علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره یک، بهار ۸۹

کاربرد تکنیک مطالعه عملیات و خطر (HAZOP) در ارزیابی خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی (مطالعه موردی: انبار نفت شرکت ملی پخش فراورده های نفتی)

ایرج محمدفام[۱]*
mohammadfam@umsha.ac.ir
علی کیانفر[۲]

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۰ **تاریخ پذیرش:۸۷/۴/۷**

چکیده

شناسایی دقیق خطرات صنایع نفت و گاز به عنوان بخشی از یک تحلیل ایمنی جامع نه تنها امری کاملاً توصیه شده است، بلکه توسط سازمان های ناظر رسمی نیز بر آن تاکید شده است. در فعالیت های صنعتی تکنیک های ارزیابی و مدیریت ریسک از طریق استفاده از رویکرد پیشگیرنده و با هدف بهبود ایمنی برای کاهش توان حوادث به کار گرفته می شود. هدف مطالعه حاضر معرفی یک رویکرد پیشگیرنده برای شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی در واحد مورد مطالعه است.

در همین راستا تکنیک مطالعه عملیات و خطر (HAZOP) در انبار نفت شرکت ملی پخش فراورده های نفتی منطقه همدان به کار گرفته شد. این تکنیک به دلیل ساختارمندی بالا و یادگیری آسان به عنوان یکی از پر کاربردترین تکنیک های تحلیل خطرات در صنایع نفت محسوب می شود.

با تکمیل مطالعه، ۱۱۸۰ خطر شناسایی شد. از این میان ریسک ۳۸/۱۳۶ ٪ خطرات شناسایی شده غیر قابل قبول بود. نتایج پژوهش نشان داد که علت ۳۱/۳۵٪ از خطرات، خطای انسانی بوده است.

نصب pressure switch و flow switch بر روی خطوط دریافت فراورده و اجرای برنامه های منظم تحلیل ریسک های ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی از پیشنهادهای ارایه شده برای کاهش سطح ریسک خطرات شناسایی شده بود.

واژه های کلیدی: خطر، صنایع نفت، ایمنی، مطالعه عملیات و خطر، HAZOP

۱- استادیار دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی همدان *(مسئول مکاتبات)
۲- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای - دانشگاه علوم پزشکی تهران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در عصر جدید همراه با پیشرفت شتابان صنعت و فن آوری، نگرانی های بسیاری در مورد پیامدهای سوء مرتبط با آن زندگی بشر را تهدید می کند (۱). اثرات تخریبی این پیشرفت ها همانند حوادث فیزن (فرانسه)[1]،مکزیکوسیتی[2] و پایپرآلفا (انگلستان)[3] و چرنوبیل (روسیه)[4] که به صورت فجایع انسانی و آلودگی های زیست محیطی و به طور کلی بر هم زدن اکوسیستم پدید آمده است سبب تامل عمیق تر بشر در پیامدهای عدم رعایت مسائل ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در فعالیت های صنعتی گردیده است (۲). مقایسه حوادث بزرگ در کشورهای مختلف صرف نظر از میزان توسعه یافتگی آن ها مبین شباهت های زیاد آن ها با یکدیگر است. عواملی نظیر خطاهای انسانی، اعتماد بیش از اندازه به ایمن بودن تاسیسات، اشکالات در طراحی، عدم آمادگی در شرایط بحرانی و در کشورهای کمتر توسعه یافته عدم رعایت موازین اصول HSE در انتقال فن آوری از دلایل عمده بروز فجایع انسانی و زیست محیطی بوده اند. همه عوامل یاد شده بالا در صنایع کشور ما نیز وجود دارند که سبب بروز حوادث بزرگی شده اند (۳).

یکی از پیامدهای بروز حوادث به خصوص در صنایع فرایندی نظیر صنایع نفت و پتروشیمی که با طیف وسیعی از مواد شیمیایی آلاینده و خطرناک سروکار دارند تخریب غیر قابل جبران محیط زیست می باشد. این موضوع در کنار دیگر نگرانی های زیست محیطی مانند گرم شدن زمین، تخریب لایه ازن، آلودگی آب ها، انقراض نسل جانوران و غیره به مهم ترین دغدغه جهانی حتی مهم تر از بحث هایی مانند تروریسم بدل گشته است (۴). در عصر حاضر به دلیل استفاده از فن آوری های پیچیده، انعطاف ناپذیر و گران قیمت، هزینه های زیست محیطی، انسانی و اقتصادی حوادث در بسیاری از اوقات غیر قابل جبران است. برای مثال هزینه حادثه چرنوبیل معادل ۴۰۰ میلیارد دلار برآورد گردیده و همچنین زمان لازم برای رفع آلودگی از مناطق پرتو گرفته ۲۰۰ سال تخمین زده شده است (۴). در حادثه بوپال هند بیش ا ز ۲۵ تن متیل ایزوسیانات از مخزن ذخیره سازی نشت کرد که منجر به مرگ بیش از ۱۰۰۰۰ نفر و مصدومیت حدود ۲۰۰۰۰۰ نفر گردید (۴).

