UMSHA Press

JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering

J Occup Hyg Eng, 2023; 10(3): 179-191. Doi: 10.32592/joohe.10.3.179
https://johe.umsha.ac.ir

Original Article

Risk Assessment of Anesthesiology using Hybrid AHP-CoCoSo

Edris Soltani[1], Mohadeseh Hosseini[2], Mostafa Mirzaii Aliabadi[3], Iraj Sallehi[2], Matina Askari[2,*]

School of Public Health, Student Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Department of Anesthesiology, School of Allied Medical Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Article history:
Received: 27 June 2023
Revised: 29 July 2023
Accepted: 17 October 2023
ePublished: 28 October 2023

***Corresponding author:** Matina Askari, Department of Anesthesiology, School of Allied Medical Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
E-mail: mtn.askari1@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Anesthesiologists are exposed to significant risks due to advancements in the techniques of anesthesia and surgery, the emergence of modern equipment and drugs, as well as increased responsibilities and expectations. Therefore, the present study aimed to provide a model for assessing the risks and hazards existing in this profession.
Materials and Methods: This is a descriptive study. Initially, various sources, including interviews with three experts and reviews of articles, were used to extract occupational risks in the field of anesthesiology. Subsequently, the study criteria, including consequence, probability, and exposure, were determined, and the weighting of these criteria was calculated using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Finally, the prioritization of different risks was determined using the combined compromise solution (CoCoSo) method.
Results: Based on the weights of criteria using the AHP method, consequence with a weight of 0.43 was the most important criterion, while exposure with a weight of 0.27 was the least important criterion in this study. Furthermore, among the investigated risks, inhaling anesthetic gases while wearing a mask and filling a vaporizer (R5) was selected as the most dangerous risk, followed by skin contact with scrubs or blood, patient's secretions, and infected tissues (R1), as well as needle sticking during venipuncture and patient's spinal anesthesia (R12), which were selected as the second and third most dangerous risks in anesthesiology, respectively.
Conclusion: In this study, the consequence was identified as the most important criterion, and the risks of inhaling anesthetic gases during mask ventilation and filling the vaporizer were determined to be the most significant occupational risks in anesthesiology. Furthermore, it was established that the proposed method can be used for risk assessment and prioritization of occupational hazards in anesthesiology and other professions.

Keywords: AHP method, Anesthesiology, CoCoSo method, Fuzzy logic, Risk assessment

Please cite this article as follows: Soltani E, Hosseini M, Mirzaii Aliabadi M, Sallehi I, Askari M. Risk Assessment of Anesthesiology using Hybrid AHP-CoCoSo. *J Occup Hyg Eng.* 2023; 10(3): 179-191. DOI: 10.32592/joohe.10.3.179

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]
[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

Copyright © 2022 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

Extended Abstract

Background and Objective

The occurrence of accidents and occupational diseases imposes significant costs on various organizations and can have direct and indirect severe effects on the lives of workers and their families [1-3]. Moreover, these incidents are considered the third leading cause of mortality globally, resulting in a loss of approximately 2.1 trillion dollars [4, 5].

Despite conservatively reporting occupational accident data in developing countries, the actual costs associated with occupational incidents in these countries surpass those of developed nations [6, 7]. In Iran, the occurrence of occupational accidents incurs substantial costs, impacting victims, their families, society, and employers the most [8-15].

Among these professions, anesthesia is associated with significant risks due to advances in anesthesia and surgical techniques, the emergence of modern equipment and newer drugs, as well as increased responsibilities and expectations [16, 17]. Professionals in this field are exposed to numerous hazards during their duties, and even a simple needle from an unknown source can induce severe anxiety and fear among these individuals. The health of those employed in this field is significantly affected by occupational and social pressure in their work and personal lives [18].

Given the aforementioned, and to improve the quality of care, enhance communication between hospital staff and patients, as well as reduce complaints related to medical errors, minimizing potential risks in this profession is of paramount importance [19-21].

Risk assessment involves the process of identifying potential risks arising from hazards and determining their acceptability, as well as forecasting the severity and probability of an incident before it occurs [21, 22]. Different qualitative or quantitative methods can be selected and utilized to assess risks in various occupational settings [23]. Traditional risk assessment methods have several drawbacks, particularly in the Fine-Kinney method, where individuals' perspectives are measured using pre-defined tables and values, which may not fully reflect human thought processes [24]. Additionally, the use of the traditional Fine-Kinney method can lead to increased ambiguity and uncertainty [25-29].

Therefore, a comprehensive study on risk assessment of anesthesia hazards using the combined AHP-CoCoSo method in a fuzzy environment has not been conducted to date. For this reason, this study aims to propose a combined method for evaluating occupational hazards in the field of anesthesia.

Materials and Methods

This study is a descriptive study. This section provides a combined occupational risk assessment model using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and combined compromise solution (CoCoSo) methods. Risks in the anesthesia profession were extracted by reviewing various sources, including articles, interviews with three experts, and individuals working in this field. After reviewing 22 risks, they were selected and included in the study. Given the limitations of the traditional Fine-Kinney method, in the second stage, the qualitative scores for each of the hazards were determined using the linguistic terms of the three experts and a fuzzy seven-point spectrum. Subsequently, following the fuzzification of the qualitative values, the weights of the severity (C), probability (P), and exposure frequency (E) criteria were calculated using the AHP method. The prioritization of risks was then performed using the CoCoSo method. The methods used in this study will be briefly described.

The traditional Fine-Kinney method was introduced by Kinney in 1976 [30]. This method employs three criteria, C, P, and E, to assess various risks. By combining these criteria, the Risk Priority Number (RPN) will be calculated. The scale for these three parameters is displayed in Table 1, and the interpretation of RPN is presented in Table 2.

Yazdani et al. introduced the CoCoSo method for ranking and prioritizing various options in 2019 [31, 32]. The combined compromise solution (CoCoSo), known by its abbreviated form, is a Persian translation of the combined compromise solution. This method, also suitable for evaluating and prioritizing hazards, attempts to rank options based on higher priority using three distinct functions [33].

The AHP method is a multi-criteria decision-making method introduced by Thomas Saaty [34]. The AHP is a multi-criteria decision-making method for weighting criteria and selecting the optimal option based on pairwise comparisons. This method focuses on determining the weight of criteria and prioritizing options using expert perspectives (Table 3).

By converting the qualitative risk matrix values into a fuzzy decision matrix using the values in Table 4, the various risks were prioritized after defuzzification based on the values in this table.

Results

First, the criteria weights were determined using the AHP method. The results of weight determination using this method indicate that the criterion of severity is the most important criterion in the current study. Additionally, the criteria of probability and frequency were the second and third most important criteria in this study, respectively (see Table 5).

After calculating the criteria weights, the CoCoSo method was used to prioritize various risks and determine the most important hazards in the anesthesia profession. These values are reported in Table 6. Based on the results obtained from weight determination using this method, it has been specified that inhaling anesthetics during mask ventilation is the most dangerous risk in the anesthesia profession. Furthermore, contact with

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

sodalime or inhaling vapors emanating from it represents the least risky aspect of this profession.

Discussion

Using risk assessment methods, risk reduction measures should be prioritized, and necessary resources should be allocated [36, 37]. The study by Kuleshov et al. assessed the severity of the consequences of an incident as one of the components of occupational risk, emphasizing the severity of the incident as the primary element in assessing occupational hazards [38]. The results are consistent with the present study. In this research, weights were allocated to the parameters of severity, probability, and exposure frequency. In line with the current study, their results indicated the higher importance of the severity criterion compared to the other two criteria [35].

In the study by Berry et al., anesthetic gases were introduced as the most significant chemical hazard in the anesthesia profession, which aligns with the results of the present study [39]. Additionally, in the study by Andrade et al., it was indicated that chronic exposure to anesthetic gases may lead to issues such as headache, nausea, drowsiness, fatigue, and irritability [40]. Furthermore, a study conducted in Turkey among anesthesia professionals showed that 82% of them can smell anesthetic gases, indicating the significance of anesthetic gases in the anesthesia workplace and reaffirming the results of the present study [41].

