نشریه علمی-تخصصی تبدیل انرژی (JEED)
دوره ۸، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص: ۵۷-۶۷

J. Energy Conversion
Volume: 8, Issue: 4, 2021: 57-67

DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2

شناسایی ریسکهای هدررفت گاز طبیعی و رتبه بندی اقدامات اصلاحی

محمدحسن صالحیان[۱] و علی جهان[۲و*]

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، سمنان، ایران،
mohammadhasansalehian@gmail.com
*۲- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، سمنان، ایران، A.jahan@semnaniau.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی ریسکهای هدر رفت گاز بصورت موردی در شهرستان مهدیشهر در جهت کمک به مدیران سازمان برای تصمیم گیری مناسب در جهت کاهش گاز هدر رفت انجام گرفت. نمونه آماری تحقیق ده نفر از مدیران، کارشناسان شرکت گاز استان سمنان میباشند. برای تحلیل اطلاعات جمع آوری شده به ترتیب از روش تحلیل تم، تحلیل FMEA حاصلضرب سه عدد فازی مثلثی و تحلیل سلسله مراتبی فازی بهره گرفته شد. نتایج نشان داد نه دسته از ریسکهای موجود هدررفت گاز شهری منطقه مورد مطالعه، موثرترین عوامل ایجاد این ریسکها میباشند و برای رفع آنها باید مجموعه ای از اقدامات اصلاحی شامل کاهش عملیات پرچگیری، نصب شیر دوم در مسیر کلکتورخروجی خط تخلیه شیر های بعد از فیلترها و بستن شیر دوم تخلیه موجود در مسیر کلکتورخروجی فیلترها در ایستگاههای دارای این شیر دوم و نصب یک محل نمونه برداری میزان نشت در مسیر لوله تخلیه فیلترها وکنترل میزان نشتی مدنظر قرار گیرند. روش پیشنهادی همراه با نتایج این تحقیق می تواند به سایر شرکتهای گاز شهرستانی و استانی برای کاهش ریسکها و هدر رفت گاز طبیعی تعمیم یابد.

* **عهده‌دار مکاتبات:** A.jahan@semnaniau.ac.ir

کلمات کلیدی: ریسک، اقدامات اصلاحی، هدرفت گاز شهری،FMEA فازی، AHP فازی.

۱- مقدمه

با عنایت به روند خصوصی سازی و واگذاری خدمات دولتی به بخش خصوصی، یکی از مسائل مهم در شرکت ملی گاز و شرکتهای استانی تحت پوشش اختلاف زیاد میزان گاز طبیعی تحویلی از خطوط انتقال گاز در ورودی شهر ها با میزان فروش و یا توزیع گاز در بین مشترکین شرکتهای گاز استانی می باشد. لذا در توزیع گاز کنترل میزان هدررفت گاز و کاهش مستمر اختلاف آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. توسعه و رشد ایمنی سیستم به ویژه در فرآیندهائی که ماهیتاً خطرناک شناخته می‌شوند نیازمند دستیابی به بالاترین حد ممکن از قابلیت اعتماد در عملکرد ایمنی مجموعه‌ای از سیستم‌هاست [۱]. درحالیکه نمی‌توان هیچ سیستمی را صددرصد قابل اعتماد درنظر گرفت، برنامه‌های ایمنی سیستم تلاش دارد تا به بالاترین قابلیت اعتماد دست یابد. در طول سالیان متمادی، تکنیک‌ها و روش‌های زیادی که برای انجام رسمی و منظم برنامه ایمنی سیستم به کار گرفته می‌شوند، ایجاد شده‌اند بطوریکه توانایی در آزمودن سیستم‌ها، شناسایی خطرات، حذف یا کنترل آنها و کاهش ریسک آنها تا حدقابل قبول افزایش داده شده است [۲-۵]. کاهش در وخامت خطر فقط از طریق اعمال تغییرات در

نحوه استناد به این مقاله: محمدحسن صالحیان، علی جهان. شناسایی ریسکهای هدررفت گاز طبیعی و رتبه بندی اقدامات اصلاحی. مهندسی مکانیک تبدیل انرژی. ۱۴۰۰; ۸ (۴) : ۵۷-۶۷ **DOR:** 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

