



کاربرد روشهای PHA, William Fine در مدیریت ریسک مخاطرات زیست محیطی و برآورد هزینه های کنترلی در مجتمع فولاد کویر

نویسندگان: محمد حسن احرام پوش^۱، غلامحسین حلوانی^۲، محمد تقی قانعان^۳، علی دهقانی^۴، محسن حسامی آرانی^۵

طوع بهداشت

۱. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲. استادیار مهندسی گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۳. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۴. استادیار گروه اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۵. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۶۲۷۷۲۴ Email: hesami.mohsen110@gmail.com

چکیده

مقدمه: در صورت عدم کنترل صحیح مخاطرات و ریسک های زیست محیطی ناشی از صنایع، می تواند خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد گردد. از این رو، این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک های زیست محیطی (نظیر: انتشار آلاینده ها به هوا، تخلیه آلاینده ها به آب، تخلیه آلاینده ها به خاک، مصرف مواد خام، مصرف انرژی و...) و برآورد هزینه های کنترلی به روش ویلیام فاین (william fine) و (PHA) در مجتمع فولاد کویر صورت گرفته است.

روش بررسی: پس از دسته بندی مخاطرات زیست محیطی در لیست مقدماتی خطر (PHL: Preliminary Hazard List) براساس واحداکاری، فعالیت های انسانی و عملکرد ماشین آلات موجود در سالن تولید مجتمع فولاد کویر به صورت مطالعات میدانی شناسایی و ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین جهت RAC1 انجام شد. راهکار اصلاحی برای ریسکهای بحرانی ارائه و RAC2 محاسبه گردید. در این تحقیق از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ جهت محاسبات آماری استفاده شد.

یافته ها: براساس یافته های این تحقیق، تعداد ۳۵۶ خطر زیست محیطی، در قالب ۹ گروه خطر شناسایی شد. قبل از مداخلات، تعداد ریسک های قابل قبول ۸۹، پایین ترین حد قابل قبول (ALARP) ۲۰۴ و ریسکهای غیرقابل قبول (بحرانی) ۶۳ بود. پیش بینی می شود پس از اجرای اقدامات کنترلی تعداد ریسک های قابل قبول به ۱۸۳ و پایین ترین حد قابل قبول به ۱۷۳ تغییر یابد.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان می دهد که شناسایی جامع و ارزیابی مخاطرات زیست محیطی در صنعت نورد، ضمن نمایش معایب و نواقص فنی مخرب محیط زیست و خطاهای پرسنل نسبت به این مقوله، نیاز به بازرسی های زیست محیطی، آگاه سازی و حساس سازی و تغییر نگرش پرسنل شاغل در این صنعت را نسبت به حفظ و ارتقاء سلامت محیط زیست، ضروری می سازد.

واژه های کلیدی: ارزیابی ریسک زیست محیطی، صنعت نورد، ویلیام فاین، مخاطرات زیست محیطی،

PHA

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد است.

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال پانزدهم

شماره: اول

فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۵

شماره مسلسل: ۵۵

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۹/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵



مقدمه

در حال حاضر و در سال های آینده، صنعت باید نقش برتری را نسبت به محیط زیست ایفا کند. خط مشی زیست محیطی صنایع، به عنوان پایه و اساس کنترل انتشار آلاینده ها در محیط های مختلف بکار گرفته می شوند. تصور می شود که اقدامات فنی اصلاحی، به اندازه کافی اثرات زیست محیطی را کاهش دهد. ولی این اقدامات در توقف تخریب پیشرونده محیط زیست کافی نبوده و فاقد انعطاف پذیری برای یک صنعت در حال تکامل می باشد. از یک طرف، نیاز به اتخاذ یک جهش کمی در این رویکرد و از سوی دیگر، ملاحظات زیست محیطی در طیف وسیعی از مدیریت صنعتی نیز می بایست وارد گردد. این بدان معناست که ما باید اثرات زیست محیطی را در تمام مراحل تولید، بازاریابی، استفاده و چرخه عمر محصول در نظر بگیریم (۱).

صنعت فولاد یکی از مهمترین صنایع آلاینده محیط زیست است که شاخص ترین آلاینده های آن، چربی و روغن می باشد (۲). فرایند نورد، یکی از متداولترین فرایندها برای تولید فراورده های فلزی به ویژه فولادها با شکلهای و ابعاد مختلف است، به طوری که بیش از ۸۰٪ از فراورده های فلزی در جهان با این روش تولید می شود (۳). بخش مدیریت زیست محیطی یک ابزار شناخته شده در همه کشورهای عضو اتحادیه اروپا است، که اجازه می دهد تا صنایع بطور غیر اجباری پایبند به مدیریت زیست محیطی اتحادیه اروپا و طرح های بازرسی باشند (۱). انواع برنامه های آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا در بحث حفاظت از آب های زیرزمینی و پاکسازی آلودگی های زیست محیطی برپایه رویکرد

تصمیم گیری مبتنی بر ریسک در حال انجام است (۴). در عصر حاضر کشورهای پیشرفته با توجه به گسترش روزافزون صنایع و آلودگی های زیست محیطی ناشی از فعالیت های صنعتی، مصمم به ایجاد تولید پاکتر (Cleaner Product) شدند. در ایران هم به دلیل وارداتی بودن اکثر صنایع و عدم شناخت کامل نسبت به مسائل جانبی آنها خطرات و ریسک های قابل تاملی به محیط زیست وارد می شود. در راستای کاهش این مخاطرات سازمان حفاظت محیط زیست عنوان صنعت سبز را به صنایعی که در فعالیتشان به دنبال کاهش آسیب به محیط زیست و صنعت پاک هستند اعطا می کند .

