دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال دهم، شماره‌ی ۳۹
تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۶۰-۴۷

بررسی چالش‌ها و موانع اجرایی مقررات بهداشت، ایمنی، محیط زیست (HSE) در صنعت نفت و گاز (مطالعه موردی واحد Utility پالایشگاه پنجم مجتمع گاز پارس جنوبی)

ستار محمدی
گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
زهره قاضی طباطبایی
گروه شیمی کاربردی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
Email: z_ghazi_tabatabaei@iau-ahar.ac.ir

چکیده

توجه به مسئله ایمنی در تأسیسات صنعتی و شیمیایی از اهمیت بسیاری برخوردار است. به گواهی آمار و ارقام، میزان خسارات و صدمات انسانی اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از حوادث صنعتی همه‌ساله در جهان بسیار بالا است. افزون بر اینکه برخی از این خسارات اساساً غیرقابل‌جبران هستند. بنابراین برای پیشگیری از این صدمات و کشف مخاطراتی که منجر به بروز حوادث می‌شود و نیز آنالیز ریسک واحد صنعتی به تدابیر خاص و روش سامان نیاز است. در این مطالعه، ارزیابی خطرات و آنالیز ریسک واحد Utility پالایشگاه پنجم مجتمع گاز پارس جنوبی مورد بررسی قرار گرفته است. برای شناسایی خطرات این واحد از تکنیک (HAZOP) استفاده شده است که در آن به کشف مشکلات فرایندی نیز پرداخته می‌شود در این راستا انحراف موجود توسط تیم HAZOP بررسی شده است. نتیجه این پژوهش ارائه پیشنهادهای کارشناسی حاصل از روش HAZOP برای کاهش ریسک و بالا بردن ضریب ایمنی و عملیاتی واحد است. براساس کارشناسی‌های صورت گرفته راندمان واحد Utility به شدت وابسته به جریان و فشار ناشی از آن در واحد می‌باشد، زیرا جریان ورودی به واحد ابتدا در مخزن ذخیره شده سپس با فشار متناسب آن واحد توزیع می‌گردد پس هرچه بتوان این پارامترها را کنترل و از افزایش و کاهش آن‌ها جلوگیری نمود. جریان با یک فشار عملیاتی نرمال در سیستم گردش داشته و از خسارات احتمالی که از جمله آن‌ها می‌توان به شکسته شدن خطوط به دلیل حساسیت در مقابل تنش‌های زیاد و توقف پمپ و از سرویس خارج شدن واحد به دلیل کاهش جریان جلوگیری نمود. مهم‌ترین پیشنهادات ارائه شده در این مطالعه شامل نصب هشداردهنده‌های دما و فشار در واحد می‌باشد. همچنین براساس نتایج این مطالعه دستورالعمل راه‌اندازی واحد اصلاح گردید.

کلید واژه: شناسایی مخاطرات، واحد بخار آب، HAZOP، پالایشگاه گاز.

مقدمه

فعالیت‌های صنعت نفت از اکتشاف، حفاری و تولید نفت و گاز تا تولید فرآورده‌های پالایشگاهی و محصولات پتروشیمیایی، آثار و پیامدهای نامطلوب و اجتناب ناپذیری برای انسان و محیط زیست در بر دارد [۱].

نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE-MS)[1]، یک ابزار مدیریتی موثر برای کنترل و بهبود عملکرد بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سازمان‌ها است که با ایجاد بستر فرهنگی خلاق و نگرشی نو و نظام‌مند به تبیین تاثیر متقابل بهداشت، ایمنی و محیط زیست پرداخته و از این طریق خطرها و چالش‌ها را به طور منظم و ساختاری مورد ارزیابی و کنترل قرار داده و روش‌های پیشگیرانه ارائه می‌دهد.

هدف نهایی در نظام مدیریت HSE[2] صیانت از کارکنان و عموم جامعه، حفاظت از محیط زیست و پاسداری از دارایی‌ها و اعتبار سازمان است[۲].

ایجاد محیط‌های کاری ایمن، سالم و بدون حادثه، کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، کنترل مواجهه کارکنان با عوامل زیان‌آورشغلی، ایجاد و توسعه نظام جامع و یکپارچه مدیریت HSE، نهادینه سازی نظام اجرایی مدیریت HSE پیمانکاران، اجرای کارآمد و اثربخش مطالعات شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک‌ها و مدیریت آن‌ها، تبیین مسوولیت‌ها و اختیارات اجرایی و متعادل سازی منابع، شامل نیروی انسانی، تجهیزات و فعالیت‌های تولیدی از اهداف عمده مدیریت HSE در وزارت نفت است [۳].

روش‌های متعددی جهت افزایش فرایندهای جاری در صنایع نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مطالعه مخاطرات و راهبری فرآیند یکی از بهترین این روش‌ها است. استفاده از این روش در کشورهای صنعتی به صورت یک الزام مطرح می‌شود.