با توجه به مطالب یاد شده رویکردهای نوین کنترل خطرات به ویژه در قالب سیستم های مدیریتی نظیر ISO 14000، OHSAS 18000، HSE-MS و... بر پیشگیری از حوادث، قبل از رخ دادن آن ها تاکید می کنند. برای مثال این موضوع به عنوان یکی از عناصر اصلی سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، با عنوان ارزیابی و مدیریت ریسک مورد تاکید قرار گرفته است. اولین گام در فرایند مدیریت و ارزیابی خطرات، شناسایی خطرات و اثرات آن ها می باشد (۵). در همین راستا تکنیک های متعددی معرفی شده است که هر کدام از آن ها با توانمندی ها و محدودیت خاص خود، به فرایند شناسایی خطرات و ارزیابی اثرات آن ها می پردازند. از این تکنیک ها می توان به تحلیل مقدماتی خطر (PHA[5])، حالات شکست و تحلیل اثرات آن ها (FM&EA[6])، تحلیل درخت خطا (FTA[7])، مطالعه عملیات و خطرات (HAZOP[8])، ردیابی انرژی و تحلیل حفاظ ها و... اشاره کرد (۶).

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی و مدیریت ریسک خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی انبار نفت شماره ۲ شرکت ملی پخش فراورده های نفتی منطقه همدان و با استفاده از تکنیک مطالعه عملیات و خطر انجام شده است. خطوط لوله و مخازن فراورده های نفتی به دلیل ذخیره سازی و انتقال حجم بالایی از فراورده های نفتی که دارای ریسک بالایی از خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی اند از اهمیت به سزایی برخوردار می باشند (۷). بدیهی است که وجود نشتی از این منابع از لحاظ زیست محیطی دارای حساسیت بالایی بوده و

1- Feyzin (France)
2- Mexico City
3- Piper Alpha(U.K)
4- Chernobyl(Russia)

5- Preliminary Hazard Analysis
6- Failure Mode and Effect Analysis
7- Fault Tree Analysis
8- Hazard and Operability Studies

Archive of SID

www.SID.ir

خطرات زیادی را برای مجموعه کارکنان شاغل در انبار نفت و محیط زیست ایجاد می نماید. از طرفی هدر رفتن بخشی از مواد ارزشمند از لحاظ اقتصادی غیر قابل قبول است. موارد ذکرشده به اندازه کافی بیانگر بحرانی بودن موضوع و نیاز به به کارگیری ایمنی پیشگیرانه در ارتباط با سیستم های موجود می باشد.

انبار نفت شماره ۲ شرکت ملی پخش فراورده های نفتی منطقه همدان در کیلومتر ۱۶ جاده همدان -تهران قرار گرفته است. تعداد کارکنان شاغل در این انبار ۱۵۵ نفر بوده و از سال ۱۳۷۹ مورد بهره برداری قرار گرفته است. این انبار دارای ۱۷ مخزن با ظرفیت های متفاوت می باشد. فراورده های نفتی که در این انبار در حال حاضر ذخیره و نگه داری می شود شامل بنزین موتور، نفت سفید و نفت گاز می باشد. هر یک از فراورده ها توسط کارکنان خط لوله به سمت مخزن مخصوص خود به وسیله ولوهای کنترلی و خطوط لوله داخل انبار هدایت می گردد.

فراورده های فوق در اکثر مواقع از پالایشگاه اراک به این انبار پمپاژ می گردد. در ادامه نفتگاز به مخازن ۲۲ میلیون لیتری که مجهز به سقف ثابت می باشند منتقل می گردد همچنین نفت سفید و بنزین موتور نیز به ترتیب به مخازن ۲۱ میلیون و ۵ میلیون لیتری که مجهز به سقف شناور می باشند انتقال می یابند. فراورده های مورد نیاز در مراحل بعد توسط نفتکش ها بارگیری و به سمت مصـــرف کننـده هـــا منتقل می شود.

