

بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر

نرگس کاوندی^۱, حبیب‌الله دهقان^۲, محسن شریف روحانی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مطالعات خطر و عملیات (HAZOP Hazard and operability study) و شناسایی مخاطرات جهت مدیریت خطر و افزایش سطح ایمنی در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری ضروری می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی مخاطرات فرایندی ایستگاه تقلیل فشار گاز و ارایه راهکارهای فنی و مدیریتی جهت کاهش آن‌ها بود.

روش‌ها: این مطالعه در دو ایستگاه تقلیل فشار گاز استان اصفهان صورت گرفت. ابتدا تیم HAZOP تشکیل شد و با توجه به نظرات اعضای تیم، فرایند تقلیل فشار گاز به پنج گره اصلی «وروودی گاز، ورودی فیلتر، فیلتر، گرمکن، رگلاتور و بودار کننده» تقسیم گردید. شاخص‌های عملیاتی، حد طراحی و انحرافات احتمالی مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز برگه‌های کاری HAZOP از طریق مراجعه به کتب، دستورالعمل‌های عملیاتی، دفتر گزارش روزانه و مصاحبه با مهندسان و اپراتورهای ایستگاه جمع آوری شد.

یافته‌ها: انحرافات در گره مسیر ورودی گاز و فیلتر شامل شاخص‌های فشار، شدت جریان، درجه حرارت و خوردگی و در گره گرمکن شامل انحرافات در جریان گاز، درجه حرارت گاز، دمای هیتر، فشار گاز و خوردگی بود. در گره مطالعاتی رگلاتور، انحرافات در فشار گاز قبل و بعد از رگلاتور، خوردگی، خرابی پایلوت رگلاتور و عدم حساسیت پایلوت به فشار پایین دست تعیین گردید. در گره مطالعاتی واحد بودار کننده نیز انحرافاتی در میزان تزریق ماده بودار کننده، جریان گاز، فشار، سرعت و میزان بو مد نظر قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه HAZOP، علل و پیامدهای ناشی از انحراف شاخص‌های عملیاتی در پنج گره ایستگاه تقلیل فشار گاز شناسایی گردید و اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی آن‌ها همچون تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده، بازرسی مداوم خط لوله انتقال، تهیه یک برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی و بازرسی و بازنگری در طراحی مورد تأکید قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: کنترل خطر، مطالعات عملیات و خطر، ایستگاه تقلیل فشار گاز، گاز طبیعی، ایران

ارجاع: کاوندی نرگس، دهقان حبیب‌الله، شریف روحانی محسن. بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴؛ ۳۸۹-۳۸۴: ۱۳۹۷.

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

مقدمه

امروزه صنایع گاز به طور عمد شامل استخراج، فرآوری، انتقال و مصرف می‌باشد. گاز طبیعی پس از استخراج توسط شبکه جمع‌آوری و به واحد تصفیه گاز هدایت می‌شود. پس از عملیات تصفیه، گاز شیرین به داخل شبکه‌های هدایت گاز تزریق می‌گردد و چنانچه لازم باشد گاز از مسیر طولانی عبور کند، فشار آن توسط کمپرسورهای مخصوص افزایش می‌یابد و در نزدیکی شهرها و مراکز صنعتی، دوباره فشار گاز تا مقدار قابل توجهی کاهش داده می‌شود. این افت فشار گاز توسط ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (City gas station) صورت می‌گیرد. بنابراین، ایستگاه‌های تقلیل فشار و شبکه تغذیه و توزیع گاز به عنوان واحدی‌های فرایندی شرکت‌های گازرسانی نقش مهمی را به عهده دارند. استفاده از تکنیک‌های ارزیابی خطر در این حوزه جهت شناسایی موارد با خطر بالا و ارایه راهکارهای اصلاحی جهت کاهش، کنترل و یا حذف موارد با خطر بالا، امکان کنترل بهینه سیستم را فراهم خواهد نمود؛ به طوری که تداوم