همچنین وجود تحریم ها سبب کارکرد بیش از حد دستگاه ها و تجهیزات صنعتی، عدم استفاده از دستگاه های مدرن و استاندارد گردیده است. لازمه استقرار فرآیند پاکتر، شناسایی ریسک های زیست محیطی در صنایع و ارزیابی آنها جهت ارائه راهکارهای کنترلی می باشد. فرایند مدیریت ریسک، شامل سه بخش مهم شناسایی فرایند، ارزیابی ریسک و کاهش ریسک به سطح قابل قبول می باشد (۵). ارزیابی ریسک؛ روند شناسایی خطرات یک فرایند یا یک شغل و سپس محاسبه عدد ریسک آن و در نهایت ارائه راهکارهای اصلاحی مناسب جهت کنترل آنها می باشد (۶). خطر؛ توانایی یک عامل، جهت تولید نوع خاصی از آسیب بهداشتی یا زیست محیطی نامطلوب است (۷) و احتمال بالفعل شدن یک خطر، ریسک نامیده می شود. توصیف ریسک ارتباط نزدیکی با احتمال آن ریسک دارد (۴) ریسک احتمال وقوع خطر و شدت خطری است که باعث ایجاد خسارت می شود. بر این



پساب های تولیدی ، حرارت بالا ، انرژی مصرفی و حجم آب مصرفی شدید صنعت نورد، قبل از هرچیز ذهن انسان را به سمت مسائل زیست محیطی پیرامون این صنعت و چگونگی بررسی آن معطوف می دارد. ارزیابی مخاطرات زیست محیطی صنعت نورد گرم، به شناسایی فعالیت ها ، بررسی تجهیزات، ماشین آلات موجود و مواد مصرفی و تحلیل تأثیر قسمت بارز آن بر محیط زیست منطقه و به دنبال آن به ارزیابی پیامدهای زیست محیطی اجزاء مهم اکولوژیک یعنی آب ، خاک ، هوا و ... می پردازد(۱۰). بدین منظور لازمه انجام ارزیابی ریسک زیست محیطی، داشتن دانش کافی نسبت به پیامدهای زیست محیطی متأثر از توسعه و صنعت می باشد(۱۰).

روش ویلیام فاین در مطالعات ارزیابی خطرات بهداشتی کارخانه فولاد میشیگان توسط W.Barens وهمکارانش در سال ۲۰۰۱، مطالعه ارزیابی خطر ایمنی و بهداشتی کارخانه تولید خطوط ریل راه آهن شهر کراسنوسک روسیه توسط K.Smoske و همکارانش در سال ۲۰۰۶ میلادی و نیز مطالعه ارزیابی خطر های ایمنی و بهداشتی کارخانه تولید لوله های شبکه انتقال آب توسط J.P.Varnere و تیم مطالعاتی دانشگاه مون پوله فرانسه در سال ۲۰۰۷؛ مورد استفاده قرار گرفته است(۱۲).

ویلیام فاین (willian fine) روشی را جهت تصمیم گیری اینکه هزینه اصلاح یک خطر تا چه اندازه قابل توجه است و چگونه خطرات بایستی به سرعت اصلاح شوند را پیشنهاد کرد. در کشورما ایران، استفاده از روش ویلیام فاین جهت شناسایی، دسته بندی وآنالیزخطرات ایمنی وبهداشتی سابقه دیرینه ای ندارد، ولی به

اساس ریسک دارای کمیتی ثابت نیست بلکه دائماً در حال تغییر است. زمانی که ریسک ارزیابی می شود در حقیقت احتمال وقوع خطر و پیامدهای آن با توجه به شرایط محیطی تعبیر می گردد(۸). Willisریسک را معادل با خسارت یا صدمه وارد شده تعریف می کند(۹). پدیده های حاصل از فعالیت های انسانی اثرگذار بر محیط زیست، مخاطرات زیست محیطی تلقی می شوند(۱۰). بسیاری از مشکلات سلامتی انسان و محیط زیست را می توان با تجزیه و تحلیل موشکافانه به چهار بخش: شناسایی مشکل سلامت، ارزیابی میزان پاسخ و ارزیابی تماس و توصیف خطر مورد ارزشیابی قرار داد. در اکثر جوامع علاقه و نگرانی هایی در مورد مسائل زیست محیطی در سال های اخیر ایجاد شده است، این علاقه و توجه ، خاص توسعه در آینده است. علاوه بر پرداختن به جنبه های فنی از سلامت محیط زیست و ریسک ها، تلاش برای فرایندهای موردنظر، بهداشت ونگرانی های شیوه زندگی، موفقیت در پروژه های زیست محیطی و مدیریت ریسک را بحرانی تر نموده است(۴).

در اکثر موارد، صنایع فولاد، برخوردار از اثرات و پیامدهای ناسازگار زیست محیطی می باشند. لذا در طراحی و برنامه ریزی های اولیه این صنایع باید ملاحظات زیست محیطی به صورت گسترده، جامع و همه سونگر، اتخاذ شود تا برنامه های توسعه و احداث این طرح های بزرگ و پرهزینه، کمترین پیامدهای منفی زیست محیطی را بر مناطق تحت نفوذ خود وارد می نمایند(۱۱). تنوع مواد شیمیایی مصرفی (مخصوصاً مواد مورد نیاز تصفیه خانه ، مشتقات نفتی ، گریس و روغن ، حلال ها، رنگ و ..)، زائدات و



روش بررسی

الف: شناسایی مخاطرات زیست محیطی: این مطالعه یک پژوهش توصیفی-تحلیلی است که بر روی ۴ واحد مختلف فعال در سالن تولید مجتمع فولاد کویر به بررسی مخاطرات زیست محیطی براساس ۵ گروه شغلی، ۸ گروه فعالیت انسانی و ۷ نوع تجهیزات و ماشین آلات فعال می پردازد. با انجام مشاهدات میدانی و بررسی دقیق فعالیت های پرسنل و عملکرد دستگاه ها در شرایط عادی و تعمیرات اساسی، جمع آوری نمونه ها انجام شد.

جهت شناسایی دقیق و جامع مخاطرات زیست محیطی، ابتدا افرادی که در شناسایی خطرات، همکاری داشتند مشخص، سپس آموزش لازم جهت آشنایی ایشان با مسائل زیست محیطی صنایع در عصر حاضر، اهمیت ارزیابی ریسک زیست محیطی فرآیند تولید صنعت نورد، روش شناسایی مخاطرات زیست محیطی و پیامد آتی آن ارائه گردید. این افراد که تیم شناسایی مخاطرات زیست محیطی را تشکیل می دادند شامل؛ سرپرستان و کارگران مجرب قسمت های مختلف واحد تولید و اعضای واحد HSE بودند.

روش PHA؛ اولین تلاش جدی برای تشخیص و تعیین خطرات یک سیستم که می تواند پایه ای برای کنترل مخاطرات باشد. برای انجام مطالعه به روش PHA، نیازمند شناخت کامل اهداف تولید فرآیند، محیطی که محصول در آن تولید می شود، تجهیزات و سخت افزارهایی که همراه با محصول مورد استفاده قرار می گیرند و معیارهای عملیاتی برای مصرف کننده نهایی محصول می باشد(۱۸). از آنجایی که این پروژه تحقیقاتی در عملیات

صورت موردی مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است(۱۳) در این روش، توجه به شدت اثر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه خطر با انسان، محیط زیست و تجهیزات کارالزامی است (۱۲).

