

ارزیابی خطر زیست محیطی واحد پلی استایرن شرکت پتروشیمی تبریز با روش های تطبیقی

مهزاد مجاهدی^۱

سحر رضایان^{۲*}

rezaian@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: مجتمع پتروشیمی تبریز در زمینی به مساحت ۳۹۱ هکتار ارتفاع ۱۳۶۲ متر از سطح دریا در جنوب غربی تبریز، مجاور پالایش گاه تبریز واقع شده است که در زمینه تولید مواد پلیمری و شیمیایی فعالیت می کند و محصولات اصلی آن عبارتند از پلی اتیلن، پلی استایرن و ABS. مطالعه حاضر با توجه به حساسیت های محیط زیستی منطقه تبریز باهدف حذف، کاهش و کنترل خطرهای محیط زیستی موجود با استفاده از دو روش EFMEA و JSA صورت گرفته است.

روش بررسی: بدین منظور ابتدا توسط روش EFMEA پس از آن محدوده مطالعاتی، شناسایی و اندازه گیری پارامترهای محیطی منابع مولد خطرهای محیط زیستی انجام شد و جهت تعیین رتبه ی خطرهای سطح زیاد با بهره مندی از رویکردهای تصمیم گیری چند شاخصه از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده گردید. در نهایت به رتبه بندی خطرهای پرداخته شد. دومین روش ارزیابی خطر استفاده شده در این مطالعه روش JSA می باشد. در این روش ابتدا واحدهای کارخانه توسط نرم افزار شبیه سازی شد و شغل ها مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: با استفاده از روش EFMEA ۶۱ جنبه ی محیط زیستی مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت. پس از محاسبه RPN که حاصل ضرب احتمال، شدت و گستره می باشد و دسته بندی سطوح خطر ۱۹ خطر زیست محیطی با عدد اولویت بالاتر از ۵۰ که در محدوده ی سطح خطر بالا بود مشخص گردید. نتایج حاکی از آن است که خطرهای بهره برداری کمپرسور و Shut Down واحد به ترتیب بیشترین و کمترین رتبه خطر را داشته است. در روش JSA ۴ شغل مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که ۲۱ مورد در درجه غیر قابل قبول قرار داشتند. در هر شغل شدت حادثه، احتمال وقوع خطر و میزان مواجهه مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

بحث و نتیجه گیری: در انتهای هر دو روش با توجه به ماهیت خطرهای زیست محیطی برنامه ها و راهکارهای لازم جهت کنترل و کاهش خطرهای محیط زیستی شناسایی شده ارایه گردید. مهم ترین اقدامات اساسی عبارتند از: پیشگیری از ریزش و پخش مواد روغنی و سوختی و انتقال مواد ریخته شده به واحد تصفیه، حفاظ ها و وسایل حفاظت فردی پیشنهاد شد که باید تهیه شود و پیمانکار ناظر ملزم به تهیه و نظارت بر استفاده آن گردد.

واژه های کلیدی: ارزیابی خطر محیط زیستی، روش EFMEA، روش JSA، شرکت پتروشیمی تبریز.

^۱ کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد شاهرود؛ دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران* (مسئول مکاتبات)

Environmental Risk Assessment of Polystyrene unit of Tabriz Petrochemical Company by using adaptive Environmental Failure Mode

Mahzad Mojahedi¹

Sahar Rezayan^{2*}

rezaian@yahoo.com

Accepted Date: July 5, 2025

Date Received: June 3, 2025

Abstract

Background and Purpose: TABRIZ petrochemical company (T.P.C) is located in southern west of Tabriz city next to Tabriz refinery in about 380 hectares' area and altitude of 1362 meters above sea level. TPC is a producer of raw polymers; and its main products include polyethylene, polystyrene and ABS. This study has been done according to the environmental sensitivity of Tabriz aimed to remove, reduce and control existing environmental risks by using two methods of EFMEA and JSA.

Analysis method: For this purpose, first select the area of study by EFMEA method, the detection and measurement of environmental parameters identified productive resources of environmental risks, to determine the rank of high level risks, With the benefit of Multiple Attribute Decision-making method, similar to Analytic Hierarchy Process (AHP) were used. The second method of risk assessment is used in this study is JSA method. In this method, first the factory units simulate by the software and jobs were identified and assessed.

Results: By using EFMEA method, 61 environmental aspects identified and evaluated. After calculating RPN which is multiplication of occurrence (O), severity (S) and detection (D) and categorizing risk levels, 19 environmental risks with priority number higher than 50, which was in range of high level risk were specified. The results indicate that the risks of the operation of the compressor and unit's Shutdown regularly has the highest and lowest ranking risks. In JSA method, 4 jobs were identified and assessed, 21 case were in unacceptable degree. Severity, the probability of risk and exposure of each job were evaluated and analyzed.

Discussion: At the end of both methods according to the nature of environmental risk management, plans and strategies for reducing and controlling of identified environmental risks were presented. The basic measures are: Preventing the loss and spread of oil and fuel and transfer the spilled material to the treatment unit, Provide the proposed protection and personal protective equipments and the supervisor contractor is required to provide and monitoring its use.

Keywords: Environmental Risk Assessment, Environmental Aspects, EFMEA Technique, JSA Technique, TABRIZ Petrochemical Company (T.P.C).

¹ M.Sc., Environment, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Environment, Sh.C., Islamic Azad University, Shahrood, Iran

* (Corresponding Author)

مقدمه

رشد صنعتی شدن جوامع بشری و رشد روزافزون و سریع تکنولوژی های مختلف در جهان و ابداع و ارایه روش های جدید در صنایع باعث گردید انسان امروزی در معرض تهدید و فشار آن چیزهایی قرار بگیرد که خود به دست خود ساخته و ایجاد کرده است. در همین راستا وجود محیط های کاری امن، یکی از مهم ترین مولفه های لازم برای رسیدن به بهبود مستمر بهره وری به شمار می رود. از طرف دیگر با افزایش سرعت توسعه علوم و معرفی مواد و فن آوری های جدید، در هر لحظه معضلات جدیدتری در محیط های کاری پدیدار می شود که مطمئناً مقابله با آن ها و کنترل خطرات غیر قابل قبولشان، نیازمند آگاهی از رویکردها، شیوه ها و روش های جدید در حیطه علم ایمنی است (۱). پیچیدگی و گسترش سامانه های اجتماعی از یک سو، کاهش منابع و وضع قوانین، استانداردها و معیارها از سوی دیگر و وقوع حوادث و رویدادهای ناخواسته، توجه هر چه بیشتر به مطالعات ارزیابی و مدیریت خطر را سبب شده است. هر چند در بسیاری از حوزه های تخصصی الزام به مطالعات ارزیابی و مدیریت خطر هنوز از وجاهت قانونی در ابعاد ملی یا بین المللی برخوردار نیست، لیکن اجرا و اهتمام به این موضوعات در مراحل استقرار یا اجرای سامانه های مختلف، جزئی جدایی ناپذیر از این مطالعات شده است. تمامی فعالیت های انسان همراه خطر است. ارزیابی خطر به طور اساسی با ارزیابی و مدیریت اثرات که به وسیله فعالیت های انسان به وجود می آیند سروکار دارد (۲). ارزیابی خطر محیط زیستی فرآیند تحلیل کیفی و کمی پتانسیل های خطی و ضریب بالفعل شدن خطرهای بالقوه در پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب پذیری محیط پیرامونی می باشد (۳). ارزیابی خطر زیست محیطی شامل شناسایی محیط زیست تحت تأثیر، مدل سازی زمانی و مکانی و انتشار و نشأت، ارزیابی اجزاء مهم اکولوژیکی با در نظر گرفتن حساسیت های زیست محیطی، تخمین کمیت خطر با مقایسه معیارهای موجود و شناسایی اقدامات کاهش خطر می باشد (۴). برنامه ریزی، سازمان دهی، هدایت و کنترل فعالیت ها و دارایی های سازمان به نحوی که اثرات سوء بر عملکرد و اقتصاد آن در اثر حوادث به حداقل برسد، به طور خلاصه به هرگونه اقدام در راستای کاهش خطر، مدیریت خطر گفته می شود (۳). با توجه به قرارگیری پتروشیمی تبریز در مجاورت صنایع دیگر و مراکز روستایی مسکونی، مزارع کشاورزی و منطقه حفاظت شده سهند به دلیل، پوشش گیاهی منحصربه فرد و وجود حیات وحش جانوری و خزندگان کم یاب، حساسیت توجه به محیط زیست و سلامت و بهداشت کارکنان و ساکنین مجاور مجتمع را به علت پرخطر بودن صنایع پتروشیمی دوچندان

