Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 6, Issue 4, Winter 2020, Pages: 50-58

Original Article

doi: 10.52547/johe.6.4.50

# A Framework to Evaluate Health, Safety, and Environmental Performance using Resilience Engineering Approach: A Case Study of Automobile Industry

**Saeid Maddah[1], Gholamreza Nabi Bidehendi[2,*], Ata Allah Taleizadeh[3], Hasan Hoveidi[4]**

[1] *Ph.D. Candidate, Department of Environmental Planning and Management, Faculty of Environment, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran*
[2] *Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Engineering Campus, University of Tehran, Tehran, Iran*
[3] *Associate Professor, Department of Soci-Economic Systems Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Engineering Campus, University of Tehran, Tehran, Iran*
[4] *Assistant Professor, Department of Environmental Planning and Management, Faculty of Environment, Engineering Campus, University of Tehran, Tehran, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Gholamreza Nabi Bidehendi, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Engineering Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: ghhendi@ut.ac.ir*

**Received:** 22/10/2019
**Accepted:** 14/12/2019

**How to Cite this Article:**
Maddah S, Nabi Bidehendi G, Taleizadeh AA, Hoveidi H. A Framework to Evaluate Health, Safety, and Environmental Performance using Resilience Engineering Approach: A Case Study of Automobile Industry. *J Occup Hyg Eng*. 2020; 6(4): 50-58. DOI: 10.52547/johe.6.4.50

## Abstract

**Background and Objective:** Supplier selection plays a significant role in sustainable supply chain management. Current studies have mainly concentrated on economic factors for the selection and evaluation of suppliers, and few emphases have been focused on the triple factors of sustainability, including economic, environmental, and social elements. The improvement of Health, Safety, and Environmental (HSE) performance levels promotes the sustainability of the companies in terms of social and environmental responsibility. Therefore, this study aimed to present a framework to evaluate the HSE performance of suppliers; moreover, it was attempted to rank the performances based on the proposed framework.

**Materials and Methods:** The HSE performance evaluation criteria were determined after reviewing the literature and obtaining expert opinions. Subsequently, Multi-Criteria Decision Making techniques were utilized simultaneously to rank the suppliers. In addition, the resilience engineering approach was employed to determine the HSE performance criteria and indicators. This approach is a novel method, compared to traditional safety management techniques. In total, four Iranian auto parts manufacturers (grade A) were selected as the suppliers and evaluated in this study.

**Results:** Out of the determined criteria and among the final indicators, "management commitment" and "allocating sufficient budget to the HSE measures" achieved the highest ranks, respectively. Furthermore, the prominent supplier was selected based on these criteria.

**Conclusion:** This study utilized the opinions of decision-makers and managers regarding determining and ranking the HSE criteria. Therefore, the proposed model in this study can be practically applied to evaluate the suppliers. Doing this, the supplier companies can be encouraged to improve the occupational health and safety of their employees and implement environmental-friendly strategies in production policies.

**Keywords:** Evaluation Indicators; Health, Safety, and Environmental (HSE) Performance; Multi-Criteria Decision Making Techniques (MCDM); Resilience Engineering; Suppliers Ranking; Sustainable Supply Chain Management

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

**Copyright** © 2020 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

مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای دوره ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۵۰ تا ۵۸

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.6.4.50

# ارائه چهارچوبی برای ارزیابی عملکرد سلامت، ایمنی و محیط زیست با رویکرد مهندسی تاب‌آوری (مطالعه موردی: صنعت خودروسازی)

سعید مداح [۱]، غلامرضا نبی بیدهندی [۲،*]، عطاالله طالعی‌زاده [۳]، حسن هویدی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس البرز دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۲] استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳] دانشیار، گروه مهندسی سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۴] استادیار، گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** غلامرضا نبی بیدهندی، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

ایمیل: ghhendi@ut.ac.ir

**تاریخ دریافت مقاله:** ۱۳۹۸/۰۷/۳۰

**تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۸/۰۹/۲۳

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

## چکیده

**سابقه و هدف:** انتخاب تأمین‌کنندگان نقش مهمی را در مدیریت زنجیره تأمین پایدار ایفا می‌کند. در مطالعات انجام‌شده در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان، تمرکز اصلی بر شاخص‌های اقتصادی بوده و کمتر به عوامل سه‌گانه اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی (به‌عنوان عوامل پایداری) توجه شده است. بهبود سطح عملکرد در زمینه سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE: Health and Safety Executive) موجب ارتقای پایداری شرکت‌ها در دو بعد اجتماعی (مسئولیت‌پذیری اجتماعی) و زیست‌محیطی می‌شود. در این راستا، در پژوهش حاضر چهارچوبی برای ارزیابی عملکرد HSE تأمین‌کنندگان ارائه شد و رتبه‌بندی آن‌ها بر این اساس صورت گرفت.

**مواد و روش‌ها:** پس از مرور ادبیات و نظرخواهی از متخصصان، شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE تعیین گردید. سپس با استفاده همزمان از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام شد. در تعیین شاخص‌های عملکرد HSE از رویکرد مهندسی تاب‌آوری استفاده گردید که نسبت به شیوه‌های سنتی مدیریت ایمنی، رویکردی جدید محسوب می‌شود. در این مطالعه چهار شرکت قطعه‌ساز درجه A صنعت خودرو به‌عنوان تأمین‌کنندگان منتخب مورد ارزیابی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** در میان معیارهای تعیین‌شده، "تعهد مدیریت" و در میان شاخص‌های نهایی، "تخصیص بودجه کافی برای اقدامات HSE" بالاترین میزان وزن‌دهی را به خود اختصاص دادند و تأمین‌کننده برتر بر این اساس انتخاب گردید.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نظرات مدیران تصمیم‌گیر در زمینه تعیین و وزن‌دهی شاخص‌ها، مدل ارائه‌شده در این پژوهش قابلیت استفاده در سیستم ارزیابی کلی تأمین‌کنندگان را دارد. این امر می‌تواند منجر به ترغیب شرکت‌های تأمین‌کننده جهت ارتقای سطح ایمنی و سلامت کارکنان خود و به‌کارگیری استراتژی‌های زیست‌محیطی در سیاست‌های تولید شود.

