Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2023 (01 Sep);20: 14

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Causation of Fire Accident in Medical Centers: Learning from the Accident in Sina Mehr Medical Clinic in Tehran (June 30, 2020)

Zahra Shakiba, Department of Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Ali Asghar Farshad, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Iraj Alimohamadi, Department of Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran. Iran.

Narmin Hassanzadeh-Rangi, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Research Center for Health, Safety and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Yahya Khosravi, (*Corresponding author), Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Non-communicable Diseases Research Center, Research Center for Health, Safety and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran. yakhosravi@yahoo.com

Abstract

Background and aims: Little is known about the causes and contributing factors of fire accidents in medical centers, like the fire accident in Sina Mehr medical clinic in Tehran on June 30, 2020 (19 killed and 14 injured). This study aims to analyze the causes and contributing factors of fire accidents in medical centers to prevent similar accidents.

Methods: Literature review, official reports, regulations, and interviews with experts were used for data collection. Partial and holistic thematic analysis approaches were used to extract causes and causal factors. Fish Bone (FB), Bow Tie (BT), and Swiss Cheese Model (SCM) were used in open and axial coding of causes and causal factors, and extracting logical sequences of events and consequences of accidents. To confirm the findings, expert opinion was used.

Results: 174 causal factors were identified by open coding and 17 causal factor categories by axial coding. FB and SC were evaluated as efficient in the inductive classification of incident sub-systems. BT was able to help in presenting the system components and the logical relationships between them, drawing the time sequence, and providing control suggestions in an inductive and deductive approach.

Conclusion: Latent failures in management and supervision in issuing building and operation licenses and in occupational health and safety take medical centers to the edge of accidents. It leads to active failures in fire control and emergency response. Finally, it causes mishaps, like the fire accident in Sina Mehr medical clinic in Tehran. New accident models are useful for identifying factors that cause fire accidents and providing practical interventions for medical centers.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Safety

Fire

Accident Causation

Medical Center

Iran

Received: 2022/07/17

Accepted : 1401/11/10

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Medical centers are workplaces at high risk of fire accidents due to a variety of activities and potentially hazardous factors. These include the use of electrical equipment and ignition sources, short-circuiting of electricity, and the presence of various kinds of explosive chemicals). The high vulnerability and low ability of patients predict that fire accidents in hospitals usually are associated with numerous casualties. Reconstruction of destroyed hospitals costs twice as much as its original construction. Therefore, it is important to observe safety requirements in medical centers and prevent accidents. Medical centers are low-risk buildings in terms of structures, but unfortunate fires with high casualties are often seen in these workplaces in first-world countries and developing countries. According to the United States National Fire Protection Agency (NFPA), during the five-year period 2011-2015, there were an average of 5,750 fires in healthcare facilities each year, resulting in 2 deaths and 157 injuries and causing 50.4 million dollars in direct damage. A fire accident that occurred in Iran was at a four-floor medical clinic in Tehran (June 30, 2020). The fire accident occurred due to the electrical connection of the air conditioner in the false ceiling of the temporary storage of disinfectants and oxygen cylinders. The fire in the air conditioner caused the false ceiling to collapse. Oxygen cylinders exploded as the heat from the fire spread, causing the fire to extend to the main building. The accident resulted in 19 deaths, 24 injuries, and heavy losses.

One of the effective methods to identify the causes of accidents and eliminate or control them is the use of models. A series of accident causation models based on analysis have been proposed as methods and tools for investigating and analyzing accidents. Among the models used in the fire safety evaluation of medical centers are NFPA 101, FRAME, checklist, FMEA, and Fish Bone. The models used in this study include Fish Bone (FB), Bow Tie (BT), and Swiss Cheese Method (SCM), which are widely used in the evaluation of various accidents, including fire accidents. FB was first introduced by Ishikawa. This method has been used to evaluate railway operational accidents, identify the cause of fire accidents in schools, construction, and analyze hospital safety and many similar accidents. The BT model is also a method for risk assessment with high reliability in many industries that is a mix of fault tree (FT) and event tree (ET) methods. This model was first used by the Royal Duke Shell Company to assess the risk of an oil and gas platform explosion. The third model used in this study is SCM, which is based on Heinrich's domino theory and proposed by Riesen. According to this model, each layer is a piece of cheese and problems or failures are holes in the layers. Accidents will occur when the holes of all the layers overlap. This model has many uses in the analysis of organizational events.

Paying attention to the safety of hospitals and medical centers in dealing with fire is one of the important components in the quality of health care, and failure to pay attention to it has had harmful consequences. In the studies that have been conducted in the field of fire safety in health centers, one model has been used to evaluate the incidents. This research aims to investigate the causes and effective factors in the occurrence of fire accidents in Iran's health centers, focusing on the fire accident in Sina Mehr medical clinic in Tehran (June 30, 2020), using three models of FT, BT, and SCM simultaneously to comprehensively evaluate the accident and provide suggestions to prevent similar accidents.

METHODOLOGY

Data collection

In the initial stage, a brief literature review was conducted on articles related to fire accidents. The first step involved searching keywords, titles, and abstracts using EndNote (version X9.3) in major commercial bibliographic databases of work published between January 2010 and January 2022. These databases included PubMed, EMBASE, Web of Science, and SID. Search keywords in the literature review were: (accident OR incident) AND (causes OR contributing factors OR investigation OR analysis OR model OR lesson learning) AND (fire OR explosion) AND (hospital OR health center OR medical center OR medical clinic OR clinic). After removing duplicates using EndNote software, the total number of studies identified was 450. Subsequently, the titles of articles and abstracts were reviewed and those deemed relevant were selected for a full search and review. Works were selected based on the following inclusion criteria: (a) the paper implied factors influencing fire safety in health centers, (b) the paper was published between January 2010 and January 2022, © the article was available online, and (d) the article was published in a peer-reviewed journal. A total of 55 documents were examined during the first round of review to identify variables affecting fire safety in medical centers.

Data analysis

In this study, a theme analysis was conducted. The collected information was read line by line, and if one or more semantic paragraphs were identified, that part was selected as an analytical unit. The semantic unit was then condensed into one or more short sentences. Subsequently, the hidden theme or meaning was extracted. Finally, at this stage, open and pivotal coding was performed. The aim of open coding was to collect the codes and transform them into data. A total of 410

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

codes (basic causes and causal factors) were identified that were condensed into 174 open codes (causes and contributing factors) and 17 axial codes. Following this, several semi-structured interviews with experts were arranged to develop and validate the framework.

FB methodology

Identification and description of the main event on the right side of the Fishbone diagram. 2. A horizontal line is drawn directed towards the box describing the main event and the primary causes are written on a slanting line connected to the main category. 3. The primary causes are placed in the smaller fish bones associated with the main causes.

BT methodology

In the center of the BT, the critical event that in this case was the oxygen capsule warehouse fire is used. In the BT diagram, safety precautions included in the FT and control measures involved in the ET are classified as safety barriers with different safety functions. The safety barriers are physical and engineered systems or personnel actions in line with specific procedures and regulations. The barrier determines the way to implement safety functions. Considering the safety barriers in medical centers, the safety functions of the barriers are figured out. Barriers, safety systems, procedures, and actions of individuals are used as accident prevention barriers. The outcomes that could have been occurring in case of failure or success of safety functions are put in the tree branches and consequences are recorded. The last step in the qualitative part of the analysis is to analyze and describe the different sequences resulting from the initial events. Sequences that are important from a safety point of view are the ones that lead to the accident.

SCM methodology

After the identification of safety barriers, the existing barriers and their gaps are categorized from systematic to direct.

RESULTS

FB diagram

Open coding extracts 174 primary causes and contributing factors, and then axial thematic coding creates 17 main categories. The 17 axial codes are deductively placed on the big bones. The open codes are deductively placed on each big bone from direct, indirect, and root causes (Figures 1.A and 1.B).

