Journal of Research in Environmental Health
Volume 10, Issue 3, Autumn 2024

Evaluation and Management of the Environmental Risks of the Direct Recovery Plant of Sponge Iron Production Using the EFMEA Method (Case Study: Golgohar Iron and Steel Development Company)

Barzin Behroj
* Environmental expert of Gol Gohar Iron and Steel Development Company, Sirjan, Iran (M.s environment) (Corresponding Author)
barzinbehrog@gmail.com
Hadi Zahedi
Environmental expert of Gol Gohar Iron and Steel Development Company, Sirjan, Iran (M.s environment)
Bahram Kalantari
Health, safety and environment manager of Gol Gohar Iron and Steel Development Company, Sirjan, Iran (M.s Chemical Engineering)
Mohammad Hossein Lohrasb
Head of technical and process safety of Gol Gohar Iron and Steel Development Company, Sirjan, Iran (M.s Health Safety and Environment)

Received: 2024/04/13
Accepted: 2024/08/20
Doi:10.22038/jreh.2024.25289

Abstract

Background and Purpose: The steel industry is highly crucial in Iran due to the availability of mineral resources, manpower capacity, economic platforms, and the effectiveness of steel manufacturing in Iran's economic growth. Therefore, some strategies must be taken to reduce environmental hazards and direct the steel industry toward sustainable development. This study aims to evaluate and manage the environmental risk of a direct recovery plant based on the EFMEA method in Golgohar Iron and Steel Development Company.

Materials and Methods: All environmental aspects and hazards were identified through field visits and analyzed using the EFMEA method. RPN was measured by probability coefficient, intensity, and recovery or extent of pollution. Ultimately, secondary RPN was measured after defining and applying the control measures.

Results: This study identified 468 aspects of environmental risks among which, 258 risks were at a minor level, 187 risks were low-level, 17 risks were medium-level, and six risks were high-level.

Conclusion: the results confirmed that the most substantial risks occurred in the production unit, with the highest risk number related to chimney exhaust gases in terms of greenhouse gas emissions. After secondary assessment and corrective measures were done, it was found that proper methods adopted for environmental risk management, accurate planning, and presentation of preventive and corrective strategies can significantly reduce the environmental consequences and environmental hazards caused by industries.

Keywords: Sponge Iron, Risk Management, Recovery Plant, EFMEA, Environmental Aspects, Golgohar

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy ofthis licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Citation: Behroj B, Zahedi H, Kalantari B, Lohrasb M.H. Evaluation and Management of the Environmental Risks of the Direct Recovery Plant of Sponge Iron Production Using the EFMEA Method (Case Study: Golgohar Iron and Steel Development Company) . *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2024; 10(3):52-62.

ارزیابی و مدیریت ریسک‌های محیط زیستی کارخانه احیای مستقیم تولید آهن اسفنجی به روش EFMEA (مطالعه‌ی موردی: شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر)

برزین بهروج
* کارشناس محیط زیست شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر، سیرجان، ایران (کارشناس ارشد محیط زیست) (نویسنده مسئول)
barzinbehrog@gmail.com
هادی زاهدی
کارشناس محیط زیست شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر، سیرجان، ایران (کارشناس ارشد محیط زیست)
بهرام کلانتری
مدیر سلامت، ایمنی و محیط زیست شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر، سیرجان، ایران (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
محمد حسین لهراسب
رئیس ایمنی فنی و فرآیند شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر، سیرجان، ایران (کارشناس ارشد HSE)

چکیده

زمینه و هدف: در ایران صنعت فولاد به لحاظ وجود منابع معدنی مورد نیاز در کشور، توانمندی نیروی انسانی، وجود بسترهای اقتصادی و اثربخشی تولید فولاد در رشد اقتصادی کشور، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنـابراین بایـد راهکارهایی اتخاذ گردد که ضمن کاهش خطرات محیط زیستی، صنعت فولاد به سمت توسعه پایدار پیش رود. هـدف از پژوهش حاضر ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی کارخانه احیای مستقیم به روش EFMEA در شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر می باشد.

مواد و روش‌ها: در ابتدا با بازدید میدانی تمامی خطرات و جنبه‌های محیط زیستی شناسـایی و بـا استفاده از روشEFMEA ارزیابی شد. RPN با حاصل ضرب احتمال، شدت و بازیافت یا گستره آلودگی به دست آمده است. در نهایت RPN ثانویه پس از تعریف و اعمال اقدامات کنترلی پیشنهادی محاسبه گردید.

