DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328 Published by Vesnu Publications

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

نرگس کاوندی[1]، حبیب‌اله دهقان[2]، محسن شریف روحانی[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مطالعات خطر و عملیات (Hazard and operability study یا HAZOP) 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 «ورودی گاز، ورودی فیلتر، فیلتر، گرمکن، رگلاتور و بودارکننده» 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 جمع‌آوری 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 پایین‌دست تعیین گردید. در گره مطالعاتی واحد بودارکننده نیز انحرافاتی در میزان تزریق ماده بودارکننده، 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 حبیب‌اله، شریف روحانی محسن. **بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۸۹-۳۸۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

مقدمه

امروزه صنایع گاز به طور عمده 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 واحدهای 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 سرویس‌دهی، 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 به‌موقع 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.

۱- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده علوم هسته‌ای، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- ایمنی و آتش‌نشانی شرکت گاز استان اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان
Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]

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

کلمات کلیدی	توصیف 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	فرایند، عکس حالتی که تعریف شده است اتفاق می‌افتد، برای مثال جریان سیال معکوس می‌شود.
به جای این که	بعضی اوقات عملیات غیر طبیعی رخ می‌دهد، برای مثال به جای کاهش سرعت، سرعت افزایش می‌یابد.

اصلی‌ترین آلودگی، نشت ترکیبات گوگردی بودارکننده (مرکاپتان) 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 خطرناک 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 حریق و انفجار می‌باشد که از نظر بعد تلفات و خسارت‌های ایجاد شده و میزان وقوع، انفجار از اهمیت بیشتری برخوردار 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 مطالعه عملیات و خطر (Hazard and operability study یا HAZOP) 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 ایمن 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 می‌کنند (۸). 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، آلودگی 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 همراه با انجام دادن کار» تدوین گردید.

تیم HAZOP متشکل از کارشناس ایمنی، مدیر Health, safety and environment (HSE)، مدیران واحدهای فرایندی، 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، رگلاتور، بودارکننده» 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 مراجعه به کتب موجود در شرکت گاز، فلود یا گرام‌ها، نمودار لوله‌کشی و تجهیزات (Piping and instrumentation diagram یا P & ID)، دستورالعمل‌های عملیاتی موجود، دفتر گزارش روزانه ایستگاه و مصاحبه حضوری با مهندسان و اپراتورهای ایستگاه طی برگزاری 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 «سایر شرایط» توسط تیم HAZOP تعیین گردید، شاخص‌های خوردگی، سایش و نشتی بود که شاخص خوردگی 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 خوردگی می‌باشد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]

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

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

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 تعمیرات 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. تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده و کنترل به‌موقع میزان جریان نیز از اقدامات مورد نیاز در این مرحله می‌باشد. انحرافات دیگر مربوط به خوردگی بود که علت آن افزایش میزان H_2S و CO_2 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 زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی پیشنهاد می‌گردد.

در گره مطالعاتی فیلتر، انحرافاتی مانند فشار گاز، جریان گاز، درجه حرارت گاز و خوردگی گزارش شد. در این گره، افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه و نقص شیر فلکه خروجی، موجب اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد. تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی 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، خوردگی، 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 و رفع عیب در شیرهای کنترل جریان، جداسازی مایعات در فیلترها و رسوب‌زدایی لوله‌های جریانی داخل هیتر از اقدامات مورد نیاز به شمار می‌رود. همچنین، تنظیم نبودن شعله‌های هیتر، افزایش بیش از حد ظرفیت 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، تبخیر آب، نشت و خطای انسانی سبب ایجاد تغییرات در سطح می‌شود که با نصب سیستم آلارم و کنترل‌گر سطح، می‌توان آن را کنترل نمود. تنظیم گاز ورودی به هیتر و تنظیم شعله‌های هیتر، از راه‌حل‌های مناسب جهت کنترل این انحراف می‌باشد. اشکال در سیستم‌های ابزار دقیق تنظیم فشار و نیز اشکال در شیرهای فشارشکن، باعث ایجاد لرزش در سیستم‌های پایین‌دست 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.

در گره مطالعاتی رگلاتور، انحرافات شامل فشار گاز بعد از رگلاتور، فشار گاز قبل از رگلاتور، شدت جریان گاز، نشتی، خوردگی، سایش و ارتعاش است. خرابی پایلوت یا نیروی فنر در رگلاتور و عدم حساسیت پایلوت به فشار پایین‌دست، سبب کاهش جریان و فشار گاز برای مصرف‌کنندگان می‌گردد که با تعویض پایلوت یا دیافراگم قابل حل می‌باشد. همچنین، مصرف زیاد در پایین‌دست 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 آلتراسونیک Clamp-On جهت اندازه‌گیری جریان هر خط ایستگاه» می‌باشد.