SCM diagram

Latent failures indicate a susceptible condition that causes an error and may remain hidden and undetected for a long time. Latent failures can include technical or systemic conditions. Technical factors encompass equipment and engineering. In this case, the technical error safeguards are the availability of facilities and equipment for emergencies, manual and automatic fire detection, alarm, and extinguisher, technical, occupational safety, and health supervision

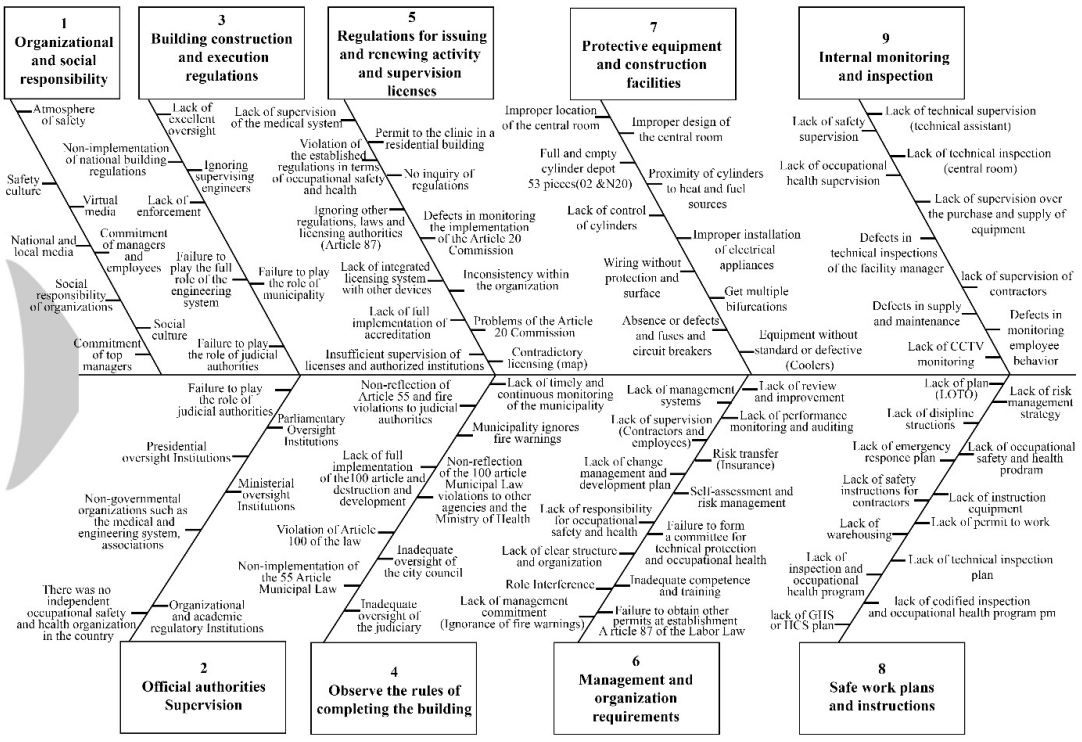


Fig. 1.A. Causes and contributing factors of fire in medical centers based on the Fish-bone diagram

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

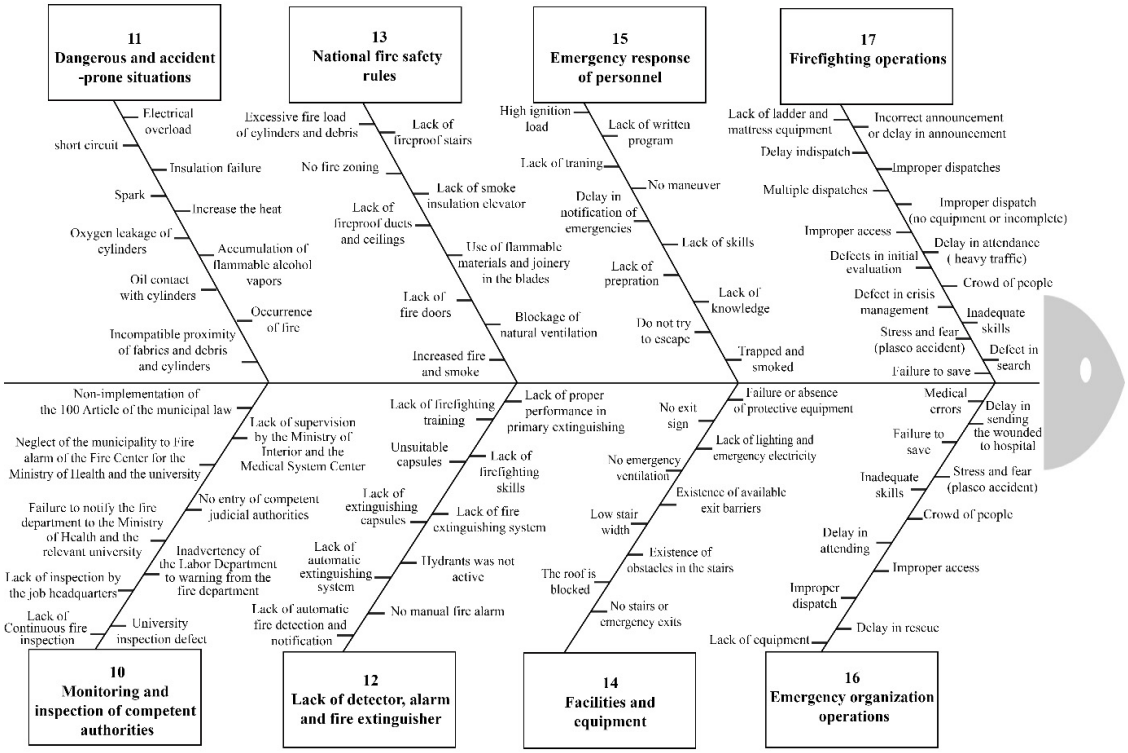


Fig. 1.B. Causes and contributing factors of fire in medical centers based on the Fish-bone diagram

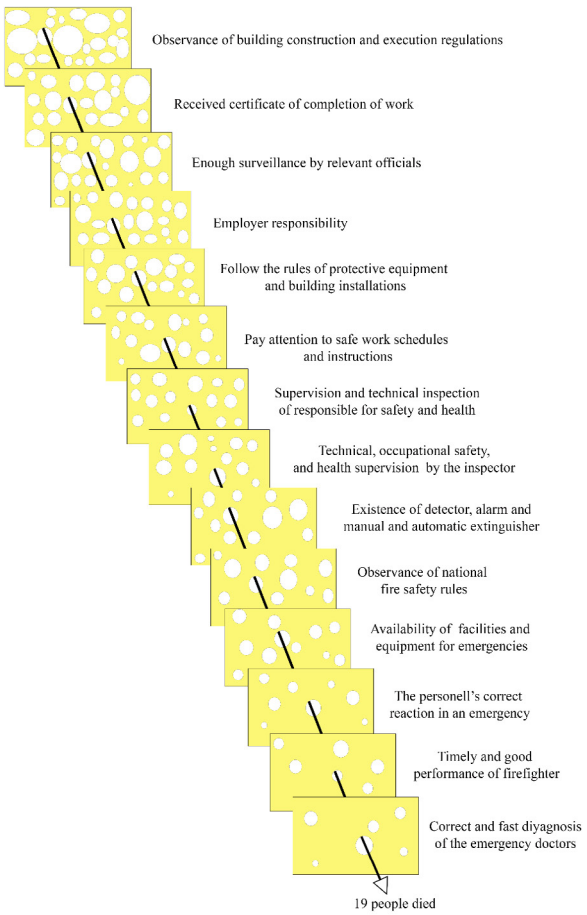


Fig. 2. Causes and contributing factors of fire in medical centers based on Swiss-cheese diagram

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

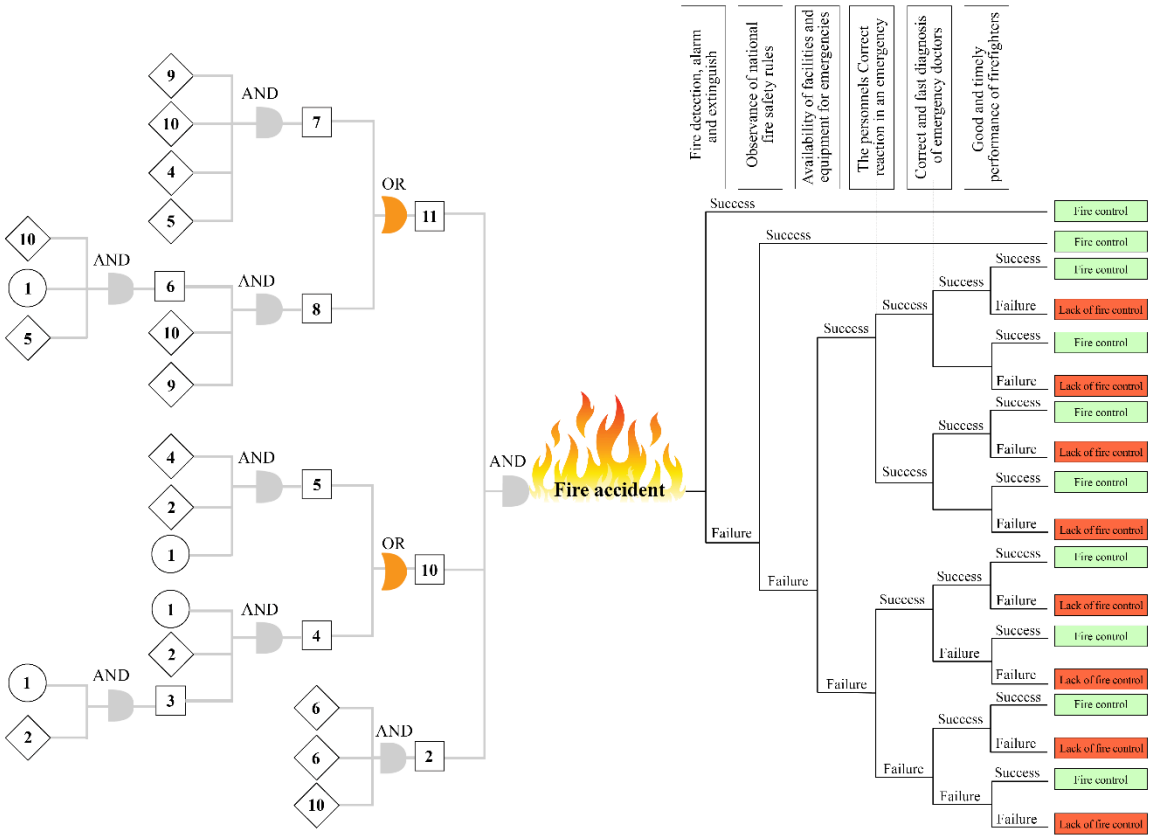


Fig. 3. Causes and contributing factors of fire in medical centers based on the Bow-tie diagram

by the controller. Systematic latent factors include implementation of regulatory and execution laws over the licensing, received certificate of completion of work, enough surveillance by relevant officials, employer accountability, following safety instructions during the construction of the building, compliance with national fire protection laws, compliance with the regulation of protective equipment and building installation (Figure 2).

