Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۷، شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۵، از صفحه ۱۲۷ تا ۱۳۸

ارایه برنامه مدیریت ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در سالن رنگ و رنگ‌پاشی شرکت میهن خودرو

سحر رضایان*[۱]، سیدعلی جوزی[۲]، نسرین مرادی مجد[۳]

۱ استادیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود
۲ دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۶/۱۵)

چکیده

این تحقیق با هدف ارایه برنامه مدیریت ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در سالن رنگ و رنگ‌پاشی در شرکت میهن خودرو به انجام رسیده است. پس از شناسایی فعالیت‌ها و فرآیندها در سالن‌رنگ تولید خودرو، میزان آلاینده‌های گازی CO، NO_X، SO_2 و H_2S در ۶ ایستگاه، ذرات معلق در خروجی دودکش‌های سالن رنگ در ۴ ایستگاه و میزان صوت در ۸ ایستگاه اندازه‌گیری شد. بخارات گزیلن نیز به‌وسیله لوله‌های گازیاب به روش قرایت مستقیم مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، جنبه‌های ایمنی و بهداشت شغلی با روش تجزیه وتحلیل حالات شکست و آثار آن شناسایی و ارزیابی شدند و عدد اولویت ریسک از حاصل ضرب سه پارامتر شدت در احتمال وقوع در گستره آلودگی یا امکان بازیافت، محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داده است که غلظت آلاینده‌های هوا مانند CO و NO_X در برخی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در مقایسه با مقادیر استاندارد بالاتر است. اندازه‌گیری میزان صوت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که شدت صوت در این ایستگاه‌ها بالاتر از حد استاندارد می‌باشد. میزان مواجهه شغلی کارگران بخش رنگ با بخارات گزیلن ۱۸۶/۸۷ ppm اندازه‌گیری شد که بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. ۲۲ ریسک ایمنی و بهداشت شغلی در سالن‌رنگ شناسایی شد که ۵ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین، ۸۲ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط و ۱۳درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا می‌باشند. بالاترین عدد اولویت ریسک، ۶۴۸ و مربوط به بخش کوره‌های پخت رنگ به‌دلیل خطر آتش‌سوزی است. با توجه به نتایج به‌دست آمده جهت کاهش میزان خطر آتش‌سوزی، نصب سیستم هشداردهنده افزایش درجه حرارت، استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب و استاندارد پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: ریسک، ایمنی‌صنعتی، روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن، کارخانه اتومبیل‌سازی

*نویسنده مسئول
Email: s_rezaian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

صنعتی شدن جوامع و ایجاد کارخانه‌ها و صنایع بزرگ، موجب شد که انسان در معرض خطر و تهدید ساخته‌های خویش قرار گیرد (نبهانی، ۱۳۸۱). با پیشرفت فناوری و افزایش کاربرد ماشین آلات، روند تولید ریسک و احتمال بروز حوادث در محیط‌های صنعتی فزونی یافته است. ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت شغلی فرآیند تحلیل کمی و کیفی پتانسیل‌های خطر و پیش‌بینی بالفعل شدن ریسک‌پذیری بالقوه با در نظر گرفتن حساسیت یا آسیب‌پذیری محیط پیرامونی آن است (Muhlbauer, 2004). نحوهٔ انجام مطالعه ارزیابی ریسک و نتایج حاصل از آن در بخش مدیریت ریسک تأثیر مهم و به‌سزایی بر ارایه برنامه مدیریت ریسک ایمنی و بهداشت شغلی در سالن رنگ و رنگ‌پاشی شرکت میهن خودرو خواهد داشت. بنابراین، انتخاب روش مناسب جهت انجام مطالعات بسیار حایز اهمیت است. امروزه هم زمان با پیشرفت علم و فن‌آوری انسان نیز در معرض خطرها بسیاری قرار می‌گیرد که با شناخت دقیق سیستم‌ها و فرآیندهای کاری می‌توان تا حد زیادی آن‌ها را کنترل نمود. یکی از روش‌هایی که قادر است خطرها بالقوه محیط کار و علل و آثار آن‌ها را شناسایی و ارزیابی کند، روش FMEA است. از آن جایی‌که خطرهای بالقوه زیادی در محیط‌های کاری یافت می‌شود، با استفاده از این روش می‌توان این خطرها را کنترل یا حذف نمود. هدف از پژوهش حاضر، شناسایی خطرها در سالن رنگ یک کارخانه خودروسازی با روش FMEA و ارایه راهکار کنترل برای خطرهایی است که دارای ریسک بالا هستند. روش FMEA یکی از رایج‌ترین و مؤثرترین روش‌های حالات شکست و اثر آنها است که از جمله مهم‌ترین مزایای استفاده از این روش، ارایه روشی سیستماتیک و پویا جهت اولویت‌بندی حالات شکست بر اساس فاکتورهای کمی می‌باشد (سورانی و جمعگی، ۱۳۸۳).

