

ارزیابی ریسک خطرات و حوادث مربوط به اسکله پتروشیمی خارگ با استفاده از تکنیک آنالیز شکست و خطا

جواد جعفری^۱، سیدقاسم بختیاری فرد^۲، بهروز امرایی^۳

b.omaraee@yahoo.com

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل دریایی- دانشگاه آزاد اسلامی خارگ

۲- کارشناس ارشد حمل و نقل دریایی- دانشگاه آزاد اسلامی خارگ

۳- دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی خارگ

چکیده

به طور متوسط در هر ۱۳ روز یک حادثه در صنعت پتروشیمی کشور رخ داده است که متأسفانه برخی از این حوادث با تلفات جانی نیز همراه بوده‌اند. هدف این تحقیق، شناسایی و رتبه بندی ریسک‌ها و عوامل حادثه ساز در اسکله پتروشیمی خارگ می‌باشد. تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است که با استفاده از مطالعات تحقیقات معتبر داخلی و خارجی، این ریسک‌ها شناسایی شدند. سپس از طریق پرسشنامه‌های پر شده توسط ۵۰ نفر از کارشناسان HSE، مسئول اسکله، معاون عملیاتی پتروشیمی خارگ و کاپیتان یکی از شناورهای صدمه دیده در این اسکله و با استفاده از مدل آنالیز شکست و خطا، ریسک‌ها از ۴ بعد احتمال وقوع، شدت خطر، احتمال کشف شدن و عدد اولویت ریسک مورد بررسی قرار گرفتند. روایی پرسشنامه از نوع صوری-محتوایی و پایایی آن با توجه به مقدار آلفای کرونباخ (۰/۸۱۲) تایید شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که خطرات تماس با تابلو و ادوات برق دار تک فاز و سه فاز، مهمترین ریسک‌های فراروی این اسکله می‌باشند.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، پتروشیمی خارگ، تکنیک آنالیز شکست و خطا

تاریخ دریافت مقاله : ۹۶/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله : ۹۶/۱۲/۰۲

۱- مقدمه

صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از اساسی ترین و مهمترین صنایع موجود در جهان به شمار می آید که از آن به عنوان صنعت مادر یاد می شود. ایران به دلیل در اختیار داشتن منابع عظیم نفت و گاز و قرار گرفتن در شاهراه انرژی جهان می تواند نقش موثری در عرصه پتروشیمی به عهده گیرد. همچنین با توجه به ارتباط بالا دست و پایین دست این صنعت با دیگر صنایع، گسترش ظرفیت های آن امکان اثرگذاری مثبت بر رشد و توسعه اقتصادی کشور را نیز سبب می شود [۱].

بررسی حوادث رخ داده در این صنعت از ابتدای سال جاری تاکنون (۱۴۰۰ روز ابتدایی سال ۹۵)، از بروز ۱۱ حادثه در این صنعت حکایت دارد. در واقع به طور متوسط در هر ۱۳ روز یک حادثه در صنعت پتروشیمی کشور رخ داده است که متأسفانه برخی از این حوادث با تلفات جانی نیز همراه بوده اند. نگاهی به حوادث صنعت پتروشیمی نشان می دهد که از ۱۱ حادثه در طول سال جاری، ۵ حادثه با تلفات جانی همراه بوده است [۲].

این حوادث باعث شده است تا بحث ها حول محور مهندسی ایمنی و محیط زیست در کشور شکلی تازه به خود بگیرد. با بررسی و مقایسه مدیریت ریسک، مدیریت ایمنی و مدیریت بحران مشخص گردید که مدیریت ریسک از اجزای اصلی و مهم مدیریت ایمنی و بحران می باشد که مراحل شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک را در بر می گیرد. به عبارت دیگر مراحل شناسایی خطر و برنامه ریزی به عنوان مهم ترین اجزای مدیریت ایمنی و بحران بوده که تماماً در مدیریت ریسک مشاهده می شود. در نتیجه جهت برخورد ساختاریافته با خطرات و حوادث ناشی از آن لازم است که مدیریت ریسک، مدیریت ایمنی و مدیریت بحران در کنار یکدیگر در سازمان استفاده شود.

برای شناسایی ریسک ها روش های مختلفی پیشنهاد می شود. مطالعه تجزیه و تحلیل خطرات بالقوه و اثرات آن به روش سیستماتیک که متکی بر قانون (پیشگیری قبل از وقوع) باشد، گامی موثر در مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست^۱ جهت حفظ و صیانت نیروی انسانی و کاهش حوادث ناشی از کار می باشد [۳].

ایمنی به عنوان یک موضوع پراهمیت در اغلب عملیات دریایی در نظر گرفته می شود. مدیران ارشد به منظور نیل به مدیریت ایمنی، نیازمند اطلاعات مربوطه در فرآیند تصمیم گیری می باشند. جهت شناسایی مشکلات، برنامه ریزی اقدامات لازم، اعلام دستورات و اجرای آنها، اطلاعات کافی مورد نیاز است. سلسله حوادث در صنایع پتروشیمی کشور در مدت زمانی کوتاه ادامه پیدا کرده تا این حوادث تبدیل به چالشی بزرگ برای وزارت نفت شده است [۴]. بیشتر حجم صادرات نفت و پتروشیمی ایران از پایانه های جزیره خارگ انجام می گیرد. وقوع سوانح در پتروشیمی خارگ علاوه بر اختلال در فعالیت های این اسکله و پایانه، خسارات مالی و جانی بر حسن شهرت کشورمان در زمینه ایمنی و صادرات مواد پتروشیمی نیز خدشه وارد می کند.

