Iran Occupational Health

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2024 (01 Apr);20: 39

Developing a new method for analyzing the root causes of accidents

Davood Eskandari, Assistant professor, Department of occupational health and safety, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Ghazaleh Monazami Tehrani, Associate professor, Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Bahareh Aminfar, M.Sc. Student , Department of environmental engineering, Faculty of Civil & Earth Resources Engineering Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Hasti Borgheipour, (*Corresponding author), Assistant professor, Department of environmental engineering, Faculty of Civil & Earth Resources Engineering Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. hasti_bo@yahoo.com

Abstract

Background and aims: Today, many organizations and companies have methods and instructions to analyze the causes of accidents. However, when an accident occurs, only a simple approach is implemented for analysis. This study aims to investigate and identify the root causes of accidents in the country's drilling industry and provide a technique for a more accurate and comprehensive analysis of high-intensity and frequent accidents in this industry.

Methods: The present study was conducted in four main stages. In the first stage, lessons learned from accidents in the drilling industry were studied through document review. The factors identified in the first stage were weighted by the AHP-Fuzzy method, and their impact on the occurrence of the accident was determined according to expert opinion. One of the fatal accidents in an oil drilling company was selected, and then the root causes of the accident were analyzed according to the developed model.

Results: Based on the results of the document review, 29 factors, including organizational, job, and individual factors, were identified as the root causes of accidents. Among the second-level criteria, the organizational factor with a weighting load of 0.533 had the highest impact, and the job criteria with a weighting load of 0.0198 had the lowest impact. Based on the results, it was found that job incompetence is one of the main causes of accidents, and job incompatibility and safety training are among the second and third sub-criteria and are among the main causes of the accident.

Conclusion: In the present study, three factors of organization, job, and individual, based on the theory of human factors, were investigated as the root causes of industrial accidents in the drilling industry. Analysis of the study data showed that the designed tool is a simple and quantitative method to find the root causes of accidents in the drilling industry and can be used as a practical and comprehensive method for analyzing organizational accidents.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Accident Analysis

Root Causes of the Accident

Iranian Drilling Industry

Received: 2022/06/5

Accepted : 2023/09/4

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Accidents impose countless social and economic costs on society, and the prevention of accidents is crucial for achieving economic, social, and moral goals. The analysis of the root causes of accidents is a significant topic that can enhance the effectiveness of preventive measures in accident occurrence. Therefore, identifying the factors influencing the occurrence of an accident and implementing preventive programs are important for improving and enhancing the safety performance level of an organization. According to Heinrich's theory, for every serious accident, a large number of near-misses occur in an organization. This theory states that any accident, before its occurrence, repeatedly warns the organization of a high-intensity incident that will likely happen in the future if the organization does not pay attention and apply control measures. However, some organizations, due to the negligence and insignificance of the alarm, inadvertently accept similar and repeated events and the resulting damage. Today, many Iranian organizations and companies have various safety methods and instructions, but when an accident occurs, the analysis is conducted only in a simple and qualitative way. Examining different methods of accident analysis such as HFACs, Fish Bone, Swiss cheese, etc., shows that humans are not the only ones involved in the occurrence of accidents, and factors such as environmental conditions, organization, technical and personal issues are influential in the occurrence of an accident. However, many causes of the accident and influencing factors are not properly detected, tracked, and grouped. In this study, an attempt has been made to develop and design an accident analysis technique that provides a more complete study of the main factors influencing the accident. This approach seems to provide a better view for incident management than traditional methods.

Based on the human factors model, the influential factors in an accident include organizational, individual, and job factors (Figure 1). In addition, according to James Reason's Swiss cheese model, some organizational processes and management decisions have safety flaws that are imposed on the entire system (role of the organization). These unfavorable conditions may be reinforced in the workplace (role of the job), and then, manpower errors and violations (individual role) may create an accident as a result of these organizational and environmental conditions.

Therefore, in order to deal comprehensively with incident analysis, the role of all three factors must be considered in the analysis of organizational events. The drilling industry holds a strategic position as one of the main processes of exploration, evaluation, and development of oil and gas reservoirs and has always been viewed as one of the primary challenges in the Iranian oil industry.

The purpose of this study is for the authors to investigate and identify the root causes of accidents in the country's drilling industry and also to provide a technique for more accurate and comprehensive analysis of accidents with high intensity and frequency. It is hoped that by developing this method, more suitable conditions can be obtained for managers to make decisions in order to prevent the recurrence of similar incidents.

METHODOLOGY

The present research is of an applied type and the steps of conducting the research are as follows:

Step 1: Identify the root causes of the accident

Based on the theory of human factors, the root causes of the accident were identified in three categories: organizational, environmental, and occupational factors. In this step, the reports of lessons learned in the drilling industry registered in the International Association of Drilling Contractors

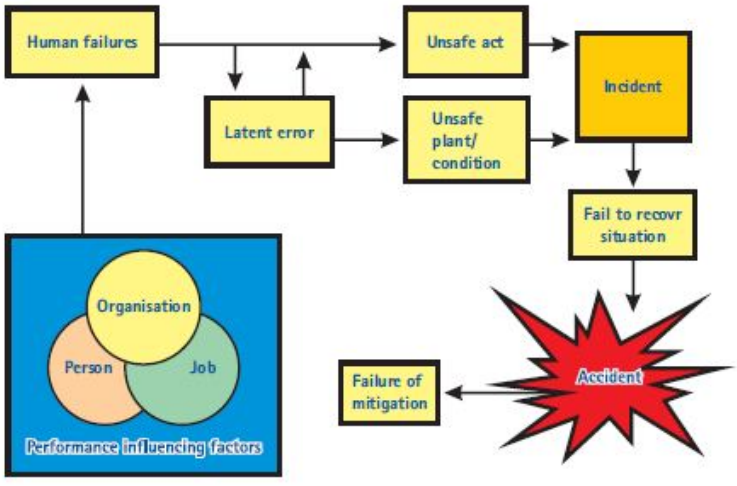


Fig. 1. Accident model based on the approach of human factors

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

(IADC) were analyzed through document review. Then, the relevant codes were determined by the research team. Experts had at least one of the following characteristics: they were faculty members of universities in the field of safety, occupational health; HSE managers of companies in the field of oil drilling with doctoral and master's degrees in the fields of environment, industrial safety, and occupational health, and HSE experts and supervisors with more than 10 years of experience working in the field of oil and gas.

Step 2: Develop an accident analysis technique

At this stage, the final tool for the analysis of the roots of accidents was developed using the designed guide tables to identify the impact of the criteria and also the severity of the impact of each of the criteria. In the guide tables using the 5-point Likert scale, the number 5 indicates poor status and the number 1 indicates good status.

Step 3: Analyze the identified incidents based on the developed technique

Based on statistics and reports, accidents in the drilling industry were investigated and the most important accidents were identified in terms of intensity and frequency. The incidents extracted in the previous stage were analyzed using the technique developed in this research and the root causes of the accident were identified. One of the fatal accidents at an onshore drilling company was selected as described below.

RESULTS

The identification of themes and the determination of related codes were examined according to the study of 110 reports of lessons learned in the drilling industry recorded in the International Association of Drilling Contractors (IADC) through document review. Based on the results obtained from the review of documents, organizational, job, and environmental criteria were identified in relation to the root causes of accidents. Among the organizational factors, 13 factors were identified as influential in the occurrence of drilling industry accidents. These include managerial safety training, managers' safety performance evaluation, managers' visit of the workplace, operational supervisors' safety training, operational supervisors'

Table 1. Criteria affecting the occurrence of accidents

Factors	Sub-factors	weight load
Organizational factors	Managers safety training	0.149728
	safety performance of managers	0.117558
	Managers visit the workplace	0.113446
	Safety training of supervisors	0.122124
	performance of supervisors	0.078472
	supervisors visit of the workplace	0.068763
	Safety Communications	0.073872
	Employee participation	0.081945
	Incident investigation team	0.072572
	worker safety training	0.052422
	Rules and instructions	0.035150
	Maintenance program	0.016511
	Emergency preparedness and response	0.017437
Individual factors	Job fitness	0.27346
	Workload	0.23610
	Job Skills	0.20989
	job competency	0.15033
	Job stress	0.12828
	Job Satisfaction	0.00194
Job factors	noise	0.120530
	Lighting	0.126178
	Heat and humidity	0.126481
	Ergonomics	0.115552
	Chemical agents	0.105973
	Machinery safety	0.112198
	Workplace safety	0.098690
	Safety of equipment and tools	0.088578
	Status of warning systems	0.069779
	Status of control systems	0.036041

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

performance evaluation, supervisors' visit of the workplace, safety communication, employee participation, incident investigation team, operational worker safety training, rules and regulations, maintenance program, and emergency preparedness and response.