سرمیس‌دهی، تأمین گاز مطمئن و باکیفیت و مدیریت بهینه شرایط عملیاتی، بخشی از مهم‌ترین چالش‌های حوزه مدیریت در این ایستگاه‌ها می‌باشد.^(۱) تحلیل حوادث بزرگ در این ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که بخش بزرگی از آسیب و خسارت‌های حوادث و احتمال وقوع آن‌ها نه تنها قابل پیشگیری است، بلکه قابل پیش‌بینی نیز می‌باشد؛ مشروط بر این که اقداماتی مانند شناسایی علل ریشه‌ای و پیامدهای نهایی و کنترل آن‌ها به موقع انجام گیرد.^(۲) تجزیه و تحلیل و مطالعات خطر، یکی از ضروری‌ترین مراحل برای افزایش سطح ایمنی در این ایستگاه‌ها می‌باشد.^(۳) توجه به این موضوع به ویژه برای سایتهایی مانند ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری که در داخل شهر و در مناطقی با تراکم بالای جمعیت به خصوص در کلان شهرها قرار دارد، اقدام بسیار حیاتی است.^(۴) ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز بخش مهمی از سیستم گازرسانی می‌باشد. از موارد آلودگی ایستگاه‌های تقلیل فشار می‌توان به آلودگی صوتی، آلودگی ناشی از نشت گاز طبیعی، آلودگی ناشی از محصولات احتراق هیتر ایستگاه‌ها و... اشاره کرد.

- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده علوم هسته‌ای، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
- دانسیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- ایمنی و آتش نشانی شرکت گاز استان اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: حبیب‌الله دهقان

Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

جدول ۱. مهمترین کلمات کلیدی مورد استفاده در مطالعات (HAZOP) Hazard and operability study

کلمات کلیدی	توضیف انحرافات و مثال
هیچ	فرایند فیزیکی انجام نمی‌شود، برای مثال جریانی وجود ندارد.
بیش از	خصوصیات فیزیکی مربوط بیشتر از حدی است که باید باشد. برای مثال فشار جریان بیش از حد تعریف شده است.
کمتر از	خصوصیات فیزیکی مربوط کمتر از حدی است که باید باشد. برای مثال درجه حرارت کمتر از حد تعریف شده است.
به علاوه	موارد دیگری به غیر از موارد تعریف شده وجود دارد، برای مثال جریان گاز حاوی قطرات مایع است.
بخشی از	ترکیب فرایند متفاوت از ترکیبی است که باید باشد.
بر عکس	فاویند، عکس حالتی که تعریف شده است اتفاق می‌افتد، برای مثال جریان سیال معمکوس می‌شود.
به جای این که	بعضی اوقات عملیات غیر طبیعی رخ می‌دهد، برای مثال به جای کاهش سرعت، سرعت افزایش می‌یابد.

همراه با انجام دادن کار» تدوین گردید. تیم HAZOP متشکل از کارشناس اینمنی، مدیر مهندسی، بهره‌برداری و برنامه‌ریزی بود. به پیشنهاد تیم خبره، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز به پنج گره عملیاتی تقسیم گردید که شامل «ورودی گاز به واحد تا ورودی فیلتر، فیلتر، گرمکن، رگالاتور، بودار کننده» بود و هر کدام از گره‌ها به طور جداگانه بر اساس روش کار ارایه شده HAZOP مورد بررسی قرار گرفت. پس از تقسیم کردن ایستگاه به پنج گره مطالعاتی، شاخص‌های عملیاتی، حد، طراحی و انحرافات احتمالی از حدود طراحی بررسی گردید (جدول ۱). اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل برگه‌های کاری HAZOP از طریق مراجعت به کتب موجود در شرکت گاز، فلود یا گرامها، نمودار لوله‌کشی و تجهیزات عملیاتی موجود، دفتر گزارش روزانه ایستگاه و مصاحبه حضوری با مهندسان و اپرаторهای ایستگاه طبقه برشگاری جلسات HAZOP جمع‌آوری شد.

