Journal of Health and Safety at Work 2026; 16(1): 168-187

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Prioritizing Factors Influencing Failure in the Crisis Management System of a Process Industry Using the Analytic Hierarchy Process

Mojtaba Shafahi[1], Khadijeh Mostafaee Dolatabad[2], Mohammad Najafi Juybari[3], Leila Omidi[1*]

[1]Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2]Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3]Department of Industrial Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received: 20-11-2025 Accepted: 19-4-2026

ABSTRACT

Introduction: This study aimed to identify and prioritize factors leading to the failure of crisis management systems in a process industry. An integrated approach combining Fault Tree Analysis (FTA) and the Analytic Hierarchy Process (AHP) was employed.

Material and Methods: Initially, FTA was used to systematically identify factors contributing to the failure, resulting in a hierarchical model with one top event, four main intermediate events, 16 sub-intermediate events, and 42 basic events. Subsequently, the AHP method was applied to prioritize these identified factors based on pairwise comparisons conducted by a panel of 11 industry and academic experts.

Results: The AHP results revealed that among the main phases of crisis management, failure in the prevention phase held the highest priority (weight = 0.380), followed by failure in the preparedness phase (0.280), response phase (0.245), and recovery phase (0.095). Key basic events identified included knowledge-skill gaps in leadership, inadequate periodic inspection programs, malfunctioning warning equipment, and untimely budget allocation.

Conclusion: The study findings confirm that prevention is the most pivotal phase in crisis management within process industries. By utilizing the integrated FTA-AHP framework, managers can systematically prioritize failure factors and align corrective actions with the most influential determinants, thereby enabling targeted resource allocation and strategic reinforcement of the crisis management system.

Keywords: *Crisis management, Process industry, Fault tree analysis, Analytic hierarchy process, Prioritization.*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Shafahi M., Mostafaee Dolatabad KH., Najafi Juybari M., Omidi L. Prioritizing Factors Influencing Failure in the Crisis Management System of a Process Industry Using the Analytic Hierarchy Process. J Health Saf Work. 2026; 16(1): 168-187.

1. INTRODUCTION

Process industries, characterized by handling significant volumes of hazardous materials with properties such as flammability, explosiveness, toxicity, and high leakage potential, inherently possess high operational risk. Incidents in such facilities often have extensive consequences, leading to substantial human and financial losses. In this context, crisis and emergency management is a key strategy for mitigating the impacts of accidents. The optimal deployment of human resources, materials, and managerial actions during a crisis plays a decisive role in ensuring the efficiency of response operations.

A crisis is defined as an urgent, unexpected, unplanned, and often dangerous situation that can threaten people's health and safety, damage assets, and harm the environment, requiring an immediate response. Crises can be natural, such as earthquakes,

* Corresponding Author Email: *omidil@sina.tums.ac.ir*

Copyright © 2026 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

floods, tornadoes, hurricanes, and wildfires, or human-made, such as industrial fires, toxic gas releases, and structural collapses. Effective crisis management is complex, requiring situation control with minimal damage to people (including responders, employees, and the public), property, and the environment, while rationally utilizing available resources.

Major accidents can trigger a widespread crisis, affecting not only the target industry but also adjacent industries and regional levels. Given that a single organization's capacity to manage emergencies is often limited, inter-organizational collaboration becomes essential. A fundamental challenge in crisis management is the lack of cohesive planning across various organizational, municipal, and provincial levels, which can lead to conflicting policies and operational actions.

The present study aims to identify the causes of failure in the crisis management system within a process industry. To achieve this objective, a comprehensive assessment of the crisis management system in a process industry was conducted using Fault Tree Analysis (FTA) to identify factors contributing to system failure during critical situations that could impact response quality. Subsequently, prioritization and weighting of the identified factors affecting crisis management system failure were performed using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method.

2. MATERIAL AND METHODS

This research employed an integrated two-phase methodology to first identify and then prioritize the factors contributing to the failure of a crisis management system in a process industry.

Phase 1: Factor identification using FTA

FTA, a widely used structured analytical technique in risk assessment, was utilized to identify the basic events leading to the top event "failure of the crisis management system". This technique allows for a systematic breakdown of a system failure into its root causes. The FTA model was developed through a comprehensive process involving documentary studies, review of operational maps, and structured interviews with domain experts, including process specialists, HSE personnel, and crisis management managers. The identification and selection of basic and intermediate events were finalized through brainstorming sessions and expert panel consensus. The fault tree was constructed by analyzing causal events until the basic event level was reached. The final fault tree diagram, comprising events, was validated and confirmed by the experts.

Phase 2: Factor prioritization using the AHP

The hierarchical structure required for the AHP model was developed based on the intermediate and basic events identified in the FTA. A standard AHP questionnaire was designed for pairwise comparisons. A panel of 11 experts, comprising two university professors in the field of occupational health and safety and nine safety experts working in a process industry, was selected as the decision-making group. The questionnaire was designed on a 9-point scale to perform pairwise comparisons and determine the weight and priority of each intermediate and basic event affecting the crisis management system failure.

In the AHP method, a complex problem with multiple criteria is decomposed into a hierarchical structure. The influential events were measured two-by-two in the form of a pairwise comparison matrix, and the relative priority of each was determined. Subsequently, the necessary calculations were performed to compute the weight of each decision element based on the pairwise comparison matrix data. The consistency of the experts' judgments was assessed using the Consistency Ratio (CR).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The content validity of the basic events was assessed through expert discussion on the FTA structure and identified events. The identified top event was the failure of the crisis management system, and the four main intermediate events were failure in the prevention phase, failure in the preparedness phase, failure in the response phase, and failure in the recovery phase. In total, the study identified 16 sub-intermediate events and 42 basic events. Deficiencies in the preventive maintenance system, inadequacy of equipment and resources, shortage of financial and logistical resources during a crisis, and inaccurate recording of incident-related reports were among the identified intermediate events. Deficiencies in implementing periodic inspection programs, lack of comprehensive response plans for scenarios, undefined roles and responsibilities, and potential delays in the arrival of relief teams were among the identified basic events.

The subsequent weighting and ranking of the influential intermediate and basic events were performed using the AHP technique. The findings revealed that among the main intermediate events affecting crisis management system failure, failure

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

in the prevention phase held the highest priority with a weight of 0.380. This was followed by failure in the preparedness phase (0.280), failure in the response phase (0.245), and failure in the recovery phase (0.095). Among the sub-intermediate events related to the prevention phase, deficiency in the preventive maintenance system (0.330), inadequate safety measures and reinforcement (0.310), and failure to identify risks and critical scenarios (0.260) received the highest priorities. In the preparedness phase, inadequate staff training (0.309), deficiency in conducting periodic drills (0.298), and insufficient equipment and resources (0.218) had the most significant weight. For the response phase, deficiency in the command and coordination system of the crisis team (0.430), loss of golden response time (0.247), and shortage of personnel and equipment (0.215) were identified with the highest weights. Finally, in the recovery phase, inadequacy of psychosocial support programs (0.453), deficiency in proper lesson learning and documentation post-crisis (0.259), and deficiency in recovery and normalization programs (0.173) were recognized as high-priority sub-intermediate events.

Among the basic events affecting crisis management system failure, inadequate supervision of temporary shelter and welfare facilities for affected individuals (0.374), knowledge-skill gap in the leadership domain (0.241), inadequate periodic inspection programs (0.158), malfunctioning warning equipment (0.156), untimely budget allocation (0.150), and unclear definition of roles and responsibilities (0.136) were among the most critical basic events. The rate of inconsistency for all participants' judgments was reported within the acceptable limit (less than 0.1), indicating internal consistency and reliability of the comparisons.

The findings align with existing literature emphasizing the critical role of proactive measures. Process industries are high-risk industries susceptible to catastrophic events, and their inherent complexity is exacerbated by internal and external factors. The dominance of the prevention phase underscores that proactive, low-cost measures are often neglected despite their paramount importance. The significance of the preparedness phase, highlighted by factors like training and drills, confirms that readiness is a continuous process essential for an effective response. The high weight of command, coordination, and golden time in the response phase reflects the critical need for swift, organized action during a crisis. The lower weight of the recovery phase does not diminish its importance but may indicate a perceived primacy of immediate life-saving and containment phases. However, effective recovery, including psychosocial support and lesson learning, is crucial for long-term resilience and restoring normalcy. Key basic events like leadership gaps resonate with studies stressing the importance of immediate aid and robust, collaborative leadership during crises. Similarly, the identified deficiencies in inspections, warning systems, and budget allocation are consistent with findings from past accident analyses.

4. CONCLUSIONS

This study identified and prioritized the factors leading to the failure of a crisis management system in a process industry using an integrated FTA-AHP approach. The hierarchical model provided a comprehensive map of potential failures, from the top event down to 42 basic events. The prioritization revealed that failures in the prevention phase are the most critical, followed by preparedness, response, and recovery. This highlights a crucial paradigm for managers investing in proactive and preventive measures is significantly more impactful than relying solely on reactive response capabilities.

The integrated FTA-AHP framework offers a structured, reliable, and quantitative methodology for decision-makers in high-risk industries. It enables them to diagnose systemic vulnerabilities accurately, allocate limited resources efficiently to areas with the highest risk, and ultimately develop more robust and resilient crisis management systems.

5. ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences and Health Services (Grant No. 1403-4-99-75730). The authors gratefully acknowledge this financial support. The authors thank all the subject matter experts who participated in this study.

6. ETHICAL CODE

This study was approved by the Ethics Committee of Tehran University of Medical Sciences (Code: IR.TUMS.SPH.REC.1403.220).

7. FUNDING

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences and Health Services (Grant No. 1403-4-99-75730).

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۶/ شماره ۱/ بهار ۱۴۰۵ صفحات ۱۶۸-۱۸۷

رتبه بندی عوامل موثر بر شکست سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی

مجتبی شفاهی[۱]، خدیجه مصطفائی دولت آباد[۲]، محمد نجفی جویباری[۳]، لیلا امیدی[۱*]

[۱]گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[۲]گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۳]دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۸/۲۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۱/۳۰

چکیده

مقدمه: مطالعه حاضر با هدف شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر شکست سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی انجام شد. از یک رویکرد تلفیقی متشکل از آنالیز درخت خطا و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت رتبه بندی عوامل موثر استفاده گردید.