این تحقیق به دنبال بررسی سوانح رخ داده شده طی چند سال اخیر در پتروشیمی خارگ و عملیات مواد پتروشیمی در اسکله این پایانه می پردازد تا با شناسایی حوادث پرتکرار، علل و اثرات این سوانح و رتبه بندی آنها در جهت جلوگیری از این حوادث اقدام شود.

۲- صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در بیشتر بخش ها با پردازش هیدروکربن ها سر و کار دارند که تمام آنها قابل اشتعال هستند و طبق شرایط بخصوصی قابلیت انفجار را نیز دارند و همچنین ترکیبات سمی نظیر سولفید هیدروژن و بنزن نیز اغلب در این صنعت وجود دارند [۳].

معمولاً نفت، گاز و پتروشیمی به موارد ذیل طبقه بندی می گردند [۱]:

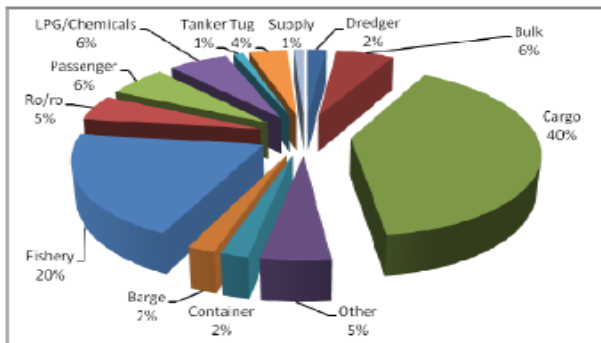
-اکتشاف: هم در مناطق ساحلی هم فراساحلی با صرف هزینه های سنگین و تجهیزات و ماشین آلات صورت می گیرد.

-تولید: تولید نفت خام معمولاً نزدیک به تأسیسات سرچاهی انجام می گیرد و منظور جداسازی گاز از نفت خام است.

-حمل و نقل: بیشترین بخش صنعت مربوط به حمل و نقل تولید به مناطق ذخیره سازی است که توسط خطوط لوله انجام می گیرد.

-ذخیره سازی نفت خام: ذخیره سازی نفت خام و فرآورده هایش امری ضروری است که خسارت یک مخزن

^۱ HSE



شکل (۱) دسته بندی سوانح کشتی ها براساس نوع کشتی ها [۶]

با توجه به شکل ۱ مشاهده می شود که ۴۰ درصد سوانح به کشتی های باری و ۶ درصد به کشتی های حامل مواد شیمیایی و پتروشیمی اختصاص دارد.

فعالیت های صناعی چون پتروشیمی به دلایل سر و کار داشتن مستمر با مواد آتش زا و قابل اشتعال و گاهاً سمی از یک سو و کار در شرایط سخت و خطرآفرین از سوی دیگر باید همواره تحت یک الگوی کارآمد و استاندارد ایمنی و بهداشت کاری باشد.

۲-۱ ایمنی

در فرهنگ لغات اصطلاح ایمنی به معنی امنیت، آسایش، سلامتی و... آمده است و از نظر تعریف عبارتست از میزان یا درجه فرار از خطر. ایمنی کامل یعنی مصونیت در برابر هر نوع آسیب، جراحت و نابودی که با توجه به تغییرپذیری ذاتی انسان و غیرقابل پیش بینی بودن کامل اعمال و رفتار او و همچنین علل دیگر بنظر می رسد که هیچگاه ایمنی صد در صد حتی برای یک دوره کوتاه مدت نیز وجود نداشته باشد. به همین علت کارشناسان امر معمولاً بجای کلمه ایمنی از اصطلاحاتی نظیر پیشرفت ایمنی، ارتقاء ایمنی و ایمن تر و غیره استفاده می کنند [۷].

سوانح معمولاً فقط با یک علت ساده اتفاق نمی افتند. بسیاری از حوادث شامل عوامل چندجانبه و به هم پیوسته از قبیل نادیده گرفتن دستورالعمل ها، نقص فنی تجهیزات، خطاها و یا تغییرات پیش بینی نشده می باشند. هر یک از این شرایط میتواند زمینه ساز یک سانحه باشد؛ فقط زمان حادثه و شدت عواقب آن مشخص نیست. به منظور انجام تحقیقات کامل پیرامون حوادث، عوامل درگیر در حوادث و ابزارهای جلوگیری از آن باید به طور کامل شناخته شوند. مدیریت این عوامل میتواند از طریق تشخیص و اجرای

با ظرفیت ۱ میلیون بشکه بالغ بر ۲۵ میلیون دلار می باشد.

-پردازش نفت خام: در طبقه بندی ریسک در بخش انرژی، بزرگترین خسارتها در این بخش قرار می گیرند. حاصل پردازش و پالایش گازوئیلی ترکیبات نامطلوبی چون سولفید و فلزات سنگین، گازهای مایع قابل اشتعال هستند.

