Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2020 (24 Jun);17:16.

Assessing the risk of crisis in gas distribution networks using the FAHP-PROMETHEE II method (Case study of Qazvin Province Gas Company)

Javad Mohammad Adli, MA Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

Manoucher Omidvari, (*Corresponding author) Associate Professor, Industrial Engineering Department, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. omidvari88@yahoo.com

Abstract

Background and aims: Natural gas is one of the most important energy sources used today in urban communities as cheap and hazardous energy. In this regard, if the government and organizations do not pay attention to the proper infrastructure for gas installations, it will create irreparable risks for that society. The assessment and management of crisis in the various processes can play a key role in the planning, organization and training of the target community. Today, the importance of increasing crisis management is not overlooked. Social and HSE crisis are the most important issues in the gas company. Crisis management results can be used for educational planning and resource management. Also, using the results of the crisis assessment can identify the weak points of the organization. Identifying weaknesses within an organization enables management to regulate the organization's strategies based on them and reduce the impact of the crisis effectively. The assessment of the risk of gas pipelines will be assessed by various criteria, such as the environment of the gas supply network and the social conditions surrounding the gas supply network. In the event of a crisis in gas distribution networks, the best way to prevent an increase in the crisis in urban and industrial areas is to ensure a rapid shutdown of gas transmission. The responsible organizations should use high-reliability facilities and equipment to reduce the crisis in the failure of the gas transmission lines in the network. The technical status of the gas supply pipelines and their maintenance are among other criteria for assessing the gas supply risk. Crisis in gas networks can have irreparable effects due to the direct connection of the network with residents of cities. The crisis in the gas supply network is causing fire and explosion and poisoning, but it can also lead to social crises. Since the gas company is a social institution. Its problems can affect the community. Therefore, the crisis management issue in the gas supply network is very important. Qazvin Gas Company is a government organization with more than 350,000 shareholders and customers in the province. The inadequate and old infrastructure has put the risk of crisis in this province's gas distribution network as unacceptable. Such organizations need to invest in building a strategic thinking in crisis management on how to design and deliver services to their customers. The purpose of this research is to determine and rank critical factors and assess the risk of crisis in gas distribution networks.

Methods: In this research, three types of major crises associated with gas supply networks were identified by using reliable sources and experts' opinion. An expert is someone who has a BSE degree in Industrial Engineering or HSE, as well as 10 years of experience in the gas industry. Toxicity, fire - explosion and social problems are the most important gas grid crisis. then 11 criticality indicators were defined for assessing the risk of crisis in gas network. Decision-making criteria in this study include: health problems, mortality, political problems, costs of line reconstruction, groundwater contamination, cost of stopping services, damage to people in the region, air pollution, reduced income, lack of trust in the organization, Fear and horror. In this study, FAHP technique and the FROMETHEEII fuzzy technique for ranking were used. One of the most efficient and comprehensive techniques for deciding multiple indicators is the analytical hierarchical process. It was first raised by Thomas L Satty in 1980. This method has many uses in solving managerial, economic and social problems. This method allows the formulation of the problem in a hierarchical manner. It is also possible to consider different quantitative and qualitative indices in problem solving. In this process, different options are involved in decision making and it is possible to analyze the sensitivity of indicators and sub-indicators. This process based on paired comparisons facilitates judgment and indicates the degree of compatibility and incompatibility of the decision. PROMETHEE was designed in 1985 by Branc & Vincke. It was developed by colleagues in 1994. This method can be called the "Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation", which, as it is known from the name, seeks to structurally address problems and use the actual values of the criteria for evaluation.

Using the FAHP results, the weight determines the importance of each of the critical factors in gas networks. Using the results of the PROMETHEE, we can determine the weight and rank of contributing factor and sub contributing Factor of crisis risk for the gas network. Then using the

Keywords

Crisis management,
Gas supply network,
Risk,
FAHP,
FPROMETHEE II,
Contributing risk factor

Received: 10/07/2018
Published: 24/06/2020

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

obtained results, the grid risk assessment model was presented. The crisis risk assessment model is designed considering the importance of the type of crisis scenario. The proposed model is:

$$\begin{Bmatrix} SN = S_{tox}^{W_{tox}} \times S_{ex}^{W_{ex}} \times S_{cut}^{W_{cut}} \\ W_{tox} + W_{ex} + W_{cut} = 1 \\ 1 < S_{tox}, S_{ex}, S_{cut} < 10 \end{Bmatrix}$$

where in: SN is level of severity of risk of crisis; S_{tox} is level of Toxic severity of risk; W_{tox} is the weight of toxic severity of risk; S_{ex} is level of explosive severity of risk; W_{ex} is the weight of explosive severity; S_{cut} is level of severity of Cut off gas network and W_{cut} is the weight of cut off gas network.

Using the proposed model, the gas network of Qazvin province was evaluated as a case study. The results of mean and standard deviation were used to analyze the results. In order to confirm the validity and reliability of the questionnaires, the literature review and other questionnaires were used. Then, the questionnaire was adjusted and after the insertion of the necessary information, for content validity, was given to the experts. Following the necessary amendments, the original questionnaires were set up and approved by the experts. The reliability of the questionnaires was assessed using Cronbach's alpha. For this purpose, after answering all the experts, the reliability of the questionnaires was calculated using SPSS software, which is about α=0.74. According to the results, reliability of the questionnaire is reliable. In order to collect the data, the researchers examined the study environment and completed the checklist.

Results: The results showed that the crises created in relation to the gas network with weight importance are not equal. So that the social crisis caused by the disruption of gas in the urban gas supply network is more important. The results showed that the crises created in relation to the gas network were not equal to the weight. So that the social crisis caused by disruption of gas in the urban gas supply network is more important than the crisis caused by Toxicity and explosion. This is due to the fact that poisoning and explosion can also lead to social crises that have a cumulative effect on the social crisis caused by the disruption of gas. The results showed that the most important crisis in the gas company was a definite gas. Also, the results showed that the main criteria in the risk of gas distribution network crisis are: proximity to residential buildings, population density, proximity to industrial towns, and the existence of vulnerable network conditions. The conditions of different regions of the case study showed that the best conditions for the gas supply network in the 3rd district are due to the low number of residential buildings, low population density, distance from industrial settlements, and the absence of vulnerable conditions.

Conclusion: Several studies in recent years have found that the failure of the gas line is the main cause of the gas grid crisis. The main reason for this is the placement of pipes in the gas network and its regulators on the roads of cars and individuals. In these studies, gas regulators are classified as one of the most vulnerable parameters in the crisis assessment. Also, the main reason for the gas supply crisis in many studies is the structural weakness of the network and network vulnerability. Also, in some studies, environmental conditions and type of use around the gas distribution network are described as contributing factors of the risk of gas pipeline leakage and vulnerability factors in the gas distribution network.

The main reason for definite gas as a crisis in the gas network is the use of the gas network in residential homes, which is the case in countries like Iran. According to the results of this study, it was determined that for assessing the risk of crisis in gas networks, it is necessary to determine the crisis factors and to integrate them in order to determine the risk of crisis in the gas network. In the risk assessment process, the impact of personal judgment of the evaluators on determining the risk level of a process is very important. In this research, using decision making models has been tried to minimize the impact of personal judgment of evaluators. One of the most important results in this study was the existence of social crises due to the cut off gas distribution networks. Therefore, the definitive gas crisis is of great importance. This is most common in developing countries that use natural gas in final consumers for heating and cooking. Therefore, this indicates that the government in these countries is required to invest from gas to electricity in order to prevent social crises, to reform the process of gas consumption and change energy consumption in homes and commercial and office facilities. The assessment of social crises is a new aspect of this research that has not been addressed in other researches.

