



ارزیابی خطر محیط‌زیستی فاز بهره‌برداری واحد الفین شرکت پتروشیمی بندر امام به روش تطبیقی HAZAN و Frank & Morgan

سید علی جوزی^۱، سحر رضایان^۲ و سیده نجمه حیدری پیربلوط^{۳*}

^۱ دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
^۲ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود
^۳ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۳

Environmental Risk Assessment of the Olefin Utilization Phase in Bandar Imam Petrochemical Using the HAZAN and Frank & Morgan's Comparative Method

Seyed Ali Jozi,¹ Sahar Rezaian²
& Seyede Najme Heidari Pirbaloot^{3*}

¹ Associate Professor, Department of Environment, Islamic Azad University, North Tehran Branch

² Assistant Professor, Department of Environment, Islamic Azad University of Shahrood

³ MSc. in Field Assessment and Land Use Planning, Islamic Azad university Science and Research Branch, Khozestan

Abstract

This research was conducted with the aim of assessing environmental risks in the olefin unit at the stage of operation, using the HAZAN and Frank and Morgan comparative method. After assigning the study area and identifying its environmental and socio-ecological features, identification of environmental immune-hygienic risks was conducted. Initially, identification and screening of the environmental and immunity risk were done separately by the PHA method and these risks were then assessed using the HAZAN method. Finally, 19 environmental risks and five immunity ones were worth interpreting. In the next stage these risks were assessed using the Frank and Morgan method and, out of the above 19 risks, only the combustion operation in the furnaces was placed in class 4, which shows a higher risk; in contrast, other activities were not put in classes higher than class 1 which means low risk. Out of the 5 immunity risks, only the operation on caustic storage and working in oil and chemical waste basin's were put in class 2 which suggests and average risk. Other activities in the final classification were placed in class 1 which suggests a low risk. In the end, necessary control measures were suggested, including imposing a legal obligation for regular checking of feeding pipes inside the furnaces and also decoking according to an accurate timing programme every 45 days to decrease the risk of combustion operation in furnace.

Keywords: Environmental Risk Assessment, Olefin Unit, Frank and Morgan Method, PHA Method, HAZAN method, Bandar Imam petrochemical plant.

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد الفین در مرحله بهره‌برداری، با استفاده از روش تطبیقی HAZAN و Frank&Morgan به انجام رسیده است. به این منظور پس از تعیین محدوده مطالعه و شناسایی ویژگی‌های محیط‌زیستی و اقتصادی - اجتماعی منطقه، به شناسایی خطرهای محیط‌زیستی، ایمنی و بهداشتی واحد مورد نظر پرداخته شد. شناسایی و غربال‌گری اولیه خطرهای محیط‌زیستی و ایمنی به طور مجزا و با کمک روش PHA به انجام رسید، سپس این خطرها با استفاده از روش HAZAN مورد ارزیابی قرار گرفتند که در نهایت ۱۹ خطر محیط‌زیستی و ۵ خطر ایمنی دارای ارزش تفسیر بودند. در مرحله بعد این خطرها با روش Frank & Morgan مورد ارزیابی قرار گرفتند که از میان ۱۹ خطر محیط‌زیستی، تنها عملیات احتراق در کوره‌ها در رده‌بندی نهایی رده ۴ را به خود اختصاص داد که بیان‌گر خطر بسیار بالا می‌باشد. اما سایر فعالیت‌ها رده‌ای بالاتر از ۱ را به خود اختصاص ندادند که این به معنی خطر پایین است. هم‌چنین از میان ۵ فعالیت دارای خطر ایمنی، تنها عملیات بهره‌برداری بر روی مخزن کاستیک و کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی رده ۲ را به خود اختصاص دادند که حاکی از خطر متوسط آن‌ها می‌باشد. سایر فعالیت‌ها در رده‌بندی نهایی رده ۱ داشتند که نشان‌دهنده خطر پایین است. در پایان هم اقدامات کنترلی و پیشنهادهای لازم از جمله ایجاد الزام قانونی برای چک کردن منظم لوله‌های خوراک داخل کوره‌ها و هم چنین کک‌زدایی طبق برنامه زمان‌بندی دقیق و هر ۴۵ روز یک بار به منظور کاهش خطر عملیات احتراق در کوره‌ها ارائه شد.

کلمات کلیدی: ارزیابی خطر محیط‌زیستی، واحد الفین، روش Frank&Morgan، روش PHA، روش HAZAN پتروشیمی بندر امام.

