

Research Paper

Identification and Ranking of Performance Evaluation Indicators for the Fire-fighting Unit Using Thematic Analysis and Fuzzy DEMATEL Approach

Parisa Dadoo¹ , *Mohsen Shafiei Nikabadi¹ , Davood Hossein Khani² 

1. Department of Industrial Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

2. Senior Safety Expert, National Iranian Gas Company, Tehran, Iran.



Citation Dadoo, P., Shafiei Nikabadi, M., & Hossein Khani, D. (2026). Identification and Ranking of Performance Evaluation Indicators for the Firefighting Unit Using Thematic Analysis and Fuzzy DEMATEL Approach. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 16(1):80-109. <https://doi.org/10.32598/DMKP.16.1.925.1>

 <https://doi.org/10.32598/DMKP.16.1.925.1>

ABSTRACT

Background and objective Identifying key performance evaluation indicators in the fire department of the gas company, as one of the main pillars of safety management, plays an important role in optimizing processes and reducing potential risks. Considering the complexity of operations in the gas industry, the development of these indicators can improve productivity and safety culture of employees. This study aimed to identify and rank key performance evaluation indicators of the fire department of the National Iranian Gas Company.

Method This study was conducted using a combined approach of content analysis and fuzzy DEMATEL. In the first stage, content analysis and semi-structured interviews with 12 fire and HSE experts with at least 10 years of work experience were used, and using ATLAS-TI 8 software, 13 key indicators were identified. To increase validity, the interviews were recorded and then converted to text, and supplementary questions were asked to resolve ambiguity. In the second stage, the fuzzy DEMATEL technique was used to examine causal relationships and rank the indicators. Data were collected through a pairwise comparison questionnaire from 15 gas refinery fire chiefs, and its reliability was confirmed by calculating the inconsistency coefficient (0.0247). Calculations were performed with MATLAB R2024b and Excel LTSC 2021 software.

Results In the qualitative part, indicators were identified, including 13 effective human resource management, infrastructure management, training and skill development, organizational motivation, standards and guidelines, incident control, accident prevention, readiness of personnel, modern technologies, group participation, evaluation and monitoring, and effective communication with HSE management. The fuzzy DEMATEL results highlighted accident prevention and reduction, training and skill development, and incident control as the most critical indicators. Increased motivation and organizational commitment were the most influential, while accident prevention and reduction had the highest susceptibility.

Conclusion The combined approach of content analysis and fuzzy DEMATEL is the priority for accident prevention due to its high impact and key importance. Effective training also emphasizes the improvement of employees' knowledge and skills with the greatest impact. Simultaneous attention to these indicators helps to improve performance and reduce risks in the fire department.

Keywords Performance evaluation, Evaluation indicators, Safety management, Fire department

Article Info:

Received: 25 Jan 2025

Accepted: 05 May 2025

Available Online: 01 Apr 2026

*** Corresponding Author:****Mohsen Shafiei Nikabadi, Professor.****Address:** Department of Industrial Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.**Tel:** +98 (233) 1533598**E-mail:** shafiei@semnan.ac.ir

Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

English Version

Introduction

In today's competitive environment, a company's survival depends on continuous performance improvement to maintain and increase competitiveness and achieve greater profitability. This can be achieved by setting goals, planning, and evaluating performance to assess the extent to which the set goals are achieved (Ghanbari et al., 2010). Also, when examining the causes of the significant and ongoing progress of developed countries, adherence to specific patterns and standards in all areas—especially organizational ones—largely results from continuous, systematic, and scientific monitoring and evaluation of performance at all levels (Jalalvand, 2022). One of the main and ongoing goals of organizations is to increase productivity, and improving employee performance can directly contribute to achieving this goal (Rezaei & Fikri, 2021). Therefore, productivity and improved organizational performance can support growth and development programs and help create opportunities for organizational excellence (Babaei et al., 2021). As a result, employee evaluation has become a necessity (Javadi et al., 2002). This issue is even more important in sensitive industries such as oil and gas, where occupational safety and health are a top priority; in such industries, performance evaluation can directly and indirectly support organizational survival (Zamani et al., 2021). Performance evaluation involves reviewing and assessing an organization's work results and work processes. This evaluation helps convert weaknesses into strengths through a scientific process by identifying strengths and weaknesses (Falaheti et al., 2019). Therefore, designing and selecting performance evaluation indicators is a fundamental step in developing a performance management system and is also a challenge for organizations in measuring performance (Dehghani, 2022).

Since urbanization brings prosperity and comfort, it also brings dangers that threaten people's lives and property. Therefore, since ancient times, humans have been looking for ways to reduce these dangers. In this regard, the fire department—one of the pillars of urban emergency services—plays a vital role in protecting people's lives and property from various accidents, especially fires, and is responsible for ensuring the safety and security of citizens' lives and property (ZaimiFard, 2010). Fire departments have an important responsibility in providing safety services, preventing accidents, fighting fires, and managing crises in cities. To provide timely services, fire stations must be located in appropriate urban locations and

equipped with the necessary tools and capabilities. This enables them to reach the scene of an accident quickly, without encountering urban obstacles and with minimal negative impact on residents' lives (Khairdast, 2024). This importance increases when fire stations are located in industrial environments. Any error in the workplace often leads to irreparable accidents. Errors in planning, execution, or supervision of maintenance can cause system failure and, as a result, halt unit operations and lead to major accidents (Pourhossein et al., 2024). The oil and gas industry is no exception due to the quality and quantity of raw materials and intermediate and final products, as well as its complex features, low flexibility, and high vulnerability from an HSE perspective. It is also known as one of the critical industries. In addition, because of the high level of specialization in this industry, any problem involving personnel or equipment can create serious challenges in replacing them (Jebeli et al., 2021). As a result, the presence of a fire department in this organization is considered a vital necessity, and the performance of this unit is affected by various factors and indicators.

Performance evaluation is always an important and fundamental issue in any organization, especially in the fire service and the health, safety, and environment (HSE) sector. In this regard, numerous studies have been conducted worldwide. Grilo et al. (2023) evaluated the performance of fire departments in Portugal to identify the efficiency of efficient fire departments and to determine areas for improvement in inefficient units. They considered the performance of fire departments as a multifactor dependent variable and two independent variables, including input variables (technical, financial, economic, and social) and output variables (fire incidents and fire casualties). Using data envelopment analysis, only 22 out of 376 fire stations were efficient. This means that in most regions of Portugal, fewer than 10% of fire stations were efficient, and a high percentage of fire stations had an efficiency of less than 50%. According to the data obtained, eight out of eighteen regions of Portugal do not have any efficient fire stations. In another example, Atsavakovith et al., (2022) conducted a study aimed at identifying key indicators of sustainable performance in the oil and gas industry in Thailand. Considering sustainable performance as the research variable and using a literature review and a survey of academics and industry experts, they identified performance evaluation indicators and then ranked them using the analytical hierarchy process (AHP). The economic dimension had the highest average weight, followed by social dimensions, health, safety and environment (HSE), long-term value creation, and innovation and technology. In another study, Bulama Buni and Alhaji Ali (2021) used key performance indicators to assess issues and chal-

lenges in Nigeria's oil and gas industry. By considering performance as the research variable and initially extracting key performance indicators from the literature, then ranking them using the AHP method, they found that an indicator with the lowest average total score is not necessarily the worst across all factors. These factors should be examined in depth so that company performance criteria can be prioritized when measuring sustainability performance and better decisions can be made. In Iran, evaluating organizational performance is also an important topic that researchers examine every year. [Ahmadi et al. \(2022\)](#) aimed to evaluate employee performance in the [Fire and Safety Services Organization of Karaj Municipality](#). They considered employee performance as an independent variable, intellectual capital as a dependent variable, and organizational agility of employees as a mediating variable. They collected data using a questionnaire and then, using a two-stage approach with the structural equation modeling (SEM) method, found that the proposed research model had a good fit. The results showed that intellectual capital has a positive and significant effect on performance and that intellectual capital and employees' organizational agility have a direct and positive effect on organizational performance. Also, [Mirza et al. \(2019\)](#) considered HSE performance as a research variable with the aim of quantitatively evaluating and determining the priorities of health, safety, and environment criteria in the National Iranian Petroleum Products Distribution and Refining Company. Using a combined approach of multi-criteria decision-making techniques—analytic network and DEMATEL—they weighted and prioritized the criteria and sub-criteria of the health, safety, and environment management system. The results showed that changing management commitment to health, safety, and environment and modifying the risk management system can improve performance. In addition, according to the ranking of the criteria, sufficient facilities and budget can be allocated more appropriately. [Falahati et al. \(2019\)](#) showed that to evaluate the performance of the urban HSE management system in municipalities, in addition to the components of the HSE management system, the type of macro-management structure and other influential organizational factors should also be considered. In addition, indicators identified based on HSE components alone are not sufficient because factors such as economic and socio-cultural sustainability, demographics, architecture and urban planning, and trade-industrial issues play an important role in the performance of the urban HSE system. Finally, [Arab Mohammadi \(2017\)](#) designed a questionnaire based on the comprehensive quality safety management model to evaluate the performance of safety and health management in the [Tehran Fire Department](#)

and collected data. The comprehensive quality management performance of this organization, with 52.05 out of 96 points, achieved only 52.05% of the desired score and is at an average level. These results indicate that, from the managers' perspective, the factors affecting this organization's comprehensive quality safety management have been evaluated by more than 50%; however, its safety approach is still relatively traditional and passive and needs improvement.

However, unfortunately, despite the importance of the subject, no comprehensive study has been conducted in Iran to identify the key performance indicators of the fire department in the oil and gas industries. Therefore, the aim of this paper was to identify and rank the key performance indicators of the [National Iranian Gas Company's](#) fire department using thematic analysis and a fuzzy DEMATEL approach. To answer the research questions—namely, what are the key performance indicators of the fire department, and how are these indicators ranked and how do they interact with each other?—a review of the research literature related to performance evaluation was conducted, along with content analysis, to identify the key performance evaluation indicators of the National Gas Company's fire department. Next, using the fuzzy DEMATEL approach, the relationships and the impact of each indicator on other indicators were determined to improve performance. The DEMATEL approach is used to identify and analyze the relationships between criteria and to create a map of network relationships. This method is designed because directed graphs can better display the relationships among elements of a system. This technique can also divide the involved factors into two groups—cause and effect—and present their relationships in a structural and understandable way ([Qasemi et al., 2024](#)). On the other hand, fuzzy sets are used because of ambiguity in decision-making and in commenting on factors, since fuzzy sets are more efficient under uncertainty and insufficient certainty ([Madiri et al., 2019](#)).

Considering that the combination of fuzzy DEMATEL and content analysis has not been used in the reviewed studies, and that selecting appropriate methods plays an important role in achieving accurate results in decision-making, the present study—using a combined approach of content analysis and fuzzy multi-criteria decision-making (via the fuzzy DEMATEL approach)—identified and ranked key indicators for evaluating the performance of the fire department in the [National Iranian Gas Company](#). The present study, titled Identification and Ranking of Fire Department Performance Evaluation Indicators Using the thematic analysis and fuzzy DEMATEL approach, is generally organized into six sections. The first

section introduces the statistical population, sample, and sampling method, as well as the research instrument, the validity and reliability of the instrument, and the stages of conducting the research. The second section presents the findings in a precise and clear manner, and in the third section, after stating the research objectives, the findings are compared with the results of previous research. Finally, the final conclusion, research limitations, and suggestions for future research are presented.

Materials and Methods

The present study is practical in terms of its purpose because it sought to identify key performance indicators for the [National Iranian Gas Company's](#) fire department so that the company's policymakers can use them to take targeted and effective measures to improve safety performance. It also used a mixed (qualitative–quantitative) method. Data collection was conducted using library studies and field studies.

The first phase, namely library studies, included a review of research sources, as well as a review of Iranian and global books and articles. Its goal was to gain a general understanding of the research background and the fire department's performance evaluation indicators in order to formulate the research questions and interviews. This means that the research questions were designed based on a detailed review of the literature and background in this field.

In the second phase, namely field studies, semi-structured interviews were used to identify the performance evaluation indicators of the National Gas Company's fire department, to collect the necessary information from the statistical population and samples, and to use it as data in the content analysis section. In addition, a pairwise comparison questionnaire was used to collect data for the fuzzy DEMATEL approach. To establish validity in the interviews, audio recorders were used instead of handwritten notes, because this allows for a more accurate study of the primary data. Therefore, to increase the accuracy of data collection, all conversations were recorded with the interviewee's consent and then transcribed. Also, to establish reliability in the research, a set of diverse questions was used to understand the subject more deeply. In other words, during each interview, questions were asked about the interviewee's responses to ensure the data obtained and to prevent possible ambiguity.

Next, to examine the reliability of the pairwise comparison questionnaires, the inconsistency coefficient was calculated, which was equal to 0.0247. Given that the

calculated value was less than 0.1, the paired comparison matrix had an appropriate value and did not need to be revised. Also, to examine reliability, the pairwise comparison questionnaire was reviewed and approved by industrial and academic experts.

In the qualitative phase, using the content analysis approach, key performance evaluation indicators were identified. Then, in the quantitative phase, using the fuzzy DEMATEL approach, causal relationships, the interactions among indicators, and their rankings were determined.

The statistical population in the first phase of the field studies, namely content analysis, included all heads and experts of the fire and HSE unit of the [National Iranian Gas Company](#) with at least 10 years of work experience. Judgemental-purposeful and snowball sampling were used for sampling, so that first, individuals with the most information and experience related to the subject were selected, and then new individuals were identified through their referrals. In this method, the exact number of participants was not known in advance, and the data collection process continued until theoretical saturation was reached. The theoretical saturation of the data was achieved in the tenth interview; however, for greater certainty, the interviews continued until the twelfth participant.

Also, the research questions were first formulated by carefully reviewing the existing literature and background in this field, and, to ensure greater comprehensiveness and accuracy, the opinions and views of some experts in this field were also examined. Accordingly, the main criterion for selecting the statistical population was the participants' experience and expertise and their ability to provide useful and relevant information. This multi-step process ensures that the research questions fully and accurately addressed the issues in question and were examined from all aspects.

In the quantitative phase (fuzzy DEMATEL), which aimed to identify the relationships among indicators and rank them, a pairwise comparison questionnaire was used. The samples in this phase included the heads of the fire departments of the [National Iranian Gas Company's](#) refineries with at least 10 years of work experience. Due to the limited number of refineries and the specialization of the subject, the selection of individuals was carried out using judgemental-purposeful sampling. The sample size was considered to be between 10 and 15 fire chiefs, which ultimately resulted in 15 questionnaires. Since the exact number of the statistical population was not known in advance, and the statistical population was limited to the fire chiefs of refineries, the number of individuals was

determined based on their ability to provide useful and relevant information on the subject. Given the limitation in the number of refineries, random sample size formulas were not needed. Finally, after collecting 15 questionnaires, sufficient information was obtained to analyze the relationships among the indicators. The conceptual model of this study is presented in [Figure 1](#).

To identify the key performance indicators for evaluating the fire department, semi-structured interviews were conducted with department heads and experts from the fire and HES units. The resulting data served as input for thematic analysis; accordingly, all recorded interviews were transcribed verbatim, and the data coding process was initiated using ATLAS.ti 8. To facilitate this, the interview transcripts were reviewed and studied multiple times to ensure a profound understanding of the subject matter. Following an in-depth immersion in the interview transcripts, initial concepts were extracted from lengthy narratives. Subsequently, themes representing specific segments of the text were identified and recorded, thereby completing the initial coding phase. From the 102 concepts initially identified, 72 primary codes were extracted. Through iterative review, comparative analysis, and the identification of commonalities, codes sharing overlapping attributes were grouped into broader categories designated as secondary codes. Ultimately, this process led to the identification of 13 key performance indicators, as presented in [Table 1](#).

Following the identification of the key performance indicators, the Fuzzy DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) approach was employed to rank these indicators and investigate the interrelationships among them. The DEMATEL approach utilizes graphical representations to categorize involved factors into two distinct groups—cause and effect—thereby elucidating their relationships through an interpretable structural model ([Amin-Tahmasbi et al., 2020](#)). In this stage, experts determined the influence of each indicator on its counterparts using the scale presented in [Table 2](#).

Based on the evaluations provided by 15 experts, the crisp values were converted into fuzzy numbers. Subsequently, the fuzzy direct relation matrix for the indicators was constructed by calculating their simple arithmetic mean ([Table 3](#))

Following the standard Fuzzy DEMATEL approach, the sum of the upper bounds of the triangular fuzzy numbers in each row was first calculated according to [Equation \(1\)](#), and the maximum value was selected as k . Following this, all elements of the fuzzy direct relation matrix were

divided by the obtained value of k , according to [Equation 2](#), to generate the normalized fuzzy direct relation matrix.

$$1. \quad k = \max_{1 \leq i < n} \left(\sum_{j=1}^n u'_{ij} \right)$$

$$2. \quad \tilde{N} = \frac{\tilde{Z}}{k}$$

In the subsequent step, the complete relation matrix was constructed according to [Equation 3](#). This was achieved by first forming a 13×13 identity matrix (I), subtracting it from the normalized matrix, and then calculating the inverse of the resulting matrix. This inverse was subsequently multiplied by the normalized matrix to obtain the complete relation matrix. This entire procedure was performed for each of the three boundaries (lower, middle, and upper) of the fuzzy numbers.

$$3.$$

$$T_l = N_l \times (I - N_l)^{-1} \quad T_m = N_m \times (I - N_m)^{-1} \quad T_u = N_u \times (I - N_u)^{-1}$$

The elements of the Fuzzy Complete Relation Matrix are denoted as $\tilde{t}_{ij} = (t_{ij}^l, t_{ij}^m, t_{ij}^u)$. To obtain precise values, a defuzzification process was applied using [Equation 4](#). Ultimately, the crisp complete relation matrix was established ([Table 4](#))

$$4. \quad \frac{L + M + U}{3}$$

Subsequently, to construct the causal diagram, a relation mapping matrix must be generated. To achieve this, a threshold value was determined, defined as the arithmetic mean of the elements in the complete relation matrix. Values falling below this threshold were excluded, signifying that they were deemed to have negligible influence within the system and were thus omitted from the causal relationships ([Table 5](#) presents the resulting network relation map). To construct the causal diagram, each factor in the mapping matrix is connected via directed arrows to its related factors—specifically those located in the columns of the matrix with non-zero values. [Figure 2](#) illustrates the resulting causal diagram of the indicators.”