Conflicts of interest: None
Funding: None

How to cite this article:

Mohammad Adli J, Omidvari M. Assessing the risk of crisis in gas distribution networks using the FAHP-PROMETHEE II method (Case study of Qazvin Province Gas Company). Iran Occupational Health. 2020 (24 Jun);17:16.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ – ۱۶/۱۳۹۹
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

ارزیابی شدت ریسک بحران در شبکه های گازرسانی با استفاده از روش FAHP- PROMETHEE II

جواد محمدعدلی: کارشناس ارشد دانشکده صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین ایران
منوچهر امیدواری: (* نویسنده مسئول) دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین ایران
omidvari88@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: گاز طبیعی یکی از مهم‌ترین منابع انرژی است که امروزه در جوامع شهری به عنوان انرژی ارزان و خطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا، اگر دولت و سازمان‌ها به زیرساخت مناسب برای تاسیسات گاز توجه نکنند، خطرات جبران ناپذیر برای آن جامعه ایجاد خواهد شد. ارزیابی و مدیریت بحران در فرآیندهای مختلف می‌تواند نقش کلیدی در برنامه ریزی، سازماندهی و آموزش جامعه هدف داشته باشد. امروزه اهمیت افزایش مدیریت بحران، مورد توجه قرار نگرفته است. بحران اجتماعی و HSE مهم‌ترین مسائل در شرکت گاز است. نتایج مدیریت بحران می‌تواند برای برنامه‌ریزی آموزشی و مدیریت منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، با استفاده از نتایج ارزیابی بحران می‌تواند نقاط ضعف سازمان را شناسایی کند. شناسایی نقاط ضعف در یک سازمان، مدیریت را قادر می‌سازد تا استراتژی‌های سازمان را بر اساس آنها تنظیم و تاثیر موثر بحران را کاهش دهد. هدف از این تحقیق تعیین شدت ریسک بحران در شبکه‌های گاز رسانی است..

روش بررسی: در این تحقیق با استفاده از منابع معتبر و نظر خبرگان ۳ نوع از مهم‌ترین بحران‌های مرتبط با شبکه های گازرسانی را شناسایی نموده، و سپس ۱۱ شاخص بحرانیت را برای ارزیابی بحران شبکه گاز تعریف شد. در این تحقیق برای تعیین وزن شاخص‌ها از تکنیکFAHP و جهت رتبه‌بندی از تکنیک FROMETHEE II فازی استفاده نمود، سپس با استفاده از نتایج بدست آمده مدل ارزیابی ریسک بحران شبکه گاز ارائه گردید. با استفاده از مدل ارائه شده شبکه گاز رسانی استان قزوین بعنوان مطالعه موردی ارزیابی شد.

یافته‌ها: : نتایج نشان داد که مهم‌ترین بحران در شرکت گاز، قطعی گاز بود.. همچنین نتایج نشان داد که مهم‌ترین معیار ریسک در بحران به ترتیب. نزدیکی به منازل مسکونی، تراکم جمعیتی، نزدیکی به شهرک‌های صنعتی، وجود شرایط آسیب پذیر شبکه بود. شرایط مناطق مختلف مطالعه موردی نشان داد که بهترین شرایط شبکه گازرسانی در منطقه۳ بوده که علت آن تعداد کم منازل مسکونی، تراکم کم جمعیتی، دوری از شهرک های صنعتی، و عدم وجود شرایط آسیب پذیر را می‌توان نام برد.

نتیجه‌گیری: مطالعات متعدد در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که شکست خط لوله گاز اصلی علت بحران شبکه گاز است. دلیل اصلی این امر قرار دادن لوله‌ها در شبکه گاز و تنظیم کننده‌های آن در جاده‌ها، اتومبیل‌ها و افراد است. در این مطالعات، تنظیم کننده‌های گاز به عنوان یکی از پارامترهای آسیب پذیر در ارزیابی بحران طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین دلیل اصلی بحران عرضه گاز در بسیاری از مطالعات ضعف ساختاری شبکه و آسیب‌پذیری شبکه است. همچنین در برخی مطالعات، شرایط محیطی و نوع استفاده در اطراف شبکه توزیع گاز به عنوان عوامل موثر در نشت خط لوله گاز و عوامل آسیب‌پذیری در شبکه توزیع گاز توصیف شده است. مهم‌ترین علت قطع گاز به عنوان بحران در شبکه گاز، استفاده شبکه گاز در کاربری منازل مسکونی است که این مسئله در کشورهایی مانند ایران وجود دارد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق مشخص شد که برای ارزیابی بحران در شبکه‌های گاز لازم است که عوامل بحران زا را تعیین و بصورت تلفیقی آنها را مورد ارزیابی قرار داد تا بتوان میزان شدت ریسک بحران را در شبکه گاز تعیین نمود. این جنبه مهم‌ترین جنبه نوآوری در این تحقیق بوده است.

کلیدواژه‌ها
مدیریت بحران،
شبکه گازرسانی،
ریسک،
FAHP،
FPROMETHEE II

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۱۹
تاریخ چاپ: ۹۹/۰۴/۰۴

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *حامی مالی نداشته است.*

شیوه استناد به این مقاله:

Mohammad Adli J, Omidvari M. Assessing the risk of crisis in gas distribution networks using the FAHP-PROMETHEE II method (Case study of Qazvin Province Gas Company). Iran Occupational Health. 2020 (24 Jun);17:16.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

مقدمه

بی‌توجهی یا کوتاهی در امر بحران می‌تواند یک سازمان یا جامعه را با مشکلات و آسیب‌های جبران ناپذیری مواجه کند. بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کند و مصرف انرژی بخصوص گاز طبیعی بصورت فزاینده‌ای رو به گسترش است. بطوری که در انگلستان بیش از ۸۰ درصد جمعیت کشور در شهرها زندگی می کنند، توسعه شهرها زندگی ساکنین را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد، با افزایش جمعیت و توسعه شهرها الگوی مصرف انرژی نیز تغییر یافته که این مسئله نیاز به ساختارهای جدیدی را که نیازمند مدیریت صحیح بحران در این شبکه های توزیع انرژی استرا دو چندان می کند (۱). ارزیابی مدیریت بحران در فرآیندهای محتلف می‌تواند در برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی و آموزش جامعه مورد هدف نقش کلیدی را داشته باشد (۲). یکی از مهم‌ترین انرژی‌هایی که امروز در جوامع شهری بعنوان انرژی ارزان و پرخطر استفاده می‌گردد، گاز طبیعی است که در صورت عدم توجه به زیر ساخت‌های مناسب آن می‌تواند برای سازمان متولی و جامعه خطرات جبران ناپذیری را ایجاد کند. از آنجایی که شرکت گاز یک نهاد اجتماعی محسوب می‌شود و مشکلات آن می‌تواند بر جامعه تاثیر بگذارد لذا مسئله مدیریت بحران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شرکت گاز استان قزوین نیز بعنوان یک سازمان دولتی با داشتن بیش از ۳۵۰،۰۰۰ مشترک در سطح استان، همانند تمامی سازمان‌های مشابه موظف به ایجاد یک تفکر استراتژیک نسبت به چگونگی طراحی و ارائه خدمات در راستای مدیریت بحران است.

ارزیابی ریسک مدیریت بحران تحت تاثیر قضاوت‌های شخصی می‌باشد که استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (Multi Criteria Decision Making- MCDM) در ارزیابی ریسک مدیریت بحران می‌تواند در تعیین میزان اهمیت پارامترهای بحرانیت و اولویت‌بندی آنها کاربرد داشته و تاثیر قضاوت‌های شخصی ارزیاب‌ها را به حداقل برساند. سؤال اصلی این تحقیق عبارت است از؛ مهم‌ترین پارامترهای موثر بر بحران شبکه گاز چیست؟ و چگونه می‌توان میزان بحران شبکه گاز را ارزیابی کرد؟ هدف اصلی این مطالعه عبارت است از؛ تعیین و رتبه‌بندی عوامل بحرانی و ارزیابی میزان شدت ریسک بحران در شبکه‌های گازرسانی.

