



Journal of Environmental
Management and Law

فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست

<https://sanad.iau.ir/en/Journal/jeml>

Risk management of human resources in gas development projects (case study: Isfahan Gas Company)

Mohammadamin Malekpour¹, Abdolreza Nofaresti^{2*}

¹ Master's degree in HSE, Department of HSE Management, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

² Assistant Professor, Department of Environment, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

*Corresponding Author: a.nofaresti@iau.ac.ir

Original Paper

Received: 2024.09.22

Accepted: 2025.03.04

Keywords:

Risk management,
Human resources,
Development projects,
Gas company.

Abstract

In gas projects, many studies have been done to develop goals and plan and manage project strategy to minimize project errors. The purpose of this research is human resource risk management and the statistical population in this research is the employees of Isfahan Gas Company. At first, identification of potential risks in gas company projects was done in the form of six groups. Then, in order to rank and determine the critical risks, it is fuzzy using appropriate membership functions so that the degree of membership of each input can be determined. In the next step, the fuzzy output of the risk priority number was calculated based on the mathematical relationships in the fuzzy logic and finally they were de-fuzzified in order to determine the definitive risk priority number. "Falling from a height" incident with a final weight of 0.333 in the first priority, "object collision" incident with a final weight of 0.2735 in the second priority, "Stuck between two objects" incident with a final weight of 0.2396 in the third priority, "Falling objects" with a final weight of 0.1537 is in the last priority. Falling from a height is one of the most frequent accidents in various industries. Therefore, it is recommended to hire experts in the field of safety, by establishing guidelines and implementation methods for safe work, by teaching safety tips for working at height, to prevent the severity and repeatability of these accidents. The need to manage and assess risks in projects and prioritize risks based on all aspects affecting HSE risks is essential.



Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the

مدیریت ریسک منابع انسانی در پروژه‌های توسعه گازرسانی (مطالعه موردی: شرکت گاز اصفهان)

محمدامین ملک‌پور^۱، عبدالرضا نوفرستی^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد HSE، گروه مدیریت HSE، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.nofaresti@iaau.ac.ir

نوع مقاله:	چکیده
علمی-پژوهشی	در پروژه‌های گاز مطالعات زیادی در جهت توسعه اهداف و برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژی پروژه برای حداقل رساندن خطاهای پروژه صورت گرفته است. هدف این پژوهش مدیریت ریسک منابع انسانی و جامعه آماری در این پژوهش، کارکنان شرکت گاز اصفهان است. در ابتدا شناسایی ریسک‌های بالقوه در پروژه‌های شرکت گاز، در قالب شش گروه انجام گردید. بعد به منظور رتبه بندی و تعیین ریسک‌های بحرانی، با استفاده از توابع عضویت مناسب، فازی شده تا بتوان درجه‌ی عضویت هر یک از ورودی‌ها را تعیین کرد. در مرحله بعد خروجی فازی عدد اولویت ریسک، بر اساس روابط ریاضی موجود در منطق فازی محاسبه شده و در نهایت به منظور تعیین عدد قطعی اولویت ریسک غیرفازی شدند. حادثه "سقوط از ارتفاع" با وزن نهایی ۰/۳۳۳ در اولویت اول، حادثه "برخورد شیء" با وزن نهایی ۰/۲۷۳۵ در اولویت دوم، حادثه "گیر کردن بین دو شیء" با وزن نهایی ۰/۲۳۹۶ در اولویت سوم، حادثه "سقوط اشیاء" با وزن نهایی ۰/۱۵۳۷ در اولویت آخر قرار دارد. سقوط از ارتفاع یکی از پرتکرارترین حوادث در صنایع مختلف است. لذا توصیه می‌گردد تا ضمن استخدام نیروهای متخصص در زمینه ایمنی، با وضع دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی برای انجام کار ایمن، با آموزش نکات ایمنی کار در ارتفاع، از شدت و تکرارپذیری این حوادث جلوگیری به عمل آید. نیاز به انجام مدیریت و ارزیابی ریسک در پروژه‌ها و اولویت بندی ریسک‌ها براساس تمامی ابعاد تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE امری ضروری است.
تاریخچه مقاله:	
ارسال: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱	
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۴	
کلمات کلیدی:	
مدیریت ریسک، منابع انسانی، پروژه‌های توسعه، شرکت گاز.	

