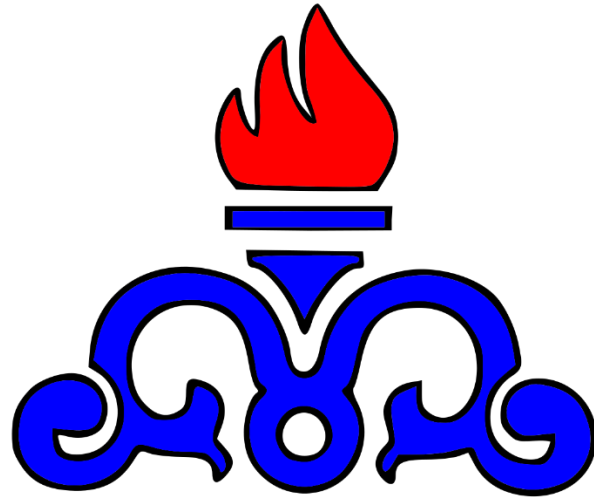




شرکت ملی گاز ایران

امور بهداشت، ایمنی و محیط زیست

**دستورالعمل ایمنی بهره‌برداری و تعمیرات
ایستگاه‌های گازرسانی و اندازه‌گیری
HSE-IN-S-168(0)-98**

تدوین این دستورالعمل رافع مسئولیت‌های
قانونی و پیمانی افراد و پیمانکاران نمی‌باشد.

فرم مشخصات دستورالعمل:

عنوان دستورالعمل: دستورالعمل ایمنی بهره‌برداری و تعمیرات ایستگاه‌های گازرسانی و اندازه‌گیری			
شناسه دستورالعمل:			
تاریخ	شماره ویرایش	تعداد صفحات	شرح

شماره اصلاحیه	تاریخ	شماره بخش / بخش‌های تغییر یافته	شماره صفحه / صفحات

جهت انتقال گاز استخراج شده از میادین گازی به محل مصرف اعم از صنعتی یا خانگی بایستی فشار گاز را افزایش داد تا امکان انتقال سریع و مطمئن این سیال فراهم گردد. پس از انجام عملیات انتقال قبل از عمل تحویل گاز مصرفی متناسب با نوع مصرف مشتریان قابلیت مصرف گاز در فشارهای متفاوتی را خواهند داشت که ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز کار تنظیم میزان فشار و مصرف گاز را به عهده دارند. در تعمیرات و یا اتصال نهایی گرم معمولاً لوله تحت بهره‌برداری و گازدار برش داده می‌شود. از آن جا که برشکاری روی لوله گازدار و تحت فشار بسیار خطرناک و غیرقانونی است لذا باید قبل از هرگونه اقدام، گاز درون آن تخلیه شود. در پایان کار جهت گازدار نمودن مجدد خطوط تخلیه شده و همچنین خطوط جدید باید عملیات تزریق گاز صورت گیرد. در تزریق گاز نیز مقداری گاز به اجبار تخلیه می‌شود. عمل تخلیه گاز به فضای اتمسفر می‌تواند توأم با خطراتی باشد به همین دلیل نیز تا کنون حوادث متعددی حین تخلیه گاز رخ داده است. در این مبحث به نکات ایمنی که حین تخلیه گاز باید مد نظر داشت اشاره می‌شود. عدم رعایت هر کدام از این نکته‌ها یاد آور خاطراتی تلخ است که امید می‌رود با رعایت تک به تک آن‌ها شاهد حوادث ناگوار نباشیم. در طراحی ایستگاه‌های تقلیل فشار، سیستم‌هایی نظیر شیرهای ایمنی و شیرهای قطع کننده خودکار مانند فیوز گاز، هشدار دهنده نشت گاز، شیر حساس به زلزله گاز و شیر برقی در نظر گرفته شده‌اند تا در مواقع غیر عادی این تجهیزات بتوانند ایستگاه را در برابر خطرات ناشی از افزایش فشار محافظت کنند. در اثر عدم کارایی سیستم‌های ایمنی اشاره شده و در صورت افزایش فشار داخلی ایستگاه، احتمال بروز صدمات جبران ناپذیر به این تأسیسات وجود خواهد داشت. لذا این شیرها می‌بایست به صورت دوره‌ای و با دقت تحت آزمایش و بازرسی قرار گرفته و عملکرد آن‌ها بر اساس فشار طراحی تنظیم گردد. فشار عملکرد برای شیرهای اطمینان معمولاً ده درصد بالاتر از فشار تنظیمی در خروجی رگلاتور (شیرهای ایمنی بعد از رگلاتورها قرار دارند) بوده و برای شیرهای قطع کننده خودکار نیز معمولاً پانزده درصد بالاتر از فشار عادی کاری (فشار خروجی از رگلاتور) است.

فهرست مطالب

۱- هدف.....	۵
۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر.....	۵
۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا.....	۵
۴- الزامات و مستندات مرجع.....	۵
۵- تعاریف.....	۵
۶- اقدامات.....	۹
۶-۱- بهره‌برداری و تعمیرات سیستم‌های گازرسانی.....	۹
۶-۲- فرآیند انتقال گاز از ایستگاه تا مصرف کننده.....	۱۰
۶-۳- ایستگاه‌های گازرسانی.....	۱۱
۶-۴- تجهیزات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز.....	۱۲
۶-۵- نکات ایمن در ایستگاه گازرسانی.....	۱۳
۶-۶- شناسایی ریسک.....	۱۵
۶-۶-۱- فیلتر.....	۱۵
۶-۶-۲- گرم‌کن.....	۲۱
۶-۶-۳- رگولاتور.....	۲۴
۶-۶-۴- کنتور.....	۲۵
۶-۶-۵- تجهیزات ایمنی.....	۲۵
۶-۶-۶- بودار کننده‌ها.....	۲۵
۷- پیوست‌ها.....	۲۸
۷-۱- پیوست ب: نمونه‌ای از ریسک‌های شناسایی شده در تأسیسات و ایستگاه‌های گازرسانی.....	۲۹
۷-۲- پیوست پ: نمونه‌ای از ارزیابی ریسک در ایستگاه‌های TBS.....	۳۲

فهرست اشکال

- شکل (۱-۶) ایمنی در تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده در صنعت گاز..... ۱۰
- شکل (۲-۶) شماتیک فرآیند انتقال گاز از خطوط لوله انتقال به مصرف کننده..... ۱۱
- شکل (۳-۶) نمونه‌ای از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز..... ۱۱
- شکل (۴-۶) پارامترهای کنترلی در فرآیند تقلیل فشار گاز..... ۱۲
- شکل (۵-۶) شماتیک تجهیزات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز..... ۱۳
- شکل (۶-۶) فیوز گاز..... ۱۴
- شکل (۷-۶) شیر برقی گاز..... ۱۴
- شکل (۸-۶) شیر حساس به زلزله گاز..... ۱۵
- شکل (۹-۶) نمونه‌ای آر آنالیز درخت خطا (event tree analysis) تبعات ناشی از نشت گاز..... ۱۶
- شکل (۱۰-۶) شماتیک کارکرد محل تخلیه بلودان..... ۱۹
- شکل (۱۱-۶) هیترهای ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز..... ۲۲
- شکل (۱۲-۶) دستگاه بودار کننده..... ۲۶
- شکل (۱-۷) درخت خطای نشت گاز از حسگرها در ایستگاه TBS..... ۳۳

صفحه ۴ از ۳۴	دستورالعمل ایمنی بهره‌برداری و تعمیرات ایستگاه‌های گازرسانی و اندازه‌گیری HSE-IN-S-168(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
--------------	---	--

فهرست جداول

- جدول (۱-۷) نتایج شناسایی حالات و نقص و تحلیل اثرات آن با روش FMEA در ایستگاه‌های TBS ۳۲
- جدول (۲-۷) نتایج محاسبات عددی اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده RPN ۳۲
- جدول (۳-۷) نتایج محاسبات احتمال و نرخ وقوع نقص‌ها در ایستگاه‌های TBS ۳۳

صفحه ۵ از ۳۴	دستورالعمل ایمنی بهره‌برداری و تعمیرات ایستگاه‌های گازرسانی و اندازه‌گیری HSE-IN-S-168(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
--------------	---	--

۱- هدف

هدف از ارائه دستورالعمل حاضر ایجاد رویه‌ای استاندارد و حفظ وحدت روی ایمن به هنگام بهره‌برداری و انجام تعمیرات در ایستگاه‌های گاز رسانی و اندازه‌گیری اعم از ایستگاه‌های TBS، CGS، CGS-TBS و ... است.

۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

رعایت این سند در شرکت ملی گاز ایران و زیرمجموعه‌های آن الزامی است.

۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا

- ♦ مسئولیت و پیرایش این سند به عهده امور HSE شرکت ملی گاز ایران است.
- ♦ ضمانت اجرایی این سند بر عهده مدیران عامل شرکت-های تابعه، مدیران مناطق عملیاتی انتقال گاز و مجریان طرح‌های توسعه-ای شرکت ملی گاز ایران است.

۴- الزامات و مستندات مرجع

[۱] کتابچه تعمیرات، WI1800، شرکت ملی گاز ایران

[2] Hazard Identification and Accident Analysis on City Gate Station in Natural Gas Industry, M. Nikbakht, Ali Sayyah and N. Zulkifli, 2010

[۳] تجزیه و تحلیل ریسک انفجار ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (TBS) با استفاده از روش شناسایی حالات نقص و تحلیل اثرات آن (FMEA) و تکنیک تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA)، فاطمه خسروی راد، اسماعیل زارعی، ایرج محمد فام، اسماعیل شجاع، محسن مجیدی داریانی، ۱۳۹۴

۵- تعاریف

تعاریف عمومی^۱

استاندارد^۲: استاندارد به مجموعه‌ای از قواعد، ضوابط، دستورالعمل‌ها یا روش‌های آزمایش که توسط گروهی واجد صلاحیت

^۱ تعاریف عمومی در دستورالعمل حاضر منطبق بر بخشنامه‌های ابلاغی وزارت نفت، رویه‌های سازمانی موجود و OSHA تدوین شده است.

^۲ Standard

تعیین، تدوین، تصویب و منتشر می‌شود، اطلاق می‌گردد. در این مجموعه منظور از استاندارد، مدارکی هستند که بر اساس استانداردهای بین‌المللی یا ملی تهیه شده باشند.

کارفرما^۱: به یکی از شرکت‌های اصلی و یا وابسته به شرکت ملی گاز ایران اطلاق می‌شود.

پیمانکار^۲: به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می‌شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

سازمان^۳: در این مقررات سازمان شامل هر یک از شرکت‌ها و مناطق عملیاتی تابعه شرکت ملی گاز ایران است که هر کدام به لحاظ سازمانی دارای مدیرعامل/مدیر هستند.

