Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2024 (01 Oct);21: 10

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Investigating and Prioritizing the Root Causes of Safety Challenges from the Perspectives of Safety Experts, Supervisors, and Employees Using the FAHP Approach (Case Study: An Iron Ore Mine)

Neda Molamehdizadeh, M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran.

Gholamhossein Halvani, Assistant Professor., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Ali Asghar Farshad, Professor, Occupational Health Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran.

Seyedeh Melika Kharghani Moghadam, Assistant Professor, Department of Health Promotion and Education, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Hossein Ebrahimi, (*Corresponding author), Occupational Health Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran. Ebrahimi.h@iums.ac.ir

Abstract

Background and aims: Multiple safety challenges exist in mines. Therefore, using decision-making methods that can understand and model various perspectives and human experiences is of great importance. This study aims to investigate and prioritize the root causes of safety challenges from the perspectives of safety experts, supervisors, and employees in a mine.

Methods: This was a descriptive-analytical study conducted in an iron ore mine. The study was carried out in two stages. In the first stage, five factors—management, human, machinery, environment, and materials—were identified as the root causes of mining safety challenges. In the second stage, these causes were prioritized using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) method and expert opinions.

Results: The study results showed that the relative importance of the root causes of safety challenges varied from different perspectives. Safety experts gave the highest weight to the management factor (0.52), supervisors to the human factor (0.47), and employees to the machinery factor (0.37).

Conclusion: The study's results indicated that each group has different perspectives on the factors affecting safety based on their experiences and roles within the organization. If these differences are properly managed and coordinated, they can be used as opportunities to enhance safety. However, if ignored, they may lead to serious problems.

Conflicts of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript.

Funding: This article is derived from a master's thesis that received financial support from the Research Department of Iran University of Medical Sciences (Project Code: 1401-4-2-24751).

Keywords

Root Causes

Safety Challenge

FAHP

Mine

Received: 2024/06/3

Accepted : 2024/09/10

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

The mining industry, with all its complexities and associated dangers, requires special attention to safety. Mines are among the most hazardous work environments, where even the smallest mistake or negligence can lead to serious and even catastrophic accidents. According to the U.S. Mine Safety and Health Administration, the rate of fatalities, injuries, and work-related illnesses in mining is nearly six times higher than in other industries.

Therefore, identifying and managing the root causes affecting safety in this industry is of particular importance. Numerous reports have identified various causes, such as inefficient management, inadequate employee training, lack of proper safety standards, and neglect of safety behaviors, as the main reasons for many mining accidents. The human factor is considered one of the most important contributors to the occurrence of accidents. Human errors, such as inattention to details, failure to follow safety instructions, and mistakes caused by fatigue or stress, can lead to fatal accidents. The equipment and machinery used in mines, if not properly maintained or poorly designed, can result in serious accidents. Equipment failures or technical issues are among the most significant factors in mining accidents. The mining environment, which includes physical and atmospheric conditions, can be considered a contributing factor to accidents. Mining environments are often prone to accidents due to dangerous and unpredictable conditions, such as ground instability, the presence of toxic gases, and unfavorable weather conditions. Research has shown that the type and characteristics of extracted materials, along with improper management, have been key factors in some of the major mining accidents.

Despite numerous efforts to improve safety conditions in mines, numerous incidents and accidents still occur, indicating gaps in understanding and managing safety from various perspectives involved in this industry. One of the main reasons for this problem is the lack of an integrated and comprehensive view of the factors affecting safety and how they interact with each other.

In this regard, research shows that not only technical and environmental factors should be considered, but special attention should also be paid to human perspectives and experiences. The aim of this study is to investigate and prioritize the root causes of safety challenges from the perspectives of safety experts, supervisors, and employees in a mine.

MATERIAL AND METHODS

This research is a descriptive-analytical study conducted in an iron ore mine. For the study, ethical approval was obtained from the Vice-Chancellor for Research of Iran University of Medical Sciences (Ethics Code: IR.IUMS.REC.1401.923). This study was conducted in two phases.

Phase 1: Identifying the Root Causes of Safety Challenges in the Mine

The precise investigation and identification of factors affecting safety in mines is a fundamental step towards reducing accidents and improving safety standards. In this regard, selecting the root causes that are recognized as the main contributors to safety challenges holds special importance. Based on literature reviews, five factors—management, human, machinery, environment, and materials—were identified as root causes influencing mining safety challenges.

Phase 2: Prioritizing the Root Causes of Safety Challenges

In this phase, the FAHP technique was used to prioritize the identified causes. The implementation steps of FAHP are outlined below:

1- Establishing an Expert Panel

The aim of this study was to examine and analyze the root causes of safety challenges in mines from the perspectives of safety experts, supervisors, and mine workers. Therefore, three separate expert panels were formed, consisting of safety experts, supervisors, and mine workers.

2- Preparing the FAHP Questionnaire

Based on the five identified factors, a 5×5 pairwise

Table 1. FAHP Results for the Expert Panel of Safety Experts

Factors	Fuzzy sum of each row			Fuzzy composite expansion			The degree of preference of Si over Sk				The degree of preference	Normalization of preferences	Weight of factors
Management	9.90	14.13	18.42	0.21	0.40	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	0.52
Human	6.37	8.68	11.71	0.14	0.24	0.45	0.60	1.00	1.00	1.00	0.60	0.31	0.31
Equipment and machinery	3.95	5.23	6.97	0.08	0.15	0.27	0.18	0.57	1.00	1.00	0.18	0.09	0.09
Environment	3.87	5.04	6.65	0.08	0.14	0.25	0.14	0.53	0.97	1.00	0.14	0.07	0.07
Material	2.05	2.36	2.87	0.04	0.07	0.11	0.00	0.00	0.24	0.26	0.00	0.00	0.00

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

comparison matrix was created.

3- Weighting and Prioritizing the Root Causes

In this step, data from the completed questionnaires were extracted and analyzed using the FAHP method in Excel. Based on the weights assigned to the root causes, these causes were prioritized from the perspectives of safety experts, supervisors, and workers.

4- Calculating the Consistency Ratio

To ensure the reliability of the obtained results, the Consistency Ratio (CR) was calculated using the Gogus and Butcher method. According to this method, if the consistency ratio of all matrices is 0.1 or less, the comparisons are consisten.

RESULTS

The aim of this study was to investigate and analyze the root causes of safety challenges in mines from the perspectives of safety experts, supervisors, and mine workers. The results of the FAHP calculations for the expert panel of safety experts are presented in Table 1. The inconsistency rate of these results was 0.0017.

As shown in Table 3, from the perspective of employees, machinery had the most significant role in mining safety challenges, while materials had the least.

DISCUSSION

The study results showed that the relative importance of the root causes of safety challenges varied from the perspectives of different groups. This difference in viewpoints could indicate varying work experiences and emphasis on different aspects of safety. Safety experts, who usually deal with safety planning and policy-making at a macro level, tend to focus more on the importance of management and safety policies. Supervisors and operators also recognize the importance of management but to a lesser extent, which may indicate their focus on operational aspects of work.

Supervisors, who have direct interaction with employees and closely observe their actions and behaviors, identified human factors as the primary cause of safety challenges. Safety experts and operators also placed human factors as the second priority, reflecting their understanding of the significance of human resources in maintaining safety. On the other hand, operators, due to their direct and continuous interaction with machinery, prioritized this factor the highest. Supervisors and safety experts rated machinery as less important, likely due to their focus on broader issues and safety policies.