اجرای این سیستم در کشورهای رو به توسعه شدیدا توصیه شده و در بسیاری از صنایع نفت، گاز و پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اجرای سیستم HAZOP در پالایشگاه‌های ایران به منظور افزایش ایمنی سیستم‌ها به یکی از مهم‌ترین کارهای قابل انجام در این کارخانجات تبدیل شده و تاکنون در بسیاری از صنایع مرتبط با نفت، گاز و پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از کارهای انجام شده در این صنایع می‌توان به مطالعه HAZOP و ارزیابی ریسک برای واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز، واحدهای شیرین‌سازی مجتمع پتروشیمی رازی، واحد تولید اکسید اتلین مجتمع پتروشیمی اراک، واحد تولید فلور- UCF اصفهان واحدهای بی‌کربنات‌سدیم مجتمع پتروشیمی شیراز، واحد بازیافت LPG پالایشگاه گاز کنگان، واحد تولید پلی‌استایرن پتروشیمی تبریز، واحدهای بالادستی منطقه دهران و دانان، واحد آبگیری از دریا در پتروشیمی مبین و واحد آیزوماکس شرکت پالایش نفت بندرعباس اشاره نمود.

البته فعالیت‌های انجام شده در این زمینه بسیار زیاد و رو به پیشرفت است و هر روز واحدهای بیشتری از مجتمع پتروشیمی تحت این مطالعه قرار می‌گیرند.

وانگ[3] و همکاران اجرای دستورات HSE را در پروژه‌های ساختمانی به اجرا در آمده در مناطق نفتی و شرکت‌های استخراج کننده نفت و گاز بررسی کردند و نشان دادند که با اجرای درست استانداردهای HSE در میادین و سایت‌های مختلف نفت و گاز (محققان یکی از میادین چین را به عنوان مطالعه موردی برگزیده بودند).

تنها پس از دو سال از گذشت پیاده سازی این استانداردهای در سایت‌های پیش گفته، آمار حوادث در این سایت‌های به مراتب کاهش پیدا کرده و شرایط اجرای دستورات HSE نیز

[1] Health, Safety and Environment Management System
[2] Health, Safety and Environment
[3] Wang

به نوبه خود با رشد و ارتقای چشم‌گیری روبرو بوده است [۴].

مرادی و جان قربان لاریچه بر روی مدیریت HSE در سایت ساخت و ساز منطقه فرآوری نفت و گاز مطالعه نمودند.

این مقاله نشان می‌دهد که مدیریت HSE در محل کارگاه صنعتی فرآورش نفت و گاز، باعث افزایش نرخ حذف خطرات ایمنی و کاهش نرخ تعداد حوادث در محل ساخت و ساز گردیده است [۵].

آزاده و همکاران به بررسی نحوه بهینه سازی HSE در فعالیت‌های تعمیر و نگهداری از طریق ادغام چرخه بهبود مستمر و رویکرد چند متغیره فازی در یکی از پالایشگاه‌های گاز پرداختند.

این مطالعه رویکردی یکپارچه برای بهینه سازی عوامل مؤثر در اجرای بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در فعالیت های تعمیر و نگهداری دارد.

در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده‌های فازی (FDEA) و چرخه بهبود مستمر دمینگ استفاده شده است.

طبق ادعای محققین، این اولین مطالعه‌ای است که به معرفی رویکردی یکپارچه به منظور بهبود برنامه‌های مدیریت HSE در پالایشگاه گازی از طریق روش بهبود قدرتمند و مداوم انجام می‌گیرد [۶].

رهایی و همکاران (۱۳۹۳) مدیریت HSE در کارگاه‌های عمرانی مناطق نفت و گاز را بررسی کردند.

هر ساله، نوسازی‌های فنی در مقیاس بزرگی در بخش‌های نفت و گاز، به منظور ارائه خدمات مطلوب‌تر در فرآیند تولید اعمال می‌شوند، ولی در فرآیند تبدیل، چندین مشکل پدید می‌آیند که دلایل مهم ایجاد حوادث هستند.

در این مقاله، مشکلات مورد نظر تحقیق و بررسی شده‌اند، دلایل پایه‌ای آن شناسایی، اقدامات بهبود آن تعیین، سطح مدیریت HSE مطلوب‌تر شده است و همه خطرات بالقوه‌ایمنی از بین خواهند رفت.

بر اساس مطالعات صورت گرفته پیش بینی می‌شود با اعمال این تغییرات در طول دو سال در مدیریت HSE در مناطق پالایشگاهی نفت و گاز، میزان از بین رفتن خطرات افزایش می‌یابد، در حالی که حوادث در کارگاه‌های عمرانی کاهش می‌یابند [۷].

سرتیاک و همکاران به ارزیابی اثر بخشی آموزش‌های کلاسیک مشارکتی در افزایش عملکرد و مهارت پرسنل در حوزه HSE کارخانه بازیابی اتان پتروشیمی مارون پرداختند.

این پژوهش به بررسی تغییرات میزان عملکرد و مهارت کارکنان کارخانه بازیابی آنان پتروشیمی مارون در حوزه HSE در سال ۱۳۹۲ می‌پردازد.

جهت انتخاب حجم نمونه تعداد ۶۰ نفر از جامعه مورد پژوهش به روش تصادفی انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه مشارکتی و کلاسیک گمارده شدند.

