فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶
صفحه: ۹۵-۸۴

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 9, No 1, Spring 2017
Pages: 84-95

شناسایی خطرات زیست محیطی تجهیزات صنعت نورد گرم فولاد کویر به روش What if و ارزیابی ریسک آن به روش ویلیام فاین

محمد حسن احرام پوش[۱]، غلامحسین حلوانی[۲]، محمد تقی قانعیان[۳]، علی دهقانی[۴]، مسعود شفیعی[۵]، محسن حسامی آرانی*[۶]

چکیده

مقدمه: یکی از الزامات ارزیابی ریسک زیست محیطی صنعت نورد، بررسی عملکرد تجهیزات و دستگاه‌های موجود در این صنعت و شناسایی خطرات زیست محیطی متعاقب آن می‌باشد. این مطالعه، خطرات زیست محیطی فرایند نورد گرم را با تکتیک "چه می‌شود اگر؟" شناسایی و سپس ارزیابی ریسک آنرا به روش ویلیام فاین انجام داده است.

روش بررسی: این مطالعه قبل و بعد (نیمه تجربی) است ، پس از طبقه بندی تجهیزات موجود در سالن تولید صنعت نورد گرم فولاد کویر، عملیات شناسایی خطرات زیست محیطی با توجه به رویکردهای مدنظر ایزو ۱۴۰۰۱ (نظیر: انتشار آلاینده ها به هوا و آب، مصرف انرژی، استهلاک تجهیزات و ...)، با تکتیک "چه می‌شود اگر؟" طی بازدید میدانی انجام شد سپس تیم کارشناسی ارزیابی ریسک اولیه به روش ویلیام فاین انجام داد و راهکارهای اصلاحی را پیشنهاد و RAC_2 را محاسبه نمود. برای آنالیز داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده گردید.

نتایج: ۲۸۰خطر زیست محیطی مربوط به کارکرد صحیح و معیوب تجهیزات شناسایی شد که بیشترین تعداد خطرات مربوط به ماشین‌آلات تولید (۲۹/۲٪) و سپس تجهیزات مکانیکی(۲۴/۲٪) بود. بیشترین دسته خطر زیست محیطی شناسایی شده (۲۱٪) مربوط به ایجاد و پراکندگی پسماند و سپس خطر انتشار آلاینده ها به هوا (۱۸/۵٪) و کمترین درصد(۲/۵٪)خطر خوردگی و استهلاک تجهیزات بود. بیشترین فراوانی خطر مربوط به ایجاد و پراکندگی پسماند (۷۳ مورد) و کمترین آن مربوط به خوردگی و استهلاک تجهیزات (۱ مورد)می باشد.

نتیجه‌گیری: استقرار مدیریت جامع زیست محیطی در صنعت نورد با تکیه بر پایش مستمر تجهیزات در قالب تدوین برنامه‌های نگهداری و تعمیرات جهت پیشگیری از ایجاد نواقص فنی اثرگذار بر محیط زیست؛ نقش مهمی در کنترل انتشار آلودگی ها به محیط متأثر از این صنعت خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: مجتمع فولاد کویر، خطر زیست محیطی، ارزیابی ریسک، تکنیک چه می‌شود اگر، ویلیام فاین، نورد گرم.

۱-استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲- استادیار مهندسی گروه بهداشت حرفه ای ، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد ، یزد، ایران
۳-دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۴- استادیار گروه اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۵-کارشناس ارشد مهندسی صنایع، نماینده مدیریت سیستم های یکپارچه(کیفیت، محیط زیست و ایمنی) مجتمع فولاد کویر، یزد، ایران
۶- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، مجتمع فولاد کویر، یزد، ایران
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۶۲۷۷۲۴ hesami.mohsen110@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۰ ۱۳۹۵/۴/۲۱

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

مقدمه

در عصر حاضر کشورهای پیشرفته و صنعتی با توجه به گسترش روزافزون صنایع و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های صنعتی، مصمم به توسعه راهبرد یکپارچه برای پیشگیری از آثار زیست محیطی فرایندها، محصولات و خدمات، از طریق افزایش کارایی و کاهش آسیب برای انسان و محیط زیست به طور پیوسته بکار گرفته می‌باشند(۱).در ایران به دلیل وارداتی بودن اکثر صنایع و عدم شناخت کامل نسبت به مسائل جانبی آن و همچنین وجود تحریم‌ها که سبب کارکرد بیش از حد دستگاه ها و تجهیزات صنعتی و عدم استفاده از دستگاه‌های مدرن و استاندارد گردیده است خطرات و ریسک‌های قابل تأملی به محیط زیست وارد می‌شود(۲). بااین حال در کشورهای عضو اتحادیه اروپا، صنایع بطور غیر اجباری پایبند به مدیریت زیست محیطی بعنوان یک ابزار شناخته شده جهت طرح‌های پایش و بازرسی می‌باشند.

صنعت فولاد، بعنوان یکی از بزرگترین شاخه‌های صنعت کشوردارای طیف وسیعی از فرآیندهای تولیدی است که بررسی کارکرد تجهیزات و دستگاههای مختلف موجود در آن نشان دهنده توان بالای این تجهیزات در ایجاد خطرات و آسیب‌های زیست محیطی می‌باشد. مهمترین اثرات زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های صنایع فولاد شامل آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب، مصرف انرژی و مواد زاید می باشد(۳). از بارزترین شاخه‌های صنایع فولاد، صنعت نورد گرم می‌باشد که فرایند آن شکل دادن به فلزات است که به دلیل ظرفیت تولید بسیار بالا نسبت به محصولات دیگر فرآیندها از اهمیت بالایی در صنعت برخودارست(۴). هرگونه نقص فنی در تجهیزات مختلف یک صنعت که پتانسیل تهدید و آسیب به اجزاء اصلی محیط زیست (از قبیل هوا، خاک و آب) را داشته باشد به عنوان خطر زیست محیطی تلقی می‌گردد. ریسک احتمال بالفعل شدن خطریست که باعث ایجاد خسارت شود. 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(۵).

