ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی واحد پلی‌اتیلن شرکت پلیمر آریاساسول به روش EFMEA

سید علی جوزی[1]، ناصر گلیجی[2*]، ایرج محمد فام[3]

چکیده

رویکرد ارزیابی ریسک یکی از محورهای اصلی استقرار و بکارگیری سیستم‌های مدیریتی در سازمان‌هااست. با استقرار سیستم‌های مدیریتی که امروزه به شکل ادغام‌شده در سامانه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست بیان می‌گردد سازمان‌ها در برآورده ساختن الزاماتی که به رویکرد پیشگیری از خطا منجر می‌شوند توانمند می‌گردند. پتروشیمی آریاساسول بزرگترین واحد الفین گازی کشور است که در منطقه اقتصادی پارس واقع شده‌است. این تحقیق در واحد تولید پلی‌اتلین متوسط و سنگین مجتمع پتروشیمی آریاساسول واقع در منطقه عسلویه با هدف شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی و ارایه راه‌کارهای عملی و پیشگیرانه در جهت تقلیل یا حذف اثرات زیست‌محیطی با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست صورت گرفت. این روش، روشی‌است کیفی که به‌موقع و به بهترین شیوه ممکن در فرآیند توسعه تولید به‌کار می‌رود و هدف آن شناسایی و اولویت‌بندی جنبه‌های زیست‌محیطی مهمی‌است که حاصل آن پیامدهای زیست‌محیطی در طول چرخه‌ی حیات می‌باشد. لذا برای ارزیابی این جنبه‌ها عدد اولویت ریسک تعیین گردید و درجه مخاطره‌پذیری نیز با استفاده از روش توزیع فراوانی محاسبه گردید. پس از انجام محاسبات آماری مشخص شد آن دسته از جنبه‌های زیست-محیطی که عدد اولویت ریسک آن‌ها بالاتر از 19/5 است دارای سطح ریسک خیلی بالا هستند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌داد که 25/44 درصد جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح ریسک پایین، 20/9 درصد در سطح ریسک متوسط، 14/68 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا و38/98 درصد در سطح ریسک خیلی بالا قرار گرفتند که برای دو مورد اخیر (ریسک‌های بالا و خیلی‌بالا) اقدامات اصلاحی و مدیریت ریسک تعریف شده‌است.

واژه‌های کلیدی : ارزیابی‌ریسک، عدد اولویت‌ریسک، پتروشیمی آریاساسول، روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست (EFMEA).

مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

1- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس Sajozi@ yahoo.com

2 - * دانشجوی کارشناسی‌ارشد مدیریت محیط‌زیست- دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس ، نویسنده و مسئول مکاتبات Ngoleiji@ yahoo.com

3- دانشگاه علوم پزشکی همدان Iraj_f@ yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تمامی فعالیت‌های انسان همراه ریسک است (جوزی وهمکاران،1386) . این ریسک‌ها منجربه مشکلات مختلف از جمله مشکلات روز افزون زیست‌محیطی می‌شود. که این مساله خود باعث توجه هرچه‌بیشتر به مبحث‌های ارزیابی ریسک زیست‌محیطی شده‌است. تاکنون برای شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی ریسک روش‌های مختلفی به‌کار برده شده‌است. روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و آثار آن یکی ازاین روش‌ها است که خود از روش‌های نوین ارزیابی و مدیریت ریسک در صنایع نفت وپتروشیمی می‌باشد (آلن،2009)[1]. ارزیابی ریسک زیست‌محیطی، فرآیند تحلیل کیفی پتانسیل‌های خطر و ضریب بالفعل‌شدن ریسک‌های بالقوه موجود در پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب‌پذیری محیط پیرامونی است. براین‌اساس علاوه‌بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک با شناخت کامل از محیط زیست منطقه، میزان حساسیت محیط زیست متأثر، هم‌چنین ارزش‌های زیست‌محیطی منطقه در تجزیه و تحلیل ریسک به‌کار گرفته می‌شود (مولبائر، 1999)[2]. هدف عمده از آنالیز و ارزیابی ریسک تعیین میزان عدم قطعیت سیستم مورد مطالعه و هزینه ناشی از آن و ارایه راهکارهای کاهش آن و همچنین تجمع هزینه راهکار مربوطه می‌باشد (قراچولو،1384).

روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست یک روش کیفی ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی است که قصد و هدف آن فراهم کردن ابزاری برای تسهیل کار شرکت‌ها است به‌طوری‌که توسعه تولید با ملاحظات محیطی همراه‌شود (جنسن و همکاران، 20001)[3].