-ذخیره سازی محصول: گازهای مایع همانند گاز طبیعی مایع شده^۱ و ال پی جی^۲ در فشار اتمسفر یک در مخازن سقف شناور و سقف مخروطی ذخیره می گردند که در صورت اشتعال خسارات جبران ناپذیری ایجاد می کنند.

-توزیع: توزیع و پخش توسط خطوط لوله، جاده و تانکر ریلی و یا توسط دریا انجام می گیرد.

امروزه با پیشرفت صنعت و تکنولوژی، بیش از ۵۰ درصد از حمل و نقل فرآورده های مایع و گازی توسط راه های آبی صورت می گیرد. منطقه استراتژیک خاورمیانه در تولید انرژی جهان سهم بسزایی دارد و بخش عمده ای از منابع نفت و ۳۸ درصد منابع گاز جهان را تولید می کند. با وجود بیش از ۱۲۵ سکوی نفتی فعال در منطقه، ۷۰ هزار میلیارد متر مکعب ذخایر گازی، ذخایر نفت منطقه تقریباً ۷۴۰ هزار میلیون بشکه، ۱۷ میلیون بشکه در روز تولید روزانه نفت در منطقه و صادرات بیش از ۱۴ میلیون بشکه در روز از طریق دریا، میزان صادرات مواد شیمیایی مایع و گازی کشور با حجمی معادل ۱۰ هزار میلیون در سال، پیش بینی می شود که حجم صادرات این مواد تا سال ۲۰۱۸ میلادی به میزانی معادل ۲۴ هزار میلیون خواهد رسید و جابجایی کالا بین بنادر حاشیه خلیج فارس به کشورهای حاشیه دریای خزر، باعث افزایش تردد شناورها و به تبع آن افزایش آلودگی های نفتی و شیمیایی می گردد [۵].

^۱ LNG
^۲ LPG

- کمبود یا نبود وسایل مکانیکی مناسب جهت جابجایی و حمل بار
- سروصدا و ارتعاش ناشی از لوازم و دستگاههای مختلف
- تهویه نامناسب در اماکن سرپوشیده و آلودگی هوای فضای عمومی بندر
- نبود یا کمبود امکانات رفاهی و بهداشتی
- کار در فضاهای کوچک و محدود و ابزار کار نامناسب
- تابش اشعه مستقیم خورشید، گرما، رطوبت و شرایط جوی نامساعد
- کمبود نور در اماکن و محوطه ها هنگام شب و خیرگی ناشی از ورود از محیط ساختمان به محوطه ها در هنگام روز (این مشکل در محیط بندر بدلیل انعکاس نور از سطح آب بسیار بارز میباشد)
- اختلالات و دردهای ستون مهره ها با ۵۰ درصد فراوانی

- بیماری های ریوی ناشی از استنشاق ذرات گردوغبار و مواد شیمیایی سمی بخصوص آزیست است که هنوز در خیلی از کشورها یک معضل اساسی است و از میان کارگران باراندازها قربانی می گیرد.
- سوختگی پوست در تماس با محموله های شیمیایی، خطرناک ناشی از محموله های مواد رادیو اکتیو، بیماریهای عفونی ناشی از محصولات دامی نظیر پشم، پوست و غیره.

۲-۳ استراتژی مدیریت ریسک در صنایع پتروشیمی

کارخانجات و ماشین آلات پتروشیمی نفت و گاز در گروه اموال صنعتی قرار می گیرند. برای پیشگیری از خسارت بیمه‌ای، بیمه‌گران به جنبه های سخت افزاری از سیستم‌های کاهش آتش سوزی همچون پمپ های آب و آبپاش ها توجه می کنند. ارزیابی در زمینه آتش سوزی بر مبنای محاسبات حداکثر خسارت ممکن می باشد. ارزیابی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های پتروشیمی را به دو مورد تقسیم می کنند [۹]:

- ارزیابی تأسیسات، ماشین آلات ساحلی
- از مهمترین ماشین آلات ساحلی می توان دو مورد زیر را تعریف کرد:
- چکش های هیدرولیک

عوامل کنترلی صحیح در جلوگیری یا تعدیل حوادث مؤثر باشد. عوامل کنترلی نظیر قوانین و مقررات، روبه‌ها، آموزش و غیره در جلوگیری از خطاها یا قصور که منجر به ایجاد حادثه میشوند مؤثرند و عوامل بازدارنده نظیر وجود برنامه ریزی های مدون جهت جلوگیری و برخورد با اتفاقات بر روی کشتی میتواند به تعدیل عواقب ناشی از خطاهای بالقوه کمک نمایند. حوادث زمانی اتفاق می افتند که یک یا چند عامل پیشگیری کننده در یک سیستم (شامل روش ها، استانداردها و الزامات که برای کنترل و حفاظت کارهای پرسنل در نظر گرفته شده‌اند) نتوانند به صورت صحیح عمل نمایند [۳]. عوامل بازدارنده ممکن است وجود نداشته باشند یا مورد استفاده قرار نگیرند یا به اندازه کافی توسعه نیافته باشند. ضمن اینکه عملکرد شخصی و عوامل زیست محیطی ممکن است تاثیر عوامل بازدارنده را کاهش دهند.