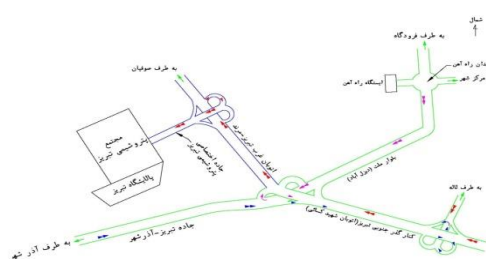
نموده است. لذا در این مطالعه سعی بر آن شده است تا با روش های ارزیابی خطر زیست محیطی ضمن شناسایی مخاطرات موجود در این تأسیسات و ارایه راهکارهای مناسب از میزان شدت و اثرگذاری این مخاطرات روی محیط زیست و افراد کاسته شود. پژوهش دیگری با عنوان مدیریت خطر و کنترل رفتار ایمنی کارگران در معدن زغال سنگ در سال ۲۰۱۲ انجام شد (۵). با توجه به ویژگی های مدیریت خطر و نیازهای واقعی ایجاد ایمنی در معدن زغال سنگ، سیستم روش مدیریت خطر در معدن زغال سنگ و پیاده سازی آن در معدن زغال سنگ به طور کامل تجزیه و تحلیل شده است. سیستم حوادث بالقوه خطرات، منابع خطر و خطرات انسانی را مدیریت و کنترل می کند. بر این اساس، سیستم تکنولوژی کنترل رفتار ایمنی کارگران در معدن زغال سنگ بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است، سه نقص طبقه بندی و مدیریت شدند، اطلاعات اساسی سه نقص و اقدامات متقابل ایمنی منتشر شدند و نرم افزار سیستم مدیریت خطر و اقدامات متقابل بهینه سازی ایمنی در معدن زغال سنگ بر اساس حالت B/S توسعه داده شده و اعمال شدند که از این ترانزیت برای تجزیه و تحلیل و نظارت بر سه نقص، انتشار اطلاعات هشداردهنده، مدیریت بهینه سازی و کنترل اقدامات متقابل استفاده می کنند. در عین حال، پیام های مهم به طور خودکار به تلفن های همراه مدیران مربوطه از طریق سیستم های ارتباطات عمومی به فرد مسوول ارسال می شود که به منظور بهبود قابلیت زمان واقعی و اثربخشی کنترل رفتار ناامن است. کاربرد سیستم های فنی و نرم افزار کاربردی اجرا شده در استخراج معدن زغال سنگ نتایج خوبی داد. دیوید D. گلن در سال ۲۰۱۱ در مقاله ای تحت عنوان «آنالیز ایمنی شغلی و نقش امروزه آن» (۶) بیان می کند، تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (JSA) به طور گسترده ای به عنوان ابزاری برای شناسایی خطر، آموزش کارکنان و بررسی حادثه به رسمیت شناخته شده است. تجربه نشان می دهد بیشتر شرکت ها و اکثر SH&E پزشکان در حال حاضر توجه کمی به توسعه و استفاده از JSA اختصاص می دهند. این مقاله به بررسی تاریخ JSA و کاربرد آن برای علل آسیب های ناشی از رانندگی و حوادث شدید بالقوه پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که اهمیت JSA با پیشنهاد تغییرات در فعالیت های تحت پوشش، افراد درگیر و فرآیند مدیریت مهندسی کنترل می تواند افزایش یابد. پژوهش ارزیابی و مدیریت خطر زیست محیطی واحد پلی اتیلن شرکت پلیمر آریاساسول به روش EFMEA، توسط جوزی و همکاران در سال ۹۰ انجام شده است (۷). پس از انجام محاسبات آماری مشخص شد آن دسته از جنبه های زیست محیطی که عدد اولویت خطر آن ها بالاتر از ۱۵ است، دارای سطح بالای خطر

فعالیت‌های شغلی شناسایی گردیدند. انجام اقدامات اصلاحی از قبیل تهیه دستورالعمل و آموزش حین کار و... سطح ریسک را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

روش‌شناسی تحقیق

به منظور شناخت نوع صنعت موردبررسی، کسب اطلاعات اولیه و شناخت ویژگی‌های زیست محیطی منطقه مورد مطالعه، اقدام به بازدیدهای میدانی و مراجعات سازمانی به ارگان‌ها و سازمان‌های ذی‌ربط گردید. بدین منظور کلیه فعالیت‌های مختلف به تفکیک بخش‌های متعدد در واحد C2 مجتمع از منظر ایمنی، بهداشت و محیط زیست و نیز آمار مستندسازی شده واحد HSE و ایمنی و آتش‌نشانی پتروشیمی تبریز در زمینه حوادث سالیانه، رویدادهای منجر به خرابی دستگاه‌ها و مخاطرات بهداشتی موردبررسی قرار گرفت و سوانح، حوادث ناشی از آن و تأثیر آن‌ها بر انسان، محیط زیست و تجهیزات شناسایی شده و در ادامه کلیه پارامترهای زیست محیطی شناسایی گردید. سپس با بررسی‌های انجام‌گرفته راهکارهای مناسب جهت کم کردن میزان خطر هر انحراف ارایه شد. مجتمع پتروشیمی تبریز در زمینی به مساحت ۳۹۱ هکتار و ارتفاع ۱۳۶۲ متر از سطح دریا در جنوب غربی شهر تبریز و در موقعیت جغرافیایی 38° درجه و $4'$ دقیقه و $17/16''$ ثانیه شمالی و 46° درجه و $9'$ دقیقه و $1/16''$ ثانیه شرقی، در جوار غربی پالایش گاه تبریز واقع شده است. خوراک مجتمع، نفتای سبک و سنگین و گاز مایع است که بخش عمده آن از پالایش گاه تبریز تأمین می‌شود. بخش عمده اعتبارات از پالایش گاه تبریز، تهران و شرکت‌های تابعه NPC در جنوب کشور تهیه می‌گردد. آب مصرفی مجتمع توسط سازمان آب منطقه‌ای تبریز تأمین شده و برق لازم در نیروگاه خود مجتمع تولید می‌شود.

(۸).

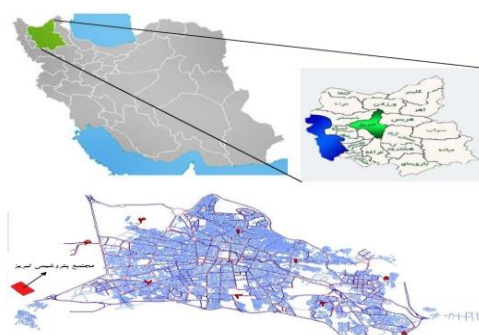


نقشه دسترسی به مجتمع پتروشیمی تبریز (۸)

Access Map

(مأخذ سایت شرکت پتروشیمی تبریز)

هستند. نتایج ارزیابی اولیه به‌دست‌آمده در واحد پلی‌اتیلن سبک نشان می‌دهد که بالاترین جنبه در خطر زیست‌محیطی مربوط به فرآیند سیستم ونت اضطراری با عدد الویت خطر ۴۸ است که در اثر عملکرد ایمنی راکتور، منجر به ایجاد آلودگی هوا، صوت و رادیواکتیویته می‌شود. نتایج ارزیابی ثانویه جنبه‌های زیست‌محیطی و اختلاف RPN محاسبه‌شده و سطوح خطر به‌دست‌آمده برای فعالیت‌ها در این پتروشیمی نشان می‌دهد که به‌کارگیری روش‌های نوین در شناسایی و ارزیابی خطر می‌تواند تا حدود قابل‌ملاحظه‌ای از شدت بروز خطرها و به‌تبع آن از خسارات و زیان‌های وارده بر محیط زیست بکاهد. شناسایی خطرات یک آموزشگاه فنی حرفه‌ای به روش آنالیز ایمنی شغلی، توسط مهدی محمدی و همکاران در سال ۹۰ انجام‌گرفته است (۸). این مطالعه توصیفی با هدف شناسایی خطرات در یکی از آموزشگاه‌های فنی حرفه‌ای به روش JSA انجام‌شده است. ۹ کارگاه آموزشی درودگری، تراش‌کاری، تعمیرات دیزل، تعمیرات ماشین‌های سبک، جوش‌کاری درب و پنجره، جوش‌کاری لوله، تأسیسات، فرزکای و صاف‌کاری بر اساس تکرار و اهمیت فعالیت‌ها موردبررسی قرار گرفتند. ۵۳ فعالیت شغلی موجود به ۲۱۰ مرحله مشخص تقسیم گردیده و با استفاده از چک لیست، مشاهده، مصاحبه و سوابق موجود، خطرات هر مرحله شناسایی و با استفاده از ماتریس خطر (MIL-SID882E) سطح خطر آن‌ها تعیین گردید. در نهایت اقدامات کنترلی برای آن‌ها پیشنهاد گردید به طوری که پس از تجزیه و تحلیل خطرات، ۵۲۴ خطر شناسایی گردید. در این میان صفر خطر در سطح غیر قابل قبول، ۶۵ خطر در سطح نامطلوب، ۲۵۷ خطر در سطح قابل قبول ولی نیازمند تجدید نظر و ۲۰۲ خطر قابل قبول بودند. درودگری، تراش‌کاری و تأسیسات به ترتیب با ۷۵، ۷۲ و ۸۱ خطر در راس پرتی‌ترین



نقشه موقعیت پتروشیمی تبریز بر روی نقشه موضوعی

Tabriz Petrochemical location on topic map

Table (1) - Units Specifications of Production (8)

نام واحد	ظرفیت (تن در سال)	نام واحد	ظرفیت (تن در سال)
الفین	۱۳۶۰۰۰	استایرن	۹۵۰۰۰
ABS	۳۵۰۰۰	اتیل بنزن	۱۰۱۰۰۰
پلی استایرن مقاوم	۹۳۴۰۰	بوتن-۱	۷۰۰۰
پلی استایرن	۲۵۰۰۰	بنزن	۵۵۰۰۰
پلی استایرن	۴۵۰۰۰	۱ و ۳ بوتادین	۱۷۰۰۰
پلی اتیلن سبک خطی / سنگین	۱۰۰۰۰		

(مأخذ سایت شرکت پتروشیمی تبریز)