مقدمه

مدیریت ریسک پروژه به عنوان عاملی برای نیاز به ارزیابی دقیق برای کاهش خطاهای موجود در پروژه و به حداقل رساندن آن شناسایی شده‌اند (Al Subaih, 2015; Carvalho & Rabechini Junior, 2015). ایران یکی از پنج کشور دارای ذخایر نفت و گاز جهان است. در سال‌های اخیر پروژه‌های بسیار زیادی همچون پارس جنوبی اجرا شده و دیگر پروژه‌هایی که قرار است در آینده اجرایی شوند. با توجه به عوامل گوناگونی که این صنعت را تحت تاثیر قرار داده است مطالعه موضوعات مرتبط با مدیریت ریسک در پروژه های نفت و گاز باید در اولویت هر سازمان و شرکتی قرار بگیرد (Ali Kazemi et al., 2020). شرکت‌هایی که پروژه محور هستند با ریسک های منابع انسانی روبه‌رو هستند که باعث مشکلاتی در این حوزه می‌شود. در صورت از دست دادن نیروهای متخصص برتری و رقابت پذیری خود را از دست می‌دهند. بنابراین با جذب و آموزش کارکنان متخصص یکی از مهم‌ترین اهداف یک شرکت برای رسیدن به بازدهی بالا و عملکرد بهتر شرکت است. بررسی‌های صورت گرفته در صنعت نفت و گاز در سال‌های اخیر وجود ریسک‌هایی در حوزه منابع انسانی در این شرکت نشان داده شده است (Mahrad et al., 2020). نوع نگرش به سرمایه انسانی نقش مهمی در سازمان‌ها دارد به همین دلیل نوع نگرش مدیریت سازمان به منابع انسانی رابطه‌ای نزدیک با موفقیت یا عدم موفقیت یک سازمان دارد. در صورتی که برای دستیابی به اهداف و یا استراتژی‌های سازمان بستگی به نحوه مدیریت صحیح سازمان دارد. به همین دلیل آگاهی از نوع نگرش مدیریت به منابع انسانی اساس بسیاری سیاست‌ها، استراتژی‌ها و خط مشی سازمان‌ها قرار گرفته که می‌تواند منجر به بهره‌وری و ارتقای عملکرد یک سازمان شود (Sajedi & Mehrabi, 2016). برخلاف این که منابع انسانی مزیت زیادی برای سازمان دارند ریسک‌های ناشی از آن، سازمان را برای رسیدن به اهداف با مشکلاتی روبه‌رو می‌کند. فرایندی که سازمان را برای شناسایی به موقع، تجزیه و تحلیل و کنترل پیامدهای آن و پیشنهاد اقدام پیشگیرانه که به صورتی موثر و کارآمد در راستای کاهش ریسک منابع انسانی باشد، مدیریت ریسک است (Batarlienè et al., 2017). زمانی که شرایط برای کارکنان یک سازمان مساعد نباشد انجام امورات آن پرهزینه و زمان‌بر می‌شود. این هزینه‌ها می‌تواند باعث بحران‌های بعدی می‌شود و می‌تواند شرایط را برای یک سازمان بحرانی‌تر کنند. می‌توان تضمین کرد که در سازمان‌ها با وجود افراد با صلاحیت و شایسته آموزش دیده و با انگیزه بالا برای موفقیت مدیریت ریسک از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند (Becker & Smidt, 2016). در نتایج تجزیه و تحلیل صورت گرفته علل ریشه‌ای حوادث فرآیندی در ایستگاه‌های گاز شهری نشان می‌دهد نرخ وقوع نقص عامل انسانی در سال دو برابر نرخ وقوع نقص‌های فرآیندی و مکانیکی است که نشان می‌دهد عامل انسانی نقش اصلی در پیدایش این حوادث را ایفا می‌کند (Zarei et al., 2017). به علت تغییرات محیطی و افزایش عدم قطعیت در روند تغییرات باعث شده است که تصمیم‌گیری‌ها در موقعیت و شرایط مختلف همراه با ریسک انجام می‌گیرد. مدیریت ریسک پروژه باعث بهبود در تصمیم‌گیری‌ها، کاهش هزینه و همچنین باعث افزایش کارایی می‌شود (Malik et al., 2020). در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی به منظور سرمایه گذاری در فرآیندهای مدیریت ریسک جهت پیشبرد اهداف انجام شده است. این امر باعث شده توجه محققان حوزه ریسک در زمینه مدیریت منابع انسانی را به خود جلب کند. منابع انسانی موثر و کارآمد به عنوان منبع استراتژیک بقا، برتری سازمانی، بهبود مستمر و پیشبرد اهداف سازمانی است (Rahmanseresht et al., 2017). همچنین در شرکت‌ها و سازمان‌ها با توجه به رقابت پذیری بالا باعث شده با اجرای مدیریت ریسک در محیط‌هایی با عدم قطعیت و فشار رقابتی بالا باعث بهبود در عملکرد و افزایش راندمان شرکت می‌شود (Malik et al., 2020; Rahmanseresht et al., 2017; Florio & Leoni, 2017). مدیریت ریسک پروژه به عنوان عاملی برای نیاز به ارزیابی دقیق برای کاهش خطاهای موجود در پروژه و به حداقل رساندن آن شناسایی شده‌اند (Al Subaih, 2015; Carvalho & Rabechini Junior, 2015). در حال حاضر ناگوارترین پیامد حوادث شغلی، مرگ زودرس نیروی کار است و با توجه به این که صنایع و شرکت‌های گاز هم پرحادثه هستند. بنابراین بررسی خطرات، در نهایت باعث کاهش حوادث و سوانح کاری می‌شود. ضرورت کار در این پژوهش در راستای برنامه‌های ایمنی و بهداشتی و به عبارت دیگر سیستم ایمنی و بهداشت، مدیریت ریسک منابع انسانی است.

Babazadeh & Sadeghpour (۱۴۰۱) پژوهشی با هدف، ارزیابی ریسک‌های بالقوه موجود در نیروگاه سیکل ترکیبی تولید برق نکا، با استفاده از تکنیک FMEA انجام دادند. جهت انجام این مطالعه، ابتدا تیمی از کارشناسان و سرپرستان باتجربه تشکیل شد و خطرات بالقوه و آثار آن‌ها در واحدهای مورد مطالعه شناسایی گردید. در مرحله بعد پارامترهای احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت شناسایی خطر، تعیین و نمره اولویت خطرپذیری برای کلیه خطرات شناسایی شده محاسبه شد. جهت شناسایی خطرات، از مرور مستندات، مصاحبه با متخصصین و ... استفاده شده است. از ۶۶ ریسک شناسایی شده در این پژوهش، ۲۵ مورد آن‌ها در محدوده غیرقابل قبول، واقع گردیده که در این بین، ریسک تابش اشعه با اختصاص دادن بالاترین RPN معادل ۸۱۰ به عنوان خطرناکترین ریسک نیروگاهی محسوب می‌شود. همچنین ریسک صدا که کاهش یا از بین رفتن شنوایی را در پی دارد با ۵۶ بار تکرار، ریسک نشت آب و بخار داغ که سوختگی و آسیب دیدگی فردی را به دنبال دارد با ۴۱ بار تکرار و ریسک سقوط از ارتفاع که شکستگی و آسیب دیدگی فردی را در پی دارد با ۳۹ بار تکرار به عنوان پرتکرارترین ریسک‌ها شناسایی شدند. در انتها اقدامات اصلاحی با نظر متخصصین حوزه مورد مطالعه، ارائه گردید.

