مجله مهندسی بهداشت محیط، زمستان ۱۳۹۹، سال ۸، شماره ۲ :۱۹۶-۲۱۱

ارزیابی ریسک زیست‌محیطی صنایع غیرفلزی با استفاده از روش تلفیقی PHA و تکنیک ویلیام فاین (مطالعه موردی: کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان)

مریم نصاری اردکانی [۱]، مریم مروتی [۱*]، مریم ارسلان [۲]، غلامرضا سیاحتی اردکانی [۱]

۱-گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۲-گروه ایمنی بهداشت و محیط‌زیست، دانشگاه جامع علمی و کاربردی، یزد، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۷/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: صنایع غیرفلزی همچون کاشی و سرامیک در کنار تولید و پیشرفت اقتصادی، مشکلات زیست‌محیطی زیادی از جمله آلودگی هوا، خاک و تولید نخاله ها را ایجاد می‌کنند همچنین باید توجه داشت محیط‌های صنعتی به‌خاطر ماهیت خود در معرض آسیب‌ها و خطرات جدی قرار دارند و به تناسب رشد روزافزون تکنولوژی، این آسیب‌ها و خطرات به صورت بالقوه رو به‌گسترش هستند. این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی در کارخانه کاشی و سرامیک ارم شهرستان اردکان به روش تلفیقی PHA و ویلیام‌فاین صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها: ابتدا بر اساس بازدیدهای میدانی از کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان، به شناسایی مخاطرات زیست‌محیطی به روش PHA بر اساس واحد کاری، عملکرد ماشین‌آلات موجود و فعالیت‌های انسانی پرداخته شد سپس با استفاده از روش ویلیام‌فاین ارزیابی ریسک زیست محیطی انجام و راهکارهای اصلاحی برای ریسک‌های بالا ارائه گردید.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های این تحقیق، تعداد ۲۴۱ خطر زیست‌محیطی شناسایی گردید که در قالب ٦ گروه مخاطره زیست‌محیطی (ورود آلاینده‌ها به آب، ورود آلاینده‌ها به خاک، ورود آلاینده‌ها به هوا، هدر رفت آب و منابع انرژی، ایجاد سر و صدا و ایجاد و پراکندگی پسماند صنعتی) دسته‌بندی گردید. تعداد ریسک‌های طبیعی ۱٦٦، ریسک‌های غیرطبیعی ۵۲ و ریسک‌های بالا ۲۳ بود. بیش‌ترین رتبه ریسک محاسبه شده، نمره ۵٦۰ مربوط به کارکرد دستگاه سنگ‌شکن، راه‌اندازی اسپری، کارکرد کوره و کارکرد درایر، پرس، ساکشن و کم‌ترین رتبه ریسک نمره ۱ مربوط به آب‌دهی بیش‌ازحد درختان، بوته‌ها و تخلیه کودهای حیوانی بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد، ارزیابی مخاطرات موجود در صنایع سرامیک‌سازی، ضمن کمک به شناسایی نواقص فنی و خطاهای انسانی، ضرورت آموزش و تغییر نگرش مدیران و پرسنل شاغل در این صنعت و بازرسی‌های زیست‌محیطی را جهت حفظ و ارتقاء سلامت محیط‌زیست مورد تأکید قرار می‌دهد.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، تکنیک ویلیام‌فاین، PHA، صنعت کاشی و سرامیک

*** نویسنده مسئول:** گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
ایمیل mymorovati@ardakan.ac.ir - شماره تماس: ۰۹۱۳۳۵۲۷۱۴۲

مقدمه

توسعه در بخش‌های گوناگون موجب رفاه بشر در سراسر جهان شده است، در عین حال نیز، آسیب‌های جدی را برجای گذاشته است. یکی از آسیب‌های توسعه ناموزون، تخریب محیط‌زیست می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در بیشتر نقاط جهان از دهه ۱۹۵۰ محیط زیست، به علت رشد و توسعه یک جانبه صنعت در معرض آلودگی قرار گرفته است [۱]. خط مشی زیست‌محیطی صنایع به عنوان پایه و اساس کنترل انتشار آلاینده‌ها در محیط‌های مختلف بکار گرفته می‌شوند. تصور می‌شد که اقدامات فنی و اصلاحی، به اندازه کافی اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد، ولی این اقدامات در توقف تخریب پیش رونده محیط‌زیست کافی نبوده و فاقد انعطاف‌پذیری برای یک صنعت در حال تکامل می‌باشد [۲]. در ایران با گسترش شهرها و افزایش جمعیت و فقدان اقدامات کافی در جهت کنترل آلودگی‌ها و همچنین به دلیل وارداتی بودن دستگاههای مورد استفاده در اکثر صنایع و عدم شناخت کامل نسبت به مسائل جانبی آن و همین طور وجود تحریم‌ها که سبب کارکرد بیش از حد دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی و عدم استفاده از دستگاه‌های مدرن و استاندارد گردیده است، خطرات و ریسک‌های قابل تأملی به محیط‌زیست وارد می‌شود [۳]. از این رو آلودگی‌های محیط‌زیست در زمره اهم مسائل زیست‌محیطی و بهداشتی قرار دارد. صنعت تولید کاشی و سرامیک از جمله صنایع آلاینده زیست‌محیطی است که در مراحل تولید خود، مقادیر زیادی گازهای منواکسیدکربن، دی‌اکسیدنیتروژن، دی‌اکسیدگوگرد، سولفید هیدروژن، ازن و گرد و غبار و همچنین آلودگی صوتی ایجاد می‌کند [۴]. همچنین با توجه به این که مواد معدنی مورد استفاده در این صنعت حاوی مقادیر زیادی از فلزات سنگین مانند کروم، سرب، مس و کادمیوم و مواد معدنی می‌باشد، لذا فاضلاب تولیدی کارخانجات کاشی و سرامیک می‌تواند آلودگی آب‌های زیر زمینی و محیط‌زیست را به دنبال داشته باشد [۵].

مدیریت محیط‌زیست، استفاده از بهترین تکنیک‌های موجود جهت کنترل فعالیت‌های بشری است که تأثیر بارزی بر محیط‌زیست دارند [۶]. فرآیند مدیریت ریسک شامل سه بخش مهم شناسایی فرآیند، ارزیابی ریسک و کاهش ریسک به سطح قابل قبول می‌باشد [۷]. ارزیابی ریسک روشی نظامند در شناسایی خطرات محیط کار است. همچنین از عوامل اصلی در مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار به شمار می‌آید. ارزیابی ریسک می‌تواند نوع خطر، احتمال رخ دادن، نوع آسیب و مقدار شدت آن را تعیین کند و با اجرای صحیح ارزیابی ریسک در محیط کار می‌توان سازمان‌ها را در رسیدن به اهدافشان یاری کرد[۸].هر گونه نقص فنی در تجهیزات مختلف یک صنعت که پتانسیل تهدید و آسیب به اجزاء اصلی محیط‌زیست از قبیل هوا، خاک و آب را داشته باشد به عنوان خطر زیست‌محیطی تلقی می‌گردد. ریسک احتمال بالفعل شدن خطریست که باعث ایجاد خسارت می‌شود. بدین لحاظ ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای بررسی خطرات بوده که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه آنها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط می‌پردازد [۹]. ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، نمونه‌ای از ارزیابی ریسک است که با استفاده از آن می‌توان در جهت رسیدن به توسعه پایدار گام برداشت، و خطرات زیست‌محیطی را کاهش داد [۱۰]. امروزه می‌توان در مدیریت ریسک، نقاط بحرانی و حادثه‌زا را قبل از وقوع حادثه با استفاده از روش‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک مشخص و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل اقدام نمود. روش‌های ارزیابی ریسک می‌توانند قبل از وقوع یک حادثه احتمال وقوع آن را با شدتی مشخص تعیین کنند [۱۱]. برای ارزیابی ریسک از روش‌های خاصی استفاده می شود و بسته به هر شرایطی، روش‌های مناسب متعددی وجود دارد. ویلیام فاین روشی را جهت تصمیم‌گیری اینکه هزینه اصلاح خطر تا چه اندازه قابل توجیه است و چگونه خطرات بایستی به سرعت اصلاح شوند را پیشنهاد کرد [۱۲]. در ایران، استفاده