یافته‌ها

بر اساس مطالعه انجام شده توسط تیم HAZOP، شاخص‌های عملیاتی در فرایند ایستگاه تقلیل فشار گاز شامل فشار، میزان جریان، درجه حرارت، نگهداری و اجرا بود. یکی از انحرافات دیگر که با کلمه کلیدی «سایبر شرایط» توسط تیم HAZOP تعیین گردید، شاخص‌های خودگذگی، سایش و نشتی بود که شاخص خودگذگی در همه گره‌ها و شاخص‌های سایش و نشتی در گره‌های ورودی ایستگاه، فیلتر جداکننده، گرمکن و تجهیزات تقلیل فشار مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲) و در هر گره نیز تعدادی از شاخص‌های عملیاتی با توجه به شرایط بررسی شد (جدول ۳).

بحث

در پژوهش حاضر به انجام مطالعات HAZOP جهت شناسایی مخاطرات پرداخته شد. در آنالیز خطر انجام شده در ایستگاه CGS، در مجموع واحد به پنج گره تقسیم شد (جدول ۲) و در هر گره تعدادی از شاخص‌های عملیاتی با توجه به شرایط گره مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). در گره مطالعاتی مسیر ورودی گاز به ایستگاه تا قبل از فیلتر، انحرافات شامل شاخص‌های فشار، جریان، درجه حرارت و خودگذگی می‌باشد.

اصلی‌ترین آводگی، نشت ترکیبات گوگردی بودار کننده (مرکابتان) به محیط است. همچنین، مخاطرات ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله می‌تواند آسیب زیادی به این ایستگاه‌ها وارد نماید. علاوه بر این، گاهی افزایش فشار در این ایستگاه‌ها، منجر به وقوع حوادث خطناک می‌شود (۵). بنابراین، لازم است در پژوهش‌های کاربردی، به ارزیابی و مدیریت خطرات و مخاطرات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز پرداخته شود و راهکارهای مدیریتی جهت کاهش آن‌ها ارایه گردد. بر اساس نتایج تحقیقات، به طور کلی حوادث اصلی در چنین ایستگاه‌هایی حريق و انفجار می‌باشد که از نظر بعد تلفات و خسارت‌های ایجاد شده و میزان وقوع، انفجار از اهمیت بیشتری برخودار است (۵). در ایران نیز صنایع فرایندی و حوادث آن‌ها در دهه‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است (۶).

روش‌ها و ابزارهای متعددی جهت انجام آنالیز خطر برای پیشگیری از حوادث در صنعت وجود دارد که از بین روش‌های متعارف می‌توان به روش (HAZOP) یا Hazard and operability study اشاره کرد که کاربردی‌ترین و قوی‌ترین روش برای شناسایی مخاطرات و ارزیابی خطر می‌باشد (۷). تکنیک مطالعه HAZOP، یک روش مؤثر و سیستماتیک جهت شناسایی خطرات و مشکلات عملیاتی سیستم است (۸). این تکنیک که اغلب در صنایع شیمیایی و فرایندی به کار برده می‌شود، بر پایه این اصل قرار دارد که «سیستم زمانی این است که تمامی شاخص‌های عملیاتی آن مانند دما، فشار و... 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 آن‌ها را بررسی می‌کند (۱۰). از سوی دیگر، پیامد وقوع حوادث و خطرات موجود در صنایع فرایندی، علاوه بر تلفات جانی و صدمه به تجهیزات و زیان‌های اقتصادی ناشی از آن، آводگی و تخریب محیط زیست را به دنبال دارد (۱۰). هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی مخاطرات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز در دو ایستگاه استان اصفهان با استفاده از روش HAZOP بود. همچنین، راهکارهای فنی و اجرایی لازم جهت کاهش خطرات و مخاطرات موجود در این ایستگاه‌ها ارایه گردید.

روش‌ها

در این مطالعه پس از آشنایی با ایستگاه‌های تقلیل فشار مورد نظر، فرایند اجرای مطالعات HAZOP در چهار مرحله شامل «مطالعه مقدماتی، طراحی و برنامه‌ریزی مطالعه، تشکیل انجمن‌های مطالعه و تحقیق، تحقیق و مطالعه