در زمینه ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت شغلی، مطالعه‌های مختلفی در دنیا و ایران انجام شده است. پژوهشی با هدف تجزیه و تحلیل اثر ریسک در بخش Spark برق‌گیر که وظیفه آن شستشوی ماشین است، به روش EFMEA انجام شده است. در پژوهش موردنظر توصیه شده اقدام‌های اصلاحی در راستای توسعه سیستم‌های الکترونیک براساس بالانس کاربرد انرژی انجام گیرد (lindahl, 2000). مطالعه دیگری، در زمینه تجزیه و تحلیل آثار و حالت شکست ریسک در کارخانه مهمات سازی ارتش رادفورد صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که روش EFMEA در این کارخانه براساس آماده‌سازی برای شناسایی اصولی، پیگیری و ارتباط ریسک‌ها در سطح فعالیت‌ها توسعه پیدا کرده است (Jenings, 2008). تحقیقی با هدف اصول و ساختار تجزیه و تحلیل اثر ریسک یا EFMEA در سوید انجام گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که EFMEA یک روش کیفی ارزیابی پیامد ریسک حاصل از تولید است که قصد و هدفش فراهم کردن ابزاری برای تسهیل کار شرکت‌های تولیدی می‌باشد (Jensen, et al., 2001). (دشمن فنا یزدی و همکاران، ۱۳۸۵) نیز در پژوهشی به شناسایی و کنترل خطرها در سالن رنگ یک کارخانه تولید خودرو به روش ETBA پرداختند. در این تحقیق، ابتدا منابع انرژی موجود در هر سیستم شناسایی شد. سپس با تحلیل انرژی و ارزیابی اثربخشی موانعی که در زمان انجام مطالعه برای پیشگیری از رها شدن ناخواسته انرژی در سیستم وجود داشت، ریسک‌ها ارزیابی شدند. پس از آن راهکارهای پیشگیرانه برای کنترل ریسک‌های بالا ارایه شد و در نهایت ریسک ثانویه خطرها ارزیابی شد. در ارزیابی ریسک بخش شیرین‌سازی واحد تصفیه گاز پالایش گاز، (عدل و همکاران، ۱۳۹۰) با کمک روش FMEA خطرها مهم فرآیند و نقص قطعه‌ها و اجزای مواد باقی مانده مهم بخش و وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثر آن را مورد شناسایی قرار دادند. در این تحقیق، ۶۸ مورد خطر شناسایی و ریسک آنان برآورد شد که در این میان، بیش‌ترین ریسک محاسبه شده مربوط به کاهش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه و نقص سیستم‌های خنک‌کننده دی اتانول آمین بوده است. (Ichang & Lan Liang, 2009)، در تحقیقی مدلی برای ارزیابی اجرایی سیستم‌های مدیریتی ایمنی کار در تأسیسات ساخت رنگ پرداخته‌اند. در این پروژه بازرسی‌های ایمنی در چهار مرحله تأسیسات ساخت رنگ توسط ۳ بازرس انتخاب شده از میان بازرسان دولتی انجام شد، که مهندسان مشاور ایمنی و حرفه‌ای‌ها در صنعت رنگ‌سازی بودند. در نهایت، نتایج به دست آمده توسط بازرسان مشابه به هم بود و اختلاف میان بازرسان حداقل می‌باشد. نتیجه این مطالعه مشخص کرد که از قواعد به‌کار رفته در این کار در صنایع دیگر می‌توان استفاده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

شناسایی پسماند و مواد زاید خطرناک: به‌منظور شناسایی پسماند و مواد زاید خطرناک کارخانه میهن خودرو از محل مورد مطالعه بازدید به‌عمل آمد و منابع و کیفیت پسماندهای تولیدی شناسایی شد. پس از تجزیه و تحلیل و بررسی نحوه مدیریت فعلی پسماندهای تولیدی در سالن رنگ و دسته‌بندی پسماندهای تولیدی از نظر بازیافت یا روش دفع نهایی تعیین شد.

آزمایش‌های سنجش آلودگی هوا: در این تحقیق پارامترهای مرتبط با آلودگی هوا مانند CO، NO_X، SO_2 و H_2S اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای فوق، ابتدا محل دقیق دودکش‌ها بررسی و خروجی دودکش‌ها برای نمونه‌برداری تعیین شد. نمونه‌برداری در ۶ ایستگاه خروجی دودکش ۱ تا۶ و در آبان ۱۳۹۰ انجام شد. در خروجی دودکش‌ها نقاط برای نمونه‌گیری به حالتی انتخاب شد که در طول مسیر مستقیم جریان بودند. شرایط نمونه‌برداری به‌صورت خشک بود و منفذ متناسب با قطر پراپ دستگاه، ایجاد شد. اندازه‌گیری فلو در دستگاه LANCOM III با استفاده از لوله پیتوت انجام شد و با توجه به تغییرات سرعت جریان در داخل دودکش، محل استقرار پیتوت در حالتی بود که پراپ در معرض مستقیم جریان داخل دودکش قرار گرفت. روی پراپ‌های نمونه‌برداری، فیلتر محافظ جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار به داخل دستگاه نصب شد. در نقاط نمونه‌گیری فشار استاتیک و دمای گاز خروجی توسط سنسورهای دستگاه اندازه‌گیری شد که در تصحیح حجم هوای نمونه‌برداری شده، استفاده شد. مشخصات این دستگاه در جدول (۱)، ارایه شده است.

جدول (۱): مشخصات دستگاه LANCOM III جهت سنجش گازها

نام دستگاه	آلاینده‌های مورد سنجش	محدوده اندازه‌گیری (ppm)	قدرت تفکیک
LANCOM III	CO	0-2000	±2%
	NO	0-1000	±2%
	NO2	0-100	±2%
	SO_2	0-2000	±2%
	H_2S	0-200	±2%

جهت تعیین غلظت گردوغبار کلی در هوای محیط، از روش نمونه‌برداری گراویمتری استفاده شد. اندازه‌گیری گرد و غبار با استفاده از دستگاه پمپ نمونه‌بردار SKC انجام شد. نمونه‌برداری توسط فیلتر فایبرگلاس از نوع GF/A با قطر ۲۵ انجام شد و برای کالیبراسیون، کالیبراتور الکترونیکیBIOS مورد استفاده قرار گرفت و نتایج به‌دست آمده با ضوابط تماس شغلی مربوط به کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای کشور[۱] مقایسه شد. این نمونه‌برداری، در ۴ ایستگاه در خروجی دودکش‌های ۱ تا ۶ سالن رنگ کارخانه میهن خودرو انجام شد. ارزشیابی تماس شغلی کارگران رنگ‌پاش با بخارات گزیلن در کابین رنگ در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲ دقیقه در حجم هوای نمونه ۱۰۰میلی‌لیتر به وسیله لوله‌های گازیاب مخصوص گزیلن با گسترده۲۵۰-۱۰ به شماره۱۲۳و پمپ نمونه‌برداری پیستونی مدل ۱۰۰۵ ساخت ژاپن به‌روش قرایت مستقیم انجام گرفت.

آزمایش‌های سنجش آلودگی صوت: برای اندازه‌گیری صوت، ابتدا محل دقیق ایستگاه‌های اندازه‌گیری براساس منابع صوتی، فاصله، پریود، انتشار و پیوستگی صدا مشخص شد. اندازه‌گیری میزان صوت توسط دستگاه CEL ساخت کشور انگلستان، انجام شد. نمونه‌برداری در ۸ ایستگاه (بخش عملیات فسفاته، کوره‌های پخت، تاسیسات، بخش اداری، محل انتقال کار به مرحله بعدی از سالن رنگ، بخش سیلرکاری، انبار مواد شیمیایی و رنگ و درب ورودی) و در آذر ۱۳۹۰ انجام شد. جهت میکروفن دستگاه کالیبراتور صدا بدون هیچ‌گونه زاویه ای، به‌صورت Random و ارتفاع میکروفن در فاصله ۱/۲ متر بالاتر از سطح زمین، تنظیم شد. وضعیت پاسخ‌دهی میکروفن در حالت FAST قرار داده شد و برای افزایش دقت اندازه‌گیری، پوشش محافظ روی میکروفن نصب شد تا تأثیر جریانات هوای محیط را برروی میزان سروصدا کاهش دهد. کالیبراسیون اکوستیک و کالیبراسیون الکتریک براساس راهکار انجام و کالیبراتور مرجع در ۱۱۴dB با خطای ±۰/۱dB کالیبره شد. ترازسنج صوت روی شبکه توزین فرکانس

www.SID.ir

Archive of SID

A تنظیم شد و نتایج در ایستگاه‌های مورد بررسی به‌دست آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده از سنجش آلاینده‌ها، از شاخص‌های آمار توصیفی و آزمون آماری میانگین‌ها برای مقایسه با استاندارد استفاده شد.