The respiratory system, digestive system, and skin are the most vulnerable organs to anesthetic gases. While the maximum allowable concentration of anesthetic gases in the operating room is known, their concentrations are usually not monitored and may exceed the standard limit [42]. Although the carcinogenicity of anesthetic gases for humans has not been reported, their carcinogenic potential has been identified in animal experiments [43]. Needle stick injuries due to injury caused by the entry of sharp objects during medical procedures and the consequent introduction of biological agents into the body can be a hazard for anesthetists, as confirmed in many similar studies [44, 45].

Conclusion

The results of this study demonstrated that the combined AHP-CoCoSo method can be used for assessing risks and prioritizing occupational hazards in the anesthesia profession. Additionally, in this study, the severity criterion was the most important, with the probability and exposure frequency criteria being the second and third most important criteria, respectively.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۱۰، شماره ۳، پاییز۱۴۰۲، صفحات: ۱۹۱-۱۷۹
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله اصلی

ارزیابی ریسک شغل هوشبری با استفاده از تلفیق روش‌های AHP-CoCoSo

ادریس سلطانی[۱]، محدثه حسینی[۲]، مصطفی میرزایی علی‌آبادی[۳]، ایرج صالحی[۲]، متینا عسکری[۲،*]

[۱]دانشکده بهداشت، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۲]گروه هوشبری، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۰۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۰۶

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** متینا عسکری، گروه دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
ایمیل: mtn.askari1@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: افراد شاغل در شغل هوشبری به دلیل پیشرفت‌های صورت گرفته در روش‌های بیهوشی و جراحی و همچنین ظهور تجهیزات مدرن و داروهای جدیدتر و نیز افزایش وظایف، مسئولیت‌ها و انتظارات از آن‌ها، در معرض خطرات بسیاری هستند. ازاین‌رو پژوهش حاضر در این راستا و باهدف ارائه الگویی جهت ارزیابی ریسک خطرات موجود در این شغل انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه یک مطالعه توصیفی است. نخست با استفاده از منابع مختلف و مصاحبه با سه خبره دارای دانش کافی پیرامون موضوع و بررسی مقالات، ریسک‌های شغل هوشبری استخراج گردید. در ادامه معیارهای مطالعه شامل شدت، احتمال و فرکانس مواجهه تعیین و وزن این معیارها با روش Analytic hierarchy process (AHP) محاسبه شد. درپایان ریسک‌های مختلف با استفاده از روش CoCoSo اولویت‌بندی شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایجِ تعیینِ وزن معیارها با روش AHP مشخص شد معیار «شدت» با وزن ۰/۴۳ مهم‌ترین معیار و معیار «فرکانس مواجهه» با وزن ۰/۲۷ کم‌اهمیت‌ترین معیار در این مطالعه است. همچنین بین ریسک‌های موردبررسی استنشاق گازهای بیهوشی هنگام ماسک‌گیری و پرکردن vaporizer (R5) خطرناک‌ترین ریسک و تماس پوست با اسکراب یا خون، ترشحات بیمار یا بافت‌های آلوده وی (R1) و نیدل استیک شدن حین رگ‌گیری و اسپاینال بیمار (R12) به ترتیب به‌عنوان دومین و سومین ریسک پرخطر در شغل هوشبری شناخته شدند.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه معیار شدت به عنوان مهم‌ترین معیار و استنشاق گازهای بیهوشی هنگام ماسک‌گیری و پرکردن vaporizer به‌عنوان مهم‌ترین ریسک شغل هوشبری تعیین شدند. همچنین مشخص شد روش پیشنهادی می‌تواند جهت ارزیابی ریسک و اولویت‌بندی خطرات شغلی در شغل هوشبری مورداستفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، هوشبری، منطق فازی، روش AHP، روش کوکوسو

استناد: سلطانی، ادریس؛ حسینی، محدثه؛ میرزایی علی آبادی، مصطفی؛ صالحی، ایرجی؛ عسکری، متینا. ارزیابی ریسک شغل هوشبری با استفاده از تلفیق روش‌های AHP-CoCoSo. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، پاییز ۱۴۰۲؛۱۰(۳): ۱۹۱-۱۷۹

مقدمه

وقوع حوادث و بیماری‌های شغلی هزینه‌های زیادی بر سازمان‌های مختلف وارد می‌کند و می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم شدیدی را بر زندگی کارگران و خانواده‌هایشان داشته باشد [۱، ۲]. سالانه تعداد زیادی از افراد در اثر حوادث شغلی جان خود را از دست می‌دهند. بر اساس آمار سازمان بین‌المللی کار، حوادث شغلی دلیل حدود ۱۴ درصد از مرگ‌ومیر سالانه در سال ۲۰۱۷ را به خود اختصاص داده است [۳]. به‌علاوه این حوادث سومین علت مرگ‌ومیر در جهان محسوب می‌شود که موجب از دست رفتن هزینه زیادی در حدود ۱/۲ تریلیون دلار شده است [۴، ۵].

بر اساس اعلام سازمان بین‌المللی کار، چهار درصد از تولید ناخالص جهانی یا ۲/۸ تریلیون دلار به دلیل این حوادث و دلایلی مانند ازدست رفتن روزهای کاری، مختل شدن فرآیند تولید،

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]
[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

هزینه‌های درمانی افراد آسیب‌دیده و نیز غرامت ناشی از آسیب‌های وارده از دست می‌رود [۳]. هم‌چنین مطالعات نشان می‌دهد هزینه بیماری‌ها و آسیب‌های مرتبط با کار در ایالت متحده ۲۵۰ بیلیون دلار یا ۱/۸ درصد از تولید ناخالص ملی را از آن خود می‌کند [۳]. باوجود ثبت محافظه‌کارانه گزارش‌های حوادث شغلی در کشورهای توسعه‌نیافته، در واقعیت هزینه‌های مرتبط با حوادث شغلی در بین این کشورها بیشتر است [۶,۷].

در کشور ایران نیز وقوع حوادث شغلی باعث ایجاد هزینه‌های زیادی می‌شود. هزینه‌هایی که بیشتر از همه روی قربانیان حادثه و خانواده آن‌ها، جامعه و کارفرما اثرگذار است [۸,۹].

بر اساس گزارش آمار حوادث ناشی از کار توسط سازمان تأمین اجتماعی در سال ۱۳۹۴، ۱۸ هزار و ۷۸۶ حادثه شغلی و ۱۰۸ حادثه منجر به فوت رخداده است [۱۰]. بررسی‌های انجام شده بیانگر صرف هزینه هنگفت ناشی از حوادث شغلی در ایران است [۱۱]. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم بوده و در بعضی اوقات، علاوه‌براین موارد هزینه‌های کیفیت زندگی که یکی از مؤلفه‌های مهم سازمانی است را نیز در زیرمجموعه‌ی هزینه‌های حوادث به‌حساب می‌آورند [۱۲-۱۴]. یکی از محیط‌های شغلی خطرناک که افراد شاغل در آن‌همه روزه در معرض طیف وسیعی از ریسک‌های گوناگون هستند مشاغل بیمارستانی است [۲,۱۵].

در بین این مشاغل شغل هوشبری به دلیل پیشرفت‌های صورت گرفته در روش‌های بیهوشی و جراحی و همچنین ظهور تجهیزات مدرن و داروهای جدیدتر و نیز افزایش وظایف، مسئولیت‌ها و انتظارات از هوشبر، دارای خطرات بسیار است [۲,۱۶,۱۷]. پیشرفت‌های جدید در زمینه‌های بیهوشی، جراحی و پزشکی، دامنه عملکردی هوشبران را گسترش داده و درنتیجه مسئولیت‌ها و تعهدات حرفه‌ای آن‌ها نیز افزایش یافته است. هنگامی‌که هوشبر در محل کار است، در معرض طیف گسترده‌ای از خطرات بالقوه است که می‌تواند برای سلامت او مضر باشد. کارشناس هوشبری بسیاری از اوقات در موقعیت‌های چالش‌برانگیز و اجتناب‌ناپذیر قرار می‌گیرد که نه‌تنها سلامت عمومی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه می‌تواند بسیار تهدیدکننده باشد و حتی مرگ‌ومیر را افزایش دهد. در هنگام انجام وظیفه متخصصان هوشبری در معرض خطرات متعددی قرار می‌گیرند و حتی یک سوزن ساده از منبعی ناشناخته می‌تواند باعث ایجاد اضطراب و ترس شدید در بین این افراد شود. سلامت افراد شاغل در این حوزه تا حد زیادی تحت تأثیر فشار شغلی و اجتماعی در محیط کار و زندگی شخصی آن‌ها است [۱۸]. طیف گسترده انواع بیماران بستری و لزوم استفاده از روش‌های ویژه درمانی و بهره‌گیری از ابزارهای خاص پزشکی اهمیت این شغل را دوچندان می‌نماید، مضاف بر این‌که ریسک خطرات شغلی در این حرفه را نیز بالا می‌برد.