* Corresponding Author. E-mail Address: Najmeheidari@ymail.com

۱- مقدمه

در دنیای امروز توسعه نقش اصلی در تمام سیاست‌گذاری‌ها ایفا می‌کند که یکی از جنبه‌های عملی رسیدن به توسعه، افزایش زیر ساخت‌های عمرانی و صنعتی می‌باشد. از جمله مهم‌ترین صنایع در هر کشور که صنایع بسیاری را تغذیه نموده و از صنایع استراتژیک محسوب می‌گردد، صنعت پتروشیمی است. صنایع پتروشیمی به صنایعی اطلاق می‌شود که در آن‌ها هیدروکربن‌های موجود در نفت خام یا گاز طبیعی به محصولات شیمیایی با ارزش افزوده بالا یعنی ۱۰ تا ۱۵ برابر ارزش نفت خام و گاز طبیعی تبدیل می‌شود [۱] که با در نظر گرفتن محدودیت‌های اقلیمی و توپوگرافیکی و همچنین پیامدهای محیط‌زیستی پر دامنه واحدهای پتروشیمی مورد نظر، در این تحقیق سعی در شناسایی، تجزیه و تحلیل، بررسی و ارزیابی خطر و ارزیابی راهکارهای مدیریتی به منظور تقلیل یا در صورت امکان محو کامل مخاطرات این صنایع بر محیط‌زیست شده است. به طور مشخص هدف از انجام این پژوهش شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی خطر محیط‌زیستی در واحد الفین شرکت پتروشیمی بندر امام در فاز بهره‌برداری به روش تطبیقی HAZAN, Frank & Morgan می‌باشد. از طرفی در زمینه نوآوری این پژوهش می‌توان گفت که رویکرد ارزیابی خطر یکی از محورهای اصلی در ایجاد، استقرار و به‌کارگیری سامانه‌های مدیریتی در سازمان‌هاست. با توجه به این که ارزیابی خطر به روش تطبیقی HAZAN و Frank and Morgan از جمله روش‌های بدیع در زمینه ارزیابی‌های خطر است و با عنایت به این که این مطالعه برای نخستین بار در واحد الفین شرکت پتروشیمی بندر امام به انجام می‌رسد، این تحقیق را می‌توان به نوبه‌ی خود بی‌بدیل تلقی نمود.

- تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل مخاطرات ایمنی و بهداشتی شرکت پتروشیمی آریا ساسول در منطقه اقتصادی پارس به انجام رسیده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، روش کیفی تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط‌زیست مورد استفاده قرار گرفته است. پس از انجام محاسبات آماری مشخص شد آن دسته از جنبه‌های محیط‌زیستی که عدد اولویت خطر آن‌ها بالاتر از ۱۹/۵ است، دارای سطح خطر خیلی بالا هستند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ۲۴/۸ درصد جنبه‌های زیست‌محیطی در سطح خطر پایین، ۲۱/۴۶ درصد در سطح خطر متوسط، ۱۴/۱۲ درصد از جنبه‌ها در سطح خطر بالا و ۳۹/۵۴ درصد در سطح خطر خیلی بالا قرار گرفتند [۲].

- پژوهشی با هدف بررسی فعالیت‌های مجتمع پتروشیمی سازند و شناسایی عوامل خطر و جنبه‌های خطر محیط‌زیستی با استفاده از روش‌های AHP و FMEA به انجام رسید. طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش ایستگاه واحدهای الفین و کارگاه مرکزی در پارامتر خاک و ایستگاه استک واحد بخار، واحد الفین، واحداثوکسیلات و واحد اسید استیک در پارامتر گیاه، بیشتر می‌توانند منشا آلودگی‌های پتروشیمی از لحاظ غلظت عناصر Ni، Cd و Pb باشند [۳].

- پژوهشی تحت عنوان بررسی سیستم مدیریت منبع خطرات محیط‌زیستی برای صنایع پتروشیمی به انجام رسیده که به تشخیص منابع خطر محیط‌زیستی در صنعت پتروشیمی با یک تحلیل پایبونی (bow-tie) پرداخته است. علاوه بر آن Qinqin و همکارانش به توسعه یک سیستم مدیریت معمولی برای منابع خطر محیط‌زیستی مبنی بر مدل بروز/سرور و تکنولوژی Web Gis پرداختند [۴].

- پژوهشی با عنوان میزان سرعت ارزیابی خطر در صنعت پتروشیمی با استفاده از بسته نرم افزار max cred انجام گرفت. این مطالعه دو هدف داشت: ۱- انجام ارزیابی کمی حوادثی که احتمال وقوع و پتانسیل آسیب‌رسانی دارد (ورودی‌های بحران جلوگیری/مدیریت) و ۲- شرح دادن توانایی max cred مثل ابزار کمک به کاربر برای ارزیابی خطر سریع [۵].

۱-۱- واحد الفین مجتمع پتروشیمی بندر امام

واحد الفین از واحدهای بنیادی صنایع پتروشیمی می‌باشد که در جهت تولید الفین‌ها (آلکن‌ها) طراحی شده است. مساحت مجتمع پتروشیمی بندر امام که واحد الفین هم در این مجموعه واقع شده، حدود ۲۷۰ هکتار می‌باشد که در استان خوزستان قرار دارد و به فاصله‌ی ۱۶۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و ۸۴ کیلومتری شرق آبادان قرار گرفته است. واحد الفین از دو بخش اتیلن و DPG^۱ تشکیل شده که بخش اتیلن جهت تولید ۳۳۰۰۰۰ تن در سال اتیلن با درجه خلوص بالا که از کراکینگ C₅ و اتان و بوتان به دست می‌آید، طراحی شده است. علاوه بر فرآورده‌های فوق، محصولات فرعی دیگری مانند پروپیلن، ۱-بوتادین، هیدروژن و متان نیز در واحد الفین تولید می‌گردند [۶].

۲- مواد و روش‌ها**۲-۱- مراحل انجام پژوهش به شرح زیر می‌باشد:**

بررسی سوابق موجود در ایران و جهان در زمینه مورد نظر ← بررسی ویژگی‌های فنی- مکانی منطقه مورد مطالعه ← بررسی وضعیت محیط‌زیست تحت تاثیر ← شناسایی فعالیت‌های واحد الفین بر محیط‌زیست تحت تاثیرشامل نمونه‌برداری از گازهای خروجی از دودکش‌ها، پساب خروجی کارخانه و سنجش شدت صوت. ← شناسایی انواع خطرهای محیط‌زیست تحت بررسی ← طبقه‌بندی و تعیین الویت خطرهای شناسایی شده مبتنی بر روش ← ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد الفین به روش تطبیقی HAZAN و frank&morgan ← ارایه روش‌های کنترلی و اقدامات اصلاحی ← نتیجه‌گیری.