محلول است. بر طبق جدول تعریف شده دستگاه و مقدار قرائت شده COD میزان مشخصی از نمونه را برداشته داخل شیشه BOD ریخته و یک عدد نوترینت داخل آن می ریزیم، فیلتر درب شیشه را گذاشته و داخل آن LiOH اضافه می کنیم. شیشه را داخل دستگاه گذاشته و در دمای 20°C آنکوباتور قرار می دهیم و دستگاه را روشن می کنیم و پس از ۵ روز عدد دستگاه را می خوانیم، pH و TDS با دستگاه مولتی متر Senso Direct Oxi 200 اندازه گیری شد برای این کار سر پر آپ مولتی متر را به اندازه cm^4 درون محلول فروبرده و کمی هم زده پس از چند دقیقه عدد دستگاه قرائت می شود، DO با دستگاه HACH Sension 6-Portable Dissolved Oxygen Meter اندازه گیری می گردد. برای این عمل سر پر آپ اکسیژن متر را به اندازه cm^{10} درون محلول فروبرده و پس از چند دقیقه عدد دستگاه پس از ثابت شدن و قفل شدن دستگاه قرائت می شود. کدورت، نیترات، نیتريت، سولفیت، فسفات، سولفید، سولفات، کلراید، رنگ، آمونیاک، فنل، دترجنت، سیانید، COD و TSS با دستگاه اسپکترو فوتومتر DR ۲۸۰۰ اندازه گیری می گردد. به این ترتیب که برای محاسبه کدورت از آب مقطر به عنوان نمونه Blank استفاده می شود. با آب مقطر اسپکتروفوتومتر را صفر می کنیم و سپس با 10cc از نمونه مقدار کدورت را می خوانیم. برای محاسبه نیترات از نمونه اصلی بدون Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می کنیم و سپس به 10cc از نمونه Reganet اضافه کرده و سپس ۱ دقیقه تکان می دهیم تا حل شود. پس از ۵ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می خوانیم. برای محاسبه نیتريت از نمونه اصلی بدون Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می کنیم و سپس به 10cc از نمونه Reganet افزوده و سپس تکان می دهیم تا حل شود پس از ۲۰ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می خوانیم. برای محاسبه سولفیت از نمونه اصلی بدون Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می کنیم و سپس به

مواد اولیه اصلی مجتمع عبارتند از: نفتای سبک، نفتای سنگین، گاز مایع، اکریلو نیتریل، آلفا متیل استایرن، روغن معدنی، PBR.

کاربرد محصولات: پلی اتیلن سبک خطی و سنگین در مخازن مایعات، کیسه های خرید، فیلم پلاستیکی، اسباب بازی و لوازم خانگی / پلی استایرن انبساطی در ظروف نگهداری یخ، عایق بندی دیواره ها و بسته بندی لوازم شکننده / پلی استایرن معمولی در بدنه خودکار، مسواک، صنایع روشنایی، یخچال، اتومبیل و ظروف یکبار مصرف / پلی استایرن مقاوم در بدنه تلویزیون، رادیو و ضبط صوت، قطعات یخچال، ماشین لباس شویی و اتومبیل، اسباب بازی، لوازم خانگی و ظروف یکبار مصرف / آکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS) در بدنه ماشین تحریر و مانیتور، قطعات الکترونیکی، ورق داخلی یخچال، لوازم تحریر، گوشی تلفن و قطعات اتومبیل / پروپیلن در واحدهای پلیمری مانند پلی پروپیلن و تولید مواد شیمیایی / بوتادین ۱ و ۳ در تولید PBR و ABS و تولوئن در تولید انواع حلال های شیمیایی کاربرد دارند.

روش شناسایی خطر زیست محیطی

به منظور شناسایی جنبه های زیست محیطی در قسمت های مختلف واحد، ابتدا بازدید میدانی انجام گرفت. طی این بازدید تمامی فعالیت هایی که دارای جنبه های زیست محیطی بودند فهرست شدند. این جنبه ها شامل انتشار آلودگی هوا، تولید زایدات و پسماندهای صنعتی، تولید پساب، ایجاد آلودگی صوتی و ... می باشد.

جهت در دست داشتن اطلاعات دقیق و کامل از پساب خروجی، از تصفیه خانه مجتمع استفاده شد. این پساب هر سه ماه یک بار توسط آزمایشگاه های معتبر از طریق نمونه برداری لحظه ای تحت سنجش و آزمایش قرار می گیرد و پارامترهای کیفی و کمی آن به طور دقیق مشخص می گردد. پارامتر BOD با دستگاه آنکوباتور یخچال دار HACH BODTrack اندازه گیری شد. اساس این کار هوادهی و اندازه گیری اکسیژن باقی مانده در

۳۰ cc کلروفرم افزوده و مخلوط می‌کنیم سپس صبر می‌کنیم تا دو فاز تشکیل شود، فاز زیرین را جدا کرده به ظرف دیگری منتقل می‌کنیم. پس از آن ۵۰ cc محلول شستشو افزوده فاز زیرین را جدا کرده با اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. Blank در این آنالیز آب مقطر می‌باشد که کلیه مراحل بر روی Blank تکرار می‌شود. برای محاسبه سیانید از نمونه اصلی بدون Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می‌کنیم و سپس به ۳۰ cc از نمونه Reganet اول را افزوده ۳۰ ثانیه تکان می‌دهیم تا حل شود. سپس Reganet دوم را افزوده و ۱۰ ثانیه تکان داده، پس از ۳۰ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. برای محاسبه COD از آب مقطر به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می‌کنیم و سپس ۲ cc از نمونه را به ویال مخصوص COD افزوده و در راکتور با دمای 146°C به مدت ۲ ساعت قرار می‌دهیم. پس از سرد شدن و رسیدن به دمای محیط با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر کرده و سپس نمونه را قرائت می‌کنیم. برای محاسبه TSS از آب مقطر به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود، چربی و روغن با دستگاه‌های ترازو، دکانتر و روتاری اوپراتور Rotary Evaporator اندازه‌گیری می‌گردد. برای این کار یک لیتر از نمونه را داخل قیف دکانتر ریخته، سپس ۱۰ cc هگزان به آن افزوده پس از تکان دادن فاز آلی را جدا کرده و از بستر سولفات سدیم عبور می‌دهیم، فاز آلی را داخل بالنی که از قبل توزین شده جمع‌آوری می‌کنیم و توسط روتاری هگزان، آن را تبخیر می‌کنیم. تفاوت وزن بالن میزان چربی و روغن محلول می‌باشد. قلیائیت و سختی کل (CaCo_3) با دستگاه تیتراسیون اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه قلیائیت ۵۰ cc نمونه را در حضور معرف فنل فتالین با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترو می‌کنیم. تغییر رنگ از صورتی به بی‌رنگ نشان دهنده قلیائیت فنل می‌باشد. سپس به همین محلول معرف متیل رد افزوده و تیتراسیون را ادامه می‌دهیم تا تغییر رنگ از زرد به نارنجی صورت گیرد که نشان دهنده پایان واکنش و قلیائیت متیل می‌باشد. مجموع این دو قلیائیت، قلیائیت کل است. محاسبه بر اساس اسیدسولفوریک مصرفی می‌باشد و برای محاسبه سختی کل ۵۰ cc نمونه را با بافر ۱۰ به pH ۱۰ می‌رسانیم. در حضور معرف اوربوکروم بلک تیو (EBT) یا EDTA، ۰/۱ نرمال تیترو می‌کنیم که تغییر رنگ از قرمز به آبی نشان دهنده پایان آنالیز می‌باشد. محاسبه بر حسب EDTA مصرفی می‌باشد. دما با دستگاه مولتی متر (HANNA (H19812-5) اندازه‌گیری شد. برای این کار سر پر آپ مولتی متر را به اندازه ۴ cm درون محلول فروبرده و کمی هم‌زده که پس از چند دقیقه عدد دستگاه

۱۰ cc از نمونه Reganet افزوده و سپس تکان می‌دهیم تا حل شود پس از ۳ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. برای محاسبه فسفات از آب مقطر به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می‌کنیم و سپس ۵ cc از نمونه را به ویال مخصوص فسفات افزوده و در راکتور با دمای 146°C به مدت ۳۰ دقیقه قرار می‌دهیم. پس از سرد شدن و رسیدن به دمای محیط به Blank و نمونه ۲ cc سود ۰/۵ cc مولبیدات افزوده و ۷ دقیقه صبر می‌کنیم. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر کرده و سپس نمونه را قرائت می‌کنیم. برای محاسبه سولفید به آب مقطر Reganet افزوده و به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می‌کنیم و سپس به ۱۰ cc از نمونه Reganet افزوده و سپس تکان می‌دهیم تا حل شود پس از ۵ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. برای محاسبه سولفات از نمونه اصلی بدون Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. با Blank اسپکتروفوتومتر را صفر می‌نماییم و سپس به ۱۰ cc از نمونه Reganet افزوده و سپس تکان می‌دهیم تا حل شود پس از ۵ دقیقه با اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. برای محاسبه کلراید از آب مقطر به همراه دو Reganet به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. آماده‌سازی Blank و نمونه اصلی باید هم زمان صورت گیرد. به Blank و نمونه اصلی ۰/۴ cc Reganet یک افزوده، هم می‌زنیم. سپس ۰/۸ cc Reganet افزوده تکان می‌دهیم سپس در دستگاه اسپکتروفوتومتر می‌خوانیم. برای محاسبه رنگ از آب مقطر به عنوان Reganet استفاده می‌شود. با آب مقطر اسپکتروفوتومتر را صفر می‌کنیم و سپس با ۱۰ cc از نمونه مقدار رنگ را می‌خوانیم. برای محاسبه آمونیاک از آب مقطر به همراه دو Reganet و محلول نسلر به عنوان نمونه Blank استفاده می‌شود. آماده‌سازی Blank و نمونه اصلی باید هم زمان صورت گیرد. به Blank و نمونه اصلی سه قطره Reganet یک افزوده هم می‌زنیم، سپس سه قطره Reganet دو افزوده تکان می‌دهیم. پس از آن ۰/۵ cc محلول نسلر افزوده در دستگاه اسپکتروفوتومتر به مدت ۲ دقیقه قرار داده در زمان صفر دستگاه را صفر می‌کنیم و سپس نمونه را می‌خوانیم. برای محاسبه فنل با استخراج مایع- مایع ۵۰ cc نمونه را داخل قیف دکانتر ریخته و ۲۵ cc کلرید آمونیوم افزوده و سپس با آمونیاک pH را به ۱۰ می‌رسانیم. ۳ cc آمینو آنبی پرین ۳ cc فروسیانید افزوده و با ۲۵ cc کلروفرم عمل استخراج را انجام می‌دهیم. در انتها کلروفرم را از بستر سولفات سدیم عبور داده و در بالن جمع می‌کنیم و سپس با دستگاه اسپکتروفوتومتر میزان جذب را قرائت می‌نماییم. برای محاسبه دترجنت به ۲۵۰ cc نمونه در pH خنثی ۲۵ cc متیلن بلو و