عدم عملکرد صحیح فیلترها و عبور ناخالصی که موجب فرسایش و خوردگی در تجهیزات داخل رگلاتور و لوله‌ها می‌شود، سبب خرابی رگلاتور و عبور گاز با فشار بالا و هدر رفتن گاز از طریق شیرهای اطمینان می‌گردد. اقدامات مورد نیاز جهت حل این مشکل عبارت از «تعمیرات 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 فونداسیون نامناسب وجود دارد و پیشنهادهای ارایه شده عبارت از «نصب ساپورت مناسب، ارتعاش‌سنجی دوره‌ای ایستگاه‌ها، تهیه دستورالعمل نصب ساپورت و بست مناسب بر روی سنسینگ لاین‌ها و بازدید تخصصی و دوره‌ای از وضعیت فونداسیون» می‌باشد. نقص در فلنج‌ها، اتصالات و شیرها، وقوع زلزله، خطای انسانی و نشست زمین به دلیل فونداسیون نامناسب، نشت گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار را در پی خواهد داشت که با اجرای برنامه نشت‌یابی، استفاده از تجهیزات ضد انفجار، نصب شیر ضد زلزله، رعایت استاندارد Iran gas standard (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 مصرف‌کننده و هدررفت 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 مصرف‌کنندگان 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.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]

جدول ۳. یک نمونه جدول کار Hazard and operability study (HAZOP) (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 به‌موقع فشار ب) تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده شیرهای کنترل جریان و شیرهای ایمنی ج) نصب شیر اطمینان بر روی فیلتر جداکننده 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 به‌موقع 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
ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع جریان	اختلال در عملیات تصفیه گاز	افزایش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	درجه حرارت گاز	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور افزایش فشار گاز ب) نظارت اپراتور و اجرای دستورالعمل تعمیر و نگهداری ج) کنترل بیشتر و چک نشانگر 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 المنت فیلتر و آسیب به تجهیزات و قطع گاز، کاهش فشار و احتمال آتش‌سوزی	کاهش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، کثیف بودن فیلتر سپراتور، 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	نبود 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 ولوها در اثر خطای انسانی و مکانیکی	جریان گاز	نبودن
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 گاز	کمتر از حد بودن
کنترل دمای محیط	احتمال یخزدگی در بخش درین فیلتر	کاهش دمای محیط	دما	کمتر از حد بودن
الف) تهیه یک برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی ب) توجه به تاول‌های موضعی	کاهش خیلی جزیی ضخامت لوله	افزایش میزان H_2S و CO_2 گاز ورودی، رطوبت و اکسیژن هوا	خوردگی	سایر شرایط
الف) بازنگری در طراحی ب) اصلاح و ارتقای سیستم پایش خوردگی	سایش، نشت، آتش‌سوزی، کاهش عمر ایستگاه	افزایش سرعت، نفوذ بیش از حد جوش (با توجه به کیفیت گاز ایران) (ایجاد شیب در عبور گاز)	سایش	
الف) انجام ساب 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 قطع‌کن	نشت گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار، قطع گاز مشترکان، خسارت جانی	نشتی در فلنج‌ها، اتصالات و شیرهای فیلتر	نشتی	

UV: Ultraviolet; F&G: Fire and Gas Detection; SIL: Safety integrity level

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]

[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]

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 بودارکننده و گیج فشار بر روی مسیر گاز ورودی به بشکه و همچنین، نظارت بر اجرای صحیح دستورالعمل انتقال و پر نمودن مخزن بودارکننده، از بروز آن جلوگیری کرد. افزایش جریان گاز به علت مصرف زیاد توسط مصرف‌کننده می‌تواند منجر به تزریق کمتر ادورانت شود. کاهش فشار خروجی پمپ به دلیل عدم وجود مقدار کافی مایع در مخزن بودارکننده و گرفتگی جزیی صافی ورودی به پمپ تزریق بودارکننده (گرفتگی مسیر ادورایزر) سبب آتش‌سوزی و انفجار می‌شود و تحلیل منابع را به همراه دارد. افزایش فشار مخزن بودارکننده 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 ایمنی و کنترل گیج فشار پیشنهاد می‌گردد.

کاهش فشار مخزن بودارکننده به دلیل عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی مخزن ذخیره و عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی بشکه حاوی بودارکننده به ترتیب می‌تواند سبب عدم تأمین فشار کافی در قسمت تخلیه پمپ و عدم تزریق و عدم ارسال بودارکننده 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 و آتش‌سوزی را به دنبال دارد که بوسنجی دوره‌ای و تعویض فصلی اریفیس‌ها در این زمینه توصیه می‌گردد. کمتر از حد بودن سرعت به دو دلیل نامناسب بودن قطر اریفیس و بسته بودن اریفس (شیر جایگزین اریفیس)، سبب کاهش تزریق ادورانت و بودار نشدن گاز و قطع گاز مصرف‌کننده خواهد شد. انحراف دیگر مربوط به افزایش بو به علت اشکال در اتصالات و عدم آب‌بندی و وجود بشکه‌ها در ایستگاه گزارش گردید.

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 بشکه‌های حاوی بودارکننده 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، خوردگی، سایش، نشتی و... با توجه به شرایط گره مورد بررسی قرار گرفت و علل انحرافات 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 آلارم، 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 ایمنی با جزییات بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

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

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.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]

DOI: *10.22122/jhsr.v14i3.3328* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research **Vol. 14, No. 3, Autumn**

Received: 13.01.2018 Accepted: 11.03.2018 Published: 07.10.2018

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

Narges Kavandi[1], Habibollah Dehghan[2], Mohsen Sharif-Rouhani[3]

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@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.3.17.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i3.3328]