روش چه می‌شود اگر؟ (What-If ?)، ابزاری نظام یافته و مفید در واکاوی ایمنی سامانه می‌باشد که بر پایه کار تیمی است که به شناسایی و ارزیابی خطرات و در نهایت به ارائه پیشنهادات جهت اقدامات کنترلی و اصلاحی می‌پردازد که از عبارت "اگر این امر رخ دهد چه پیامدهایی به دنبال خواهد داشت" مشتق شده است(۶) روش چه می‌شود اگر؟ ابزاری نظام یافته و سیستماتیک بر پایه کار تیمی است که قادر است انحرافات مربوط به فرایند کاری، عملکردهای انسانی و نقص‌های تجهیزاتی را به شیوه بارش افکار شناسایی و ارزیابی کند(۵).

نتایج مطالعه Bozek و همکارانش در شناسایی خطر منابع تامین آب اضطراری نشان داد که روش چه می‌شود اگر؟ یک روش ایده آل جهت شناسایی و ارزیابی خطرات در کلیه مراحل سیستم می‌باشد، همچنین در این مطالعه به وجود تیم کارشناسی مجرب در پیاده‌سازی این روش تاکید شده است(۷). همچنین محمدفام و همکاران در مطالعه ارزیابی وضعیت ایمنی واحد تولید گاز CO_2 کارخانه خوشنوش همدان جهت شناسایی خطرات از تکنیک What If استفاده نمودند(۸).

روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین روشی سازمان یافته و نظام مند جهت شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه و برآورد سطح خطر، در راستای مدیریت خطر و کاهش آن به سطحی قابل قبول می‌باشد در این روش، توجه به شدت اثر ،احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه خطر با انسان، محیط زیست و تجهیزات کارالزامی است. جوزی و همکاران در سال ۱۳۸۶ ارزیابی و مدیریت خطر ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی شرکت لوله سازی اهواز به روش ویلیام فاین را انجام دادند که طی بررسی فعالیت‌ها در واحدهای مختلف، ارزیابی خطر انجام و عدد ریسک تعیین می‌گردید سپس اقدامات اصلاحی را جهت کاهش ریسکهای دارای اولویت ارائه کردند(۹). نیز

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

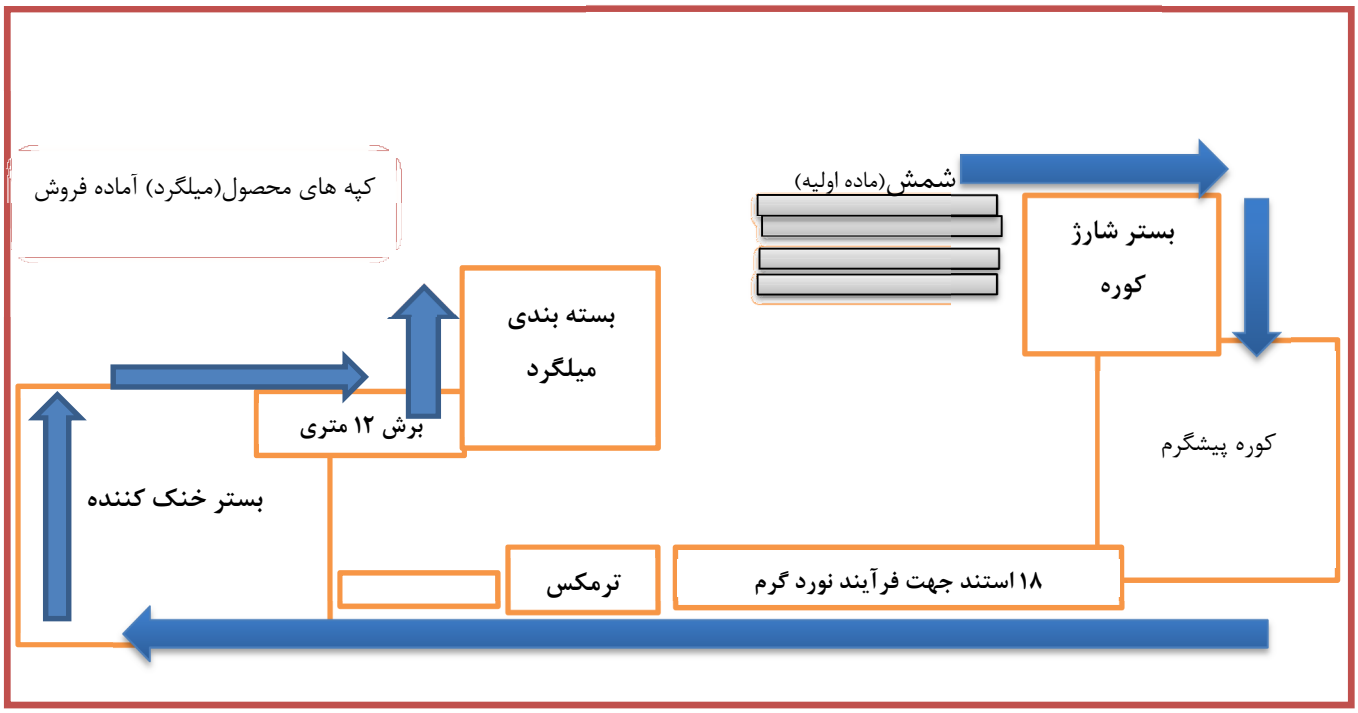
در مطالعه ای که توسط جعفرزاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ جهت ارزیابی ریسک زیست محیطی خطوط برق فشار قوی در مناطق شهری انجام شد روش ارزیابی ریسک ویلیام فاین مورد استفاده قرار گرفت و پس از ارائه راهکارهای اصلاحی برای ریسک‌های درجه ۱ ، موجه بودن هزینه رفع خطر و نیز درصد اصلاح خطر با توجه نوع هر راهکار اصلاحی مشخص گردید(۱۰) همچنین در مطالعه ای که توسط ابراهیم زاده و همکاران در سال ۱۳۹۳ به منظور شناسایی و کنترل خطرات در یکی از معادن اورانیوم منطقه مرکزی ایران انجام شد ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده به روش ویلیام فاین انجام شد(۱۱) . در مبحث شناسایی و ارزیابی ریسک زیست محیطی در صنایع فولاد می‌توان به مطالعه ارزیابی ریسک زیست محیطی در فولاد آریان اشاره نمود که فعالیت‌های کوره حرارت شمش، تراشکاری و برشکاری، پوسته زدایی و مونتاژ قفسه را ریسک زیست محیطی بحرانی تلقی می‌نماید(۱۲) و نیز مطالعه ای که در فولاد غدیر انجام شد و مخزن ذخیره لجن اکسید آهن (sludge pond) را دارای بالاترین ریسک زیست محیطی ناشی از فعالیت این واحد صنعتی معرفی نموده است(۱۳). لذا با عنایت به اینکه وجود اطلاعات صحیح و گسترده حاصل از تعامل صنعت و محیط زیست مجاورش می‌تواند نقشی موثر در پیشگیری از آلودگی‌های زیست محیطی داشته باشد و با توجه به اینکه فرایند صنعت نورد گرم مجتمع فولاد کویر نقش بارزی بر محیط زیست پیرامون خود به صورت مطلوب و نامطلوب دارد واکاوی کارکرد تجهیزات موجود در این صنعت و طیف خطرات زیست محیطی حاصل آن، اجرای برنامه ارزیابی ریسک و ارائه راهکارهای پیشگیرانه را در این صنعت الزام آور می‌سازد. لذا این مطالعه باهدف شناسایی خطرات زیست محیطی تجهیزات و دستگاههای موجود در صنعت نورد مجتمع فولاد کویر به روش "چه می‌شود اگر؟(What-If?)" و ارزیابی ریسک آن به روش "ویلیام فاین" و ارائه راهکارهای کنترلی جهت کاهش آسیب و حفظ محیط زیست انجام گردیده است.