روش کار: در گام نخست، از روش آنالیز درخت خطا برای شناسایی نظام‌مند عوامل مؤثر بر شکست استفاده شد که منجر به ایجاد یک مدل متشکل از یک رویداد راس، چهار رویداد میانی اصلی، ۱۶ رویداد میانی فرعی و ۴۲ رویداد پایه گردید. در ادامه، روش تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت بندی عوامل شناسایی‌شده بر اساس مقایسات زوجی انجام شده توسط گروه متخصصان شامل یازده متخصص از صنعت و دانشگاه به کار گرفته شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که در میان مراحل اصلی مدیریت بحران، شکست در مرحله پیشگیری با وزن ۰/۳۸۰ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است و پس از آن به ترتیب شکست در مرحله آمادگی (۰/۲۸۰)، مرحله پاسخ (۰/۲۴۵) و مرحله بازیابی (۰/۰۹۵) قرار گرفتند. از جمله عوامل کلیدی شناسایی شده می‌توان به شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری، برنامه‌های بازرسی دوره‌ای ناکافی، نقص در تجهیزات هشدار دهنده و عدم تخصیص بودجه کافی در زمان مناسب اشاره نمود.

نتیجه گیری: یافته های مطالعه تأیید می‌کند که پیشگیری کلیدی ترین مرحله در مدیریت بحران در صنایع فرایندی است. با به‌کارگیری چارچوب یکپارچه FTA-AHP، مدیران می‌توانند عوامل شکست را اولویت بندی نموده و اقدامات اصلاحی را بر اساس مهم ترین عوامل اثر گذار تعیین نمایند.

کلمات کلیدی: *مدیریت بحران، صنعت فرایندی، آنالیز درخت خطا، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، اولویت بندی.*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *omidil@sina.tums.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

مقدمه

صنایع فرایندی به دلیل کاربرد و نگهداری حجم قابل توجهی از مواد خطرناک با ویژگی‌هایی چون اشتعال‌پذیری، قابلیت انفجار، سمیت و پتانسیل نشت بالا، از ریسک عملیاتی بالایی برخوردارند (۱, ۲). در صورت وقوع حوادث در اینگونه تأسیسات، دامنه تاثیرات اغلب گسترده بوده و منجر به خسارات جانی و مالی قابل توجهی می‌شود (۳, ۴). در این زمینه، مدیریت بحران و شرایط اضطراری به عنوان راهبردی کلیدی برای کاهش پیامدهای حوادث تلقی می‌گردد. به‌طور خاص، استقرار بهینه نیروی انسانی و منابع و اقدامات مدیریتی در زمان بحران نقش تعیین‌کننده‌ای در تضمین کارآمدی عملیات پاسخ دهی ایفا می‌کند (۵-۷).

بحران به عنوان یک وضعیت فوری، غیرمنتظره، برنامه‌ریزی نشده و اغلب خطرناک تعریف می‌شود که قادر به تهدید سلامت و ایمنی مردم، آسیب رساندن به دارایی‌ها و آسیب رساندن به محیط زیست است و نیاز به واکنش فوری دارد (۸). بحران‌ها می‌توانند طبیعی باشند، مانند زلزله، سیل، گردباد، طوفان و آتش‌سوزی، یا می‌توانند ساخته دست انسان باشند، مانند آتش‌سوزی‌های صنعتی، انتشار گازهای سمی و فروپاشی سازه‌ها. انواع کمتر رایج بحران‌ها شامل خطرات طبیعی است که سبب حوادث تکنولوژیکی (Natech)[1] می‌شوند (۹). بحران‌ها از نظر اندازه، شکل و مدت زمان بسیار متفاوت هستند و همین امر، یک واکنش مؤثر و کارآمد را چالش برانگیز و پیچیده می‌کند. واکنش مؤثر و کارآمد مستلزم کنترل وضعیت با حداقل آسیب به افراد (از جمله امدادگران، کارمندان و عموم مردم)، اموال و محیط زیست و در عین حال استفاده معقول از منابع موجود است (۱۰).

حوادث بزرگ نه تنها تأثیرات مستقیمی بر صنعت هدف دارند، بلکه می‌توانند اثرات زیادی بر صنایع مجاور و سطوح استانی ایجاد کنند که در نهایت ممکن است منجر به یک بحران گسترده گردد. از آنجا که ظرفیت یک سازمان برای مقابله و مدیریت شرایط اضطراری و بحرانی عموماً محدود است، در چنین موقعیت‌هایی، همکاری میان سازمان های مختلف ضروری می‌باشد. یک چالش بنیادین در مدیریت بحران، عدم انسجام برنامه ریزی در سطوح مختلف سازمانی، شهری و استانی است که می تواند به تداخل یا حتی تضاد در سیاست ها و اقدامات عملیاتی منجر گردد. در بسیاری از کشورها، ساختارهای قانونی ملی برای آمادگی و پاسخ به شرایط اضطراری و بحرانی در سطوح مختلف تعریف شده اند؛ با این حال، تفاوت های چشمگیر در فرهنگ سازمانی، سلسله مراتب سازمانی و ساختارهای ارتباطی میان سازمانی سبب ایجاد ناهماهنگی در اهداف و مسئولیت ها می گردد. در نتیجه، یکی از عمده ترین موانع در صحنه بحران، لزوم مشارکت و همکاری فوری میان سازمان ها و نهادهایی است که پیشینه همکاری مشترک نداشته و می بایست در بازه زمانی محدود به هماهنگی و ارتباط مؤثر دست یابند (۱۱, ۱۲).

حفاظت از سلامت انسان، محیط زیست و دارایی‌ها به عنوان سه رکن اصلی در پاسخ‌دهی اضطراری شناخته می‌شوند. این اهداف کلان به مجموعه‌ای از اقدامات عملیاتی مشخص اشاره دارند. در حوزه سلامت انسان، پاسخ می‌تواند شامل تخلیه کارکنان از تأسیسات صنعتی و ساکنان از مناطق مسکونی مجاور باشد. همچنین، ارائه کمک‌های فوری پزشکی و انتقال مصدومان به مراکز درمانی از دیگر اقدامات حیاتی در این حوزه محسوب می‌شود. در بعد زیست محیطی، هدف اصلی مدیریت بحران در صنایع فرایندی، جلوگیری از انتشار و مهار مواد خطرناک است که معمولاً از طریق استقرار تجهیزات تخصصی مهار صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، اجرای عملیات پاکسازی برای کاهش آلودگی‌های ناشی از حادثه و بازگرداندن شرایط محیط به حالت عادی از جمله اقدامات ضروری در این بخش است. در رابطه با حفاظت از دارایی‌ها، مدیریت بحران بر اقداماتی نظیر کنترل و مهار نشت مواد، اطفای حریق و تثبیت شرایط عملیاتی متمرکز می‌شود. اینگونه مداخلات نه تنها سبب کاهش

1. Natural Hazards Triggering Technological Accidents (Natech)

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

خسارات اقتصادی مستقیم ناشی از حادثه می‌گردند، بلکه با جلوگیری از وقوع حوادث زنجیره‌ای (دومینو)، نقش تعیین‌کننده‌ای در محدود کردن دامنه پیامدهای ثانویه ایفا می‌کنند. بنابراین، حفاظت مؤثر از دارایی‌ها به صورت غیرمستقیم موجب تقویت اهداف حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست نیز می‌شود، چرا که با کنترل سریع حادثه از تشدید آثار آن جلوگیری به عمل می‌آید. از علل شکست سیستم مدیریت بحران و شرایط اضطرار در صنایع فرایندی می توان به آموزش ناکافی پرسنل درگیر در پاسخ به بحران و شرایط اضطرار اشاره نمود. بطور مثال در خصوص حادثه حریق در مخزن ذخیره‌سازی LPG[1] در خلیج توکیو نشان داده شد که تیم‌های اضطراری علیرغم تعداد زیاد تیم‌های پشتیبانی موجود، به اندازه کافی برای مقابله با حریق های متعدد آموزش ندیده بودند، همچنین برنامه مدیریت بحران و واکنش اضطراری برای پاسخ به چندین رویداد مناسب نبودند. یکی دیگر از علل شکست سیستم مدیریت بحران در صنایع فرایندی ارتباط ناکافی برای مواجهه مؤثر با شرایط بحران و اضطرار است. این امر می‌تواند ناشی از اختلال احتمالی در تجهیزات ارتباطی استاندارد و مجموعه نواقص مرتبط با اطلاعات به اشتراک گذاشته شده در میان تیم های پاسخ به بحران باشد (۹, ۱۳).

در تحلیل عوامل مؤثر بر شکست سیستم‌های مدیریت بحران در صنایع فرایندی، می‌توان علل متعددی را برشمرد. از جمله این عوامل می‌توان به نقص در گزینش پرسنل کلیدی برای مواجهه با وضعیت‌های بحرانی خاص، نقص در طرح مدیریت منابع، نواقص موجود در رویه‌های عملیاتی و کمبود منابع لازم در هنگام پاسخ به شرایط بحرانی اشاره نمود. افزون بر این، عدم تعریف دقیق نقش‌ها و مسئولیت‌ها نیز از دیگر عوامل مؤثر در شکست این سیستم ها محسوب می‌گردد. مطالعه موردی حادثه‌ی انتشار گاز سمی در یک شرکت پتروشیمی، در جریان تخلیه یک تانکر جاده‌ای، مصادیق عینی این نقص ها را آشکار می‌سازد. در این حادثه، فقدان برنامه پاسخ مشخص، بروز سردرگمی جزئی در میان تیم واکنش اضطراری و کمبود منابع حیاتی برای محدودسازی، محصورسازی و هدایت ابر مواد منتشرشده، مشاهده گردید. همچنین، عدم وجود برنامه تخلیه اضطراری، عدم بسیج و اعزام دقیق و به موقع منابع و نقص در تفویض دقیق نقش‌ها و مسئولیت‌ها به عنوان عمده‌ترین علل شکست در پاسخ به این بحران گزارش شد (۹). آنالیز درخت خطا (FTA)[2] به عنوان یک روش ارزیابی ریسک برای تعیین رویدادهای غیرمنتظره، روابط بین رویدادها و احتمال شکست یک رویداد اصلی شناخته شده است. علاوه بر این، FTA یک روش قیاسی است و به صورت بالا به پایین انجام می‌شود؛ به عبارت دیگر، هر رویداد به طور سیستماتیک با توجه به یک دلیل مشخص بررسی می‌شود. این آنالیز، یک مدل گرافیکی از چگونگی نقش خرابی تجهیزات، خطای انسانی و عوامل خارجی در ایجاد یک حادثه یا رویداد ارائه می‌دهد. بحرانی بودن رویدادهای پایه را می‌توان با محاسبه سهم نسبی آنها در وقوع رویداد اصلی نیز تعیین کرد. از دیدگاه کیفی، آنالیز درخت خطا به وضوح رابطه منطقی میان اجزای یک سناریوی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این تحلیل کمک می‌کند تا درک شود کدام ترکیب از رویدادهای پایه می‌تواند به رویداد اصلی بینجامد و شکست کدام موانع ایمنی، سبب می شود رویداد اصلی منجر به ایجاد پیامدی خاص گردد. نتایج آنالیز درخت خطا منجر به شناسایی شرایطی می‌شود که سیستم در معرض بالاترین سطح خطر بالقوه قرار دارد. بر این اساس، اقدامات و توصیه‌های مناسب جهت مقابله با چنین ریسک‌هایی ارائه می‌گردد (۱۴).