جدول ۲. گره‌های ایستگاه، اجزای گره و شاخص‌های مورد بررسی

گره	اجزای گره	شاخص‌ها
ورودی ایستگاه تا فیلتر	خط لوله	فشار، جریان، دما، خودگی، سایش
فیلتر جداکننده	خط لوله، مخزن، فیلتر	دما، فشار، شدت جریان، خودگی، سایش، نشتی
گرمکن	خط لوله، گرمکن، فیلتر، کویل	دما، فشار، شدت جریان، خودگی، سایش، نشتی، ارتعاش
خط لوله، رگولاتور، شیر قطع فشار، اندازه‌گیر جریان گاز	تجهیزات تقلیل فشار	میزان بو، فشار، شدت جریان، سطح، بو، سرعت، نشتی
بودارکننده	خط لوله، تانک، پمپ متربینگ	

در گره مطالعاتی رگلاتور، انحرافات شامل فشار گاز بعد از رگلاتور، فشار گاز قبل از رگلاتور، شدت جریان گاز، نشتی، خودگی، سایش و ارتعاش است. خرابی پایلوت یا نیروی فر در رگلاتور و عدم حساسیت پایلوت به فشار پایین دست، سبب کاهش جریان و فشار گاز برای مصرف کنندگان می‌گردد که با تعویض پایلوت یا دیافراگم قابل حل می‌باشد. همچنین، مصرف زیاد در پایین دست منجر به افزایش جریان گاز می‌شود که در نهایت، افزایش نرخ سایشی را به دنبال خواهد داشت. اقدامات مورد نیاز جهت رفع این مشکلات عبارت از «نصب اریفیس محدودکننده قبل از رگلاتور و نصب کنتور التراسونیک Clamp-On» هست. این جهت اندازه‌گیری جریان هر خط ایستگاه می‌باشد.

عدم عملکرد صحیح فیلترها و عبور ناخالصی که موجب فرسایش و خودگی در تجهیزات داخل رگلاتور و لوله‌ها می‌شود، موجب خرابی رگلاتور و عبور گاز با فشار بالا و هدر رفتمند گاز از طریق شیرهای اطمینان می‌گردد. اقدامات مورد نیاز جهت حل این مشکل عبارت از «تمیرات و نگهداری از تجهیزات ایستگاه و قرار دادن سنسور فشار قبل از رگلاتور که در صورت بیش از حد بودن هشدار دهد و همچنین، آنالیز تناوبی گاز دریافتی» می‌باشد. احتمال افزایش ارتعاش به دلیل تنظیم نبودن مصرف خطوط، فرسودگی قطعات، عدم مهار مناسب خطوط پایپینگ و سنسینگ‌ها و فوندانسیون نامناسب وجود دارد و پیشنهادهای ارایه شده عبارت از «نصب ساپورت مناسب، ارتعاش مناسب، ارتعاش مناسب و پیشنهادهای ایستگاه، تهیه دستورالعمل نصب ساپورت و بست مناسب بر روی سنسینگ ایستگاه، هشدارهای اتصالات و شیرهای، وقوع زلزله، خطای انسانی و نشت زمین به دلیل فلنجهای، اتصالات و شیرهای، وقوع زلزله، خطای انسانی و نشت زمین به دلیل فوندانسیون نامناسب، نشت گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار را در پی خواهد داشت که با اجرای برنامه نشت یابی، استفاده از تجهیزات ضد انفجار، نصب شیر ضد زلزله، رعایت استاندارد (IGS) در ساختمان ایستگاه و آموزش تخصصی و برنامه‌ریزی شده قابل کنترل است. در گره مطالعاتی بودارکننده انحرافاتی همچون میزان تزریق بودارکننده، سطح، جریان گاز، فشار، سرعت، بو و نشتی مد نظر قرار گرفته است. افزایش میزان تزریق ماده بودارکننده به علت عملکرد نادرست پمپ تزریق و یا تنظیم نبودن دستگاه می‌تواند نشت گازهای سمی و مضر برای مصرف کننده و هدایت مرکاپتان را به همراه داشته باشد. اقدامات مورد نیاز جهت برطرف نمودن این مشکل شامل بوسنجی دورهای و چک نمودن سطح مایع مخزن بودارکننده می‌باشد. تزریق کمتر ماده بودارکننده به دلیل افزایش مصرف توسط مصرف کنندگان و یا عملکرد نادرست پمپ تزریق می‌تواند احتمال عدم تشخیص نشت گاز و انفجار و آتش‌سوزی را به همراه داشته باشد که بوسنجی دورهای و چک نمودن سطح مایع مخزن و آموزش پیشنهاد می‌گردد.

افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، منجر به باز شدن شیرهای اطمینان و سوختن گاز در مشعل بلند می‌شود. جهت جلوگیری از این رویداد می‌توان اقدامات پیشگیرانه همچون تمیرات و نگهداری‌های دورهای و یا ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز را انجام داد. همچنین، افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه، سبب اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد. تعییرات پیشگیرانه و زمان بندی شده کنترل به موقع میزان جریان نیز از اقدامات مورد نیاز در این مرحله می‌باشد. انحرافات دیگر مربوط به خودگی بود که علت آن افزایش میزان H_2S و CO و همچنین، رطوبت و اکسیژن هوا است. این مهم سبب کاهش جزیی در ضخامت لوله‌ها می‌گردد. جهت جلوگیری از این رویداد، توجه به تاول‌های موضعی و تورق بدنه، بازرسی پوشش‌های رنگی لوله‌ها و تجهیزات و همچنین، تهیه یک برنامه زمان بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خودگی پیشنهاد می‌گردد.

در گره مطالعاتی فیلتر، انحرافاتی مانند فشار گاز، جریان گاز، درجه حرارت گاز و خودگی گزارش شد. در این گره، افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه و نقص شیر فلکه خروجی، موجب اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد. تعییرات پیشگیرانه و زمان بندی شده شیر فلکه در این زمینه می‌تواند مؤثر باشد. همچنین، کاهش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه، سبب شعله‌ور شدن می‌شود. افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه گاز و نقص در شیر کنترل جریان و باز شدن بیش از حد آن، منجر به اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد.

در گره مطالعاتی گرمکن، انحرافاتی از جمله جریان گاز، درجه حرارت گاز، دمای هیتر، فشار گاز، خودگی، فرسایش و نشتی وجود دارد. اشکال در شیرهای کنترل جریان و دو فازه شدن گاز در این گره، سبب ایجاد کک در لوله یا گرفتگی لوله و وجود رطوبت و غلظت‌های بالای ترکیبات سولفوردار نیز سبب سوراخ شدن لوله می‌شود. برای جلوگیری از این رویداد، تنظیم نبودن شعله‌های هیتر، افزایش بیش از حد طرفیت گاز مصرفی هیتر و تنظیم نبودن دریچه خروجی دودکش، منجر به افزایش دمای گاز خروجی، سوراخ شدن لوله‌های مارپیچ و ایجاد رسوب در لوله‌های مارپیچ می‌گردد. زنگ‌زدگی و سوراخ شدن دیواره، تبخر آب، نشت و خطای انسانی سبب ایجاد تغییرات در سطح می‌شود که با نصب سیستم آلام و کنترل گر سطح، می‌توان آن را کنترل نمود. تنظیم گاز ورودی به هیتر و تنظیم شعله‌های هیتر، از راه حل‌های مناسب جهت کنترل این انحراف می‌باشد. اشکال در سیستم‌های ابزار دقیق تنظیم فشار و نیز اشکال در شیرهای فشارشکن، باعث ایجاد لرزش در سیستم‌های پایین دست و نشتی در اتصالات لوله‌ها می‌شود که از جمله اقدامات لازم در این زمینه می‌توان به بررسی شیرهای فشارشکن و تماس تلفنی با پالایشگاه برای تنظیم فشار گاز اشاره نمود.

جدول ۳. یک نمونه جدول کار (HAZOP) Hazard and operability study (گره مطالعاتی فیلتر)