پژوهشی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک زیست‌محیطی شرکت پتروشیمی زاگرس انجام شد. در این بررسی 82 فعالیت و تجهیزات مربوط به آن‌ها با استفاده از روش EFMEA[4] شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت. از میان ریسک‌های بررسی‌شده 11 مورد با اولویت پایین، 55 مورد ریسک با اولویت متوسط و 16 مورد ریسک با اولویت بالا تعیین شد. بالاترین ریسک مربوط به تمیزکاری صافی پمپ‌ها با عدد اولویت ریسک 189 و کمترین عدد اولویت ریسک مربوط به نوسان جریان برگشت با عدد اولویت ریسک 6 است (میرجلیلی ،1389).

بررسی‌هایی در واحد هیدروکرار (آیزوماکس) پالایشگاه هشتم بندرعباس با هدف ارزیابی ریسک محیطی و ایمنی و بهداشتی واحد انجام شد. جهت شناسایی جنبه‌ها از روش EFMEA استفاده گردید و نیز جنبه‌ها در عملکرد عادی و تعمیرات اساسی و در سه وضعیت عادی، غیرعادی و اضطراری حاصل از فعالیت‌ها مورد شناسایی قرار گرفت. نتایج نشان داد 10درصد از عدد اولویت ریسک‌ها بالاتر از درجه مخاطره‌پذیری مورد اولویت‌بندی قرار گرفته، اقدامات اصلاحی و کنترلی برای آنها تعریف گردید (بندرجا، 1389).

1- Allen
2- Muhlbauer
3- Jensen
4- Environmental failure modes and effects analysis

Archive of SID
www.SID.ir

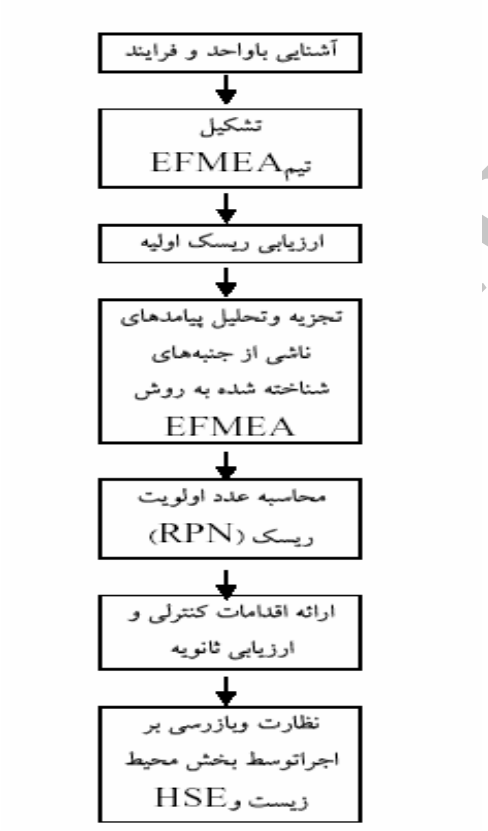
لیندال[1] درسال 2000 در اداره تکنولوژی دانشگاه کالمر درسوئد تحقیقاتی با هدف تجزیه-وتحلیل اثر زیست‌محیطی با نگرش طراحی برای محیط‌زیست انجام داد. جنبه‌های زیست‌محیطی حاصل از فعالیت‌ها در سه مرحله از چرخه‌ی حیات تولید، مصرف و دفع ضایعات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از آن است که در مرحله‌ی تولید از چرخه‌ی حیات بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به فعالیت جوشکاری می‌باشد با عدد اولویت ریسک 6/7 و در قسمت مصرف از چرخه حیات عدد اولویت ریسک برابر 6/4 و متعلق به فعالیت تلمبه‌زنی و گرم‌کردن آب است و در قسمت دفع ضایعات بالاترین عدد اولویت ریسک برابر 7/8 مربوط به تفکیک اجزای الکترونیکی است.

هدف از این تحقیق شناسایی، طبقه‌بندی، ارزیابی و در نهایت ارایه راه‌کارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی در واحد پلی‌اتلین متوسط و سنگین شرکت پتروشیمی آریاساسول می‌باشد.

شرکت پلیمر پتروشیمی آریاساسول یکی از مجتمع‌های بزرگ صنعت پتروشیمی ایران است. این پتروشیمی در زمینی به وسعت 72 هکتار در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در استان بوشهر واقع در بندر عسلویه در سال 1385 به بهره‌برداری رسید. این مجتمع شامل واحد پلی-اتلین سبک، پلی‌اتلین متوسط و سنگین و واحدC2 کراکر می‌باشد. عسلویه مهمترین پایگاه اقتصادی ایران وبزرگترین منطقه تولید انرژی جهان به شمار می‌رود. نزدیک‌ترین منطقه حفاظت‌شده به پتروشیمی موردنظر، منطقه حفاظت‌شده‌نای‌بند است که در فاصله تقریبا 30 کیلومتری آن قرار دارد.