**واژگان کلیدی:** ایمنی و محیط زیست؛ رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان؛ روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره؛ زنجیره تأمین پایدار؛ شاخص‌های ارزیابی عملکرد سلامت؛ مهندسی تاب‌آوری

## مقدمه

صنعت خودرو در ایران به‌عنوان صنعتی قدیمی و مهم که سهم زیادی از تولید ناخالص ملی کشور را به خود اختصاص داده است، در تمام بخش‌های چرخه حیات خود (بهره‌برداری از منابع طبیعی، ساخت، تولید، مصرف و پس از مصرف) در تعامل مستقیم و غیرمستقیم با محیط زیست قرار دارد؛ از این رو لازم است مدیران زنجیره تأمین این صنعت در تصمیمات خود علاوه بر هزینه‌های جاری، ابعاد زیست‌محیطی و هزینه‌های اجتماعی تصمیمات خود را در نظر بگیرند [۱]. در این راستا، مفاهیم

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

"مدیریت زنجیره تأمین سبز" و "مدیریت زنجیره تأمین پایدار" مطرح بوده و به سرعت درحال توسعه و رشد می‌باشند [۲]. در مفهوم پایداری، سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی در کنار یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرند. با وجود مطالعات متعدد انجام‌شده در زمینه جنبه‌های زیست‌محیطی در کنار مسائل اقتصادی، بعد اجتماعی کمتر مورد توجه قرار گرفته است [۳]. یکی از معیارهای اساسی در مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها، توجه به مسائل ایمنی و سلامت کارکنان می‌باشد که در سال‌های اخیر در سازمان‌های مختلف در کنار مسائل زیست‌محیطی و به‌صورت مدیریت یکپارچه سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE) به آن رسیدگی می‌شود. با توجه به اهمیت مفاهیم زنجیره تأمین سبز و پایدار که پیش از این ذکر گردید، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان برتر از نظر شاخص‌های زیست‌محیطی، ایمنی و سلامت کارکنان بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این راستا، با تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE و لحاظ‌نمودن آن در ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده می‌توان گام مهمی را در پایداری زنجیره تأمین برداشت. از سوی دیگر، رعایت اصول HSE منجر به ارتقای سلامت و رضایت نیروی کار، تداوم تولید و خدمات، پیشگیری از هزینه‌های اضافی، کاهش اضافات و در نهایت توسعه پایدار می‌شود که این امر مورد علاقه مدیران، تصمیم‌گیران و تولیدکنندگان می‌باشد [۴]. کیفیت این سیستم مدیریت در مطالعات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است؛ به‌عنوان مثال، محمودی و همکاران در پژوهشی روش‌ها و الگوهای ارزیابی عملکرد HSE را مورد بررسی قرار دادند و مدل جدیدی را ارائه نمودند که در میان سه پیمانکار اصلی گروه مپنا (مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران) آزمایش شده و مورد تأیید قرار گرفته است [۵].

در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت صنعت خودرو در ایران، شرکت ساپکو به‌عنوان متولی مدیریت زنجیره تأمین ایران خودرو (مسئول ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان برتر برای عقد قراردادهای تأمین) و چهار شرکت تأمین‌کننده دارای رتبه A قطعات به‌عنوان مورد مطالعاتی انتخاب شدند. تأمین‌کنندگان صنعت خودرو در سطح شرکت‌های کوچک و متوسط دسته‌بندی می‌شوند که معمولاً در سراسر دنیا، نرخ آمار حوادث در آن‌ها نسبت به صنایع بزرگ، بیشتر بوده و وضعیت عملکرد ایمنی و بهداشت شغلی در آن‌ها ضعیف‌تر می‌باشد [۶]. نرخ حوادث مرگبار در این شرکت‌ها هشت برابر شرکت‌های بزرگ بوده [۲] و نرخ حوادث غیرمرگبار در آن‌ها بیش از ۵۰ درصد بالاتر از این شرکت‌ها گزارش شده است [۷]. این آمار اهمیت ارزیابی و ارتقای سطح عملکرد ایمنی و سلامت محیط کار را در این صنایع روشن می‌سازد. در پژوهش حاضر از رویکرد مهندسی تاب‌آوری برای تعیین شاخص‌های عملکرد ایمنی و سلامت محیط کار استفاده گردید. از منظر سنتی، ایمنی به معنای عدم بروز رویداد و حادثه تعریف می‌شود؛ درحالی که از دید مهندسی تاب‌آوری، ایمنی به‌عنوان ظرفیت یک شرکت برای موفقیت در شرایط (طیفی از اختلالات فرایند) و پیامدهای مختلف مطرح می‌باشد [۸]. امروزه از مهندسی تاب‌آوری به‌عنوان شیوه‌ای جدید از تفکر ایمنی و روشی خلاقانه در مدیریت ایمنی یاد می‌شود [۹]. رویکرد مهندسی تاب‌آوری در مقوله ایمنی با عنوان "ایمنی ۲" مطرح بوده و مدیریت سنتی ایمنی (با عنوان ایمنی ۱) که شامل: اعمال محدودیت‌ها و کنترل در قالب استانداردها، قوانین و روش‌های ایمنی است را به چالش می‌کشد [۱۰].