اقدامات مورد نیاز	اثرات و پیامدها	علت	انحرافات	کلمات کلیدی
الف) برقراری ارتباط تلفنی سریع با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع فشار ب) تعییرات پیشگیرانه و زمان بندی شده شیرهای کنترل جریان و شیرهای اینمنی ج) نصب شیر اطمینان بر روی فیلتر جاکتنه و تأکید بر در سرویس بودن شیر اطمینان در تمام طول عملیات	اختلال در فیلتراسیون گاز، افزایش فشار در فیلتر و احتمال نشتی و آسیب دیدن فیلتر و در بدترین حالت آتش‌سوزی و انفجار	افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، نقص شیر فلکه‌های خروجی، وجود شعله خارجی و آتش‌سوزی (در صورت ایزوله شدن فیلتر تحت فشار گاز)	فشار گاز	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع جریان ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع جریان	اختلال در فیلتراسیون گاز (کاهش عملکرد فیلتر)، سر و صدا و ارتعاش، کثیف شدن گاز و عدم رضایت مشتری	افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه، افزایش مصرف بعد از ایستگاه	میزان جریان گاز	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور افزایش فشار گاز ب) ناظران اپراتور و اجرای دستورالعمل تعمیر و نگهداری ج) کنترل بیشتر و چک شنایگر روی شیر	اختلال در عملیات تصفیه گاز	افزایش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	درجه حرارت	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور افزایش فشار گاز ب) ناظران اپراتور و اجرای دستورالعمل تعمیر و نگهداری ج) کنترل بیشتر و چک شنایگر روی شیر	افت فشار گاز در واحد که در این صورت به دلیل راندمان کمتر عملیات تصفیه گاز و نرسیدن گاز به مناطق شهری، پارگی المتن فیلتر و آسیب به تجهیزات و قطع گاز، کاهش فشار و احتمال آتش‌سوزی	کاهش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، کثیف بودن فیلتر سپاراتور، فیلتر خشک، باز بودن شیر تخلیه فیلتر	فشار گاز	کمتر از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور تأمین گاز (مشخص نمودن شخص مسؤول جهت ارتباط سریع) ب) بازرسی خط لوله انتقال	نبوت گاز در واحد و احتمال توقف گازرسانی	عدم ارسال گاز از پالایشگاه به ایستگاه تقلیل فشار گاز، شکستگی خط لوله در مسیر انتقال گاز، نقص شیر فلکه‌های خروجی و بسته بودن لوله‌ها در اثر خطای انسانی و مکانیکی	جریان گاز	نبوت
ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز جهت افزایش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	ایجاد شعله	کاهش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	درجه حرارت	کمتر از حد بودن
کنترل دمای محیط الف) تهیه یک برنامه زمان بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی ب) توجه به تاولهای موضوعی الف) بازنگری در طراحی ب) اصلاح و ارتقای سیستم پایش خوردگی الف) انجام سایر تست دوره‌ای ب) مطالعه نصب سیستم F&G دتکتورهای تشخیص شعله در محلهای مناسب ایستگاه برای تشخیص آتش‌سوزی ترجیحاً از نوع UV ج) انجام مطالعات SIL جهت نصب سیستم شیر قطع کن	احتمال بیخ‌زدگی در بخش درین فیلتر کاهش خیلی جزئی ضخامت لوله	کاهش دمای محیط افزایش میزان S_2 و CO_2 گاز ورودی، رطوبت و اکسیژن هوا	دما خوردگی	دما خوردگی
مجله تحقیقات نظام سلامت / سال ۱۴ / شماره ۳ / پاییز ۱۳۹۷	سایش، نشت، آتش‌سوزی، کاهش عمر ایستگاه نشست گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار، قطع گاز مشترکان، خسارت جانی	افزایش سرعت، نفوذ بیش از حد جوش (با توجه به کفیت گاز ایران) (ایجاد شیب در عبور گاز) نشستی در فلنج‌ها، اتصالات و شیرهای فیلتر	سایش	سایش
UV: Ultraviolet; F&G: Fire and Gas Detection; SIL: Safety integrity level				نشستی

نشتی ناشی از باز شدن و یا خراب شدن شیر فشارشکن، نشت از لوله و اتصالات، خطا در تجهیزات و اتصالات مربوط به عملیات لودینگ و خطای انسانی و نشتی در بشکه های حاوی بودار کننده به دلیل مشکلات نگهداری از جمله پوسیدگی و یا در زمان شارژ ادورانت گزارش شد که بروز مشکلات زیست محیطی و همچنین، آسیب به سلامت افراد را به همراه خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