Emamgholizadeh & Hoseini (۱۳۹۹) پژوهشی با هدف شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی در پروژه‌های ساختمانی با رویکرد ترکیبی FUZZY FMEA و FUZZY TOPSIS انجام دادند. پژوهش از نوع توصیفی-پیمایشی و از نظر هدف کاربردی محسوب می‌گردد. مطالعه به صورت موردی روی پروژه احداث شهرک قصردریا واقع در شهرستان محمودآباد در سال ۱۳۹۴ پرداخته شده است. مهم‌ترین ریسک‌هایی که از روش FUZZY TOPSIS استخراج شده مربوط به برخورد بازوی جرثقیل با ساختمان و لغزیدن و سقوط افراد از روی رمپ راه‌پله است. در روش FUZZY FMEA ریسک‌های مربوط به سقوط افراد از لبه گودبرداری، لغزیدن و سقوط از روی رمپ راه‌پله و سقوط از روی داربست و جایگاه‌های کار دارای بالاترین رتبه هستند. مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی شده صنعت ساختمان از دو روش، شامل سقوط افراد از لبه گودبرداری، لغزیدن و سقوط از روی رمپ راه‌پله و سقوط از روی داربست، جایگاه‌های کار، برخورد بازوی جرثقیل با ساختمان و لغزیدن و سقوط افراد از روی رمپ راه‌پله است.

Jahanshahi Javaran & Panahi (۲۰۱۹) پژوهشی با هدف شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در اجرای پروژه‌های ساختمانی بلند مرتبه سازی شهر مشهد انجام دادند. پس از جمع‌آوری داده‌های تحقیق، به منظور پاسخ به سوالات پژوهش از آزمون‌های مختلف آماری شامل تحلیل عاملی تأییدی و مدل فرآیند سلسله مراتبی، استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل عاملی تأییدی مشخص کرد که ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی بلند مرتبه به دو نوع ریسک‌های داخلی که شامل (ریسک‌های ناشی از کارفرما، ریسک‌های ناشی از تدارکات، ریسک‌های اجرا، ریسک‌های ناشی از نیروی انسانی، ریسک‌های ناشی از زمان بندی و ریسک‌های ناشی از طراحی) و ریسک خارجی که شامل (ریسک‌های ناشی از عوامل سیاسی، ریسک‌های ناشی از عوامل اقتصادی، ریسک‌های ناشی از عوامل اجتماعی، ریسک‌های ناشی از عوامل محیطی، ریسک‌های ناشی از مسائل حقوقی و ریسک‌های ناشی از مسائل قراردادی) تقسیم می‌شوند. نتایج حاصل از رتبه‌بندی بر اساس تکنیک سلسله مشخص کرد که ریسک‌های داخلی دارای اهمیت بیشتری نسبت به ریسک‌های خارجی در پروژه‌های بلند AHP مراتبی مرتبه سازی شهر مشهد هستند. همچنین نتایج بیانگر آن بود که در بین ابعاد مربوط به ریسک‌های داخلی، بعد ریسک ناشی از زمان بندی پروژه رتبه اول و در بین ابعاد مربوط به ریسک‌های خارجی، بعد ریسک ناشی از عوامل اقتصادی بالاترین رتبه: توان رقابتی، چابکی سازمان، مهندسی ارزش، را دارند.

Jafari & Jazayeri (۲۰۱۹) پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی و مدیریت ریسک یکی از صنایع فولاد ایران با استفاده از روش FMEA" انجام دادند که در مطالعه توصیفی-مقطعی حاضر، ابتدا کل صنعت فولاد به منظور ارزیابی ریسک مورد بازبینی و تحلیل قرار گرفت و کلیه واحدهای فولاد شامل ۳۵ واحد توسط تیم FMEA ارزیابی شدند. نتایج حاصل از اجرای روش FMEA در صنعت فولاد مذکور، با تفکیک واحدها و مشاغل مختلف در برگه‌های کاری FMEA ثبت و با استفاده از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این مطالعه ۱۶۹۵ خطر در ۳۵ واحد کاری فولاد شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی نشان داده

شد که ۳۱ درصد از تمامی خطاهای شناسایی شده در صنعت فولاد در محدوده سطح ریسک جزئی^۱ ۵۸،۰ درصد در محدوده قابل قبول^۲ ۹،۰ درصد در سطح ریسک نامطلوب^۳ و ۲ درصد در محدوده سطح ریسک غیرقابل قبول^۴ بوده است. بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش انتظار می‌رود که با رعایت نظم، بازرسی‌های مداوم، آموزش کارکنان، استفاده از تابلوهای ایمنی، استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب و تعمیر به موقع تجهیزات بتوان سطح ریسک‌های موجود را کاهش داد.

Yucesan و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان "یک رویکرد FMEA کل نگر با شبکه بیزی مبتنی بر فازی و بهترین-بدترین روش" تجزیه و تحلیل حالت و اثر شکست (FMEA) یک ابزار تجزیه و تحلیل ریسک است که به طور گسترده در صنعت تولید استفاده می‌شود. با این حال، FMEA سنتی دارای محدودیت‌هایی مانند ناتوانی در مقابله با داده‌های خرابی نامشخص از جمله ارزیابی ذهنی کارشناسان، عدم وجود مقادیر وزنی پارامترهای ریسک، و در نظر گرفتن شرطی بودن بین رویدادهای شکست است. در این مقاله، یک FMEA جامع را برای غلبه بر این محدودیت‌ها پیشنهاد می‌شود. روش پیشنهادی از روش فازی بهترین – بدترین (FBWM) در وزن دهی سه پارامتر خطر FMEA که عبارتند از شدت (S)، وقوع (O) و تشخیص (ID) استفاده می‌کند و برای یافتن مقادیر ترجیحی حالت‌های شکست با توجه به به پارامترهای S و D. از طرف دیگر، از شبکه بیزی فازی^۵ (FBN) برای تعیین احتمال وقوع حالت‌های خرابی استفاده می‌کند. بنابراین، FBN شامل قضاوت‌های متخصص و تئوری مجموعه‌های فازی به عدم قطعیت در داده‌های شکست می‌پردازد و شامل یک منطق تحلیل ریسک احتمالی قوی برای دریافت وابستگی بین رویدادهای شکست است. به عنوان نمایی از رویکرد، یک مطالعه موردی در یک مرکز تولید تجهیزات آشپزخانه صنعتی انجام شد. نتایج این رویکرد نیز با روش‌های موجود مقایسه شده است که استحکام آن را نشان می‌دهد.