تبصره: با توجه به اینکه در برخی از شرکت‌های تابعه شرکت ملی گاز، فعالیت‌های اجرایی، نظارتی و مدیریت پروژه‌ها از طریق مجموعه‌های پیمانکاری و مشاوره‌ای انجام می‌شود، مدیریت پروژه (MC) و در پروژه‌های فاقد MC دستگاه نظارت به‌عنوان سازمان محسوب می‌گردد که تحت نظر عالی کارفرما (شرکت ملی گاز و شرکت‌های تابعه) فعالیت می‌نمایند.

فرد ذی‌صلاح^۴: بر اساس تعریف OSHA^۵ به افرادی اطلاق می‌شود که قادر به تشخیص خطرات موجود و قابل پیش‌بینی در محیط کار باشند. این مخاطرات شامل موارد بهداشتی و نیز خطراتی که موجب آسیب به نفرات می‌شود است. همچنین لازم است این شخص بتواند در مواجهه با پیشامدهای ناخواسته اقدامات اصلاحی مقتضی را انجام دهد. فرد ذی‌صلاح توسط ابلاغیه معتبر، مدت‌دار و معین‌شده توسط سازمان مربوطه مشخص می‌شود.

فرد مجرب^۶: شخصی است که بنا به گواهی مدرکی معتبر، توانایی فنی و تجربه لازم و کافی برای انجام وظیفه یا مسئولیت مشخص را دارد.

حادثه: مطابق تعریف سازمان بین‌المللی کار (ILO^۷) حادثه عبارت است از یک اتفاق پیش‌بینی‌نشده و خارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد.

ریسک: به احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین، ریسک گویند. طبق تعریف بهداشت حرفه‌ای و سری‌های ارزیابی ایمنی (ISO 45001) ریسک، ترکیب (تابعی) از احتمال و پیامد (های) ناشی از وقوع یک اتفاق خطرناک مشخص است.

خریدار^۸: یعنی شرکتی که این دستورالعمل بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن شرکت است و یا پیمانکاری که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

فروشنده و تأمین‌کننده^۹: به موسسه و یا شخصی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می‌نماید.

¹ Owner

² Contractor

³ Organization

⁴ Authorized Person

⁵ Occupational Safety And Health Administration

⁶ Qualified Person

⁷ International Labour Organization

⁸ Purchaser

⁹ Vendor And Supplier

مجری^۱: مجری به گروهی اطلاق می‌شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرائی و یا راه‌اندازی پروژه را انجام دهد.

بازرس^۲: در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا مؤسسه‌ای اطلاق می‌شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

باید^۳: برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می‌شود.

توصیه^۴: برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می‌شود، بکار می‌رود.

ترجیح^۵: معمولاً درجایی استفاده می‌شود که انجام آن کار بر اساس نظارت شرکت کارفرما باشد.

ممکن است^۶: برای کاری که انجام آن اختیاری است، بکار می‌رود.

تعاریف اختصاصی

ایستگاه‌های صنعتی^۷: ایستگاه تقلیل فشار و اندازه‌گیری گاز که برای محدوده داخلی واحدهای صنعتی نصب می‌شود و فشار گاز ورودی آن بین ۶۰-۲۵۰ پوند بر اینچ مربع (psig) و فشار خروجی آن بنا بر نیاز تجهیزات منصوبه صنایع بین ۳۰-۶۰ پوند بر اینچ مربع است.

ایستگاه‌های C.G.S.^۸: ایستگاه تقلیل فشار و اندازه‌گیری گاز ورودی شهر که فشار گاز ورودی طراحی آن بین ۷۰۰ - ۱۰۰۰ پوند بر اینچ مربع (psig) و فشار خروجی آن بین ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع است.

ایستگاه‌های T.B.S.^۹: ایستگاه تقلیل فشار و اندازه‌گیری گاز شهری که فشار گاز ورودی طراحی آن بین ۱۵۰ - ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع و فشار خروجی آن بین ۶۰ پوند بر اینچ مربع است.

ایستگاه‌های D.R.S.^{۱۰}: ایستگاه تقلیل فشار گاز داخل حاشیه شهری که برای محدوده خاص نصب می‌شود و فشار گاز ورودی آن بین ۲۵۰ - ۱۵۰ پوند بر اینچ مربع و فشار خروجی آن بین ۶۰ پوند بر اینچ مربع است.

ایستگاه‌های M.R.S.^{۱۱}: با کاربرد متنوع نظیر مرکز صنعتی، تجاری، مسکونی و ایستگاه‌های تقلیل فشار و اندازه‌گیری هستند که گستره فشار ورودی آن‌ها با توجه به نوع و ظرفیت ایستگاه می‌تواند بین ۱۰۰۰ تا ۶۰ پوند و گستره فشار خروجی آن حسب مورد یاد شده بین ۲۵۰ psi تا ۲ متغیر است.

¹ Executor

² Inspector

³ Shall

⁴ Should

⁵ Will

⁶ May

⁷ Industrial Station

⁸ City Gate Station: CGS

⁹ Town Border Station: TBS

¹⁰ District Regulating Station: DRS

¹¹ Metering Reducing Station: MRS

ایستگاه‌های M.S^۱: این ایستگاه‌ها با توجه به محل کارگیری با فشارهای مختلف تخلیه: ۶۰-۶۰ یا ۲۵۰ - ۲۵۰ و جهت فیلتراسیون و اندازه‌گیری حجم گاز عبوری بکار گرفته می‌شوند.

شبکه توزیع^۲: مسیرهای توزیع سراسری گاز به نقاط مختلف مصرف کنندگان را شبکه توزیع می‌گویند.

رگولاتور^۳: دستگاهی است که جهت کاهش و کنترل فشار گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کنتور^۴: دستگاهی است که جهت اندازه‌گیری حجم گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فیلتر^۵: دستگاهی است که جهت گرفتن ناخالصی و مایعات همراه با گاز قبل از هر گونه عملیات بهره‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شیر اطمینان^۶: دستگاهی است که در صورت بروز اشکال در عملکرد رگولاتور جهت جلوگیری از اعمال فشار نامطلوب به شبکه در ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شیر قطع کننده^۷: دستگاهی است که در صورت بروز اشکال در عملکرد رگولاتور و عدم عملکرد شیر اطمینان جهت جلوگیری از اعمال فشار نامطلوب به شبکه، در ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هیتر یا گرم‌کن^۸: دستگاهی است که در شرایط ایمن، توسط مشعل‌های اتمسفریک، آب مقطر داخل یک محفظه را گرم نموده و گاز از لوله‌های مارپیچی که در درون این محفظه است، عبور نموده و گرم می‌شود.

بودار کننده^۹: دستگاهی است که جهت تزریق مواد بودار کننده به گاز طبیعی به منظور بودار نمودن برای کشف نشت گاز قبل از ایجاد شرایط انفجار و در رابطه با تأمین ایمنی مشترکین در ایستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خطوط انشعاب گاز مصرف کنندگان^{۱۰}: مسیرها و لوله کشی گاز جهت مصرف کنندگان (خانگی یا صنعتی) را خطوط انشعاب می‌گویند.

رگولاتور خانگی^{۱۱}: مصرف کنندگان خانگی را رگولاتورهای خانگی می‌گویند.

¹ Metering Station; MS

² Distribution Network

³ Regulator

⁴ Meter

⁵ Filter

⁶ Safety / Relief Valve

⁷ Shut Off Valve

⁸ Water Bath Indirect Heater

⁹ Odorant- Loader

¹⁰ Service Line

¹¹ Service Regulator

صفحه ۹ از ۳۴	دستورالعمل ایمنی بهره‌برداری و تعمیرات ایستگاه‌های گازرسانی و اندازه‌گیری HSE-IN-S-168(0)-98	 شرکت ملی گاز ایران بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
--------------	---	--

۶- اقدامات

همان‌گونه که گفته شد هدف از تدوین این دستورالعمل آگاهی از نکات ایمن هنگام بهره‌برداری و تعمیرات ر ایستگاه‌های گازرسانی مختلف و ایستگاه‌های اندازه‌گیری است. از این رو ابتدا می‌بایست کلیه فرآیندی که در این ایستگاه‌های رخ می‌دهد شناسایی شود و متناسب با پارامترهای پرخطر و دارای ریسک در هر مرحله، ریسک‌های مربوط به هر قسمت شناسایی و به منظور پیشگیر از وقوع حادثه اقدامات کنترلی و اقدامات ایمن برای آن در نظر گرفته شود. بنابراین ابتدا می‌بایست شماتیک کلی فرآیند فوق شرح داده شود که در ادامه ضمن تشریح این فرآیندها، ریسک‌های کلی مربوط به هر قسمت بررسی شده‌اند. با این حال در هر تأسیسات ممکن است سایر ریسک‌های موجود و وابسته به فرآیند نیز موجود بوده که در قالب فرآیند کلی سیستم نیست و افسر ایمنی تأسیسات می‌بایست با بازدیدهای ممیزی و سایت ویزیت از آن محل شناسایی، کنترل و ارزیابی نماید.

۶-۱- بهره‌برداری و تعمیرات سیستم‌های گازرسانی

بهره‌برداری مجموعه عملیات در قالب نگهداری و تعمیرات در جهت استفاده بهینه از تأسیسات و افزایش راندمان سیستم است لذا وجود یک سیستم مدون و مجهز و برنامه ریزی شده تعمیرات و نگهداری، امری ضروری و الزامی است که کنترل مستمر و اطلاع کامل از وضعیت و نحوه عملکرد مجموعه صنعت از جمله تأسیسات، خطوط انتقال، تغذیه و توزیع، ماشین آلات و ابنیه را ممکن می‌سازد. مطلوب‌ترین خدمات تعمیراتی و اتخاذ بهترین روش‌ها برای تداوم کار با حداقل هزینه امکان پذیر می‌گردد. در هر نوع برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری، خرابی و از کار افتادگی ماشین آلات و تجهیزات صنعتی، امری اجتناب ناپذیر بوده و جلوگیری از آن عملاً غیرممکن است، در این راستا به منظور کنترل سیستم‌های عملیاتی می‌توان با بهره‌وری از فنون برنامه ریزی، قابلیت اطمینان استفاده از دستگاه‌های تحت مصرف را ارتقا داد. معمولاً از کار افتادگی دستگاه‌ها و تجهیزات گازرسانی، می‌تواند پیامدهای زیر را در به دنبال داشته باشد:

- ❑ نایمن ساختن دستگاه‌ها و تأسیسات مرتبط
- ❑ کاهش یا توقف در امر گازرسانی و توزیع گاز طبیعی
- ❑ استهلاک افزوده به دلیل افزایش بار روی دستگاه‌ها و تجهیزات دیگر
- ❑ ایجاد نارضایتی در مصرف کننده
- ❑ تحمیل هزینه‌های زیاد
- ❑ عدم رعایت اصول حفاظت صنعتی

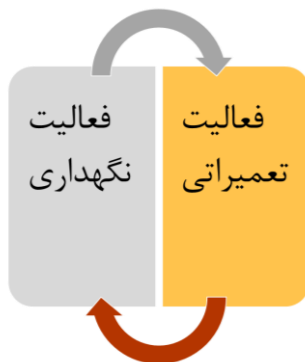
تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده در صنعت گاز، شامل دو فعالیت تعمیراتی و نگهداری عمده می‌شود:

۱- فعالیت‌های تعمیراتی: فعالیت‌های تعمیراتی به منظور خارج ساختن دستگاهی از شرایط نامناسب صورت می‌گیرد.