معیارهای متنوعی در انتخاب تأمین‌کنندگان برتر از منظر عملکرد HSE دخالت دارند که انتخاب یکی از آن‌ها می‌تواند اهمیت معیارهای دیگر را از بین ببرد؛ از این رو مشکل انتخاب تأمین‌کننده در زمره مشکلات تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM: Multiple Criteria Decision Making) قرار می‌گیرد. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مطالعات متعددی به‌عنوان راه حل مؤثر و عملی برای مشکل انتخاب تأمین‌کننده به کار رفته‌اند و عمدتاً شامل: روش‌های ساده مانند روش جمع وزنی (WSM: Weighted Sum Method) و یا روش‌های پیچیده‌تر مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP: Analytic Hierarchical Process)، تحلیل همپوشانی داده (DEA:_Data Envelopment Analysis)، فرایند تحلیل شبکه (ANP: Atrial Natriuretic Peptide)، روش حذف و انتخاب سازگار با واقعیت (ELECTRE: ELimination and Choice Expressing REality) و غیره می‌باشند [۱۱]. شمار معدودی از این روش‌ها در راستای ارزیابی معیارهای HSE مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ به‌عنوان نمونه، شماعی و همکاران (۲۰۱۷) با بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تعیین شاخص‌های اثرگذار بر سلامت، ایمنی و محیط زیست در محیط فازی، مدلی را برای ارزیابی عملکرد واحد سلامت، ایمنی و محیط زیست در صنایع فولاد ارائه نمودند [۱۲]. در پژوهشی دیگر، رشیدی و همکاران شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد سازمان در زمینه آموزش HSE را شناسایی کرده و با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) فازی، آن‌ها را وزن‌دهی و رتبه‌بندی نمودند [۱۳]. همچنین یاراحمدی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از دو روش فوق، عملکرد HSE پیمانکاران را در "مجتمع بندری امام خمینی" مورد ارزیابی قرار دادند و آن را بر این اساس رتبه‌بندی نمودند [۱۴].

بر مبنای بررسی‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران می‌توان گفت که مطالعات کمی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین خودروسازی و انتخاب معیارهای مناسب برای ارزیابی و ارتقای عملکرد HSE شرکت‌های تأمین‌کننده قطعات صورت گرفته است؛ از این رو در پژوهش حاضر چهارچوبی

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان برتر شرکت "ایران خودرو" از منظر تاب‌آوری و رعایت اصول سلامت، ایمنی و محیط زیست با بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تدوین گردید.

## مواد و روش‌ها

در مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر با مرور ادبیات و کسب نظرات متخصصان از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه، معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE جمع‌بندی شد و در ادامه با تلفیق دو روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین- بدترین (BWM: Best-Worst Multi-Criteria) و VIKOR ( Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje)، وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها و در نهایت رتبه‌بندی شرکت‌ها صورت گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل: مدیران تصمیم‌گیر در شرکت ساپکو، اساتید دانشگاهی و متخصصان HSE بود. تمامی مصاحبه‌ها و ممیزی‌ها در شرکت ساپکو و چهار شرکت تأمین‌کننده برتر صنعت خودرو انجام شد. مراحل انجام پژوهش به شرح زیر بود.

### *انتخاب جامعه خبرگان*

در این مطالعه جامعه خبرگان برای تعیین شاخص‌ها و وزن‌دهی آن‌ها در سه گروه جای گرفتند. گروه اول شامل پنج نفر از اساتید دانشگاهی متخصص در زمینه HSE و مدیریت بحران و گروه دوم متشکل از پنج مدیر تصمیم‌گیرنده و باتجربه در زمینه مدیریت زنجیره تأمین شرکت ساپکو بود. گروه سوم نیز از کنار هم قرارگرفتن پنج مسئول HSE شرکت‌های تأمین‌کننده قطعات در صنعت خودروسازی تشکیل شد.

### *تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE با رویکرد تاب‌آوری*

ابتدا با مرور ادبیات در زمینه ارزیابی عملکرد HSE و تاب‌آوری سازمان‌ها، ۶۰ شاخص انتخاب و دسته‌بندی گردید. پس از دریافت نظرات خبرگان از طریق تکمیل پرسشنامه، مصاحبه‌های حضوری و جلسات گروهی، در نهایت هفت معیار و ۲۶ زیرمعیار (شاخص) انتخاب شد.

### *وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها با استفاده از روش بهترین- بدترین (BWM)*

وزن‌دهی شاخص‌ها برای مشخص‌شدن میزان اهمیت آن‌ها در انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش BWM و تکمیل پرسشنامه‌ای مبتنی بر این روش صورت گرفت. BWM یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چند معیاره است که توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه گردید. در این روش، بهترین و بدترین شاخص‌ها و معیارها توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هرکدام از این دو شاخص که بهترین و بدترین هستند با دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. در مرحله بعد، مسأله تبدیل به یک برنامه‌ریزی خطی می‌شود. در این مرحله نرخ سازگاری داده‌ها با هدف بررسی اعتبار و اطمینان با استفاده از همین روش محاسبه می‌شود که مراحل انجام آن به شرح زیر می‌باشد [۱۵].

گام اول: تعیین بهترین (مهم‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیار و شاخص از میان مجموعه معیارها و شاخص‌ها توسط تیم تصمیم‌گیر

گام دوم: تعیین اولویت بهترین معیار و شاخص نسبت به دیگر معیارها و شاخص‌ها با استفاده از اعداد ۹-۱

بردار اولویت بهترین معیار و شاخص نسبت به دیگر معیارها و شاخص‌ها به‌صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود. در این بردار، $a_{Bj}$ نشان‌دهنده اولویت بهترین معیار و شاخص $(B)$ نسبت به معیار و شاخص $(j)$ می‌باشد؛ از این رو $a_{BB}$=۱ است.