Karasan & Erdogan (۲۰۲۱) پژوهشی تحت عنوان "ایجاد رفتار پیشگیرانه برای ارزیابی ریسک با در نظر گرفتن ارزیابی کارشناسی، موردی از کارخانه تولید نساجی" که یک مطالعه موردی با روش پیشنهادی در یک کارخانه نساجی است و مشخص می‌شود که کدام خطرات ناشی از خرابی بیشتر است. برای اعتبار سنجی نتایج، یک تحلیل مقایسه‌ای انجام شده است. علاوه بر این، برای استحکام تصمیمات، تحلیل حساسیت یک‌باره با توجه به سناریوهای مختلف اعمال می‌شود. در نتیجه تجزیه و تحلیل‌ها، نشان داده شده است که مدل پیشنهادی ما می‌تواند به عنوان یک محاسبه‌گر ریسک پیشگیرانه کارآمد برای مدیران یا محققان برای استنتاج قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌های فرآیندهای تولید برای از بین بردن کاستی‌های FMEA سنتی استفاده شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه موردی شرکت گاز اصفهان، پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش اجرا تحقیق پیمایشی و توصیفی است. نخست با مرور ادبیات پیشین فهرستی از ریسک‌های موثر مرتبط با پروژه‌های صنعت گاز و همچنین یک جدول (پرسشنامه) جهت مصاحبه بر مبنای روش اعتباریابی لاوشه تنظیم شده است. سپس پرسشنامه مربوطه در اختیار یک کمیته متخصص در حوزه مدیریت ریسک قرار گرفت و نظراتشان در صورت موافقت یا مخالفت با هریک از عوامل ریسک‌ها را اعلام کردند. جامعه آماری در این پژوهش، کارکنان شرکت گاز اصفهان است. جامعه آماری در این پژوهش، ۳۳ نفر از نمایندگان HSE شرکت گاز اصفهان است. در ابتدا ریسک‌های بالقوه در پروژه‌های شرکت گاز از طریق روش اعتباریابی لاوشه در قالب شش گروه انجام شد. که از طریق مرور تحقیقات پیشین و مصاحبه با خبرگان صورت گرفت. در ادامه با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین- بدترین به محاسبه اوزان مربوط به شاخص‌های

¹ Low Risk

² Medium Risk

³ High Risk

⁴ Extreme Risk

⁵ Fuzzy Bayesian network

ارزیابی عملکرد هر ریسک پرداخته شد. بعد به منظور رتبه بندی و تعیین ریسک‌های بحرانی از یک رویکرد یکپارچه جدید مبتنی بر روش حالات خطا و تجزیه و تحلیل اثرات آن و روش ترکیبی تحلیل رابطه خاکستری-ویکور تحت محیط فازی بهره برده شده است. در انتها جهت استراتژی‌های پاسخ به هریک از ریسک‌های بحرانی، محاسبه درجه اولویت ریسک و به دست آوردن ریسک‌های با عدد ریسک بالاتر، با استفاده از توابع عضویت مناسب، فازی شده تا بتوان درجه‌ی عضویت هر یک از ورودی‌ها را تعیین کرد. در مرحله بعد خروجی فازی عدد اولویت ریسک (FRPN) بر اساس روابط ریاضی موجود در منطق فازی محاسبه شده و در نهایت به منظور تعیین عدد قطعی اولویت ریسک غیرفازی شدند.

در این روش ابتدا براساس جداول موجود برای روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست، احتمال وقوع، شدت و احتمال کشف ریسک‌ها استخراج و سپس با استفاده از معادله ۱ مقادیر عددی هر ریسک محاسبه شد:

$$\text{RPN} = (S) * (O) * (D) \quad \text{معادله ۱}$$

این سه عامل با مقیاسی از یک تا ۱۰، درجه بندی شدند. در این فرمول شدت، رتبه نشان دهنده میزان جدی بودن اثر خرابی بر روی محصول و یا مشتری است. احتمال وقوع، رتبه‌ای است در ارتباط با احتمال رخ دادن یک علت خرابی و احتمال کشف، برآوردی از شانس این که کنترل و یا کنترل‌های جاری بتواند حالت خرابی و یا علت خرابی را قبل از این که قطعه فرآیند تولید یا مونتاژ را ترک کند. همچنین درجه ریسک یک اندازه‌گیری از میزان خطرپذیری است که از حاصل ضرب شدت، وقوع و احتمال کشف بدست آمد.

نتایج

در این پژوهش به منظور دستیابی و شناخت حوادث در فاصله زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ به مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست شرکت مراجعه شد و لیست تمامی حوادث ثبت شده در این بخش اخذ گردید.

همان‌طور که گفته شد، در ابتدا اولویت عناصر مدل با استفاده از تکنیک AHP تعیین شد. در این پژوهش برای تعیین وزن معیارها و گزینه‌های مدل از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) استفاده شده است. مراحل انجام تحلیل به صورت زیر است:

- اولویت بندی معیارهای اصلی براساس هدف از طریق مقایسه زوجی.
 - اولویت بندی هریک از گزینه‌ها (حوادث) بر اساس هر معیار از طریق مقایسه زوجی (جدول ۱).
 - محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها (حوادث) که در جدول ۲ مشخص شده است.
- برای انجام تحلیل سلسله مراتبی نخست معیارهای اصلی براساس هدف به صورت زوجی مقایسه شده‌اند. مقایسه زوجی بسیار ساده است و تمامی عناصر هر خوشه باید به صورت دو به دو مقایسه شوند.
- بنابراین اگر در یک خوشه n عنصر وجود داشته باشد $n(n-1)/2$ مقایسه صورت خواهد گرفت. چون ۴ معیار وجود دارد بنابراین تعداد مقایسه‌های انجام شده برابر است با:

$$(n-1)/2 = 4(4-1)/2 = 6$$

معیارها با اندیس عددی بصورت جدول زیر نامگذاری شده‌اند تا در جریان تحقیق به سادگی قابل ردیابی و مطالعه باشد.