روش ارزیابی ریسک ایمنی، بهداشت شغلی: در این مطالعه، پس از بررسی پیشینه و مروری بر ادبیات تحقیق جهت بررسی ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در این کارخانه، مصاحبه‌هایی با کارکنان کارخانه میهن‌خودرو صورت گرفت و فهرستی از عوامل احتمالی مولد ریسک پس از تکمیل کاربرگ‌ها و بررسی مستندات سامانه مدیریت یکپارچه کارخانه موسوم به IMS مشخص شد. همچنین، با تکمیل پرسشنامه‌های بسته از پرسنل شاغل در محیط مهم‌ترین منابع مولد ریسک در واحد تحت بررسی تکمیل شد. این پرسشنامه‌ها، طی چند مرحله در اختیار گروهی از مدیران، کارشناسان و متخصصان در رشته‌های مرتبط با بهداشت محیط و محیط‌زیست قرار گرفت. جامعه آماری در این پژوهش، کارشناسان و مدیران کارخانه میهن خودرو بودند. با توجه به تعداد زیاد این افراد در این تحقیق برای تعیین تعداد نمونه لازم از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. به این منظور، ابتدا تعداد پرسشنامه به‌عنوان پیش‌آزمون در نقاط مختلف منطقه مورد مطالعه تکمیل شد. سپس، با احتساب ضریب اطمینان ۹۰ و خطای ۳ درصد، تعداد نمونه‌های لازم با استفاده از رابطه «کوکران» (Asafou-Ajaee, 2002) به‌صورت زیر محاسبه شد:

$$\frac{t2s2}{s2} = \frac{(90)2\,(0/231)2}{0/03} \qquad (۱)$$

$$n = \text{نفر} = 48/0249 \approx 49$$

که در این رابطه: واریانس= s2، خطای مطالعه برحسب درصد= d و ضریب اطمینان= t می‌باشد.

بدین‌منظور، پرسشنامه‌ای تحت عنوان پرسشنامه۵۰، مرکب از ۴۳ سوال تنظیم و بین ۵۰ نفر توزیع و تکمیل شد. تعدادی از پرسشنامه‌ها پس از مطالعه و بررسی دقیق به‌دلیل مخدوش بودن حذف شد و درنهایت تعداد ۴۵ عدد پرسشنامه جهت تحلیل نهایی نتایج مورد استفاده قرار گرفت. باتوجه به این‌که بیش‌ترین حادثه و خطر در این کارخانه در سالن رنگ صورت می‌گیرد و پتانسیل آسیب‌پذیری آن بیشتر می‌باشد، بنابراین این واحد به‌عنوان بخش مورد مطالعه انتخاب شد. در مرحله بعد، پس از تعیین مهم‌ترین ریسک‌ها، مدل FMEA اجرا و در هر معیار اولویت‌بندی ریسک‌ها با این روش مشخص شد.

FMEA، روش ارزیابی ریسک سازمان‌یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرها بالقوه و برآورد سطح ریسک در راستای مدیریت ریسک و کاهش آن به یک سطح قابل قبول است. به این منظور، پس از شناسایی فعالیت‌ها و فرآیندها سالن رنگ کارخانه تولید خودرو، خطرها و عوامل بالقوه آسیب‌رسان شناسایی و سپس با توجه به شدت اثر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه آن بر انسان و تجهیزات، کار ارزیابی و طبقه‌بندی ریسک‌ها انجام شد (حبیبی، ۱۳۸۶). در نمودار (۱)، مراحل انجام مطالعه ارزیابی ریسک در این تحقیق ارایه شده است.

جهت ارزیابی ریسک، برای هر یک از تجهیزات خط تولید کاربرگ FMEA تکمیل شد. ستون‌های تجهیز، عملکرد، آلودگی ناشی از فعالیت تجهیز و پیامد آن آلودگی نیز در کاربرگ وارد شد. ستون‌های شدت اثر، احتمال وقوع و گستره آلودگی یا امکان بازیافت برطبق جدول‌های FMEA تکمیل و عدد اولویت ریسک موسوم به RPN آن‌ها محاسبه شد.

مرحله‌های ده‌گانه انجام این فرآیند در ادامه ذکر شده است:

گام اول: شناخت تجهیزات، عملکرد آن‌ها و فرآیند کارخانه

گام دوم: ایجاد طوفان فکری برای شناسایی حالت شکست بالقوه

گام سوم: نوشتن اثر بالقوه حالت شکست

گام چهارم: تعیین درجه شدت برای هر اثر

شدت، میزان اهمیت و جدی بودن پیامد ریسک ایمنی و بهداشت شغلی حاصل از جنبه و میزان تخریب ایجاد شده می‌باشد که بدین‌منظور مقایسه میزان آلودگی منتشره از آن تجهیز با استانداردهای مربوطه صورت گرفت. امتیاز مربوط به این پارامتر با توجه به جدول (۲) تعیین شد.