Also, job fitness, workload, job skills, job competence, job stress, and job satisfaction were considered as effective factors in the group of job-related factors. Noise, lighting, heat and humidity, ergonomics, exposure to chemical agents, machine safety, workplace safety, equipment and tool safety, warning systems, and control systems were identified as effective environmental factors (Table 1).

Factors influencing the occurrence of accidents were weighted according to the results of fuzzy hierarchical analysis (FAHP). Among the second-level criteria, organizational and environmental factors had the most and the least effect on the occurrence of accidents with a weight load of 0.533 and 0.01998, respectively. Also, among the organizational sub-criteria, the safety training factor of managers with a weight of 0.149 and the maintenance program factor with a weight of 0.0165 gained the highest and the lowest weight load, respectively. According to expert's judgment, job fitness and workload factors had the greatest impact among job criteria. The heat and humidity factor with a weight load of 0.1264 and the status of control systems with a weight load of 0.036 obtained the highest and lowest effects on the score of environmental criteria, respectively.

In order to score the root causes in the occurrence of accidents, guidance tables were designed and adjusted based on the 5-point Likert scale. The rank and score of the sub-criteria and criteria were determined by considering the weights calculated by the Fuzzy AHP method in the previous section and applying the calculated weights to the average scores of each. Three experienced experts from the accident investigation team in the drilling industry were selected to score the root causes of the accident. Separate scores were obtained for each sub-factor based on the identified criteria and sub-criteria as well as the guidance tables (Table 2). Based on the results, it was found that a lack of job skills is one of the main causes of accidents. A lack of job fitness and safety training are also among the sub-criteria of the second and third categories, which were identified as root causes of the accident.

DISCUSSION

Based on the results of the present study, three factors including organization, individual, and job factors were examined based on the theory of human factors for finding the root causes of industrial accidents in the drilling industry. Among organizational factors, the safety training of managers and operational supervisors gained the most importance. Also, job fitness and workload sub-factors had the highest weight load among individual factors. Noise, heat and humidity sub-factors, as well as ergonomic conditions of the workplace, were considered by experts as the most important job factors.

Table 2. Scoring the sub-criteria affecting the occurrence of the accident

factors	Sub- factors	Weighting factor(WF)	Expert 1	Expert 2	Expert 3	AVE	AVE× WF	Local rank	Total rank
Organizational factors	Managers safety training	0.1497	5	5	4	4.66	0.698	First	Third
	performance of managers	0.1175	5	4	3	4.00	0.470	Third	Eighth
	Managers visit o	0.1134	3	4	5	4.00	0.453	Fourth	ninth
	supervisors training	0.1221	5	5	4	4.66	0.569	Second	Fifth
	performance of supervisors	0.0784	5	5	3	4.33	0.340	Seventh	fifteenth
	supervisors visit	0.0687	4	5	5	4.66	0.320	Eighth	seventeenth
	Safety Communications	0.0738	5	5	4	4.66	0.344	sixth	Fourteenth
	Employee participation	0.0819	4	5	4	4.33	0.355	Fifth	Twelve
	Incident analysis team	0.0725	4	5	4	4.33	0.314	ninth	nineteenth
	worker safety training	0.0524	4	4	3	3.67	0.192	tenth	twenty third
	Rules and instructions	0.0351	4	4	4	4.00	0.140	Eleventh	Twenty fourth
	Maintenance program	0.0165	4	4	2	3.33	0.055	Thirteenth	twenty eighth
	Emergency preparedness	0.0174	3	4	3	3.33	0.058	Twelve	twenty seventh
Individual factors	Job fitness	0.2734	4	3	2	3.00	0.820	Second	Second
	Workload	0.2361	1	4	2	2.33	0.550	Fourth	sixth
	Job Skills	0.2098	4	5	4	4.33	0.909	First	First
	job competency	0.1503	4	5	3	4.00	0.601	Third	Fourth
	Job stress	0.1282	3	4	3	3.33	0.427	Fifth	tenth
	Job Satisfaction	0.0019	2	3	4	3.00	0.005	sixth	twenty ninth
Job factors	noise	0.1205	4	4	4	4.00	0.482	First	Seventh
	Lighting	0.1261	2	3	3	2.66	0.336	Fourth	Sixteenth
	Heat and humidity	0.1264	3	4	3	3.33	0.421	Second	Eleventh
	Ergonomics	0.1155	2	3	4	3.00	0.346	Third	Thirteenth
	Chemical agents	0.1059	1	5	3	3.00	0.317	Fifth	Eighteenth
	Machinery safety	0.1121	3	3	1	2.33	0.261	Seventh	twenty first
	Workplace safety	0.0986	3	4	1	2.66	0.263	sixth	Twentieth
	Safety of equipment and tools	0.0885	2	3	2	2.33	0.206	Eighth	twenty second
	Status of warning systems	0.0697	1	1	3	1.66	0.116	ninth	twenty fifth
	Status of control systems	0.0360	3	1	4	2.66	0.096	tenth	twenty sixth

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

Accident analysis is the starting point for an accident prevention strategy and certainly one of the most important items in the effectiveness of accident prevention measures. The Center for Chemical Process Safety (CCPS) outlines three main objectives for performing incident investigation techniques, including organizing incident information, explaining, and rooting accident causation to help substantiate expert hypotheses and evaluate corrective action. The results of this study showed that it is possible to achieve these three goals based on the developed model.

Research on several major industrial accidents over the past few years has provided a new area of study. These studies have shown that "the root causes of accidents go beyond technical or human problems." In fact, these are organizational and cultural factors that form the cornerstone of accidents in high-tech industries. As Heinrich suggested in 1931, despite the fact that the vast majority of accidents still occur as a result of unsafe behaviors, organizational and cultural factors significantly affect unsafe behaviors. In the present study, based on the aggregated opinions of experts in the field of safety, organizational factors with a weight load of 0.5333 had the most roles among other factors affecting the occurrence of accidents in the drilling industry. Also, Jabbari et al. determined the social responsibility and the role of the groups involved in work-related accidents. It was known that the role of the construction project management team has 74.65٪ responsibility for work-related accidents.

Research emphasizes that attention to the technical approach alone is not sufficient to reduce workplace injuries and increase employee safety. Some researchers also highlight that the use of human factors can be effective in reducing accidents. After the Chernobyl accident, the role of organizational factors has received significant attention as a part of human factors in recent years. Studies are limited to the other two components of human factors, including job and individual factors. Some job and individual factors have been studied in the construction, petrochemical, railway, nuclear energy, and transportation industries. Some studies also point to the role of a person's perception of the work environment, risky behaviors, emotional instability, job satisfaction, and job stress on safety performance. Gunesh et al. (2004) found that working conditions and the work environment have a significant effect on occupational accidents. These findings indicate that workers are less likely to have a work accident if they have a positive attitude towards their work environment. Lee et al. (2001) also emphasized that workplace injuries are caused by poor person-environment adaptation, which leads to mental distress and ultimately work-related accidents. Job stress is one of the influential components in the individual factor assessment tool presented in the present study. Freon concluded that negative feelings and emotional instability of workers may lead to errors in their attention and distraction and therefore can increase the likelihood of occupational accidents. In addition, many studies have pointed to the role of job satisfaction in the safety performance of the organization. Job satisfaction is defined as a complex emotional response to a job that is related to production, motivation, absenteeism, procrastination, carelessness, fatigue, and mental health that can ultimately affect the occurrence of occupational accidents.

CONCLUSION

In the present study, three factors of organization, individual, and job were examined based on the theory of human factors in the root causes of industrial accidents in the drilling industry. The analysis of the study data showed that the tool designed by the authors is an objective and simple method to find the root causes of accidents in the drilling industry and can be used as a practical and comprehensive method for analyzing organizational accidents.

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

How to cite this article:
Davood Eskandari, Hasti Borgheipour, Bahareh Aminfar, Ghazaleh Monazami Tehrani. Developing a new method for analyzing the root causes of accidents . Iran Occupational Health. 2024 (01 Apr);20:39.