با توجه به موارد ذکرشده و به‌منظور بهبود کیفیت مراقبت‌ها و بهبود ارتباط بین کارکنان بیمارستان و بیماران و همچنین کاهش شکایات در زمینه خطاهای پزشکی، کاهش خطرات احتمالی در این شغل بسیار اهمیت دارد. مطالعات مختلف نشان داده است که بهای ناشی از حوادث بسیار بیشتر از بهای پیشگیری است [۱۹,۲۰]. انجام ارزیابی ریسک در مشاغل مختلف کلید پیشگیری از حوادث محسوب می‌شود.

ارزیابی ریسک، فرآیند شناسایی ریسک‌های محتمل ناشی از خطر و تعیین قابل‌قبول یا غیرقابل‌قبول بودن آن‌ها است و به کمک آن می‌توان شدت و احتمال یک حادثه را پیش از وقوع تعیین کرد [۲۱,۲۲]. برای ارزیابی ریسک مشاغل مختلف بر اساس شرایط می‌توان یکی از روش‌های کیفی یا کمی را انتخاب و مورداستفاده قرارداد [۲۳].

استفاده از روش‌های سنتی ارزیابی ریسک دارای نواقص گوناگونی است. ازجمله این نواقص می‌توان به‌احتمال یکسان شدن امتیاز ریسک خطرات مختلف، اختصاص ندادن وزن به معیارهای مطالعه اشاره کرد. این نواقص در روش ارزیابی ریسک سنتی Fine-Kinney وجود دارد. علاوه بر این، در این روش، دیدگاه‌های افراد با استفاده از جداول و مقادیر از پیش تعیین‌شده، اندازه‌گیری می‌شود که نمی‌تواند به‌طور کامل سبک تفکر انسان را منعکس کند. همچنین، استفاده از روش سنتی Fine-kinney باعث افزایش ابهام و عدم اطمینان می‌شود [۲۴].

درنتیجه ارزیابی دقیق‌تر ریسک‌های شغلی نیازمند توسعه روش‌هایی با حساسیت بالاتر است. تاکنون مطالعات مختلفی باهدف برطرف نمودن نواقص موجود در روش ارزیابی ریسک سنتی Fine-Kinney انجام‌شده است.

خطرات ناشی از بلند کردن تجهیزات مورداستفاده در ساخت‌وساز ساختمان با استفاده از روش Fine-Kinney در مطالعه‌ی Yilmaz و همکاران اولویت‌بندی شدند. در این مطالعه بر اساس سوابق حوادث گذشته، علل حوادث در هفت معیار عمده طبقه‌بندی و امتیازات وزنی این معیارها با استفاده از روش AHP محاسبه شد. سپس نمرات وزنی از روش AHP در نمرات Fine-Kinney ضرب شد و این مقادیر برای اولویت‌بندی ریسک‌های مختلف مورداستفاده قرار گرفت [۲۵]. Tang و همکاران در مطالعه‌ای که با هدف توسعه و ارائه یک رویکرد تلفیقی جهت ارزیابی ریسک خطرات ایمنی در نگهداری از مخازن بالا انجام شد، با استفاده از روش‌های TODIM و FBWM، مجموعه‌های فازی و معیارهای روش Fine-Kinney با دقت و حساسیت بالایی موفق به اصلاح نواقص روش‌های سنتی ارزیابی ریسک شدند [۲۶]. Zhang و همکاران یک روش ارزیابی ریسک برای اولویت‌بندی و طبقه‌بندی ریسک‌ها در فرایند عملیاتی فرودگاه با استفاده از ترکیبی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و روش Fine-kinney معرفی کردند. بر اساس یافته‌های این مطالعه می‌توان با ترکیب این روش‌ها ریسک‌های موجود در فرایندهای مختلف را اولویت‌بندی و ارزیابی نمود و راه‌حل‌هایی را جهت جلوگیری از وقوع خطرات ارائه کرد [۲۷]. بر اساس بررسی انجام شده تاکنون مطالعه‌ای به‌منظور ارزیابی ریسک خطرات شغل هوشبری با استفاده از روش تلفیقی AHP-CoCoSo در محیط فازی انجام نشده است. به همین دلیل این مطالعه باهدف

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

ارائه روشی تلفیقی جهت ارزیابی خطرات شغلی در هوشبران انجام گرفت.

روش کار

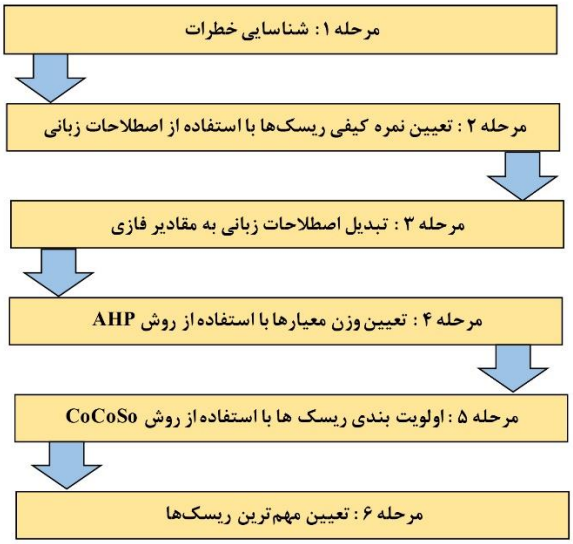
این مطالعه یک مطالعه توصیفی است. این قسمت یک مدل ارزیابی ریسک شغلی تلفیقی با استفاده از روش‌های AHP و CoCoSo ارائه می‌دهد (شکل ۱). ریسک‌های موجود در شغل هوشبری با بررسی منابع مختلف شامل مقالات، مصاحبه با سه خبره و افراد شاغل در این حوزه استخراج و پس از بررسی ۲۲ ریسک انتخاب و وارد مطالعه شدند. با توجه به نواقص ذکرشده برای روش سنتی Fine-kinney، در مرحله دوم با استفاده از اصطلاحات زبانی سه خبره و طیف هفت‌تایی فازی نمره کیفی هرکدام از خطرات تعیین شد. در ادامه پس از فازی‌سازی مقادیر کیفی، وزن معیارهای شدت (C)، احتمال (P) و فرکانس مواجهه (E) با استفاده از روش AHP محاسبه و سپس اولویت‌بندی خطرات با استفاده از روش CoCoSo انجام شد. در ادامه روش‌های به‌کاررفته در مطالعه حاضر به‌اختصار توضیح داده خواهند شد.

مجموعه‌های فازی

منطق فازی لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ معرفی شده است. این روش ابزاری قدرتمند برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت قضاوت‌ها و ارزیابی‌های انسانی در فرایند تصمیم‌گیری تلقی می‌شود [۲۸]. بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری در دنیای واقعی (که انسان‌ها را درگیر می‌کند) به دلیل اهداف و محدودیت‌های تعریف‌شده ضعیف، دقت کافی ندارند و راه‌حل این مسائل استفاده از اصطلاحات زبانی است [۲۹، ۲۸]. در رویارویی با عدم قطعیت، اصطلاحات زبانی را می‌توان به اعداد فازی تبدیل کرد تا دیدگاه‌ها و تجربیات یک فرد یا گروهی از تصمیم‌گیرندگان با دانش و تجربه کافی از موضوع، موردبررسی قرار گیرد.

