



ارزیابی ریسک واحد پلی کربنات پتروشیمی خوزستان با استفاده از روش‌های تلفیقی PHA و EFMEA

سید علی جوزی^{۱*} و سیده اولیا هاشمی^۲

^۱دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
^۲کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات خوزستان

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۳

Risk Assessment of Khuzestan Petrochemical unit of Polycarbonate Using of PHA and EFMEA Combination Methods

Seyed Ali Jozi^{1*} & Seyede Olia Hashemi²

¹Associate Prof., Department of Environment, Faculty of Technical & Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch

²MSc. of Environment Sciences, Faculty of Technical & Engineering, Islamic Azad University Khuzestan, Sciences & Research Branch

Abstract

The aim of this paper is to eliminate, reduce, and control the existing environmental risks developed in Poly Carbonate unite and Epoxy Resin of Khuzestan Petrochemical company by using PHA and EFMEA methods. For this purpose, first, information were collected with library method, then elements producing risk to each of these unites were identified by questionnaire and Likert scale and the degree of their importance were determined. Then, after collecting environmental effects and aspects, the PHA table was completed for both unites separately and according to that method, and the possibility of each risky situation became finalized in terms of brainstorming and with the help of some scoring experts, and finally, risks were categorized into three levels; high, medium, low. In continuation of this assessment, high risks were screened from medium risks of total risks to be assessed in next step by EFMEA method. After conducting statistical calculations in Poly Carbonate unite, it revealed that environmental aspects with priority number higher than 125 have high level of risk that the most risky aspect of this unite is related to releasing Methylene Chloride steam because of leading off-gas to feller in tower, and it results in air pollution. Also, results obtained in Epoxy Resin revealed that environmental aspects with priority number higher than 184 have high level of risk that the most risky aspect of this unite is related to releasing because of Caustic steam because of failing to breaking the sight glass, and it results in air pollution. Second assessment results show environmental aspects and calculated PRN difference and obtained risk level for performances in this Petrochemical company, that using modern methods in identifying and assessing the risk and developing some controlling and mediating actions can reduce the severity of emerging risks and as a result damages into environment significantly. These actions include: visual control by a beneficiary, PM control by a beneficiary, supervising on correct setting of spool, using standard sight glass, examining through laboratory samples and comparing percents with pointer's status, etc.

Keywords: Risk Assessment, Environmental Aspect, Risk Priority Number, EFMEA, PHA.

چکیده

این تحقیق با هدف حذف، کاهش و کنترل ریسک‌های محیط‌زیستی موجود در واحد پلی کربنات و رزین اپوکسی شرکت پتروشیمی خوزستان با استفاده از روش‌های تجزیه تحلیل مقدماتی خطرو تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست به انجام رسید. پس از انجام محاسبات آماری در واحد پلی کربنات مشخص شد که آن دسته از جنبه‌های محیط‌زیستی که عدد اولویت آن‌ها بالاتر از ۱۲۵ است دارای سطح بالای ریسک هستند. بالاترین جنبه ریسک در این واحد مربوط به آزاد شدن بخارات متیلن کلراید به علت هدایت off gas به سمت فلر در تاور می‌باشد که منجر به آلودگی هوا می‌باشد. هم‌چنین نتایج ارزیابی بدست آمده در واحد رزین اپوکسی نشان می‌دهد آن دسته از جنبه‌های محیط‌زیستی که عدد اولویت آنها بالاتر از ۱۸۴ است دارای سطح ریسک بالا هستند که بالاترین جنبه ریسک در این واحد مربوط به آزاد شدن بخارات کاستیک به علت شکستگی شیشه سایت گلاس است که منجر به آلودگی هوا می‌شود. نتایج ارزیابی ثانویه جنبه‌های محیط‌زیستی و اختلاف تجزیه تحلیل مقدماتی خطر محاسبه شده و سطوح ریسک به دست آمده برای فعالیت‌ها در این پتروشیمی نشان می‌دهد که به کارگیری روش‌های نوین در شناسایی و ارزیابی ریسک و اعمال پاره‌ای از اقدامات اصلاحی و کنترلی می‌تواند تا حدود قابل ملاحظه‌ای از شدت بروز ریسک‌ها و به دنبال آن از خسارات و زیان وارد بر محیط‌زیست بکاهد. از جمله این اقدامات می‌توان به کنترل ذرات معلق توسط بهره‌بردار، استفاده از شیشه سایت گلاس استاندارد، چک از طریق نمونه آزمایشگاهی و مقایسه درصد با وضعیت نشانگر و غیره اشاره کرد.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، جنبه زیست‌محیطی، عدد اولویت ریسک، تجزیه تحلیل مقدماتی خطر.