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

سلامت کار ایران
دوره ۲۰ - ۳۹/۱۴۰۲

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

ارائه روشی جدید جهت تجزیه و تحلیل علل ریشه ای حوادث

داود اسکندری: استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران .
غزاله منظمی تهرانی: دانشیار گروه سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
بهاره امین فر: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
هستی برقعی پور: (* نویسنده مسئول) استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
hasti_bo@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: امروزه بسیاری از سازمان‌ها و شرکت های ایرانی روش ها و دستورالعمل های مختلفی را جهت تجزیه و تحلیل حادثه اتخاذ نموده اند، اما هنگامی که یک حادثه به وقوع می پیوندد تنها با یک یا چند خط و به شکل ساده و توصیفی تجزیه و تحلیل حادثه را انجام می‌دهند. هدف از انجام این تحقیق، بررسی و شناسایی فاکتورهای ریشه ای علل حادثه و نیز ارائه تکنیکی جهت تجزیه و تحلیل دقیق و جامع تر حوادث با شدت و فرکانس بالا با تاکید بر نظریه فاکتورهای انسانی شامل عوامل سازمانی، فردی و شغلی است. انتظار است روش حاضر بتواند نسبت به روش سنتی رایج در صنایع دید مناسب تری در آگاهی سازمان‌ها نسبت به علل حادثه ایجاد و اولویت های اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه را به شکل مطلوب تری مشخص نماید.
روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع کاربردی–مقطعی است. در گام اول گزارشات درس آموخته های حوادث در صنعت حفاری از طریق روش بررسی اسناد مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای شناسایی شده در گام اول با روش AHP-Fuzzy وزن دهی و میزان تأثیر آن ها در وقوع حادثه طبق نظر خبرگان تعیین گردید. در این مرحله بر اساس آمار و گزارشات، حوادث رخ داده در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفت و مهمترین حوادث از نظر شدت و فرکانس شناسایی شد. حوادث استخراج شده در مرحله پیش با استفاده از تکنیک تدوین شده در این تحقیق، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و علل ریشه‌ای حادثه شناسایی شدند.
یافته ها: براساس نتایج بدست آمده از بررسی اسناد، ۲۹ فاکتور شامل فاکتورهای سازمانی، شغلی و فردی در ارتباط با علل ریشه‌ای حوادث شناسایی شدند. در بین معیارهای سطح دوم یعنی عوامل سازمانی، شغلی و فردی عامل سازمانی با کسب بار وزنی ۰/۵۳۳ بیشترین و معیارهای شغلی با بار وزنی ۰/۰۱۹۸ کمترین تأثیر را بر وقوع حوادث داشتند. براساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که عدم مهارت شغلی از معیارهای فردی علت اصلی وقوع حادثه و عدم تناسب شغلی و آموزش ایمنی از جمله زیرمعیارهای رده های دوم و سوم جزء علل ریشه‌ای رخداد مورد مطالعه به شمار می آیند.
نتیجه گیری: در مطالعه حاضر سه فاکتور سازمان، شغلی و فرد براساس تئوری عوامل انسانی در ریشه یابی حوادث صنعتی در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفتند. تحلیل داده های مطالعه نشان داد که ابزار طراحی‌شده، روشی عینی و ساده جهت ریشه یابی علل حوادث است و می تواند به‌عنوان یک روش کاربردی و جامع جهت تجزیه و تحلیل حوادث سازمانی مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
تجزیه و تحلیل حادثه
ریشه یابی علل حادثه
صنعت حفاری ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۳

شیوه استناد به این مقاله:
Davood Eskandari, Hasti Borgheipour, Bahareh Aminfar, Ghazaleh Monazami Tehrani. Developing a new method for analyzing the root causes of accidents . Iran Occupational Health. 2024 (01 Apr);20:39.

*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]
[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

مقدمه

حوادث هزینه های بیشمار اجتماعی و اقتصادی بر جامعه تحمیل می نماید و جهت تحقق اهداف اقتصادی، اجتماعی و نیز اخلاقی پیشگیری از حوادث بسیار مهم است. امروزه می بایست بهبود و اثربخشی در جهت پیشگیری از حوادث تشدید گردد. یکی از موارد مهم که می‌تواند به اثربخشی اقدامات پیشگیرانه در وقوع حوادث کمک نماید، تجزیه و تحلیل علل حادثه است (۱-۳). بنابراین شناسایی عوامل تاثیرگذار در وقوع حادثه و اجرای برنامه‌های هدفمند و پیشگیرانه از موارد مهم جهت بهبود و ارتقاء سطح عملکرد ایمنی سازمان خواهد بود (۴, ۵).

براساس تئوری هنریچ، به ازای وقوع هر حادثه وخیم، تعداد فراوانی شبه حادثه در سازمان به وقوع می پیوندد. این تئوری بیانگر آن است که هر حادثه ای قبل از وقوع بارها و بارها اعلام خطر کرده و به سازمان گوشزد می نماید که سازمان می تواند آبستن حادثه ای با شدت نامعلوم است که در صورت عدم توجه و به کارگیری اقدامات کنترلی توسط سازمان، احتمالاً در آینده به وقوع خواهد پیوست. اما سازمان‌ها به واسطه بی توجهی و بی اهمیت دانستن زنگ هشدار حوادث، ناخواسته تن به پذیرش حوادث مشابه و تکراری و خسارات ناشی از آن می‌دهند (۶, ۷).

امروزه بسیاری از سازمان‌ها و شرکت های ایرانی تا حدودی بر روی روش ها و دستورالعمل های متعدد ایمنی اقداماتی انجام داده اند، اما هنگامی که یک حادثه به وقوع می پیوندد تنها با یک یا چند خط و به شکل ساده و یا با استفاده از مدل‌هایی نظیر FTA و TRIPOD BETA و ... علل حادثه به شکل کیفی و توصیفی تجزیه و تحلیل می‌شود. بررسی روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل حوادث نظیر HFACs، Fish Bone، Swiss Cheese و ... نشان می‌دهد در وقوع حوادث تنها فاکتورهای انسانی دخیل نبوده و عواملی نظیر شرایط محیطی، سازمانی، مسائل فنی و فردی و بسیاری از فاکتورهای دیگر نیز در رخ دادن یک حادثه تأثیرگذارند (۸-۱۰). این در حالی است که بسیاری از علل حادثه و از طرف دیگر وزن و فاکتورهای تأثیرگذار به شکل مطلوب کشف، ردیابی و گروه بندی نمی‌شود (۱۱, ۱۲). در این راستا در این مطالعه سعی بر تدوین و طراحی تکنیک تجزیه و تحلیل حادثه شده است که تا حدودی مطالعه کامل تری از عوامل اصلی تأثیرگذار در حادثه ایجاد نماید. بنظر می رسد روش حاضر بتواند نسبت به روش سنتی و چند خطی رایج در صنایع دید مناسب تری در آگاهی مدیریت سازمان‌ها نسبت به علل حادثه ارائه و اولویت های اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه را به شکل مطلوب تری مشخص نماید.

در مدل فاکتورهای انسانی[1] فاکتورهای تأثیرگذار در حادثه شامل فاکتورهای سازمانی، شغلی و فردی است (شکل ۱). علاوه بر این براساس مدل پنیر سوئیسی جیمز ریزن برخی فرآیندهای سازمانی و تصمیمات مدیریتی، از منظر ایمنی دارای اشکالاتی است که به کل سیستم تحمیل می‌شود (نقش سازمان)، این شرایط نامناسب ممکن است در محیط کاری تقویت شوند (نقش شغل) و آنگاه، خطاها و تخلفات نیروی انسانی (نقش فرد)، ممکن است در اثر این شرایط سازمانی و محیطی، شرایط بروز حادثه را پدید آورد. از این رو برای اینکه بتوان به صورت جامع به تجزیه و تحلیل حادثه پرداخت بایستی نقش هر سه عامل مذکور در تجزیه و تحلیل حوادث سازمان در نظر گرفته شود (۱۳-۱۵).

از طرفی صنعت حفاری بعنوان یکی از فرآیندهای اصلی اکتشاف، ارزیابی و توسعه مخازن نفت و گاز از جایگاهی استراتژیک برخوردار است و همواره بعنوان یکی از چالش های اصلی در صنعت نفت ایران مطرح بوده است. همچنین یکی از دشوارترین و پرخطرترین صنایع بوده که مادام تن و آهن در نبرد با یکدیگرند. هدف از انجام این تحقیق، بررسی و شناسایی فاکتورهای ریشه ای علت حادثه در صنعت حفاری کشور و نیز ارائه تکنیکی جهت تجزیه و تحلیل دقیق و جامع تر حوادث با شدت و فرکانس بالا در این صنعت است. امید است با تدوین این روش بتوان شرایط مناسب تری را جهت اتخاذ تصمیمات مدیران و کارشناسان درخصوص اصلاح وضعیت ایجاد کرد که به دنبال آن با اصلاح وضعیت عوامل شناسایی شده، بتوان از تکرار حوادث مشابه پیشگیری نمود.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی-مقطعی است و گام‌های انجام تحقیق به صورت ذیل می‌باشد:

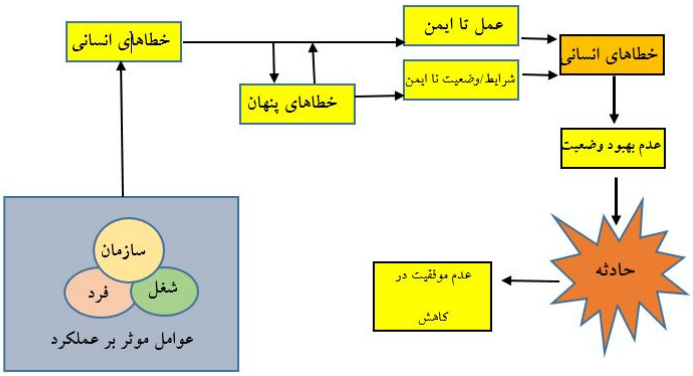
گام اول: شناسایی علل ریشه ای تاثیرگذار در وقوع حادثه