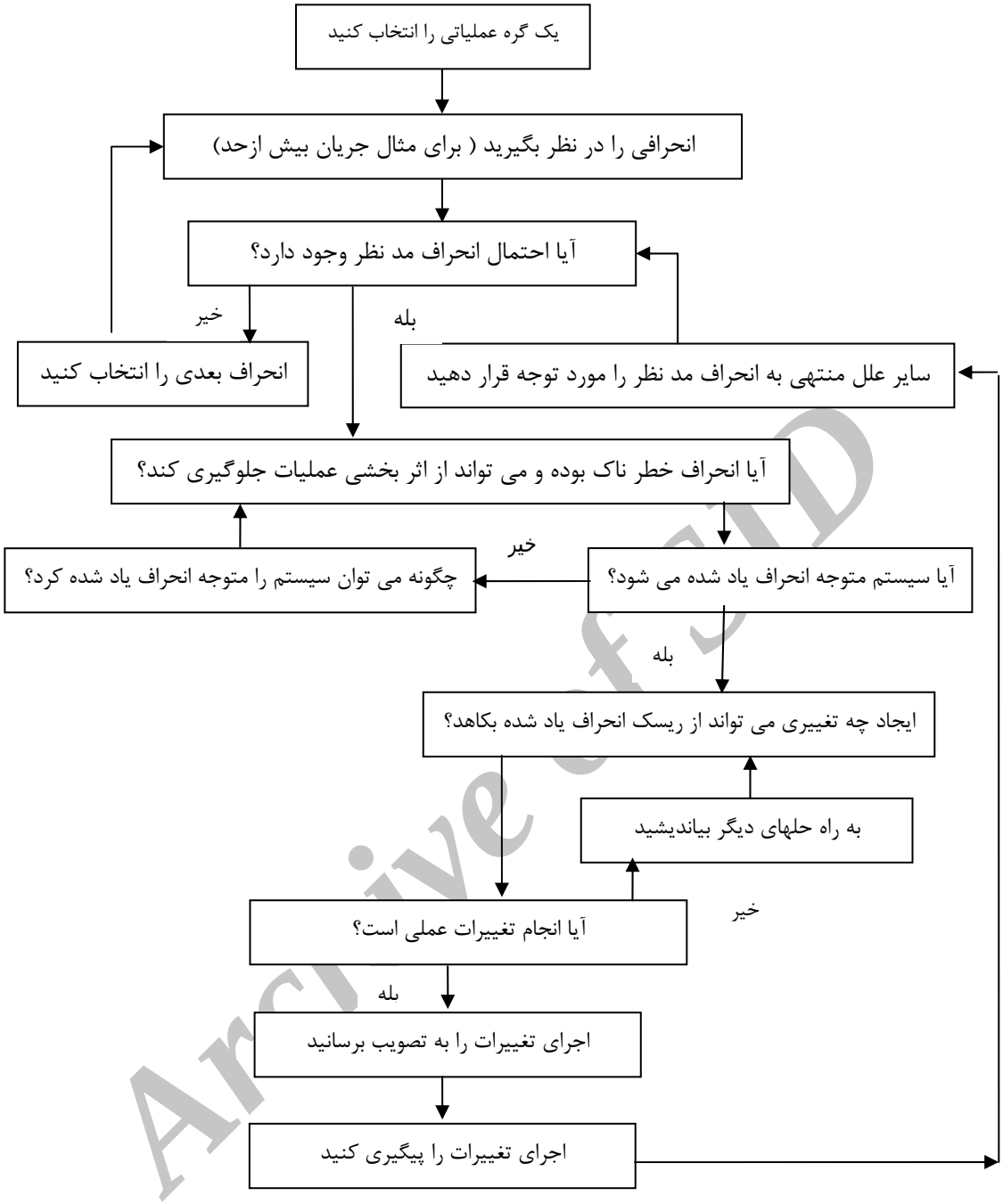
روش بررسی

مطالعه انجام شده یک پژوهش کاربردی مقطعی است که در ایستگاه پمپاژ بنزین انبار نفت شماره ۲ شرکت پخش و پالایش فراورده های نفتی منطقه همدان در سال ۱۳۸۸صورت گرفته است. برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز از روش بازنگری فنی و بررسی اسناد و مصاحبه با کارکنان و متخصصان استفاده شد. شناسایی و ارزیابی خطرات موجود با استفاده از تکنیک مطالعه عملیات و خطر صورت گرفت.

تکنیک مطالعه عملیات و خطر، یک روش موثر و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و مشکلات عملیاتی سیستم و تعیین اثرات آن هاست (۸). این تکنیک که اغلب در صنایع شیمیایی به کار گرفته می شود بر پایه این اصل قرار دارد که:"سیستم، زمانی ایمن است که تمامی پارامترهای عملیاتی آن نظیر دما، فشار و غیره در حالت طبیعی و قابل قبول باشد" (۹). در این روش یک تیم از کارشناسان با استفاده از یک رشته کلمات کلیدی، انحرافات احتمالی فرایند را از حالات استاندارد و همچنین اثرات احتمالی آن ها را بررسی می کنند (۱۰). فرایند اجرای تکنیک مطالعه عملیات و خطر در شکل ۱ ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- فلوچارت عملیاتی تکنیک مطالعه عملیات و خطر

