DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 22, No. 1, Spring

Received: 10.04.2024 Accepted: 10.11.2024 Published: 04.04.2026

Prioritization and Ranking of Health, Safety, and Environmental Performance Indicators Using Analytic Hierarchy Process: A Case Study of a Copper Complex

Fatemeh Sheikh-Asadi[1], Sajad Zare[2], Moslem Mohammadi[3], Shahryar Montazeri[1], Aida Tayebiyan[4], Abbas Nazemi[5]

Original Article

Abstract

Background: To effectively manage safety, health, and environmental initiatives aimed at preserving and enhancing the well-being of employees, equipment, and the environment, organizations require the identification and prioritization of performance indicators in various health, safety, and environment (HSE)-related domains. This study aims to prioritize and rank HSE performance indicators using the Analytic Hierarchy Process (AHP) in a copper complex to provide strategies for continuous improvement.

Methods: This descriptive-analytical research examined the results related to HSE performance indicators in a copper complex during the years 2018 to 2020. The studied indicators in this company comprised 9 types of health indicators including 5 types of occupational injuries and diseases and 4 types of occupational health indicators, 6 types of safety indicators, and 2 environmental indicators. The AHP process was utilized for prioritizing and weighting the HSE performance indicators. Finally, the data were analyzed using Expert Choice software.

Findings: The degree of disagreement among study participants was less than 10%, and the compatibility of responses was confirmed. Among the safety indicators, "conducting safety drills", "safety training", and "severity of incident recurrence" were identified as the most to least important, respectively. In prioritizing health indicators, "percentage of periodic examinations coverage" and "health training" were deemed most to least important. Among the environmental indicators, "industrial waste" ranked first, followed by "general waste".

Conclusion: The prioritization of indicators in this study demonstrates how decision-makers can better select the best option among various indicator choices when determining the value of each criterion. Additionally, the quantitative results obtained from the AHP method illustrate the value of using such models in decision-making processes. Conducting more extensive studies using other decision-making methods and comparing the results obtained with each other is essential for addressing industry challenges effectively.

Keywords: Analytic hierarchy process; Safety; Health status indicators; Environmental indicators

Citation: Sheikh-Asadi F, Zare S, Mohammadi M, Montazeri S, Tayebiyan A, Nazemi A. **Prioritization and Ranking of Health, Safety, and Environmental Performance Indicators Using Analytic Hierarchy Process: A Case Study of a Copper Complex.** J Health Syst Res 2026; 22(1): 131-8.

1- Student Research Committee, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
2- Professor, Department of Occupational Health Engineering and Safety at Work, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
3- PhD Candidate, Department of Occupational Health Engineering, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Department of Safety, Health, and Environmental Engineering, Kerman Institute of Higher Education, Kerman, Iran
5- Department of Safety, Health and Environmental Engineering, Kerman Institute of Higher Education, Kerman, Iran
Corresponding Author: Sajad Zare; Professor, Department of Occupational Health Engineering and Safety at Work, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran; Email: ss_zare87@yahoo.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654 Published by Vesnu Publications

اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکردی ایمنی، بهداشت و محیط زیست با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی یک مجتمع مس

فاطمه شیخ اسدی[1]، سجاد زارع[2]، مسلم محمدی[3]، شهریار منتظری[1]، آیدا طیبیان[4]، عباس ناظمی[5]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: به منظور هدفمند نمودن اقدامات ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی در جهت حفظ و ارتقای سلامت کارکنان، تجهیزات و محیط زیست، سازمان‌ها نیازمند تعیین و اولویت‌بندی شاخص‌های عملکرد در حوزه‌های مختلف مرتبط با بهداشت، ایمنی و محیط زیست (Health, Safety, Environment یا HSE) هستند. پژوهش حاضر با هدف اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکردی HSE با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical hierarchy process یا AHP) در یک مجتمع مس به منظور ارایه راهکارهای بهبود مستمر صورت گرفت.

روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی بود که نتایج مربوط به شاخص‌های عملکرد HSE در یک مجتمع مس طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ را مورد بررسی قرار داد. شاخص‌های مورد نظر در این شرکت شامل ۹ نوع از شاخص‌های بهداشتی متشکل از ۵ شاخص آسیب و بیماری‌های شغلی و ۴ شاخص بهداشت حرفه‌ای، ۶ نوع از شاخص‌های ایمنی و ۲ شاخص زیست محیطی بود. جهت اولویت‌بندی و وزن‌دهی شاخص‌های عملکردی HSE، از AHP استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار Expert Choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میزان ناسازگاری نظرات شرکت‌کنندگان، کمتر از ۱۰ درصد گزارش شد و سازگاری پاسخ‌ها مورد تأیید قرار گرفت. همچنین، در بین شاخص‌های بعد ایمنی، «انجام مانورهای ایمنی، آموزش‌های ایمنی، شدت تکرار حادثه» به ترتیب از بیشترین به کمترین اهمیت را دارا بود. در اولویت‌بندی شاخص‌های بهداشتی نیز «درصد پوشش معاینات دوره‌ای و آموزش‌های بهداشتی» به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را به خود اختصاص داد. در بین شاخص‌های بعد محیط زیست، «پسماندهای صنعتی» رتبه نخست و «پسماندهای عادی» رتبه بعدی را کسب کرد.

نتیجه‌گیری: در محیط‌های خطرناک مانند کارخانه‌های تولید مس، تأکید بر اثربخشی و کارایی در اجرای اقدامات ایمنی و بهداشتی بسیار مهم است. به طور کلی، تحقیق حاضر بر اهمیت اقدامات پیشگیرانه و آماده‌سازی به منظور کاهش خطرات و بهبود کارایی و اثربخشی اقدامات در حوزه شاخص‌های کلیدی HSE در مجتمع مس تأکید داشت.