در این گام گزارشات درس آموخته های حوادث در صنعت حفاری ثبت شده در انجمن بین‌المللی پیمانکاران حفاری (IADC)[2] از طریق روش بررسی اسناد و شناسایی مضامین و تعیین کدهای مرتبط توسط تیم تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با جستجو در منابع داخلی و خارجی اعم از مقالات، کتب، کسب نظرات اساتید

1 Human Factor
2 International Association Drilling Contractors

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]



شکل ۱. مدل حادثه براساس رویکرد فاکتورهای انسانی

جدول ۳-۱. نمونه‌ای از اعداد فازی تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

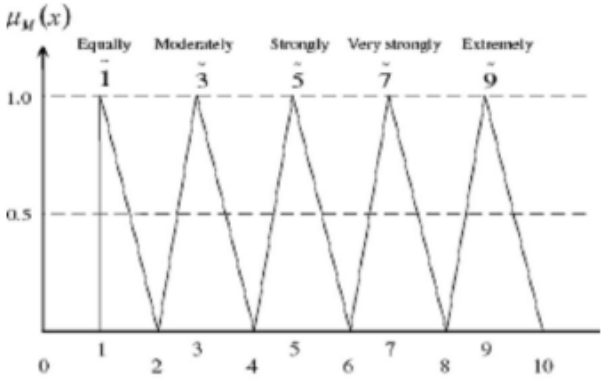
عدد فازی	تعریف	مقیاس فازی مثلثی	دامنه	تابع عضویت
$\tilde{9}$	اهمیت مطلق	(۷,۹,۹)	۷≤x≤۹	$\frac{x-7}{9-7}$
$\tilde{7}$	اهمیت خیلی قوی	(۵,۷,۹)	۷≤x≤۹	$\frac{9-x}{9-7}$
			۵≤x≤۷	$\frac{x-5}{7-5}$
$\tilde{5}$	اهمیت قوی	(۳,۵,۷)	۵≤x≤۷	$\frac{7-x}{7-5}$
			۳≤x≤۵	$\frac{x-3}{5-3}$
$\tilde{3}$	اهمیت ضعیف	(۱,۳,۵)	۳≤x≤۵	$\frac{5-x}{5-3}$
			۱≤x≤۳	$\frac{x-1}{3-1}$
$\tilde{1}$	اهمیت یکسان	(۱,۱,۳)	۱≤x≤۳	$\frac{3-x}{3-1}$
۱	دقیقاً مساوی	(۱,۱,۱)	-	-

و متخصصان حوزه نفت و گاز و همچنین حوزه ایمنی، کارشناسان و نخبگان ایمنی و بهداشت (مدیریت ارشد HSE شرکت‌های معتبر، اساتید دانشگاهی، نویسندگان ژورنال های معتبر در خصوص تحقیقات حوادث کار که در بخش HSE فعالیت داشته اند) گرد آوری اطلاعات لازم انجام گرفت. در این مرحله با مطالعه منابع موجود عوامل تأثیرگذار در وقوع حادثه شناسایی و طبقه بندی گردید.

گام دوم: وزن دهی فاکتورهای تأثیرگذار شناسایی شده

فاکتورهای شناسایی شده در گام اول با توجه به این که دارای اهمیت متفاوتی در وقوع حادثه می‌باشند، با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی گسترش یافته چانگ (AHP-Fuzzy) وزن دهی و میزان تأثیر آن ها در وقوع حادثه طبق نظر خبرگان تعیین گردید. در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، پس از تهیه نمودار سلسله مراتبی از تصمیم گیرندگان خواسته شد تا عناصر هر سطح را نسبت به هم مقایسه کنند و اهمیت نسبی عناصر را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند. در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، پس از تهیه نمودار سلسله مراتبی از تصمیم گیرنده (یا تصمیم گیرندگان) خواسته می‌شود تا عناصر هر سطح را نسبت به هم مقایسه کنند و اهمیت نسبی عناصر را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند. به طور مثال جدول ۳-۱

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]



شکل ۳-۲. تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی

نمونه‌ای از اعداد فازی مثلثی تعرف شده و توابع عضویت آن‌ها درج شده است. در شکل ۳-۱ نیز تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی نشان داده شده است.

مراحل روش FAHP جهت وزن دهی فاکتورهای تاثیرگذار در وقوع حوادث به‌صورت زیر است (۱۶):

- ترسیم درخت سلسله مراتبی
- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی
- تجمیع نظرات خبرگان
- محاسبه میانگین هندسی سطرها
- نرمالایز کردن میانگین‌های هندسی
- ترکیب وزن ها
- دیفازی کردن

گام سوم: تدوین تکنیک تجزیه و تحلیل حادثه

در این مرحله جهت ابزار نهایی تجزیه و تحلیل ریشه ای حوادث با استفاده از تعاریف علمی و همچنین رجوع به مطالعات علمی جداول راهنما جهت تشخیص تأثیر معیارها و همچنین شدت تأثیر هر یک از معیارها تدوین گردید.

در جداول راهنما با استفاده از مقیاس لیکرت ۵ درجه ای، عدد ۵ نشان دهنده وضعیت ضعیف و عدد ۱ نشان دهنده وضعیت مناسب است.

گام چهارم: تجزیه و تحلیل حوادث شناسایی شده براساس تکنیک تدوین شده

در این مرحله بر اساس آمار و گزارشات، حوادث رخ داده در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفت و مهمترین حوادث از نظر شدت و فرکانس شناسایی شد. حوادث استخراج شده در مرحله پیش با استفاده از تکنیک تدوین شده در این تحقیق، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و علل ریشه‌ای حادثه شناسایی شدند.

در این بخش یکی از حوادث منجر به فوت در یک شرکت فعال در حوزه حفاری نفت در میادین خشکی بصورت موردی انتخاب گردید که به شرح آن در ذیل اشاره شده است.

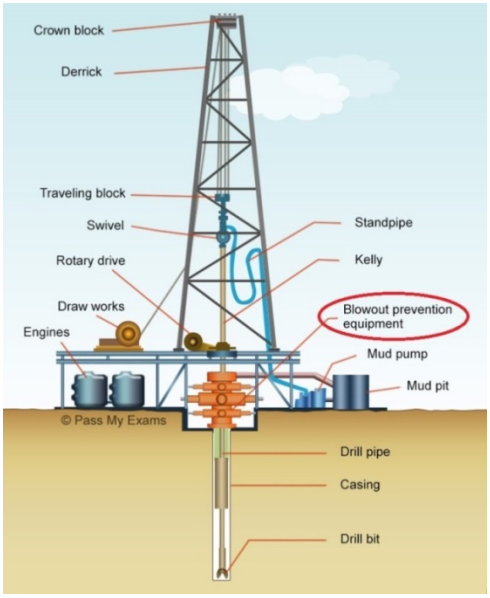
شرح حادثه

در ساعت ۱۱:۰۰ صبح مورخ ۹۳/۰۶/۰۱ ضمن انجام عملیات تعویض رمز بالایی شیرهای فوران گیر، جهت عملیات نمودارگیری، بر اثر وقوع حادثه منجر به از دست رفتن یکی از پرسنل سکوبان[1] بر روی دستگاه حفاری نفت گردید. شیرهای فوارن گیر[2] که اصطلاحاً BOP نامیده می‌شوند، یکی از تجهیزات کنترل کننده چاه در هنگام حفاری و تعمیرات چاه می‌باشند (شکل ۲). از تجهیزات کنترل کننده چاه به منظور جلوگیری از فوران[3] سیالات به سمت بیرون چاه استفاده می‌شود. فوران اصطلاحاً به جریان غیرکنترل شده گاز، نفت یا دیگر سیالات چاه به اتمسفر یا به درون طبقات زیرزمینی گفته می‌شود. این اتفاق زمانی روی می‌دهد که فشار طبقات زیر زمینی از فشار اعمال شده به آن‌ها به وسیله سیالات حفاری بالاتر رود. فوران باعث به خطر افتادن جان کارکنان دستگاه حفاری، تخریب شدن دستگاه (که باعث میلیون ها دلار زیان می‌شود)، اتلاف مقادیر بسیار زیادی نفت و تخریب محیط زیست می‌شود. سیالات (مثل نفت، گاز یا آب نمک) با نیروی بسیار زیادی به سمت بیرون چاه فوران می‌کنند و اگر این سیالات حاوی گاز نیز باشند، مشتعل می‌شوند.