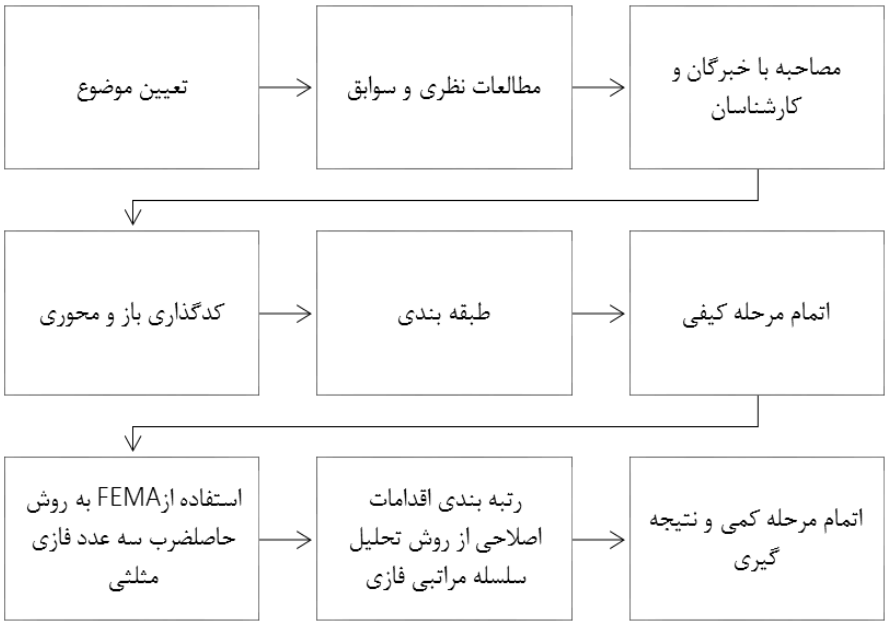
فرآیند و نحوه ی انجام فعالیت ها امکانپذیر است. برای وخامت خطر شاخص های کمی عدد رخداد وجود دارد و تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیزم هر خطر است که می توان به کاهش این شاخص امیدوار بود. تصمیم گیری در مورد ریسک تنها مربوط به جنبه های فنی نیست بلکه فرایندهای اجتماعی، روانشناسی، و سیاسی در آن نقش دارند. ارزیابی ریسک یک فعالیت مهم برای بسیاری از فرایندها ازجمله شبکه های توزیع گاز شهری بوده که ارائه کننده ریسکهای آن فنآوری میباشد. اگرچه خطوط لوله در مطالعات به عنوان یکی از امن ترین حالتهای حمل و نقل مواد گازی، با فراوانی تصادف کمتر در مقایسه با جاده و یا راه آهن اشاره شده است، اما شکست در خط لوله همراه با عواقب فاجعه بار محتمل است [۶-۸]. ذات پیامد چنین حوادثی اهمیت استقرار مدیریت ریسک مناسب و مؤثر برای این نوع از تأسیسات را نمایان میکند. روشهای متعددی در مورد مدلها و چگونگی ارزیابی ریسکهای مرتبط با حمل و نقل مواد خطرناک پیشنهاد شده است [۹و۱۰]. هرچند خطوط لوله یکی از عملی ترین و ایمن ترین روشها برای انتقال مواد خطرناک، مانند گاز طبیعی است اما در طول زمان این روش انتقال نیز همواره در معرض حوادث و مخاطرات گوناگونی بوده است. خطوط لوله گاز طبیعی معمولاً در یک محیط باز طراحی، ساخته، بهره برداری میشوند، به این ترتیب در معرض تهدید ها و شرایط نامعلوم مختلف قرار می گیرند. با توجه به ضرورت دستیابی به قابلیت اطمینان و ایمنی سیستمهای خط لوله گاز، ارزیابی ریسک به عنوان یک واسطه مناسب برای مدیریت این خطرها میتواند مورد استفاده قرار گرفته تا بواسطه آن بتوان شناسایی تهدیدها، اندازه گیری آسیب پذیری و انتخاب فواصل بازرسی مناسب را هرچه بهتر و علمی تر اجرایی نمود [۱۱-۱۵]. بررسی ها نشان داده اند حدود ده درصد گاز گمشده یا هدر رفت [۱۶] در بخش توزیع وجود دارد و هرساله در مجمع هئیت مدیره شرکت گاز از شرکتهای گاز استانی حسابرسی شده و می بایست اختلاف میزان گاز دریافتی با گاز توزیع شده به پایین حد خود برسد. ضمنا هدررفت گاز از لحاظ ایمنی و زیست محیطی اهمیت ویژه ای داشته و میتواند موجب صدمات جبران ناپذیری جانی و مالی گردد. لذا ادارات گاز استانی و شهرستانی به عنوان یک استراژی مهم و تعریف شده درصدد شناسایی نقاط هدررفت بوده و اثر بخشی و کفایت اقدامات می بایست مورد سنجش قرار گیرد. در این میان بکارگیری یک روش علمی برای شناسایی شدت و میزان ریسک هرنقطه از منشاء هدر رفت گاز و اولویت بندی مناسب اقدامات اصلاحی با استفاده بهینه از منابع مالی شرکت ضروری به نظر می رسد. هدف از این مطالعه عبارت است از: ارائه مصادیقی مشخص از هدر رفت گاز از نظر کارشناسان امر از زمان دریافت گاز از خطوط انتقال لوله تا محل تحویل گاز به مشترکین، شناسائی عوامل هدر رفت گاز، تعریف اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای کاهش هدر رفت، و نهایتا رتبه بندی این اقدامات با توجه به روش ها و تکنیک های پیشنهادی.