از روش ویلیام فاین سابقه دیرینه‌ای ندارد ولی به صورت موردی، مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است. ازناوه در سال ۱۳۹۶ مطالعه‌ای جهت ارزیابی ریسک ایمنی در صنعت خودروسازی انجام داد، در این مطالعه واحدهای مختلف یکی از بزرگترین شرکت‌های خودروسازی توسط روش ویلیام فاین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که در صنایع خودروسازی، تلفیق روش ارزیابی ریسک ویلیام‌فاین و ANP-DEMATE، یک الگوی مؤثر در ارزیابی سطح واقعی ریسک ایمنی می‌باشد [۱۳]. احرام‌پوش و همکاران در سال ۱۳۹۶ در پژوهشی تحت عنوان " شناسایی خطرات زیست‌محیطی تجهیزات صنعت نورد گرم فولاد کویر به روش what if و ارزیابی ریسک آن به روش ویلیام فاین" خطرات زیست‌محیطی فرایند نورد گرم را شناسایی و سپس ارزیابی ریسک آن را به روش ویلیام فاین انجام دادند. نتایج تحقیقشان، ۲۸۰ خطر زیست‌محیطی مربوط به کارکرد صحیح و معیوب تجهیزات را نشان داد. بیشترین دسته خطر زیست‌محیطی شناسایی شده (٪۲۱) مربوط به ایجاد و پراکندگی پسماند و سپس خطر انتشار آلاینده به هوا (۱۸/۵ ٪) و کمترین در صد (۲/۵٪) خطر خوردگی و استهلاک تجهیزات بود [۱۴]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر که توسط جوزی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به منظور مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن سنگ آهن مادکانسار شهرستان خرم بید با استفاده از روش‌های تلفیقی EFMEA و ویلیام فاین، انجام گرفت، به ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن مذکور پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در هر دو روش، فعالیت تولید محصول، در بالاترین میزان مخاطره قرار دارد [۱۵]. در پژوهشی دیگر جوزی و همکاران در سال ۱۳۹۳ تحت عنوان "مدیریت ریسک بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی کارخانه سیمان شمال با استفاده از تکنیک ویلیام فاین" به شناسایی و ارزیابی مخاطرات زیست محیطی کارخانه سیمان شمال پرداختند. این تحقیق نشان داد که غلظت برخی آلاینده‌های هوا در کارخانه سیمان شمال در مقایسه با مقادیر استانداردهای موجود بالاتر است. براساس رتبه‌بندی انجام گرفته، ۳۰ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین، ۳۷/۵ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط، ۲۵ درصد در سطح ریسک بالا و ۷/۵ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بسیار بالا بودند. در این پژوهش سعی شد با پیشنهادها و اقدام‌های اصلاحی، سطح ریسک‌های بالا به سطح متوسط و سطح ریسک متوسط به سطوح ریسک پایین‌تر تقلیل یابند [۱۶]. مطالعاتی دیگری که در قالب ارزیابی خطرهای ایمنی و بهداشتی واحدهای صنعتی با استفاده از روش ویلیام فاین به انجام شده است می توان به مطالعه Pirsaheb و همکاران در سال ۲۰۱۵ (ارزیابی و مدیریت ریسک، ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست ماشین‌آلات حفاری در ساحل شرکت ملی حفاری ایران) [۱۷] و مطالعه Sohrabi و همکاران در سال ۲۰۱٤ (ارزیابی خطر ایمنی و بهداشتی در یکی از کارخانه‌های کاشی کرمانشاه) [۱۸] اشاره کرد.

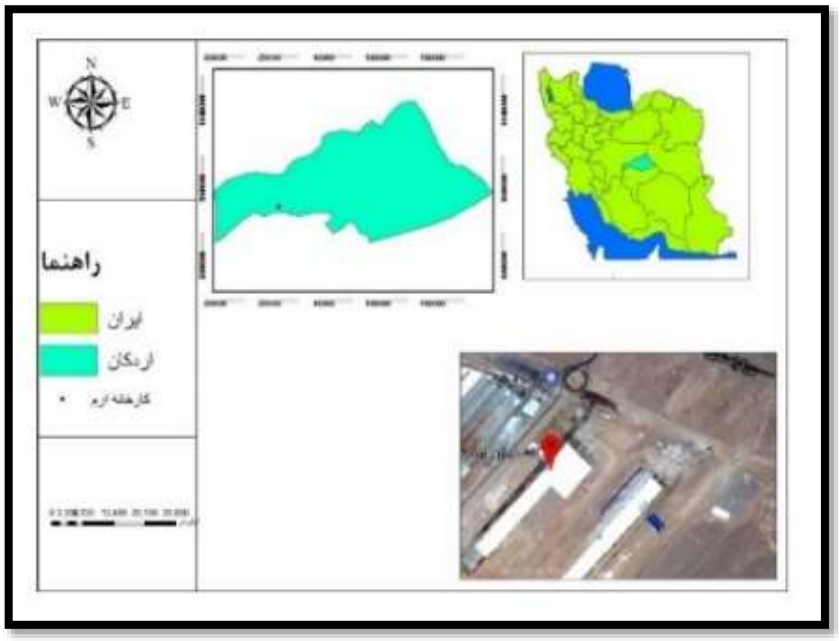
ارزیابی ریسک زیست‌محیطی صنعت سرامیک به شناسایی فعالیت‌ها، بررسی تجهیزات ماشین آلات موجود و مواد مصرفی و تحلیل جنبه‌های بارز آن بر محیط‌زیست منطقه و به دنبال آن پیامدهای زیست‌محیطی اجزاء مهم اکولوژیک یعنی آب، خاک، هوا و ... می‌پردازد [۱۹]. بدین منظور لازمه انجام ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، داشتن دانش کافی نسبت به پیامدهای زیست‌محیطی متأثر از توسعه و صنعت می‌باشد. با توجه به نوع صنعت کاشی و مواد اولیه مورد استفاده، احتمال تولید آلاینده‌های هوا در هر یک از مراحل تولید کاشی و همچنین وجود فلزات سنگین در پساب این صنعت که می‌تواند باعث آلوده شدن آب‌های زیرزمینی و محیط‌زیست شود، وجود دارد. همچنین با توجه به صنعتی شدن منطقه مورد مطالعه، وجود ۱۳ واحد کاشی و سرامیک وکثرت صنایع در این منطقه، افزایش آلودگی‌های هوا و آب‌های زیرزمینی و اقلیم گرم و خشک همراه با پوشش گیاهی ضعیف و بارش نزولات جوی اندک که موجب شده تا شهرستان با ظرفیت

تحمل زیســـتی محدود در زمینه آلودگی هوا و آب مواجه با شد، باید ارزیابی ریسک زیست‌محیطی صورت گیرد. این مطالعه با هدف شـناسـایی خطرات زیسـت‌محیطی موجود در کارخانه کاشی ارم اردکان به روش PHA و ارزیابی ریسک آن به روش ویلیام فاین و ارائه راهکارهای کنترلی جهت کاهش آسیب و حفظ محیط‌زیست انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

صنعت مورد مطالعه:

کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان با مساحت ۲۰۰۰۰۰ اردکان – تهران واقع شده است. این کارخانه در کنار جاده اصلی واقع و اولین منطقه مسکونی تا کارخانه کاشی ارم اردکان، روستایی در ۵ کیلومتری این کارخانه می‌باشد. در این کارخانه که از سال ۱۳۹۲ راه‌اندازی شده است انواع کاشی و سرامیک کف و دیوار تولید می‌شود. خط تولید این کارخانه شامل ٤ دستگاه بالمیل، ۲ دستگاه پرس، ۱ دستگاه کوره و سایر تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز می‌باشد. ظرفیت خط تولید این کارخانه ۱٦۰۰۰متر در روز و تعداد پرسنل مشغول به کار ۱۷۰ نفر و در سه شیفت کاری می‌باشد [۲۰]. شکل (۱)، موقعیت مکانی کارخانه کاشی ارم را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت مکانی کاشی ارم اردکان