گام سوم: تعیین میزان اولویت تمامی معیارها و شاخص‌ها در زمینه بدترین معیار و شاخص با استفاده از اعداد ۹-۱

بردار اولویت معیارها و شاخص‌ها در زمینه بدترین معیار و شاخص به‌صورت $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})$ نمایش داده می‌شود که در آن $a_{jW}$ نشان‌دهنده اولویت شاخص $(J)$ نسبت به بدترین شاخص $(W)$ می‌باشد؛ بنابراین $a_{WW}$=۱ است.

گام چهارم: مقدار بهینه وزن‌ها با استفاده از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{W_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_W} - a_{jw} \right| \right\}$$

رابطه ۱

$$\sum_j W_j = 1 \quad W_j \geq 0 \quad \text{s.t.}$$

رابطه ۲

اطلاعات مربوط به گام‌های اول تا سوم با استفاده از پرسشنامه از تیم خبرگان دریافت گردید. بدین‌منظور، هشت پرسشنامه (یکی برای وزن‌دهی معیارها و هفت مورد برای شاخص‌های (زیرمعیارها) هر معیار) طراحی شد و توسط متخصصان تکمیل گردید. ضریب ناسازگاری نیز با استفاده از همین روش برای هر پرسشنامه مورد محاسبه قرار گرفت.

### *استفاده از روش ویکور (Vikor) برای رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده*

پس از به‌دست‌آوردن وزن معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد، چهار شرکت برتر تأمین‌کننده قطعات انتخاب شدند و با انجام بازدید، مصاحبه حضوری و ممیزی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در مرحله بعد، نتایج ارزیابی در مدل تصمیم‌گیری ویکور

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

قرار گرفت و شرکت‌های مورد نظر رتبه‌بندی شدند. روش ویکور شامل حروف اختصاری عبارت صربی " Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje" به معنای بهینه‌سازی چند معیاره و راه‌حل توافقی توسط Opricovic در سال ۱۹۸۴ ارائه گردید و در سال ۲۰۰۴ توسط Opricovic و Tzeng برای بهینه‌سازی چند معیاره سیستم‌های پیچیده توسعه یافت [۱۶]. این روش از طریق ارزیابی گزینه‌ها براساس معیارها، گزینه‌ها را اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی می‌کند [۱۷].

به‌منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش، مراحل زیر انجام شد [۱۶].

### *الف. تشکیل ماتریس تصمیم*

ماتریس تصمیم‌گیری، یک ماتریس برای ارزیابی n گزینه براساس m شاخص است که در آن Xij عملکرد گزینه i در رابطه با معیار j می‌باشد.

$$X=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

رابطه ۳

### *ب. تشکیل ماتریس تصمیم نرمال*

نرمال‌سازی در روش VIKOR به‌صورت خطی انجام می‌شود.

### *ج. تعیین نقطه ایده‌آل مثبت و منفی*

در این مرحله، بهترین و بدترین هر معیار را از میان تمام گزینه‌ها تعیین کرده و به‌ترتیب "f+" و "f–" می‌نامیم. اگر معیار از نوع سودمندی باشد، رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$f^{-}=\text{Min } f_{ij} \quad \text{و} \quad f^{+}=\text{Max } f_{ij}$$

رابطه ۴

### *د. محاسبه مقدار سودمندی یا حداکثر مطلوبیت (S) و مقدار تأسف (R) با استفاده از روابط ۵ و ۶*

$$S_i=\sum_{i-1}^{n} Wi\,\frac{f_j^{+}-f_{ij}}{f_j^{+}-f_j^{-}}$$

رابطه ۵

$$R_i=Max\left\{Wi\,\frac{f_j^{+}-f_{ij}}{f_j^{+}-f_j^{-}}\right\}$$

رابطه ۶

### *ه. محاسبه شاخص ویکور (Q) با استفاده از رابطه ۷*

$$Q_i=v\left[\frac{S_i-S^{-}}{S^{+}-S^{-}}\right]+(1-v)$$

رابطه ۷

که در این رابطه:

$$S^{-}=Min\ S_i$$
$$S^{+}=Max\ S_i$$
$$R^{-}=Min\ R_i$$
$$R^{+}=Max\ R_i$$

## یافته‌ها

با مرور ادبیات در زمینه شاخص‌های تاب‌آوری و ارزیابی عملکرد HSE، لیستی از شاخص‌ها تعیین شد و با تکمیل پرسشنامه توسط متخصصان، میزان ارتباط شاخص‌ها با اهداف پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از تحلیل پرسشنامه‌های تکمیل‌شده و انجام مصاحبه‌ها، در نهایت هفت معیار و ۲۶ زیرمعیار (شاخص) بیشترین امتیاز را کسب نموده و نهایی شدند. سپس از طریق تکمیل پرسشنامه‌های طراحی شده براساس روش BWM توسط تیم تصمیم‌گیر، درجه اهمیت معیارها و شاخص‌های منتخب مشخص گردید و در نهایت وزن آن‌ها محاسبه شد. درجه اهمیت معیارها مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل مدل فوق به‌ترتیب عبارت بود از: تعهد مدیریت>آگاهی>پاسخگویی>یادگیری>پیش‌بینی>پایش>انعطاف‌پذیری. میزان اهمیت و وزن شاخص‌های هر معیار نیز با استفاده از مدل فوق محاسبه گردید. دسته‌بندی معیارها و شاخص‌ها به همراه وزن به‌دست‌آمده برای هریک در جدول ۱ قابل‌مشاهده می‌باشد. در این مطالعه با درنظرگرفتن وزن معیارها و شاخص‌های هر معیار، وزن نهایی هر شاخص معین شد و رتبه‌بندی گردید. این اوزان به همراه ضرایب سازگاری محاسبه‌شده در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