مطالعه ارزیابی اثرات بهداشتی واحدهای صنعتی شرکت پالایش و پخش فرآورده های نفتی(۱۴) و نیز مطالعه ارزیابی ریسک شرکت لوله سازی اهواز در سال ۱۳۸۶ توسط جوزی(۱۵) با استفاده از روش ویلیام فاین انجام شد. در سال ۱۳۹۰ نیز ارزیابی زیست محیطی صنعت فولادغدبر توسط معطر انجام شد(۱۶). تکنیک PHA؛ به منظور شناسایی خطرات بالقوه در مراحل پیش از ساخت پروژه های صنعتی استفاده می شود که لازمه اجرای آن تهیه لیستی از خطرات مختلف (PHL) می باشد (۱۷).

مجتمع فولاد کویر یکی از کارخانه های مدرن بخش خصوصی در خاورمیانه است و از مطرح ترین تولید کنندگان فولاد کشور به شمار می آید که در سال ۱۳۸۶ با ظرفیت ۳۵۰۰۰۰ تن مورد بهره برداری واقع شد و در حال حاضر بیش از ۴۰۰ نفر کارگر در این مجتمع فعالیت دارند.

لذا با توجه به سهم ارزشمند صنعت نورد گرم مجتمع فولاد کویر بر توسعه ملی کشور و با توجه به پیامدهای زیست محیطی حاصل از فرایند تولید این صنعت؛ مطالعه حاضر با هدف شناسایی مخاطرات، ارزیابی ریسک به روش ویلیام فاین، طبقه بندی مخاطرات زیست محیطی در خط تولید صنعت مذکور و ارائه راهکارهای اصلاحی جهت کاهش شدت اثرات مشهود آن انجام گردیده است.



اگرچه یک رویکرد خاص برای شناسایی جنبه های زیست محیطی وجود ندارد، اما رویکرد انتخاب شده می تواند موارد زیر را مدنظر قرار دهد:

الف: انتشار آلاینده ها به هوا

ب: تخلیه آلاینده ها به آب

ج: تخلیه آلاینده ها به خاک

د: مصرف مواد خام و منابع طبیعی

ه: مصرف انرژی

و: انرژی آزاد شده به صورت گرما، تشعشع، ارتعاش

ز: اتلاف ها و محصولات جانبی

ح: مشخصه های فیزیکی مثل: اندازه، شکل و ظاهر (۱۹).

ب: ارزیابی خطرات زیست محیطی: در این مرحله با استفاده از روش ویلیام فاین؛ ارزیابی ریسک ها با توجه به عدد ریسک محاسبه و با بررسی هزینه اصلاح (جدول CF؛ عامل هزینه) و بررسی درجه اصلاح خطر (جدول DC؛ درجه تصحیح)؛ توجه پذیر بودن اقدامات اصلاحی (J) برای خطرات زیست محیطی مربوطه مشخص گردید.

به منظور ارزیابی خطرات به روش ویلیام فاین رتبه بندی فاکتورهای شدت خطر، احتمال وقوع و رتبه بندی میزان تماس با خطر، برای هر یک از فعالیت ها و تجهیزات انجام شد (مطابق جدول ۱)، سپس نمره خطر (رتبه ریسک)، از طریق حاصلضرب سه فاکتور فوق (شدت خطر × احتمال وقوع × میزان مواجهه با خطر = رتبه ریسک) محاسبه شد.

توسعه فاز ۲ خط نورد مجتمع فولاد کویر مورد استفاده قرار می گیرد از روش PHA استفاده می گردید.

لذا به منظور شناسایی خطرات بالقوه با تکنیک PHA که تهیه لیستی از خطرات (PHL) الزامی می باشد که در آن شناسایی خطرات با استفاده از تشریح کامل فعالیتها، شرایط محیطی، گزارش رویدادها و بررسی و مرور سایر گزارشات و بازرسی رسمی و غیررسمی انجام می شود. سپس فرم لیست مقدماتی خطر (PHL) با توجه به قسمت های مختلف، فعالیت های جاری در هر قسمت، تجهیزات و ماشین آلات فعال در هر واحد و عملکرد مربوط به آن ترسیم گردید تا آلودگی ها و خطرات معمول و موجود شناسایی و ثبت گردد.

ضمن اینکه جهت اطمینان از جامع بودن اطلاعات موردنیاز؛ بررسی واحدها، مشاغل، فعالیت های جاری، مواد مصرفی و تجهیزات و ماشین آلات موجود در خط تولید مجتمع فولاد کویر به صورت مطالعات میدانی، مطالعه دستورالعمل کاری دستگاه، بررسی و مشاهده سوابق و حوادث زیست محیطی اتفاق افتاده، مصاحبه با کارگران مجرب هر واحد، فعالیت ها و وظایف روتین و غیر معمول (موردی مشتمل بر: فعالیت های تعمیراتی از پیش برنامه ریزی نشده، تعمیرات اساسی و بازدید های دوره ای، تغییرات فرآیندی) پرسنل در زمان انجام کار و نیز دستورالعملهای کنترل عملیات، تشکیل جلسه با سرپرستان و مطالعات کتابخانه ای توسط واحد HSE انجام گردید تا جنبه ها و مخاطرات زیست محیطی بطور کامل و دقیق شناسایی و ثبت گردد.