واژه‌های کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی؛ ایمنی؛ شاخص‌های وضعیت بهداشتی؛ شاخص‌های زیست محیطی

ارجاع: شیخ اسدی فاطمه، زارع سجاد، محمدی مسلم، منتظری شهریار، طیبیان آیدا، ناظمی عباس. **اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکردی ایمنی، بهداشت و محیط زیست با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی: مطالعه موردی یک مجتمع مس.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۵؛ ۲۲ (۱): ۱۳۸-۱۳۱

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱/۲۲ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۸/۲۰ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۱/۱۵

مقدمه

ارزیابی عملکرد در هر سیستم مدیریتی، یک مرحله کلیدی در بهبود مستمر محسوب می‌شود (۱). سازمان‌ها و صنایع مختلف برای ارزیابی و پایش عملکرد سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE یا Health, Safety, Environment) و تعیین اثربخشی عملکرد خود، به طرح‌ریزی و تعیین شاخص‌های سنجش عملکرد نیاز دارند. شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد HSE به منظور سنجش و تحلیل مدیریت عملکرد، می‌تواند منجر به کاهش خطر و عوامل بالقوه زیست محیطی و همچنین، عوامل زیان‌آور، ارتقای ایمنی و در نهایت، امکان دستیابی به بهبود مستمر در عملیات‌های مربوطه شود (۲). عوامل زیان‌آور در محیط کار شامل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیک و بیولوژیک می‌باشد. به طور مثال، صدا از عوامل زیان‌آور فیزیکی است که شایع‌ترین عامل زیان‌آور در محیط کار محسوب می‌شود و باعث اثرات شنوایی و غیر شنوایی مانند تأثیر بر هورمون‌ها می‌شود که باید برای آن شاخص بهداشتی تعریف گردد (۶-۳).

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۳- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استادیار، گروه مهندسی ایمنی، بهداشت، محیط زیست، مؤسسه آموزش عالی کرمان، کرمان، ایران
۵- کارشناس ارشد، گروه مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط زیست، مؤسسه آموزش عالی کرمان، کرمان، ایران
نویسنده مسؤول: سجاد زارع؛ استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
Email: ss_zare87@yahoo.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

تصمیم‌گیری رویه‌ای برای پیدا کردن بهترین گزینه از میان مجموعه‌ای از گزینه‌های موجود است. برای انجام یک کار خاص، ممکن است گزینه‌های مختلفی وجود داشته باشد که باید از بین آن‌ها بهترین گزینه انتخاب گردد. زمانی که در مسایل تصمیم‌گیری چندین معیار در نظر گرفته شود، مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره (Multiple-criteria decision-making یا MCDM) نامیده می‌شود (۷). این روش یکی از شاخص های اصلی تصمیم‌گیری به شمار می‌رود که به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، از چند معیار سنجش استفاده می‌کند. این فرایند بر اساس تشکیل درخت تصمیم‌گیری، با انتخاب معیارهای مرتبط با تصمیم‌گیری مورد نظر، وزن‌دهی، امتیازدهی معیارها و گزینه‌ها می‌باشد (۸). به طور کلی، مدل‌های MCDM به دو دسته عمده مدل‌های چند هدفه (Multi-objective decision-making یا MODM) و چند شاخصه (Multi-attribute decision-making یا MADM) تقسیم‌بندی می‌شود (۱۰، ۹). در این میان، یکی از معروف‌ترین فنون MCDM، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP یا Analytical hierarchy process) می‌باشد (۱۱، ۸) که اولین بار توسط Thomas L. Saaty عراقی‌الاصل در دهه ۱۹۸۰ ابداع گردید (۱۲). این روش به طور عمده برای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مبتنی بر معیارهای کیفی کاربرد دارد و در آن با تکیه بر مبانی ریاضی ماتریس‌ها، می‌توان با طرح معیارهای متعدد نسبت به اولویت‌بندی گزینه‌ها اقدام نمود. همچنین، می‌توان جهت تصمیم‌گیری از دیدگاه‌های افراد مختلف نیز بهره جست و با استفاده از این روش، نظرات افراد خبره را پردازش نمود (۹). از آن‌جایی که AHP سازگاری زیادی با نحوه تفکر و فرایندهای ذهنی انسان دارد و الگوریتم آن بر اساس یک منطق ریاضی بنا شده است، از کارایی فوق‌العاده بالایی برخوردار می‌باشد و استفاده از آن بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری را حل نموده است (۱۳).