۲-۲ خطرات موجود در فعالیت های بنادر

در هر محیط بندر مخاطرات مختلفی وجود دارد که دو نوع آسیب ایجاد می نمایند: حوادث و بیماری ها.

❖ حوادث

مهمترین مخاطراتی که در بندرها منجر به بروز حوادث عمده میشود، عبارتند از [۸]:

- برخورد با وسایل حمل و نقل از قبیل جرثقیل ها، لیفتراک ها، واگن ها و غیره.
- وقوع آتش سوزی
- سقوط افراد از ارتفاع (بالای بار، جرثقیل ها، عرشه کشتی ها و ..)
- سقوط بار بر روی افراد
- مسمومیت حاد ناشی از تماس با محموله های حاوی مواد سمی
- نزاع های جمعی و درگیری های فردی بین گروه های کاری مختلف با قومیت ها و حتی ملیت های گوناگون در بندر

❖ بیماریها

مهمترین مخاطراتی که میتوانند منجر به بیماری و حتی بروز حادثه گردند عبارتند از [۸]:

آن می‌توان در مورد روش‌های مقابله با ریسک به راحتی تصمیم گرفت.

۳. انتخاب و به اجرا گذاشتن بهترین روش یا ترکیبی از روش‌های مناسب برای مقابله با ریسک‌های ارزیابی شده: اقداماتی که در این زمینه انجام می‌دهیم تحت دو عنوان کلی بیان می‌شود:

الف) کنترل ریسک یعنی اجتناب، جلوگیری از بروز خسارات، کاهش ریسک و خسارت. هدف کنترل ریسک به حداقل رسانیدن خساراتی است که در صورت وقوع، بازسازی آنها مستلزم منابع مالی سازمان است.

ب) تأمین مالی ریسک: اقداماتی که سازمان برای جبران خسارت انجام می‌دهد مانند پذیرش خسارت، بیمه‌گری و انتقال ریسک به شرکتهای بیمه است.

۴. پیگیری نتایج حاصل از مرحله قبل به منظور ایجاد هماهنگی و اعمال کنترل بیشتر در مدیریت ریسک.

در طول ۲۵ سال گذشته، مصوبات و ابلاغیه‌های متعددی در صنعت نفت کشور اعم از صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش و پخش برای لزوم افزایش سطح ایمنی کار و پیاده سازی اصول HSE مبتنی بر استانداردهای روز جاری شد اما بررسی حوادث در صنعت پتروشیمی نشان می‌دهد این صنعت نتوانسته سطح ایمنی کار را به استانداردهای روز نزدیک کند. در ۱۱۰ روز ابتدایی سال ۹۵، ۷ حادثه در صنعت پتروشیمی کشور رخ داده است که این حوادث را در جدول ۱ مرور می‌کنیم [۱۱]

جدول ۱: سوانح صنعت پتروشیمی کشور در سال ۱۳۹۵ [۱۱]

ردیف	محل وقوع	نوع حادثه	نوع خسارت
۱	بوعلی سینا	آتش سوزی	مالی
۲	شهیدتندگوبان	آتش سوزی	مالی
۳	مارون	سقوط	جانی
۴	ایلام	سقوط	جانی
۵	ایلام	سقوط	جانی
۶	انبارپتروشیمی جاده قم	آتش سوزی	مالی
۷	بندر امام	سقوط	جانی

فصل مشترک این حوادث در صنعت پتروشیمی، رعایت نکردن اصول و الزامات ایمنی از سوی شرکت‌ها و مجتمع‌ها بود.

۳- پیشینه تحقیق

این دستگاه‌ها به صورت الکترونیک کنترل می‌شوند و مناسب برای پابلایهای فلزی روی و زیر آب می‌باشند. این چکش‌ها طبق استانداردهای بین‌المللی پایل کوبی عمل می‌کنند. سیستم کنترل این دستگاه به صورت کامپیوتری انجام می‌گیرد و گزارشات خروجی از پارامترهای پایل کوبی را ارائه می‌دهد. این چکشها در ظرفیتهای ۹۰ و ۲۸۰ و ۵۰۰ کیلوژول موجود است.

- وینچ خطی

این وینچ هیدرولیک به صورت ممتد و خطی عملیلت کشش لوله از دریا به خشکی را انجام می‌دهد که توسط جکهای هیدرولیک کشش لوله صورت می‌گیرد. ظرفیت این وینچ ۲۵۰ تن می‌باشد.

• ارزیابی تأسیسات و ماشین‌الات فراساحلی

از مهمترین این تأسیسات می‌توان به سکو و دکل اشاره کرد.

برای ارزیابی ریسک‌های پتروشیمی از ۳ شاخص: سخت افزار (ماشین‌آلات)، نرم‌افزار، سیستم‌های محافظت و ایمنی استفاده می‌کنند. در تأسیسات نفت و گاز (فراساحلی، ساحلی) باید از ماشین‌الات و تجهیزات ایمنی و قابل اعتماد استفاده شود. بنابراین ضرورت بکارگیری مدیریت ریسک در این صنعت اجتناب‌ناپذیر است و که به واسطه این نوع مدیریت می‌توان سطح ایمنی و محافظت را افزایش داد که این سطح ایمنی یک معیار مهمی برای پذیرفتن ریسک است. برای مثال در مورد ریسک ذخیره LPG با تدارک سوپاپ‌های ایمنی روی خط لوله، بازرسی دوره‌ای، آزمایش خط لوله و نصب حس‌گرهای نشت LPG و سیستم‌های ضد حریق می‌توان سطح ایمنی را افزایش داد [۱۰].