Employees, due to their direct engagement with the work environment and its associated hazards, gave significant weight to this element. Supervisors and operators assigned less weight to this factor, possibly indicating their greater focus on other causes. Materials used were only deemed important by employees, which could reflect concerns related to the materials they work with directly.

These differences in weighting the various causes indicate that each group, based on their experiences and roles within the organization, has different

Table 2. FAHP Results for the Expert Panel of Supervisors

Factors	Fuzzy sum of each row			Fuzzy composite expansion			The degree of preference of Si over Sk				The degree of preference	Normalization of preferences	Weight of factors
Management	3.34	4.27	5.62	0.08	0.14	0.25	0.20	0.58	0.88	1.00	0.20	**0.09**	**0.09**
Human	7.86	11.43	15.45	0.19	0.37	0.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	**0.47**	**0.47**
Equipment and machinery	5.05	7.07	9.86	0.12	0.23	0.44	1.00	0.63	1.00	1.00	0.63	**0.30**	**0.30**
Environment	3.82	4.90	6.42	0.09	0.16	0.28	1.00	0.31	0.70	1.00	0.31	**0.14**	**0.14**
Material	2.48	3.00	3.84	0.06	0.10	0.17	0.68	0.00	0.26	0.56	0.00	**0.00**	**0.00**

Table 3. FAHP Results for the Expert Panel of Employees

Factors	Fuzzy sum of each row			Fuzzy composite expansion			The degree of preference of Si over Sk				The degree of preference	Normalization of preferences	Weight of factors
Management	3.11	3.83	4.83	0.08	0.13	0.22	0.51	0.24	0.55	1.00	0.24	**0.09**	**0.09**
Human	4.86	6.54	8.87	0.12	0.23	0.41	1.00	0.72	1.00	1.00	0.72	**0.26**	**0.26**
Equipment and machinery	6.45	9.28	12.77	0.17	0.32	0.59	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	**0.37**	**0.37**
Environment	4.64	6.28	8.53	0.12	0.22	0.39	1.00	0.97	0.69	1.00	0.69	**0.25**	**0.25**
Material	2.58	3.14	4.03	0.07	0.11	0.19	0.82	0.34	0.09	0.38	0.09	**0.03**	**0.03**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

perspectives on the factors affecting safety. The variation in prioritizing the root causes of safety challenges in the mine by safety experts, supervisors, and employees can have both positive and negative impacts on hazard control and the improvement of safety systems. When these differences are properly managed and coordinated, they can serve as opportunities to enhance safety. However, if ignored, they might lead to serious problems.

CONCLUSION

Mines are always exposed to various incidents due to their complex and hazardous conditions. These incidents can result from multiple causes, each affecting the safety of workers in some way. In this study, five factors of management, human, machinery, environment, and consumables were considered as root causes of safety challenges in mines. The study results showed that the relative importance of these root causes varied from different perspectives. These differences in weighting the various causes indicate that each group, based on their experiences and roles within the organization, has different perspectives on the factors affecting safety. When managed and coordinated properly, these differences can serve as an opportunity to improve safety processes, but if ignored, they can lead to serious problems. Based on the study results, developing policies that cover all aspects of safety and are based on the opinions of all groups, as well as holding regular meetings between safety experts, supervisors, and operators to discuss and prioritize safety issues, can be effective in improving mines safety. These approaches can help make optimal use of the differences in perspectives and lead to a safer and more coordinated work environment.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript

ACKNOWLEDGMENT

This article is extracted from a section of a master's thesis and a research proposal approved by the Iran University of Medical Sciences. The authors acknowledge the financial support from the Research and Technology Deputy of the Iran University of Medical Sciences for this study. They also express special thanks to the expert panel members.

FINANCIAL SUPPORT

This article is derived from a master's thesis that received financial support from the Research Department of Iran University of Medical Sciences (Project Code: 24751-2-4-1401).

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

In this project, Hossein Ebrahimi and Ali Asghar Farshad were responsible for project implementation and supervision. Gholamhossein Helvani and Neda Molamahdizadeh handled the necessary coordination and data collection. Seyedeh Melika Khareghan Moghadam, with the assistance of Hossein Ebrahimi, wrote the article

OPEN ACCESS

©2024 The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ETHICAL CONSIDERATIONS

Ethical issues, including plagiarism, informed consent of participants, data fabrication, publication, and repeated submission by the authors, have been observed.

ETHICS CODE

This project has been approved with the ethics code (IR.IUMS.REC.1401.923) by the Research Department of Iran University of Medical Sciences.

How to cite this article:

Neda Molamehdizadeh, Gholamhossein Halvani, Ali Asghar Farshad, Seyedeh Melika Kharghani Moghadam, Hossein Ebrahimi. Investigating and Prioritizing the Root Causes of Safety Challenges from the Perspectives of Safety Experts, Supervisors, and Employees Using the FAHP Approach (Case Study: An Iron Ore Mine). Iran Occupational Health. 2024 (01 Oct);21:10.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

سلامت کار ایران
دوره ۲۰۲۱ - ۱۰/۱۴۰۲

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

بررسی و اولویت بندی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان با رویکرد FAHP (مطالعه موردی: یک معدن سنگ آهن)

ندا ملامهدی زاده: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
غلامحسین حلوانی: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدقی یزد، یزد، ایران.
علی اصغر فرشاد: مرکز تحقیقات سلامت کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
سیده ملیکا خارقانی مقدم: گروه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
حسین ابراهیمی: (* نویسنده مسئول) مرکز تحقیقات بهداشت کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
ebrahimi.h@iums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: در معادن چالش‌های ایمنی متعددی وجود دارد. لذا استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری که قادر به درک و مدل‌سازی دیدگاه‌های مختلف و تجربیات انسانی هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این مطالعه، بررسی و اولویت بندی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان در یک معدن بود.
روش بررسی: این پژوهش یک مطالعه توصیفی تحلیلی در یک معدن سنگ آهن بود. این مطالعه در ۲ مرحله انجام گرفت. در مرحله اول پنج عامل مدیریت، انسان، ماشین آلات، محیط و مواد به عنوان علل ریشه ای چالش های ایمنی معادن تعیین گردیدند. در مرحله دوم، علل مذکور با روش تحلیل سلسله مراتب فازی (FAHP) و نظرات خبرگان اولویت بندی شدند.
یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که اهمیت نسبی علل ریشه ای چالش های ایمنی از دیدگاه‌های مختلف متفاوت بود. کارشناسان ایمنی به عامل مدیریت (۰/۵۲)، سرپرستان به عامل انسان (۰/۴۷) و کارکنان به عامل ماشین آلات (۰/۳۷) وزن بیشتری داده بودند.
نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که هر گروه بر اساس تجربیات و نقش‌های خود در سازمان، دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به علل مؤثر بر ایمنی دارند. این تفاوت‌ها اگر درست مدیریت و هماهنگ شوند، می‌توانند به عنوان یک فرصت برای ارتقاء ایمنی به کار روند، اما اگر نادیده گرفته شوند، ممکن است به مشکلات جدی منجر شوند.