Agilent6890GC-Detector FID و پمپ نمونه‌برداری فردی VOCs برای اندازه‌گیری گازهای فرار محیطی استفاده شد. اساس کار دستگاه، جداسازی و شناسایی ترکیبات بر اساس نقطه‌جوش و قطبیت آن‌ها (کروماتوگرافی گازی) است. برای این کار محیط جاذب در محلول CS_2 حل گشته و گازهای آلاینده نمونه‌برداری شده بر روی محیط جاذب جامد در محیط مایع استخراج می‌گردند. این محلول‌ها توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی آنالیز می‌گردند. اندازه‌گیری این سه پارامتر در ۴ ایستگاه درب ورودی، جنب ایستگاه گاز، کنار فلر اصلی و جنب پالایشگاه تبریز انجام شد. اندازه‌گیری غبار خروجی دودکش منبع ثابت با دستگاه TCR TECORA-ISOSTACK BASIC و در ایستگاه خروجی دودکش زباله‌سوز انجام شد که اساس کار آن گراویمتری است. اندازه‌گیری گازهای خروجی منبع ثابت با دستگاه آنالایزر گاز TESTO 350 که اساس کار آن قرائت مستقیم و سنسور الکتروشیمیایی است در ۱۳ ایستگاه دودکش کوره زباله‌سوز مرکزی، واحد الفین F-101، واحد الفین F-102، واحد الفین F-103، واحد الفین F-104، واحد الفین F-105، خط C- واحد F-301-C1، واحد C1، واحد F-601-C2، واحد نیروگاه HRSGA، واحد نیروگاه HRSGB، واحد نیروگاه Aux-Boiler و واحد بنزن پیرولیز H-201 انجام شد.

آلاینده‌های صوتی از دو جنبه مختلف آلاینده‌های صوتی زیست محیطی و آلاینده‌های صوتی در داخل کارخانه، به وسیله دستگاه صداسنج RION با روش قرائت مستقیم در ۴ ایستگاه درب ورودی، جنب ایستگاه گاز، کنار فلر اصلی و جنب پالایشگاه تبریز تحت نظارت و سنجش قرار گرفتند.

در فرآیند بهره‌برداری، تعداد ۱۱ نفر در هر شیفت کاری مشغول هستند که مجموعاً در طی یک روز ۴۵ نفر به کار اشتغال دارند. با توجه به سرانه زباله کشور، ۰/۵ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز، میزان کل زباله انسانی تولیدشده ۲۲/۵ کیلوگرم در روز می‌باشد. این زباله‌ها در محل مناسبی دپو و سپس دفع و یا در محل دفن زباله‌های شهری دفع می‌گردند و هم‌چنین با توجه به سرانه فاضلاب (۱۵۰ litr/day)، میزان کل فاضلاب تولیدی ۶۷۵۰ لیتر در روز بوده که این مقدار فاضلاب وارد سیستم تصفیه موجود در مجتمع پتروشیمی شده و تصفیه می‌گردد.

در راستای شناسایی و تعیین انواع مخاطرات ایمنی و بهداشت شغلی موجود در پتروشیمی تبریز، بازدید میدانی از خط تولید و انواع دستگاه‌ها و فعالیت‌هایی که توسط کارکنان و ماشین‌های صنعتی انجام می‌شود، صورت گرفت و نیز مستندات موجود در واحد C2 که در زمینه حوادث شغلی به وقوع پیوسته، موردبررسی قرار گرفت.

EC با دستگاه مولتی متر Lovibond (Oxi 200) قرائت شد. برای این کار سر پر آب مولتی متر را به‌اندازه ۴cm درون محلول فروبرده و کمی هم زده پس از چند دقیقه عدد دستگاه قرائت شد. جهت به حداقل رساندن مداخله از ظروف پلاستیکی استفاده می‌گردد. کلر آزاد با دستگاه کیت کلرسنج اندازه‌گیری شد. برای این کار ظرف را تا خط نشانه از نمونه پرکرده سپس ۵ قطره از محلول شماره ۱ افزوده، تکان می‌دهیم. با بروز رنگ زرد نمونه دارای کلر می‌باشد مقدار رنگ را با طیف مورد نظر مقایسه کرده و مقدار کلر را گزارش می‌کنیم. جیوه و وانادیوم با دستگاه جذب اتمی VGA-400/Varian-spectrAA-76 اندازه‌گیری شدند. برای این کار میزان جذب نور در طول موج مخصوص هر عنصر مورد نظر توسط نمونه اتمی شده، برای نمونه‌های با ماتریکس تمیز و غیر پیچیده (مانند آب) اندازه‌گیری مستقیم نمونه توسط دستگاه انجام می‌گردد و برای نمونه‌های با ماتریکس پیچیده و جامد نظیر خاک، لجن، گیاه و... مرحله هضم قبل از اندازه‌گیری مستقیم توسط دستگاه انجام می‌شود. کادمیوم، مس، کروم، نیکل، روی، کبالت، آهن، منگنز، برلیوم و نقره با دستگاه جذب اتمی (شعله) spectrAA-400-Varian اندازه‌گیری شدند. برای این کار میزان جذب نور در طول موج مخصوص هر عنصر مورد نظر توسط نمونه اتمی شد، برای نمونه‌های با ماتریکس تمیز و غیر پیچیده (مانند آب) اندازه‌گیری مستقیم نمونه توسط دستگاه انجام می‌گردد و برای نمونه‌های با ماتریکس پیچیده و جامد نظیر خاک، لجن، گیاه و... مرحله هضم قبل از اندازه‌گیری مستقیم توسط دستگاه انجام می‌شود. آرسنیک و سلنیم با دستگاه جذب اتمی (کوره) spectrAA-400-VGA-76/Varian اندازه‌گیری شدند. از نتایج این قسمت از داده‌های اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه معتبر و مورد تأیید پتروشیمی تبریز استفاده‌شده که در ۲ ایستگاه کانال پساب خروجی مجتمع OOC و خروجی تصفیه‌خانه BA-525 صورت گرفته است.

جهت بررسی آلاینده‌های هوا کار میدانی انجام نشد و برای بررسی نتایج سنجش آلاینده‌های هوا به مستندات موجود در منطقه توسط آزمایشگاه پتروشیمی تبریز رجوع شد تا از نتایج آزمایشات ادواری انجام‌شده استفاده گردد. بر این اساس، آخرین نمونه‌برداری و نتایج آزمایشات انجام‌شده مربوط به گازهای خروجی از دودکش‌های مجتمع مورد مطالعه قرار گرفتند که شامل عواملی هم چون O_2 , Co , Co_2 , NO , NO_2 , NOX , So_2 و... بودند. اندازه‌گیری ذرات محیطی با دستگاه Dust Track و گازهای محیطی با دستگاه Aero QUAL که اساس کارشان قرائت مستقیم است انجام شد. از دستگاه‌های

جهت ارزیابی زیست محیطی خطرهای شناسایی شده در پتروشیمی، از روش EFMEA استفاده شد. پس از شناسایی سطوح مختلف خطر، آن دسته از فعالیت‌ها که در سطح خطر بالا (H) قرار گرفتند. بر اساس اهمیت آن‌ها با استفاده از روش AHP الویت‌بندی شد. برای انجام این مرحله ابتدا پرسشنامه‌ای تهیه گردید و در بین کارشناسان توزیع گردید. پس از آن پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شد.

مراحل اجرای مدل EFMEA

آشنایی با واحد و فرآیند ← تشکیل تیم EFMEA ← ارزیابی خطر اولیه ← تجزیه و تحلیل پیامدهای ناشی از جنبه‌های شناخته شده به روش EFMEA ← محاسبه عدد اولویت خطر (RPN) ← ارزیابی اقدامات کنترلی و ارزیابی ثانویه ← نظارت و بازرسی بر اجرا توسط بخش محیط زیست و HSE جهت امتیازدهی‌های مربوط به چهار پارامتر شدت، احتمال وقوع، گستره آلودگی و امکان بازیافت، از جداول ذیل استفاده شد.

جدول (۲) - رتبه‌بندی احتمال وقوع اثر پتروشیمی بر روی محیط زیست (۸)

Table 2. Rating possibility of petrochemical effect on the environment

امتیاز	شرح احتمال وقوع	احتمال وقوع
۵	تقریباً هر روز امکان بروز آن وجود دارد.	بسیار زیاد
۴	تقریباً هر هفته امکان بروز آن وجود دارد.	زیاد
۳	تقریباً هر ماه امکان بروز آن وجود دارد.	متوسط
۲	تقریباً هر سال امکان بروز آن وجود دارد.	کم
۱	تقریباً هر ۵ تا ۱۰ سال امکان بروز آن وجود دارد.	بسیار کم

(دانیلسون و گونارسون، ۲۰۰۱)

جدول (۳) - رتبه‌بندی شدت اثر پتروشیمی بر روی محیط زیست (۸)

Table 3. Rating of petrochemical impact on the environment

امتیاز	شرح شدت	شدت
۵	بسیار مضر/ اتلاف یا مصرف زیاد	شدید
۴	مضر/ اتلاف یا مصرف زیاد منابع	نسبتاً شدید
۳	تا حدودی مضر/ اتلاف یا مصرف متوسط منابع	متوسط
۲	ایجاد آسیب کم/ اتلاف یا مصرف کم منابع	نسبتاً خفیف
۱	ضرر ناچیز/ اتلاف یا مصرف ناچیز	بسیار خفیف

(دانیلسون و گونارسون، ۲۰۰۱)

جدول (۴) - رتبه‌بندی گستره آلودگی اثر کارخانه بر روی محیط زیست (۸)