مثلاً لوله‌ای که خوردگی آن شدید بوده یا شیری که معیوب است و باید تعویض گردد و یا معیبی که در یک دستگاه به وجود آمده و بایستی برطرف گردد.

۲- فعالیت‌های نگهداری: نگهداری یا اقدامات پیشگیری کننده که معمولاً تحت عنوان کلی «نگهداری» مطرح می‌گردد، در زمان عملکرد مطلوب دستگاه‌ها و تجهیزات صورت می‌گیرد. از این موارد می‌توان از گریس کاری شیرها و اورهال ایستگاه‌های تقلیل فشار به صورت خاص و از عملیات مربوط به تحویل و تحول پروژه‌ها به صورت عام نام برد. زمان انجام فعالیت‌های تعمیراتی اغلب در مقاطعی خواهد بود که دستگاه از کار افتاده و نیاز به عملیات تعمیراتی پیدا می‌کند حال آن که در مورد فعالیت‌های نگهداری، عملیات در مقاطع زمانی خاص انجام می‌پذیرد و از برنامه ویژه‌ای پیروی می‌گردد که بر طبق تجربیات، محاسبات ریاضی، آماری و دستورالعمل‌های طراحی قابل تعیین است.

بنابراین توجه به اصول ایمن حین فعالیت‌های تعمیراتی و نگهداری می‌بایست در اولویت اقدامات قرار گیرد.



شکل (۶-۱) ایمنی در تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده در صنعت گاز

۲-۶- فرآیند انتقال گاز از ایستگاه تا مصرف کننده

گاز توسط خط لوله انتقال با فشار حداکثر ۷۰۰ الی ۱۰۰۰ psig و فشار حداقل ۳۰۰ الی ۳۵۰ psig، وارد اولین قسمت سیستم گازرسانی یعنی ایستگاه اصلی شهر C.G.S می‌گردد که در این ایستگاه فشار به ۲۵۰ psig تقلیل یافته و سپس توسط خطوط لوله اصلی شبکه تغذیه وارد ایستگاه‌های تقلیل فشار T.B.S می‌گردد و پس از تقلیل فشار به ۶۰ psig، وارد شبکه توزیع که به صورت حلقه‌ای و یا شاخه‌ای طراحی شده‌اند، می‌گردد و سپس از طریق خطوط انشعاب گاز مصرف کنندگان وارد رگولاتور خانگی شده و فشار آن به فشار مورد نظر مشترک (عموماً ۱,۴psi) رسیده و نهایتاً تحویل مصرف کننده می‌گردد. گاز مصرف کنندگان ویژه و تجاری عمده داخل محدوده شهرها از طریق خطوط تغذیه ۲۵۰ Psig و یا خطوط شبکه توزیع ۶۰ psig و با نصب ایستگاه‌های M.R.S و یا M.S در محل، بر اساس میزان حداکثر مصرف ساعتی و فشار مورد نیاز (۲، ۱۵، ۳۰ و یا ۶۰ پوند بر اینچ مربع) تأمین می‌گردد.



شکل (۲-۶) شماتیک فرآیند انتقال گاز از خطوط لوله انتقال به مصرف کننده

۳-۶- ایستگاه‌های گازرسانی

همان‌گونه که پیش‌تر ذکر گردید، فشار گاز در خطوط لوله، حدود ۱۰۰۰ Psig است که این فشار مطلوب مصرف کنندگان نیست. جهت تطبیق شرایط فیزیکی گاز با شرایط مطلوب مصرف کنندگان نیاز به تأسیساتی است که به صورت اتوماتیک این شرایط را کنترل و اندازه‌گیری نماید، این مهم در ایستگاه‌های تقلیل فشار صورت می‌پذیرد.



شکل (۳-۶) نمونه‌ای از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز

فشار، درجه حرارت، میزان جریان گاز و میزان سطح مایعات در مخازن از مهم‌ترین کمیت‌های قابل کنترل و اندازه‌گیری در

ایستگاه‌های تقلیل فشار می‌باشند و علاوه بر این به علت بی‌بودن گاز طبیعی مقداری ماده بودار کننده نیز در ایستگاه‌های تقلیل فشار به گاز اضافه می‌گردد.



شکل (۴-۶) پارامترهای کنترلی در فرآیند تقلیل فشار گاز

بنابراین کنترل پارامترهای فوق از منظر ایمنی بسیار حائز اهمیت است. چراکه با تغییرات (افزایش و کاهش آن‌ها از حالت اتوماتیک) فرآیند مربوطه دارای اختلال خواهد شد.

یک ایستگاه تقلیل فشار، متناسب با ظرفیت، فشار ورودی و خروجی، نوع مصرف کننده، تعداد مراحل شکست فشار و خطوط آن به شکل‌های مختلفی طراحی و ساخته می‌شود. با توجه به نوع مصرف کننده نیز می‌توان تقسیم بندی ذیل را در مورد ایستگاه‌های تقلیل فشار انجام داد:

- ایستگاه‌هایی که شبکه‌های توزیع گاز را تغذیه می‌نمایند که ایستگاه‌های شهری نامیده می‌شوند و شامل **D.R.S** و **C.G.S.T.B.S** می‌گردد.
- ایستگاه‌هایی که شبکه داخلی صنایع و واحدهای تجاری و مسکونی بزرگ را تغذیه می‌نمایند (ایستگاه‌های تجاری و صنعتی) **M.R.S** که این ایستگاه‌ها توسط گازرسانی به صنایع طراحی و سفارش می‌گردند.

۴-۶- تجهیزات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز

با وجود تنوع زیاد ایستگاه‌های تقلیل فشار، به طور کلی تجهیزات بکار رفته در ساختمان آن‌ها به شرح ذیل است که ممکن است کاربرد برخی از آن‌ها ضروری و یا تعداد آن‌ها متغیر باشد.

- ۱- فیلتر
- ۲- گرم‌کن
- ۳- رگولاتور
- ۴- کنتور
- ۵- شیر اطمینان

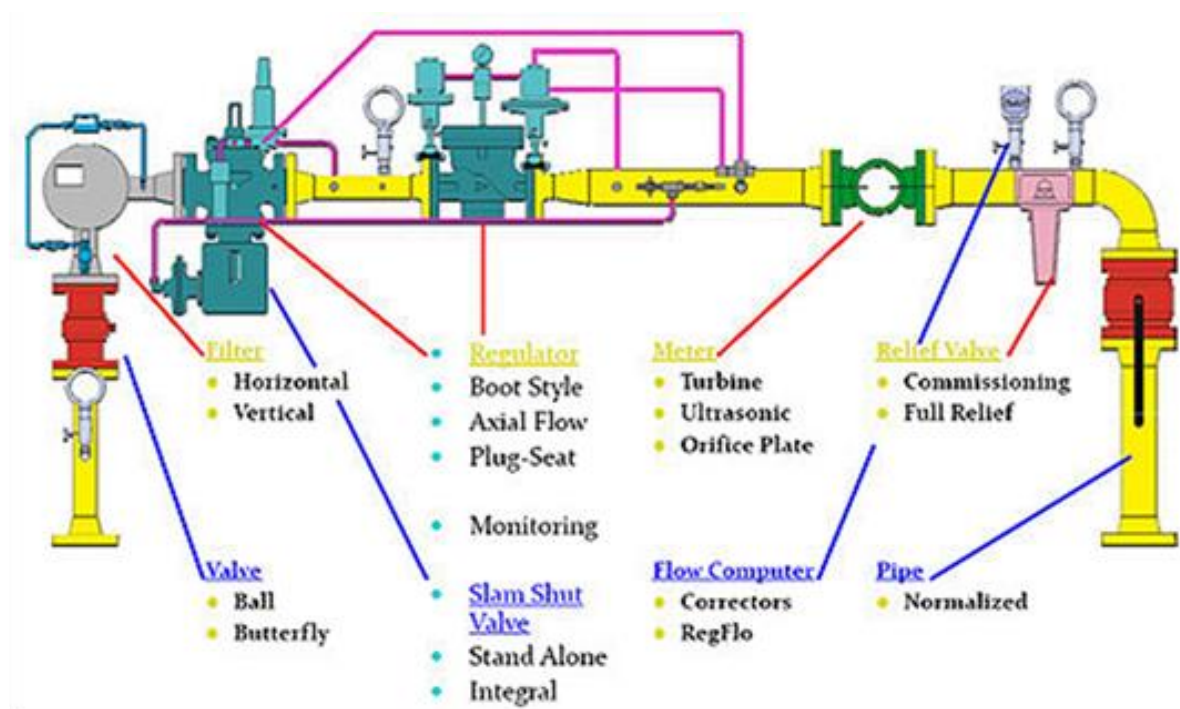
۶- شیر قطع فشار

۷- فشارسنج‌ها، ترمومترها و عایق‌های الکتریکی

۸- شیرها و فلنج‌ها

۹- بودار کننده

در شکل (۵-۶) شماتیکی از ایستگاه‌های تقلیل فشار نشان داده شده است.



شکل (۵-۶) شماتیک تجهیزات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز

نکته: برخی از طراحان ترجیح می‌دهند قسمتهایی از ایستگاه نظیر فیلترها و یا کنتورها را به صورت مجموعه‌ای مجزا طراحی نمایند. در این صورت بهره‌بردار قدرت انتخاب بیشتری از خطوط را داشته و لرزش قسمت‌های تقلیل فشار به قسمت اندازه‌گیری منتقل نمی‌شود.