متخصصان ایمنی در صنایع فرایندی از دیدگاه‌های متفاوتی در خصوص شاخص‌های ارزیابی ایمنی سیستم برخوردارند (۱۵). این تنوع دیدگاه به تبع خود، سطوح مختلفی از اهمیت برای هر شاخص و در نتیجه تخصیص وزن‌های متفاوت به اندازه‌گیری‌ها را به همراه دارد (۱۶, ۱۷). تخصیص وزن‌های متفاوت به شاخص‌های مختلف، این امکان را برای مدیران و متخصصان ایمنی فراهم

1. Liquefied Petroleum Gas

2. Fault Tree Analysis (FTA)

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

می‌سازد تا راهبردهای متنوعی را در جهت ارتقای ایمنی تدوین نمایند. شایان ذکر است که عواملی که در یک بافت و زمینه کاری، تأثیرگذارتر تلقی می‌گردند، ممکن است در محل دیگر متفاوت باشند و این امر خود موجب ترغیب اتخاذ راهبردهای مدیریت ایمنی متنوعی می گردد. به منظور انطباق با این تنوع دیدگاه‌ها، می‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[1] بهره گرفت (۸). در طول دهه گذشته، کاربرد این روش‌ها برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها و حل مسائل مهندسی، روندی فزاینده یافته است. روش‌های MCDM در موقعیت‌های همراه با عدم قطعیت، اعم از عدم قطعیت ناشی از ابهام (به دلیل فقدان اطلاعات کامل) یا عدم قطعیت ناشی از قضاوت‌های کیفی تصمیم‌گیرندگان، از کارایی مناسبی برخوردارند. در نتیجه، این روش‌ها برای پرداختن به مسائل دنیای واقعی که در این ویژگی‌ها مشترکند، بسیار سودمند می‌باشند (۱۸, ۱۹). روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[2] نخستین بار در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی مطرح گردید (۲۰). این رویکرد که به عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شناخته می‌شود، از کاربردی ترین روش‌ها برای تلفیق نظرات کارشناسی و ارزیابی امتیازات محسوب می‌گردد. AHP با تجزیه مسائل پیچیده تصمیم‌گیری به اجزای تشکیل‌دهنده در قالب یک ساختار سلسله مراتبی، امکان تحلیل نظام مند سیستم های تصمیم‌گیری پیچیده را فراهم می‌آورد (۲۱). روش AHP مزایای قابل توجهی در تصمیم‌گیری در شرایطی که کمی‌سازی عوامل دشوار است، نشان می‌دهد. این روش به عنوان یک رویکرد پژوهشی معتبر در علوم ایمنی شناخته می‌شود و کاربرد گسترده‌ای نه تنها در فرایندهای تصمیم‌گیری مدیریتی، بلکه در حوزه‌های مختلف تحقیقاتی دارد. پژوهشگران متعددی از این روش به عنوان تکنیکی ساختاریافته و ساده برای ارزیابی معیارهای پیچیده و مقابله با تصمیمات مبتنی بر اصول ریاضی استفاده کرده‌اند. همچنین، این چارچوب، ابزاری جامع برای ساختاردهی مسائل تصمیم‌گیری در حوزه‌های گوناگون فراهم می‌آورد (۲۲).

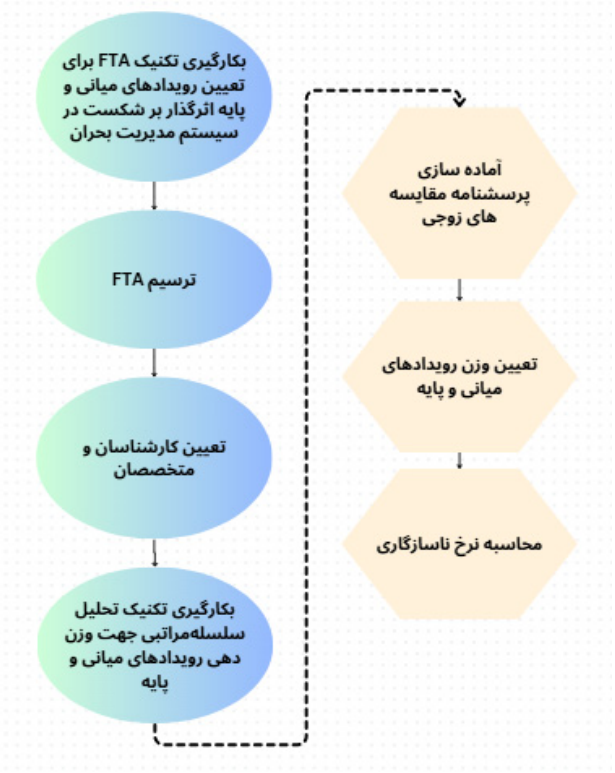
مطالعه حاضر با هدف شناسایی عوامل موثر بر شکست سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی و مستندسازی نقص های محتمل انجام گردید. برای نیل به این هدف، در گام نخست، ارزیابی جامعی از سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی با به کارگیری روش FTA به منظور شناسایی عوامل مؤثر در بروز شکست در سیستم مدیریت بحران صورت پذیرفت که می‌تواند در مواجهه با شرایط بحرانی بر کیفیت پاسخ‌دهی تأثیرگذار باشد. در گام بعدی، اولویت‌بندی و تعیین وزن عوامل موثر شناسایی‌شده بر شکست سیستم مدیریت بحران، با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید. این رویکرد امکان تعیین میزان اهمیت و تأثیر هر یک از عوامل در شکست سیستم مدیریت بحران شناسایی شده از طریق تکنیک FTA را فراهم می سازد.

روش کار

پیش‌بینی سناریوهای احتمالی منجر به شکست، مهم‌ترین گام در تحلیل ایمنی است (۲۳). FTA به طور گسترده در زمینه تحلیل ریسک سیستم‌های فرایندی و تشخیص خطا استفاده می‌شود (۲۴). در این مطالعه، FTA به‌عنوان یک رویکرد تحلیلی در ارزیابی شکست سیستم استفاده شد که در آن فرایند تحلیل با تعریف یک رویداد نامطلوب بالقوه تحت عنوان رویداد اصلی (Top event) آغاز گردید و سپس چگونگی وقوع این رویداد بر اثر شکست‌های رویدادهای پایه مورد بررسی قرار گرفت. رویدادهای پایه در واقع اجزای بنیادین درخت خطا را تشکیل می‌دهند که هر یک نشان‌دهنده یک رویداد نامطلوب مشخص، نظیر نقص یک جزء یا یک زیرسیستم هستند. ابتدا یک رویداد اصلی برای تحلیل انتخاب گردید؛ سپس نقص ها / شکست هایی که می‌توانند منجر به وقوع رویداد اصلی گردند، شناسایی شدند. در ادامه، برای هر نقص / شکست، تا حد امکان علل ممکن در قالب عللی در سطوح پایین‌تر فهرست شدند و نمودار درخت خطا ترسیم گردید. فرایند شناسایی علل تا رسیدن به علل

1. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)
2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ۱: فلوچارت انجام مطالعه

ریشه‌ای یا تا سطحی که امکان شناسایی و کنترل وجود دارد ادامه یافت (۲۵, ۲۶). انتخاب رویدادهای پایه با اتکا بر اجماع نظر کارشناسان صنعت صورت پذیرفت. در این مطالعه، از تکنیک بارش افکار (Brainstorming) برای اعتبارسنجی ساختار FTA و کاهش عدم قطعیت‌ها استفاده شد. پس از تعیین رویدادهای پایه، با استفاده از تکنیک طوفان فکری و در نظر گرفتن نظرات و ایده‌های متعدد از متخصصان حوزه موضوعی ایمنی و مدیریت شرایط اضطرار، اعتبارسنجی ساختار FTA ترسیم شده انجام پذیرفت (۲۷). شکل ۱ فلوچارت انجام مطالعه حاضر را نشان می دهد.

ساختار سلسله مراتبی مورد نیاز برای مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (۲۸)، بر مبنای رویدادهای میانی و رویدادهای پایه شناسایی شده موثر بر رخداد رویداد اصلی، تدوین و ترسیم گردید. به منظور اجرای مقایسه‌های زوجی، پرسشنامه AHP طراحی و گروه متخصصان بر اساس سه معیار دانش، تخصص و تجربه در زمینه موضوع مورد مطالعه، تمایل به شرکت در مطالعه و در دسترس بودن انتخاب شدند (۲۹). بر این اساس، تعداد یازده متخصص شامل ۲ نفر از اساتید حوزه بهداشت حرفه‌ای و ایمنی و ۹ نفر از متخصصان شاغل در واحد ایمنی یک صنعت فرایندی، به عنوان گروه کارشناسی انتخاب شدند. این پرسشنامه با هدف انجام مقایسه‌های زوجی و تعیین وزن و اولویت هریک از رویدادهای میانی و رویدادهای پایه اثرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران تنظیم شد.

