محیط شناسی، سال سی و نهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۹۲، صفحهٔ ۶۱-۷۲

مدیریت ریسک محیط‌زیستی آتش‌سوزی در مخازن ذخیره‌سازی نفت (مطالعه موردی: انبار مرکزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی یزد)

لیلا امانت یزدی[1*]، ناصر محرم نژاد[2]

۱-کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲-استادیار، دانشکده محیط ز یست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران moharamnejadnaser@yahoo.com

تاریخ دریافت:۹۱/٤/۲٤ تاریخ پذیرش:۹۱/۱۲/۱٤

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی ریسک‌های محیط‌زیستی آتش‌سوزی در انبار مرکزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی یزد بر روی محیط‌زیست منطقه انجام شد. در این مطالعه از روش FTA برای شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی و از روش E-FMEA به منظور ارزیابی ریسک‌ها استفاده شد. بر اساس نتایج ارزیابی ریسک، بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به آتش‌سوزی در مخازن به ترتیب مربوط به اقدامات تروریستی و عمدی با RPN ۷۲۰، زلزله با RPN ۷۲۰ و خرابی سیستم LGTG با RPN ۶۴۰ است. در خط لوله بالاترین عدد اولویت ریسک مربوط به اقدامات تروریستی و عمدی با RPN ۵۴۰ و در قسمت سکوهای بارگیری اقدامات تروریستی و عمدی با RPN ۳۹۰ و خرابی سیستم EARTHING با RPN ۳۹۰ به عنوان مهم‌ترین ریسک‌های محیط‌زیستی شناسایی شدند. در این مطالعه از نرم‌افزار GIS برای شناسایی و تحلیل وضعیت محیط پیرامونی انبار نفت و تعیین مناطق حساس و پر خطر انبار نفت استفاده شد. با توجه به نتایج حاصل، انبار نفت یزد در حریم ساخت و ساز راه آهن واقع شده و حریم انبار نفت نیز از نظر ساخت و ساز رعایت نشده است. در پایان بر پایهٔ مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی ریسک، راهکارهای مدیریتی برای کنترل و مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی انبار نفت شهید صدوقی یزد به شرح ذیل پیشنهاد شد: مقاوم‌سازی تجهیزات در برابر زلزله، استفاده از پوشش‌های بیمه‌ای و استفاده از معیارهای پدافند غیر عامل.

کلید واژه

ریسک آتش‌سوزی – ریسک محیط‌زیستی مخازن نفت– مخازن ذخیره سازی نفت

سرآغاز

کاربری‌های صنعتی یا تأسیسات راهبردی بعد از فرایند صنعتی شدن شهرها، درصد زیادی از کاربری‌های شهری را آگاهانه و یا ناآگاهانه به خود اختصاص داده‌اند. در صورت وقوع حوادث و سوانح، عواقبی مانند انفجار، آتش‌سوزی و حوادث مرتبط دیگری را با کاربری‌های همجوار ایجاد کرده و باعث افزایش دامنه تخریب شهری و تلفات انسانی می‌شود، بویژه که این کاربری با منازل مسکونی، بیمارستان‌ها، مدارس و... نیز همجواری داشته باشند و ممکن است با معرفی خطرهای جدیدتر و به خطر انداختن عناصر متعدد محیط زیستی حتی ماهیت وجودی انسان را به صورت تهدیدی جدی به مخاطره بیندازند (محمدفام،۱۳۸۷). با توجه به این‌که مخازن ذخیره‌سازی نفت، گاز و پتروشیمی از زیر ساخت‌های مهم و اساسی به شمار می‌رود و همچنین به دلیل مخاطرات فراوان و فراگیر آن بر محیط زیست، این صنعت همواره کانون توجه متخصصان و دست اندرکاران ایمنی و محیط زیست بوده است (بشیری نسب و همکاران،۱۳۸۸). مخازن ذخیره سازی نفت یکی از مهم‌ترین تأسیسات صنعتی است که همواره در معرض ریسک انتشار مواد سمی، آتش سوزی و انفجار است، که در این میان آتش‌سوزی رایج‌ترین و انفجار به جهت میزان مرگ و میری که به دنبال دارد مهمترین ریسک در مخازن ذخیره‌سازی نفت و فرآورده‌های نفتی است(Shaluf and Abdullah ,2010) . در دنیا مطالعات زیادی در زمینه حوادث رخ داده در مخازن ذخیره سازی و فراورده‌ای جانبی آن صورت گرفته است و مطالعهٔ ۲۴۲ حادثه در بین سالهای (۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳) در مخازن ذخیره سازی نشان می‌دهد که ۷۴٪ از حوادث در پالایشگاههای پتروشیمی، ترمینال‌ها و مخازن نفتی به وقوع پیوسته است که ۸۵٪ از این حوادث،

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۴۵۱۴۸۱۷ Amanatleila@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

آتش‌سوزی و انفجار بوده است (Chang and Lin, 2006). تحقیقات دیگری نشان می‌دهد، در طی سالهای (۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳) ۴۸۰ مورد آتش‌سوزی در مخازن و انبارهای نفت در سراسر دنیا به وقوع پیوسته است (Shaluf and Abdullah ,2010). از لحاظ میزان خسارات اقتصادی حادثه در بخش انرژی جهان در بین سالهای (۱۹۰۷-۲۰۰۷)، صنعت نفت با حدود ۱۰ میلیارد دلار، معادل ۲۵ ٪ از کل زیان‌های اقتصادی را به خود اختصاص داده است که از لحاظ رتبه‌بندی پس از انرژی هسته‌ای در رتبهٔ دوم قرار دارد (Sovacool, 2008). در مقاله‌ایی با موضوع ارزیابی ریسک کاربردی در صنایع شیمیایی که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد، علل ایجاد ریسک در این دست از صنایع تحت تأثیر سه عامل خطای انسانی، خرابی تجهیزات و سایر عوامل (عوامل طبیعی و اقدامات عمدی و تروریستی) مطرح و بررسی شد. در این مطالعه پس از بررسی سوابق حوادث ایجاد شده در چند صنعت شیمیایی، خرابی تجهیزات را مهمترین علل ایجاد مخاطرات بر شمرده و علت آن را عدم برنامه‌ریزی و زمان‌بندی مناسب برای تعمیر تجهیزات و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌داند (Meel, et al., 2007). هدف این پژوهش شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک محیط‌زیستی انبار نفت یزد و بررسی خطرهای بالقوه‌ای است که بر اثر فعالیت انبار نفت، محیط پیرامونی را تهدید می‌کند. انبار مرکزی شرکت پخش فرآورده‌های نفتی یزد، با مساحت حدود ۴۰ هکتار در غرب یزد و در محدودهٔ شهر و در مجاورت با منازل مسکونی واقع شده است (موقعیت انبار نفت بر روی نقشهٔ ۱ تا ۶ مشخص است). در این انبار در مجموع سالانه حدود ۱۰۲میلیون لیتر بنزین و ۱۴میلیون لیتر نفت سفید و ۲۳۰ میلیون لیتر گازوئیل از طریق خط لوله و۷۲۰ میلیون لیتر نفت گاز از طریق نفتکش‌ها، دریافت و در ۱۳ مخزن ذخیره‌سازی می‌شود. روشهای متفاوتی در سطح جهان برای شناسایی و ارزیابی ریسک با توجه به شرایط هر پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش"آنالیز درخت خطا[1]" ،یک روش منطقی و مناسب برای شناسایی خطای سیستم است(Yang and Mannan, 2010) و معمولاً برای تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های پیچیده بخصوص برای شناسایی ارتباطات درونی سیستم و شناسایی خطاهای رایج سیستم استفاده می‌شود (Nivolianitou, et al., 2004). یکی دیگر از معروف‌ترین تکنیک‌های ارزیابی ریسک، روش تجزیه و تحلیل حالات شکست است (Elmqvist and Tehrani, 2008) که تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون "پیشگیری قبل از وقوع" است (دبیری و ودایع رخیری،۱۳۸۳) و روشی استقرایی بوده که برای مطالعه نظامند نقص‌های اجزاء یک سیستم و آثار احتمالی آنها به کار می‌رود (محمدفام،۱۳۸۲). روش "تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن بر محیط زیست[2]" که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت، جدیدترین شیوه تکنیک تجزیه و تحلیل حالات شکست است که به بررسی آثار وارده بر جنبه‌های محیط زیست می‌پردازد (جوزی، ۱۳۸۶).