روش بررسی

پژوهش حاضر مطالعه ای تحلیلی- مشاهده ای می باشد که در مجتمع فولاد کویر در شمال شهرستان آران و بیدگل که فرآیند اصلی آن نورد گرم و محصول آن میلگرد است(نمودار ۱) بر روی تجهیزات موجود در واحدهای تولید، مکانیک و تصفیه خانه از لحاظ زیست محیطی، طی مراحل ذیل انجام گردیده است.

الف) شناسایی خطر: در ابتدا ۸۶ نوع دستگاه و تجهیزات جهت شناسایی خطر مشخص شد که در۷ گروه شامل ماشین آلات تولید (فرآیند)، تجهیزات بستر خنک کننده، تجهیزات مکانیکی، تجهیزات خدماتی، تجهیزات تصفیه خانه، تجهیزات برق و وسایل رفاهی دسته بندی شدند.جهت شناسایی خطرات از تکنیک "چه می‌شود اگر؟ (What-If ?)" استفاده شد لازمه اجرای این روش تشکیل تیم کارشناسی متشکل از کارشناسان و کارگران مجرب هر واحد و پرسنل واحد HSE مجتمع فولاد کویر بود که پس از تشکیل این کارگروه، پرسیدن مجموعه ای از سوالات با عنوان "چه می‌شود اگر" آغاز گردید(در واقع این پرسش، نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص تعیین می‌کند). در این جلسات، تیم کارشناسی با استفاده از روش بارش افکار سوالاتی در موارد نواقص فنی تجهیزات، نوسانات فرآیند، از کار افتادن دستگاه ها و تجهیزات، عدم آموزش کافی پرسنل، قطع برق، گاز و مناسب نبودن روش‌های کنترلی موجود که ممکن است باعث بوجود آمدن خطر شود، مطرح شد. طرح سوالات فوق با در نظر گرفتن کلیه شرایط عملیاتی روتین و غیر روتین، شرایط اضطراری، توقفات تولید به هر علت و نصب و راه اندازی در طول عملیات تعمیرات و نگهداری و نیز رفع معایب تجهیزات انجام پذیرفت. در هر یک از شرایط فوق حالت هایی که می‌تواند منجر به بروز هریک از رویکردهای ایزو ۱۴۰۰۱ (مثل: انتشار آلاینده ها به هوا، تخلیه آلاینده ها به آب و خاک، استهلاک و دفرمه شدن تجهیزات، بجا گذاشتن پسماند، آلودگی‌های بصری، مصرف انرژی و...) برای ماشین آلات گردد، مطرح شد و کلیه موارد در فرم شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ثبت گردید(جدول ۱).

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]



تصویر ۱: فلوچارت خط تولید نورد گرم در مجتمع فولاد سپید فراب کویر

جدول۱: نمونه کاربرگ شناسایی خطر بر اساس مشاغل صنعت نورد گرم فولاد کویر

دستگاه	What if ?	پاسخ (خطر زیست محیطی)	شدت	احتمال	میزان مواجهه	عدد خطر	اقدامات اصلاحی پیشنهادی
استند	انجام عملیات نورد	ایجاد ضایعات میلگرد					
	نشتی گریس از کوپلینگ فلکسیبل‌های گریس	ورود گریس به فاضلابرو					
	خروج دود از گیربکس استندها	انتشار بخار روغن					
	انجام عملیات نورد	ایجاد سروصدا					
	انتقال آب توسط فلکسیبل	نشتی آب از فلکسیبل					
	پاره شدن ناگهانی فلکسیبل روغن	حریق					

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

ب) ارزیابی ریسک: مرحله پس از شناسایی خطر، در مبحث مدیریت ریسک، مرحله ارزیابی ریسک خطرات است که به روش ویلیام فاین انجام شد که در این روش سه فاکتور شدت خطر، احتمال ایجاد خطر و میزان مواجهه با خطر برای هر خطر زیست محیطی شناسایی شده از ۱ تا ۵ نمره گذاری گردید. از حاصل ضرب این سه فاکتور، عدد ریسک محاسبه گردید که دامنه آن بین ۱ تا ۱۲۵ می‌باشد.