یافته‌ها: در این پژوهش ۴۶۸ جنبه ریسک محیط زیستی شناسایی شد که از این میزان ۲۵۸ ریسک در سطح ناچیز، ۱۸۷ ریسـک در سطح کم، ۱۷ ریسک در سطح متوسط و ۶ ریسک در سطح بالا قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که مهمترین ریسک‌های موجود در واحد تولید بوده که بیشترین عدد ریسک مربوط به گازهای خروجی دودکش از جنبه انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. پس از ارزیابی ثانویه و انجام اقدامات اصلاحی، مشخص گردید که استفاده از روش‌های مناسب مدیریت ریسک‌های محیط زیستی، برنامه‌ریزی صحیح، ارائه راهکارهای پیشگیرانه و اصلاحی می‌تواند از وقوع پیامدهای محیط زیستی جلوگیری و خطرات محیط زیستی ناشی از صنایع را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها: آهن اسفنجی، مدیریت ریسک، کارخانه احیا، EFMEA، جنبه‌های محیط زیستی، گل‌گهر

استناد: بهروج ب، زاهدی ه، کلانتری ب، لهراسب م.ح. ارزیابی و مدیریت ریسک‌های محیط زیستی کارخانه احیای مستقیم تولید آهن اسفنجی به روش EFMEA (مطالعه موردی: شرکت توسعه آهن و فولاد گل گهر). *فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۴۰۳؛۱۰(۳): ۵۲-۶۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰
نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

از آن‌جایی که آهن اسفنجی خوراک اصلی کوره‌های فولادسازی به‌ویژه کوره‌های قوس الکتریکی (EAFs[1]) جهت تولید فولاد خام است، تولید با کیفیت آن ازجمله دغدغه‌های صنعت فولاد به‌شمار می‌رود. آهن اسفنجی در کارخانه‌های احیا مستقیم تولید می‌شود. فرآیند احیا شامل تبدیل گندله به آهن اسفنجی با استفاده از گازهای احیایی، سال‌هاست مورد توجه قرار گرفته است. در ایران، صنعت فولاد از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است؛ به‌نحوی که می‌توان صنعت فولاد را صنعت پیشرو ایران دانست (۱). ایران به‌سبب وجود منابع سرشار گاز، از روش احیای مستقیم بر پایه گاز در تولید آهن اسفنجی استفاده می‌کند و در سال ۱۴۰۰ با تولید ۳۲/۹۰ میلیون تن آهن اسفنجی که تمام آن بر پایه گاز بود، پس از هند با تولید ۴۳/۵۵ میلیون تن که ۳۴/۲۷ میلیون تن آن بر پایه‌ی زغال‌سنگ بود، در جایگاه دوم قرار گرفت (۲). سهم ۲۰ درصدی صادرات محصولات فولادی از صادرات غیرنفتی کشور مبین همین ادعا است. پیشرفت در صنعت با وجود این‌که قسمت عمده‌ای از مشکلات جامعه را حل کرده باعث به‌وجود آمدن بسیاری از مخاطرات محیط زیستی و ریسک‌ها نیز شده است (۳). معادن و صنایعی که موادمعدنی را به مواد قابل استفاده تبدیل می‌کنند ازجمله صنایع پرخطر برای محیط زیست محسوب می‌شوند (۴). در میان صنایعی بزرگی چون آهن و فولاد پیامدها و مشکلات محیط‌زیستی فراوانی به‌وجود می‌آورند. اما در صورتی‌که فعالیت‌های این صنایع با برنامه‌ریزی و رعایت مسائل محیط زیستی همراه باشد اثرات نامطلوب تا حد قابل‌قبولی کاهش خواهد یافت (۱). ازجمله این مشکلات محیط زیستی تولید ضایعات، پسماندها، آلودگی آب، هوا، خاک و صوت است (۵).

هم‌چنین این صنایع از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی در بخش صنعت هستند به‌طوری که ۱۲ درصد از انرژی تولیدی جهان در این بخش مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶). این در حالی است که صنایع آهن و فولاد نقش مهمی در توسعه و رشد اقتصادی کشورها دارد و یکی از اولویت‌های برنامه‌ی توسعه‌ی کشورها هستند (۷). با توجه به آمارهای انجمن جهانی فولاد ایران رتبه ۹ جهانی و رتبه‌ی نخست در خاورمیانه را به‌خود اختصاص داده است. لذا حفاظت از محیط زیست یک مسئله‌ی مهم در جهت رفاه جامعه جهانی، سلامت محیط زیست و توسعه‌ی اقتصادی پایدار است که می‌توان با بهره‌برداری بهینه و اصولی از منابع، ضمن حفظ محیط زیست به بهترشدن زندگی افراد جامعه نیز کمک کرد (۸).

ارزیابی ریسک یک روش منطقی جهت بررسی مخاطرات است که کلیه‌ی پیامدهای بالقوه بر روی افراد، تجهیزات و محیط زیست را شناسایی و ارزیابی می‌کند. این روش داده‌های ارزشمندی برای تصمیم‌گیری در زمینه‌ی پایین آوردن سطح ریسک‌ها به سطح قابل‌قبول ایجاد می‌کند (۹).