In the final stage, to identify the specific role and the overall importance of each indicator, the sum of the rows and columns of the complete relation matrix was calculated. These sums were designated as the influence vectors (D) and the receptivity vectors (R). Subsequently, the overall importance of the indicators was determined by calculating the sum ($D+R$), while their specific functional

Table 1. Identified main and sub-themes

Row	Primary Codes (sub-theme)	Secondary Codes (main theme)	Frequency
1	Physical conditions and fitness, psychological and motivational assessment of firefighters, human resource burnout and the need for young people, age and recruitment criteria	Operational and psychological readiness of forces	27
2	Continuous personnel training, incident command training, quality and effectiveness of training programs, post-incident learning, and inter- departmental cooperation	Effective training and skills development	53
3	Group participation, workforce engagement, impact of staffing shortages on team performance and participation, and inter- departmental and international collaboration	Team participation and inter- departmental interactions	19
4	Operational management, crisis management and adherence to time-sensitive standards, reduction in emergency response times, operational performance, incident control duration, and emergency response and recovery	Operations management and incident control	19
5	Personalized standards and checklists, adherence to national and international standards, supervisory indicators, and audit and inspection protocols	Standards, guidelines and checklists	64
6	Utilization of advanced tools, equipment and technology modernization, equipment operational readiness, fire department infrastructure, and emerging firefighting technologies.	New equipment and technologies	67
7	Independent assessments and checklists, systematic monitoring and evaluation, sustainability of evaluation frameworks, and command-led personnel management	Continuous assessment and monitoring	82
8	Root cause analysis of incidents, preparation of final reports, preliminary incident reports, supplementary incident documentation, and information dissemination protocols	Incident analysis and reporting	55
9	Accident prevention and control, corrective actions, reducing the incidence rate of accidents	Incident prevention and mitigation	35
10	Workforce strength, organizational structure, emergency drill scenarios, strategic foresight, recruitment of new personnel, and corporate support systems	Effective human resources management	
11	Infrastructure management and modernization, water supply assessment, strategic deployment of equipment at critical and high-risk locations, station siting, and the operational status of vehicles and specialized equipment	Resource and infrastructure management	
12	Liaison and coordination with the Ministry of Petroleum's Health, Safety, and Environment (HSE) department, reporting protocols to HSE headquarters, and alignment with Ministry of Petroleum regulatory expectations	Effective communication with HSE management of the National Gas Company and the HSE Directorate General of the Ministry of Oil	
13	Personnel motivation and commitment, organizational-level dedication, and inter-organizational engagement to enhance workforce motivation	Increasing organizational motivation and commitment	

role—defined by the degree of causality—was determined by the difference (D–R). Factors with a positive (D–R) value are classified as influential (causes), whereas those with a negative value are classified as influenced (effects)

Results

“The findings from the initial phase of this study identified 13 key performance indicators for evaluating the performance of the Iranian National Gas Company’s fire department: effective human resource management, resource and infrastructure management, effective training and skill development, motivation enhancement and organizational commitment, standards, guidelines, and checklists, operations management and incident control, incident analysis and reporting, incident prevention

and mitigation, operational and psychological readiness, equipment and emerging technologies, group participation and inter-departmental interactions, continuous evaluation and monitoring, and effective communication with the national gas company’s HSE Department and the [Ministry of Petroleum](#)’s HSE Directorate. These indicators were derived through thematic analysis via a two-stage coding process

Following the identification of these key performance indicators, the fuzzy DEMATEL technique was employed to rank the indicators and examine their interdependencies. Upon collecting pairwise comparison questionnaires from the expert panel and converting crisp linguistic terms into fuzzy values, the fuzzy complete relation matrix was constructed, as presented in [Table 3](#).

Table 2. Fuzzy linguistic scale for pairwise comparisons (Khan et al., 2024)

Fuzzy Values (L, M, U)	Crisp Value	Abbreviation	Linguistic Variable
(0.0, 0.1, 0.3)	0	NO	No effect
(0.1, 0.3, 0.5)	1	VL	Very low
(0.3, 0.5, 0.7)	2	L	Low
(0.5, 0.7, 0.9)	3	H	High
(0.7, 0.9, 1.0)	4	VH	Very high

The table above contains triangular fuzzy numbers with lower (L), middle (M), and upper (U) bounds, which are employed to manage the uncertainty and ambiguity in the experts' responses. Additionally, the indicators of Effective Human Resource Management, resource and infrastructure management, effective training and skill development, motivation enhancement and organizational commitment, standards, guidelines, and checklists, operations management and incident control, incident analysis and reporting, incident prevention and mitigation, operational and psychological readiness, equipment and emerging technologies, group participation and inter-departmental interactions, continuous evaluation and monitoring, and effective communication with the National Gas Company's HSE Department and the Ministry

of Petroleum's HSE Directorate are designated by the codes C1 to C13, respectively.

Subsequently, the matrix was normalized based on the maximum calculated value of k according to Equation 1, which was 10.24; by dividing all elements of the fuzzy direct relation matrix by this value, the normalized matrix was obtained. Then, the crisp complete relation matrix (Table 4) was calculated using Equations 3 and 4.

Following the Fuzzy DEMATEL procedure, the next step involved constructing the causal diagram of the indicators. The threshold value was first determined by calculating the average of all elements within the crisp complete relation matrix, resulting in a value of 0.534. This threshold serves to identify whether the relationship

Table 3. Fuzzy direct relation matrix

Code	C1	C2	C3	C4	C5
C1	(0.00,0.00,0.00)	(0.39,0.59,0.79)	(0.54,0.74,0.91)	(0.57,0.77,0.91)	(0.37,0.57,0.75)
C2	(0.43,0.63,0.82)	(0.00,0.00,0.00)	(0.39,0.58,0.76)	(0.39,0.59,0.78)	(0.47,0.67,0.85)
C3	(0.50,0.70,0.87)	(0.42,0.62,0.81)	(0.00,0.00,0.00)	(0.42,0.66,0.84)	(0.47,0.67,0.83)
C4	(0.45,0.65,0.81)	(0.39,0.59,0.77)	0.45,0.65,0.83)	(0.00,0.00,0.00)	(0.33,0.53,0.71)
C5	(0.41,0.61,0.79)	(0.46,0.66,0.83)	(0.45,0.65,0.83)	(0.25,0.43,0.63)	(0.00,0.00,0.00)
C6	(0.38,0.58,0.77)	(0.49,0.69,0.86)	(0.47,0.67,0.86)	(0.32,0.51,0.71)	(0.38,0.58,0.77)
C7	(0.37,0.57,0.76)	(0.37,0.57,0.77)	(0.50,0.70,0.87)	(0.27,0.46,0.66)	(0.45,0.65,0.82)
C8	(0.49,0.69,0.85)	(0.42,0.62,0.81)	(0.47,0.67,0.84)	(0.41,0.61,0.79)	(0.41,0.61,0.78)
C9	(0.47,0.67,0.85)	(0.41,0.61,0.79)	(0.49,0.69,0.86)	(0.51,0.71,0.88)	(0.36,0.55,0.73)
C10	(0.46,0.66,0.85)	(0.51,0.71,0.89)	(0.46,0.66,0.86)	(0.31,0.51,0.71)	(0.38,0.58,0.77)
C11	(0.39,0.59,0.79)	(0.35,0.54,0.73)	(0.39,0.59,0.78)	(0.40,0.59,0.78)	(0.32,0.51,0.70)
C12	(0.46,0.66,0.85)	(0.39,0.59,0.77)	(0.49,0.69,0.85)	(0.36,0.55,0.74)	(0.50,0.70,0.87)
C13	(0.55,0.75,0.90)	(0.47,0.67,0.85)	(0.46,0.66,0.84)	(0.39,0.59,0.78)	(0.51,0.71,0.87)

Table 3. Fuzzy direct relation matrix (continued)

Code	C6	C7	C8	C9
C1	(0.38,0.58,0.77)	(0.35,0.55,0.75)	(0.44,0.63,0.81)	(0.47,0.67,0.84)
C2	(0.47,0.67,0.85)	(0.32,0.51,0.71)	(0.48,0.67,0.85)	(0.35,0.54,0.73)
C3	(0.59,0.79,0.93)	(0.50,0.70,0.88)	(0.59,0.79,0.93)	(0.54,0.74,0.89)
C4	(0.46,0.66,0.83)	(0.34,0.54,0.73)	(0.53,0.73,0.89)	(0.61,0.81,0.95)
C5	(0.49,0.69,0.85)	(0.51,0.71,0.89)	0.57,0.77,0.92)	(0.32,0.51,0.71)
C6	(0.00,0.00,0.00)	(0.50,0.70,0.88)	(0.55,0.74,0.89)	(0.50,0.70,0.87)
C7	(0.51,0.71,0.87)	(0.00,0.00,0.00)	(0.58,0.78,0.92)	(0.33,0.53,0.73)
C8	(0.51,0.71,0.87)	(0.41,0.61,0.79)	(0.00,0.00,0.00)	(0.39,0.58,0.77)
C9	(0.53,0.73,0.89)	(0.36,0.55,0.73)	(0.51,0.71,0.87)	(0.00,0.00,0.00)
C10	(0.47,0.67,0.85)	(0.37,0.57,0.75)	(0.54,0.74,0.90)	(0.35,0.55,0.75)
C11	(0.45,0.65,0.83)	(0.37,0.57,0.76)	(0.51,0.71,0.88)	(0.36,0.55,0.75)
C12	(0.47,0.67,0.85)	(0.50,0.70,0.87)	(0.58,0.78,0.93)	(0.47,0.66,0.83)
C13	(0.43,0.63,0.81)	(0.42,0.62,0.79)	(0.46,0.66,0.83)	(0.35,0.54,0.73)

Table 3. Fuzzy direct relation matrix (continued)

Code	C10	C11	C12	C13
C1	(0.31,0.50,0.69)	(0.42,0.62,0.81)	(0.41,0.61,0.79)	(0.43,0.63,0.81)
C2	(0.45,0.65,0.83)	(0.30,0.50,0.69)	(0.42,0.62,0.79)	(0.49,0.69,0.84)
C3	(0.47,0.67,0.85)	(0.41,0.61,0.79)	(0.42,0.62,0.80)	(0.43,0.63,0.81)
C4	(0.36,0.55,0.74)	(0.50,0.70,0.87)	(0.49,0.69,0.86)	(0.47,0.67,0.83)
C5	(0.41,0.61,0.78)	(0.31,0.50,0.69)	(0.53,0.73,0.88)	(0.44,0.63,0.81)
C6	(0.43,0.63,0.82)	(0.42,0.62,0.79)	(0.44,0.63,0.81)	(0.42,0.62,0.79)
C7	(0.37,0.57,0.75)	(0.35,0.55,0.74)	(0.45,0.65,0.82)	(0.45,0.65,0.83)
C8	(0.41,0.61,0.79)	(0.37,0.57,0.75)	(0.43,0.63,0.81)	(0.46,0.66,0.84)
C9	(0.35,0.54,0.73)	(0.45,0.65,0.82)	(0.43,0.62,0.80)	(0.40,0.59,0.77)
C10	(0.00,0.00,0.00)	(0.31,0.50,0.69)	(0.34,0.54,0.73)	(0.35,0.55,0.73)
C11	(0.29,0.49,0.67)	(0.00,0.00,0.00)	(0.38,0.58,0.77)	(0.35,0.54,0.72)
C12	(0.38,0.58,0.76)	(0.33,0.53,0.71)	(0.00,0.00,0.00)	(0.47,0.66,0.82)
C13	(0.40,0.59,0.77)	(0.34,0.54,0.73)	(0.45,0.65,0.83)	(0.00,0.00,0.00)

Table 4. Crisp complete relation matrix

Code	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
C1	0.511	0.538	0.563	0.532	0.526	0.562	0.527	0.589	0.534	0.508	0.515	0.541	0.532
C2	0.539	0.469	0.538	0.507	0.523	0.558	0.516	0.581	0.506	0.505	0.494	0.528	0.526
C3	0.593	0.569	0.530	0.550	0.566	0.613	0.577	0.638	0.567	0.553	0.544	0.572	0.563
C4	0.554	0.537	0.556	0.466	0.522	0.567	0.530	0.600	0.544	0.513	0.525	0.549	0.540
C5	0.550	0.537	0.553	0.501	0.472	0.570	0.545	0.600	0.517	0.517	0.504	0.549	0.531
C6	0.555	0.550	0.567	0.517	0.533	0.516	0.552	0.605	0.542	0.523	0.520	0.547	0.539
C7	0.536	0.523	0.550	0.493	0.517	0.561	0.468	0.590	0.506	0.503	0.494	0.528	0.520
C8	0.559	0.540	0.562	0.521	0.531	0.576	0.539	0.534	0.527	0.519	0.513	0.543	0.534
C9	0.555	0.535	0.557	0.526	0.521	0.571	0.528	0.592	0.469	0.506	0.512	0.538	0.527
C10	0.531	0.527	0.534	0.492	0.507	0.551	0.515	0.576	0.500	0.442	0.487	0.512	0.504
C11	0.526	0.504	0.528	0.496	0.496	0.539	0.509	0.570	0.498	0.485	0.435	0.513	0.499
C12	0.559	0.545	0.568	0.521	0.546	0.579	0.553	0.612	0.538	0.522	0.512	0.492	0.543
C13	0.564	0.548	0.558	0.523	0.542	0.569	0.541	0.593	0.522	0.521	0.509	0.545	0.480

between any two variables is statistically significant. Accordingly, if the defuzzified relationship value between two variables in Table 5 is less than the threshold, the relationship is considered insignificant, and a value of zero is assigned. Conversely, if the value is greater than or equal to the threshold, the relationship is deemed significant.

Based on these descriptions, the interdependencies between the indicators were illustrated by mapping the row-to-column relationships, where non-zero elements were connected to form the causal diagram shown in Figure 2. This diagram depicts the interaction dynamics among the indicators.

According to the diagram derived from the network relation map NRM matrix (Table 5), direct and indirect relationships were observed.

1. Direct relationships: The analysis of direct relationships among the indicators was conducted based on the non-zero elements within the network relation map matrix. A non-zero value in a matrix cell (corresponding to a specific row and column) signifies a direct influence between the two indicators, where the magnitude of the value represents the strength of the relationship. For instance, the value of 0.538 in the cell for C1 and C2 indicates that effective human resource management (C1)

exerts a direct influence on resource and infrastructure management (C2). Conversely, a value of zero in the cell for C1 and C11 denotes the absence of a direct relationship between these two indicators. It should be noted that a zero value does not necessarily imply a total lack of interaction; rather, it specifically signifies the absence of a direct link, which does not preclude the existence of indirect relationships.

2. Indirect relationships: As previously established, the absence of a direct link (indicated by a zero value) between two indicators does not preclude the existence of an indirect relationship. Such relationships may manifest through one or more intermediary indicators, forming a chain of causal dependencies. For instance, resource and infrastructure management (C2) maintains a direct relationship with effective training and Skill development (C3). Furthermore, effective training and skill development (C3) exerts an influence on incident analysis and reporting (C7). While there is no direct connection between resource and infrastructure management (C2) and incident analysis and reporting (C7), the former influences the latter indirectly via the mediation of effective training and skill development (C3). Consequently, an indirect relationship exists between these two indicators, contingent upon their interaction through other constituent elements in the network.

Table 5. Network relationship map matrix

Code	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
C1	0.000	0.538	0.563	0.000	0.000	0.562	0.000	0.589	0.534	0.000	0.000	0.541	0.000
C2	0.539	0.000	0.538	0.000	0.000	0.558	0.000	0.581	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C3	0.593	0.569	0.000	0.550	0.566	0.613	0.577	0.638	0.567	0.553	0.544	0.572	0.563
C4	0.554	0.537	0.556	0.000	0.000	0.567	0.000	0.600	0.544	0.000	0.000	0.549	0.540
C5	0.550	0.537	0.553	0.000	0.000	0.570	0.545	0.600	0.000	0.000	0.000	0.549	0.000
C6	0.555	0.550	0.567	0.000	0.000	0.516	0.552	0.605	0.542	0.000	0.000	0.547	0.539
C7	0.536	0.000	0.550	0.000	0.000	0.561	0.000	0.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C8	0.559	0.540	0.562	0.000	0.000	0.576	0.539	0.534	0.000	0.000	0.000	0.543	0.534
C9	0.555	0.535	0.557	0.000	0.000	0.571	0.000	0.592	0.000	0.000	0.000	0.538	0.000
C10	0.000	0.000	0.534	0.000	0.000	0.551	0.000	0.576	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.539	0.000	0.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C12	0.559	0.545	0.568	0.000	0.546	0.579	0.553	0.612	0.538	0.000	0.000	0.000	0.543
C13	0.564	0.548	0.558	0.000	0.542	0.569	0.541	0.593	0.000	0.000	0.000	0.545	0.000

Finally, to rank the indicators and determine their respective roles within the studied system, the row sums and column sums of the crisp complete relation matrix (Table 4) were calculated to determine the influence (D) and dependency (R) values, respectively. Furthermore, the values of (D+R) and (D–R) were computed for each variable, as presented in Table 6.