جدول ۲: شرح شدت ، احتمال وقوع و میزان تماس با خطر(۱۴)

شرح شدت خطر	شرح احتمال وقوع	شرح میزان تماس(مواجهه) با خطر	امتیاز
خسارتهای غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی مدت، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، غلظت بیش از حد آلاینده	اغلب محتمل هستند، به طور روزانه یا هفتگی اتفاق می‌افتد و غیرقابل کنترل هستند.	به طور پیوسته، روزی چندین بار، تماس بیش از۸ ساعت، انتشار مداوم آلاینده	۵
خسارت‌های غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات میان مدت ، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت زیاد آلاینده	شانس وقوع ۵۰درصد است، امکان وقوع وجود دارد، ماهیانه اتفاق می‌افتد، جهت کنترل هزینه نیروی خارج از توان نیاز دارد.	غالباً، هفته ای چندین بار، تماس بین ۶ الی۸ ساعت، انتشار زیاد آلاینده، دوره ای به هنگام انجام تعمیر	۴
خسارت‌های غیر قابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت، مصرف متوسط منابع و انرژی، غلظت آلاینده بیشتر از حد مجاز	می تواند تصادفی اتفاق بیافتد، شانس وقوع کمتر از ۵۰ درصد، در طی سال چندین بار اتفاق می‌افتد و قابل کنترل در سطح است	گه گاه، ماهی چندین بار، تماس بین ۴ الی۶ ساعت در روز، انتشار متوسط آلاینده، ماهیانه و به شکل موردی	۳
خسارت‌های قابل جبران زیست محیطی با اثرات طولانی مدت ، مصرف نسبتاً کم منابع و انرژی، غلظت آلاینده بیش از حد مجاز	احتمالاً تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی افتد، اما امکان وقوع دارد، بندرت ممکن است اتفاق بیافتد و قابل کنترل در مبدأ است	به طور غیر معمول، سالی چندین بار، تماس بین ۲ الی ۴ ساعت در روز، انتشار غیر عادی آلاینده، فصلی	۲
خسارت‌های قابل جبران زیست محیطی با اثرات کوتاه مدت ، مصرف کم منابع و انرژی، غلظت آلاینده در حد استاندارد	عملاً وقوعی غیر ممکن دارند یا هرگز اتفاق نمی افتد.	به ندرت، چند سال یک بار، تماس بین۱ الی۲ ساعت در روز، انتشار کم آلاینده	۱

به منظور دسته بندی نمره خطر ریسکها در ۳سطح قابل قبول، متوسط و غیرقابل قبول (بحرانی)؛ از قانون پارتو(قانون۲۰/۸۰) استفاده گردید. خطرات دارای نمره خطر بالاتر از۸۰٪ (عدد۱۰۰) به عنوان ریسک بحرانی(غیرقابل قبول) که نیازمند راهکارهای اصلاحی فوری است و خطرات دارای نمره خطر کمتر از۲۰٪(عدد ۲۵)، به عنوان ریسک قابل قبول و تحت کنترل تلقی گردیدند. ریسک هایی که نمره خطر آن ها بین ۲۵ تا ۱۰۰ بود به عنوان، ریسک متوسط (که دارای پایین حد قابل قبول است) درنظر گرفته شدند.

ج) ارائه راهکار کنترلی: بعد از ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین، ۲ دسته خطر بحرانی شامل خطراتی که عدد ریسک آنها بالای ۱۰۰ بود (طبق قانون پارتو) و نیز خطراتی که یکی از این سه فاکتور شدت، احتمال و میزان مواجهه با خطرشان عدد ۵ (بحرانی)، در اولویت برنامه‌های کنترلی قرار گرفتند که بدین منظور اقدامات اصلاحی مناسب طی مشورت با صاحب نظران مباحث زیست محیطی و صنایع و مطالعات کتابخانه ای ارائه گردید سپس ارزیابی ریسک مجدد حاصل از اعمال این راهکارهای پیشنهادی به صورت تخمینی انجام شد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

داده های حاصل از ارزیابی ریسک وارد نرم افزارSpss ، نسخه ۱۹ گردید و از آزمونهای Tزوجی و آزمون‌های آماری توصیفی، ویلکوکسون برای مقایسه نمره ارزیابی خطر اولیه و ثانویه استفاده شد. سطح معنی دار در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

پس از بررسی جامع کارکرد تجهیزات و دستگاههای ثابت و قابل حمل موجود در صنعت نورد گرم فولاد کویر ، ۲۸۰ خطر زیست محیطی مرتبط به دستگاه‌های مذکور شناسایی شد(جدول ۲). خطرات شناسایی شده شامل خطر ورود جامدات و ناخالصی ها به آب و فاضلاب، مصرف بیش از حد و هدررفت آب، ورود آلاینده ها به هوا، انتشار حرارت در محیط، ایجاد و پراکندگی پسماند، خوردگی و استهلاک تجهیزات، هدررفت مواد، انرژی و تجهیزات، ایجاد سرو صدا و خطر رها کردن پساب در محیط زیست بودند (مطابق جدول ۲). سپس خطرات شناسایی شده با توجه به پیامدهای زیست محیطی متعاقب آن(آلودگی آب، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی بصری، آلودگی خاک، از بین رفتن منابع انرژی، تجهیزات و مواد وآلودگی حرارتی)، در ۸ گروه دسته بندی شدند.