* Corresponding Author. E-mail Address: sajozi@yahoo.com

۱- مقدمه

در طی نیم قرن اخیر تغییرات قابل توجهی در مواد، فرآیندها و نوع فعالیتها در صنایع شیمیایی صورت گرفته است. تعداد مواد و محصولات شیمیایی در جهان رو به فزونی بوده است و هر ساله نیز محصولات جدیدی به بازار معرفی می‌شوند. بنابراین حجم و تنوع گسترده فعالیت‌های انجام شده باعث گسترش آلاینده‌های مختلف محیطی و تنش‌های حرفه‌ای (حوادث و بیماری‌های شغلی) می‌شود که قادر است سلامت بشر و محیط‌زیست را تهدید کند. [۱]

سای زنگ و همکارانش در سال ۲۰۱۰ مقاله‌ای با عنوان یکپارچه سازی ریسک‌های ایمنی، محیط‌زیستی و کیفیت برای مدیریت پروژه با استفاده از روش تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات را ارائه نمودند. در این مقاله بیان شده که در سال‌های اخیر تعدادی از شرکت‌های ساختمانی، سیستم‌های مدیریتی گوناگون همچون، مدیریت ایمنی و سلامت شغلی، مدیریت محیط‌زیست و مدیریت تضمین کیفیت را اجرا نمودند. همچنین برای افزایش بهره‌وری این شرکت‌ها از مدیریت کیفیت و محیط‌زیست تحت سیستم مدیریت یکپارچه که ترکیبی از مدیریت محیط‌زیست و تضمین کیفیت می‌باشد، استفاده کردند. تشخیص به‌موقع، مدیریت و کنترل نتایج ریسک‌ها از نتایج اجرای این نوع از مدیریت می‌باشد. [۲]

پژوهشی توسط شیرالی زاده تحت عنوان کاربرد روش تجزیه و تحلیل نقاط شکست و آثار در ارزیابی محیط‌زیستی برج خنک‌کننده یک مجتمع پتروشیمی انجام شد که پس از محاسبه عدد اولویت ریسک مربوط به هر یک از جنبه‌های محیط‌زیستی و مقایسه اعداد ریسک بدست آمده معلوم شد که ریسک کم توجهی به تزریق مواد کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها و افزایش بی‌رویه آن‌ها در برج که پیامد آلودگی آب را به دنبال خواهد داشت، در اولویت اول قرار گرفت [۳]

داوودی در سال ۱۳۸۹ با هدف بررسی فعالیت‌های مجتمع پتروشیمی شازند و شناسایی عوامل خطر و جنبه‌های ریسک محیط‌زیستی با استفاده از متدهای فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات پژوهشی انجام داد که در آن پس از شناسایی ریسک‌ها، احتمال وقوع آن‌ها را با کمک پرسش‌نامه و از طریق روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات ورود داده‌های خام در نرم افزار EC بدست آورد. مقادیر شدت اثر نیز به روش و با استفاده از

پرسش‌نامه تعیین و آنگاه نمرات ریسک از حاصل ضرب مقادیر احتمال در شدت محاسبه شد. طبق نتایج، تعداد ۵۰ عامل خطر در ۲۱ واحد پتروشیمی و ۳۰ جنبه ریسک در محیط‌های مربوطه شناسایی شد. اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس امتیازات بدست آمده در محیط‌های مختلف صورت گرفت که طی آن در محیط فیزیکوشیمیایی ریسک آلودگی هوا با نمره ۳/۷۳۸، در محیط بیولوژیکی ریسک کاهش امنیت زیستگاه‌ها با نمره ۲/۷۷۶، در محیط اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی ریسک به مخاطره انداختن سلامت عمومی مردم منطقه با نمره ۴/۶۸۹ و در محیط ایمنی و بهداشت محیط ریسک عوارض چشمی و کاهش دید با نمره ۰/۹۰۳ بالاترین امتیاز ریسک را کسب کرده‌اند. [۴]