مواد و روش‌ها

در روش EFMEA تقاضاهای محیط‌زیست و الزامات قانونی با روشی معین یا سیستماتیک بازرسی‌شده به‌طوری‌که قانون از یک‌سو بیشترین توجهات به جنبه‌های زیست‌محیطی و فعالیت-های مهم برای بهبود محیط‌زیست را مد نظر قرار داده و از سوی دیگر اجرای آگاهانه فعالیت‌های محیط‌زیستی را تسهیل می‌کند، (دانیلسون و گونارسون،2001)[2]. در نمودار (1) مراحل اجرای این تحقیق ارایه شده‌است.



شکل 1- فرآیند جریان کار در واحد پلی‌اتلین متوسط و سنگین

[1]- Lindahl

[2]- Danielsson & Gunnarsson

Archive of SID
www.SID.ir

در این تحقیق پارامترهای مرتبط با آلودگی هوا نظیر: O2، CO2، CO، NO، NO2، NOX، SO2، H2S وTHC ابتدا محل دقیق دودکش‌ها مورد بررسی و دودکش‌های شماره 101، 102، 103، 106 و 109واقع در سطح واحد برای نمونه‌برداری تعیین و محل دقیق نمونه‌برداری آن-ها براساس روش EPA1 [1] تعیین شد.در ادامه سرعت جریان خروجی و قطردودکش اندازه-گیری گردید؛ به‌طوری‌که سه نقطه روی دودکش در فاصله‌های 16، 50/7، 83/3 سانتی‌متر از قطر دودکش تعیین و پراپ دستگاه در هر یک از نقاط ذکر شده ثابت گردید تا مقادیر سنجش روی نمایشگر به‌صورت دقیق ثبت شود. برای اندازه-گیری صوت، ابتدا محل دقیق ایستگاه‌های اندازه-گیری بر اساس پارامترهایی نظیر: منابع صوتی، فاصله، پریود، انتشارو پیوستگی صدا بررسی گردید. پس از بررسی مکان‌های ضلع شمال غربی (کنار درب خروجی)، ضلع شمالی (رو به-روی ساختمان کنترل کیفیت) ضلع شمال شرقی (روبه‌روی واحد الفین)، ضلع جنوب شرقی (روبه‌روی حوضچه پساب)، ضلع جنوبی (روبه-روی مخزن TK_51602) و ضلع غربی نزدیک درب ورودی تعیین گردید. سپس میکروفن دستگاه بدون هیچ‌گونه زاویه‌ای مستقیم به سمت منبع صوتی قرار داده‌شد وارتفاع قرارگیری دستگاه بر اساس موانع صوتی تعیین شد. کالیبراسیون اکوستیک و کالیبراسیوناکتریک بر اساس دستورالعمل دستگاه انجام‌شد و ترازسنج صوت روی شبکه توزین فرکانس A و سرعت تنظیم شد و نتایج به‌دست آمد.

اندازه‌گیری استاندارد هوای پاک در مکان‌های پشت‌بام ساختمان HSE، ضلع شرقی سایت، ضلع‌جنوبی سایت، ضلع‌غربی سایت (کنار مبدل-های حرارتی) مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ذرات معلق هوای محیط (PM10) از طریق دستگاه پرتابل (قابل حمل) فتومتر مدل DUST TRAK و بر اساس نورسنجی و براساس استاندارد متدBS-EN-12341 انجام شد. دستگاه فتومتر آئروسل با اندازه‌گیری میزان نور منتشر شده از ذرات که متناسب است با غلظت، میزان آنها را نشان‌داد. به‌طوری‌که شدت نور منتشر شده از ذرات تابعی از اندازه و شکل و شاخص‌های تجزیه‌ای نور می‌باشد. میزان و شدت نور منتشر شده در نمایشگر DUST TRACT برای ترکیبات ذرات معلق و آئروسل‌های مختلف نشان داده شد. پاسخ‌های بدست آمده تابعی از اندازه ذرات در غلظت‌های واحد می‌باشد. ذرات کمتر از 1میکرون (ذرات خوب) نور بیشتری در واحد حجم نسبت به ذرات بزرگتر از 1 میکرون منتشر می‌کنند. در این روش دستگاه ابتدا کالیبره و در موقعیت مناسب و کمی بالاتر از سطح زمین (1/5 متری از سطح زمین) قرار داده‌شد. جریان دستگاه تنظیم و در مدت مشخص نمونه‌برداری انجام گرفت. با توجه به قابلیت دستگاه میزان حداکثر، حداقل و میانگین ذرات معلق در هوا در واحد حجم مشخص و ارایه شد.

[1]- United States Environmental protection Agency

Archive of SID
www.SID.ir

بعد از اندازه‌گیری ذرات معلق، گازهای هوای محیط داخل اندازه‌گیری شد. دستگاه مورد استفاده برای سنجش گاز O_3وNo,Co,So_2,No_2 ازنوعBABUC/A بود، دارای سنسور الکترو-شیمیایی قابل تعویض که این پارامترها را بر اساس تغییر ولتاژ به سیستم منتقل و بر حسب واحد استاندارد نمایش داده‌شد. در ضمن جهت اندازه‌گیری ترکیبات هیدروکربنی از دستگاه PHOCHEK5000 و بر اساس PID[1] با دقت دو درصد استفاده شد.