مهم ترین کلمات کلیدی مورد استفاده در این مطالعه در جدول
۱ خلاصه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- کلمات کلیدی مورد استفاده در مطالعه HAZOP

کلمات کلیدی	توصیف انحرافات و مثال
هیچ (none)	فرایند فیزیکی انجام نمی شود، برای مثال جریانی وجود ندارد
بیش از (more than)	خصوصیات فیزیکی مربوطه بیشتر از حدی است که باید باشد. برای مثال فشار جریان بیش از حد تعریف شده است
کمتر از (less than)	خصوصیات فیزیکی مربوطه کمتر از حدی است که باید باشد. برای مثال درجه حرارت کمتر از حد تعریف شده است.
به علاوه (as well as)	موارد دیگری به غیر از موارد تعریف شده وجود دارد، برای مثال جریان گاز حاوی قطرات مایع است.
بخشی از (part of)	ترکیب فرایند متفاوت از ترکیبی است که باید باشد
بر عکس (reverse)	فرایند، عکس حالتی که تعریف شده اتفاق می افتد، برای مثال جریان سیال معکوس می شود
به جای این که (other than)	بعضی اوقات عملیات غیر طبیعی رخ می دهد، برای مثال به جای کاهش سرعت، سرعت افزایش می یابد

مهم ترین پارامتر های عملیاتی مورد استفاده در این مطالعه عبارت بودند از:

۱- جریان فراورده
۲- فشار فراورده داخل خطوط لوله و مخزن
۳- دمای فراورده داخل لوله و مخزن
۴- آب همراه فراورده
۵- گاز همراه فراورده
۶- تغییر ارتفاع فراورده در داخل مخزن
۷- تغییر و جا به جایی سقف شناور مخزن.

تعیین ریسک خطرات شناسایی شده با استفاده از جداول احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف تعیین شده در روش اجرایی شناسایی و ارزیابی کانونهای خطر صورت گرفت. برای تعیین اهداف خرد ایمنی نیز بر اساس جداول ۲و۳و۴ انجام شد. برای تعیین درجه ریسک خطرات شناسایی شده از معادله ۱ و نیز جداول ۲، ۳ و ۴ استفاده شد:

معادله (۱)

RISK= (قابلیت کشف) × (احتمال وقوع) × (شدت اثر)

جدول ۲- طبقه بندی خطرات بر اساس احتمال وقوع

رتبه	ارزیابی	معیار
۲	احتمال بعید (خطرات غیر محتمل)	کمتر از یکبار در سال خطر به وجود می آید
۴	احتمال خیلی پایین(خطرات نادر)	۱ تا ۱۱ بار در سال خطر به وجود می آید
۶	احتمال پایین (خطرات موردی)	۱ تا ۲ بار در ماه خطر به وجود می آید
۸	احتمال متوسط (خطر های تکراری)	۱ تا ۶ بار در هفته خطر به وجود می آید
۱۰	احتمال بالا (خطرات اجتناب ناپذیر)	یک یا چند بار در روز خطر به وجود می آید

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳-طبقه بندی خطرات بر اساس قابلیت کشف

رتبه	ارزیابی	معیار
۱	خطر قابل کشف	به طور قطع با کنترل های موجود خطر ردیابی و کشف می شود
۳	خطر قابل کشف	در کمتر از ۲۴ ساعت خطر ردیابی و کشف می شود
۵	خطر قابل کشف	در کمتر از یک ماه خطر ردیابی و کشف می شود
۷	خطر قابل کشف	در کمتر از شش ماه خطر ردیابی و کشف می شود
۹	خطر قابل کشف	در کمتر از یکسال خطر ردیابی و کشف می شود
۱۰	خطر غیر قابل کشف	هیچ کنترلی وجود ندارد یا در صورت وجود قادر به کشف خطر نیست

جدول ۴-طبقه بندی خطرات بر اساس شدت اثر (نرخ وخامت)