مواد و روشها

روش ارزیابی ریسک محیط‌زیستی در این مطالعه در دو بخش بررسی و ارزشیابی ویژگی‌های محیط زیست منطقه و جنبه‌های فنی واحد مورد مطالعه (شناسایی و ارزیابی ریسک فعالیت‌ها) انجام گرفت.

شناسایی و ارزشیابی محیط زیست منطقه

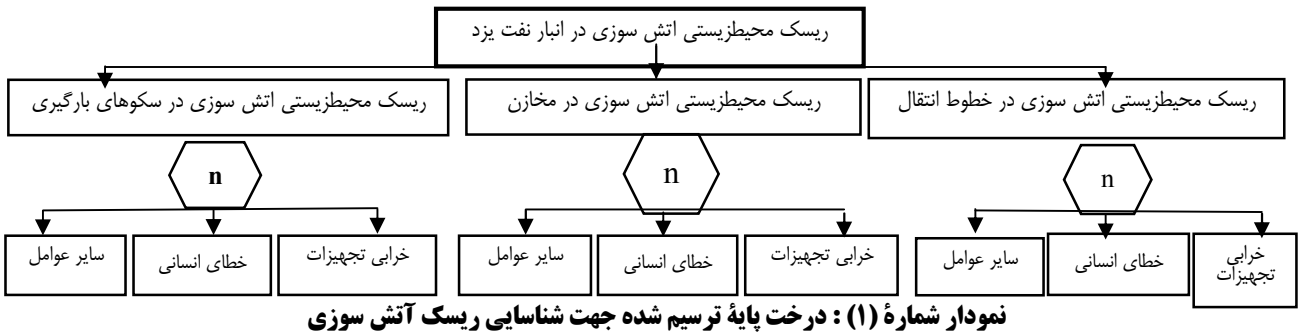
در این مطالعه برای تجزیه وتحلیل و شناسایی وضعیت محیط زیست منطقه و برای تلفیق داده‌های مکانی و توصیفی، از نرم افزار ArcGIS استفاده شد. شایان ذکر است که در مرحلهٔ شناسایی این تحقیق، ریسک‌های محتمل در قالب آثار پروژه بر محیط و نیز محیط بر پروژه در مواردی چون عوامل طبیعی متاثر از فعالیت انبار نفت مانند محیط بیولوژیک و شناسایی و بررسی ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی منطقه مانند بررسی میزان تراکم جمعیت در اطراف انبار نفت یزد و عوامل انسان ساخت مانند وجود انواع کاربری‌های مختلف مجاور انبار نفت متقابلاً مطالعه شدند. با توجه این‌که انبار نفت در محیط شهری قرار گرفته بنابراین تاثیرگذاری انبار نفت بر حیات وحش منطقه در قالب مناطق تحت مدیریت اداره حفاظت محیط‌زیست استان یزد و بر روی پوشش گیاهی، در قالب پارک‌های شهری یزد بررسی شد، تا بر اساس آن بتوان ارزیابی واقع‌بینانه‌تری انجام داد.

شناسایی و ارزیابی ریسک محیط زیستی انبار نفت

در این مطالعه برای بررسی و شناسایی علل ریشه‌ای مهمترین ریسک‌های محیط زیستی بر مبنای سه عامل خطای انسانی، خرابی تجهیزات و سایر عوامل (عوامل طبیعی و اقدامات عمدی و تروریستی) آنالیز درخت خطا استفاده و از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست برای ارزیابی ریسک استفاده شد. برای شناسایی ریسک با استفاده از روشFTA ابتدا یک درخت پایه بر اساس نمودار شمارهٔ (۱) تعریف شد و سپس بر اساس درخت پایه تعریف شده ریسک‌ها شناسایی شدند.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار شمارهٔ (۱) : درخت پایهٔ ترسیم شده جهت شناسایی ریسک آتش سوزی

در راستای شناسایی و ارزیابی ریسک در این مطالعه ابتدا یک تیم ۵ نفره از کارشناسان انبار نفت تشکیل شد و پس از شناسایی ریسک‌ها، بر اساس روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن بر محیط زیست، برای هر یک از قسمت‌های انبار کاربرگ EFMEA تکمیل شد.

نمره‌دهی ریسک‌های شناسایی شده به صورت تیمی و بر اساس رتبه‌بندی شدت اثر[۳]، احتمال وقوع[۴]، احتمال کشف[۵] و میزان گسترش آلودگی (جداول شمارهٔ ۱ تا ۴) انجام شد و از محاسبه حاصلضرب آنها درجه ریسک محاسبه شد.

تعیین درجه اولویت ریسک[۶] در فرمول (۱) ارائه شده است.

RPN = (وسعت آلودگی)×(S) ×(O)×(D) فرمول (۱) .

بعد از تعیین میانگین RPNها ، انحراف معیار آنها محاسبه، حد بالا و پایین ریسک مشخص و در پایان سطح ریسک تعیین شد. نتایج در جدول شمارهٔ (۵) ارائه شده است.

جدول شمارهٔ (۱): رتبه‌بندی شدت اثر(S)

رتبه	شرح شدت اثر
۱۰	مرگ انسان/ نقص عضو
۹	مسمومیت (موجودات زنده)
۸	نقض قانون و مقررات ملی(مرتبط با محیط زیست)
۷	آثار غیر قابل برگشت بر منابع چهار گانه محیط زیست
۶	آثار قابل برگشت بر منابع چهار گانه محیط زیست با هزینه زیاد
۵	آثار قابل برگشت بر منابع چهار گانه محیط زیست با هزینه متوسط
۴	آثار قابل برگشت بر منابع چهار گانه محیط زیست با هزینه کم
۳	آثار جزئی و موقت بر روی منابع چهار گانه محیط زیست
۲	آثار غیر مستقیم بر روی منابع چهار گانه محیط زیست
۱	بدون هر گونه اثر چشمگیر

جدول شمارهٔ (۲): رتبه‌بندی میزان احتمال وقوع

رتبه	احتمال وقوع
۱۰	دایمی – پیوسته
۹	تکرار وقوع در یک روز
۸	تکرار وقوع در یک هفته
۷	تکرار وقوع در یک ماه
۶	تکرار وقوع چند مورد در یک سال
۵	وقوع حداقل یک مورد در سال
۴	وقوع موردی در سال
۳	وقوع چند مورد در طول زمان کاری
۲	وقوع موردی در طول زمان کاری
۱	بدون احتمال وقوع

منبع:(شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، ۱۳۸۸)

جدول شمارهٔ (۳):رتبه‌بندی میزان گسترش آلودگی

رتبه	گستره آلودگی
۶	در سطح شهرستان(حوزه آبریز)
۵	در سطح شهر
۴	در سطح محله‌های همجوار
۳	در سطح انبار نفت
۲	در سطح واحد کاری
۱	عدم ایجاد آلایندگی

