن‌ها بالاتر از درجه مخاطره‌پذیری مورد نظر بودند به عنوان فعالیت‌هایی که از اولویت ریسک بحرانی دارند، شناخته شدند که نیازمند اقدامات اصلاحی هستند.

هم‌چنین ریسک‌هایی که بالاتر از درجه مخاطره‌پذیری قرار گرفته‌اند به صورت نزولی از بزرگترین RPN به کوچکترین RPN به سه دسته تقسیم شدند. بر اساس این رتبه‌بندی از ۲۰ جنبه مورد بررسی، ۱۴ مورد در دسته ریسک‌های با درجه مخاطره‌پذیری، همچنین از ۶ جنبه بالاتر از درجه مخاطره‌پذیری باقی مانده ۲ مورد ریسک متوسط، ۳ مورد ریسک بالا و ۱ مورد ریسک خیلی بالا داشتند. پس از بررسی تمامی فعالیت‌های موجود در معدن در مجموع ۲۰ جنبه ریسک زیست‌محیطی با استفاده از روش ویلیام فاین شناسایی شد (جداول ۱۲ و ۱۳). بعد از محاسبه عدد الویت ریسک، بالاترین عدد الویت ریسک برابر با ۴۰۰ و پایین‌ترین آن برابر با ۳۰ به دست آمد. عدد الویت ریسک از ضرب سه فاکتور شدت، احتمال وقوع و میزان تماس حاصل شد. حالات خرابی بالقوه (جنبه) بر مبنای مقدار عدد ریسک به صورت نزولی از بالاترین عدد اولویت ریسک ۴۰۰ به پایین‌ترین عدد اولویت ریسک ۳۰ مرتب شد. سپس بر اساس عدد الویت ریسک، رتبه‌بندی صورت گرفت و سطح ریسک زیست-محیطی هر یک از فعالیت‌ها تعیین شد. در ادامه طبق جدول رتبه‌بندی سطح ریسک که در قسمت مواد و روش‌ها آمده

است، جنبه‌هایی که عدد اولویت ریسک آن‌ها بالاتر از ۲۰۰ بود در سطح ریسک بالا و بسیار بالا شناسایی شدند و اقدامات کنترلی لازم تعریف شد (ارجاع به جداول ۱۲ و ۱۳). به لحاظ رویکرد تکنیکی با استفاده از تلفیق تکنیک ویلیام فاین و EFMEA تمامی ریسک‌های ناشی از عملیات و فعالیت‌های بهره‌برداری از معدن شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت و برنامه مدیریت زیست‌محیطی مناسبی برای رسیدن به توسعه پایدار از لحاظ توسعه اجتماعی، اقتصادی و زیست-محیطی ارایه شد. در روش EFMEA الزامات زیست‌محیطی و قانونی با روشی معین بازرسی شد. به کمک روش آنالیز"ویلیام فاین" خطرات ایمنی، بهداشتی و جنبه های زیست‌محیطی بررسی شد. طبق رتبه‌بندی انجام گرفته در مرحله ساختمانی،۲۱ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین،۳۶ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط، ۱۴ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا و ۲۹ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک خیلی بالا قرار گرفتند. در شکل ۳، درصد ریسک جنبه‌های زیست‌محیطی نشان داده شده است. طبق رتبه‌بندی انجام گرفته در مرحله بهره‌برداری، ۴۴ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط، ۲۸ درصد در سطح ریسک



شکل ۳: درصد میزان ریسک‌های بهداشتی– ایمنی و زیست‌محیطی معدن ماد کانسار در فاز ساختمانی



شکل ۴: درصد میزان ریسک‌های بهداشتی– ایمنی و زیست‌محیطی معدن ماد کانسار در فاز بهره‌برداری

بالا و ۲۸درصد در سطح ریسک خیلی بالا قرار گرفتند. در شکل ۴، درصد ریسک جنبه‌های زیست‌محیطی نشان داده شده است.

۴- نتیجه‌گیری

طبق رتبه‌بندی انجام گرفته ۱۴ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین، ۳۸ درصد در سطح ریسک متوسط، ۱۹ درصد در سطح ریسک بالا و ۲۹ درصد در سطح ریسک بسیار بالا قرار گرفتند .