روش پژوهش:

روش مورد استفاده در این مطالعه، یک روش توصیفی- تحلیلی است. ابتدا پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مورد مطالعه قرار گرفت. سپس بازدیدهای طی چند مرحله از کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان به منظور آشنایی با سیکل تولید، فعالیت ها، واحدهای تشکیل دهنده کارخانه، بررسی فرآیندهای در حال انجام در هر واحد و ارزیابی ریسک زیست‌محیطی صورت گرفت. در این مطالعه علاوه بر شناخت کامل محیط‌زیست صنعت مورد مطالعه، با لحاظ کردن حساسیت و ارزش‌های زیست‌محیطی آن، جنبه‌های مختلف ریسک مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. برای این منظور، با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و بررسی خطرات و علل آنها و همچنین بازدید از واحدهای مختلف کارخانه، تکنیک ویلیام فاین به عنوان روش مناسب تعیین شد، که یک تکنیک ارزیابی ریسک سازمان‌یافته و سیستماتیک جهت

برآورد سطح ریسک در راستای مدیریت ریسک و کاهش آن به سطح قابل قبول است [۲۱]. بررسی های این پژوهش بر روی تجهیزات موجود در واحدهای تولید (سنگ شکن، آماده‌سازی، پرس، لعاب سازی، خط لعاب، چاپ دیجیتال، کوره، چنفر و بسته‌بندی)، مکانیک، تصفیه خانه، کنترل کیفیت، انبار، آزمایشگاه، نقلیه، اداری، نگهداری پسماندها و خدمات و باغبانی از لحاظ زیست‌محیطی طی مراحل ذیل انجام گرفته است:

الف) شناسایی مخاطرات زیست‌محیطی:

جهت شناسایی دقیق و جامع مخاطرات زیست‌محیطی از روش آنالیز مقدماتی خطر (PHA) استفاده شد. روش PHA به منظور شناسایی خطرات بالقوه در مراحل پیش از ساخت پروژه‌های صنعتی استفاده می‌شود که لازمه اجرای آن تهیه لیستی از خطرات مختلف (PHL) می‌باشد [۲۲]. این روش از جمله روش‌های کیفی تجزیه و تحلیل ریسک است که با استفاده از اصول تجزیه و تحلیل، رویدادهایی را که پتانسیل تبدیل شدن به تصادف یا حادثه را دارند، شناسایی می‌کند. نتیجه اجرای این روش آن است که چه خطراتی باید به طور خیلی دقیق بررسی و چه روش تجزیه و تحلیلی برای آن مناسب‌تر است [۲۲]. برای انجام مطالعه به روش PHA، ابتدا لیست مقدماتی خطر با توجه به قسمت های مختلف، فعالیت‌های جاری در هر قسمت، تجهیزات و ماشین‌آلات فعال در هر واحد و عملکرد مربوط به آن تهیه شد، تا آلودگی‌ها و خطرات معمول و موجود شناسایی و ثبت گردد. جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان به صورت مطالعات میدانی، مطالعه دستورالعمل کاری دستگاه‌ها، بررسی و مشاهده سوابق و حوادث زیست‌محیطی، مصاحبه با کارگران مجرب هر واحد، بررسی فعالیت‌ها و وظایف معمول و غیرمعمول پرسنل در زمان انجام کار و نیز دستورالعمل‌های کنترل عملیات و مصاحبه با واحد HSE انجام گردید تا جنبه‌ها و مخاطرات زیست‌محیطی به طور کامل و دقیق شناسایی و ثبت گردد (۲۵ کاربرگ طبق جدول ٦ به تعداد واحدهای این کارخانه تهیه و تکمیل شد). هر چند راهکار خاصی برای شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی وجود ندارد اما تلاش گردید راهکار انتخاب شده، موارد زیر را مدنظر قرار دهد:

۱. انتشار آلاینده به هوا
۲. تخلیه آلاینده به آب
۳. تخلیه آلاینده به خاک
٤. مصرف مواد خام و منابع طبیعی
۵. مصرف انرژی
٦. اتلاف‌ها و محصولات جانبی
۷. مشخصه‌های فیزیکی مثل اندازه، شکل و ظاهر [۲۳]

ب) ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی :

در این مرحله با استفاده از روش ویلیام فاین، ارزیابی ریسک‌ها با توجه به عدد ریسک برای خطرات زیست‌محیطی مربوطه محاسبه گردید. به منظور ارزیابی خطرات به رو ویلیام‌فاین، لازم است تا رتبه‌بندی شدت اثر، رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک و رتبه‌بندی میزان تماس هر یک از فعالیت‌ها و جنبه‌های آن براساس جداول (۱) تا (۳) استخراج شود. رتبه ریسک با استفاده از رابطه (۱) به دست می‌آید.

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

C شدت پیامد اثر[1]

P احتمال وقوع اثر[2] E میزان تماس[3]

[1] Consequence
[2] Probability
[3] Exposure

جدول ۱: رتبه‌بندی شدت پیامد اثر (B) در تکنیک ویلیام فاین [۲۴]

ردیف	شرح شدت پیامد اثر	رتبه
۱	مرگ و میر چند نفر، خسارت‌های غیرقابل جبران زیست‌محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی(بیش از ۱۵۰ میلیون تومان)، اثر بین‌المللی روی شهرت سازمان، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، غلظت بیش از حد آلاینده (۵۰٪ بیش از حد مجاز)	۱۰
۲	مرگ و میر یک نفر، آسیب منجر به از کار افتادگی دائم بیش از یک نفر، خسارت‌های غیر قابل جبران زیست‌محیطی با اثرات میان مدت، خسارت‌های مالی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت ملی، مصرف نسبتاً زیاد منابع و انرژی، غلظت نسبتاً زیاد آلاینده (٪۳۰ بیشتر از حد مجاز)	۸
۳	آسیب منجر به از کار افتادگی دائم یک نفر، خسارت‌های غیرقابل جبران زیست‌محیطی با اثرات کوتاه مدت، خسارت مالی بین۵۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان بصورت محلی، مصرف زیاد منابع و انرژی، غلظت آلاینده ۱۰٪ بیشتر از حد مجاز	٦
٤	آسیب طولانی مدت بدون ناتوانی دائمی، خسارت‌های قابل جبران زیست‌محیطی با اثرات طولانی مدت، خسارت مالی بین ۵ الی ۵۰ میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان به صورت محلی، مصرف متوسط منابع و انرژی، غلظت آلاینده ۵٪ بیش از حد مجاز	۵
۵	آسیب موقتی، خسارت‌های قابل جبران 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٪ بیشتر از حد مجاز	٤
٦	آسیب جزئی، نیازمند کمک‌های اولیه (۳ روز و کمتر دوره درمان)، خسارت مالی کمتر از یک میلیون تومان، اثر روی شهرت سازمان بصورت درون واحدی، مصرف بسیار کم منابع، غلظت آلاینده در حد استاندارد	۲
۷	بدون نیاز به بررسی‌های بیشتر، خسارت مالی قابل صرفه نظر، بدون اثر روی شهرت سازمان، بدون خسارت زیست‌محیطی	۱

جدول ۲: رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک (A) در تکنیک ویلیام فاین [۲۴]

ردیف	شرح احتمال وقوع	رتبه
۱	**اغلب محتمل هستند، بطور روزانه یا هفتگی اتفاق می‌افتد و غیر قابل کنترل هستند**	۱۰
۲	**شانس وقوع ۵۰-۵۰ است، امکان وقوع وجود دارد، ماهیانه اتفاق می‌افتد، جهت کنترل نیروی خارج از توان نیاز دارد**	٦
۳	**ی‌تواند تصادفی اتفاق بیافتد، شانس وقوع کمتر از ۵۰٪، در طی سال چندین بار اتفاق می‌افتد و قابل کنترل در سطح**	٤
٤	**احتمالاً تا چند سال بعد از تماس اتفاق نمی‌افتد، اما امکان وقوع دارد، به ندرت ممکن است اتفاق بیافتد و قابل کنترل در مبدأ**	۲
۵	**عملاً وقوعی غیر ممکن دارند یا هرگز اتفاق نمی‌افتد**	۱