تعارض منافع: *نویسندگان تائید می کنند که هیچ گونه تعارض منافع برای چاپ مقاله وجود ندارد.*
منبع حمایت کننده: *این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد است که از سوی معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی ایران حمایت مالی شده است (کد طرح: ۱۰۴۱-۴-۲-۱۵۷۴۲).*

کلیدواژه‌ها
علل ریشه ای
چالش ایمنی
FAHP
معدن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۰

شیوه استناد به این مقاله:
Neda Molamehdizadeh, Gholamhossein Halvani, Ali Asghar Farshad, Seyedeh Melika Kharghani Moghadam, Hossein Ebrahimi. Investigating and Prioritizing the Root Causes of Safety Challenges from the Perspectives of Safety Experts, Supervisors, and Employees Using the FAHP Approach (Case Study: An Iron Ore Mine). Iran Occupational Health. 2024 (01 Oct);21:10.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

مقدمه

صنعت معدن‌کاری، با تمام پیچیدگی‌ها و خطرات مرتبط با آن، نیازمند توجه ویژه به موضوع ایمنی است. معادن، به عنوان یکی از خطرناک‌ترین محیط‌های کاری، مکان‌هایی هستند که کوچک‌ترین اشتباه یا سهل‌انگاری می‌تواند به حوادث جدی و حتی فاجعه‌بار منجر شود. بر اساس گزارش اداره ایمنی و بهداشت معادن ایالات متحده میزان تلفات، آسیب‌ها و بیماری‌های ناشی از کار در معدن تقریباً ۶برابر دیگر صنایع است (۱). طبق گزارش سالانه مرکز آمار ایران در سال ۲۰۱۱،۱۸۹ حادثه در معادن سنگ ابعادی ایران رخ داده است که ۱۸۶ آسیب دیدگی و مرگ و میر به همراه داشته است (۲). بنابراین، کاهش خطرات در معادن اهمیت زیادی دارد، چنان‌که می‌تواند منجر به توسعه تولید و متعاقباً بهبود اقتصاد کشور شود (۳). همچنین طبق آمار منتشر شده از سوی سازمان تامین اجتماعی، تعداد حوادث ناشی از کار کارگران بیمه شده در سال ۱۳۹۳ به میزان ۱۸۹۱۶ حادثه بوده است که از این تعداد، ۹۶۲ حادثه مربوط به استخراج معادن می‌باشد.

به همین دلیل، شناسایی و مدیریت علل ریشه‌ای موثر بر ایمنی در این صنعت اهمیت ویژه‌ای دارد. بر اساس گزارش‌های متعدد، علل مختلفی مانند مدیریت ناکارآمد، آموزش ناکافی کارکنان، نبود استانداردهای ایمنی مناسب و عدم توجه به رفتارهای ایمنی به عنوان علل اصلی بسیاری از حوادث معدن‌کاری شناخته شده‌اند (۴, ۵). عامل انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل در بروز حوادث ذکر شده است. خطاهای انسانی، نظیر عدم توجه به جزئیات، عدم رعایت دستورالعمل‌های ایمنی و خطاهای ناشی از خستگی یا استرس، می‌توانند به بروز حوادث مرگبار منجر شوند (۶, ۷). تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در معادن، اگر به درستی نگهداری نشوند یا طراحی نامناسبی داشته باشند، می‌توانند منجر به بروز حوادث جدی شوند. خرابی تجهیزات یا مشکلات فنی یکی از مهم‌ترین عوامل در بروز حوادث معدنی است (۸). محیط معدن که شامل شرایط فیزیکی و جوی است، می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در بروز حوادث در نظر گرفته شود. محیط‌های معدن معمولاً به دلیل شرایط خطرناک و غیرقابل‌پیش‌بینی، ازجمله ناپایداری زمین، وجود گازهای سمی و شرایط جوی نامناسب، مستعد بروز حوادث هستند(۹). تحقیقات نشان داده‌اند که نوع و ویژگی‌های مواد استخراج‌شده و مورد استفاده، همراه با مدیریت نامناسب آن‌ها، عامل کلیدی در برخی از حوادث بزرگ معدنی بوده‌اند (۱۰).

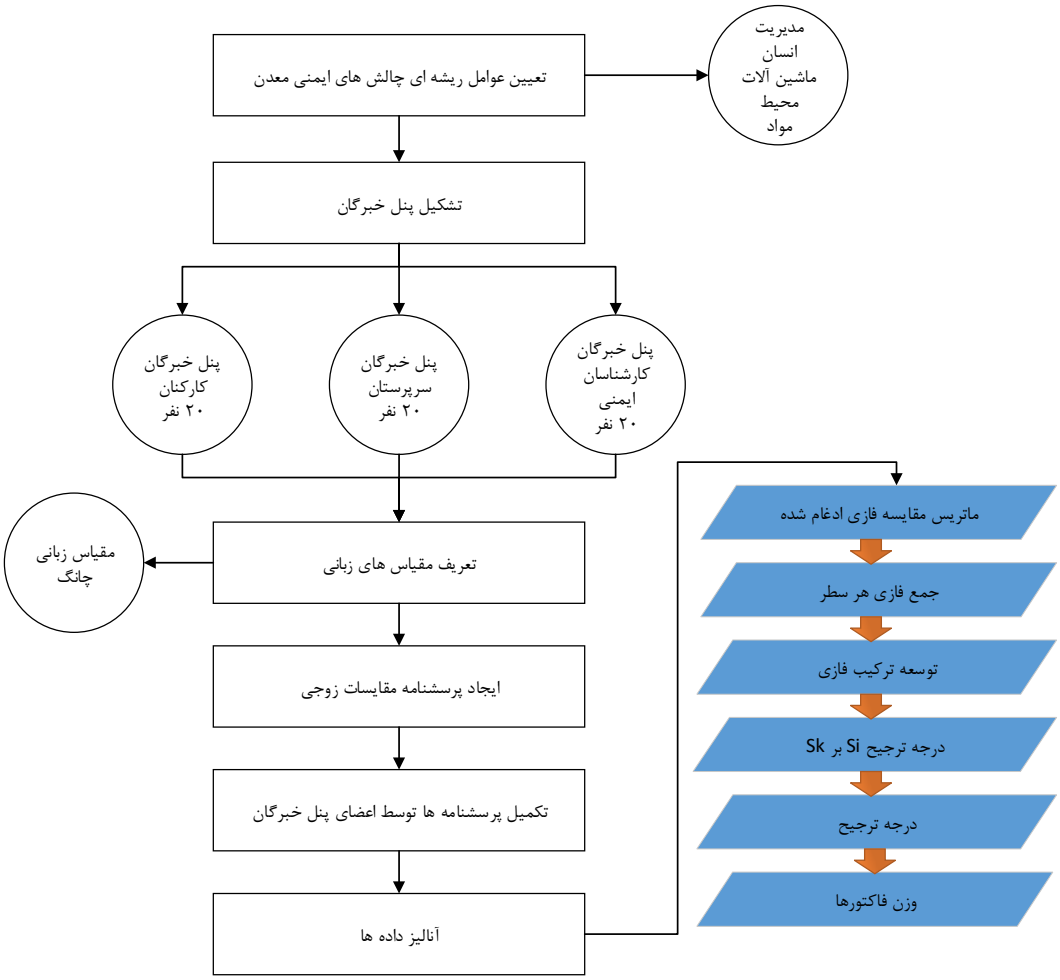
علی‌رغم تلاش‌های فراوان برای بهبود شرایط ایمنی در معادن، همچنان شاهد وقوع حوادث و سوانح متعددی هستیم که نشان‌دهنده وجود خلأهایی در درک و مدیریت ایمنی از جهات مختلف دخیل در این صنعت است. یکی از دلایل اصلی این مشکل، عدم وجود یک دیدگاه یکپارچه و جامع نسبت به عوامل موثر بر ایمنی و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر روی همدیگر است (۵).