Based on the total importance, represented by the (D+R) relation, “accident prevention and mitigation” ranked first, followed by “effective training and skill development” in second place, and “operations management and incident control” in third. The remaining indicators—including “effective human resource management,” “continuous assessment and monitoring,” “effective communication with the National Gas Company’s HSE Management and the Ministry of Petroleum’s HSE Directorate,” “standards, guidelines, and checklists,” “resource and infrastructure management,” “operational and psychophysiological readiness of personnel,” “incident analysis and reporting,” “increasing motivation and organizational commitment,” “modern equipment and technologies,” and “group participation and inter-departmental interactions”—were ranked in descending order. Specifically, “increasing motivation and organizational commitment” was identified as the most influential indicator with a value of 0.357, while “Accident Prevention and Mitigation” was identified as the most dependent indicator with

a value of -0.680; a summary of these results is illustrated in Figure 3.

As illustrated in Figure 3, the variables positioned above the horizontal axis represent cause variables, while those below the axis represent effect variables. Consequently, due to their positive (D–R) values, the indicators of “effective training and skill development,” “continuous assessment and monitoring,” “effective communication with the National Gas Company’s HSE management and the Ministry of Petroleum’s HSE Directorate,” “standards, guidelines, and checklists,” “operational and psychophysiological readiness of personnel,” “increasing motivation and organizational commitment,” “modern equipment and technologies,” and “group participation and inter-departmental interactions” were identified as cause variables. conversely, “effective human resource management,” “resource and infrastructure management,” “operations management and incident control,” “accident prevention and mitigation,” and “incident analysis and reporting” were categorized as effect variables.

Discussion

The findings of the present study, conducted to identify and rank the key performance indicators of the Iranian National Gas Company’s fire department, offer significant scientific and practical value. By employing a mixed

Table 6. D and R relationship analysis

Code	Indicators	(D)Influence	Dependency (R)	D+R	Rank	D-R	Type of Indicator
C8	Accident prevention and mitigation	6.998	7.678	14.676	1	-0.680	Effect
C3	Effective training and skill development	7.437	7.163	14.600	2	0.273	Cause
C6	Operations management and incident control	7.066	7.332	14.397	3	-0.266	Effect
C1	Effective human resource management	6.978	7.123	14.110	4	-0.154	Effect
C12	Continuous Assessment and Monitoring	7.091	6.958	14.050	5	0.133	Cause
C13	Effective communication with the National Gas Company's HSE Management and the Ministry of Petroleum's HSE Directorate	7.017	6.839	13.853	6	0.175	Cause
C5	Standards, guidelines, and checklists	6.946	6.802	13.748	7	0.144	Cause
C2	Resource and infrastructure management	6.790	6.922	13.712	8	-0.131	Effect
C9	Operational and psychophysiological readiness of personnel	6.938	6.772	13.710	9	0.166	Cause
C7	Incident analysis and reporting	6.789	6.899	13.688	10	-0.111	Effect
C4	Increasing motivation and organizational commitment	7.002	6.644	13.646	11	0.357	Cause
C10	Modern equipment and technologies	6.679	6.617	13.296	12	0.062	Cause
C11	Group participation and inter-departmental interactions	6.596	6.565	13.161	13	0.031	Cause

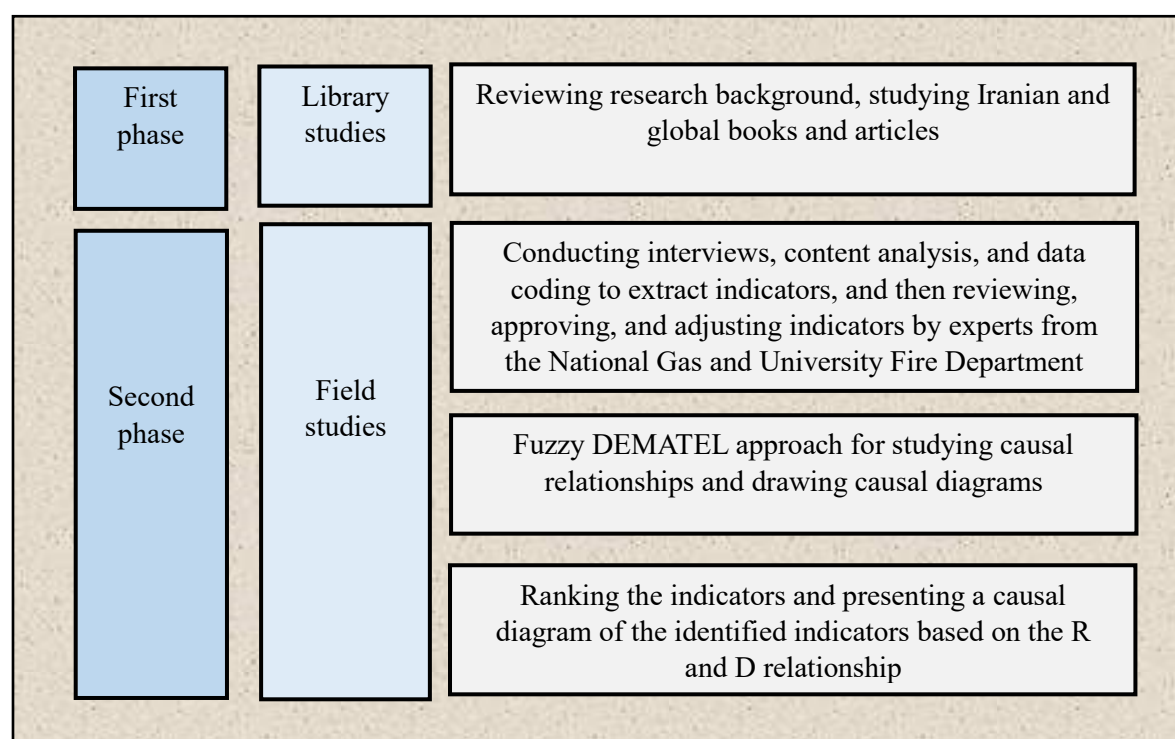


Figure 1. Conceptual research model

Table 7. Summary of findings

No.	Research questions	Response
1	What are the key performance indicators?	1. Effective human resource management 2. Resource and infrastructure management 3. Effective training and skill development 4. Enhancement of motivation and organizational commitment 5. Standards, guidelines, and checklists 6. Operations management and incident control 7. Accident analysis and reporting 8. Accident prevention and mitigation 9. Operational and psychosocial readiness of personnel 10. Modern equipment and technologies 11. Group participation and inter-departmental interactions 12. Continuous assessment and monitoring 13. Effective communication with the HSE Management of the National Iranian Gas Company and the General Directorate of HSE of the Ministry of Petroleum.
2	What is the ranking of key performance indicators for fire departments?	1. Accident prevention and mitigation 2. Effective training and skill development 3. Operations management and incident control 4. Effective human resource management 5. Continuous assessment and monitoring 6. Effective communication with the HSE management of the National Iranian Gas Company and the General Directorate of HSE of the Ministry of Petroleum 7. Standards, guidelines, and checklists 8. Resource and infrastructure management 9. Operational and psychosocial readiness of personnel 10. Accident analysis and reporting 11. Enhancement of motivation and organizational commitment 12. Modern equipment and technologies 13. Group participation and inter-departmental interactions
3	How do these indicators interact with each other?	As illustrated in Figure (2), the interaction between indicators occurs through both direct and indirect relationships, with direct relationships accounting for 51% and indirect relationships accounting for 49% of the total.

approach of thematic analysis and Fuzzy DEMATEL, the key indicators were identified and their causal relationships were investigated. The “accident prevention and mitigation” indicator holds the highest priority. This indicator plays a critical role in maintaining personnel health and reducing costs associated with incidents; furthermore, “effective training and skill development” and “operations management and incident control” were ranked second and third, respectively. These findings underscore the importance of continuous improvement in personnel knowledge and skills, which, in addition to increasing efficiency and productivity, contribute significantly to enhancing safety and incident control. Previous studies, including those by [Ahmadi et al. \(2022\)](#), [Arab Mohammadi \(2017\)](#), [Atsawakobith et al. \(2022\)](#), and

[Bulama Boni and Alhaji Ali \(2021\)](#), have also emphasized the role of training in improving operational readiness and human resource efficiency during crises, thereby validating the results obtained in this research. Additionally, indicators, such as “effective human resource management,” “continuous assessment and monitoring,” and “effective communication with HSE management” were identified as complementary factors that play a vital role in ensuring transparency and fostering inter-departmental interactions within the organization.

Conclusion

Performance evaluation in critical domains, such as HSE management is of paramount importance, as im-

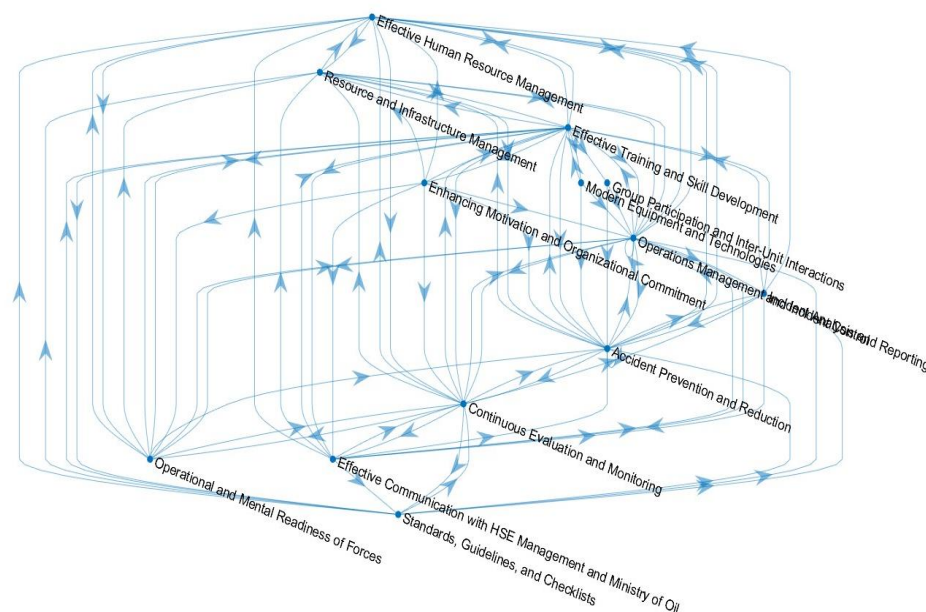


Figure 2. Causal diagram of the key performance indicators

proving performance in these areas not only contributes to maintaining personnel safety and health but also effectively reduces incident-related costs and enhances organizational productivity. In this regard, the identification and ranking of key performance indicators assist managers and decision-makers in developing effective solutions for system improvement by focusing on influential factors. The present study employed the Fuzzy DEMATEL approach to investigate the causal relationships among key performance indicators within the HSE domain. The “Accident Prevention and Mitigation” indicator ranked first as the most significant criterion for performance evalua-

tion, underscoring the necessity of effective planning and rapid response mechanisms to mitigate risks and prevent incidents. Attention to this indicator plays a key role in maintaining personnel safety and health and reducing incident-related costs. Subsequently, “effective training and skill development” and “operations management and incident control” are ranked second and third, respectively. These results underscore the necessity of continuous improvement in personnel knowledge and competencies, which, in addition to increasing efficiency, contributes to enhancing safety and reducing incidents. Other indicators, including “effective human resource management,”

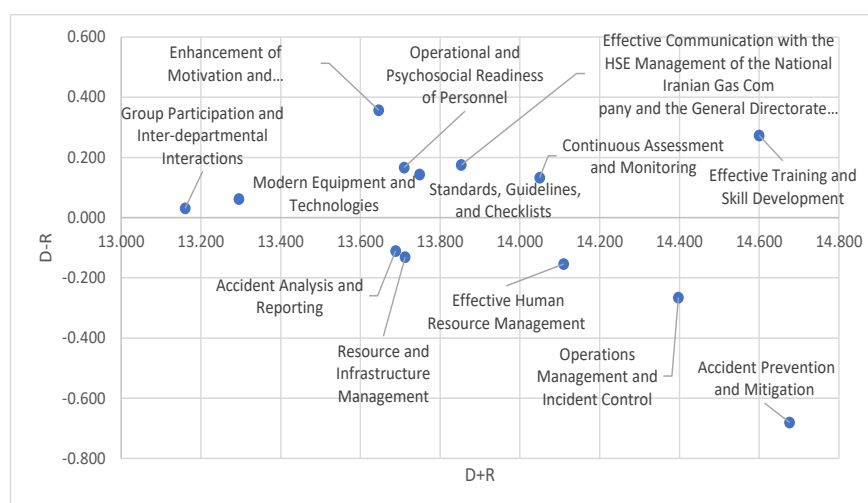


Figure 3. Causal diagram of the indicators

“continuous assessment and monitoring,” and “effective communication with the hse management of the [National Iranian Gas Company](#) and the [Ministry of Petroleum’s](#) General Directorate of HSE,” were positioned in the subsequent ranks. These indicators serve supportive and complementary roles, facilitating process improvement, increasing transparency, and enhancing inter-departmental interactions. In particular, the “Continuous Assessment and Monitoring” indicator emphasizes the importance of constant monitoring of system and personnel performance, which plays a fundamental role in ensuring safety and operational continuity. From the perspective of dependency, factors, such as “human resource management,” “resource and infrastructure management,” “operations management and incident control,” “accident prevention and mitigation,” and “incident analysis and reporting” were identified as effect indicators. Among these, “Accident Prevention and Mitigation” exhibits the highest level of dependency, meaning its performance is highly contingent upon other factors. Therefore, the optimal management of causal factors is essential to enhance this indicator. Furthermore, “effective training and skill development,” “continuous assessment and monitoring,” “interaction with the HSE management of the [National Iranian Gas Company](#) and the [Ministry of Petroleum’s](#) General Directorate of HSE,” “standards and guidelines,” and “increased motivation, organizational commitment, and group participation” were identified as cause indicators (influential factors). Among these, “Increased Motivation and Organizational Commitment” exerts the highest influence, underscoring its vital role in enhancing the overall system performance. In general, the results indicate that indicators, such as “Accident Prevention and Mitigation” play a pivotal role in performance enhancement due to their high level of dependency and overall significance. Conversely, focusing on the “Effective Training and Skill Development” indicator, characterized by high influence, can facilitate the advancement of personnel knowledge and competencies. A coordinated and simultaneous focus on these indicators fosters continuous organizational performance improvement and risk mitigation. In essence, the present study provides a practical framework for improving the management and performance of fire departments, which is generalizable to other critical industries; these findings can assist managers and policymakers in identifying and prioritizing strategic actions to enhance safety and productivity. [Table 7](#) summarizes the research findings.

Limitations

Every research endeavor is inherently accompanied by limitations, and the present study is no exception. One of

the primary challenges was the diversity in the experiences and perceptions of the interviewees, which occasionally led to discrepancies or contradictions in the provided information, thereby complicating the data validation process. Furthermore, time constraints during the interviews reduced the depth of certain responses, while the professional commitments of some participants resulted in more concise answers, which increased the complexity of data analysis.

In addition, the Fuzzy DEMATEL approach, which relies on subjective data and expert judgments, necessitates high precision in determining fuzzy values. Moreover, the implementation of the research findings and recommendations may encounter organizational and cultural resistance within the [National Iranian Gas Company](#), particularly if extensive changes to structures and procedures are required. Nevertheless, efforts were made to mitigate these limitations through validation and supplementary methods, ensuring that the research findings maintain their scientific integrity and value.

Recommendations for future research

Given the findings of the present study and the practical utility of the performance evaluation indicators within the oil, gas, and petrochemical industries, these indicators may be generalized to other critical industries to facilitate comparative analyses. Furthermore, it is recommended that future research focus more precisely on the indicators and the analysis of their interdependencies. In this regard, studies aimed at investigating the impact of intelligent accident prediction systems on reducing industrial accident rates are highly encouraged. Such research could evaluate the performance of Big Data and Artificial Intelligence (AI)-based systems in hazard identification and prevention, offering solutions to enhance their accuracy and efficiency. Additionally, considering the importance of training and skill development—identified as a key indicator in this study—future research should explore the impact of operational training based on virtual simulators, such as virtual reality (VR) and augmented reality (AR), on reducing response times and improving employee performance. Such studies could examine the role of these technologies in safety training and operational skill enhancement, assessing their effectiveness in mitigating both the frequency and severity of accidents. These recommendations are particularly applicable to high-risk industries and sectors related to crisis management, fire-fighting, and emergency services.



Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered throughout this study, and informed consent was obtained from all participants prior to their participation. Since no experiments were conducted on animal or human samples, no ethical code was required.

Funding

This article is derived from a master's thesis conducted at the [National Iranian Gas Company](#) and was supported and funded by the [National Iranian Gas Company](#) under contract No. 034004 with [Semnan University](#).

Authors' contributions

Conceptualization, review & editing, and methodology: Parisa Dadoo and Mohsen Shafiei Nikabadi; Software, formal analysis, investigation, data curation, original draft preparation, and visualization: Parisa Dadoo; Validation: Mohsen Shafiei Nikabadi and Davood Hosseinkhani; Resources: Davood Hosseinkhani; Supervision: Mohsen Shafiei Nikabadi; Project administration: Mohsen Shafiei Nikabadi and Davood Hosseinkhani.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors sincerely thank the [Iranian Gas Company](#) and the managers and experts from the fire department and HSE centers for providing information and the conditions to conduct interviews.



مقاله پژوهشی

شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی با رویکرد تحلیل
مضمون و دیمتل فازیپریسا دادو^۱، *محسن شفیعی نیکابادی^۱، داود حسین‌خانی^۲

۱. گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲. کارشناس ارشد ایمنی، شرکت ملی گاز ایران، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online

Citation Dadoo, P., Shafiei Nikabadi, M., & Hossein Khani, D. (2026). Identification and Ranking of Performance Evaluation Indicators for the Firefighting Unit Using Thematic Analysis and Fuzzy DEMATEL Approach. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 16(1):80-109. <https://doi.org/10.32598/DMKP.16.1.925.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.16.1.925.1>

حکیده

زمینه و هدف: شناسایی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد در واحد آتش‌نشانی شرکت گاز، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت ایمنی، نقش مهمی در بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش خطرات بالقوه ایفا می‌کند. با توجه به پیچیدگی عملیات در صنایع گاز، تدوین این شاخص‌ها می‌تواند بهره‌وری و فرهنگ ایمنی کارکنان را ارتقا دهد. این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران انجام شده است.

روش: این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی تحلیل مضمون و دیمتل فازی انجام شده است. در مرحله نخست، از تحلیل مضمون و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۲ کارشناس آتش‌نشانی و HSE دارای حداقل ۱۰ سال سابقه کاری استفاده شد و با کمک نرم‌افزار ATLAS-TI 8 نسخه ۱۳ شاخص کلیدی شناسایی گردید. برای افزایش روایی، مصاحبه‌ها ضبط و سپس به متن تبدیل شدند و سوالات تکمیلی برای رفع ابهام مطرح شد. در مرحله دوم، برای بررسی روابط علی و رتبه‌بندی شاخص‌ها، تکنیک دیمتل فازی به کار رفت. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه مقایسه زوجی از ۱۵ رئیس آتش‌نشانی پالایشگاه‌های گاز جمع‌آوری شد و پایایی آن با محاسبه ضریب ناسازگاری (۰/۰۲۴۷) تأیید گردید. محاسبات با نرم‌افزارهای متلب نسخه R2024b و اکسل نسخه ۲۰۲۱ انجام شد.

یافته‌ها: در مرحله کیفی، ۱۳ شاخص شامل مدیریت مؤثر منابع انسانی، مدیریت زیرساخت‌ها، آموزش و توسعه مهارت‌ها، افزایش انگیزه سازمانی، استانداردها، مدیریت عملیات، تحلیل حوادث، پیشگیری از حوادث، آمادگی عملیاتی نیروها، فناوری‌های نوین، مشارکت گروهی، ارزیابی مستمر و ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شناسایی شدند. نتایج دیمتل فازی نشان داد شاخص‌های پیشگیری از حوادث، آموزش مؤثر و مدیریت عملیات به‌ترتیب بیشترین اهمیت را دارند. همچنین، افزایش انگیزه سازمانی تأثیرگذارترین شاخص و پیشگیری از حوادث تأثیرپذیرترین شاخص شناخته شد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد رویکرد ترکیبی تحلیل مضمون و دیمتل فازی شاخص پیشگیری از حوادث به‌دلیل تأثیرپذیری بالا و اهمیت کلیدی در اولویت قرار دارد. شاخص آموزش مؤثر نیز با بیشترین تأثیرگذاری، بر ارتقای دانش و مهارت کارکنان تأکید دارد. توجه هم‌زمان به این شاخص‌ها به بهبود عملکرد و کاهش خطرات در واحد آتش‌نشانی کمک می‌کند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، شاخص‌های ارزیابی، مدیریت ایمنی، واحد آتش‌نشانی

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۶ بهمن ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۵

* نویسنده مسئول:

دکتر محسن شفیعی نیکابادی

نشانی: سمنان، دانشگاه سمنان، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه مدیریت صنعتی.

تلفن: ۳۱۵۳۳۵۹۸ (۲۳) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: shafiei@semnan.ac.ir

Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode/en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

در فضای رقابتی امروز، بقای شرکت‌ها وابسته به بهبود مداوم عملکرد جهت حفظ و افزایش توان رقابت و دستیابی به سودآوری بیشتر است. این امر از طریق تعیین اهداف، برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد به منظور بررسی میزان موفقیت در رسیدن به اهداف تعیین شده قابل تحقق است (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین در بررسی علل پیشرفت‌های چشمگیر و روزافزون کشورهای توسعه‌یافته، به رعایت الگوها و استانداردهای مشخص در تمامی جنبه‌ها، به‌ویژه در حوزه‌های سازمانی، اشاره می‌شود که این موفقیت عمدتاً نتیجه نظارت و ارزیابی مداوم، منظم و علمی بر عملکرد در تمامی سطوح است (جلالوند، ۱۴۰۱)؛ درواقع می‌توان چنین گفت که یکی از اهداف اصلی و مداوم سازمان‌ها افزایش بهره‌وری است که بهبود عملکرد کارکنان می‌تواند به‌طور مستقیم در تحقق آن مؤثر باشد (رضایی و فکری، ۱۴۰۰)؛ بنابراین بهره‌وری و بهبود عملکرد سازمان‌ها می‌تواند از برنامه‌های رشد و توسعه حمایت کرده و فرصت تعالی سازمانی را فراهم آورد (بابائی و همکاران، ۱۴۰۰). درنتیجه، ارزیابی کارکنان به یک ضرورت تبدیل شده است (جوادی و همکاران، ۱۴۰۲). این مسئله در صنایع حساس مانند نفت و گاز، که ایمنی و سلامت شغلی اولویت بالایی دارد، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و ارزیابی عملکرد در این صنایع می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بقای آن‌ها را تضمین کند (ضامنی و همکاران، ۱۴۰۰). ارزیابی عملکرد یک سازمان شامل بررسی و قضاوت درباره نتایج کار و فرآیندهای کاری است و این ارزیابی با شناسایی نقاط قوت و ضعف، در یک فرآیند علمی به تبدیل نقاط ضعف به نقاط قوت کمک می‌کند (فلاحتی و همکاران، ۱۳۹۸)، پس طراحی و انتخاب شاخص‌های ارزیابی عملکرد، یکی از مراحل اساسی در طراحی نظام مدیریت عملکرد است و همچنین یکی از چالش‌های سازمان‌ها در اندازه‌گیری میزان عملکرد محسوب می‌شود (دهقانی، ۱۴۰۱).

از آنجایی که گسترش شهرنشینی، رفاه و آسایش با خود به ارمغان می‌آورد، در کنار خود خطراتی که جان و مال مردم را به خطر می‌اندازد نیز به همراه دارد. از این‌رو، از دیرباز، انسان‌ها به دنبال راه‌هایی برای کاهش این خطرات بوده‌اند و در این راستا، سازمان آتش‌نشانی به‌عنوان یکی از ارکان خدمات اورژانسی شهری، نقش حیاتی در حفظ جان و مال مردم در برابر حوادث مختلف، به‌ویژه آتش‌سوزی‌ها، ایفا می‌کند و مسئولیت تأمین ایمنی و تضمین امنیت جانی و مالی شهروندان را بر عهده دارد (زعیمی فرد، ۱۳۹۹).

سازمان‌های آتش‌نشانی مسئولیت مهمی در ارائه خدمات ایمنی، پیشگیری از حوادث، مقابله با آتش‌سوزی‌ها و مدیریت بحران در شهرها دارند و برای ارائه خدمات به‌موقع، ایستگاه‌های آتش‌نشانی باید در نقاط مناسب شهری مستقر شوند و تجهیزات و توانمندی‌های لازم را داشته باشند که این امر به آن‌ها امکان

می‌دهد تا به سرعت و بدون مواجهه با موانع شهری، با کمترین تأثیر منفی بر زندگی ساکنان، به محل حادثه دسترسی پیدا کنند (خیردست، ۱۴۰۳). این اهمیت با قرارگیری ایستگاه‌های آتش‌نشانی در محیط‌های صنعتی افزایش می‌یابد. بروز هرگونه خطا در محیط کاری، اغلب به حوادث جبران‌ناپذیر منجر می‌شود؛ درواقع خطا در برنامه‌ریزی، اجرا یا نظارت بر تعمیر و نگهداری می‌تواند باعث نقص سیستم شود و در نتیجه، توقف عملیات واحد و وقوع حوادث بزرگ را به دنبال داشته باشد (پورحسین و همکاران، ۱۴۰۳). صنعت نفت و گاز نیز به‌دلیل کیفیت و کمیت مواد خام، محصولات بینابینی و نهایی، و ویژگی‌های پیچیده، انعطاف‌پذیری کم و آسیب‌پذیری بالا از منظر HSE، از این قاعده مستثنا نیست و به‌عنوان یکی از صنایع بحرانی شناخته می‌شود. همچنین به‌دلیل تخصص بالای این صنعت، بروز هرگونه مشکل برای پرسنل یا تجهیزات می‌تواند چالش‌های جدی برای جایگزینی آن‌ها ایجاد کند (جلی و همکاران، ۱۴۰۰)؛ درنتیجه وجود واحد آتش‌نشانی در این سازمان به‌عنوان یک ضرورت حیاتی محسوب می‌شود و عملکرد این واحد تحت تأثیر عوامل و شاخص‌های مختلفی قرار دارد.

ارزیابی عملکرد همواره یکی از مسائل مهم و اساسی در هر سازمان، به‌ویژه در سازمان آتش‌نشانی و حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست است. در این زمینه، پژوهش‌های متعددی در سراسر جهان انجام شده است. گریلو و همکاران (۲۰۲۳) با هدف ارزیابی عملکرد ادارات آتش‌نشانی در پرتغال، به‌منظور شناسایی کارایی آتش‌نشانی‌های کارآمد و تعیین مناطق نیازمند بهبود در واحدهای ناکارآمد، مطالعه‌ای انجام دادند. آن‌ها عملکرد آتش‌نشانی‌ها را به‌عنوان یک متغیر وابسته چندعاملی و دو متغیر مستقل شامل متغیرهای ورودی (فنی، مالی، اقتصادی و اجتماعی) و خروجی (حوادث آتش‌سوزی، تلفات آتش‌سوزی) در نظر گرفتند. با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، نتایج نشان داد تنها ۲۲ مورد از ۳۷۶ آتش‌نشانی از کارایی لازم برخوردار بودند. این بدان معناست که در اکثر مناطق پرتغال، کمتر از ۱۰ درصد از آتش‌نشانی‌ها کارآمد بودند و درصد بالایی از آتش‌نشانی‌ها کارایی کمتر از ۵۰ درصد داشتند و طبق داده‌های به‌دست‌آمده، ۸ ناحیه از ۱۸ ناحیه پرتغال هیچ آتش‌نشانی کارآمدی ندارند.

در مثالی دیگر، آتساواکوبیت و همکارانش (۲۰۲۲) با هدف شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد پایدار در صنعت نفت و گاز تایلند، مطالعه‌ای انجام دادند. آن‌ها با در نظر گرفتن عملکرد پایدار به‌عنوان متغیر تحقیق و استفاده از ادبیات و نظرسنجی از دانشگاهیان و کارشناسان صنعت، شاخص‌های ارزیابی عملکرد را شناسایی و سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP) رتبه‌بندی کردند و نتایج نشان داد بعد اقتصادی، بالاترین میانگین وزن را داشت و پس از آن، ابعاد اجتماعی، بهداشت

1. Analytical Hierarchy Process (AHP)



سازمانی نیز توجه شود. همچنین، شاخص‌های شناسایی‌شده تنها براساس مؤلفه‌های HSE کافی نیستند، زیرا عواملی مانند پایداری اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی، جمعیت‌شناسی، معماری و شهرسازی و مسائل صنفی-صنعتی نقش مهمی در عملکرد سیستم HSE شهری دارند.

در آخر، عرب محمدی (۱۳۹۶) با هدف ارزیابی عملکرد مدیریت ایمنی و بهداشت در آتش‌نشانی تهران، پرسش‌نامه‌ای را براساس الگوی مدیریت ایمنی کیفیت فراگیر طراحی و داده‌ها را جمع‌آوری کرد که نتایج نشان داد عملکرد مدیریت کیفیت جامع این سازمان با کسب ۵۲/۰۵ از ۹۶ امتیاز، تنها ۵۲/۰۵ درصد امتیاز مطلوب را به دست آورده و در سطح متوسط قرار دارد. این نتایج بیانگر آن است که از دیدگاه مدیران، عوامل مؤثر بر مدیریت ایمنی کیفیت جامع این سازمان بیش از ۵۰ درصد ارزیابی شده‌اند، اما رویکرد ایمنی آن همچنان به‌صورت نسبتاً سنتی و انفعالی بوده و نیازمند بهبود است.

بالین حال، متأسفانه با وجود اهمیت موضوع، هیچ مطالعه جامعی در ایران برای شناسایی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی در صنایع نفت و گاز انجام نشده است. بنابراین، هدف این مقاله شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران با استفاده از تکنیک‌های تحلیل مضمون و دیمتل فازی است تا از این طریق به سؤالات تحقیق یعنی، شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی کدامند؟ و رتبه‌بندی و تعامل این شاخص‌ها با یکدیگر به چه صورت است؟ پاسخ دهیم.

در این راستا، با مروری بر ادبیات تحقیق مرتبط با ارزیابی عملکرد و با کمک روش تحلیل مضمون، شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز شناسایی می‌شوند. در ادامه، با استفاده از تکنیک دیمتل فازی^۴، روابط و تأثیر هریک از شاخص‌ها بر سایر شاخص‌ها برای بهبود عملکرد مشخص می‌گردد. روش دیمتل برای شناسایی و تحلیل روابط بین معیارها و ایجاد نقشه‌ای از روابط شبکه استفاده می‌شود، در این روش به‌دلیل توانایی گراف‌های جهت‌دار در نمایش بهتر روابط بین عناصر یک سیستم، طراحی شده است، همچنین این تکنیک می‌تواند عوامل دخیل را به دو گروه علت و معلول تقسیم کرده و ارتباط میان آن‌ها را به‌صورت ساختاری و قابل فهم ارائه دهد (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۳). از طرفی از مجموعه فازی به‌دلیل وجود ابهام در تصمیم‌گیری و اظهارنظر درباره عوامل استفاده می‌شود، زیرا مجموعه فازی در شرایط عدم اطمینان و قطعیت ناکافی، کارایی بهتری دارد (مدیری و همکاران، ۱۳۹۸).

ایمنی و محیط زیست^۲ (HSE)، خلق ارزش بلندمدت و نوآوری و فناوری قرار گرفتند.

در مطالعه‌ای دیگر بولامبونی و الحاجی علی (۲۰۲۱) با هدف ارزیابی مسائل و چالش‌ها در صنعت نفت و گاز نیجریه، از شاخص‌های کلیدی عملکرد استفاده کردند. آن‌ها با در نظر گرفتن عملکرد به‌عنوان متغیر تحقیق و استخراج اولیه شاخص‌های کلیدی عملکرد از ادبیات تحقیق، و سپس رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از AHP، دریافتند شاخصی با کمترین میانگین نمره کل، لزوماً در همه عوامل بدترین نیست. این عوامل باید به‌طور عمیق بررسی شوند تا معیارهای عملکرد شرکت در هنگام اندازه‌گیری کارایی پایداری اولویت‌بندی شوند و تصمیمات بهتری اتخاذ شود. در ایران نیز ارزیابی عملکرد سازمان‌ها از مباحث مهمی است که هر ساله توسط پژوهشگران بررسی می‌شود.

احمدی و همکاران (۱۴۰۱) با هدف ارزیابی عملکرد کارکنان در سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری کرج، عملکرد کارکنان را به‌عنوان متغیر مستقل، سرمایه فکری را به‌عنوان متغیر وابسته و چابکی سازمانی کارکنان را به‌عنوان متغیر میانجی در نظر گرفتند. آن‌ها با استفاده از پرسش‌نامه به جمع‌آوری داده‌ها پرداختند و سپس با استفاده از رویکرد دو مرحله‌ای روش مدل معادلات ساختاری^۳ (SEM) دریافتند که مدل پیشنهادی تحقیق از برازش مطلوبی برخوردار است. نتایج نشان داد سرمایه فکری تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد دارد و همچنین سرمایه فکری و چابکی سازمانی کارکنان تأثیر مستقیم و مثبتی بر عملکرد سازمانی دارند.