سپس مطابق با استفاده از روش تجزیه-وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط-زیست، چک لیستی به‌منظور ارزیابی ضریب تخریب زیست‌محیطی طراحی شد. این چک لیست متغیرهایی چون شناسایی فرآیند، حالت خرابی بالقوه (جنبه‌های محیط‌زیستی)، آثار بالقوه خرابی (پیامدها)، علل بالقوه خرابی، ارزیابی اولیه جنبه‌های زیست‌محیطی (شدت، وقوع، گستره آلودگی یا امکان بازیافت، عدد اولویت ریسک، سطح ریسک)، اقدام کنترلی و ارزیابی ثانویه جنبه‌های زیست‌محیطی (شدت، وقوع، گستره آلودگی یا امکان بازیافت، عدد اولویت ریسک، سطح ریسک) به‌عنوان جنبه‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفت از آنجایی که چک لیست دارای روایی محتوایی است، با مشارکت و نظر متخصصان بهداشت حرفه‌ای و HSE، محیط‌زیست، مهندسین مکانیک، برق و فرایند مستقر در واحد پلی‌اتلین متوسط و سنگین پتروشیمی مورد نظر تنظیم شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم، ارزیابی ضریب تخریب زیست محیطی به روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست انجام گرفت.بر این اساس عدد اولویت ریسک مورد نظر از ضرب سه پارامتر شدت، احتمال وقوع وگستره آلودگی یا امکان بازیافت محاسبه گردید. نحوه امتیازدهی به‌این‌صورت بود که پارامتر شدت اعدادی بین 1تا 5 نمره‌دهی شد به‌طوری‌که در شدیدترین حالات امتیاز 5 و در کمترین حالات امتیاز 1 به پارامتر مورد نظر تعلق گرفت.

همچنین در مورد میزان احتمال وقوع نیز اعدادی بین 1 تا 5 به پارامتر مورد نظر اطلاق شد. در بیشترین و کمترین حالات احتمال وقوع به‌ترتیب اعداد 5 تا 1 نمره‌دهی شد. در مورد پارامترهای گستره آلودگی یا امکان بازیافت نیز بازه 1 تا 5 مد نظر قرار گرفت. بدین‌ترتیب که بیشترین امتیاز عدد 5 و کمترین امتیاز 1را به خود اختصاص داده‌اند. توضیح پارامترهای فوق در جداول 4-1 آمده‌است (دانیلسون وگونارسون، 2001)

[1]- Photoionisation Detection

Archive of SID
www.SID.ir

جدول1- رتبه‌بندی شدتEFMEA

شدت	شرح شدت	امتیاز
شدید/فاجعه آفرین	بسار مضر یا مخرب بالقوه/اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منابع	5
جدی	مضر امامخرب بالقوه نمی‌باشد/اتلاف یا مصرف زیاد منابع	4
متوسط	نسبتا مضر/اتلاف یا مصرف متوسط منابع	3
خفیف	پتانسیل کم برای ضرردارد/اتلاف یا مصرف کم منابع	2
ضرر ناچیز	ضرر ناچیز و قابل صرف نظر کردن می‌باشد/اتلاف یا مصرف ناچیز منابع	1

منبع: (دانیلسون وگونارسون،2001)

جدول2- رتبه‌بندی احتمال وقوعEFMEA

احتمال وقوع	امتیاز
رخداد بسی‌ر زیاد وحتمی (امکان دارد هرروز اتفاق بیافتد)	5
رخداد معمول (امکان دارد در طول هفته اتفاق بیافتد)	4
رخداد متحمل ومتوسط (امکان دارد در طول ماه اتفاق بیافتد)	3
رخداد کم مقدار (امکان دارد در طول سال یکبار اتفاق بیافتد)	2
رخداد غیرممکن وبعید (امکان دارد در هر10سال یکبار اتفاق بیافتد)	1

منبع: (دانیلسون وگونارسون،2001)

جدول3- رتبه‌بندی گستره آلودگی EFMEA

گستردگی آلودگی	امتیاز
منطقه‌ای (بقائی)	5
در سطح پروژه (پتروشیمی آریاساسول)	4
در سطح کارگاه (خط تولید)	3
در سطح واحد (واحد)	2
در سطح ایستگاه کاری (همان نقطه)	1

منبع: (دانیلسون وگونارسون،2001)

جدول4- رتبه‌بندی امکان بازیافتEFMEA

امکان بازیافت	امتیاز
اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح اسان	5
اتلاف منابع با قابلیت بازیافت و اصلاح سخت	4
اتلاف منابع غیر قابل بازیافت	3
مصرف منابع قابل بازیافت	2
مصرف منابع غیر قابل بازیافت	1

منبع: (دانیلسون وگونارسون،2001)