جدول شمارهٔ (۴):رتبه‌بندی میزان احتمال کشف

رتبه	شرح احتمال کشف
۱۰	دستگاه فاقد وسیله کنترلی است و یا کنترل‌ها بی‌شک وجود خرابی را تشخیص نخواهد داد
۹	تشخیص خرابی موجود توسط کنترل‌ها بعید است
۸	احتمال تشخیص خرابی خیلی کم است
۷	احتمال تشخیص خرابی کم است
۶	احتمال تشخیص خرابی به‌نسبت کم است
۵	احتمال تشخیص خرابی متوسط است
۴	احتمال تشخیص خرابی بیش از متوسط است
۳	احتمال تشخیص خرابی زیاد است
۲	احتمال تشخیص خرابی بسیار حتمی است
۱	احتمال تشخیص خرابی حتمی است

منبع:(جعفری و قراری، ۱۳۸۸)

Archive of SID

www.SID.ir

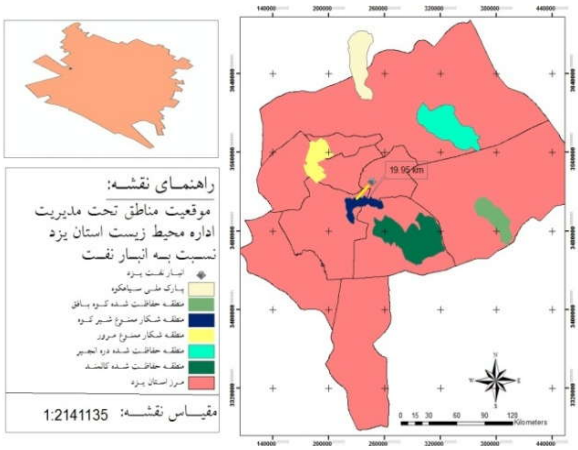
جدول شمارهٔ (۵): تعیین سطح ریسک محیط‌زیستی درانبار نفت یزد

درجه ریسک سکوهای بارگیری	درجه ریسک خطوط انتقال	درجه ریسک مخازن	سطح ریسک
>۲۲۱/۷۱	>۳۴۵/۰۲	>۴۷۸/۲	بالا
۸۱/۲۰۴-۲۲۱/۷۱	۷۷/۹۸-۳۴۵/۰۲	۱۲۹/۴-۴۷۸/۲	متوسط
<۸۱/۲۰۴	۷۷/۹۸	<۱۲۹/۴	ضعیف

نتایج

در این مطالعه برای امتیازدهی به مشخصه میزان گسترش آلودگی و شدت اثر بر روی محیط اطراف از نرم افزار GIS استفاده شد و میزان مسافت تا انبار نفت معیار ارزیابی قرار گرفت.

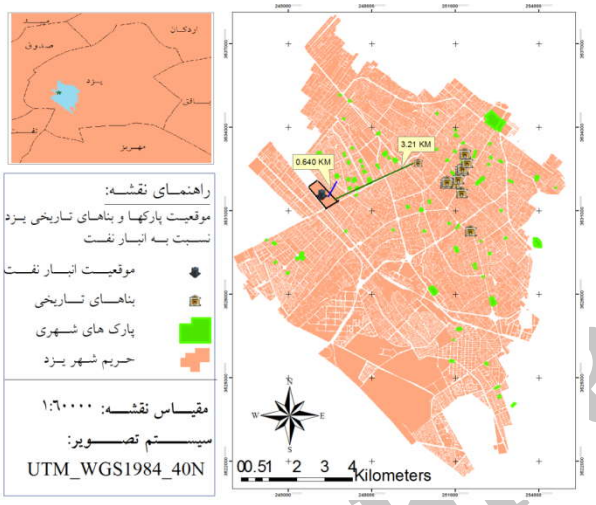
بر اساس قانون وزارت نفت در ایران حریم انبار نفت باید ۳۵ متر در نظر گرفته شود. و این در حالی است که با توجه به نقشه شماره (۲ و ۱) و نیز با توجه به این‌که فاصله انبار نفت، تا نزدیک-ترین پارک حدود ۰/۶۴۰ کیلومتر و تا نزدیکترین منطقه تحت مدیریت اداره حفاظت محیط زیست استان یزد حدود ۱۹/۹۵کیلومتر است، بنابراین در صورت آتش‌سوزی عملاً بر روی این مناطق تاثیری نخواهد داشت.



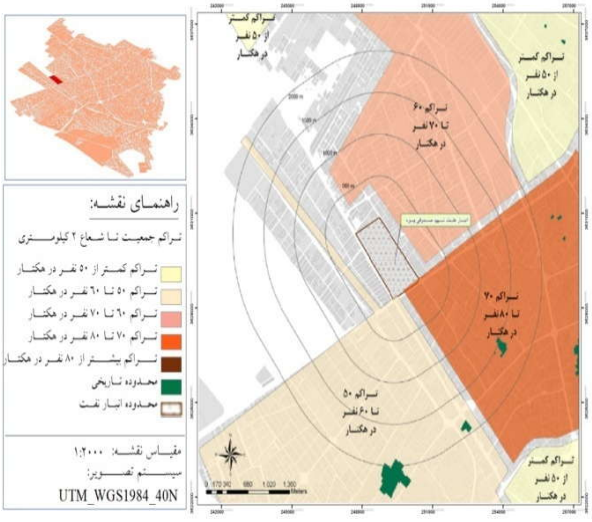
نقشه شمارهٔ (۱): موقعیت انبار نفت یزد نسبت به مناطق تحت مدیریت اداره حفاظت محیط زیست استان یزد

با توجه به این‌که یزد از شهرهای باستانی و تاریخی ایران است، بنابراین در این مطالعه موقعیت قرارگیری ۱۴ تا از مهمترین بناهای تاریخی یزد به لحاظ تأثیرپذیری از انبار نفت در صورت آتش‌سوزی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نقشه شمارهٔ (۲) فاصله انبار نفت تا نزدیکترین بنا حدود ۲۱/۳کیلومتر است که بعید به نظر می‌رسد در صورت آتش‌سوزی شعاع گسترش آن به این مناطق برسد. همچنین میزان تراکم جمعیت تا شعاع ۲ کیلومتری انبار مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به نقشه شمارهٔ (۳) میزان تراکم جمعیت در اطراف انبار نفت بین ۵۰ تا ۸۰ نفر در هکتار است که همین امر نیروی ریسک انبار نفت را بالا می برد. همچنین وجود بافت‌های قدیمی در همین شعاع مورد بررسی قرار گرفت.



نقشه شمارهٔ (۲):موقعیت بناهای تاریخی و پارک های شهری یزد نسبت به انبار نفت یزد

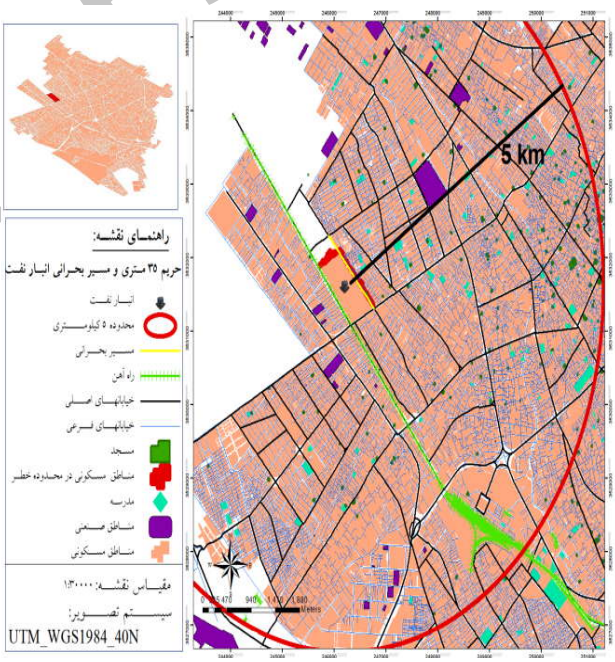


نقشه شمارهٔ (۳): میزان تراکم جمعیت مجاور انبار نفت یزد

در این مطالعه حریم ۳۵ متری انبار نفت برای بررسی وجود انواع کاربری‌های مختلف، مشخص و مورد بررسی قرار گرفت. با