شرکت پتروشیمی خوزستان در سال ۱۳۷۶ در زمینی به وسعت ۱۰ هکتار افتتاح شد. این مجتمع به عنوان تنها تولید کننده دو نمونه برجسته از پلیمرهای مهندسی یعنی پلی کربنات و رزین اپوکسی در خاورمیانه می‌باشد که از آن به‌عنوان نگین پلیمری خاورمیانه نیز نام می‌برند. پتروشیمی خوزستان با توجه به توان رقابتی و پویایی آن بر مبنای دستیابی به آخرین دستاوردها و تولید گریدهای منحصربه فرد و سودآور و حفظ توان رقابتی بالا، با ایجاد ساختار استراتژیک کلی پروژه‌ها و طرح‌های گسترش واحدهای آن، پایه ریزی گردیده است. فرآیندی که در واحد تولید پلی کربنات انجام می‌گیرد بدین صورت است که محلول بیس فنل آ در هیدروکسید سدیم درون حلال‌های آلی متیلن کلراید و کلروبنزن پخش می‌شود. آنگاه محلول حاصل با مقدار مشخصی فسژن ترکیب شده و پس از افزایش مقدار کمتری اتیلن آمین (به عنوان کاتالیست) به درون راکتور هدایت می‌شود. نهایتاً واکنش پلیمریزاسیون تراکمی انجام شده و فاز آلی حاوی پلیمر در مراحل بعدی جدا می‌شود در این فرایند نیز علاوه بر قسمت‌های خالص سازی و جداسازی پلیمر، واحدهای بازیافت حلال‌های متیلن کلراید و کلروبنزن پیش‌بینی شده است. [۵] هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ریسک محیط‌زیستی واحد پلی کربنات شرکت پتروشیمی خوزستان با استفاده از روش‌های تلفیقی تجزیه تحلیل مقدماتی خطر و تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات می‌باشد که برای نخستین بار در سطح کشور به انجام رسیده است.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق پارامترهای مرتبط با آلودگی هوا چون دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید ازن، منوکسیدازت، منوکسیدکربن و ازن مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ابتدا محل دقیق دودکش‌ها مورد بررسی و محل‌های مخصوص نمونه‌برداری بر روی دودکش‌های این شرکت در تاریخ ۲۵ شهریور ۹۱ انجام گرفت. محل‌های نمونه‌برداری طوری طراحی شدند که پراب آنالیزور که طول آن ۱ سانتی‌متر است حداقل ۵۰ سانتی‌متر درون استک باشد. بر طبق استاندارد محیط‌زیست، محل ورود پراب نمونه‌برداری باید به اندازه ۸ برابر قطر دودکش از جایی که هرگونه تبدیل قطر، شعله آشکار، سه راهی و غیره وجود دارد به طرف پایین دست جریان باشد یا بطور تقریب در یک سوم ارتفاع دودکش از بالا قرار گیرد.

برای اندازه‌گیری صوت، ابتدا محل دقیق ایستگاه‌های اندازه‌گیری بر اساس منابع صوتی، فاصله، پیوند، انتشار و پیوستگی صدا بررسی گردید. در ابتدا و انتهای هر دوره اندازه‌گیری صدا، دستگاه مورد نظر کالیبره گردید. جهت کالیبراسیون صداستنج، دستگاه را باید در وضعیت کالیبره قرار داد، در این حالت نمایشگر دستگاه باید بر روی عدد ۱۱۴ قرار گیرد در غیر اینصورت باید روی عدد ۱۱۴ تنظیم گردد. نقاط اندازه‌گیری در ۵ نقطه در اطراف فنس از ساعت ۱۰ صبح تا ۱۰ شب بوده است. اندازه‌گیری استاندارد هوای پاک در ۵ ایستگاه که شامل غرب مجتمع، ضلع جنوبی - جنب مخازن، ضلع جنوبی جنب انبار مواد شیمیایی، ضلع شمالی درب شماره ۱ مجتمع است به وسیله دستگاه آنالایزر ذرات غبار محیط در شهریور ۱۳۹۱ انجام شد. زمانی که برای اولین بار دستگاه روشن می‌کنید، به‌صورت اتوماتیک، اطلاعات آماری نظیر میانگین مقادیر اندازه‌گیری را به همراه ماکزیموم و مینیموم مقادیر نشان می‌دهد. نمونه‌برداری بوسیله نازل ۱۰ میکرومتری انجام شد. بعد از اندازه‌گیری ذرات معلق، گازهای هوای محیط داخل اندازه‌گیری شد.

پارامترهای اندازه‌گیری شده در نمونه پساب خروجی شامل TDS, BOD5, COD, TOD, pH و آمونیوم و میزان روغن و گریس و انواع هیدروکربن‌ها می‌باشد. با توجه به انتقال پساب صنعتی به پتروشیمی فجر جهت تصفیه، کانال خروجی فاضلاب به خور در این دوره از نمونه‌برداری فاقد فاضلاب بوده است.

شناسایی جنبه‌های محیط‌زیستی و ایمنی و بهداشتی: پس از شناسایی محیط‌زیست منطقه، بازدید میدانی از پتروشیمی مورد نظر برای بدست آوردن اطلاعات اولیه و سپس بازدید کلی‌تر به منظور شناسایی خط تولید و شناخت فعالیت‌های بخش‌های مختلف و مصاحبه با کارشناسان واحد ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست شرکت به‌منظور بررسی فرآیند واحد پلی‌کربنات به منظور شناسایی تجهیزات و بخش‌های موجود انجام گردید. بدین منظور عوامل بوجود آورنده ریسک با استفاده از مشاهدات و پرسش و پاسخ‌هایی که از متخصصان در واحدها صورت گرفت، مشخص شد. جهت غربالگری و تعیین درجه اهمیت هر یک از عوامل بوجود آورنده ریسک پرسشنامه با استفاده از روش دلفی و مقیاس لیکرت تهیه و استفاده گردید، پاسخ دهنده پرسشنامه در صورت موافق بودن عامل ریسک، درجه اهمیت آن را با اعداد ۱ تا ۵ نمره دهی می‌کند. در ادامه پس از تلفیق نظرات (میانگین هندسی) از طریق نرم افزار آماری، عوامل نهایی ریسک تعیین گردید. آنگاه اثرات و جنبه زیست‌محیطی و علت و حالت شکست هر یک از عوامل بوجود آورنده ریسک جمع‌آوری گردید.