در آخر درجه مخاطره‌پذیری یا عدد اولویت ریسک شاخص با استفاده از روش توزیع فراوانی محاسبه و تمامی محاسبات صورت‌گرفته با استفاده از نرم‌افزارSPSS صورت گرفت. که در ابتدا تعدادرده از فرمول زیر محاسبه شد و طول-رده از تفاضل کوچکترین مقدار و بزرگترین مقدار عدد اولویت ریسک بر تعداد رده‌ها بدست-آمد.

$$\text{تعداد رده} = 1+3/3 \log n$$

$$\text{طول رده} = \frac{\text{بزرگترین RPN - کوچکترین RPN}}{\text{تعداد رده}}$$

در ادامه حدود رده محاسبه شد و در پایان بر اساس میانگین حدود رده‌ای که بیشترین فراوانی را دارا بود درجه مخاطره‌پذیری محاسبه شد. سپس براساس درجه مخاطره‌پذیری، رتبه‌بندی صورت گرفت و سطح ریسک زیست‌محیطی هر یک از فعالیت‌ها تعیین شد. در ادامه جنبه‌هایی که عدد اولویت ریسک آن‌ها بالاتر از درجه مخاطره-پذیری مورد نظر بود به‌عنوان فعالیت‌های بحرانی

Archive of SID
www.SID.ir

که نیازمند اقدامات اصلاحی هستند در نظر گرفته‌شدند. هم‌چنین محاسبات و تحلیل داده‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت و نتایج به‌دست آمده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری گازهای خروجی دودکش، در جدول (5) نشان‌داد که گازهای خروجی از دودکش‌ها (میزان گازCO) و سایر گازها در تمامی خروجی‌های اندازه‌گیری شده، کمتر از حد استاندارد و در حد متعارف و قابل-قبول می‌باشد.

جدول 5- نتایج حاصل از اندازه‌گیری گازهای خروجی دودکش

ردیف	نام دودکش	CO/3% O2 ppm	حدود مجاز استاندارد CO/3% O2	NOX/3%O2 Ppm	حدود مجاز استاندارد NOX/3%O2 Ppm	SO2/3%O2 ppm	حدود مجاز استاندارد سازمان محیط زیست ایران SO2/3%O2 ppm
1	101	0	150	90/72	350	1/26	800
2	102	0	150	116/54	350	0	800
3	103	0	150	83/6	350	0	800
4	106	0	150	113/3	350	0	800
5	109	0	150	120	350	0	800

نتایج سنجش صوت زیست‌محیطی در دو نوبت روز و شب در جدول (6) نشان داده شده-است. در این اندازه‌گیری میزان تراز معادل مواجه صوت به صورت Leq(30) در مدت زمان 30 دقیقه در هر محل اندازه‌گیری شده‌است. باتوجه به نتایج اندازه‌گیری میزان شدت صوت زیست-محیطی به‌جز یک مورد در تمامی ایستگاه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد و میزان صدا در پتروشیمی آریاساسول 75 دسی‌بل در روز و 65 دسی بل در شب می‌باشد.

جدول 6- نتایج سنجش صوت زیست محیطی

موقعیت	ماکزیموم شدت صوت(دسی‌بل)		مینیمم شدت صوت (دسی‌بل)		تراز معادله مواجه صوت در مدت زمان 30 دقیقه		استاندارد محیط زیست ایران برای تراز معادل مواجه صوت در مدت زمان 30 دقیقه	
	روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب
ضلع شمال غربی (کنار درب خروجی)	69/5	65/1	63/5	61/1	64/9	63/12	75	65
ضلع شمالی (رو به روی ساختمان کنترل کیفیت)	66/4	65/4	64	59/6	65	60/5	75	65
ضلع شمال شرقی (رو به روی واحد اولفین)	66/7	64/3	62/1	61/8	63/5	62/5	75	65
ضلع جنوب شرقی (رو به روی حوضچه پساب)	70/1	65/6	62/3	60/8	66/8	62/2	75	65
ضلع جنوبی (رو به روی مخزن TK-51602)	66/4	62/3	60/8	56/1	63/8	58/6	75	65
ضلع غربی (نزدیک درب ورودی)	68/7	70/6	66/2	63/9	66/6	64/5	75	65

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج سنجش ذرات معلق جدول (7) نشان‌داد که در ایستگاه‌های پشت‌بام HSE و ضلع شرقی سایت بالاتر از حد استاندارد در سایر ایستگاه‌ها در حد استاندارد می‌باشد. نتایج حاصله از سنجش میزان ذرات معلق در هوا حاکی از آن است که میزان اندازه‌گیری شده از استاندارد هوای پاک سازمان محیط زیست بیشتر می‌باشد.