رتبه	ارزیابی	معیار
۱۰	فاجعه	فوت دسته جمعی/ خسارت بیش از یک میلیارد تومان
۹	فاجعه	فوت یک نفر/ خسارت بیش از پانصد میلیون تا یک میلیارد تومان
۸	خیلی خطرناک	از دست دادن عضو بدن یا از کار افتادگی/کار کردن در محیط دارای عامل زیان آور بالاتر از حد مجاز/ خسارت بیش از یکصد میلیون تا پانصد میلیون تومان
۷	خیلی خطرناک	سوختگی درجه ۳/ از کار افتادگی جزئی دایمی/ خسارت بیش از ۵۰ میلیون تا یکصد میلیون تومان / روزهای تلف شده بالاتر از سی روز
۶	خطرناک	جراحات و شکستگی شدید / سوختگی درجه ۲/ روزهای تلف شده بیش از ۲۳ روزو کمتر از ۳۱ روز/خسارت بیش از ۱۰ تا ۵۰ میلیون تومان
۵	خطرناک	جراحات و شکستگی متوسط/ روزهای تلف شده بیش از ۱۷ روز و کمتر از ۲۴ روز/ خسارت بیش از ۵ میلیون تا ۱۰ میلیون تومان
۴	خطرناک	جراحات و شکستگی جزئی/ روزهای تلف شده بیش از ۱۱ و کمتر از ۱۸ روز / خسارت بیش از یک میلیون تا ۵ میلیون تومان/ سوختگی درجه ۱
۳	خطرناک	جراحات و شکستگی جزئی/ سوختگی درجه ۱ / روزهای تلف شده بیش از ۵ و کمتر از ۱۱ روز / خسارات بیش از پانصد هزار تا یک میلیون تومان
۲	خطرناک	جراحت جزئی/ روزهای تلف شده بیش از یک روز و کمتر از ۶ روز/ خسارت از یکصد هزار تا پانصد هزار تومان
۱	خطرناک	درمان سرپائی/روزهای تلف شده یک روز / خسارت کمتراز یکصد هزار تومان

برای تصمیم گیری در زمینه خطرات شناسایی شده از
معیارهای ارایه شده در جدول ۵ استفاده گردید.

جدول ۵- معیار تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک

معیار ریسک	طبقه بندی ریسک
غیر قابل قبول	امتیاز هر یک از عوامل شدت و قابلیت کشف ۹ و بالاتر و امتیاز احتمال وقوع ۸ و بالاتر از آن باشد. ریسک بزگتر از ۵۰۰
نامطلوب	امتیاز شدت اثر (نرخ وخامت) ۷و۸ و امتیاز قابلیت کشف ۷ و امتیاز احتمال وقوع ۶ باشد ریسک بین ۱۰۰ تا ۵۰۰
قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر	ریسک بین ۵۰ تا ۱۰۰
قابل قبول	ریسک کمتر از ۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

با انجام مطالعه نتایج بر روی برگه های کار HAZOP منتقل گردید. نمونه ای از برگه های کار مورد استفاده در شکل زیر ارایه شده است:

برگه کار HAZOP

پروژه: مخزن ۵ میلیون لیتری شماره یک انبار نفت

تکمیل کننده:

تاریخ:

صفحه ۲۳ از ۴۱ صفحه

تشریح گره مطالعاتی: برداشت فراورده نفتی از مخزن و بارگیری در نفتکش

اجزاء واحد: مخزن ۵ میلیون لیتری – خطوط لوله – پمپ سانتریفیوژی، شیرهای دستی و برقی، safety valve

ردیف	کلمه کلیدی + پارامتر عملیاتی	علت	اثرات	حیطه مسئول	حفاظت موجود	احتمال	شدت	قابلیت کشف	ریسک (اولیه)	معیار تصمیم گیری	پیشنهاد اصلاحی	ریسک (ثانویه)
۱-۷	عدم جریان فراورده	خاموش بودن پمپ – قطع جریان برق – عمل نکردن میکرو سوییچ موجود بر روی بازوی بارگیری	عدم بارگیری فراورده یا بارگیری با سرعت پایین	کنترل موجودی بیطرف	وجود برق اضطراری – عملکرد میکرو سوییچ با تغییر زاویه بازوی بارگیری و روشن شدن پمپ	۴	۱	۱	۴	قابل قبول	هیچ	
۱-۸	عدم جریان فراورده	بسته بودن S.S.V ولو بدلیل عدم اتصال سیم ارت به نفتکش	عدم انجام عملیات بارگیری – اتلاف وقت	اپراتور سکوی بارگیری	نصب سیم ارت بر روی بدنه نفتکش و باز شدن S.S.V ولو	۶	۱	۱	۶	قابل قبول	نظارت دقیق اپراتور بر نصب سیم ارت بر روی نفتکش، آموزش اپراتور و رانندگان نفتکشها	

www.SID.ir

ارزیابی خطرات شناسایی شده در برگه کار HAZOP نشان می دهد مهم ترین نقص های سخت افزاری و خطاهای انسانی سیستم مورد مطالعه مطابق با مراحل عملیات و بر حسب ریسک خطرات عبارتند از:

مرحله انتقال فراورده توسط خط لوله به محل انبار

۱. عدم جریان فراورده به علت بسته بودن گیت ولو ورودی به دلیل خطای انسانی
۲. عدم جریان فراورده به علت نشت از خطوط لوله
۳. عدم جریان فراورده به مخزن در محدوده انبار نفت به علت بسته بودن بال ولو و یا پلاگ ولو پای مخزن به دلیل خطای انسانی
۴. جریان کمتر به دلیل نشت فراورده در مسیر خط لوله ۱۸۰ km
۵. جریان کمتر به داخل مخزن در محدوده انبار نفت به دلیل نشت فراورده از شیر ها و فلنج ها و اتصالات
۶. جریان بیش از حد به علت پمپاژ بالای فراورده
۷. فشار بیش از حد به دلیل احتباس فراورده در داخل خطوط و تأثیر دمای محیطی بر آن
۸. فراورده به علاوه آب به علت نقص در سیستم حفاظت کاتدیه و ایجاد خوردگی در لوله ها و مخازن
۹. عدم افزایش ارتفاع فراورده در مخزن به علت معیوب بودن سقف متحرک
۱۰. عدم افزایش ارتفاع فراورده در مخزن به علت وجود نشتی در مخزن

مرحله ذخیره و نگه داری فراورده در مخزن:

۱. الکتریسیته ساکن به علاوه فراورده به علت سایش مولکول های فراورده بر روی هم و نقص در سیستم ارتینگ
۲. آب همراه فراورده به علت نفوذ آب باران از سقف شناور و بروز خوردگی به علت نقص در سیستم حفاظت کاتدیک

مرحله برداشت از مخازن و بارگیری فراورده ها

۱. جریان بیش از حد به علت پمپاژ همزمان سه پمپ یا برداشت فراورده از بیش از یک مخزن
۲. جریان کمتر از حد پیش بینی شده به علت نشت فراورده از فلنج ها و شیرها و یا گرفتگی صافی قبل از پمپ یا عدم حرکت سقف شناور و ایجاد فشار خلأ در مخزن
۳. آب همراه بنزین به علت ورود آب مخزن به داخل خط لوله و نقص در سیستم حفاظت کاتدیک و بروز خوردگی
۴. الکتریسیته ساکن همراه فراورده و عدم اتصال سیم ارت در جایگاه بارگیری
۵. هوای همراه فراورده به علت هوا کشیدن پمپ و بروز خوردگی در خطوط لوله به علت نقص در حفاظت کاتدیک
۶. فقدان فشار به علت نشتی فراورده در طول خط لوله
۷. فشار بیش از حد به علت برداشت بیش از یک مخزن با افزایش فشار به علت تأثیر دمای محیط و اختلال در عملکرد کنترل خودکار پمپ ها
۸. فشار کمتر از حد به علت عدم حرکت سقف شناور
۹. دمای بیش از حد فراورده بر اثر تشعشعات نور خورشید
۱۰. عدم تغییرمکان سقف شناور به دلیل نقص به وجودآمده در سقف و یا قرارگرفتن پایه های سقف بروی کف مخزن

مرحله تخلیه نفتکش

۱. عدم جریان فراورده به علت بسته بودن ولو های موجود در مسیر خط لوله

Archive of SID

www.SID.ir

۲. جریان بیش از حد به علت افزایش سرعت پمپاژ
۳. جریان کمتر به دلیل نشت فراورده در مسیر انتقال فراورده
۴. فشار بیش از حد به علت بسته بودن ولو های موجود در مسیر خط لوله
۵. فشار کمتر به علت نشت آلاینده
۶. الکتریسیته ساکن همراه فراورده و عدم اتصال سیم ارت به نفتکش یا ظروف ته کشی
۷. افزایش بیش از حد دما در اثر دمای محیط
۸. افزایش ارتفاع فراورده در مخزن کمتر از حد مورد انتظار به دلیل نشت فراورده از مخزن