ابزار جمع آوری داده‌ها در این مطالعه پرسشنامه‌ای ۲۰ سوالی بود که قبل از آموزش میان گروه‌های مشارکتی و کلاسیک توزیع شد و در مرحله بعد گروه‌ها به صورت جداگانه در معرض آموزش کلاسیک و مشارکتی قرار گرفتند و ابتدا پس از یک هفته و سپس بعد از یک ماه متغیرهای وابسته در گروه‌های کلاسیک و مشارکتی مورد سنجش قرار گرفتند.

نتایج حاصل از بررسی عملکرد و مهارت افراد در گروه آموزش کلاسیک یک هفته و یک ماه بعد از آموزش نسبت به قبل از آموزش تغییر معنی داری نداشته است ($P>0.05$). اما در گروه آموزش مشارکتی عملکرد افراد در یک هفته و نیز یک ماه بعد از مداخله نسبت به قبل از مداخله تفاوت معنی داری داشته است ($P<0.05$) به گونه‌ای که به نظر می‌رسد روش آموزش کلاسیک بر روی افزایش نمره عملکرد و مهارت افراد بی تاثیر بوده اما روش مشارکتی تاثیر زیادی داشته است ($P<0.05$) [۸].

هدف از این پژوهش در مرحله اول، شناسایی و تحلیل خطر در یک محیط فرآیندی صنعت نفت و گاز (یک مطالعه موردی) با استفاده از نتایج یک متدولوژی HAZOP[۴] و بررسی انواع عوامل خطر احتمالی فنی و عملیاتی در صنعت نفت و گاز است.

بررسی میزان سطح آگاهی کارکنان، مدیران و سرپرستان از نتایج و عوامل شناسایی شده در ابتدای تحقیق نیز در راستای اهداف تحقیق قرار دارد.

از منظر کاربردی، این تحقیق در پی بررسی موانع و چالش-های اجرایی تاثیر گذار در رعایت قوانین HSE ناشی از محدودیت‌های عملیاتی و فنی (سخت افزاری) است.

بررسی موانع و چالش‌های اجرایی تاثیر گذار در رعایت قوانین HSE ناشی از محدودیت‌های نیروی انسانی در دو سطح کارمندی و مدیریتی از دیگر اهداف این پروژه است.

روش‌شناسی

- نرم‌افزارهای کاربردی

تعیین مخاطرات یکی از مهم‌ترین مراحل در اجرای مدیریت ریسک می‌باشد. بنابراین به منظور شناسائی دقیق و سریع مخاطرات، استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط که براساس سیستم‌های خبره طراحی[۵] شده‌اند مطرح می‌شود.

از جمله نرم‌افزارهای رایج در زمینه مطالعه مخاطرات می‌توان به Hazop+2,DNV-Pro,PHA-Pro، Lihoutech (V5) و PHA Works اشاره نمود [۹].

در این مطالعه، نرم‌افزار استفاده شده PHA-Pro می‌باشد و دلیل استفاده از آن دستیابی به محیط پرونده‌سازی کاربرگ‌ها همچنین استفاده از اطلاعات فنی موجود در کتابخانه نرم‌افزار می‌باشد.

از دیگر نکات برجسته این نرم‌افزار امکان ذخیره‌سازی تجربیات سایر پروژه‌ها در کتابخانه آن می‌باشد.

این نرم‌افزار تاکنون از سوی شرکت‌های مهندسی مشاور داخلی و مجریان خارجی در طرح‌های بزرگ گاز، پتروشیمی و بالادستی کشورمان مورد استفاده قرار گرفته است.

هدف از شناسائی مخاطرات توسط نرم‌افزار، کاهش زمان مطالعه و استفاده جهت پیاده‌سازی این سیستم زیاد شده و پیچیده‌تر می‌گردد.

زمان مورد نیاز جهت انجام مطالعه از رابطه (۱) قابل محاسبه خواهد بود: [۹]

$$T_e \frac{N_d \times C_1 \times C_2 \times L \times F}{E} \qquad (۱)$$

که در آن: T_e زمان تخمینی مطالعه (ساعت)، N_d تعداد گره‌ها و C_1 فاکتور پیچیدگی گره‌ها است که مقادیر آن در جدول ۱ آورده شده است و C_2 فاکتور پیچیدگی دستگاه می‌باشد که در جدول شماره ۲ مشخص است:

جدول ۱- مقادیر پیچیدگی گره‌ها [۱۰]

مقدار فاکتور C_1	شرایط
۱	اگر گره شامل یک دستگاه باشد
۲/۵	اگر گره شامل دو الی چهار دستگاه باشد
۵	اگر گره شامل پنج دستگاه یا بیشتر باشد

جدول ۲- مقادیر پیچیدگی دستگاه‌ها[۱۰]

مقدار فاکتور C_2	شرایط
۱	برای وسائل ساده نظیر سیستم جداسازی و پمپاژ
۱/۵	برای وسائل متوسط نظیر کارخانه تصفیه گاز
۲	برای وسائل پیچیده نظیر کارخانه پالایش نفت

[4] hazard and operability study
[5] Expert System

L، فاکتور سطح طراحی است که مقادیر آن در جدول ۳- ارائه شده است:

جدول ۳- مقادیر فاکتور سطح طراحی[۱۰]

مقدار فاکتور L	شرایط
۱	برای طراحی در مرحله نهائی
۰/۵	برای طراحی در مرحله اولیه

F: زمان مرور یک گره همراه با کامپیوتر و نرم‌افزار مناسب که میزان آن برابر ۲/۲ می‌باشد.