جدول ۳: فراوانی خطرات زیست محیطی شناسایی شده براساس ماشین آلات و تجهیزات در مجتمع فولاد کویر

ردیف	نوع ماشین آلات و تجهیزات	ماشین آلات تولید (فرآیند)		تجهیزات بستر خنک کننده		تجهیزات مکانیکی		تجهیزات خدماتی		تجهیزات تصفیه خانه		تجهیزات برق		وسایل رفاهی		جمع خطرات
	نوع خطرات زیست محیطی	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	
۱	ورود جامدات و ناخالصی ها به آب و فاضلاب	۱۰	۶۶/۷	۰		۲	۱۳/۳	۰		۳	۲۰	۰		۰		۱۵
۲	مصرف بیش از حد و هدررفت آب	۱۸	۵۱/۴	۰		۰		۵	۱۴/۳	۶	۱۷/۱	۰		۶	۱۷/۱	۳۵
۳	ورود آلاینده ها به هوا	۱۳	۲۵	۴	۷/۷	۱۵	۲۸/۸	۸	۱۵/۴	۹	۱۷/۳	۳	۵/۸	۰		۵۲
۴	انتشار حرارت در محیط	۸	۵۰	۱	۶/۳	۱	۶/۳	۱	۶/۳	۲	۱۲/۵	۳	۱۸/۸	۰		۱۶
۵	ایجاد و پراکندگی پسماند	۹	۱۵/۲	۱	۱/۷	۱۷	۲۸/۸	۱۳	۲۲	۱۳	۲۲	۴	۶/۸	۲	۳/۴	۵۹
۶	خوردگی و استهلاک تجهیزات	۳	۴۲/۹	۰		۰		۰		۴	۵۷/۱	۰		۰		۷
۷	هدررفت مواد، انرژی و تجهیزات	۱۷	۳۴	۴	۸	۱۸	۳۶	۷	۱۴	۰		۰		۴	۸	۵۰
۸	ایجاد سرو صدا	۴	۱۱/۸	۶	۱۷/۶	۱۵	۴۴	۴	۱۱/۸	۴	۱۱/۸	۱	۲/۹	۰		۳۴
۹	رها کردن پساب در محیط زیست	۰		۰		۰		۰		۱۲	۱۰۰	۰		۰		۱۲
۱۰	**جمع کل**	۸۲		۱۶		۶۸		۳۸		۵۳		۱۱		۱۲		**۲۸۰**

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

مطابق جدول ۳؛ ماشین آلات تولید و فرآیند، بیشترین نقش(۶۶/۷درصد) و سپس تجهیزات تصفیه خانه باعث ایجاد ۲۰درصد مخاطرات زیست محیطی ورود جامدات و ناخالصی ها به آب و فاضلاب می‌باشند.

مقایسه مخاطرات زیست محیطی بحرانی برحسب تجهیزات و دستگاههای موجود طبق جدول۴ انجام شد که بالاترین درصد فراوانی مخاطرات زیست محیطی بحرانی ، مربوط به ماشین آلات فرایندی و پس از آن تجهیزات تصفیه خانه می‌باشد و تجهیزات رفاهی نقشی در ایجاد مجموع مخاطرات زیست محیطی بحرانی ندارند.

جدول ۴: فراوانی ریسکهای بحرانی تجهیزات، ابزار و ماشین آلات

نمره خطر / تجهیزات	نمره خطر ۱۰۰		نمره خطر ۱۲۵		خطر با نمره احتمال ۵		خطر با نمره شدت ۵		خطر با نمره میزان مواجهه ۵	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ماشین آلات تولید (فرآیند)	۱۶	۴۲/۱	۱۲	۵۰	۳۰	۴۸/۸	۱۹	۲۷/۵	۳۲	۴۹/۵
تجهیزات بسترخنک کننده	۴	۱۰/۵	۴	۱۶/۷	۶	۹/۷	۱۱	۱۵/۹	۸	۱۲/۳
تجهیزات مکانیکی	۳	۷/۹	۰		۹	۱۴/۵	۱۰	۱۴/۵	۲	۳/۱
تجهیزات خدماتی	۷	۱۸/۴	۰		۴	۶/۵	۹	۱۳	۷	۱۰/۸
تجهیزات تصفیه خانه	۷	۱۸/۴	۸	۳۳/۳	۱۳	۲۱	۱۶	۲۳/۵	۱۴	۲۱/۵
تجهیزات برق	۱	۲.۶	۰		۰	۰	۴	۵/۸	۲	۳/۱
تجهیزات رفاهی	۰		۰		۰		۰		۰	
جمع کل	۳۹	۱۰۰	۲۴	۱۰۰	۶۲	۱۰۰	۶۹	۱۰۰	۶۵	۱۰۰

در نهایت پس از ارزیابی ریسک زیست محیطی به روش ویلیام فاین؛ راهکار اصلاحی مناسب(نظیر؛ احداث وتکمیل تصفیه خانه موجود، توسعه واحدهای تصفیه خانه موجود، آبگیری لجن و نصب فیلترپرس، اجرای پروژه ممیزی آب، صرفه جویی در مصرف آب، تحقیق و بررسی و شناسایی علل هدررفت آب، طراحی و نصب سیستم‌های مهندسی کنترل آلاینده‌های هوا، نصب تجهیزات، پیشرفته جاذب صوت، نصب صدا خفه کن ساده، جایگزین کردن مواد و استفاده از تجهیزات مرغوب و بادوام) برای خطرات بحرانی پیشنهاد گردید و مجدداً با توجه به راهکارهای اصلاحی پیشنهادی ارزیابی ریسک ثانویه انجام شد که نشان دهنده اثربخشی راهکارهای اصلاحی پیشنهادی در پیشگیری از ایجاد آسیب به محیط زیست می‌باشد.