پس از این مرحله، چهار شرکت تأمین‌کننده منتخب مورد ارزیابی قرار گرفتند و شاخص‌های بیست و شش گانه در مورد هر شرکت بر مبنای طیف لیکرت هفت‌گانه بین "۱= بسیار پایین" تا "۷= بسیار بالا" نمره‌دهی شدند. نتایج ارزیابی شرکت‌ها در مدل ارائه‌شده در روش ویکور قرار گرفت و با لحاظ‌نمودن وزن شاخص‌ها، نتیجه رتبه‌بندی به‌صورت جدول ۳ ارائه گردید.

با توجه به اینکه شرکت‌های مورد مطالعه، همکاری و مجوز انجام ممیزی خود را مشروط به عدم فاش‌نمودن نام خود می‌دانستند، در این مطالعه نتایج ارزیابی‌ها با عناوین تأمین‌کننده ۱، ۲، ۳ و ۴ آورده می‌شود.

## بحث

با توجه به رویکرد مهندسی تاب‌آوری که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت، شاخص‌های ارزیابی عملکرد با نگاهی کنشگر و فعالانه تعیین گردیدند. این درحالی است که در روش‌های سنتی مدیریت ایمنی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد بیشتر به‌صورت واکنش‌گر و با توجه به حوادث و رویدادهای اتفاق‌افتاده تعریف می‌شوند؛ از این رو با بهره‌گیری از این رویکرد، ضعفی که

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

**جدول ۱:** دسته‌بندی معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE با رویکرد تاب‌آوری به همراه وزن معیارها و شاخص‌های هر معیار

| ضریب سازگاری | وزن شاخص نسبت به دیگر شاخص‌های هر معیار | شماره شاخص | عنوان شاخص | ضریب سازگاری | وزن معیار | عنوان معیار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۰۴۹ | ۰/۴۳۴ | C11 | تخصیص بودجه کافی برای اقدامات HSE | | ۰/۳۵۲ | تعهد مدیریت C1 |
| | ۰/۲۴۲ | C12 | استقرار سیستم‌های مدیریت OHSAS18001/14001/45001 | | | |
| | ۰/۱۶۱ | C13 | وجود سیستم نظارت بر اجرای قوانین | | | |
| | ۰/۰۴۳ | C14 | توجه به سبزبودن محصولات و بسته‌بندی‌ها در سیاست‌های تولید | | | |
| | ۰/۱۲۱ | C15 | مدیریت مناسب مصرف انرژی | | | |
| ۰/۰۷ | ۰/۵۶۱ | C21 | آموزش کافی کارکنان و پیمانکاران در زمینه HSE | | ۰/۱۰۶ | یادگیری C2 |
| | ۰/۲۱۱ | C22 | استفاده از تجربیات موفق گذشته در کنترل ریسک‌های HSE | | | |
| | ۰/۱۵۸ | C23 | آموزش در راستای افزایش مهارت کارکنان برای اقدام در شرایط اضطراری | | | |
| | ۰/۰۷۰ | C24 | یادگیری از مانورها برای اقدام در شرایط اضطراری | | | |
| ۰/۰۶۴ | ۰/۲۸۰ | C31 | تعریف و پایش شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE به همراه تحلیل نتایج | | ۰/۰۷۰ | پایش C3 |
| | ۰/۰۸۶ | C32 | اجرای بازرسی‌های دوره‌ای برای انجام صحیح و ایمن فعالیت‌ها | | | |
| | ۰/۴۹۵ | C33 | فرهنگ مناسب گزارش‌دهی حوادث، شبه حوادث و رفتارهای ناایمن توسط کارکنان | | | |
| | ۰/۱۴۰ | C34 | پایش و نظارت بر طرح‌های واکنش در شرایط اضطراری | | | |
| ۰/۰۴۱ | ۰/۱۶۷ | C41 | آگاهی کارکنان و پیمانکاران از وظایف خود هنگام بروز حوادث و شرایط اضطراری | ۰/۰۷ | ۰/۲۱۱ | آگاهی C4 |
| | ۰/۵۴۲ | C42 | آگاهی سازمان، کارکنان و پیمانکاران از ریسک‌های HSE فعالیت‌ها و محیط‌های کاری | | | |
| | ۰/۲۹۲ | C43 | ارائه گزارشات منظم از نتایج ارزیابی و پایش لایه‌های مختلف سازمان | | | |
| ۰/۰۶ | ۰/۶۶۰ | C51 | انجام صحیح ارزیابی ریسک HSE به همراه اولویت‌بندی برای اقدامات کنترلی | | ۰/۰۸۵ | پیش‌بینی C5 |
| | ۰/۲۴۰ | C52 | وجود برنامه مدون واکنش در شرایط اضطراری همراه با مشخص‌بودن وظایف کارکنان و پیمانکاران | | | |
| | ۰/۱۰۰ | C53 | برقراربودن ارتباطات مناسب بین واحدهای مختلف و پیمانکاران برای همکاری در شرایط بحرانی | | | |
| ۰/۰۲۵ | ۰/۱۲۵ | C61 | انعطاف‌پذیربودن تجهیزات و ماشین‌آلات برای مقابله با حوادث | | ۰/۰۳۵ | انعطاف پذیری C6 |
| | ۰/۶۵۰ | C62 | وجود جایگزین برای اجزای حیاتی سیستم به‌منظور ادامه کار در شرایط اضطراری | | | |
| | ۰/۲۲۵ | C63 | توانایی افراد برای مقابله با حوادث و سوانح غیرمترقبه | | | |
| ۰/۰۷۵ | ۰/۰۵۷ | C71 | وجود افراد با مهارت‌های چندگانه جهت مقابله با حوادث ناگهانی (در شرایطی که بسیاری از افراد قادر به فعالیت نیستند) | | ۰/۱۴۱ | پاسخگویی C7 |
| | ۰/۱۴۳ | C72 | خودگردانی در واحدها (اجازه‌دادن به واحدها برای تصمیم‌گیری و اقدام در شرایط بروز مشکلات) | | | |
| | ۰/۵۱۴ | C73 | انجام اقدامات کنترلی مناسب برای ریسک‌های HSE | | | |
| | ۰/۲۸۶ | C74 | کنترل مناسب آلاینده‌های محیط زیستی (پسماند، فاضلاب و آلودگی هوا) | | | |