گام پنجم: تعیین درجه وقوع برای هر حالت شکست : منظور از احتمال وقوع، تواتر زمانی بروز جنبه ریسک ایمنی و بهداشت شغلی و پیامد ناشی از آن می‌باشد که امتیاز مربوط به این پارامتر با توجه به جدول (۳)، تعیین شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار (۱): مراحل انجام مطالعات ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت شغلی در سالن رنگ کارخانه تولید خودرو

جدول (۲): رتبه بندی شدت ماخذ (جوزی، ۱۳۸۷)

امتیاز	شرح شدت	شدت
۵	بسیار مضریا مخرب بالقوه/ اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منابع	شدید
۴	مضر اما مخرب بالقوه نمی‌باشد/ اتلاف یا مصرف زیاد منابع	جدی
۳	نسبتاً مضر/ اتلاف یا مصرف متوسط منابع	متوسط
۲	پتانسیل کم برای ضرر دارد/ اتلاف یا مصرف کم منابع	خفیف
۱	ضرر ناچیز و قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد/ اتلاف یا مصرف ناچیز منابع	ضرر ناچیز

جدول (۳): رتبه بندی احتمال وقوع ماخذ (جوزی، ۱۳۸۷)

شرح شدت	امتیاز
رخداد بسیار زیاد و حتمی (امکان دارد هر روز اتفاق بیافتد)	۵
رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته اتفاق بیافتد)	۴
رخداد متحمل و متوسط (امکان دارد در طول ماه اتفاق بیافتد)	۳
رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)	۲
رخداد غیر ممکن و بعید (امکان دارد در هر ۱۰ سال یکبار اتفاق بیافتد)	۱

www.SID.ir

Archive of SID

گام ششم: تعیین درجه گستره آلودگی یا امکان بازیافت

برای حالت شکستی که پیامد آن‌ها آلودگی بود، پارامتر گستره آلودگی برطبق جدول (۴) و برای پارامترهایی که پیامد آن‌ها مصرف منابع بود، پارامتر امکان بازیافت بر اساس جدول (۵)، انجام گرفت.

جدول (۴): رتبه بندی گستره آلودگی ماخذ (جوزی، ۱۳۸۷)

امتیاز	گستره آلودگی
منطقه‌ای	۵
در سطح پروژه	۴
در سطح کارگاه	۳
در سطح واحد	۲
در سطح ایستگاه‌کاری	۱

جدول (۵): رتبه‌بندی امکان بازیافت ماخذ (جوزی، ۱۳۸۷)

گستره آلودگی	امتیاز
منطقه‌ای	۵
در سطح پروژه	۴
در سطح کارگاه	۳
در سطح واحد	۲
در سطح ایستگاه کاری	۱

گام هفتم: محاسبه RPN برای هر حالت شکست

شدت × امکان بازیافت × احتمال وقوع = عدد الویت ریسک

شدت × گستره آلودگی × احتمال وقوع = عدد الویت ریسک

گام هشتم: تعیین حداطمینان و سطح ریسک

بدین‌منظور، ابتدا میانگین RPNها و سپس انحراف معیار آن‌ها به‌شرح ذیل محاسبه شد:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}. \qquad (۲)$$

$$\overline{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_N}{N} \qquad (۳)$$

گام نهم: ارایه اقدام کنترلی جهت حذف یا کاهش حالت شکست بالقوه دارای خطرپذیری بالا

گام دهم: محاسبه مجدد RPN ناشی از حذف و یا کاهش حالت شکست (ارزیابی ثانویه ریسک)

یافته‌ها

نتایج حاصل از وضعیت فعلی مدیریت پسماند: در سیستم فعلی مدیریت پسماند، تعداد پرسنل خدماتی که در حال‌حاضر مسئولیت جمع‌آوری و حمل پسماندها را از قسمت‌های مختلف سالن، واحدهای اداری و رستوران به‌عهده دارند. در مجموع ۷۵ نفر در ۳ شیفت می‌باشند. خلاصه‌ای از وضعیت فعلی مدیریت پسماند در سالن رنگ در جدول (۶)، آمده است.

جدول (۶): نحوه مدیریت فعلی پسماندهای تولیدی در سالن رنگ

نوع پسماند	نحوه مدیریت فعلی	امکان بازیافت	اجزاء پسماند
اداری	سطل‌های زباله	بلی	کاغذ، لیوان یکبار مصرف، لوازم التحریر مصرف شده، باقی‌مانده غذا
رستوران	سطل‌های زباله	بلی	ظروف یک‌بار مصرف، باقی مانده غذا، دستمال تمیزکاری
فرآیندی	سطل‌های زباله	بلی	انواع پارچه، کارتن، مشمع، سمباده، ماسکینگ آغشته به مواد شیمیایی، اقلام ایمنی و لباس مستعمل آغشته به مواد
تمیزکاری	سطل‌های زباله	بلی	انواع پارچه، کارتن، مشمع آغشته به موادشیمیایی، فیلترهای هوای تعویضی
لجن	جمع‌آوری در بشکه و انتقال	بلی	باقی مانده موادشیمیایی مانند PVC و رنگ
قابل‌فروش	به محل دپوی لجن ایستگاه انتقال میانی، اداره اقلام مازاد	بلی	انواع بشکه، تینر، رنگ، یالت و داغی تعمیرات

www.SID.ir

Archive of SID

طریقه جابه‌جایی و تهیه مخلوط‌های مواد بسیار نا ایمن و برخلاف اصول بهداشت محیط کار است و به آسانی افراد در معرض مواجهه پوستی و استنشاقی قرار می‌گیرد. سیستم‌های تهویه به طور معمول ناکارامد هستند. ظروف حاوی موادشیمیایی فاقد درب مناسب و علایم ایمنی هستند. کوره‌های خشک‌کن قطعات فایبرگلاس فاقد خروجی هستند و باز کردن درب آن‌ها منجر به بیرون زدن بخارات حلال‌ها می‌شود. افراد فاقد تجهیزات مناسب هستند. بخارات گزیلن منجر به تحریک چشم، پوست، گلو، بینی، گیجی، هیجان، خواب‌آلودگی، ناهماهنگی در حرکات، تهوع، استفراغ، دل‌درد و درماتیت می‌شود. باتوجه به جدول (۷)، میزان مواجهه کارگران بخش رنگ بیشتر از حد مجازاست.

جدول (۷): میزان مواجهه شغلی کارگربخش رنگ با بخارات گزیلن

مقدار مواجهه ppm	حدود مجاز تماس شغلی	
	TWA	STEL /C
۱۸۶/۸۷	۱۰۰	۱۵۰

جدول (۸)، میزان گازهای خروجی از دودکش سالن رنگ مورد نمونه‌برداری و مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با استاندارد را نشان می‌دهد. دلیل عمده بالا بودن میزان گازهای خروجی از دودکش‌ها در برخی ایستگاه‌ها، عدم تعمیر یا تعویض به موقع قطعه‌های معیوب می‌باشد.