Table 4. Ranking the extent of pollution caused by factory on the environment

امتیاز	گستره آلودگی
۵	در سطح منطقه‌ای که کارخانه در آن واقع شده ایجاد آلودگی می‌نمایند.
۴	در سطح کامل کارخانه ایجاد آلودگی می‌نمایند.
۳	در سطح یکی از کارگاه‌ها ایجاد آلودگی می‌نمایند.
۲	در سطح یکی از واحدها ایجاد آلودگی می‌نمایند.
۱	تنها همان ایستگاه کاری یا همان قطعه را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

(دانیلسون و گونارسون، ۲۰۰۱)

جدول (۵) - رتبه بندی امکان بازیافت منابع کارخانه (۸)

Table 5. Rating the possibility of recycling factory sources

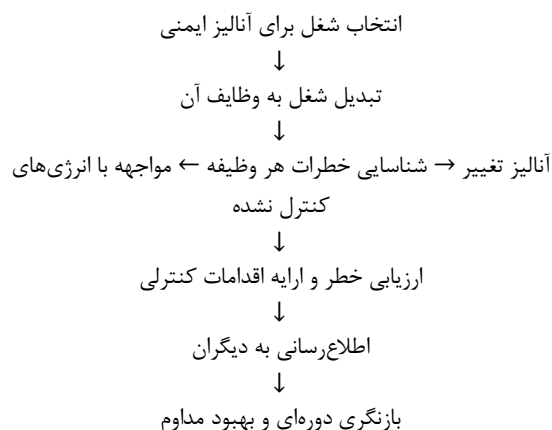
امتیاز	امکان بازیافت
۵	برای حالاتی که منابع غیر قابل بازیافت مورد استفاده قرار می گیرند.
۴	برای حالاتی که منابع غیر قابل بازیافت اتلاف می گردند.
۳	برای حالاتی که منابع با قابلیت بازیافت دشوار، اتلاف می گردند.
۲	برای حالاتی که منابع با قابلیت بازیافت ساده، اتلاف می گردند.
۱	برای حالاتی که منابع قابل بازیافت مورد استفاده قرار می گیرند.

(دانیلسون و گونارسون، ۲۰۰۱)

روش های مورد استفاده در آنالیز شغلی در پنج دسته کلی جای می گیرند که در ذیل به مواردی از آن اشاره می گردد:

روش های مورد استفاده برای جمع آوری داده: از روش هایی که در این دسته قرار می گیرند اساساً برای جمع آوری داده در زمینه تعامل انسان - سیستم استفاده می شود که داده های جمع آوری شده می تواند خود به عنوان ورودی روش های دیگر مورد استفاده قرار گیرند. از این دسته روش ها می توان به موارد زیر اشاره کرد: نمونه برداری از فعالیت، روش رویداد بحرانی، مشاهده، پرسش نامه، مصاحبه ساختاری. در مرحله شناسایی خطراتی موجود در واحد پلی استایرن پتروشیمی تبریز با توجه به قدمت فعالیت این مجتمع و با در نظر گرفتن این امر که این ارزیابی خطر در مرحله بهره برداری واحد صورت می گیرد، از روش های مشاهده و مصاحبه استفاده گردیده است.

روش های مورد استفاده برای ارزیابی رفتار شغلی: از این روش ها اساساً برای شناسایی خطاهای رخ داده استفاده می شود که می توانند به نقص سیستم از دیدگاه سخت افزاری، نرم افزاری، محیطی و خطاهای انسانی منجر شوند. از روش های این دسته موارد زیر قابل ذکرند: ردیابی انرژی و آنالیز حفاظها، آنالیز درخت خطا، آنالیز درخت رویداد، حالات شکست و آنالیز اثرات (۱۱).



نمودار مراحل اجرای آنالیز ایمنی شغلی
The steps of the Job Safety Analysis Diagram

پس از محاسبه RPN های به دست آمده، از فرمول های آماری جهت طبقه بندی سطوح خطر استفاده شد و کلیه جنبه ها در سه دسته جنبه هایی با سطح خطر پایین (L)، جنبه هایی با سطح خطر متوسط (M) و جنبه هایی با سطح خطر بالا (H) قرار گرفت و بر اساس ضرب RPN به دست آمده در مرحله قبل با مقدار وزن دهی، فعالیت ها با سطح خطر بالا مورد الویت بندی قرار گرفت.

فرمول محاسبه میانگین حسابی داده ها

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Xi = \frac{X1 + X2 + \dots + XN}{N}$$

فرمول محاسبه انحراف معیار

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Xi - \bar{x})^2}$$

X = میانگین حسابی N = تعداد داده ها Xi = داده ها (RPN)

مراحل اجرای روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

یکی از کارآمدترین روش های تصمیم گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است که توسط فردی عراقی به نام توماس الساعتی استاد دانشگاه پیتمبورگ، در دهه ی ۱۹۷۰ ارایه شد. این روش، منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است و تصمیم گیرنده را قادر می سازد که تعامل بین معیارهای مختلف را در موقعیت های پیچیده و غیر ساختاری، ارایه دهد. در واقع مانند آن چه در مغز انسان انجام می شود، به تجزیه و تحلیل مسایل می پردازد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین فرآیندهای طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است که براساس مقایسه های زوجی بنانهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می دهد (۱۰).

مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی -> ساخت سلسله مراتبی -> مقایسه های زوجی -> ترکیب وزن ها -> تحلیل حساسیت

روش های مورد استفاده در آنالیز ایمنی شغلی (JSA)

جدول (۶) - احتمال وقوع خطر (P) (۱۰)

Table 6. Risk probability

احتمال	درجه	تعریف
مکرر	۵	خطراتی هستند که در سال ۱۰ بار یا بیشتر رخ می‌دهند.
محتمل	۴	۵ - ۱۰
گاه‌به‌گاه	۳	۱ - ۵
جزیی	۲	۰/۱ - ۱
غیر محتمل	۱	کمتر از ۰/۱

(بارانی و همکاران، ۱۳۸۹)

جدول (۷) - شدت حادثه (S) (۱۰)

Table 7. Severity of Accident

شدت	درجه	تعریف
فاجعه بار	۴	۴۵ میلیون
بحرانی	۳	۱۰ تا ۴۵ میلیون
مرزی	۲	۱۰۰ هزار تا ۱۰ میلیون
قابل صرف نظر	۱	کمتر از ۱۰۰ هزار

(بارانی و همکاران، ۱۳۸۹)

جدول (۸) - میزان مواجهه (E) (۱۰)

Table 8. Exposure

میزان مواجهه	درجه	تعریف
بسیار بالا	۴	۸ ساعت بیشتر
بالا	۳	۴-۸ ساعت
متوسط	۲	۱-۴ ساعت
کم	۱	کمتر از ۱ ساعت

(بارانی و همکاران، ۱۳۸۹)

جدول (۹) - معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس سطح خطر

Table 9. Decision criteria based on risk level

سطح خطر	تعریف
بالتر از ۲۴	غیر قابل قبول
بین ۷-۲۴	نامطلوب
کمتر از ۷	قابل قبول

ارایه راهکارهایی برای کنترل خطر

ایجاد و برقراری روش‌های اجرایی برای طراحی محل کار، فرآیند، تأسیسات، ماشین‌آلات، روش‌های عملیاتی و سازمان‌دهی کار شامل تناسب آن‌ها با توانایی‌های افراد به منظور کاهش یا حذف خطراتی ایمنی و بهداشتی از سرمنشأ آن‌ها. راهکارهای کنترل خطر نشان دهنده فرصت‌های بالقوه

به منظور اولویت‌بندی خطرات و اقدامات کنترلی در این مرحله، خطرات شناسایی و طبقه‌بندی می‌شوند. برای انجام این مرحله، سه پارامتر مشخص شده است: احتمال وقوع خطر، شدت پیامد آن و میزان مواجهه. سپس از حاصل ضرب شدت (S)، رخداد (P) و تماس با خطر (E) رتبه‌ای که حاصل می‌گردد، سطح خطر را نشان می‌دهد که باید اقدامات لازم را نسبت به کنترل خطر به کاربست. اگر سطح خطر در ردیف ۱ قرار گیرد، غیر قابل قبول و اگر در ردیف ۲ قرار گیرد، نامطلوب و اگر در ردیف ۳ قرار گیرد سطح خطر مطلوب است. جهت تعیین احتمال وقوع حادثه و شدت پیامد آن از سرپرستان و کارگران با تجربه کمک گرفته شد. عدد خطر با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید: $P \times S \times E$ = سطح خطر

محیط زیست می باشد. بالاترین میزان گاز H_2 سوزانده شده در خروجی دودکش کوره زباله سوز مرکزی برابر 134 ppm و کمترین میزان آن در خروجی دودکش واحد الفین F-104 برابر با صفر ppm بوده است. بالاترین میزان گاز H_2S سوزانده شده در خروجی دودکش های واحد الفین F301-C2، خط A واحد استخراج بنزن پیرولیز H-201 و F101-C1 برابر $11/9 \text{ ppm}$ و کمترین میزان آن در خروجی دودکش کوره زباله سوز مرکزی و واحد الفین F601-C2 برابر با صفر ppm بوده است.

میزان غبار خروجی دودکش در پتروشیمی تبریز کمتر از حد استاندارد $200-150 \text{ Mg/Nm}^3$ می باشد. همچنین میزان O_3 در تمام ایستگاه ها کمتر از حد استاندارد $0/08 \text{ ppm}$ و میزان NO_2 در ۳ ایستگاه درب ورودی پتروشیمی، کنار فلر اصلی و مجاور پالایش گاه کمی بیشتر از حد استاندارد آن می باشد که در ادامه اقدامات لازم جهت کاهش آن ارایه شده است. میزان غبار محیطی در تمام ایستگاه ها بیشتر از حد استاندارد اولیه و ثانویه می باشد.