۲- مواد و روشها

روش تحقیق از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی از نوع اکتشافی است و از نظر هدف، کاربردی میباشد. جامعه اماری تحقیق ۱۰ نفر از مدیران، کارشناسان شرکت گاز استان سمنان میباشد. با توجه به اندازه جامعه آماری، حجم نمونه به روش تمام شمار تعیین شده و نظرات همه آنها مورد استفاده قرار گرفته است. روش نمونه گیری گلوله برفی میباشد. در این تحقیق از مصاحبه عمیق استفاده شده است. با عنایت به عنوان تحقیق، منطقه مورد مطالعه و مسائل مطرح آن، پژوهش حاضر ترکیبی از روشهای اسنادی–تحلیلی و پیمایشی می باشد و در آن از تعاریف، استانداردها، و مستندات معتبر در دستگاههای مربوطه استفاده شده تا در زمینه تئوری به یک دیدگاه نظری دست یافت. شاخص های مورد سنجش در تحقیق، پیش از آنکه به نظرسنجی گذاشته شود، در معرض قضاوت اساتید راهنما و مشاور و چندتن از خبرگان و کارشناسان در دانشگاهها و پژوهشگران قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل مطابق شکل ۱ از دو مرحله استفاده شد.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]



شکل ۱: مراحل انجام تحقیق

الف)مرحله کیفی

- قسمت اول کدگذاری باز

در ابتدا داده های بدست آمده از مصاحبه ها با توجه به مصاحبه با خبرگان دسته بندی می شود در این قسمت تمام شاخص ها و معیارهایی که خبرگان به آنها اشاره نموده اند ذکر و در ضمن مواردی که در شاخص ها ارائه شده است و نیاز به تغییر دارد آورده میشود.

- قسمت دوم کدگذاری محوری

در این قسمت نیز هر مقوله با توجه به کدگذاری صورت گرفته در ابعاد مرتبط قرار داده خواهد شد.

- طبقه بندی

سپس هر یک از ابعاد ارائه شده و مقوله های اصلی و فرعی حاصل از مصاحبه ها کامل می شوند و نظرات خبرگان در این زمینه بصورت کامل در مقوله ها و نشانگرها گنجانده می شود و در مورد مقیاس اندازه‌گیری هر نشانگر به نتیجه گیری خواهیم رسید.

ب) مرحله کمی تحقیق

- ابتدا با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن[1] (FEMA) [۱۷و۱۸] به روش حاصلضرب سه عدد فازی مثلثی، عملیات ضرب اعداد فازی مثلثی، سه پارامتر شدت S، احتمال وقوع (o) و احتمال کشف (D)، بصورت فازی در هم ضرب شده و RPN بصورت یک عدد فازی مثلثی محاسبه می گردد، سپس با استفاده از روش غیر فازی کننده، RPN را غیر فازی نموده و اولویت بندی میکنیم. بعبارت دیگر در این روش برای اولویت بندی عوامل موثر در عدد اولویت ریسک مراحل زیر طی میشود:
- تخصیص یک متغیر زبانی به هر یک از عوامل عدد ریسک پذیری
- تعریف هر متغیر زبانی به صورت یک عدد فازی مثلثی به شرح زیر:

1 Failure Modes and Effects Analysis

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

اگر M یک متغیر زبانی باشد، می توان عدد فازی مثلثی مربوط به آن متغیر زبانی را به صورت زیر تعریف نمود:

$M= (l, m, u)$

که در آن:

m: مقدار متغیر زبانی با عدد عضویت یک و l: کران پایین و u :کران بالا

- ضرب عوامل عدد ریسک پذیری به صورت فازی و به دست آوردن RPN از طریق رابطه (۱):

$$RPN = S * O * D = (l_1, m_1, u_1) * (l_2, m_2, u_2) * (l_3, m_3, u_3) = (l_1l_2l_3, m_1m_2m_3, u_1u_2u_3) \quad (۱)$$

- غیر فازی نمودن مقادیر عدد الویت ریسک[1] RPN و اولویت بندی علل

برای رتبه بندی اقدامات اصلاحی از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی [۱۹-۲۱] استفاده مراحل ذیل طی گردید:

مرحله اول؛ تجمیع نظرات خبرگان: در این مرحله مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان تلفیق می شود.

مرحله دوم؛ محاسبه میانگین هندسی سطرها: در این مرحله از سطرهای هر جدول مقایسه زوجی میانگین هندسی گرفته می شود.

مرحله سوم؛ نرمالایز کردن میانگین‌های هندسی: در این مرحله مقادیر به دست آمده از مرحله دوم نرمالیزه میشود.

مرحله چهارم؛ ترکیب اوزان: با ترکیب وزن گزینه ها (نسبت به معیارها) و وزن معیارها، اوزان نهایی محاسبه می شود.

مرحله پنجم؛ دیفازی کردن: دراین مرحله اوزان فازی به دست آمده، دیفازی می شوند.