یکی از موضوعات کلیدی در افزایش ایمنی معادن، درک و ادغام دیدگاه‌های متفاوت کارکنان در تحلیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های ایمنی است. کارکنان در سطوح مختلف سازمانی معمولاً تجربیات و دیدگاه‌های متفاوتی دارند که می‌تواند بر درک آن‌ها از خطرات و رویکردهای مدیریت ایمنی تأثیر بگذارد. این تفاوت‌ها می‌توانند ناشی از عوامل متعددی مانند موقعیت شغلی، سطح تحصیلات، پیشینه کاری، فرهنگ سازمانی و حتی موقعیت جغرافیایی باشند (۱۱, ۱۲).

با توجه به تنوع عوامل موثر بر ایمنی و تفاوت دیدگاه‌ها، نیاز است تا مدل‌هایی توسعه یابند که قادر به ادغام و تحلیل این تفاوت‌ها باشند. این مدل‌ها باید به گونه‌ای باشند که بتوانند داده‌های کمی و کیفی مرتبط با ایمنی را در یک چارچوب مشترک تجزیه و تحلیل کنند و به مدیران این امکان را بدهند که با دیدی جامع‌تر به برنامه‌ریزی و اجرای استراتژی‌های ایمنی بپردازند (۱۳, ۱۴). در سال‌های اخیر، تحقیقات بیشتری بر روی اهمیت ادغام دیدگاه‌های مختلف کارکنان در مطالعات ایمنی انجام شده است. نتایج تحقیقات نشان داده است که برای ارتقاء ایمنی، باید تجربیات، دانش و نگرش‌های کارکنان در تمام سطوح را در نظر گرفت (۱۱, ۱۴). این امر به ویژه در صنعت معدن، که کارکنان با خطرات متنوعی روبرو هستند، از اهمیت بسزایی برخوردار است (۱۳, ۱۵).

در دهه ۱۹۹۰، با توسعه تئوری‌های فازی و نظریه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، رویکردهای جدیدی در بررسی مسائل ایمنی معرفی شد (۱۶, ۱۷). توسعه و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر داده مانند تحلیل سلسله مراتب فازی ((Fuzzy Analytic (FAHP Hierarchy Process) می‌تواند به مدیریت بهتر ریسک‌ها و بهبود ایمنی در معادن کمک کند. این روش‌ها با امکان درک و ادغام داده‌های فازی و ابهامات موجود، به تحلیل دقیق‌تر و معتبرتری منجر می‌شوند و از این طریق، امکان پیش‌بینی و مدیریت بهتر خطرات را

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]



شکل ۱. فلوچارت مراحل انجام مطالعه

فراهم می‌آورند (۱۵, ۱۸-۲۰).

در معادن چالش‌های ایمنی متعددی وجود دارد. لذا استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری که قادر به درک و مدل‌سازی دیدگاه‌های مختلف و تجربیات انسانی هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این مطالعه، بررسی و اولویت بندی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان در یک معدن بود.

روش کار

این پژوهش یک مطالعه توصیفی تحلیلی در یک معدن سنگ آهن بود. مطالعه در ۲ مرحله انجام گرفت. در مرحله اول علل ریشه ای موثر بر چالش های ایمنی معادن تعیین و در مرحله دوم، با روش تحلیل سلسله مراتب فازی اولویت بندی گردیدند. شکل ۱مراحل انجام پژوهش را نشان می دهد.

مرحله اول: تعیین علل ریشه ای چالش‌های ایمنی معدن

بررسی و شناخت دقیق علل مؤثر بر ایمنی در معادن، گامی اساسی در جهت کاهش حوادث و ارتقاء سطح ایمنی است. در این راستا، انتخاب علل ریشه‌ای که به عنوان علل اصلی چالش‌های ایمنی شناخته می‌شوند، اهمیت ویژه‌ای دارد. بر اساس بررسی متون پنج عامل مدیریت، انسان، ماشین آلات، محیط و مواد به عنوان علل ریشه‌ای موثر بر چالش‌های ایمنی معدن تعیین گردیدند (۴-۱۰)

مرحله دوم: اولویت بندی علل موثر بر چالش‌های ایمنی معدن

در این مرحله از تکنیک FAHP برای اولویت بندی علل شناسایی شده استفاده شد. این تکنیک یکی از روش‌های موثر در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای مواجهه با عدم قطعیت و ابهامات موجود در قضاوت‌های

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

جدول ۱ . عبارات زبانی مورد استفاده و اعداد فازی متناظر

عبارات زبانی	معادل قطعی	اعداد فازی مثلثی
اهمیت یکسان	۱	(۳،۱،۱)
برتری ضعیف	۲	(۱،۳،۵)
برتری قوی	۳	(۳،۵،۷)
برتری بسیار قوی	۴	(۵،۷،۹)
برتری مطلق	۵	(۷،۹،۱۱)

انسانی به کار می‌رود. روش چانگ یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های FAHP است که با استفاده از مجموعه‌های فازی مثلثی چانگ، امکان مقایسه‌ی زوجی معیارها و زیرمعیارها را فراهم می‌آورد. در این بخش، مراحل اجرای FAHP به روش چانگ شرح داده می‌شود (۲۱).

۱- ایجاد پنل خبرگان موضوع[1]

اساساً روش خاصی برای تعیین تعداد شرکت کنندگان یا اندازه پنل ترجیحی برای هر مطالعه وجود ندارد. پنل باید متشکل از گروهی از کارشناسان منتخب بدون محدودیت اندازه باشد. با این حال، از آنجایی که نیاز به افراد متخصصی وجود دارد که بیشترین دانش و تجربه را در زمینه مورد بررسی داشته باشند، اندازه گروه اغلب نسبتاً کوچک باقی میماند(۲۲). به گفته هوگارت، تعداد بهینه اعضا برای تصمیم گیری چندمعیاره بین شش تا دوازده نفر است(۲۳). با این حال، در شرایط معمولی، یک پنل معمولاً از ۱۰ تا ۳۰ متخصص تشکیل شده است(۲۲). با توجه به هدف تحقیق که مقایسه دیدگاه کارکنان، سرپرستان و کارشناسان ایمنی در زمینه چالشهای ایمنی بود، لذا پنل خبرگان مجزا از هر گروه ایجاد گردید. کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان بر اساس تجربه کاری (حداقل ۱۰ سال سابقه کار) و آشنایی با چالش‌های ایمنی معدن شناسایی شدند. با افراد شناسایی شده ارتباط گرفته شده و توضیحات مفصلی در مورد هدف و روش مطالعه ارائه شد. برای حفظ استانداردهای اخلاقی، شرکت کنندگان تضمین شدند که هر اطلاعاتی که ارائه می کردند محرمانه باقی می‌ماند. در صورتی که افراد شناسایی شده علاقه خود را برای شرکت در پنل ها ابراز می کردند، از آن‌ها دعوت می شد تا در پنل شرکت کنند. برای اینکه نتایج مطالعه قابل مقایسه باشد، برای هر پنل ۲۰ نفر شرکت داده شدند. از آن‌جایی که شرکت کنندگان هر پنل خبرگان دارای سطح آگاهی و دانش یکسانی در زمینه مورد بررسی بودند، وزن یکسانی برای هر یک از آن‌ها در نظر گرفته شد.