جدول 7- نتایج سنجش ذرات معلق (PM10) استانداردهای هوای پاک

موقعیت طبقه نقشه	زمان Min	حجم مکش m^3	دبی m^3/h	میزان ذرات معلق $\mu g / m^3$ (PM10)			استاندارد سازمان محیط زیست‌ایران $\mu g / m^3$
				AVR	MIN	MAX	
پشت بام ساختمان HSE	15	0/0255	0/102	149	130	165	50
ضلع شرقی سایت	15	0/0255	0/102	143	115	218	50
ضلع جنوبی سایت	15	0/0255	0/102	96	85	131	50
ضلع غربی سایت (کنار مبدل‌های حرارتی)	15	0/0255	0/102	9	87	116	50

پس از بررسی 33 دستگاه در مجموع 177 جنبه ریسک محیطزیستی با استفاده از روش EFMEA در خط تولید واحد پلی‌اتیلن متوسط و سنگین مجتمع پتروشیمی آریا ساسول مورد شنایایی قرارگرفت. پس از محاسبه عدد اولویت ریسک، بالاترین عدد اولویت ریسک برابر با 60 و پایین‌ترین آن برابر با 3، مشخص شد. سپس محاسبات آماری طبق فرمول‌های ارایه شده در مواد و روش‌ها صورت‌گرفت.

جدول 8- نتایج آماری به دست آمده از RPN اولیه

تعداد داده‌ها	177
تعداد رده	9
کوچکترین عدد اولویت ریسک	3
بزرگترین عدد اولویت ریسک	60
طول رده	6/5

جدول 9- حدود رده

محاسبه حدود رده	
L_1=3-9/5	3+6/5=9/5
L_2=9/5-16	9/5+6/5=16
L_3=16-22/5	16+6/5=22/5
L_4=22/5-29	22/5 +6/5=29
L_5=29-35/5	29+6/5=35/5
L_6=35/5-42	35/5+6/5=42
L_7=42-48/5	42+6/5=48/5
L_8=48/5-55	48/5+6/5=55
L_9=55-61/5	55+6/5=61/5

Archive of SID

www.SID.ir

پس از تعیین حدود رده، فراوانی هر یک از رده‌ها به‌دست‌آمد بدین‌ترتیب که 59 مورد از اعداد اولویت ریسک در حدود 9/5-3 قرار گرفتند. یا به عبارتی دیگر از مجموع 177 عدد اولویت ریسک 59 مورد در این محدوده قرار گرفتند. بنابراین درجه مخاطره‌پذیری از میانگین دو عدد 9/5 و 3 یا از میانگین حد پایین و حدبالای این رده، برابر با 6/5 به‌دست آمد. (جدول 8)

براین‌اساس باتوجه به اطلاعات آمار به‌دست‌آمده از ارزیابی اولیه جنبه‌های زیست‌محیطی، طبقه‌بندی ریسک‌ها به گونه‌ای که در جدول (10) آورده شده‌است صورت گرفت. طبق این طبقه‌بندی جنبه‌هایی که RPN اولیه آنها کمتر از 6/5 بدست آمد نادیده گرفته شدند و به عنوان ریسک‌های سطح پایین که با علامت (L) نمایش داده‌شد. اولین دسته مربوط به فعالیت‌هایی است که در محدود از 6/5 تا 13 قرار گرفتند به عنوان جنبه‌هایی با سطح ریسک متوسط و قابل پذیرش که برای نمایش آن‌ها از حرف (M) استفاده شد. برای این فعالیت‌ها نیاز ضروری جهت در نظر گرفتن اقدامات اصلاحی و کنترلی وجود ندارد. دومین دسته مربوط به فعالیت‌هایی است که در محدوده بین 13 تا 19/5 می‌باشد و به عنوان جنبه‌هایی با سطح ریسک بالا و قابل تحمل در نظر گرفته‌شدند، برای نمایش آن‌ها از حرف (H1) استفاده شد. برای این فعالیت‌ها ترجیحاً بهتر است اقدامات اصلاحی و کنترلی در نظر گرفته‌شود. آخرین طبقه مربوط به آن دسته از فعالیت‌ها است که RPN محاسبه شده برای آن‌ها عددی بزرگتر از 19/5 می‌باشد و به‌عنوان جنبه‌هایی با سطح ریسک خیلی بالا، برای نمایش آن‌ها از حرف (H2) استفاده شد.

جدول 10- دسته‌بندی حدود ریسک در EFMEA

ردیف	نوع ریسک	حدود ریسک
دسته اول	ریسک‌های متوسط (M)	6/5 >= RPN >=13
دسته دوم	ریسک‌های بالا (H1)	13 >= RPN >=19/5
دسته سوم	ریسک‌های خیلی بالا (H2)	RPN >19/5

پس از انجام ارزیابی اولیه جنبه‌های زیست‌محیطی در پتروشیمی آریاساسول مشخص شد که برخی فعالیت‌ها دارای سطح ریسک بالایی می‌باشند. از 177 جنبه مورد بررسی، 44 مورد در دسته ریسک‌های پایین، 38 مورد ریسک متوسط، 25 مورد ریسک بالا و 70 مورد ریسک خیلی بالا قرار گرفتند. با در نظر گرفتن راه‌کارهای مناسب جهت کاهش ریسک‌های موجود، بار دیگر عدد اولویت ریسک محاسبه شده است. مندرجات جدول (11) نشان داد که ارزیابی ثانویه جنبه‌های زیست‌محیطی که تقریباً تمامی پارامترهای مورد بررسی در سطوح قابل پذیرش و قابل تحمل قرار گرفته‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 11- ارزیابی ریسک های جنبه های زیست محیطی به روش **EFMEA**