جدول ۱- ریسک‌های موجود با معیارهای مختلف
Table 1 – Identified Risks by Various Criteria

نماد	معیار
C1	جانی
C2	مالی
C3	محیط زیستی
C4	اعتبار یا وجه سازمانی

حوادث مورد بررسی در تحقیق نیز با اندیس عددی در جدول ذیل نامگذاری شده‌اند تا در جریان تحقیق به سادگی قابل ردیابی و مطالعه باشد.

جدول ۲- حوادث مورد بررسی
Table 2- Investigated Incidents

نماد	حادثه
S1	سقوط از ارتفاع
S2	سقوط اشیاء
S3	برخورد شیء
S4	گیرافتادن بین دو شیء

براساس بردار ویژه بدست آمده با در نظر گرفتن معیار جانی:

- برخورد شیء با وزن نرمال ۰/۲۹۸ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- سقوط از ارتفاع با وزن نرمال ۰/۲۸۳ در اولویت دوم قرار دارد.
- گیر کردن بین دو شیء با وزن نرمال ۰/۲۶۳ در اولویت سوم قرار دارد.
- سقوط اشیاء با وزن نرمال ۰/۱۵۶ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۱۱ بدست آمده است که کوچکتر از ۰/۱ است و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد که در جدول ۳ مشخص شده است.

جدول ۳- مقادیر فازی شده جانی
Table 3 – Jani's fuzzified values

Normal	Deffuzy	X3max	X2max	X1max	
۰.۲۸۳	۸۲.۴۲۵	۸۲.۴۲۵	۸۱.۸۳۲	۸۱.۲۳۸	سقوط از ارتفاع
۰.۱۵۶	۴۵.۴۸۳	۴۵.۴۸۳	۴۵.۱۳۲	۴۴.۷۸۲	سقوط اشیاء
۰.۲۹۸	۸۶.۹۷۷	۸۶.۹۷۷	۸۳.۳۸۵	۷۹.۷۹۲	برخورد شیء
۰.۲۶۳	۷۶.۸۲۸	۷۶.۸۲۸	۷۶.۶۸۵	۷۶.۸۲۸	گیرافتادن بین دو شیء

براساس بردار ویژه بدست آمده با در نظر گرفتن معیار مالی:

- سقوط از ارتفاع با وزن نرمال $0/327$ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- برخورد اشیاء با وزن نرمال $0/316$ در اولویت دوم قرار دارد.
- گیر کردن بین دو شیء با وزن نرمال $0/233$ در اولویت سوم قرار دارد.
- سقوط اشیاء با وزن نرمال $0/124$ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده $0/06$ بدست آمده است که کوچکتر از $0/1$ است و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد، مطابق جدول ۴.

شکل ۴- مقادیر فازی شده مالی
Fig. 4 - Fuzzified financial values

Normal	Deffuzy	X3max	X2max	X1max	
۰.۳۲۷	۰.۳۴۵	۰.۳۲۸	۰.۳۳۷	۰.۳۴۵	سقوط از ارتفاع
۰.۱۲۴	۰.۱۳۱	۰.۱۲۴	۰.۱۲۸	۰.۱۳۱	سقوط اشیاء
۰.۳۱۶	۰.۳۳۴	۰.۳۳۴	۰.۳۲۳	۰.۳۱۳	برخورد شیء
۰.۲۳۳	۰.۲۴۶	۰.۲۳۲	۰.۲۳۹	۰.۲۴۶	گیرافتادن بین دو شیء

براساس بردار ویژه بدست آمده با در نظر گرفتن معیار محیط زیستی:

- سقوط از ارتفاع با وزن نرمال $0/491$ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- برخورد شیء با وزن نرمال $0/187$ در اولویت دوم قرار دارد.
- سقوط اشیاء با وزن نرمال $0/174$ در اولویت سوم قرار دارد.
- گیر کردن بین دو شیء با وزن نرمال $0/148$ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده $0/11$ بدست آمده است که کوچکتر از $0/1$ است و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد (جدول ۵).

جدول ۵- مقادیر فازی شده محیط زیستی
Fig. 5 - Fuzzified Environmental Values

Normal	Deffuzy	X3max	X2max	X1max	
۰.۴۹۱	۰.۵۰۶	۰.۴۹۶	۰.۵۰۱	۰.۵۰۶	سقوط از ارتفاع
۰.۱۷۴	۰.۱۸۰	۰.۱۷۶	۰.۱۷۸	۰.۱۸۰	سقوط اشیاء
۰.۱۸۷	۰.۱۹۳	۰.۱۹۳	۰.۱۹۲	۰.۱۹۱	برخورد شیء
۰.۱۴۸	۰.۱۴۹	۰.۱۴۹	۰.۱۵۱	۰.۱۵۲	گیرافتادن بین دو شیء

براساس بردار ویژه بدست آمده با در نظر گرفتن معیار اعتبار یا وجهه سازمانی:

- سقوط از ارتفاع با وزن نرمال ۰/۴۴۰ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- گیر کردن بین دو شیء با وزن نرمال ۰/۲۱۵ در اولویت دوم قرار دارد.
- برخورد اشیاء با وزن نرمال ۰/۱۹۳ در اولویت سوم قرار دارد.
- سقوط اشیاء با وزن نرمال ۰/۱۵۳ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۰۶ بدست آمده است که کوچکتر از ۰/۱ است و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد. در جدول ۶ مشخص شده است.