۲- کسب دانش و اطلاعات از پنل کارشناسان موضوع

مشارکت کارشناسان موضوع در تعیین رابطه، کیفیت و قابلیت اطمینان تحقیق را بهبود می‌بخشد و در نتیجه به یافته‌های دقیق تر می‌رسد. برای دستیابی به این هدف، ما از یک رویکرد زبان‌شناختی شناخته شده استفاده کردیم که از دسته بندی ذهنی متغیرهای زبان برای بهره گیری از تخصص کارشناسان موضوع استفاده می‌کند. متغیر زبان اصطلاحی است برای طیفی از مقادیر که با کلمات یا جملات در زبان طبیعی یا مصنوعی نشان داده می‌شود. مقیاس‌های زبانی به کار رفته در این تکنیک، همراه با مقادیر مرتبط با آن‌ها را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد. این تحقیق از اعداد فازی مثلثی چانگ استفاده کرده است، روشی که در بسیاری از مطالعات قبلی به کار گرفته شده است (۲۴)

۳- تهیه پرسشنامه FHAP

با توجه به ۵ عامل تعیین شده، ماتریس مقایسه زوجی ۵×۵ ایجاد شد. پرسشنامه ها در اختیار اعضای پنل ها قرار گرفته و توضیحات تکمیلی در مورد نحوه تکمیل پرسشنامه ها به آن‌ها داده شد. از اعضای پنل‌ها خواسته شد تا با استفاده از متغیرهای زبانی که در جدول ۱ آمده است، نظرات خود را در مورد برتری هر یک از علل بر یکدیگر بیان کنند. در طول دوره دو هفته‌ای جمع‌آوری داده‌ها، پاسخ‌دهندگان در صورتی که سؤالی در مورد فرآیند انتخاب معیار داشتند، دسترسی آسانی به محققان داشتند.

۴- وزن دهی و اولویت بندی علل ریشه ای

در این مرحله اطلاعات پرسشنامه های تکمیل شده استخراج و با استفاده از برنامه اکسل FAHP مورد آنالیز قرار گرفت. این برنامه بر اساس فرمول های روش

1 Subject matter experts (SMEs)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

FAHP به روش چانگ نوشته شده است. این روش ترکیبی از تحلیل سلسله مراتبی و نظریه فازی است (۲۱). پس از وارد کردن داده ها، ابتدا ماتریس مقایسات فازی ادغام شده تعیین شد. بر اساس این ماتریس، جمع فازی هر سطر و بسط مرکب فازی محاسبه گردید. در نهایت درجه ارجحیت فاکتورها و نرمال سازی انجام گردید. بر اساس نرمال سازی ارجحیت ها، وزن فاکتورها مشخص گردید. بر اساس وزن داده شده به علل ریشه ای توسط سه گروه خبره، این علل از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کاکنان اولویت بندی گردید.

۵- محاسبه نرخ سازگاری

برای اطمینان از پایایی نتایج به دست آمده، نرخ سازگاری ((Consistency Rate(CR) با استفاده از روش گوگوس و بوچر محاسبه شد. طبق این روش، در صورتی که میزان سازگاری همه ماتریس‌ها ۰/۱ یا کمتر باشد، مقایسه ها سازگار هستند (۲۵).

یافته ها

هدف این مطالعه، بررسی و تحلیل علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی در معادن از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان معدن بود. در این مطالعه پنج عامل مدیریت، انسان، ماشین آلات، محیط و مواد به عنوان علل ریشه‌ای موثر بر چالش‌های ایمنی معدن تعیین گردیدند. جهت مقایسه اولویت بندی علل تعیین شده از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان به روش FAHP، سه پنل خبرگان مجزا شامل پنل خبرگان کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان ایجاد گردید. مشخصات دموگرافیک ۳ پنل خبرگان در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان کارشناسان ایمنی در جدول ۳ ارائه شده است. نرخ ناسازگاری این نتایج معادل ۰/۰۰۱۷ بود.

همانطور که از جدول ۳ مشخص است از دیدگاه کارشناسان ایمنی، مدیریت و مواد به ترتیب بیشترین و کمترین نقش در چالش های ایمنی معدن را داشتند.

نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان سرپرستان در جدول ۴ ارائه شده است. نرخ ناسازگاری این نتایج معادل ۰/۰۰۰۳ بود.

همان‌طور که از جدول ۴ مشخص است از دیدگاه

جدول ۲. میانگین و سابقه کار اعضای پنل خبرگان

پنل خبرگان	سن (سال)	سابقه کار (سال)
کارشناسان ایمنی	۳۸/۷۲ ± ۷/۵۸	۱۴/۹۸ ± ۷/۲۲
سرپرستان	۴۲/۲۳ ± ۴/۲۴	۱۹/۱۴ ± ۴/۵۸
کارکنان	۳۹ ± ۵/۳۳	۱۵/۶۵ ± ۵/۶۲

جدول ۳. نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان کارشناسان ایمنی

فاکتور	جمع فازی هر سطر			توسعه ترکیب فازی			درجه ترجیح Si بر Sk				درجه ترجیح	نرمال سازی ترجیح ها	وزن فاکتورها
مدیریت	۹/۹۰	۱۴/۱۳	۱۸/۴۲	۰/۲۱	۰/۴۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۵۲	۰/۵۲
انسان	۶/۳۷	۸/۶۸	۱۱/۷۱	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۶۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۰	۰/۳۱	۰/۳۱
ماشین آلات	۳/۹۵	۵/۲۳	۶/۹۷	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۱۸	۰/۵۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۰۹
محیط	۳/۸۷	۵/۰۴	۶/۶۵	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۵۳	۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۷
مواد	۲/۰۵	۲/۳۶	۲/۸۷	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

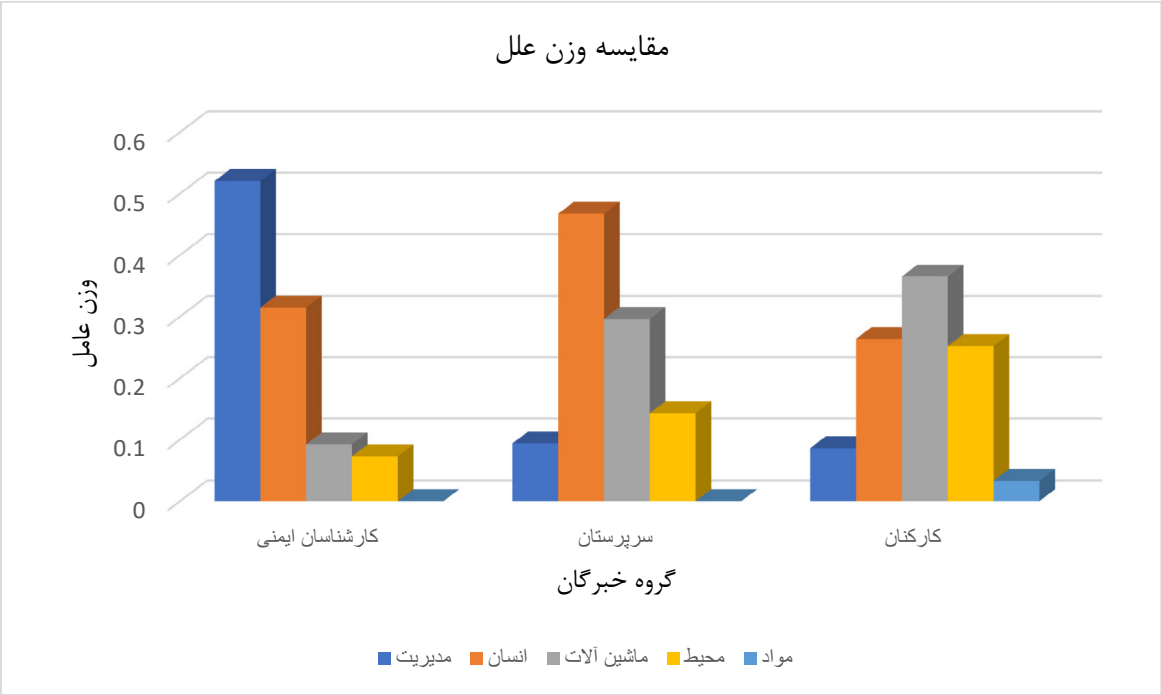
جدول ۴. نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان سرپرستان