E: بازدهی مرور فرآیند بین ۰/۴۵ تا ۱ قرار می‌گیرد و از رابطه (۲) بدست آید:

$$E = E_1 \times E_2 \times E_3 \times E_4 \times E_5 \times E_6 \times E_7 \qquad (۲)$$

مقادیر متغیرهای E_1 تا E_7 در جدل شماره ۴ آورده شده است:

جدول ۴- مقادیر متغیرهای E_1 تا E_7 موجود در معادله [۱۰]

اگر $N_d > 25$ آنگاه $E_1 > 0.9$، در غیر اینصورت $E_1 > 1$
اگر طراحی کامل نشده باشد، $E_2 < 0.75$، در غیر اینصورت $E_2 = 1$
اگر تیم بی‌تجربه باشد، $E_3 > 0.75$، در غیر اینصورت $E_3 = 1$
اگر رهبر تیم موثر نباشد، $E_4 < 0.75$، در غیر اینصورت $E_4 = 1$
اگر انگلیسی زبان دوم اعضای تیم باشد، $E_5 < 0.75$، در غیر اینصورت $E_5 = 1$
اگر اعضای تیم کمتر از چهار نفر و بیشتر از هشت نفر باشند، $E_6 < 0.9$ در غیر اینصورت $E_6 = 1$
اگر دستگاه تکراری وجود داشته باشد، $E_7 < 1.1$، در غیر اینصورت $E_7 = 1$

بحث و نتایج

HAZOP بهترین روش جهت شناسایی مخاطرات فرآیندی در سیستم‌های پالایشگاهی است زیرا علاوه بر کشف مخاطره، عملکرد نامطلوب و پیامدهای آن را در کل فرآیند بررسی نموده و پیشنهاداتی جهت کاهش ریسک فرآیند ارائه می‌کند.

بکارگیری این روش در کشورهای توسعه یافته قبل از تاسیس پالایشگاه‌ها الزامی بوده و در کشورهای رو به توسعه شدیداً توصیه می‌شود، زیرا نه تنها ایمنی سیستم‌ها را از جهت زیست محیطی و نیروی انسانی بالا می‌برد، بلکه سهم زیادی در افزایش سودآوری و کاهش درصد ریسک فرایند خواهد داشت.

با انجام این مطالعات و بررسی انحراف محتمل در هر گره نقاط ضعف واحد از نظر ایمنی یا عملیاتی شناسایی شد. بدین صورت که در مورد هر انحراف، دلایل محتمل استخراج گشته و سپس پیامدهای نامطلوب آن از دیدگاه ایمنی و عملیاتی مطالعه می‌شد.

وجود عوامل محافظتی کافی در مقابله با هر پیامد مورد تحلیل قرار گرفته و در نهایت در مواردی که لازم به نظر می‌رسید و به توافق تیم می‌رسید، پیشنهاداتی در راستای ایمن‌تر ساختن

فرآیند یا به حداقل رساندن مشکلات عملیاتی ارائه می‌گشت. نتایج این مطالعات برای هر گره در جداول استاندارد HAZOP و با استفاده از نرم افزار PHA-Pro7 تهیه گردیده است.

- فرضیات و ملاحظات در انجام مطالعات HAZOP

در انجام مطالعات HAZOP برای این واحد، قراردادها و ملاحظات زیر از ابتدا و برای تمام گره‌های مورد مطالعه رعایت شده است.

۱- مطالعات HAZOP با این فرض انجام می‌گردد که همه شیرهای کنترلی به صورت اتوماتیک کار می‌نمایند (نه به صورت دستی) و انحرافات برای این حالت بررسی گردیده است و همچنین در صورتی که سیستم کنترل موجود کار آمد نبوده و به صورت دستی کنترل می‌گردد، در جلسات مطرح گردیده و در صورت نیاز پیشنهاد برای رفع عیب و تغییر عملکرد آن از دستی به اتوماتیک ارائه خواهد گردید.

۲- باز شدن اشتباهی مسیر کنار گذر (by pass) شیرهای کنترلی به علت اجتناب از تکرار به عنوان دلیلی برای انحراف عملیاتی چون افزایش جریان (More Flow) شناخته نمی‌شود. زیرا احتمال کمی برای چنین اتفاقی وجود دارد و همچنین خود سیستم کنترلی روی شیر سعی می‌کند که شرایط را از طریق بستن شیر کنترل نماید.

۳- نقص سیستم‌های محافظتی (Safeguards) به عنوان عاملی برای انحراف دیده نخواهد شد مگر در مواقعی که به صورت تجربی و یا علمی ثابت گردد که طراحی نیاز به بهبود دارد، لذا در این موارد در مدارک درج و پیشنهاد مقتضی ارائه گردیده است.

۴- در همه مطالعاتHAZOP تجهیزات، به صورت کلان دیده می‌شود و جزئیات وسائل مطرح نمی‌گردد لذا دلایل انحرافات فرآیندی به دلیل نقص کلی تجهیز ذکر شده و از ذکر عوامل جزئی آن به غیر از موارد لازم، اجتناب گردیده است (روش‌های شناسایی مخاطرات دیگری مانند FMEA این موارد را پوشش می‌دهد).