روش Fine-kinney

این روش در سال ۱۹۷۶ توسط Kinney ارائه شده است [۳۰]. در این روش جهت ارزیابی ریسک‌های مختلف از سه معیار C، P و E استفاده می‌شود. با ترکیب این معیارها عدد اولویت ریسک (RPN) محاسبه خواهد شد. مقیاس این سه پارامتر در جدول ۱ و تفسیر RPN در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱. مراحل روش پیشنهادی

جدول ۱. مقیاس پارامترهای مؤثر روش Fine-kinney

مقدار	شدت	مقدار	فرکانس مواجهه	مقدار	احتمال
۱۰۰	فاجعه‌بار (تلفات زیاد)	۱۰	مداوم	۱۰	بسیار محتمل
۴۰	فاجعه‌بار (تلفات کم)	۶	مکرر (روزانه)	۶	محتمل
۱۵	بسیار جدی (کشنده)	۳	گاه‌به‌گاه (هفتگی)	۳	غیرمعمول اما محتمل
۷	جدی (جراحت شدید)	۲	غیرمعمول (ماهانه)	۱	در حالات غیرعادی محتمل
۳	مهم (ناتوان‌کننده)	۱	نادر (چند بار در سال)	۰/۵	قابل‌تصور اما نامحتمل
۱	قابل‌توجه (حادثه جزئی نیازمند کمک‌های اولیه)	۰/۵	بسیار نادر (سالانه یک‌بار)	۰/۲	تقریباً نامحتمل
				۰/۱	کامل نامحتمل

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]
[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

جدول ۲. مقادیر عدد اولویت ریسک

وضعیت ریسک	نمره ریسک
خطر بسیار بالا؛ توقف عملیات تا زمان انجام اصلاحات	۴۰۰<
ریسک بالا؛ اصلاح فوری نیاز است	۴۰۰-۲۰۰
ریسک قابل‌توجه؛ نیازمند اصلاح	۲۰۰-۷۰
خطر احتمالی	۷۰-۲۰
ریسک قابل‌قبول	۲۰>

روش *CoCoSo*

یزدانی و همکاران در سال ۲۰۱۹ روش CoCoSo را برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف معرفی کردند [۳۱, ۳۲]. راه‌حل مصالحه ترکیبی برگردان فارسی combined compromise solutionاست که با فرم کوتاه کوکوسو (CoCoSo)شناخته می‌شود. این روش که می‌تواند برای ارزیابی و اولویت‌بندی خطرات نیز استفاده شود تلاش می‌کند با استفاده از سه تابع متمایز، گزینه‌ها را بر اساس اولویت بالاتر مرتب کند [۳۳]. مراحل روش CoCoSo به ترتیب زمانی در زیر آورده شده است:

مرحله ۱: تشکیل ماتریس تصمیم اولیه با استفاده از داده‌های واقعی یا نظرات خبرگان

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0.m; j = 1.n \quad (۱)$$

در این ماتریس m تعداد گزینه‌ها و n تعداد معیارها را نمایش می‌دهد.

مرحله ۲: ماتریس تصمیم اولیه بر اساس ویژگی معیارها نرمال‌سازی می‌شود. برای معیارهای مثبت از رابطه ۲ و برای معیارهای منفی از رابطه ۳ استفاده می‌شود:

$$\bar{n}_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (۲)$$

$$\bar{n}_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (۳)$$

مرحله ۳: موزون‌سازی ماتریس تصمیم نرمال در این مرحله و با استفاده از رابطه ۴ و ۵ انجام می‌شود. برای تهیه ماتریس بی‌مقیاس موزون باید وزن معیارها از پیش مشخص باشد. در این مطالعه از روش AHP جهت تعیین وزن معیارها استفاده شده است.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \left(W_j \times n_{ij}\right) \quad (۴)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} \left(n_{ij}\right)^{w_j} \quad (۵)$$

مرحله ۴: تعیین اوزان گزینه‌ها: جهت تعیین وزن‌های گزینه‌ها از ۳ معادله زیر استفاده می‌شود:

$$K_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum (P_i + S_i)} \quad (۶)$$

$$K_{iB} = \frac{S_i}{\operatorname{Min} S_i} + \frac{P_i}{\operatorname{Min} P_i} \quad (۷)$$

$$K_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max S_i + (1-\lambda) \max P_i)} \quad (۸)$$

در معادله فوق λ برابر با ۰/۵ است.

مرحله ۵: درپایان با ترکیب اوزان سه‌گانه محاسبه‌شده در مرحله قبل با استفاده از رابطه ۹ وزن نهایی گزینه‌ها و نیز اولویت‌بندی آن‌ها مشخص خواهد شد:

$$K_i = (K_{ia} K_{iB} K_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(K_{ia} + K_{iB} + K_{ic}) \quad (۹)$$

روش *AHP*

روش AHP یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره است که توسط توماس ساعتی معرفی شده است [۳۴]. AHP یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه برای وزن‌دهی به معیارها و انتخاب گزینه بهینه براساس مقایسه‌های زوجی است. در این روش با استفاده از دیدگاه خبرگان به تعیین وزن معیارها و اولویت‌بندی گزینه‌ها پرداخته می‌شود. مراحل این روش شامل موارد زیر است:

مرحله ۱. تعریف مسئله: در این مرحله هدف ارزیابی خطرات ایمنی به‌طور واضح تعریف می‌شود. در ادامه معیارهای ارزیابی آن‌ها شناسایی می‌شود. به‌عنوان‌مثال در مطالعه حاضر معیارهای شدت خطر، احتمال وقوع و فرکانس مواجهه مورداستفاده قرار گرفتند.

مرحله ۲. تشکیل ساختار سلسله مراتبی: یک ساختار سلسله مراتبی جهت سازمان‌دهی معیارها در این مرحله ایجاد می‌شود. سطح بالای ساختار شامل معیارهای اصلی است. باید اطمینان حاصل کرد که ساختار ارتباطات و وابستگی‌ها بین معیارها را منعکس می‌کند.

مرحله ۳. مقایسه‌های دو به دو: برای ارزیابی اهمیت نسبی معیارهای شدت، احتمال و فرکانس مواجهه، ماتریس‌های مقایسه‌ای دو به دو ایجاد می‌شوند. با استفاده از مقیاسی از ۱ تا ۹ (جدول ۳)، هرکدام از معیارهای ماتریس را با سایر معیارها مقایسه شده و اولویت آن‌ها تعیین خواهد شد. به‌عنوان‌مثال، شدت خطر با احتمال مقایسه می‌شود. این فرآیند را باید برای تمام مقایسه‌های دو به دو در هر سطح سلسله مراتبی تکرار کرد.

مرحله ۴. تخمین وزن: در این مرحله با استفاده از ماتریس‌های مقایسه‌ای، وزن معیارها محاسبه خواهد شد. با استفاده از یک محاسبه ریاضی به نام نرمال‌سازی بردار ویژه، وزن هرکدام از معیارها تعیین می‌شود. این مرحله کمک می‌کند تا اهمیت نسبی هر معیار

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

در ارزیابی کلی تعیین شود.

ابزار گردآوری داده‌ها درروش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، پرسش‌نامه خبره است. جهت امتیازدهی و تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر از مقیاس نه درجه ساعتی به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

مطالعه موردی

در این قسمت یک مطالعه موردی برای بررسی کاربردی بودن روش ارزیابی ریسک تلفیقی پیشنهادی جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شغل هوشبری ارائه می‌شود. نخست معیارهای مطالعه شامل C، P و E از روش Fine-Kinney استخراج و سپس ماتریس ریسک با استفاده از اصطلاحات زبانی خبرگان تشکیل گردید. با استفاده از مقادیر جدول ۴ ماتریس کیفی ریسک تبدیل به یک ماتریس تصمیم‌گیری فازی شد. در ادامه از مقادیر این جدول پس از دیفازی‌سازی جهت اولویت‌بندی ریسک‌های مختلف استفاده گردید. لازم به ذکر است پیش از این مرحله، وزن معیارهای مختلف با استفاده از روش وزن‌دهی AHP محاسبه شد. این مطالعه بر روی شغل هوشبری به‌عنوان یکی از پرخطرترین مشاغل بیمارستانی متمرکز شده است. سه کارشناس در مطالعه حاضر برای شناسایی و تجزیه‌وتحلیل خطرات حیاتی در شغل هوشبری شرکت کردند. سپس مراحل زیر برای وزن‌دهی به معیارها و اولویت‌بندی خطرات انجام شد.