۲-۲- روش تحقیق

در این پژوهش گازهای خروجی از دودکش‌ها، پساب خروجی از کارخانه و نیز شدت صوت در واحد الفین مورد سنجش قرار گرفت.

۲-۲-۱- آنالیز گاز خروجی از دودکش‌ها

گاز خروجی از دودکش‌ها در ۱۳ ایستگاه که برابر است با تعداد دودکش‌های موجود در واحد الفین، با استفاده از دستگاه گس کروماتوگراف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این دستگاه جهت تجزیه گاز و برای شناسایی انواع آلاینده‌های گازی شکلی که از دودکش‌ها خارج می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بررسی در اسفند ماه سال ۹۱ به انجام رسید.

۲-۲-۲- آنالیز پساب خروجی از کارخانه

در این بررسی پساب خروجی از کارخانه در یک ایستگاه در محل خروج پساب صنعتی از کارخانه در سه دوره نمونه‌برداری شد. زمان برداشت نمونه‌های پساب سه هفته پایانی سال ۹۱ بود. تجزیه و تحلیل پساب شامل بررسی میزان ^۲ TSS، ^۳ COD، OIL و pH می‌باشد. بررسی TSS و COD با کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر انجام گردید، هم‌چنین بررسی pH با کمک pH متر و OIL هم با استفاده از دستگاه RGA انجام شد.

۲-۲-۳- آنالیز صوت در واحد الفین

شدت صوت واحد الفین در چهار ایستگاه مورد سنجش قرار گرفت که عبارتند از نواحی ۱۰-۲۰-۷۰ و

ناحیه کمپرسورها. این اندازه‌گیری در روز و با استفاده از دستگاه سنجنده صوت انجام شد.

۲-۲-۴- شناسایی و غربال‌گری خطرهای روش PHA

شناسایی اولیه خطرهای از طریق مطالعه فرآیند کارخانه، بررسی حوادث گذشته کارخانه مورد نظر و هم‌چنین نظر کارشناسان واحد انجام می‌شود. سپس نمرات شدت و احتمال با استفاده از تجربه کارشناسان تعیین می‌گردد. خطرهای غربال شده در این مرحله وارد مرحله بعد شده و با استفاده از روش HAZAN مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

۲-۲-۵- روش تجزیه و تحلیل خطرات به روش HAZAN

در این روش باید تشخیص داده شود که در شرایط مختلف، وقوع چه رویدادهایی محتمل است. اولین اقدام در این مورد شناخت و در نظر گرفتن کلیه خطاهای قریب الوقوعی است که می‌توانند منجر به حادثه شوند. در ادامه اثرات حوادث بر روی ذی‌نفعان و تجهیزات پیش‌بینی می‌گردد. بهترین شیوه برای بررسی احتمال این حوادث، انجام مطالعات گذشته‌نگر در این باب و آثار ناشی از آن‌ها می‌باشد.

در برخی مواقع که هیچ مدرک یا مستندی در دسترس نیست، بهره‌گیری از علم آمار و احتمالات به منظور پیش‌بینی‌های عالمانه راه‌گشاست. در ادامه باید مشخص شود که تواتر حوادث چگونه است و چه اقدامات پیشگیرانه‌ای باید در این خصوص به انجام رسد. این اقدامات باید با قوانین و مقررات ایمنی مقایسه گردیده، هماهنگی‌های لازم بین آن‌ها ایجاد شود. شایان ذکر است برآورد هزینه‌ها و منابع مصروفه جهت امور کنترلی و مقایسه آن با پیش‌بینی خسارات و زیان‌های وارده از جمله اقدامات مهمی است که کمک گرفتن از این روش را توجیه می‌کند.

نحوه ارزیابی پتانسیل آسیب رسانی: ارزیابی خطرات با طبقه بندی آن‌ها شروع می‌شود. این مرحله دو هدف را دنبال می‌کند: نشان دادن اهمیت نسبی خطرات شناسایی شده و ارایه راه حل و ایجاد زمینه لازم برای ترکیبی از روش‌های مقابله با خطرات.

تفسیر را در جداول Frank&Morgan قرار داده و ارزیابی نهایی انجام می‌شود.

۲-۲-۶- روش فرانک و مورگان (Frank & Morgan)

این روش واجد شش مرحله است:

- ۱- محاسبه شاخص خطر برای هر واحد
- ۲- تعیین خطر نسبی برای هر واحد
- ۳- تعیین رتبه خطر برای هر واحد
- ۴- تعیین کل سرمایه در معرض خطر برای هر واحد
- ۵- محاسبه خطر کلی برای هر واحد
- ۶- رده‌بندی واحدها بر اساس نمره کلی هر واحد که در نهایت جدول فرانک و مورگان به صورت شکل ۱ می‌باشد.