BT diagram

The identification of 26 cut sets with a specific probability and consequence in the model for similar systems is achieved. The BT model shows that among the effective factors, the monitoring and inspection factors of the competent authorities and the factor of dangerous conditions and initiating events with numbers 10 and 11 have the most logical impact on the occurrence of this accident and similar mishaps. Safety barriers such as fire detectors, alarms, and extinguisher systems and regulations for issuing and renewing activity and supervision licenses are also the most important barriers to preventing this accident and similar mishaps (Figure 3).

CONCLUSION

The fire accident at the Sina Mehr medical clinic in Tehran on June 30, 2020, resulted in the death of 19 people and the injury of 14 people, and the imposition of direct and indirect costs. The present study provides a detailed qualitative view of the nature and range of causes and contributing factors affecting the likelihood and consequence of fire accidents in medical centers. The accident causation models serve as a helpful guide for accident analysis and prevention.

After analyzing the causes of fire accidents by the mentioned models, it is concluded that insufficient supervision of the responsible organizations is the most important factor. Also, many causes can be eliminated if organizations prevent unsafe medical centers from activity. To promote this goal, responsible organizations can motivate employers to implement safety by taking activities. Among these activities, mention can be made of the grading of medical centers based on safety standards and receiving less tax from medical centers with safe buildings.

The second important factor recognized by the authors was the employer's lack of attention to building safety regulations. Employers must be responsible for operating safety and health in the workplace for all personnel. They must be informed of the risk factors in the workplace and know how to enforce them. Employers have to make sure that the employees have the skills to do their work safely. One way to prevent

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

employer violations is to prevent the employer from converting safety violations into fines for getting a certificate of ending. Continuous monitoring of inspectors also reduces the likelihood of safety violations by the employer. On the other hand, an employer must be responsible for operating safety and health of all personnel in the workplace. They must be informed of the risk factors in the workplace and know how to enforce them. Employers have to make sure that the employees have the skills to do their work safely. The lack of training courses for employees has caused their educational poverty in how to react in emergencies. It can reduce by obliging the employer to train employees.

Finally, equipment must be tested before operation. Also, it is essential to monitor equipment regularly. Paying attention to safety equipment in medical centers, such as electrical equipment can prevent many accidents. This study shows that simultaneous use of FB, BT, and SCM models can investigate direct, indirect, and root causes of accidents properly. However, due to limitations in predicting time-dependent behaviors, it is suggested to use dynamic and non-linear methods in future studies.

ACKNOWLEDGMENT

The authors of this paper express their gratitude to all the contributors to the study. This paper was submitted as part of a thesis for the MSc degree in Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Any opinions, findings, conclusions or recommendations expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the views of Iran University of Medical Sciences and other related organizations.

CONFLICT OF INTEREST

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

How to cite this article:

Zahra Shakiba, Ali Asghar Farshad, Iraj Alimohamadi, Narmin Hassanzadeh-Rangi, Yahya Khosravi. Causation of Fire Accident in Medical Centers: Learning from the Accident in Sina Mehr Medical Clinic in Tehran (June 30, 2020) . Iran Occupational Health. 2023 (01 Sep);20:14.

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

سلامت کار ایران
دوره ۲۰ - ۱۴/۱۴۰۱

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

علت یابی حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی: درس آموزی از حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران (۱۰ تیرماه ۱۳۹۹)

زهرا شکیبا: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
علی اصغر فرشاد: مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
ایرج علیمحمدی: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
نرمین حسن زاده رنگی: گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.
یحیی خسروی: (* نویسنده مسئول) گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات غیر واگیر، مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران. yakhosravi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: اطلاعات کمی در مورد علل و عوامل موثر در رخداد حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی نظیر حادثه آتش سوزی کلینیک سینا مهر تهران در ۱۰ تیرماه ۱۳۹۹ (۱۹ کشته و ۱۴ مجروح) وجود دارد. این مطالعه با هدف بررسی علل و عوامل موثر در رخداد حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی جهت پیشگیری از حوادث مشابه انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه از مرور مطالعات گذشته، گزارشات رسمی حادثه، قوانین و مقررات و مصاحبه با متخصصان جهت گردآوری اطلاعات استفاده شد. روش تحلیل مضمون با دو رویکرد جزء نگر و کل نگر برای استخراج علل و عوامل موثر انتخاب گردید. مدل های Fish Bone (FB)، Bow Tie (BT) و Swiss Cheese (SC) در کدگذاری باز و محوری علل و عوامل موثر، استخراج توالی منطقی رویدادها و پیامدهای حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی استفاده شدند. در نهایت از نظر صاحبنظران برای استحکام و تایید یافته ها کمک گرفته شد.

یافته ها: تعداد ۱۷۴ علت و عوامل موثر از کدگذاری باز و تعداد ۱۷ دسته علل و عوامل موثر از کدگذاری محوری استخراج شد. مدل های FB و SC در دسته بندی استقرایی زیر سیستم های موثر در حوادث کارآمد ارزیابی شدند. BT با رویکردی استقرایی و قیاسی توانست در ارایه اجزای سیستم و روابط منطقی بین آنها، ترسیم توالی زمانی و ارایه پیشنهادات کنترلی کمک کند.

نتیجه گیری: شکست های پنهان مدیریتی و نظارتی گذشته در صدور مجوزهای بهره برداری از ساختمان و فعالیت مراکز درمانی و عدم کفایت نظارت ایمنی و بهداشت حرفه ای، خطر رخداد آتش سوزی در این مراکز را بالا می برد. عوامل مذکور می تواند منجر به شکست های آشکار در کنترل آتش سوزی و واکنش در شرایط اضطراری و نهایتا باعث پیامدهای ناگواری نظیر حادثه آتش سوزی کلینیک سینا مهر تهران می شود. استفاده از مدل های نوین علت یابی حوادث در شناسایی علل و عوامل موثر در رخداد حوادث آتش سوزی و ارایه مداخلات موثر در مراکز درمانی مفید است.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
ایمنی
آتش سوزی
علت یابی حادثه
کلینیک پزشکی
ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰

شیوه استناد به این مقاله:
Zahra Shakiba, Ali Asghar Farshad, Iraj Alimohamadi, Narmin Hassanzadeh-Rangi, Yahya Khosravi. Causation of Fire Accident in Medical Centers: Learning from the Accident in Sina Mehr Medical Clinic in Tehran (June 30, 2020) . Iran Occupational Health. 2023 (01 Sep);20:14.

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

مقدمه

مراکز پزشکی محل‌هایی هستند که به دلیل وجود فعالیت‌های مختلف و عوامل بالقوه خطرناک مانند استفاده از تجهیزات الکتریکی و منابع جرقه زنی، اتصال کوتاه برق و وجود انواع مواد شیمیایی قابل احتراق در معرض خطر آتش سوزی بالایی قرار دارند (۱). حوادث حریق در بیمارستان‌ها به علت آسیب پذیری نسبتاً بالا و توانایی پایین ساکنین آن معمولاً با مرگ و میر بالایی همراه است (۲). در نتیجه رعایت الزامات ایمنی در مراکز درمانی اهمیت بالایی داشته و باعث پیشگیری از وقوع حوادث ناگوار می‌گردد (۳). بر اساس آمار آژانس ملی حفاظت از حریق ایالات متحده (NFPA) در طول دوره پنج ساله ۲۰۱۱-۲۰۱۵، سالانه به طور متوسط ۵، ۷۵۰ آتش سوزی در مراکز درمانی رخ داده که باعث فوت ۲ نفر و مجروح شدن ۱۵۷ نفر شده و ۵۰/۴ میلیون دلار خسارت مستقیم بر جای گذاشته است (۴).