جدول (۸): میزان گازهای خروجی از دودکش‌های سالن رنگ

محل نمونه‌برداری	CO gr/kwh	NO_x gr/kwh	SO_2 ppm	H_2S ppm
خروجی دودکش ۱	۷/۰۲	۱۰/۰۳	۲۶۶/۷۰	۵/۰۰
خروجی دودکش ۲	۸/۰۴	۱۱/۰۳	۲۶۰/۷۰	۱/۴۰
خروجی دودکش۳	۱۰/۰۰	۶/۵۵	۴۰۶/۶۰	۶/۶۰
خروجی دودکش ۴	۱۳/۰۰	۹/۱۴	۳۸۳/۰۰	۴/۶۰
خروجی دودکش ۵	۱/۲۰	۲/۵۴	۳۸۸/۶۰	۱۶/۶۰
خروجی دودکش ۶	۳/۳۰	۳/۱۸	۲۷۷/۵۰	۹/۶۰
حدود مجاز	۴/۰۰	۷/۰۰	۸۰۰/۰۰	۷/۲۰

در جدول (۹)، اندازه‌گیری تراکم ذره‌های معلق در سالن رنگ کارخانه میهن خودرو و حد مجاز تراکم ذرات معلق مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری، در محل‌های نمونه‌برداری شده نشان می‌دهد که میزان تراکم ذرات معلق در مقایسه با استاندارد آن ($10\ mg/m^3$) درکلیه موارد نمونه‌برداری شده در حد مجاز و استاندارد بود.

جدول (۹): میزان تراکم ذرات معلق

محل نمونه‌برداری	میزان تراکم ذرات معلق (mg/m^3)
دودکش۱، ۴، ۵	۴/۹
دودکش ۲	۳/۸
دودکش ۳	۳/۷
دودکش ۶	۲/۹
حدمجاز تراکم ذرات معلق	۱۰

نتایج سنجش میزان صوت در ایستگاه‌های سنجش واقع در سالن : جدول (۱۰)، نتایج آنالیز صوت در ۸ ایستگاه سالن رنگ و مقایسه با استاندارد را نشان می‌دهد. دلیل عمده بالابودن صوت در برخی ایستگاه‌ها، عدم بازرسی و تعمیر به‌موقع قطعات فرسوده، عدم روغن‌کاری به‌موقع قطعه‌ها و عدم نصب ورق‌های حفاظ برای کنترل صوت در مسیر انتشار آن می‌باشد. بنابراین، باید به‌طور ویژه نسبت به کاهش صوت در این ایستگاه‌ها از طریق ایزولاسیون مناسب صوت اقدام کرد.

نتایج حاصل از ارزیابی ریسک: ارزیابی ریسک کلیه فعالیت‌های سالن رنگ کارخانه میهن خودرو با هدف مدیریتی کاهش خطر انجام پذیرفت. برای این منظور، کلیه فعالیت‌ها، فرآیندها و تجهیزات در این واحد بررسی شد و فهرست آن‌ها تهیه شد. با محاسبه میانگین RPNها، RPN = ۱۹۲/۶۳ به‌عنوان حد اطمینان یا شاخص ریسک تعیین شد و سپس با استفاده از انحراف معیار داده‌ها (σ = ۱۲۱/۴۱)، میزان پخش‌شدگی به راست ($X+\sigma$) و پخش‌شدگی به چپ ($X-\sigma$) مقادیر RPN حول مقدار میانگین محاسبه شده و بنابراین، عدد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۰): تراز صدا در سالن رنگ

ردیف	ایستگاه	Leq(dB)	استاندارد (dB)
۱	بخش عملیات فسفاته	۹۲/۸	۸۵
۲	کوره‌های پخت	۹۷/۹	۸۵
۳	تأسیسات	۹۷/۸	۸۵
۴	بخش اداری	۸۲/۶	۸۵
۵	محل انتقال کار به مرحله بعدی از سالن رنگ	۹۱/۲	۸۵
۶	بخش سیلرکاری	۹۶/۵	۸۵
۷	انبار موادشیمیایی و رنگ	۹۱/۳	۸۵
۸	درب ورودی	۸۵/۶	۸۵

۳۱۴/۰۴ را به‌عنوان حد بالای ریسک و عدد۷۱/۲۲ به‌عنوان حد پایین ریسک درنظر گرفته شد. باتوجه به محاسبات آماری انجام شده و شرایط سیستم مورد مطالعه، RPNهای پایین‌تر از ۷۱/۲۲ جنبه غیربارز است و RPNهای بین ۷۱/۲۲ تا ۳۱۴/۰۴ در وضعیت مناسب نیست و نیازمند تجدیدنظر در اولویت بعدی است. اما RPNهای بالاتر از ۳۱۴/۰۴ دارای جنبه بارز است و باید در اولویت اول بهبود قرار گیرد تا با به‌کارگیری اقدام تعیین شده مقدار شاخص RPN برای ماه‌های بعد به مقدار پایین‌تری برسد و وضعیت ایمنی و بهداشت شغلی سالن رنگ و تأثیر آن بر کارکنان کارخانه به سطح بالاتری ارتقا یابد؛ همچنین آثار ریسک‌های ایمنی و بهداشتی در این سالن کاهش یابد. طبقه‌بندی ریسک‌ها به صورت جدول (۱۱)، می‌باشد. بنابراین، جهت تعیین سطح ریسک که با استفاده از شاخص RPN و انحراف معیار داده‌ها انجام گرفت. ریسک‌های پایین تر از ۷۱/۲۲ (X- σ)، سطح ریسک پایین یا Low، ریسک‌های بالاتر از ۳۱۴/۰۴ (X+ σ)، سطح ریسک بالا یا High و ریسک‌های بین ۷۱/۲۲ تا ۳۱۴/۰۴ سطح ریسک متوسط یا Medium درنظر گرفته شد. در جدول (۱۱)، ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه جنبه‌های سالن رنگ در کارخانه میهن خودرو مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۱۱): دسته‌بندی حدود ریسک در EFMEA

ردیف	نوع ریسک	حدود ریسک
دسته اول	ریسک‌های پایین (L)	RPN = < ۷۱/۲۲
دسته دوم	ریسک‌های متوسط (M)	RPN = > ۷۱/۲۲ = < ۳۱۴/۰۴
دسته سوم	ریسک‌های بالا (H)	RPN > ۳۱۴/۰۴