دو عامل شدت و تواتر حوادث، مبنای ارزیابی به شمار می‌روند. منظور از شدت توان بالقوه خساراتی است که منابع انسانی و سایر منابع سازمانی در معرض آن قرار دارد و منظور از تواتر نیز تعداد دفعات وقوع و به عبارتی احتمال وقوع خسارات طی مدت زمانی معین است. پس از این که شدت و تواتر مشخص گردید، میزان آن‌ها در یک دیگر ضرب و معیار دیگری به نام درجه خطرزایی به دست می‌آید. داده‌های به دست آمده به ترتیب در جدول نهایی HAZAN ثبت شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است خطرهایی که دارای سطح خطر خارج از محدوده‌ی جداول HAZAN باشند، غیر محتمل بوده و فاقد ارزش تفسیر هستند. پس از آن خطرهای دارای ارزش

جدول ۱- Frank & Morgan

فعالیت	شدت خطر	شدت کنترل	شاخص خطر	خطر نسبی	درصد خطر نسبی	کل سرمایه در معرض خطر	خطر کلی	رده بندی نهایی	شدت فنی حادثه
--------	---------	-----------	----------	----------	---------------	-----------------------	---------	----------------	---------------

[۷]

جدول‌های شدت خطر، شدت کنترل و شدت فنی حادثه و نیز رده‌بندی نهایی در شکل‌های ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲- شدت خطر، شدت کنترل و شدت فنی حادثه

شدت خطر	شدت کنترل	شدت فنی حادثه
۱	۶-۰	شدت فنی حادثه
۲	۱۲-۶	کم
۳	۱۸-۱۲	متوسط
۴	۲۵-۱۸	زیاد
۵	۳۲-۲۵	

[۸]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج بررسی پساب و گازهای خروجی از دودکش‌ها و صوت

نتایج بررسی پساب و گازهای خروجی از دودکش‌ها و صوت در شکل‌های ۴ و ۵ و ۶ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید میزان COD و TSS در دوره اول و دوره دوم اندازه‌گیری فراتر از میزان استاندارد بوده اما میزان OIL و pH در هیچ کدام از سه دوره فراتر از حد استاندارد نرفته که البته علت آن ماهیت فعالیت‌های کارخانه می‌باشد.

جدول ۳- رده‌بندی نهایی خطر بر اساس خطر کلی هر فعالیت

۱	خطر پایین	کمتر از یک میلیون دلار
۲	خطر متوسط	یک تا پنج میلیون دلار
۳	خطر بالا	پنج تا ده میلیون دلار
۴	خطر بسیار بالا	بیش از ده میلیون دلار

[۸]

در نهایت خطرهای دارای ارزش تفسیر در روش HAZAN را که شامل ۱۹ خطر محیط‌زیستی و ۵ خطر ایمنی می‌باشد، با کمک روش Frank&Morgan مورد ارزیابی قرار دادیم.

جدول ۴- آنالیز پساب خروجی از کارخانه در سه دوره اندازه گیری

دوره اندازه گیری	میزان COD (بر حسب mg/l)	تخلیه به آب های سطحی استاندارد* COD برای	میزان OIL (بر حسب mg/l)	به آب های سطحی استاندارد* OIL برای تخلیه	میزان TSS (بر حسب mg/l)	تخلیه به آب های سطحی استاندارد* TSS برای	میزان pH	تخلیه به آب های سطحی استاندارد* pH برای
دوره اول	۲۰۰	۶۰	۹	۱۰	۶۰	۴۰	۷/۳	۶/۵-۸/۵
دوره دوم	۲۷۰	۶۰	۷	۱۰	۱۵۰	۴۰	۷/۱	۶/۵-۸/۵
دوره سوم	۵۰ >	۶۰	۸	۱۰	۱۰ >	۴۰	۷/۴	۶/۵-۸/۵

*حد استاندارد pH-OIL -TSS -COD : سازمان حفاظت محیط زیست-۱۳۸۲

[۸]

جدول ۵- غلظت گازهای خروجی از دودکش ها

دودکش	غلظت CO (ppm)	حد مجاز* CO	غلظت NOx (ppm)	حد مجاز* NOx	غلظت SO2 (ppm)	حد مجاز* SO2	غلظت H2S (ppm)	حد مجاز* H2S
دودکش ۱۰۱	۸	۱۵۰	۶۸	۳۵۰	<۵	۸۰۰	۳,۵	۷,۲
دودکش ۱۰۲	۹۸	۱۵۰	۳۷	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۰۳	۵۶	۱۵۰	۴۷	۳۵۰	<۵	۸۰۰	۴,۱	۷,۲
دودکش ۱۰۴	<۱۰	۱۵۰	۵۹	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۰۵	۱۰	۱۵۰	۴۷	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۰۶	<۱۰	۱۵۰	۶۷	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۰۷	خارج از سرویس	۱۵۰	خارج از سرویس	۳۵۰	خارج از سرویس	۸۰۰	خارج از سرویس	۷,۲
دودکش ۱۰۸	<۱۰	۱۵۰	۶۱	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۰۹	۲۲	۱۵۰	۴۹	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۱۱۰	۳۱	۱۵۰	۵۳	۳۵۰	<۵	۸۰۰	۲,۵	۷,۲
دودکش ۱۱۱	<۱۰	۱۵۰	۹۳	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۲۰۱	<۱۰	۱۵۰	۵۳	۳۵۰	<۵	۸۰۰	<۲	۷,۲
دودکش ۸۰۱	خارج از سرویس	۱۵۰	خارج از سرویس	۳۵۰	خارج از سرویس	۸۰۰	خارج از سرویس	۷,۲

* حد استاندارد گازهای خروجی از دودکش ها: سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲

[۸]

تجزیه و تحلیل گاز خروجی از دودکش ها نشان داد که میزان آلاینده های هوا از حد مجاز فراتر نرفته است که علت آن استفاده از فیلتر در دودکش هاست.