همچنین میرزا و همکاران (۱۳۹۹) با هدف ارزیابی کمی و تعیین اولویت‌های معیارهای سلامت، ایمنی و محیط زیست در شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی ایران، عملکرد HSE را به‌عنوان متغیر تحقیق در نظر گرفتند. آن‌ها با استفاده از رویکردی ترکیبی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه تحلیل شبکه‌ای و دیمتل، به وزن‌دهی و تعیین اولویت معیارها و زیرمعیارهای سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست پرداختند. نتایج نشان داد تغییر در تعهد مدیریت به امور سلامت، ایمنی و محیط زیست و اصلاح سیستم مدیریت ریسک می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد. علاوه بر آن، با توجه به رتبه‌بندی معیارها، می‌توان تخصیص امکانات و بودجه کافی را به‌صورت مناسب‌تری انجام داد.

در مثالی دیگر، فلاحتی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش‌های خود نشان دادند برای ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت HSE شهری در شهرداری‌ها، علاوه بر مؤلفه‌های سیستم مدیریت HSE، باید به نوع ساختار کلان مدیریتی و سایر عوامل تأثیرگذار

2. Health, Safety and Environment (HSE)
3. Structural Equation Modeling (SEM)

4. Fuzzy Decision Making Trial And Evaluation (F. DEMATEL)



تصویر ۱. مدل مفهومی پژوهش

جدول ۱. مضامین اصلی و فرعی شناسایی شده

ردیف	کدهای اولیه (تم فرعی)	کدها ثانویه (تم اصلی)	فراوانی
۱	شرایط جسمانی و تناسب اندام، ارزیابی روانی و انگیزشی آتش‌نشانان، فرسودگی نیروی انسانی و نیاز به نیروی جوان، سن و معیارهای جذب نیروها	آمادگی عملیاتی و روحی-روانی نیروها	۲۷
۲	آموزش مستمر کارکنان، آموزش‌های فرماندهی، کیفیت برنامه‌های آموزشی و اثرگذاری، آموزش و درس‌آموزی از حوادث، تعاملات بین واحدی	آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها	۵۳
۳	مشارکت گروهی، مشارکت نیروی کار، تأثیر کمبود نیرو بر عملکرد و مشارکت تیمی، تعاملات بین واحدی و بین المللی	مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی	۱۹
۴	مدیریت عملیات، مدیریت بحران و رعایت استانداردهای زمانی، کاهش نرخ زمان رسیدن به محل حادثه، عملکرد عملیاتی، مدت زمان کنترل حوادث، واکنش اضطراری و بازیابی حوادث	مدیریت عملیات و کنترل حوادث	۱۹
۵	استانداردها و چک‌لیست‌های شخصی‌سازی شده، رعایت استانداردهای بین‌المللی و ملی، شاخص‌های نظارتی، ممیزی و نظارت	استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک لیست‌ها	۶۴
۶	استفاده از ابزارهای جدید، به‌روزرسانی تجهیزات و فناوری، تجهیزات و آماده به کاری، تجهیزات و زیرساخت‌های آتش‌نشانی، فناوری‌های جدید آتش‌نشانی	تجهیزات و فناوری‌های نوین	۶۷
۷	ارزیابی‌های مستقل و چک‌لیست‌ها، پیگیری و ارزیابی مستمر، تداوم و پایداری ارزیابی‌ها، نظارت و مدیریت پرسنل توسط فرماندهان	ارزیابی و نظارت مستمر	۸۲
۸	تحلیل علل حوادث، تهیه و تکمیل گزارش نهایی، گزارش‌های فوری حادثه، گزارش‌های تکمیلی حادثه، مستندسازی و اطلاع‌رسانی	تحلیل حوادث و گزارش‌دهی	۵۵
۹	پیشگیری و کنترل حوادث، اقدامات اصلاحی، کاهش نرخ بروز حوادث	پیشگیری و کاهش حوادث	۳۵
۱۰	تعداد نیروها، ساختار نیروی انسانی، سناریوهای مانور و آینده نگری، جذب نیروهای جدید، پشتیبانی از شرکت‌ها	مدیریت مؤثر منابع انسانی	۴۰
۱۱	مدیریت و به‌روزرسانی زیرساخت‌ها، بررسی منابع آبی، استقرار تجهیزات در محل‌های حساس و بحرانی، موقعیت مکانی ایستگاه‌ها، وضعیت تجهیزات و خودروها	مدیریت منابع و زیرساخت‌ها	۵۶
۱۲	ارتباط و هماهنگی با HSE وزارت نفت، ارسال گزارش به ستاد HSE، مطابقت با انتظارات وزارت نفت	ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت	۷۸
۱۳	انگیزه و تعهد نیروها، تعهد و انگیزه در سازمان، تعاملات بین سازمانی برای بهبود انگیزه	افزایش انگیزه و تعهد سازمانی	۳۹



جدول ۲. مقیاس زبان‌شناسی فازی برای مقایسات زوجی (خان و همکاران، ۲۰۲۴)

متغیر زبانی	اختصار	معادل قطعی	مقادیر فازی (L, M, U)
بدون تاثیر	NO	۰	(۰/۰, ۰/۱, ۰/۳)
تاثیر کم	VL	۱	(۰/۱, ۰/۳, ۰/۵)
تاثیر متوسط	L	۲	(۰/۳, ۰/۵, ۰/۷)
تاثیر زیاد	H	۳	(۰/۵, ۰/۷, ۰/۹)
تاثیر خیلی زیاد	VH	۴	(۰/۷, ۰/۹, ۱/۱۰)

دوم، یعنی مطالعات میدانی، از ابزار مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته برای شناسایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز استفاده شده است تا اطلاعات لازم از جامعه آماری و نمونه‌های مطالعاتی جمع‌آوری شده و به‌عنوان داده در بخش تحلیل مضمون به‌کار گرفته شوند. همچنین از پرسش‌نامه مقایسات زوجی برای جمع‌آوری داده‌ها در تکنیک دیمتل فازی استفاده شده است. برای ایجاد روایی در مصاحبه‌ها، از وسایل ضبط‌کننده صوتی به‌جای نوشته‌های دستی استفاده شد، زیرا این کار امکان مطالعه دقیق‌تر داده‌های اولیه را فراهم می‌کند. بنابراین، برای افزایش دقت در جمع‌آوری داده‌ها، تمامی مکالمات با رضایت مصاحبه‌شونده ضبط و سپس به نوشتار تبدیل شدند، همچنین جهت ایجاد پایایی در پژوهش، از مجموعه‌ای از سؤالات متنوع برای درک عمیق‌تر موضوع استفاده شد؛ بدان معنا که در هر مصاحبه برای اطمینان از داده‌های به‌دست‌آمده، سؤالاتی حول جواب مصاحبه‌شونده پرسیده شد تا از ایجاد ابهام احتمالی جلوگیری شود. در ادامه برای بررسی پایایی پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی ضریب ناسازگاری محاسبه گردید که مقدار آن برابر با عدد ۰/۰۲۴۷ است. باتوجه‌به اینکه مقدار محاسبه‌شده کمتر از ۰/۱ است، می‌توان گفت ماتریس مقایسات زوجی از مقدار مناسبی برخوردار است و به بازنگری مجدد نیاز ندارد. همچنین جهت بررسی پایایی، پرسش‌نامه مقایسات زوجی توسط خبرگان صنعتی و دانشگاهی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

در فاز کیفی پژوهش، با استفاده از رویکرد تحلیل مضمون، شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد شناسایی می‌شوند و سپس در فاز کمی، با به‌کارگیری تکنیک دیمتل فازی، روابط علی، تعاملات شاخص‌ها با یکدیگر و رتبه‌بندی آن‌ها مشخص می‌گردد. جامعه آماری این پژوهش در فاز اول مطالعات میدانی یعنی تحلیل مضمون، شامل تمامی رؤسا و کارشناسان واحد آتش‌نشانی و HSE شرکت ملی گاز ایران با حداقل ۱۰ سال سابقه کاری است. انتخاب افراد به روش قضاوتی-هدفمند و به‌صورت گلوله برفی انجام شد؛ به این صورت که ابتدا افرادی با بیشترین اطلاعات و تجربه مرتبط با موضوع انتخاب شدند و سپس از طریق معرفی آن‌ها، افراد جدیدی شناسایی شدند. در این روش، تعداد دقیق

باتوجه‌به اینکه در مطالعات بررسی‌شده از ترکیب روش دیمتل فازی و تحلیل مضمون استفاده نشده است و انتخاب روش‌های مناسب نقش مهمی در دستیابی به نتایج دقیق در تصمیم‌گیری دارد، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی تحلیل مضمون و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی (با استفاده از تکنیک دیمتل فازی) به شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی در شرکت ملی گاز ایران پرداخته است. پژوهش حاضر با عنوان شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی با رویکرد تحلیل مضمون و دیمتل فازی به‌طور کلی در شش بخش تدوین شده است. بخش نخست به معرفی جامعه آماری، نمونه و روش نمونه‌گیری، ابزار تحقیق، روایی و پایایی ابزار، و همچنین مراحل انجام پژوهش می‌پردازد. بخش دوم یافته‌های پژوهش را به‌صورت دقیق و شفاف ارائه می‌دهد و در بخش سوم، پس از بیان اهداف پژوهش، یافته‌های به‌دست‌آمده با نتایج پژوهش‌های پیشین مقایسه شده است. درنهایت، نتیجه‌گیری نهایی، محدودیت‌های پژوهش و پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده ارائه شده است.

روش

پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی است زیرا به دنبال شناسایی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران است تا سیاست‌گذاران شرکت بتوانند با استفاده از آن، اقدامات هدفمند و مؤثری برای ارتقای عملکرد حوزه ایمنی انجام دهند. روش انجام این پژوهش به‌صورت آمیخته (کیفی-کمی) است. در پژوهش حاضر، روش‌های گردآوری داده‌ها به دو بخش تقسیم می‌شوند: مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی.

بخش اول، یعنی مطالعات کتابخانه‌ای، شامل مرور منابع تحقیقاتی، بررسی کتاب‌ها و مقالات داخلی و خارجی است و هدف آن، آشنایی کلی با پیشینه تحقیق و شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی برای تدوین سؤالات تحقیق و مصاحبه‌ها بوده است؛ به این معنا که سؤالات تحقیق براساس بررسی دقیق ادبیات و پیشینه موجود در این حوزه طراحی شده‌اند. در فاز



جدول ۳. ماتریس ارتباط مستقیم فازی

کد	C1	C2	C3	C4	C5
C1	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۹)	(۰/۵۴،۰/۷۴،۰/۹۱)	(۰/۵۷،۰/۷۷،۰/۹۱)	(۰/۳۷،۰/۵۷،۰/۷۵)
C2	(۰/۴۳،۰/۶۳،۰/۸۲)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۳۹،۰/۵۸،۰/۷۶)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۸)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)
C3	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۷)	(۰/۴۲،۰/۶۲،۰/۸۱)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۴۲،۰/۶۲،۰/۸۴)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۳)
C4	(۰/۴۵،۰/۶۵،۰/۸۱)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۷)	(۰/۴۵،۰/۶۵،۰/۸۳)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۳۳،۰/۵۳،۰/۷۱)
C5	(۰/۴۱،۰/۶۱،۰/۷۹)	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۳)	(۰/۴۵،۰/۶۵،۰/۸۳)	(۰/۲۵،۰/۴۳،۰/۶۳)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)
C6	(۰/۳۸،۰/۵۸،۰/۷۷)	(۰/۴۹،۰/۶۹،۰/۸۶)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۶)	(۰/۳۲،۰/۵۱،۰/۷۱)	(۰/۳۸،۰/۵۸،۰/۷۷)
C7	(۰/۳۷،۰/۵۷،۰/۷۶)	(۰/۳۷،۰/۵۷،۰/۷۷)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۷)	(۰/۳۷،۰/۴۶،۰/۶۶)	(۰/۴۵،۰/۶۵،۰/۸۲)
C8	(۰/۴۹،۰/۶۹،۰/۸۵)	(۰/۴۲،۰/۶۲،۰/۸۱)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۴)	(۰/۴۱،۰/۶۱،۰/۷۹)	(۰/۴۱،۰/۶۱،۰/۷۸)
C9	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۴۱،۰/۶۱،۰/۷۹)	(۰/۴۹،۰/۶۹،۰/۸۶)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۸)	(۰/۳۶،۰/۵۵،۰/۷۳)
C10	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۵)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۹)	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۶)	(۰/۳۱،۰/۵۱،۰/۷۱)	(۰/۳۸،۰/۵۸،۰/۷۷)
C11	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۹)	(۰/۳۵،۰/۵۴،۰/۷۳)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۸)	(۰/۴۰،۰/۵۹،۰/۷۸)	(۰/۳۲،۰/۵۱،۰/۷۰)
C12	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۵)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۷)	(۰/۴۹،۰/۶۹،۰/۸۵)	(۰/۳۶،۰/۵۵،۰/۷۴)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۷)
C13	(۰/۵۵،۰/۷۵،۰/۹۰)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۴)	(۰/۳۹،۰/۵۹،۰/۷۸)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۷)

ادامه جدول ۳ ماتریس ارتباط مستقیم فازی

کد	C6	C7	C8	C9
C1	(۰/۳۸،۰/۵۸،۰/۷۷)	(۰/۳۵،۰/۵۵،۰/۷۵)	(۰/۴۴،۰/۶۳،۰/۸۱)	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۴)
C2	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۳۲،۰/۵۱،۰/۷۱)	(۰/۴۸،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۳۵،۰/۵۴،۰/۷۳)
C3	(۰/۵۹،۰/۷۹،۰/۹۳)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۸)	(۰/۵۹،۰/۷۹،۰/۹۳)	(۰/۵۴،۰/۷۴،۰/۸۹)
C4	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۳)	(۰/۳۴،۰/۵۴،۰/۷۳)	(۰/۵۳،۰/۷۳،۰/۸۹)	(۰/۶۱،۰/۸۱،۰/۹۵)
C5	(۰/۴۹،۰/۶۹،۰/۸۵)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۹)	(۰/۵۷،۰/۷۷،۰/۹۲)	(۰/۳۲،۰/۵۱،۰/۷۱)
C6	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۸)	(۰/۵۵،۰/۷۴،۰/۸۹)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۷)
C7	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۷)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۵۸،۰/۷۸،۰/۹۲)	(۰/۳۳،۰/۵۳،۰/۷۳)
C8	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۷)	(۰/۴۱،۰/۶۱،۰/۷۹)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)	(۰/۳۹،۰/۵۸،۰/۷۷)
C9	(۰/۵۳،۰/۷۳،۰/۸۹)	(۰/۳۶،۰/۵۵،۰/۷۳)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۷)	(۰/۰۰،۰/۰۰،۰/۰۰)
C10	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۳۷،۰/۵۷،۰/۷۵)	(۰/۵۴،۰/۷۴،۰/۹۰)	(۰/۳۵،۰/۵۵،۰/۷۵)
C11	(۰/۴۵،۰/۶۵،۰/۸۳)	(۰/۳۷،۰/۵۷،۰/۷۶)	(۰/۵۱،۰/۷۱،۰/۸۸)	(۰/۳۶،۰/۵۵،۰/۷۵)
C12	(۰/۴۷،۰/۶۷،۰/۸۵)	(۰/۵۰،۰/۷۰،۰/۸۷)	(۰/۵۸،۰/۷۸،۰/۹۳)	(۰/۴۷،۰/۶۶،۰/۸۳)
C13	(۰/۴۳،۰/۶۳،۰/۸۱)	(۰/۴۲،۰/۶۲،۰/۷۹)	(۰/۴۶،۰/۶۶،۰/۸۳)	(۰/۳۵،۰/۵۴،۰/۷۳)



ادامه جدول ۳ ماتریس ارتباط مستقیم فازی

کد	C10	C11	C12	C13
C1	(۰/۳۱,۰/۵۰,۰/۶۹)	(۰/۴۲,۰/۶۲,۰/۸۱)	(۰/۴۱,۰/۶۱,۰/۷۹)	(۰/۴۳,۰/۶۳,۰/۸۱)
C2	(۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۳)	(۰/۳۰,۰/۵۰,۰/۶۹)	(۰/۴۲,۰/۶۲,۰/۷۹)	(۰/۴۹,۰/۶۹,۰/۸۴)
C3	(۰/۴۷,۰/۶۷,۰/۸۵)	(۰/۴۱,۰/۶۱,۰/۷۹)	(۰/۴۲,۰/۶۲,۰/۸۰)	(۰/۴۳,۰/۶۳,۰/۸۱)
C4	(۰/۳۶,۰/۵۵,۰/۷۴)	(۰/۵۰,۰/۷۰,۰/۸۷)	(۰/۴۹,۰/۶۹,۰/۸۶)	(۰/۴۷,۰/۶۷,۰/۸۳)
C5	(۰/۴۱,۰/۶۱,۰/۷۸)	(۰/۳۱,۰/۵۰,۰/۶۹)	(۰/۵۳,۰/۷۳,۰/۸۸)	(۰/۴۴,۰/۶۴,۰/۸۱)
C6	(۰/۴۳,۰/۶۳,۰/۸۲)	(۰/۴۲,۰/۶۲,۰/۷۹)	(۰/۴۴,۰/۶۴,۰/۸۱)	(۰/۴۲,۰/۶۲,۰/۷۹)
C7	(۰/۳۷,۰/۵۷,۰/۷۵)	(۰/۳۵,۰/۵۵,۰/۷۴)	(۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۲)	(۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۳)
C8	(۰/۴۱,۰/۶۱,۰/۷۹)	(۰/۳۷,۰/۵۷,۰/۷۵)	(۰/۴۳,۰/۶۳,۰/۸۱)	(۰/۴۶,۰/۶۶,۰/۸۴)
C9	(۰/۳۵,۰/۵۴,۰/۷۳)	(۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۲)	(۰/۴۳,۰/۶۳,۰/۸۰)	(۰/۴۰,۰/۵۹,۰/۷۷)
C10	(۰/۰۰,۰/۰۰,۰/۰۰)	(۰/۳۱,۰/۵۰,۰/۶۹)	(۰/۳۴,۰/۵۴,۰/۷۳)	(۰/۳۵,۰/۵۵,۰/۷۳)
C11	(۰/۲۹,۰/۴۹,۰/۶۷)	(۰/۰۰,۰/۰۰,۰/۰۰)	(۰/۳۸,۰/۵۸,۰/۷۷)	(۰/۳۵,۰/۵۴,۰/۷۲)
C12	(۰/۳۸,۰/۵۸,۰/۷۶)	(۰/۳۳,۰/۵۳,۰/۷۱)	(۰/۰۰,۰/۰۰,۰/۰۰)	(۰/۴۷,۰/۶۶,۰/۸۲)
C13	(۰/۴۰,۰/۵۹,۰/۷۷)	(۰/۳۴,۰/۵۴,۰/۷۳)	(۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۳)	(۰/۰۰,۰/۰۰,۰/۰۰)

برای حجم نمونه‌های تصادفی، مشخص گردید. در نهایت پس از جمع‌آوری ۱۵ پرسش‌نامه، اطلاعات به حد کافی برای تحلیل روابط میان شاخص‌ها جمع‌آوری شد. مدل مفهومی این پژوهش در تصویر شماره ۱ قابل مشاهده است.