۵- هر حلقه کنترلی دارای هدفی از طراحی (کنترل دما، جریان، سطح، فشار و غیره) می‌باشد لذا هر چند عملکرد نادرست آن‌ها تاثیر مستقیم روی میزان جریان دارد.

ولی به طور تجربی مشخص گردیده که در نظر گرفتن هر یک از لوپ‌های کنترلی در انحرافی که کنترل آن هدف اصلی طراح بوده بهترین نتیجه را ارائه می‌نماید و از دوباره کاری و حجیم شدن مدرک شدیدا اجتناب می‌نماید.

۶- در اغلب مطالعات HAZOP خرابی همزمان چند تجهیز با این فرض که احتمال رخ دادن آن بسیار پایین است، دیده نمی‌شود و فقط خرابی یک تجهیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- پارامترهای مد نظر

- اعضای تیم HAZOP

گروه HAZOP عموما بین چهار تا هشت نفر و مشتمل بر یک رهبر، یک منشی و افراد متخصص با دانش‌های متفاوت می‌باشد.

از جمله این تخصص‌ها می‌توان به مهندسی فرآیند، تعمیر و نگهداری، دستگاه‌های چرخنده، ایمنی، ابزار دقیق و عملیات اشاره نمود رهبر تیم باید از آموزش کافی جهت هدایت روش HAZOP برخوردار باشد.

از دیگر خصوصیات رهبر تیم، داشتن توانایی کنترل جلسات و تسلط بر اعضای تیم می‌باشد.

منشی جلسه باید توانایی تایپ حداقل ۴۵ لغت در دقیقه را داشته باشد و با اصطلاحات مهندسی، کار با کامپیوتر و زبان انگلیسی آشنا باشد [۱۱].

- لیست شماره نقشه‌های به کار رفته درHAZOP

- نمودار جریان فرآیند (PFD)

آخرین نسخه نقشه لوله‌کشی و ابزار دقیق (P & ID) نقشه مسبب و اثرات (Cause & Effect chart)

جدول ۵- لیست شماره نقشه‌های به کار رفته در HAZOP

Drawing	Place(s) Used
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 1
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 2
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 3
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 4
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 5
126-0030-0105 126-0030-0107	Nodes: 6
128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103	Nodes: 7
128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103	Nodes: 8
128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103	Nodes: 9
129-0030-0101	Nodes: 10
127-0030-001&126-0030-105	Nodes: 11
132-0030-0101	Nodes: 12
132-0030-0101	Nodes: 13
132-0030-0101	Nodes: 14
130-0030-0101 130-0030-0102	Nodes: 15
130-0030-0101 130-0030-0102	Nodes: 16
130-0030-0101 130-0030-0102	Nodes: 17
125-0030-0101 125-0030--1-2	Nodes: 18
125-0030-0106	Nodes: 19, 20

- لیست گره‌ها

جهت انجام دقیق مطالعات HAZOP روی واحد، نقشه مورد مطالعه به قسمت‌های کوچک‌تری تقسیم شده است. که مطالعه کامل‌تر و صحیح‌تر انجام شود. در عین حال این تقسیم‌بندی به گونه‌ای انجام شده که پیچیدگی پیش نیامده است. لیست گره‌ها شامل عناوین گره‌ها، تجهیزات داخل هر گره، تاریخ و شماره نگارش هر گره و شماره نقشه‌های منتسب به گره مورد نظر می‌باشد.

جدول ۶- لیست گره‌ها

Nodes	Type	Design Conditions/Parameters	Drawings
1. Desalinated Water From Units to Distribution	Valve	11-14 Bar- 47c	126-0030-0105 126-0030-0107
	Desalination water line	11-14 Bar- 47c	
	Hypochlorite Dosing Package		
2. Desalinated Water From T101 through disributon	Tank 101B		126-0030-0105 126-0030-0107
	Pressure valve		
	Pump		
3. Tank T101 to desalting unit103	Pump	11-14 Bar- 47c	126-0030-0105 126-0030-0107
	Pressure inter lock control		
	Flow indicator	11-14 Bar- 47c	
4. Desalinated Water Storage Tanks T101	Tank		126-0030-0105 126-0030-0107
5. Hypochlorte From Package Unit to Desalinated Water	Pressure Safty Valve		126-0030-0105 126-0030-0107
	Pressure Gage		
	Pump		
	Line		
6. Biocide Dosing to firewater	Pump		126-0030-0105 126-0030-0107
	Line		
	Mixer		
7. Desalinated Water feed to potable water storage tank	Pipe line		128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103

Nodes	Type	Design Conditions/Parameters	Drawings
	Potable water storage tank		
	Level gauge	11-14 Bar- 47c	
	Level indicator		
	Flow interlock control		
	Pump	11-14 Bar- 47c	
	Globe valve		
8. Potable water distribution from T101	Line		128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103
	Valve	11-14 Bar- 47c	
	Heat Exchanger		
	Pump		
	Temperature gauge		
9. Potable water storage Tank T101	Tank		128-0030-0101 128-0030-0102 128-0030-0103
	Heat Exchanger		
10. Waste caustic storage tank T101	Pump		129-0030-0101
	Tank		
11. Desalinated water from unit 126 to vendor package inlet	Strainer		127-0030-001 & 126-0030-105
12. Cooling water circuit	Pump		132-0030-0101
	Cooling water		
	Valve		
	Condensers		
	Presuree control valve		
	Cooling water expansion drum		