با توجه به جدول (۱۲)، بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به آتش‌سوزی در کوره‌های پخت می‌باشد. RPN مربوط به این جنبه ریسک، ۶۴۸ ارزیابی شده است که در دسته ریسک‌های بالا قرار دارد. رتبه شدت برابر ۹ است، یعنی در صورت آتش‌سوزی در کوره‌های پخت سالن رنگ، شدت اثر زیاد ارزیابی شده است. رتبه احتمال وقوع برابر ۹ است، یعنی احتمال آتش‌سوزی در کوره‌های پخت سالن رنگ، به‌صورت بالا ارزیابی شده است. رتبه گستره آلودگی، ۸ درنظر گرفته شده است و بدین معناست که در صورت وقوع حادثه، دامنه انتشار زیاد می‌باشد. بنابراین، اقدام های اصلاحی و کنترلی باید بیشتر صرف پایین آوردن رتبه شدت و کشف علت آتش‌سوزی احتمالی در کوره‌پخت شود تا عدد اولویت ریسک این جنبه به سطح متوسط یا پایین برسد. از آن جایی که اصولاً در سالن رنگ میهن خودرو بخش اعظم کار با استفاده از کوره‌های پخت رنگ می‌باشد و کوره‌های مورداستفاده دمایی حدود۱۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تولید می‌کند بنابراین، بالاترین ریسک‌ها مربوط به این بخش است.

در فعالیت‌های دیگر کوره‌های پخت، RPN مربوط به بخارات خارج شده از کوره‌ها عدد ۳۴۳ ارزیابی شده است که در دسته ریسک‌های بالا قرار دارد. رتبه احتمال کشف یا گستره آلودگی برابر با عدد ۷، ارزیابی شده و بدین مفهوم است که احتمال کشف توسط کنترل‌های جاری بالاست. رتبه احتمال وقوع آن برابر با عدد ۷ است، یعنی احتمال انتشار آلودگی مربوطه بالا می‌باشد. رتبه شدت اثر انتشار آلودگی، عدد ۷ ارزیابی شده است و بدین مفهوم است که در صورت انتشار آلودگی به هوا، تأثیر آلاینده بر انسان بالا می‌باشد. جهت کاهش میزان خطر آتش‌سوزی نصب سیستم هشداردهنده افزایش درجه‌حرارت، استفاده از وسایل حفاظت مرزی مناسب و استاندارد، جهت کنترل دمای محیط استفاده از پوشش‌های مناسب و جهت کنترل بخار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۲): ارزیابی ریسک‌های اولیه در سالن رنگ کارخانه تولید خودرو

نوع فعالیت	حوادث و خطرات احتمالی	پیامدهای ناشی	ارزیابی ریسک اولیه					ارزیابی ریسک ثانویه				
			شدت اثر	احتمال وقوع	گستره آلودگی	RPN	سطح ریسک	شدت اثر	احتمال وقوع	گستره آلودگی	RPN	سطح ریسک
انبار مواد شیمیایی و رنگ	آتش‌سوزی	تخریب اموال، سوختگی	۵	۳	۴	۶۰	L	۳	۲	۴	۲۴	L
	تماس با ترکیبات شیمیایی	بیماری‌های پوستی، سرطان، عفونت	۳	۴	۵	۶۰	L	۲	۲	۲	۸	L
	سقوط از ارتفاع	شکستگی، نقص عضو	۴	۵	۵	۱۰۰	M	۳	۳	۴	۳۶	L
عملیات فسفاته و سیلرکاری	سقوط از ارتفاع	نقص‌عضو و مرگ‌و میر	۴	۵	۵	۱۰۰	M	۳	۳	۴	۳۶	L
	سقوط اشیاء	جراحت، شکستگی	۳	۳	۴	۳۶	L	۲	۳	۴	۲۴	L
	استنشاق بخار رنگ و حلال	بیماری‌های ریوی	۸	۷	۸	۴۴۸	H	۴	۵	۷	۱۴۰	M
انتقال کار به مرحله بعدی از سالن رنگ	سقوط محصول و مواد اولیه	خطر مرگ و صدمه شدید	۵	۳	۳	۴۵	L	۳	۳	۲	۱۸	L
	دود ناشی از احتراق ماشین‌آلات	بیماری‌های ریوی	۴	۶	۵	۱۲۰	M	۴	۳	۳	۳۶	L
	سر و صدا	کاهش‌شنوایی	۴	۵	۵	۱۰۰	M	۳	۳	۴	۳۶	L
	برخورد با وسایل و بارهای معلق	شکستگی، جراحت، صدمه متوسط	۲	۴	۵	۴۰	L	۲	۲	۴	۱۶	L
کوره‌های پخت	آتش‌سوزی	سوختگی مرگ	۹	۹	۸	۶۴۸	H	۶	۶	۷	۲۵۲	M
	دمای محیط	گرمازدگی، بیماری‌های پوستی	۶	۶	۴	۱۴۴	M	۴	۴	۲	۳۲	L
	بخارخارج شده از کوره	بیماری‌های ریوی، پوستی و سرطان	۷	۷	۷	۳۴۳	H	۴	۵	۶	۱۲۰	M
خدمات عمومی (تأسیسات)	الکتریسیته	برق‌گرفتگی	۴	۵	۳	۶۰	L	۲	۳	۲	۱۲	L
	حمل و نقل نادرست	بیماری عضلانی و اسکلتی	۴	۴	۶	۹۶	M	۴	۴	۴	۶۴	L
	دررفتن ابزار کار	جراحت و صدمه به اموال	۴	۵	۵	۱۰۰	M	۲	۴	۳	۲۴	L
تعمیرکار ماشین‌آلات و تجهیزات	گیرکردن اعضاء بین قطعات دستگاه	شکستگی و صدمات شدید	۵	۶	۶	۱۸۰	M	۳	۴	۵	۶۰	L
	دررفتن لوازم و ابزار کار	صدمه و جراحت متوسط	۴	۷	۷	۱۹۴	M	۲	۴	۴	۴۸	L
بخش اداری و مدیران	روشنایی نامناسب	کاهش بینایی	۳	۳	۴	۳۶	L	۱	۱	۱	۱	L
	آتش‌سوزی	تخریب اموال، سوختگی	۳	۴	۶	۷۲	M	۱	۱	۳	۳	L
کنترل عملیات توسط کارشناس	تماس با سطوح تیز	جراحت و خونریزی	۳	۵	۶	۹۰	M	۱	۲	۲	۴	L
	سر و صدا	کاهش شنوایی	۴	۴	۶	۹۶	M	۲	۲	۳	۱۲	L