تجهیزات	حالات خرابی بالقوه (جنبه های زیست محیطی)	اثر خرابی بالقوه (پیامد)	ارزیابی اولیه جنبه های زیست محیطی					اقدام کنترلی	ارزیابی ثانویه جنبه های زیست محیطی				
			شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک		شدت	احتمال وقوع	گستره آلودگی یا امکان بازیافت	RPN	سطح ریسک
Gear pump	نشت روغن	آلودگی خاک	3	2	1	6	L	بازرسی و تعمیر و برطرف کردن نشتی، تعویض واشر و Rotary joint ، توجه به تنظیم میزان آب ورودی به Mechanical sael ، تعبیه چاله جمع آوری روغن در زیر دستگاه و استفاده مجدد از روغن جمع شده،	3	2	1	6	L
		آلودگی آب	3	2	2	12	M		3	2	2	12	M
	انتشار پلیمر (مذاب)	مصرف منابع	1	2	5	10	M		1	2	5	10	M
pelletizing unit گرانول ساز	نشت آب	مصرف منابع	3	3	5	45	H2	بازرسی و تعمیر و برطرف کردن نشتی، تعویض واشر و اورینگ، استفاده از جنس مرغوب قطعات تعویضی، تعبیه چاله جمع آوری روغن در زیر دستگاه و استفاده مجدد از روغن جمع شده	3	3	5	45	H2
	نشت روغن	آلودگی خاک	3	3	1	9	M		3	2	1	6	L
		آلودگی آب	3	3	2	18	H1		3	2	2	12	M
ws50003 A/B دستگاه تزریق Additive	انتشار ذرات Additive	آلودگی هوا	3	3	2	18	H1	برنامه ریزی و اجرای به موقع تعمیرات پیشگیرانه، استفاده از قطعاتی با جنس و اندازه مناسب، استفاده اپراتور از ماسک، انجام برنامه های آموزشی برای اپراتور دستگاه برای شناسایی نشتی ها	3	2	2	12	M
	انتشار نیتروژن	گرمایش جهانی (گازهای گلخانه ای به صورت N2O)	4	3	5	60	H2		4	3	5	40	H2
		اتلاف منابع	3	3	1	9	M		3	3	1	9	M

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

طبق رتبه‌بندی انجام گرفته، 25/44 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین، 20/9 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط، 14/68 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا و 38/98 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک خیلی بالا قرار گرفتند.

پس از اجرای اقدامات اصلاحی ارزیابی ریسک ثانویه انجام شد و اعداد اولویت ریسک مجدد مورد محاسبه قرارگرفت که 38/98 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک پایین، 36/72 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط، 6/7 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک بالا و 17/51 درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک خیلی بالا قرار گرفتند.

نتایج حاصل از بررسی جنبه‌های ریسک زیست‌محیطی هر دستگاه حاکی از آن‌است که کمترین عدد اولویت ریسک برابر با عدد 3 است. همچنین بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به ریسک زیست‌محیطی دستگاه تزریق آنتی-اکسیدانت بوده که عدد 60 را به خود اختصاص داده‌است. در اثر عملکرد ناصحیح دستگاه تزریق آنتی‌اکسیدانت، ذرات آنتی‌اکسیدانت و همچنین گاز نیتروژن به هوا منتشر می‌شود که باعث ایجاد آلودگی هوا، اتلاف منابع و منتشرشدن گازهای گل‌خانه‌ای می‌شود که در گرمایش جهانی نقش دارد. اقدامات کنترلی و اصلاحی لازم، متناسب با نوع فعالیت و فرآیند در حال انجام که از پتانسیل ریسک زیست‌محیطی بالایی برخوردار بودند، پیشنهادشد. اقدامات اصلاحی نظیر برنامه‌ریزی و اجرای به‌موقع تعمیرات پیشگیرانه، استفاده از قطعاتی با جنس و اندازه مناسب، انجام برنامه‌های آموزشی برای اپراتور دستگاه برای شناسایی نشتی‌ها ارایه شد (محمد فام، 1382) همچنین اقدامات اصلاحی نظیر ترویج و الزام کارکنان به استفاده از وسایل حفاظت فردی، کنترل صدا در محل دریافت مانند استفاده از وسایل حفاظت شنوایی، گوشی ایرماف silent، نصب صدا خفه‌کن، در محل انتشار بخار پیشنهاد شد.