پژوهش رشیدی و همکاران با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکردی آموزش بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی مبتنی بر روش‌های MCDM صورت گرفت که در آن بیشترین وزن مربوط به معیار مشخص بودن با وزن ۰/۳۴۶ به دست آمد. همچنین، بیشترین اهمیت نسبی شاخص‌ها مربوط به نحوه برگزاری دوره‌ها به صورت کارگاهی با ۰/۵۱۶ و نحوه برگزاری دوره‌ها به صورت الکترونیکی با ۰/۵۰۸ و میزان مشارکت افراد در آموزش‌ها با ۰/۵۰۵ بود که رتبه‌های یک تا سه را به خود اختصاص دادند. همچنین، نتایج آن‌ها نشان داد که به کارگیری شاخص‌های منتخب با توجه به حساسیت و نقش بسزای آموزش در بهبود سیستم‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، از ضروریات به کارگیری این شاخص‌ها در کنار دیگر شاخص‌های این سیستم است (۱۴). مطالعه شمایی و همکاران با هدف ارایه الگوی سنجش شاخص‌های عملکرد واحد HSE در صنایع ذوب انجام شد. آن‌ها با استفاده از ۷ خبره، شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحدهای HSE در صنعت ذوب را مشخص نمودند. سپس وزن شاخص‌ها با استفاده از ترم‌های زبانی فازی به دست آمد. با استفاده از وزن‌های نرمال شده به دست آمده، یکی از بزرگ‌ترین واحدهای صنعت ذوب مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بالاترین اهمیت در سیستم HSE مربوط به برنامه کنترل بیماری‌ها با ۰/۰۵۷، در حوزه بهداشت و کنترل خطرات حریق با ۰/۰۶۲ در حوزه ایمنی و کنترل آلودگی هوا با ضریب ۰/۰۵۴ در حوزه محیط زیست می‌باشد. همچنین، بیشترین علت کاهش عملکرد مربوط به شاخص‌های بهداشتی و محیط زیست بوده است. سیستم‌های مدیریت HSE می‌توانند در کوتاه مدت روی بیشتر شاخص‌های عملکردی در حوزه ایمنی تأثیر بگذارد؛ در حالی که در خصوص شاخص‌های بهداشتی و محیط زیست نیاز به زمان بیشتری برای اثربخشی سیستم HSE دارد (۱۵). در محیط‌های صنعتی مانند مجتمع‌های مس، کارکنان نیز مانند آتش‌نشانان در معرض عوامل استرس‌زای روانی و خطرات فیزیکی مانند صدا و گرما قرار دارند که می‌تواند عملکرد شناختی و ایمنی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۱۷، ۱۶). با اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکردی HSE، مدیریت این مجتمع‌ها می‌توانند تصمیمات بهتری برای بهبود عملکرد HSE اتخاذ نمایند. از آن‌جایی که تحقیقات در ارتباط با اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی HSE در صنایع و معادن به ویژه صنعت مس با استفاده از AHP در داخل و خارج از کشور بسیار اندک می‌باشد، پژوهش حاضر با هدف اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های عملکردی HSE با استفاده از AHP در یکی از شرکت‌های صنعتی معدنی در ایران طراحی گردید. هدف کلی مطالعه، کمک به این شرکت صنعتی معدنی بود تا با استفاده از یک روش علمی و ساختار یافته، شاخص‌های کلیدی HSE خود را شناسایی و بر بهبود آن‌ها تمرکز کند تا به این ترتیب ایمنی و سلامت کارکنان، عملکرد زیست محیطی و بهره‌وری کلی شرکت بهبود یابد.

روش‌ها

طراحی مطالعه: این تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی بود که نتایج مربوط به اولویت‌بندی شاخص‌های عملکرد HSE به روش AHP را در مجتمع مس سرچشمه، طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار داد. شاخص‌های مورد نظر در این شرکت متشکل از ۹ شاخص بهداشتی شامل ۵ نوع از شاخص‌های آسیب و بیماری‌های شغلی [درصد پوشش معاینات دوره‌ای، شاخص موارد منجر به محدودیت در شغل یا تغییر شغل (Days of job transfer or restriction یا DJRT)، شاخص موارد منجر به غیبت از کار (Days away from work یا DAFW)، شاخص موارد منجر به دوری از کار، محدودیت یا تغییر شغل (Days away, restricted, or transfer یا DART) و شاخص کل موارد قابل گزارش (Total recordable cases یا TRC)]، ۴ نوع از شاخص‌های بهداشت حرفه‌ای (درصد استفاده کارکنان از تجهیزات حفاظت تنفسی، درصد مواجهه شاغلان با آلاینده‌های تنفسی، ضریب اشغال فضاهای اداری، آموزش‌های بهداشتی)، ۶ نوع از شاخص‌های ایمنی [شاخص تکرار حادثه (Accident frequency rate یا AFR)، شاخص شدت حادثه (Accident severity rate یا ASR)، شاخص شدت تکرار (Frequency severity indicator یا FSI)، شاخص آموزش ایمنی، شاخص میزان بروز حادثه و شاخص انجام مانورهای ایمنی] و ۲ شاخص زیست محیطی (شاخص پسماندهای عادی و شاخص پسماندهای صنعتی) می‌باشد. برای محاسبه هر کدام از شاخص‌ها، از فرمول‌های استاندارد آن شاخص استفاده شد. جهت اولویت‌بندی و وزن‌دهی شاخص‌های عملکردی HSE با استفاده از فرایند AHP، دو معیار شامل قابلیت اجرایی و میزان اثربخشی و کارایی و ۱۷ گزینه انتخاب گردید. سپس بر اساس اهداف، معیارها و گزینه‌ها، پرسش‌نامه AHP طراحی و سرانجام به روش Delphi توسط کارشناسان خبره و متخصصان حوزه HSE تکمیل گردید.

روش Delphi: این روش شبیه روش اسمی است، اما در اجرای آن لازم

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

نیست اعضای گروه حضور فیزیکی داشته باشند. در این روش، اعضای گروه حق ندارند تماس رودررو داشته باشند و در اجرای آن گام‌های زیر برداشته می‌شود و مسأله مشخص می‌شود و از اعضای گروه درخواسته می‌شود تا از مجرای یک رشته پرسش‌نامه که به صورت دقیق مطرح می‌شود، راه‌حل‌های امکان‌پذیر را ارایه نمایند.

- هر عضو بدون ذکر نام و به صورت مستقل نخستین پرسش‌نامه را تکمیل می‌کند.
- نتایج نخستین پرسش‌نامه جمع‌آوری و جواب‌ها مشخص می‌شود.
- یک نسخه از این جواب‌ها به هر عضو داده می‌شود.
- پس از این که هر عضو نتیجه‌ها را مورد بررسی قرار داد، از اعضا درخواست می‌شود تا یک بار دیگر راه‌حل‌های خود را ارایه نماید. اغلب آن‌ها راه‌حل‌های جدیدی ارایه می‌کنند یا موضع پیشین خود را تغییر می‌دهند.
- دو مرحله پایانی هر قدر لازم باشد تکرار خواهد شد تا گروه به اتفاق نظر یا اجماع دست یابد.