۲-۳-۱ مراحل مدیریت ریسک در صنایع پتروشیمی
فیلی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود ۴ مرحله برای مدیریت ریسک در صنایع پتروشیمی تعریف کردند که عبارتند از:

۱. شناسایی ریسک‌ها: شناسایی کامل خطرات و خساراتی که بصورت بالقوه سازمان را تهدید می‌کند.
۲. تجزیه و تحلیل ریسک‌های شناسایی شده (ارزیابی): باید اطلاعاتی درمورد خساراتی که سازمان داشته کسب کرده و سپس اهمیت آنها را از شدت و تواتر تعیین کنیم که در این مرحله اولویتهایی تعیین می‌شود که براساس

برای سطوح ریسک بالا و متوسط اقدامات اصلاحی و کنترلی تعریف گردید.

Vairo و همکاران (۲۰۱۵) ریسک ترافیک دریایی شامل ایمنی حمل و نقل، کارایی کشتیرانی و جلوگیری از زیان است. وقوع سوانح باعث تلفات مالی و جانی و آلودگی محیط زیست می شود.

Goerlandt و Montewka (۲۰۱۵) در تحقیق خود به آنالیز ریسک حمل و نقل دریایی پرداختند. در تحقیق خود انواع روش‌های ارزیابی ریسک از جمله FMEA را مورد بررسی قرار دادند. مهمترین خطر از نظر تکرار، تصادم بین کشتی‌ها با یکدیگر و از نظر شدت وقوع، انفجار است.

Achebe و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی خرابی‌های لوله‌های حمل انتقال مواد پتروشیمی، نفت و گاز نیجریه با استفاده از اطلاعات بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ پرداختند. یافته‌های آنان نشان می‌دهد که عمر مفید لوله‌های حمل بطور استاندارد ۳۳ سال است و بیشترین خرابی‌های لوله به دلایل مشکلات فنی (۴۲٪) و خوردگی (۱۸٪) می باشد.

Zaman و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از مدل فازی FMEA به ارزیابی ریسک تصادم کشتی‌ها در تنگه مالاکا پرداختند. تنگه مالاکا با طول ۱۱۲۰ کیلومتر، بزرگترین تنگه جهان می باشد که جزء محیط‌های خطرناک برای ناوبری می باشد. ریسک‌های موثر در تصادم کشتی‌ها بر سه اساس احتمال وقوع، کشف شدن و شدت دسته بندی و سپس با استفاده از فازی رتبه بندی شدند.

۴- روش تحقیق

با توجه اهداف این تحقیق، این تحقیق از نوع کاربردی است. از بعد روش شناسی، این تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است. در بخش توصیفی از تحقیقات معتبر داخلی و بین‌المللی استفاده شد. سپس در بخش پیمایشی پرسشنامه تحقیق استفاده شد. طیف مورد استفاده پرسشنامه با توجه به ساختار مدل FMEA، ۱۰ گزینه‌ای بود. روایی تحقیق از دو طریق صوری (استفاده از نظرات اساتید دانشگاهی) و محتوایی (نظرات ۵ نفر از کارشناسان HSE صنایع پتروشیمی مستقر در استان بوشهر) مورد تایید قرار گرفت. برای بخش روایی پرسشنامه از آزمون

قادری و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله خود، وضعیت ایمنی اسکله نفتی شماره یک منطقه بوشهر (تحت کنترل شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی) با هدف شناسایی و ارزیابی خطرات، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن، مورد بررسی قرار گرفت. در طی فرآیند پهلویی و تخلیه فرآورده های نفتی از کشتی، ۱۵ مورد فعالیت و خطر، شناسایی و ارزیابی گردیدند و درجه ریسک آنها بدست آمد، با توجه به اینکه همه اعداد بدست آمده بر اساس خطی مشی زیست محیطی شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، زیر عدد ۹۰ می باشند، کلیه فعالیت ها و ریسک ها قابل قبول می باشند ولی نباید رها شده و باید تحت کنترل قرار گیرند و همچنین نتایج نشان می دهند که در روش FMEA، پیامدهای ناشی از تخلیه فرآورده های نفتی و پاره گی لوله، بالاترین سطح ریسک را دارند که البته از نوع ریسک قابل قبول می باشند و پیامدهای دیگر دارای اولویت ریسک پایین تری قرار دارند. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۵) یکی از مهمترین شاخص ها از نظر مشتریان بندری و دریایی افزایش ضریب ایمنی بوده و این شاخص در محوطه های بندر مستلزم مدیریت ریسک، شناسایی، ارزیابی، اولویت بندی مخاطرات و تدوین برنامه کنترلی است. بدون شک دستیابی به ضریب ایمنی در بندر و محل های تخلیه و بارگیری باعث کاهش هزینه های مستقیم و غیرمستقیم و بالا بردن ایمنی جان افراد، کاهش زمان تخلیه و بارگیری، افزایش بهره وری، افزایش کیفیت ارائه خدمات و رونق بیشتر ترانشیب و ترانزیت کالا خواهد شد. در این تحقیق از روش FMEA استفاده شد.