۵-۶- نکات ایمن در ایستگاه گازرسانی

موارد و نکات ایمن که می‌بایست در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز مورد توجه واقع گردد مرتبط با هریک از قسمت‌ها و تجهیزات مربوط به سیستم تقلیل فشار گاز است. هر یک از تجهیزات فوق دارای چک لیست روتین و تعمیراتی بوده و می‌بایست همواره در وضعیت سلامت باشند. چنانچه تجهیز دارای عیب و نقص فنی باشد می‌تواند منجر به ایجاد ریسک بالقوه و به دنبال آن ریسک‌های بالفعل شود. بنابراین ابتدایی‌ترین موضوع در مبحث کنترل ریسک و اقدامات ایمن در راستای حفظ ایمنی

تأسیسات مزبور، بررسی‌های روتین‌های تعمیراتی و نگهداشت کلیه تجهیزات موجود در سایت است. در طراحی ایستگاه‌های تقلیل فشار، سیستم‌هایی نظیر شیرهای ایمنی و شیرهای قطع کننده خودکار مانند فیوز گاز، هشدار دهنده نشت گاز، شیر حساس به زلزله گاز و شیر برقی در نظر گرفته شده‌اند تا در مواقع غیر عادی این تجهیزات بتوانند ایستگاه را در برابر خطرات ناشی از افزایش فشار محافظت کنند. در اثر عدم کارایی سیستم‌های ایمنی اشاره شده و در صورت افزایش فشار داخلی ایستگاه، احتمال بروز صدمات جبران ناپذیر به این تأسیسات وجود خواهد داشت. لذا این شیرها می‌بایست به صورت دوره‌ای و با دقت تحت آزمایش و بازرسی قرار گرفته و عملکرد آن‌ها بر اساس فشار طراحی تنظیم گردد. فشار عملکرد برای شیرهای اطمینان معمولاً ده درصد بالاتر از فشار تنظیمی در خروجی رگلاتور (شیرهای ایمنی بعد از رگلاتورها قرار دارند) بوده و برای شیرهای قطع کننده خودکار نیز معمولاً پانزده درصد بالاتر از فشار عادی کاری (فشار خروجی از رگلاتور) است.



شکل (۶-۶) فیوز گاز



شکل (۷-۶) شیر برقی گاز



شکل (۶-۸) شیر حساس به زلزله گاز

در مرحله بعدی می‌بایست با استناد بر سوابق حوادث به وقوع پیوسته در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز، چه در زمان بهره‌برداری و چه در زمان تعمیرات، مجموعه اطلاعات منسجم بر اساس شرایط آن تأسیسات گردآوری و با تحلیل حوادث فوق و بر اساس دستورالعمل روش اجرایی گزارش ثبت و تحلیل حادثه HSE-IN-S-155(0)-98 علل ریشه‌ای و سطحی حوادث که اغلب نشأت گرفته از طراحی‌های نامناسب سیستم‌ها و یا خطاهای اپراتوری است را شناسایی نمود.

سیستم‌های آتش‌نشانی موردنیاز برای ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز طی استاندارد OISD-GDN-115 ذکر شده است.

۶-۶- شناسایی ریسک

یکی از دغدغه‌های اصلی مهندسين طراحی و عملیات، بهینه بودن عملکرد خطوط لوله گاز، ایستگاه‌های تقلیل فشار و اطمینان از راندمان بالای آن‌ها است. اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات موجود در ایستگاه‌ها (فیلترها، شیرهای اطمینان و قطع کننده جریان و ...)، اطمینان از عدم نشتی خطوط انتقال و تجهیزات، اطمینان از عدم تشکیل هیدرات و به حداقل رساندن آلودگی‌هایی نظیر آلودگی صوتی و ... از جمله نکات مهم HSE می‌باشند که در این دستورالعمل پیرامون آن‌ها بحث می‌شود. شناسایی ریسک‌ها می‌بایست با به کار گیری اصول و الزامات یکی از روش‌های استاندارد از قبیل HAZID، HAZOP و ... و یا ترکیبی از روش‌های مربوطه صورت پذیرد. همچنین بهتر است ارزیابی کمی ریسک در ایستگاه‌های گازرسانی با استفاده از روش‌های استاندارد صورت پذیرد تا اقدامات پیشگیرانه و کنترلی ایمنی در صورت وقوع حادثه حین تعمیرات و یا بهره‌برداری از تجهیزات نیز امکان پذیر باشد. در ادامه در هر یک از قسمت‌ها و تجهیزات مربوط به ایستگاه تقلیل فشار گاز، ریسک‌های منجر به ایجاد حادثه با ذکر مثالی از حوادث به وقوع پیوسته در این ایستگاه‌های شرح داده شده است.

۶-۶-۱- فیلتر

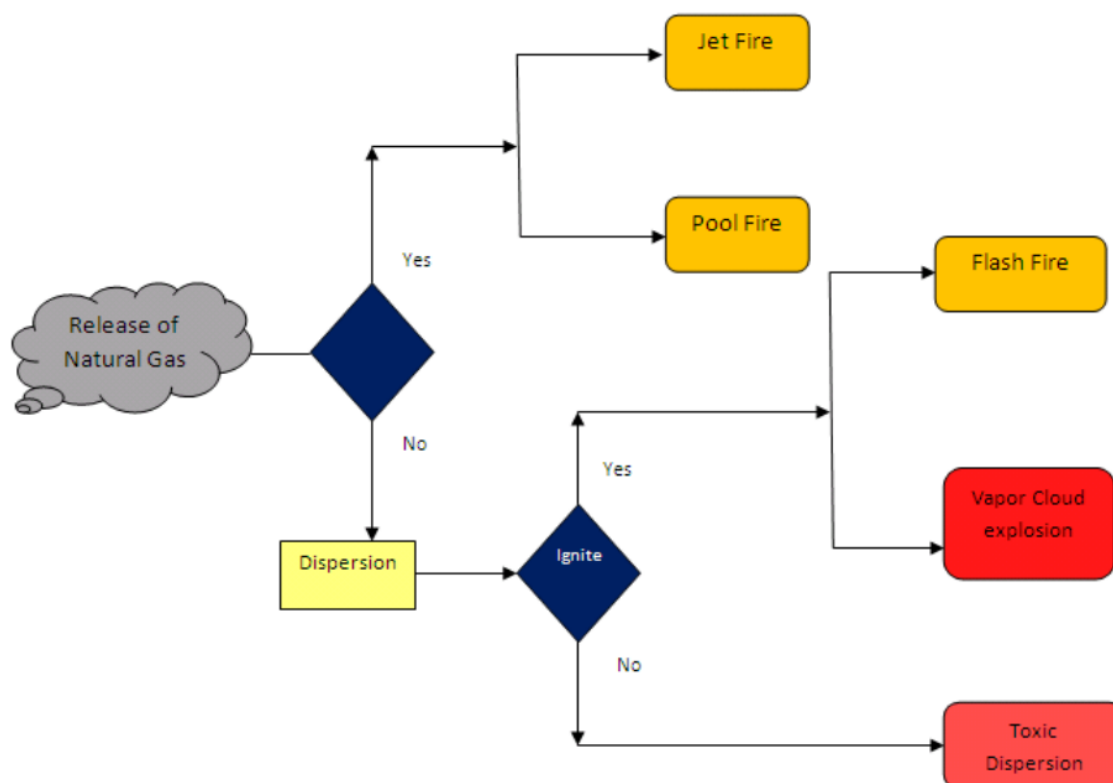
فیلترها در ابتدای ایستگاه نصب می‌گردد و ناخالصی‌های جریان گاز از جمله ذرات ناشی از خوردگی خطوط فلزی، میعان بخار آب و هیدرو کربن‌های سنگین موجود در ترکیب گاز طبیعی را از جریان گاز جدا می‌کند. از آنجا که احتمال دارد ذرات،

ناخالصی و آلودگی در گاز ورودی به ایستگاه‌های C.G.S وجود داشته باشد، لذا فیلترها در قسمت ورودی ایستگاه طراحی و نصب می‌شوند تا از این طریق این ذرات و آلودگی‌ها در ابتدای ورود به ایستگاه از گاز گرفته شود. عدم کارکرد صحیح فیلترها می‌تواند منجر به بروز مشکلات و به تبع آن حوادث در تأسیسات گردد که مهم‌ترین آن پدیده سایش است.

دستورالعمل بازدید و کنترل المنت فیلتر خشک ایستگاه‌های تقلیل فشار و اندازه‌گیری گازمی بایست مطابق با رویه‌ها و روتین‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

هنگام فرار ذرات ناخالص از فیلترها و ورود آن‌ها به سیستم لوله کشی داخلی، در قسمت‌هایی از لوله کشی داخل ایستگاه‌ها (به خصوص هنگام کاهش سطح مقطع جریان) سرعت گاز افزایش می‌یابد به طوری که سطح داخلی زانوها را در معرض سایش قرار می‌دهد و به متعلقات داخلی رگلاتورها شدیداً آسیب می‌رساند. بسته به میزان و نوع ذرات ناخالص، روند سایش ممکن است تا آنجا ادامه یابد که در اثر ضعیف کردن دیواره لوله‌ها، به مرور سبب کاهش ضخامت لوله‌ها و سوراخ شدن آن‌ها گردد که این امر می‌تواند عامل نشت گاز به فضای اطراف باشد.

به دنبال آن خروج ناخواسته گاز به فضای داخل ایستگاه‌ها می‌تواند تبعات و حوادثی از قبیل آتش‌سوزی، انفجار، خفگی و ... را در بر داشته باشد که به ذکر نمونه‌ای از آن می‌پردازیم.



شکل (۶-۹) نمونه‌ای از آنالیز درخت خطا (event tree analysis) تبعات ناشی از نشت گاز

شرح حادثه

در نزدیکی ایستگاه T.B.S یکی از شهرهای گازرسانی ابران متوجه خروج گاز سیاه رنگی از داخل ایستگاه شدند که به بیرون منتشر می‌گردید؛ موضوع بلافاصله به اداره گاز رسانی اطلاع داده می‌شود و پس از حضور نفرات گاز رسانی در محل و قطع گاز، متوجه می‌شوند که لوله بعد از رگلاتور به علت پدیده سایش سوراخ شده و از این محل گاز به شدت به بیرون فوران نموده است.

شرح حادثه

در یک مورد دیگر نفر امداد که جهت تخلیه فیلتر به داخل ایستگاه T.B.S مراجعه می‌کند با باز کردن شیر تخلیه ناگهان متوجه نشت شدید گاز می‌گردد و به سختی و با اضطراب شیر ایستگاه را می‌بندد؛ سپس متوجه می‌شود که محل زانویی مسیر خروجی تخلیه فیلترها به علت پدیده سایش سوراخ شده است. عملکرد صحیح فیلترها و تعویض نمودن به موقع المنت‌های داخلی آن‌ها می‌تواند از بروز پدیده سایش و حوادث ناشی از آن در ایستگاه‌ها جلوگیری نماید؛ بدین منظور لازم است فیلتر ایستگاه‌ها به طور دوره‌ای تحت بازدید قرار گرفته و در صورت مشاهده اختلاف فشار در دو طرف آن‌ها، نسبت به تخلیه رسوبات و تعویض المنت داخلی آن‌ها اقدام گردد. لازم به توضیح است که المنت فیلترها یک بار مصرف بوده و هرگز نباید از آن‌ها مجدداً استفاده گردد.