AHP: این فرایند هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبه‌رو است، می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فرآهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از شاخص‌ها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت، منطق AHP به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید (۱۹، ۱۸).

مراحل اولویت‌بندی با استفاده از AHP به صورت زیر انجام می‌گیرد:

- تجزیه مسأله مورد نظر به صورت تشکیل ساختار سلسله مراتبی
- تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها
- نرمال‌سازی ماتریس مقایسات زوجی با تقسیم مقادیر هر ستون به مجموع ستون
- محاسبه وزن‌های نسبی عناصر با تعیین مقادیر متوسط عناصر هر سطر از ماتریس نرمالیزه
- محاسبه میزان سازگاری ماتریس‌ها
- محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مطالعه

محاسبه وزن نهایی با ادغام وزن‌های نسبی از طریق مجموع حاصل‌ضرب وزن هر معیار در وزن گزینه مربوط به آن معیار به دست می‌آید و در نهایت، گزینه‌ها با استفاده از مقایسات زوجی ماتریس‌ها و عملیات ریاضی اولویت‌بندی می‌شود و گزینه برتر مشخص خواهد شد (۲۰، ۱۸، ۸).

نرم‌افزار: در مطالعه حاضر، اولویت‌بندی و وزن‌دهی نهایی گزینه‌ها و معیارهای مورد بررسی به روش AHP در نرم‌افزارهای Expert Choice نسخه ۱۱ و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

ملاحظات اخلاقی: پیش از انجام تحقیق، تمامی مراحل انجام آن توسط کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمان تأیید گردید (کد اخلاق IR.KMU.REC.1403.280).

یافته‌ها

نتایج حاصل از اولویت‌بندی و وزن‌دهی شاخص‌های عملکردی HSE در مجتمع مس ارایه گردید.

محاسبه وزن نسبی شاخص‌های ایمنی: جدول ۱ به طور خلاصه رتبه هر یک از شاخص‌های ایمنی بر حسب هر یک از معیارها، از نظر کلیه تصمیم‌گیرندگان را به طور کامل نشان می‌دهد.

وزن و رتبه نهایی شاخص‌های ایمنی: از میان گزینه‌های پژوهش، گزینه «شاخص انجام مانورهای ایمنی» بیشترین وزن را به دست آورد. بنابراین، رتبه اول را به خود اختصاص داد. گزینه «شاخص آموزش‌های ایمنی» نیز رتبه دوم و گزینه «شاخص شدت تکرار حادثه» نیز رتبه سوم را کسب کرد (جدول ۲).

محاسبه وزن نسبی شاخص‌های بهداشت: جدول ۳ به طور خلاصه رتبه هر یک از شاخص‌های بهداشتی بر حسب هر یک از معیارها از نظر کلیه تصمیم‌گیرندگان را به طور کامل نشان می‌دهد.

وزن و رتبه نهایی شاخص‌های بهداشتی: بر اساس داده‌های جدول ۴، از میان گزینه‌های پژوهش، گزینه «ضریب اشغال فضای اداری» کمترین وزن را به دست آورد. بنابراین، آخرین رتبه را به خود اختصاص داد. گزینه «درصد پوشش معاینات دوره‌ای» نیز رتبه نخست را کسب کرد.

محاسبه وزن نسبی شاخص‌های محیط زیست: جدول ۵ رتبه هر یک از شاخص‌های ایمنی بر حسب هر یک از معیارها، از نظر کلیه تصمیم‌گیرندگان را به طور کامل نشان می‌دهد.

جدول ۱. وزن نسبی هر یک از شاخص‌های ایمنی نسبت به هر یک از معیارها

شاخص ایمنی مورد ارزیابی	نماد	وزن گزینه‌ها بر اساس معیارها			
		معیار اول (قابلیت اجرایی) (وزن نسبی معیار: ۰/۲۵)	رتبه	معیار دوم (کارایی و اثربخشی) (وزن نسبی معیار: ۰/۷۵)	رتبه
شاخص تکرار حادثه	S1	۰/۱۷۳	٤	۰/۰۵۹	٦
شاخص شدت حادثه	S2	۰/۱۰۰	٥	۰/۰٦٥	٥
شاخص شدت تکرار حادثه	S3	۰/۰٤٥	٦	۰/۲۰۱	۳
شاخص آموزش‌های ایمنی	S4	۰/۲٥٦	۱	۰/۲٥٥	۲
شاخص میزان بروز حادثه	S5	۰/۲۰۰	۳	۰/۰۸۲	٤
شاخص انجام مانورهای ایمنی	S6	۰/۲۲٦	۲	۰/۳۳۸	۱

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

جدول ۲. وزن و رتبه نهایی شاخص‌های ایمنی بر اساس هر دو معیار

گزینه	وزن	رتبه‌بندی
S1	۱	۰/۳۱۰
S2	۲	۰/۲۵۵
S3	۳	۰/۱۶۲
S4	٤	۰/۱۱۱
S5	٥	۰/۰۸۸
S6	٦	۰/۰۷٤

وزن و رتبه نهایی شاخص‌های محیط زیست: از میان گزینه‌های پژوهش، گزینه «شاخص پسماندهای صنعتی» بیشترین وزن (۰/۶۸۸) را به دست آورد و رتبه اول را به خود اختصاص داد. گزینه «شاخص پسماندهای عادی» نیز رتبه دوم را کسب کرد (۰/۳۱۳).