جدول۱-کدگذاری داده های محتوای مصاحبه در مورد نقاط هدر رفت در ایستگاه

کد محوری	کد باز	کد مصاحبه شوندگان
نقاط هدر رفت در ایستگاه	نشت از فلنج ها در ایستگاهها	I_4, I_5, I_8, I_{10}
	نشت ازشیر زیر فیلترهای خشک (از نوع بال و پلاگ)در ایستگاهها	I_3, I_5, I_6, I_7
	نشت از درب فیلترها در ایستگاهها	I_1, I_2, I_4
	نشت کویلینگهای لوله های سنینگ (TUB ها) در ایستگاهها	I_1, I_3, I_6
	نشت گلند شیرها در ایستگاهها	I_2, I_4, I_8
	نشت گریسخورها در ایستگاهها	I_2, I_3, I_5
	خرابی و نشت از داخل باکس فرمان شات آف ولوها در ایستگاهها	I_5, I_6, I_2
	نشت از سیفتی ولوها بر اثر خرابی یا عدم تنظیم مناسب در ایستگاهها	I_3, I_5, I_6, I_7
	نشت از اتصال عایقی ایستگاهها	I_1, I_2, I_4
	نشت از سیفتی ولوها بر اثر خرابی رگلاتورها در ایستگاهها	I_2, I_4, I_8
	هدر رفت در هیتر CGS[2] براثر عملکرد نا مناسب کنترلرهای دمای گاز وگرم شدن بیش از حد لزوم در ایستگاهها	I_2, I_3, I_5
	نشت از پلاگ شیرهای تخلیه بعد از رگلاتور و کنتورها ی ایستگاه	, I_6, I_7

1 Risk Priority Number
2 City Gate Station

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

۳- نتایج و بحث

در تحلیل کیفی، مصاحبه های انجام گرفته از طریق کدگذاری باز و کدگذاری محوری دسته بندی هایی انجام شده که منجر به شناسایی مفاهیم و مولفه های مربوط عوامل موثر شده است. در ادامه از نه مورد کدگذاری داده های محتوای مصاحبه، دو مورد در جداول شماره۱ و ۲ بصورت کدگذاری باز و محوری و نیز تفسیر آن به صورت جداگانه ارائه شده است.

جدول۲-کدگذاری داده های محتوای مصاحبه در مورد نقاط هدر رفت درخطوط شبکه

کد محوری	کد باز	کد مصاحبه شوندگان
نقاط هدر رفت درخطوط شبکه	نشت از گریسخورشیرهای جوشی درخطوط شبکه	I_4, I_5, I_8, I_{10}
	نشت از گلند شیرهای جوشی درخطوط شبکه	I_1, I_4, I_7
	نشت از شیرهای پیاده رودرخطوط شبکه	I_2, I_6, I_9
	نشتی ناشی از اتصال عایقی درخطوط شبکه	I_3, I_5, I_6, I_7
	نشتی ناشی از خوردگی درخطوط شبکه	I_1, I_2, I_4
	نشتی ناشی از درب تی سرویس ها و سدل ها و پرژنتی ها درخطوط شبکه	I_2, I_4, I_8
	نشتی ناشی ازاتصالات جوشی (انشعابات فلزی و پلی اتیلن) درخطوط شبکه	I_2, I_3, I_5
	نشتی ناشی ازاتصالات جوشی خطوط شبکه فلزی و پلی اتیلن	I_3, I_5, I_6, I_7
	نشتی ناشی از ضعف لوله ها ی فلزی و پلی اتیلن خطوط شبکه و تغذیه و انشعابات	I_1, I_2, I_4

بر اساس نتایج جدول ۳ میتوان اولویت اقدامات اصلاحی متناسب با رتبه های اول تا سوم علل ریسکهای شناسایی شده در هدررفت گاز شهری مهدیشهر را به شرح زیر ارایه نمود:

۱- نشت از شیر زیر فیلترهای خشک (از نوع بال و پلاگ) در ایستگاهها:

- نصب شیر دوم در مسیر کلکورخروجی خط تخلیه شیر های بعد از فیلترها وبستن شیر دوم تخلیه موجود در مسیر کلکتورخروجی فیلترها در ایستگاههای دارای این شیر دوم
- نصب یک محل نمونه برداری میزان نشت در مسیر لوله تخلیه فیلترها وکنترل میزان نشتی و سپس اقدام اصلاحی
- کاهش عملیات پرچگیری که موجب سایش توپی شیر میگردد
- اصلاح و کنترل سلامت DP گیج ها به جهت کنترل فیلترها به جای افزایش پرچگیری
- کوتاه ترکردن فاصله زمانی دوره های نشت یابی در ایستگاهها
- اجرای گریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی و استفاده از گریس با خاصیت همزمان آب بندی و روانکاری
- تزریق گریس آب بندی بعد از تزریق گریس روان کاری و تعویض شیر خراب