وجود بحران های طبیعی همیشه می تواند جوامع انسانی را تهدید کند. بطوریکه در مطالعه ای که ماریا در سال ۲۰۰۲ انجام داد مشخص شد که زمین لرزه می تواند اثراتی بر روی تاسیسات زیر زمینی مانند تاسیسات آب و فاضلاب و شبکه گاز شهری بوجود آورد که باعث نشتی در شبکه های زیر زمینی بالاخص شبکه گاز شهری گردد، هرگونه بی توجهی به این امر بالاخص شبکه گاز شهری می تواند آسیب های جبران ناپذیری را بوجود آورد (۳). استرند (Strand) در سال ۲۰۰۲ استراتژی‌های مختلف در کنترل بحران در شبکه گازرسانی مورد بررسی قرار داد، در این تحقیق نتیجه گرفته شد که در صورت بروز بحران در شبکه‌های گازرسانی، بهترین راه جهت جلوگیری از افزایش بحران در مناطق به شدت زلزله خیز، اطمینان از بسته شدن سریع خدمات گاز می‌باشد، که سازمان های مسئول در این زمینه باید از امکانات و تجهیزات با قابلیت اطمینان بالایی برخوردار باشند (۴). الکسودی (Alexoudi) و همکاران، با توجه به عدم قطعیت در مورد وقوع زمین لرزه با استفاده از بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج مختلف مشخص کردند که، می توان با پیش بینی نقاط ضعف سیستم گازرسانی، و ایجاد سیاست‌های اضطراری از شدت بحران کاست (۵). هان و ونگ (Han & Weng) در تحقیقی نشان دادند که، در میزان ریسک خطوط لوله های گاز، معیارهای کاربری محیط اطراف شبکه گاز و شرایط اجتماعی اطراف شبکه گاز به عنوان مهم‌ترین معیارهای ارزیابی ریسک خطوط لوله گاز می توانند تعریف شوند (۶). در این تحقیق فقط معیارهای بحران در شبکه گاز رسانی مطرح شده و به تعیین اهمیت و ارزیابی ریسک تلفیقی بحران‌های اصلی شبکه گاز پرداخته نشده است. بررسی‌های حادثه انفجار لوله گاز در ۹ سپتامبر ۲۰۱۰ در شهر کالیفرنیا توسط سان برنو (San Bruno) نشان داد، که کمترین بی توجهی در رعایت موارد ایمنی در شبکه گاز می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به بار بی آورد و سازمان‌ها و ارگان‌های زیادی را درگیر بحران نماید. در بررسی‌های به عمل آمده مشخص گردید علت انفجار انجام عملیات انشعاب‌گیری گرم (Hot Tap) بر روی شبکه گاز بود که مهمترین علت آن عدم توجه به دستورالعمل‌ها و قوانین

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

در این رابطه بوده است (۷). در این تحقیق مهمترین عامل در ریسک بحران شبکه گاز، آسیب پذیری شبکه گاز مورد ارزیابی مطرح شده است و ساختار و شرایط اجتماعی اطراف مورد بررسی قرار نگرفته است. در بروز بحران‌های طبیعی بدلیل عدم پیش بینی دقیق توصیه می‌شود، سازمان‌های مسئول دارای برنامه‌های آمادگی و به بحث کاهش آسیب پذیری توجه ویژه ای داشته باشند (۸). در تحقیقی که توسط هو (Hu) و همکاراش در طی بازی های المپیک در شهر پکن چین انجام گرفت. پنج عامل؛ ۱- نشتی ۲- ناپایداری شبکه ۳- انفجار ۴- خفگی ۵- خرابی اتصالات بعنوان مهمترین و اثر گذارترین عوامل بحران معرفی شدندکه می‌توانست بر روند بازی های المپیک اثرات غیر قابل جبران ایجاد نماید (۹). در این تحقیق به مسایل اجتماعی و معیارهای سازمانی توجه نگردیده است.

ایجاد زیر ساخت‌ها و توجه به تمرکز جغرافیایی جمعیتی از معیارهای مهم در ارزیابی بحران‌ها در شبکه‌های گاز رسانی است بطوری که در بررسی حوادث پیش آمده در طی بحران طوفان کاترینا در ایالت متحده ایجاد یک برنامه جامع بحران در زیر ساخت‌های آب و برق و گاز و ارائه راهکارهای پیشگیرانه و واکنشی مناسب را بعنوان یک الزام پیشنهاد نمودند (۱۰). یکی از معیارهای مهم در ریسک بحران خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شبکه گازرسانی بوده، که باید در ارزیابی بحران شبکه‌ها مدنظر قرار گیرد. در ارزیابی بحران‌ها در شبکه توزیع گاز طبیعی معیارهای مختلفی ارائه شده است که از مهمترین این معیارها می توان به نوع شبکه گازرسانی، ساختار شبکه، سیستم های کنترلی آن و شرایط زمین شناسی منطقه اشاره کرد. استفاده از مدل‌های شبیه سازی برای بررسی و یافتن بهترین استراتژی مدیریت بحران در شبکه توزیع گاز طبیعی پس از زمین لرزه با استفاده از معیارهای ارزیابی ریسک بحران از مواردی است که امروزه مورد توجه برخی از محققین قرار گرفته است (۱۱). در این تحقیق فقط بحران‌های طبیعی و آسیب پذیری منطقه در شبکه گاز مورد بررسی قرار گرفته و ارزیابی ریسک بحران صورت نگرفته است.

ریسک را می‌توان بعنوان احتمال این که واقعه نامطلوب با شدت مشخصی در زمان مشخص در نتیجه بالفعل شدن یک عامل شکست تعریف نمود (۱۲). همچنین می توان ریسک را بعنوان احتمال بروز یک خطر با شدتی مشخص در زمانی مشص بیان نمود. ریسک دارای چالش‌های مختلفی است که م یتواند در اعتبار نتایج ان تاثیر گذار باشد یکی از مهمترین آنها تاثیر قضاوت‌های شخصی ارزیاب‌ها است که با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری می‌توان تا حدودی آنرا رفع نمود (۱۳). در ریسک بحران بحث آسیب‌پذیری مورد تاکید قرار می‌گیرد. در مدیریت بحران دقیقا به معنای سوق دادن امور به حالت اولیه و به شرایط قبل از بحران در کمترین زمان ممکن است. مدیریت بحران کلا با بحران‌هایی که به دست انسان پدید آمده اند یا انسان مسبب روی دادن آنها بوده است سرو کار دارد. مدیریت بحران فرآیندی است که در طی آن ابتدا منابع موجود برآورد شده سپس میزان آمادگی جهت مقابله با مخاطره ارزیابی می شود، و نهایتا بین منابع و مخاطرات موازنه صورت می گیرد (۱۴).

این تحقیق بر رروی شبکه گازرسانی انجام شده است که منظور از شبکه گاز شبکه‌ای است که در آن گاز با فشارهای مختلف جریان دارد. معمولا شبکه گاز از جنس پلی اتیلن یا فولاد می‌باشد (۱۵).

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات توصیفی – حل مدل بوده که در آن به تعیین عوامل موثر و ارائه یک مدل مفهومی ریسک بحران در قالب یک تابع، تصمیم گیری شده است. با استفاده از تابع ارائه شده به ارزیابی شبکه گاز رسانی استان قزوین و مقایسه نواحی مختلف این اداره پرداخته می شود. مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۱ مشخص است در قدم اول با نظر خبرگان و آمار حوادث گذشته در شرکت ملی گاز ایران بحران‌های موجود در شرکت گاز تعیین گردید. بحران‌های مرتبط با شبکه گاز که در شرکت ملی گاز شناسایی شده عبارت بود از؛ قطعی گاز، انفجار و حریق، مسمومیت. در قدم بعد یا نظر خبرگان معیارهای تصمیم گیری مشخص گردید سپس با استفاده از این معیارها وزن بحران‌ها تعیین و سپس اولویت‌بندی شدند. با استفاده از نتایج بدست آمده می‌توان مهم‌ترین عوامل تشدید در بحران‌های شبکه گاز را تعیین و سپس برای کنترل آن‌ها برنامه‌ریزی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق

نمود. معیارهای تصمیم گیری مورد نظر در این تحقیق شامل: مشکلات سلامتی، مرگ و میر، مشکلات سیاسی، هزینه بازسازی خطوط، آلودگی آب‌های زیرزمینی، هزینه توقف خدمات، جراحت مردم منطقه، آلودگی هوا، کاهش در آمد، عدم اعتماد به سازمان، ترس و وحشت بود.