تخلیه فیلترها از طریق شیر تخلیه و لوله متصل به آن صورت می‌گیرد که در مورد هر کدام به طور جداگانه ذیلاً اشاره می‌گردد:

- شیر تخلیه فیلتر جهت تخلیه آب و مواد زائد جدا شده از گاز در قسمت کف فیلترها معمولاً علاوه بر شیر خروجی فیلتر، یک عدد شیر دیگر را نیز به صورت سری (متوالی) بعد از آن نصب می‌کنند تا در صورت وجود نشتی گاز در شیر خروجی فیلتر در طول بهره‌برداری، شیر دوم مانع از خروج گاز از فیلتر شود (هر دو شیر مذکور در حین انجام کار عادی ایستگاه باید بسته باشند).
- لوله تخلیه متصل به فیلتر لوله تخلیه لوله‌ای است که از خروجی فیلتر تا محل تخلیه ادامه می‌یابد. این لوله در ایستگاه‌های تقلیل فشار CGS همانند لوله‌های شبکه گازرسانی زیر زمین دفن می‌شود. هنگام دفن آن در عمق مناسب، پوشش (عایق) کاتدیکی مناسبی برای آن در نظر می‌گیرند تا در مقابل خوردگی محافظت شود. بدیهی است در ایستگاه‌های TBS به منظور جلوگیری از لرزش‌ها و تکان‌های ناشی از خروج گاز، لوله تخلیه را توسط اتصالات مناسبی به ستون‌های ایستگاه مهار می‌کنند. عدم دفن لوله تخلیه در عمق مناسب باعث ایجاد یک حادثه تأسف بار در یکی از ایستگاه‌های CGS گردید.

شرح حادثه

در این ایستگاه پس از شیر خروجی فیلتر و نصب یک عدد شیر دیگر، لوله‌ای به قطر ۲ اینچ و به طول ۱۳ متر به عنوان لوله تخلیه پیش‌بینی و اجرا گردیده بود. لوله مذکور در فاصله ۵ متری بعد از شیر فیلتر با نصب یک زانویی ۹۰ درجه به داخل زمین رفته و در عمق ۳۰ سانتی‌متری زیرزمین قرار داشت و مابقی طول آن به علت اختلاف سطح زمین (هر چه از فیلتر دورتر می‌شد) به سطح زمین نزدیک‌تر می‌گردید. به طوری که لوله در انتهای کاملاً روی خاک قرار داشت و در پایان لوله مذکور با طول ۲۵ سانتی‌متر و یک زانوی ۹۰ درجه به حوضچه‌ای که جهت تخلیه گاز در زمین حفر شده بود، منتهی می‌شد. در روز حادثه یکی از نفرات تعمیرات، جهت تخلیه فیلترها وارد ایستگاه می‌شود و به قصد تخلیه فیلتر، شیر تخلیه فیلتر را باز می‌کند. متأسفانه عدم مهار لوله تخلیه و همچنین نیروی عکس‌العمل ایجاد شده ناشی از خروج ناگهانی گاز به داخل حوضچه باعث می‌شود لوله تخلیه از داخل خاک به طور عمودی بلند شده و در نقطه‌ای که نیروی عکس‌العمل گاز توان بلند کردن لوله را از خاک ندارد، لوله خم می‌شود و در نهایت با برخورد مستقیم به سر فرد مذکور باعث فوت آنی وی می‌گردد.

نکته: برخلاف توضیحات ارائه شده، متأسفانه این نوع حوادث آن چنان سریع و در زمان بسیار کوتاهی رخ می‌دهد که مهلت هر گونه عکس‌العملی را از فرد سلب می‌کند. بنابراین ضروری است به منظور طراحی و اجرای صحیح و اصولی لوله‌های تخلیه فیلترها این گونه اتفاقات مورد توجه قرار گیرد؛ در حالت زیرزمینی در ایستگاه‌های CGS، لوله‌های تخلیه فیلترها باید در عمق مناسب (مطابق استانداردهای طراحی) اجرا شوند و در حالت روزمینی در ایستگاه‌های تقلیل فشار شهری TBS لوله‌های تخلیه فیلترها باید با استفاده از بست‌های مناسب کاملاً مهار گردند طوری که این لوله‌ها بتوانند در بدترین شرایط در مقابل نیروهای عکس‌العمل ناشی از خروج ناگهانی و سریع گاز مقاومت کافی از خود نشان بدهند.

تخلیه ناخالصی‌ها از فیلتر خشک می‌بایست مطابق با دستورالعمل‌ها و رویه‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

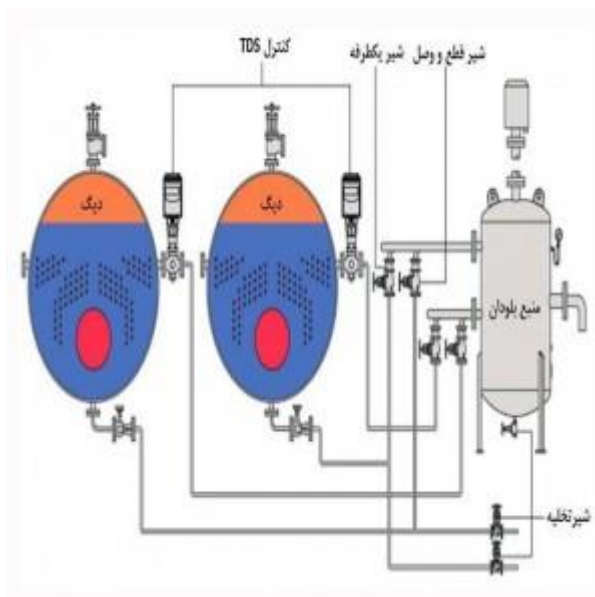
نکته: باز کردن درب پیکو فیلتر و تخلیه ناخالصی‌ها به غیر از شیء‌های تخلیه زیر فیلتر اکیداً ممنوع و مجاز نیست.

در ایستگاه‌های CGS معمولاً حوضچه تخلیه (بلودان) به صورت لوله‌ای عمودی در گوشه‌ای از ایستگاه در نظر گرفته می‌شود یا به صورت یک حوضچه با فاصله کافی از تأسیسات در زمین حفر می‌گردد که انتهای لوله تخلیه زیرزمینی فیلترها به این حوضچه وارد می‌شود. عواملی نظیر شرایط آب و هوایی، تراکم افراد در نزدیکی ایستگاه و ابعاد زمین ایستگاه در انتخاب نوع و محل تخلیه فیلترها نقش مؤثری ایفا می‌کنند.

- معمولاً در محل‌هایی که احتمال وقوع رعد و برق زیاد و ابعاد زمین ایستگاه کم است، تخلیه عمودی توصیه نمی‌شود.
 - محل تخلیه (بلودان) باید حتی‌المقدور از تأسیسات ایستگاه و خصوصاً هیتر فاصله ایمن داشته باشد.
 - جهت اجتناب از ورود باران و زنگ‌زدگی متعلقات داخلی بلودان عمودی توصیه می‌شود در قسمت نوک و همچنین انتهای لوله تخلیه شیرهای اطمینان از درپوش لولایی (تراکتوری شکل) استفاده گردد.
 - اگر در انتهای لوله تخلیه فیلترها و یا شیرهای اطمینان ایستگاه‌های TBS که داخل شهرها و در مجاورت منازل مسکونی واقع شده‌اند، زانویی جهت دار نصب شده باشند احتمال بروز حوادث آتش‌سوزی وجود دارد.
- برای مثال در اینجا به یک مورد آتش‌سوزی که به علت جهت دار بودن انتهای لوله خروجی شیرهای اطمینان نصب شده بر روی ران‌های یک ایستگاه CGS اتفاق افتاده است اشاره می‌گردد.

شرح حادثه

ایستگاه بدین صورت ساخته شده بود که در انتهای لوله تخلیه هریک از شیرهای اطمینان این ایستگاه (در زیر سقف ایستگاه) یک اتصال T شکل وجود داشت؛ هنگام افزایش فشار ایستگاه، این شیرها عمل نموده و گاز پرفشار در ارتفاع کم و به طور جهت دار (در جهت اتصال T) به سمت هیتر هدایت می‌شود و در نتیجه اشتعال گاز در مجاورت هیتر باعث آتش‌سوزی و خسارت عمده به ایستگاه گردید.



شکل (۶-۱۰) شماتیک کارکرد محل تخلیه بلودان

در ایستگاه‌های تقلیل فشار به خصوص در ایستگاه‌های CGS تخلیه فیلترها از طریق مسیر خروجی فیلتر (بدون آنکه

فیلتر از سرویس خارج شود) برای تمیز نمودن کلیه ذرات و ناخالصی‌های موجود در آن‌ها کفایت نمی‌کند. از این رو در این موارد و خصوصاً ایستگاه‌هایی که (با توجه به شواهد و موقعیت مکانی ایستگاه) وجود میزان رسوبات موجود در فیلترها در حد زیاد تخمین زده می‌شود در بازه‌های زمانی تعیین شده می‌بایست درب فیلتر باز شده و نسبت به تعویض المنت‌های فیلتر اقدام گردد.

با توجه به آن که المنت‌های فیلترها یک بار مصرف بوده لذا تمیزکاری و استفاده مجدد از آن‌ها توصیه نمی‌گردد.

تعویض المنت فیلتر گاز ایستگاه‌های اصلی (CGS) می‌بایست مطابق با دستورالعمل‌ها و رویه‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

گاهی مشاهده می‌شود که بعضی از نیروهای بهره‌برداری پس از خارج نمودن المنت فیلترها اقدام به تمیز نمودن آن‌ها با آب و بعضی دیگر با هوا یا گاز می‌نمایند؛ از آنجایی که در هر دو حالت نه تنها فیلترها به طور کامل تمیز نمی‌شوند بلکه در صورت استفاده مجدد از آن‌ها می‌توانند بسیار خطرناک و حادثه آفرین باشند. در این ارتباط به حادثه‌ای اشاره می‌کنیم که در یکی از ایستگاه‌های CGS منجر به آتش‌سوزی گسترده‌ای گردیده است.

شرح حادثه

در یکی از ایستگاه‌های CGS پرسنل تعمیرات پس از بستن شیر ورودی و خروجی فیلتر و تخلیه گاز فیلتر از طریق لوله تخلیه آن، درب فیلتر سپراتور را باز می‌کنند؛ پس از مشاهده انباشت مقادیر زیادی دوده و کثافات در داخل فیلتر، در همان حالت (به دلیل تخلیه سریع آن‌ها به کمک فشار گاز) شیر ورودی فیلتر را نیز باز می‌نمایند که در نهایت به علت جرقه ناشی از برخورد ذرات خروجی از فیلتر با لوله هدر ورودی ایستگاه و یا برخورد آن‌ها با ذرات شن و ماسه کف ایستگاه و یا وجود ذرات سولفور آهن در رسوبات، گاز آتش می‌گیرد و شعله گسترده‌ای در جلوی درب فیلتر مذکور ایجاد می‌گردد به طوری که امکان دسترسی به شیر گاز ورودی به فیلتر و بستن آن توسط پرسنل تعمیرات میسر نمی‌گردد. از این رو دامنه این حریق به فیلترهای مجاور نیز سرایت نموده و آتش‌سوزی وسیعی در سطح ایستگاه ایجاد می‌شود که خسارات عمده‌ای ایجاد می‌نماید و یکی از پرسنل تعمیراتی نیز از ناحیه دست و صورت دچار سوختگی می‌گردد.