از شیرهای فوران گیر (BOP) همراه با دیگر تجهیزات و تکنیک ها برای بستن چاه استفاده می‌شود و این امکان را به کارکنان می‌دهد که ضربه چاه را قبل از اینکه منجر به فوران و انفجار شود، کنترل نمایند. BOP و دیگر تجهیزات کنترلی چاه به وسیله کارکنان دکل پس از قرار دادن و

1 Rough neck
2. Blow out Preventer
3 Blow out

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]



شکل ۲. جانمایی شیر فوران گیر بر روی دکل حفاری

سیمان کاری لوله جداری سطحی[1] نصب می‌شوند. معمولاً چند عدد شیر فوران گیر که اصطلاحاً به آن دکل BOP[2] گفته می‌شود، در بالای چاه نصب می‌شود. این دکل معمولاً از یک فوران گیر مدور[3] در بالای آن و حداقل یک رم لوله ای[4] و یک رم برشی[5] در زیر آن تشکیل شده است.

به دلیل تغییر سایز (قطر) عناصر رشته حفاری نیاز به تغییر رمزهای شیرهای فوران‌گیر (BOP) بوده است. این نوع عملیات بارها دردستگاه های حفاری این شرکت با موفقیت انجام شده است و اصولاً جزو عملیات معمول در دستگاه های حفاری به شمار می‌رود. در روز حادثه نیز رئیس دستگاه حفاری تمهیدات لازم فنی و ایمنی را بدین منظور در نظر گرفته و عملیات تعویض رمز با نظارت مستقیم خود ایشان شروع می‌شود.

ابتدا شخص حادثه دیده جهت باز نمودن مهره های محفظه رمز و متعلقات آن که مجموعاً بونت[6] گفته می‌شود با یک دستگاه آچار چکشی بر روی لاین کشتن چاه متصل به BOP ایستاده و قصد اقدام جهت باز نمودن مهره های رمز بالایی یک طرف BOP را داشته، که به دلیل آنکه احتمال عدم تعادل و سقوط شخص به درون گودال حفاری[7] وجود داشته، توسط رئیس دستگاه از شروع کار

1 Surface Casing
2 BOP Stack
3 Annular BOP
4 Pipe Ram
5 Shear Ram
6 Bonnet
7 Cellar

وی جلوگیری شده و به پائین هدایت و پس از مجهز شدن به کمربند ایمنی جلیقه ای[8] در حضور افسر ایمنی مجدداً برروی Kill Line مستقر شده و کمربند خود را به نقطه ای از BOP در بالای سر خود متصل می نماید، که البته رعایت این نکته ایمنی مانع از سقوط وی به گودال حفاری، پس از برخورد بونت و از دست دادن تعادل وی می گردد.

سپس شخص با استفاده از آچار چکش تمامی ۸ مهره بونت مربوط به رمز بالایی یک طرف را باز نموده و به دلیل چسبنده بودن گل حفاری و رسوب عناصر و اجزاء گلی که طی عملیات حفاری در تماس با قسمت های داخلی فوران‌گیر بوده است، درب محفظه رمز و یا اصطلاحاً بونت به راحتی با دست باز نشده که رئیس دستگاه تصمیم می‌گیرد رویه معمولی را که استفاده از نیروی کششی قرقره هوا[9] می‌باشد جهت باز نمودن بونت بکار برد.

لذا یک نفر سکوبان با نظارت حفار برروی سکوی حفاری[10] مستقر شده و پس از پائین دادن وایر و قلاب قرقره و عبور آن از پشت بونت توسط کمک حفاری به نقطه ای از Substructure متصل می‌گردد. سپس شخص حادثه دیده جهت تسریع در عملیات مشغول باز نمودن مهره های بونت بالایی سمت دیگر می‌شود در این هنگام به اظهار شخص رئیس دستگاه و شاهدان عینی، رئیس دستگاه اقدام معمولی که در امور مشابه کار با قرقره هوا صورت می‌گیرد را انجام داده و با رادیو بیسیم خود به حفار

8 Safety Harness
9 Air Hoist
10 Rig Floor

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

که مجاور اپراتور قرقره ایستاده است دستور می‌دهد که اندکی قرقره را جمع کرده تا کابل از حالت افتادگی خارج شده و به صورت صاف و مستقیم قرار بگیرد (اصطلاحاً هوای کابل یا شکم کابل گرفته شود).

معمولاً در چنین مواقعی که نیاز به اعمال نیروی کششی به وسیله کابل می‌باشد طی دو مرحله عمل می‌گردد و نیروی کششی طی دو مرحله اعمال می‌شود. بدین ترتیب که ابتدا مقداری از کابل حول قرقره جمع شده و افتادگی کابل گرفته می‌شود. سپس شرایط کاری توسط مسئول آن عملیات مورد بررسی قرار گرفته و پس از اطمینان از فراهم بودن جمیع شرایط آن عملیات از نظر فنی، ایمنی و یا الزامات دیگر، در مرحله دوم اقدام به اعمال نیروی کششی نهایی می‌شود.

در اینجا نیز پس از آنکه به دستور رئیس دستگاه به وسیله رادیو، اپراتور قرقره هوا طی مرحله اول کابل را به دور قرقره جمع کرده و کابل از حالت شل بودن خارج می‌شود، زمانی که رئیس دستگاه مشغول بررسی اوضاع بوده و شخص حادثه دیده نیز در حالیکه مشغول باز کردن آخرین مهره از ۸ مهره بونت سمت دیگر بوده، با یک مکث چند ثانیه ای کابل ایر هوست تحت کشش که پشت بونت قرار گرفته است باعث باز شدن بونت شده و بر خلاف همیشه، یک چرخش بیش از ۱۸۰ درجه حول محور لولایی، درب محفظه رمز (بونت) به شخص مرحوم که در حال باز کردن مهره های سمت دیگر بوده از ناحیه پشت شانه و کمر به وی برخورد نموده و نتیجتاً این ضربه باعث برخورد بخش سینه و شکم وی به قسمت بالایی فوران‌گیر (BOP) می‌شود. البته طبق تحقیقات انجام شده و گزارش شاهدان عینی، همکاران وی چندین بار جهت پایین آمدن و دور شدن از منطقه خطر تذکر می دهند ولی متاسفانه شخص به باز نمودن مهره های سمت دیگر ادامه داده و قصد داشته تا تنها مهره باقیمانده را نیز باز و سپس از روی Kill Line به پائین بیاید. در اثر این برخورد شخص تعادل خود را از دست داده ولی کمربند ایمنی مانع از سقوط وی به داخل گودال حفاری می شود. شخص حادثه دیده بلافاصله و با احتیاط به درمانگاه دستگاه حفاری منتقل شده و پس از اقدامات اولیه کنترلی درمانی در معیت پزشک یار دستگاه حفاری و با آمبولانس دکل به بیمارستان گلستان اهواز منتقل می‌شود متاسفانه پس از حدود سه ساعت تلاش تیم پزشکی و مقاومت شخص، اقدامات کنترلی و درمانی موثر واقع نشده و در ساعت حدود ۱۸:۰۰ همان روز شخص حادثه دیده فوت می نماید.

نتایج

با توجه به بررسی متون علمی همچون مطالعه تعداد ۱۱۰ عدد از گزارشات درس آموخته های حوادث در صنعت حفاری ثبت شده در انجمن بین‌المللی پیمانکاران حفاری (IADC)[1] از طریق روش بررسی اسناد و شناسایی مضامین و تعیین کدهای مرتبط مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده از بررسی اسناد، معیارهای سازمانی، شغلی و فردی در ارتباط با علل ریشه‌ای حوادث شناسایی شدند. در بین فاکتورهای سازمانی ۱۳ فاکتور شامل آموزش ایمنی مدیران، ارزیابی عملکرد ایمنی مدیران، بازدید مدیران از کارگاه، آموزش ایمنی سرپرستان عملیاتی، ارزیابی عملکرد سرپرستان عملیاتی، بازدید سرپرستان عملیاتی از کارگاه، ارتباطات ایمنی، مشارکت کارکنان، تیم تجزیه و تحلیل حوادث، آموزش ایمنی کارگران عملیاتی، قوانین و دستورالعمل ها، برنامه تعمیرات و نگهداری، آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری بعنوان فاکتورهای تاثیرگذار در وقوع حوادث صنعت حفاری شناسایی شدند. همچنین تناسب شغلی، بارکاری، مهارت حرفه‌ای، صلاحیت حرفه‌ای، استرس شغلی و رضایت شغلی بعنوان فاکتورهای موثر در گروه فاکتورهای مرتبط با فرد و صدا، روشنایی، گرما و رطوبت، ارگونومی، عوامل شیمیایی، ایمنی ماشین آلات، ایمنی محیط کار، ایمنی تجهیزات و ابزارآلات، سیستم‌های هشداردهنده و سیستم‌های کنترلی بعنوان فاکتورهای شغلی براساس روش بررسی اسناد و شناسایی مضامین شناسایی شدند (جدول ۱).