جدول ۳. طیف ۹ درجه ساعتی

ارزش	وضعیت مقایسه ۱ نسبت به ۲	توضیح
۱	ترجیح یکسان	عنصر ۱ و ۲ اهمیت برابر دارند
۳	کمی مرجح	عنصر ۱ از ۲ کمی مهم‌تر است
۵	خیلی مرجح	عنصر ۱ از ۲ مهم‌تر است
۷	خیلی زیاد مرجح	عنصر ۱ از ۲ خیلی مهم‌تر است
۹	کاملاً مرجح	عنصر ۱ از ۲ کاملاً مهم‌تر است
۲،۴،۶،۸	بینابین	ارزش‌های بینابین را نشان می‌دهد

جدول ۴. محدوده اعداد فازی مثلثی ۷ درجه

اصطلاحات زبانی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم	(۰،۰،۱)
کم	(۰،۱،۳)
کم تا متوسط	(۱،۳،۵)
متوسط	(۳،۵،۷)
تقریباً زیاد	(۵،۷،۹)
زیاد	(۷،۹،۱۰)
خیلی زیاد	(۹،۱۰،۱۰)

استخراج خطرات شغل هوشبری

نخست فهرست جامعی از ریسک‌های بالقوه موجود در این شغل با استفاده از منابع مختلف شامل مصاحبه با خبرگان و مطالعه مقالات این حوزه تعیین گردید. ۲۲ ریسک پراهمیت شناسایی شده در این شغل در جدول ۵ قابل مشاهده است.

تعیین معیارهای ارزیابی با استفاده از روش Fine-kinney

مطالعاتی که ریسک خطرات شغلی را با روش Fine-Kinney برآورد می‌کنند، از معیارهای شدت، احتمال و فرکانس مواجهه استفاده می‌کنند [۳۵، ۲۱].

تعیین نمره ریسک

در این مطالعه سه خبره با تسلط کافی بر موضوع انتخاب شدند و از آن‌ها خواسته شد تا با استفاده از اصطلاحات زبانی شدت، احتمال و فرکانس مواجهه را در ریسک‌های شغل هوشبری تعیین نمایند. در ادامه ماتریس ریسک اولیه با استفاده از این مقادیر تشکیل شد. مقادیر کیفی با استفاده از جدول ۴ به مقادیر فازی تبدیل شدند. پس از جمع‌آوری نظرات کارشناسان و تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی یک ماتریس عددی در مرحله بعد ایجاد و مورداستفاده قرار گرفت (جدول ۶).

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

جدول ۵. ریسک‌های شغل هوشبری

کد ریسک	تعریف
R1	تماس پوست یا اسکراب با خون، ترشحات بیمار و یا بافت‌های آلوده وی
R2	تماس با مواد شیمیایی مصرفی برای ضدعفونی و استریل کردن سطوح، وسایل و تجهیزات
R3	تماس پوست با محلول‌های دارویی
R4	استفاده مکرر از صابون، مواد شوینده و ضدعفونی‌کننده دست
R5	استنشاق گازهای بیهوشی (هنگام ماسک‌گیری، پرکردن vaporizer و...)
R6	استفاده مکرر از دستکش‌های یک‌بارمصرف چون لاتکس
R7	تماس با سودالایم و یا استنشاق بخارهای ناشی از آن
R8	وضعیت نامناسب بدن حین کار (در موقعیت‌هایی چون ماسک‌گیری، مراقبت از سر و گردن بیمار هنگام جابجایی و...)
R9	وضعیت‌های یکنواخت (ایستادن، ماسک‌گیری و...) برای مدت‌زمان طولانی
R10	مواجهه با اشعه در اتاق عمل
R11	بریدن دست با پوکه‌ی داروها
R12	نیدل استیک شدن (حین رگ‌گیری، اسپاینال بیمار و...)
R13	استنشاق بوهای آزاردهنده در اتاق عمل (کوتر، خون و ترشحات و یا مواد دفعی بیمار، مواد ضدعفونی‌کننده موضع عمل و محیط)
R14	فشار ناشی از نوبت‌کاری (از قبیل نوبت شب، ساعات کاری طولانی و...)
R15	مواجهه با موقعیت‌های تنش‌زا و یا تشدیدکننده استرس
R16	مواجهه با صداهای با فرکانس بالا
R17	استاندارد نبودن میزان و کیفیت نور برای محیط اتاق عمل
R18	انتقال بیماری‌های عفونی و مسری مثل سل از راه هوا
R19	سوختگی ناشی از تجهیزات استریل شده داغ
R20	ناراحتی، استرس و افسردگی پس از مواجهه با مجروحین و فوت‌شدگان
R21	انفجار ناشی از گازهای بیهوشی
R22	استرس ناشی از عدم انجام بهینه عملکرد و خطا حین کار

جدول ۶. ماتریس ریسک اولیه

ریسک	E	P	C
R1	۶/۶۹	۸/۹۸	۶/۲۴
R2	۴/۹۷	۶/۶۹	۴/۱۸
R3	۵/۱۹	۶/۳۴	۲/۰۹
R4	۵/۵۵	۷/۱۸	۲/۳۹
R5	۷/۱۸	۸/۱۷	۷/۵۰
R6	۵/۹۸	۷/۶۸	۰/۴۸
R7	۱/۰۰	۱/۰۳	۱/۰۰
R8	۵/۹۸	۸/۹۸	۴/۱۸
R9	۵/۵۵	۳/۶۷	۰/۹۲
R10	۱/۳۲	۱/۱۸	۲/۲۱
R11	۳/۴۸	۷/۴۲	۱/۰۹
R12	۴/۱۸	۴/۶۶	۹/۶۷
R13	۵/۹۴	۸/۳۴	۳/۱۶
R14	۷/۰۰	۶/۶۹	۴/۶۶
R15	۵/۹۸	۸/۶۷	۳/۳۰
R16	۱/۱۸	۲/۶۲	۰/۸۲
R17	۳/۵۳	۴/۱۸	۲/۷۳
R18	۴/۲۸	۲/۷۷	۸/۹۸
R19	۵/۹۸	۵/۵۸	۰/۹۷
R20	۴/۱۸	۶/۶۹	۵/۱۹
R21	۰/۳۳	۰/۴۸	۹/۶۷
R22	۱/۳۷	۵/۷۱	۸/۶۷

نتایج

نخست وزن معیارها با استفاده از روش AHP مشخص گردیدند. نتایج تعیین وزن با این روش نشان می‌دهد معیار شدت، مهم‌ترین معیار در مطالعه حاضر است. همچنین معیارهای

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

احتمال و فرکانس به ترتیب دومین و سومین معیار با اهمیت در این مطالعه بودند (جدول ۷).

پس از محاسبه‌ی وزن معیارها، روش CoCoSo برای اولویت‌بندی ریسک‌های مختلف و تعیین مهم‌ترین خطرات شغل هوشبری مورداستفاده قرار گرفت. این مقادیر در جدول ۸ گزارش‌شده است. بر اساس نتایج حاصل از تعیین وزن با این روش مشخص گردید استنشاق گازهای بیهوشی هنگام ماسک‌گیری خطرناک‌ترین ریسک موجود در شغل هوشبری است. به علاوه تماس با سودالایم و یا استنشاق بخارهای ناشی از آن کم‌خطرترین ریسک در این شغل بود.