۲-۱- شیوه‌ی تحلیل داده‌ها: پس از تعیین نهایی عوامل مهم ریسک، جدول تجزیه تحلیل مقدماتی خطر برای واحد مورد مطالعه (پلی‌کربنات) بطور جداگانه تکمیل گردید و شدت و احتمال هر وضعیت مخاطره آمیز (با توجه به جداول شدت و احتمال ذکر شده در روش تجزیه تحلیل مقدماتی خطر) در غالب توفان فکری و با کمک چند متخصص نمره‌دهی نهایی شد. آنگاه از ضرب شدت در احتمال، سطح ریسک بدست آمده را با جدول ۱ مطابقت داده و بر اساس آن ریسک‌های شناسایی شده طبقه‌بندی گردید ریسک‌های بدست آمده دارای سه سطح بالا، متوسط و پایین می‌باشند، در ادامه کار ارزیابی، ریسک‌های بالا و ریسک‌های با سطح متوسط از کل ریسک‌ها غربال شد و در مرحله بعد توسط روش دیگر این پروژه یعنی تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور طبق مراحل ذکر شده در بالا برای تجهیزات و فرآیندها، کاربرگ تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات تکمیل گردید در این کاربرگ متغیرهایی چون شناسایی فرآیند، حالت خرابی بالقوه (جنبه‌های محیط‌زیستی)، آثار بالقوه خرابی (پیامدها)، علل بالقوه خرابی، ارزیابی اولیه جنبه‌های محیط‌زیستی (شدت، احتمال وقوع، گستره آلودگی، عدداولویت ریسک، سطح ریسک) به‌عنوان جنبه‌های

نحوه امتیازدهی به این صورت بود که برای پارامتر شدت اعدادی بین ۱ تا ۱۰ نمره‌دهی شد به طوری که در شدیدترین حالت امتیاز ۱۰ و در کم‌ترین حالت امتیاز ۱ به پارامتر مورد نظر تعلق گرفت. هم‌چنین در مورد میزان احتمال وقوع نیز اعدادی بین ۱ تا ۱۰ به پارامتر مورد نظر تعلق شد. در مورد میزان گستره آلودگی نیز اعدادی بین ۱ تا ۵ نمره‌دهی شد.

محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفت. این کاربرد با مشارکت و نظر متخصصان بهداشت حرفه‌ای، محیط‌زیست و مهندسی شیمی در واحد پلی کربنات پتروشیمی مورد نظر تنظیم شد که پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم، ریسک محیط‌زیستی ارزیابی انجام گرفت. براین اساس برای هر جنبه، ریسک محیط‌زیستی آن محاسبه گردید: گستره آلودگی × احتمال وقوع × شدت = ضریب ریسک زیست‌محیطی

جدول ۱- معیار مدیریت ریسک [۷]

رتبه ریسک	سطح ریسک	معیار تصمیم‌گیری
1A,1B,1C,2A,2B,3A	Hi	ریسک غیرقابل قبول
1D,2C,2D,3B,3C	M	ریسک نامطلوب
1E,2E,3D,3E,4A,4B, 4C, 4D,4E	L	ریسک قابل قبول

جدول ۲- رتبه‌بندی شدت [۷]

رتبه	معیار: شدت اثر	اثر
۱۰	اثرات بحرانی و تهدید کننده که کارکرد محیط‌زیست را کاملاً مختل می‌کند و هزینه بسیار گزافی به دنبال دارد مانند نشت‌های بزرگ و انفجارات	خطرناک
۹	تأثیرات بسیار خطرناک و سوء بر محیط‌زیست داشته، کارکرد آن را دگرگون ساخته، قابل کنترل نیست یا اطلاعات کافی برای کنترل آن‌ها در دسترس نیست.	جدی
۸	اثر جنبه مهم و در محدوده‌های بلافاصل و تحت اثر مستقیم، شکایات سازمان‌های بیرونی از جمله سازمان محیط‌زیست و سایر ذینفعان را در پی دارد.	خیلی زیاد
۷	اثر جنبه زیاد و در محدوده‌های بلافاصل و تحت اثر مستقیم قابل مشاهده بوده، شکایات همسایگان در منطقه را در پی دارد و باید برای برطرف شدن آن هزینه زیادی کرد.	زیاد
۶	اثر جنبه معمولی و در محدوده‌های بلافاصل و تحت اثر مستقیم، قابل مشاهده بوده و هزینه زیادی برای برطرف شدن نیاز ندارد.	متوسط
۵	اثر جنبه کم و در محدوده بلافاصل مشاهده شده و غیر قابل کنترل است.	کم
۴	اثر جنبه ناچیز و در محدوده بلافاصل مشاهده شده و قابل کنترل است و باید در صدد برطرف کردن آن برآمد.	خیلی کم
۳	موجب اتلاف منابع و انرژی شده و آلودگی ایجاد شده با هزینه کم قابل برطرف کردن است.	جزئی
۲	اثر جنبه ناچیز بوده و بلافاصله قابل برطرف کردن است.	خیلی جزئی
۱	اثر جنبه ناچیز بوده و آلودگی محدود به محل فعالیت می‌شود.	هیچ