۳-۲- آنالیز صوت در واحد الفین

شدت صوت واحد الفین در چهار ایستگاه مورد سنجش قرار گرفت. این اندازه گیری در روز و با استفاده از دستگاه سنجنده ی صوت بررسی شد که نتایج آن به شرح زیر می باشد:

جدول ۶- آنالیز صوت در واحد الفین

نام محل نمونه برداری <th>شدت صوت در روز <th>استاندارد* صوت در روز </th></th>	شدت صوت در روز <th>استاندارد* صوت در روز </th>	استاندارد* صوت در روز
ناحیه ۱۰	۹۷	۷۵
ناحیه ۲۰	۹۹	۷۵
ناحیه ۷۰	۹۶	۷۵
ناحیه	۹۶	۷۵

* حد استاندارد صوت: سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲

[۸]

تعداد بیشتر افرادی است که در ارتباط با این فعالیت هستند. در مورد سایر فعالیت‌ها که رتبه ۱ را به خود اختصاص دادند و دارای خطر کم هستند، باید توضیح داد که اختلال در این فعالیت‌ها به هیچ‌وجه موجب توقف تولید حتی به صورت جزئی نمی‌شود و علاوه بر این تعداد کمتری از کارکنان در ارتباط با این فعالیت‌ها هستند.

عملیات احتراق در کوره‌ها: در خصوص علت خطر بسیار بالای این فعالیت دلایل زیادی را می‌توان تشریح کرد که مهم‌ترین شان نخست متنوع بودن و پراکنده بودن مواد قابل اشتعال در ارتباط با آن و پایین بودن نقطه اشتعال این مواد است که پتانسیل بالای آتش‌سوزی و انفجار را ایجاد می‌کند و دوم پیچیدگی فرآیند احتراق در کوره‌ها است که در صورت بروز مشکل متوقف کردن عملیات را مشکل کرده و باعث بیشتر شدن زیان وارده می‌شود. متوقف کردن عملیات به معنی توقف تولید است که این توقف تولید باعث بالا رفتن میزان سرمایه در معرض خطر و کسب رتبه ۴ در رده‌بندی نهایی می‌شود.

نتیجه ارزیابی فعالیت‌های دارای جنبه ایمنی با استفاده از روش Frank&Morgan در شکل ۸ آمده است.

همان‌طور که در شکل شماره ۶ مشاهده می‌شود در هر چهار ناحیه شدت صوت فراتر از حد استاندارد است و بیشترین آلودگی که کارکنان این واحد در معرض آن قرار دارند آلودگی صوتی می‌باشد.

۳-۳- نتایج ارزیابی فعالیت‌های دارای جنبه محیط‌زیستی و ایمنی با استفاده از روش Frank&Morgan

خطرهای محیط‌زیستی و ایمنی شناسایی شده پس از دو بار غربال با کمک روش‌های PHA و HAZAN، با استفاده از روش Frank&Morgan مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج آن را می‌توان در شکل‌های شماره ۷ و ۸ مشاهده نمود.

برای تعیین سرمایه در معرض خطر، از کار برگ‌ها و دستورالعمل‌های مربوط به تجهیزات در واحد الفین استفاده شده است. رده‌بندی نهایی در شناسایی فعالیت‌هایی با خطر بالا تاثیر گذار می‌باشد. بر این اساس عملیات احتراق در کوره‌ها دارای خطر بسیار بالا است و در رده‌بندی نهایی رتبه ۴ را به خود اختصاص داده است که علت آن هم ارزش اقتصادی بالای محصولات تولیدی در خلال عملیات احتراق در کوره‌ها و متوقف شدن تولید در صورت بروز اختلال و نیز