AHP یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره است که بر مبنای مقایسات زوجی شکل گرفته و امکان ارزیابی سناریوهای مختلف را فراهم می‌سازد (۳۰). در روش AHP، یک مسئله پیچیده با معیارهای متعدد به یک ساختار سلسله مراتبی از سطوح مختلف تجزیه می‌شود که در آن بالاترین سطح بیانگر هدف نهایی، سطح

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۱: مشخصات پاسخ دهندگان

متغیر دموگرافیک	تعداد کل (۱۱)	
	تعداد	(٪)
عنوان سازمانی		
۱- عضو هیئت علمی در حوزه ایمنی فرایند	۲	۱۸
۲- مهندس شاغل در صنعت فرایندی	۹	۸۲
سن (سال)		
۱- ۲۱-۲۵ سال	۲	۱۸
۲- ۲۶-۳۰ سال	۲	۱۸
۳- ۳۱-۳۵ سال	۳	۲۸
۴- ۳۶-۴۰ سال	۲	۱۸
۵- ۴۱-۴۵ سال	۲	۱۸
تجربه کاری (سال)		
۱- کمتر از یکسال	-	-
۲- ۱-۵ سال	۴	۳۶
۳- ۶-۱۰ سال	۶	۵۴
۴- ۱۱-۱۵ سال	۱	۱۰
سطح تحصیلات		
۱- کارشناسی	-	-
۲- کارشناسی ارشد	۹	۱۸
۳- دکتری	۲	۸۲

جدول ۲: نمونه ای از پرسشنامه مقایسه زوجی رویدادهای میانی اثرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران صنعت فرایندی

شکست در سیستم مدیریت بحران	جدول مقایسه زوجی			
	شکست در مرحله پیشگیری	شکست در مرحله آمادگی	شکست در مرحله پاسخ	شکست در مرحله بازیابی
شکست در مرحله پیشگیری	۱			
شکست در مرحله آمادگی		۱		
شکست در مرحله پاسخ			۱	
شکست در مرحله بازیابی				۱

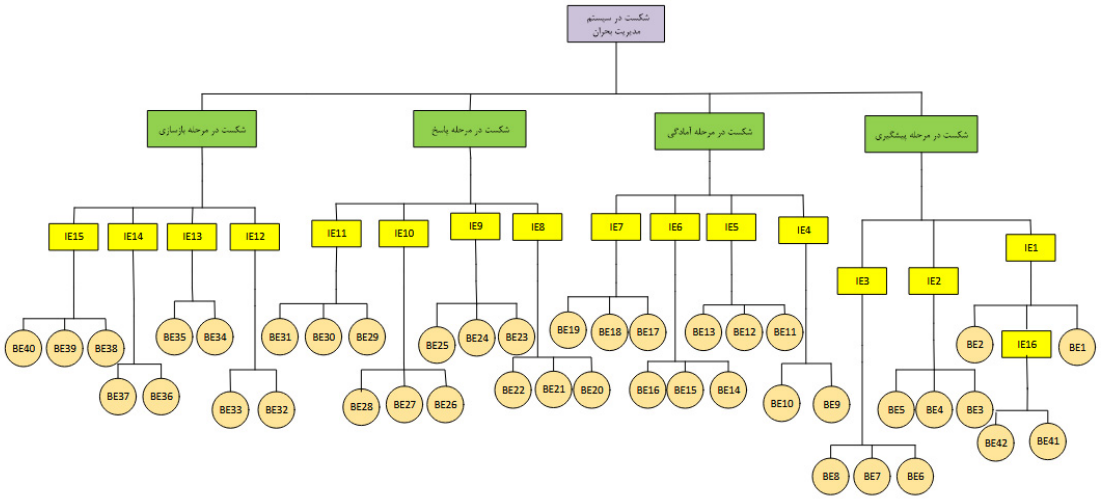
میانی نشان‌دهنده معیارهای اصلی و پایین‌ترین سطح شامل گزینه‌های تصمیم می‌باشد. به منظور سنجش درجه اهمیت هر یک از رویدادهای پایه به رویداد میانی یا رویدادهای میانی نسبت به یکدیگر و رویداد نهایی، رویدادهای اثرگذار در قالب یک ماتریس مقایسات زوجی، دو به دو مورد سنجش قرار گرفتند و اولویت نسبی هر یک نسبت به دیگری تعیین گردید. در مرحله بعد، با انجام محاسبات لازم، وزن‌های هر عنصر تصمیم بر اساس داده‌های ماتریس های مقایسه زوجی محاسبه گردید.

جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک متخصصان شرکت کننده در مطالعه و جدول ۲ نمونه ای از پرسشنامه مقایسه زوجی رویدادهای میانی را نشان می‌دهد. پرسشنامه در مقیاس ۱ به ۹ طراحی شد (جدول ۳) و از پاسخ دهندگان خواسته شد تا اهمیت نسبی رویدادها را بر اساس راهنما تعیین نمایند. برای انجام مقایسه‌های زوجی در چارچوب AHP، از مقیاس استاندارد (۱ تا ۹) استفاده گردید. این مقیاس بر مبنای مطالعات روان‌سنجی طراحی شده و امکان تبدیل قضاوت‌های کیفی خبرگان به داده‌های کمی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۳: مقیاس اندازه‌گیری ساعتی در مقایسه زوجی (۲۰)

درجه اهمیت	تعریف	توضیح
۱	اهمیت یکسان	دو معیار به صورت برابر به هدف کمک می‌کنند.
۳	اهمیت متوسط	قضاوت به طور جزئی به نفع یکی از معیارها است.
۵	اهمیت زیاد	قضاوت به طور قاطع به نفع یکی از معیارها است.
۷	اهمیت بسیار زیاد	یک معیار برتری آشکار دارد و این برتری در عمل اثبات شده است.
۹	کاملا با اهمیت	برتری یک معیار بر دیگری در بالاترین سطح ممکن تأیید می‌شود.
۲، ۴، ۶ و ۸	مقادیر میانی	برای بیان مقادیر بینابینی بین اولویت‌های فوق به کار می‌روند.



شکل ۲: درخت خطای توسعه داده شده برای آنالیز شکست در سیستم مدیریت بحران

را با حفظ سازگاری درونی فراهم می‌سازد. ترم‌های زبانی این مقیاس شامل سطوحی از "اهمیت یکسان" (امتیاز ۱) تا "کاملاً با اهمیت" (امتیاز ۹) است که امکان بیان دقیق ترجیحات نسبی را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند (۲۰). تعداد مقایسه های زوجی از طریق معادله $\frac{n(n-1)}{2}$ تعیین گردید که در آن n تعداد عناصر (معیارها) در هر سطح از سلسله‌مراتب است (۳۱). بطور مثال برای چهار رویداد میانی شناسایی شده ۶ مقایسه زوجی انجام گردید.

جهت محاسبه مقادیر ناسازگاری در قضاوت ها از روابط مرتبط با نرخ سازگاری (Consistency Ratio) استفاده شد. مقادیر $CR < 0.1$ در قضاوت خبرگان مورد پذیرش است و در غیر این صورت می بایست تجدید نظر در قضاوت ها صورت پذیرد. برای محاسبه شاخص سازگاری (Consistency Index) رابطه ۱ بکار گرفته شد که در آن λ_{max} بزرگترین مقدار ویژه ماتریس و n تعداد شاخص‌ها در ماتریس قضاوت است.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (۱)$$

برای محاسبه نرخ سازگاری (Consistency Ratio) رابطه ۲ مورد استفاده قرار گرفت (۲۸, ۳۲).

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (۲)$$

یافته ها

درخت خطا پس از درک فرایند مدیریت بحران در صنعت مورد مطالعه و مصاحبه با متخصصان (به عنوان مثال کارشناسان فرایند، HSE و مدیریت بحران صنعت) و انحرافات مرتبط، همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ٤: شرح رویدادهای پایه، میانی و راس

رویداد	تشریح	رویداد	تشریح
IE1	عدم شناسایی ریسک‌ها و سناریوهای بحرانی	BE14	عدم تخصیص بودجه کافی در زمان مناسب
IE2	ناکافی بودن اقدامات ایمنی و مقاوم‌سازی	BE15	عدم اعتبارسنجی سناریوها با شرایط واقعی بحران
IE3	نقص در سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	BE16	عدم ارزیابی و اصلاح پس از مانورها
IE4	عدم /ناکافی بودن تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری	BE17	ناکافی بودن تجهیزات حفاظت فردی
IE5	آموزش ناکافی کارکنان	BE18	تجهیزات آتشنشانی و امدادی معیوب
IE6	ضعف در انجام مانورهای دوره ای	BE19	کمبود دارو و تجهیزات پزشکی
IE7	ناکافی بودن تجهیزات و منابع	BE20	نقص در سیستم های ارتباطی
IE8	عدم اطلاع‌رسانی به‌هنگام و دقیق	BE21	فقدان رویه مشخص اطلاع رسانی
IE9	نقص در سیستم فرماندهی و هماهنگی تیم بحران	BE22	انتشار اخبار نادرست / متناقض
IE10	کمبود نیرو و تجهیزات	BE23	تعدد مراکز تصمیم گیری
IE11	از دست رفتن زمان طلایی پاسخ	BE24	عدم حضور مدیر بحران
IE12	نقص در برنامه بازیابی و عادی سازی	BE25	وجود شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری
IE13	ناکافی بودن برنامه حمایت روانی و اجتماعی	BE26	تاخیر در حضور تیم های امدادی
IE14	کمبود منابع مالی و لجستیکی در زمان بحران	BE27	خستگی و فرسودگی شاغلین
IE15	ضعف در درس آموزی صحیح و مستندسازی پس از رخداد بحران	BE28	عدم دسترسی به موقع به ماشین‌آلات تخصصی و سنگین
IE16	عدم ثبت دقیق گزارش های مرتبط با حوادث	BE29	تأخیر در تخلیه و جابه‌جایی ایمن کارکنان
BE1	نقص در تحلیل ریسک HAZOP/What if...	BE30	مسدود بودن یا اختلال در مسیرهای دسترسی و تخلیه
BE2	عدم توجه کافی مدیریت به ریسک های با احتمال رخداد پایین	BE31	تأخیر در فرایند تصمیم‌گیری مدیریت
BE3	نقص در طراحی مقاوم سازه ها	BE32	عدم تخصیص بودجه و منابع مالی کافی
BE4	توجه ناکافی به رعایت استانداردهای ایمنی	BE33	ناهماهنگی میان نهادهای مرتبط
BE5	کمبود بودجه اصلاحات پیشگیرانه	BE34	عدم ارائه خدمات مداخله روانی-اجتماعی به موقع
BE6	نقص در اجرای برنامه های بازرسی دوره ای	BE35	نظارت ناکافی به تأمین اسکان موقت و امکانات رفاهی آسیب دیدگان
BE7	نقص در تجهیزات هشدار دهنده	BE36	تاخیر در تخصیص اعتبارات دولتی
BE8	عدم ثبت دقیق اطلاعات مرتبط با پایش تعمیرات	BE37	عدم مدیریت صحیح تخصیص منابع
BE9	نقص در وجود برنامه های جامع در پاسخ به سناریوها	BE38	عدم ثبت کامل داده های بحرانی
BE10	عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها	BE39	عدم وجود کمیته تحلیل ریشه ای حوادث
BE11	آموزش نظری بدون تمرین عملی	BE40	نظارت ناکافی بر بازنگری طرح مدیریت بحران
BE12	ضعف در آشنایی با تجهیزات ایمنی	BE41	ضعف در گزارش دهی کارکنان
BE13	جابه جایی سریع نیروها بدون بازآموزی	BE42	ضعف در فرایند جمع‌آوری، ثبت و مدیریت اطلاعات مربوط به حوادث