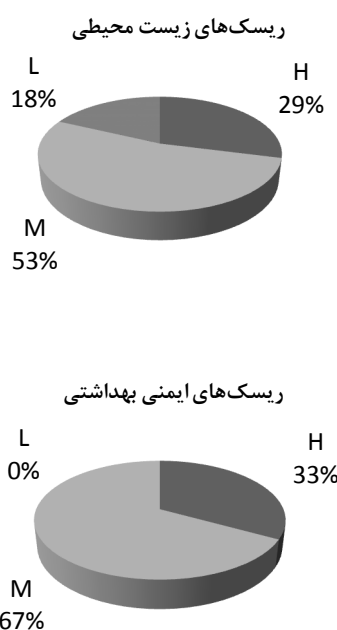
جدول ۳- مقادیر مربوط به احتمال وقوع عوامل ریسک [۷]

درجه تاثیر	اثر	شرایط بهره برداری	شرایط تعمیراتی
۱۰	یقیناً رخ می‌دهد	روزانه	هفتگی
۹	بسیار زیاد رخ می‌دهد	هر هفته یکبار	ماهانه
۸	زیاد رخ می‌دهد	هر ماه یکبار	سه ماهه
۷	اغلب رخ می‌دهد	هر سه ماه یکبار	شش ماهه
۶	معمولاً رخ می‌دهد	هر شش ماه یکبار	یک سال یکبار
۵	گاه و بیگاه رخ می‌دهد	هر سال یکبار	دو سال یکبار
۴	تعداد رخداد کم	هر دو سال یکبار	سه سال یکبار
۳	رخداد با شانس ناچیز	هر پنج سال یکبار	چهار سال یکبار
۲	رخداد بعید	هر ده سال یکبار	پنج سال یکبار
۱	غیر ممکن، بسیار بعید	بالای ده سال یکبار	بالای پنج سال

جدول ۴- مقادیر مربوط به گستره آلودگی [۶]

امتیاز	گستره آلودگی
۵	آلودگی‌هایی که در سطح منطقه‌ای که شرکت در آن واقع شده ایجاد آلودگی می‌نماید. (منطقه‌ای)
۴	آلودگی‌هایی که در سطح کامل شرکت ایجاد آلودگی می‌نماید. (در سطح پروژه)
۳	آلودگی‌هایی که در سطح یکی از کارگاه‌ها ایجاد آلودگی می‌نماید (در سطح خط تولید)
۲	آلودگی‌هایی که در سطح واحد تولیدی ایجاد آلودگی می‌نماید. (در سطح واحد)
۱	آلودگی‌هایی که تنها همان ایستگاه کاری یا همان نقطه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. (در سطح منطقه کاری)

در ادامه کار ارزیابی، ریسک‌های بالا و متوسط از کل ریسک‌ها غربال شدند و در مرحله بعد توسط روش تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات ریسک‌های محیط‌زیستی، ایمنی و بهداشتی واحد ۵۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. شکل ۱ ریسک‌های محیط‌زیستی و ایمنی بهداشتی واحد پلی کربنات را نشان می‌دهد.



شکل ۱- ریسک‌های محیط‌زیستی، ایمنی و بهداشتی واحد پلی کربنات

۴- نتیجه‌گیری

طبق نتایج بدست آمده جنبه‌ی محیط‌زیستی با عدد اولویت ۱۶۰ که مربوط به آزاد شدن بخارات متیلن کلراید از تاور می‌باشد بالاترین عدد اولویت ریسک را به خود اختصاص داده است. پیامد حاصل از این جنبه محیط‌زیستی آلودگی هوا می‌باشد. با توجه به عدد گستره آلودگی (۴)، تأثیر این خرابی بالا و در سطح کامل شرکت پتروشیمی است که بیانگر این است که کنترل‌های جاری برای کاهش آلاینده‌ها کافی نبوده است پس اقدامات اصلاحی در اینجا باید به پایین آوردن رتبه گستره آلودگی و شدت معطوف شود که

تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسک : تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسک برای عدد اولویت ریسک بستگی به منطق، تجربه گذشته و شرایط سیستم دارد. به منظور تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسک و حد بالا و پایین ریسک، در این پروژه ابتدا میانگین عدد اولویت ریسک‌ها و سپس انحراف معیار آن‌ها محاسبه گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از پارامترهای محیطی پتروشیمی خوزستان، نشان می‌دهد در گازهای خروجی از دودکش‌ها میزان گاز منواکسید کربن و سایر گازها در تمامی خروجی‌های اندازه‌گیری شده کمتر از حد استاندارد و در حد متعارف و قابل قبول می‌باشد.