جدول ۱: شرح شدت، احتمال وقوع و میزان تماس با خطر

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 می افتد و غیرقابل کنترل هستند.	به طور پیوسته، روزی چندین بار، تماس بیش از ۸ ساعت، انتشار مداوم آلاینده	۵
خسارت های غیرقابل جبران زیست محیطی با اثرات میان مدت، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت زیاد آلاینده	شانس وقوع ۵۰ درصد است، امکان وقوع وجود دارد، ماهیانه اتفاق می افتد، جهت کنترل هزینه نیروی خارج از توان نیاز دارد.	غالباً، هفته ای چندین بار، تماس بین ۶ الی ۸ ساعت، انتشار زیاد آلاینده، دوره ای به هنگام انجام تعمیر	۴
خسارت های 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 ۵۱ درصد، در طی سال چندین بار اتفاق می افتد و قابل کنترل در سطح است	گاهگاه، ماهی چندین بار، تماس بین ۴ الی ۶ ساعت در روز، انتشار متوسط آلاینده، ماهیانه و به شکل موردی	۳
خسارت های 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
خسارت های 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 بین ۱ الی ۲ ساعت در روز، انتشار کم آلاینده	۱

به منظور دسته بندی نمره خطر از قانون پارتو استفاده گردید . قانون پارتو (Parteo) یا قانون ۸۰ / ۲۰ ؛ بدین معنا است که در هر چیزی، میزان اندکی (۲۰ درصد) دارای اهمیت حیاتی و میزان بسیاری (۸۰ درصد)، کم اهمیت یا دارای اهمیت ناچیز است. قانون پارتو یکی از مفیدترین مفاهیم موجود در زمینه مدیریت است. بدین لحاظ خطراتی که نمره خطر آنها بالاتر از ۸۰٪ (عدد ۱۰۰) است را به عنوان جنبه های با ریسک بالا (غیرقابل قبول) که نیازمند

پس از به دست آوردن عدد ریسک زیست محیطی برای هر یک از خطرات زیست محیطی (بین ۱ تا ۱۲۵)، ریسکها در ۳ سطح قابل قبول، پایین ترین حد قابل قبول (ALARA: As Low As Reasonably Achievable) و غیرقابل قبول دسته بندی شدند. پایین ترین حد قابل قبول (ALARA) سطحی از ریسک است که به طور معقول قابل دستیابی است (۲۰).



راهکارهایی که باعث کاهش ۵۰ تا ۷۵ درصدی نمره خطر می شوند، نمره ۴ برای راهکارهایی که باعث کاهش ۲۵ تا ۵۰ درصدی نمره خطر می شوند، نمره ۵ برای راهکارهایی که کمتر از ۲۵ درصد نمره خطر را کاهش می شوند، ارائه گردید.

سپس فاکتور میزان توجه پذیری هزینه (J)، از تقسیم رتبه ریسک بر حاصلضرب فاکتور هزینه درجه تصحیح محاسبه شد. طبق روش ویلیام فاین اگر عدد بدست آمده از میزان توجه پذیری بزرگتر از ۱۰ باشد؛ هزینه قابل توجه بوده، و اگر کمتر از ۱۰ باشد هزینه قابل توجه نمی باشد (۲۱). پس از ارائه اقدامات اصلاحی، بار دیگر سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت و بدین ترتیب کد ارزیابی ریسک ۲ (RAC₂) محاسبه گردید.

پس از ورود اطلاعات در نرم افزار Spss، نسخه ۱۹ از آزمونهای اسمیرنوف - کولمروف و همچنین آزمون های آماری توصیفی، ویلکوکسون و LSD برای آنالیز داده ها استفاده شد. سطح معنی دار در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

یافته ها

از ۴ واحد مختلف فعال در سالن تولید مجتمع فولاد کویر، تعداد ۳۵۶ خطر در قالب ۹۵ نوع جنبه زیست محیطی شناسایی گردید که به دلیل محدودیتهای آماری به صورت ۹ گروه مخاطره زیست محیطی شامل؛ ورود جامدات و ناخاصی 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 رها کردن پساب در محیط زیست طبقه بندی گردید. نتایج

راهکارهای اصلاحی فوری است در نظر می گیرد و خطراتی که کمتر از ۲۰٪ نمره خطر (عدد ۲۵) را به دست آورده باشند به عنوان خطرات با سطح پایین (قابل قبول) که تحت کنترل می باشند محسوب می نماید. خطراتی که نمره خطر آن ها بین ۲۵ تا ۱۰۰ باشد به عنوان، پایین ترین حد نمره ریسک قابل قبول (ALARA)، در نظر گرفته می شود.

با توجه به جدول فوق اقدامات اصلاحی لازم برای خطرات زیست محیطی شناسایی شده ای که عدد ریسک اولیه (RAC₁) در آن ها بالاتر از ۱۰۰ و نیز خطراتی که حداقل یکی از فاکتورهای ارزیابی آن ها ۵ بود با در نظر گرفتن هزینه مربوط و درصد اصلاح خطر، طی مشاوره و همفکری تیم کارشناسی و بررسی کتب و مقالات علمی مختلف؛ مشخص گردید.

مطابق روش ویلیام فاین؛ به منظور بررسی مقرون به صرفه بودن و توجه پذیری اقدامات اصلاحی ارائه شده، ابتدا بارم بندی عامل هزینه (CF) به صورت: نمره ۰/۵ برای هزینه کمتر از ۲۵ دلار، نمره ۰/۲۵ برای هزینه ۲۵ تا ۱۰۰ دلار، نمره ۲ برای هزینه ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار، نمره ۳ برای هزینه ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ دلار، نمره ۴ برای هزینه ۱۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ دلار و نمره ۶ برای هزینه ۲۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ دلار و نمره ۱۰ برای عملیات اصلاحی با هزینه بیش از ۵۰۰۰۰ دلار منظور گردید. همچنین براساس میزان اصلاح خطر به وسیله هریک از اقدامات اصلاحی پیشنهادی، نمره دهی درجه تصحیح خطر (DC)، به صورت؛ نمره ۱ برای راهکارهایی که باعث کاهش ۱۰۰ درصدی نمره خطر می شوند، نمره ۲ برای راهکارهایی که باعث کاهش ۷۵ درصدی نمره خطر می شوند، نمره ۳ برای



بوده و یا یکی از فاکتورهای شدت، احتمال و میزان مواجهه عدد ۵ را کسب کرده بودند؛ اقدام اصلاحی مناسب در نظر گرفته شد و سپس عدد ریسک مجدد آنها محاسبه گردید. سپس میزان توجه پذیری هزینه برآورد شده جهت راهکار اصلاحی، برای موارد فوق تعیین شد که در ۷۸٪ موارد توجه پذیر می باشند.

رتبه بندی سطح ریسک به سه صورت قابل قبول، کمترین حد قابل قبول (ALARA) و غیرقابل قبول، تقسیم بندی گردید. در قبل از مداخلات، تعداد ریسک های قابل قبول ۸۹، پایین ترین حد نمره ریسک قابل قبول (ALARA) ۲۰۴ و غیرقابل قبول ۶۳ بود. پس از اجرای مداخلات تعداد خطرات قابل قبول به ۱۸۳ و پایین ترین حد قابل قبول به ۱۷۳ رسید و پس از اجرای مداخلات هیچ خطر با ریسک غیرقابل قبول مشاهده نگردید، که به صورت درصد در نمودار (۱) نشان داده شده است.