نمونه‌ای از ارزیابی ریسک، ارزیابی ریسک محیط زیست است. با استفاده از آن می‌توان خطرات محیط زیست را کاهش و در جهت رسیدن به توسعه پایدار گام برداشت (۱۰)، که شامل فرمول‌بندی و شناسایی مشکلات محیط زیستی و ارزیابی آن است (۱۱). در ارزیابی ریسک محیط زیستی علاوه بر مطالعه و ارزیابی پیامدهای ریسک، میزان حساسیت محیط زیست ناحیه و ارزش‌های خاص آن مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد (۱). روش‌های متنوعی جهت ارزیابی و بررسی خطرات

[1] Electric Arc Furnaces

بالقوه‌ی فعالیت‌های یک پروژه یا توسعه وجود دارد از آن‌جایی که در هر روش نیاز به اطلاعات ویژه هست همین امر باعث می‌شود که هر روش کارایی ویژه‌ای برای ارزیابی درک طبیعت ریسک، نحوه‌ی فعالیت‌ها داشته باشد (۱۲).

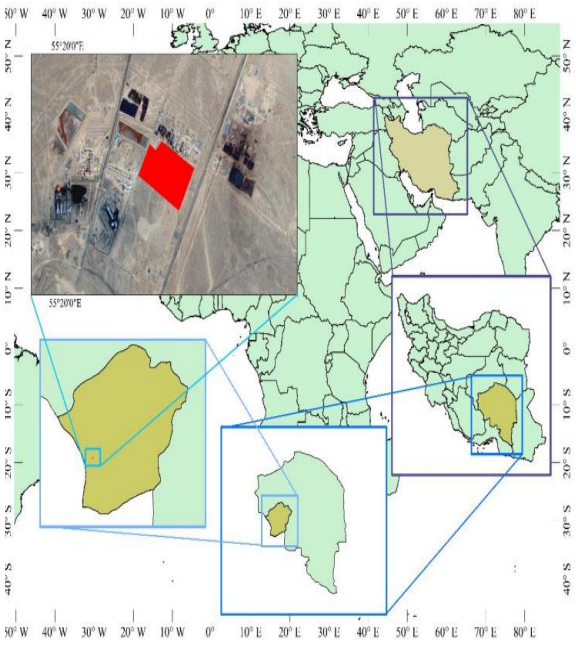
درک طبیعت ریسک، نحوه‌ی سنجش و واکنش نسبت به نتیجه‌ی آن برای ایمن ساختن سیستماتیک و فعالیت‌های آن بسیار مهم است (۱۳).

یافته‌ها نشان می‌دهد می‌توان با تعیین هدف و انتخاب روش مناسب جهت اندازه‌گیری و ارزیابی ریسک‌ها، ارتباط بین روش‌های ارزیابی ریسک و حمایت از تصمیم‌گیری را تقویت کرد (۱۴). برای مدیریت ریسک احتیاج به روش‌های منطقی، نظام‌مند و استاندارد ارزیابی ریسک است تا واحدهای صنعتی بتوانند بر اساس آن تصمیم-گیری و برنامه‌ریزی کنند (۱۵).

EFMEA[1] نمونه ای از روش FMEA که یک روش سیستماتیک برای تعیین مشکلات احتمالی فرایند و همچنین تجزیه‌وتحلیل آن‌ها در جهت اقدامات اصلاحی و پیشگیری آسان است (۱۶). هدف روش EFMEA پیدا کردن به‌موقع ریسک‌های محیط زیستی و اثرات آن‌ها بر محیط زیست ناحیه‌ی تحت‌تاثیر است (۱۷) .این مدل یک روش انعطاف‌پذیر است بر این اساس می‌توان در صورت ضرورت و بر اساس فرایند مورد مطالعه پارامترها را به آن اضافه کرد (۱۸). ما در این تحقیق شناسایی و ارزیابی جنبه‌ها محیط زیستی را با استفاده از روش EFMEA انجام داده‌ایم و در نتیجه در این پژوهش ۴۳۵ جنبه ریسک محیط زیستی شناسایی شد که از این میزان ۲۲۸ ریسک در سطح ناچیز، ۱۷۶ ریسک در سطح کم و ۲۵ ریسک در سطح متوسط و ۶ ریسک در سطح بالا قرار داشتند. که بیشترین عدد اولویت ریسک ۶۴ و کم‌ترین ۱۵ بود. با توجه به این که کارخانه‌ی احیا مستقیم شرکت توسعه‌ی آهن و فولاد گل‌گهر همانند سایر صنایع با مشکلات محیط زیستی مواجه می‌باشد، این تحقیق با هدف ارزیابی و شناسایی ریسک‌های محیط زیستی و ارائه‌ی راهکارها و اقدامات اصلاحی در جهت کاهش این ریسک‌ها انجام شد.