فاکتور	جمع فازی هر سطر			توسعه ترکیب فازی			درجه ترجیح Si بر Sk				درجه ترجیح	نرمال سازی ترجیح ها	وزن فاکتورها
مدیریت	۳/۳۴	۴/۲۷	۵/۶۲	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۵۸	۰/۸۸	۱/۰۰	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۹
انسان	۷/۸۶	۱۱/۴۳	۱۵/۴۵	۰/۱۹	۰/۳۷	۰/۶۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۴۷	۰/۴۷
ماشین آلات	۵/۰۵	۷/۰۷	۹/۸۶	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۴۴	۱/۰۰	۰/۶۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۳	۰/۳۰	۰/۳۰
محیط	۳/۸۲	۴/۹۰	۶/۴۲	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۲۸	۱/۰۰	۰/۳۱	۰/۷۰	۱/۰۰	۰/۳۱	۰/۱۴	۰/۱۴
مواد	۲/۴۸	۳/۰۰	۳/۸۴	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۶۸	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۵۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

جدول ۵. نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان کارکنان

فاکتور	جمع فازی هر سطر			توسعه ترکیب فازی			درجه ترجیح Si بر Sk				درجه ترجیح	نرمال سازی ترجیح ها	وزن فاکتورها
مدیریت	۳/۱۱	۳/۸۳	۴/۸۳	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۵۱	۰/۲۴	۰/۵۵	۱/۰۰	۰/۲۴	۰/۰۹	۰/۰۹
انسان	۴/۸۶	۶/۵۴	۸/۸۷	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۴۱	۱/۰۰	۰/۷۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۲	۰/۲۶	۰/۲۶
ماشین آلات	۶/۴۵	۹/۲۸	۱۲/۷۷	۰/۱۷	۰/۳۲	۰/۵۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۷	۰/۳۷
محیط	۴/۶۴	۶/۲۸	۸/۵۳	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳۹	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۶۹	۱/۰۰	۰/۶۹	۰/۲۵	۰/۲۵
مواد	۲/۵۸	۳/۱۴	۴/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۸۲	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳



شکل ۲. وزن علل ریشه‌ای موثر بر چالش‌های ایمنی از دیدگاه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان

سرپرستان، انسان و مواد به ترتیب بیشترین و کمترین نقش در چالش های ایمنی معدن را داشتند.

نتایج محاسبات FAHP برای پنل خبرگان کارکنان در جدول ۵ ارائه شده است. نرخ ناسازگاری این نتایج معادل ۰/۰۰۰۵ بود.

همانطور که از جدول ۵ مشخص است از دیدگاه کارکنان، ماشین آلات و مواد به ترتیب بیشترین و کمترین نقش در چالش های ایمنی معدن را داشتند.

نتایج اولویت بندی سه گروه کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان در شکل ۲ ارائه شده است.

همانطور که ازشکل ۲ مشخص است کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان دیدگاه متفاوتی نسبت به وزن علل ریشه‌ای موثر بر چالش‌های ایمنی در معدن دارند. از دیدگاه کارشناسان ایمنی عوامل مدیریتی و انسانی وزن بیشتری دارد. از دیدگاه سرپرستان علل انسانی و ماشین آلات در اولویت قرار دارند. در حالی‌که از دیدگاه کارکنان علل ماشین آلات، انسان و محیط در اولویت قرار دارد.

بحث

معادن به دلیل شرایط پیچیده و خطرناک، همواره در معرض حوادث مختلف قرار دارند. این حوادث می‌توانند ناشی از علل متعددی باشند که هر یک به نحوی بر ایمنی کارگران تأثیر می‌گذارند. از این رو، شناسایی و تحلیل دقیق این علل می‌تواند به کاهش حوادث و بهبود شرایط کاری در معادن کمک کند. در این مطالعه پنج عامل مدیریت، انسان، ماشین آلات، محیط و مواد مصرفی به عنوان علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی معدن

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

در نظر گرفته شد.

مدیریت به عنوان یکی از علل کلیدی در کنترل ایمنی در معادن است. سیاست‌گذاری‌های مدیریتی، تصمیم‌گیری‌ها، نظارت بر اجرای سیاست‌های ایمنی و مدیریت منابع و تجهیزات می‌تواند تأثیر مستقیم بر کاهش یا افزایش حوادث معدنی داشته باشد. مدیریت کارآمد با تدوین و اجرای سیاست‌های جامع ایمنی، ارائه آموزش‌های لازم و نظارت مستمر بر عملکرد کارکنان و تجهیزات، می‌تواند بهبود قابل توجهی در سطح ایمنی معادن ایجاد کند. مدیریت منابع و تجهیزات نقش مهمی در ایمنی معدن دارد. استفاده از تجهیزات قدیمی یا عدم نگهداری مناسب آن‌ها می‌تواند به وقوع حوادث منجر شود. مدیریت باید با تخصیص منابع مناسب و اطمینان از نگهداری و بروز رسانی تجهیزات، سطح ایمنی را افزایش دهد (۲۶, ۲۷).

علل انسانی شامل رفتارها، تصمیم‌گیری‌ها و عملکردهای کارکنان نیز نقش مهمی در ایمنی معادن ایفا می‌کنند. خطاهای انسانی، استرس‌های روانی و عدم آموزش کافی می‌تواند به بروز حوادث جدی منجر شود. آموزش‌های مستمر و جامع، توانمندسازی کارکنان و ایجاد فرهنگ ایمنی قوی از جمله راهکارهایی است که می‌تواند به کاهش خطاهای انسانی و افزایش ایمنی کمک کند (۲۸, ۲۹).

شرایط محیطی در معادن می‌تواند به طور مستقیم بر ایمنی کارگران تأثیر بگذارد. ویژگی‌های زمین‌شناسی، تهویه، کیفیت هوا، دما، رطوبت و روشنایی از جمله عللی هستند که می‌توانند بر ایمنی معادن تأثیرگذار باشند. مدیریت صحیح این شرایط و استفاده از سیستم‌های کنترلی مناسب می‌تواند به کاهش مخاطرات محیطی و بهبود ایمنی کمک کند (۳۰, ۳۱). ماشین‌آلات معدنی به دلیل استفاده در شرایط سخت و محیط‌های پرخطر، نیاز به نگهداری و تعمیرات مداوم دارند. طراحی مناسب، نگهداری صحیح و استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود ایمنی و کاهش حوادث کمک کند (۳۲). مواد معدنی و مواد مصرفی در معادن نیز می‌توانند به عنوان علل مؤثر بر ایمنی شناخته شوند. کیفیت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد معدنی، استفاده از مواد انفجاری و شیمیایی و مدیریت صحیح پسماندها از جمله عواملی هستند که می‌توانند بر ایمنی کارگران تأثیر بگذارند (۳۳, ۳۴).

اولویت بندی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی می‌تواند در تخصیص منابع مالی و انسانی برای کنترل این علل موثر باشد. با این وجود ممکن است از دیدگاه گروه‌های مختلف این علل اولویت بندی یکسانی نداشته باشند. این تفاوت اولویت بندی از نظر گروه‌های مختلف می‌تواند اثرات منفی و مثبت بر روی ایمنی معدن داشته باشد.