زیبری و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک زیست محیطی بندر دیر به روش FMEA انجام دادند. پس از شناسایی فعالیت ها و خطرات از طریق بازدیدهای میدانی، مصاحبه با مدیران دولتی و خصوصی و ناخدایان و صیادان منطقه و در نهایت مطالعه اطلاعات پایه مربوط به منطقه، ۸۷ ریسک محیط زیستی مورد شناسایی قرار گرفت. عدد اولویت ریسک از حاصل ضرب سه مشخصه شدت در احتمال وقوع در امکان یا کشف خطر محاسبه شد که ۵۵ درصد از جنبه ها در سطح ریسک پائین، ۸ درصد از جنبه‌ها در سطح ریسک متوسط و ۳۷ درصد از جنبه ها در سطح ریسک بالا قرار گرفتند.

مدیر اسکله پتروشیمی خارگ
معاون عملیات اسکله پتروشیمی خارگ

۳-۴ مراحل اجرای FMEA

گام‌های اجرای FMEA در این تحقیق به شرح زیر بوده است:

مرحله اول. مرور فرآیند عملیات تخلیه و بارگیری پتروشیمی

مرحله دوم. برگزاری جلسه گروه FMEA برای تعیین حالات شکست

مرحله سوم. فهرست کردن آثار شکست بالقوه

مرحله چهارم. تعیین درجه شدت هر یک از اثرات حالات شکست

مرحله پنجم. تعیین درجه احتمال وقوع برای هر یک از حالات شکست

مرحله ششم. تعیین درجه تشخیص برای هر یک از حالات شکست بالقوه و یا اثر آن

مرحله هفتم. محاسبه عدد اولویت ریسک برای هر حالت شکست

مرحله هشتم. تشخیص اولویت‌های الگوهای حالات شکست برای اخذ اقدامات کنترلی

مرحله نهم. اتخاذ اقدامات کنترلی لازم برای حذف یا کاهش اثرات حالات شکست بالقوه دارای خطرپذیری بالا

۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات

عملیات پتروشیمی اسکله خارگ در هنگام عملیات تخلیه و بارگیری در برگیرنده خطرات بالقوه‌ای می‌باشند که این خطرات از طریق بررسی پیشینه، مشاهده، مصاحبات رو در رو، تماس‌های تلفنی با متخصصان، کارشناسان و افراد مجرب، خطرات بالقوه که پتانسیل ایجاد خسارت و آسیب را دارند شناسایی شده‌اند (مجموعاً ۱۲ خطر بالقوه).

پس از شناسایی خطرات بالقوه، علل و اثرات آن‌ها و همچنین اقدامات کنترلی جاری در عملیات تخلیه و بارگیری پتروشیمی اسکله خارگ، این اطلاعات در جدول ۲ ثبت شده است.

نتایج نهایی حاصل از اجرای تکنیک FMEA در ارزیابی ریسک عملیات تخلیه و بارگیری پتروشیمی اسکله خارگ در جدول ۳ بیان شده اند.

آلفای کروناخ استفاده شد که مقدار ۰/۸۱۲ این آزمون نشاندهنده روایی مناسب پرسشنامه بوده است.

در این تحقیق، اسکله خارگ متغیر مستقل و ایمنی اسکله پتروشیمی خارگ متغیر وابسته می‌باشند.

در این تحقیق، کارشناسان HSE، مسئولین اسکله‌ها، معاون عملیاتی اسکله های پتروشیمی استان بوشهر و کاپیتان های شناورهای صدمه دیده در این اسکله ها می باشند. حجم این گروه ۵۰ نفر برآورد شده است. با توجه به حجم پایین جامعه، کل جامعه به عنوان نمونه در نظر گرفته شد (روش نمونه گیری به صورت سرشماری بوده است).

۴-۱ مدل تحقیق

در این پژوهش از تکنیک FMEA استفاده شده است. FMEA یک ابزار نظام یافته بر پایه کار تیمی است که در تعریف، شناسایی، ارزیابی، پیشگیری، حذف یا کنترل حالات، علل و اثرات خطاهای بالقوه در یک سیستم، فرآیند، طرح یا خدمت بکارگرفته می شود. به بیان دیگر یک روش تحلیلی در ارزیابی ریسک است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و امتیازدهی کند [۱۲]. تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از آن روشی است که سه هدف زیر را دنبال می کند:

۱. جلوگیری از رخداد خطا
۲. کمک در ایجاد و توسعه یک محصول، فرآیند یا خدمتی جدید
۳. ثبت پارامترها و شاخص ها در طراحی و توسعه، فرآیند یا خدمت

۴-۲ گروه FMEA

پس از جمع‌آوری کلی اطلاعات و داده ها برای دسته‌بندی فعالیت‌ها و ایجاد جدول FMEA و تخصیص رتبه به شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف، گروه FMEA تشکیل شد. با بررسی های به عمل آمده از اطلاعات موجود تعداد ۵ نفر به‌عنوان اعضای گروه FMEA انتخاب شدند که متشکل از:

دو نفر از کارشناسان بخش HSE پتروشیمی
یک نفر از کاپیتان کشتی های متردد به پتروشیمی خارگ

آموزش‌های عملی متناسب با وظیفه‌شان و نیز آموزش مستمر آن‌ها توصیه می‌گردد تا بدین وسیله راندمان کاری نیروهای عملیاتی و نیز پتروشیمی خارگ بهبود یابد. از طرفی دیگر باید محیط کاری مناسبی برای نیروهای عملیاتی و کارکنان پایانه تهیه شود و استرس‌های شغلی را در آنان کاهش دهیم تا تعالی شغلی و زندگی آنان تسریع یابد.

• تجهیزات

بررسی‌های محقق نشان داد که تجهیزات فعلی پایانه دچار فرسودگی و استهلاک زیادی می‌باشد لذا توصیه می‌گردد تجهیزات جدید جایگزین آن‌ها گردند. از طرفی دیگر با توجه به هزینه بالای تجهیزات بنابراین لازمست پایانه از سیستم نگهداری مناسبی برخوردار گردد تا بدین وسیله از سرمایه گذاری مجدد بر روی تجهیزات جلوگیری نموده و باعث صرفه جویی اقتصادی گردد.

• اسکله‌های تخلیه و بارگیری پتروشیمی

خارگ

در این بخش، مشکل اساسی فرسودگی بالا و در نتیجه کاهش استحکام سازه‌ها می‌باشد. لذا ایمن‌سازی سازه‌ها و تعویض تخته‌های راهرو در بهبود وضعیت فعلی اسکله‌ها و ایمن‌سازی عملیات تخلیه و بارگیری نقش فراوانی خواهد داشت.

• ایمنی

ایمنی هم برای بندر و هم برای کشتی‌ها و صاحبان آنان از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای بهبود ایمنی پایانه توصیه می‌گردد نصب حفاظ فیزیکی در پایانه عملیاتی بندر و نیز استفاده از پوشش‌های حفاظتی مناسب که سبب کاهش ریسک صدمه و مرگ و میر نیروهای عملیاتی می‌شود.

در پایان آنچه که رعایت آن در همه موارد بالا الزامیست، **کنترل و بازرسی‌های دوره‌ای و منظم** بر روی تمامی موارد فوق الذکر می‌باشد. بنابراین پایانه عملیاتی باید از دستورالعمل مدون و کارایی برخوردار گردد تا بواسطه آن از بروز خطرات بالقوه و احتمالی جلوگیری شود.

منابع

[۱] افضل‌ی بهبهانی، نگار، احمدی، آفرین، افضل‌ی بهبهانی، نازنین، "بررسی ریسک‌های زیست‌محیطی ناشی از عملیات

پس از بررسی پاسخ‌های تیم FMEA و تجزیه و تحلیل آن‌ها، نتایج حاصل از FMEA به دو صورت زیر مورد تحلیل قرار می‌گیرند:

- اولویت بندی خطرات بالقوه شناسایی شده بر اساس هر یک از عوامل مؤثر بر RPN بطور مجزا
 - تصمیم‌گیری به کمک امتیازدهی RPN ها
- از آن جایی که RPN به تنهایی نمی‌تواند خطرات خیلی مهم را اولویت‌بندی کند باید علاوه بر RPN خطرات را از لحاظ شدت و احتمال وقوع نیز بررسی بکنیم تا بتوانیم مهم‌ترین خطرات را اولویت بندی کنیم و برای جلوگیری از بوقوع پیوستن آن‌ها برنامه‌ریزی انجام دهیم. در این تحقیق، از هر دو راهکار استفاده خواهد شد ابتدا خطرات را براساس احتمال وقوع و شدت و احتمال کشف و در راهکار دوم از طریق RPN را مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

از نظر تیم FMEA، خطرات بالقوه سقوط لوله‌های انعطاف پذیر در زمان باز و بسته کردن آنان، سقوط از ارتفاع، انفجار مخازن ذخیره گوگرد مذاب و انتشار گاز از بالای ذخیره گوگرد مذاب بیشترین رتبه شدت وقوع، خطرات بالقوه کمبود روشنایی، سقوط افراد در دریا، انتشار مواد قابل اشتعال و انفجار، تماس با کندانس داغ و انفجار مخازن ذخیره گوگرد مذاب بیشترین رتبه احتمال وقوع و خطرات بالقوه تماس با تابلو و ادوات برق‌دار سه فاز، کمبود روشنایی، انتشار گاز از بالای ذخیره گوگرد مذاب، برخورد کشتی به اسکله هنگام پهلوگیری یا جداسازی، تماس با تابلو و ادوات برق‌دار تک فاز و برخورد یدک‌کش‌ها به تاسیسات و خطوط اسکله‌ها بیشترین رتبه احتمال کشف شدن را به خود اختصاص داده‌اند.