خارج شده از کوره‌ها استفاده از پوشش مناسب عایق، لباس‌های ضدحریق، افزایش ایمنی، کنترل و بازرسی‌های روزانه، نصب دوربین کنترلی پیشنهاد می‌شود. پس از کوره‌ها که مهم‌ترین مولد ایجاد کننده آتش‌سوزی می‌باشند، RPN استنشاق بخار رنگ و حلال مربوط به عملیات فسفاته و سیلرکاری، عدد ۴۴۸ ارزیابی شده است و در دسته ریسک‌های بالا قرار دارد. رتبه احتمال وقوع برابر با عدد ۷ ارزیابی شده است و بدین معناست که احتمال وقوع استنشاق بخار رنگ و حلال مربوط به عملیات فسفاته و سیلرکاری کمی بالاست. رتبه شدت عدد ۸ ارزیابی شده است، یعنی در صورت وقوع، شدت اثر انتشار آلودگی خطرناک است و سبب زیان شدید به انسان می‌شود. رتبه گستره آلودگی نیز ۸ ارزیابی شده است. بنابراین، اقدام اصلاحی متناسب باید صورت گیرد تا عدد اولویت ریسک این جنبه ایمنی و بهداشتی به سطح متوسط یا پایین، کاهش یابد. جهت استنشاق بخار رنگ و حلال استفاده از ماسک مناسب، استفاده از لباس ایمن طبق قوانین بهداشتی کار برای کاهش و از بین بردن ریسک پیشنهاد می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، با تکیه برروش تجزیه و تحلیل حالت شکست و اثر آن (EFMEA) جنبه‌های بارز ریسک ایمنی و بهداشت شغلی ناشی از فعالیت سالن رنگ و رنگ‌پاشی شرکت میهن‌خودرو شناسایی و رتبه‌بندی شد. ارزیابی اولیه جنبه‌های ریسک لزوم به‌کارگیری روش‌هایی جهت حذف، کاهش و کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی را مشخص نمود. با توجه به این‌که انسان محور اصلی توسعه پایدار است، یافتن راه‌حل‌هایی در راستای حذف و کاهش آلاینده‌ها امری ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین، به‌کار بردن شیوه‌هایی با هدف جلوگیری از اتلاف و مصرف بیش از حد منابع از مسایلی است که در راستای مدیریت ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی می‌باید به آن توجه ویژه مبذول شود. مدیریت ریسک با ارایه راهکارهای مناسب باتوجه به شرایط هر سازمانی می‌تواند وضعیت را به سمت حفظ و نگهداری محیط سالم و اقدام های پیشگیرانه هدایت نماید. با این دیدگاه اقدام های کنترلی و اصلاحی لازم، متناسب با نوع فعالیت و فرآیند در حال انجام که از پتانسیل ریسک ایمنی و بهداشت شغلی بالایی برخوردار بود پیشنهاد شد. طبق نتایج ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت شغلی به روش FMEA، ۲۲ ریسک مورد شناسایی قرار گرفت که ۱ ریسک با اولویت پایین، ۱۸ ریسک با اولویت متوسط و ۳ ریسک با اولویت بالا می‌باشد. به‌عبارت دیگر، ۵ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین۸۲ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط و ۱۳ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا قرار گرفتند. نتایج حاصل از بررسی جنبه‌های ریسک ایمنی و بهداشت شغلی فعالیت‌ها نشان می‌دهد که پایین‌ترین عدد اولویت ریسک برابر با ۳۶ مربوط به روشنایی نامناسب در بخش اداری و مدیران است. همچنین، بالاترین عدد اولویت ریسک اولیه برابر با ۶۴۸ مربوط به آتش‌سوزی در کوره‌های پخت می‌باشد که برای آن اقدام های اصلاحی و کنترلی تعریف شد و پس از انجام اقدام‌های اصلاحی به عدد ریسک ثانویه ۲۵۲ تقلیل می‌یابد. از جمله اقدام‌هایی که در این مورد می‌توان انجام داد، مانورهای آزمایشی و ارتباط مستمر با واحد H.S.E می‌باشد. از جمله اقدام اصلاحی جهت کاهش اعداد ریسک اولیه و پایین آمدن سطح ریسک‌های بالا در این زمینه و نیز زمان‌های پایش در جدول (۱۳)، پیشنهاد شده است.

در تحقیقی که توسط (lindahl, 2000) در بخش Spark برق‌گیر انجام شد، با استفاده از روش EFMEA، اقدام اصلاحی جهت توسعه سیستم‌های الکترونیک و کاربرد بهینه انرژی، مطرح شد؛ در پژوهش حاضر نیز، با استفاده از همین روش (EFMEA)، اقدام اصلاحی برای کنترل آلاینده‌های هوا، صوت و مصرف بهینه مواد و انرژی در سالن رنگ کارخانه تولید خودرو تعریف شد. همچنین، ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی حاصل از فعالیت‌ها و تجهیزات در ساخت واحد موردنظر، شناسایی شد. (Jenings, 2008) مطالعه‌ای درکارخانه مهمات‌سازی ارتش رادفورد انجام داد و به این نتیجه رسید که با استفاده از روش EFMEA، ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در فعالیت‌های این کارخانه شناسایی و قابل پیگیری هستند. در مطالعه دیگری که Jensen و همکاران انجام دادند (Jensen etal., 2001)، به این نتیجه رسیدند که EFMEA یک روش کیفی برای ارزیابی پیامدهای ایمنی و بهداشت شغلی است و هدفش فراهم کردن ابزاری برای سهولت در کارهای تولیدی همراه با ملاحظه‌های ایمنی و بهداشتی می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز که در سالن رنگ‌سازی کارخانه میهن خودرو انجام شده است، این نتیجه به دست آمد که EFMEA یک روش ارزیابی سازمان‌یافته برای شناسایی خطرهای بالقوه، برآورد سطوح ریسک و ارایه روش‌های مدیریت ریسک، برای کاهش اثر فعالیت‌های توسعه بر انسان می‌باشد. (Ichang & Liang, 2009) به این نتیجه رسیدند که صنعت رنگ‌سازی بنا به ماهیت آن از نظر دانش مهندسی ایمنی دارای جایگاه ویژه‌ای است و در دسته صنایعی قرار می‌گیرد که از نظر شاخص‌های وفور خطر و شدت حادثه به‌علت تنوع فعالیت‌ها، گستردگی، تراکم تجهیزات، عامل انسانی در حد بالایی است. (دشمن فنا یزدی و همکاران، ۱۳۸۵) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که در سالن رنگ کارخانه تولید خودرو دو دسته خطر یا انرژی از نظر اجرای راهکارهای کنترل در اولویت قرار دارند. دسته اول، انرژی‌های شیمیایی هستند که ممکن است به پیامدهای فاجعه بار مانند حریق و سرطان منجر شوند و دسته دوم، انرژی‌هایی که به طور مکرر موجب بروز حادثه در سالن می‌شوند. در نهایت، پیشنهاد شده که یک نظام جامع بر پایه یکی از روش‌های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک‌های انسانی، تجهیزی، تولید و محصول برقرار و دوره‌های آموزشی برای کارکنان برگزار شود. در تحقیق حاضر نیز این توانمندی‌ها در دست‌یابی به نتایج ما را یاری داده است. همچنین، پیشنهاد می‌شود که این‌گونه تحقیق‌ها به‌کمک متخصصان در قالب جلسه‌های متعدد در این زمینه انجام شود تا نتیجه دقیق و کامل حاصل از این‌گونه مطالعه‌ها گره‌گشای مشکلات فرآیندی در صنایع واقع شده و در حداقل زمان و یا کمترین هزینه ممکن انجام شود. (عدل و همکاران،۱۳۹۰) نیز به این نکته اشاره می‌کنند که مدیریت ریسک باید توسط تیمی متشکل از افراد، با تخصص‌های مختلف انجام شود. این نکته در جریان تحقیق مزبور بسیار قابل لمس بود و در جهت رفع این مشکل از مشاوره