جدول ۵ ، میانگین و انحراف معیار نمره ارزیابی ریسک تجهیزات و ماشین آلات را قبل و بعد از ارائه راهکارهای اصلاحی نشان می‌دهد که حاکی از کاهش میانگین نمره ریسک می‌باشد($p<۰/۰۰۰۱$) که این نتایج با آزمون T زوجی، مورد بررسی قرار گرفت که کاهش ضریب t، نشان از تفاوت معنادار حاصل از تأثیر مثبت اقدامات اصلاحی در جهت کاهش عدد ریسک می‌باشد. جهت مقایسه متغیرهای احتمال خطر، شدت خطر، میزان مواجه با خطر و نمره ارزیابی ریسک زیست محیطی(RAC1,2)؛ قبل و بعد از اقدام اصلاحی پیشنهادی، از آزمون ویلکاکسون استفاده شد که تفاوت میانگین و انحراف معیار متغیرهای مذکور ، پیش از آزمون و پس از آزمون معنادار می‌باشد زیرا قدر مطلق Z محاسبه شده برای متغیرهای احتمال خطر

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

(Z=- ۹/۰۴۷)، شدت خطر(Z=- ۹/۰۴۲)، میزان مواجه با خطر(Z=- ۸/۹۰۱) و نمره ارزیابی ریسک زیست محیطی (۹/۵۱ -Z=) می‌باشد که از Z بحرانی که برابر با ۱/۹۶ است بزرگتر است که با توجه به مقادیربه دست آمده، این نتیجه حاصل می‌شود که اختلاف معنی داری بین ارزیابی ریسک قبل و بعد از اقدام اصلاحی وجود دارد و اجرای اقدام اصلاحی پیشنهادی تأثیر مثبتی درکاهش نمره متغیرهای احتمال خطر، شدت خطر، میزان مواجه با خطر و نمره ارزیابی ریسک زیست محیطی خواهد داشت.

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار نمره ارزیابی ریسک ۱ و ۲ بر حسب تجهیزات و ماشین آلات

ردیف	تجهزات و ماشین آلات	نمره ارزیابی ریسک ۱ انحراف معیار±میانگین	نمره ارزیابی ریسک۲ انحراف معیار±میانگین
۱	ماشین آلات تولید(فرآیند)	۶۳/۷۹±۳۸/۱۸	۲۰/۱۹±۱۳/۶۲
۲	تجهیزات بیتر خنک کننده	۸۶/۲۵±۳۱/۶۸	۱۰/۴۳±۵/۳۳
۳	تجهیزات مکانیکی	۴۰/۵۰±۲۲/۳۲	۱۷/۱۹±۷/۶۳
۴	تجهیزات خدماتی	۵۱/۲۴±۲۹/۴۶	۲۰/۳۱±۷/۰۵
۵	تجهیزات تصفیه خانه	۶۲/۴۳±۳۷/۰۸	۱۹/۶۰±۱۵/۸۰
۶	وسایل رفاهی	۲۷/۲۵±۸/۶۲	۲۷/۶۷±۸/۹۷
۷	تجهیزات برق	۳۴±۳۰/۴۶	۱۶/۲۰±۱۸
۸	Pvalue	p<۰/۰۰۰۱	p<۰/۰۰۰۱
۹	ضریب t	۲۴/۴۷	۱۲/۹۱

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی ریسک زیست محیطی، برنامه ای کارا و قابل ملاحظه در امتداد ارزیابی‌های توسعه بر محیط زیست می‌باشد(۱۵) که با توجه به برنامه‌های توسعه در مجتمع فولاد کویر، شناسایی و ارزیابی مخاطرات زیست محیطی موجود ، علاوه بر اینکه نقش ارزشمندی در تنظیم گزارشات اثرات توسعه مجتمع فولاد کویر بر محیط زیست دارد با اجرایی نمودن راهکارهای اصلاحی در مراحل ساختمانی، تأثیر پیشگیرانه ای در ایجاد ریسک‌های مشابه در فازهای توسعه نیز خواهد داشت. به دلیل عدم وجود مطالعات جامع در زمینه مخاطرات زیست محیطی حاصل از صنعت نورد گرم فولاد، ضرورت پژوهش جهت شناسایی ریسک‌های زیست محیطی صنعت مذکور آشکار می‌گردد. با درنظر گرفتن گستردگی منابع و تجهیزات موجود در این صنعت و نیز کارکردهای خاص این دستگاهها در کنار فعالیت‌های انسانی، استفاده از تکنیک "چه می‌شود اگر؟(What-If ?)" در کارگروه شناسایی خطرات زیست محیطی حاصل از تجهیزات موجود، کارا و نتیجه بخش بوده است. بر اساس رتبه‌بندی انجام گرفته به روش ویلیام فاین، از ۲۸۰ ریسک زیست محیطی شناسایی شده با استفاده از روش چه می‌شود اگر؟، ۶۳ مورد در دسته ریسک‌های بحرانی(نمره خطر بالاتر از ۱۰۰) و ۱۹۶ مورد به عنوان ریسک مخاطره‌آمیز(که حداقل یکی از فاکتورهای ارزیابی ریسک بالای ۵ است)، قرار گرفتند که نیازمند اقدام اصلاحی می‌باشند که با نتایج مطالعه ارزیابی ریسک زیست محیطی خطوط برق فشار قوی در مناطق شهری به روش ویلیام فاین، توسط جعفرزاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ ، تقریبا همخوانی دارد چرا که در مطالعه مذکور ۳۰درصد ریسک ها بحرانی بودند که با اقدامات اصلاحی به سطح قابل قبول کاهش یافتند(۱۰). در این پژوهش مشخص شد که تجهیزات تولید و بستر خنک کننده به ترتیب بالاترین فراوانی درصد ریسک‌های زیست