۲ - هدر رفت در هیترCGS براثر عملکرد نا مناسب کنترلرهای دمای گاز وگرم شدن بیش از حد لزوم در ایستگاهها:

- افزایش راندمان هیترفعلی با تنظیم میزان سوخت و هوا به صورت ماهیانه
- نصب کنترلهای الکترونیکی دمای گاز خروجی ایستگاه
- نصب سنسور و ایجاد آلارم و یا ارسال پیامک برای بهره بردار در صورت افزایش دمای خروجی از حد مورد لزوم.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

۳- نشت از گریسخورشیرهای جوشی درخطوط شبکه:

- اجرای گریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی و استفاده از گریس با خاصیت همزمان آب بندی و روانکاری
- رفع نشتی ها با اولویت میزان نشت بیشتر
- کوتاه ترکردن فاصله زمانی دوره های نشت یابی فعلی
- استفاده از نشت بندهای کوپلینگی برای گریسخورهای خراب با نشر شدید بیش از ppm۱۰,۰۰۰
- تزریق گریس آب بندی بعد از تزریق گریس روان کاری
- تعویض کلیه گریسخورهای دارای نشت
- کنترل و اصلاح رابط گریسخور شیرها به جهت حصول اطمینان از تزریق مناسب وکافی گریس به داخل شیرها

جدول۳- اولویت بندی علل ریسکهای شناسایی شده در هدررفت گاز شهری

عناوین خطاها	RPN	اولویت بندی
نشت از شیر زیر فیلترهای خشک (از نوع بال و پلاگ) در ایستگاهها	245	1
هدر رفت در هیتر CGS براثر عملکرد نا مناسب کنترلرهای دمای گاز وگرم شدن بیش از حد لزوم در ایستگاهها	240	2
نشت از گریسخور شیرهای جوشی درخطوط شبکه	216	3
نشت از گلند شیرهای جوشی در خطوط شبکه	210	4
نشت از شیرهای پیاده رودرخطوط شبکه	196	5
نشتی ناشی از خوردگی درخطوط شبکه	144	6
نشتی ناشی از درب تی سرویس ها و سدل ها و پرژنتی ها درخطوط شبکه	120	7
نشت از گریسخورشیرهای جوشی درخطوط تغذیه	108	8
نشت از گلند شیرهای جوشی درخطوط تغذیه	105	9
نشت از شیر علمک های بلا استفاده	105	10
نشت از مهره سرشیر علمک	96	11
نشت از مهره ماسوره بالای رگولاتوری خانگی	84	12
هدر رفت ناشی از عدم اندازه گیری گاز مصرفی زیرQMIN در کنتورهای توربینی	84	13

حال براساس هر کدام از ابعاد کدگذاری باز و محوری، در مرحله بعد ریسکها و سپس اقدامات اصلاحی انها با استفاده از FEMA با روش حاصلضرب سه عدد فازی مثلثی رتبه بندی میشوند. براساس نتایج جداول ۱ و ۲، بالاترین نمرات خطاها و علل منجربه ایجاد ریسکهای نه گانه شناسایی شده در این تحقیق ، به شرح جدول ۳ حاصل گردید. شکل ۲ تصاویری شماتیک از ایستگاه و تجهیزات توزیع گاز را نمایش میدهد.

برای رتبه بندی این اقدامات اصلاحی از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده گردید. برای کوتاه تر شدن تحلیل های این روش، نتایج مرحله اخر شامل وزن فازی گزینها، وزن قطعی و رتبه بندی در جدول ۴ خلاصه شده است.

اقدام اصلاحی کاهش عملیات پرچگیری که موجب سایش توپی شیر با وزن ۰,۱۶۵ در رتبه نخست، اقدام اصلاحی نصب شیر دوم در مسیر کلکتورخروجی خط تخلیه شیر های بعد از فیلترها وبستن شیر دوم تخلیه موجود در مسیر کلکتورخروجی فیلترها در ایستگاههای دارای این شیر دوم با وزن ۰,۱۳۶ در رتبه دوم و اقدام اصلاحی نصب یک محل نمونه برداری میزان نشت در مسیر لوله تخلیه فیلترها وکنترل میزان نشتی با وزن ۰,۰۹۳ در رتبه سوم قرار گرفته اند.