بحث

به منظور اولویت‌بندی شاخص‌های عملکردی HSE از یک فرایند سیستماتیک و علمی استفاده گردید تا کمکی به کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی و محیط زیست مجتمع مس سرچشمه جهت بهبود شرایط HSE باشد. بنابراین، مدیریت می‌تواند از نتایج اولویت‌بندی شاخص‌های HSE جهت بهبود وضعیت موجود که توسط نظرات کارشناسان خبره به دست آمده است، استفاده بهینه کند. نتیجه محاسبات میزان سازگاری معیار و گزینه‌ها بر اساس نظر نهایی تصمیم گیرندگان برای هر سه شاخص ایمنی، بهداشت و محیط زیست نشان داد که میزان سازگاری در تمام موارد کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد و در نتیجه، اولویت‌بندی مقایسه زوجی ماتریس‌ها قابل قبول و سازگاری پاسخ‌ها مورد تأیید بود و می‌توان به ضرایب اختصاص داده شده اعتماد و مقایسه‌های زوجی را ارایه نمود

نتایج نشان داد که معیار اثربخشی و کارایی با وزن نسبی ۰/۷۵ دارای بالاترین اهمیت و معیار قابلیت اجرایی با وزن نسبی ۰/۲۵ از کمترین میزان اهمیت برخوردار بود. اثربخشی و کارایی به معنی توانایی یک سیستم یا فرایند در دستیابی به نتایج مطلوب در زمینه ایمنی و بهداشت است. در مجتمع‌های مس، جایی که خطرات فیزیکی و شیمیایی وجود دارد، اطمینان از این که اقدامات ایمنی و بهداشتی به طور مؤثری اجرا می‌شود و نتایج مثبت به همراه دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این معیار نشان دهنده قابلیت سیستم در پیشگیری از حوادث و آسیب‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد تأکید بر اهمیت اثربخشی و کارایی به دلیل ضرورت تأمین ایمنی و بهداشت در محیط‌های خطرناک و چالش‌هایی که در مسیر اجرای مؤثر اقدامات وجود دارد، منطقی به نظر می‌رسد. با این حال، باید به این نکته نیز توجه داشت که قابلیت اجرایی می‌تواند در مواقعی افزایش یابد و به اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های ایمنی و بهداشت کمک کند.

در اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی به روش AHP بعد ایمنی با دو معیار قابلیت اجرایی و کارایی و اثربخشی در شش زیرشاخص رتبه‌بندی گردید. جداول ۳-۱ نشان دهنده وزن نسبی هر یک از گزینه‌های بعد ایمنی نسبت به دو معیار مذکور است. بر اساس معیار قابلیت اجرایی (A*)، شاخص آموزش‌های ایمنی با وزن ۰/۲۵۶ دارای بالاترین وزن و شاخص شدت تکرار حادثه با وزن ۰/۰۴۵ دارای کمترین وزن می‌باشد. به همین دلایل، در اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی در مجتمع مس، شاخص آموزش‌های ایمنی وزن بیشتری دارد؛ چرا که تأثیر مستقیم و طولانی مدتی بر روی رفتار ایمنی و کاهش حوادث می‌گذارد؛ در حالی که شاخص شدت تکرار حادثه بیشتر بر روی مشکلات رخ داده تمرکز دارد و وزن کمتری به آن اختصاص یافته است.

جدول ۳. وزن نسبی هر یک از شاخص‌های بهداشتی نسبت به هر یک از معیارها

شاخص ایمنی مورد ارزیابی	نماد	وزن گزینه‌ها بر اساس معیارها			
		معیار اول (قابلیت اجرایی) (وزن نسبی معیار: ۰/۷۵)	رتبه	معیار دوم (کارایی و اثربخشی) (وزن نسبی معیار: ۰/۲۵)	رتبه
درصد استفاده از تجهیزات تنفسی	H1	۰/۱۲۲	۳	۰/۰۹۳	٤
درصد مواجهه با آلاینده‌های تنفسی	H2	۰/۱۱۵	٤	۰/۰۵۳	۸
ضریب اشغال فضای اداری	H3	۰/۰۲۰	۹	۰/۰۱۵	۹
آموزش‌های بهداشتی	H4	۰/۱۷۸	۲	۰/۱٦۱	۳
درصد پوشش معاینات دوره‌ای	H5	۰/۳۰۹	۱	۰/۲۸٦	۱
مواردی که منجر به محدودیت در شغل یا تغییر شغل به ازای ۱۰۰ نفر پرسنل تمام وقت شده است.	H6	۰/۰۷۵	٦	۰/۰۷۳	٥
مواردی که منجر به غیبت از کار به ازای ۱۰۰ نفر پرسنل تمام وقت شده است.	H7	۰/۰۸٦	٥	۰/۰۷۳	٦
مواردی که منجر به غیبت از کار، محدودیت یا تغییر شغل به ازای ۱۰۰ نفر پرسنل تمام وقت شده است.	H8	۰/۰۵۳	۷	۰/۰۷۳	۷
کل موارد قابل گزارش به ازای ۱۰۰ نفر پرسنل تمام وقت	H9	۰/۰٤۱	۸	۰/۱۷۲	۲

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

جدول ۴. وزن و رتبه نهایی شاخص‌های بهداشتی

گزینه	وزن	رتبه‌بندی
H1	۰/۲۹۲	۱
H2	۰/۱۶۵	۲
H3	۰/۱۳۹	۳
H4	۰/۱۰۱	٤
H5	۰/۰۷۷	٥
H6	۰/۰۷٤	٦
H7	۰/۰٦۸	۷
H8	۰/۰٦۸	۸
H9	۰/۰۱٦	۹

بر اساس معیار کارایی و اثر بخشی (B*)، شاخص انجام مانورهای ایمنی با وزن ۰/۳۳۸ بالاترین اهمیت و شاخص تکرار حادثه با وزن ۰/۰۵۹ و شاخص شدت حادثه با وزن ۰/۰۶۵ کمترین اهمیت را نسبت به سایر گزینه‌ها داشت. علت این که شاخص انجام مانورهای ایمنی دارای بالاترین اهمیت می‌باشد، این است که این شاخص بر پیشگیری از حوادث و آماده‌سازی کارکنان تأکید دارد و تأثیر مثبت‌تری بر ایمنی و کارایی کلی می‌گذارد. در مقابل، شاخص تکرار حادثه و شدت حادثه بیشتر بر نتایج منفی تمرکز دارند و به جای بهبود کارایی و اثربخشی، بر مشکلات گذشته تأکید می‌کنند و به همین دلیل، از دیدگاه کارایی و اثربخشی اهمیت کمتری دارند.