یکی از کارآمدترین و جامع ترین تکنیک ها برای تصمیم‌گیری با شاخص های چند گانه، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می باشد که اولین بار توسط توماس ال ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد، کاربردهای فراوانی در حل مسائل مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی دارد. این روش امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و نیز امکان در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف کمی و کیفی را در حل مسئله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها را دارد. این فرآیند که بر اساس مقایسه های زوجی بنا نهاده شده قضاوت را تسهیل می کند و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد (۱۶). کلیه معیارهای تصمیم در این تحقیق در جدول ۱ تعریف شده است. معیارهای انتخابی مدل سلسله مراتبی این تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است.

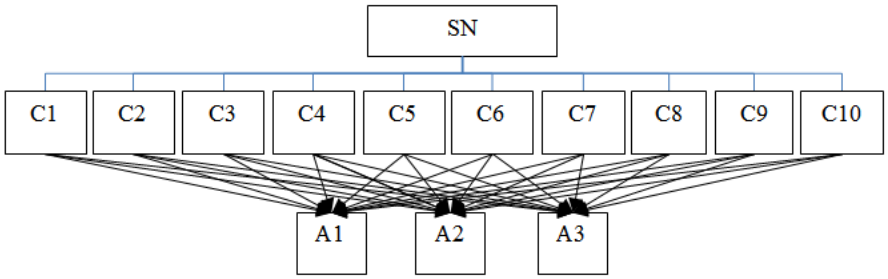
در این تحقیق خبره به فردی گفته شد که حداقل ۱۰ سال سابقه کار در صنعت گاز داشته و دارای مدرک کارشناسی و بالاتر و همچنین آشنایی کامل با مسایل HSEدر صنعت گاز داشته باشد. در این تحقیق ۱۷ نفر بعنوان خبره تعریف گردید. متوسط سن خبره ها ۴۳ سال و همگی دارای مدرک لیسانس به بالا بوده. ۱۴ نفر مرد و ۳ نفر آز آنها زن بوده است. تمامی آنها دارای حداقل ۵ سال سابقه کار در شرکت‌های گاز را داشته‌اند و آشنایی با روش های تصمیم گیری و پرسشنامه های مربوطه داشته اند. ملاک انتخاب خبره‌ها سابقه کار در حوزه مرتبط، مدرک تحصیلی مرتبط (HSE، مهندسی صنایع، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای) و دوره‌های گذرانده شده توسط فرد بود. همچنین در خصوص تکمیل پرسشنامه‌ها به آنها آموزش‌های لازم توسط محقق داده شد.

در مرحله بعد با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی اقدام به تعیین وزن هر گزینه نسبت به معیارهای تعریف شده گردید. به منظور تعیین روایی پرسشنامه‌ها از نرخ ناسازگاری استفاده شد که در این تحقیق میزان نرخ ناسازگاری بدست آمده ۰/۰۸ بود که از ۰/۱ کمتر و ماتریس‌های زوجی سازگار و پرسشنامه‌ها دارای روایی لازم بوده است. در این رابطه از خبره‌های قبلی که در تعیین معیارها استفاده شده اند استفاده گردید. همچنین برای پایایی از آلفای کرونباخ استفاده شد که میزان آلفای کرونباخ بدست آمده ۰/۸۴ = α بوده که بیان کننده پایایی پرسشنامه ها می باشد (۱۶). در این مرحله ۵ پرسشنامه اول (۵ پرسشنامه اول دریافت شده توسط محققین بصورت تصادفی) که در دسترس

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۱- معیارهای تصمیم سازمان در شرایط بحرانی (۴، ۶، ۷، ۱۷، ۱۸)

ردیف	نماد	معیار	تعریف
۱	C1	مشکلات سلامتی	تعداد افراد در معرض، که احتمال بروز مشکلات سلامتی برای آنها در اثر بحران بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد
۲	C2	مرگ و میر	تعداد افراد در معرض، که احتمال مرگ آنها در اثر بحران بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد.
۳	C3	مشکلات سیاسی	میزان بروز نا امنی و اعتصاب، که احتمال آن در اثر بحران بالاتر از ۲۰٪ برآورد گردد.
۴	C4	ضعف شبکه و هزینه بازسازی خطوط	تحمیل هزینه به شرکت گاز جهت بازسازی خطوط آسیب دیده که احتمال آن در اثر بحران بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد
۵	C5	آلودگی آب‌های زیرزمینی	آلودگی آب های زیرزمینی و مسمومیت جانداران در منطقه دچار بحران که احتمال آن بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد.
۶	C6	هزینه توقف خدمات	عدم ارائه خدمات به مشترکین که احتمال آن در اثر یکی از عوامل بحران گاز حادث گردد. و بصورت ماهیانه محاسبه می گردد.
۷	C7	جراحت مردم منطقه	تعداد افراد در معرض، که احتمال جراحت در آنها در اثر بحران بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد
۸	C8	آلودگی هوا	تعداد افراد در معرض، که احتمال ناراحتی های تنفسی آنها در اثر بحران بالاتر از ۵۰٪ برآورد گردد
۹	C9	کاهش در آمد	عدم فروش گاز و عدم ارائه خدمات به مشترکین که بر اثر بحران بوجود آید
۱۰	C10	عدم اعتماد به سازمان	بروز حوادثی که باعث کاهش اعتبار سازمان در نزد افراد جامعه بر اثر بحران بوجود آید
۱۱	C11	ترس و وحشت	بروز حوادثی که باعث ترس و وحشت در مشترکین، که احتمال آن در اثر بحران بوجود آید



شکل ۲- مدل سلسله مراتبی تصمیم

جدول۲- امتیاز اعداد فازی (۱۷)

ردیف	ترجیحات (ترم‌های زبانی)	عدد فازی مثلثی (α،m،β)	عدد فازی
۱	کاملا مرجح یا مهم‌تر	(۲و۲/۵و۳)	۹~
۲	ترجیح یا اهمیت خیلی قوی	(۱/۵و۲/۵و۲)	۷~
۳	ترجیح یا اهمیت قوی	(۱و۱/۵و۲)	۵~
۴	کمی مرجح یا کمترمهم تر	(۰/۵و۱و۱/۵)	۳~
۵	ترجیح یا اهمیت یکسان	(۱و۱و۱)	۱~
۶	ترجیحات بین فواصل فوق		۸و۶و۴و۲

محققین قرار گرفت و توسط خبره ها تکمیل شد بصورت کلی داده های آنها مورد ارزیابی قرار گرفت.

تعریف تابع فازی: تمام اعداد مورد استفاده بر اساس اعداد فازی از توابع ژاو مطابق با جدول ۲ توسط خبرگان تعیین گردید. برای محاسبه وزن گزینه ها نیز در این تحقیق از روش بردار ویژه استفاده شد (۱۷).

تابع فازی ارجحیت مورد استفاده از توابع ژاو می باشد که در این تحقیق عبارت است از (۱۷):

چنانچه $S_i = (li, mi, ui)$ و $S_k = (lk, mk, uk)$ باشد، آنگاه درجه ی ارجحیت S_i بر S_k که با $V(S_i>S_k)$ نمایش داده می‌شود به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$V(S_i>S_k) = \sup_{x \geq y} (\min\{a_{si}(x), a_{sk}(y)\})$$

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

که برای اعداد فازی مثلثی معادل با رابطه ی زیر است (۱۸):

$$V(\acute{S}_i > \acute{S}_k) = \alpha_{si}\ (d)$$

$$\begin{Bmatrix} 1 & mi \geq mk \\ 0 & lk \geq ui \\ \frac{lk-ui}{(mi-ui)-(mk-lk)} & otherwise \end{Bmatrix}$$

که d متناظر با بزرگترین نقطه‌ی تقاطع بین α_{si} و α_{sk} است.

روش FAHP: جهت حل ماتریس‌های زوجی و تعیین وزن گزینه های انتخابی از مدل توسعه چانگ استفاده گردید که مراحل آن عبارت است از (۱۷):

مرحله ۱. در مرحله اول باید بسط مرکب فازی را برای هر هدف بدست آورد.