هدررفت گاز از لحاظ ایمنی و زیست محیطی اهمیت ویژه ای داشته و میتواند موجب صدمات جبران ناپذیری جانی و مالی گردد. در شرکت های گاز استانی و ادارات شهرستانی جلسات مختلفی برای شناسایی نقاط هدر رفت و اقدامات اصلاحی

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

برگزار شده و بنا به ضرورت و تجربیات نفرات اقداماتی نیز تعریف می گردد که در این بین فقدان یک روش علمی برای شناسایی شدت و میزان ریسک هرنقطه از منشاء هدر رفت گاز و اولویت بندی مناسب اقدامات اصلاحی انگیزه این تحقیق بود تا اقدامات هدفمندتر و اثربخش تر شده و منابع مالی شرکت نیز به صورت اقتصادی تر هزینه گردد. در تحلیل کیفی، مصاحبه های انجام گرفته از طریق کدگذاری باز و کدگذاری محوری دسته بندی هایی انجام شده که منجر به شناسایی مفاهیم و مولفه های مربوط ریسکهای هدر رفت گازشهری در نه دسته گردید: نقاط هدر رفت در ایستگاه، نقاط هدر رفت درخطوط شبکه، نقاط هدر رفت درخطوط تغذیه،نقاط هدر رفت دراتصلات فوقانی علمک ها (از سر شیر علمک و یونیون تا کنتور مشترکین، هدر رفت ناشی از اندازه گیری گاز مصرفی و فاکتور های موثر،هدر رفت ناشی ازدستکاری ها و سرقت گاز، هدر رفت ناشی از تخلیه خطوط در زمان حوادث، هدر رفت ناشی از عملیاتهای روتین نگهداری و تعمیرات، هدر رفت ناشی از عملیاتهای غیر روتین قابل برنامه ریزی. در ادامه برای هریک از این ریسکها، خطاها و علل موثری براساس نظرات خبرگان تحقیق، شناسایی گردید که در مرحله بعد با استفاده از FEMA حاصلضرب سه عدد فازی مثلثی رتبه بندی شدند که سه عامل نشت ازشیر زیر فیلترهای خشک (از نوع بال و پلاگ) در ایستگاهها، هدر رفت در هیتر CGS براثر عملکرد نا مناسب کنترلرهای دمای گاز وگرم شدن بیش از حد لزوم در ایستگاهها،نشت از گریسخورشیرهای جوشی درخطوط شبکه به ترتیب توسط این مدل بعنوان موثرترین عوامل شناسایی و اولویت بندی شدند و برای هریک اقدامات اصلاحی در نظر گرفته شد. متناسب با رتبه های اول تا سوم علل ریسکهای شناسایی شده در هدررفت گاز شهری مهدیشهر، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، اقدامات اصلاحی اولویت بندی شدند. نتایج تحقیق بر اساس نظرات خبرگان مورد راستی آزمایی قرار گرفته است.

(الف) (ب)

(ج) (د)

شکل ۲: تصاویری شماتیک از ایستگاه و تجهیزات توزیع گاز

الف) نمای کلی از یک دستگاه CGS، ب) شیر ایمنی ایستگاهها که در اثر عدم تنظیم مناسب ویا خرابی درایستگاه ، فشار بالای حد تنظیمی خطوط را به جو تخلیه مینماید، ج) هیتر ایستگاههای CGS، د: ایستگاه حاشیه شهری)

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

جدول ۴- ماتریس اوزان نهایی اقدامات اصلاحی

مولفه	وزن فازی نهایی گزینه‌ها	وزن قطعی نهایی گزینه‌ها	اولویت بندی بر اساس وزن قطعی
نصب شیر دوم در مسیر کلکورخروجی خط تخلیه شیر های بعد از فیلترها وبستن شیر دوم تخلیه موجود در مسیر کلکتورخروجی فیلترها در ایستگاههای دارای این شیر دوم	(0.059,0.133,0.224)	0.136	2
نصب یک محل نمونه برداری میزان نشت در مسیر لوله تخلیه فیلترها وکنترل میزان نشتی و سپس اقدام اصلاحی	(0.043,0.089,0.161)	0.093	3
کاهش عملیات پرچگیری که موجب سایش توپی شیر میگردد	(0.072,0.166,0.257)	0.165	1
اصلاح و کنترل سلامت DP گیج ها به جهت کنترل فیلترها به جای افزایش پرچگیری	(0.01,0.02,0.041)	0.022	15
کوتاه ترکردن فاصله زمانی دوره های نشت یابی در ایستگاهها	(0.027,0.06,0.108)	0.062	6
اجرای گریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی و استفاده از گریس با خاصیت همزمان آب بندی و روانکاری	(0.023,0.064,0.122)	0.067	4
تزریق گریس آب بندی بعد از تزریق گریس روان کاری و تعویض شیر خراب	(0.014,0.028,0.052)	0.03	14
افزایش راندمان هیترفعلی با تنظیم میزان سوخت و هوا به صورت ماهیانه	(0.017,0.037,0.08)	0.041	11
نصب کنترلهای الکترونیکی دمای گاز خروجی ایستگاه	(0.015,0.034,0.072)	0.037	12
نصب سنسور و ایجاد آلارم و یا ارسال پیامک برای بهره بردار در صورت افزایش دمای خروجی از حد مورد لزوم .	(0.01,0.018,0.032)	0.019	16
اجرای گریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی و استفاده از گریس با خاصیت همزمان آب بندی و روانکاری	(0.016,0.03,0.057)	0.032	13
رفع نشتی ها با اولویت میزان نشت بیشتر	(0.022,0.046,0.086)	0.049	10
کوتاه ترکردن فاصله زمانی دوره های نشت یابی فعلی	(0.026,0.053,0.097)	0.056	8
استفاده از نشت بندهای کوپلینگی برای گریسخورهای خراب با نشر شدید بیش از ppm۱۰/۰۰۰	(0.026,0.054,0.101)	0.057	7
تزریق گریس آب بندی بعد از تزریق گریس روان کاری	(0.028,0.06,0.106)	0.063	5
تعویض کلیه گریسخورهای دارای نشت	(0.026,0.06,0.11)	0.063	5
کنترل و اصلاح رابط گریسخور شیرها به جهت حصول اطمینان از تزریق مناسب وکافی گریس به داخل شیرها	(0.022,0.049,0.095)	0.052	9