نکته: به دلیل تجمع ذرات سولفور آهن و هیدروکربن‌ها که معمولاً از جداره خطوط انتقال به تدریج جدا شده و در اطراف المنت فیلترهای موجود در ایستگاه‌های تقلیل فشار CGS انباشته می‌شوند این احتمال وجود دارد که پس از باز کردن درب فیلترها آتش‌سوزی به صورت خفیف در اطراف المنت‌های داخل فیلتر تشکیل گردد. شعله ایجاد شده معمولاً آشکار نبوده و همراه با دود کم است به همین دلیل جهت پرهیز از این گونه آتش‌سوزی می‌بایست پس از باز نمودن درب فیلتر هر چه سریع‌تر المنت‌ها از داخل محفظه فیلتر خارج شوند و به محلی مناسب در بیرون از ایستگاه منتقل و یا حتی‌الامکان زیر خاک مدفون گردند. پس از برداشتن المنت‌ها از محل، شستشو و تمیز کردن سطوح داخلی فیلتر و متعلقات مربوطه با استفاده از آب و یا هوای فشرده با رعایت مسائل

ایمنی بلامانع است ولی پس از این مرحله می‌بایست با استفاده از المنت‌های جدید نسبت به نصب آن‌ها در محل‌های مربوطه اقدام گردد.

علف‌های هرز یکی از خطرات بالقوه در ایستگاه‌های تقلیل فشار می‌باشند. علف‌های هرز در صورت خشک شدن می‌توانند منشأ بسیاری از حریق‌های عمدی یا غیر عمدی شوند. توصیه می‌شود ایستگاه‌ها در فواصل زمانی مناسب و قبل از گسترش علف‌های هرز، پاک‌سازی شوند. ایمن‌ترین روش که رعایت جنبه‌های زیست‌محیطی را نیز در بر می‌گیرد، علف چینی دستی از ریشه است. اولویت دوم استفاده از سموم علف کش است (البته سموم علف کش در ابتدای فصل بهار مؤثرتر است). پس از استفاده از سموم علف کش و علف چینی، علف‌های خشک شده باید جمع آوری شده و به خارج از ایستگاه منتقل شوند.

۶-۶-۲- گرم‌کن

از آنجایی که در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز با کاهش فشار، دمای گاز نیز کاهش می‌یابد و هنگامی که دمای گاز به نقطه شبنم نزدیک شود بخار میعان‌ات همراه گاز (آب و هیدرو کربن‌های سنگین‌تر شامل اتان، پروپان و...) تبدیل به مایع شده و ایجاد یخ زدگی در تأسیسات می‌نماید و از آنجایی که دمای گاز در شرایط استاندارد می‌بایست حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد نصب گرم‌کن‌های گاز ضروری است که این گرم‌کن‌ها در CGS به خاطر کاهش شدید فشار و به تبع آن کاهش دمای گاز، نصب می‌گردد. شیوه متداول در ایستگاه‌های تقلیل فشار، گرم کردن گاز ورودی به رگولاتور تا دمای حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. این در حالی است که میزان کاهش دمای گاز در رگولاتور متناسب با فشار گاز ورودی به آن است. هیترها اسلوب مشخصی دارند و مخزن مشخصی دارند که داخل آن از سیال واسطه که در آن آب مقطر است پر می‌شود و این سیال رابط میان گرمای آتش و گاز هست. یعنی کویل آتش سیال را گرم می‌کند و سیال که گرم شد تیوپ‌های گاز را گرم می‌کند. کار هیترها بستگی به دمای محیط دارد و وقتی دمای محیط پایین باشد کار هیترها شروع می‌شود. در زمستان‌ها که دما پایین است و هیترها مشغول کار هستند، اوج زمان بازدید تخصصی و ادواری از هیترها است. هیترها هر ۴-۵ سال یک بار باید تعمیرات اساسی از قبیل (باز شدن، تست شدن، زنگ زدایی و...) شوند.



شکل (۶-۱۱) هیترهای ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز

تعمیر و سرویس گرم‌کن‌های گاز ایستگاه‌های اصلی می‌بایست مطابق با رویه‌ها و دستورالعمل‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

گرم‌کن‌ها دستگاه‌هایی هستند که در شرایط ایمن توسط مشعل‌های اتمسفریک آب مقطر داخل یک محفظه را گرم نموده و گاز با عبور از لوله‌های مارپیچی که از درون این محفظه عبور می‌نماید گرم می‌شود و بدین دلیل به حمام‌های غیر مستقیم گاز معروف‌اند. ساختمان گرم‌کن‌های گازی متشکل از قسمت‌های زیر است:

محفظه گرم‌کن

به صورت استوانه افقی است که حجم آن متناسب با ظرفیت حرارتی گرم‌کن است. این مخزن روی یک شاسی ثابت شده است. معمولاً جهت جلوگیری از سر ریز شدن آب مقطر هنگام گرم شدن، مخزن کوچک‌تری بالای این مخزن نصب می‌گردد (مخزن انبساط).

لوله‌های گاز

اندازه‌های آن‌ها متناسب با حجم گاز عبوری از گرم‌کن طراحی می‌گردد. به صورت لوله‌های رفت و برگشت و در چند ردیف از یک قاعده وارد مخزن گرم‌کن می‌شوند. نشان دهنده دما و فشار گاز روی این لوله تعبیه شده است. کنترل کننده دمای گاز گرم‌کن نیز روی لوله خروجی آن نصب می‌شود.

مشعل

درون مخزن گرم‌کن و در قسمت زیرین لوله‌های گاز، لوله‌ای با ابعاد نسبتاً بزرگ که معمولاً به شکل U ساخته می‌شود قرار دارد و دو دهانه آن از قاعده دیگر مخزن خارج و به دودکش و محفظه احتراق متصل می‌گردد.

دودکش

باعث مکش هوای درون آتشدان می‌شود. دودکش‌ها مجهز به دریچه‌هایی بوده که از اتلاف حرارتی جلوگیری به عمل می‌آورد

محفظه احتراق

مشعل‌ها و شمعک‌ها و متعلقات آن‌ها درون این محفظه قرار دارد. دریچه‌های ورودی هوای سوخت که مجهز به توری محافظ شعله است نیز روی این محفظه نصب شده‌اند. این محفظه به گونه‌ای ساخته می‌شود که مشعل و شمعک قابل رؤیت بوده و دریچه تنظیم آن‌ها قابل دسترسی باشد.

سیستم تأمین و کنترل سوخت

سوخت گرم‌کن‌های مذکور معمولاً از گاز خروجی گرم‌کن و یا گاز خروجی ایستگاه مربوطه تأمین می‌شود. ولی در هر صورت این گاز پس از عبور مجدد از درون گرم‌کن با دمای بیشتری وارد سیستم سوخت هیتر می‌شود که شامل: فیلتر، رگولاتور، شیر اطمینان و شیر قطع فشار در فشار بالا و پایین است. در این سیستم به علت رعایت مسائل ایمنی خاص گرم‌کن‌ها، شیر قطع فشار بالا قبل از شیر اطمینان عمل می‌نماید.

سیستم کنترل گرم‌کن

در سیستم کنترل گرم‌کن‌ها از چهار نوع تجهیزات کنترل استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:

(الف) کنترل کننده‌های دمای گاز خروجی

(ب) کنترل کننده‌های دمای آب گرم‌کن

(ج) کنترل کننده‌های سطح آب گرم‌کن

(د) سیستم محافظ شعله پیلوت

کنترل کننده‌های درجه حرارت گاز و آب هیتر که به صورت سری قرار گرفته‌اند هنگامی که درجه حرارت گاز به نقطه تنظیم برسد باعث خاموش شدن مشعل اصلی می‌شود و چون دمای آب هیتر همیشه بیش از دمای گاز عبوری است در صورتی که کنترل کننده دمای گاز عمل نکند آنگاه کنترل کننده دمای آب عمل می‌نماید. در صورتی که اخلاقی در سیستم کنترل دمای آب به وجود آید و یا نقطه تنظیم آن بیش از نقطه جوش آب انتخاب شود آب گرم‌کن شروع به بخار شدن نموده و سطح آب درون مخزن پایین می‌آید. کنترل کننده‌های فوق به صورت سویچینگ عمل نموده و باعث قطع گاز سوخت مشعل می‌شود و گرم‌کن خاموش می‌شود. بنابراین هرگاه دمای گاز خروجی هیتر به نقطه تنظیم برسد مشعل هیتر خاموش شده و پس از پایین آمدن تدریجی دمای آب و در نتیجه دمای گاز، مشعل مجدداً روشن می‌شود؛ لذا روشن بودن شعله شمعک به طور مدام از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین دلیل از سیستم‌های محافظتی استفاده می‌شود که در صورت خاموش شدن شعله

شمعک باعث قطع گاز مشعل و شمعک شود. از جمله محافظت‌های معمول نصب ترموکوپل روی دهانه شمعک است (انرژی الکتریکی حاصل از گرمای نوک آن باعث باز نگه‌داشتن شیر برقی سوخت کلی گرم‌کن می‌شود و در صورت خاموش شدن شعله شمعک، دما پایین آمده و شیر برقی گاز را قطع می‌کند).

ریسک‌های مربوط به این تجهیز با توجه به دمای بالای آن و وجود مشعل و شعله باز در ابتدای خط ورودی می‌بایست شناسایی گردد. عمده مشکلات مربوط به سیستم‌های هیتر و مشعل‌های (سیستم‌های احتراقی) آن به شرح ذیل است:

- تنظیم دستی مشعل و خطرات آن
- ترکیب نامناسب هوا و گاز
- زائد بودن هوای اضافه
- نامناسب بودن دامنه تنظیمات مشعل
- کارکرد نامناسب سیستم جرقه زن
- عدم کارای مناسب سیستم مراقبت از شعله

۶-۳-۶- رگولاتور

رگولاتورها از مهم‌ترین اجزای ایستگاه‌ها است که فشار گاز را کاهش می‌دهد. رگلاتور دستگاهی است که با تغییر جریان از میزان فشار آن را در حد معینی کنترل می‌نماید. ساختمان هر رگولاتور از سه قسمت تشکیل شده است:

(الف) قسمت بارگذار (وزنه، فنر، فشار گاز)

(ب) قسمت اندازه‌گیری یا مقایسه (دیافراگم)

(ج) قسمت عمل‌کننده یا شیر مانع (سیت اریفیس)

فشار حاصل از نیروی فنر بر یک طرف سطح دیافراگم و فشار گاز بر طرف دیگر آن وارد می‌شود و حرکت دیافراگم در جهت برآیند این دو نیرو به طرف پایین و یا بالا خواهد بود و هنگام حرکت می‌تواند باعث بسته یا باز شدن مجرای عبور گاز گردد. در ابتدا به علت فشار وارده از طرف نیروی فنر دهانه روزنه باز و گاز به محفظه خروجی که مستقیماً با دیافراگم ارتباط دارد راه می‌یابد. هرگاه فشار در این محفظه از فشار فنر بیشتر شود دهانه مجرا بسته می‌شود و فشار خروجی بر اثر ادامه مصرف کاهش خواهد یافت و در نتیجه مجرا بیشتر باز شده و مجدداً فشار افزایش می‌یابد. این عمل تا حدی تکرار می‌شود تا فاصله درپوش از روزنه در حد معینی که بتواند فشار P2 را تأمین کند ثابت شود، اکنون هر تغییری در میزان مصرف رخ دهد مجدداً باعث تکرار این عملیات و تغییر وضعیت درپوش و روزنه می‌شود.