جدول ۷. مقایسات زوجی و وزن معیارها

خبره اول	C	P	E
C	۱/۰۰	۰/۳۳	۰/۲۰
P	۳/۰۰	۱/۰۰	۰/۲۰
E	۵/۰۰	۵/۰۰	۱/۰۰
خبره دوم	C	P	E
C	۱/۰۰	۵/۰۰	۶/۰۰
P	۰/۲۰	۱/۰۰	۳/۰۰
E	۰/۱۶	۰/۳۳	۱/۰۰
خبره سوم	C	P	E
C	۱/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰
P	۰/۳۳	۱/۰۰	۳/۰۰
E	۰/۵۰	۰/۳۳	۱/۰۰
وزن نهایی	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۲۷

جدول ۸. جدول تعیین اوزان نهایی ریسک‌ها

کد ریسک	K_{ia}	K_{iB}	K_{ic}	K_i	اولویت ریسک
R1	۰/۰۶۰	۱۴/۴۳۷	۰/۹۶۹	۶/۱۰۱	۲
R2	۰/۰۵۱	۱۰/۶۴۷	۰/۸۲۰	۴/۶۰۴	۱۱
R3	۰/۰۴۶	۸/۹۵۲	۰/۷۳۵	۳/۹۱۵	۱۳
R4	۰/۰۴۸	۹/۹۱۱	۰/۷۷۷	۴/۲۹۹	۱۲
R5	۰/۰۶۲	۱۵/۲۲۷	۱/۰۰۰	۶/۴۱۳	۱
R6	۰/۰۴۰	۸/۶۶۴	۰/۶۳۷	۳/۷۱۶	۱۴
R7	۰/۰۲۲	۲/۲۶۵	۰/۳۵۸	۱/۱۴۴	۲۲
R8	۰/۰۵۵	۱۲/۴۸۳	۰/۸۸۹	۵/۳۲۶	۴
R9	۰/۰۳۸	۶/۸۰۲	۰/۶۱۴	۳/۰۲۷	۱۸
R10	۰/۰۲۸	۳/۶۱۷	۰/۴۵۵	۱/۷۲۷	۲۰
R11	۰/۰۴۱	۷/۶۶۲	۰/۶۵۷	۳/۱۷۸	۱۶
R12	۰/۰۵۷	۱۳/۰۳۶	۰/۹۱۰	۵/۵۴۴	۳
R13	۰/۰۵۲	۱۱/۳۵۷	۰/۸۴۰	۴/۸۷۷	۸
R14	۰/۰۵۵	۱۲/۲۶۷	۰/۸۸۳	۵/۲۴۴	۵
R15	۰/۰۵۳	۱۱/۶۶۱	۰/۸۵۲	۴/۹۹۷	۶
R16	۰/۰۲۷	۳/۲۳۰	۰/۴۲۷	۱/۵۶۰	۲۱
R17	۰/۰۴۲	۷/۲۸۳	۰/۶۷۰	۳/۲۵۴	۱۷
R18	۰/۰۵۳	۱۱/۵۵۶	۰/۸۴۲	۴/۹۵۰	۷
R19	۰/۰۴۲	۸/۱۵۸	۰/۶۷۵	۳/۵۷۳	۱۵
R20	۰/۰۵۲	۱۰/۸۹۳	۰/۸۳۲	۴/۷۰۳	۱۰
R21	۰/۰۲۴	۷/۱۱۷	۰/۱۸۳	۲/۹۱۰	۱۹
R22	۰/۰۵۰	۱۱/۰۱۱	۰/۸۰۸	۴/۷۲۲	۹

K_{ia} و K_{iB}، K_{ic}: وزن نسبی گزینه‌ها

K_i: وزن نهایی گزینه‌ها

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

بحث

امروزه با استفاده از روش‌های شناسایی خطر و ارزیابی ریسک، می‌توان پیش از وقوع حادثه، نقاط بحرانی و حادثه‌ساز را شناسایی کرد و اقدامات پیشگیرانه و کنترلی جهت جلوگیری از رخداد آن را انجام داد. با توجه به محدودیت منابع و عدم امکان حذف و کاهش تمام ریسک‌های موجود، با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک می‌توان نسبت به اولویت‌بندی اقدامات کاهش ریسک و اختصاص منابع لازم برای این کار اقدام نمود [۳۷, ۳۶]. با توجه به نواقص روش‌های سنتی ارزیابی ریسک، تلاش برای ازمیان‌بردن این نواقص و ارائه روش‌هایی نوین جهت ارزیابی دقیق‌تر و حساس‌تر ریسک‌های محیط کار ضروری است.

در مطالعه‌ی حاضر از روش AHP برای تعیین وزن معیارهای مختلف استفاده گردید. همچنین همانند برخی مطالعات مشابه از معیارهای شدت، احتمال و فرکانس مواجهه استفاده شد [۲۱]. نتایج حاصل از این روش نشان داد معیار شدت با وزن ۰/۴۳ مهم‌ترین معیار است. همچنین معیارهای احتمال و فرکانس مواجهه به ترتیب دارای وزن ۰/۲۹ و ۰/۲۷ بودند.

سلطانی در مطالعه خود یک روش ارزیابی ریسک را با استفاده از روش تلفیقی آراس و آنتروپی شانون و با استفاده از معیارهای روش سنتی Fine-Kinney در انبارهای مواد منفجره ارائه داد. در این مطالعه معیار شدت با وزن ۰/۶۱ بیشترین وزن را به خود اختصاص داد. به علاوه معیار احتمال و فرکانس مواجهه به عنوان دومین و سومین معیار با اهمیت تعیین شدند [۲۴]. مطالعه Kuleshov و همکاران نیز که با هدف ارزیابی شدت پیامدهای یک حادثه به عنوان یکی از مؤلفه‌های ریسک شغلی انجام شد از شدت حادثه به عنوان عنصر اصلی در ارزیابی خطرات شغلی یاد می‌کند [۳۸]. نتایجی که با مطالعه حاضر همخوانی دارند.

Gul و همکاران باهدف رفع محدودیت‌های روش Fine-Kinney با تلفیق روش‌های FAHP و FVIKOR مطالعه‌ای را انجام دادند. در این پژوهش برای پارامترهای شدت، احتمال و فرکانس مواجهه، وزن اختصاص یافت و نتایج حاصل از مطالعه بیانگر اهمیت بالاتر معیار شدت در مقایسه با دو معیار دیگر بود که در راستای مطالعه حاضر است [۳۵].

در مطالعات مختلف اختصاص ندادنِ وزن در روش Fine-kinney سنتی به عنوان یکی از کاستی‌های این روش یاد می‌شود [۳۵]. در مطالعه حاضر وزن به‌دست‌آمده توسط روش AHP در مراحل بعدی و جهت اولویت‌بندی و تعیین مهم‌ترین خطرات مورداستفاده قرار گرفت و به این ترتیب، یکی از مهم‌ترین نواقص روش‌های سنتی ارزیابی ریسک که عدم اختصاص وزن به معیارهای تأثیرگذار بر خطرات است برطرف شد. علاوه براین باتوجه به این‌که استفاده از منطق فازی جهت رفع ابهام و عدم قطعیت موجود در روش‌های سنتی دارای کاربرد است [۲۸] در این مطالعه از مجموعه‌های فازی جهت رسیدن به این مهم استفاده شد.

پس از پایانِ مرحله محاسبه وزن، در مرحله دوم روش پیشنهادی روش CoCoSo به‌عنوان روشی جهت اولویت‌بندی خطرات در شغل هوشبری استفاده گردید.

در این شیوه ارزیابی ریسک، هرکدام از ریسک‌هایی که دارای اولویت بالاتری هستند باید جهت حذف، کاهش و کنترل، بیشتر مورد توجه قرارگیرند. براساس نتایج حاصل از مطالعه استنشاق گازهای بیهوشی هنگام ماسک‌گیری و پُرکردن vaporizer (R5) خطرناک‌ترین ریسک و تماس پوست یا اسکراب با خون، ترشحات بیمار یا بافت‌های آلوده وی (R1) و نیدل استیک شدن حین رگ‌گیری و اسپاینال بیمار (R12) به ترتیب به‌عنوان دومین و سومین ریسک پرخطر در شغل هوشبری شناخته شدند.

در مطالعه Berry و همکاران نیز گازهای بیهوشی به عنوان اصلی‌ترین عامل شیمیایی خطرناک در شغل هوشبری معرفی گردید که با نتایج مطالعه حاضر همسو بود [۳۹]. همچنین در مطالعه Andrade و همکاران مشخص گردید قرارگرفتن در معرض گازهای بیهوشی به صورت مزمن ممکن است باعث مشکلاتی از قبیل سردرد، حالت تهوع، خواب‌آلودگی، خستگی و تحریک‌پذیری شود [۴۰]. به‌علاوه در یک مطالعه که در کشور ترکیه و روی هوشبران این کشور انجام شده است نشان داد ۸۲ درصد هوشبران بوی گازهای بیهوشی را حس می‌کنند که بیانگر اهمیت گازهای بیهوشی در محیط کاری هوشبری و تأییدکننده نتایج مطالعه حاضر است [۴۱].