تجزیه و تحلیل حوادث آتش سوزی گذشته ما را به درک چگونگی وقوع حوادث سوق داده و می‌تواند به سازمان‌ها در تدوین استراتژی‌های پیشگیرانه کمک کند. هرگونه اقدام مدیریتی و مهندسی جهت حفظ ایمنی مراکز درمانی، بر تجزیه و تحلیل عوامل موثر در حوادث گذشته استوار است (۲). مسئولان ایمنی نمی‌توانند بدون یافتن علل حوادث قبلی تصمیمات درستی برای مدیریت حوادث پیش‌رو بگیرند (۲۰، ۲۱). برای یافتن علل وقوع حوادث و حذف یا کنترل آنها، استفاده از مدل‌های علت یابی یک روش مفید است (۵). این مدل‌ها با نشان دادن روابط منطقی بین علل و عوامل مختلف به افراد مسئول، در درس آموزی از حوادث کمک می‌کنند (۲۲). در دهه‌های اخیر، مجموعه‌ای از مدل‌های علت‌یابی حوادث برای بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث پیشنهاد شده‌اند (۲۳). از جمله فنون و مدل‌هایی که تاکنون در ارزیابی آتش سوزی مراکز درمانی به کار برده شده است می‌توان به FMEA، FRAME، 101 NFPA و Fish Bone اشاره کرد (۶-۹). در این مطالعه از مدل‌های Bow Tie (BT)، Fish Bone (FB) و Swiss Cheese (SC) در واکاوی حوادث آتش سوزی مراکز درمانی استفاده می‌شود. از این مدل‌ها برای واکاوی حوادث عملیاتی راه آهن، علت یابی حوادث آتش سوزی در مدارس و واکاوی ایمنی ساخت و ساز استفاده شده است (۱۱-۱۴). مدل FB یک روش پرکاربرد علت و معلول برای واکاوی حادثه است که در دسته بندی علل و عوامل کاربرد دارد (۱۰). مدل BT نیز روشی برای ارزیابی ریسک با قابلیت اطمینان بالا در بسیاری از صنایع است که بر اساس ترکیب دو روش واکاوی درخت خطا و واکاوی درخت واقعه بنا شده است. این مدل نخستین بار برای ارزیابی ریسک انفجار سکوی نفت و گاز استفاده شد (۱۵، ۱۶). مدل SC بر اساس تئوری دومینو پایه‌گذاری شده است. بر اساس این مدل هر لایه با یک تکه پنیر و مشکلات یا شکست‌ها با سوراخ‌های موجود در پنیر نمایش داده می‌شوند. حوادث ناگوار زمانی اتفاق خواهند افتاد که سوراخ‌های تمام لایه‌ها در امتداد هم قرار گیرند. این مدل کاربردهای زیادی در تحلیل رویدادهای سازمانی دارد (۱۷، ۱۸).

توجه به ایمنی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی جهت مقابله با آتش سوزی یکی از مولفه‌های مهم در کیفیت مراقبت‌های بهداشتی است که عدم توجه به آن عواقب زیانباری به همراه دارد. طبق بررسی‌های انجام شده، در اکثر مطالعاتی که تاکنون در حوزه ایمنی در مراکز درمانی صورت گرفته از ترکیب مدل‌های مورد استفاده در این مطالعه جهت ارزیابی حوادث آتش سوزی استفاده نشده است. اطلاعات کمی در مورد علل و عوامل موثر بر حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی نظیر حادثه آتش سوزی کلینیک پزشکی سینا مهر تهران در ۱۰ تیرماه ۱۳۹۹ (۱۹ کشته و ۱۴ مجروح) وجود دارد. این مطالعه با هدف بررسی علل و عوامل مؤثر در رخداد حوادث آتش‌سوزی مراکز درمانی با استفاده همزمان از سه مدل SC، FB و BT جهت پیشگیری از حوادث مشابه انجام شده است.

روش بررسی

در این مطالعه به روش چندجانبه نگری از مرور مطالعات گذشته، گزارشات رسمی حادثه، قوانین و مقررات و مصاحبه با متخصصان جهت گردآوری اطلاعات استفاده شده است. در مرحله اول جهت گردآوری اطلاعات، مروری کوتاه بر مقالات مرتبط با حوادث آتش سوزی مراکز درمانی انجام شد. در این راستا، ابتدا کلیدواژه‌ها با استفاده از نرم EndNote (نسخه X9.3) در پایگاه‌های مهم کتابشناسی بین ژانویه (۲۰۱۰-۲۰۲۲) جستجو شد. این پایگاه‌ها شامل PubMed، EMBASE، Web of Science و SID بود. کلید واژه‌های جستجو بر اساس دسته بندی موضوعی مطالعه، نظر متخصصان و مقالات مرتبط انتخاب گردید این کلمات عبارت بودند از:

accident OR incident) AND (causes OR) contributing factors OR investigation OR analysis OR model OR lesson learning OR) AND (fire OR explosion) AND (hospital OR health center OR

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

(medical center OR medical clinic OR clinic

پس از حذف موارد تکراری با استفاده از نرم افزار EndNote، تعداد کل مطالعات شناسایی شده ۴۵۰ مورد بود. مطالعات براساس معیارهای ورودی انتخاب شده، برگزیده شدند: (الف) مقالاتی که به علل و عوامل موثر بر حوادث مراکز درمانی اشاره داشت، (ب) مقالات‌ی به زبان فارسی و انگلیسی که بین ژانویه ۲۰۱۰ و ژانویه ۲۰۲۲ منتشر شده بود، (ج) مقالاتی که قابلیت دسترسی به متن کامل به صورت آنلاین را داشتند و (د) مقالات منتشر شده در مجلات معتبر داخلی و خارجی که در لیست مجلات لغو اعتبار شده و نامعتبر نبودند. در مجموع ۵۵ سند برای شناسایی علل و عوامل موثر بر حوادث مراکز درمانی به طور کامل مورد مطالعه قرار گرفت. در گام بعدی کلیه قوانین و مقررات مربوطه از سایت سازمان‌های مسئول جستجو و در مجموع ۶۰ قانون و مقررات مرتبط استخراج گردید.

در مرحله دوم برای استخراج علل و عوامل موثر در حوادث آتش سوزی مراکز درمانی از روش تحلیل موضوعی استفاده شد. این روش از دو گام شامل کدگذاری باز و محوری تشکیل شده است. در گام اول کدگذاری باز انجام شد، به این صورت که تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده خط به خط خوانده می‌شد و اگر یک یا چند پاراگراف معنای مشابهی داشتند به عنوان یک واحد معنایی انتخاب می‌شد. در این گامه واحدهای معنایی موجود بر اساس موضوعات مشابه دسته بندی و کدهای باز را به وجود آوردند (۲۴، ۲۵). در گام دوم از کدگذاری محوری استفاده شد. در کدگذاری محوری رابطه‌های معنایی بین واحدهای معنایی به دست آمده در گام کدگذاری باز برقرار شد و کدهای باز در قالب‌های معنایی محوری کدگذاری شدند (۲۶). حاصل این مرحله شناسایی ۴۱۰ واحد معنایی بود که از این واحدهای معنایی ۱۷۴ کد باز و ۱۷ کد محوری استخراج شد. پس از کدگذاری، چندین مصاحبه نیمه ساختاری با صحبنظران برای توسعه و اعتبار بخشی هدایت شد. در مجموع ۵ مصاحبه با ۵ شرکت‌کننده شامل ۲ مسئول فنی، ۲ مشاور بهداشت و ایمنی و ۱ مدیر درمانگاه انجام شد. مدت زمان هر مصاحبه بین ۳۰ تا ۹۰ دقیقه (میانگین طول مصاحبه: ۶۰دقیقه) به صورت حضوری در محل بود. معیارهای ورودی مصاحبه شوندگان شامل (الف) داشتن تجربه بیش از ۵ سال در زمینه بهداشت و ایمنی در مراکز بهداشتی و درمانی و (ب) تمایل به همکاری و شرکت در پژوهش بود. از تجربیات مصاحبه شوندگان و اطلاعات به دست آمده جهت گردآوری اطلاعات تکمیلی، صحه‌گذاری و اولویت بندی علل و عوامل موثر در حوادث آتش سوزی مراکز درمانی استفاده شد. اشباع داده‌ها ملاک پایان مصاحبه‌ها بود.

مدل SC جهت شناسایی حفاظ‌های ایمنی، موانع موجود و شکاف‌های آنها از سیستماتیک به مستقیم استفاده شد. مدل SC دارای لایه‌های محافظ متعددی است که برخی از آنها به افراد وابسته بوده و برخی دیگر به استراتژی‌ها و کنترل‌های اداری وابسته است. لایه‌های موجود در این مدل مشابه برش‌های پنیر سوئیسی هستند و سوراخ‌های متعددی دارند. شکست‌های پنهان حفره‌های ایجادکننده در سد دفاعی هستند. شکست‌های آشکار، همان اعمال و شرایط ناایمنی هستند که توسط افرادی که در تماس مستقیم با سیستم هستند، ایجاد می‌شوند اما شکست‌های پنهان می‌تواند از جانب مهندسان طراح، مهندسان خدمات فنی، نویسندگان رویه و مدیران سطح بالا باشد. شکست‌های پنهان را می‌توان قبل از وقوع یک رویداد نامطلوب جستجو، شناسایی و حل کرد ولی پیشگیری از شکست‌های آشکار دشوار است (۱۸).