اگر M^1gi , M^2gi , ….., M^mgi مقادیر آنالیز توسعه‌ی i امین هدف به ازای m آرمان باشد، آنگاه مقدار بسط مرکب فازی برای i امین معیار، به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\hat{S}_i = \sum_{j=1}^{m} m_{gi}^{j} \times \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right)^{-1}$$

که در این فرمول j ، نماینده‌ی هر کدام از آرمان ها می باشد. چنانچه $M_{jgi} = (l_{ig}, m_{ig}, u_{ig})$ باشد، آنگاه

$\sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j}$ به وسیله‌ی جمع فازی روی آنالیز توسعه‌ی m آرمان به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\sum_{j=1}^{m} m_{gi}^{j} = (l_{i1}, m_{i1}, u_{i1} + \left(l_{i2}, m_{i2}, u_{i2}\right) + \cdots = \left(\sum_{j=1}^{m} l_{ij}, \sum_{j=1}^{m} m_{ij}, \sum_{j=1}^{m} u_{ij}\right) = (l_i', m_i', u_i')$$

همچنین برای بدست آوردن $\left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right)^{-1}$، با اعمال عملگر جمع فازی، خواهیم داشت:

$$\sum\sum M_{gi}^{j} =$$

$$\sum_{j=1}^{n} \left(\sum_{j=1}^{m} l_{ij}, \sum_{j=1}^{m} m_{ij}, \sum_{j=1}^{m} u_{ij}\right) = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i', \sum_{i=1}^{n} m_i', \sum_{i=1}^{n} u_i'\right) \rightarrow \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right) = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i'}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i'}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i'}\right]$$

بنابراین:

$$Si = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \times \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(l_i', m_i', u_i'\right) \times \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i'}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i'}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i'}\right] = \left[\frac{l_i'}{\sum_{i=1}^{n} u_i'}, \frac{m_i'}{\sum_{i=1}^{n} m_i'}, \frac{u_i'}{\sum_{i=1}^{n} l_i'}\right] = (l_i, m_i, u_i)$$

مرحله ۲. جهت محاسبه درجه ارجحیت Si بر Sk. از روابط ژاو که در بالا توضیح داده شد استفاده شده است.

مرحله ۳. محاسبه درجه‌ی ارجحیت یک عدد فازی محدب S که بزرگتر از K عدد فازی محدب S_i ; i=1,2,….,k باشد، به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$V(S \geq S_1, S_2, \ldots, S_k) = (S \geq S_1), (S \geq S_2), \ldots, (S \geq S_k)) = \min\{V(S \geq S_1), V(S \geq S_2), \ldots, V(S \geq S_k)\} = \min\{(S \geq S_i\}$ i=1,2, …k

چنانچه فرض کنیم که K=1,2,…..,n باشد، d′(A1)=min V(S1≥Sk) باشد، آنگاه بردار وزن به صورت زیر بدست می‌آید:

W′=(d′ (A1),d′ (A2),…..,d′ (An))

قابل ذکر است که وزن های بدست آمده ، غیرفازی هستند.

مرحله ۴. نرمالیزه کردن بردار W′ و بدست آوردن بردار وزن نرمالیزه شده W .

W=(d (A1),d (A2),…..,d (An))

تکنیک سازماندهی به رتبه بندی ترجیحی جهت ارزیابی بهتر فازی (Fuzzy Preference Ranking

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

Organization Method for Enrichment Evaluation)-(FPROMETHEE): این روش مخفف است که در سال ۱۹۸۵ توسط برنک و وینکل (Branc & Vincke) طراحی شد و در سال ۱۹۹۴ توسط همکارانش توسعه داده شد. این روش را می‌توان "روش رتبه بندی ترجیحی ساختاری برای ارزش گذاری حداکثری" نامگذاری کرد که همان طور که از نام آن بر می‌آید سعی دارد به صورت ساختاری برخورد کرده و از مقادیر واقعی معیارها برای ارزیابی استفاده کند. روش فازی این تکنیک در سال ۲۰۰۰ میلادی توسط دانشمندانی از قبیل لیگرو و گومز و در سال ۲۰۰۹ میلادی توسط ژانگ و همکاران ارائه شده است. اطلاعات مورد نیاز برای استفاده از روش پرومته شامل (۱۹):

۱- معیارهای موثر بر ارزیابی،
۲- وزن یا اهمیت نسبی معیارها
۳- نوع هر معیار (MIN) یا (MAX)
۴- تابع ارجحیت هر معیار
۵- مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری

همان طور که ذکر شد در استفاده از روش FROMETHEEما به توابع ارجحیت نیاز داریم تا بتوانیم شاخص‌ها را با آن توابع بسنجیم. در این بخش قالب اعداد فازی که قرار است طبق آن روش شرح داده شود، مثلثی می‌باشد.

برای حل مسائل غیر قطعی از روش FROMETHEE فازی باید مراحلی را به شرح زیر طی نمود (۱۹).

گام اول- یک تابع ترجیح مناسب (p_k) برای هرکدام از شاخص‌ها (f_k) تعریف می شود.

$f\tilde{}k(aj) = (n_1 , n_2 , n_3)$ و $f\tilde{}_k(a_i) = (m_1 , m_2 , m_3)$

گام دوم- بردار وزن‌های فازی (که هر کدام در شکل عدد فازی مثلثی باشد) تعریف می‌شود.

$w\tilde{}_k = (m_1 , m_2 , m_3)$ و $w\tilde{}_T = (w_1 , w_2 , w_3)$

گام سوم- تابع ارجحیت فازی π را برای هر aj و ai ارزیابی می‌شود.

نکته: براساس فرمول‌های مختص الگوها (همانند FROMETHEE قطعی) اعم از V شکل یا U شکل و غیره مقدار درجه تعلق را محاسبه می‌کنیم.

$p_k\tilde{}(ai , aj) = (m_1pk , m_2pk , m_3pk)$ و $\pi_k\tilde{}$ (ai , aj) = $(m_1\pi , m_2\pi , m_3\pi)$

جهت انجام این ارزیابی ، ابتدا $p\tilde{}_k(a_i , a_j)$ محاسبه می‌شود. در صورتی که مساحت قسمت مثبت بیشتر بود این مقدار جهت ادامه محاسبه انتخاب می شود.

گام چهارم– بر طبق فرمول های پارامتری قطعی، برای هر گزینه a_i جریان رتبه بندی مثبت (جریان خروجی) و جریان رتبه بندی منفی (جریان ورودی) در حالت فازی بصورت زیر تعریف شده است ، که باید در این مرحله محاسبه شوند.

جریان رتبه بندی فازی مثبت ← $\emptyset^+ = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\pi\tilde{}\,(a_i , a_j)$

جریان رتبه بندی فازی منفی ← $\emptyset^- = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\pi\tilde{}\,(a_j , a_i)$

گام پنجم– امتیازات فازی را محاسبه و سپس با استفاده از روش مینکووسکی (Minkofski) از حالت فازی به غیر فازی تبدیل کرده و رتبه بندی انجام می‌شود. در این گام میزان برتری جریان مثبت به جریان منفی هر گزینه را بررسی و سپس به حالت قطعی تبدیل می‌کنیم.

$\Phi(x) = \emptyset^+(x) - \emptyset^-(x)$

$x = m + \frac{\beta-\alpha}{4}$

با توجه به اینکه بسیاری از ریسک فاکتورها و شاخص‌های ریسک، کیفی بوده و از عدم قطعیت برخوردار اند لذا محیط فازی برای محاسبات توصیه می شود. همانطور که در بالا نیز توصیح داده شده است تمام محاسبات در محیط فازی انجام گرفته است. قابل ذکر است که کلیه محاسبات انجام گرفته توسط نرم افزار متلب با استفاده از Tool box آن انجام شده است (۱۹).