روش‌کار

مجتمع توسعه‌ی آهن و فولاد گل‌گهر در داخل زمینی به و سعت ۳۴۷ هکتار در ۲۰۹ کیلومتری شهر کرمان (مرکز ا ستان) در سال ۱۳۹۱ با سرمایه‌ی ۱۳۵۳۰ میلیارد ریال (۷۱ میلیون یورو سرمایه‌ی ارزی و ۴۳۷۰ میلیارد ریال سرمایه‌ی ریالی) در منطقه‌ی صنعتی گل‌گهر واقع در ۵۵ کیلومتری شهرستان سیرجان تأسیس شد. مأموریت شرکت، تولید ۳/۷ میلیون تن آهن اسفنجی به روش میدرکس و ۳ میلیون تن فولاد به روش اسلب نازک و نورد ورق گرم جهت تولید انواع ورق‌های کیفی و تجاری می‌باشد. با بهره‌گیری از دانش و فن‌آوری روز دنیا و توان داخلی برای تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس مگامدول گوهر در سال ۱۳۹۵ به‌عنوان اولین واحد تولیدی آهن اسفنجی به بهره‌برداری رسید، این واحد به‌عنوان پیشرفته‌ترین واحدهای تولید آهن و فولاد در سطح کشور مطرح می‌باشند (**شکل ۱**).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر

[1] Enviroment Failure Mode and Effects Analysis

روش تحقیق

روشی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است یک روش توصیفی- تحلیلی است. در ابتدا به‌منظور آشنایی بیشتر با روش EFMEA پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. سپس از در کارخانه آهن اسفنجی شرکت توسعه‌ی آهن و فولاد گل‌گهر سیرجان جهت شناسایی جنبه‌های محیط زیستی بازدید به‌عمل آمد. این بازدید در طی چند مرحله انجام شد. در ابتدا برای آشنایی با سیکل تولید و فعالیت ها، این کار خانه به واحد های تشکیل‌دهنده‌ی آن تفکیک و فرآیندهای صورت گرفته در هر واحد به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. برای شناسایی و ارزیابی میزان ریسک‌های محیط زیستی در کارخانه ۱۷ کاربرگ مطابق (**شکل ۲**) به تعداد واحدهای مورد بررسی تهیه و بین واحدها توزیع گردید. پس از آن با مصاحبه‌ی حضوری از کارکنان و سرپرستان واحدها، برگزاری کمیته‌های محیط زیست و جلسات متعدد، خطرات و ریسک‌های موجود به‌طور کامل شناسایی و بر اساس نظر کارشناسان خود واحدها کاربرگ‌ها تکمیل گردید.

دستورالعمل شناسایی جنبه ها و ارزیابی ریسک محیط زیستی — کد مدرک — PR -----

(سطح محرمانگی : عادی) — شماره ویرایش: ۰ — **فروردین ماه ۱۴۰۳**

ردیف	شرح فعالیت		جنبه	پیامد	اقدام کنترلی موجود	ارزیابی اولیه: شدت (S)	احتمال (L)	گستره آلودگی (P) یا امکان بازیافت (R)	RPN	مرتبط با چرخه حیات	وضعیت: Normal	Abnormal	EMERGENCY	الزام قانونی: دارد	ندارد	اقدامات پیشنهادی	ارزیابی ثانویه: شدت (S)	احتمال (L)	گستره آلودگی (P) یا امکان بازیافت (R)	RPN بازنگری شده
۲۰		خروج محصول از کوره	نشت گاز احیایی	هدر رفت منابع	افزایش تزریق گاز سیل	۳	۵	۲	۳۰	*	*				*					۰
۲۱		انجام درین اسکرابر ها به صورت دستی و اتوماتیک	ریزش آب	هدر رفت منابع	ایجاد لاین های انتقال مجدد آب به پروسه	۲	۵	۲	۲۰	*	*				*					۰
۲۲		پاره شدن شیلنگ‌های هیدرولیک	نشت روغن با فشار به محیط	هدر رفت منابع	بازدید و بازرسی دوره ای و منظم سیستم هیدرولیک	۴	۳	۲	۲۴	*		*			*					۰
۲۳	تولید	بارگیری DRI از ریمیت پایل به هنگام توقف نوار	پخش ذرات معلق در هوا	آلودگی هوا	PM	۳	۵	۳	۴۵	*	*			*		فول مکانیزه سازی- محافظ گذاری	۳	۵	۲	۳۰
۲۴		تولید گاز احیایی	مصرف مواد و منابع	کاهش منابع طبیعی	تعمیرات و نگهداری تجهیزات به منظور کاهش مصارف گاز	۳	۵	۲	۳۰	*	*				*					۰
۲۵		استک ریفورمر	انتشار گازهای گلخانه ای	آلودگی هوا، گرمایش زمین	ریکوپراتور و انجام پایش های دوره ای کنترل سیستم	۴	۴	۴	۶۴	*	*			*		همزمان پالایشگر و ریکوپراتور	۳	۴	۳	۳۶

شکل ۲. شناسایی جنبه‌ها و ارزیابی ریسک محیط زیستی کارخانه احیاء مستقیم سایت شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر

- ***مراحل انجام روش*** EFMEA

گام نخست: در ارزیابی ریسک محیط زیستی شناخت فرایند و تجهیزات موجود (طرح توسعه یا صنعت مورد نظر یا ...) و بررسی نقش آن‌ها می‌باشد. این امر با بازدید و جمع‌آوری مشاهدات و اندازه‌گیری آلاینده‌ها و ... صورت می‌گیرد.