میزان صوت در ایستگاه های مورد بررسی کمتر از حد استاندارد و در داخل سایت و اطراف دستگاه های خردکن بیشتر از حد مجاز آن است.

نتایج مواد آلاینده جامد و مایع مجتمع پتروشیمی تبریز

پسماندهای حاصل از شستشوی بویلرها و لجن های سیستم تصفیه فاضلاب های صنعتی به عنوان پسماندهای صنعتی اصلی واحد C2 مجتمع پتروشیمی تبریز محسوب می شوند که باید بر اساس شرایط خاصی نسبت به دفع آن ها اقدام نمود. طبق نتایج در خروجی تصفیه خانه BA-525 مقادیر COD و DO کمی بیشتر از حد استاندارد آن و در کانال پساب خروجی مجتمع OOC مقادیر TSS و DO بیشتر از حد استاندارد آن است.

نتایج ارزیابی خطر زیست محیطی واحد پلی استایرن

(C2) پتروشیمی تبریز با استفاده از روش EFMEA

پس از بررسی فعالیت های واحد پلی استایرن (C2) پتروشیمی تبریز و با توجه به مستندات پروژه و همچنین پروژه های مشابه، چک لیستی تهیه گردید. پس از آن با مصاحبه حضوری و تلفنی با کارشناسان بهره برداری، فرایند، تعمیرات و محیط زیست (ایمنی) مجتمع، ۶۱ خطر زیست محیطی مورد شناسایی قرار گرفت. سپس با استفاده از روش EFMEA شدت، احتمال وقوع و گستره آلودگی / امکان بازیافت خطراتی شناسایی شده مورد بررسی قرار گرفت. تعیین حد اطمینان شاخص های خطر برای RPN بستگی به منطق، تجربه گذشته و شرایط سیستم

جهت ارتقاء سطح حفاظت از محیط زیست و جمعیت تحت تأثیر پروژه می باشد (۱۵). هدف اصلی ارزیابی خطر کاهش درجه شدت زیانباری و کاهش احتمال وقوع خطرات با شدت بالا می باشد، لذا در این مرحله، با مشخص شدن فعالیت های بحرانی و رتبه بندی خطرات زیست محیطی کارخانه، به برنامه ریزی پاسخ گویی به خطرات و ارایه راهکارهای پایش و مدیریت خطر زیست محیطی کارخانه پرداخته شد.

نتایج

طبق نتایج بالاترین میزان O_2 در خروجی دودکش کوره زباله سوز مرکزی برابر با $16/81$ درصد و کمترین میزان این پارامتر در خروجی دودکش واحد الفین F-103 برابر با $5/24$ درصد می باشد. بالاترین میزان CO در خروجی دودکش کوره زباله سوز مرکزی برابر با 134 ppm و کمترین میزان این پارامتر در خروجی دودکش های Aux بویلر، واحد الفین F101-C1، واحد F-105، واحد F-102 و واحد F-103 برابر با صفر ppm می باشد. بنابراین میزان CO در خروجی همه دودکش ها پایین تر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست (150 ppm) می باشد. نتایج حاصل از آزمایش کروماتوگرافی گاز توسط آزمایشگاه پتروشیمی تبریز روی گاز سوزانده شده، بالاترین میزان CO_2 در خروجی دودکش واحد الفین F-103، $8/95$ درصد و پایین ترین میزان آن در خروجی دودکش خط A واحد استخراج بنزن پیرولیز H-201، $2/17$ درصد را نشان می دهد. میزان NO در خروجی دودکش واحد الفین F101-C1 برابر با 6 ppm کمترین میزان و در خروجی دودکش Aux بویلر برابر با 94 ppm بالاترین میزان این پارامتر است. میزان NO_2 در خروجی دودکش های کوره زباله سوز مرکزی، خط A واحد استخراج بنزن پیرولیز H-201، واحد نیروگاه دودکش HRS-G-A و واحد الفین F-102 برابر با صفر ppm کمترین میزان و در خروجی دودکش واحد الفین F301-C2 برابر با $2/7 \text{ ppm}$ بالاترین میزان این پارامتر است. میزان NO_x در خروجی دودکش واحد الفین F101-C1 برابر با 6 ppm کمترین میزان و در خروجی دودکش Aux بویلر برابر با 95 ppm بالاترین میزان این پارامتر است که در تمامی ایستگاه ها پایین تر از حد استاندارد 350 ppm می باشد. در خروجی دودکش های واحد F601-C2، Aux Boiler، خط A واحد استخراج بنزن پیرولیز H-201، واحد الفین F101-C1، واحد نیروگاه دودکش HRS-G-A، HRS-G-B و واحد الفین F102 میزان SO_2 صفر ppm و در خروجی دودکش کوره زباله سوز مرکزی دارای بالاترین میزان برابر با 5 ppm می باشد. در تمامی ایستگاه ها میزان SO_2 کمتر از استاندارد سازمان

در نتیجه این محاسبات 2۲/۸۸ به عنوان حد اطمینان یا شاخص خطر تعیین گردید و سپس با استفاده از انحراف معیار، پخش‌شدگی مقادیر حول مقدار میانگین محاسبه‌شده و لذا عدد ۵۰ به عنوان حد بالای خطر و عدد ۸ به عنوان حد پایین خطر در نظر گرفته‌شده است.

$$\delta + X = \Delta^3 / \Delta \lambda$$

Table 9. The concentration of pollutants emitted from chimneys in factory

[illegible]

پارامتر / نام ایستگاه	واحد اندازه گیری	مقدار
کد آزمایشگاه	۴۹۹	
O ₂ %	۶/۳۴	
Co Ppm	۰	
Co ₂ %	۸/۳۱	
No Ppm	۹۴	
No ₂ Ppm	۰/۹	
Ft °C	۱۳/۷	
Nox Ppm	۹۵	
So ₂ ppm	۰	
H ₂ Ppm	۱	
H ₂ S Ppm	۵/۵	
Efn %	۹۲/۳	
EFG %	۸۳/۷	
Eair %	۴۲/۲	
AT °C	۱۹/۳	
Pump l/min	۰/۸۲	
سرعت m/s	۸/۳	
فشار Pas	۶۴	
شرایط جوی	آفتابی	
پارامتر / نام ایستگاه	واحد اندازه گیری	مقدار
کد آزمایشگاه	۵۰۰	
O ₂ %	۱۵/۸۱	
Co Ppm	۷۴	
Co ₂ %	۳/۱۷	
No Ppm	۱۵	
No ₂ Ppm	۰/۰	
Ft °C	۳۸/۴	
Nox Ppm	۱۵	
So ₂ ppm	۰	
H ₂ Ppm	۳۸	
H ₂ S Ppm	۰/۰	
Efn %	-	
EFG %	-	
Eair %	-	
AT °C	۱۹/۸	
Pump l/min	۰/۸۹	
سرعت m/s	۷/۷	
فشار Pas	۱۸	
شرایط جوی	آفتابی	

(مأخذ: فرخی، ۹۸)

جدول (۱۱) - نتایج اندازه گیری میزان غبار خروجی دودکش (۱۱)

Table 11. The results of measurement of the output of flue dust

پارامترها	نام ایستگاه	واحد اندازه گیری	دودکش کوره زباله سوز مرکزی
-	قطر دودکش	Cm	۱۲۰
-	ارتفاع خروجی	M	۳۰
Sample gas volume at standard condition	Vgn	M ³	۰/۰۱۴۷
Wet gas sampled flow rate at measuring point condition	Qva	l/min	۲۴/۲
Stack gas velocity	VA	m/s	۶/۳۱
Single point elapsed time	ET	Min	۳۰
-	DI	%	۹/۶۱
Stack Wet gas flow rate at standard condition	QVn	M ³ /hour	۵۸۱۱/۱
measuring point absolute temperature	Ta	C°	۶۱/۲
Ambient pressure	Pam	Kpa	۸۶/۴۲
measuring point absolute pressure	Pa	Kpa	۸۶/۲۹
Water vapor volumetric fraction	Humidity	%	۹۵
-	O ₂	%	۱۶/۸۱
-	CO ₂	%	۲/۸۱
First filter weight	M1	Mg	۷۱/۶
Secondary filter weight	M2	Mg	۷۳/۷
-	M2-ml	Mg	۱/۲
غلظت ذرات خروجی		Mg/Nm ³	۱۴۲/۸
استاندارد *		Mg/Nm ³	۱۵۰ - ۲۰۰ *

(مأخذ: فرخی، ۹۸)

جدول (۱۲) - نتایج اندازه گیری میزان حداکثر گازهای آلاینده محیطی (هوای پاک) در ایستگاه های مختلف و مقایسه با استاندارد (۱۱)

Table 12. Results of determination of maximum environmental emissions (clean air) and compared to industry standards in different stations

محل اندازه گیری	NO ₂ Ppm	متوسط غلظت سالانه (استاندارد اولیه و ثانویه)	O ₃ Ppm	حداکثر غلظت ۱ ساعته (استاندارد اولیه و ثانویه)	شرایط جوی	تاریخ اندازه گیری
درب ورودی پتروشیمی	۰/۰۹۱	۰/۰۵	۰/۰۱۷	۰/۰۸	آفتابی	۹۲/۲/۲۸

تاریخ اندازه‌گیری	شرایط جوی	حداکثر غلظت ۱ ساعته (استاندارد اولیه و ثانویه)	O3 Ppm	متوسط غلظت سالانه (استاندارد اولیه و ثانویه)	NO2 Ppm	محل اندازه‌گیری
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۰/۰۸	۰/۰۴۰	۰/۰۵	۰/۰۲۴	مجاور ایستگاه گاز
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۰/۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸۲	کنار فلر اصلی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۰/۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۵	۰/۰۹۷	مجاور پالایش گاه

(ماخذ: فرخی، ۹۸)

جدول (۱۳) - نتایج اندازه‌گیری میزان غبار محیطی در ایستگاه‌های مختلف و مقایسه با استاندارد (۱۱)