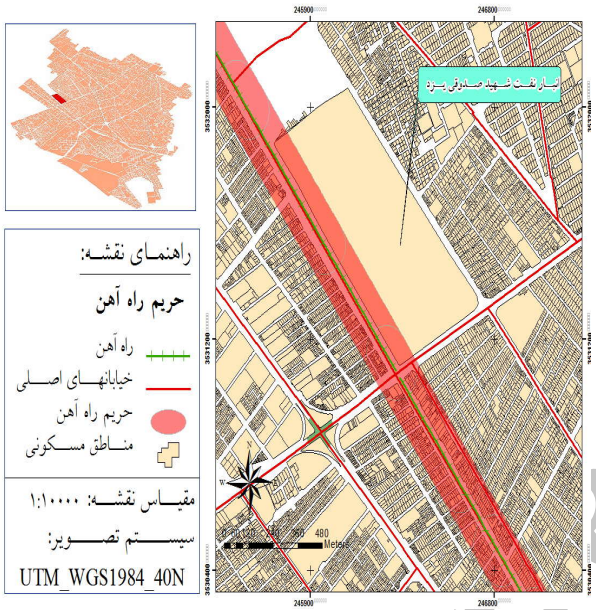
www.SID.ir

توجه به نقشه شمارهٔ (۴) در این حریم تعداد ۲۰ منزل مسکونی و یک مسجد قرار گرفته و داخل زون خطر قرار دارند. یادآوری این نکته ضروری است که کاربری‌هایی از قبیل کاربری صنعتی و شیمیایی که باعث تشدید خطر شود داخل این حریم وجود ندارد. همچنین در این مطالعه وجود انواع کاربری‌های مختلف مانند وجود کارخانه‌های صنعتی، مراکز جمعیتی مثل مدارس مساجد، خطوط راه آهن، مراکز نظامی، مراکز توریستی و از لحاظ تاثیرپذیری و تاثیرگذاری بر انبار نفت تا شعاع ۵ کیلومتری مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نقشه شمارهٔ (۴)در این حریم کاربری‌های نظامی، جهانگردی تفریحی وجود ندارد. اما کاربری‌هایی مثل مراکز صنعتی، مدارس، مساجد و مراکز بهداشتی و درمانی و منازل مسکونی وجود دارد.



نقشه شمارهٔ (۴) : مسیر بحرانی و حریم ۳۵ متری انبار نفت یزد

نکتهٔ دیگری که در این میان دارای اهمیت است عرض خیابان مجاور انبار نفت است. همانطورکه از نقشه شمارهٔ (۴) مشخص است عرض خیابان مجاور انبار نفت (خیابان رسالت) بسیار کم (حدود۱۶متر) است که در موقع ایجاد حادثه می‌تواند بسیار بحران ساز باشد(به دلیل اختلال در تردد و مسدود شدن مسیر) و در نتیجه یکی از نقاط پر ریسک برای انبار نفت به شمار می‌آید و در این مطالعه به عنوان مسیر بحرانی تعریف شد. با توجه به نقشه شمارهٔ (۵) یکی ازکاربری‌هایی که در کنار انبار نفت قرار گرفته و بسیار مهم است خطوط راه آهن است. بر اساس قانون و مقررات وزارت راه در ایران حریم ساخت و ساز مجاور راه آهن۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است که در حال حاضر فاصله انبار نفت تا راه آهن بسیار کمتر از حد قانونی است و از این نظر انبار نفت در داخل حریم قانونی خطوط راه آهن قرار گرفته است .



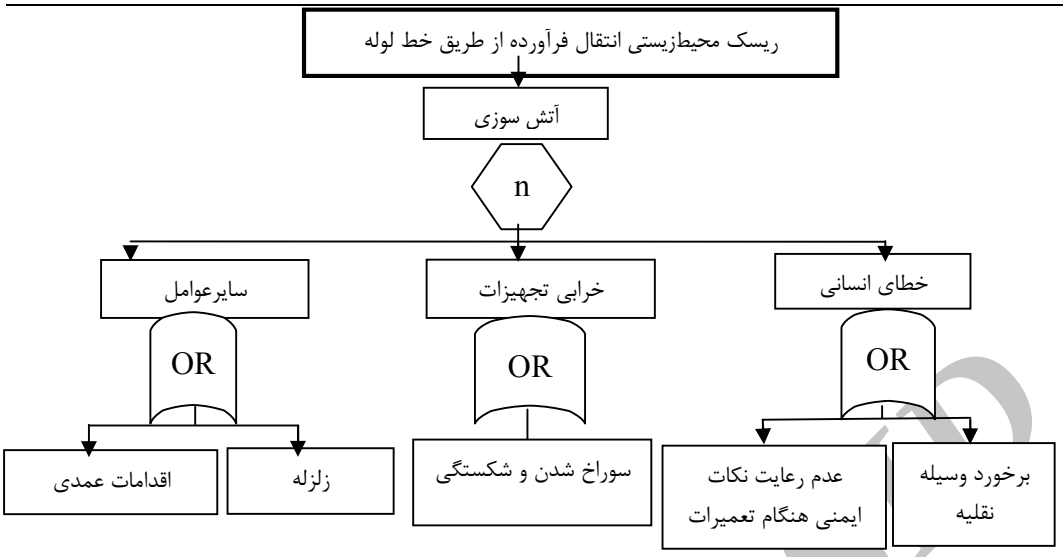
نقشه شمارهٔ (۵):حریم ساخت و ساز راه آهن

پس از بررسی تمام مشخصه‌های موثر بر آتش سوزی، شناسایی ریسک‌های انبار نفت بر اساس مدل FTA صورت گرفت. نمودار شمارهٔ (۲). سپس ارزیابی ریسک بر اساس روش E-FMEA انجام گرفت وریسک‌ها درسه سطح ریسک‌های بالا (غیرقابل قبول)، متوسط وضعیف طبقه‌بندی شدند. در جداول شماره (۶و۷، ۸) رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده به تفکیک سطوح ارائه شده است.