گام دوم: شناسایی جنبه‌های محیط زیستی و پیامدهای

آن‌ها بر محیط زیست می‌باشد.

گام سوم: امتیازدهی ریسک های بر اساس نظر کارشناسان که (**جداول ۱ تا ۴**) نشان‌دهنده‌ی احتمال وقوع، شدت اثر، گستردگی وقوع و امکان بازیافت می‌باشد (۱۹).

گام چهارم محاسبه عدد اولویت ریسک RPN[1] می‌باشد.

گام پنجم تجزیه‌وتحلیل RPNها و تعیین حدود ریسک کم، ناچیز، متوسط، بالا و بحرانی است.

گام ششم ارائه راهکارهای کاهش ریسک و بررسی میزان کاهش ریسک در اثر اجرای آن‌هاست.

جدول ۱. جدول کلی شدت پیامد جنبه

امتیاز	شرح	شدت پیامد جنبه
۵	بسیار مضر یا مخرب بالقوه / اتلاف یا مصرف زیاد منابع	بسیار زیاد
۴	مضر اما مخرب بالقوه نمی‌باشد / اتلاف یا مصرف زیاد منابع	زیاد
۳	نسبتا مضر / اتلاف یا مصرف متوسط منابع	متوسط
۲	پتانسیل کم و ضرر کمی دارد / اتلاف یا مصرف منابع کم	کم
۱	ضرر ناچیز و قابل صرف نظر کردن می‌باشد / اتلاف یا مصرف ناچیز منابع	بسیار کم

جدول ۲. جدول کلی احتمال وقوع جنبه

امتیاز	شرح	احتمال وقوع جنبه
۵	رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)	بسیار زیاد
۴	رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته یکبار اتفاق بیافتد)	زیاد
۳	رخداد محتمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه یکبار اتفاق بیافتد)	متوسط
۲	رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)	کم
۱	رخداد غیرممکن و بعید (امکان دارد در هر ۱۰ سال یکبار اتفاق بیافتد)	بسیار کم

جدول ۳. جدول کلی گستره آلودگی‌ها

امتیاز	شرح	گستره‌آلودگی‌ها
۵	منطقه‌ای	بسیار زیاد
۴	در سطح پروژه	زیاد
۳	در سطح کارگاه	متوسط
۲	در سطح واحد	کم
۱	در سطح ایستگاه‌کاری	بسیار کم

جدول ۴. جدول کلی بازیافت

امتیاز	شرح	عنوان
۵	اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح آسان	بسیار زیاد
۴	اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح سخت	زیاد
۳	اتلاف منابع غیرقابل بازیافت	متوسط
۲	مصرف منابع قابل بازیافت	کم
۱	مصرف منابع غیرقابل بازیافت	بسیار کم

[1] Risk Priority Number

محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN)

بعد از امتیازدهی، درجه اولویت ریسک با استفاده از رابطه (۱) به دست آمد:

$$RPN= S\times O\times R/P \quad (۱)$$

در این رابطه (O) احتمال وقوع، (S) شدت اثر، (P) گستره آلودگی و (R) امکان بازیافت.

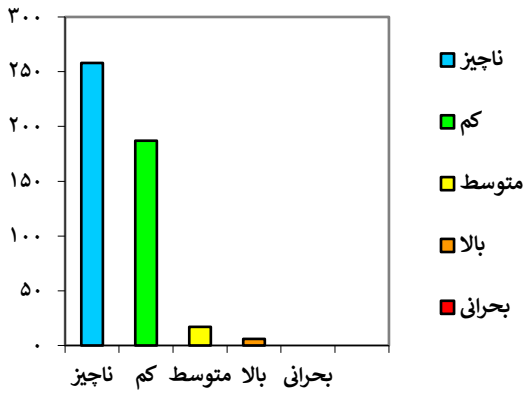
تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و تعیین سطح ریسک

در این گام پس از برآورد نرخ ریسک (RPN) بایستی ریسک‌ها را رتبه‌بندی نمود که ابتدا باید آن‌ها را مورد ارزشیابی قرار داد. برای تعیین معیار و ارزش ریسک سطوح ذیل تعریف شده است:

- سطح ۱ : سطح ناچیز که در آن عدد RPN کمتر از ۲۸ می‌باشد و نیاز به اقدامات پیشگیرانه احساس نمی‌شود.
- سطح ۲ : سطح کم که در آن عدد RPN دارای مقادیری بین ۲۹ الی ۴۱ است از حالت ایده‌آل ریسک فاصله داشته ولی نیاز به اقدام پیشگرانه‌ای نیست.
- سطح ۳: سطح متو سط که در آن عدد RPN دارای مقادیری بین ۴۲ الی ۵۴ است. این سطح در مرز الزام به اقدامات پیشگیرانه قرار دارد و می‌بایست نسبت به بالاتر رفتن سطح ریسک جلوگیری نمود.
- سطح ۴: سطح بالا که در آن عدد RPN دارای مقادیری بین ۵۵ الی ۶۷ است. این سطح نیاز به اقدامات پیشگیرانه و محاسبه‌ی مجدد RPN دارد.
- سطح ۵ : سطح بحرانی که در آن عدد RPN بیشتر از ۶۸ می باشد. مسلم است که این سطح نیاز به اقدامات پیشگیرانه فوری و محاسبه مجدد RPN دارد.

یافته‌ها

در این پژوهش با بهره‌گیری از دانش و تجربه‌ی کارشناسان واحدها، تشکیل کمیته‌های محیط زیست، جلسه‌های کارشناسی و بازدیدهای میدانی، ارزیابی جنبه‌های محیط زیست جهت کلیه واحدهای مجتمع توسعه آهن و فولاد گل‌گهر انجام گردید. و در مجموع ۴۶۸ جنبه‌ی ریسک محیط زیستی شناسایی شد. که در (**نمودار ۱**) نمایش داده شده است.

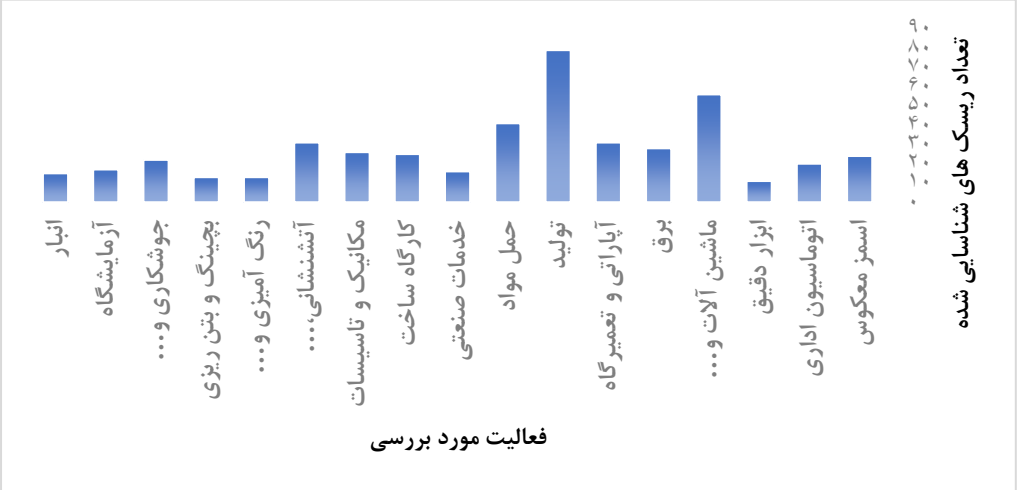


نمودار ۱. مقادیر ریسک شناسایی شده

همان‌گونه که در نمودار بالا مشاهده می‌گردد از این میزان ۲۵۸ریسک در سطح ناچیز، ۱۸۷ ریسک در سطح کم و ۱۷ ریسک در سطح متوسط و ۶ ریسک در سطح بالا قرار داشتند.

تعداد ریسک‌های شناسایی شده برای هر فعالیت در (**نمودار ۲**) نمایش داده شده است.

از آن‌جایی‌که ماهیت مجتمع توسعه آهن و فولاد گل‌گهر تولید آهن اسفنجی به‌روش احیا مستقیم می‌باشد به‌طبع آن واحد تولید به‌دلیل مصارف انرژی و مواد بیشترین تاثیر را بر روی محیط زیست اطراف دارد. از این‌رو بیشترین ریسک‌های شناسایی‌شده با توجه به نمودار ۲ مربوط به فعالیت تولید بوده و بعد از آن ماشین‌آلات و سرویس‌کاری و حمل مواد (مواد اولیه و مواد تولیدی) رده‌های بعدی را به‌خود اختصاص داده‌اند.



نمودار ۲. تعداد ریسک‌های شناسایی شده برای هر فعالیت

بحث

روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی وجود دارد که هر کدام دارای نقاط‌قوت و ضعف خاص خود با توجه به محیط و نمونه‌ی مورد بررسی هستند. انتخاب یک روش برای ارزیابی ریسک، یک اقدام نسبی است و نمی‌توان به‌طور قطع در مورد تناسب یک روش برای ارزیابی ریسک تصمیم گرفت. با ترکیب روش‌های موجود و نوین ارزیابی می‌توان ریسک‌های محیط زیستی در محیط‌های مختلف را در راستای نیل به توسعه‌ی پایدار تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش و مدیریت نمود.