جدول ۶- مقادیر فازی شده وجه سازمانی
Fig. 6 - Fuzzified Values of the Organizational Aspect

Normal	Deffuzy	X3max	X2max	X1max	
۰.۴۴۰	۰.۴۵۴	۰.۴۵۰	۰.۴۵۲	۰.۴۵۴	سقوط از ارتفاع
۰.۱۵۳	۰.۱۵۸	۰.۱۵۰	۰.۱۵۴	۰.۱۵۸	سقوط اشیاء
۰.۱۹۳	۰.۱۹۹	۰.۱۹۹	۰.۱۹۴	۰.۱۸۸	برخورد شیء
۰.۲۱۵	۰.۲۲۹	۰.۲۱۱	۰.۲۱۶	۰.۲۲۹	گیرافتادن بین دو شیء

بنابراین بر اساس نتایج حاصل از تکنیک AHP فازی رتبه بندی حوادث با توجه به شدت پیامد به صورت زیر است:

- حادثه "سقوط از ارتفاع" با وزن نهایی ۰/۳۳۳ در اولویت اول قرار دارد.
- حادثه "برخورد شیء" با وزن نهایی ۰/۲۷۳۵ در اولویت دوم قرار دارد.
- حادثه "گیر کردن بین دو شیء" با وزن نهایی ۰/۲۳۹۶ در اولویت سوم قرار دارد.
- حادثه "سقوط اشیاء" با وزن نهایی ۰/۱۵۳۷ در اولویت آخر قرار دارد.

مقدار RPN برای هر حادثه از ضرب احتمال وقوع در احتمال شناسایی/کشف در شدت پیامد به صورت جدول ۷ بدست آمده است.

جدول ۷- RPN برای هر حادثه
Fig. 7 - RPN for each incident

RPN	شدت پیامد	احتمال کشف	احتمال وقوع	حادثه
۰.۳۲۶۳	۰.۳۳۳۲	۰.۹۸۶۹	۰.۹۹۲۳	سقوط از ارتفاع
۰.۱۴۷۳	۰.۱۵۳۷	۰.۹۷	۰.۹۸۸۲	سقوط اشیاء
۰.۰۲۵۸	۰.۲۷۳۵	۰.۳۲۶۵	۰.۲۸۹۱	برخورد شیء
۰.۲۱۳۷	۰.۲۳۹۶	۰.۹۳۶	۰.۹۵۲۸	گیرافتادن بین دو شیء

جدول ۸- اولویت بندی حوادث با در نظر گرفتن RPN حوادث

Fig. 8 - Prioritization of Incidents Based on Incident RPN

اولویت بندی	RPN	حادثه
۱	۰.۳۲۶۳	سقوط از ارتفاع
۲	۰.۱۴۷۳	سقوط اشیاء
۳	۰.۰۲۵۸	برخورد شیء
۴	۰.۲۱۳۷	گیرافتادن بین دو شیء

با توجه به این که شرکت‌ها می‌توانند تا با استفاده از تاثیر مکانیزم‌های کنترل بر روی مدیریت ریسک، عملکرد شرکت را بهبود ببخشند. بنابراین معناداری کنترل‌های مهندسی و غیرمهندسی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در جداول ۹ و ۱۰ ارائه شده است.

شکل ۹- مقایسه میانگین احتمال وقوع خطر قبل و بعد از مداخله مهندسی، غیرمهندسی و توام

Fig. 9 - Comparison of the Mean Probability of Hazard Occurrence Before and After Engineering, Non-Engineering, and Combined Interventions

سطح معناداری	بعد از اقدام مداخله	قبل از اقدام مداخله	احتمال وقوع (O)
۲/۰۰۲	۲	۷.۲	میانگین احتمال وقوع در کنترل‌های غیرمهندسی
۲/۰۰۲	۲.۲	۲.۳	میانگین احتمال وقوع در کنترل‌های مهندسی در سطوح با ریسک بالا
۰/۰۲	۱.۲	۶.۲	میانگین احتمال وقوع در کنترل‌های غیرمهندسی در سطوح با ریسک متوسط
۰/۰۰۲	۰.۷.۲	۰.۷.۳	میانگین احتمال وقوع در کنترل‌های توام

براساس جدول ۹، کنترل‌های غیرمهندسی نتوانستند به طور معنادار با سطح معناداری ۲/۰۰۲، احتمال وقوع را کاهش دهند. جهت کاهش احتمال وقوع خطر، کنترل غیرمهندسی نامناسب و کنترل توام و مهندسی مناسب است و با توجه به این جدول کنترل‌های توام و مهندسی در کاهش احتمال وقوع خطرات موثرتر هستند و به طور معناداری می‌توانند باعث کاهش ریسک شوند که در جدول ۱۰ مشخص شده است.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین شدت خطر قبل و بعد از مداخله مهندسی، غیرمهندسی و توام

Table 10- Comparison of Mean Hazard Severity Before and After Engineering, Non-Engineering, and Combined Interventions

سطح معناداری	بعد از اقدام مداخله	قبل از اقدام مداخله	شدت خطر (S)
۰/۰۲	۳.۳	۴۲.۴	میانگین شدت وقوع در کنترل‌های غیرمهندسی
۰/۳	۴.۳	۶.۳	میانگین شدت وقوع در کنترل‌های مهندسی در سطوح با ریسک بالا
۰/۰۵	۲.۲	۱.۳	میانگین شدت وقوع در کنترل‌های غیرمهندسی در سطوح با ریسک متوسط
۰/۰۱	۲.۳	۲.۴	میانگین شدت وقوع در کنترل‌های توام

براساس جدول ۱۰، کنترل‌های مهندسی نتوانستند به طور معنادار، شدت خطرات را کاهش دهند. جهت کاهش شدت خطر، کنترل مهندسی نامناسب و کنترل توأم مناسب است و با توجه به این جدول کنترل‌های توأم در کاهش شدت خطرات موثرتر هستند. کنترل‌های غیرمهندسی در روش ارزیابی ریسک FMEA نمی‌توانند به طور معنادار با سطح معناداری ۲/۰۰۲، احتمال وقوع را کاهش دهند. جهت کاهش احتمال وقوع خطر، کنترل غیرمهندسی نامناسب و کنترل توأم و مهندسی مناسب است و کنترل‌های توأم و مهندسی در کاهش احتمال وقوع خطرات موثرتر هستند و به طور معناداری می‌توانند باعث کاهش ریسک شوند.