مدل ارزیابی شدت ریسک بحران: در این تحقیق با استفاده از تابع زیر میزان شدت ریسک شبکه گاز مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت تایید روایی روش ارائه شده بصورت مطالعه موردی در مناطق سه گانه شهر قزوین میزان عدد شدت ارزیابی شد.

$$\begin{Bmatrix} SN = S_{tox}^{W_{tox}} \times S_{ex}^{W_{ex}} \times S_{cut}^{W_{cut}} \\ W_{tox} + W_{ex} + W_{cut} = 1 \\ 1 < S_{tox}, S_{ex}, S_{cut} < 10 \end{Bmatrix}$$

SN: میزان شدت ریسک کلی

S_{TOX}: میزان شدت ریسک مسمومیت گاز

W_{TOX}: میزان وزن ریسک مسمومیت گاز

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۳- جدول تصمیم گیری حد قابل قبول میزان شدت ریسک

ردیف	SN	تصمیم	توجهات
۱	۱۰-۲۰	قابل قبول	ادامه
۲	۲۰-۳۰	قابل تحمل / غیر قابل قبول	اصلاح شبکه در اولویت دوم
۳	۳۰-۱۰۰	غیر قابل تحمل	اصلاح سریع شبکه

S_{EX}: میزان شدت ریسک انفجار و حریق

W_{EX}: میزان وزن ریسک انفجار و حریق

S_{CUT}: میزان شدت ریسک قطعی گاز

W_{CUT}: میزان وزن ریسک قطعی گاز

قابل ذکر است که امتیاز W_{tox}، W_{ex} و W_{cut} از وزن‌های خروجی از روش AHP استفاده می‌گردد. و میزان شاخص‌های S_{tox}، S_{ex} و S_{cut} از وزن‌های تعریف شده توسط سیستم ممیزی و چک لیست‌ها تعیین می‌گردد (۲۰).

بر اساس نظر خبرگان و توافق با مدیریت سازمان و با استفاده از منطق ریسک تا ۲۰ درصد عدد حداکثر بعنوان میزان قابل قبول تعریف گردیده است و تا ۳۰٪ میزان حداکثر را بعنوان حد قابل تحمل تعریف شده است و بیشتر از آن را بعنوان حد غیر قابل تحمل تعریف شده که نیاز به اصلاحات سریع دارد. به منظور تصمیم گیری در خصوص قابل قبول بودن یا نبودن شدت ریسک تعیین شده از جدول ۳ استفاده شده است.

جهت تحلیل نتایج بدست آمده از آماره‌های میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. جهت تایید روایی و پایایی پرسشنامه‌ها نیز ضمن بررسی متون و پرسشنامه‌های، مطالعات انجام شده، پرسشنامه تنظیم و پس از درج اطلاعات لازم، جهت روایی محتوایی در اختیار خبرگان قرار داده شد. پس از اصلاحات لازم پرسش‌نامه‌های اصلی تنظیم و مورد تایید خبرگان قرار گرفت. جهت بررسی اعتبار پایایی پرسشنامه ها از آلفای کرونباخ استفاده شد. برای این منظور پس از پاسخ کلیه خبرگان، پایایی پرسش نامه‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه گردید، که در حدود $\alpha=$ ۰/۷۴ می‌باشد. با توجه به نتیجه حاصل، پایایی پرسش نامه قابل اطمینان می‌باشد. به منظور جمع آوری داده‌ها محقق اقدام به بازرسی از محیط مورد مطالعه و پر کردن چک لیست‌ها نموده است.

یافته‌ها

بررسی مطالعه موردی در خصوص حوادث ایجاد شده در شبکه گاز (مربوط به مشترکین) در طی ۵ سال (۱۳۹۰-۱۳۹۴) در مطالعه موردی (شرکت گاز استان قزوین- امور مشترکین) نشان داد که بالاترین نرخ حوادث مربوط به مجروحین ایجاد شده در اثر حادثه در شبکه گاز بوده است. از پیامد های ایجاد شده در حوادث می توان به مرگ و میر، خسارت های تحمیل شده به شبکه، جراحت اشاره نمود نتایج این بخش تحقیق در جدول ۴ نشان داده شده است. (قابل ذکر است که آمار بدست آمده حوادث مربوط به شبکه گاز برای پرسنل، مشترکین و پیمانکاران بوده است.).

نتایج حاصل از FAHP در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج بعد از دی فازی شدن نتایج FAHP در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۵ مشخص است، در بحران قطعی گاز بالاترین وزن شاخص‌ها مربوط به مشکلات سلامتی و کاهش درآمد است. در خصوص بحران انفجار و حریق بالاترین معیار مربوط به آلودگی هوا و عدم اعتماد به سازمان است. مهمترین شاخص‌ها در بحران‌های مسمومیت در شبکه گاز مربوط به مرگ و میر و ترس و وحشت می‌باشد.

نتایج حاصل از رتبه بندی بحران ها بر اساس روش FPROMETHEEII در جدول۶ نشان داده شده است. همانطور که در بالا توضیح داده شد در این روش یک تابع ترجیح مناسب (p_k) برای هر کدام از شاخص ها (f_k) مطابق جدول شماره ۶ تشکیل می‌دهیم.

در نهایت با توضیحات ارائه شده در قسمت بالا و با توجه به اینکه توابع دارای جنبه منفی (MIN) هستند، جهت تبدیل به حالت غیر فازی با استفاده از فرمول تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی فرمول مینکووسکی، قدر مطلق $X_{defuzzified}$ را محاسبه شد. نتایج نهایی و رتبه‌های بدست آمده در گزینه‌ها در جدول۷ نشان داده شده است.

با توجه به نتایج نشان داده شده در جدول ۷ مشخص

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۷- تبدیل امتیازات فازی به قطعی (دی فازی) و رتبه بندی گزینه ها

گزینه ها	$\left\|\Phi defuzzifed\ (x=\frac{m+\beta-\alpha}{4})\right\|$	رتبه بندی نهایی
W_{cut} (قطعی گاز)	۰/۶۱	۱
W_{ex} (انفجار و حریق)	۰/۳۶	۲
W_{tox} (مسمومیت)	۰/۱۵	۳

جدول ۸- نتایج حاصل از مقایسات زوجی بین زیر مولفه های بحران های تعریف شده در شبکه گاز

زیرمؤلفه	نزدیکی به منازل مسکونی	تراکم جمعیتی	نزدیکی به شهرک های صنعتی	گروه های آسیب پذیر و وضعیت شبکه	وجود صنایع وابسته به گاز	نزدیکی به زیر ساخت های شهری	وجود صنایع خطرناک	وجود اماکن ارزشمند	وجود بار سیاسی/ اجتماعی	پوشش گیاهی	مجموع وزن نسبی
قطعی گاز A1	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۱
انفجار و حریق A2	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	/۰۲	۱
مسمومیت A3	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۱

جدول ۹- مشخصات دموگرافی شاخص های اندازه گیری شدت ریسک بحران در سه منطقه شهرستان قزوین

ردیف	شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳
۱	آیا در نزدیکی شبکه گاز منازل مسکونی وجود دارد که بر اثر بحران در شبکه گاز امکان مرگ و میر افراد زیاد باشد؟	✓	✓	✓
۲	آیا در منطقه مورد مطالعه عارضه سیاسی خاص وجود دارد؟ (سکونت سیاسیون و یا سازمان های سیاسی)	✓	✓	✓
۳	آیا بازسازی شبکه در این منطقه دارای پیچیدگیهای فنی و هزینه بر می باشد؟	✓	✓	–
۴	آیا صنایع خطرناک در منطقه مورد مطالعه وجود دارد؟	✓	–	–
۵	آیا توقف خدمات در این منطقه بار مالی زیادی را به سازمان وارد می کند؟ (تراکم سازمان های اقتصادی)	✓	–	–
۶	آیا تراکم جمعیتی در این منطقه بالا است؟	✓	✓	–
۷	آیا در نزدیکی منطقه شهرک صنعتی وجود دارد که شکست شبکه سبب ایجادآسیب به صنایع گردد؟	✓	–	–
۸	آیا ضمینه های بروز مشکلات اجتماعی در منطقه در اثر شکست شبکه وجود دارد؟	✓	✓	✓
۹	آیا در منطقه مورد مطالعه اماکن ارزشمند وجود دارد که در صورت شکست شبکه بتواند سبب ایجاد خرابی و تخریب این اماکن نماید؟	✓	–	–
۱۰	آیا پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بالاست؟	✓	–	✓

(0.1,0.2,0.3)	MIN	0.01	(0.15,0.24,0.44)	(0.25,0.37,0.57)	(0.25,0.41,0.63)	ایجاد ترس و وحشت

است که مهمترین بحران در شبکه گاز قطعی گاز می‌باشد. با توجه به جمع آوری پرسشنامه‌های ذوجی و انجام محاسبات مربوطه که در قسمت بالا توضیح داده شده است نتایج مربوط به تعیین وزن شاخص های اشاره شده، به روش AHP در جدول ۸ نشان داده شده است.