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی فازی و تعیین بار وزنی عوامل تأثیرگذار در وقوع حوادث، مشخص گردید در بین معیارهای سطح دوم یعنی عوامل سازمانی، شغلی و محیطی عامل سازمانی با کسب بار وزنی ۰/۵۳۳ بیشترین و معیار شغلی با بار وزنی ۰/۰۱۹۸ کمترین تأثیر را بر وقوع حوادث دارند. همچنین در بخش مربوط به زیرمعیارهای تأثیرگذار بر نمره معیارهای سازمانی عامل آموزش ایمنی مدیران با وزن ۰/۱۴۹ و عامل برنامه تعمیرات و نگهداری با وزن ۰/۰۱۶۵ به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین بار وزنی را کسب کردند. به اعتقاد افراد خبره، عوامل تناسب شغلی و بارکاری بیشترین تأثیر را در نمره معیارهای فردی و گرما و رطوبت با بار وزنی ۰/۱۲۶۴ و وضعیت سیستم‌های کنترلی با بار وزنی ۰/۰۳۶ به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در نمره معیارهای شغلی به خود اختصاص دادند.

1 International Association Drilling Contractors

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

جدول ۱. معیارهای تأثیرگذار بر وقوع حوادث

فاکتورهای سازمانی	آموزش ایمنی مدیران	۰/۱۴۹۷۲۸
	ارزیابی عملکرد ایمنی مدیران	۰/۱۱۷۵۵۸
	بازدید مدیران از کارگاه	۰/۱۱۳۴۴۶
	آموزش ایمنی سرپرستان عملیاتی	۰/۱۲۲۱۲۴
	ارزیابی عملکرد سرپرستان عملیاتی	۰/۰۷۸۴۷۲
	بازدید سرپرستان عملیاتی از کارگاه	۰/۰۶۸۷۶۳
	ارتباطات ایمنی	۰/۰۷۳۸۷۲
	مشارکت کارکنان	۰/۰۸۱۹۴۵
	تیم تجزیه و تحلیل حوادث	۰/۰۷۲۵۷۲
	آموزش ایمنی کارگران عملیاتی	۰/۰۵۲۴۲۲
	قوانین و دستورالعمل‌ها	۰/۰۳۵۱۵
	برنامه تعمیرات و نگهداری	۰/۰۱۶۵۱۱
	آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری	۰/۰۱۷۴۳۷
فاکتورهای فردی	تناسب شغلی	۰/۲۷۳۴۶
	بارکاری	۰/۲۳۶۱
	مهارت حرفه‌ای	۰/۲۰۹۸۹
	صلاحیت حرفه‌ای	۰/۱۵۰۳۳
	استرس شغلی	۰/۱۲۸۲۸
	رضایت شغلی	۰/۰۰۱۹۴
فاکتورهای شغلی	صدا	۰/۱۲۰۵۳
	روشنایی	۰/۱۲۶۱۷۸
	گرما و رطوبت	۰/۱۲۶۴۸۱
	ارگونومی	۰/۱۱۵۵۵۲
	عوامل شیمیایی	۰/۱۰۵۹۷۳
	ایمنی ماشین آلات	۰/۱۱۲۱۹۸
	ایمنی محیط کار	۰/۰۹۸۶۹
	ایمنی تجهیزات و ابزارآلات	۰/۰۸۸۵۷۸
	وضعیت سیستم‌های هشداردهنده	۰/۰۶۹۷۷۹
	وضعیت سیستم‌های کنترلی	۰/۰۳۶۰۴۱

به منظور امتیازدهی علل ریشه ای و تأثیرگذار در وقوع حوادث، جداول راهنمایی براساس مقیاس لیکرت ۵ درجه ای طراحی و تنظیم گردید تا براساس آن‌ها امتیاز و رتبه هر یک از معیارها و زیرمعیارها تعیین گردد. در جدول ۲ نمونه ای از چگونگی امتیازدهی معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده در مرحله قبل ارائه شده است. با در نظر گرفتن وزن های محاسبه شده از روش AHP-Fuzzy در بخش قبل و اعمال آن بر میانگین امتیازات هر یک از زیرمعیارها و معیارها، رتبه و امتیاز آن‌ها تعیین گردید.

در ادامه جهت نمره دهی علل ریشه ای حادثه از سه نفر از کارشناسان باتجربه تیم بررسی حادثه صنعت حفاری کمک گرفته شد. شایان ذکر است این افراد پس از وقوع حادثه جهت تهیه گزارش در محل حادثه حضور داشتند. در ادامه براساس معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

جدول ۲. جدول راهنما امتیازدهی زیرمعیارهای تاثیرگذار در وقوع حوادث

تناسب فردی	سطح
افراد شاغل در سازمان از لحاظ مدرک تحصیلی و توانایی‌های خود با شغل متصدی آن متناسب نیستند.	۵
در فرآیند استخدام و جذب با توجه به ضرورت‌های موجود و پست‌های خالی افراد انتخاب می‌شوند. توانایی جسمی فرد جهت انجام کار مورد نظر ارزیابی می‌شود.	۴
در سازمان تسهیم کار و ادغام بعضی از مشاغل با توجه به فعالیت‌ها و وظیفه‌های شغلی مشابه، در برخی از بخش ها صورت می‌گیرد.	۳
برای بهبود و اعتلای قابلیت‌ها و توانایی‌ها، افزایش دانش و آگاهی و تغییر گرایش و نگرش‌های کارکنان نسبت به شغل‌هایی که دچار تغییر و تحولات فراوان شده‌اند، سازمان آموزش‌هایی را به کارکنان ارائه می‌دهد.	۲
تناسب شغل با شاغل در سازمان، بعنوان یک استراتژی مؤثر در نگهداری منابع انسانی استفاده می‌شود و از زمان انتخاب، استخدام و انتصاب در نظر گرفته می‌شود.	۱

جدول ۳. امتیازدهی زیرمعیارهای تأثیرگذار در وقوع حادثه

	آیتم	کارشناس ۱	کارشناس ۲	کارشناس ۳	میانگین	وزن فاکتور	میانگین x وزن فاکتور	رتبه در معیار	رتبه در کل
فاکتورهای سازمانی	آموزش ایمنی مدیران	۵	۵	۴	۴/۶۶	۰/۱۴۹	۰/۶۹۸	اول	سوم
	ارزیابی عملکرد ایمنی مدیران	۵	۴	۳	۴	۰/۱۱۷	۰/۴۷۰	سوم	هشتم
	بازدید مدیران از کارگاه	۳	۴	۵	۴	۰/۱۱۳	۰/۴۵۳	چهارم	نهم
	آموزش ایمنی سرپرستان عملیاتی	۵	۵	۴	۴/۶۶	۰/۱۲۲	۰/۵۶۹	دوم	پنجم
	ارزیابی عملکرد سرپرستان عملیاتی	۵	۵	۳	۴/۳۳	۰/۰۷۸	۰/۳۴۰	هفتم	پانزدهم
	بازدید سرپرستان عملیاتی از کارگاه	۴	۵	۵	۴/۶۶	۰/۰۶۸	۰/۳۲۰	هشتم	هفدهم
	ارتباطات ایمنی	۵	۵	۴	۴/۶۶	۰/۰۷۳	۰/۳۴۴	ششم	چهاردهم
	مشارکت کارکنان	۴	۵	۴	۴/۳۳	۰/۰۸۱	۰/۳۵۵	پنجم	دوازدهم
	تیم تجزیه و تحلیل حوادث	۴	۵	۴	۴/۳۳۳۳	۰/۰۷۲	۰/۳۱۴	نهم	نوزدهم
	آموزش ایمنی کارگران عملیاتی	۴	۴	۳	۳/۶۶۶۷	۰/۰۵۲	/۱۹۲	دهم	بیست و سوم
	قوانین و دستورالعمل ها	۴	۴	۴	۴	۰/۰۳۵	۰/۱۴۰	یازدهم	بیست و چهارم
	برنامه تعمیرات و نگهداری	۴	۴	۲	۳/۳۳	۰/۰۱۶	۰/۰۵۵	سیزدهم	بیست و هشتم
	آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری	۳	۴	۳	۳/۳۳	۰/۰۱۷	۰/۰۵۸	دوازدهم	بیست و هفتم
فاکتورهای فردی	تناسب شغلی	۴	۳	۲	۳	۰/۲۷۳	۰/۸۲۰	دوم	دوم
	بارکاری	۱	۴	۲	۲/۳۳	۰/۲۳۶	۰/۵۵۰	چهارم	ششم
	مهارت حرفه‌ای	۴	۵	۴	۴/۳۳	۰/۲۰۹	۰/۹۰۹	اول	اول
	صلاحیت حرفه‌ای	۴	۵	۳	۴	۰/۱۵۰	۰/۶۰۱	سوم	چهارم
	استرس شغلی	۳	۴	۳	۳/۳۳	۰/۱۲۸	۰/۴۲۷	پنجم	دهم
	رضایت شغلی	۲	۳	۴	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	ششم	بیست و نهم
فاکتورهای شغلی	صدا	۴	۴	۴	۴	۰/۱۲۰	۰/۴۸۲	اول	هفتم
	روشنایی	۲	۳	۳	۲/۶۶	۰/۱۲۶	۰/۳۳۶	چهارم	شانزدهم
	گرما و رطوبت	۳	۴	۳	۳/۳۳	۰/۱۲۶	۰/۴۲۱	دوم	یازدهم
	ارگونومی	۲	۳	۴	۳	۰/۱۱۵	۰/۳۴۶	سوم	سیزدهم
	عوامل شیمیایی	۱	۵	۳	۳	۰/۱۰۵	۰/۳۱۷	پنجم	هجدهم
	ایمنی ماشین آلات	۳	۳	۱	۲/۳۳	۰/۱۱۲	۰/۲۶۱	هفتم	بیست و یکم
	ایمنی محیط کار	۳	۴	۱	۲/۶۶	۰/۰۹۸	۰/۲۶۳	ششم	بیستم
	ایمنی تجهیزات و ابزارآلات	۲	۳	۲	۲/۳۳	۰/۰۸۸	۰/۲۰۶	هشتم	بیست و دوم
	وضعیت سیستم‌های هشداردهنده	۱	۱	۳	۱/۶۶	۰/۰۶۹	۰/۱۱۶	نهم	بیست و پنجم
	وضعیت سیستم‌های کنترلی	۳	۱	۴	۲/۶۶	۰/۰۳۶	۰/۰۹۶	دهم	بیست و ششم