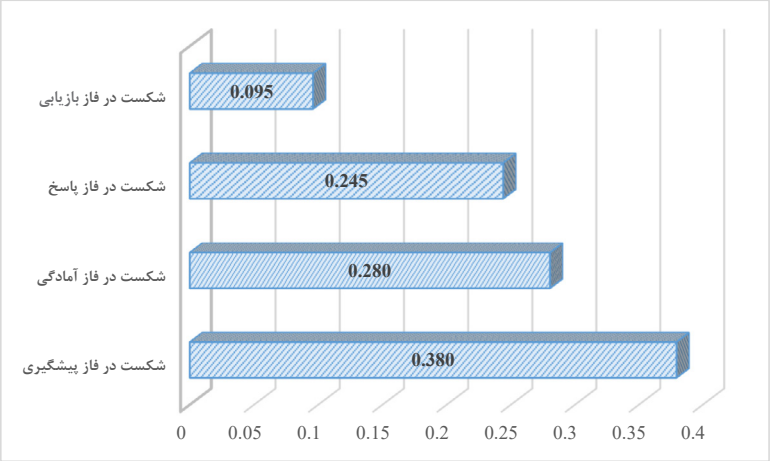
است، توسعه داده شد. بر اساس نتایج، اعتبار محتوای رویدادهای پایه پس از بحث تخصصی در مورد ساختار درخت خطا و رویدادهای شناسایی شده ارزیابی گردید (۲۷). رویداد راس (اصلی) شناسایی شده شامل شکست در سیستم مدیریت بحران و چهار رویداد میانی اصلی شناسایی شده شامل شکست در مرحله (فاز) پیشگیری، شکست در مرحله آمادگی، شکست در مرحله پاسخ و شکست در مرحله بازیابی[1] بود که مبتنی بر فازها/گام های مدیریت شرایط اضطراری است (۳۳). جدول ۴، فهرست رویدادهای شناسایی شده در مطالعه حاضر را نشان می دهد. در این مطالعه، ۱۶ رویداد میانی در مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازیابی و ۴۲ رویداد پایه شناسایی گردید. نقص در سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، ناکافی بودن تجهیزات و منابع، کمبود منابع مالی و لجستیکی در زمان بحران و عدم ثبت دقیق گزارش های مرتبط با حوادث از جمله رویدادهای میانی شناسایی شده و نقص در اجرای برنامه های بازرسی دوره ای، نقص در وجود برنامه های جامع در پاسخ به سناریوها، عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها و امکان تاخیر در حضور تیم های امدادی از جمله رویدادهای پایه شناسایی شده بودند.

1. Mitigation & Prevention; Preparedness; Response; and Recovery

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۵: وزن رویدادهای میانی تاثیرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران

رویداد میانی اصلی	وزن	رویداد میانی فرعی	وزن نسبی	وزن نهایی
شکست در مرحله پیشگیری	۰/۳۸۰	عدم شناسایی ریسک‌ها و سناریوهای بحرانی	۰/۲۶۰	۰/۰۵۵
		ناکافی بودن اقدامات ایمنی و مقاوم‌سازی	۰/۳۱۰	۰/۰۶۰
		نقص در سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	۰/۳۳۰	۰/۰۷۳
		عدم ثبت دقیق گزارشات مرتبط با حوادث	۰/۱۰۰	۰/۰۲۵
شکست در مرحله آمادگی	۰/۲۸۰	عدم /ناکافی بودن تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری	۰/۱۷۵	۰/۰۲۴
		آموزش ناکافی کارکنان	۰/۳۰۹	۰/۰۴۳
		ضعف در انجام مانورهای دوره ای	۰/۲۹۸	۰/۰۴۱
		ناکافی بودن تجهیزات و منابع	۰/۲۱۸	۰/۰۳۰
شکست در مرحله پاسخ	۰/۲۴۵	عدم اطلاع‌رسانی به‌هنگام و دقیق	۰/۱۰۸	۰/۰۱۳
		نقص در سیستم فرماندهی و هماهنگی تیم بحران	۰/۴۳۰	۰/۰۵۲
		کمبود نیرو و تجهیزات	۰/۲۱۵	۰/۰۲۶
		از دست رفتن زمان طلایی پاسخ	۰/۲۴۷	۰/۰۳۰
شکست در مرحله بازیابی	۰/۰۹۵	نقص در برنامه بازیابی و عادی سازی	۰/۱۷۳	۰/۰۰۸
		ناکافی بودن برنامه حمایت روانی و اجتماعی	۰/۴۵۳	۰/۰۲۱
		کمبود منابع مالی و لجستیکی در زمان بحران	۰/۱۱۵	۰/۰۰۵
		ضعف در درس آموزی صحیح و مستندسازی پس از رخداد بحران	۰/۲۵۹	۰/۰۱۲



شکل ۳: وزن رویدادهای میانی اثرگذار بر شکست در سیستم مدیریت بحران

در گام بعدی، رتبه‌بندی وزنی رویدادهای میانی و پایه مؤثر با به‌کارگیری تکنیک AHP انجام شد. بر اساس یافته‌ها (جدول ۵ و شکل ۳)، در میان رویدادهای میانی اصلی اثرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران در صنعت فرایندی مورد مطالعه، شکست در فاز پیشگیری با وزن ۰/۳۸ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد. پس از آن به ترتیب شکست در فاز آمادگی (۰/۲۸۰)، شکست در فاز پاسخ (۰/۲۴۵) و شکست در فاز بازیابی (۰/۰۹۵) در رتبه‌های بعدی اولویت قرار گرفتند. در میان رویدادهای میانی فرعی مرتبط با شکست در فاز پیشگیری، نقص در سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (۰/۳۳۰)، ناکافی بودن اقدامات ایمنی و مقاوم‌سازی (۰/۳۱۰) و عدم شناسایی ریسک‌ها و سناریوهای بحرانی (۰/۲۶۰) بالاترین اولویت را به خود اختصاص دادند. در فاز آمادگی، آموزش ناکافی کارکنان (۰/۳۰۹)، ضعف در اجرای مانورهای دوره‌ای (۰/۲۹۸) و کمبود تجهیزات و منابع

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

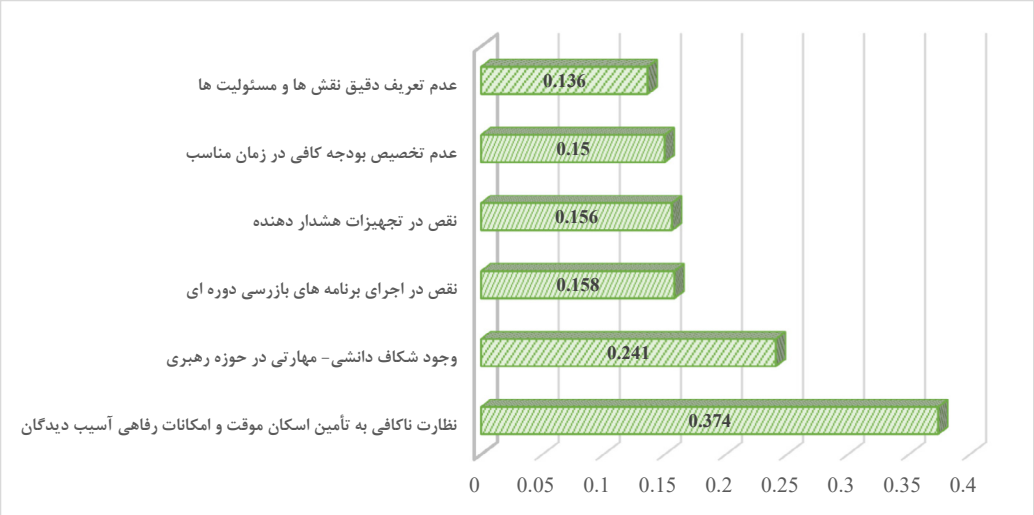
جدول ۶: وزن رویدادهای پایه ای تاثیرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران

رویداد پایه	وزن نسبی	وزن نهایی	رویداد پایه	وزن نسبی	وزن نهایی
نقص در تحلیل ریسک HAZOP/What if...	۰/۰۹۷	۰/۰۱۸	انتشار اخبار نادرست / متناقض	۰/۰۳۳	۰/۰۰۴
عدم توجه کافی مدیریت به ریسک های با احتمال رخداد پایین	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	تعدد مراکز تصمیم گیری	۰/۰۵۸	۰/۰۰۷
نقص در طراحی مقاوم سازه ها	۰/۱۲۲	۰/۰۲۳	عدم حضور مدیر بحران	۰/۱۳۰	۰/۰۱۵
توجه ناکافی به رعایت استانداردهای ایمنی	۰/۱۱۷	۰/۰۲۲	وجود شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری	۰/۲۴۱	۰/۰۲۹
کمبود بودجه اصلاحات پیشگیرانه	۰/۰۸۰	۰/۰۱۵	تاخیر در حضور تیم های امدادی	۰/۱۲۶	۰/۰۱۵
نقص در اجرای برنامه های بازرسی دوره ای	۰/۱۵۸	۰/۰۲۹	خستگی و فرسودگی شاغلین	۰/۰۴۳	۰/۰۰۵
نقص در تجهیزات هشدار دهنده	۰/۱۵۶	۰/۰۲۹	عدم دسترسی به موقع به ماشین‌آلات تخصصی و سنگین	۰/۰۴۳	۰/۰۰۵
عدم ثبت دقیق اطلاعات مرتبط با پایش تعمیرات	۰/۰۷۱	۰/۰۱۳	تأخیر در تخلیه و جابه‌جایی ایمن کارکنان	۰/۰۸۱	۰/۰۰۹
نقص در وجود برنامه های جامع در پاسخ به سناریوها	۰/۰۳۸	۰/۰۰۵	مسدود بودن یا اختلال در مسیرهای دسترسی و تخلیه	۰/۱۱۵	۰/۰۱۴
عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها	۰/۱۳۶	۰/۰۱۹	تأخیر در فرایند تصمیم‌گیری مدیریت	۰/۰۵۰	۰/۰۰۶
آموزش نظری بدون تمرین عملی	۰/۱۲۱	۰/۰۱۶	عدم تخصیص بودجه و منابع مالی کافی	۰/۱۲۴	۰/۰۰۵
ضعف در آشنایی با تجهیزات ایمنی	۰/۱۱۳	۰/۰۱۵	ناهماهنگی میان نهادهای مرتبط	۰/۰۴۸	۰/۰۰۲
جابه جایی سریع نیروها بدون بازآموزی	۰/۰۷۵	۰/۰۱۰	عدم ارائه خدمات مداخله روانی-اجتماعی به موقع	۰/۰۷۹	۰/۰۰۳
عدم تخصیص بودجه کافی در زمان مناسب	۰/۱۵۰	۰/۰۲۱	نظارت ناکافی به تأمین اسکان موقت و امکانات رفاهی آسیب دیدگان	۰/۳۷۴	۰/۰۰۳
عدم اعتبارسنجی سناریوها با شرایط واقعی بحران	۰/۰۵۰	۰/۰۰۷	تاخیر در تخصیص اعتبارات دولتی	۰/۰۴۶	۰/۰۰۶
عدم ارزیابی و اصلاح پس از مانورها	۰/۰۹۷	۰/۰۱۳	عدم مدیریت صحیح تخصیص منابع	۰/۰۶۷	۰/۰۰۳
ناکافی بودن تجهیزات حفاظت فردی	۰/۰۳۴	۰/۰۰۴	عدم ثبت کامل داده های بحرانی	۰/۰۷۸	۰/۰۰۳
تجهیزات آتش نشانی و امدادی معیوب	۰/۱۲۸	۰/۰۱۸	عدم وجود کمیته تحلیل ریشه ای حوادث	۰/۱۲۶	۰/۰۰۶
کمبود دارو و تجهیزات پزشکی	۰/۰۵۳	۰/۰۰۷	نظارت ناکافی بر بازنگری طرح مدیریت بحران	۰/۰۵۴	۰/۰۰۲
نقص در سیستم های ارتباطی	۰/۰۳۵	۰/۰۰۴	ضعف در گزارش دهی کارکنان	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فقدان رویه مشخص اطلاع رسانی	۰/۰۳۹	۰/۰۰۴	ضعف در فرایند جمع‌آوری، ثبت و مدیریت اطلاعات مربوط به حوادث	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲

(۰/۲۱۸) بیشترین تأثیر وزنی را در شکست این مرحله نشان دادند. در فاز پاسخ، نقص در سیستم فرماندهی و هماهنگی تیم بحران (۰/۴۳۰)، از دست رفتن زمان طلایی پاسخ (۰/۲۴۷) و کمبود نیرو و تجهیزات (۰/۲۱۵) دارای بیشترین وزن شناسایی شدند. نهایتاً در فاز بازیابی، ناکافی بودن برنامه‌های حمایت روانی- اجتماعی (۰/۴۵۳)، ضعف در درس‌آموزی و مستندسازی پس از بحران (۰/۲۵۹) و نقص در برنامه بازیابی و عادی‌سازی (۰/۱۷۳)، به عنوان رویدادهای میانی فرعی با اولویت بالا شناخته شدند.

در میان رویدادهای پایه ای موثر بر شکست سیستم مدیریت بحران، نظارت ناکافی به تأمین اسکان موقت و امکانات رفاهی آسیب دیدگان (۰/۳۷۴)، وجود شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری (۰/۲۴۱)، نقص در اجرای برنامه های بازرسی دوره ای (۰/۱۵۸)، نقص در تجهیزات هشدار دهنده (۰/۱۵۶)، عدم تخصیص بودجه کافی در زمان مناسب (۰/۱۵۰) و عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها (۰/۱۳۶) از جمله مهم ترین رویدادهای پایه ای موثر بر شکست در سیستم مدیریت بحران بودند (جدول ۶ و شکل ۴). رویدادهای پایه با وزن متوسط شامل نقص در طراحی مقاوم سازه ها، آموزش نظری بدون تمرین عملی، عدم حضور مدیر بحران، تاخیر در حضور تیم های امدادی و تجهیزات آتش نشانی و امدادی معیوب و رویدادهای پایه با کمترین وزن مؤثر

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ٤: اوزان رویدادهای پایه ای اثرگذار بر شکست سیستم مدیریت بحران

شامل ضعف در گزارش دهی کارکنان، ضعف در فرایند جمع‌آوری، ثبت و مدیریت اطلاعات مربوط به حوادث، نقص در سیستم های ارتباطی و ناکافی بودن تجهیزات حفاظت فردی بودند. در مطالعه حاضر، نرخ ناسازگاری برای قضاوت کلیه مشارکت کنندگان در محدودهٔ قابل قبول (کمتر از ۰/۱) گزارش گردید که نشان از سازگاری درونی و قابلیت اتکای مناسب مقایسات صورت گرفته دارد.

بحث

مطالعه حاضر با هدف شناسایی علل شکست سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی، با به‌کارگیری تکنیک FTA و اولویت‌بندی عوامل مؤثر شناسایی‌شده با استفاده از روش AHP انجام شد.

صنایع فرایندی به عنوان سیستم‌های پرخطر شناخته می‌شوند که همواره در معرض رویدادهای فاجعه باری نظیر حریق، انفجار و انتشار مواد سمی قرار دارند. پیچیدگی ذاتی این صنایع ناشی از تعداد فراوان اجزای تشکیل‌دهنده، درجه بالای عدم قطعیت و تعاملات گسترده میان آن‌هاست. علاوه بر این، چالش‌های متعددی از قبیل فشار برای کاهش هزینه‌های تولید، تامین مواد اولیه، پاسخگویی به نیازهای مشتریان و ملاحظات زیست‌محیطی، بر میزان این پیچیدگی می‌افزایند. مشکلات داخلی همچون حوادث و آسیب های عملیاتی نیز به عنوان عوامل افزاینده پیچیدگی در چنین محیط‌هایی عمل می‌کنند. حوادث و بحران های مرتبط با صنایع فرایندی نه تنها بر کارکنان داخل واحدهای صنعتی، بلکه بر جامعه پیرامونی نیز تأثیرات منفی گسترده‌ای بر جای می‌گذارند. از این رو، استقرار نظام مدیریت بحران در این گونه سیستم‌های پیچیده از اهمیت حیاتی برخوردار است، زیرا می‌تواند تا حد قابل توجهی از پیامدهای حوادث بزرگ بکاهد. مطالعات نشان می‌دهند که بسیاری از بحران‌های بزرگ جهان واقعی، ریشه در نارسایی های سیستم‌های مدیریت بحران داشته‌اند. با توجه به غیرقابل پیش‌بینی بودن رفتار انسانی در شرایط بحرانی، مدیریت بحران به یکی از حساس ترین بخش‌ها درصنایع فرایندی تبدیل شده است (۱۸, ۳۴-۳۶).

مدیریت بحران حوزه ای چندرشته ای محسوب می‌شود که با زمینه های علمی متعددی در ارتباط است. بحران ها می‌توانند پیامدهای شدیدی برای سازمان ها به همراه داشته باشند و معمولاً از علل مختلفی نظیر بلایای طبیعی (مانند زلزله، آتش‌سوزی‌های طبیعی، طوفان‌های

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

گرد و غبار)، بلایای فناورانه (نظیر آتش‌سوزی‌های فرایندی، انفجارها و نشت مواد سمی) یا اقدامات عمدی (مانند اقدامات تروریستی و خرابکاری) ناشی شوند. صرف نظر از علل وقوع، هر سازمانی نیازمند طراحی یک سیستم مدیریت بحران ویژه برای به حداقل رساندن خسارات جانی و مالی است. توسعه سیستم مدیریت بحران مناسب شامل برنامه ریزی برای شرایط اضطراری محتمل، تأمین منابع لازم برای اجرای برنامه، طراحی فرایندهای عملیاتی برای بهبود مستمر، آموزش کارکنان و پیمانکاران و برقراری ارتباط مؤثر با ذینفعان است. سه رکن اصلی مدیریت بحران و شرایط اضطراری شامل حفاظت از افراد (شامل پرسنل داخل سایت، جمعیت خارج از سایت و نیروهای امدادی)، پاسخ به رویدادهای فاجعه بار و ارتباط با ذینفعان می باشد. مدیریت بحران شامل چهار فاز پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازیابی است. مرحله پیشگیری به تلاش برای جلوگیری از رویدادها/ تهدیدهای آینده یا به حداقل رساندن اثرات نامطلوب آنها اشاره دارد. مرحله آمادگی به توانایی یک سیستم برای پیش‌بینی رویدادها/تهدیدهای آینده و تأمین منابع مورد نیاز مربوط می‌شود. مرحله پاسخ با توانایی یک سیستم برای پاسخ به بحران ها و مواجهه با موقعیت‌های غیرمنتظره مرتبط است. در نهایت، مرحله بازیابی به اقدامات لازم برای بازگشت به حالت عادی پس از وقوع بحران اشاره دارد (۳۷-۴۰).

یافته‌ها نشان داد که شکست در فاز پیشگیری، شکست در فاز آمادگی و شکست در فاز پاسخ به ترتیب بیشترین تأثیر را در ناکارآمدی سیستم مدیریت بحران تحت شرایط بحران و اضطراری در صنایع فرایندی دارند. محور اصلی مدیریت بحران در گام اول، بر اقدامات پیشگیرانه‌ای استوار است که توسط سازمان آغاز می‌شود. این مرحله در مقایسه با دیگر مراحل، کم‌هزینه‌تر است؛ با این وجود، غالباً مورد غفلت واقع می‌شود. اقدامات پیشگیرانه عمدتاً بر شناسایی و پایش تهدیدات و مشکلات بالقوه متمرکز هستند. عملکردهای حیاتی داخلی یک سازمان از قبیل امور مالی، تولید، زنجیره تأمین، عملیات و مدیریت منابع انسانی، همگی تحت تأثیر عوامل گوناگون محیط بیرونی از جمله عوامل اجتماعی، اقتصادی، رقابتی، فناورانه و جمعیت‌شناختی قرار دارند. رویکردی که به طور قطع معقول تر و قابل مدیریت تر تلقی می‌شود، ایجاد و استقرار فرایندهای ساختاریافته برای ارزیابی و مقابله با بحران‌های آتی، پیش از وقوع یا در حین بروز آن‌ها است. در کانون این فرایند، سیستم‌های اطلاعاتی کارآمد، رویه‌های برنامه‌ریزی نظام‌مند و روش های اثربخش تصمیم‌گیری قرار دارند (۴۱).

آمادگی به معنای توانایی مدیریت شرایط اضطراری و بحران است. تمام وظایف در این مرحله قبل از وقوع شرایط بحرانی انجام می‌شود و این وظایف برای اطمینان از آماده بودن برنامه‌های واکنش و نجات در صورت وقوع شرایط بحران و اضطرار است (۴۰). فاز آمادگی ارتباط نزدیکی با برنامه ریزی دارد و نشان‌دهنده وضعیت آمادگی است. بنابراین، شامل مؤلفه های هشدار و تشخیص، نظارت، تهیه دستورالعمل‌ها و برگه‌های اطلاعات، کانال‌های ارتباطی انعطاف‌پذیر، دسترسی به ابزارهای ارزیابی ریسک و مدل‌سازی محاسباتی نیز می‌شود. مولفه های اساسی آمادگی در شرایط بحران و اضطرار نیاز به آموزش، توسعه حرفه‌ای مداوم، رویه‌های عملیاتی و یک برنامه تمرینی مبتنی بر ریسک اولویت بندی شده پیش‌بینی‌شده دارند. در مجموع، این موارد، پایه و اساس وضعیت آمادگی سیستم در مواجهه با یک چالش پیچیده و دشوار را تشکیل می‌دهند (۴۲). آمادگی فرایندی است که در آن صنعت توانایی خود را در مدیریت طیف وسیعی از خطرات ارزیابی می‌کند. این فرایند همچنین شامل شناسایی منابع انسانی و مادی لازم برای مقابله با تهدیدها و ایجاد ساختار سازمانی به منظور دستیابی به یک پاسخ هماهنگ است. آمادگی سازمانی شامل تدوین برنامه‌های واکنش اضطراری، آموزش کارمندان و پرسنل پاسخ در مورد آنچه که باید در شرایط بحران و اضطرار انجام دهند، تهیه تجهیزات، لوازم، مواد و انجام تمرین‌های مورد نیاز است. این فرایند به دلیل تغییر ساختار و منابع سازمانی در طول زمان یک فرایند مداوم است. اگر مهارت‌ها از

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

طریق تمرین‌ها حفظ نشوند، رو به زوال می‌روند. بنابراین، برنامه‌ریزی و آموزش مربوط به آمادگی اضطراری باید مداوم باشد تا هم آمادگی ایجاد و هم حفظ شود (۴۳).