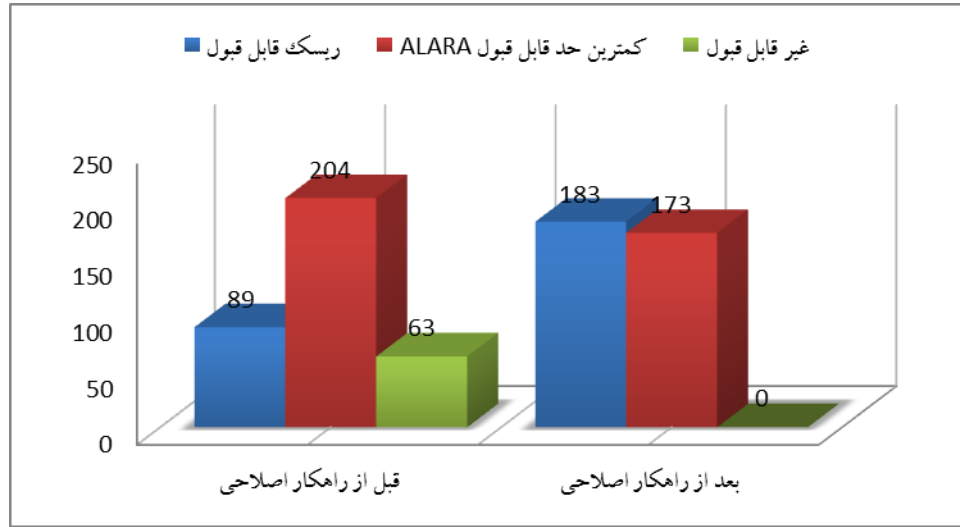
بدست آمده در برگه کاری مربوطه درج شدند که فاکتورهای مورد بررسی این کاربرگ، مواردی همچون: واحد کاری، شغل، فعالیت کاری، تجهیزات مرتبط، نقص و خطای دستگاهی، علت خطا، خطر زیست محیطی، پیامد زیست محیطی را در بر داشتند.

با بررسی فراوانی ریسک ها در واحدهای مختلف؛ واحد تولید ۵۳٪، واحد خدمات و پشتیبانی ۱۸٪، واحد بستر و انبار ۱۵٪ و واحد آبرسانی ۱۴٪ ریسک ها را به خود اختصاص دادند. کمترین و بیشترین فراوانی خطرات شناسایی شده به ترتیب مربوط به واحد تولید و واحد آبرسانی می باشد. با بررسی فراوانی ریسک های شناسایی شده به تفکیک شغل؛ پرسنل تولید ۴۰٪، پرسنل مکانیک ۲۱٪، پرسنل آبرسانی ۱۹٪، پرسنل خدمات ۱۶٪ و پرسنل بستر ۴٪ ریسک ها را به خود اختصاص دادند.

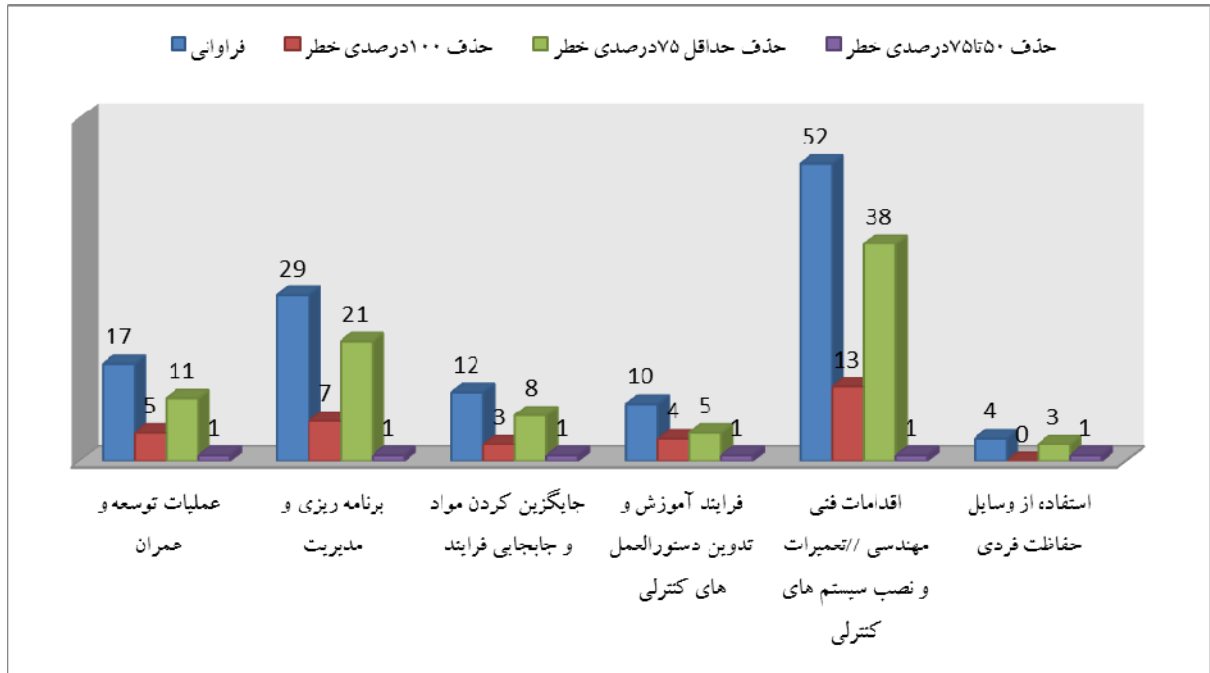
بیشترین RAC نمره ۱۲۵ و کمترین آن ۴ بدست آمد، درواقع محدوده RAC بدست آمده در فاصله ۱۲۵-۴ می باشد. برای ۱۲۴ خطر زیست محیطی که ریسک آنها در محدوده بحرانی

جدول ۲: فراوانی ریسک های شناسایی شده به تفکیک واحدهای کاری

ردیف	محل ارزیابی	تعداد خطر	حداقل RAC قبل از راهکار اصلاحی	حداقل RAC بعد از راهکار اصلاحی	حداکثر RAC قبل از راهکار اصلاحی	حداکثر RAC بعد از راهکار اصلاحی
۱	واحد تولید	۱۹۰	۶	۴	۱۲۵	۸۰
۲	واحد خدمات و پشتیبانی	۶۳	۸	۴	۱۲۵	۶۴
۳	واحد بستر و انبار	۵۳	۱۲	۴	۱۲۵	۶۴
۴	واحد آبرسانی	۵۰	۱۶	۶	۱۲۵	۶۴