یافته های مطالعه نشان داد که بر اساس احتمال وقوع، ۵۷/۶۳٪ خطرات حائز رتبه ۲، ۳۱/۳۵٪ رتبه ۴، ۷/۶۳٪ رتبه ۶، ۰/۸۵٪ رتبه ۸ و تنها ۲/۵۴ ٪ رتبه ۱۰ یعنی احتمال بالا می باشند. همچنین مشخص شد که بر اساس شدت اثر، ۳/۳۹٪ از خطرات در رتبه۱۰ (خسارت بیش از یک میلیارد تومان)، ۲۴/۵۷٪ از خطرات رتبه ۹ (خسارت بین ۵۰۰ میلیون تا یک میلیارد تومان)، ۳۰/۵٪ از خطرات رتبه ۸ (خسارت بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیون تومان)، ۱۷/۸۰٪ از خطرات رتبه ۷ (خسارت بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان)، ۹/۳۲٪ از خطرات رتبه ۶ (خسارت بین ۱۰ تا ۵۰ میلیون تومان)، ۱/۶۹٪ از خطرات رتبه ۵ (خسارت بین ۵ تا ۱۰ میلیون تومان)، ۳/۳۸٪ از خطرات رتبه ۴ (خسارت بین ۱ تا ۵ میلیون تومان)، ۲/۵۴٪ از خطرات رتبه ۳ (خسارت بین ۵۰۰ هزار تا یک میلیون تومان)، ۰/۸۴٪ از خطرات رتبه ۲ (خسارت بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ هزار تومان)، ۵/۹۳٪ از خطرات رتبه۱ (خسارت کمتر از ۱۰۰ هزار تومان) قرار دارند. علاوه بر این معلوم گردید که بر اساس قابلیت کشف خطرات، ۲۹/۶۶٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۱ (قابل کشف)، ۲۵/۴۲٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۳ (کمتر از ۲۴ ساعت قابل کشف)، ۱۴/۴۱٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۵ (کمتر از یک ماه قابل کشف)، ۱/۶۹٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۷ (کمتر از شش ماه قابل کشف)، ۸/۴۷٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۹ (کمتر از یک سال قابل کشف)، ۲۰/۳۴٪ از خطرات شناسایی شده رتبه ۱۰ (غیر قابل کشف) می باشند.

با توجه به معیار تعریف شده برای تصمیم گیری درباره خطرات شناسایی شده بر حسب درجه ریسک آن ها، ۳۸/۱۳۶٪ از خطرات غیر قابل قبول، ۳۶/۴۴ ٪ نا مطلوب، ۶/۷۸٪ قابل قبول ولی با نیاز به تجدید نظر و ۱۸/۶۴۴٪ باقی مانده قابل قبول می باشد.

نتایج ارزیابی خطرات شناسایی شده بر اساس علت آن ها به شرح زیر است:

۱. عامل ۳۱/۳۵٪ از خطرات، خطای انسانی بوده است.
۲. عامل ۳۰/۵۰٪ از خطرات مربوط به عملکرد ناقص سیستم و سیستم های کنترلی
۳. عامل ۳۸/۱۳ ٪ از خطرات به علت نقص در تجهیزات سیستم رخ داده اند.

بدیهی است که بر اساس بررسی های به عمل آمده خطای انسانی به صورت غیر مستقیم عامل وقوع خطرات با علل عملکرد ناقص سیستم و سیستم های کنترلی و نقص در تجهیزات سیستم می باشد. بر این اساس انسان یکی از بحرانی ترین عناصر سیستم محسوب می شود.

تفسیر نتایج

همان گونه که ملاحظه شد از میان خطرات شناسایی شده، ۳۸/۱۳۶٪ آن ها از نوع غیر قابل قبول می باشد. با توجه به نوع خطرات، به فعلیت در آمدن آن ها می تواند باعث از بین رفتن دارایی های انسانی، اقتصادی و زیست محیطی گردد (۱۱). مهم ترین علت به فعلیت در آمدن خطرات یاد شده رفتارهای ناایمن می باشد (۱۲).

در ساده ترین شکل روان شناسان رفتار را به صورت هر عمل و کنش قابل مشاهده در انسان تعریف می کنند که عوامل مختلفی نظیر عوامل محیطی و شخصیتی آن را شکل داده و تعیین می کند (۱۳). یکی از عوامل محیطی که تأثیر به سزایی بر رفتار افراد بر جای می گذارد عوامل موقعیتی و یا به عبارت بهتر جنبه هایی از محیط است که رفتار در آن رخ می دهد

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۴). بدین صورت که عوامل یاد شده با توجه به شرایط مختلف دارای داده های متفاوتی است که به افراد در اتخاذ تصمیم برای نحوه عمل کمک می کند. نشانه های موقعیتی دارای شدت و ضعف هایی می باشد بعضی از این نشانه ها به حدی قوی هستند که اکثریت قریب به اتفاق افراد به یک شیوه واحد در مقابل آن ها از خود واکنش نشان می دهند (۱۴). البته ذکر این نکته در این جا الزامی است که با توجه به عوامل مختلف نظیر سطح سواد، سن، فرهنگ و غیره ممکن است یک عامل موقعیتی در گروه های مختلف، یک سطح همسان از واکنش های یکسان را به دلیل نداشته باشد هر چند که پیامدهای بعضی از عوامل موقعیتی آن قدر واضح و مبرهن است که اکثریت گروه های هدف را به یک واکنش تقریباً مشابه وا می دارد. بر اساس مطالعات انجام شده مهم ترین علل رفتارهای ناایمن در افراد عبارتند از (۱۵) :

۱- افراد با نحوه اجرای روش های ایمن آشنا نیستند (مهارت).

۲- ضرورت انجام عمل عمل ایمن را احساس نمی شود (نگرش).