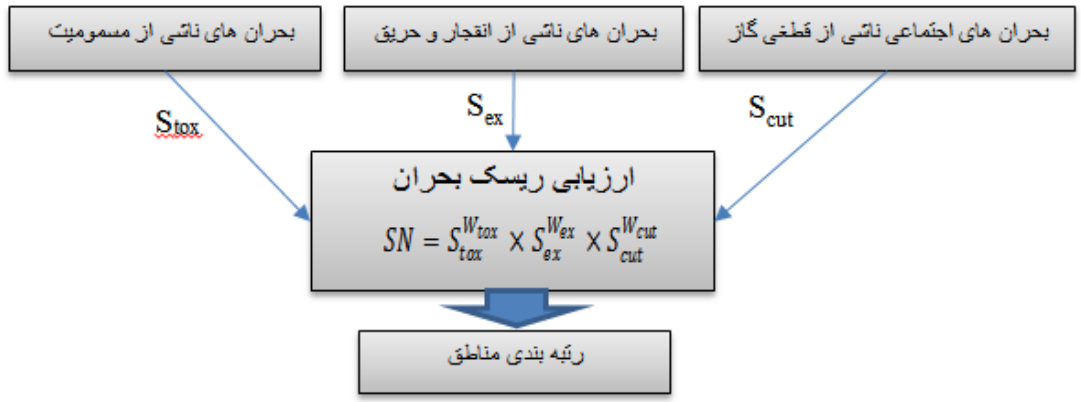
در این بخش تحقیق نتایج نشان داد که مهمترین معیار ریسک در بحران به ترتیب. نزدیکی به منازل مسکونی، تراکم جمعیتی، نزدیکی به شهرک های صنعتی، وجود شرایط آسیب پذیر شبکه بود.

شهر قزوین در این تحقیق بعنوان یکی از مهم‌ترین شهرهای ایران در خصوص شبکه گاز رسانی جهت مطالعه موردی انتخاب شد، که به سه منطقه تقسیم گردید. مشخصات دموگرافی هر منطقه در جدول ۹

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۱۰- نتایج میزان ریسک بحران در مناطق سه گانه شهر قزوین

مشخصات منطقه	میزان ریسک مسمومیت (S_{tox})	میزان ریسک انفجار و حریق(S_{ex})	میزان ریسک قطعی گاز (S_{cut})	شدت ریسک کلی (SN)
V1 (منطقه یک شهری)	۴۰/۷	۱۰۱	۵۰/۶	۶۹/۳
V2 (منطقه دو شهری)	۴۰/۷	۵۰/۷	۵۰/۷	۲۱/۶
V3 (منطقه سه شهری)	۳۰/۵	۴۰/۵	۴۰/۶۵	۸/۳۶



شکل ۳- مدل مفهومی ارزیابی ریسک بحران در شبکه های گاز رسانی

نشان داده شده است.

نتایج حاصل از مطالعه موردی بر اساس مدل ارائه شده در جدول ۱۰ ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشخص است ۳ منطقه شرکت گاز استان قزوین مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاصل نشان داد که بیشترین شدت ریسک بحران در منطقه ۱ شهرستان قزوین می باشد.

مهمترین علت آنرا می توان در مواردی از جمله تراکم بالای جمعیت و نزدیکی به شهرک های صنعتی و وجود اماکن ارزشمند تاریخی اشاره نمود. شرایط مناطق مختلف مطالعه موردی نشان داد که بهترین شرایط شبکه گازرسانی در منطقه۳ بوده که علت آن تعداد کم منازل مسکونی، تراکم کم جمعیتی، دوری از شهرک های صنعتی، و عدم وجود شرایط آسیب پذیر را می‌توان نام برد. مدل مفهومی ریسک بحران دز شبکه گاز رسانی در شکل ۳ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۳ مشخص است بحران های شبکه گاز را در سه حوزه مسمومیت، انفجار و اجتماعی تعریف می گردد. که با استفاده از مدل محاسباتی ارائه شده می توان مناطق مختلف را مورد ارزیابی قرار داده و در نهایت رتبه بندی کرد.

بحث

یکی از مهم‌ترین مسایل در فرآیند ارزیابی ریسک، تاثیر قضاوت شخصی ارزیاب‌ها در تعیین میزان ریسک یک فرآیند می باشد. در این تحقیق با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری سعی شده است، تا میزان شاخص‌های اثر گذار در میزان شدت یک ریسک را در فرآیند گازرسانی تعیین نمود. امیدواری و همکاران در تحقیقی که در سال ۲۰۱۵ انجام دادند به تاثیر قضاوت‌های شخصی اشاره نمودند. در این تحقیق از مدل تصمیم گیری برای حذف این تاثیر استفاده نمود. این تحقیق در محیط غیر فازی انجام شده که برای برخی از معیارهای ریسک دارای ضعف می‌باشد و همچنین در این تحقیق خود ریسک ها مورد ارزیابی و رتبه بندی قرار گرفته است که در این تحقیق نتنها ریسک‌ها رتبه بندی شده بلکه معیارهای آن نیز مورد وزن دهی و رتبه بندی قرار گرفته است. همچنین در این تحقیق با استفاده از روش پرومته فازی که در آن تاثیر روابط و نحوه انتخاب گزینه به صورت ساختاری با استفاده از مقادیر واقعی معیار ها برای ارزیابی دیده می شود، استفاده شده است (۲۱).

در بخش دیگر این تحقیق مشخص شد که بحران‌های مختلفی می تواند شبکه گاز را تهدید نماید، که این

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

مسئله بیشتر بدلیل ضعیف بودن لایه های ایمنی تعریف شده در شبکه گاز می باشد، که نتایج این بخش تحقیق با نتایجی که ارقامی و همکاران در سال ۲۰۰۶ گرفتند، همخوانی داشته و آنها نیز به غیر ایمن بودن شبکه گاز در بحران های طبیعی اشاره نموده اند (۲۲). در این تحقیق اشاره شده است که آموزش شهروندی مهمترین روش کنترل حوادث شبکه‌های گازی می‌باشد.

نتایج نشان داد که کمترین بحران در شبکه گازرسانی، بحث نشتی گاز و ایجاد بحران مسمومیت می‌باشد که این مسئله بدلیل وجود گازهای نشان گر در جریان گاز است که با ایجاد نشتی، افراد سریعا متوجه شده و نسبت به اطلاع رسانی و رفع آن اقدام می نمایند. در تحقیقی که دودس و مکدوال در سال ۲۰۱۳ انجام دادند بحران حریق را بعنوان بحران اصلی شبکه‌های گازرسانی مطرح نمودند که با تحقیق حاضر تفاوت دارد. مهم‌ترین علت آن تفاوت در نوع کاربری شبکه گازرسانی در کشورهای مختلف است. بطوریکه در ایران بیشترین کاربری مسکونی است و در کشور های اروپایی بیشترین کاربری صنعتی است (۲۳).