جدول ۷- خطرهای محیط‌زیستی در جدول Frank&Morgan

فعالیت	شدت خطر	شدت کنترل	شاخص خطر	خطر نسبی	خطر کل سرمایه در معرض خطر	درصد خطر نسبی	خطر کلی	رده‌بندی نهایی	شدت فنی حادثه
۱- عملیات احتراق در کوره‌ها	۴	۵	۱	۲	۳۳۲۱۶۵۷۵۰۰\$	۴	۱۳۲۸۶۶۳۰۰۰۰\$	۴	زیاد
۲- سوزاندن گازهای مازاد در مشعل کوره‌ها	۳	۴	۱	۲	۶۳۰۰۰\$	۴	۲۵۲۰۰۰\$	۱	کم
۳- عملیات تصفیه اولیه پساب	۲	۲	۰	۳	۳۱۵۰۰\$	۷	۲۲۰۵۰۰\$	۱	کم
۴- تخلیه برج کاستیک DA-203	۲	۳	۱	۲	۳۱۵۰۰\$	۴	۱۲۶۰۰۰\$	۱	کم
۵- عملکرد دستگاه‌های دوار و ثابت	۲	۳	۱	۲	۳۱۵۰۰\$	۴	۱۲۶۰۰۰\$	۱	کم
۶- عملیات نمونه‌گیری	۲	۳	۱	۲	۳۱۵۰۰\$	۴	۱۲۶۰۰۰\$	۱	کم
۷- عملکرد دستگاه‌های دوار حامل هیدروکربن	۱	۴	۳	۰	۳۱۵۰۰\$	۰	۰	۱	کم
۸- شستشوی فیلترهای روغن	۱	۱	۰	۳	۹۴۵۰۰\$	۷	۶۶۱۵۰۰\$	۱	کم
۹- عملیات تخلیه دستگاه‌ها و تجهیزات (پمپ و برج و ظروف و مخازن)	۱	۳	۲	۱	۶۳۰۰۰\$	۲	۱۲۶۰۰۰\$	۱	کم
۱۰- تخلیه آب کولینگ	۱	۱	۰	۳	۳۱۵۰۰\$	۷	۲۲۰۵۰۰\$	۱	کم
۱۱- شارژ مواد شیمیایی به مخازن	۲	۳	۱	۲	۹۴۵۰۰\$	۴	۳۷۸۰۰۰\$	۱	کم
۱۲- عملیات روان‌کاری دستگاه‌های دوار	۱	۱	۰	۳	۶۳۰۰۰\$	۷	۴۴۱۰۰۰\$	۱	کم
۱۳- عملیات انتقال سیالات تحت فشار	۳	۳	۰	۳	۳۱۵۰۰\$	۷	۲۲۰۵۰۰\$	۱	کم
۱۴- عملیات احیا پالشر و فیلتر کربن فعال	۲	۴	۲	۱	۹۴۵۰۰\$	۲	۱۸۹۰۰۰\$	۱	کم
۱۵- عملیات کک‌زدایی کوره‌ها	۱	۳	۲	۱	۹۴۵۰۰\$	۲	۱۸۹۰۰۰\$	۱	کم
۱۶- عملیات دریافت آب زاول-کاستیک و اسید توسط خطوط لوله	۱	۲	۱	۲	۳۱۵۰۰\$	۴	۱۲۶۰۰۰\$	۱	کم
۱۷- ارسال پساب قلیایی خطرناک به ناحیه خنثی‌سازی	۲	۱	-۱	۴	۳۱۵۰۰\$	۹	۲۸۳۵۰۰\$	۱	کم
۱۸- عملیات خنثی‌سازی پساب قلیایی	۲	۱	-۱	۴	۳۱۵۰۰\$	۹	۲۸۳۵۰۰\$	۱	کم
۱۹- ارسال WASTE GAS ناحیه خنثی‌سازی به کوره ۱۱۱	۳	۵	۲	۱	۳۱۵۰۰\$	۲	۶۳۰۰۰\$	۱	کم

جدول ۸- خطرهای ایمنی در جدول Frank&Morgan

فعالیت	شدت خطر	شدت کنترل	شاخص خطر	خطر نسبی	خطر نسبی	کل سرمایه در معرض خطر	خطر کلی	رده بندی نهایی	شدت فنی حادثه
۱- عملیات بهره برداری بر روی مخزن کاستیک	۲	۲	۰	۲	۶۶/۶	\$ ۳۱۵۰۰	\$ ۲۰۹۷۹۰۰	۲	کم
۲- کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی	۱	۲	۱	۱	۳۳/۳	\$ ۶۳۰۰۰	\$ ۲۰۹۷۹۰۰	۲	کم
۳- پمپاژ اتیلن و متان توسط پمپ‌های مربوط در ناحیه ۴۰ و ۷۰ جنب مخازن ششگانه	۳	۵	۲	۰	۰	\$ ۹۶۳۳۳	۰	۱	کم
۴- تزریق DMDS	۱	۳	۲	۰	۰	\$ ۳۴۵۰۰	۰	۱	کم
۵- تزریق ANTI FOULANT	۱	۳	۲	۰	۰	\$ ۳۲۰۰۰	۰	۱	کم

است. از دیگر علل آن پتانسیل بروز خطرات محیطی/ فردی مانند سوختگی شدید است. البته اقدامات حفاظتی و تدابیر ایمنی لازم هم در این زمینه اندیشیده شده است. یکی دیگر از دلایل خطر متوسط این فعالیت در رده بندی نهایی، عدم توقف تولید در صورت بروز مشکل است که باعث کاهش میزان سرمایه در معرض خطر می‌شود.

۴- نتیجه گیری

بررسی گازهای خروجی از دوکش‌ها، پساب خروجی از کارخانه و اندازه‌گیری شدت صوت در این واحد نشان داد که مهم‌ترین آلاینده‌های واحد الفین TSS، COD و نیز آلودگی صوتی می‌باشد. ارزیابی خطرهای محیط‌زیستی و ایمنی نیز مشخص نمود که از میان خطرهای محیط‌زیستی، عملیات احتراق در کوره با کسب رده ۴ دارای خطر بسیار بالایی است که علت آن پتانسیل بالای انفجار و آتش سوزی و علاوه بر آن توقف تولید در صورت بروز مشکل می‌باشد. از میان خطرهای ایمنی هم عملیات بهره‌برداری بر روی مخزن کاستیک و کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی خطر متوسط داشتند که مهم‌ترین علل آن نداشتن پتانسیل انفجار و عدم توقف تولید در صورت بروز مشکل می‌باشد.