جداول ۲ و ۳ ترتیب اهمیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. در شاخص‌های ایمنی از نظر معیار قابلیت اجرایی، شاخص «آموزش‌های ایمنی» و از نظر معیار کارایی، شاخص «انجام مانورهای ایمنی» بالاترین رتبه را به دست آورد. نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی معیارها و گزینه‌ها بر اساس معیارها نیز نتایج بسیار مشابهی را نشان داد. وزن نهایی و ترتیب اهمیت گزینه‌های شاخص ایمنی در جدول ۲ حاکی از آن بود که در بین شش شاخص عنوان شده در بعد ایمنی، به ترتیب «انجام مانورهای ایمنی» با وزن۰/۳۱۰، «آموزش‌های ایمنی» با وزن ۰/۲۵۵ و «شدت تکرار حادثه» با وزن ۰/۱۶۲ دارای بالاترین اولویت و مناسب‌ترین روش بودند و شاخص شدت حادثه با وزن ۰/۰۷۴، پایین‌ترین درجه اهمیت را داشت.

در اولویت‌بندی شاخص‌های بهداشتی به روش AHP نیز مانند شاخص ایمنی عمل شده است. در این بعد، ۹ زیرشاخص رتبه‌بندی گردید. جدول ۳ وزن نسبی هر یک از گزینه‌های شاخص‌های بهداشتی نسبت به هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده در شاخص‌های بهداشت از نظر معیار قابلیت اجرایی، «درصد پوشش معاینات دوره‌ای» با وزن ۰/۳۰۹ و از نظر معیار کارایی و اثربخشی نیز «درصد پوشش معاینات دوره‌ای» با وزن ۰/۲۸۶ بالاترین رتبه را به خود اختصاص دادند و ضریب اشغال فضای اداری از نظر هر دو معیار با وزن ۰/۰۲۰ و ۰/۰۱۵ دارای کمترین اهمیت نسبت به سایر گزینه‌ها بود. نتایج حاصل از ترتیب اهمیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها در جدول ۴ نشان دهنده قابل اعتماد بودن نتایج حاصل از جداول ۵-۳ می‌باشد. نتایج حاصل از ترتیب اهمیت گزینه‌ها بر اساس وزن نهایی نشان داد که در بین ۹ شاخص عنوان شده در بعد بهداشت، به ترتیب «درصد پوشش معاینات دوره‌ای» با وزن ۰/۲۹۲، «آموزش‌های بهداشتی» با وزن ۰/۱۶۵و «TRC» با وزن ۰/۱۳۹ بیشترین اهمیت را داشت و ضریب اشغال فضای اداری با وزن ۰/۰۱۶ دارای کمترین اهمیت می‌باشد. به نظر می‌رسد که درصد پوشش معاینات دوره‌ای به دلیل ارتباط مستقیم و مثبت با سلامت و ایمنی کارکنان، قابلیت کارایی و اثربخشی در بهبود شرایط کار از اهمیت بیشتری برخوردار است. این معاینات به شناسایی زودهنگام مشکلات بهداشتی و کاهش خطرات مربوط به شغل کمک می‌کند و به همین دلیل در اولویت قرار می‌گیرد؛ در حالی که ضریب اشغال فضای اداری از نظر قابلیت اجرایی و بهبود کارایی و اثربخشی در سازمان، به طور غیر مستقیم تأثیرگذار است و تأثیر کمتری بر سلامت کارکنان دارد و به همین دلیل، کمترین وزن در اولویت‌بندی را دریافت کرده است.

در اولویت‌بندی شاخص محیط زیست به روش AHP نیز دو زیرشاخص بعد محیط زیست انتخاب گردید. در شاخص‌های محیط زیست از نظر معیار قابلیت اجرایی هر دو شاخص پسماندهای عادی و صنعتی با وزن ۰/۵ اهمیت یکسانی را کسب نمودند، اما از نظر معیار کارایی و اثربخشی، شاخص پسماندهای صنعتی با وزن ۰/۷۵ دارای بالاترین وزن بود. در نهایت، در بین دو شاخص عنوان شده در بعد محیط زیست، «پسماندهای صنعتی» با وزن ۰/۶۸۸ رتبه نخست را به خود اختصاص داد. در مجموع، شاخص پسماندهای صنعتی نسبت به پسماندهای عادی از نظر کارایی و اثربخشی به دلیل خطرات بیشتر، تأثیرات زیست محیطی عمیق‌تر، نیاز به قوانین و مقررات خاص، و پتانسیل بازیافت بالاتر، دارای اهمیت بالاتری می‌باشد. بنابراین، برقراری یک مدیریت مؤثر بر روی این نوع پسماندها به عنوان یک اولویت در صنایع مس و سایر صنایع مهم شناخته می‌شود.

در مطالعه عباسی‌نیا و همکاران که با هدف توسعه یک مدل ارزیابی خطر خطاهای انسانی در شرایط اضطراری با اولویت بالا صورت گرفت، از ترکیبی از روش‌های AHP-Fuzzy، Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) و CRE استفاده گردید (۲۱).