در مطالعه ای که زارعی و همکاران در سال ۲۰۱۷ انجام دادند، مشخص شد که مهمترین حادثه در فرآیند بحران در شبکه گازرسانی شکست رگلاتور می‌باشد، که در این تحقیق به علت‌های ایجاد بحران در شبکه گاز پرداخته شده است. در مطالعه حاضر بیشتر روی شدت و عناصر تشدید کننده بحران های شبکه گازرسانی بعنوان عوامل آسیب پذیر پرداخته شده است. از نتایج تحقیق زارعی بعنوان یکی از پارامترهای شرایط آسیب پذیر در تحقیق حاضر استفاده شده است (۲۴). این مسئله در تحقیقی که ژینگسون و همکاران در سال ۲۰۱۷ انجام دادند نیز مستتر است. بطوریکه مهمترین علت بحران در شبکه گازرسانی ضعف ساختاری در شبکه و شرایط آسیب پذیر شبکه ذکر شده است (۲۵). در همین راستا فولیو و راسو در سال ۲۰۱۷ مطالعه ای را در خصوص ریسک لوله گاز انجام دادند، که در آن مشخص شد که عوامل محیطی و نوع کاربری اطراف شبکه گازرسانی از مهمترین عوامل آسیب پذیری در شبکه گازرسانی و افزایش ریسک بحران در این شبکه می‌باشد (۲۶).

نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین نتایج بدست آمده در این تحقیق در میان سه گزینه شناسایی شده بحران های بوجود آمده در اثر شبکه های گازرسانی، بحران قطعی گاز از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. این مسئله بیشتر در کشورهای در حال توسعه وجود دارد که از گاز طبیعی در مصرف کننده‌های نهایی جهت گرمایش و پخت و پز استفاده می شود. لذا این مسئله نشان می دهد که دولت در این کشورها لازم است برای جلوگیری از بحران های اجتماعی، برای اصلاح فرآیند مصرف گاز و تغییر انرژی مصرفی در منازل و مراکز اداری و تجاری از گاز به برق سرمایه گذاری نماید. ارزیابی بحران های اجتماعی از جنبه‌های جدید این تحقیق می باشد که در سایر تحقیق ها به آن پرداخته نشده است. با توجه به ساختار کاربری مسکونی و اداری شبکه گاز در کشورهایی مانند ایران بنظر می‌رسد که باید مورد توجه بیشتر محققین قرار گیرد.

از مهمترین جنبه‌های نوآوری این مطالعه می توان به مدل ارزیابی شدت ریسک ارائه شده پرداخت. در این مدل وزن معیارهای ریسک، یکسان منظور نشده است و با توجه به شرایط محیطی و آسیب پذیری منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته است. این مسئله بیان کنند این است که در ارزیابی های ریسک بحران شرایط اجتماعی و جمعیتی و کاربری محیطی می تواند بسیار در ریسک بحران نقش بازی نماید، که باید در تعریف و تعیین شاخص های ارزیابی مدنظر قرار گیرد. این مسئله یکی از مهمترین جنبه های تمایز بین مطالعه حاضر با مطالعه‌های مشابه است.

استفاده از مدل‌های چند هدفه و حل آن با الگوریتم‌های فراابتکاری در شرلیط عدم قطعیت می تواند یکی از مهترین مشکلات ارزیابی ریسک را در حوزه هایی که اطلاعات آن در دسترس نیست و در حالت غیر قطعی لازم است برای پارامترهای ریسک تصمیم گیری نمود کاربرد داشته باشد.

تقدیر و تشکر

محققین بر خود لازم می‌دانند که از مدیریت بهره برداری شرکت گاز قزوین بدلیل حمایت های معنوی و همچنین از دانشگاه ازاد اسلامی قزوین بدلیلی فراهم نمودن شرایط انجام این تحقیق تقدیر و تشکر نماید.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

References

1. Deshmukh S, Pilani B. Role of Energy in Sustainable Urban Development Planning. Adv Environ Agricul Sci. 2014: ISBN: 978-1-61804-270-5, 346-354.
2. Azadian S, Shirali G, Saki A. Evaluation Reliability and Validity a Questionnaire to Assess Crisis Management Based on Seven Principles of Resilience Engineering Approach in Hospitals. Iran Occup Health. 2016;13(1):15-26. [Persian]
3. Maria Cruz A. Engineering Contribution to the Field of Emergency Management. Appl Nat Hazard Rev. 2002;2:203-210.
4. Strand C. One hundred years of experience with gas system and fires following earthquakes, Improving natural gas safety in earthquakes, July 10, the California. 2002:cap:2,3.
5. Alexoudi M, Pitilak K, Hatzigogos T. Earthquake risk assessment of gas system based on deterministic and probabilistic approach (Greece), Ninth International Conference on Structural Safety and Reliability, 2005 June 19-23, 2005, Rome, Italy.
6. Han Z, Weng W. Comparison study on qualitative and quantitative risk assessment methods for urban natural gas pipeline network. Appl Hazard Mat. 2011;189:509–518.
7. Davidson R, McEntire D, Long L, Kelly J, Kendra J, Scawthorn C. San Bruno California, September 9, 2010 gas pipeline explosion and fire, Disaster Research Center Final Project Report University of Delaware, Newark DE, 2012.
8. Daneshpour Z, Ebrahimnia V, Fallahi A. Integrating disaster management and metropolitan planning in Tehran, Proceedings REAL CORP 2012 Tagungsband, 2012:387-398.
9. Hu G, Li J, Tan Zh. Risk assessment and countermeasures of gas accidents in the sensitive areas under control during the Olympic Games in Beijing. Saf Sci. 2013;62(2014):187–204.
10. Kulawiak M, Lubniewski Z. SafeCity - A GIS-based tool profiled for supporting decision making in urban development and infrastructure protection, Technological Forecasting & Social Change 17830, 2013:1–14.
11. Cimellaro G, De Stefano A. Service ability of natural gas distribution networks after earthquakes, Applied Earthquake and Tsunami 2, 1350005 2013:(22 pages).
12. Omidvari Manouchehr. Risk Management in HSE, QIAU pablish, Qazvin, Iran. 2017:Cap:1. [Persian]
13. Navaie aznave Z, Omidvari M. Safety Risk assessment in Motor vehicle industries by using William fine and ANP-DEMATEL. Iran Occup Health. 2017;14(1):57-70. [Persian]
14. Bozorg Zad B. Operational and administrative management of crisis situations, Publishing Fire and Safety Services City of Isfahan, Iran. 2011. [Persian]
15. Terms of use of natural gas, Publishing National Iranian Gas Company, 2013:6. [Persian]
16. Azadian S, Shirali G, Saki A. Evaluation Reliability and Validity a Questionnaire to Assess Crisis Management Based on Seven Principles of Resilience Engineering Approach in Hospitals. Iran Occup Health. 2016;13(1):15-26. [Persian]
17. Amiri M, Darestani Farahani A. Multi Criteria Decision Making, Publishing Qian academic. 2013. [Persian]
18. Heydari M, Omidvari M, Fam I M. Presenting of a material exposure health risk assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region). J Health Saf Work. 2014;3(4):11-22.[Persian]
19. W.Kent Muhlbauer. Pipeline Risk Management Manual, third edition, Gulf Publishing Company Houston, TX. ISBN: 978-0-7506-7579-6, 2004: 331-355.
20- Ghaleh S, Omidvari M, Nassiri P, Momeni M, Mir lavasani S M R. Presenting of safety performance assessment pattern of road trucks. Iran Occup Health. 2019;15(6):73-80.[Persian]
21. Omidvari M, Mansouri N, Nouri J. A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. Saf Sci 2015;73:34–42.
22. Arghami Sh, Yousefi Afkand M, Abdolmaleki A, Sadeghi Poor E, Mastari Farehani M. The fire caused an earthquake of city gas network, Crisis Management Conference, University of Medical Sciences, Zanjan, Iran. 2006. [Persian]
23. Dodds P, McDowall W. The future of the UK gas network. Appl Energy Policy. 2013;60:305–316.
24. Zarei E, Azadeh A, Khakzad N, Mirzaei Aliabadi M, Mohammadfam I. Dynamic safety assessment of natural gas stations using Bayesian network, J Hazard Mat. 2017;321:830-840.
25. Jiansong W, Rui Z, Shengdi X, Zhengwei W. Probabilistic analysis of natural gaps pipeline network accident based on Bayesian network. J Loss Prev Process Indust. 2017;46:126-136.
26. Fulvio P, Russo P. Risk-targeted safety distance of reinforced concrete buildings from natural-gas transmission pipelines. Reliaby Engin Syst Saf. 2016;148:57-66.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]