به‌منظور شناسایی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی، از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با رؤسا و کارشناسان واحد آتش‌نشانی و HES صورت گرفت و داده‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان ورودی در روش تحلیل مضمون استفاده شد. بدین منظور داده‌های ضبط‌شده به نوشتار تبدیل شدند و فرایند کدگذاری داده‌ها در نرم‌افزار ATLAS-TI نسخه ۸ آغاز گردید. برای این کار ابتدا متن مصاحبه‌ها چندین بار به‌منظور درک عمیق موضوع بررسی و مورد مطالعه قرار گرفت. پس از رسیدن به درک عمیق از مصاحبه‌ها، مفاهیم اولیه از جملات طولانی استخراج شد و پس از آن مضامینی که می‌توانستند نمایانگر بخش‌هایی از متن باشند، شناسایی و ثبت شدند. با این کار کدگذاری اولیه انجام شد و از ۱۰۲ مفهوم شناسایی شده، ۷۲ کد اولیه استخراج گردید. پس از بررسی مجدد، مقایسه آن‌ها و شناسایی مشابهت‌های موجود، کدهایی که دارای وجوه مشترک بودند در دسته‌بندی‌های بزرگ‌تری تحت عنوان کدهای ثانویه قرار گرفتند و در نتیجه، ۱۳ شاخص کلیدی شناسایی شد که جدول شماره ۱ نشانگر شاخص‌های شناسایی شده است.

پس از شناسایی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد، حال جهت رتبه‌بندی شاخص‌ها و بررسی روابط بین شاخص‌ها از

افراد از پیش مشخص نبود و فرایند گردآوری داده‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت؛ به‌طوری‌که در دهمین مصاحبه، اشباع نظری داده‌ها حاصل شد، اما برای اطمینان بیشتر، مصاحبه‌ها تا نفر دوازدهم ادامه پیدا کرد. همچنین، سؤالات تحقیق ابتدا با بررسی دقیق ادبیات و پیشینه موجود در این حوزه تدوین شد و به‌منظور اطمینان از جامعیت و دقت بیشتر، نظرات و دیدگاه‌های برخی از صاحب‌نظران این حوزه نیز مورد بررسی قرار گرفت. برایناساس، معیار اصلی انتخاب جامعه آماری، تجربه و تخصص افراد و توانایی آن‌ها در ارائه اطلاعات مفید و مرتبط است. این فرایند چند مرحله‌ای تضمین می‌کند که سؤالات تحقیق به‌طور کامل و دقیق به موضوعات مورد نظر پرداخته است و از تمامی زوایا بررسی شده است. در فاز کمی پژوهش (دیمتال فازی) که هدف آن شناسایی روابط میان شاخص‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها است، از پرسش‌نامه مقایسات زوجی استفاده شد. جامعه آماری این بخش شامل رؤسای واحد آتش‌نشانی پالایشگاه‌های شرکت ملی گاز با حداقل ۱۰ سال سابقه کاری است. به‌دلیل محدودیت تعداد پالایشگاه‌ها و تخصصی بودن موضوع، انتخاب افراد از طریق روش نمونه‌گیری قضایای همدفند انجام شد. حجم نمونه در این پژوهش بین ۱۰ تا ۱۵ نفر از رؤسای آتش‌نشانی در نظر گرفته شد که نهایتاً ۱۵ پرسش‌نامه به دست آمد؛ از آن‌جا که تعداد دقیق جامعه آماری از پیش مشخص نبود و جامعه آماری محدود به رؤسای آتش‌نشانی پالایشگاه‌ها است، تعداد افراد براساس توانایی آن‌ها در ارائه اطلاعات مفید و مرتبط با موضوع و باتوجه‌به محدودیت در تعداد پالایشگاه‌ها، بدون نیاز به فرمول‌های آماری



جدول ۴. ماتریس ارتباط کامل قطعی

کد	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
C1	۵۱۱/۰	۵۳۸/۰	۵۶۳/۰	۵۳۲/۰	۵۲۶/۰	۵۶۲/۰	۵۲۷/۰	۵۸۹/۰	۵۳۴/۰	۵۰۸/۰	۵۱۵/۰	۵۴۱/۰	۵۳۲/۰
C2	۵۳۹/۰	۴۶۹/۰	۵۳۸/۰	۵۰۷/۰	۵۲۳/۰	۵۵۸/۰	۵۱۶/۰	۵۸۱/۰	۵۰۶/۰	۵۰۵/۰	۴۹۴/۰	۵۲۸/۰	۵۲۶/۰
C3	۵۹۳/۰	۵۶۹/۰	۵۳۰/۰	۵۵۰/۰	۵۶۶/۰	۶۱۳/۰	۵۷۷/۰	۶۳۸/۰	۵۶۷/۰	۵۵۳/۰	۵۴۴/۰	۵۷۲/۰	۵۶۳/۰
C4	۵۵۴/۰	۵۳۷/۰	۵۵۶/۰	۴۶۶/۰	۵۲۲/۰	۵۶۷/۰	۵۳۰/۰	۶۰۰/۰	۵۴۴/۰	۵۱۳/۰	۵۲۵/۰	۵۴۹/۰	۵۴۰/۰
C5	۵۵۰/۰	۵۳۷/۰	۵۵۳/۰	۵۰۱/۰	۴۷۲/۰	۵۷۰/۰	۵۴۵/۰	۶۰۰/۰	۵۱۷/۰	۵۱۷/۰	۵۰۴/۰	۵۴۹/۰	۵۳۱/۰
C6	۵۵۵/۰	۵۵۰/۰	۵۶۷/۰	۵۱۷/۰	۵۳۳/۰	۵۱۶/۰	۵۵۲/۰	۶۰۵/۰	۵۴۲/۰	۵۲۳/۰	۵۲۰/۰	۵۴۷/۰	۵۳۹/۰
C7	۵۳۶/۰	۵۲۳/۰	۵۵۰/۰	۴۹۳/۰	۵۱۷/۰	۵۶۱/۰	۴۶۸/۰	۵۹۰/۰	۵۰۶/۰	۵۰۳/۰	۴۹۴/۰	۵۲۸/۰	۵۲۰/۰
C8	۵۵۹/۰	۵۴۰/۰	۵۶۲/۰	۵۲۱/۰	۵۳۱/۰	۵۷۶/۰	۵۳۹/۰	۵۳۴/۰	۵۲۷/۰	۵۱۹/۰	۵۱۳/۰	۵۴۳/۰	۵۳۴/۰
C9	۵۵۵/۰	۵۳۵/۰	۵۵۷/۰	۵۲۶/۰	۵۲۱/۰	۵۷۱/۰	۵۲۸/۰	۵۹۲/۰	۴۶۹/۰	۵۰۶/۰	۵۱۲/۰	۵۳۸/۰	۵۲۷/۰
C10	۵۳۱/۰	۵۲۷/۰	۵۳۴/۰	۴۹۲/۰	۵۰۷/۰	۵۵۱/۰	۵۱۵/۰	۵۷۶/۰	۵۰۰/۰	۴۴۲/۰	۴۸۷/۰	۵۱۲/۰	۵۰۴/۰
C11	۵۲۶/۰	۵۰۴/۰	۵۲۸/۰	۴۹۶/۰	۴۹۶/۰	۵۳۹/۰	۵۰۹/۰	۵۷۰/۰	۴۹۸/۰	۴۸۵/۰	۴۳۵/۰	۵۱۳/۰	۴۹۹/۰
C12	۵۵۹/۰	۵۴۵/۰	۵۶۸/۰	۵۲۱/۰	۵۴۶/۰	۵۷۹/۰	۵۵۳/۰	۶۱۲/۰	۵۳۸/۰	۵۲۲/۰	۵۱۲/۰	۴۹۲/۰	۵۴۳/۰
C13	۵۶۴/۰	۵۴۸/۰	۵۵۸/۰	۵۲۳/۰	۵۴۲/۰	۵۶۹/۰	۵۴۱/۰	۵۹۳/۰	۵۲۲/۰	۵۲۱/۰	۵۰۹/۰	۵۴۵/۰	۴۸۰/۰

می‌گردد و در ماتریس نرمال ضرب می‌شود تا ماتریس ارتباط کامل به دست آید. این فرایند باید برای هر سه کران انجام شود.

3.

$$T_l = N_l \times (I - N_l)^{-1} \quad T_m = N_m \times (I - N_m)^{-1} \quad T_u = N_u \times (I - N_u)^{-1}$$

درایه‌های ماتریس ارتباط کامل فازی به صورت $\tilde{t}_{ij} = (t_{ij}^l, t_{ij}^m, t_{ij}^u)$ نمایش داده می‌شوند و در ادامه برای قطعی‌سازی این مقادیر، از فرمول شماره ۴ استفاده می‌شود. در نهایت، ماتریس ارتباط کامل قطعی تشکیل شد (جدول شماره ۴).

$$4. \frac{L + M + U}{3}$$

در ادامه، برای رسم دیاگرام علی باید ماتریس نقشه روابط تشکیل شود، برای این کار مقدار آستانه محاسبه شد. مقدار آستانه برابر با میانگین درایه‌های ماتریس ارتباط کامل است. سپس، اعداد کمتر از مقدار آستانه حذف شد، بدین معنا که در رابطه علی در نظر گرفته نشدند، چرا در سیستم تأثیری ندارند (جدول شماره ۵ ماتریس نقشه روابط شبکه را نشان می‌دهد). برای رسم دیاگرام علی، کافی است هر عامل در ماتریس نقشه روابط با استفاده از فلش به عامل‌های مرتبط در ستون‌های ماتریس که مقادیر آن‌ها بیش از صفر است، متصل شود. تصویر شماره ۲ دیاگرام علی شاخص‌ها را نمایش می‌دهد.

در پایان این پژوهش، جهت شناسایی نقش هریک از شاخص‌ها و رتبه‌بندی و اهمیت کلی آن‌ها مجموع عناصر ستون‌ها و

دیمتل فازی استفاده شد. تکنیک دیمتل براساس نمودارهایی است که می‌تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم کند و رابطه بین آن‌ها را به صورت یک مدل ساختاری قابل فهم نشان دهد (امین طهماسبی و همکاران، ۱۳۹۹). در این مرحله خبرگان میزان اثرگذاری هر شاخص بر شاخص متناظرش را با استفاده از جدول شماره ۲ مشخص کردند.

با استفاده از نظرات ۱۵ خبره و تبدیل مقادیر قطعی به فازی و سپس به کمک میانگین حسابی ساده آن‌ها، جدول ماتریس روابط مستقیم فازی برای شاخص‌ها (جدول شماره ۳) تشکیل شد.

در ادامه مراحل دیمتل فازی، ابتدا مطابق با فرمول شماره ۱ مجموع مقادیر بالای اعداد فازی مثلی در هر سطر محاسبه شد و بیشترین مقدار به عنوان k انتخاب شد. پس از آن کافی است تمامی درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم فازی را مطابق فرمول شماره ۲ بر مقدار k به دست آمده تقسیم شوند تا ماتریس نرمالایز شده روابط مستقیم فازی ایجاد شود.

$$1. k = \max_{1 \leq i < n} \left(\sum_{j=1}^n u'_{ij} \right)$$

$$2. \tilde{N} = \frac{\tilde{Z}}{k}$$

در گام بعد، برای تشکیل ماتریس ارتباط کامل مطابق فرمول شماره ۳، ابتدا یک ماتریس همانی (I) تشکیل شده و ماتریس همانی ۱۳ در ۱۳ از ماتریس نرمال کم می‌شود و سپس معکوس



جدول ۵. ماتریس نقشه روابط شبکه

کد	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
C1	۰۰۰/۰	۵۳۸/۰	۵۶۳/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۶۲/۰	۰۰۰/۰	۵۸۹/۰	۵۳۴/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۱/۰	۰۰۰/۰
C2	۵۳۹/۰	۰۰۰/۰	۵۳۸/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۵۸/۰	۰۰۰/۰	۵۸۱/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰
C3	۵۹۳/۰	۵۶۹/۰	۰۰۰/۰	۵۵۰/۰	۵۶۶/۰	۶۱۳/۰	۵۷۷/۰	۶۳۸/۰	۵۶۷/۰	۵۵۳/۰	۵۴۴/۰	۵۷۲/۰	۵۶۳/۰
C4	۵۵۴/۰	۵۳۷/۰	۵۵۶/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۶۷/۰	۰۰۰/۰	۶۰۰/۰	۵۴۴/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۹/۰	۵۴۰/۰
C5	۵۵۰/۰	۵۳۷/۰	۵۵۳/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۷۰/۰	۵۴۵/۰	۶۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۹/۰	۰۰۰/۰
C6	۵۵۵/۰	۵۵۰/۰	۵۶۷/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۱۶/۰	۵۵۲/۰	۶۰۵/۰	۵۴۲/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۷/۰	۵۳۹/۰
C7	۵۳۶/۰	۰۰۰/۰	۵۵۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۶۱/۰	۰۰۰/۰	۵۹۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰
C8	۵۵۹/۰	۵۴۰/۰	۵۶۲/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۷۶/۰	۵۳۹/۰	۵۳۴/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۳/۰	۵۳۴/۰
C9	۵۵۵/۰	۵۳۵/۰	۵۵۷/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۷۱/۰	۰۰۰/۰	۵۹۲/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۳۸/۰	۰۰۰/۰
C10	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۳۴/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۵۱/۰	۰۰۰/۰	۵۷۶/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰
C11	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۳۹/۰	۰۰۰/۰	۵۷۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰
C12	۵۵۹/۰	۵۴۵/۰	۵۶۸/۰	۰۰۰/۰	۵۴۶/۰	۵۷۹/۰	۵۵۳/۰	۶۱۲/۰	۵۳۸/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۳/۰
C13	۵۶۴/۰	۵۴۸/۰	۵۵۸/۰	۰۰۰/۰	۵۴۲/۰	۵۶۹/۰	۵۴۱/۰	۵۹۳/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۵۴۵/۰	۰۰۰/۰

قطعی به مقادیر فازی ماتریس ارتباط کامل فازی مطابق جدول شماره ۳ تشکیل شد.

جدول شماره ۳، دارای کران پایین (L)، کران متوسط (M) و کران بالای (U) عدد فازی مثلثی است که برای مدیریت عدم قطعیت و ابهام در پاسخ‌های کارشناسان به کار گرفته شده است؛ همچنین هریک از شاخص‌های مدیریت مؤثر منابع انسانی، مدیریت منابع و زیرساخت‌ها، آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها، افزایش انگیزه و تعهد سازمانی، استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک لیست‌ها، مدیریت عملیات و کنترل حوادث، تحلیل حوادث و گزارش‌دهی، پیشگیری و کاهش حوادث، آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها، تجهیزات و فناوری‌های نوین، مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی، ارزیابی و نظارت مستمر و ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت به ترتیب با کدهای C1 تا C13 نام‌گذاری شده‌اند.