در مطالعه انجام شده در ایستگاه تقلیل فشار گاز برخی از شاخص‌های عملیاتی اعم از دما، فشار، جریان، خودگی، سایش، نشتی و... با توجه به شرایط گره مورد بررسی قرار گرفت و علل انجارافت از حالت عادی در فرایند ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز مشخص گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، مخاطرات فرایندی از حد قابل انتظار بالاتر بود و جهت پیشگیری و کنترل آن‌ها، انجام اقدامات اصلاحی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، اقدامات متعددی اعم از تغییر در فرایند، اضافه نمودن نمایشگر و آلام، گسترش حفاظت آتش و انفجار، بررسی طراحی‌ها، در نظر گرفتن سیستم‌های رنگبندی و یا نشانه‌گذاری به منظور کاهش خطای انسانی در مواردی که چندین خطر وجود داشته باشد، ایجاد برنامه آموزشی مدون و مستمر جهت ارتقای سطح دانش فنی کارکنان و همچنین، انجام مطالعات اینمنی با جزئیات بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۱۵۰۲۱۲۱۴۹۵۲۰۲۷، مصوب دانشکده علوم پایه و مهندسی هستمای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد می‌باشد. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی شرکت گاز استان اصفهان به جهت حمایت مالی بخشنی از هزینه‌های پژوهشی این طرح، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

مورد دیگر، افزایش سطح و پر شدن مخزن بیش از ظرفیت به علت خرابی تجهیزات و خطای انسانی بود که احتمال نشت مواد سمی به محیط را افزایش می‌دهد و می‌توان با چک نمودن سطح مایع مخزن بودار کننده و گنج فشار بر روی مسیر گاز ورودی به بشکه و همچنین، نظارت بر اجرای صحیح دستورالعمل انتقال و پر نمودن مخزن بودار کننده، از بروز آن جلوگیری کرد. افزایش جریان گاز به علت مصرف زیاد توسط مصرف کننده می‌تواند منجر به تزریق کمتر ادورانت شود. کاهش فشار خروجی پمپ به دلیل عدم وجود مقدار کافی مایع در مخزن بودار کننده و گرفتگی جزیی صافی ورودی به پمپ تزریق بودار کننده (گرفتگی مسیر ادورایزر) سبب آتش‌سوزی و انفجار می‌شود و تحلیل منابع را به همراه دارد. افزایش فشار مخزن بودار کننده به علت عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی مخزن ذخیره، باعث آسیب به بشکه در اثر افزایش فشار و احتمال ترکیدن آن خواهد شد. اقدامات کنترلی وجود شیر فشارشکن یمنی و کنترل گیج فشار پیشنهاد می‌گردد.

کاهش فشار مخزن بودار کننده به دلیل عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی مخزن ذخیره و عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی بشکه حاوی بودار کننده به ترتیب می‌تواند سبب عدم تأمین فشار کافی در قسمت تخلیه پمپ و عدم تزریق و عدم ارسال بودار کننده به مخزن و یا تأخیر در انجام آن شود.

بیش از حد بودن سرعت به دلیل نامناسب بودن قطر اریفیس، احتمال سایش اریفیس و تزریق کمتر ادورانت و سایش لوله و انفجار آتش‌سوزی را به دنبال دارد که بوسنجی دورهای و تعویض فصلی اریفیس‌ها در این زمینه توصیه می‌گردد. کمتر از حد بودن سرعت به دلیل نامناسب بودن قطر اریفیس و بسته بودن اریفس (شیر جایگزین اریفیس)، سبب کاهش تزریق ادورانت و بودار نشدن گاز و قطع گاز مصرف کننده خواهد شد. انحراف دیگر مربوط به افزایش بو به علت اشکال در اتصالات و عدم آبیندی و وجود بشکه‌ها در ایستگاه گزارش گردید.