Nodes	Type	Design Conditions/Parameters	Drawings
13. Water and corrosion inhibitor to D101	Cooling water expansion drum	11-14 Bar- 47c	132-0030-0101
	Pump		
	Valve		
	Line		
14. Expansion Drum D101	Cooling Water		132-0030-0101
	Drum		
	Line		
	Valve		
15. Firewater supply to T101	Tank		130-0030-0101 130-0030-0102
	Valve		
	Line		
	Level gauge		
16. From T101 through pumps P101 Including flow spillback to distribution	Pump		130-0030-0101 130-0030-0102
	Tank		
	Pressure gauge		
17. From T101 through main firewater pumps to distribution network	Pump	11-14 Bar- 47c	130-0030-0101 130-0030-0102
	XV		
	Control Valve		
18. Sea water intake to T101	Line		125-0030-0101 125-0030--1-2
	Pump		
	sea water ntake station		
19. T101 through seawater booster pumps to header.	Tank		125-0030-0106
	Valve		
	Pump		
20. Seawater storage tankT101	Tank	11-14 Bar- 47c	125-0030-0106
	Pump		
	Valve		

- بررسی انحرافات در هر گره

کار مطالعه واحد با انتخاب یک گره و بحث گروه در رابطه با انحرافات احتمالی موجود در آن آغاز می‌شود. این انحرافات بدون در نظر گرفتن تدابیر امنیتی موجود در سیستم پیش‌بینی می‌شود. در جدول پایین لیست انحرفات موجود و بررسی شده در گره‌های واحد نشان داده شده است.

جدول ۷- بررسی انحرافات در هر گره

Deviations	Guide Word	Parameter
1. No/Low Flow	Low/No	Flow
2. High Flow	High	Flow
3. Reverse/Misdirected Flow	Reverse/Misdirected	Flow
4. High Pressure	High	Pressure
5. Low Pressure	Low	Pressure
6. High Temperature	High	Temperature
7. Low Temperature	Low	Temperature
8. High Level	High	Level
9. Low Interface Level	Low	Interface Level

جدول ۸- تفسیر جدول کاهش/ قطع جریان در سیستم ورودی آب دریا به مخزن۱۰۱

Node: 18. Sea water intake to T101						**Drawings:** **125-0030-0101** **125-0030--1-2**
Type: Line; Pump; sea water intake station						
Design Conditions/Parameters:						
Deviation: 1. No/Low Flow						
Causes	Consequences	Risk Matrix			Safeguards	Recomandation
		S	L	RR		
1. Pump stopeed	1. No sea water to T101 and disalination unit	2	3	6	1. FI0003 low flow alarm 2. PI0003 high pressure alarm 3. PI0005 low low pressure alarm. 4. LI-0002 Low level alarm	Pump trip alarm LA low level 2. safegurds consider adequate.
2. MOV003 close.	1. No sea water to T101 and disalination unit	1	3	3		
3. F102 blocked.	1. No sea water to T101 and disalination unit	2	2	4		

همان‌طور که در جدول ۷ مدارک HAZOP مشاهده می شود، در بالای جدول شماره گره و مشخصات گره و نقشه‌های مورد استفاده موجود می‌باشد.

در این جدول کاهش و یا قطع جریان در سیستم ورودی آب دریا به مخزن T101 را مورد بررسی قرار گرفته است.

در این جدول یکی از دلایل انحراف توقف پمپ می‌باشد که پیامد آن قطع جریان آب به مخزن T101 و واحد نمک‌زدایی می‌باشد که در نتیجه آن عدم تأمین آب واحد می‌باشد.

ابزار امنیتی موجود برای این انحراف FI-Low flow alarm,PI-Low low pressure alarm, LI (Low level alarm) می‌باشد.

درجه ریسک آن در ماتریس ریسک ۶ می‌باشد که یکی از پیشنهادات ارائه شده در جلسات، در نظر گرفتن و نصب Pump trip alarm، LA-Low level بر روی سیستم ورودی آب دریا به مخزن T101 می‌باشد.

-نتایج حاصل از مطالعه مخاطرات و راهبری (HAZOP)

پس از مطالعات دقیق گره‌های عملیاتی واحد Utility، در موارد ضروری برای ارتقاء سطح ایمنی یا عملیاتی این واحد، پیشنهاداتی ارائه شد.

برای سهولت بررسی و تحلیل به سه دسته کلی که همواره در مطالعات HAZOP تاکید بر این تقسیم بندی می‌باشد دسته‌بندی شده است و به ترتیب اهمیت ریسکی بیان می شود.

پیشنهادات سخت‌افزاری (H)

پیشنهادات دستورالعملی- توصیه‌ای (P)

پیشنهادات مطالعاتی و تحقیقاتی (R)

-پیشنهادات سخت‌افزاری

این دسته از پیشنهادات عمدتا شامل تغییر یا نصب تجهیزاتی بوده، از اینرو مستلزم صرف هزینه هستند.