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

محیطی صنعت نورد گرم فولاد کویر را بخود اختصاص داده اند همچنین بیشترین بالاترین فراوانی ریسک‌های زیست محیطی بحرانی مربوط به ماشین آلات تولید می‌باشد. ریسکهای زیست محیطی ایجاد و پراکندگی پسماند و سپس ورود آلاینده ها به هوا، به ترتیب بیشترین فراوانی خطر را دارند که با مطالعه جوزی و همکاران در شرکت لوله سازی اهواز که بالاترین فراوانی خطرات را به آلودگی صوتی نسبت داده است(۹) همخوانی ندارد. آلودگی هوا از مهمترین پیامدهای زیست محیطی حاصل از تجهیزات و دستگاه‌های موجود در مجتمع فولاد کویر است که حاصل دود شدن گریس و روغن در اثر تماس با شمش و میلگرد داغ در پروسه تولید، جوشکاری و برشکاری، انتشار بوی مواد شیمیایی، سوختن چوب، انتشارات بخارهای حلال، انتشار بخار روغن است که در اکثر مشاغل صنعت فولاد مشهود می‌باشد(۱۳).

راهکارهای اصلاحی پیشنهادی در این پژوهش در اکثر موارد بر اجرای عملیات تعمیرات و نگهداری (PM: preventive maintenance) تأکید دارد که می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی، در کنترل خطرات و عملکرد مناسب سیستم نقش عمده ای داشته باشد(۱۶).یکی از اقدامات اصلاحی موثر جهت کاهش ریسک تجهیزات، برنامه شناسایی نشت و رفع آن (Leak Detection and Repair Program) است که به نشت یابی تجهیزات طی برنامه زمانی منظم می‌پردازد(۱۷) که در رفع نواقص فنی موثر بر محیط زیست و در نتیجه کاهش سطح ریسک زیست محیطی تجهیزات موجود در صنعت نورد گرم فولاد کویر نقش قابل توجهی داشته است.

همچنین با استفاده از روش ویلیام فاین، ارزیابی ریسک زیست محیطی انجام شد که نشان داد اختلاف معنی داری بین ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه (بعد از اقدام اصلاحی) پیشنهادی وجود دارد که با مطالعات خوش اخلاق و همکاران در اثربخشی اقدامات کنترلی در کاهش سطح ریسک خطرات در صنایع سرامیک سازی انجام شده بود مطابقت داشت(۵) که انجام ارزیابی ریسک و متعاقب آن اقدام اصلاحی، را راهکاری برای کاهش سطح ریسک می‌داند.

استفاده از روش ویلیام فاین به علت دارا بودن فاکتور (تعداد مواجهه با خطر)، برتری خاصی در ارزیابی ریسک زیست محطی نسبت به دیگر روش‌های ارزیابی ریسک دارد و به عنوان یک تکنیک ارزیابی ریسک سازمان یافته و سیستماتیک جهت برآورد سطح ریسک در راستای مدیریت ریسک و کاهش آن به یک سطح قابل قبول می‌باشد(۹).

نتایج مطالعه ارزیابی ریسک زیست محیطی در فولاد آریان نشان داد که فعالیت کوره، حرارت شمش، تراشکاری و برشکاری، پوسته زدایی و مونتاژ قفسه دارای بیشترین آثار مخرب زیست محیطی ناشی از فعالیت این واحد صنعتی می‌باشد(۱۲) که با نتایج مطالعه ارزیابی ریسک زیست محیطی تجهیزات فرایند گرم صنعت فولاد کویر مطابقت دارد.

تکنیک "چه می‌شود اگر؟(What-If ?)" به دلیل تحلیل جامع حاصل از واکاوی اثرات زیست محیطی تجهیزات و دستگاه‌های اصلی و جانبی فرایند نورد گرم، اثربخشی بالایی در شناسایی مخاطرات زیست محیطی مرتبط با صنعت فولاد و نمایش آلودگی ها و پیامدهای زیست محیطی احتمالی داشته و بدین لحاظ در تدوین و اجرای برنامه‌های تعمیرات و نگهداری از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. لذا به منظور ارزیابی، پایش و بررسی مستمر آثار فعالیت‌های مختلف مجتمع فولاد کویر بر مجموعه عناصر و مولفه‌های زیست محیطی، همچنین نظارت بر حسن اجرای عملکرد تجهیزات و راه‌کارهای اصلاحی پیشنهاد شده و کاهش مخاطرات زیست محیطی، تدوین و اجرای سیستم مدیریت زیست محیطی ضروری می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را کلیه پرسنل مجتمع فولاد کویر، بویژه مدیر عامل محترم مجتمع فولاد کویر و پرسنل محترم فولاد کویر که ما را در انجام این تحقیق یاری دادند ابراز می‌دارد. لازم به ذکر است که این مقاله حاصل از پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می‌باشد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

References:

1- Heidi M, Bushell, Lenard. I. Daleish. ***Assessment of risk by employees in hazardous work place.*** Safety Science Monitor. 1999, Vol 3.

2- Hesami arani Mohsen. ***Usage of WilliamFine, PHA Methods For Environmental risks management and estimation of control costs in the Kavir Steel Complex*** [Thesis], Iran, Yazd, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Faculty of Health. 2015. [Persian]

3- Noori J, Malmasi S. ***Iran Alloy Steel Plant Environmental Impact Assessment.*** 2th. National Conference of Environmental Health. 1999Nov 8 Tehran, Iran. [Persian]

4- Abedinzadeh N, Ravanbakhsh M. ***Study on environmental impacts of the pollution control and production of steel products(Anzali steel),*** 4th. National Conference of Environmental engineering; 2010 Nov 1-2. [Persian]

5- Khoshakhlagh A H, Halvani GH H, MehrParvar A H, Laal F. ***Effectiveness of Control Measures to Reduce the Risk Level of Work-Related Hazards in Ceramic Industries.*** Occupational medicine journal 2013; 5 (2): 51-9. [Persian]

6- Adl J, Ghahramani A. ***Risk assessment in a sweetening unit in an Iranian Gas Refinery.*** Journal of School Of Public Health and Institute Of Public Health Research 2005; 5(1-2): 31-8. [Persian]

7- Bozek F, Dvorak J, Caslavsky M. ***Sources for emergency water supply hazard identification.*** Proceedings of the WSEAS International Conference on Natural Hazard 2011: 85-90.