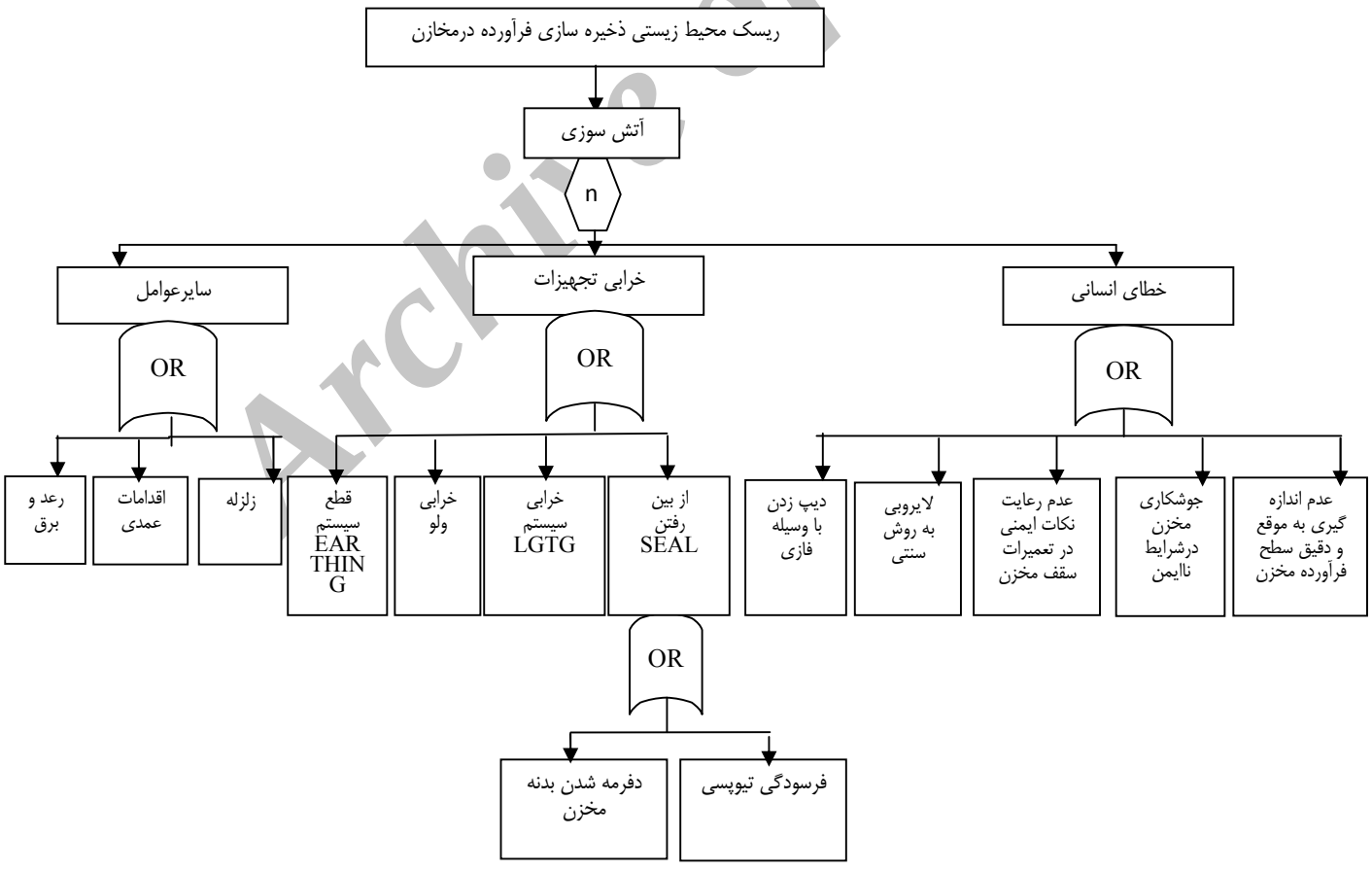
طبق نتایج به دست آمده،۱۲ ریسک در قسمت مخازن شناسایی و ارزیابی شد. ۳ عامل عمده در قسمت مخازن وجود دارد که باعث آتش‌سوزی می‌شود: ۱-خرابی سیستم LGTG با RPN ۶۴۰، ۲-حملات عمدی و تروریستی با RPN ۷۲۰، ۳-زلزله با RPN ۷۲۰که به عنوان مهم‌ترین علل ریسک‌های محیطزیستی شناسایی شدند.

Archive of SID

www.SID.ir



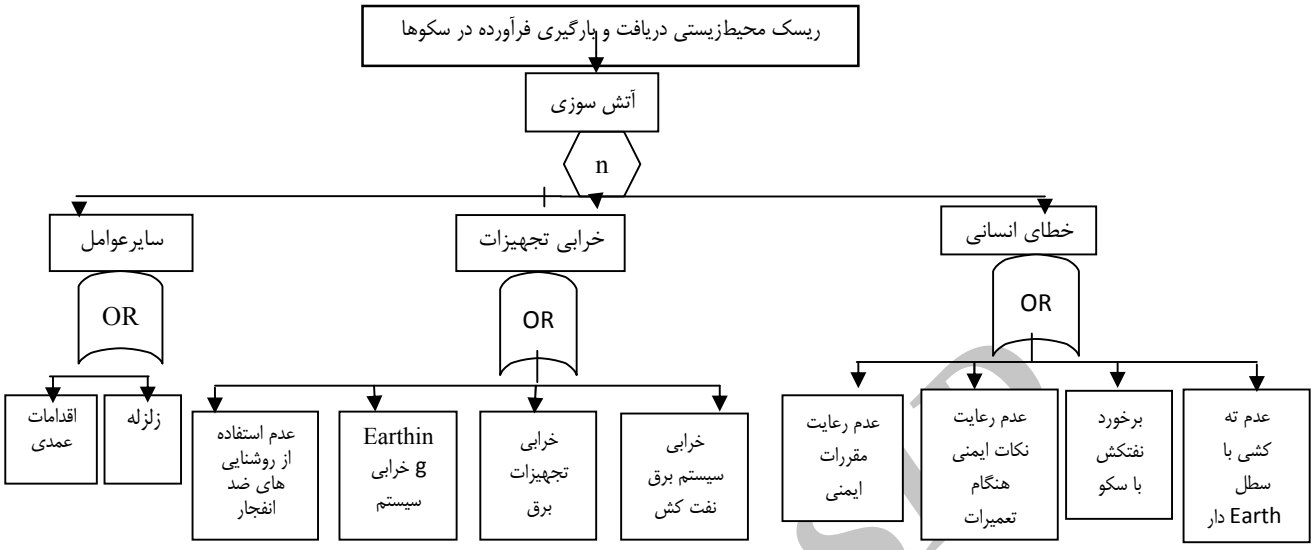
نمودار شمارهٔ (۲): درخت خطای آتش‌سوزی در خط لوله



نمودار شمارهٔ (۳): درخت خطای آتش‌سوزی در مخازن

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار شمارهٔ (۴): درخت خطای آتش‌سوزی در سکوهای بارگیری

جدول شمارهٔ (۶): ریسک محیط زیستی آتش‌سوزی در مخازن

ردیف	عملکرد	حالات خرابی بالقوه	علل خرابی بالقوه	آثار خرابی بالقوه	ریسک				عدد اولویت ریسک (RPN)	سطح ریسک
					S	D	O	گستره آلودگی		
۱	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	لایروبی به روش سنتی	عدم آماده سازی کامل محیط برای لایروبی	آتش‌سوزی، آلودگی هوا، زیان اقتصادی	۱۰	۳	۲	۴	۲۴۰	M
۲	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	دیپ زدن با وسیله فلزی	ایجاد جریان الکتریسته		۹	۲	۲	۳	۱۰۸	L
۳	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	عدم اندازه گیری بموقع و دقیق سطح مخازن	عدم دقت و خطای دید در هنگام اندازه گیری دیپ زدن	ریزش فرآورده، آتش سوزی، زیان اقتصادی	۹	۷	۲	۳	۳۷۸	M
۴	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	جوشکاری مخزن در شرایط نا ایمن	عدم رعایت نکات ایمنی در هنگام تعمیرات	آتش‌سوزی، آلودگی هوا، زیان اقتصادی	۹	۳	۲	۳	۱۶۲	M
۵	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	خرابی ولو	فرسودگی وخوردگی	ریزش فرآورده،آتش سوزی، زیان اقتصادی	۶	۲	۳	۴	۱۴۴	L
۶	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	از بین رفتن SEAL	فرسودگی	تجمع بخارات فراورده بر روی سقف مخزن، آتش‌سوزی ،آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۸	۴	۳	۳	۲۸۸	M
۷	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	از بین رفتن SEAL	دگرگون شدن بدنه مخزن		۹	۳	۳	۳	۲۴۳	M
۸	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	عدم کارایی یا قطع سیستم earthing	نقص فنی	ایجاد جریان الکتریسته و تولید جرقه و آتش سوزی، زیان اقتصادی	۱۰	۴	۲	۴	۴۸۰	M
۹	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	خرابی سیستم LGTG	نقص فنی	ریزش فرآورده و آتش سوزی و انفجار، آلودگی هوا، اتلاف منابع و زیان اقتصادی	۱۰	۸	۲	۴	۶۴۰	H
۱۰	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	زلزله	عامل طبیعی		۱۰	۹	۲	۴	۷۲۰	H
۱۱	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	رعد و برق	عامل طبیعی	آتش‌سوزی، آلودگی هوا، زیان اقتصادی	۹	۹	۲	۳	۴۸۶	M
۱۲	ذخیره سازی فرآورده در مخازن	حملات تروریستی و اقدامات عمدی	عملیات خرابکارانه		۱۰	۹	۲	۴	۷۲۰	H