با توجه به نتایج اندازه‌گیری مشاهده می‌شود که میزان شدت صوت زیست‌محیطی در روز و در تمام ایستگاه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد باشد اما در شب میزان شدت صوت در ایستگاه شماره ۵ از حد استاندارد بالاتر می‌باشد. اندازه‌گیری ذرات معلق نشان می‌دهد که بالاترین میزان ذرات معلق ۱۰ در ایستگاه شماره ۵ و بالاترین میزان ذرات معلق ۵ و ۲ در ایستگاه شماره ۴ می‌باشد. با توجه به اطلاعات آمار بدست آمده در نهایت از ۳۰ عامل شناسایی شده در واحد ۵۰، ۲۷ عامل مهم‌تر قلمداد گردیدند. آنگاه شدت و احتمال هر وضعیت مخاطره آمیز با استفاده از روش تجزیه تحلیل مقدماتی خطر نمره‌دهی شد و سطح ریسک‌ها تعیین گردید. جدول ۵ و ۶ میزان ریسک‌های محیط‌زیستی و ایمنی بهداشتی را در هر یک از سطوح نشان می‌دهد.

جدول ۵- میزان ریسک محیط‌زیستی با استفاده از

روش PHA	سطح ریسک محیط زیستی		
	H	M	L
میزان ریسک	1	16	39

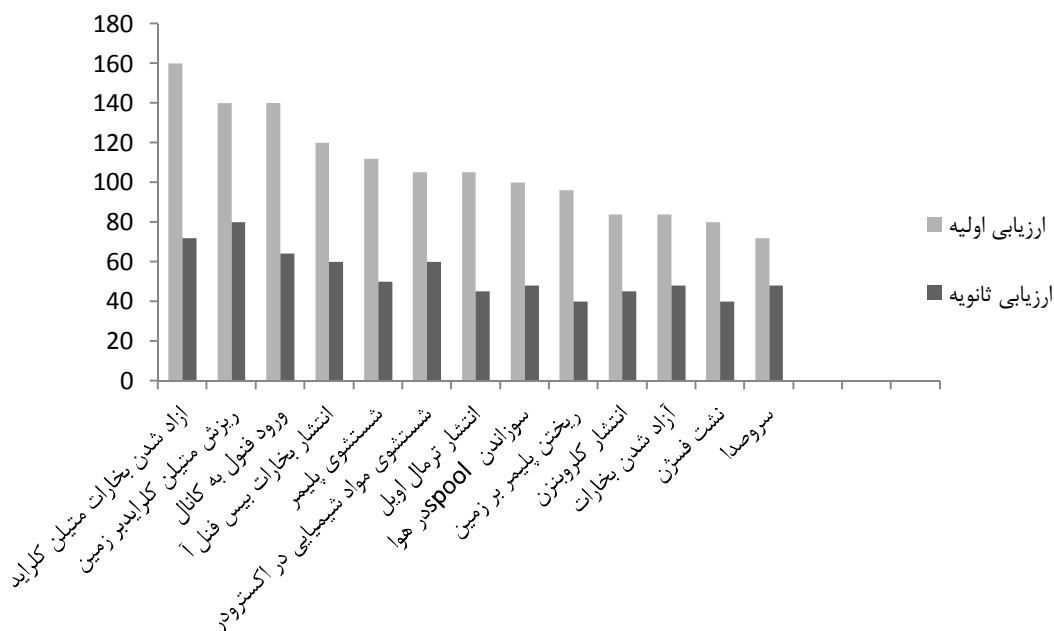
جدول ۶- میزان ریسک ایمنی بهداشتی با استفاده از