با توجه به ماهیت صنایع تولید آهن و فولاد انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوا و مصرف آب از جنبه‌های شاخص و بارز بوده و طبق ارزیابی جنبه‌ی انجام شده بیشترین عدد ریسک ۶۴ و کمترین ۱۵ بود. بیشترین عدد ریسک مربوط به فعالیت تولید در بخش دودکش[1] ریفورمر مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای با عدد ریسک ۶۴ بوده که با اقدامات کنترلی نظیر استفاده‌ی همزمان از پالایشگر و سیستم ریکوپراتور و انجام پایش‌های دوره‌ای سیستم ابزار دقیق این مورد مرتفع گردیده و به سطح مطلوب رسیده است.

محدودیت‌ها و پیشنهادات پژوهش: به‌منظور رساندن ریسک‌ها به سطح قابل‌قبول و سطح مطلوب این اقدامات ارائه و انجام شد. نمونه‌های این اقدامات نصب کاور بر روی نوار نقاله، بازدید و PM[2] نوارنقاله‌ها، تعویض نوار نقاله‌های معیوب، کف‌سازی و شیب‌بندی بتنی زیر کوره، جمع‌آوری گندله‌ها و نرمه گندله‌ها و پسماندهای ناشی از فرآیند تولید آهن اسفنجی و برگرداندن آن‌ها به سیستم تولید و فروش و استفاده‌ی مجدد،

[1] stack

[2] Particulate Matter

استفاده از سیستم ریکوپراتور و انجام پایش‌های دوره‌ای کنترل سیستم است.

نتیجه‌گیری

از آن‌جا که بالا بودن خطرات نه‌تنها منجر به مشکلات و اثرات محیط زیستی فراوانی می‌شود، بلکه خسارات غیرقابل جبرانی را به محیط زیست، سازمان‌ها و در نهایت سلامت افراد وارد می‌کند. ازجمله پیامدهای محیط زیستی که می‌توان به آن‌ها اشاره کرد شامل آلودگی خاک، آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی صوتی، تولید پسماند و اتلاف انرژی می‌باشد لذا اجرای اقدامات اصلاحی برای کاهش سطح ریسک‌های با رتبه‌ی بالا و بحرانی به سطح قابل پذیرش، امری مهم و ضروری است و باید این اقدامات در زمینه‌ی رفع عدم انطباق‌ها تا جایی ادامه پیدا کند که به اصطلاح ریسک، قابل پذیرش باشد. همان‌گونه که بیان شد ریسک‌های که در سطح بالای اولویت‌بندی ریسک قرار داشتند با انجام اقدامات اصلاحی به شرح ذیل به سطح مطلوبی رسیده‌اند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده پس از ارزیابی ثانویه، و استفاده از روش‌های مناسب مدیریت ریسک‌های محیط زیستی، برنامه‌ریزی صحیح، ارائه راهکارهای پیشگیرانه و اصلاحی می‌توان از وقوع پیامدهای محیط زیستی جلوگیری و خطرات محیط زیستی ناشی از صنایع را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش داد. هر چند پرداختن به مبحث ارزیابی و مدیریت ریسک در کشورهای در حال توسعه چون ایران از اهمیت چندانی برخودار نیست، اما با انجام تحقیقات دانشگاهی بر روی صنایع می‌توان آن‌ها را در این امر درگیر کرد تا با ارائه پیشنهادات و اقدامات اصلاحی از طرف آن‌ها، اقدامات پیشگیرانه در جهت کاهش خطرات محیط زیستی انجام و آسان گردد.

در نهایت نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که:

الف- می‌توان با کمک روش EFMEA منابع مولد ریسک را شناسایی کرد.

ب- با استفاده از روش EFMEA ریسک‌های موجود را شناسایی و رتبه‌بندی کرد .

ج- با ارائه راهکارهای مدیریتی و اصلاحی می‌توان میزان این ریسک‌ها را در حد قابل‌قبول کاهش داد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از همکاری مدیریت محترم شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر و تمامی واحدهای زیرمجموعه آن شرکت محترم به جهت همکاری و انتقال تجربیات و در اختیار گذاشتن اطلاعات کیفی و کمی کلیه فرآیندها کمال تشکر و قدردانی را دارند. این پژوهش حاصل تلاش تیمی تمامی نویسندگان و سایر همکاران شاغل در شرکت توسعه‌ی آهن و فولاد گل‌گهر می باشد.

تعارض منافع: نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع با یکدیگر ندارند.

حمایت مالی: نویسندگان این مقاله در راستای حمایت های مادی و معنوی، کمال تشکر و قدردانی خود را از همکاری و همراهی مدیریت عامل و معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی شرکت توسعه آهن و فولاد گل‌گهر اعلام می نمایند.

ملاحظات اخلاقی: نویسندگان این مقاله تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. هم‌چنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

سهم نویسندگان: تمام نویسندگان به‌طور یکسان در اجرا و انجام تحقیق مشارکت داشته‌اند و پژوهش حاضر را مطالعه و تأیید نمودند.