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ (۷): ریسک محیط زیستی آتش سوزی درخطوط انتقال

ردیف	عملکرد	حالات خرابی بالقوه	علل خرابی بالقوه	آثار خرابی بالقوه	ریسک S	D	O	گستره آلودگی	عدد اولویت ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	دریافت و انتقال فرآورده از طریق خطوط انتقال	برخورد وسیله نقلیه به خط	بی توجهی راننده	ریزش فرآورده ،آتش سوزی، آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۱۰	۹	۳	۲	۵۴۰	M
۲	انتقال فرآورده از طریق خطوط انتقال	عدم رعایت نکات ایمنی هنگام تعمیرات خط	عدم توجه به دستورالعمل‌ها	تولید جرقه ، آتش‌سوزی ، آلودگی هوا ، زیان اقتصادی	۹	۶	۳	۲	۲۷۰	L
۳	دریافت و انتقال فرآورده از طریق خطوط انتقال	سوراخ شدن و شکستگی خطوط انتقال	فرسودگی و خوردگی	ریزش فرآورده آتش سوزی، آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۸	۵	۳	۲	۳۵۰	M
۴	دریافت و انتقال فرآورده از طریق خطوط انتقال	زلزله	شکستگی خط لوله		۹	۹	۲	۳	۴۸۶	M
۵	دریافت و انتقال فرآورده از طریق خطوط انتقال	اقدامات عمدی	عدم استفاده از حفاظت های فیزیکی		۱۰	۹	۲	۳	۵۴۰	H

زلزله و اقدامات عمدی و تروریستی جزء مخاطراتی است که منشاء بیرونی دارد و در دسته سایر عوامل قرار می‌گیرند اما ریسک خرابی سیستم LGTG منشا داخلی دارند و به علت خرابی تجهیزات پدید می‌آید. در قسمت خطوط انتقال اقدامات عمدی و تروریستی با۵۴۰ RPN به عنوان مهمترین ریسک آتش‌سوزی شناسایی شد. همانطور که در بالا ذکر شد زلزله جزء مخاطراتی است که منشاء بیرونی دارد و معمولاً جلوگیری از وقوع آن از عهده انسان خارج است.

در قسمت سکوهای بارگیری ۱۰ ریسک شناسایی و ارزیابی شد. خرابی سیستمEARTHING با ۵۴۰ RPN و اقدامات عمدی و تروریستی با۷۲۰ RPN در رده ریسک‌های سطح بالا و غیر قابل قبول قرار گرفتند. همچنان‌که در بالا نیز گفته شد، زلزله و اقدامات عمدی و تروریستی جزء مخاطراتی است که منشا بیرونی دارد و معمولاًجلوگیری از وقوع آن از عهده انسان خارج است و یگانه راه مقابله با آن را می‌توان اقدامات مدیریتی قبل و بعد از حادثه دانست، اما سایر ریسک‌های با سطح بالا مانند خرابی سیستم EARTHING منشاء داخلی دارد و ناشی از خرابی تجهیزات و خطای انسانی است که به علت عدم آموزش‌های کافی به تکنسین‌های انبار، عدم تعمیرات و بازرسی‌های به موقع و عدم استفاده از تجهیزات مرغوب ایجاد می‌شود و باید اقدامات پیشگیرانه برای کاهش ریسک‌های محیطزیستی ناشی از آن صورت گیرد. خصوصاً با توجه به همجواری انبار نفت با منازل مسکونی، پتانسیل ریسک ناشی از آتش‌سوزی دو چندان است. در قسمت مخازن،۷ ریسک در رده ریسک‌های متوسط قرار گرفت که شامل:

-ریسک لایروبی مخازن به روش سنتی،
-عدم اندازه‌گیری به موقع و دقیق سطح مخازن،
-جوشکاری مخازن در شرایط نا ایمن،
-از بین رفتن SEAL به علت فرسودگی،
-تعمیرات نامناسب روی سقف،
-عدم کارایی یا قطع سیستم earthing و
-رعد و برق است.

در قسمت خطوط انتقال ۳ عامل: برخورد وسیله نقلیه به خط، شکستگی خطوط و عدم رعایت نکات ایمنی هنگام تعمیرات خط و زلزله در رده ریسک‌های متوسط قرار گرفتند و در قسمت سکوهای بارگیری از ۱۰ ریسک شناسایی شده ۷ ریسک در رده ریسک‌های متوسط قرار گرفتند که شامل:

-برخورد نفتکش به سکوها،
-عدم تەکشی با سطل Earthدار،
-استعمال دخانیات و استفاده از موبایل در حین بارگیری،
-عدم رعایت نکات ایمنی هنگام تعمیرات،
-خرابی تجهیزات برق،
-نقص فنی نفت‌کش و
-عدم استفاده از روشنایی مناسب(ضد انفجار) هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ (۸): ریسک محیط‌زیستی آتش‌سوزی در سکوهای بارگیری

ردیف	فعالیت	حالات خرابی بالقوه	علل خرابی بالقوه	آثار خرابی بالقوه	ریسک				عدد اولویت ریسک (RPN)	سطح ریسک
					S	D	O	گستره آلودگی		
۱	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	برخورد نفتکش به سکوها	بی توجهی راننده	ریزش فرآورده ،آتش سوزی و انفجار، آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۹	۶	۲	۲	۲۱۶	M
۲	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	خرابی سیستم Earthing	نقص فنی	آتش‌سوزی و انفجار ،آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۱۰	۶	۳	۳	۵۴۰	H
۳	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	عدم تەکشی با سطل Earth دار	سهل انگاری اپراتور	آتش سوزی و انفجار ،آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۷	۴	۳	۲	۱۶۸	M
۴	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	استعمال دخانیات و استفاده از موبایل در حین بارگیری	عدم رعایت نکات ایمنی		۱۰	۳	۳	۲	۱۸۰	M
۵	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	عدم رعایت نکات ایمنی هنگام تعمیرات	استفاده از تجهیزات نا ایمن		۹	۳	۳	۲	۱۶۲	M
۶	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	خرابی تجهیزات برق	نقص فنی، عدم معاینه فنی بموقع		۷	۲	۳	۳	۱۲۶	M
۷	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	نقص فنی برق نفت کش	خرابی سیستم برق اتومبیل		۹	۶	۳	۲	۳۲۴	M
۸	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	عدم استفاده ازروشنایی مناسب(ضد انفجار)	سهل انگاری اپراتور		۷	۳	۳	۲	۱۲۶	M
۹	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	زلزله	عوامل محیطی	ریزش فرآورده، آتش سوزی، آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۹	۹	۲	۳	۴۸۶	M
۱۰	دریافت و انتقال فرآورده از طریق نفت‌کش	اقدامت تروریستی و عمدی	عدم استفاده از حفاظت‌های فیزیکی	آتش‌سوزی، آلودگی هوا و زیان اقتصادی	۱۰	۹	۲	۴	۷۲۰	H

بر پایهٔ درخت خطای ترسیم شده در بخش مخازن، خرابی-تجهیزات با ۴۱/۶۷٪ به عنوان مهمترین عامل ایجاد ریسک محیط-زیستی و خطای انسانی با ۳۳/۳۳٪ به عنوان دومین عامل ایجاد ریسک شناسایی شد. در بخش خطوط انتقال و سکوهای بارگیری، خطای انسانی با ۴۵/۴۶٪ و ۴۰٪ به عنوان عامل اصلی و خرابی تجهیزات به ترتیب با ۳۶/۳۶٪ و ۲۰٪ به عنوان دومین عامل ریسک شناسایی شد و سایر عوامل به ترتیب در قسمت مخازن، خطوط انتقال و سکوهای بارگیری با ۱۸/۱۸٪، ۴۰٪ و ۲۵٪ در رده بعدی ایجاد ریسک‌های محیط‌زیستی و ایمنی در انبار نفت یزد قرار گرفتند (نمودار شمارهٔ ۵).