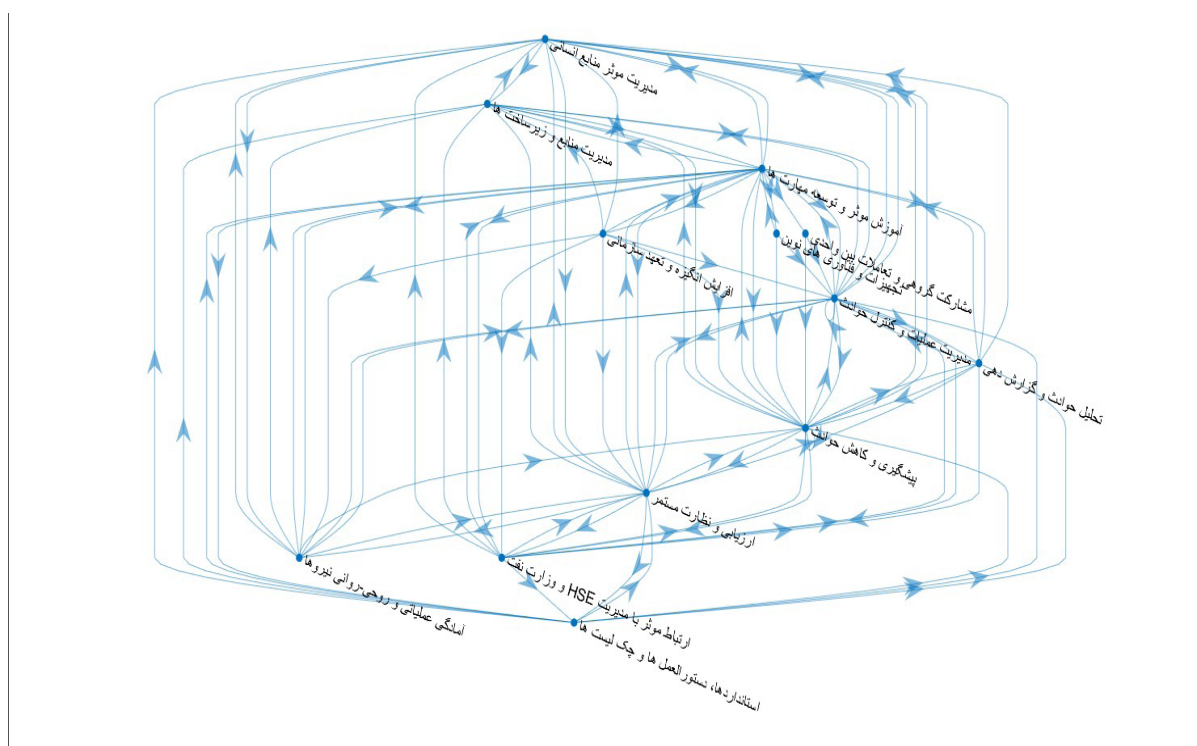
پس از آن، نرمال‌سازی ماتریس براساس بیشترین مقدار محاسبه شده برای k مطابق با فرمول شماره ۱ انجام شد. مقدار k برابر با ۲۴/۱۰ است و با تقسیم تمامی درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم فازی بر این مقدار، ماتریس نرمال شده به دست آمد. سپس، با استفاده از فرمول‌های ۳ و ۴، ماتریس ارتباط کامل قطعی (جدول شماره ۴) محاسبه شد.

در ادامه مراحل دیمت فازی، نوبت به رسم دیاگرام علی شاخص‌ها است. برای این کار با استفاده از ماتریس ارتباط کامل قطعی ابتدا با استفاده از میانگین تمامی درایه‌های ماتریس حد آستانه محاسبه

سطرهای ماتریس ارتباط کامل را محاسبه و به صورت بردارهای تأثیرگذار (D) و تأثیرپذیر (R) نام‌گذاری شدند. در نهایت، اهمیت کلی شاخص‌ها (D+R) و نقش هریک از شاخص‌ها یا میزان اثرگذاری و اثرپذیری شاخص‌ها (D-R) مشخص شد. عواملی که دارای رابطه (D-R) مثبت باشند، تأثیرگذار (علت) و عواملی که منفی باشند، تأثیرپذیر (معلول) هستند.

یافته‌ها

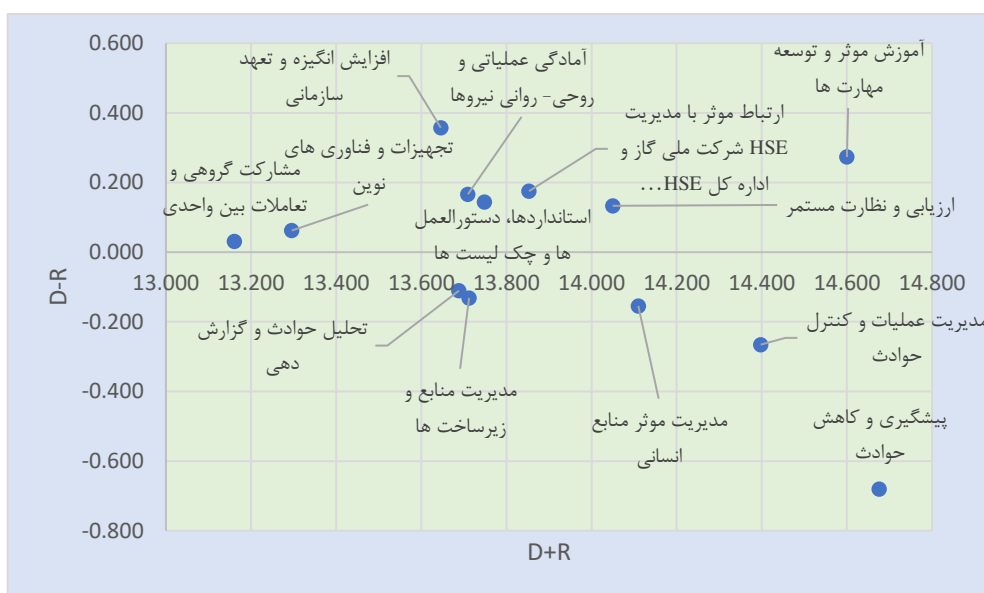
نتایج یافته‌ها در مرحله نخست پژوهش، شناسایی ۱۳ شاخص مدیریت مؤثر منابع انسانی، مدیریت منابع و زیرساخت‌ها، آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها، افزایش انگیزه و تعهد سازمانی، استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک لیست‌ها، مدیریت عملیات و کنترل حوادث، تحلیل حوادث و گزارش‌دهی، پیشگیری و کاهش حوادث، آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها، تجهیزات و فناوری‌های نوین، مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی، ارزیابی و نظارت مستمر، مدیریت مؤثر منابع انسانی و ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت به عنوان شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران است که با استفاده تکنیک تحلیل مضمون و در طی دو مرحله کدگذاری به دست آمد؛ پس از شناسایی شاخص‌ها نوبت به تکنیک دیمت فازی جهت رتبه‌بندی و بررسی تعاملات شاخص‌ها با یکدیگر است؛ پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی از خبرگان و معادل‌سازی عبارات



تصویر ۲. دیاگرام علی شاخص های کلیدی ارزیابی عملکرد

حال باتوجه به این توضیحات کفایت ارتباط شاخص ها را به صورت سطر به ستون در نظر گرفته و هر کدام که مقداری به غیر از صفر دارند را به هم متصل کنیم. بدین صورت دیاگرام علی مطابق با تصویر شماره ۲ خواهیم داشت که نشانگر چگونگی تعامل شاخص ها با یکدیگر است.

گردید که برابر با عدد ۵۳۴/۰ است، این مقدار نشان می دهد که آیا ارتباط بین دو متغیر معنی دار است یا خیر. به این ترتیب، اگر مقدار دیفازی شده مربوط به ارتباط دو متغیر در جدول شماره ۵ کمتر از مقدار حد آستانه باشد، ارتباط آن دو متغیر معنی دار نیست و مقدار صفر به آن تعلق می گیرد اما اگر از مقدار حد آستانه بزرگ تر یا مساوی باشد، ارتباط معنی دار خواهد بود.



تصویر ۳. نمودار علی شاخص ها



جدول ۶. روابط (D) و (R)

کد	شاخص‌ها	اثر گذاری (D)	اثر پذیری (R)	D+R	رتبه	D-R	نوع شاخص‌ها
C8	پیشگیری و کاهش حوادث	۶/۹۹۸	۷/۶۷۸	۱۴/۶۷۶	۱	-۰/۶۸۰	معلول
C3	آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها	۷/۴۳۷	۷/۱۶۳	۱۴/۶۰۰	۲	-۰/۳۷۳	علت
C6	مدیریت عملیات و کنترل حوادث	۷/۰۶۶	۷/۳۳۲	۱۴/۳۹۷	۳	-۰/۲۶۶	معلول
C1	مدیریت مؤثر منابع انسانی	۶/۹۷۸	۷/۱۳۳	۱۴/۱۱۰	۴	-۰/۱۵۴	معلول
C12	ارزیابی و نظارت مستمر	۷/۰۹۱	۶/۹۵۸	۱۴/۰۵۰	۵	-۰/۱۳۳	علت
C13	ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت	۷/۰۱۷	۶/۸۳۹	۱۳/۸۵۳	۶	-۰/۱۷۵	علت
C5	استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک لیست‌ها	۶/۹۴۶	۶/۸۰۲	۱۳/۷۴۸	۷	-۰/۱۴۴	علت
C2	مدیریت منابع و زیرساخت‌ها	۶/۷۹۰	۶/۹۲۲	۱۳/۷۱۲	۸	-۰/۱۳۱	معلول
C9	آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها	۶/۹۳۸	۶/۷۷۲	۱۳/۷۱۰	۹	-۰/۱۶۶	علت
C7	تحلیل حوادث و گزارش دهی	۶/۷۸۹	۶/۸۹۹	۱۳/۶۸۸	۱۰	-۰/۱۱۱	معلول
C4	افزایش انگیزه و تعهد سازمانی	۷/۰۰۲	۶/۶۴۴	۱۳/۶۴۶	۱۱	-۰/۳۵۷	علت
C10	تجهیزات و فناوری‌های نوین	۶/۶۷۹	۶/۶۱۷	۱۳/۲۹۶	۱۲	-۰/۰۶۲	علت
C11	مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی	۶/۵۹۶	۶/۵۶۵	۱۳/۱۶۱	۱۳	-۰/۰۳۱	علت

براساس دیگرام حاصل از ماتریس نقشه روابط شبکه‌ای (جدول شماره ۵)، دو نوع رابطه قابل مشاهده است: روابط مستقیم، روابط غیرمستقیم.

روابط مستقیم

تحلیل روابط مستقیم میان شاخص‌ها براساس مقادیر غیر صفر در سلول‌های ماتریس نقشه روابط شبکه‌ای انجام می‌شود. اگر یک عنصر ماتریس (در سطر یا ستون) مقدار غیر صفر داشته باشد، نشان‌دهنده تأثیر مستقیم بین آن دو شاخص است. بزرگی این مقدار نیز بیانگر قوت ارتباط است. برای نمونه، مقدار ۰/۵۳۸ در سلول مربوط به (C1) و (C2) نشان می‌دهد که مدیریت مؤثر منابع انسانی (C1) بر مدیریت منابع و زیرساخت‌ها (C2) تأثیر مستقیم دارد. در مقابل، مقدار صفر در سلول (C1) و (C11) نشان‌دهنده عدم وجود رابطه مستقیم بین این دو شاخص است. مقدار صفر به معنای نبودن هیچ‌گونه ارتباط نیست؛ بلکه صرفاً حاکی از عدم وجود رابطه مستقیم است و مانع وجود سایر روابط نمی‌شود.

روابط غیرمستقیم

همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، حتی در صورت عدم وجود ارتباط مستقیم (مقدار صفر) بین دو شاخص، ممکن است ارتباط غیرمستقیم از طریق یک یا چند شاخص دیگر وجود داشته باشد و شبکه‌ای از روابط زنجیره‌ای شکل

بگیرد؛ به‌عنوان مثال، شاخص مدیریت منابع و زیرساخت‌ها (C2) با آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها (C3) رابطه مستقیم دارد. همچنین، شاخص آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها (C3) بر تحلیل حوادث و گزارش‌دهی (C7) تأثیر دارد. در این میان، شاخص مدیریت منابع و زیرساخت‌ها (C2) با تحلیل حوادث و گزارش‌دهی (C7) ارتباط مستقیم ندارد، اما تأثیر خود را از طریق شاخص آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها (C3) منتقل می‌کند. بنابراین، رابطه‌ای غیرمستقیم میان این دو شاخص وجود دارد که وابسته به تأثیرگذاری از طریق سایر شاخص‌ها است.

در آخر، برای رتبه‌بندی شاخص‌ها و تعیین نقش هریک از آن‌ها در سیستم مورد مطالعه، براساس ارتباط کامل قطعی (جدول شماره ۴)، مجموع سطرها برای مشخص کردن مقدار تأثیرگذاری (D) و مجموع ستون‌ها برای تعیین مقدار تأثیرپذیری (R) محاسبه شد. همچنین، برای هر متغیر دو مقدار (D+R) و (D-R) مطابق جدول شماره ۶ محاسبه شد.

براساس اهمیت کلی یعنی رابطه (D+R) شاخص پیشگیری و کاهش حوادث در رتبه نخست، شاخص آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها در رتبه دوم و شاخص مدیریت عملیات و کنترل حوادث در رتبه سوم قرار دارند؛ همچنین شاخص‌های مدیریت مؤثر منابع انسانی، ارزیابی و نظارت مستمر، ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت، استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک لیست‌ها، مدیریت منابع و زیرساخت‌ها، آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها، تحلیل



جدول ۷. خلاصه یافته‌ها

شماره	سؤالات تحقیق	پاسخ
۱	شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد کدام‌اند؟	۱. مدیریت مؤثر منابع انسانی ۲. مدیریت منابع و زیرساخت‌ها ۳. آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها ۴. افزایش انگیزه و تعهد سازمانی ۵. استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک‌لیست‌ها ۶. مدیریت عملیات و کنترل حوادث ۷. تحلیل حوادث و گزارش‌دهی ۸. پیشگیری و کاهش حوادث ۹. آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها ۱۰. تجهیزات و فناوری‌های نوین ۱۱. مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی ۱۲. ارزیابی و نظارت مستمر ۱۳. ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت
۲	رتبه شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد واحدهای آتش‌نشانی به چه صورت است؟	۱. پیشگیری و کاهش حوادث ۲. آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها ۳. مدیریت عملیات و کنترل حوادث ۴. مدیریت مؤثر منابع انسانی ۵. ارزیابی و نظارت مستمر ۶. ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت ۷. استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک‌لیست‌ها ۸. مدیریت منابع و زیرساخت‌ها ۹. آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها ۱۰. تحلیل حوادث و گزارش‌دهی ۱۱. افزایش انگیزه و تعهد سازمانی ۱۲. تجهیزات و فناوری‌های نوین ۱۳. مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی
۳	نحوه تعامل این شاخص‌ها با یکدیگر به چه صورت است؟	باتوجه به تصویر شماره ۲ تعامل شاخص‌ها به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم است که ۵۱ درصد این روابط به صورت مستقیم و ۴۹ درصد روابط به شکل غیرمستقیم می‌باشد.

مدیریت منابع و زیرساخت‌ها، مدیریت عملیات و کنترل حوادث، پیشگیری و کاهش حوادث و تحلیل حوادث و گزارش‌دهی به عنوان متغیرهای معلول شناخته می‌شوند.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر که با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد واحد آتش‌نشانی شرکت ملی گاز ایران انجام شد، از ارزش علمی و عملی بالایی برخوردار است. در این پژوهش با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل مضمون و دیمتل فازی، شاخص‌های کلیدی شناسایی و روابط علی و معلولی آن‌ها بررسی شد. این نتایج نشان داد شاخص پیشگیری و کاهش حوادث، بالاترین اولویت را دارد. این شاخص نقشی کلیدی در حفظ سلامت کارکنان و کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث ایفا می‌کند. همچنین شاخص‌های آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها و مدیریت عملیات و کنترل حوادث نیز به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. این یافته‌ها اهمیت بهبود مداوم دانش و مهارت‌های کارکنان را نشان می‌دهند، چراکه علاوه بر افزایش

حوادث و گزارش‌دهی، افزایش انگیزه و تعهد سازمانی، تجهیزات و فناوری‌های نوین، مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در این میان شاخص افزایش انگیزه و تعهد سازمانی با مقدار ۰/۳۵۷ تأثیرگذارترین شاخص و پیشگیری و کاهش حوادث با مقدار ۰/۶۸۰- تأثیرپذیرترین شاخص شناسایی شد که خلاصه این جدول در **تصویر شماره ۳** قابل مشاهده است.

همان‌طور که در **تصویر شماره ۳** مشاهده می‌شود، متغیرهایی که بالای محور افقی قرار دارند، متغیرهای علت و متغیرهایی که زیر محور افقی قرار دارند، متغیرهای معلول هستند. بنابراین، شاخص‌های آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها، ارزیابی و نظارت مستمر، ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت، استانداردها، دستورالعمل‌ها و چک‌لیست‌ها، آمادگی عملیاتی و روحی- روانی نیروها، افزایش انگیزه و تعهد سازمانی، تجهیزات و فناوری‌های نوین و مشارکت گروهی و تعاملات بین واحدی به دلیل مثبت بودن مقادیر D-R به عنوان متغیرهای علت و شاخص‌های مدیریت مؤثر منابع انسانی،



پیشگیری و کاهش حوادث و تحلیل و گزارش‌دهی حوادث به‌عنوان شاخص‌های معلول شناسایی شده‌اند. از میان این شاخص‌ها، پیشگیری و کاهش حوادث بیشترین تأثیرپذیری را دارد، به این معنا که عملکرد این شاخص به‌شدت وابسته به دیگر عوامل است. بنابراین، مدیریت بهینه عوامل علی برای بهبود این شاخص ضروری است.