این پیشنهادات بر حسب اولویت اجریی و بر اساس میزان ریسک تولیدی در سیستم به چهار دسته شامل HR، MR، LR، VLR اولویت بندی گردیده شد که بر این اساس نصب (PIC) بر روی ولوو برای اندازه‌گیری فشار به منظور هشدار از نبود آب در واحد ۱۰۳، نصب FI-LL به منظور اعلام هشدار برای هنگامی که جریان کاهش می‌یابد.

امکان نبود هیچ آبی در واحد ۱۰۳، نصب هشداردهنده PIC بر روی ولو T0046 هنگامی که در این unit افزایش جریان اتفاق افتد.

برای جلوگیری از پیامد احتمالی که عدم وجود آب کافی در واحد ،RUN شدن دو پمپ به طور همزمان، افزایش فشار را به دنبال خواهد داشت.

با نصب هشدار دهنده افزایش فشار (PIC-0046) می‌توان از این روند جلوگیری نمود.

نصب شیرهای برقی به عنوان چک Valve که مانع برگشت مواد از واحد ۱۰۳می‌گردد از پیشنهادات سخت افزاری این پروژه به واحد مورد مطالعه می باشد.

-پیشنهادات دستورالعملی و توصیه‌ها

این دسته از پیشنهادات شامل راه‌کارها، تاکیداتی برای توجه بیشتر و توصیه‌هایی هستند که بدون صرف هزینه یا ایجاد تغییر باعث افزایش سطح ایمنی و راهبری واحد می‌شوند.

این پیشنهادات بر حسب ضرورت انجام مشابه با پیشنهادات سخت‌افزاری به چهار دسته اولویت‌بندی گردیده‌اند.

بعنوان مثال در زمانی که کاهش جریان را داریم برای جلوگیری از آسیب رسیدن به پمپ، پیشنهاد شد واحد hydraulics بررسی گردد تا از مکش جریان توسط P-102 و در سرویس قرارگرفتن دو پمپ همزمان جلوگیری به عمل آید.

همچنین پیشنهاد شد که در هنگام کاهش و یا قطع جریان، یک FI فیل توکلوز نصب گردد تا مانع از ورود آب دریا به هدر اصلی نشود.(LR)

-پیشنهادات مطالعاتی و تحقیقاتی

در مطالعات انجام شده و در برخی موارد ضرورت مطالعه بیش‌تر و انجام فعالیت‌های مطالعاتی به چشم آمده است.

این موارد در غالب پیشنهادات مطالعاتی ارائه گشته که در این موارد نیاز به بررسی بیش‌تر و اجرای پروژه‌های مستقل احساس شده است.

در این واحد مورد مطالعه پیشنهاد شد: که یک مسیر دستی در کنار ولو در نظر گرفته شود که در صورت داشتن اشکال ابزار دقیقی باز شود.

همچنین پیشنهاد شد مطالعه‌ای در زمینه جنس خطوط واحد صورت پذیرد که با توجه به عدم مقاومت در مقابل تنش‌های بالا بتواند از خسارات احتمالی جلوگیری نماید.

- راه‌کارهای مؤثر برای کاهش ریسک در واحد Utility مورد مطالعه

- تجهیزات حفاظت فردی

- این وسایل در دسترس تمامی کارکنان قرار گیرد.

- کیفیت دستکش‌ها وگوشی‌ها افزایش یابد.

- وسایل ایمنی در داخل واحد و در محل‌هایی که دسترسی مناسبی دارند قرار داده شود.

- کارایی تجهیزات و وسایل حفاظت فردی از نظر مطابقت با استانداردهای جدید بررسی و در صورت لزوم بهبود یابد.

- آموزش‌های مربوط به شناخت تجهیزات و نحوه استفاده از آن‌ها افزایش یافته و از نظر علمی بهبود یابد.

- مواد فرآیندی

- رعایت مسائل ایمنی و پیشگیرانه در مکان‌هایی که امکان نشت بیش‌تری وجود دارد (یا مواد نشت شده پتانسیل مخاطرات و آلودگی محیط زیست بیش‌تری دارند).

- بازرسی پس از تعمیرات جزئی و کلی به صورت دقیق انجام شده و باقیمانده آثار تجهیزات تعمیر شده، قطعات یدکی و غیره از مسیرها جمع‌آوری شود.

- بازرسی مداوم و دقیق توسط مسئولین مربوطه، استفاده از مواد با کیفیت مناسب، پیگیری جهت رفع نشتی در برخی از نقاط واحد، استفاده از مواد شیمیایی مناسب و بهره‌گیری از روش حفاظت کاتدی و عایق‌کاری خطوط و مخازن پیشنهاد می‌گردد.

- بهداشت کار

- تهیه گوشی‌های مناسب جهت کم کردن آسیب‌های آلودگی صوتی و ماسک‌های فیلتردار و مناسب توصیه می‌شود.

- افزایش کیفیت معاینات.

- حوادث

اداره ایمنی سوابق حوادث و همچنین راه‌کارهای جلوگیری از تکرار حوادث را منتشر نموده و در اختیار کارکنان واحد قرار دهد. (انتقال تجربیات)

-آموزش

- آموزش‌های علمی و کاربردی در رابطه با واحد و بخش‌های آن، ایمنی و آتش‌نشانی، آشنایی با فرآیندهای واحد برای تمامی پرسنل، نحوه نقشه‌خوانی و مسیریابی، آشنایی با مواد، فرآیندها، ابزاردقیق، ماشینری و برق و آشنایی با سیستم‌های کنترلی PLC و CDS به شکل مقدماتی توسط افراد و تیم‌های مجرب و متخصص توصیه می‌شود.