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج شرکتهای گاز استانی وشهرستانی به عنوان یک راهبرد مهم وتعریف شده میتوانند ضمن تکرار اجرای روش پیشنهادی در فواصل زمانی مشخص، برای شناسایی نقاط هدررفت و تعریف اقدامات اصلاحی برای تمامی موارد اقدام و نسبت به رفع آنها اهتمام ورزند و از اثر بخشی و کفایت اقدامات اطمینان کافی داشته باشند. برای جلوگیری از نشت از شیر زیر فیلترهای خشک (از نوع بال و پلاگ) در ایستگاهها باید درمسیر کلکتورخروجی خط تخلیه شیر های بعد از فیلترها و شیر دوم تخلیه موجود در مسیر کلکتورخروجی فیلترها در ایستگاههای دارای این شیر دوم بسته شوند. همچنین یک محل نمونه برداری میزان نشت در مسیر لوله تخلیه فیلترها تعبیه و میزان نشتی کنترل گردد. به جای افزایش پرچگیری، سلامت DP گیج ها به جهت کنترل فیلترها اصلاح و کنترل گردد. فاصله زمانی دوره های نشت یابی در ایستگاهها کوتاه تر شود وگریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی انجام گیرد. برای جلوگیری از هدر رفت در هیتر CGS براثر عملکرد نامناسب کنترلرهای دمای گاز وگرم شدن بیش از حد لزوم در ایستگاهها، باید راندمان هیترفعلی با تنظیم میزان سوخت و هوا به صورت ماهیانه افزایش یابدو کنترلهای الکترونیکی دمای گاز خروجی ایستگاه تعبیه شوند. نصب سنسور و ایجاد آلارم و یا ارسال پیامک برای بهره بردار در صورت افزایش دمای خروجی از حد مورد لزوم نیز مدنظر قرار گیرد. برای جلگیری از نشت از گریسخورشیرهای جوشی درخطوط شبکه بایدگریسکاری و باز و بست شیرها طبق برنامه دوره زمانی مدون فعلی و استفاده از گریس با خاصیت همزمان آب بندی و روانکاری مورد توجه قرار گیرد. همچنین رفع نشتی ها با اولویت

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

میزان نشت بیشتروکوتاه ترکردن فاصله زمانی دوره های نشت یابی فعلی انجام پذیرد. بدین جهت استفاده از نشت بندهای کوپلینگی برای گریسخورهای خراب با نشر شدید بیش از ppm۱۰،۰۰۰ میتواند مثمرثمر باشد. رابط گریسخور شیرها به جهت حصول اطمینان از تزریق مناسب وکافی گریس به داخل شیرها اصلاح و کنترل شوند.

در رویکرد FMEA تنها شناسایی و تحلیل حالات خطا کافی نیست، بلکه گام مهم دیگر ارائهٔ پیشنهادهای کاهش ریسک و استفاده از نتایج و عملیاتی‌کردن پیشنهادهایی است که بتواند در کاهش این حالات خطا مؤثر باشد، ولی از آنجائیکه بررسی اثربخشیاقدامات پیشنهادی برکاهش میزان هدر رفت گاز نیازمند زمان است محاسبه مجدد عدد اولویت ریسک بعد از اجرای موارد پیشنهادی جهش کاهش مستمر هدر رفت ضروری می باشد.