سیستم تنفسی، دستگاه گوارش و پوست مهم‌ترین ارگان‌های در معرض خطر در مقابل گازهای بیهوشی هستند و غلظت، سمی بودن، حساسیت فردی و مدت زمان مواجهه عوامل مهم پیرامون شدت مسمومیت با این مواد محسوب می‌شوند. اگرچه بیشترین مقدار گازهای بیهوشی که ممکن است در اتاق عمل وجود داشته باشد مشخص است اما غلظت این گازها معمولاً در اتاق‌های عمل مورد سنجش قرار نمی‌گیرد و ممکن است از حد استاندارد فراتر رود [۴۲]. اثرات احتمالی پس از قرار گرفتن در معرض این گازها می‌تواند مسمومیت کبدی، ریوی و کلیوی، مسمومیت ژنتیکی، ناهنجاری‌های کروموزومی باشد. همچنین اثرات نامطلوب روانی فیزیولوژیکی، تحریف در عملکردهای شناختی و حرکتی و حتی ابتلا به سرطان می‌تواند از پیامدهای قرارگیری در برابر این گازها باشد [۴۱]. اگرچه هنوز سرطان‌زا بودن گازهای بیهوشی برای انسان گزارش نشده است اما خطر سرطان‌زا بودن آن‌ها در آزمایش‌های حیوانی شناسایی شده است [۴۳]. برای پیشگیری از خطرات گازهای بیهوشی استفاده از فضای پلنوم، بهره‌گیری از دستگاه‌های تهویه و تجهیزات مختلف مکش و بررسی دوره‌ای آن‌ها جهت اطمینان از کارایی، استفاده از فیلترهای هپا، سیستم تخلیه گاز بیهوشی (scavenging systems) و عینک‌های محافظ چشم، ممانعت از ورود کارکنان خانم باردار به محیط‌های با ریسک بالا و همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی جهت آشنایی کارکنان با این گازها و خطرات آن پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

خطر تماس پوست یا اسکراب با خون، ترشحات بیمار و یا بافت‌های آلوده وی نیز می‌تواند با انجام اقداماتی مانند استفاده از لباس‌های محافظ مناسب و ماسک‌های تنفسی شخصی، محدود کردن تعداد کارکنانی که در تماس با بیمار هستند و به تعویق انداختن عمل جراحی تا زمانی که میزان عفونت بدن بیمار کاسته شود کنترل شود.

نیدل استیک شدن به دلیل آسیب ناشی از ورود جسم تیز در طول مداخله پزشکی و در نتیجه وارد شدن عوامل بیولوژیک به بدن می‌تواند برای هوشبر خطرآفرین باشد. این موضوع در بسیاری از مطالعات مشابه تأیید شده است [۴۵, ۴۴]. برای جلوگیری از ورود جسم تیز به بدن و نیدل استیک شدن اقداماتی از قبیل ایجاد محیط کاری تمیز برای مبارزه با عوامل بیولوژیکی (به عنوان مثال دفع مناسب اجسام نوک‌تیز در سطل‌های زباله)، شناخت رفتارهای بدون خطر و اجرای آن، تهیه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (روپوش، ماسک، محافظ چشم، دستکش و غیره) و آموزش نحوه صحیح استفاده از این وسایل، استریل‌سازی کامل محیط، برگزاری دوره‌های آموزشی جهت آموزش چگونگی استفاده از وسایل برنده و تیز با استفاده از روش‌های نوین آموزشی می‌تواند عملیاتی شود. به علاوه واکسیناسیون کارکنان نیز به عنوان اقدام پیشگیرانه باید در نظر گرفته شود.

همچنین در این مطالعه تماس با سودالایم و یا استنشاق بخارهای ناشی از آن (R7)، مواجهه با صداهای با فرکانس بالا (R16) و مواجهه با اشعه در اتاق عمل (R10) به‌عنوان کم‌خطرترین ریسک‌های این شغل تعیین شدند.

مهم‌ترین محدودیت مطالعه حاضر کمبود وقت خبرگان جهت مصاحبه بود که باعث طولانی شدن پروسه جمع‌آوری اطلاعات و تکمیل مطالعه گردید. در پایان، برای انجام مطالعات آتی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

برای انجام مطالعات آتی مواردی مانند استفاده از روش تلفیقی پژوهش حاضر برای بررسی کاربردپذیری در سایر مشاغل بیمارستانی یا صنایع و انجام مطالعه با تعداد بیشتری از خبرگان پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از روش تلفیقی AHP-CoCoSo می‌تواند جهت ارزیابی ریسک و اولویت‌بندی خطرات شغلی در شغل هوشبری مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در این مطالعه معیار شدت مهم‌ترین معیار و معیار احتمال و فرکانس مواجهه به ترتیب دومین و سومین معیار پر اهمیت در این مطالعه بودند. به‌علاوه استنشاق گازهای بیهوشی هنگام ماسک‌گیری و پُرکردن vaporizer به عنوان مهم‌ترین ریسک و تماس با سودالایم و یا استنشاق بخارهای ناشی از آن کم‌اهمیت‌ترین ریسک در پژوهش حاضر بودند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری و زحمات جناب آقای پیمان پاک‌منش کارشناس بیهوشی بیمارستان بهشتی، آقای یونس برازش و سرکار خانم نسیم علی‌پور اعضای هیئت علمی گروه هوشبری دانشگاه علوم پزشکی همدان صمیمانه سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی بین نویسندگان مقاله گزارش نشده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی همدان با کد اخلاق IR.UMSHA.REC.1402.269 است. شایان ذکر است اهداف مطالعه برای شرکت‌کنندگان در مطالعه تشریح شد و تمامی افراد با آگاهی و رضایت کامل در مطالعه شرکت کردند.

سهم نویسندگان

هرکدام از نویسندگان سهم یکسانی در انجام طرح و نگارش مقاله داشته‌اند.

حمایت مالی

این مطالعه با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شده است.

REFERENCES

1. Almasi Z, Hashemi Habib-abadi R, Rahmani R. The study of mental health status and its effective factors among Zahedan City's Welders. *Pajouhan Sci J.* 2020;**18**(2):30-8. :DOI 10.52547/psj.18.2.30
2. Rahmani R, Ebrazeh A, Zandi F, Rouhi R, Zandi S. Comparison of job satisfaction and job stress among nurses, operating room and anesthesia staff. *Iran J Ergon.* 2021;**8**(4):103-14. DOI: 10.30699/jergon.8.4.103
3. Hämäläinen P, Takala J, Saarela KL. Global estimates of occupational accidents. *Saf Sci.* 2006;**44**(2):137-56. DOI: 10.1016/j.ssci.2005.08.017
4. Sabet Motlagh S, Panahi M, Mansouri N. Economic assessment of damages and injuries due to occupational accidents amoung Qazvin workers using DALY in period of 1390 to 1392. *Hum Environ.* 2015;**13**(2):1-15.
5. Yilmaz F, Çelebi UB. The importance of safety in construction sector: Costs of occupational accidents in construction sites. *J Bus Econ*. 2015;**6**(2):25-37.
6. Nenonen N, Saarela KL, Takala J, Kheng LG, Yong E, Ling LS, et al. Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses 2014. WSH Institute; 2014.
7. Bakhtiyari M, Delpisheh A, Riahi SM, Latifi A, Zayeri F, Salehi M, et al. Epidemiology of occupational accidents among Iranian insured workers. *Safety Sci.* 2012;**50**(7):1480-4. DOI: 10.1016/j.ssci.2012.01.015
8. Shalini RT. Economic cost of occupational accidents: Evidence from a small island economy. Safety Sci. 2009;**47**(7):973-9. DOI: 10.1016/j.ssci.2008.10.021
9. Khanlari P, Khosravipour M, Abdi H, Rahmani R, Gharagozlou F. Factors affecting traffic accidents in kermanshah city taxi drivers - focusing on the role of fatigue and sleep Quality. *JOHE*. 2022;**9**(3):143-52. DOI: 10.52547/johe.9.3.143
10. Bakhtiari M. Epidemiological study of occupational accidents registered in iran social security organization (2001-2005). *JRUMS*. 2012;**11**(3):231-46.
11. Roshan SA, Alizadeh SS. Estimate of economic costs of accidents at work in Iran: A case study of occupational