پس از شناسایی ریسک‌های محیط پیرامونی و ریسک‌های حاصل از فعالیت‌های انبار نفت، از نرم افزار GIS برای برنامه‌ریزی مدیریت بحران استفاده شد.

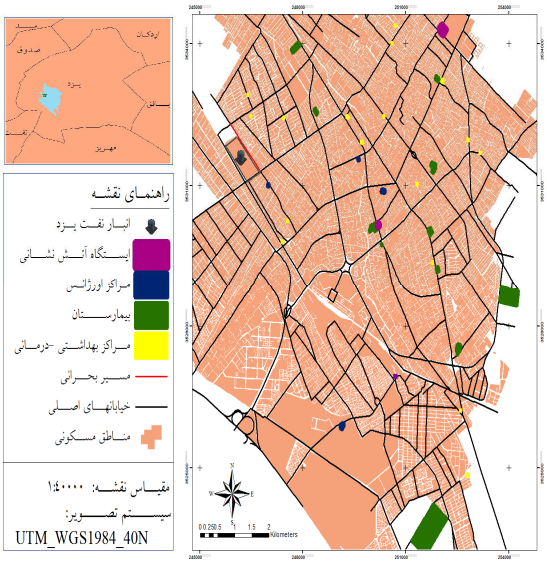
نمودار شمارهٔ (۵) : مقایسه علل ریسک در بخش‌های مختلف انبار نفت یزد

با توجه به این‌که زمان پاسخ و واکنش در وضعیت اضطراری (در موقع ایجاد حادثه) به لحاظ شرایط خاصی که انبار نفت دارد (مجاورت با مناطق مسکونی) بسیار مهم است بنابراین، موقعیت قرارگیری مراکز حساس مانند بیمارستان‌ها، مراکز اورژانس،

Archive of SID

www.SID.ir

آتش‌نشانی نسبت به انبار نفت یزد و راههای دسترسی به آن جهت مدیریت بحران مشخص شد. (نقشه شمارهٔ ۶).



نقشه شمارهٔ (۶): موقعیت مناطق حساس و مهم نسبت به انبار نفت یزد

بحث و نتیجه‌گیری

روشهای متنوعی برای ارزیابی ریسک محیطزیستی وجود دارد از جمله این روشها می‌توان به FMEA، HAZAN، William Fine و غیره اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه‌اند. بنابراین نمی‌توان روشی را با اطمینان رد یا تأییدکرد. این موضوع که روش در صنعت تا چه حد از کارایی برخوردار است به شرایط بسیاری از جمله طراحی، ساختار، نوع فعالیت‌های آن صنعت و شرایط محیط زیستی منطقهٔ مورد مطالعه و دیگر عوامل محیطی بستگی دارد (جوزی، صفاریان،۱۳۹۰). بنابراین در این مطالعه سعی شد با توجه به واحد مورد مطالعه از مزایایی دو تکنیک FMEA و FTA برای شناسایی و ارزیابی ریسک محیط زیستی انبار نفت استفاده شود.

با توجه به نتایج ارزیابی ریسک و تعیین سطوح آن، در مخازن ۱۲ریسک شناسایی شد که خرابی سیستم (LGTG[7]) ، حملات تروریستی و زلزله به عنوان مهمترین علل ریسک آتش‌سوزی شناسایی شدند و در قسمت خطوط انتقال ۵ ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. حملات تروریستی و اقدامات عمدی در رده ریسک‌های غیر قابل قبول قرار گرفت و در قسمت سکوهای بارگیری ۱۰ ریسک شناسایی و ارزیابی شد. خرابی سیستم EARTHING و حملات تروریستی و عمدی در رده ریسک‌های سطح بالا قرار گرفتند. همچنین در قسمت مخازن خرابی تجهیزات مهمترین عامل ایجاد ریسک ارزیابی شد و خطای انسانی و سایر عوامل در رده های بعدی قرار گرفتند. خطای انسانی در سکوهای بارگیری به عنوان عامل اصلی ایجاد ریسک شناسایی شد و خرابی تجهیزات و سایر عوامل در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در قسمت خطوط انتقال، خطای انسانی و سایر عوامل مهمترین عامل و خرابی تجهیزات عامل دوم ایجاد ریسک ارزیابی شد. همچنین با توجه به تجزیه و تحلیل نقشه‌های GIS، در صورت آتش سوزی در انبار نفت بر روی پوشش گیاهی و مناطق تحت مدیریت اداره محیط زیست استان یزد بی تأثیر است. اما با توجه به این‌که مناطق مسکونی در حریم ۳۵ متری قرار گرفتند و با توجه به نامناسب بودن خیابان مجاور انبار نفت همین امر قدرت ریسک را به خصوص در شرایط بحرانی افزایش می‌دهد و از لحاظ قانونی نیز انبار نفت در حریم راه آهن قرار دارد. بعد از شناسایی و کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌ها نیاز به برنامه پاسخ به ریسک است که راههای مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان می‌کند. پیشنهادهای اصلاحی ذیل برگرفته از نتایج این تحقیق با هدف بهبود عملکرد واحد تحت بررسی و کاهش عوامل مسبب بروز ریسک‌های محیط زیستی در انبار نفت یزد ارائه می‌شود. با توجه به این‌که انبار نفت یزد در محدوده شهر و در مجاورت با مناطق مسکونی قرار گرفته است، اهمیت ریسک آتش سوزی به لحاظ شدت مخاطراتی که بر جای می‌گذارد، دو چندان است بنابراین موارد زیر برای پیشگیری و کنترل ریسک آتش‌سوزی لازم و ضروری به نظر می‌رسد:

- تقویت کنترل‌های مهندسی و وسائل ایمن سازی
- استفاده از نشانه‌های ایمنی در مکان‌های با ریسک بالا
- استفاده از دوربین‌های مداربسته مخصوصاً در هنگام فعالیت‌های با ریسک بالا
- استفاده و تقویت سیستم‌های هشدار و اطفای حریق
- استفاده از سنسورهای حرارتی، دودی و شعله ای در قسمت مخازن نصب نشانه‌های هشدار دهنده و برگزاری دوره‌های آموزشی آشنایی با علائم ایمنی.
- استفاده از معیارهای پدافند غیر عامل برای مقابله با اقدامات عمدی و تروریستی بر اساس اصول استتار، اختفاء، پوشش، فریب، مقاوم سازی و اعلام خبر (وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران ،۱۳۸۵).

Archive of SID
www.SID.ir

- بکارگیری اصول پدافند غیرعامل به عنوان راهکاری جهت کاهش خطرپذیری در برابر خطرهای مختلف و افزایش کارایی پس از وقوع خطر است که باید درسطوح مختلف برنامه ریزی منطقه‌ای، شهرسازی و معماری مورد توجه قرارگیرد. تدابیر پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی می‌تواند علاوه برکاهش خسارات تهدیدات انسان ساز برای کاهش خطر پذیری در برابر انواع خطرات طبیعی نیز مفید واقع شود (حاجی ابراهیم زرگر و همکاران،۱۳۸۶).