بحث و نتیجه گیری

بررسی‌ها در شرکت، نشان داده که مدیریت تغییر و استقرار واحد ایمنی توانسته پیامدهای مرتبط با سلامت و ایمنی شرکت را بهبود بخشد و با تغییر مدیریت و استقرار واحد ایمنی در شرکت، شرایط ایمنی تغییر کرده و حوادث کاهش یافته است و به دنبال این موضوع و با راه اندازی واحد HSE در شرکت، عملکرد ایمنی، رفته رفته بهبود پیدا کرده است. نیاز به انجام مدیریت و ارزیابی ریسک در پروژه‌ها به منظور رسیدن به اهداف تعیین شده برای پروژه، تضمین بقای سازمان، کاهش پیامدهای انسانی و مالی و جلب رضایت مشتریان امری اجتناب‌ناپذیر است. اولویت بندی ریسک‌ها بر اساس تمامی ابعاد تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE امری ضروری است، زیرا اگر این کار به درستی انجام شود، اقدامات مؤثری در پیشگیری از انحراف از اهداف پروژه، کاهش ریسک و افزایش ضریب ایمنی و اطمینان پروژه‌ها صورت خواهد پذیرفت.

در پژوهش Aminzadeh و همکاران (۲۰۲۲)، طبق نتایج به دست آمده، ریسک‌های رها شدن ابزار کار و اصابت با افراد و تجهیزات در اولویت اول و بالاترین خطر تهدیدکننده و گزینه برخورد افراد و خودروها با مصالح انبارشده در معبر عمومی خارج کارگاه در پایین‌ترین سطح قرار گرفتند و این نتایج با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد.

در پژوهش Babazadeh & Sadeghpour (۲۰۲۲)، ریسک نشت آب و بخار داغ که سوختگی و آسیب دیدگی فردی را به دنبال دارد با ۴۱ بار تکرار و ریسک سقوط از ارتفاع که شکستگی و آسیب دیدگی فردی را در پی دارد با ۳۹ بار تکرار به عنوان پرتکرارترین ریسک‌ها شناسایی شدند و تا حدودی این نتایج با نتایج مطالعه حاضر همسو است.

در پژوهش Emamgholizadeh & Hoseini (۲۰۲۰)، ریسک‌های مربوط به سقوط افراد از لبه گودبرداری، لغزیدن و سقوط از روی رمپ راه پله و سقوط از روی داربست و جایگاه‌های کار دارای بالاترین رتبه هستند که با نتایج مطالعه حاضر همسو است.

به منظور کاهش یا حذف خطرات بوجود آورنده ریسک‌ها، بایستی دوره‌های بازرسی یا پایش، متناسب با ریسک‌های شناسایی شده، جزو مهمترین اهداف برنامه‌های مدیریتی قرار گیرد. همچنین از نتایج این پژوهش و بحث و بررسی آن می‌توان نتیجه گرفت روش تجزیه و تحلیل حالات و اثرات شکست با در نظر گرفتن پارامتر احتمال عدم کشف، روشی مناسب و کارآمد برای ارزیابی ریسک‌ها است. در کاربردهای دنیای واقعی، تصمیم‌گیران یا اعضای تیم نمی‌توانند دقت ارزیابی آن‌ها را با ارزش‌های عددی بیان کنند و ارزیابی‌ها به طور معمول بر اساس متغیرهای زبانی بیان می‌شوند. FMEA برای بالا بردن قابلیت اطمینان تولید و پایداری فرآیندها استفاده می‌شود و به تابع‌های کاربردپذیر نیاز دارد و قابلیت نشان دادن وزن، اهمیت نسبی برای شاخص‌های ریسک مانند احتمال، شدت و کشف را ندارد. بنابراین روش فازی به عنوان یک روش انعطاف پذیر برای حل چنین نقطه ضعف‌هایی پیشنهاد می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد FMEA فازی می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای رویکرد سنتی FMEA در مواقع نیاز به بیان نتایج، با دقت بیشتر باشد. به منظور نتیجه‌گیری کلی از ارزیابی ریسک انجام شده می‌توان اظهار داشت که ریسک‌ها و اثرهای محیط زیستی به عنوان بخش جدایی ناپذیر صنایع و سیستم‌های بزرگ مانند صنایع گازرسانی، نفت و پتروشیمی باید همانند ریسک‌های مالی و ریسک‌های جانی

مورد توجه و مدیریت قرار گیرند. همچنین در صنایع بزرگ استفاده از چنین روش‌هایی از این نظر که ریسک‌ها را از نقطه شروع و امکان بالقوه آن‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد، می‌تواند در شناسایی و مدیریت ریسک‌ها بسیار مؤثر و مفید باشد.

Extended Abstract

Introduction: Human resource risk management plays a critical role in ensuring the safety, efficiency, and long-term sustainability of gas development projects. The oil and gas industry, as a high-risk sector, is prone to numerous incidents that can have severe human, environmental, financial, and reputational consequences. In Iran, one of the top five countries in oil and gas reserves, extensive gas projects such as South Pars and provincial distribution systems necessitate comprehensive risk management approaches. The Isfahan Gas Company, as a project-oriented organization, faces significant human resource-related risks that may affect operational performance and competitiveness. This study aims to identify, evaluate, and prioritize critical human resource risks in gas development projects to improve safety performance and reduce incident recurrence, using a fuzzy-based multi-criteria decision-making approach integrated with Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

Materials and methods: This applied research was conducted as a descriptive-survey study on 33 HSE representatives of the Isfahan Gas Company. Potential risks were first identified through literature review, expert interviews, and the Lawshe content validity method, resulting in classification into six major groups. A hybrid approach combining the Best–Worst Method (BWM) for weighting evaluation criteria, fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) for prioritizing incidents, and the integrated Grey Relational Analysis–VIKOR method under a fuzzy environment was employed. The Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) technique was used to calculate the fuzzy risk priority numbers (FRPN), incorporating severity (S), occurrence (O), and detection (D) scores on a scale of 1–10. Defuzzification was applied to determine final risk rankings. The analysis considered four main evaluation criteria—human, financial, environmental, and organizational reputation impacts.