و همچنین جداول راهنما کارشناسان مذکور امتیازهای جداگانه ای را در نظر گرفتند. در این بخش جهت بررسی تأثیر معیارها، وزن محاسبه شده علل ریشه‌ای حادثه شناسایی شده در نمره معیارها ضرب گردید (جدول ۳).

براساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که عدم مهارت شغلی از معیارهای فردی علت اصلی وقوع حادثه و عدم تناسب شغلی و آموزش ایمنی از جمله زیرمعیارهای رده های دوم و سوم و جزء علل ریشه‌ای این رخداد به

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

جدول ۴. امتیازدهی معیارهای تأثیرگذار در وقوع حوادث

آیتم	میانگین	وزن فاکتور	میانگین x وزن فاکتور	رتبه
فاکتورهای سازمانی	۱۲/۴۶۱۵	۰/۵۳۳۵۳۴۲	۶/۶۴۸۶۳۶۴۳۳	اول
فاکتورهای فردی	۱۰	۰/۴۴۶۶۴۰۸	۴/۴۶۶۴۰۸	دوم
فاکتورهای شغلی	۸/۳	۰/۰۱۹۸۲۵	۰/۱۶۴۵۴۷۵	سوم

شمار می آیند.

همچنین براساس جدول شماره ۴ در وقوع حادثه مذکور فاکتورهای سازمانی بعنوان رتبه اول و فاکتورهای فردی و شغلی به ترتیب بعنوان رتبه های دوم و سوم عوامل تأثیرگذار در وقوع حادثه تعیین شدند. شایان ذکر است ماتریس های توافقی مطابق با درخت تصمیم و با استفاده از نظرات خبرگان تشکیل و سپس نرخ سازگاری مطابق روش گوس و بوچر معادل ۰/۰۸۴محاسبه گردید.

بحث

براساس نتایج مطالعه حاضر سه فاکتور سازمان، شغل و فرد براساس تئوری عوامل انسانی در ریشه یابی حوادث صنعتی در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفتند. در بین فاکتورهای سازمانی، آموزش ایمنی مدیران و سرپرستان عملیاتی بیشترین اهمیت را در بین سایر علل شناسایی شده داشتند. همچنین زیرفاکتورهای تناسب شغلی و بارکاری در بین فاکتورهای فردی بیشترین بار وزنی را به خود اختصاص دادند. زیر فاکتورهای صدا، گرما و رطوبت و نیز وضعیت ارگونومیک محل کار از نظر افراد خبره بیشترین اهمیت را در بین فاکتورهای شغلی به سبب وقوع حوادث کسب نمودند.

قطعا یکی از موارد مهم که می‌تواند به میزان اثربخشی اقدامات پیشگیری از حوادث کمک نماید، تجزیه و تحلیل حوادث می‌باشد که شروعی برای اقدامات پیشگیری از حوادث است (۱۷، ۱۸). مرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی (CCPS)[1] سه هدف عمده را برای تکنیک‌های بررسی حوادث شامل ساماندهی اطلاعات حادثه، تشریح و علت یابی جهت کمک به اثبات فرضیه های کارشناسان و ارزیابی اقدامات اصلاحی بیان می کند که براساس مدل تدوین شده بصورت ساختاریافته تحقق این سه هدف امکان پذیر است (۱۹).

از طرفی تحقیقات بر روی چند حادثه بزرگ صنعتی در چند سال گذشته حوزه مطالعه ای جدیدی را ارائه دادند، این تحقیقات نشان دادند ‹› علل ریشه ای حوادث فراتر از مشکلات فنی و یا انسانی است». در حقیقت این عوامل سازمانی و فرهنگی است که سنگ بنای حوادث در صنایعی با فنّاوری سطح بالا را ایجاد می کند. همان‌طور که هاینریش در ابتدا و در سال ۱۹۳۱ پیشنهاد کرد، درحالی‌که اکثریت قریب به اتفاق حوادث هنوز هم در اثر رفتارهای ناایمن افراد روی می دهند، تحقیقات نشان داده است که عوامل سازمانی و فرهنگی به طور قابل توجهی بر روی رفتارهای ناایمن افراد تأثیر می گذارند (۲۰, ۲۱). در مطالعه حاضر نیز براساس نظرات تجمیع یافته افراد خبره در زمینه ایمنی عوامل سازمانی با بار وزنی۰/۵۳۳ بیشترین نقش را در بین علل دیگر تاثیرگذار در وقوع حوادث صنعت حفاری داشتند. همچنین جباری و همکاران در سال ۱۳۹۵ در مطالعه ای تحت عنوان توسعه تکنیک های برای تجزیه و تحلیل علت و مسئولیت حوادث شغلی، به تعیین مسئولیت اجتماعی و نقش گروه‌های درگیر در حوادث مرتبط با کار پرداختند که در آن نقش گروه مدیریت پروژه های ساختمانی دارای ۷۴/۶۵٪ مسئولیت حوادث مربوط به کار دانسته شد(۲۲).

تحقیقات پژوهشی انجام‌شده بر این موضوع تأکید دارند که تنها توجه به رویکرد فنی برای کاهش صدمات در محیط کار و افزایش سطح ایمنی کارکنان کافی نیست. برخی محققین نیز به این نکته اشاره دارند که به‌کارگیری فاکتورهای انسانی[2] می‌تواند در کاهش حوادث مثمرثمر باشد. پس از حادثه چرنوبیل به نقش عوامل سازمانی به‌عنوان جزئی از فاکتورهای انسانی در سال‌های اخیر توجه فراوانی شده است (۲۳). از طرفی مطالعات انجام شده بر روی دو جزء دیگر فاکتورهای انسانی یعنی عوامل فردی و شغلی محدود می‌باشد. برخی از فاکتورهای شغلی و فردی در صنایع ساختمانی، پتروشیمی، راه‌آهن، انرژی هسته‌ای و صنعت حمل و نقل مورد مطالعه قرارگرفته‌اند (۲۴-۲۷). همچنین برخی از مطالعات نیز به نقش درک فرد از محیط کار، رفتارهای ریسک‌پذیر، بی‌ثباتی عاطفی، رضایت شغلی و استرس‌های شغلی بر عملکرد ایمنی اشاره داشته‌اند (۲۸-۳۱).

گونش و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود یافتند که شرایط کاری و محیط کار، اثر معنی‌داری بر حوادث

1 Center for Chemical Process Safety

2[۳]. Human factor

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

شغلی دارد (۳۲). این یافته بر این نکته دلالت دارد که اگر کارگران نگرش مثبتی نسبت به شرایط محیطی کار خود داشته باشند، احتمال وقوع حادثه شغلی در آن‌ها پایین تر خواهد بود. لی و همکاران (۲۰۰۱) نیز تأکید کردند که صدمات محیط کار ناشی از تطبیق ضعیف فرد-محیط است، که منجر به ایجاد پریشانی ذهنی و نهایتاً حوادث ناشی از کار می‌شود (۲۴).