نتایج مطالعه نشان داد که اهمیت نسبی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی از دیدگاه گروه های مختلف، متفاوت بود. این تفاوت در دیدگاه‌ها می‌تواند نشان‌دهنده تجربیات متفاوت کاری و تأکید بر جنبه‌های مختلف ایمنی باشد. کارشناسان ایمنی که معمولاً با برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های ایمنی در سطح کلان سروکار دارند، بیشتر بر اهمیت مدیریت و سیاست‌های ایمنی تمرکز می‌کنند. سرپرستان و اپراتورها نیز اهمیت مدیریت را تأیید می‌کنند اما با وزن‌های کمتر، که ممکن است نشان‌دهنده تمرکز آن‌ها بر جنبه‌های عملیاتی کار باشد. سرپرستان که ارتباط مستقیم با کارکنان دارند و از نزدیک شاهد اعمال و رفتار کارکنان هستند عامل انسانی را علت اصلی چالش‌های ایمنی می دانند. کارشناسان و اپراتورها نیز عامل انسانی را در اولویت دوم قرار داده بودند که نشان دهنده درک آن‌ها از اهمیت نیروی انسانی در حفظ ایمنی است. از سوی دیگر، اپراتورها به دلیل تعامل مستقیم و مداوم با ماشین آلات، این عامل را در اولویت قرار داده بودند. سرپرستان و کارشناسان ایمنی این مولفه را کمتر مهم ارزیابی کرده‌اند، که ممکن است به دلیل تمرکز آن‌ها بر مسائل کلان‌تر و سیاست‌های ایمنی باشد.

کارکنان به خاطر درگیری مستقیم با محیط کار و خطرات آن این عنصر را با وزن قابل توجهی مورد توجه قرار داده بودند. سرپرستان و اپراتورها وزن‌های کمتری به این عامل اختصاص داده بودند که ممکن است نشان‌دهنده تمرکز بیشتر آن‌ها بر علل دیگر باشد. مواد مورد استفاده عاملی بود که فقط کارکنان به این عامل اهمیت داده بودند که می‌تواند بیانگر نگرانی‌های مربوط به موادی باشد که به طور مستقیم با آن‌ها کار می‌کنند.

این تفاوت‌ها در وزن‌دهی به علل مختلف نشان می‌دهد که هر گروه بر اساس تجربیات و نقش‌های خود در سازمان، دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به علل مؤثر بر ایمنی دارند. تفاوت در وزن‌دهی به علل موثر بر چالش‌های ایمنی در معدن توسط کارشناسان ایمنی، سرپرستان و کارکنان از دیدگاه‌های مختلف می‌تواند هم تأثیرات مثبت و هم منفی بر کنترل خطرات و بهبود سیستم‌های ایمنی داشته باشد. این تفاوت‌ها، وقتی درست مدیریت و هماهنگ شوند، می‌توانند به عنوان

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

یک فرصت برای ارتقاء ایمنی به کار روند، اما اگر نادیده گرفته شوند، ممکن است به مشکلات جدی منجر شوند (۳۵).

از اثرات مثبت تفاوت دیدگاه‌ها می توان به ۱- تکمیل دیدگاه‌ها و افزایش جامعیت تصمیم‌گیری‌ها ۲- بهبود برنامه‌ریزی و اجرای سیاست‌های ایمنی اشاره نمود. تنوع در وزن‌دهی به علل مختلف توسط گروه‌های مختلف می‌تواند نشان‌دهنده درک متفاوت آن‌ها از محیط کار و خطرات موجود باشد. این امر می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های جامع‌تر و دقیق‌تر منجر شود، زیرا هر دیدگاه ممکن است جنبه‌هایی از مسئله را نمایان سازد که دیگران از آن غافل بوده‌اند. با در نظر گرفتن اولویت‌های مختلف، سازمان‌ها می‌توانند برنامه‌های ایمنی متنوع‌تری را طراحی و اجرا کنند که منجر به کاهش خطرات و پوشش دادن به نیازهای متفاوت کارکنان می‌شود (۳۶, ۳۷).

از اثرات منفی تفاوت دیدگاه‌ها می توان به ۱- عدم هماهنگی و افزایش احتمال تضاد در تیم ۲- خطر نادیده گرفتن علل کلیدی اشاره نمود. اگر تفاوت‌ها در وزن‌دهی به علل ایمنی به درستی مدیریت نشوند، ممکن است منجر به تضادها و سوء تفاهم‌های بین افراد یا گروه‌های مختلف در سازمان شود. این امر می‌تواند اثرات منفی بر روی محیط کار داشته باشد و به کاهش اثربخشی برنامه‌های ایمنی منجر شود. اگر تفاوت‌ها در وزن‌دهی علل به گونه‌ای باشد که برخی علل کلیدی توسط برخی گروه‌ها نادیده گرفته شوند، ممکن است خطرات مرتبط با آن علل افزایش یابد. به عنوان مثال، اگر اپراتورها اهمیت کمتری به مدیریت دهند و تنها بر تجهیزات تمرکز کنند، ممکن است سیاست‌های کلان ایمنی که توسط مدیریت تعیین می‌شوند، کمتر مورد توجه قرار گیرند (۳۸, ۳۹).

نقاط قوت مطالعه: از نقاط قوت این مطالعه می توان به درک چندگانه از ایمنی اشاره نمود. این کار نشان‌دهنده جامعیت و عمق مطالعه در تحلیل چالش‌های ایمنی است. همچنین به‌کارگیری رویکرد FAHP در اولویت‌بندی علل ریشه‌ای چالش‌های ایمنی نشان‌دهنده دقت و استفاده از روش‌های پیشرفته تصمیم‌گیری در این تحقیق است که اعتبار نتایج را بالا می‌برد.

محدودیت‌های مطالعه: از محدودیت های مطالعه می توان به نمونه‌گیری محدود اشاره نمود. نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند می‌تواند نمایانگر محدودیت در تعمیم‌پذیری نتایج به سایر معادن باشد، چرا که نتایج تنها برای یک معدن خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

نتیجه گیری

معادن به دلیل شرایط پیچیده و خطرناک، همواره در معرض حوادث مختلف قرار دارند. این حوادث می‌توانند ناشی از علل متعددی باشند که هر یک به نحوی بر ایمنی کارگران تأثیر می‌گذارند. در این مطالعه پنج عامل مدیریت، انسان، ماشین آلات، محیط و مواد مصرفی به عنوان علل ریشه ای چالش های ایمنی معدن در نظر گرفته شد. نتایج مطالعه نشان داد که اهمیت نسبی علل ریشه ای چالش های ایمنی از دیدگاه‌های مختلف متفاوت بود. این تفاوت‌ها در وزن‌دهی به علل مختلف نشان می‌دهد که هر گروه بر اساس تجربیات و نقش‌های خود در سازمان، دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به علل مؤثر بر ایمنی دارند. این تفاوت‌ها، وقتی درست مدیریت و هماهنگ شوند، می‌توانند به عنوان یک فرصت برای ارتقاء ایمنی به کار روند، اما اگر نادیده گرفته شوند، ممکن است به مشکلات جدی منجر شوند. با توجه به نتایج مطالعه، تدوین سیاست‌هایی که تمامی جنبه‌های ایمنی را پوشش داده و بر اساس نظرات همه گروه‌ها باشد و همچنین تشکیل جلسات منظم بین کارشناسان ایمنی، سرپرستان، و اپراتورها برای بحث و تبادل نظر در مورد مسائل ایمنی و تعیین اولویت‌ها می تواند در ارتقاء سطح ایمنی معدن موثر باشد. این رویکردها می‌توانند به استفاده بهینه از تفاوت‌ها در دیدگاه‌ها کمک کنند و منجر به ایجاد یک محیط کاری ایمن‌تر و هماهنگ‌تر شوند.