با توجه به این‌که زلزله از ریسک‌های مهم به شمار می‌رود، بنابراین لحاظ نمودن موارد زیر برای مقابله با خطر زلزله در انبار نفت ضروریست:

۱- طراحی و مقاوم سازی تجهیزات (مخازن و خطوط لوله و سایر تجهیزات مرتبط با صنعت) در برابر زلزله بر حسب انواع سناریوهای شکست، انفجار، ارتعاش، ریزش و پخش فرآورده ... و همچنین جلوگیری از احداث سازه‌ها، بدون بکار بردن ضوابط و استانداردهای زلزله، یک اقدام مناسب در راستای ایمن سازی و کاهش مخاطرات ناشی از زلزله است (مهندسین مشاور ایمن آراء، ۱۳۸۹).

۲-با استفاده از ولوهای جداکننده در قسمت‌های مختلف انبار مانند وروردی و خروجی حصار مخازن و نیز قبل و بعد از پمپ‌ها می‌توان در صورت بروز زمین لرزه از ورود فرآورده به قسمت‌های مختلف انبار به خصوص مخازن جلوگیری کرد.

۳-استفاده از سیستم‌های خودکار حساس نسبت به ارتعاشات بالا در خطوط لوله توصیه می‌شود تا در صورت زلزله جریان فرآورده به صورت اتوماتیک قطع شود.

۴-استفاده از پوشش‌های بیمه‌ای نیز می‌تواند خسارات اقتصادی را تا حدی کم کند.

۵-همچنین با توجه به کم عرض بودن خیابان مجاور انبار و با توجه به مخاطرهای احتمالی در انبار نفت، در راستای بهبود شرایط بیرونی انبار، تعریض خیابان رسالت و همچنین ایجاد درهای اضطراری در سایر قسمت‌های انبار توصیه می‌شود، تا در صورت بروز حادثه بتوان از خیابان‌های اطراف انبار نیز استفاده و بار عبور و مرور خودرورها را به خیابان‌های اطراف منتقل کرد و نیز شرایط مناسب‌تری برای عملیات امداد و نجات ایجاد کرد تا بدین ترتیب حادثه در کوتاهترین زمان مدیریت شود.

به طورکلی بسیار مهم است که پس از وقوع حوادث، مدیران وکارشناسان مربوطه در محل حادثه حاضر و اقدامات لازم را برای جلوگیری از حوادث بعدی انجام دهند و بعد از حصول اطمینان از تحت کنترل درآمدن شرایط در حداقل زمان، گزارشی کتبی راجع به حادثه و علل وقوع آن و همچنین خسارات به بار آمده تهیه نمایند تا اقدامات اصلاحی لازم صورت گیرد. تهیه و تدوین روشهای اجرایی و دستورالعمل‌های معین برای کاهش و به حداقل رسیدن خسارات ناشی از حوادث، بسیار مفید خواهد بود. دستورالعمل‌ها و روشهای اجرایی میتواند شامل برگزاری ادواری دوره‌های تخصصی به کارشناسان و تکنسین‌های انبار نفت، برنامه واکنش در شرایط اضطراری، طرح‌های مقابله با حوادث و برگزاری مانورهای درون سازمانی و برون سازمانی و موارد مشابه باشد. همچنین با تدوین مسئولیت‌ها و اختیارات هر یک از مدیران و کارشناسان مربوط می‌توان حدود وظایف هر یک از آنها را در هنگام وقوع حوادث تعیین کرد تا کنترل حوادث و اقدامات لازم هرچه سریعتر انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه تحت حمایت مالی شرکت ملی پخش فرآورده‌های ایران در منطقه یزد، انجام گرفت که بدینوسیله از آنها تشکر می‌شود.

یادداشت‌ها

1- Fault Tree Analysis(FTA)
2- Envirenmental Failure Mode and Effect Analysis (EFMEA)
3- Severity (S)
4- Occurrence (O)
5- Detection (D)
6- Priorety Risk Number (RPN)
7- Level GuageTemprature Guage (LGTG)

منابع مورد استفاده

بشیری نسب، و همکاران.۱۳۸۸. ارزیابی و مدیریت ریسک‌های HSE در صنایع نفت و گازو پتروشیمی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیر ساخت‌ها، تهران

Archive of SID
www.SID.ir

دبیری، غ. ودایع خیری، ح. ۱۳۸۳. تجزیه‌وتحلیل حلات بالقوهٔ خرابی و آثار آن، مفاهیم و روش پیاده‌سازی آن، چاپ دوم، انتشارات آتنا، تهران.
شرکت ملی پخش فرآورده‌های ایران .۱۳۸۸. دستورالعمل شناسایی و ارزیابی ریسک زیست‌محیطی.

جوزی، ع.۱۳۸۶. ارزیابی و مدیریت ریسک،چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال،تهران.

جوزی،ع. صفاریان،ش.۱۳۹۰. تجزیه وتحلیل ریسک‌های محیطزیستی نیروگاه گازی آبادان با استفاده از روشTOPSIS، محیط شناسی، سال سی وهفـتم، شمارهٔ۵۸ ،ص ۵۳ تا ۶۶.

جعفری، م .قراری، ن.۱۳۸۸. تجزیه‌وتحلیل ریسک تی بی ام به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن، مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس تونل، تهران، ۴۵۶ تا ۴۶۵ ص.

حاجی ابراهیم زرگر، ا. و همکاران.۱۳۸۶. پدافند غیرعامل در معماری راهکاری جهت کاهش خطرپذیری در برابر سوانح، سومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران درحوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران.

مهندسین مشاور ایمن آراء. ۱۳۸۹. مطالعات ارزیابی ریسک زیست محیطی پتروشیمی فیروزآباد.

محمدفام، ا .۱۳۸۷ . استقرار سیستم HSE درصنعت نفت و راهکارهای بهبود آنها،کارگاه و چهارمین همایش ملی بحران‌های زیست محیطی ایران، دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران.۱۳۸۵. دستورالعمل و ضوابط پدافند غیر عامل.

محمد فام، ا.۱۳۸۲. مهندسی ایمنی، چاپ پنجم، انتشارات نشر فن آوران، تهران.

Chang,I., C.H.,Lin .2006. A study of storage tank accident.Jornal of loss prevention in the process industries, Vol.19, PP 51-59.

Elmqvist,J., N.,Tehrani. 2008 .Tool support for incremental Failure Mode and Effects Analysis of component-based systems Design, Conference Automation and Test in Europe Conference and Exhibition (DATE 08) ,Munich, GERMANY,PP1530-1591

Meel,A.,et al. 2007. Oerational risk assessment of chemical industries by Exploiting accident databases. Journal of loss prevention in the process industries, Vol. 20, PP113-127.

Nivolianitou,Z.S., V.N.,Leopoulos, M.,Konstantinidou .2004. Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous system. Jornal of loss prevention in the process industries, Vol. 17, PP467-475.

Shaluf,I., S.,Abdullah .2010. Floating roof storage tank boilover.Jouurnalof loss prevention in the process industries, Vol.xxx, PP1-7

Sovacool,B. 2008. The cost of failure: A Preliminiary of major energy accident, 1907-2007.journal of Energy policy, Vol. 36, PP 1802-1820

Yang,X., S.M. , Mannan .2010. The development and application of dynamic operational risk in oil/gas and chemical procees.Jornal of Reliability Energy and System Safety,Vol.95,PP 806-815.

Archive of SID

www.SID.ir