- افزایش تعداد علائم هشداردهنده، نصب پوسترهای ایمنی و استفاده از تصاویر گرافیکی و غیره در واحد توصیه می‌گردد.

- نقطه ضعف عمده در رابطه با مدون نبودن آموزش می‌باشد (خصوصا افراد تازه وارد).

- تعمیرات و نگهداری

-کاهش فواصل زمانی بازدیدهای پیش‌گیرانه دستگاه‌هایی که نرخ خرابی بالایی دارند.

- همزمان نبودن تعمیرات اساسی واحدهای واحد سیلاب‌گیری و تثبیت میعانات گازی و نم‌زدایی به دلیل زیاد شدن حجم کار و عدم توانایی پیمانکار در تامین نیروهای ماهر (اکثرا در کارها دقت لازم اعمال نمی‌شود).

- برنامه‌ریزی جهت هماهنگی و تامین نیروهای ماهر صورت گیرد به شکلی که مسائل اساسی و مهم واحدها به اولویت‌های سوم و چهارم تبدیل نشوند.

- فرآیند

تجهیزات ابزار دقیق که در اثر فرسوده شدن معیوب گردیده‌اند تعمیر یا تعویض گردند.

- ایمنی

تعداد نفرات مجرب و متخصص واحد ایمنی افزایش یافته و همچنین تعداد بازبینی‌های ایمنی و به‌خصوص تطابق شرایط با آخرین روش‌ها و استانداردها چک شود.

- مدیریت

یکی از موثرترین عوامل بهبود فرهنگ ایمنی، توجه به خواست‌ها و تقویت انگیزه‌های پرسنل واحد به طور مثال در زمینه‌های مالی و معنوی و برنامه ریزی‌های جانبی و غیره می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه واحد Utility به منظورکمک به واحد اصلی جهت پالایش گاز و انتقال به خطوط لوله سراسری جهت مصرف داخلی و صادرات آن هر ساعت توقف تولید این واحد خسارات مالی به دنبال خواهد داشت.

بررسی سیستم به دقت و با تمرکز بر هر کدام از نقاط موجود در واحد باعث کشف مشکاتی در آن می‌شود که به صورت عادی دیده نمی‌شود و این یکی از دلایل برتری روش انتخاب شده بر دیگر روش‌ها می‌باشد.

منابع

[1] Sadeghpour, M., & Shayegan, G., 2016, Lightning and firefighting crude oil storage tanks HSE management, National Iranian Oil Company, National Iranian Oil Company; 6, 1-8.

[2] Omidvari, M., Nourmoradi, H., Nouri, J., Shamaii, A., 2013, Presentation of pattern of occupational and environmental health risk assessment in oil products transportation. J Health Syst Res; 9(2):1-10.

[3] Amir-Heidari, P., Maknoon, R., Taheri, B., & Bazyari, M., 2016, Identification of strategies to reduce accidents and losses in drilling industry by comprehensive HSE risk assessment—A case study in Iranian drilling industry. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 44, 405-413.

[4] Yu, W., Mingbang, T., Dongbo, W., Qiang, Z., Shihui, S., Shuhuang, L., 2012, Study on the HSE Management at Construction Site of Oil and Gas Processing Area, Procedia Engineering, Volume 45, 2012, Pages 231-234.

[۵] مرادی، ح.، جانقربان لاریچه، م.،۱۳۹۲، مدیریت HSE در سایت ساخت و ساز منطقه فرآوری نفت و گاز، نخستین همایش ملی HSE با رویکرد صنایع بالادستی نفت و گاز، آبادان، دانشگاه صنعت نفت، وزارت نفت جمهوری اسلامی‌ایران.

[6] Azadeh, A., Gaeini, Z., Moradi, B., 2014, Optimization of HSE in maintenance activities by integration of continuous improvement cycle and fuzzy multivariate approach: A gas refinery, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 32, Pages 415-427.

[۷] رهایی، ع.، طهرانی زمانی، م . ع .، حاتمی، ف.، طهرانی زمانی، م.س.، ۱۳۹۳، مدیریت HSE در کارگاه‌های عمرانی مناطق نفت و گاز، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان‌های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران، دبیرخانه دایمی کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE.

[۸] سرتیاک، ش.، ورشوساز،ک.، محمد فام، الف.، ۱۳۹۳، ارزیابی اثر بخشی آموزش‌های کلاسیک مشارکتی در افزایش عملکرد و مهارت پرسنل در حوزه HSE کارخانه بازیابی اتان پتروشیمی‌مارون، دومین همایش ملی و تخصصی پژوهش‌های محیط زیست ایران. انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه.

[9] Casal, J., 2007, Evaluation of the effects and consequences of major accidents in industrial plants, Vol. 8.

[10] Dunjo, J., Fthenakis, V., Vilchez, J. A., Arnaldos, J., 2010, Hazard and operability (HAZOP) analysis, a literature review, Journal of Hazardous Materials, Vol. 173, NO. 1-3, pp. 19-32.