نمودار ۱: مقایسه نتایج نهایی سطح ریسکهای زیست محیطی قبل و بعد از راهکار اصلاحی



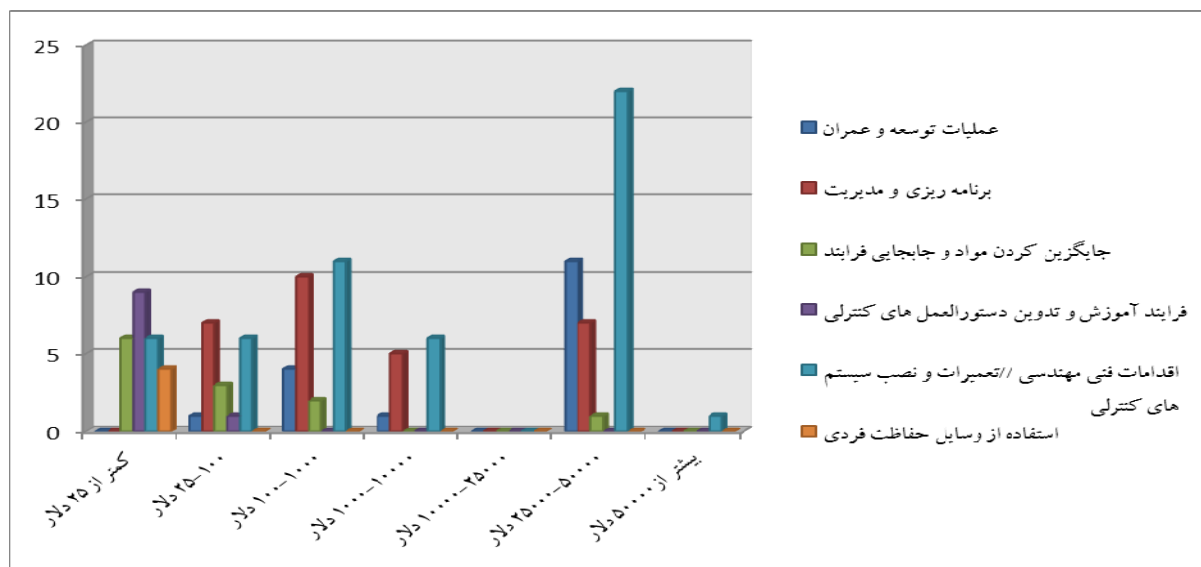
نمودار ۲: فرآوانی راهکارهای اصلاحی و توان هر کدام در تصحیح خطرات زیست محیطی



فردی و فرآیند آموزش و تدوین دستورالعمل های کنترلی، در اولویت قرار می گیرد (نمودار ۳). با استفاده از آزمون ویلکوکسون نمره ارزیابی ریسک قبل و بعد از مداخله (۱،۲ RAC) مقایسه گردید و با توجه به مقدار $p=0/0001$ به دست آمده می توان نتیجه گرفت که اختلاف معنی داری بین ارزیابی ریسک قبل و بعد از مداخله وجود دارد و این معنی داری در جهت مثبت می باشد. با توجه به اینکه یکی از اهداف مهم شناسایی و ارزیابی خطرات زیست محیطی، شناسایی پیامدهای زیست محیطی حاصل از فعالیت و عملکرد پرسنل و تجهیزات مختلف صنایع می باشد در این مطالعه با بررسی کامل خطرات زیست محیطی، هفت نوع پیامد زیست محیطی شناسایی گردید. که به ترتیب شامل: آلودگی هوا (۲۳٪)، آلودگی خاک (۲۰٪)، آلودگی آب و خطر از بین رفتن منابع انرژی (هر کدام ۱۶٪)، آلودگی صوتی (۱۱٪)، آلودگی بصری (۱۰٪) و آلودگی حرارتی (۴٪) می باشد.

۶ دسته راهکار اصلاحی به منظور کاهش عدد ریسک مخاطرات زیست محیطی بحرانی ارائه گردید که براساس نمودار (۲) اقدامات فنی مهندسی و تعمیراتی با ۴۱/۹ درصد، بیشترین فراوانی و استفاده از وسایل حفاظت فردی با ۳/۲ درصد، کمترین فراوانی راهکارهای اصلاحی را به خود اختصاص دادند. راهکارهای فنی مهندسی شامل: طراحی و نصب سیستم های پیشرفته مهندسی کنترل آلاینده های هوا، نصب تجهیزات پیشرفته جاذب صوت، نصب صدا خفه کن ساده، نصب سیستم تهویه مناسب، نصب فیلتر، اقدامات فنی مهندسی، عایق سازی، نصب سنسورهای حساس به دما، جابجایی فن کوره، نشستی گیری، تعویض قطعات معیوب، سیستم چرخش هوا (اینورتر) می باشد.

بیشترین هزینه مربوط به اقدامات فنی مهندسی بود که به منظور رفع آلودگی صوتی در واحد بستر مورد نیاز می باشد اما از نظر توجه پذیری، مقرون به صرفه نمی باشد لذا استفاده از وسایل حفاظت



نمودار ۳: فراوانی راهکارهای اصلاحی براساس فاکتور هزینه مربوطه



جدول ۳: میانگین و انحراف معیار نمره ارزیابی ریسک ۱ و ۲ در واحد های کاری

ردیف	محل ارزیابی	نمره ارزیابی ریسک ۱ انحراف معیار±میانگین	نمره ارزیابی ریسک ۲ انحراف معیار±میانگین
۱	واحد تولید	۵۲/۰۲±۳۱/۴۸	۲۹/۳۲±۱۵/۸۸
۲	واحد خدمات و پشتیبانی	۳۹/۹۵±۲۸/۱۷	۲۶/۶۷±۱۳/۲۶
۳	واحد بستر و انبار	۵۲/۸۷±۳۵/۶۳	۲۲/۳۰±۱۳/۸۵
۴	واحد آبرسانی	۵۹/۵۶±۳۶/۷۷	۳۰/۰۶±۱۷/۳۷

بحث و نتیجه گیری

باتوجه به گسترش صنایع فولاد، بخصوص صنعت نورد در راستای پروژه های عمرانی کشور و نیز خطرات زیست محیطی حاصل از این صنعت نیاز مبرم به اجرای مدیریت ریسک زیست محیطی و برنامه ریزی جهت اجرای راهکارهای اصلاحی در صنعت نورد می باشد. حال با توجه به اینکه مطالعه ای نظام مند جهت شناسایی خطرات صنعت نورد در کشور انجام نشده بود مطالعه فوق از لحاظ روش انجام و نیز خطرات زیست محیطی شناسایی شده که می تواند رهنمودی برای اجرای مدیریت ریسک زیست محیطی در صنایع مشابه در فاز طراحی، ساخت و بهره برداری باشد از اهمیت بالایی برخوردار است.