جدول ۳: گستره آلودگی در تکنیک ویلیام فاین

ردیف		رتبه
۱	**خارج از محدوده سازمانی**	۷
۲	**کل سازمان**	٦
۳	**بخش اعظمی از سازمان**	۵
٤	**در سطح واحد کاری**	٤
۵	**قسمت یا بخش**	۳
٦	**محدوده اطراف نفر یا تجهیز**	۲
۷	**عدم ایجاد آلایندگی**	۱

پس از محاسبه رتبه ریسک، مطابق با الگوی ارائه شده در روش ویلیام فاین در جدول شـــماره (٤)، رتبه‌بندی ریسک درسه سطح بالا (H)، غیرطبیعی (M) و طبیعی (L) انجام شد. این رتبه‌بندی راهکارهای اصلاحی مؤثری را که بایســـتی در مرحله مدیریت ریســـک انجام شـــود، تعیین می‌کند.

جدول ٤: سطح‌بندی ریسک در تکنیک ویلیام فاین [٢٤]

رتبه	اقدامات	سطح ریسک
۲۰۰-۱۵۰۰	**اصلاحات فوری برای کنترل خطر لازم است یا نیازمند توقف فعالیت واحد تحت بررسی می‌باشیم**	**بالا(H)**
۹۰-۱۹۹	**نیازمند بررسی و توجه هرچه سریعتر است و وضعیت اضطراری است**	**غیر طبیعی(M)**
۰-۸۹	**عامل خطرناک بالقوه، تحت کنترل می‌باشد**	**طبیعی(L)**

ج- پیشنهاد اقدامات اصلاحی:

در مرحله پیشنهاد اقدامات اصلاحی با توجه به اهمیت ریسک‌ها و تقسیم‌بندی سطح ریسک ابتدا مخاطرات دارای ریســـک‌های بالاتر و غیر قابل قبول مشـــخص و در جهت حذف، کاهش و کنترل آنها، اهداف و برنامه‌های لازم تعیین گردید تا به ســـطح ریســـک‌های متوســـط (M) یا ســـطح ریسک‌های پایین (L) نائل شوند. در ادامه برای ریسک‌های با سطح متوسط یا غیر نرمال (M) برنامه‌های کنترلی تهیه شد تا با اعمال روش‌های کنترلی و پایش مستمر به سطح نرمال (L) ارتقاء یابد ۲۵ . اقدامات پیشگیرانه، احتمال وقوع یک رویداد را کاهش می‌دهند و بهترین گزینه جهت ریســـک‌های بالا می‌باشـــند. اقدامات اضـــطراری، تأثیر یا شـــدت رویدادی که اتفاق می‌افتد را کاهش می‌دهد. معمولاً اقدامات پیشـــگیرانه با صرفه‌تر ا ست. برای کنترل مخاطرات سه رویکرد ا سا سی وجود دارد ٢٦ :

١. رویکرد حذف مخاطره (خلاص شـــدن از آن به طور کامل)

٢. کاهش مخاطره (کاهش شدت آن)

٣. تخفیف یا ســـبک کردن مخاطره (کاهش مواجهه با کاهش تدریجی)

به طور کلی اقدامات در سه حوزه تقسیم می‌شوند:

١. کنترل‌های مهندسی

٢. کنترل‌های اداری و اجرایی

٣. استفاده از وسایل حفاظت فردی

د- روش تعیین میزان هزینه‌های قابل قبول:

بعد از محاسبه رتبه ریسک از رابطه (٢) برای میزان هزینه قابل توجیه استفاده شد.

$$J = R / (CF \times DC) \qquad \text{(رابطه ٢)}$$

J [1]:میزان هزینه قابل توجیه

CF:[2]ضـــریب هزینه: فاکتور هزینه تخصـــیصـــی برای برنامه‌های حذف و کاهش خطرات

1. J = Cost Justification Value
2. CF = Cost Factor

در صورتی که J>10 باشد هزینه‌ها قابل قبول بوده و در صورتی که J<10 باشد هزینه‌های حذف خطر غیر قابل قبول خواهد بود. میزان هزینه و درجه تصحیح براساس جدول (۵) تعیین می‌گردد.

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

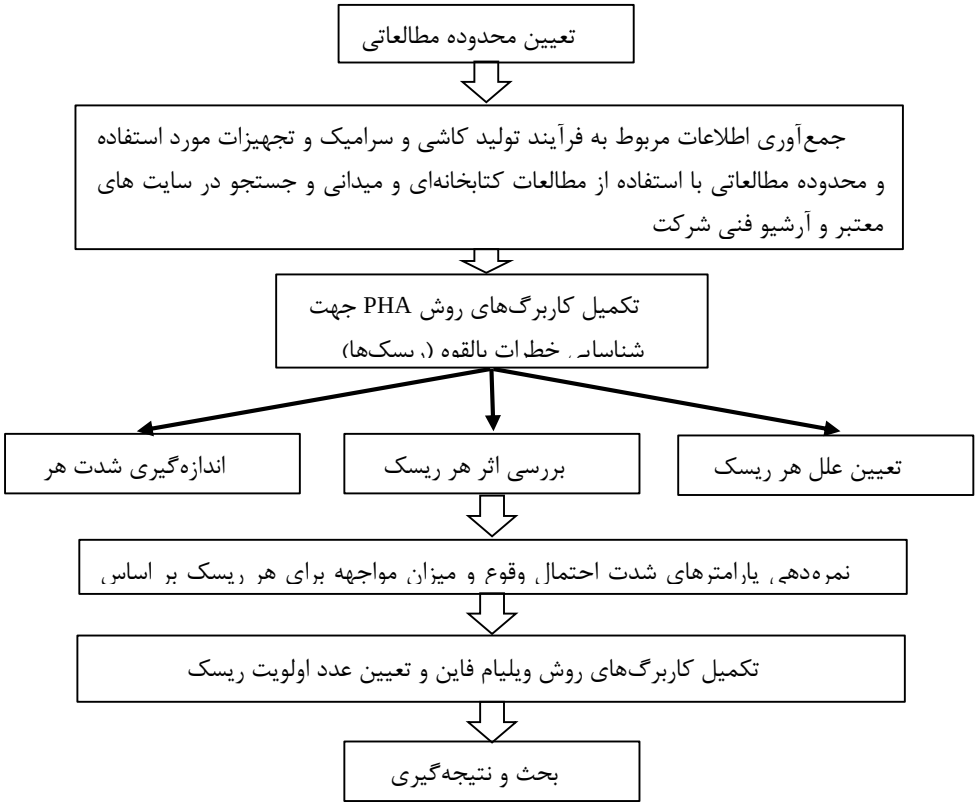
جدول ۵: درجه تصحیح و فاکتور هزینه CF [۲۷]

درجه تصحیح DC		فاکتور هزینه CF (هزینه تخصیصی برای برنامه‌های حذف و کاهش خطرات)	
نرخ	طبقه‌بندی	نرخ	طبقه‌بندی
۱	**خطر کاملاً حذف می‌شود ۱۰۰٪**	**۱۰**	**بیشتر از ۸۰۰ میلیون تومان**
۲	**حداقل ۷۵٪ خطر حذف می‌شود**	**٦**	**بین ۸۰ تا ۸۰۰ میلیون تومان**
۳	**۷۵ تا ۵۰ درصد خطر حذف می‌شود**	**٤**	**بین ۸ تا ۸۰ میلیون تومان**
٤	**۳۵ تا ۵۰ درصد خطر حذف می‌شود**	**۳**	**بین ۸۰۰ هزار تا ۸ میلیون تومان**
۵	**کمتر از ۲۵ درصد خطر حذف**	**۲**	**بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ هزار تومان**
	می‌شود	**۱**	**زیر ۱۰۰ هزار تومان**
		۰/۵	**عدم صرف هیچگونه هزینه‌ای**

یافته‌ها

در این مطالعه، به منظور شناسایی مخاطرات از روش PHA استفاده شد، و به منظور ارزیابی ریسک مخاطرات و تصمیم‌گیری درباره ضرورت و موجه نمودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هرچه سریع‌تر برنامه‌های کنترل خطرات از روش ویلیام فاین استفاده شد.

در کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان ۲۵ واحد فعال وجود داشت که برای بررسی خطر، این واحدها به سه دسته؛ تولید، خدمات و پشتیبانی و اداری –انبار دسته‌بندی شدند. از این ۳ دسته، تعداد ۲٤۱ خطر شناسایی گردید که به صورت ٦ گروه مخاطره زیست‌محیطی شامل؛ ورود آلاینده‌ها به آب، ورود آلاینده‌ها به خاک، ورود آلاینده‌ها به هوا، هدر رفت آب و منابع انرژی، ایجاد سر و صدا و ایجاد و پراکندگی پسماند صنعتی طبقه‌بندی گردید.



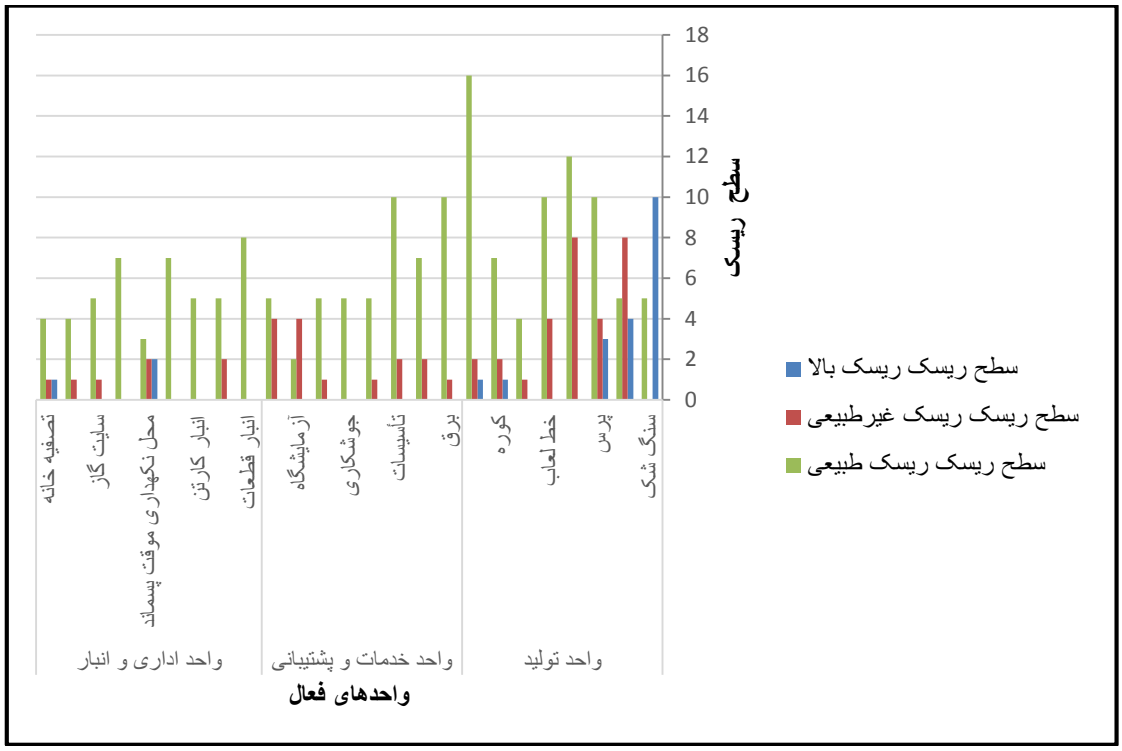
شکل ۲: مراحل انجام پژوهش ارزیابی ریسک زیست‌محیطی در کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان

جدول ۶: نمونه کاربرگ واحد سنگ شکن

واحد	فعالیت/خدمات/محصول	جنبه	علت وقوع	شرح اثر زیست محیطی	ارزیابی ریسک				
					شدت خطر	احتمال وقوع	میزان مواجهه	رتبه ریسک	سطح ریسک
واحدسنگ شکن	ریزش خاک درون قیف و باکسفیدر	انتشار گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	۱۰	٤	۳۲۰	بالا
	کارکرد دستگاه سنگ شکن	انتشار گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	۱۰	۷	٥٦۰	بالا
	ذخیره خاک در سیلوی سیمانی	ایجاد گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	۱۰	٤	۳۲۰	بالا
	بارگیری از سیلوی ذخیره از طریق باکسفیدر	ایجاد گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	۱۰	٤	۳۲۰	بالا
	پاشش آب روی خاک	مصرف آب	روند کاری	مصرف منابع	۸	٦	۷	۳۳٦	بالا
	انتقال خاک روی نوار نقاله	انتشار گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	٦	۷	۳۳٦	بالا
	صاف کردن دپوی خاک با لودر	ایجاد گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	٦	۷	۳۳٦	بالا
	جابجایی خاک توسط کامیون و لودر	ایجاد گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	٦	٦	۲۸۸	بالا
	کارکرد سنگ شکن چکشی	ایجاد سر و صدا	روند کاری	آلودگی صوتی	۱۰	۱۰	٥	۲٤۰	بالا
	تخلیه خاک توسط کامیون	انتشار گرد و غبار	روند کاری	آلودگی هوا	۸	٦	٦	۲۸۸	بالا

با توجه به ارزیابی اولیه و تجزیه و تحلیل صورت گرفته، رتبه‌بندی سطح ریسک به سه صورت ریسک طبیعی، ریسک غیرطبیعی و ریسک بالا تقسیم‌بندی گردید. فراوانی ریسک در واحد تولید ۴۸/۹۵٪، واحد خدمات و پشتیبانی ۲۱/۷۵٪ و واحد اداری- انبار ۲۹/۲۸٪ به دست آمد. نتایج نشان داد بیش‌ترین فراوانی خطرات شناسایی شده مربوط به واحد تولید می‌باشد. بر اساس رتبه‌بندی انجام گرفته به روش ویلیام‌فاین از ۲۴۱ **خطر** شناسایی شده با استفاده از روش PHA، ۲۳ مورد در دسته ریسک‌های بالا و ۵۲ مورد به عنوان ریسک‌های غیرطبیعی قرار گرفتند که نیازمند اقدام اصلاحی می‌باشند. نمودار شماره (۱) مقایسه فراوانی ریسک‌های شناسایی شده و جدول شماره (۷) فراوانی جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک بالا و غیر طبیعی را نشان می‌دهد.