جدول ۵. وزن نسبی هر یک از شاخص‌های محیط زیستی نسبت به هر یک از معیارها

شاخص ایمنی مورد ارزیابی	نماد	وزن گزینه‌ها بر اساس معیارها			
		معیار اول (قابلیت اجرایی) (وزن نسبی معیار: ۰/۲۵)	رتبه	معیار دوم (کارایی و اثربخشی) (وزن نسبی معیار: ۰/۷۵)	رتبه
پسماندهای عادی	E1	۰/۵۰	۱	۰/۲۵	۲
پسماندهای صنعتی	E2	۰/۵۰	۱	۰/۷۵	۱

https://hsr.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

شمایی و همکاران تحقیقی را با هدف ارایه الگوی سنجش شاخص‌های عملکرد واحد HSE در صنایع ذوب انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بالاترین اهمیت در این سیستم مربوط به برنامه کنترل بیماری‌ها با ۰/۰۵۷ در حوزه بهداشت و کنترل خطرات حریق با ۰/۰۶۲ در حوزه ایمنی و کنترل آلودگی هوا با ضریب ۰/۰۵۴ در حوزه محیط زیست می‌باشد. همچنین، نتایج پژوهش آنان نشان داد که بیشترین علت کاهش عملکرد مربوط به شاخص‌های بهداشتی و محیط زیست بوده است (۱۵) که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی نداشت. علت این عدم همخوانی احتمالاً به دلیل انتخاب نوع گزینه‌های مورد بررسی و صنعت مورد مطالعه می‌باشد. در تحقیق امیدواری و لشگری، مهم‌ترین شاخص در خصوص عملکرد ایمنی، آموزش و ممیزی ایمنی بیان شد (۲۲). امیرحیدری و همکاران در پژوهش خود مهم‌ترین عامل در ارزیابی عملکرد HSE را سیستم‌های مدیریت ذکر کردند (۲۳) که با یافته‌های مطالعه حاضر از بعد ایمنی تا حدودی هم‌راستا بود. در تحقیق عباسپور و همکاران به تأثیر شاخص‌های محیط زیست در عملکرد سازمان‌ها اشاره گردید؛ به طوری که آلودگی هوا و آب را به عنوان دو شاخص مهم در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها با رویکرد HSE گزارش کردند (۲۴).

پژوهش رشیدی و همکاران با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکردی آموزش بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی مبتنی بر روش‌های MCDM صورت گرفت که در آن بیشترین وزن مربوط به معیار مشخص بودن با وزن ۰/۳۴۶ بود. همچنین، بیشترین اهمیت نسبی شاخص‌ها مربوط به نحوه برگزاری دوره‌ها به صورت کارگاهی با ۰/۵۱۶، نحوه برگزاری دوره‌ها به صورت الکترونیکی با ۰/۵۰۸ و میزان مشارکت افراد در آموزش‌ها با ۰/۵۰۵ بود. همچنین، نتایج مطالعه آنان نشان داد که به کارگیری شاخص‌های منتخب با نظر به حساسیت و نقش بسزای آموزش در بهبود سیستم‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، از ضروریات به کارگیری این شاخص‌ها در کنار دیگر شاخص‌های این سیستم است (۱۴) و با یافته‌های بررسی حاضر مغایرت داشت. علت این عدم همخوانی احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع معیارها و گزینه‌های انتخابی می‌باشد. یاراحمدی و همکاران در تحقیق خود با هدف اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی و بهداشت در صنعت ساخت و ساز در دو گروه ساختمان‌های بزرگ و کوچک با استفاده از روش TOPSIS فازی به این نتیجه رسیدند که اولویت شاخص‌های ایمنی و بهداشت در هر گروه از ساختمان‌های کوچک و بزرگ، بیان‌کننده محدوده مختلفی از اولویت شاخص‌های ۲۸گانه می‌باشد و در نهایت، بیان کردند که اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی و بهداشت مبتنی بر روش TOPSIS فازی با کمک معیارهای Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Timely (SMART)، می‌تواند یک روش کاربردی در رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای به شمار رود (۲۵).

یکی از نقاط قوت پژوهش حاضر این بود که تاکنون مطالعه‌ای تحت این عنوان در مجتمع مس صورت نگرفته بود. تحقیق حاضر با شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی که بیشترین تأثیر را بر ایمنی و بهداشت کارکنان و همچنین، حفاظت از محیط زیست دارند، می‌تواند منجر به مدیریت بهتر خطرات و تخصیص منابع به شکل کارامدتری شود.