Table 13. The results of measurement of the environmental dust at several stations compared to the standard

تاریخ اندازه‌گیری	شرایط جوی	غبار محیطی (PM10) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	معدل سالیانه (استاندارد اولیه)	معدل سالیانه (استاندارد ثانویه)	محل اندازه‌گیری
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۷	۷۵	۶۰	شمال شرقی-درب ورودی پالایش گاه
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۶	۷۵	۶۰	جنوب غربی-جنب ایستگاه گاز
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۷۷	۷۵	۶۰	شمال غربی-جنب فلر اصلی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۸	۷۵	۶۰	جنوب شرقی-جنب درب اصلی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۸	۷۵	۶۰	کنار حوضچه ورودی تصفیه‌خانه
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۷۱	۷۵	۶۰	کنار حوضچه API
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۷۳	۷۵	۶۰	کنار حوضچه زلال سازی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۵۸	۷۵	۶۰	کنار حوضچه‌های هوادهی

(ماخذ: فرخی، ۹۸)

جدول (۱۴) - نتایج اندازه‌گیری میزان گازهای فرار محیطی VOC's (BTEX) در ایستگاه‌های مختلف (۱۱)

Table 14. The results of the environmental measurement of volatile gases VOC's (BTEX) at different stations

تاریخ اندازه‌گیری	شرایط جوی	Xylene Mg/m^3	Ethyl Benzene Mg/m^3	Toluene Mg/m^3	Benzene Mg/m^3	حد استاندارد Mg/m^3	نام آنالیز / محل اندازه‌گیری
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	۰/۲ - ۰/۵	جنوب شرقی پتروشیمی-درب ورودی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	۰/۲ - ۰/۵	جنوب غربی - جنب پمپ گاز
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	۰/۲ - ۰/۵	کنار فلر اصلی - شمال غربی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	<۰/۰۰۵	۰/۲ - ۰/۵	مجاور پالایشگاه-شمال شرقی

(ماخذ: فرخی، ۹۸)

جدول (۱۵) - نتایج اندازه‌گیری میزان صوت در ایستگاه‌های مختلف (۱۱)

Table 15. The results of measurement of noise at different stations

تاریخ اندازه‌گیری	شرایط جوی	صدا (شب) dBA	صدا (روز) dBA	محل اندازه‌گیری
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۶/۳	۵۲/۲	شمال شرقی-درب ورودی پالایش گاه
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۶۵/۴	۶۳	جنوب غربی- جنب ایستگاه گاز
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۷۸/۸	۶۲/۴	شمال غربی- جنب فلر اصلی
۹۲/۲/۲۸	آفتابی	۵۷/۹	۵۷	جنوب شرقی - جنب درب ورودی

(ماخذ: فرخی، ۹۸)

وقوع آن‌ها برابر با ۵ باشد و یا الزام قانونی داشته باشند جز خطرهای زیست محیطی بالا از درجه مخاطره پذیری، به عنوان ضریب خطرهای بحرانی شناخته می‌شوند که باید جهت بهبود شرایط آن‌ها اقدام شود. در راستای اقدامات اصلاحی، با استفاده از روش تصمیم سازی چند شاخصه (AHP) به الویت بندی خطرهای زیست محیطی بحرانی پرداخته شد.

الویت بندی خطرهای بحرانی با استفاده از مدل تصمیم گیری AHP

با توجه به وجود نرم افزار Expert Choice ۱۱ برای حل مسایل AHP در این پروژه از این نرم افزار استفاده شده است که نتایج آن به شرح زیر است:

اما RPN های بالاتر از ۵۰ جنبه بارز دارند و باید در الویت اول بهبود قرار بگیرند تا با به کارگیری اقدامات تعیین شده، مقدار شاخص ضریب خطر برای سال های بعد به مقدار پایین تری برسد و وضعیت زیست محیطی به سطح بالاتری ارتقا یابد و منجر به کاهش آلودگی زیست محیطی گردد. خطرهای زیر ۸ را سطح خطر پایین یا Low، خطرهای بین ۸ تا ۵۰ را سطح خطر متوسط یا Medium و خطرهای بالاتر از ۵۰ را سطح خطر بالا یا High در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که از ۵۲ الویت خطرهای مورد بررسی، حدود ۲ درصد در خطرهای پایین، ۷۵ درصد در دسته خطرانی متوسط و ۲۳ درصد در دسته خطرهای بالا قرار گرفته اند. با توجه به مطالب ذکر شده، جنبه های زیست محیطی که ضریب تخریب آن‌ها بالاتر از ۵۰ و یا امتیاز پارامترهای شدت و احتمال

جدول (۱۶) - الویت بندی نهایی خطرهای زیست محیطی بحرانی واحد C2 پتروشیمی تبریز به روش AHP

Table 16. The final Prioritization of critical environmental risks of Tabriz Petrochemical using AHP

رتبه	امتیاز	فعالیت یا تجهیزاتی که منجر به ایجاد خطر می‌شوند
۶	۰/۰۵۹	سیکلون پیش پلیمریزر (S-203)
۵	۰/۰۶۱	رفع گرفتگی میکسر پیش پلیمریزر HIPS
۴	۰/۰۷۱	گرفتگی سیکلون (W-303 A/B-S-1)
۱۷	۰/۰۳۶	پکیج سفیدکننده (W-414)
۱۲	۰/۰۴۳	مجرای تجزیه کننده (V-751)
۱۳	۰/۰۴۳	تانک شیب (Tk-754)
۷	۰/۰۵۸	کارکرد چیلر W-861-۲۴
۸	۰/۰۵۳	کارکرد کوره (F-601)
۱۰	۰/۰۴۴	Drain پساب به سمت باز یافت در هر ۱۲ ساعت ۱۰ لیتر حاوی اتیل بنزن و STM مبدل حرارتی
۱۵	۰/۰۳۷	نشت سیستم پساب صنعتی
۱۶	۰/۰۳۷	تولید لجن سیستم پساب
۹	۰/۰۴۹	محلول سازی با مواد شیمیایی
۱۹	۰/۰۳۱	Shut Down واحد به هر علت
۱۴	۰/۰۳۹	تعویض فیلتر ها
۳	۰/۰۷۶	شستشوی پیش فیلترهای حلال پلاستیک (S-101, 102 A/B- 201 A/B)
۱۱	۰/۰۴۴	تعویض روغن تجهیزات دوار
۱۸	۰/۰۳۴	رفع گرفتگی از استرینر کمپرسور
۱	۰/۰۹۹	بهره برداری کمپرسورها
۲	۰/۰۸۵	فن‌ها

۲- شرایط غیر امن (لغزنده بودن مسیر، پلکان و خرابی تجهیزات) ۳- خطای مدیریتی.

موارد ۱ و ۲ به طور مستقیم در رخداد حادثه دخیل هستند ولی مورد ۳ به طور غیر مستقیم دخیل می‌باشد. در این مطالعه، نوع اثرات به تفکیک (زیست محیطی، فنی، ایمنی و

نتایج ارزیابی خطر زیست محیطی واحد پلی استایرن (C2) پتروشیمی تبریز با استفاده از روش JSA

علل حوادث به ۳ دسته تقسیم می‌شوند: ۱- رفتار فردی غیر امن (حوادثی که به علت عدم آموزش صحیح، بی تجربگی کارکنان و عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی رخ می‌دهند)

در این پژوهش ۶۱ جنبه زیست محیطی توسط EFMEA مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که از این تعداد، ۱۹ مورد بالاتر از درجه مخاطره پذیری قرار داشتند. سپس جهت رتبه‌بندی خطرهای زیست محیطی با خطر بالا از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده گردید و با روش AHP الویت بندی خطراتی زیست محیطی بحرانی پرداخته شد. وزن نسبی شاخص‌ها در سومین گام استقرار این روش با تخصیص نظرات خبرگان به دست آمد. نتایج، حاکی از آن است که خطرهای بهره‌برداری از کمپرسور به علت آلودگی صوتی بیشترین رتبه و Shut Down واحد به علت آلودگی هوا و اتلاف بسیار زیاد منابع، کمترین رتبه خطر زیست محیطی با خطر بالا را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین ۴ شغل توسط JSA مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت که ۲۱ مورد در درجه غیرقابل قبول قرار داشتند و به ترتیب درجه اهمیت عبارتند از: ابتلا به بیماری سرطان به علت قرار گرفتن در معرض تشعشعات به کاررفته در فرارزداها و دردهای اسکلتی-عضلانی ناشی از جابه جایی اشیاء سنگین و کار طولانی مدت.

مدیریت خطر زیست محیطی واحد پلی استایرن (C2) پتروشیمی تبریز

به طور کلی بعد از شناسایی، کمی سازی و اولویت‌بندی خطرات زیست محیطی کارخانه، نیاز به برنامه پاسخ به خطر می‌باشد؛ که راه‌های مقابله با خطرات و فرصت‌های مناسب را قبل از آن‌که به وقوع بپیوندد، بیان می‌کند. در واقع برنامه مدیریت خطر زیست محیطی، برنامه‌ای است که هماهنگی و ارتباط معقول و منطقی ما بین شاخص‌ها و عوامل متنوع نظام مدیریت زیست محیطی و فعالیت‌های عملیاتی کارخانه ایجاد می‌نماید. روش‌ها و استراتژی متفاوتی برای پاسخ به خطر وجود دارد که عبارتند از: از بین بردن خطر/ تخفیف دادن خطر/ انتقال خطر/ پذیرش خطر (۲۰).