از نظر تیم FMEA، خطرات تماس با تابلو و ادوات برق‌دار تک فاز و سه فاز، بیشترین رتبه RPN را به خود اختصاص داده است. بعد از آن خطر انتشار گاز از بالای ذخیره گوگرد مذاب در اولویت قرار گرفتند.

برای کاهش ریسک‌های اسکله پتروشیمی خارگ راهکارهای زیر با استفاده از نتایج تحقیق ارائه می‌شود:

• کارکنان

با توجه به اینکه عملیات تخلیه و بارگیری توسط کارکنان و نیروهای عملیاتی صورت می‌گیرد لذا استفاده از

دومین کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، ۱۳۹۵.

[12] American Bureau of Shipping, "Risk Assessment Applications for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries", Incorporated by Act of Legislature of the State of New York, PP 9, 2000.

[13] Hassan, A, Siadat, A, Dantan, J, Martin, P, "Conceptual Process Planning—an Improvement Approach Using QFD, FMEA, and ABC Methods", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 26(4), 392-401, 2010.

[14] Kangavari, M. Salimi, S, "an application of failure mode and effect analysis (FMEA) to assess risks in petrochemical industry in Iran" Iranian Journal of Health, Safety & Environment, Vol.2, No.2, pp.257-263, 2015

[15] Vairo, L, Haris, C, Molian, J, "Development of FMEA as Effective Tool for Risks Assessment in the Container Terminals", World of Sciences Journal, 1(1), pp. 26-32, 2015

[16] Goerlandt, M, Montewka, S, "A new tool for risk analysis and assessment in maritime transportation", Alexandria Engineering Journal, 55, 2919–2931, 2015.

[17] Achebe, K, John, I, Rodrigue, D, "FMEA and PMBOK Applied to Project Risk Management", Journal of Information Systems and Technology Management, 5(2), 347-364, 2014.

[18] Zaman, A, Olpin, F, Fransic, W, "Risk Analysis of Malaka Strait by FMEA Methods", Journal of Hazardous Materials, 151, PP 221–231, 2014.

حفاری در اکوسیستم‌های دریایی براساس تعیین مهمترین شاخص‌های آلودگی با استفاده از روش FMEA"، نخستین همایش بین‌المللی جامع محیط زیست، تهران، مرکز همایش‌های توسعه ایران، ۱۳۹۳

[۲] ایران اکونومیست، "اهمیت راهبردی صنعت پتروشیمی در اقتصاد ایران"، ۱۳۹۵.

[۳] جعفری، علی اکبر، "شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی و فرآیندی به روش FMEA در محل‌های تخلیه و بارگیری اسکله‌های بندر شهیدبهبشتی و شهیدکلانتری"، دومین همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار، بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، ۱۳۹۱.

[۴] جلیلیان، آرش، مرادی، مسلم، قاسمی، زهرا، "شناسایی و ارزیابی ریسک در محل تخلیه و بارگیری ترمینال کانتینری بندر خرمشهر به روش FMEA"، کنفرانس جهانی مدیریت، اقتصاد حسابداری و علوم انسانی در آغاز هزاره سوم، شیراز، پژوهش شرکت ایده بازار صنعت سبز، ۱۳۹۵.

[۵] جوزری، نجمه، حجتی، سیدمحمد، "طراحی و مدل سازی یک ساختار یکپارچه از QFD، FMEA و AN مطالعه موردی: مجتمع کشتی‌سازی و صنایع فراساحل ایران"، اولین کنفرانس بین المللی ابزار و تکنیک‌های مدیریت، تهران، موسسه اطلاع رسانی نارکیش، ۱۳۹۳.

[۶] زبیری، حسین، الماسی، ضیاءالدین، نصرآبادی، مهناز، "ارزیابی ریسک زیست محیطی بندر دیربا استفاده از تکنیک FMEA"، دومین کنفرانس بین‌المللی ایده‌های نوین در کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، اردبیل، موسسه حامیان زیست اندیش محیط آرمانی، ۱۳۹۵.

[۷] فیلی، حمیدرضا، رسولی، امین. کیا، کیوان، "تحلیل ریسک در تاسیسات نفت و گاز فراساحلی با روش Fuzzy-FMEA"، اولین همایش ملی توسعه دانش بنیان صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، ماهشهر، ۱۳۹۲.

[۸] قادری، عبدالرحیم، رنجبر، علی، برازجانی، علیرضا، "ارزیابی و مدیریت ریسک اسکله نفتی منطقه بوشهر با استفاده از روش FMEA"، دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در شیمی و مهندسی شیمی، تهران، ۱۳۹۴.

[۹] قنبری، نورالدین، منصور، علیرضا، نظری، سعید، "آنالیز حالات شکست و اثرات آن در خطوط لوله انتقال نفت و گاز"، نخستین همایش ملی HSE با رویکرد صنایع بالادستی نفت و گاز، آبادان، دانشگاه صنعت نفت، ۱۳۹۲.

[۱۰] گروه نفت و پتروشیمی، "حوادث پتروشیمی؛ چالش جدید وزیر"، کد خبر: ۱۰۶۳۴۳۷، ۱۳۹۵.

[۱۱] خاکپور، محمد، "ارایه مدلی برای ارزیابی ریسک در پروژه‌های راهسازی شرکت گاز با تلفیق روش فازی FMEA"،