Results: The analysis identified “falling from height” (FRPN: 0.3332) as the highest priority risk, followed by “object collision” (FRPN: 0.2735), “caught between two objects” (FRPN: 0.2396), and “falling objects” (FRPN: 0.1537). Statistical evaluation revealed that engineering and combined control measures significantly reduced both the probability and severity of high- and medium-risk hazards, while non-engineering controls alone were insufficient to achieve meaningful reductions. For example, combined interventions lowered the mean probability of occurrence from 3.07 to 2.07 and mean hazard severity from 4.2 to 3.2.

Discussion and Conclusion: The findings confirm that human resource-related risks, particularly work-at-height incidents, are dominant in gas development projects. Implementing structured risk management frameworks, employing specialized safety personnel, enforcing clear work-at-height guidelines, and delivering targeted safety training can significantly mitigate these risks. The study also demonstrates that fuzzy FMEA is more effective than traditional methods in managing uncertainty and capturing expert judgment. Moreover, integrating engineering controls with administrative measures yields the highest safety performance improvements. Given the high-risk nature of the gas industry, proactive human resource risk management is essential to safeguard personnel, ensure project continuity, and protect environmental and organizational interests.

Keywords: Risk management, Human resources, Gas development projects, Failure Mode and Effects Analysis, Fuzzy logic, Safety performance.

References

- Al Subaih, A. (2015). Integrated project delivery: A paradigm shift for oil and gas projects in the UAE and the Middle East region. *Oil and Gas Facilities*, 4(04), 064-077.
- Ali Kazemi, M., Ehtesham Rasi, R., & Ali Hosseini, M. (2020). Assessing Human Risk Factors in Oil and Gas Projects: Case of Pars Oil and Gas Company. *Journal of Energy Planning And Policy Research*, 6(1), 39-66.
- Aminzadeh, R., Shahnazi Masouleh, D., Mokhtarian, H., & Arjomand, H. (2022). Identifying hazards and assessing safety risks in the construction industry using multi-criteria decision-making methods (MCDM) in fuzzy environments (case study: Shiraz construction projects). *Journal of Knowledge-Based Business Management*, 3(1), 23-40. [In Persian]
- Babazadeh, A. A., & Sadeghpour, M. (2022). *Assessment and identification of the risk level of the combined cycle power plant activities of Neka Power Generation Management Company using FMEA method*. 3rd International Conference on Challenges and New Solutions in Industrial Engineering, Management and Accounting, Chababar. [In Persian]
- Batarlienė, N., Čižiūnienė, K., Vaičiūtė, K., Šapalaitė, I., & Jarašūnienė, A. (2017). The impact of human resource management on the competitiveness of transport companies. *procedia Engineering*, 187, 110-116.
- Becker, K., & Smidt, M. (2016). A risk perspective on human resource management: A review and directions for future research. *Human Resource Management Review*, 26(2), 149-165.
- Carvalho, M. M. D., & Rabechini Junior, R. (2015). Impact of risk management on project performance: the importance of soft skills. *International journal of production research*, 53(2), 321-340.
- Emamgholizadeh, S., & Hoseini, S. A. (2020). Safety risk assessment and ranking of the construction projects with combined approach of FMEA and fuzzy TOPSIS. *tkj*; 12 (1) :13-23. [In Persian]
- Florio, C., & Leoni, G. (2017). Enterprise risk management and firm performance: The Italian case. *The British Accounting Review*, 49(1), 56-74.
- Jafari, B., & Jazayeri, S. A. (2019). *Risk Assessment and Management of One of Iran's Steel Industries Using the FMEA Method*. Third International Congress of Science and Engineering. [In Persian]
- Jahanshahi Javaran, M., & Panahi, B. (2019). Identifying and Ranking the Risks Involved In the Construction Projects of High-Rise Buildings of Mashhad. *Journal of engineering and construction management*, 3(4), 43-52. [In Persian]
- Karasan, A., & Erdogan, M. (2021). Creating proactive behavior for the risk assessment by considering expert evaluation: a case of textile manufacturing plant. *Complex & Intelligent Systems*, 7(2), 941-959.
- Mahrad, M., Samiee, R., Dideh Khani, H., & Saeedi, P. (2020). Introducing the Analytics and Identifying Model of Human Resource Risks in National Iranian Gas Company. *Strategic studies in the oil and energy industry*; 11 (44) :123-148. [In Persian]
- Malik, M. F., Zaman, M., & Buckby, S. (2020). Enterprise risk management and firm performance: Role of the risk committee. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 16(1), 100178.
- Rahmanseresht, H., shakeri, E., & shokri, A. (2017). The effect of organizational health and employees'creativity on their productivity using structural equations modeling. *Product Manag.* 11(3): 37–60. [In Persian]
- Sajedi, H., & Mehrabi, Roza. (2016). *Measuring the organizational attitude of human capital in venture capital companies, a case study of Shenasa Venture Capital Company*. National Conference on organizational culture, Tehran. [In Persian]
- Yucesan, M., Gul, M., & Celik, E. (2021). A holistic FMEA approach by fuzzy-based Bayesian network and best–worst method. *Complex & Intelligent Systems*, 7(3), 1547-1564.
- Zarei, E., Azadeh, A., Khakzad, N., Aliabadi, M. M., & Mohammadfam, I. (2017). Dynamic safety assessment of natural gas stations using Bayesian network. *Journal of hazardous materials*, 321, 830-840. [In Persian]