

## Assessment and Ranking of Contractors from the Point of View Health and Safety Executive (HSE) Performance Using Multi-criteria Decision Making Methods (AHP and TOPSIS) in Imam Khomeini Port Complex

Parvaneh Yarahmadi<sup>1</sup>, Soolmaz Dashti<sup>2,\*</sup>, Gholamreza Sabzghabaei<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Management (HSE), Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

\* **Corresponding Author:** Soolmaz Dashti, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.  
Email: Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir; Solmazdashti@gmail.com

### Abstract

**Received:** 28/08/2017

**Accepted:** 25/02/2018

#### How to Cite this Article:

Yarahmadi P, Dashti S, Sabzghabaei Gh. Assessment and Ranking of Contractors from the Point of View Health and Safety Executive (HSE) Performance Using Multi-criteria Decision Making Methods (AHP and TOPSIS) in Imam Khomeini Port Complex. *J Occup Hyg Eng.* 2018; 4(4): 70-80. DOI: -----

**Background and Objective:** Performance evaluation and the determination of the effectiveness of management systems, including the Health and Safety Executive (HSE) management system, is inevitable to achieve constant improvement in organizations.

**Materials and Methods:** This study was conducted to evaluate and rank contractors for Health and Safety Executive (HSE) performance using multi-criteria decision making methods of analytic hierarchy process (AHP) and technique for order performance by similarity to ideal solution (TOPSIS) in Imam Khomeini port complex. We also strived to provide management solutions to improve the HSE status of contractors in this complex.

**Results:** After identifying 38 contractors, 4 criteria and 22 sub-criteria were determined by using Delphi technique, and then the criteria and sub-criteria were weighed and prioritized by using the analytical hierarchy process (AHP) method. The management criteria with the weight of 0.586 obtained the highest score and the environmental criteria with the weight of 0.0085 attained the lowest score. Also, the sub-criterion of the HSE professional staff with the weight of 0.272 obtained the highest and green space with the weight of 0.006 obtained the lowest weight. Finally, the contractors were assessed and ranked in terms of HSE performance using the TOPSIS technique. The results showed that in terms of HSE performance T.GH.KH, A.N.A and G.A companies with activity the port and sea service-aridity and vacating and loading installations with arrange points 0/9452, 0/9367 and 0/9264 ranked the first until third place. Also, contractors based on performance HSE were ranked in the three levels of good (9 contractors), moderate (22 contractors), and weak (7 contractors).

**Conclusion:** According to the selected criteria, the performance of HSE management in the majority of contracting companies in a favorable situation. This situation can be attributed to the establishment of HSE management system and the level of contractors' compliance with the HSE requirements.

**Keywords:** HSE; Imam Khomeini Port Complex; Multi-criteria Decision-making Methods; Performance Management; Ranking

## ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران از نظر عملکرد HSE با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (AHP و TOPSIS) در مجتمع بندری امام خمینی (ره)

پروانه یاراحمدی<sup>۱</sup>، سولماز دشتی<sup>۲\*</sup>، غلامرضا سبزقبائی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه مدیریت محیط زیست (HSE)، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان، بهبهان، ایران

\* نویسنده مسئول: سولماز دشتی، گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

ایمیل: Soolmazdashti@iauhvaz.ac.ir؛ Solmazdashti@gmail.com

### چکیده

**سابقه و هدف:** ارزیابی عملکرد و تعیین اثربخشی سیستم مدیریتی از جمله سیستم مدیریت HSE (Health Safety Environment) به منظور دست یافتن به بهبود مستمر در سازمان‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۰۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۰۶

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران از نظر عملکرد HSE با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (AHP و TOPSIS) در مجتمع بندری امام خمینی (ره) و ارائه راه کارهای مدیریتی در راستای پیشبرد و بهبود وضعیت HSE پیمانکاران در این مجتمع صورت پذیرفت.