همان‌طور که گفته شد مهم‌ترین آلاینده‌های واحد الفین، TSS و COD موجود در پساب و آلودگی صوتی می‌باشد. از میان خطرهای محیط‌زیستی هم عملیات احتراق در کوره‌ها دارای خطر بسیار بالا بود و نیز از میان خطرهای ایمنی، عملیات بهره‌برداری بر روی مخزن کاستیک و کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی دارای خطر متوسط بودند. در پژوهشی که توسط الهه جعفریان مقدم [۹] در سال ۱۳۸۶ با هدف بررسی اثرات زیست‌محیطی صنایع پتروشیمی PET-PTA در منطقه ویژه اقتصادی ماه‌شهر به انجام رسید نیز مشخص شد آلودگی آب مهم‌ترین آلودگی محیط‌زیستی منطقه ویژه اقتصادی ماه‌شهر می‌باشد و میزان TSS و ترکیبات نفتی ناشی از تخلیه پساب خروجی از واحد

با توجه به شکل شماره ۸، عملیات بهره‌برداری بر روی مخزن کاستیک دارای خطر متوسط است. سهم این عملیات از کل خطرهای ایمنی واحد الفین ۶۶/۶٪ می‌باشد و در واقع بیشترین درصد خطر نسبی را به خود اختصاص داده است اما از آنجایی که به هیچ‌وجه خطرات مرتبط با این عملیات منجر به توقف تولید و یا آسیب اساسی به تجهیزات نمی‌شود، نمی‌تواند رتبه‌ای بالاتر از متوسط را داشته باشد. دومین فعالیت، کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی است که این فعالیت نیز دارای خطر متوسط می‌باشد و سهم این فعالیت از کل خطرهای ایمنی واحد ۳۳/۳٪ است و علت متوسط بودن خطر فعالیت فوق هم این است که مانند فعالیت اول مخاطرات موجود در این بخش نمی‌تواند موجب توقف تولید یا آسیب اساسی به تجهیزات کارخانه شود. فعالیت‌های ۳ و ۴ و ۵ که هیچ درصدی از خطر نسبی کارخانه را به خود اختصاص نداده‌اند و علت آن هم کنترل‌های زیادی است که در ارتباط با این فعالیت‌ها در کارخانه اعمال می‌شود و در واقع ایمنی بالای شرایط مربوط به این فعالیت‌هاست.

عملیات بهره‌برداری بر روی مخزن کاستیک: یکی از علل اصلی خطر متوسط این فعالیت نداشتن پتانسیل انفجار و آتش‌سوزی آن است اما پیچیدگی فرآیند در این فعالیت صدق می‌کند و متوقف کردن عملیات را به سرعت امکان‌پذیر نمی‌سازد. همچنین شدید بودن وضعیت‌های غیر قابل کنترل هم در این فعالیت صادق است. البته وسایل حفاظتی مورد نیاز نیز در مکان‌های لازم تعبیه شده است. یکی دیگر از دلایل خطر متوسط این فعالیت متوقف نشدن تولید در صورت بروز مشکل است که باعث کاهش میزان سرمایه در معرض خطر می‌شود.

کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی: این فعالیت نیز خطر متوسطی دارد که یکی از علل آن پایین بودن نقطه اشتعال مواد قابل اشتعال مرتبط با این فعالیت

جدول ۱۰- اقدامات کنترلی جهت کاهش آلودگی صوتی در منبع تولید و مسیر انتشار صوت

اقدامات کنترلی	
نصب سایلنسور در محل خروج بخار	کنترل آلودگی صوتی
اجرای برنامه تعمیر و نگهداری سالانه سیستم‌های فرایندی و تجهیزات مربوطه	
نظارت بر اجرای طرح‌های کاهنده آلودگی صوتی	
ایزوله کردن منابع تولید صوت	
حذف و جایگزینی فرآیندهای مولد آلودگی صوتی با فرآیندهایی که آلودگی کمتری ایجاد می‌نمایند.	
ایجاد فضای سبز و پوشش گیاهی	مسیر انتشار آلودگی صوتی
جلوگیری از انتقال ارتعاش دستگاه ارتعاش کننده به محیط به وسیله بسترهای شنی و یا صفحات عایق ارتعاش (پایه‌های لاستیکی فشرده)	

تصفیه به همراه اثر تجمعی ناشی از سایر صنایع پتروشیمی منطقه شاخص‌ترین آلاینده‌های آب محسوب می‌شوند. در پژوهش دیگری که توسط سید علی جوزی و پریناز سلواتی [۱۰] در سال ۱۳۸۹ با هدف تجزیه و تحلیل مخاطرات محیط‌زیستی واحد پلی‌اتیلن مجتمع پلیمر آریاساسول عسلویه با هدف حذف، کاهش و کنترل خطرهای محیط‌زیستی با استفاده از روش EFMEA صورت گرفت نیز بالاترین جنبه در خطر محیط‌زیستی مربوط به فرآیند سیستم ونت اضطراری با عدد الویت خطر ۴۸ بود که در اثر عملکرد ایمنی راکتور، منجر به ایجاد آلودگی هوا و آلودگی‌های صوتی و رادیو اکتیویته می‌شود.

اقدامات کنترلی لازم در شکل‌های شماره ۹ و ۱۰ و ۱۱ آمده است.