یکی از سازه‌های اصلی تأثیرگذار در فاکتورهای فردی ارائه‌شده در مطالعه حاضر، استرس شغلی است. فرون در مطالعه‌ای که باهدف شناسایی پیش‌بینی کننده‌های صدمات شغلی انجام داد، به این نتیجه رسید که احساسات منفی و عدم ثبات عاطفی کارگران ممکن است منجر به خطا در توجه و حواس‌پرتی آن‌ها شود و بدین دلیل می‌تواند احتمال بروز حادثه شغلی را افزایش دهد(۳۳). گفته های مشارکت‌کنندگان این مطالعه نیز بیانگر این مطلب است که سلامت روان کارگران می‌تواند تأثیر به سزایی در وقوع حوادث شغلی و درنتیجه عملکرد ایمنی محیط کار داشته باشد. علاوه بر این، مطالعات زیادی به نقش رضایت شغلی افراد در عملکرد ایمنی سازمان اشاره‌کرده‌اند (۲۴, ۳۴, ۳۵). رضایت شغلی به‌صورت یک واکنش هیجانی پیچیده به شغل تعریف شده است که در ارتباط با تولید، انگیزش، غیبت، تأخیر، بی‌دقتی، خستگی و سلامت روان است که درنهایت می‌تواند بر وقوع حوادث شغلی تأثیرگذار باشد (۳۲).

نتیجه گیری

با توجه به اینکه وقوع حادثه در یک سازمان به عوامل بسیاری بستگی دارد، همچنین با توجه به تنوع فرهنگی و دیدگاه مختلف افراد در این زمینه، استفاده از روش تلفیقی رویکرد شناختی وسیع‌تر و اثربخش‌تری را پیش روی می‌گذارد. در مطالعه حاضر سه فاکتور سازمان، شغل و فرد براساس تئوری عوامل انسانی در ریشه یابی حوادث صنعتی در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفتند. تحلیل داده های مطالعه نشان داد که ابزار طراحی‌شده، روشی عینی و ساده جهت ریشه یابی علل حوادث در صنعت حفاری است و می تواند به‌عنوان یک روش کاربردی و جامع جهت تجزیه و تحلیل حوادث سازمانی مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعات آینده توصیه می شود از ابزار تهیه شده در این مطالعه پژوهشی برای بررسی تعیین‌کننده‌های علل ریشه‌ای حوادث در سایر صنایع استفاده گردد. همچنین ابزار حاضر می تواند به‌عنوان چارچوبی مناسب برای تعیین نقاط ضعف و انجام مداخلات کاربردی جهت ارتقاء سطح ایمنی در محیط های کاری مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی مصوب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است و با کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1398.163 تأیید و اجرا گردید. بدین وسیله از کلیه افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

نقش نویسندگان

همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع

بدین وسیله نویسندگان مطالعه حاضر تصریح می نمایند که هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

REFERENCE

1. Lorenzo DK, Jackson LO. Root cause analysis handbook: A guide to efficient and effective incident investigation: Rothstein Publishing; 2008.
2. Ferjencik M. An integrated approach to the analysis of incident causes. Safety Science. 2011;49(6):886-905.
3. Canham A, Jun GT, Waterson P, Khalid S. Integrating systemic accident analysis into patient safety incident investigation practices. Applied ergonomics. 2018;72:1-9.
4. Kletz TA. Accident reports may not tell us everything we need to know. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2009;22(6):753-6.
5. Jafari MJ, Barkhordari A, Eskandari D, Mehrabi Y. Relationships between certain individual characteristics and occupational accidents. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2019;25(1):61-5.
6. Witteler T. A New Accident Model for Engineering Safer Systems. 2005.
7. LIU G-y, LEI L. Analysis of Heinrich Accident-causing Theory and the Factors of Safety Ideology [J]. Safety and Environmental Engineering. 2013;1.
8. Yule S. Safety culture and safety climate: A review of the literature. Industrial Psychology Research Centre. 2003:1-26.
9. Eskandari D, Gharabagh MJ, Barkhordari A, Gharari N, Panahi D, Gholami A, et al. Development of a scale for assessing the organization's safety performance based fuzzy ANP. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2021;69:104342.

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]

dissatisfaction in association with non-fatal injuries on the job in a cross-sectional sample of petrochemical workers. Occupational Medicine. 2001;51(1):50-5.
25. Chau N, Mur J-M, Benamghar L, Siegfried C, Dangelzer J-L, Francais M, et al. Relationships between Some Individual Characteristics and Occupational Accidents in the Construction Industry: A Case-Control Study on 880 Victims of Accidents Occurred during a Two-Year Period. Journal of occupational health. 2002;44(3):131-9.
26. Gauchard GC, Chau N, Touron C, Benamghar L, Dehaene D, Perrin P, et al. Individual characteristics in occupational accidents due to imbalance: a case-control study of the employees of a railway company. Occupational and environmental medicine. 2003;60(5):330-5.
27. Kim K, Nitz L, Richardson J, Li L. Personal and behavioral predictors of automobile crash and injury severity. Accident Analysis & Prevention. 1995;27(4):469-81.
28. Melamed S, Yekutieli D, Froom P, Kristal-Boneh E, Ribak J. Adverse Work and Environmental Conditions Predict Occupational Injuries The Israeli Cardiovascular Occupational Risk Factors Determination in Israel (CORDIS) Study. American Journal of Epidemiology. 1999;150(1):18-26.
29. Harrell WA. Accident history and perceived risk of injury as factors influencing fatalism about occupational accidents. Perceptual and motor skills. 1995;81(2):665-6.
30. Lawton R, Parker D. Individual differences in accident liability: A review and integrative approach. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 1998;40(4):655-71.
31. Iverson RD, Erwin PJ. Predicting occupational injury: The role of affectivity. Journal of Occupational and Organizational Psychology. 1997;70(2):113-28.
32. Ghosh AK, Bhattacherjee A, Chau N. Relationships of working conditions and individual characteristics to occupational injuries: a case-control study in coal miners. Journal of occupational health. 2004;46(6):470-80.
33. Frone MR. Predictors of work injuries among employed adolescents. Journal of Applied Psychology. 1998;83(4):565.
34. Zwerling C, Sprince NL, Wallace RB, Davis CS, Whitten PS, Heeringa SG. Risk factors for occupational injuries among older workers: an analysis of the health and retirement study. American Journal of Public Health. 1996;86(9):1306-9.
35. Holcom ML, Lehman WE, Simpson DD. Employee accidents: influences of personal characteristics, job characteristics, and substance use in jobs differing in accident potential. Journal of Safety Research. 1994;24(4):205-21.
10. Eskandari D, Charkhand H, Jafari MJ, Pouyakian M, Torshizi YF, Mehrabi Y. Development of a leading indicator for assessing the organization's safety performance based on fuzzy AHP.
11. Wiegmann DA, Shappell SA. Applying the human factors analysis and classification system (HFACS) to the analysis of commercial aviation accident data. 2001.
12. Shappell SA, Wiegmann DA. A human error approach to accident investigation: The taxonomy of unsafe operations. The International Journal of Aviation Psychology. 1997;7(4):269-91.
13.Larouzée J, Guarnieri F. From theory to practice: itinerary of Reasons' Swiss Cheese Model. Safety and reliability of complex engineered systems: ESREL. 2015:817-24.
14. Health and Safety Executive (HSE), 2005. Human Factors in the Management of Major Accident Hazards. http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/toolkitintro.pdf
15. Fedosov A, Khamitova A, Abdrakhmanova K, Kh AN. Assessment of the human factor influence on the accident initiation in the oil and gas industry. Территория нефтегаз. 2018(1-2).
16. Wang Y-M, Luo Y, Hua Z. On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. European Journal of Operational Research. 2008;186(2):735-47.
17. Nielsen DS. The cause/consequence diagram method as a basis for quantitative accident analysis: Risø National Laboratory; 1971.
18. Gharibi V, Mokarami H, Cousins R, Jahangiri M, Eskandari D. Excessive daytime sleepiness and safety performance: comparing proactive and reactive approaches. The international journal of occupational and environmental medicine. 2020;11(2):95.
19. Sklet S. Comparison of some selected methods for accident investigation. Journal of hazardous materials. 2004;111(1-3):29-37.
20. Oliver A, Cheyne A, Tomás JM, Cox S. The effects of organizational and individual factors on occupational accidents. Journal of Occupational and Organizational psychology. 2002;75(4):473-88.
21. Zhou L, Fu G, Xue Y. Human and organizational factors in Chinese hazardous chemical accidents: A case study of the '8.12'Tianjin Port fire and explosion using the HFACS-HC. International journal of occupational safety and ergonomics. 2018;24(3):329-40.
22. Jabbari M, Ghorbani R. Developing techniques for cause-responsibility analysis of occupational accidents. Accident Analysis & Prevention. 2016;96:101-7.
23. Borgheipour H, Eskandari D, Barkhordari A, Tehrani M. Predicting the relationship between safety climate and safety performance in cement industry. work. 2020(Preprint):1-9.
24. Li CY, Chen KR, Wu CH, Sung FC. Job stress and

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

[DOI: 10.61186/ioh.20.2.19]