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

**یافته‌ها:** پس از شناسایی ۳۸ پیمانکار، با استفاده از تکنیک دلفی چهار معیار و ۲۲ زیرمعیار تعیین گردید و با استفاده از روش AHP (Analytical Hierarchy Process) معیارها و زیرمعیارها وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند که معیار مدیریتی با وزن ۰/۵۸۶ بالاترین امتیاز و معیار محیط زیستی با وزن ۰/۰۸۵ پایین‌ترین امتیاز را داشتند. همچنین زیرمعیار نیروی متخصص HSE با وزن ۰/۲۷۲ بالاترین و فضای سبز با وزن ۰/۰۰۶ پایین‌ترین وزن را به خود اختصاص دادند. در پایان با استفاده از تکنیک TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران از نظر عملکرد HSE انجام شد. نتایج نشان داد که به لحاظ عملکرد HSE شرکت‌های A.N.A، T.GH.KH و G.A با فعالیت خدمات دریایی و بندری- نت خشکی و تخلیه و بارگیری به ترتیب با امتیازهای ۰/۹۴۵۲، ۰/۹۳۶۷ و ۰/۹۲۶۴ در رتبه اول تا سوم قرار گرفتند. علاوه بر این، پیمانکاران براساس عملکرد HSE در سه سطح خوب (۹ پیمانکار)، متوسط (۲۲ پیمانکار) و ضعیف (۷ پیمانکار) سطح‌بندی شدند.

**نتیجه‌گیری:** براساس شاخص‌های تعیین شده، عملکرد مدیریت HSE در بیشتر شرکت‌های پیمانکاری در وضعیت مطلوب قرار داشت. این وضعیت می‌تواند ناشی از استقرار سیستم مدیریت HSE و میزان تعهد پیمانکاران در رعایت الزامات HSE باشد.

**واژگان کلیدی:** رتبه‌بندی؛ روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ مدیریت عملکرد؛ مجتمع بندری امام خمینی (ره)؛ HSE

### مقدمه

خویش است. برای رسیدن به این امر در هر سازمانی بررسی نظام مدیریت عملکرد از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد [۱]. مدیریت عملکرد یک ابزار ضروری برای افزایش عملکرد سازمان‌ها بوده [۲] و یک فرایند منظم و مبتنی بر اطلاعات

امروزه منابع انسانی و کارکنان مهم‌ترین منبع در اختیار هر سازمان بوده و زاینده مزیت رقابتی پایدار می‌باشند؛ از این رو در اختیار داشتن کارکنانی با عملکرد اثربخش و بالا یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت سازمان در دستیابی به اهداف

این زمینه Duman و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی عملکرد صنایع غذایی را با استفاده از تکنیک‌های DEA, TOPSIS (Data Envelopment Analysis) و Fuzzy AHP مورد بررسی قرار دادند [۱۲]. Podgorski (۲۰۱۵) نیز اندازه‌گیری عملکرد عملیاتی سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی را در جهت کارایی مدیریت عملکرد به انجام رساند [۱۳]. ارزیابی عملکرد کارایی فرودگاه‌ها با استفاده از تکنیک AHP/DEA-AR توسط Bai و همکاران (۲۰۱۴) نیز نمونه‌ای از این گونه مطالعات است [۱۴]. در ایران نیز ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران شرکت فولاد خوزستان از نظر عملکرد HSE با استفاده از تکنیک‌های AHP و TOPSIS و ارائه راه کارهای مدیریتی توسط اقبالی (۱۳۹۳) به انجام رسید [۱۵]. علاوه بر این، در یک مطالعه موردی در ارتباط با متروی شهر اصفهان به ارائه روشی جهت ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی پیمانکاران نگهداری و تعمیرات تجهیزات مترو با به کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شد [۱۶]. به طور کلی، واگذار نمودن فعالیت‌های پروژه‌ای و تعمیراتی از کارفرما به شرکت‌های پیمانکاری در مجتمع بندری امام خمینی (ره) موجب انتقال ریسک از کارفرما به شرکت‌های پیمانکاری گردیده است. این شرکت‌های پیمانکاری پس از شروع به فعالیت موجب ایجاد مشکلاتی از قبیل بروز حوادث، ایجاد آلودگی‌های بهداشتی و زیست محیطی و اتلاف انرژی شده‌اند. برای کاهش و یا از بین بردن این ریسک‌ها در پژوهش حاضر سعی گردیده است با ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران بندر امام خمینی (HSE) و ارائه راه کارهای مدیریتی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (AHP) و TOPSIS کمک شایانی در جهت پیشبرد و بهبود وضعیت HSE صورت پذیرد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