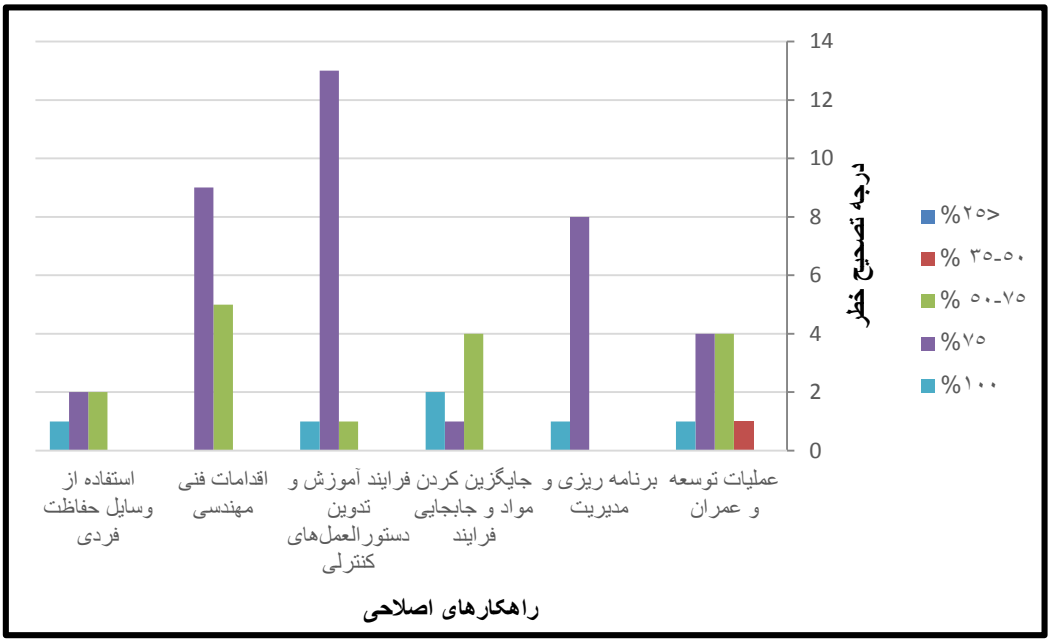
بیش‌ترین رتبه ریسک محاسبه شده، نمره ۵۶۰ مربوط به کارکرد دستگاه سنگ‌شکن، راه‌اندازی اسپری، کارکرد کوره و کارکرد درایر، پرس و ساکشن و کم‌ترین رتبه ریسک نمره ۱ مربوط به آب‌دهی بیش از حد درختان و بوته‌ها و تخلیه کودهای حیوانی بود. برای ۲۳ خطر زیست‌محیطی که رتبه ریسک آنها در محدوده ریسک بالا بود، اقدام اصلاحی مناسب در نظر گرفته شد تا سطح ریسک آنها کاهش یابد. همچنین برای ۵۲ خطر زیست محیطی که رتبه ریسک آنها در محدودهٔ ریسک غیرطبیعی بود، راهکارهایی ارئه شد تا رتبه ریسک آنها به محدوده طبیعی برسد. نمودار شماره (۲) مقایسه فراوانی راهکارهای اصلاحی بر حسب درجه تصحیح را نشان می‌دهد



نمودار ۱: مقایسه ریسک‌های شناسایی شده در واحدهای مختلف کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان

جدول ۷: فراوانی جنبه‌های زیست‌محیطی شناسایی شده به تفکیک ریسک‌های بالا و غیرطبیعی

ردیف	اثر زیست‌محیطی	ریسک بالا	ریسک غیرطبیعی	کل
۱	آلودگی هوا	۱۶	۱۱	۲۷
۲	**آلودگی خاک**	**۲**	**۱۴**	**۱۶**
۳	**آلودگی آب**	**۰**	**۱۸**	**۱۸**
٤	**آلودگی صوتی**	**۳**	**۲**	**۵**
۵	**اتلاف منابع**	**۲**	**۷**	**۹**
٦	**کل**	**۲۳**	**۵۲**	**۷۵**



نمودار ۲: مقایسه فراوانی راهکارهای اصلاحی بر حسب درجه تصحیح

بحث

صنایع کا شی و سرامیک سازی یکی از صنایع بومی در کشور تلقی می‌شود. این صنعت نیز مانند تمام صنایع دیگر که با انتقال و فرآوری مواد اولیه سر و کار دارند، اثرات زیادی بر روی محیط اطراف می‌گذارد. در واقع یک کارخانه کاشی و سرامیک سیستمی باز است که از محیط مواد اولیه، آب، سوخت و الکتریسیته به آن وارد و محصولات، گازهای خروجی، ضایعات جامد و مایع، فاضلاب، انرژی حرارتی و دود از آن خارج می‌شود [۲۸].

با توجه به گسترش این صنعت، بخصوص تجمع تعداد زیاد کارخانه کاشی و سرامیک در یک ناحیه، ضرورت اجرای مدیریت ریسک زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی جهت اجرای راهکارهای اصلاحی آن را بیش‌تر مورد تأکید قرار می‌دهد. حال با توجه به اینکه مطالعه‌ای نظام‌مند و جامع جهت

شناسایی خطرات صنعت سرامیک در کشور انجام نشده بود، مطالعه فوق از لحاظ روش انجام و نیز خطرات زیست‌محیطی شناسایی شده، می‌تواند رهنمودی برای اجرای مدیریت ریسک زیست‌محیطی در صنایع مشابه در فاز طراحی، ساخت و بهره‌برداری باشد.

بر اساس رتبه‌بندی انجام گرفته به روش ویلیام فاین از ۲۴۱ ریسک زیست‌محیطی شناسایی شده با استفاده از روش PHA در کارخانه کاشی و سرامیک ارم اردکان، ۲۳ مورد در دسته ریسک‌های بالا و ۵۲ مورد به عنوان ریسک‌های غیرطبیعی قرار گرفتند و یا به عبارت دیگر ۹٪ از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا، ۲۲٪ از جنبه‌ها در سطح ریسک غیرطبیعی و ۶۹٪ در سطح ریسک طبیعی قرار گرفتند. با توجه به اهمیت جنبه‌های زیست‌محیطی، نتایج این مطالعه نشان داد ۳۵٪ از جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک بالا و غیرطبیعی، مربوط به آلودگی هوا می‌باشد که بیشترین واحد ایجاد کننده آن در صنعت مورد مطالعه، واحدهای سنگ‌شکن و تهیه بدنه هستند. این امر نشان داد بیش‌ترین و مهم‌ترین پیامد زیست‌محیطی صنعت سرامیک که از صنایع کانی غیرفلزی می‌باشد، آلودگی هوا است و این حائز اهمیت می باشد. نتیجه به دست آمده از این مطالعه با نتایج مطالعهٔ جوزی و همکاران در سال ۱۳۹۳، همخوانی دارد. چرا که نتایج مطالعه جوزی و همکاران نیز نشان داد غلظت برخی آلاینده های هوا در کارخانه سیمان شمال در مقایسه با مقادیر استاندارد بالاتر بوده بطوریکه میزان آلاینده CO حدود دو برابر مقدار استاندارد، میزان آلاینده NO_X در این صنعت در حد مجاز و ذرات معلق PM به طور متوسط ۶ واحد بالاتر از حد مجاز نشان داد. از آنجایی که ۷٪ از جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک بالا و غیرطبیعی، مربوط به آلودگی صوتی در واحد های سنگ‌شکن و تهیه بدنه تشخیص داده شد با نتایج مطالعه مروتی و همکاران در سال ۱۳۹۴ مطابقت دارد[۲۹]. مروتی و همکاران با بررسی عملکردکارخانه کاشی و سرامیک نائین دریافتند که میزان آلودگی صوتی در واحدهای سنگ شکن و تهیه بدنه بالاتر از حد استاندار و غیر مجاز می باشد. همچنین در مطالعه حاضر، ۲۲٪ از جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک بالا مربوط به آلودگی خاک می‌باشد که یکی از دلایل آن لجن حاصل از حوضچه‌های ته‌نشینی است. این نتیجه با نتایج مطالعهٔ زهری و همکاران در سال ۱۳۹۰، هم راستا است، چرا که در این پژوهش نیز میزان چهار فلزسنگین سرب، روی، کادمیوم و کروم در پساب خروجی از کارخانه در حد استاندارد بوده ولی غلظت آنها در لجن‌های مورد آزمایش، بسیار زیاد بدست آمد که دفع غیر اصولی آن می تواند سبب آلودگی خاک گردد[۳۰]. ۲۵٪ از کل جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک بالا و غیر طبیعی را آلودگی آب تشکیل می‌دهد. بیشترین آلودگی آب ناشی از واحد لعاب سازی و خط لعاب می‌باشد که به علت تصفیه فاضلاب و برگشت آب به چرخهٔ تولید مشکلی ایجاد نمی‌کند. ۱۱٪ باقیمانده از جنبه های زیست‌محیطی، اتلاف منابع می‌باشد که بیش‌ترین عامل مسبب، مصرف و اتلاف آب می‌باشد. به طور کلی این صنعت، صنعتی آبخواه است و برای مناطق کم آبی همچون استان یزد که خود برای تهیه آب شرب دارای مشکل می‌باشد، مناسب نیست. به طور کلی روزانه ۱۴۰۰۰۰ لیتر آب تنها در واحد تهیه بدنه استفاده می‌شود. بعد از آن بیش‌ترین مصرف آب در واحد لعاب‌سازی و خط لعاب می‌باشد.