برای مدیریت ایمن شرایط بحران و اضطرار در صنایع و پیشگیری از توسعه بیشتر، مرحله پاسخ شامل اقدامات لازم برای کنترل شرایط بحرانی موجود است. تمام فعالیت‌های واکنش در طول شرایط بحران و اضطرار در این فاز انجام می‌شود. برنامه‌ریزی پاسخ در شرایط بحران و اضطرار برای حوادث بزرگ در صنایع شیمیایی برای حفاظت از سلامت و ایمنی عموم و شاغلین، کاهش اثرات زیست محیطی و تسریع از سرگیری عملیات عادی ضروری است. مدیریت موقعیت‌های بحرانی معمولاً نیازمند مشارکت تیم های پاسخ اضطراری (مانند فرمانده حادثه، مدیریت و کارکنان ایمنی، آتش‌نشانی و غیره) از کارخانه‌های مختلف و همچنین مقامات محلی و/یا ملی است (۴۴).

پس از پاسخ، مرحله‌ی بازیابی با اقدامات لازم برای بازگشت به حالت عادی یا حتی وضعیتی ایمن‌تر از قبل از وضعیت بحران فرا می‌رسد. تمام اقدامات در این مرحله پس از رفع یا کنترل وضعیت بحران انجام می‌شود (۴۰). پس از وقوع بحران، سازماندهی مجدد منابع با توجه به چالش‌های پیش رو در مرحله پس از بحران و بازیابی بر اساس مسطح‌سازی ساختار سازمانی و مدیریت تیمی شرایط اضطراری ضروری است. بازیابی زمانی اتفاق می‌افتد که عملیات صنعت به حالت عادی بازگردد. پس از پایان رویداد بحرانی، تلاش برای بازیابی باید مستقیماً برای برقراری مجدد روال‌های عادی اجتماعی و اقتصادی آغاز شود. در مرحله بازیابی، می بایست یک سیستم ارتباطی مؤثر با ذینفعان کلیدی فعال شود تا اطلاعات را به اشتراک گذاشته و وضعیت اضطراری را مدیریت کند. مرحله بازیابی فرصت خوبی برای افزایش ظرفیت سازمان های محلی برای تسهیل توسعه همه بخش‌ها برای مدت طولانی پس از بحران ارائه می‌دهد. بازیابی می‌تواند مزایای متعددی مانند کاهش هزینه‌ها، افزایش اثربخشی، به‌روزرسانی سیاست ها و کاهش آسیب‌پذیری در برابر خطرات آینده را با تغییر الگوی توسعه فیزیکی و تقویت کاهش خطرات بلافاصله پس از بحران برای سازمان به ارمغان آورد (۴۵).

در میان رویدادهای پایه ای موثر بر شکست سیستم مدیریت بحران در مطالعه حاضر، نظارت ناکافی به تأمین اسکان موقت و امکانات رفاهی آسیب دیدگان، وجود شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری، نقص در اجرای برنامه های بازرسی دوره ای، نقص در تجهیزات هشدار دهنده، عدم تخصیص بودجه کافی در زمان مناسب و عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها از جمله مهم ترین رویدادها بودند. یافته های گذشته نشان داده اند که سرپناه و اسکان، عامل تعیین‌کننده‌ای برای بقا در مراحل اولیه بحران است. علاوه بر این، لزوم تأمین سرپناه برای آسایش و امنیت، حمایت در برابر شرایط بد آب و هوایی و افزایش مقاومت در برابر رویدادهای نامطلوب ضروری است. نوع امدادرسانی به افراد آسیب‌دیده با توجه به عوامل اصلی مانند ماهیت و مقیاس بحران، شرایط آب و هوایی و شرایط محلی تعیین می‌شود (۴۶). بحران‌های متعدد با اندازه، مدت و پیچیدگی متفاوت، اهمیت رهبری در مدیریت آنها را افزایش داده است. آمادگی جامع تر و حرفه‌ای تر برای مدیریت بحران در مقیاس بزرگ، یکی از اهداف اصلی مدیریت بحران است. فقدان مهارت‌های رهبری ممکن است منجر به مدیریت ناکافی بحران شود که می‌تواند سبب ایجاد خسارت های جانی و مالی فراوان گردد. مدیریت بحران نیازمند همکاری بین سازمانی و مهارت‌های رهبری مشارکتی است. ظرفیت یک رهبر در شرایط بحرانی به بهترین شکل آزمایش می‌شود و تحصیلات، تجربه و آموزش بر بهبود مهارت‌ها و شایستگی‌های رهبری تأثیر می‌گذارند (۴۷). یافته های مطالعه Kidam و Hurme (۲۰۱۳) نشان داده است که ناکافی بودن برنامه های تست و بازرسی دوره ای و تعمیرات پیشگیرانه از جمله فاکتورهای مشارکت کننده در رخداد حوادث در صنایع فرایندی بوده که می تواند سبب رخداد شرایط بحران و اضطرار در این صنایع گردد (۴۸). مدیریت هشدار در سناریوهای اضطراری

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

به دلیل حوادث مکرر رخ داده در دهه‌های اخیر ناشی از سیستم‌های نامناسب مدیریت هشدار، به موضوعی بسیار نگران‌کننده در بخش‌های مختلف اقتصادی، مانند صنایع هسته‌ای، هوانوردی و نفت فراساحلی تبدیل شده است. هشدار، نمایش اطلاعاتی از وضعیت غیرعادی یک تجهیزات یا سیستم است. نظارت بر سیستم مدیریت هشدار سبب تشخیص رفتار مورد انتظار از غیر منتظره در طول سناریوهای اضطراری می گردد (۴۹). کاهش ریسک به عنوان یک نتیجه، تنها در صورتی اتفاق می‌افتد که از نتایج مطالعات تخمین ریسک برای تدوین برنامه‌های عملیاتی برای مدیریت ریسک و استراتژی‌های کاهش ریسک استفاده شود. تخصیص بودجه بهینه به استراتژی های کاهش ریسک و خسارت مانند هزینه‌های ارتقاء ساختمان، بهبود تأسیسات حیاتی، تأمین سرپناه موقت، مراقبت های بیمارستانی و تلفات انسانی سبب کاهش اثرات ناشی از بحران می گردد (۵۰). تعریف دقیق نقش‌ها و مسئولیت‌ها در مدیریت بحران اهمیت زیادی دارند. عدم تعریف دقیق نقش ها و مسئولیت ها سبب کاستی در سیستم مدیریت بحران از جمله فقدان سیاست یا چارچوب فراگیر و عدم کنترل عملیاتی متمرکز می شود (۵۱).

مطالعه حاضر دارای محدودیت هایی است که می بایست در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرند که مهم‌ترین آن تمرکز بر یک صنعت فرایندی خاص بود که تعمیم نتایج به سایر صنایع را نیازمند احتیاط می‌کند. همچنین، اگرچه از نظرات متخصصان در حوزه مطالعاتی مرتبط بهره گرفته شد، حجم نمونه محدود و ماهیت ذاتی روش AHP که بر قضاوت‌های افراد استوار است، می‌تواند بر طیف دیدگاه‌ها و اولویت بندی نهایی تأثیرگذار بوده باشد. بعلاوه، تمرکز مطالعه حاضر بر شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر شکست سیستم مدیریت بحران بوده و راهکارهای عملیاتی دقیق برای کاهش هر یک از عوامل شکست ارائه نگردیده است. انجام مطالعات مشابه در سایر صنایع (مانند پتروشیمی، نیروگاهی و شیمیایی) برای مقایسه نتایج و تعمیم‌پذیری بیشتر یافته‌ها پیشنهاد می گردد. همچنین پژوهش‌های آتی می‌توانند بر اساس عوامل شناسایی شده در این مطالعه، به ارائه و اولویت بندی راهکارهای عملی و برنامه‌های اقدام برای کاهش هر یک از این عوامل بپردازند. بعلاوه، در این مطالعه، از تکنیک FTA تنها به منظور استخراج عوامل مؤثر بر شکست در سیستم مدیریت بحران استفاده شده است و دروازه های منطقی (AND/OR) و چگونگی تعامل عوامل با یکدیگر مورد تحلیل قرار نگرفتند. این امر سبب ایجاد محدودیت هایی در درک وابستگی‌های علی، توالی وقایع و سناریوهای ترکیبی منجر به شکست در سیستم می گردد.

نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر شکست سیستم مدیریت بحران در یک صنعت فرایندی با استفاده از روش های FTA و AHP انجام شد. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات اسنادی، مصاحبه‌های ساختاریافته با متخصصان و پرسشنامه مقایسات زوجی جمع‌آوری گردید. نتایج حاصل از FTA منجر به شناسایی ۴ رویداد میانی اصلی و ۱۶ رویداد میانی فرعی و ۴۲ رویداد پایه مؤثر بر شکست سیستم مدیریت بحران شد. سپس با به‌کارگیری روش AHP، وزن و اولویت این عوامل تعیین گردید. یافته‌ها نشان داد که در میان فازهای مدیریت بحران، شکست در مرحله پیشگیری با وزن ۰/۳۸۰ بالاترین اولویت را دارد و پس از آن به ترتیب شکست در مراحل آمادگی، پاسخ و بازیابی قرار گرفتند. در میان رویدادهای پایه نیز عواملی نظیر نظارت ناکافی بر اسکان موقت آسیب‌دیدگان، شکاف دانشی- مهارتی در حوزه رهبری، نقص در اجرای برنامه‌های بازرسی دوره‌ای و عدم تخصیص بودجه در زمان مناسب به عنوان مهم‌ترین عوامل شناسایی شدند. یافته‌های این مطالعه می‌تواند راهنمای مؤثری برای مدیران و تصمیم‌گیران صنایع فرایندی در جهت تقویت سیستم مدیریت بحران و تخصیص بهینه منابع باشد. همچنین، با تمرکز بر عوامل پیشگیرانه، می‌توان از بروز بحران‌های گسترده و

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

پیامدهای نامطلوب آن پیشگیری نمود.