جهت تدوین نمودار FB ابتدا رویداد اصلی شناسایی شد و در سمت راست نمودار قرار گرفت. در مرحله بعدی یک خط افقی به سمت کادری که رویداد اصلی را توصیف می‌کرد رسم شد. این خط به عنوان ستون فقرات عمل کرده و نقطه شروع در شناسایی و گروه بندی علل عمده و جزئی است. عوامل اصلی که از طریق تکنیک کدگذاری محوری شناسایی شدند ۱۷ مورد بوده که شامل نظارت، افراد، فرآیندها، مواد، و تجهیزات بودند. این عوامل روی یک خط اریب متصل به دسته اصلی نوشته شدند. در آخرین مرحله علل به دست آمده از کدگذاری باز در استخوان‌های کوچکتر ماهی، مرتبط با علل اصلی قرار داده شدند (۱۹). نمودار BT از ترکیب دو نمودار FT و ET ایجاد گردید. FT از منطق «AND» و «OR» (بولین) برای تجزیه و تحلیل رویدادها استفاده می‌کند، دروازه OR به این معنی است که در صورت وقوع هر ورودی، خروجی رخ می‌دهد، و دروازه AND به این معنی است که خروجی فقط در صورت وقوع همه ورودی‌ها رخ می‌دهد نمودارهای FT و ET از طریق رویداد بحرانی که در این مطالعه آتش سوزی انبار کپسول اکسیژن بود به هم وصل گردیدند. حفاظ‌های ایمنی، سیستم‌های فیزیکی و مهندسی یا رویه‌های کار ایمن هستند. حفاظ‌های ایمنی به عنوان عوامل پیشگیری‌کننده از حوادث در نمودار BT قرار داده شد. در صورت شکست یا موفقیت عملکرد حفاظ‌های ایمنی، نتایج در شاخه‌های درخت قرار گرفته و پیامدهای

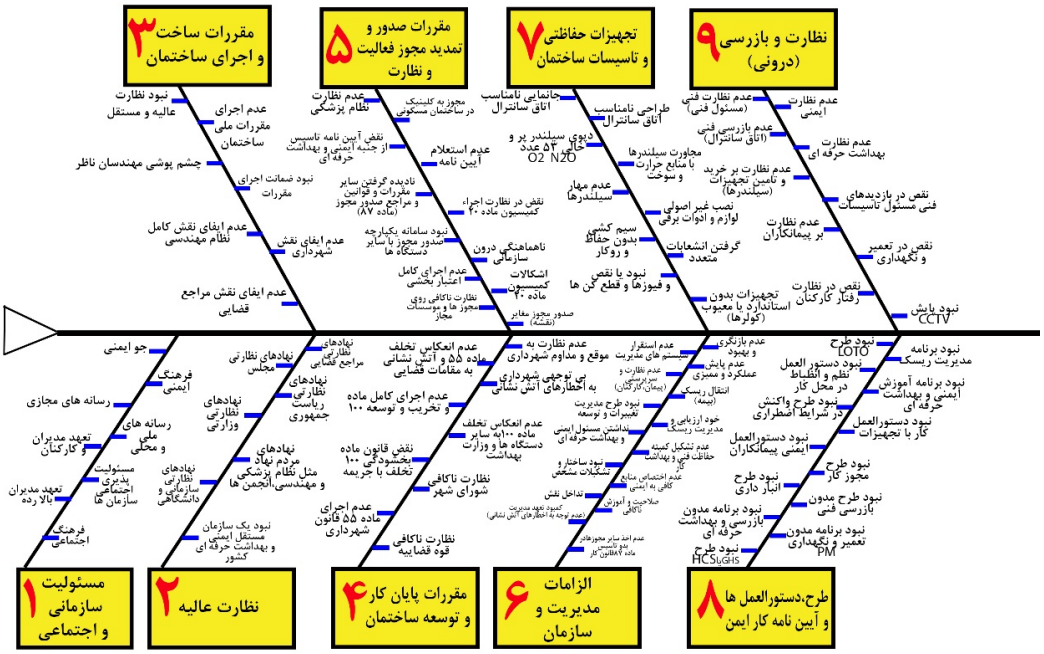
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

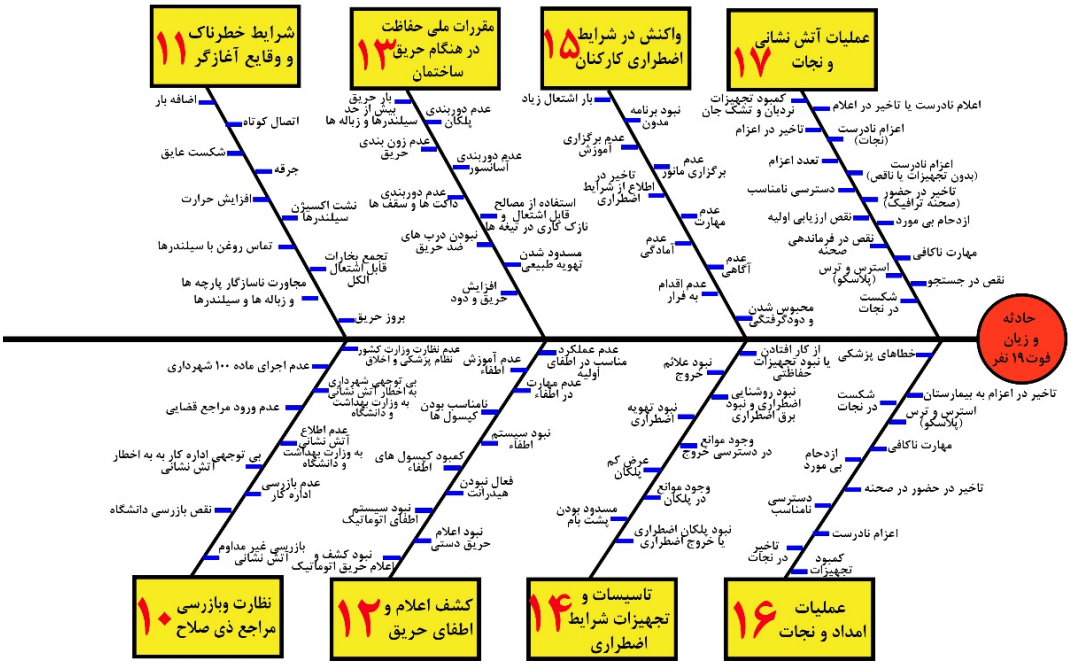
آن‌ها در نمودار ثبت گردید. آخرین مرحله در بخش کیفی نمودار BT واکاوی و توصیف توالی‌های مختلف ناشی از رویدادهای اولیه بود. در نهایت جهت شناسایی عوامل کلیدی منجر به حادثه، عللی که از نظر ایمنی حائز اهمیت بودند مورد توجه قرار گرفتند (۱۵، ۱۶).

یافته‌ها

مدل FB در شکل ۱ (الف و ب) ارایه شده است. تعداد ۱۷۴ علل و عوامل موثر از کدگذاری باز و تعداد ۱۷ علل و عوامل موثر از کدگذاری محوری برای حوادث آتش سوزی مراکز درمانی شناسایی شد. از علل و عوامل مؤثر مهم در