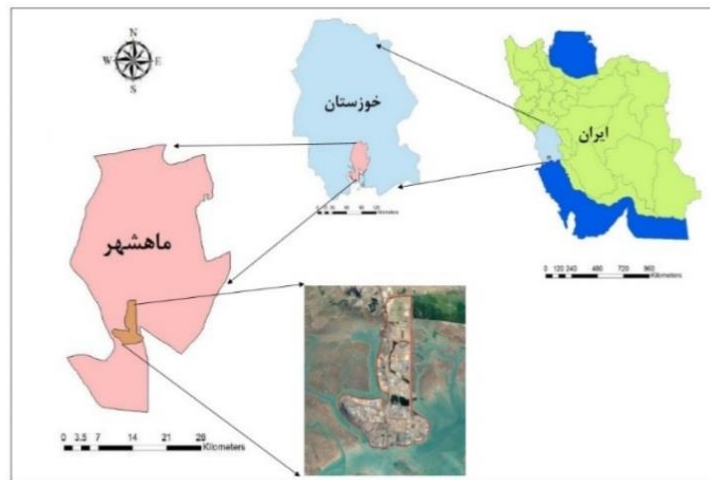
بندر امام خمینی واقع در شمال شرقی خور موسی در ۶۶ کیلومتری مدخل ورودی خلیج فارس و در شمالی‌ترین بخش این خلیج قرار دارد [۱۷]. این بندر با داشتن ۴۰ اسکله فعال بزرگ‌ترین بندر فعال ایران است و اکنون به‌عنوان یکی از مهم‌ترین قطب‌های حمل و نقل منطقه‌ای به ایفای نقش می‌پردازد. این بندر در سال ۱۳۹۰ پس از تغییر رژیم حقوقی خود از یک بندر عادی به منطقه ویژه اقتصادی و الحاق اراضی مجاور، هم‌اکنون با داشتن بالغ بر ۱۱ هزار هکتار مساحت، بزرگ‌ترین منطقه ویژه اقتصادی کشور می‌باشد (شکل ۱) [۱۸].

در این پژوهش با توجه به روند رو به رشد فعالیت شرکت‌های مختلف در مجتمع بندری امام خمینی (ره) و نقش مهم عملکرد HSE در بهبود مستمر، ضرورت وجود ابزاری با

است که کمک می‌کند تا مدیران بتوانند کارکنان خود را در مسیر تحقق اهداف، اجرای برنامه‌ها و ایفای موفق و مطلوب مأموریت‌ها و مسئولیت‌های محول‌شده به خوبی مدیریت کنند [۳، ۴]؛ از این رو می‌توان گفت که مدیریت عملکرد کارکنان از اصلی‌ترین فرایندهای مدیریت منابع انسانی است که محور اصلی توسعه پایدار می‌باشد [۳، ۵، ۶].