کد اخلاق

این مطالعه با کد اخلاق IR.TUMS.SPH.REC.1403.220 بوسیله کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد تایید قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب در دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره 1403-4-99-75730 می باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است. نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و همچنین مشارکت کنندگان در مطالعه، ابراز

REFERENCES

1. Omidi L, Zakerian SA, Saraji JN, Hadavandi E, Yekaninejad MS. Safety performance assessment among control room operators based on feature extraction and genetic fuzzy system in the process industry. Process Saf Environ Prot. 2018;116:590-602.
2. Ghaljahi M, Omidi L, Karimi A. Evaluation of Domino Effects and Vulnerability Analysis of Oil Product Storage Tanks Using Graph Theory and Bayesian Networks in a Process Industry. J Health Saf Work 2024; 14 (4) :736-755.
3. Omidi L, Zakerian SA, Hadavandi E, Saraji JN. Boosted neural network modeling of psychological and social factors of work affecting safety performance and job satisfaction in the process industry. BMC Psychol. 2025;13(1):866.
4. Omidi L, Saraji JN, Zakerian SA. Process safety indicators and safety culture maturity: a field study in the process industry. Int J Occup Hyg. 2025;17(1):61-6.
5. Zhou J, Reniers G. Developing a Petri-net approach for emergency response modeling and time analysis of process accidents considering the execution characteristics of emergency tasks. J Loss Prev Process Ind. 2025;98:105753.
6. Khodabakhsh Z, Omidi L, Mostafaee Dolatabad K, Aleahmad M, Joveini H. Application of Bayesian networks in fire domino effects modeling in gasoline storage tanks area. J Health Saf Work 2024; 14 (3) :614-630.
7. Ghaljahi M, Omidi L, Karimi A. Resilience assessment in process industries: a review of literature. Heliyon. 2025;11(4):e42498.
8. Omidi L, Dolatabad KM, Pilbeam C. Differences in perception of the importance of process safety indicators between experts in Iran and the West. J Safety Res. 2023;84:261-72.
9. Ghasemi F, Kalatpour O, Salehi V, Omidi L. Why are emergency responses ineffective and inefficient? Lessons learnt from past events. J Loss Prev Process Ind. 2024;90:105335.
10. Bennet B. Effective emergency management: a closer look at the incident command system. Prof Saf. 2011;56(11):28-37.
11. Abbassinia M, Kalatpour O, Motamedzade M, Soltanian A, Mohammadfam I. Application of social network analysis to major petrochemical accident: interorganizational collaboration perspective. Disaster Med Public Health Prep. 2021;15(5):631-8.
12. Mahdavi M, Ghasemi F, Omidi L. The application of a systems thinking-based risk assessment method to identify hospital emergency evacuation risks. Hum Factors Ergon Manuf Serv Ind. 2025;35(3):e70001.
13. Ricci F, Ming Y, Genserik R, Cozzani V. The role of emergency response in risk management of cascading events caused by Natech accidents. Chem Eng Trans. 2022;91:361-6.
14. Baig AA, Ruzli R, Buang AB. Reliability analysis using fault tree analysis: a review. Int J Chem Eng Appl. 2013;4(3):169-73.
15. Omidi L, Bahrami M, Dolatabad KM, Zakerian SA, Azam K. Mindful organizing mediates the relations between group safety climate and safety-related behaviors among operating room team members. Perioper Care Oper Room Manag. 2024;34:100351.
16. Salehi V, Moradi G, Omidi L, Rahimi E. An MCDM approach to assessing influential factors on healthcare providers' safe performance during the COVID-19 pandemic: probing into demographic variables. J Saf Sci Resil. 2023;4(3):274-83.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

17. Omidi L, Moradi G, Salehi V, Khosravifar M. A multi-criteria decision-making approach for prioritizing factors influencing healthcare workers' safety performance: a case of a women's hospital. J Saf Sustain. 2024;1(3):173-80.
18. Omidi L, Karimi H, Moradi G. Assessment of emergency risk management and resilience engineering at management levels of a high hazard industry. In: Safety and reliability. London: Taylor & Francis; 2023.
19. Omidi L, Salehi V, Zakerian SA, Saraji JN. Performance optimization of human factors and safety performance using an integrated DEA-TOPSIS approach: a case study in the process industry. Soc Sci Humanit Open. 2025;12:101766.
20. Saaty TL. Analytic hierarchy process. In: Gass SI, Fu MC, editors. Encyclopedia of operations research and management science. Boston, MA: Springer; 2013. p. 52-64.
21. Omidi L, Zakerian SA, Saraji JN, Hadavandi E, Yekaninejad MS. Prioritization of human factors variables in the management of major accident hazards in process industries using fuzzy AHP approach. Health Scope. 2018;7(4):e61649.
22. Othman MR, Idris R, Hassim MH, Ibrahim WHW. Prioritizing HAZOP analysis using analytic hierarchy process (AHP). Clean Technol Environ Policy. 2016;18(5):1345-60.
23. Abbasi Kharajou B, Ahmadi H, Rafiei M, Moradi Hanifi S. Quantitative risk estimation of CNG station by using fuzzy Bayesian networks and consequence modeling. Sci Rep. 2024;14(1):4266.
24. Khakzad N, Khan F, Amyotte P. Safety analysis in process facilities: comparison of fault tree and Bayesian network approaches. Reliab Eng Syst Saf. 2011;96(8):925-32.
25. Ramezanifar E, Gholamizadeh K, Mohammadfam I, Mirzaei Aliabadi M. Reliability Assessment of Fixed Foam Systems of Storage Tank Based on Fuzzy Fault Tree Analysis. J Health Saf Work 2023; 13 (1) :1-17.
26. Liu Y, Fan ZP, Yuan Y, Li H. A FTA-based method for risk decision-making in emergency response. Comput Oper Res. 2014;42:49-57.
27. Laal F, Pouyakian M, Jafari MJ, Nourai F, Hosseini AA, Khanteymoori A. Technical, human, and organizational factors affecting failures of firefighting systems (FSs) of atmospheric storage tanks: providing a risk assessment approach using Fuzzy Bayesian Network (FBN) and content validity indicators. J Loss Prev Process Ind. 2020;65:104157.
28. Abdollahpour S, Bahrami A, Akbari H, Khajevandi A. Assessment of the resilience culture of safety management systems by hierarchical analysis method; case study: metal industries in countries, 2021. J Occup Hyg Eng. 2022;9(1):46-54.
29. Nguyen PT, Nguyen QLHTT, Huynh VDB, Nguyen LT. E-learning quality and the learners' choice using spherical fuzzy analytic hierarchy process decision-making approach. Vikalpa. 2024;49(2):143-56.
30. Mandali H, Keighobadi E, Ebrahimi H, Hanifi SM, Ayat SM, Ghashghaei M. Machine learning and Bayesian network based on fuzzy AHP framework for risk assessment in process units. Sci Rep. 2025;15(1):39083.
31. Kou G, Ergu D, Lin C, Chen Y. Pairwise comparison matrix in multiple criteria decision making. Technol Econ Dev Econ. 2016;22(5):738-65.
32. Zhou Q, Du C. A quantitative analysis of model predictive control as energy management strategy for hybrid electric vehicles: a review. Energy Rep. 2021;7:6733-55.
33. Oloruntoba R, Sridharan R, Davison G. A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management. Disasters. 2018;42(3):541-70.
34. Salehi V, Zarei H, Shirali GA, Hajizadeh K. An entropy-based TOPSIS approach for analyzing and assessing crisis management systems in petrochemical industries. J Loss Prev Process Ind. 2020;67:104241.
35. Li D. Perspective for smart factory in petrochemical industry. Comput Chem Eng. 2016;91:136-48.
36. Srivastava A, Gupta J. New methodologies for security risk assessment of oil and gas industry. Process Saf Environ Prot. 2010;88(6):407-12.
37. Brezina D, Šimák L, Hudáková M, Masár M. Application of multicriteria decision-making methods for the optimal evacuation. Transp Res Procedia. 2019;40:963-9.
38. da Silva Avanzi D, Foggiatto A, dos Santos VA, Deschamps F, Loures EdFR. A framework for interoperability assessment in crisis management. J Ind Inf Integr. 2017;5:26-38.
39. Tokakis V, Polychroniou P, Boustras G. Crisis management in public administration: the three phases model for safety incidents. Saf Sci. 2019;113:37-43.

می دارند.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]

40. Pedersen S, Ahsan D. Emergency preparedness and response: insights from the emerging offshore wind industry. Saf Sci. 2020;121:516-28.
41. Kash TJ, Darling JR. Crisis management: prevention, diagnosis and intervention. Leadersh Organ Dev J. 1998;19(4):179-86.
42. Russell D, Simpson J. Emergency planning and preparedness for the deliberate release of toxic industrial chemicals. Clin Toxicol. 2010;48(3):171-6.
43. Perry RW, Lindell MK, Tierney KJ. Facing the unexpected: disaster preparedness and response in the United States. Washington, DC: Joseph Henry Press; 2001.
44. Hosseinnia B, Khakzad N, Reniers G. Multi-plant emergency response for tackling major accidents in chemical industrial areas. Saf Sci. 2018;102:275-89.
45. AlBattat AR, Mat Som AP. Emergency planning and disaster recovery in Malaysian hospitality industry. Procedia Soc Behav Sci. 2014;144:45-53.
46. Zendeh Del Sabet S. An analysis of the differences between temporary accommodation and emergency accommodation. Int J New Findings Health Educ Sci. 2023;1(2):145-58.
47. Kapucu N, Ustun Y. Collaborative crisis management and leadership in the public sector. Int J Public Adm. 2018;41(7):548-61.
48. Kidam K, Hurme M. Analysis of equipment failures as contributors to chemical process accidents. Process Saf Environ Prot. 2013;91(1-2):61-78.
49. García ACB, Portes LA, Pinto F, Sanchez-Pi N. Real-time alarm management system for emergency situations. In: Software Engineering & Management, editors. Modern advances in intelligent systems and tools. Berlin: Springer; 2012.
50. Motamed H, Khazai B, Ghafory-Ashtiany M, Amini-Hosseini K. An automated model for optimizing budget allocation in earthquake mitigation scenarios. Nat Hazards. 2014;70(1):51-68.
51. Ollerenshaw A, Graymore M, McDonald K. Beyond the call of duty: the integral role of rural local government in emergency management. Rural Soc. 2016;25(3):185-203.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-23]