براساس پژوهش فوق بیشترین تعداد مخاطرات زیست محیطی در واحد خط نورد می باشد. با توجه به خطرات شناسایی شده، پیامدهای زیست محیطی حاصله با مطالعاتی که توسط رحمت اله نیاکان لاهیجی طی ارزیابی زیست محیطی فولاد گیلان انجام شد مطابقت دارد (۲۳). در این مطالعه بیشترین فراوانی پیامدهای زیست

محیطی مربوط به آلودگی خاک است که آلودگی خاک عمدتاً مربوط به ریزش، نشست و نفوذ مواد روغنی و اسیدی به خاک و سطح زمین و انتقال و جابجایی توسط کامیون ها می باشد (۲۳) با پیش بینی کف سازی، سیستم زهکش مناسب (Drain System) و لاینینگ در محوطه، احتمال نشست و نفوذ مواد زائد در حد بسیار اندک می باشد (۲۲).

در مطالعه ارزیابی ریسک زیست محیطی در فولاد آریان، پنج فعالیت از جمله، فعالیت کوره حرارت شمش، تراشکاری و برشکاری، پوسته زدایی و مونتاژ قفسه دارای بیشترین آثار مخرب زیست محیطی ناشی از فعالیت این صنعت می باشد (۲۴). طی مطالعه ای که در فولاد غدیر انجام شد و مخزن ذخیره لجن اکسید آهن (sludge pond)، دارای بیشترین آثار مخرب زیست محیطی ناشی از فعالیت این واحد صنعتی می باشد (۱۶) که یکی از خطرات زیست محیطی صنعت فولاد کویر نیز همین لجن اکسید آهن می باشد. ارزیابی ریسک صورت گرفته توسط Giunta در شرکت آب سیدنی با استفاده از روش PHA انجام شد و همه



الف: تعدادی از این خطرات زیست محیطی، حاصل فعالیت های پرسنل می باشد که راه کارهای آموزشی و مدیریتی ارائه شده شامل: فرآیند آموزش و تدوین دستورالعمل های کنترل، برقراری بازرسی های منظم، برنامه مدیریت پسماند، استفاده از ماشین آلات انتقال پسماندهای ویژه، برنامه بازیافت، تفکیک در مبداء و اجرای پروژه ممیزی آب، صرفه جویی در مصرف آب و تحقیق و بررسی جهت شناسایی علل مصرف زیاد و هدر رفت آب، نقش مهمی در کاهش و پیشگیری از این خطرات دارند.

ب: روش ویلیام فاین به دلیل بهره مندی از فاکتورهای عامل هزینه (CF) و درجه تصحیح (DC) و J (میزان توجیه پذیری هزینه) از امتیاز بالایی در ارزیابی و مقایسه راه کارهای اصلاحی از لحاظ اقتصادی و مهندسی، جهت کاهش سطح ریسک مخاطرات زیست محیطی برخوردار می باشد.

ج: در راهکار اصلاحی تدوین دستورالعمل های کنترلی، برنامه ریزی جهت پایش های زیست محیطی (ENVIRONMENTAL AUDITING)، با تأکید بر بررسی فعالیت های انسانی در صنایع، شناسایی نواقص و خطاهای دستگاه ها و تجهیزات مختلف و تنظیم چک لیست های زیست محیطی می تواند نقش به سزایی را کاهش خطرات زیست محیطی به عهده گیرد.

د: روش PHA به دلیل ارائه مخاطرات زیست محیطی ابتدایی مرتبط با صنعت فولاد و ارائه آلودگی های زیست محیطی احتمالی با توجه به فرآیند تولید، مواد مصرفی، محصولات و تجهیزات مرتبط با این صنعت، از اهمیت بالایی برخوردار است که در

خطرات را تا پایین ترین حدی که به طور معقول عملی است (ALARP)، کاهش دادند. (۲۵) در ارزیابی و مدیریت ریسک بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سایت های آزمایشگاهی- تحقیقاتی توسط یار احمدی؛ بیشترین ریسک باقی مانده زیست محیطی پس از اقدامات اصلاحی به دلیل تخلیه طیف وسیعی از مواد شیمیایی و نفتی و فقدان عملکرد سیستم های پایش و کنترل پساب در خروجی این سایت می باشد. (۲۶) که یکی از حادترین خطرات زیست محیطی موجود در صنایع نورد با عدد ریسک بحرانی می باشد که اقدامات اصلاحی موجود برای آن هم در دسته راهکارهای پرهزینه ولی اثربخش و بازدهی بالا قرار می گیرند. لذا اجرای برنامه Water pinch جهت جهت بهینه سازی مصرف آب در صنایع فولاد مناسب و الزامی است.

تفاوت معناداری بین کد ارزیابی ریسک قبل و بعد از اقدامات اصلاحی وجود دارد و این امر حاکی از اثربخشی بالای اقدامات اصلاحی در کاهش سطح ریسک می باشد. در پژوهش صورت گرفته توسط توفیقی و همکاران بیان شده است که با کاهش ریسک یک خطا امکان دارد عدد ریسک خطای دیگری تغییر نماید. لذا بازبینی اعداد اولویت ریسک بعد از اجرای اقدامات اصلاحی، هم به منظور پایش میزان اثربخشی اقدامات و هم به منظور تعیین تغییرات ایجاد شده در شاخص های سایر خطاها که در ارتباط با خطای بهبود یافته هستند، ضروری است (۲۷).

با توجه به شناسایی مخاطرات زیست محیطی صنعت فولاد کویر و ارزیابی ریسک این خطرات با استفاده از روش PHA و ویلیام فاین، می توان نتیجه گرفت که:



نیز مدیریت محترم منابع انسانی جناب مهندس شفیعی و سرپرست محترم واحد ایمنی و بهداشت آقای مهندس دخیل پور؛ که ما را در انجام این تحقیق یاری دادند ابراز می دارد.

لازم به ذکر است که این مقاله حاصل از پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می باشد.