روش PHA	سطح ریسک ایمنی بهداشتی		
	H	M	L
میزان ریسک	0	3	48

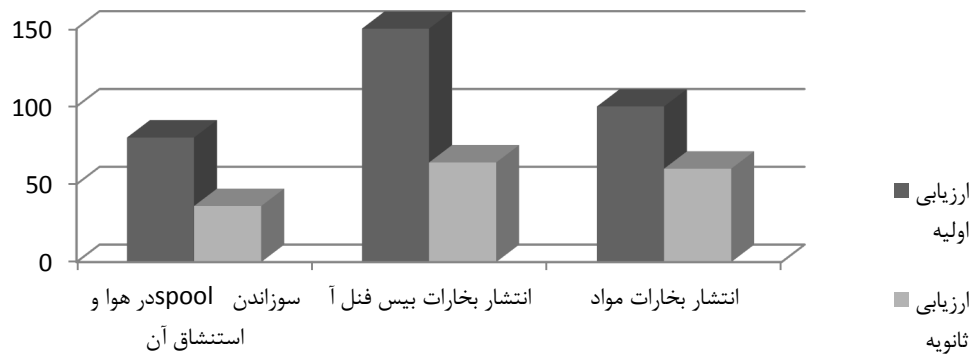
در این راستا ارائه دسته‌های از اقدامات کنترلی و اصلاحی متناسب با شرایط و نوع فعالیت، با هدف کاهش هر چه تمام‌تر ریسک‌های موجود امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. بنابراین راه کارهایی که شامل اقدامات کنترلی و اصلاحی بودند ارائه شد و این بار ارزیابی ثانویه جنبه‌های محیط‌زیستی صورت گرفت و بار دیگر عدد اولویت ریسک محاسبه شد به‌طوری‌که در ارزیابی ثانویه جنبه‌های محیط‌زیستی، تمامی پارامترهای مورد بررسی در سطوح قابل پذیرش و قابل تحمل قرار گرفته‌اند. به‌طوری‌که آزاد شدن بخارات متیلن کلراید بر اثرنشتی تاور که آلودگی هوا را به‌همراه داشت و عدد اولویت ریسک اولیه آن ۱۶۰ بود به میزان حدود ۵۰ درصد کاهش یافت که چنین تغییر چشم‌گیری تنها به‌علت کاهش پارامترهای مؤثر در عدد اولویت ریسک یعنی فاکتور شدت و احتمال بود. هم‌چنین در ارزیابی ثانویه ریسک‌های ایمنی، بهداشتی همان‌طور که در نمودار مشهود است انجام اقدامات کنترلی میزان سطح عدد اولویت ریسک‌ها را به نصف کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که این بار تمامی پارامترهای مورد بررسی در سطوح قابل پذیرش و قابل تحمل قرار گرفتند. مقایسه نتایج ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی و ایمنی بهداشتی اولیه و ثانویه در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.

عدد اولویت ریسک به پایین‌تر برسد. ریزش متیلن کلراید بر زمین، جنبه محیط‌زیستی دیگر است که در درجه بعدی اولویت ریسک با عدد اولویت ۱۴۰ قرار دارد، که در نهایت، پیامدی که ایجاد می‌کند، منجر به آلودگی خاک می‌شود. عدد اولویت ریسک جنبه مذکور در زمره ریسک‌های با خطر بالا است بنابراین با توجه به احتمال وقوع ۵ (احتمال رخداد این حالت خرابی تقریباً حتمی می‌باشد) به طوری که هر سال یکبار رخ می‌دهد و با توجه به رتبه شدت در این جنبه ۷ (اثر جنبه زیاد) که در محدوده بلافصل و تحت اثر مستقیم مشاهده شده، این جنبه نیاز به اقدامات اصلاحی دارد که باید به یکی از رتبه‌های شدت یا احتمال وقوع معطوف، شود.

هم‌چنین در زمینه ریسک‌های ایمنی بهداشتی بالاترین ریسک مربوط به انتشار بخارات بیس فنل آ در هوا می‌باشد که آسیب تنفسی و اثر بر سیستم تنفسی را به همراه دارد. بیس فنل آ ماده‌ایست سفید رنگ مایل به قهوه‌ای که در آب نامحلول است، راه‌های ورود به بدن از طریق استنشاق و تماس با پوست یا چشم و بلعیدن است. اثرات حادى که به‌دنبال دارد ایجاد تاول بر روی پوست و اثرات مزمن آن تنگی نفس و آسیب به سیستم عصبی است. راه‌های جلوگیری و محافظت از خطر استفاده از دستکش پلاستیکی و عینک گامولز است که با توجه به عدد احتمال وقوع آن ۶ که بیانگر این است که اغلب رخ می‌دهد.



شکل ۲- مقایسه‌ی نتایج ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی اولیه و ثانویه واحد پلی کربنات



شکل ۳- مقایسه‌ی نتایج ارزیابی ریسک‌های ایمنی بهداشتی اولیه و ثانویه واحد پلی کربنات

جدول ۷- برنامه مدیریت و پایش

برنامه مدیریت و پایش			
کنترل آلاینده‌های هوا	نصب و راه‌اندازی سیستم غبارگیر	نصب سیستم Smoke Less بر روی فلر	نصب Sample Point بر روی دودکش‌ها
کنترل آلودگی صوتی	استفاده از وسایل حفاظت فردی	نصب کاهنده‌های صدا و صدا خفه کن	کاهش زمان کار در محل‌های شدیداً پرسروصدا
مدیریت سوخت و انرژی	عایق کاری لوله‌ها	نصب شیرهای اطمینان	نصب سیستم خودکار برای بستن درب‌ها
مدیریت خاک	تعبیه مخازن جمع‌آوری روغن سوخته	اختصاص محلی مشخص برای دیپوی موقت	نظارت بر عدم ریزش سوخت
مدیریت پسماند	بسته‌بندی ضایعات پلی کربنات	عدم تخلیه و رهاسازی زباله	بسته‌بندی HBC (قطران) در بشکه‌ها
کنترل خطرات و پیشگیری از حوادث شغلی	بازرسی از محیط کار	آموزش‌های ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست	برنامه حفاظت شنوایی، تنفسی