با توجه به شناسایی مخاطرات زیست‌محیطی شرکت کاشی و سرامیک ارم و ارزیابی ریسک این خطرات با استفاده از روش PHA و ویلیام‌فاین می‌توان گفت که تعدادی از این خطرات زیست‌محیطی، نتیجهٔ فعالیت‌های پرسنل می‌باشد که راهکارهای آموزشی و مدیریتی ارائه شده شامل فرآیند آموزش و تدوین دستورالعمل‌های کنترل، برقراری بازرسی‌های منظم، برنامه مدیریت پسماند، استفاده از ماشین آلات انتقال پسماند های ویژه، برنامه بازیافت، تفکیک در مبدأ و صرفه‌جویی در مصرف آب و تحقیق و بررسی جهت شناسایی

علل مصـــرف زیاد آب و هدر رفت آب می تواند نقش مهمی در کاهش و پیشگیری از این خطرات داشته باشد.

ارائه راهکارهای اصـــلاحی جهت کاهش انواع آلودگی های زیست محیطی:

روش PHA به دلیل ارائه مخاطرات ابتدایی مرتبط با صـنعت سـرامیک‌سـازی و ارائه آلودگی‌های زیسـت‌محیطی احتمالی با توجه به فرآیند تولید، مواد مصرفی، محصولات و تجهیزات مرتبط با این صـــنعت، از اهمیت بالایی برخوردار اســت که در مراحل راه‌اندازی و توسـعهٔ صـنعت می‌تواند با طراحی مناســب، مانع از ایجاد خطرات زیســت‌محیطی کلان گردد. اقدام‌های اصلاحی جهت مدیریت ریسک زیست‌محیطی به منظور کنترل انتشـار ذرات و آلاینده‌های گازی در صـنعت سرامیک ارم اردکان و فضای پیرامون آن پیشنهاد می‌شود:

✓استفاده از جمع کننده‌های سیلکونی در واحد سنگ شکن و اسپری درایر

✓طراحی و ساخت سیستم مه ساز در واحد سنگ شکن جهت کاهش گرد و غبار

✓تصفیه کننده‌های مرطوب جهت ته نشین کردن ذرات گرد و غبار و رسوب دهنده‌های الکترواستاتیکی

✓بهینه‌سـازی سـیسـتم پالایش غبار در واحدهای مختلف تولید به ویژه در سنگ‌شکن و تهیه بدنه و پرس

✓نگهداری و بازرسی منظم مشعل‌های کوره‌ها

✓اســتفاده از محل ســرپوشــیده انباشــت پســماندهای ساکشن‌ها جهت جلوگیری از پخش آن در هوا

✓بازیافت و اسـتفاده مجدد از پسـماندهای سـاکشـن در فرمول تهیه بدنه

✓بهینه‌سازی شیوه‌های عملیاتی به‌ویژه کنترل دما و سوخت

✓تغییر و اصلاح روش احتراق به صورت تنظیم احتراق

✓قرار دادن پوشش بر روی نوار نقاله‌های واحد سنگ شکن و اسپری دارایر

✓استفاده از بادشکن (کاشت درختان متناسب)

✓استفاده از سیستم‌های کنترل گازهای آلاینده در خروجی از دودکش کوره‌ها

✓نصب سیستم‌های مهندسی کنترل آلاینده‌های هوا

✓استفاده از سیستم‌های ساده و کارآ برای کاهش انتشار و انعکاس صوت

✓پایش و اندازه‌گیری آلاینده‌ها هر ۳ ماه یکبار

در خصـوص تصـفیهٔ پسـاب حاصـل از فعالیت‌های کارخانه، کارخانه مجهز به سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی و یا پسـاب‌های تولیدی می‌باشـد که به محض تولید آب‌های آلوده به این بخش منتقل می‌شود، در این زمینه پساب خروجی جهت بالمیل‌ها در واحد آماده‌ســازی مورد اســتفاده قرار می‌گیرد. در زمینهٔ کاهش مصـــرف آب لازم اســت اقدامات دیگری نیز صورت گیرد ازجمله:

✓توسعهٔ تصفیه خانه موجود

✓تحقیق و بررسی و شناسایی علل هدر رفت آب

✓آموزش زیست‌محیطی پرسنل و آشنا نمودن آنها با اثرات مختلف آلاینده‌ها بر محیط‌زیســت و راه‌های کمینه‌ســازی پسماندها و ضایعات

✓آبیاری قطره‌ای فضای سبز

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به‌دســت آمده، بیشــترین فراوانی راهکارها به فرآیند آموزش و تدوین دستورالعمل‌های کاری و بعد از آن به اقدامات فنی مهندسی اختصاص دارد. نتایج نشان داد که اکثر ریسک‌های در سطح ریسک غیرطبیعی را می‌توان با آموزش مسائل زیست‌محیطی شامل شناسایی و معرفی ریسک‌های زیســت‌محیطی، آشــنایی با بهداشــت آب و آلودگی‌های آن، شناخت آلودگی‌های هوای محیط کار و اثرات آن بر انسان و محیط‌زیســت، شــناخت فاضــلاب صــنعتی و اثرات آن بر محیط‌زیست، شناخت روش‌های دفع مواد زاید و زباله‌های

صنعتی، شناخت آلودگی‌های صوتی و اثرات آن بر انسان و محیط‌زیست، آشنایی با الزامات سیستم مدیریت زیست‌محیطی و تدوین دستورالعمل‌های کنترلی به سطح ریسک طبیعی کاهش داد و اینکه اکثر ریسک‌های بالا با اقدامات فنی مهندسی و تعمیرات و بازرسی‌های به موقع، به سطح ریسک غیر طبیعی یا طبیعی، خواهد رسید.

به منظور اجرای راهکارهای اصلاحی، تدوین دستورالعمل های کنترلی، برنامه‌ریزی جهت پایش های زیست‌محیطی و تنظیم چک لیست‌های زیست‌محیطی می‌تواند نقش بسزایی را در کاهش خطرات زیست‌محیطی بر عهده گیرد. به امید اینکه شناسایی مخاطرات احتمالی و پیامدهای ناشی از آنها، تخمین و برآورد ریسک، پیشنهاد روش‌های تقلیل ریسک و پیامدهای ناشی از آن و مدیریت ریسک در این کارخانه به کار گرفته شود.

تقدیر و تشکر

از مسئولین کارخانه کاشی ارم اردکان که زمینه انجام این تحقیق را فراهم کردند، کمال تشکر و قدردانی می‌نمایم. این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی صنایع غیر فلزی با استفاده از روش تلفیقی PHA و تکنیک ویلیام فاین (مطالعه موردی: کارخانه کاشی ارم اردکان در مقطع کارشناسی ارشد است که با حمایت دانشگاه اردکان در سال ۱۳۹۷ اجرا شده است

Refrences

1. Salehi S, Firoozjayan, A.A., Gholam Razazadeh, F. An Analysis of Environmental Discourse of the Iranian Socio-economic Development Plan. Social Development & Welfare Planning 2014;6(21): 71-110[In Persian].

2. Zemba SG, Green LC, Crouch EA, Lester RR. Quantitative risk assessment of stack emissions from municipal waste combustors. J Hazard Mater 1996;47(1-3): 229-75.

3. Muhlbauer WK. Pipeline risk management manual. 1999: 428.

4. Morovati M, Zahedfar, N, Akbarian, S., Sarbaz, M., Ahmadian, S, editor Assessment of air and noise pollution in ceramic and tile factories (Case Study: Meybod Tile Factory)". the first international conference and the third conference National Environmental Health, Health and Environment; 2015[In Persian].