ارزیابی عملکرد و تعیین اثربخشی سیستم مدیریتی از جمله سیستم مدیریت HSE به منظور دست‌یافتن به بهبود مستمر در سازمان‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است [۶]. سیستم مدیریت HSE به‌عنوان محور توسعه پایدار، نوعی رویکرد و نگرش جدید مدیریتی می‌باشد که از بعد اثرات بهداشتی، ایمنی و محیط زیست بر فعالیت‌های سازمان اثر می‌گذارد [۷] و به‌صورت یکپارچه و با چینی هم‌افزای منابع انسانی، امکانات و تجهیزات سعی در ایجاد محیطی سالم و دور از حادثه و خسارت دارد [۸]. علاوه بر این، با تدوین استراتژی‌های یکپارچه‌سازی گامی اساسی در راستای ادغام سیستم‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست در یک چهارچوب نوین برداشته شده و با اختصاص صحیح و منطقی منابع، بهبود و کارایی فعالیت‌ها و کاهش پیچیدگی و سردرگمی موجب تعالی و کارآمدی سازمان در حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست می‌گردد [۹]. در حقیقت این سیستم با حذف فعالیت‌های موازی، ایجاد تعادل فنی و اقتصادی و یکپارچه‌سازی سرمایه و منابع بهداشتی، ایمنی و محیط زیست با رویکردی یکپارچه، سیستماتیک و پیشگیرانه موجب صیانت از نیروی انسانی، استفاده بهینه از مواد و انرژی و حفاظت از محیط زیست، سرمایه و اعتبار سازمان می‌گردد [۷].

در محیط‌هایی که کارها به پیمانکاران انتقال داده می‌شوند، تنوع کاری، گروه‌های کاری مختلف و پیمانکاران ناآشنا با محیط و شرایط موجب بروز خطاهای انسانی، حوادث محیطی و تجهیزاتی می‌گردند [۱۰]؛ از این رو پرداختن به موضوعات HSE در عملیات پیمانکاری اهمیتی دوچندان می‌یابد. یکی از ابزارهایی که موجب شناخت پیمانکاران برای شرکت‌هایی که از خدمات آن‌ها بهره‌مند هستند می‌شود، ارزیابی عملکرد پیمانکار به لحاظ HSE است. ارزیابی عملکرد در هر سیستم مدیریتی یک مرحله کلیدی در بهبود مستمر محسوب می‌شود. سازمان‌ها و صنایع مختلف برای ارزیابی و پایش عملکرد سیستم مدیریت HSE 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 ریسک، عوامل بالقوه زیست محیطی و زیان‌آور، ارتقای ایمنی و دستیابی به بهبود مستمر در عملیات مربوطه شود [۱۱]. در



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

نظر شامل: معیارهای مدیریتی، بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی هستند که با توجه به تنوع شاخص‌ها به لحاظ ماهیت کمی، کیفی، گسستگی و پیوستگی، ابتدا باید شاخص‌ها را وزن دهی کرد و به مقیاس رتبه‌ای نسبتاً یکسانی طبقه‌بندی نمود. باید توجه داشت که با افزایش و یا کاهش امتیازات و رتبه‌ها، امکان دستیابی به اهداف فراهم می‌شود؛ مبنای مقایسه ما در این مرحله، جدول نه کمیته ساعتی است [۲۱]. در این پژوهش پس از تعیین معیار، ۲۰ پرسشنامه AHP توزیع گردید. پس از اعمال نظر کارشناسان در مورد معیارها و زیرمعیارها و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، امتیاز نهایی و ضریب ناسازگاری به وسیله نرم‌افزار Expert Choice 11 محاسبه گشت. اگر نرخ ناسازگاری کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱۰ باشد ( $IR \leq 0/10$ )، در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد؛ در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید مقایسات زوجی را بازنگری کند [۲۲]. در پژوهش حاضر با توجه به اینکه فرم‌های نظرسنجی مقایسات زوجی توسط جمعی از خبرگان HSE تأیید و تکمیل گردید، روایی آن مورد تأیید واقع شد. علاوه بر این، برای سنجش پایایی فرم نظرسنجی با کمک نرم‌افزار Expert Choice از نرخ ناسازگاری استفاده گشت.