کنترل صحت عملکرد رگولاتورهای خطوط ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز می‌بایست مطابق با روتین‌های تعمیراتی به منظور اطمینان از عملکرد رگولاتور و اطمینان از عدم نشتی در رگولاتور (lock up) صورت پذیرد.

رگلاتورهای فنری

بر این اساس رگلاتورهای فنری SPRING LOADING ساخته شده است. از عمده مشکلاتی که هنگام کار با رگلاتورهای فنری با آن مواجه هستیم این است که اگر رگلاتوری را به ازای مصرف معینی روی فشار خاصی تنظیم نماییم در صورتی که میزان مصرف افزایش یابد و به حداکثر ظرفیت رگلاتور نزدیک شود فشار خروجی آن کاهش می‌یابد.

رگلاتورهای پیلوت دار

در این نوع رگلاتور تغییرات فشار خروجی با نیروی فنر در رگلاتور فنری دیگری بنام پیلوت مقایسه شده و نتیجه آن به صورت فشار گاز به دیافراگم رگلاتور اصلی اعمال می‌گردد و یا به عبارتی تغییرات فشار خروجی تقویت شده و سپس باعث تغییر وضعیت شیر مانع می‌گردد. پیلوت عبارت است از یک رگلاتور فنری که از فشار ورودی تغذیه شده و متناسب با میزان فشاردگی فنر خود، فشار خروجی را مهیا می‌سازد. این فشار به عنوان فشار فرمان روی رگلاتور اصلی اعمال می‌شود.

۶-۶-۴- کنتور

کنتورها دارای ظرفیت‌های متفاوتی بوده و حجم گاز عبوری را بر حسب مترمکعب بر ساعت اندازه‌گیری می‌کند. سیستم‌های اندازه‌گیری حجم گاز ایستگاه‌های تقلیل فشار را می‌توان به دو گروه کنتورها و اریفیس میتر تقسیم نمود. کنتورها انواع مختلفی دارند که متناسب با حجم و دقت مورد نیاز انتخاب می‌شوند.

۶-۶-۵- تجهیزات ایمنی

در سیستم‌های تقلیل فشار جهت جلوگیری از اعمال فشار نامطلوب به شبکه به هنگام بروز اشکال در رگولاتور از حداقل دو نوع از سه تجهیز زیر استفاده می‌گردد:

بستن رگولاتورها به صورت ACT-Mon (اکتیومانیاتور)

شیر اطمینان (Safety Valve)

شیر قطع فشار (Shut Off Valve)

کنترل و سرویس شیر قطع کننده خطوط ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز می‌بایست مطابق با رویه‌ها و دستورالعمل‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

تعمیر و سرویس و تنظیم شیر اطمینان (Safety valve) در ایستگاه‌های اصلی می‌بایست مطابق با رویه‌ها و دستورالعمل‌های تعمیراتی شرکت ملی گاز صورت پذیرد.

۶-۶-۶- بودار کننده‌ها

با توجه به اینکه گاز طبیعی بی‌رنگ و بی‌بو است، بودار کردن گاز طبیعی در شبکه گاز رسانی شهری به منظور تشخیص و

کشف نشت گاز قبل از ایجاد شرایط انفجار و همچنین تأمین ایمنی مصرف کنندگان صورت می‌پذیرد. گازی که به وسیله شبکه‌های شهری به مصرف کنندگان خانگی عرضه می‌شود باید به حدی بودار باشد که اگر گاز نشت یافته در فضا به مقدار یک پنجم حد پائین انفجار خود برسد قابل تشخیص باشد. به عنوان مثال برای گاز متان که حد پائین قابلیت انفجار آن ۵ درصد حجمی است، مقدار معینی ماده بودار کننده باید به گاز افزوده شود که بوی آن وقتی مخلوط گاز با هوا به ۱ درصد حجمی رسید، توسط حس بویایی مشخص گردد.

ماده بودار کننده‌های که برای بودار کردن گاز طبیعی به کار می‌رود از نوع مرکپتان‌ها و با فرمول عمومی R_{SH} است که دارای بوی نامطبوعی بوده و تقریباً خصوصیات ذکر شده فوق را شامل می‌شود. در فرمول شیمیایی مرکپتان‌ها R نشان دهنده بنیان هیدروکربوری و S نشان دهنده گوگرد است. متداول‌ترین انواع مرکپتان‌ها که از خصوصیت بودار کنندگی زیادی برخوردار می‌باشند نوعی بوتیل مرکپتان به نام (TBM) و ایزو پروپیل مرکپتان (IPM) هستند. معمولاً جهت به دست آوردن خواص مطلوب‌تر از مخلوط دو یا چند نوع مرکپتان با نسبت‌های معین استفاده می‌گردد. به طور مثال مرکپتان مصرفی در ایستگاه‌های تقلیل فشار CGS شهری جهت تزریق به گاز طبیعی از ۸۰٪ IPM، ۱۰٪ TBM و ۱۰٪ NPM تشکیل یافته است. مواد بودار کننده معمولاً در داخل بشکه‌های فلزی به ایستگاه‌های ورودی شهر (CGS) حمل گشته و در قسمت خروجی ایستگاه توسط دستگاه بودار کننده به گاز تزریق می‌شود. میزان ماده تزریق شده به جریان گاز در هر لحظه بر حسب شدت جریان متغیر است. تعیین این میزان به صورت پیوسته از طریق پالس‌های دریافتی از کنتور یا به طریق نیوماتیکی از اریفیس فلنج یا به صورت ترکیبی از هر دو حالت انجام می‌گیرد. بر اساس استاندارد ASME B31.8 تأکید شده که میزان ماده بودار کننده در حدی باید باشد که تا یک پنجم حد پائین قابلیت انفجار گاز، قابل شناسایی باشد.



شکل (۶-۱۲) دستگاه بودار کننده

خطرات بهداشتی و ایمنی مرکپتان‌ها به شرح ذیل است:

- ❑ غلظت مرکپتان‌ها در گاز شهری در حدی است که اثر سویی بر انسان ندارد ولی افرادی که بنا بر اقتضای شغلی خود با غلظت‌های بالای این ماده در زمان تزریق رو به رو می‌باشند باید اطلاعات بهداشتی و ایمنی این مواد را که در شرکت ملی گاز ایران کاربرد فراوان دارند، به دقت رعایت نمایند. در اینجا به برخی از موارد ایمنی هنگام کار با مرکپتان اشاره می‌شود.
- ❑ اثرات مواجهه تماس با این ماده سبب تحریک بینی، از دست دادن حس بویایی، تهوع، استفراغ، اسهال، مشکلات تنفسی، سردرد، تلوٹلو خوردن و سرگیجه، ایجاد لکه‌های آبی رنگ روی پوست، آسیب شدید بر ریه و کلیه، از دست دادن هوشیاری و در حتی شرایط بحرانی باعث کما می‌گردد.
- ❑ شرایط جا به جایی و انبار قبل از جابجایی این ماده، افراد باید به لوازم حفاظتی مجهز شوند و از غلتاندن بشکه‌ها روی زمین خودداری نمایند. ضمن بستن کامل درب بشکه‌ها، این مواد در جای خنک با تهویه محیطی مناسب، به دور از اشعه مستقیم آفتاب، حرارت و سایر منابع اشتعال باید نگهداری شوند.
- ❑ آتش‌سوزی، انفجار و اطفاء حریق این ماده به شدت قابل اشتعال است. زمانی که بخارات آن با هوا مخلوط می‌شوند، این ماده به سرعت به حد قابل انفجار می‌رسد. برای اطفاء حریق آن از کف، پودر شیمیایی، یا آب به شکل اسپری باید استفاده نمود. کشیدن سیگار در کنار این ماده اکیداً ممنوع است.
- ❑ کمک‌های اولیه اگر فردی در تماس با این مواد دچار مشکل تنفسی گردید او را باید به هوای آزاد و دور از محیط آلوده منتقل نمود. اگر فرد به سختی تنفس کند، ضمن دادن تنفس مصنوعی، وی باید بلافاصله به پزشک انتقال داده شود. اگر ماده با پوست تماس پیدا کرده باشد لباس‌ها و کفش آلوده را از بدن فرد خارج نمایید. موضع آلوده را با آب و صابون به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شستشو دهید. البسه و کفش آلوده را قبل از استفاده مجدد تمیز شسته و خشک نمایید.
- اگر مسمومیت از طریق گوارشی رخ داده است و فرد بیهوش است هرگز به او مایعات نخورانید و شخص بیهوش را مجبور به استفراغ نکنید. اگر فرد استفراغ می‌کند سر او را به سمت پایین و جلو بدن قرار دهید تا مایعات به داخل ریه برنگردد. اگر فرد مصدوم بیهوش است سر را به یکی از طرفین بدن بچرخانید. به فرد مصدوم محلول بی کربنات سدیم بدهید و فرد را به پزشک ارجاع دهید.
- ❑ وسایل حفاظت فردی این وسایل عبارت‌اند از عینک ایمنی مخصوص مواد شیمیایی، دستکش‌های حفاظتی مقاوم در مقابل مواد شیمیایی، لباس‌های سراسری، چکمه و سایر البسه مقاوم در مقابل مواد شیمیایی و ماسک تنفسی فیلتردار.
- برای صنعت گاز طبیعی یکی از راه‌های رعایت ایمنی تشخیص سریع و مطمئن آن است که راحت‌ترین راه آن بودار کردن آن (تشخیص توسط حس شامه) است.