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]

accidents in 2012. *IOH*. 2015;**12**(1):12-9.
12. Kazaz A, Acikara T, Ulubeyli S. A case study to estimate occupational health and safety cost in Turkish construction projects. *Eurasian J Eng Sci Technol*. 2017;**1**(1):1-9.
13. Rahmani R, Babakhani S, Ashouri M, Soltani E, Baboli Niya M. Evaluating the quality of work life in urban taxi drivers: a case study in Northwest Iran. *J Occup Hyg Eng*. 2023;**10**(2):21-30.
14. Ghasemi F, Rahmani R, Behmaneshpour F, Fazli B. Quality of work life among surgeons and its association with musculoskeletal complaints. *Cogent Psychol.* 2021;**8**(1):1880256. DOI: 10.1080/23311908.2021.1880256
15. Rahmani R, Sargazi V, Shirzaei Jalali M, Babamiri M. Relationship between COVID-19-caused Anxiety and Job Burnout among Hospital Staff: A Cross-sectional Study in the Southeast of Iran. *JOHE*. 2021;**7**(4):61-9. :DOI 10.52547/johe.7.4.61
16. Bajwa SJS, Kaur J. Risk and safety concerns in anesthesiology practice: The present perspective. *Anesth Essays Res.* 2012;**6**(1):14-20. PMID: 25885495 DOI: 10.4103/0259-1162.103365
17. Beloeil H, Albaladejo P. Initiatives to broaden safety concerns in anaesthetic practice: The green operating room. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2021;**35**(1):83-91. PMID: 33742580 DOI: 10.1016/j.bpa.2020.07.010
18. Thomas I, Carter JA. Occupational hazards of anaesthesia. *Anaesth Crit Care Pain*. 2006;**6**(5):182-7.
19. Mehrifar Y, Ramezanifar S, Beyrami S, Talebolhagh S, Ramezanifar E, Amiri P, et al. A Review of Safety Economics Studies and Cost of Occupational Accidents in Iran from 2000 to 2021. *J Health Saf Work*. 2023;**12**(4):699-723.
20. Sukismanto S, Hartono H, Sumardiyono S, Andayani TR. Family Support to Improve Knowledge, Attitude, and Practices of Occupational Health and Safety (OHS) in the Informal Sector. *Mal J Med Health Sci.* 2023;**19**(2).
21. Gul M, Celik E. Fuzzy rule-based Fine–Kinney risk assessment approach for rail transportation systems. *Hum Ecol Risk Assess*. 2018;**24**(4):1786-812. DOI: 10.1080/10807039.2017.1422975
22. Meknatjoo M, Omidvari M. Safety Risk Assessment by using William –Fine method with Compilation Fuzzy DEMATEL in Machining Process. *Iran Occup Health.* 2015;**12**(5):31-42.
23. Oturakci M, Dağsuyu C, Kokangül A. A new approach to Fine Kinney method and an implementation study. *Alpha J.* 2015;**3**(2):83-92. DOI: 10.17093/aj.2015.3.2.5000139953
24. Soltani E. Presenting a model to assess the risk of explosives warehouse hazards using the combined Aras-Shannon's Entropy methods in a fuzzy environment. *J Occup Hyg Eng.* 2023;**10**(2):1-10.
25. Yilmaz F, Ozcan M. A Risk analysis and ranking application for lifting vehicles used in construction sites with integrated AHP and Fine-Kinney approach. *Adv Sci Technol Res J.* 2019;**13**(3):152-161. DOI: 10.12913/22998624/111779
26. Tang J, Liu X, Wang W. A hybrid risk prioritization method based on generalized TODIM and BWM for Fine-Kinney under interval type-2 fuzzy environment. *Hum Ecol Risk Assess.* 2021;**27**(1):954-79. DOI: 10.1080/10807039.2020.1789840
27. Zhang X, Xing X, Xie Y, Zhang Y, Xing Z, Luo X. Airport operation situation risk assessment: Combination method based on FAHP and fine Kinney. ICTE 2019: American Society of Civil Engineers Reston, VA; 2020. p. 436-47.
28. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Inf Control.* 1965;**8**(3):338-53. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X
29. Celik E, Gul M, Aydin N, Gumus AT, Guneri AF. A comprehensive review of multi criteria decision making approaches based on interval type-2 fuzzy sets. *Knowl Based Syst*. 2015;**85**:329-41. DOI: 10.1016/j.knosys.2015.06.004
30. Kinney GF, Wiruth A. Practical risk analysis for safety management. Naval Weapons Center China Lake CA; 1976.
31. Yazdani M, Zarate P, Zavadskas EK, Turskis Z. A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Manag Decis*. 2019;**57**(9):2501-19. DOI: 10.1108/MD-05-2017-0458
32. Hashemkhani Zolfani S, Yazdani M, Ebadi Torkayesh A, Derakhti A. Application of a gray-based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 Pandemic. *Symmetry*. 2020;**12**(6):886. DOI: 10.3390/sym12060886
33. Chen QY, Liu HC, Wang JH, Shi H. New model for occupational health and safety risk assessment based on Fermatean fuzzy linguistic sets and CoCoSo approach. *Appl Soft Comput*. 2022;**126**(4):109262. DOI: 10.1016/j.asoc.2022.109262
34. Saaty TL. What is the analytic hierarchy process?. Springer; 1988.
35. Gul M, Guven B, Guneri AF. A new Fine-Kinney-based risk assessment framework using FAHP-FVIKOR incorporation. *J Loss Prev Process Ind.* 2018;**53**:3-16. DOI: 10.1016/j.jlp.2017.08.014
36. Haghighat M, Yazdanirad S, Faridan M, Jahadi Naeini M, Mousavi SM. Application of hybrid Shannon's entropy – PROMEHTEE methods in weighing and prioritizing industrial noise control measures. *Theor Issues Ergon Sci*. 2021:1-14.
37. Apostolakis GE. How useful is quantitative risk assessment? *Risk Analysis*. 2004;**24**(3):515-20. DOI: 10.1111/j.0272-4332.2004.00455.x
38. Kuleshov V, Skuba PY, Ignatovich I, editors. Assessment of the severity of the last accident based on the Fine-Kinney Method. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2021.
39. Berry A, Katz J, Barash P, Cullen B, Stoelting R. Clinical anesthesia. Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
40. Andrade GO, Dantas RA. Work-related mental and behaviour disorders in anesthesiologists. *Braz J Anesthesiol.* 2015;**65**:504-10. PMID: 26614149 DOI: 10.1016/j.bjane.2013.03.021
41. Ayoğlu H, Ayoğlu FN. Occupational Risks for Anaesthesiologists and Precautions. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2021;**49**(2):93-9. PMID: 33997836 DOI: 10.5152/TJAR.2020.219
42. Guirguis S, Pelmear P, Roy M, Wong L. Health effects associated with exposure to anaesthetic gases in Ontario hospital personnel. *Br J Ind Med*. 1990;**47**(7):490-7. PMID: 2383519 DOI: 10.1136/oem.47.7.490
43. Rowland AS, Baird DD, Shore DL, Weinberg CR, Savitz DA, Wilcox AJ. Nitrous oxide and spontaneous abortion in female dental assistants. *Am J Epidemiol*. 1995;**141**(6):531-8. PMID: 7900720 DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a117468
44. Abdelmalik MA, Alhowaymel FM, Fadlalmola H, Mohammaed MO, Abbakr I, Alenezi A, et al. Global prevalence of needle stick injuries among nurses: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Clin Nurs.* 2023;**32**(17-18):5619-31. PMID: 36841963 DOI: 10.1111/jocn.16661
45. Xu X, Yin Y, Wang H, Wang F. Prevalence of needle-stick injury among nursing students: A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health.* 2022;**10**:937887. PMID: 36045726 DOI: 10.3389/fpubh.2022.937887

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-02-02]

[DOI: 10.32592/joohe.10.3.179]