طبق جداول ارزیابی ریسک زیست‌محیطی به روشEFMEA&WILLIAM FINE نتایج حاصل از بررسی جنبه‌های ریسک ایمنی– بهداشتی و زیست‌محیطی هر فعالیت حاکی از آن است که بالاترین عدد الویت ریسک مربوط به ریسک زیست‌محیطی گرد و غبار و مصرف سوخت بوده است. اقدامات اصلاحی و کنترلی لازم، متناسب با نوع فعالیت و فرآیند در حال انجام که از پتانسیل ریسک زیست-محیطی بالایی دارند، پیشنهاد شد. اقدامات اصلاحی مانند برنامه‌ریزی و اجرای به موقع تعمیرات پیشگیرانه، استفاده از انجام برنامه اندازه‌گیری و حذف گرد و غبار و پایش تراز شدت صوت و پایش هوا و میزان آلودگی تولیدی، مدیریت فعالیت‌های ساخت و ساز و جلوگیری از فعالیت در شب هنگام، استفاده از مخازن مناسب نگهداری مایعات برای جلوگیری از آلودگی آب و خاک، اجرای طرح مدیریت پسماند (جداسازی و ذخیره پسماندها) بازرسی دوره‌ای سیستم‌های مدیریتی، مدیریت حمل و نقل برای کاهش ترافیک و تصادفات، رعایت نکات ایمنی در حین کار، دادن تعهدات لازم مبنی بر کنترل میزان خروجی NOX در کمترین حد استاندارد با فناوری مناسب و روز دنیا، اجرای برنامه‌های پایش دوره‌ای، نمونه‌برداری از پساب، ارزیابی مکانیسم‌های ایمنی و تعیین حریم عملیاتی و در نظر گرفتن واحد مدیریت HSE ارایه شد. این پژوهش نشان داد که با کمک روش EFMEA می‌توان محیط‌زیست تحت تاثیر را شناسایی کرد. انجام ارزیابی ریسک ثانویه که از مزایای این روش است کمک می‌کند تا دریابیم که اقدامات تعیین شده تا چه حد درکاهش سطح ریسک موثر است. برای بررسی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی در معدن سنگ آهن ماد کانسار تمام جنبه‌های آلاینده و کلیه سوانح و علل آن‌ها به کمک روش ویلیام فاین شناسایی شدند. به کمک روش ویلیام فاین در سامانه مدیریت بهداشت و ایمنی کانون‌ها و عوامل خطر

شناسایی شد و با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و کنترلی نسبت به حذف یا مهار آن‌ها پیشنهاد اقدامات لازم ارایه شد. از جمله مزایای این روش، داشتن یک سطح ریسک شاخص به منظور مقایسه نمره ریسک‌ها و همچنین فاکتور هزینه قابل توجیه است.

جدول ۹: نمونه جدول ارزیابی ریسک زیست‌محیطی در مرحله ساختمانی به روش EFMEA

شرح عملیات	حالات خرابی بالقوه (جنبه های زیست محیطی)	جنبه زیست محیطی	ارزیابی اولیه جنبه های زیست محیطی					اقدام کنترلی
			شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان	RPN	سطح ریسک	
ساخت ساختمان های اداری و تاسیسات مورد نیاز	افزایش گرد وغبار افزایش سطح تراز صوت افزایش ترافیک	تغییر منظر و سیمای منطقه	۱	۳	۲	۶	L	مورد نیاز نیست
		تخریب زیستگاه های خشکی	۱	۳	۲	۶	L	مورد نیاز نیست
		آلودگی هوا بر اثر گرد و غبار	۲	۳	۳	۱۸	H_1	اندازه گیری و حذف گرد و غبار
		ریسک سلامت و امنیت کارگران	۱	۳	۲	۶	L	مورد نیاز نیست
انتشار به هوا بر اثر فعالیت های مختلف و ساخت و ساز، وسایل نقلیه	انتشار گرد و غبار	افزایش غلظت CO,SOx,NOX و گرد و غبار	۳	۳	۴	۳۶	H_2	مدیریت فعالیت های ساخت و ساز، اندازه گیری گرد و غبارف پایش تراز شدت صوت و پایش هوا، میزان آلودگی تولید شده
		پراکندگی گرد و غبار و افزایش آلودگی در سطح محلی	۳	۳	۴	۳۶	H_2	

جدول ۱۰: نمونه جدول ارزیابی ریسک زیست‌محیطی در مرحله بهره‌برداری به روش EFMEA

شرح عملیات	حالات خرابی بالقوه(جنبه های زیست محیطی)	جنبه زیست محیطی	ارزیابی اولیه جنبه های زیست محیطی					اقدام کنترلی
			شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان	RPN	سطح ریسک	
بهره برداری از کارخانه	گرد و غبار و مصرف سوخت	تخریب محیط زیست طبیعی	۴	۳	۴	۴۸	H_2	-
انتشار به هوا در فاز بهره برداری	تولید مواد معلق و گرد و غبار، انتشار SO_2 PM, NO_X در طی دوران بهره‌برداری	آلودگی سطح زمین	۵	۳	۱	۱۵	H_1	دادن تعهدات لازم بر کنترل میزان خروجی NO_X در کمترین حد استاندارد با تکنولوژی مناسب و روز دنیا
سر و صدا در فاز بهره برداری	انتشار سرو صدا ناشی از بهره بردار منابع	افزایش سطح تراز صوت	۴	۳	۱	۱۲	M	-