References

1. Ramezani-Mooziraji M, Sabour M, Dezvareh G, and Ehteshami M. Life Cycle Assessment of Steel Production and Its Environmental Impacts. HSR 2023; 19 (1):85-

94. URL: http://hsr.mui.ac.ir/article-1-1357-fa.html.

2. Midrex Technologies. World Direct Reduction Statistics (Online). 2022. URL: https://www.midrex.com/wpcontent/uploads/Midrex-STATSbook2022Final.pdf.

3. Balist J, Mohammadi B, Chehrzar F, Bahram MM, Yasser M. Environmental Risk Assessment of Gachsaran Oil Refinery Production Unit by Integrating Multi Criteria Decision Making and Environmental Failure-Mode and Effects Analysis. J Environ Sci Technol 2018; 1(20). (Persian). https://doi.org/10.22034/jest.2018.12588.

4. Hayaty M, Rahmati M. Environmental risk assessment of the Eastern Alborz coal mine factory using taxonomic analysis method. J Miner Res Eng 2017; 3(2): 67-79. (Persian). https://doi.org/10.30479/jmre.2017.1270

5. Meatr F, Mosavi K, Lahijanian A. Assessment and management of environmental risk in steel factories (General affiliated to iron and steel company of Ghadir Iranians). First National Conference on Environmental Conservation and Planning. Mar 2012. (Persian).

6. Kgoudarzi K, Bahrani M, Hooshyar H. Energy and Exergy Development of Steel Plant: Especially Yasuj Industry. J Eng Manage Energy 2015; 3 (5): 60-9. (Persian). http://dx.doi.org/10.1504/IJEX.2018.10014412 .

7. Jahany M. Investigating the methods of steel fabrication and production and control methods and reducing the environmental impacts caused by them. J Department of Mineral Processing 2011. (Persian).

8. Heidari M, Rezayan S, Nezakati R. Environmental risk evaluation of the exploitation of the lake in twenty second region of Tehran by using MADM multi criteria decision. J Mar Sci Technol Res 2015; 1(10). (Persian).

9. Habibinia H, Dashti S. Environment, Health and Safety Risk Assessment in Industrial Sector of Salman Farsi Agro-Industrial Company Using Delphi Technique and FMEA & TOPSIS Integrated Model. J Environ Sci Technol 2018;1(20). (Persian). https://doi.org/10.22034/jest.2018.12586.

10. Jafari Azar S, Sabzghabaei G, Tavakoli M, Dashti SS. Assessing and analyzing the environmental risks of Khakhoroun wetland by using multi-criteria decision making methods. Iranian J Appl Ecol 2017(40): 75-63. (Persian).

https://doi.org/10.22055/jise.2017.13262.

11. Mosavi K. Evaluating the Environmental Condition of the Cities Adjacent to Steel Industries using SWOT Model (Case Study: Ardakan City). Sustainability Dev Environ 2016;4(3). (Persian). https://www.magiran.com/p1690831.

12. Frasad M. Environmental, Health, and Safety Assessment of Lavan Oil Field Using Hibisin Network and Effmea Method: Isfahan University of Technology; 2012.

13. Bakooie Katrini M, Haji Mirzahosseini A, NasrAbadi N. Hazards identification and risk evaluation through FMEA method in Tehran district girls and boys publik primary schools. J Environ Sci Technol 2018;20(1). (Persian). https://doi.org/10.22034/jest.2018.12587.

14. Ghaderi S, Rahimi A, Hedayatifar M, Arab Najafi SM. Environmental risk management and assessment of Tehran urban & suburban metro by using EFMEA method (case study: Sadeghieh terminal). J Environ Sci Technol 2015;2(7). (Persian). https://www.magiran.com/p1426407.

15. Lotfolahzadeh A, Miri Lavasani M, Dehghani A. Risk Assessment and Determination of Insurance Rate by FMEA Method- Case Study in a cement Factory. J Occup Environ Health 2017;2(4): 311-22. (Persian).

16. Rezaiean S, Mujahedi M, Jozi S. Evaluation of environmental risk of Polystyrene unit of Tabriz petrochemical company using JSA and

EFMEA comparative method. J Environ Sci Technol 2016. (Persian).

17. Sang T, Jian Y, Li M, Feng L, Jie Z, Quan Ch, Lei X. A study on solving the production process problems of the photovoltaic cell industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2018; 82(3): 3546-3553. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.105.

18. AmanatYazdi L. Environmental risk management of air pollution in the central warehouse of Yazd oil Distribution Company and the zoning of air pollution using GIS. Environ Res 2015; 9 (5): 103-104. (Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20089597.1393.5.9.10.3.

19. Danielsson, M. & Gunnarsson, S. Guideline for Implementation of environment failure mode and effects analysis method. marmait publish 2001. Sofia, Bulgaria. 127pp.