مراجع

1. Manafi, S. and M.h. saraei, *Integrated Crises management with emphasis on safety of lifelines in Tehran city*. Disaster Prevention and Management Knowledge, 2016. **6**(2): p. 120-132.
2. Ghasemi, S., R. Mahmoudvand, and K. Yavari, *Application of the FMEA in insurance of high-risk industries: a case study of Iran's gas refineries.* Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. **30**(2): p. 737-745.
3. Yucenur, G.N., et al., *Integrating Fuzzy Prioritization Method and FMEA in the Operational Processes of an Automotive Company.* International Journal of Knowledge-Based Organizations (IJKBO). **9**(3): p. 14-32.
4. Rezaee, M.J., et al., *Risk analysis of health, safety and environment in chemical industry integrating linguistic FMEA, fuzzy inference system and fuzzy DEA.* Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. **34**(1): p. 201-218.
5. Hyatt, N., *Guidelines for process hazards analysis (PHA, HAZOP), hazards identification, and risk analysis*. 2018: CRC press.
6. مرادی و همکاران ارزیابی ریسک شبکه توزیع گاز شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در شهر سنندج. سلامت کار ایران, ۲۰۱۷. (4): p. 1-12.۱۴
7. مهدی, ن.ن .و ص. معصومه, شناسایی و رتبه بندی ریسک های تکنولوژی در حوزه توزیع انرژی گاز طبیعی با رویکرد تلفیقی *FMEA* و *TOPSIS* مطالعه موردی: شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری.
8. قندهاری, مومنی ,و مهرگان, شناسایی و ارزیابی کمی ریسک خطوط لوله گاز شهری و تعیین مناطق حساس با ارائه مدلی تلفیقی. پژوهش های نوین در تصمیم گیری. ۴.166-140 .p :(1)
9. سیدمحمد, س .و خ. امیرسامان, توسعه مدل بهینه سازی جابجایی و حمل و نقل مواد خطرناک.
10. جباری ,و همکاران بررسی حوادث حمل و نقل جاده ای مواد خطرناک در ایران. مجله سلامت کار ایران, ۲۰۱۴. ۱۱.42-30 .p :(5)
11. Ghasemi, S., R. Mahmoudvand, and K. Yavari, Application of the FMEA in insurance of high-risk industries: a case study of Iran's gas refineries. Stochastic environmental research and risk assessment, 2016. 30(2): p. 737-745.
12. Petrovskiy, E.A., et al., The FMEA-Risk analysis of oil and gas process facilities with hazard assessment based on fuzzy logic. Modern applied science, 2015. 9(5): p. 25.
13. Mete, S., Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean fuzzy environment. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2019. 25(7): p. 1645-1660.
14. Agarwal, M., G.A. Narayanan, and P. Srivastava. Risk prioritization in a gas power plant using Fuzzy inference system. in 2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). 2018. IEEE.
15. Dong, C., et al., Using BP neural networks to prioritize risk management approaches for China's unconventional shale gas industry. Sustainability, 2017. 9(6): p. 979.
16. مقدم و همکاران، محاسبه میزان هدررفت گاز طبیعی از یک حفره در خطوط لوله توزیع گاز زیر زمینی. مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز, ۲۰۱۷. ۴۷ *(3): p. 1-10*
17. Carbone, T.A. and D.D. Tippett, Project risk management using the project risk FMEA. Engineering management journal, 2004. 16(4): p. 28-35.
18. Chin, K.-S., A. Chan, and J.-B. Yang, Development of a fuzzy FMEA based product design system. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2008. 36(7-8): p. 633-649.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

19. Liu, Y., C.M. Eckert, and C. Earl, A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. Expert Systems with Applications, 2020: p. 113738.
20. Lyu, H.-M., et al., Risk assessment using a new consulting process in fuzzy AHP. Journal of Construction Engineering and Management, 2020. 146(3): p. 04019112.
21. Chang, D.-Y., Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research, 1996. 95(3): p. 649-655.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]

چکیده انگلیسی:

Identifying natural gas loss risks and ranking of corrective actions

Mohammadhassan Salehian, Ali Jahan*

Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Semnan Branch, Semnan, Iran

Received: June 2021 Accepted: November 2021

Abstract

The aim of this study was to provide a new model for identifying the sources and sources of waste gas in Mahdishahr city gas department and to define corrective measures and prioritize measures to help managers to make appropriate decisions to reduce waste gas. The research method is descriptive-analytical in terms of nature and is applied in terms of purpose. The statistical sample of the research is 10 managers, experts of Semnan Gas Company. Interview tools were used to collect field data. To analyze the collected data, thematic analysis method, FMEA analysis of triple fuzzy number and fuzzy hierarchical analysis were used, respectively. The results showed that 9 of the existing risks of urban gas loss in the study area are the most effective factors in creating these risks. To fix them, a set of corrective measures should be taken, including reducing flagship operations that wear out the ball valve, installing a second valve on the outlet collector valve after the filters, and sending a second discharge valve on the filter collector outlet at stations with this second valve and installing a sample location. Leakage should be considered in the way of filter drain pipe and leakage control. Therefore, paying attention to these results of provincial and city gas companies as an important and defined strategy can be used to identify waste points and define corrective measures for all cases and take care to eliminate them and ensure sufficient effectiveness and adequate measures.

Key words: Risk, Corrective Actions, Urban Gas Loss, Fuzzy FMEA, Fuzzy AHP.

*corresponding author: **A.jahan@semnaniau.ac.ir**

Cite this article as: Mohammadhassan Salehian, Ali Jahan, Identifying natural gas loss risks and ranking of corrective actions. Journal of Energy Conversion, 2021, 8(4), 57-67. DOR**:** 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.2.2]