جدول ۱۱: نمونه جدول ارزیابی ریسک‌های بهداشتی و ایمنی در مرحله ساختمانی به روش WILLIAM FINE

شرح عملیات	جنبه های بهداشتی-ایمنی	پیامد	ارزیابی اولیه جنبه های بهداشتی-ایمنی				
			شدت	احتمال وقوع	میزان تماس	عدد ریسک	سطح ریسک
ساخت ساختمان های اداری و تاسیسات مورد نیاز	افزایش گرد وغبار افزایش سطح تراز صوت افزایش ترافیک	تغییر منظر و سیمای منطقه	۵	۲	۳	۳۰	ریسک کم
		تخریب زیستگاه های خشکی	۵	۲	۳	۳۰	ریسک کم
		آلودگی هوا بر اثر گرد و غبار	۵	۱۰	۶	۳۰۰	ریسک بالا
		ریسک سلامت و امنیت کارگران	۵	۲	۳	۳۰	ریسک کم
انتشار به هوا بر اثر فعالیت های مختلف و ساخت و ساز، وسایل نقلیه	انتشار گرد و غبار	افزایش غلظت CO, SO_x, NO_X و گرد و غبار	۶	۱۰	۶	۳۶۰	ریسک بسیار بالا
		پراکندگی گرد و غبار و افزایش آلودگی در سطح محلی	۶	۱۰	۶	۳۶۰	ریسک بسیار بالا

جدول ۱۲: نمونه جدول ارزیابی ریسک‌های بهداشتی و ایمنی در مرحله بهره‌برداری به روشWILLIAM FINE

شرح عملیات	جنبه های بهداشتی-ایمنی	پیامد	ارزیابی اولیه جنبه های بهداشتی-ایمنی				
			شدت	احتمال وقوع	میزان تماس	عدد ریسک	سطح ریسک
بهره برداری از کارخانه	گرد و غبار و مصرف سوخت	تخریب محیط زیست طبیعی	۴	۵	۴	۸۰	ریسک کم
انتشار به هوا در فاز بهره برداری	تولید گرد و غبار، ، انتشار $PM\ SO_2, NO_X$ در طی دوران بهره‌برداری	آلودگی سطح زمین	۶	۶	۸	۲۸۸	ریسک بالا
سر و صدا در فاز بهره برداری	انتشار سرو صدا ناشی از بهره بردار منابع	افزایش سطح تراز صوت	۵	۱۰	۲	۱۰۰	ریسک متوسط
پساب جمع اوری و تصفیه پساب ، جمع اوری پساب بهداشتی	تخلیه پساب	آلودگی خاک ، آب زیرزمینی	۵	۱۰	۲	۱۰۰	ریسک متوسط
پسماند جمع آوری و ذخیره پسماند	تخریب محیط زیست	آلودگی آب زیرزمینی و خاک ، تخریب زیستگاه، مسایل بهداشتی	۶	۴	۱۰	۲۴۰	ریسک بالا
جمع آوری پسماندها و تخلیه	پسماندها	آلودگی خاک ، آب های زیرزمینی	۵	۴	۶	۱۲۰	ریسک متوسط
تولید محصول	برق گرفتگی	مرگ و میر، آلودگی محیط زیست، ریسک سلامت	۶	۱۰	۶	۳۶۰	ریسک بسیار بالا

۵- مراجع

[۱] جوزی، سید علی؛ ۱۳۸۷؛ **"ارزیابی و مدیریت ریسک"**، نشردانشگاه آزاد اسلامی، ص ۳۵۴.

[2] Marathi, M. (2010). "*Rapid Environmental impact asse- ssment & environmental management plan report*", International conference of Environmental Science & Technology, 18- 22 March, Napoli, Italy, 88-89.

[3] Adriana Alves, P. (2008). "*Effects of iron-ore mining and processing on metal bioavailability in a tropical coastal lagoon*". International conference of Strategic Planning and Environment, 21- 23 June, Pampelona, Spain, 12-15.

[4] Barens, W. etal. (2014). "*Occupational Health & Safety- Risk Assessment in Michigan Steel Manufacturing by using of William Fine method*". Fuzzy Risk Assessment Journal, 3(11): 17-29.

[5] Danielsson, M., and Gunnarsson, S. A. (2001). "*Guideline for Implementation of Environment failure Mode and Effect Analysis Method*". Marmait publish, Sofia, Bulagaria, pp. 127.

[6] Muhlbauer, W. K. (2007). "*Pipeline risk management ma- nual*". Gulf professional publishing, 2 Edition, USA, 427-428.