زمانی که اقدام برای بهبود فرآیند انجام می‌گیرد، باید مقیاس‌های جدیدی برای شدت/ احتمال وقوع/ کشف و شدت حادثه/ احتمال وقوع خطر/ میزان مواجهه در نظر گرفته شود و PSE یا RPN مجدداً محاسبه گردد. برای حالات خطایی که اقدام در مورد آن‌ها انجام گرفته است، باید کاهش محسوسی در RPN یا PSE دیده شود. در تعریف اقدام اصلاحی باید در نظر داشت که این اقدام حداقل یکی از موارد ذیل را (به ترتیب) بهبود می‌بخشد: • احتمال رخداد را حذف کند • وخامت خطا را کاهش دهد • احتمال رخداد را کاهش دهد • احتمال کشف و بازایی را افزایش دهد.

بهداشتی، فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی) شناسایی شده و در تجزیه و تحلیل زیست محیطی مرحله بهره‌برداری به کار گرفته شده‌اند. حفظ موازین ایمنی در فعالیت‌های مختلف تشکیل‌دهنده صنایع پتروشیمی نه تنها برای حفاظت افرادی که مستقیماً در این مراحل دخالت دارند اهمیت داشته، بلکه حفاظت از ساکنین مراکز جمعیت را نیز شامل می‌گردد.

جدول (۱۷) - معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس سطح خطر

Table 17. Decision criteria based on risk level

تعریف	سطح خطر
غیر قابل قبول	بالاتر از ۲۴
نامطلوب	بین ۷-۲۴
قابل قبول	کمتر از ۷

پس از بررسی گزارش تجزیه و تحلیل حوادث در سال‌های گذشته و شرح وظایف و گفتگو با مسوول ناظر در این واحد و کارشناسان فرآیند، مشخصات ۴ شغل پرخطر کارگر، تکنسین تعمیرات و نگهداری، مسوول فرآیند (نمونه‌گیری از راکتورها) و اپراتور مشخص و خطرات هریک شناسایی و ارزیابی و راه حل‌های کنترلی، پیشنهاد شده است. وقوع بعضی از نواقص فنی بنا بر مشاهدات انجام‌شده که با روش EFMEA به شناسایی این موارد پرداخته شده است.

بعد از پر کردن جداول آنالیز ایمنی شغلی، مشخص شد که از این تعداد ۴۸ مورد دارای سطح خطر نامناسب و ۷ مورد دارای سطح خطر قابل قبول با تجدید نظر بوده و ۲۱ مورد غیرقابل قبول می‌باشد. بر این اساس در اولویت‌بندی برای انجام اقدامات کنترلی جهت کاهش سطح خطر باید به ترتیب مشخص‌شده، شدت خطر را مد نظر قرار داد. به این منظور برای فعالیت‌هایی با سطح خطر غیر قابل قبول در اسرع وقت باید آن‌ها را حذف کرد. برای فعالیت‌هایی با سطح خطر قابل قبول باید طی برنامه کوتاه مدت آن‌ها را با خطر کمتری جایگزین کرد. برای فعالیت‌های با سطح خطر نامناسب باید طی برنامه‌های زمان‌بندی‌شده کنترل‌های مهندسی و اجرای قوانین ایمنی و نظارت بر آن‌ها با آموزش صحیح کارگران و کارگران، سطح خطر کلیه خطرات را کاهش داد و در واقع، مهم‌ترین راه کنترل بالا بردن سطح آگاهی کارگران و نظارت بر کار آن‌ها است.

بحث و نتیجه‌گیری ارزیابی واحد پلی استایرن (C2) پتروشیمی تبریز با روش‌های EFMEA و JSA

دوره ای تجهیزات، آموزش پرسنل جهت کم کردن اشتباهات فردی، تنظیم دبی هوا و گاز ورودی به مشعل چیلر و کوره، استفاده از گاز به جای سوخت های دیگر به عنوان سوخت مصرفی، اندازه گیری و پایش ماهیانه پارامتر های آلاینده، اندازه گیری BOD و COD لجن ها قبل از دفع.

روش های کنترل آلودگی ها در کارخانه

کنترل اکسیدهای ازت: تمیز کردن گاز دودکش، احتراق با هوای اضافی کم، احتراق دو مرحله ای و گردش مجدد گاز دودکش / کنترل گاز CO: ابداع و توسعه سوخت های مناسب تر، استفاده از سوخت مناسب، تنظیم نسبت سوخت به هوا و کنترل مداوم در زمان تنظیم / کنترل ذرات: اتاقک تصفیه بر اساس وزن ذرات، جمع کننده های گردبادی، تصفیه کننده های مرطوب، رسوب دهنده های الکترواستاتیکی / کنترل آلودگی صوتی: نگهداری صحیح دستگاه ها، نصب کاهش دهنده های صدا بر روی دستگاه، محصور کردن دستگاه، کنترل صدا مبتنی بر جذب صدا، مجزا نمودن منابع اصلی صدا از سایر منابع، کاهش زمان مواجهه صدا با افراد / کنترل آلودگی آب های زیرزمینی: تصفیه و کنترل درجه حرارت پساب خروجی از کارخانه، قرار دادن مسیر لوله ها در کانال به جای مدفون کردن آن ها در خاک تا امکان بازدید و رویت فراهم گردد / کنترل آلودگی خاک: تعبیه ظروف جمع آوری روغن در زیر تجهیزات، تعویض قطعات فرسوده و جلوگیری از نشت فاضلاب در خاک.

منابع

- 1- Mohammadfam, I. (2022). Safety methods: HAZOP, PHA, FTA, JSA. Fanavaran Publishing
- 2- Mohamoud, S, 2021. Ecological (Environmental) Risk Assessment in the United states and the European Union. Master thesis. Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden. P.117-118
- 3- Muhlbauer, W. K., 2014. Pipeline risk management manual, Gulf Professional Publishing, 2an Ed., USA, 428pp.
- 4- Torms, M., 2014. Environmental Risk Analysis. Norway (www.akvaplan.niva.no).
- 5- Risk management and workers' safety behavior control in coal mine, Journal: Safety Science - Volume 50, Issue 4, April 2022, Pages 909–913.
- 6- David D. Glenn. MARCH 2023, Professional Safety Job Safety Analysis Its Role Today.
- 7- Jozi, S. A., et al. (2020). Environmental risk assessment and management of the polyethylene unit of Arya Sasol Polymer Company using the EFMEA method.

اقدامات کنترلی ارزیابی خطرات زیست محیطی (با خطر بالا) واحد پلی استایرن (C2) پتروشیمی تبریز با روش EFMEA

پیش گیری از ریزش و پخش مواد روغنی و سوختی، انتقال مواد ریخته شده به واحد تصفیه / بازدید از اتصالات و جلوگیری از نشتی، تزریق ماده ضد خوردگی و فرسایش به فرآیند / رفع نشتی و گرفتگی در زمان بازدیدهای دوره ای و اساسی و تعمیر پمپ ها و رفع نقص آن ها / بازدید و رفع اشکال از فن های هوایی به منظور جلوگیری از سروصدای غیر عادی / بازدید و نظارت دوره ای تجهیزات و مشعل ها، استفاده از گاز به جای گازوئیل و سوخت های دیگر و رطوبت گیری از سوخت / استفاده از گوشی برای کارکنان، شستشوی فن ها جهت جلوگیری از نشست گرد خاک و تغییر صدای فن ها و استفاده از عایق های مناسب به منظور جلوگیری از انتقال سرو صدا به خارج از سایت / استفاده از عایق های مناسب / آموزش بیشتر کارکنان برای جلوگیری از اشتباه فردی.

با توجه به استقرار واحد HSE در واحد مورد بررسی و نظارت و پیگیری های مداوم صورت پذیرفته، آموزش و تجهیزات لازم در اختیار تمامی افراد قرار داده شده است. چند مورد که با توجه به مطالعه انجام گرفته دارای اهمیت هستند عبارتند از:

استفاده ای مناسب و بهینه از تجهیزات و دستگاه ها / در نظر گرفتن تمام توصیه های حفاظتی لازم توسط HSEQ قبل از صدور مجوز ورود به سایت / فراهم کردن یک آشکارساز فلز در سیستم نقاله دستگاه خردکن / کنترل بو و صدا از طریق کارگذاری تجهیزات لازم / حفاظ گذاری صحیح و تعمیر نرده های موجود در پله ها / حفاظ ها و وسایل حفاظت فردی پیشنهاد شده تهیه می گردد و پیمانکار ناظر ملزم به تهیه و نظارت بر استفاده آن می گردد / نظارت بر رفتار فردی کارکنان هنگام کار به خصوص کارهای تعمیراتی / کنترل شرایط و پاک سازی محیط کار در صورت ضرورت / بررسی عملکرد sever جمع آوری پساب.

پیشنهادهای کاربردی و حاصل شده از نتایج

رسیدگی و بازدید تجهیزات ذخیره سازی و خطوط انتقال مواد بازیافتی واحد C2 به واحد C1، عایق سازی و بازدید دوره ای از خطوط hot oil و آب و انتقال خوراک به تجهیزات در فرآیند تولید، استفاده از مواد ضد رسوب در چیلر ها با مقدار مناسب، استفاده از مواد ضد خوردگی در خطوط انتقال پساب به واحد تصفیه با مقدار مناسب، استفاده از آب بدون سختی در چیلر، تنظیم pH چیلر، بهبود سیستم جمع آوری آب سطحی جهت انتقال به حوضچه های واحد تصفیه، بازدید دوره ای و تعمیرات

- 8- Mohammadi, M., et al. (2020). *Hazard identification in a technical and vocational training center using the Job Safety Analysis (JSA) method*.
- 9- Danielsson, M. and Gunnarsson, S.A., (2021), *Guideline for Implementation of Environment Failure Mode and Effect Analysis Method*, Marmait Publish. Sofia, Bulgaria. 127PP
- 10- Barani, S., et al. (2011). *Identification and evaluation of hazards in the concentration unit of Golgohar Iron Ore Complex, Sirjan, using the Job Safety Analysis (JSA) method*.
- 11- Farrokhi, P. (2019). *Risk assessment and management in the production unit of Kavian Steel Company using the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method* (Master's thesis). Islamic Azad University, Science and Research Branch, Khuzestan.