**جدول ۲:** رتبه‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد براساس وزن کل محاسبه‌شده برای هر شاخص

| رتبه | وزن کل | شاخص | رتبه | وزن کل | شاخص |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۴ | ۰/۰۲۲ | C22 | ۱ | ۰/۱۵۳ | C11 |
| ۱۵ | ۰/۰۲ | C31 | ۲ | ۰/۱۱۴ | C42 |
| ۱۶ | ۰/۰۲ | C52 | ۳ | ۰/۰۸۵ | C12 |
| ۱۷ | ۰/۰۲ | C72 | ۴ | ۰/۰۷۲ | C73 |
| ۱۸ | ۰/۰۱۷ | C23 | ۵ | ۰/۰۶۲ | C43 |
| ۱۹ | ۰/۰۱۵ | C14 | ۶ | ۰/۰۵۹ | C21 |
| ۲۰ | ۰/۰۱ | C34 | ۷ | ۰/۰۵۷ | C13 |

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

ادامه جدول ۲.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲۱ | ۰/۰۰۸ | C53 | ۸ | ۰/۰۵۶ | C51 |
| ۲۲ | ۰/۰۰۸ | C63 | ۹ | ۰/۰۴۳ | C15 |
| ۲۳ | ۰/۰۰۸ | C71 | ۱۰ | ۰/۰۴ | C74 |
| ۲۴ | ۰/۰۰۷ | C24 | ۱۱ | ۰/۰۳۵ | C33 |
| ۲۵ | ۰/۰۰۶ | C32 | ۱۲ | ۰/۰۳۵ | C41 |
| ۲۶ | ۰/۰۰۴ | C61 | ۱۳ | ۰/۰۲۳ | C62 |

**جدول ۳:** نتایج رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان براساس شاخص ویکور

| رتبه | نتیجه شاخص ویکور (Q) | شرکت تأمین‌کننده |
|---|---|---|
| ۱ | ۰/۰۰۰ | (S۳) تأمین‌کننده سه |
| ۲ | ۰/۴۶۴ | (S۴) تأمین‌کننده چهار |
| ۳ | ۰/۸۱۷ | (S۱) تأمین‌کننده یک |
| ۴ | ۱/۰۰۰ | (S۲) تأمین‌کننده دو |

در بسیاری از مطالعات تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE وجود دارد، در این پژوهش برطرف گردید. توجه به مهندسی تاب‌آوری باعث شده است که نه‌تنها وضعیت عملکرد ایمنی سازمان‌ها در شرایط جاری بررسی شود؛ بلکه میزان پایداری و آمادگی آن‌ها برای مواجهه با بحران‌ها و بازگشت به شرایط عادی کار پس از وقوع حوادث نیز مورد ارزیابی قرار گیرد [۱۸]. همان‌طور که در جدول ۱ مشخص می‌باشد، از میان معیارهای تعریف‌شده، معیار "تعهد مدیریت" بالاترین وزن را در انتخاب تأمین‌کننده برتر به خود اختصاص داد و به‌عنوان پراهمیت‌ترین معیار شناخته شد. تعهد مدیریت برای ایجاد و حفظ تعادل بین فشارهای تولید و ایمنی، یکی از ابزارهای سنجش تاب‌آوری یک سیستم می‌باشد. اشتیاق مدیران برای سرمایه‌گذاری در ایمنی و تخصیص منابع برای بهبود ایمنی به‌صورت پیشگیرانه و به‌موقع، یکی از فاکتورهای کلیدی در یک سازمان تاب‌آور است. البته این تعهد باید هم در سطح فردی و هم در سطح گروهی ایجاد گردد [۱۹]. تعهد مدیریت یکی از عناصر اصلی در سیستم‌های مدیریت HSE و OHSAS18001 محسوب می‌شود. از میان شاخص‌های تعریف‌شده برای تعهد مدیریت، "تخصیص بودجه برای اقدامات HSE" بالاترین وزن را کسب نمود. آموزش کارکنان، اقدامات کنترلی برای کاهش ریسک‌ها، بهسازی محیط، تهیه تجهیزات ایمنی و وسایل حفاظت فردی، کنترل آلاینده‌های محیط زیستی و غیره نمونه‌ای از سنجه‌های مورد استفاده برای نمره‌دهی به این شاخص می‌باشند. بر مبنای نتایج، معیار "آگاهی" که یکی از شاخصه‌های اصلی تاب‌آوری یک سازمان محسوب می‌شود، به‌عنوان دومین معیار از نظر درجه اهمیت تعیین شد. سازمان‌های تاب‌آور از مرزهای محیط خود آگاه هستند و می‌دانند چگونه خطرات را مدیریت کنند [۱۹]. به‌طور کلی، آگاهی برای دو وضعیت حیاتی است: نخست جهت پیش‌بینی طبیعت متغیر ریسک و دیگری برای ارزیابی تبادلات بین ایمنی و تولید. سیستم‌های تاب‌آور باید بدانند که چه چیزی را جستجو کنند و چگونه خطرات آینده را پیش‌بینی نمایند [۲۰]. سومین معیار برای ارزیابی عملکرد HSE، معیار "پاسخگویی" است که به معنای آمادگی سازمان برای پاسخگویی در مقابل ریسک‌های HSE و واکنش در شرایط بحرانی می‌باشد؛ بنابراین اصولی چون آمادگی، انعطاف‌پذیری، کار گروهی، افزونگی و خودگردانی که هریک توسط آزاده و همکاران [۲۱] به‌عنوان یک عامل جداگانه برای تاب‌آوری سازمان مطرح شده‌اند، می‌توانند جزئی از عوامل پاسخگویی در نظر گرفته شوند.