تضاد منافع

نویسندگان تائید می کنند که هیچ گونه تعارض منافع برای چاپ مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی

این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد است که از سوی معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی ایران حمایت مالی شده است (کد طرح: ۲۴۷۵۱-۲-۴-۱۴۰۱).

ملاحظات اخلاقی

موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه شرکت کنندگان، جعل داده ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر ازسوی نویسندگان رعایت شده است.

کد اخلاق

این طرح باکد اخلاق (IR.IUMS.REC.1401.923)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

از سوی معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی ایران مورد تایید قرارگرفته است.

مشارکت نویسندگان

در این طرح حسین ابراهیمی و علی اصغر فرشاد اجرای پروژه و نظارت برآن را بر عهده داشته اند. غلامحسین حلوانی و ندا ملامهدی زاده هماهنگی لازم و جمع آوری اطلاعات را انجام داده اند. سیده ملیکا خارقانی مقدم با کمک حسین ابراهیمی مقاله را تدوین نموده اند.

دسترسی آزاد

کپی‌رایت نویسنده(ها) ©۲۰۲۴: این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution ۴.۰ اجازهٔ استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوهٔ دقیق دسترسی به مجوز CC، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی مقاله می‌داند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور و یا استفادهٔ فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است.

به‌منظور مشاهدهٔ مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution ۴.۰ به نشانی زیر مراجعه شود:

http://creativecommons.org/licenses/by/۴.۰

References

1. Ghassa, S. A review on epidemic illnesses between miners and available laws to prevention from them. 2017.
2. Bagherpour R, Yarahmadi R, Khademian A, Almasi SN. Safety survey of Iran's mines and comparison to some other countries. International journal of injury control and safety promotion. 2017;24(1):3-9.
3. Yarahmadi R, Bagherpour R, Khademian A. Safety risk assessment of Iran's dimension stone quarries (Exploited by diamond wire cutting method). Safety Science. 2014;63:146-50.
4. Dodgson M, Vandermark S. The challenges and opportunities of globalization and innovation in the minerals industry. R & D Enterprise: Asia Pacific. 2000;3(4):3-15.
5. Patterson JM, Shappell SA. Operator error and system deficiencies: analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. Accident Analysis & Prevention. 2010;42(4):1379-85.
6. Liu R, Cheng W, Yu Y, Xu Q. Human factors analysis of major coal mine accidents in China based on the HFACS-CM model and AHP method. International journal of industrial ergonomics. 2018;68:270-9.
7. Ghasemi R, Abedinlou R, Alimohammadi I, Abolghasemi J, Ebrahimi V, Rahimi J, et al. The relationship between emotional intelligence, personality traits and safety behaviors in metal industries workers: Confirmatory factor analysis. Work. 2021;70(3):909-15.
8. Onifade M, Said KO, Shivute AP. Safe mining operations through technological advancement. Process Safety and Environmental Protection. 2023;175:251-8.
9. Rahimi E, Shekarian Y, Shekarian N, Roghanchi P. Accident Analysis of Mining Industry in the United States–A retrospective study for 36 years. Journal of Sustainable Mining. 2022;21(1):27-44.
10. Bonsu J, Van Dyk W, Franzidis J, Petersen F, Isafiade A. A systemic study of mining accident causality: an analysis of 91 mining accidents from a platinum mine in South Africa. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2017;117(1):59-66.
11. Arezes PM, Miguel AS. Risk perception and safety behaviour: A study in an occupational environment. Safety science. 2008;46(6):900-7.
12. Zohar D. Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. Accident analysis & prevention. 2010;42(5):1517-22.
13. Labodová A. Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach. Journal of cleaner production. 2004;12(6):571-80.
14. Vinodkumar M, Bhasi M. Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. Accident Analysis & Prevention. 2010;42(6):2082-93.
15. Dolan E, Lees B, Sheu C. Safety climate and safety behaviors in the construction industry: The importance of workers' perceptions. Accident Analysis & Prevention. 2015;81:243-51.
16. Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences. 2008;1(1):83-98.
17. Schuh C, editor Fuzzy sets and their application in medicine. NAFIPS 2005-2005 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society; 2005: IEEE.
18. Sitorus F, Cilliers JJ, Brito-Parada PR. Multi-criteria decision making for the choice problem in mining and mineral processing: Applications and trends. Expert

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]

systems with applications. 2019;121:393-417.
19. Mohammadi H, Laal F, Mohammadian F, Yari P, Kangavari M, Hanifi SM. Dynamic risk assessment of storage tank using consequence modeling and fuzzy Bayesian network. Heliyon. 2023;9(8).
20. Mahdinia M, Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Aliabadi MM, Aghaei H. A fuzzy Bayesian network DEMATEL model for predicting safety behavior. International journal of occupational safety and ergonomics. 2023;29(1):36-43.
21. Chang D-Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research. 1996;95(3):649-55.
22. Skinner R, Nelson RR, Chin WW, Land L. The Delphi method research strategy in studies of information systems. Commun Assoc Inf Syst. 2015;37:31-63.
23. Somerville JA. Effective Use of the Delphi Process in Research: Its Characteristics, Strengths and Limitations 1. Oregon State Univ. 2008;2007:1-11.
24. Soltani A, Marandi EZ. Hospital site selection using two-stage fuzzy multi-criteria decision making process. Journal of Urban and environmental engineering. 2011;5(1):32-43.
25. Gogus O, Boucher TO. Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. Fuzzy sets and systems. 1998;94(1):133-44.
26. Grote G. Safety management in different high-risk domains–all the same? Safety science. 2012;50(10):1983-92.
27. Zohar D. Modifying supervisory practices to improve subunit safety: a leadership-based intervention model. Journal of Applied psychology. 2002;87(1):156.
28. Reason J. Human error: models and management. Bmj. 2000;320(7237):768-70.
29. Shappell SA, Wiegmann DA. The human factors analysis and classification system--HFACS. 2000.
30. Hoek E, Brown ET. Practical estimates of rock mass strength. International journal of rock mechanics and mining sciences. 1997;34(8):1165-86.
31. Witter RZ, Tenney L, Clark S, Newman LS. Occupational exposures in the oil and gas extraction industry: State of the science and research recommendations. American journal of industrial medicine. 2014;57(7):847-56.
32. Groves W, Kecojevic V, Komljenovic D. Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment. Journal of safety research. 2007;38(4):461-70.
33. Donoghue AM. Occupational health hazards in mining: an overview. Occupational medicine. 2004;54(5):283-9.
34. Hustrulid WA, Bullock RL. Underground mining methods: Engineering fundamentals and international case studies: SME; 2001.
35. Wang C, Wang J, Wang X, Yu H, Bai L, Sun Q. Exploring the impacts of factors contributing to unsafe behavior of coal miners. Safety science. 2019;115:339-48.
36. Hallegatte S, Shah A, Brown C, Lempert R, Gill S. Investment decision making under deep uncertainty--application to climate change. World Bank Policy Research Working Paper. 2012(6193).
37. Walker WE, Harremoës P, Rotmans J, Van Der Sluijs JP, Van Asselt MB, Janssen P, et al. Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. Integrated assessment. 2003;4(1):5-17.
38. Acharya NK, Dai Lee Y, Man Im H. Conflicting factors in construction projects: Korean perspective. Engineering, Construction and Architectural Management. 2006;13(6):543-66.
39. Clarke S. Perceptions of organizational safety: implications for the development of safety culture. Journal of Organizational Behavior. 1999;20(2):185-98.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]