برای رتبه‌بندی ارزیابی عملکرد HSE ۳۸ پیمانکار در مجتمع بندری امام خمینی از روش Topsis به کمک نرم‌افزار Topsis Solver استفاده گردید. در روش Topsis، m گزینه و n معیار داریم که در این مطالعه پیمانکاران گزینه‌ها و زیرمعیارهای HSE معیارهای ما می‌باشد. با توجه به شناسایی معیارهای اصلی و گزینه‌ها، ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها براساس زیرمعیارها تشکیل می‌شود. در روش Topsis لازم است معیارها وزن داشته باشند. در این پژوهش وزن معیارها و زیرمعیارهای HSE که در مرحله قبل با روش AHP مشخص شد، در محیط Topsis مورد تحلیل قرار گرفت.

روش‌های نوین برای ارزیابی عملکرد پیمانکاران احساس می‌شود. بدین منظور در پژوهش حاضر از تکنیک MCDM (Multi Criteria Decision Making) استفاده گردید. روش MCDM طیف وسیعی از رویکردهای کاملاً متمایز را پوشش می‌دهد [۱۹]. این تکنیک در برنامه‌ریزی، توانمندسازی، ارزیابی و مدیریت عملکرد در تمام سطوح تصمیم‌گیری اعم از استراتژیک تا سطح عملیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۰] و شامل روش‌های مختلفی می‌باشد که در این زمینه می‌توان به روش میانگین وزنی ساده، الکترو، ANP، AHP، TOPSIS، روش تسلط و حذف ماکسی اشاره کرد [۲۱]. در پژوهش حاضر متناسب با هدف، مطالعه و بحث با خبرگان از روش AHP به منظور اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها و از تکنیک TOPSIS برای رتبه‌بندی پیمانکاران استفاده گردید.

ابتدا ۳۸ پیمانکاری که در مجتمع بندر امام خمینی (ره) مشغول به فعالیت بودند شناسایی شدند. براساس بازدید میدانی، وضع موجود، سوابق پژوهش و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی الزامات HSE سازمان بنادر و دریانوردی، چک‌لیست‌های ارزیابی پیمانکاران بندر امام خمینی (ره) و مصاحبه با خبرگان HSE بندر، معیارها و زیرمعیارهای اولیه تعیین گردیدند و براساس پرسشنامه دلفی و نظر خبرگان، معیارهای نهایی انتخاب شدند.

پس از شناسایی معیارها و زیرمعیارها توسط روش دلفی، به منظور وزن دهی بین معیارها و زیرمعیارها از مدل AHP استفاده گردید. به کارگیری این روش مستلزم چهار گام است. در گام اول مسأله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله‌مراتبی از عناصر تصمیم که با یکدیگر در ارتباط هستند در درخت سلسله‌مراتب ارائه می‌شود. در این زمینه هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران به لحاظ عملکرد HSE می‌باشد. معیارهای انتخاب‌شده برای رسیدن به هدف مورد

در گام پنجم نیز نزدیکی نسبی ( $CL^*$ ) یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل را با رابطه ۵ تعیین می‌کنیم.

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad \text{رابطه ۵}$$

در نهایت نیز رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت می‌گیرد. در این راستا هر گزینه‌ای که  $CL$  آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است. جهت تعیین سطح از  $CL$  (ضریب نزدیکی) استفاده شد. بدین منظور میانگین و انحراف معیار  $CL$  محاسبه گردید. سپس برای تعیین حد بالای مجموع میانگین و انحراف معیار  $CL$  و نیز تعیین حد پایین، انحراف معیار  $CL$  از میانگین کسر شد [۲۶].