8- Mohammadfam I, Azadeh M A., ***Safety risk assessment in the CO2 unite production of Hamadan khoshnavisan factory using What If Analysis Technique.*** First National Conference on Safety Engineering and Management HSE. 2006 Tehran, Sharif University of Technology. [Persian]

9- Joazi S A, Ka'abzadeh Sh, Irankhahi M. ***Safety, Health & Environmental Risk Assessment and Management of Ahwaz Pipe Manufacturing Company via "William Fine" Method.*** J Ilam University Med Sci 2010; 18(1): 1-8. [Persian]

10- Jozi A, Jafardzadehaghighifard N, Afzali behbahani N. ***Identify and Assess Environmental Risks Posed by High – Voltage Power Transmission Lines in Urban areas by.*** J Ilam University Med Sci 2014; 22(2) :82-92. [Persian]

11- Ebrahimzadih M, Halvani G, Darvishi E, Froghinasab F. ***Application of Job Safety Analysis and William Fine Methods to Identify and Control Hazards in a Uranium Mine in Central Area of Iran.*** J Health. 2015; 6(3) :313-324[Persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

12- Mozafari M, Noorbakhsh S Z, Shahba S. ***Risk assessment and management in steel sections producing factories by Data mining and FMEA Techniques.*** 2nd Conference Planning and Environmental Management: 2012 May16-17. Tehran, Iran.

13- Mousavi K, Moattar F, Lahijanian A. ***Assessment and management environmental risks in the steel factories(a case study of Iranian Ghadir iron and steel company).*** The first National Conference on environmental management and planning: 2013 Feb. 1-18: Tehran, Iran.

14- Joazi S A. ***Management system of health, safety and the environment.*** 1th ed. Azad univercity publication: Tehran; 2006; 115-9. [Persian]

15- khaleghian M, Danehkar A, Khorasani N, Jozi S A, Feghhi J, Navabi ghamsari S R. ***Environmental Risk Assessment of Gas Pipeline with Method of Muhlbauer (Case Study: Lorestan Province).*** Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources) 2012; 65(3): 353-65. [Persian]

16- Cicek K, Celik M. ***Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure onboard ship.*** Safety Science. 2013; 51(1): 6-10.

17- Jozi S A, Esmat Saatloo S J, Javan Z. ***Environmental Risk Assessment of the Olefin plant in Arya Sasol Petrochemical Complex using Fault Tree Analysis Method.*** IJHE 2014; 7 (3): 385-98. [Persian]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

Equipment´s Environmental Risks Identification in the Hot-rolling Kavir Steel Industry Using Wath If and Risks Assessment Using William Fine Methods

Ehrampoush MH (PhD)[1] , Halvani GH(MSc) [2], Ghaneian MT (PhD) [3], Dehghani A (PhD) [4]
Shafie M (PhD) [5], Hesami Arani M (MSc)[*6]

[1,3] Department of Environmental Health Engineering, University of Medical Sciences and Health Services martyr Yazd, Yazd, Iran.
[2] Department of Occupational Health Engineering, University of Medical Sciences and Health Services martyr Yazd, Yazd, Iran.
[4] Department of Epidemiology, University of Medical Sciences and Health Services martyr Yazd, Yazd, Iran
[5] Master of Industrial Engineering, Management Representative Integrated Systems (Quality, Environment and Safety) Desert Steel Complex, Yazd, Iran.
[6] Master of Environmental Health Engineering, Kavir Steel Complex, Yazd, Iran.

Received: 1 Dec 2015 ***Accepted:*** 11 Jul 2016

Abstract

Introduction: One of the requirements of the environmental risk assessment of hot rolling industry is the evaluation of the performance of equipment and devices in the industry and identifying subsequent environmental risks.

Methods: This was a quasi-experimental study. After classification of the equipments in the production hall of hot rolling at the Kavir Steel Complex, some operations were conducted to identify the environmental risks according to the ISO 14001 approaches (such as pollutant emissions to air and water, energy consumption, equipment depreciation, etc.), using "What happens If?" technique. Then, a team of experts conducted the initial risk assessment using William Fine method; they also proposed the corrective strategies and calculated RAC_2. Data were analyzed using SPSS version 19.

Results: 280 environmental risks related to the proper functioning and defective equipment were identified, which the largest number of risks was related to the production machinery (29.2%), and mechanical equipment (24.2%), respectively. The most category of identified environmental risk (21%) was related to the creation and distribution of waste and the risk of pollutant emissions into the air (18.5%), and the lowest percent (2.5%) was related to the risk of corrosion and depreciation of equipment.

Conclusion: The establishment of environmental management in rolling industry will play an important role in controlling emissions arising from the industry to the environment, if it relys on the continuous equipment monitoring in the framework of the maintenance and repairing plan in order to prevent technical defects affecting the environment.

Key words: Kavir Steel Complex; Environmental Hazards; Risk Assessment; “What if?” Technique; William Fine; Hot-Rolling.

This paper should be cited as:
Ehrampoush MH, Halvani GH, Ghaneian MT, Dehghani A, Shafie M, Hesami Arani M. ***Equipment´s Environmental Risks Identification in the Hot-rolling Kavir Steel Industry Using Wath If and Risks Assessment Using William Fine Methods.*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2017; 9(1): 84-95.

[*]Corresponding Author: Tel: +98 9133627724, Email: hesami.mohsen110@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]