روش‌های بهترین- بدترین و ویکور که برای وزن‌دهی شاخص‌ها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در این مطالعه به کار گرفته شدند، جزئی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره هستند. در این راستا در مطالعه‌ای مروری که توسط Luan و همکاران انجام شد، مشخص گردید که روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، بیشترین کاربرد را در مطالعات انجام‌شده برای حل مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان داشته‌اند. Yucesan و همکاران نیز برای انتخاب تأمین‌کنندگان سبز از روش بهترین- بدترین استفاده نمودند. در این مطالعه نتایج حاصل از این روش با نتایج به‌دست‌آمده از روش AHP که از پرکاربردترین روش‌های MCDM است، مقایسه شد و نتایج یکسانی گزارش گردید [۲۲]. در این روش با توجه به اینکه نیاز به تعداد مقایسه‌های زوجی کمتری نسبت به سایر روش‌ها از جمله AHP وجود دارد، ضریب ناسازگاری کمتر می‌باشد؛ از این رو نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها، دقت و صحت بالاتری خواهند داشت [۲۳]. با توجه به نتایج ضریب سازگاری به‌دست‌آمده در این مطالعه، چهارچوب ارزیابی تدوین‌شده در آن می‌تواند با اطمینان بالا مورد استفاده تصمیم‌گیران قرار گیرد.

انتخاب تأمین‌کنندگانی که نمرات بالاتری را نسبت به سایرین در ارتباط با شاخص‌های فوق کسب نموده و از سطح عملکرد HSE بالاتری برخوردار هستند، به انتخاب تأمین‌کنندگان سبز و در نتیجه مدیریت زنجیره سبز و پایدار منجر خواهد شد؛ زیرا تأمین‌کنندگان در بالادست زنجیره تأمین

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

قرار دارند و می‌توانند به‌طور مؤثری شرکت‌ها را به سوی طراحی زنجیره تأمین سبز سوق دهند [۲۴].

به‌طور کلی با انجام این پژوهش، وضعیت عملکرد HSE شرکت‌های تأمین‌کننده مورد مطالعه در مقایسه با یکدیگر مشخص شد و نقاط ضعف و نیاز به بهبود در این شرکت‌ها تا حدودی تعیین گردید. اطلاعات به‌دست‌آمده از شاخص‌های عملکرد HSE در شرکت‌ها می‌تواند در فرایند تصمیم‌گیری مدیریت استراتژیک HSE و اجرای اقدامات مناسب مدیریت ریسک مورد استفاده قرار بگیرد [۲۵].

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE با رویکرد مهندسی تاب‌آوری تعریف گردید و با بهره‌گیری ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره وزن‌دهی شد و در ادامه برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان برتر قطعه‌ساز مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع از بین هفت معیار و ۲۶ شاخص تعیین‌شده، معیار تعهد مدیریت و شاخص تخصیص بودجه برای اقدامات HSE بالاترین درجه اهمیت را در انتخاب تأمین‌کننده برتر کسب نمودند. لحاظ‌نمودن شاخص‌های ارزیابی عملکرد HSE در سیستم ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان می‌تواند به ترغیب این شرکت‌ها برای تلاش بیشتر در جهت ارتقای سطح ایمنی و سلامت کارکنان خود و به‌کارگیری استراتژی‌های محیط زیستی در سیاست‌های تولید آن‌ها منجر گردد. با وجود روش‌های مختلف مورد استفاده در ارزیابی عملکرد HSE در مطالعات گذشته، همچنان نیاز به بحث‌های اساسی بیشتری که ابهامات طبقه‌بندی‌ها را مشخص نموده و امکان نمره‌دهی کمی، مستقل و با وابستگی کمتر به قضاوت های فردی را فراهم آورد، وجود دارد.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تیم مدیریت ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو و مدیریت واحد HSE این شرکت به‌ویژه جناب آقای مهندس حیدری به دلیل همکاری و حمایت‌های ارزشمند خود از پژوهشگران، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران ریاست جمهوری به دلیل حمایت مالی از این پژوهش و نیز از تمامی متخصصان و اساتید محترمی که در انجام این پژوهش با پژوهشگران همکاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

## تضاد منافع

تضاد منافعی با هیچ یک از نویسندگان و افراد دیگر وجود ندارد.

## ملاحظات اخلاقی

ملاحظه اخلاقی خاصی در این مطالعه وجود ندارد.

## سهم نویسندگان

این مقاله منتج از رساله دکترا است که نویسنده اول دانشجو و نویسندگان بعدی به‌ترتیب استاد راهنمای اول و دوم و مشاور می‌باشند.