مراحل راه اندازی و توسعه صنعت در فاز های تکمیلی، می تواند با طراحی های مناسب، مانع از ایجاد خطرات زیست محیطی کلان گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را کلیه پرسنل مجتمع فولاد کویر، بویژه مدیر عامل محترم مجتمع فولاد کویر و

References

- 1-Sonnemann G, Castells F, Schuhmacher M. Intergrated life-cycle and risk assessment for industrial processes. 1nd ed. USA: Lewis publication; 2004:39-42.
- 2-Patterson J W. Industrial wastewater treatment technology. 2nd ed. Boston: Butterworth publication; 1985:62-64.
- 3-Mashksar M M. Rolling stock engineering principles. 1st ed. Shiraz: Shiraz University publication; 2006:27.[Persian]
- 4-Theodore L, Ryan Dupont R. Environmental Health and Hazard Risk Assessment Principles and Calculations. 1ed. USA; CRC Press; 2012 :65-75, 383-385.
- 5-Jozi A, Padash M. Management system of health, safety and the environment. 1st ed. kavosh galam publication; 2008.[Persian]
- 6-Total, ELF Petroleum Iran. HSE Manual. 2nd ed. 2004.[Persian]
- 7-Advisory Committee on Dangerous Pathogens (ACDP). Microbiological Risk Assessment: an interim report. London: HMSO; 1996.
- 8-Muhlbauer W Kent. Pipeline Risk Management Manual. 2nd ed. Texas: Gulf Professional Publication; 1999:428.
- 9-Willis HH. Guiding resource allocations based on terrorism Risk. Risk Analysis 2007; 27(3): 597–606.
- 10-Hesami Arani M. Usage of WilliamFine, PHA Methods For Environmental risks management and estimation of control costs in the Kavir Steel Complex [Msc Thesis]. Yazd University Medical Science; 2015.
- 11-Manouri M. Environmental impact assessment. 2nd. Tehran: Mitra publication; 2014 :173-76.[Persian]



- 12-Varnere JV. Occupational risk analysis of Samandile pipe manufacturing in constructional phase of Strasburg University 2007; 1(9): 109-21
- 13-Ebrahimzadieh M, Halvani GH, 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): 313-24.[Persian]
- 14-Ahmadzadeh A, Beigi F. Feasibility study of risk assessment and management methods in units being watched by Iran oil products refining and distributing national company. 2nd State Congress for “Safety Engineering“ and “HSE”. 2005 Jul: 43-55:
- 15-Joazi S A, Ka'abzadeh Sh, Irankhahi M. Safety, Health & Environmental Risk Assessment and Management of Ahwaz Pipe Manufacturing Company via “William Fine” Method. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*2010;18(1): 1-8.[Persian]
- 16-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.[Persian]
- 17-Mohammad Fam I. Safety Engeenering. Tehran; Fnavararan publication; 2008:35-40. [Persian]
- 18-Halvani GH, Zare M. Safety System & Risk Management. 1st ed. Tehran; Sobhan publication ; 2009:64-75.[persian]
- 19-Rezaee k, Eskafee F.Tuv nord. ISO 14001:2004 Standard. Tuv nord. 5th ed. Tehran: TuvNord AcademyIran publication; 2008:40-41.[persian]
- 20-Jahangiri M, Norozi M A. Risk assessment & management. Tehran; Fanavaran publication; 2013:75-88.[Persian]
- 21-Habibi E. Functional Safety and Performance index in Industry. 2nd ed. Tehran: Fanavaran publication; 2011:115.[persian]
- 22-Monavari M. Environmental effects assessment guide the steel industry. 1nd ed. Tehran: EPA publication; 2001:273-76, 286-88, 322-25.[persian]
- 23-Niakanlahigi R, Khezri S M. Environmental Assessment "Steel Gilan" With the implementation of environmental indicators and standards, and to provide new applications for environmental monitoring. *Journal of Biology Sciences*. 2011;4(5): 143-55.[persian]



- 24-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 May. Tehran, Iran. May, 16-17.
- 25-Giunta AD. Quakers Hill RWP Preliminary Hazard Analysis. 1nd ed. Australia. Sydney Water Corporation; 2008:2-4.
- 26-Yarahmadi R, Moridi P. Health, Safety and Environmental Risk Management in Laboratory-research sites. Journal of Occupational Health and Safety 2012; 2(1): 11-26.[persian]
- 27-Tofighi Sh, Maleki MR, Khoshgham M, Attar jannesari F. Applying the proactive Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) methodology for improving the triage process in an emergency department. SJFM2009; 15(3): 161-70.[persian]



Usage of WilliamFine, PHA Methods For Environmental risks management and estimation of control costs in the Kavir Steel Complex

Ehrampoush MH (Ph.D)¹, Halvani GH (MS.c)², Ghaneian MT (Ph.D)³, Dehghani A(Ph.D)⁴, Hesami Arani M(MS.c)⁵

1. Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

2. Assisyant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

3. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Epidemiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

5. Corresponding Author: Student M.Sc, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Abstract

Introduction: In the absence of proper control, environmental hazards and risks from industries, can be irreparable damages to the environment. Hence, this study with the aim of environmental risks identification and assessment (such as emissions to air, discharges of pollutants into water, the discharge of pollutants in soil, consumption energy, etc) and estimation of control costs by (william fine) and (PHA) method in the Kavir steel Complex.

Methods: environmental hazards that identified by field observations, categoried on the Preliminary Hazard List (PHL) on unit, human activities and performance of the machines in the production hall of Kavir Steel; then was done risk assessment by William Fine method for calculation of (RAC1). After providing reform strategy for critical risks , (RAC2) calculated. In this study was used software (SPSS) version 19 for statistical calculations.

Results: According to this study, the number of 356 environmental risk, in the form of 9-risk groups, identified. before the offered intervention strategies, the number of acceptable risks 89, the lowest practicable (ALARP) 204 and 63 was unacceptable risks. prospecting after the offered intervention strategies, changed the number of acceptable risks 183 and the lowest practicable (ALARP) 173.

Conclusion: The results show that the comprehensive identification and assessment of environmental risks in the rolling steel industry, presenting technical flaws and imperfections and errors of destructive environmental staff to the issue of environmental and making necessary to auditing environmental, and changing attitude of personnel, sensitivization of rolling steel industry personnel to maintain and improve the health of the environment.

Keywords: environmental risk management, rolling steel industry, William Fine, environmental hazards, PHA