5. Fasahat M, Azimzadeh, H., Kiani, B., Nezhadkorkhi, F, editor Evaluation of the quality of waste water from one of the tile factories of Jahan Abad industrial city in terms of some heavy metals. the first international conference on environmental and agricultural research; 2015 [In Persian].

6. Ghasemi A, Pardakhti E. Analytical Review of Risk Assessment and Management and its Position in the Environmental Management System. 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering; 2014 [In Persian].

7. Nazari A. Risk Management in Projects, Deputy Director General for Technical Assistance to the Center for Measuring and Reducing the Risk of Earthquake, Deputy Director General for Strategic Planning and Control. Strategic Planning and Control Department 2008;659[In Persian].

8. Behvandi A, Dashti S, Varshosaz K. Identification and Assessment of Occupational Health and Safety Risks of Activities and Operations of Oil Drilling Rigs Using FMEA Method (Case Study: Southern Yarran Region). Journal of Environmental Health Engineering 2020;0(0): 89-102[In Persian].

9. Jozi SA. Risk Assessment and Risk Management. Edition F, editor. Azad University 2009[In Persian].

10. Nikpishe Kohjhari F, Morovati M, Sadeghinia M, Amanat Yazdi L. Assessment and Management of Environmental Risks of Steel Industries by EFMEA Method (Case Study: Ardakan Steel and Melting factory). Journal of Environmental Health Engineering 2020;0(0): 76-88[In Persian].

11. Hafezi S, Dashti S, Sabzghabaei G. Risk Assessment Health and Safety of Acid Recovery unit of Abadan Oil Refining Company by using William Fine. Journal of Environmental Health Engineering 2018;6(1): 67-83[In Persian].

12. Sonnemann G, Schuhmacher M, Castells F. Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes. ISBN 1 5667 06440. CRC Press, Boca Raton, FL; 2000.

13. Aznaveh Z, Omidvari, M. Evaluation of Safety Risk in the Automotive Industry Using Combined Method of

WILLIAM FINE and DEMATEL_ANP. Iranian Journal of Occupational Health 2012;14(1) [In Persian].

14. Ehrampush M, Halvani, Gh. Identifying the Environmental Risks of the Equipment of the Hot Rolled Steel of the Desert Steel Using What If Method and Assessing Its Risk by William Fein. Journal of the Occupational Medicine Academy 2017;9(1) [In Persian].

15. Jozi SA. MS. Environmental risk management of Madkansar Iron Ore mine in Khorambid city using EFMEA and WILLIAM FINE combined methods. Journal of Mineral Resources Engineering 2016;1(1): 19-27[In Persian].

16. Jozi SA, ATABI, F, Honarmand, H. Risk Managment of health, safety and environment of northern cement factory using the use of WILLIAM FINE Technique, Environmental Research 2014;5(10): 23-34.

17. Pirsaheb M, Zinatizade A, Asadi F, Pourhaghighat S, Mohamadi A, Sharafi K.. Assessment and risk, safety, health and environmental management of on shore drilling machines of National Iranian Drilling Company with the method of 'William Fine'. Tech J Engin & App Sci 2015;5(3): 127-32.

18. Sohrabi Y, sharafi K, avakh A, Poursadeghiyan M, nazari Z, Ebrahimi M, yarmohammadi H, Raei M. Conducting Risk assessment by William-Fine method in one of Kermanshah tile factory in 2014. J Curr Res Sci 2016;(1): 8-13.

19. Ehrampoosh M, Halvani Gh, Ghaneian M, Dehghani Ali, Hesami Arani M. Application of PHA and WILLIAM FINE methods in environmental risk management and estimation of control costs in Kavir Steel Complex. Toloo-e-behdash 2016;1(15):10-25 [In Persian].

20. Ardakan CoCTCE. The report of the HSE Company of Ceramic Tile Company Eram Ardakan. 2017 [In Persian].

21. Josie SA. Risk Assessment and Management,: Islamic Azad University, Tehran North Branch; 2007. 922 p [In Persian].

22. Mohammad Fam I. Safety Engeenering. Tehran: Fnavararan publication; 2008 [In Persian].

23. Derakhshan Barjuei p. Assessment Risk Environment: kuhe noor Publications; 2009. 134 p [In Persian].

24. Hoveidi H, Padash, A, Mahmoodzadeh, A. Health, Safety and Environment Management System (HSE-MS). Edition F, editor: Quark Publishing; 2016. 76 p [In Persian].

25. Habibi A, Souri Laki, M, Rahmani, N, Parsazadeh, B, Yeganeh, R. Evaluation of Occupational Safety and Health Risks in a Metal Industries Company Using Occupational Safety Analysis and William Fine. Journal of Rehabilitation of Health 2016;2(2) [In Persian].

26. Jalili M. Principles of Assessment and Risk Management in the Environment: Avaya Zohoor Publications; 2009 [In Persian].

27. Anvaripour B, Saidi A, Jaderi F. Investigating the cost justification for controlling damage caused by accidents using the William Fine method. the 2nd National Conference on Health, Safety and Environment (HSE); 2012[In Persian].

28. Bakhshahi S, Mirhabibi, A, Badiie, K, editor The Environmental Effects of Tile Industry. The First Environmental and Color Expertise Seminar; Iran Painting Research Institute2003 [In Persian].

29. Morovati M, Sarbaz M, Ahmadian, Sh. Performance Evaluation of Tile and Ceramic Works (Case Study of Nine Tile Factory). Eighth National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering; Tehran: Iran Environmental Engineering Association2016 [In Persian].

30. Zahri. Z. SM, editor Evaluation of chemical quality and the amount of heavy metals in the effluent from the ceramic tile factory. National Conference on Environmental Science and Sustainable Development; Malayer: Environmental Department of Malayer University2011[In Persian].

Journal of Environmental Health Engineering, February 2020; Vol. 8, No2: 196-211

Environmental Risk Assessment of Non-Metallic Industries Using Combined PHA-William Fine Technique (Case Study: Eram Ardakan Tile & Ceramic IND Co.)

Maryam Nesari Ardakani [1], Maryam Morovati[1], Maryam Arsalan [2], Gholamreza Siyahati Ardakani [1]

1. Department of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources,
Ardakan University, P.O.Box184,Ardakan, Iran
2. Health and Environment Safety Department, Scientific and Applied University, Yazd, Iran

Email:mymorovati@ardakan.ac.ir
Received: 6 Oct 2020; Accepted: 6 Jun 2021

ABSTRACT

Background: Non-metallic industries such as tile and ceramics, in addition to production and economic development, cause many environmental problems, including air and soil pollution and waste production. Industrial environments, by their very nature, are exposed to serious damage and hazards that are potentially expanding in line with the increasing growth of technology. This study was conducted with the aim of identifying and assessing the environmental risks of Eram Tile and Ceramic Industrial Company in Ardakan City by combined method of PHA and William Fine.

Method: First, based on field visits to Eram Ardakan Company, environmental hazards were identified by PHA method and based on the work unit, performance of existing machinery, and human activities. Then, using the William Fine method, environmental risk assessment was performed and corrective solutions for high risks were presented.

Results: Based on the findings of this study, 241 environmental hazards were identified, which were classified into 6 groups of environmental hazards (pollutants entering water, pollutants entering soil, pollutants entering air, loss of water and energy resources, generation of noise, and the generation and dispersion of industrial waste). The Risk Priority Number (RPN) of natural risks was 166, abnormal risks 52, and high risks 23. The highest RPN was 560 related to the operation of the crusher, spraying, operation of the furnace and dryer, press, and suction, while the lowest was 1, related to the excessive watering of trees and plants and uploading of animal manure.

Conclusion: the assessment of hazards in the ceramics industry, while helping identify technical deficiencies and human errors, emphasizes the need for training and change the attitude of managers and personnel working in this industry and environmental inspections to maintain and promote environmental health.

Keywords: Environmental risk assessment, WILLIAMFINE technique, PHA, Ceramic and tile industry