جدول ۱۱- اقدامات کنترلی در واحد الفین

نوع فعالیت	پیشنهادهای و اقدامات کنترلی
۱- عملیات احتراق در کوره‌ها	۱- ایجاد الزام قانونی برای چک کردن لوله‌های خوراک داخل کوره به مدت هر ۴۵ روز یک بار ۲- چک کردن مشعل‌ها هر ۴۵ روز یک بار ۳- کک‌زدایی طبق برنامه زمان بندی دقیق و هر ۴۵ روز یک بار.
۲- بهره برداری بر روی مخزن کاستیک	۱- چک کردن مخزن کاستیک توسط بازرس فنی جهت سنجش ضخامت و آگاهی از وضعیت لاین‌ها در هر دو سال یک بار ۲- جلوگیری از ورود مواد خورنده مانند O ₂ به لاین‌ها ۳- در نظر گرفتن اخطار کتبی برای افرادی که اصول ایمنی را رعایت نمی‌کنند
۳- کار در حوضچه‌های پساب روغنی و شیمیایی	۱- الزام قانونی برای رعایت اصول ایمنی توسط افراد ۲- کنترل دقیق یک بار بهره برداری جهت جلوگیری از ریزش مواد هیدروکربنی به پساب و در نتیجه کاهش انتشار بخارات سمی از پساب

پیشنهادهای

- ۱- پایش مداوم و روزانه خروجی تصفیه‌خانه و مطابقت با حدود استاندارد و در صورت مغایرت با حدود استاندارد، یافتن علت آن و برطرف ساختن مشکل با هدف کاهش COD و TSS.
- ۲- ایجاد الزام قانونی برای چک کردن منظم لوله‌های خوراک داخل کوره‌ها و نیز کک‌زدایی طبق برنامه زمان بندی دقیق و هر ۴۵ روز یک بار به منظور کاهش خطر عملیات احتراق در کوره‌ها.

پی‌نوشت

¹Dripalene Pyrolysis Gasoline
²total suspended solid
³Chemical oxygen demand

جدول ۹- اقدامات کنترلی در زمینه کاهش TSS و COD

راه کارهای کاهشی	آلاینده مورد نظر
<p>۱- لایه‌روبی ماهانه شبکه فاضلاب صنعتی</p> <p>۲- بهینه‌سازی سیستم تصفیه پساب موجود</p> <p>۳- پایش مداوم و روزانه خروجی تصفیه‌خانه و مطابقت با حدود استاندارد و در صورت مغایرت با حدود استاندارد، یافتن علل و عوامل و برطرف ساختن مشکل (اصلاح عملکرد تصفیه‌خانه و کیفیت پساب ورودی به سیستم تصفیه‌خانه)</p> <p>۴- رعایت حدود کیفی و کمی مجاز دریافت پساب توسط تصفیه‌خانه به منظور انجام تصفیه کامل</p>	TSS
<p>۱- استفاده از سیستم MBR(membrane biologic reactor) و مکمل آن MBBR(membrane biologic bio reactor) که تاثیر به سزایی در کاهش COD دارد.</p> <p>۲- بهینه‌سازی سیستم تصفیه پساب موجود</p> <p>۳- پایش مداوم و روزانه خروجی تصفیه‌خانه و مطابقت با حدود استاندارد و در صورت مغایرت با حدود استاندارد، یافتن علل و عوامل و برطرف ساختن مشکل (اصلاح عملکرد تصفیه‌خانه و کیفیت پساب ورودی به سیستم تصفیه‌خانه)</p> <p>۴- رعایت حدود کیفی و کمی مجاز دریافت پساب توسط تصفیه‌خانه به منظور انجام تصفیه کامل</p>	COD

منابع

- [1] Mahdavi A, Malekshahiyan M. Comparative survey of Iran petrochemical industry's yields. Quarterly Periodical of Iran Economical Investigation; 2004; 21: 91-133.[In Persian]
- [2] Jozi S A, Galigi N. Analysis of immunization and hygienic of communication of Ariya petrochemical company of sasol. Fifth of Seminar of Environmental Engineering Technical; 2011.[In Persian]
- [3] Abbasi Anargoli S D. Survey of environmental risk of Shazand petrochemical in the stage of exploitation by using of the AHP & FMEA. MSc. :Assessment and Land Use Planning, Azad University, Science & Research Branch of Khuzestan, Iran; 2010-2011.p.1.[In Persian]
- [4] Qinqin Ch, Jia Q, Yuan Z, Huang l. Environmental risk source management system for the petrochemical industry. Process Safety and Environmental Protection ;2013;92(3):251-260.
- [5] Khan F, Abbasi S A. Rapid quantitative risk assessment of a petrochemical industry using a new software package MAXCRED. Journal of Cleaner Production; 1998;6(1):9-22.
- [6] Bandar Imam Petrochemical Complex-2012.[In Persian]
- [7] Jozi S A. Assessment and Risk Management. Tehran, Iran, Publication of Azad University North Tehran Branch; 2008.p.78 .[In Persian]
- [8] Heidari Pirbaloot S N. Environmental risk assessment of petrochemical complex of olefin in Bandar imam in the stage of exploitation by the comparative method of HAZAN and FRANK & MORGAN . MSc. :Assessment and Land Use Planning, Azad University ,Science & Research Branch of Kuzestan, Iran; 2013.p.102-103. [In Persian]
- [9] Jafariyan Moghadam A. Survey of the effects of petrochemical industry environmental PET-PTA in special zone of Mahshahr . MSc. :Assessment and Land Use Planning, Azad University, Science & Research Branch of Tehran, Iran; 2007.p.181.[In Persian]
- [10] Jozi S A, Sallati P. Analysis of environmental communication of poly ethylene unit, complex of Ariya Sasol in Asaloye by FMEA. International Seminar of Health, Environmental and Sustainable Development; 2010. [In Persian]