References

1. Ghahramani A, Adl J, Nasl Seraji J. Using HAZOP to Assess the Risk of a Chemical Process. Proceedings of the 1st National Conference on Safety Engineering, Loss Prevention, and HSE Management; 2006 Feb. 28; Tehran, Iran. [In Persian].
2. Zarei E, Jafari MJ, Dormohammadi A, Sarsangi V. The role of modeling and consequence evaluation in improving safety level of industrial hazardous installations: A case study: Hydrogen production unit. Iran Occup Health 2013; 10(6): 54-69. [In Persian].
3. Eckle P, Burgherr P. Bayesian data analysis of severe fatal accident risk in the oil chain. Risk Anal 2013; 33(1): 146-60.
4. Khosravirad F, Zarei E, Mohammadfam I, Shoja E. Analysis of root causes of major process accident in town border stations (TBS) using functional hazard analysis (FuHA) and bow tie methods. Journal of Occupational Hygiene Engineering 2014; 1(3): 19-28. [In Persian].
5. Dormohammadi A, Zarei E, Delkhosh MB, Gholami A. Risk analysis by means of a QRA approach on a LPG cylinder filling installation. Process Safety Progress 2014; 33(1): 77-84.
6. Abdolhamidzadeh B, Hassan CRC, Hamid MD, FarrokhMehr S, Badri N, Rashtchian D. Anatomy of a domino accident: Roots, triggers and lessons learnt. Process Saf Environ Prot 2012; 90(5): 424-9.
7. Sklavounos S, Rigas F. Estimation of safety distances in the vicinity of fuel gas pipelines. J Loss Prev Process Ind 2006; 19(1): 24-31.
8. Mohammadfam I, Kianfar A. Application of hazard and operability study (HAZOP) in evaluation of health, safety and environmental (HSE) hazards (Case Study: Oil Storage of National Iranian Oil Products Distribution Company). Journal of Environmental Sciences and Technology 2010; 12(1): 39-49. [In Persian].
9. Ramzan N, Compart F, Witt W. Methodology for the generation and evaluation of safety system alternatives based on extended Hazop. Process Safety Progress 2007; 26(1): 35-42.
10. Kim TG, Kim JH, Kim YD, Kim Ki. Current risk management status of the Korean petrochemical industry. J Loss Prev Process Ind 2002; 15(4): 311-8.

Investigation of Operational Hazards in Gas Depressurization Stations Using Hazard and Operability (HAZOP) Method

Narges Kavandi¹, Habibollah Dehghan², Mohsen Sharif-Rouhani³

Original Article

Abstract

Background: Hazard and operability (HAZOP) studies are necessary for risk management and safety enhancement in municipal gas depressurization stations. The present study was performed to identify operational hazards at gas depressurization station, and propose technical and management solutions for attenuating them.

Methods: This study was performed in two gas depressurization stations in Isfahan Province, Iran. Firstly, HAZOP team was built, and based on the team members' opinions, five principal nodes were identified across the gas depressurization process: gas inlet, filter inlet, filter, heater, regulator, and odorizer. Operational parameters, design limit, and possible deviations were investigated. Required information for HAZOP worksheets were gathered by referring to textbooks, operational procedures, daily report book, and interviews with engineers and operators working at the stations.

Findings: Deviations in pressure, flow intensity, temperature, and corrosion at the gas and filter inlet nodes, and also those in gas flow, gas temperature, heater temperature, gas pressure, and corrosion at the heater node were determined. At the regulator node, deviations in gas pressure at upstream and downstream of the regulator, corrosion, regulator pilot, and insensitivity of the pilot to the pressure at downstream were evaluated. Finally, deviations in injection rate of odorant, gas flow, pressure, and velocity, and odor intensity were considered at the odorizer node.

Conclusion: In this HAZOP study, causes and effects of deviations in operational parameters at five nodes in gas depressurization station were identified, and preventive and corrective actions were emphasized, such as preventive and timely maintenance, consistent inspection of pipelines, and preparing a well-scheduled plan for inspecting the equipment in terms of corrosion, inspection, and design revision.

Keywords: Hazard control, HAZOP, Gas depressurization station, Natural gas, Iran

Citation: Kavandi N, Dehghan H, Sharif-Rouhani M. **Investigation of Operational Hazards in Gas Depressurization Stations Using Hazard and Operability (HAZOP) Method.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 384-9.

1- MSc Student, Department of Health, Safety, and Environment (HSE), School of Nuclear Sciences, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Department of Safety and Fire, Isfahan Gas Company, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Habibollah Dehghan, Email: ha_dehghan@hith.mui.ac.ir