محدودیت در دسترسی کامل به اطلاعات و عدم همکاری و هماهنگی بین بخش‌ها، از محدودیت‌های پژوهش بود و استفاده از فن‌آوری‌های نوین در مدیریت و ارزیابی شاخص‌های عملکرد HSE را می‌توان به عنوان پیشنهادهایی جهت مطالعات آینده ذکر کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در محیط‌های صنعتی خطرناک مانند مجتمع‌های مس، اثربخشی و کارایی بالاترین اهمیت را در اجرای اقدامات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی دارد. این معیار نشان دهنده توانایی سیستم‌ها در پیشگیری از حوادث و ارتقای ایمنی و بهداشت می‌باشد. در اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی، تمرکز بر «آموزش‌های ایمنی و انجام مانورهای ایمنی» برای افزایش آمادگی کارکنان و کاهش حوادث از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین، شاخص‌های بهداشتی مانند «درصد پوشش معاینات دوره‌ای»، نقش مهمی در شناسایی زودهنگام مشکلات بهداشتی و بهبود شرایط کار ایفا می‌کند. برای شاخص‌های محیط زیست، مدیریت مؤثر «پسماندهای صنعتی» به دلیل اثرات زیست محیطی بیشتر و نیاز به مقررات خاص، از اهمیت بالاتری برخوردار است. به طور کلی، پژوهش حاضر بر اهمیت اقدامات پیشگیرانه و آماده‌سازی به منظور کاهش خطرات و بهبود کارایی و اثربخشی در محیط‌های صنعتی تأکید داشت.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۴۰۳۰۰۰۴۵۵، مصوب دانشگاه علوم پزشکی کرمان می‌باشد که تحت حمایت مالی کمیته تحقیقات این دانشگاه انجام شد. بدین وسیله از کارکنان محترم HSE مجتمع مس سرچشمه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Mohammadfam I, Kiyanfar A, Taheri F. Representation of a method for identification of the best safe contractors by Fuzzy Input Efficiency Profiling and AHP. Iran Occupational Health. 2011; 8(1): 6-12.
2. SH K. the effective indices on safety, health and environment performance. Journal of Management Studies and Accounting. 2018;4(1): 71-85.
3. Nassiri P, Zare S, Monazzam MR, Pourbakht A, Azam K, Golmohammadi T. Evaluation of the effects of various sound pressure levels on the level of serum aldosterone concentration in rats. Noise and Health. 2017; 19(89): 200-6.
4. Esmaeili R, et al., Predicting and classifyng hearing loss in sailors working on speed vessels using neural networks: a field study. La Medicina del Lavoro, 2022. 113(3)..

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]

5. Zare S, Ghotbiravandi MR, Elahishirvan H, Ahsaeed MG, Rostami M, Esmaeili R. Modeling and predicting the changes in hearing loss of workers with the use of a neural network data mining algorithm: A field study. Archives of Acoustics. 2020; 45(2).
6. Nassiri P, Zare S, Monazzam MR, Pourbakht A, Azam K, Golmohammadi T. Modeling signal-to-noise ratio of otoacoustic emissions in workers exposed to different industrial noise levels. Noise and Health. 2016; 18(85): 391-8.
7. Hassanvand D, Shirvan HE, Ghotbi-Ravandi MR, Beytollahi M. Prioritizing the noise control methods by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method in an Iranian tire factory. Work. 2021 (Preprint): 1-10.
8. Budak A. Studies on the taxonomy and distribution of Lacerta laevis, L. anatolica and L. danfordi in Anatolia. Scientific Reports of the Faculty of Science, Ege University. 1976 (214): 59.
9. Eshaqi M GR, Riahi Khorram M. Prioritizing of Noise Control Methods in the Hamadan Glass Company by the Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Health and Safety at Work. 2012; 2(1):75-84.
10. Ghotbi-Ravandi M-R, Hassanvand D, Zare S, Beytollahi M. Weighing and prioritizing noise control methods using the delphi technique and the technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) in an Iranian tire manufacturing factory. Sound Vib. 2020; 54: 201-13.
11. Adel AFH. Fuzzy management science, Center of Management Studies and Productivity,. Iran-Tehran: Negahe Danesh Publications; 2007.
12. Wollmann D, Steiner MTA, Vieira GE, Steiner PA. Details of the analytic hierarchy process technique for the evaluation of health insurance companies .Production. 2014;24(3):583-93.
13. Meixner O, editor Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, Pittsburgh, PA, USA; 2009.
14. Rshidi S, Yarahmadi R, Shobeiri SM, Mansourian M. Ranking Key Performance Indicators of Health, Safety, Environment, and Energy Education Using Multi-criteria Decision-making Techniques. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2019; 6(1): 26-34.
15. Shamaie A, Omidvari M, Hosseinzadeh Lotfi F. Presenting of pattern of HSE unit performance assessment in the steel industries. Iran Occupational Health. 2017; 14(3): 71-83
16. Hemmatjo R, Hajaghazadeh M, Allahyari T, Zare S, Kazemi R. The effects of live-fire drills on visual and auditory cognitive performance among firefighters. Annals of global health. 2020; 86(1): 144.
17. Safary VA, Ahmadi S, Zare S, Zaroushani V, Ghorbanideh M. Water pump noise control using designed acoustic curtains in a residential building of Qazvin city.
18. Meixner O, editor Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, Pittsburgh, PA, USA; 2009.
19. Yousefi A. The reliability and quantitative decision making techniques. Proceeding of First Risk Management International Conference, institute of productivity and human resource studies; Tehran, Iran. 18-19 December 2007.
20. Saaty TL, Vargas LG. The seven pillars of the analytic hierarchy process. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process: Springer; 2001. p. 27-46.
21. Abbasinia M, Kalatpour O, Motamedzade M, Soltanian AR, Mohammadfam I, Ganjipour M. Development of a human error risk assessment model in high priority emergency situation using TOPSIS, FUZZY-AHP and CREAM method. Journal of Health and Safety at Work. 2022; 12(2): 339-51.
22. Omidvari M, Lashgary Z. Presenting a model for safety program performance assessment using grey system theory. Grey Systems: Theory and Application. 2014.
23. Amir-Heidari P, Maknoon R, Taheri B, Bazyari M. A new framework for HSE performance measurement and monitoring. Safety science. 2017; 100: 157-67.
24. Abbaspour M, Hosseinzadeh Lotfi F, Karbassi A, Roayaei E, Nikoomaram H. Development of a model to assess environmental performance, concerning HSE-MS principles. Environmental monitoring and assessment. 2010; 165(1): 517-28.
25. Yarahmadi R, Shakouhi F, Taheri F, Moridi P. Prioritizing occupational safety and health indexes based on the multi criteria decision making in construction industries. Iran Occupational Health. 2016;12(6):39-47.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.48305/jhsr.v22i1.1654]