www.SID.ir

Archive of SID

مهندسان شیمی، مکانیک و الکترونیک که در بهره‌برداری از کارخانه مورد مطالعه تجربه زیادی داشتند، استفاده شده است.

جدول (۱۳): برنامه مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی کارخانه تولید خودرو

راهکارهای تقلیل آثار سو طرح	تناوب پایش	واحد مسئول	آلاینده
استفاده از سیستم‌های پالایشگری که تغییر فصلی را مد نظر قرار می‌دهند. بررسی‌های دوره‌ای منظم از کوره‌ها و مخازن گاز استفاده از سیستم‌های کنترل گازهای آلاینده در خروجی از دودکش کوره‌ها استفاده از سیکلون یا فیلترهای الکترواستاتیک خشک جهت غبارزدایی آب‌بندی نمودن در و پنجره‌های اتاق کنترل برای جلوگیری از نفوذ گرد و غبار	۳ ماه	واحد HSE با همکاری کلیه واحدها	آلودگی هوا
میزان تولید ضایعات در هر فعالیت به حداقل ممکن کاهش یابد. خودداری از اختلاط مواد زاید معمولی، بازیافتی و پسماندهای خطرناک به‌جای حلال‌های آلی از پراکنده سازها dispersant استفاده شود	مداوم	واحد HSE با همکاری کلیه واحدها	مواد زاید جامد
استفاده از سقف کاذب در این سالن و پوشش فن‌ها با ورقه‌های فولادی گالوانیزه بهره‌گیری از روش Active niose control سرویس و نگهداری مستمر دستگاه‌ها به‌منظور کاهش سطح سر و صدا ناشی از کار استفاده مداوم از وسایل حفاظت شنوایی (گوشی‌های ایمنی) در مناطق پر صر وصدا کنترل سر و صدا توسط دیوار اکوستیکی جاذب و مانع صوتی طراحی و نصب مناسب کوره و رعایت فونداسیون صحیح تنظیم سیستم‌های دوار جهت کاهش ارتعاش آن‌ها	۳ ماه	واحد HSE با همکاری واحد مهندسی	آلودگی صوت
بهبود شرایط محیطی و ایجاد بستر مناسب محیط کار برای پرهیز از بروز حادثه. پیگیری درمان پرسنل آسیب دیده از طریق طب صنعتی و اجتناب از حادثه تکراری نظارت مداوم و مستمر بر کار کارگران تهیه به‌موقع وسایل حفاظت فردی و نظارت هر چه بیشتر استفاده از آن‌ها استفاده از ماسک‌های فیلتردار استفاده از سیستم‌های غبارگیر	مداوم	واحد HSE	حوادث شغلی و ایمنی

یادداشت‌ها

1. ITCOH

فهرست‌منابع

حبیبی، الف. ۱۳۸۶. ایمنی کاربردی و شاخص‌های عملکرد در صنعت، انتشارات فن‌آوران.

جوزی، س.ع. ۱۳۸۷. ارزیابی و مدیریت ریسک، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران.

دشمن‌فنا یزدی، ف.؛ فرشاد، ع. ا. ؛ ارقامی، ش. و حیدری، م. ح. ۱۳۸۵. کاربرد روش ETBA به‌منظور شناسایی و کنترل خطرها در سالن رنگ یک کارخانه تولید خودرو، فصلنامه سلامت کار ایران، جلد ۳ شماره ۲، ص ۱۲.

سورانی، م. و جمعگی، ا. ۱۳۸۳. بررسی تحلیلی روش FMEA و معایب آن، هشتمین کنگره سالانه انجمن مهندسین متالورژی ایران.

عدل، ج. ؛ قهرمانی، ا. و نسل سراجی، ج. ۱۳۹۰. ارزیابی ریسک در بخش شیرین‌سازی واحد تصفیه گاز پالایش گاز، مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشت، سال سوم، شماره ۴ (پیاپی ۱۲).

نبهانی، ن. ۱۳۸۱. ایمنی وحفاظت فنی، مؤسسه چاپ و انتشارات یادواره اسدی.

www.SID.ir

Archive of SID

Asafou-Ajaee, J. 2002. Environmental economy for non economists, Mc GRAWHILL, 127p.

Ichang, J. & Liang, C. 2009. Performance of process safety management system of paint maufacturing facilities, Journal of loss prevention in the process industries, 398-402 pp.

Jennings, B. 2008. Radford Army Ammunition Plant's Environmental Failure Mode and Effects Analysis (EFMEA) process has been developed to provide for the systematic identification, Tracking and communication of environmental risks at the "task level.

Jensen, C.; Johansson, M.; Lindahl, M. & Magnusson, T. 2001. Environmental Effect Analysis (EEA)– Principles and structure, Kalmar, Sweden . 8p.

Lindahl, M.S. 2000. Environmental Effect Analysis (EEA) an Approach to Design for Environmental Department of Technology university of Kalmar, Sweden.

Muhlbauer,W.K. 2004. Pipeline risk management Manual, Gulf professional publishing, United State of America, third Ed, 572p.

www.SID.ir