## حمایت مالی

این پژوهش از سوی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور ایران حمایت مالی شده است.

## REFERENCES

1. Olfat L, Khatami FA, Khodaverdi R. Green supply chain management within Iranian automobile industry. *Iran J Manage Sci*. 2012;**6**(21):123-40. [Persian]
2. Deshmukh S, Sunnapwar V. Fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for green supplier selection in Indian Industries. Proceedings of international conference on intelligent manufacturing and automation, Singapore; 2019. P. 679-87. DOI: 10.1007/978-981-13-2490-1_63
3. Büyüközkan G, Çifçi G. A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Comput Ind*. 2011;**62**(2):164-74. DOI: 10.1016/j.compind.2010.10.009
4. Yousefi S, Alizadeh A, Hayati J, Baghery M. HSE risk prioritization using robust DEA-FMEA approach with undesirable outputs: a study of automotive parts industry in Iran. *Saf Sci*. 2018;**102**:144-58. DOI: 10.1016/j.ssci.2017.10.015
5. Mahmoudi S, Nassiri P, Mohammadfam I. Representation a framwork for contractors selection via of health, safety and environment. *J Occup Hyg Eng*. 2016;**3**(3):9-15. DOI: 10.21859/johe-03036
6. Champoux D, Brun JP. Occupational health and safety management in small size enterprises: an overview of the situation and avenues for intervention and research. *Saf Sci*. 2003;**41**(4):301-18. DOI: 0.1016/S0925-7535(02)00043-7
7. Fabiano B, Currò F, Pastorino R. A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry. *Saf Sci*. 2004;**42**(7):587-600. DOI: 10.1016/j.ssci.2003.09.003
8. Ponomarov SY, Holcomb MC. Understanding the concept of supply chain resilience. *Int J Logist Manag*. 2009;**20**(1):124-43. DOI: 10.1108/09574090910954873
9. Shirali GA, Shekari M, Angali KA. Quantitative assessment of resilience safety culture using principal components analysis and numerical taxonomy: a case study in a petrochemical plant. *J Loss Prev Proc Ind*. 2016;**40**:277-84. DOI: 10.1016/j.jlp.2016.01.007
10. Bellamy LJ, Chambon M, van Guldener V. Getting resilience into safety programs using simple tools-a research background and practical implementation. *Reliabil Eng Syst Saf*. 2018;**172**:171-84. DOI: 10.1016/j.ress.2017.12.005
11. Agarwal P, Sahai M, Mishra V, Bag M, Singh V. A review of multi-criteria decision making techniques for supplier evaluation and selection. *Int J Ind Eng Comp*. 2011;**2**(4):801-10. DOI: 10.5267/j.ijiec.2010.06.004
12. Shamaii A, Omidvari M, Lotfi FH. Health, safety and environmental unit performance assessment model under uncertainty (case study: steel industry). *Environ Monit Assess*. 2017;**189**(1):42. DOI: 10.1007/s10661-016-5726-0
13. Rshidi S, Yarahmadi R, Shobeiri SM, Mansourian M. Identification and ranking of key indicators of health, safety, environment and energy education performance based on multi criteria decision making (MCDM). *J Occup Hyg Eng*. 2019;**6**(1):24-31. DOI: 10.21859/johe.6.1.4
14. Yarahmadi P, Dashti S, Sabzghabaei GR. Assessment and ranking of contractors from the point of view HSE performance using Multi-criteria decision making method (AHP and TOPSIS) in Imam Khomeini port complex. *J Occup Hyg Eng*. 2018;**4**(4):70-80. DOI: 10.21859/johe.4.4.70

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]

15. Rezaei J. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*. 2015;**53**:49-57. DOI: 10.1016/j.omega.2014.11.009
16. Opricovic S, Tzeng GH. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Eur J Oper Res*. 2004;**156**(2):445-55. DOI: 10.1016/S0377-2217(03)00020-1
17. Opricovic S, Tzeng GH. Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *Eur J Oper Res*. 2007;**178**(2):514-29. DOI: 10.1016/j.ejor.2006.01.020
18. Aven T. How some types of risk assessments can support resilience analysis and management. *Reliabil Eng Syst Saf*. 2017;**167**:536-43. DOI: 10.1016/j.ress.2017.07.005
19. Wreathall J. Properties of resilient organizations: an initial view. Resilience engineering. Florida: CRC Press; 2017. P. 275-85.
20. Hollnagel E. The four cornerstones of resilience engineering. Resilience engineering perspectives. Florida: CRC Press; 2016. P. 139-56.
21. Azadeh A, Salehi V, Arvan M, Dolatkhah M. Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: a petrochemical plant. *Saf Sci*. 2014;**68**:99-107. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.03.004
22. Yucesan M, Mete S, Serin F, Celik E, Gul M. An integrated best-worst and interval type-2 fuzzy topsis methodology for green supplier selection. *Mathematics*. 2019;**7**(2):182. DOI: 10.3390/math7020182
23. Liu HC, Quan MY, Li Z, Wang ZL. A new integrated MCDM model for sustainable supplier selection under interval-valued intuitionistic uncertain linguistic environment. *Inf Sci*. 2019;**486**:254-70. DOI: 10.1016/j.ins.2019.02.056
24. Blome C, Hollos D, Paulraj A. Green procurement and green supplier development: antecedents and effects on supplier performance. *Int J Prod Res*. 2014;**52**(1):32-49. DOI: 0.1080/00207543.2013.825748
25. Haas EJ, Yorio P. Exploring the state of health and safety management system performance measurement in mining organizations. *Saf Sci*. 2016;**83**:48-58. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.11.009

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOI: 10.52547/johe.6.4.50 ]