۷- پیوست‌ها

□ ۷-۱- پیوست ب: نمونه‌ای از ریسک‌های شناسایی شده در تأسیسات و ایستگاه‌های گازرسانی

□ ۷-۲- پیوست پ: نمونه‌ای از ارزیابی ریسک در ایستگاه‌های TBS

۱-۷- پیوست ب: نمونه‌ای از ریسک‌های شناسایی شده در تأسیسات و ایستگاه‌های گازرسانی

Row	Hazard	Description & Consequences
1	Falling and hitting Joints, valves and tools	Joints, valves and tools are likely to fall and hit the workers on their installation or repairing in the stations which may bring about injuries or the fracture bone.
2	Gas leakage from joints and valves	The gas leakage is likely to happen on controlling operations, lubrication of valves, changing the station filter and because of the corrosion of the foundations which may cause suffocation, physical injuries and even explosion.
3	Diffuse of evacuated gas	For installation and repairing in the C.G.S, gas should be evacuated. The evacuation is to be done in a proper depth in the earth, otherwise if the gas diffuse, it may cause poisoning and conflagration.
4	Noise pollution	A lot of noise is produced because of gas running, the reduction of its pressure at the station, gas evacuation and periodical checking of gas measuring instruments which may cause injuries for the hearing system of the workers if no safety instruments are used.
5	Propagation of odorant in environment	As the natural gas doesn't have odor and color, if it is propagated in the air, it can't be recognized by human senses. So, it is made smelly to provide the customers with more safety. The substance used in the process belongs to Mercaptanes and its general formula is R-SH. The substance has an unpleasant odor and is combustible. It is carried to C.G.S in the metal barrels and is injected into the gas in the exit of the station through an odorizer. It will be damage for skin, digestive and aspiration system if it leaks and touches to human body. It may cause explosion and pollution of water, air and soil.



6	Falling and Slipping	The workers are likely to slip and fall while repairing, checking the station, changing the filter, working in the height, moving in the working place and transporting the instruments which can cause injuries and fracture bone and even heads injury.
7	Welding radiance in repairing procedures	While welding the pipes and joints and installing the stations, the produced radiance may damage the visual system and the skin and cause the osteoporosis and chronic diseases.
8	Frostbite and Heatstroke at work place	Working in the open, the unpleasing climate and under the direct sunbeam, in the long term, will cause the diseases for the skin, respiratory system, the kidney and other physical ailments.
9	Unsuitable lighting	Unsuitable lighting in the office and long repairing activities at night will cause problems for the visual system.
10	Fire in C.G.S	To make any fire in the C.G.S campus like burning weed, smoking, uncontrolled welding wastage for repairing and the unsuitable use of electrical devices may cause explosion and gas interruption.
11	Electric shock	While working with electrical devices, installing the station and during the repairing there is the possibility of injuries, burn, shock and the physical damages caused by electric shock.
12	Pig hitting during pig operation	Pig is an instrument to clean the main pipeline, evacuated water and the liquid in pipe beds. The entry and exit of which into the pipes is done through C.G.S. As the driving power of the pig is produced by gas pressure, there is the possibility of hitting and causing injuries by pig when it exits.
13	Tear of Joints	During the test operations in high pressure,



	during testing in high pressure	there is the possibility of pipe and joint tear which may cause the shooting of the pieces and joints and hitting to workers and facilities.
14	Leakage of industrial antifreeze	To prevent gas freezing in the winter, it is heated in C.G.Ss using special heaters. Heat transition to gas in such heaters is done through water. So to prevent water freezing, synthetic antifreeze is used. Leakage and effusion of this substance during transfusion, maintenance causes water and soil pollution.
15	Wastage filters	As the gas entering C.G.Ss includes impurities and pollution particles so filters are designed in the C.G.S entrance to isolate the particles. The filters are checked and the sediments evacuated and the internal elements changed periodically. The elements are to be used once and dangerous for environment because of their polluted particles.
16	Stack gas	As a result of the fuel combustion in heaters, a kind of gas with no odour and colour exits from the heaters chimneys which will pollute the environment if it exceeds the standard rate.

۷-۲- پیوست پ: نمونه‌ای از ارزیابی ریسک در ایستگاه‌های TBS

جدول (۷-۱) نتایج شناسایی حالات و نقص و تحلیل اثرات آن با روش FMEA در ایستگاه‌های TBS

ش	تجهیز	وظیفه	نقص	علت نقص	اثر روی سیستم	احتمال رخداد	پیامد	ردیابی
۱	سنسینگ (Sensing)	انتقال فشار از خروجی ایستگاه به رگلاتور و Shut off Valve	پارگی سنسینگ	لرزش خطوط لوله تحمل فشار بیش از حد. خستگی سنسینگ.	عدم انتقال فشار گاز بر رگلاتور و Shut off Valve	دو سال یکبار	نشتی گاز احتمال وقوع حریق و انفجار	بررسی مشاهده‌ای نشتی و فوران مشخص
۲	لوله‌ها و اتصالات (فلنج‌ها)	انتقال جریان گاز رابط تجهیزات بهم	خوردگی سائیدگی سوراخ شدگی ترک خوردگی گرفتگی لوله	فرسودگی ضربه خوردن وجود ناخالصی در سیال جوشکاری نامناسب جنس نامرغوب و کیفیت نامناسب لوله‌ها	قطعی جریان گاز افت فشار جریان گاز	هر سه سال یکبار	ضخامت داخلی لوله کم و لوله سوراخ می‌شود در نتیجه سیستم دچار نشت و فوران گاز می‌شود.	بازدیدهای مشاهده‌ای نشتی و فوران مشخص گزارشات افت فشار
۳	فیلتر	فیلتراسیون گاز ورودی	پرشدن مش‌ها مچاله شدن المنت شکستن المنت	وجود ناخالصی و کثیف بودن گاز ورودی نامناسب بودن سایز مش‌ها با فشار گاز سرعت زیاد گاز ورودی برخورد اجسام و ابزار آلات	افت فشار در خروجی سیستم خرابی تجهیزات پائین دست فیلتر.	در حالت عادی سالی ۲ تا ۳ بار در حالت غیر عادی (زمستان) سالی ۳۰ بار	افت فشار خروجی گرفتگی در فیلتر. شکست در فیلتر.	گزارشات افت فشار بررسی مشاهده‌ای قطعی گاز

جدول (۷-۲) نتایج محاسبات عددی اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده RPN

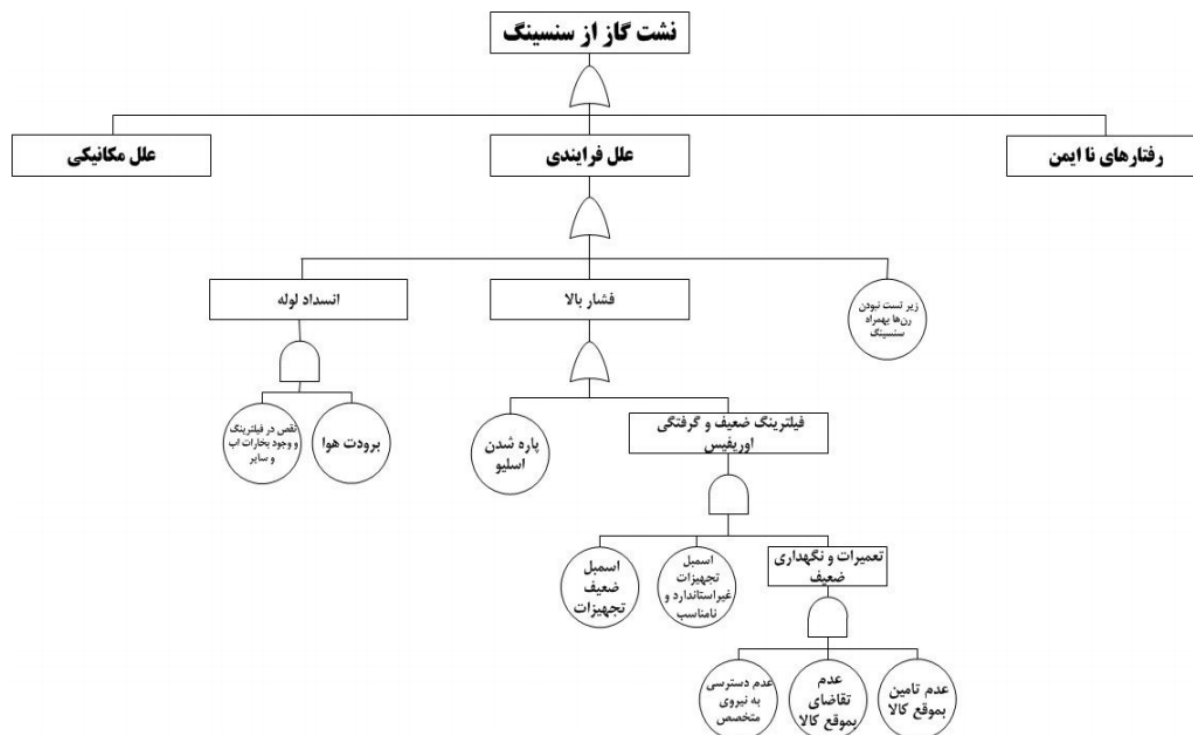
نام تجهیزات	شدت وقوع خطر	نرخ وقوع خطر	درجه تشخیص (کشف عیب)	RPN
سنسینگ‌ها	۶	۴	۱	۲۴
لوله‌ها و اتصالات (فلنج‌ها)	۷	۳	۱	۲۱
فیلتر	۴	۵	۱	۲۰
Shut off Valve	۶	۳	۱	۱۸
عایق‌های الکتریکی	۶	۳	۱	۱۸
رگلاتور	۴	۴	۱	۱۶
شیر اطمینان	۵	۳	۱	۱۵
لوله‌ها	۳	۴	۱	۱۲
گیج فشارسنج	۳	۳	۱	۹
گیج حرارت‌سنج	۳	۳	۱	۹
سیستم ارت	۲	۲	۱	۴

جدول (۷-۳) نتایج محاسبات احتمال و نرخ وقوع نقص‌ها در ایستگاه‌های TBS

علل	شماره	رویداد پایه	احتمال نقص	احتمال نهایی	نرخ وقوع (در سال)
علل مکانیکی	۱	خاموشی هیتر	۰/۳	۰/۰۶	۱۶/۷
	۲	فلوی بالای گاز	۰/۴		
	۳	نقص در تشخیص خوردگی	۰/۰۱		
	۴	تخریب لایه ضد خوردگی (داخلی)	۰/۰۱		
	۶	ارتعاش	۰/۵		
	n	--	--		
علل فرآیندی	۱	برودت هوا	۰/۳	۰/۳۴	۲/۴
	۲	عدم دسترسی به نیروی متخصص	۰/۷۵		
	۳	پاره شدن اسلیو	۰/۰۸		
	۴	اسمبل ضعیف تجهیزات	۰/۶		
	n	--	--		
	۱	ارزیابی نادرست خطر	۰/۰۰۰۹	۰/۱۲	۷/۷
علل انسانی	۲	عدم اجرای Permit	۰/۰۰۷		
	۳	عدم اخذ Permit	۰/۰۰۷		
	n	--	--		

۱/۳ = نرخ کلی وقوع

احتمال رویداد اصلی (نشت گاز از سنسینگ) = ۰/۵۲



شکل (۷-۱) درخت خطای نشت گاز از حسگرها در ایستگاه TBS