شکل ۱. الف. علل و عوامل موثر بر حوادث آتش سوزی مراکز درمانی بر اساس مدل FB



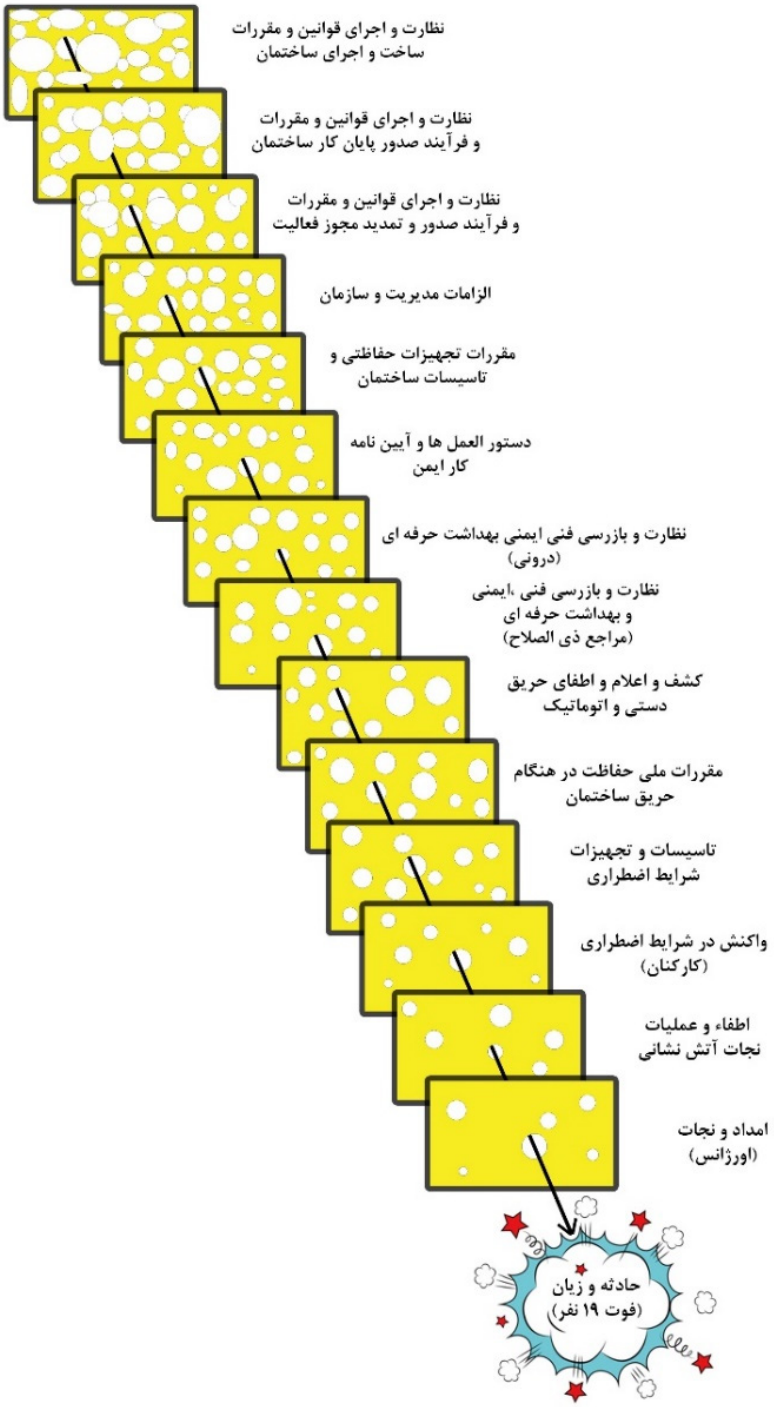
شکل ۱. ب. علل و عوامل موثر بر حوادث آتش سوزی مراکز درمانی بر اساس مدل FB با تمرکز بر حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

پیشگیری از رخداد حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی، شامل نظارت بر دستگاه‌های نظارتی، صدور و تمدید مجوز فعالیت مطابق با مقررات ملی ساختمان، نظارت و بازرسی ایمنی و آتشنشانی، تجهیزات شناسایی، اعلام و اطفای حریق و واکنش در شرایط اضطراری است.

مدل SC در شکل ۲ ارائه شده است که شامل شکست‌های آشکار و پنهان رخداد حوادث مراکز درمانی است. معمولا مراکز درمانی همانند هر محل کار دیگری سلسله مراتبی از سیستم‌های حفاظهای مختلف (مهندسی غیرفعال، مهندسی فعال، اجرایی و دستورالعمل ها) دارند. توالی رخداد شکست‌های پنهان و آشکار حوادث مراکز درمانی نظیر حادثه کلینیک سینا مهر تهران بر اساس



شکل ۲. علل و عوامل موثر بر حوادث آتش سوزی مراکز درمانی طبق مدل SC با تمرکز بر حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

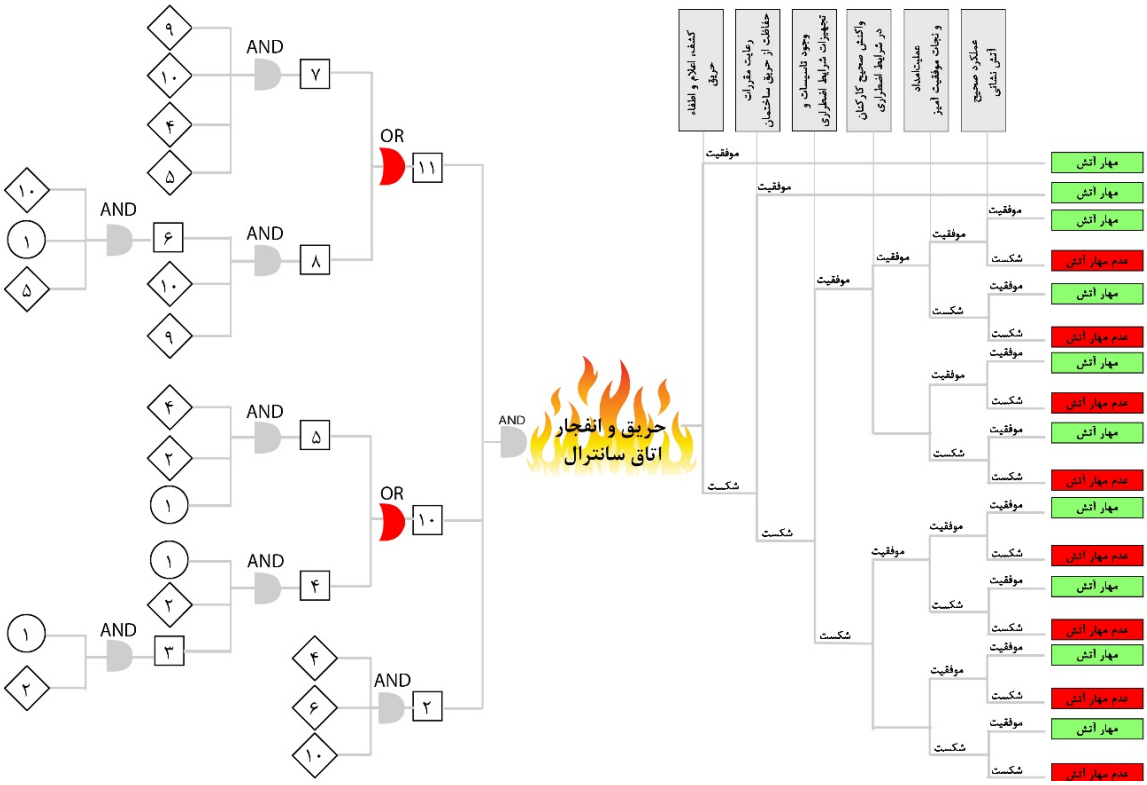
[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

این مدل نشان می‌دهد که نهادهای مسئول به جای اجرای حکم تخریب برای ساختمان‌های ناقض قوانین مقررات ملی ساختمان، در ازای دریافت جریمه پایان کار ساختمان را صادر می‌کنند. بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه ساختمان‌های دارای مجوز مسکونی، محدودیتی برای صدور مجوز مراکز درمانی ندارند. سازوکاری برای شناسایی این مراکز درمانی جهت بازرسی و نظارت بر اصول ایمنی و بهداشت حرفه‌ای توسط دستگاه‌های نظارتی وجود نیست. عدم مسئولیت پذیری مسئولان مراکز و نبود نظارت کافی متولیان مربوطه باعث بی‌توجهی به مقررات ایمنی، تجهیزات حفاظتی، دستورالعمل‌ها و آیین نامه کار ایمن می‌شود.

مدل SC در شکل ۲ با تمرکز بر حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران نشان می‌دهد که ساختمان کلینیک از ساختمانی با کارکرد مسکونی به ساختمانی با کارکرد مرکز درمانی تغییر کاربری داده بود. تغییرات مهم و خطر ساز در این ساختمان منجر به احداث ۱) انباری با مصالح خطرناک (مکان شروع آتش سوزی در کلینیک سینا مهر) جهت ذخیره سیلندرهای طبی تحت فشار، ملزومات پارچه‌ای و ضدعفونی در حیاط ۲) آسانسوری غیر استاندارد و انتقال‌دهنده اصلی دود حاصل از آتش سوزی به طبقات بالاتر ۳) اتاق عمل فاقد پنجره و تهویه طبیعی در طبقه چهارم ۴) نیم طبقه‌ای اداری در پشت بام ساختمان، که باعث اختلال در تهویه طبیعی و فرار محبوس شدگان طبقه چهارم (آخرین طبقه) به پشت بام شد.

مدل SC در شکل ۲ نشان می‌دهد فقدان بازرس فنی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، این مراکز را به رخداد حوادث نزدیک‌تر کرده و در این شرایط شکست‌های آشکار که همان شرایط خطرناک و رفتارهای نا ایمن است ایجاد می‌شوند. با رخداد حادثه و نبود سیستم شناسایی، اعلام و اطفای حریق و ساختار غیر اصولی ساختمان و همچنین نبود تجهیزات مقابله با شرایط اضطراری، کارکنان در آتش و دود گرفتار شده و به دلیل عدم آموزش به درستی عمل نکرده و در نهایت با شکست‌های آشکار در مدیریت بحران از سوی آتش نشانی و اورژانس، عملیات امداد و نجات، واکنش در شرایط اضطراری و اطفای حریق کاملا موفق نبوده و تعداد زیادی از این افراد فوت و مصدوم می‌شوند.