نظافت در سطح واحد با استفاده جاروبرقی استفاده از سیلکون یا فیلترهای الکترو استاتیک خشک جهت غبارزدایی، کاهش غلظت گردوغبار و آلاینده‌ها با استفاده از تعبیه یک فیلتر یا سیلکون یا اسکرابر جهت تهویه هوای سالن‌های تولید و انبار مواد اولیه، با استفاده از فن‌های سقفی جهت تهویه هوای عمومی کارگاه‌ها و کاهش غلظت گردوغبار، استفاده از سیستم اسکرابرتر، استفاده از ماسک‌های فیلتردار به هنگام تماس با ذرات، استفاده از سیستم‌های غبارگیر در محل انتشارات ذرات و همچنین بکارگیری منابع محصور با حفاظ‌های ایمنی جهت جلوگیری از انتشار اشعه در محیط ضروری به‌نظر می‌رسد.

این پژوهش نشان‌داد که با کمک روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست می‌توان محیط‌زیست تحت تاثیر را شناسایی، تخمین کمیت ریسک و مقایسه با معیارهای موجود و همچنین شناسایی اقدامات کاهش ریسک نمود. از آن‌جایی‌که روش تجزیه-وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط-

Archive of SID
www.SID.ir

زیست یک روش کیفی است، در فرآیند توسعه محصولات و شناسایی ساختارها و جنبه‌های مهم دارای اولویت در پیامد محیط‌زیستی در طول چرخه حیات محصول یا فرآیند مؤثر است. باتوجه به این‌که انسان محور اصلی توسعه‌پایدار است، یافتن راه حل‌هایی در راستای حذف و کاهش آلاینده‌ها امری ضروری به‌نظر می‌رسد همچنین به کاربردن شیوه‌هایی با هدف جلوگیری از اتلاف و مصرف بیش از حد منابع از مسایلی است که در راستای مدیریت ریسک‌های زیست-محیطی می‌باید به آن توجه ویژه مبذول گردد. پیروی از استانداردهای خاص صنایع و همچنین اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی و به کارگیری روش‌های مدیریتی صحیح روش‌های پیشنهادی هستند که باعث افزایش ضریب اطمینان از کاهش اثرات مضر فعالیت‌ها فرآیندهای صنعتی می‌گردند. در مقایسه با تحقیق انجام‌شده در شرکت پتروشیمی زاگرس که بالاترین عدد اولویت ریسک آن 189 و پایین‌ترین عدد اولویت ریسک آن 6 گزارش شده نتیجه‌گیری می‌شود که واحد پلی‌اتیلن متوسط و سنگین شرکت پتروشیمی آریاساسول که بالاترین و پایین‌ترین عدد اولویت ریسک آن به‌ترتیب 60 و 3 می‌باشد مشخص گردید که این واحد از سیستم کنترلی ایمنی و محیط زیست نسبتاً بالایی برخوردار است بااین‌وجود در مواردی که دستگاه‌ها از ریسک خیلی بالا برخوردار هستند اقدامات کنترلی ضروری به‌نظر می‌رسد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- بندرجا، م. 1389. ارزیابی ریسک محیطی به روش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست (EFMEA) در واحد هیدروکراکر شرکت پالایش نفت بندرعباس، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.170 ص

2- جوزی، ع. پاداش، ا،1386. سامانه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE-MS)، انتشارات کاوش قلم، چاپ اول. 204 ص.

3- جوزی، ع. 1388. ارزیابی و مدیریت ریسک، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران شمال، چاپ اول. 344 ص.

4- قراچورلو، ن. 1384. ارزیابی و مدیریت، انتشارات علوم و فنون، چاپ اول. 204 ص.

5- محمد فام، ا. 1386. مهندسی ایمنی، انتشارات فن‌آوران، چاپ پنجم. 145 ص.

6- معاونت محیط زیست انسانی.1382. ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

7- میر جلیلی، ن. 1389. مدیریت ریسک زیست محیطی شرکت پتروشیمی زاگرس با استفاده از تکنیک تجزیه- وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست EFMEA، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس. 160ص.

8. Allen H.Hu; chia-wei hsu; Tsai-Chi Kuo; Wei-Cheng Wu, (2009).Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP, Expert Systems with Applications.,36,7142-7147.

9. Danielsson, M. and Gunnarsson, S. A. , (2001), Guideline for Implementation of Environment Failure Mode and Effect Analysis Method, Marmait Publish. Sofia, Bulgaria. 127PP.

10. Jensen, C.; Johansson, M.; Lindahl, M. and Magnusson, T.; 2001. Environmental Effect Analyysis(EEA)-Principles and structure. Department of Techniligy, University of Kalmar: Kalmar, Sweden.8.

11. Lindahl ,M.S.2000. Environmental Effect Analysis (EEA) an approach to Design for Environmental Departmant of Technologg University of Kalmer.

12. Muhlbauer, W.K., 1999. Pipeline risk management manual, Gulf Professional Publishing, 2an Ed., USA,428pp.

Archive of SID
www.SID.ir