۳- افراد فکر می کنند که انجـام اعمال نا ایمن آسیبی به آن ها وارد نمی سازد (باور).

۴- به خاطر استرس های موجود موضوع ایمنی فرامـوش می شود (هیجانی)

۵- از نظر ویژگی تلاش، زمان کمتری به خود اختصـاص می دهد(شخصیتی)

علاوه بر این با توجه به نوع خطرات شناسایی شده، طراحی و اجرای برنامه تعمیرات پیشگیرانه در واحد مورد مطالعه می تواند در کنترل ریسک خطرات شناسایی شده بسیار موثر واقع شود (۱۶). در همین راستا ژاپنی‌ها با درک اهمیت ویژه‌ای که در مدیریت فرآیند نگه داری و تعمیرات در سیستم‌های تولیدی احساس می‌کردند، اقدام به طراحی سیستم‌های مختلف نگه داری و تعمیرات نمودند و آن را به عنوان یکی از زیر سیستم‌های سه گانه تولید ناب به جهان معرفی کردند(۱۶).

به منظور کاهش سطح ریسک خطرات شناسایی شده در برگه کار HAZOP پیشنهادهـــای اصـــلاحی زیر ارایه می گردد:

۱. طراحی و اجرای برنامه های آموزشی منظم و دوره ای برای کارکنان

۲. انجام مطالعه ارزیابی فرهنگ و نگرش ایمنی در میان مدیران و کارکنان و اجرای برنامه های مداخله ای برای ارتقای آن ها

۳. انتخاب کارکنان مشاغل بحرانی پس از انجام آزمایش های استعداد حادثه پذیری

۴. نصب pressure switch و flow switch بروی خطوط دریافت فراورده به منظور مقابله با فشار و جریان بیش از حد مجاز

۵. تعمیر و راه اندازی سیستم LSG (سطح سنج و دماسنج) و یا استفاده از سیستم جایگزین بدین منظور به روی مخزن

۶. طراحی و اجرای سیستم ثبت و ضبط و تحلیل اطلاعات مربوط به حوادث

منابع

1- Craddock, H., 1997, Safety hand in hand with quality, Quality World, 23, 7, 558-60.

2- Jarvis, J., 1997, Occupational health and safety: take the first step, Quality World, 23, 7, 554-6.

3- Mearns, K., Whitaker, S., Flin, R., 2001. Benchmarking safety climate in hazardous environments: a longitudinal, inter-organisational approach. Risk Analysis 21(4), 771–786.

4- Pidgeon, N., O'Leary, M., 2000. Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. Safety Science 34, 15–30.

Archive of SID

www.SID.ir

5- Dillon, R. L., E. Pate-Cornell, et al., 2002, Programmatic Risk Analysis for Critical Engineering Systems Under Tight Resource Constraints, Operations Research, 51, (3), 354-370.
6- Bartolozzi, L. Castiglione, A. Picciotto, M., 2000, Qualitative models of equipment units and their use in automatic HAZOP analysis, Reliability Engineering & System Safety, 70 (1), 49-57.
7- Crowl D.A., and Louvar J.F., 1999, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, Prentice Hall, New York, pp 471–508.
8- E. Cagno, F. Caron, M. Mancini, 2002, Risk analysis in plant commissioning: the Multilevel Hazop, Reliability Engineering & System Safety, 77 (3), 309-323.
۹- محمدفام ایرج، ۱۳۸۴، «مهندسی ایمنی»، انتشارات فن آوران.
10- Ramzan N., Compart F., and Witt W., 2007, Methodology for generation and evaluation of safety system alternatives based on extended Hazop and event tree analysis, Process Safety Progress, 26, 35–42.
11- Hastings, D. E. and Weigel A. L. , 2004, Measuring the Value of Designing for Uncertain Future Downward Budget Instabilities, Journal of Spacecraft and Rockets, 41(1), 111-119.
12- Morris, M. W. and Moore P. C., 2000, The Lessons We (Don't) Learn: Counterfactual Thinking and Organizational Accountability after a Close Call, Administrative Science Quarterly, 45 (4), 737-765.
13- Schulman, P. R., E. Roe, et al, 2004, High Reliability and the Management of Critical Infrastructures, Journal of Contingencies and Crisis Management, 12(2), 14-28.
14- Vogus, T. J. and T. M. Welbourne (2003). "Structuring for High Reliability: HR Practices and Mindful Processes in Reliability-Seeking Organizations." Journal of Organizational Behavior 24: 877-903.
15- Fthenakis V., 2001, Multilayer Protection Analysis of Photovoltaic Manufacturing Facilities, Process Safety Progress, 20(2).
16- Feld, W.M., 1998, Lean Production: Tools, Techniques and how to use them .APICS Series on Resource Management.

Archive of SID

www.SID.ir