مدل BT در شکل ۳ ارائه شده است. تعداد ۲۶ برش با احتمال و پیامد خاص در مدل شناسایی شده است که غیر از حادثه رخ داده ممکن است در این‌گونه مراکز رخ دهد. .مدل BT نشان می‌دهد که در میان عوامل موثر، نظارت و بازرسی مراجع ذی الصلاح و عوامل شرایط خطرناک و وقایع آغازگر با شماره ۱۰ و ۱۱ از لحاظ منطقی بیشترین



شکل۳. علل و عوامل موثر بر حوادث آتش سوزی مراکز درمانی طبقBT با تمرکز بر حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

تاثیر در رخداد حادثه کلینیک سینا مهر تهران و حوادث مشابه را دارند. مهم‌ترین عوامل موثر در جلوگیری از رخداد حوادث و کاهش پیامدهای آنها در مراکز درمانی شامل نظارت بر صدور و تمدید مجوز فعالیت مطابق با مقررات ملی ساختمان، نظارت و بازرسی ایمنی و آتشنشانی، وجود تجهیزات شناسایی، اعلام و اطفای حریق، و واکنش در شرایط اضطراری است.

بحث

حادثه آتش سوزی حادثه کلینیک پزشکی سینا مهر تهران در تاریخ ۱۰ تیر ۱۳۹۹ اتفاق افتاد و منجر به فوت ۱۹ نفر و مصدومیت ۱۴ نفر و تحمیل هزینه‌های مستقیم و جبران ناپذیر غیر مستقیم گردید. در این مطالعه با رویکرد چندجانبه نگری در روش کار شامل استفاده از روش‌های مرور مطالعات گذشته، گزارشات رسمی حادثه، قوانین و مقررات و مصاحبه با متخصصان و کاربرد همزمان از سه مدل SC ،FB و BT، علل و عوامل مؤثر در رخداد حوادث آتش‌سوزی مراکز درمانی جهت پیشگیری از حوادث مشابه بررسی شد.

بر اساس یافته‌های مدل FB، از علل و عوامل مؤثر مهم در رخداد حوادث آتش سوزی در مراکز درمانی، شامل نظارت عالیه بر دستگاه‌های نظارتی، نظارت بر صدور و تمدید مجوز فعالیت مطابق با مقررات ملی ساختمان، نظارت و بازرسی ایمنی و آتشنشانی، وجود تجهیزات شناسایی، اعلام و اطفای حریق و واکنش در شرایط اضطراری است. یافته‌های این مطالعه با مطالعه انجام شده توسط Rafi و همکاران همخوانی دارد. آنها دریافتند که نقض مقررات ساختمان توسط مقامات و کارکنان، نادیده گرفتن استانداردهای ایمنی و آموزش ناکافی کارکنان از علل مهم حوادث آتش سوزی در ساختمان بیمارستان‌های پاکستان بوده است (۲۷).

یافته‌های این مطالعه نشان داد که مدل FB می‌تواند تمامی علل و عوامل موثر در آتش سوزی مراکز درمانی را دسته بندی و خلاصه کرده و روابط بین آنها را تعریف کند. این مدل می‌تواند سیمایی جامع و قابل فهم از علل و عوامل موثر بر حوادث، توالی و دسته بندی آنها را برای سیاستگذران، قانون گذاران و مجریان قوانین ایمنی و بررسی کنندگان حوادث فراهم کند. از طرفی FB به دلیل کیفی بودن مدل و بارز بودن جنبه مفهومی آن، نمی‌تواند روابط علی و احتمال عوامل موثر را استخراج کند. این یافته‌ها با مطالعه Lou و همکاران که بیان می‌کند FB می‌تواند سیستم‌های پیچیده را سازماندهی کرده و علل ریسک را به صورت کیفی واکاوی کند، مطابقت دارد (۲۸).

بر اساس یافته‌های مدل SC، معمولا مراکز درمانی همانند هر محل کار دیگری می‌توانند سلسله مراتبی از سیستم‌های حفاظتی مختلف (مهندسی غیرفعال، مهندسی فعال، اجرایی و دستورالعمل ها) داشته باشند، اما هیچ یک از آن‌ها به تنهایی منجر به یک حادثه نمی‌شوند و اگر تمام اقدامات حفاظتی کارا باشند، معمولاً شکست‌های آشکار بروز نمی‌کنند. شکست‌های پنهان همان حوادث در انتظار رخ دادن هستند (۱۸).

یافته‌های این مطالعه نشان داد یکی از مهمترین شکست‌های پنهان در مراکز درمانی نظیر کلینیک پزشکی سینا مهر این است که ساختمان‌های ناقض مقررات ملی ساختمان، با پرداخت جریمه مجوز پایان کار دریافت می‌کنند. این شکست پنهان نشان می‌دهد دستگاههای اجرایی و عمومی مربوطه نقش خود را به درستی ایفا نمی‌کنند. این یافته‌ها با با مطالعه انجام شده توسط Sunindijo و همکاران در مورد تاب‌آوری بیمارستان‌های اندونزی برای مقابله با حریق مطابقت دارد، آنها حضور دولت برای بهبود ایمنی مراکز پزشکی ناایمن و انجام اقدامات مداخله‌ای را ضروری دانستند (۲۹).

طبق یافته‌های این مطالعه، از دیگر شکست‌های پنهان این است که بر اساس دستورالعمل‌های تاسیس مراکز درمانی، ساختمان‌های مسکونی محدودیتی برای دریافت مجوز مراکز درمانی ندارند. تغییر کاربری از ساختمان مسکونی به ساختمان درمانی مستلزم تغییرات اساسی داخلی و خارجی است که مقررات ایمنی ساختمان را نقض می‌کند. به عنوان نمونه، تغییرات کاربری در ساختمان کلینیک پزشکی سینا مهر تهران منجر به احداث انباری غیر استاندارد شد که نقطه آغاز آتش سوزی به دلیل مجاورت تجهیزات الکتریکی و مواد قابل اشتعال بوده است. همچنین، احداث اسانسور غیر استاندارد و انسداد مسیرهای تهویه طبیعی و راه‌های خروج اضطرای باعث انباشت دود و محبوس شده افراد در طبقه چهارم شد. در تأیید این یافته‌ها، مطالعات گذشته نشان داده‌اند که مواد قابل احتراق و الکتریسیته دو علت اصلی آتش سوزی در مراکز پزشکی هستند (۳۰). همچنین، تبدیل زیرزمین مراکز درمانی به محلی جهت نگهداری سیلندرهای گازهای طبی در شروع آتش سوزی نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۱). علاوه براین، فقدان تهویه طبیعی دود نظیر یک پنجره یا دریچه ممکن است عملکرد مدیریت ایمنی حریق مراکز درمانی را ناکارآمد کند و عدم خروج دود باعث انباشته شدن گازهای سمی و مسمومیت و مرگ

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

کارکنان و بیماران شود (۳۲).

از جمله شکست‌های پنهان دیگر آن است که عدم رعایت مقررات ملی ساختمان و سایر مقررات ایمنی و آتش نشانی مانعی برای صدور و تمدید مجوز مراکز درمانی نیست. شکست پنهان دیگری که در این مطالعه روی آن تاکید شده است نبود سازوکاری برای شناسایی این مراکز درمانی برای انجام بازرسی و ایمنی و بهداشت حرفه‌ای از طرف دستگاه‌های نظارتی است. همچنین، در این مطالعه به عدم مسئولیت پذیری مسئولان مراکز و نبود نظارت کافی متولیان مربوطه که باعث بی‌توجهی به مقررات ایمنی، تجهیزات حفاظتی، دستورالعمل‌ها و آیین نامه کار ایمن شده به عنوان شکست پنهان تاکید شده است.

در این مطالعه، به اهمیت سیستم تشخیص، اعلام و اطفاء حریق در هنگام رخداد حوادث تاکید شده است. شکست آشکار عدم وجود تجهیزات تشخیص، اعلام و اطفاء حریق مناسب باعث عدم موفقیت در کنترل آتش می‌شود و بهبود آن می‌تواند منجر به کاهش پیامدهای جانی و مالی در آتش سوزی مراکز درمانی شود. در مطالعه‌ای که جهت ارزیابی ریسک آتش سوزی در بیمارستانی در هند انجام شد، فقدان سیستم اطفای حریق مناسب مهم‌ترین علت تلفات آتش سوزی اعلام گردید (۸). بر اساس یافته‌های این مطالعه، از جمله شکست‌های که در حوادث آتش سوزی مراکز درمانی منجر به افزایش تلفات جانی و خسارات مالی می‌شود عملکرد نامناسب کارکنان در شرایط اضطراری و عملکرد تیم‌های امداد و نجات است که با یافته‌های مطالعه Labrague و همکاران مطابقت دارد، آنها دریافتند که بیشتر کارکنان درمانی از شیوه نامه‌های مدیریت حوادث بی‌اطلاع بوده و برای حوادثی مانند آتش‌سوزی آمادگی ندارند (۳۳). این موضوع اهمیت آموزش، تمرین‌ها و مانورهای واکنش در شرایط اضطراری را نشان می‌دهد.