علاوه‌براین، شاخص‌هایی مانند آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها، ارزیابی و نظارت مستمر، تعامل با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت، استانداردها و دستورالعمل‌ها، افزایش انگیزه و تعهد سازمانی و مشارکت گروهی، به‌عنوان شاخص‌های علی یا تأثیرگذار شناسایی شدند. از میان این شاخص‌ها، شاخص افزایش انگیزه و تعهد سازمانی بیشترین تأثیرگذاری را دارد، که نشان‌دهنده نقش حیاتی آن در بهبود عملکرد کلی سیستم است. به‌طور کلی، نتایج حاکی از آن است که شاخص‌هایی مانند پیشگیری و کاهش حوادث، به‌دلیل تأثیرپذیری بالا و اهمیت کلی، نقش محوری در ارتقای عملکرد دارند.

ازسوی دیگر، توجه به شاخص آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها، با تأثیرگذاری بالا، می‌تواند به ارتقای دانش و توانمندی کارکنان کمک کند. توجه هماهنگ و هم‌زمان به این شاخص‌ها موجب بهبود مستمر عملکرد سازمان و کاهش خطرات می‌شود. درواقع پژوهش حاضر، چارچوبی عملی برای بهبود مدیریت و عملکرد واحدهای آتش‌نشانی ارائه می‌دهد که قابلیت تعمیم به سایر صنایع حیاتی را نیز دارد و این نتایج می‌تواند به مدیران و سیاست‌گذاران در شناسایی و اولویت‌بندی اقدامات استراتژیک مؤثر برای افزایش ایمنی و بهره‌وری کمک کنند. **جدول شماره ۷**، خلاصه‌ای از نتایج تحقیق را نشان می‌دهد.

محدودیت‌های پژوهش

هر پژوهشی به‌طور طبیعی با محدودیت‌هایی همراه است و این پژوهش نیز از این قاعده مستثنا نیست. یکی از چالش‌های اصلی، تنوع در تجربیات و برداشت‌های مصاحبه‌شوندگان بود که گاهی به اختلاف یا تناقض در اطلاعات ارائه‌شده منجر می‌شد و فرآیند ارزیابی صحت داده‌ها را پیچیده می‌کرد. محدودیت زمانی برای انجام مصاحبه‌ها نیز عمق برخی پاسخ‌ها را کاهش داد، درحالی‌که مشغله کاری برخی مشارکت‌کنندگان باعث شد پاسخ‌های خلاصه‌تری ارائه دهند که این امر تحلیل داده‌ها را دشوارتر ساخت.

علاوه‌براین، روش دیمتال فازی که به داده‌های ذهنی و قضاوت‌های کارشناسی وابسته است، نیازمند دقت بالایی در تعیین مقدارهای فازی می‌باشد. همچنین، اجرای نتایج و پیشنهادهای تحقیق ممکن است با مقاومت‌های سازمانی و فرهنگی در شرکت ملی گاز ایران روبه‌رو شود، به‌ویژه اگر تغییرات گسترده در ساختارها و رویه‌ها مورد نیاز باشد. بااین‌حال، از

کارایی و بهره‌وری، به ارتقای ایمنی و کنترل حوادث نیز کمک بسزایی می‌کنند. مطالعات پیشین، ازجمله پژوهش‌های احمدی و همکاران (۱۴۰۱)، عرب محمدی (۱۳۹۶)، آتسواکوبیت و همکاران (۲۰۲۲) و بولاما بونی و الحاجی علی (۲۰۲۱)، نیز بر نقش آموزش در بهبود آمادگی عملیاتی و کارایی نیروی انسانی در مواجهه با بحران‌ها تأکید کرده‌اند. این امر مهر تأییدی بر نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش است. همچنین، شاخص‌هایی مانند مدیریت مؤثر منابع انسانی، ارزیابی و نظارت مستمر، و ارتباط مؤثر با مدیریت HSE به‌عنوان عوامل مکمل شناخته شدند که نقش مهمی در شفافیت و تعاملات بین واحدهای مختلف سازمان ایفا می‌کنند.

نتیجه‌گیری

ارزیابی عملکرد در حوزه‌های حیاتی مانند مدیریت HSE (بهداشت، ایمنی و محیط زیست) از اهمیت بالایی برخوردار است، چراکه بهبود عملکرد در این حوزه‌ها نه‌تنها به حفظ ایمنی و سلامت کارکنان کمک می‌کند، بلکه در کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث و افزایش بهره‌وری سازمانی نیز مؤثر است. در این راستا، شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد، به مدیران و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با تمرکز بر عوامل تأثیرگذار، راهکارهای مؤثری برای بهبود سیستم‌ها ارائه دهند. پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک دیمتال فازی، به بررسی روابط علی‌ومعلولی بین شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد در حوزه HSE پرداخته است.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد شاخص پیشگیری و کاهش حوادث به‌عنوان مهم‌ترین معیار ارزیابی عملکرد در جایگاه نخست قرار گرفته است. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت برنامه‌ریزی مؤثر و واکنش سریع برای کاهش خطرات و پیشگیری از حوادث است. توجه به این شاخص، نقشی کلیدی در حفظ ایمنی و سلامت کارکنان و کاهش هزینه‌های مرتبط با حوادث ایفا می‌کند. در ادامه، آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌ها در جایگاه دوم و مدیریت عملیات و کنترل حوادث در رتبه سوم قرار دارند. این نتایج بر ضرورت بهبود مستمر دانش و توانمندی‌های کارکنان تأکید دارد که علاوه‌بر افزایش کارایی، به بهبود ایمنی و کاهش حوادث کمک می‌کند. سایر شاخص‌ها، ازجمله مدیریت مؤثر منابع انسانی، ارزیابی و نظارت مستمر و ارتباط مؤثر با مدیریت HSE شرکت ملی گاز و اداره کل HSE وزارت نفت، در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. این شاخص‌ها نقش حمایتی و تکمیلی داشته و باعث بهبود فرآیندها، افزایش شفافیت و ارتقای تعاملات میان واحدهای مختلف می‌شوند. به‌ویژه، شاخص ارزیابی و نظارت مستمر بر اهمیت پایش مداوم عملکرد سیستم‌ها و کارکنان تأکید دارد که در تضمین ایمنی و تداوم عملیات نقشی اساسی دارد. از منظر تأثیرپذیری، عواملی مانند مدیریت منابع انسانی، مدیریت منابع و زیرساخت‌ها، مدیریت عملیات و کنترل حوادث،



و بصری‌سازی (تهیه جداول، نمودارها و اشکال): پریسا دادو؛
اعتبارسنجی: محسن شفیعی نیک‌آبادی و داود حسین‌خانی؛
تأمین منابع: داود حسین‌خانی؛ نظارت: محسن شفیعی نیک‌آبادی؛
مدیریت پروژه: محسن شفیعی نیک‌آبادی و داود حسین‌خانی

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری ارزشمند شرکت ملی گاز ایران و
مساعدت مدیران و خبرگان محترم مشارکت‌کننده بخش
آتش‌نشانی و HSE که با ارائه اطلاعات دقیق و فرصت برگزاری
مصاحبه‌ها، بستر لازم برای انجام این پژوهش را فراهم کردند،
صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

طریق روش‌های اعتبارسنجی و تکمیلی تلاش شده است این
محدودیت‌ها کاهش یابند و یافته‌های تحقیق همچنان ارزش
علمی خود را حفظ کرده‌اند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده

باتوجه به نتایج پژوهش حاضر و کاربردی بودن شاخص‌های
ارزیابی عملکرد در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی، می‌توان این
شاخص‌ها را به سایر صنایع بحرانی تعمیم داد و نتایج را با
یکدیگر مقایسه کرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی
با تمرکز دقیق‌تر بر روی شاخص‌ها و تحلیل روابط میان آن‌ها
انجام شود. در این راستا، پیشنهاد می‌شود پژوهشی با هدف
بررسی اثر سیستم‌های هوشمند پیش‌بینی حوادث بر کاهش نرخ
وقوع حوادث صنعتی انجام شود. این پژوهش می‌تواند عملکرد
سیستم‌های مبتنی بر داده‌های کلان و هوش مصنوعی را در
شناسایی و پیشگیری از خطرات ارزیابی کرده و راهکارهایی
برای بهبود و افزایش دقت این سیستم‌ها ارائه دهد. همچنین،
باتوجه به اهمیت آموزش و توسعه مهارت‌ها که در پژوهش
حاضر به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی شناسایی شده است،
پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی در زمینه تأثیر آموزش‌های عملیاتی
مبتنی بر شبیه‌سازهای مجازی مانند واقعیت مجازی و واقعیت
افزوده بر کاهش زمان واکنش و بهبود عملکرد کارکنان انجام
شود. پژوهش حاضر می‌تواند نقش این فناوری‌ها را در آموزش
ایمنی و بهبود مهارت‌های عملیاتی بررسی کرده و تأثیر آن‌ها
را بر کاهش شدت و تعداد حوادث ارزیابی کند. این پیشنهادها
به‌ویژه در صنایع پرخطر و بخش‌های مرتبط با مدیریت بحران،
آتش‌نشانی و اورژانس قابل اجرا هستند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه، تمام اصول اخلاق در پژوهش رعایت شد.
همچنین پژوهش بدون انجام آزمایش‌های تجربی مخصوص
آزمایشگاه‌های پزشکی به ثمر رسیده و هیچ کد اخلاقی بدین
واسطه از مراجع ذی‌ربط اخذ نشده است.

حامی مالی

این مقاله مستخرج از یک پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در
شرکت ملی گاز ایران است که با حمایت و تأمین مالی شرکت ملی
گاز ایران با شماره قرارداد ۰۳۴۰۰۴ با دانشگاه سمنان می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌پردازی، روش‌شناسی، بازنگری و ویرایش مقاله: پریسا
دادو و محسن شفیعی نیک‌آبادی؛ نرم‌افزار، پژوهش، تحلیل
داده‌ها، مدیریت و آماده‌سازی داده‌ها، نگارش پیش‌نویس اولیه

References

- Ahmadi, M., Pahlavani, F., Siraiei, H., & Rudaki, A. (2022). [Evaluation of organizational performance of employees of the Fire Department and Safety Services of Karaj Municipality (the role of intellectual capital and organizational agility of employees)](Persian)]. Paper presented at 3th National Conference on Management, Psychology and Behavioral Sciences, Tehran, Iran, 21 October 2022. [\[Link\]](#)
- Amin-Tahmasbi, H., Khorshidpour, A., & Amjadipour, M. (2020). [Measuring the Impact of Urban Infrastructure on each other in terms of Passive Defense Perspective using Fuzzy DEMATEL, Case Study: Guilan Province (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 10 (1), 38-48. [\[Link\]](#)
- Arab Mohammadi, H. (2017). [Evaluating Health and Safety Management Performance Using the TQSM Model in Tehran Fire Department (Persian)]. Paper presented at Fourth Comprehensive Conference on Crisis Management and HSE, Tehran, Iran, 10 July, 2017. [\[Link\]](#)
- Atsavakovich, C., Suthiwartnarueput, K., & Pornchaiwiseskul, P. (2022). Sustainability Key Performance Indicators for Thailand's Upstream Oil and Gas Industry. *Arts of Management Journal*, 6(4), 1964-1989. [\[Link\]](#)
- Babaei, M., Rezaian, S., & Jozi, S. A. (2021). [Evaluating the Performance of Health, Safety, & Environment Management System (HSE-MS) in Dam Design and Construction Projects in Tehran Industrial Group based on EFQM Enterprise Excellence Model (Persian)]. *Journal of Health and Safety at Work*, 11 (3), 417-432. [\[Link\]](#)
- Bulama Buni, M., & Alhaji Ali, Z. (2021). Sustainability Production: Issues and Challenges Evaluation in Nigerian Oil and Gas Sector Using Key Performance Indicators. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEEM)*, 3(8), 1061-1072. [\[Link\]](#)
- Dehghani, R. (2022). [An overview of organizational performance assessment criteria and models in systems thinking (Persian)]. *Civil and Project*, 4(5), 47-61. [\[DOI:10.22034/cpj.2022.359602.1153\]](#)
- Falahati, M., Zakai, M., Asadi, H., Najafi-Mejreh, M., Biabani, A., & Faghhi-Niatarshizi, Y. (2019). [Presenting a model for determining and weighting performance evaluation indicators of urban HSE management system (Persian)]. *Iranian Occupational Health*, 16(1), 60-71. [\[Link\]](#)
- Falahati, M., Zokaei, M., Asady, H., Mojre, M. N., Biabani, A., & Torshizi, Y. F. (2019). [Model of the selection KPI for assessing the performance of the urban HSE management system (Persian)]. *Iran Occupational Health*, 16(1), 60-71. [\[Link\]](#)
- Ghanbari, H., Ebrahimi Sarvolia, M. H., Amiri, M., Bolou, G., & Ghorbanizadeh, V. (2020). [Designing a performance evaluation model for the Technical and Vocational Training Organization of Iran with an emphasis on the financial approach (Persian)]. *Industrial Management Perspective*, 10(4). [\[Link\]](#)
- Ghasemi, A. (2024). [Identifying causal and effect factors affecting organizational silence using fuzzy DEMATEL method in financial and investment companies (Persian)]. *Quarterly Journal of Investment Knowledge*, 13(52), 963-982. [\[DOI:10.30495/jik.2024.23257\]](#)
- Eslamzadeh, M. K., Grilo, A., & Espadinha-Cruz, P. (2023). A Model for Fire Departments' Performance Assessment in Portugal. *Fire*, 6(1), 31. [\[DOI:10.3390/fire6010031\]](#)
- Jalalvand, S. (2022). [Evaluation and performance assessment of employees (Persian)]. Paper presented at The 8th Scientific & Research Conference on the Development and Promotion of Educational Sciences & Psychology of Iran, Tehran, Iran, 12 June 2022. [\[Link\]](#)
- Javadi, S. M., Hatefi, M. A., & Heydari-Asl, M. M. (2023). [Identifying Indicators and Building a Model for Research Projects Performance Evaluation; (Study Case: the Institute for International Energy Studies) (Persian)]. *Strategic Studies in Petroleum and Energy Industry*, 15(57), 7-7. [\[Link\]](#)
- Jebeli, A., Omdirvari, M., Kazemi, R., & Samradjah, K. (2022). [Presenting a model for evaluating OHS performance using the Safety Scorecard method: A case study of gas supply in Tehran province (Persian)]. *Iranian Occupational Health Monthly*, 19 (1), 255-269. [\[DOI:10.52547/ioh.19.1.255\]](#)
- Khan, S., Haleem, A., & Khan, M. I. (2024). Enablers to implement circular initiatives in the supply chain: A grey DEMATEL method. *Global Business Review*, 25(1), 68-84. [\[DOI:10.1177/0972150920929484\]](#)
- Kheirdast, A., Jozi, S. A., Rezaian, S., & Mirza Ebrahim Tehrani, M. (2025). [The Fire Management Strategies for Worn-out Buildings With Fire Vulnerability Using the A'WOT Analysis: A Case Study in the 19th District of Tehran, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(4), 442-459. [\[DOI:10.32598/DMKP.14.4.838.1\]](#)
- Mirza, S., Mansouri, N., Arjomandi, R., & Azizinejad, R. (2020). [Quantitative assessment and determination of priorities of health, safety and environment criteria in oil refineries based on the HSE-MS system of the OGP model (using ANP and DEMATEL methods) (Persian)]. *Environmental Science and Technology*, 22(8), 113-125. [\[Link\]](#)
- Modiri, M., Shiramin, M. D., & Shirazi, H. (2019). [Identification and Prioritization of Influencing Factors on Safety Performance with hybrid Fuzzy DEMATEL and Analytical Network Process Approach (DANP)(Case Study: A Combined Cycle Power Plant) (Persian)]. *Journal of Health & Safety at Work*, 9(1), 49-60. [\[Link\]](#)
- Pourhosein, R., Musavi, S., & Rasoulzadeh, Y. (2024). [A Comparative Risk Assessment of Human Error in Firefighting Using SLIM and Fuzzy SLIM Methods (Persian)]. *Journal of Health and Safety at Work*, 14(1), 150-173. [\[DOI:10.18502/jhsw.v14i1.17129\]](#)
- Rezaei, A., & Fekri, R. (2021). [Provide a model for explaining the relationships between performance indicators, errors and employee evaluation methods (Persian)]. *Strategic Studies in the Oil and Energy Industry*, 13 (50), 14-14. [\[Link\]](#)
- Zaimifard A. (2020). [Evaluation of the safety and firefighting situation in District 4 of Rasht city (Persian)] [MA thesis]. Rasht: Islamic Azad University, Rasht Branch, Faculty of Humanities, retrieved from Irandoc. [\[Link\]](#)
- Zameni, F., Nasiri, P., Mahdinia, M., & Soltanzadeh, A. (2021). [Analysis of the causal relationships of shift work, job stress and job satisfaction with the occupational health level based on fuzzy DEMATEL method: A cross sectional study (Persian)]. *Journal of Health and safety at Work*, 11(1), 151-163. [\[Link\]](#)