هوا می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نتایج برای هر دو پروژه یکسان بوده و محیط‌ها تحت تأثیر ریسک‌های مشابه‌اند. به منظور مدیریت و کاهش ریسک‌های شناسایی شده اقدامات زیر در قالب جدول ۷ ارائه گردید.

بروز حوادث در فرآیندهای شیمیایی که به بروز فجایع انسانی و محیطی می‌انجامد متخصصین را بر این داشته که برای برآورد تواتر و پیامد این‌گونه حوادث به رهیافت‌های احتمال‌گرا روی آورند. اصلی‌ترین عاملی که عموماً مانع به کارگیری روش‌هایی در جهت حذف یا کاهش ریسک‌های بالقوه‌ای می‌شود، هزینه‌های به کارگیری روش‌های کنترلی است. ولی باید همواره این نکته مد نظر باشد که بروز ریسک‌های زیست/محیطی عموماً هزینه‌های به مراتب بیشتری را در پی خواهند داشت و به کارگیری روش‌های مدیریتی صحیح از جمله روش‌های پیشنهادی هستند که باعث افزایش ضریب اطمینان از کاهش اثرات سوء فعالیت‌ها و فرآیندهای صنعتی می‌گردند. [۶]

با بررسی نتایج واحد پلی کربنات شرکت خوزستان مشخص شونده که این واحد از سیستم کنترل ایمنی و محیط‌زیست بالایی برخوردار است. با وجود این در مواردی که دستگاه‌ها از ریسک خیلی بالا برخوردار هستند اقدامات کنترلی ضروری به نظر می‌رسد.

مقایسه نتایج بدست آمده در این پروژه با نتایج مطالعات انجام شده: در تحقیقی که با هدف ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی برج خنک‌کننده یک شرکت پتروشیمی به روش تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات انجام رسیده است پس از بررسی فعالیت و فرآیندهای موجود نتایج بدست آمده از مقایسه اعداد ریسک محاسبه شده نشان داد که ریسک کم توجهی به تزریق مواد کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها و افزایش بی‌رویه آن‌ها در برج، پیامد آلودگی آب را به دنبال داشت که در اولویت اول قرار می‌گیرد در صورتی که در پروژه حاضر آلودگی هوا به علت آزاد شدن بخارات متیلن کلراید از تاور در واحد پلی کربنات و همچنین آلودگی هوا مربوط به آزاد شدن بخارات کاستیک در اولویت اول قرار دارند.

همچنین داده‌های بدست آمده از تحقیقی با عنوان ارزیابی ریسک زیست‌محیطی پتروشیمی شازند به روش تجزیه تحلیل حالات شکست و اثرات نشان می‌دهد که در ارزیابی این پتروشیمی پس از اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس امتیازات بدست آمده، ریسک آلودگی هوا بالاترین امتیاز ریسک را در محیط مربوطه کسب کرده است به طوری که نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیز بیانگر این است که بالاترین نرخ آسیب به محیط تحت تأثیر این پتروشیمی نیز

منابع

- [1] Anabarestany S, Jozi A, Porsafar A. Tar study of environmental hazards in the manufacturing unit of Pasargad Oil Company, National Conference on Engineering and Safety Engineering, HSE; **2011. [In Persian]**
- [2] Zhang, S. Environmental Risk Assessment of A Coal-fired Power Plant by Public Health Risk Evaluation Method, Fuel and Energy Abstracts, ; **2005.**
- [3] Shirali zade A. Breakpoints and methods of analysis in environmental risk assessment. Ph.D. Environmental Science, Khuzestan University ; **2012. [In Persian]**
- [4] Davoodi A. Petrochemical shazand risk assessment phase operation using AHP method and FMEA. Ph.D. Environmental Science, Khuzestan University; **2011, P 110. [In Persian]**
- [5] Mohammadfam I, Kianfar S. Risk and operations research techniques (HAZOP) on the assessment of the risks to safety, health & environment, Environmental Science & Technology Journal;12(1); **2010. [In Persian]**
- [6] Tixier J. Review of 62 risk analysis methodologies, industrial plants. Journal of loss prevention in the process industries; P 291-303; **2005.**
- [7] Mirjalili N, Jozi A, Faraji S. Assessment and management of environmental risk in the distillation unit Zagros Petrochemical Co., National Conference & Exhibition of Environmental Engineering; **2011. [In Persian]**