مدل SC نشان داد که علاوه بر مسئولان مراکز، سازمان‌های نظارتی تاثیر مهمی بر رخداد و پیامد حوادث مراکز درمانی دارند این مدل همچون بسیاری از مدل‌های حوادث، جزو مدل‌های مفهومی بوده و علی رغم نقاط قوت ذکر شده، عدم شناسایی روابط علیت و اثرات برهم کنش علل و عوامل موثر بر حادثه از نقاط ضعف آن است (۱۷، ۱۸).

یافته‌های مدل BT در تحلیل حوادث نشان داد که مهم‌ترین عوامل موثر در جلوگیری از رخداد حوادث و کاهش پیامدهای آنها در مراکز درمانی شامل اصلاح و نظارت بر صدور و تمدید مجوز فعالیت مطابق با مقررات ملی ساختمان، نظارت و بازرسی ایمنی و آتشنشانی، وجود تجهیزات شناسایی، اعلام و اطفای حریق و تاسیسات و واکنش در شرایط اضطراری است. نتایج این مطالعه نشان داد که نمودار BT قادر به ترسیم نحوه کاهش احتمال حادثه اولیه آتش سوزی و کاهش حوادث پیاپی بعدی می‌باشد که با یافته‌های مطالعه Rafi و همکاران در یک راستا است (۳۴). این مدل مانند هر مدل دیگری، دارای نواقصی است که از آن جمله می‌توان پیچیدگی روابط منطقی و خطی بودن روابط بین علت‌ها و عوامل اشاره کرد (۱۵، ۱۶) اما به نظر می‌رسد مدل BT با وجود برخی از اصطلاحات و مفاهیم پیچیده، جهت ترسیم ساده علل و عوامل موثر بر رخداد حوادث در مراکز درمانی کاربرد داشته باشد (۳۵).

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های به دست آمده، شکست‌های پنهان مدیریتی و نظارتی گذشته در صدور مجوزهای بهره برداری از ساختمان و فعالیت مراکز درمانی و عدم کفایت نظارت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، احتمال بروز حوادث در این مراکز را بالا برده است. این شکست‌های پنهان منجر به شکست در کنترل آتش سوزی و واکنش در شرایط اضطراری و نهایتا باعث پیامدهای ناگوار نظیر حادثه آتش سوزی کلینیک سینا مهر می‌شود. استفاده از مدل‌های علت یابی حوادث در شناسایی علل و عوامل موثر در رخداد حوادث آتش سوزی و ارائه پیشنهادات کنترلی در مراکز درمانی مفید است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی با استفاده از مدل‌های غیرخطی نظیر سیستم‌های پویا، نقاط اهرمی پیشگیری از شکست‌های پنهان و آشکار جهت مداخلات اجرایی موثر در کاهش ریسک مراکز درمانی معرفی گردند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مایلند از همه مشارکت کنندگان در این مطالعه تشکر کنند. این مقاله به عنوان بخشی از پایان نامه برای مقطع کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران ارسال شده است.

REFERENCE

1. Setyawan H, Qodrijati I, Widjanarti M, Rinawati S, Atmojo T, Fajariani R, et al., editors. The impact of hot work climate on textile industry productivity. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science;

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

16. Borgheipour H, Tehrani G, Eskandari T, Mohammadieh O, Mohammadfam I. Dynamic risk analysis of hydrogen gas leakage using Bow-tie technique and Bayesian network. International Journal of Environmental Science and Technology. 2021;18(11):3613-24.
17. Reason J. Human error: Cambridge university press; 1990.
18. Reason J. Managing the risks of organizational accidents: Routledge; 2016.
19. Loredana EM. The analysis of causes and effects of a phenomenon by means of the "fishbone" diagram. Analele Universității Constantin Brâncuși Din Târgu Jiu: Seria Economie. 2017;1(5):97-103.
20. Beheshti M, Hajizadeh R, Rahat R, HOSSEIN AZF, Davoodi A. Investigation of the most important direct cause of occupational accidents based on the Pareto Chart. 2015.
21. Hosseini Kebria SS, Mohammadi Golafshani E. Predicting the occupational accidents of Tehran's oil Refinery based on HSE using fuzzy logic model. Iran Occupational Health. 2014;11(6):43-54.
22. Wang J, Yan M. Application of an improved model for accident analysis: a case study. International journal of environmental research and public health. 2019;16(15):2756.
23. Zhang Y, Shao W, Zhang M, Li H, Yin S, Xu Y. Analysis 320 coal mine accidents using structural equation modeling with unsafe conditions of the rules and regulations as exogenous variables. Accident Analysis & Prevention. 2016;92:189-201.
24. Bryant A, Charmaz K. The SAGE handbook of current developments in grounded theory: Sage; 2019.
25. Strauss AL. Qualitative analysis for social scientists: Cambridge university press; 1987.
26. Yuan X, Sun M, Wang C, Zhu X. Full temperature range study of rice husk bio-oil distillation: Distillation characteristics and product distribution. Separation and Purification Technology. 2021;263:118382.
27. Rafi MM, Wasiuddin S, Siddiqui SH. Assessment of fire hazard in Pakistan. Disaster Prevention and Management: An International Journal. 2012.
28. Luo Y, Huang S, Cao S. Application of improved fishbone diagram in the Operation Management. INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL-GUANGZOU-. 2007;10(2):138.
29. Sunindijo RY, Lestari F, Wijaya O. Hospital safety index: assessing the readiness and resiliency of hospitals in Indonesia. Facilities. 2019.
30. Ong WC, Suleiman Z. Problems in implementation of fire safety management in Malaysia government hospital. Advances in Environmental Biology. 2015:47-51.

2018: IOP Publishing.
2. Lu S, Mei P, Wang J, Zhang H. Fatality and influence factors in high-casualty fires: A correspondence analysis. Safety science. 2012;50(4):1019-33.
3. Aslani AM, Habibi E. Evaluation of the risk of fire by the FRAME method and survey of the effect of crisis management team, on the level of fire risk at a university hospital during year 2017. Health Scope. 2019;8(1).
4. Campbell R. Structure fires in health care facilities. NFPA, Quincy, MA. 2017;8.
5. Leveson N. A systems approach to risk management through leading safety indicators. Reliability engineering & system safety. 2015;136:17-34.
6. Rahmani A, Salem M. Fire risk assessment in high-rise hopitalls in accordance with NFPA 101. Revista Latinoamericana de Hipertension. 2018;13(3):242-5.
7. Sarsangi V, Saberi H, Malakutikhah M, Sadeghnia M, Rahimizadeh A, Aboee Mehrizi E. Analyzing the risk of fire in a hospital complex by "fire risk assessment method for engineering"(FRAME). International Archives of Health Sciences. 2014;1(1):9-13.
8. Martiana T, Wahyudiono YDA. Fire risk Analysis with Fishbone Analysis Method in Surabaya Hospital. Indian Journal of Public Health Research and Development. 2018;9(3):195-9.
9. Omidvari F, Jahangiri M, Mehryar R, Alimohammadlou M, Kamalinia M. Fire risk assessment in healthcare settings: application of FMEA combined with multi-criteria decision making methods. Mathematical Problems in Engineering. 2020;2020.
10. Juran JM, De Feo JA. Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence: McGraw-Hill Education; 2010.
11. Wujie J, Le J, Cheng Z. Analyzing and predicting railway operational accidents based on fishbone diagram and Bayesian networks. Tehnički vjesnik. 2022;29(2):542-52.
12. Puthillath B, Marath B, Ayappan BC. Analyzing the cause of human electrical accidents using Swiss Cheese model. Vilakshan-XIMB Journal of Management. 2021.
13. Mohamed HY, El Shafey AM, Mahmoud LAAA, EL Zeney RS, Abo Bkr AY, Idris AM, et al. Implementation of Fire Safety Using Quality Protocols in Port Said Private Hospital. Medicine Updates. 2021;5(5):31-59.
14. Asilian-Mahabadi H, Khosravi Y, Hassanzadeh-Rangi N, Hajizadeh E, Behzadan AH. A qualitative investigation of factors influencing unsafe work behaviors on construction projects. Work. 2018;61(2):281-93.
15. Primrose M, Bentley P, van der Graaf G, Sykes R, editors. The HSE Management System in Practice-Implementation. SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference; 1996: OnePetro.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]

31. Pal I, Ghosh T. Fire incident at AMRI hospital, Kolkata (India): a real time assessment for urban fire. journal of Business Management & social sciences research. 2014;3(1):9-13.
32. Ghani MSM, Yi WZ, editors. Implementation of Swiss Cheese for UniKL MIAT hangar. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2018: IOP Publishing.
33. Labrague LJ, Yboa BC, McEnroe–Petitte DM, Lobrino LR, Brennan MGB. Disaster preparedness in Philippine nurses. Journal of nursing scholarship. 2016;48(1):98-105.
34. Ding L, Khan F, Ji J. Risk-based safety measure allocation to prevent and mitigate storage fire hazards. Process safety and environmental protection. 2020;135:282-93.
35. McLeod RW, Bowie P. Bowtie Analysis as a prospective risk assessment technique in primary healthcare. Policy and Practice in Health and Safety. 2018 Jul 3;16(2):177-93.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/ioh.20.1.178]