$$\sigma + \mu = \text{حد بالا} \quad \text{رابطه ۶}$$

$$\sigma - \mu = \text{حد پایین}$$

### یافته‌ها

با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه دلفی به ترتیب چهار معیار شامل: مدیریتی، بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی و ۲۲ زیرمعیار شامل: هفت زیرمعیار مدیریتی، پنج زیرمعیار بهداشتی، پنج زیرمعیار ایمنی و پنج زیرمعیار محیط زیستی تعیین گردید. براساس ساختار سلسله‌درختی (شکل ۲) وزن معیارها و زیرمعیارها با استفاده از AHP محاسبه شد (شکل ۳، جدول ۲) و معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰/۵۸۶ بیشترین امتیاز را کسب نمود. همچنین، زیرمعیار نیروی متخصص HSE مربوط به معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰/۲۷۲ در اولویت اول و زیرمعیار اهداف و برنامه‌های HSE مربوط به معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰/۰۸۲ در اولویت دوم قرار گرفت. زیرمعیار فضای سبز مربوط به معیار محیط زیستی نیز با وزن نهایی ۰/۰۰۶ در اولویت آخر قرار گرفت و دارای کمترین درجه اهمیت بود. برای سنجش پایایی فرم نظرسنجی با کمک نرم‌افزار Expert Choice از نرخ ناسازگاری استفاده شد که معادل ۰/۰۵ به دست آمد.

در ادامه، اولویت‌بندی گزینه‌ها با تکنیک TOPSIS براساس ۲۲ (جدول ۳) شاخص صورت گرفت که شرکت T.GH.KH (تخلیه و بارگیری مواد فله- نت خشکی و تخلیه و بارگیری) با نمره ۰/۹۴۵۲ در رتبه اول، شرکت A.N.A (خدمات دریایی و بندری- نت خشکی و تخلیه و بارگیری) با نمره ۰/۹۳۶۷ در رتبه دوم و شرکت G.A (خدمات دریایی و بندری- نت خشکی و تخلیه و بارگیری) با نمره ۰/۹۲۶۴ در رتبه سوم به لحاظ عملکرد HSE قرار گرفتند. شرکت S.K.SH (پارکینگ تانکرها و قسمتی از تنظیفات) نیز با نمره ۰/۰۳۶۴ در رتبه آخر قرار گرفت.

در جدول ۴ حد اطمینان یا شاخص  $CL$  محاسبه شده است. با توجه به این محاسبات حد اطمینان یا شاخص  $CL$  معادل ۰/۴۹۲۵ تعیین گردید و حد بالا و پایین  $CL$  به ترتیب

برای اینکه هر معیار برای هر پیمانکار مورد بررسی قرار بگیرد از تعدادی شاخص و دستورالعمل استفاده شد که اگر اگر شاخص‌های پژوهش کمی بودند، به صورت کمی استفاده می‌شدند و اگر کیفی بودند از طیف لیکرت نه درجه‌ای استفاده می‌شد (تبدیل حالت کیفی به کمی) (جدول ۱). نمره متناسب با هر یک از پیمانکاران نیز براساس شاخص‌ها با توجه به میانگین ساده نظرات کارشناسان تعیین گردید.

جدول ۱: کمی‌نمودن معیار کیفی [۱۸]

معیار کیفی	بسیار خوب	خوب	متوسط	ضعیف	بسیار ضعیف
معیار کمی	۹	۷	۵	۳	۱

ابتدا برای بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم ( $N$ ) فرمول بی‌مقیاس‌سازی به کار برده می‌شود (رابطه ۱).

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad \text{رابطه ۱}$$

سپس برای به دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون ( $V$ )، ماتریس بی‌مقیاس‌شده ( $N$ ) را در ماتریس قطری وزن‌ها ضرب می‌کنیم (رابطه ۲).

$$V = N \times W_{n \times n} \quad \text{رابطه ۲}$$

در گام بعدی راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی را تعیین می‌کنیم که بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر است. علاوه بر این، بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین آن می‌باشد.

رابطه ۳

$$V_j^- = \left[ V \text{ بزرگترین مقادیر هر شاخص ماتریس } V \right]$$

$$V_j^+ = \left[ V \text{ کوچکترین مقادیر هر شاخص ماتریس } V \right]$$

در ادامه، فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت ( $d_j^+$ ) و فاصله هر گزینه تا ایده‌آل منفی ( $d_j^-$ ) برای به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی با فرمول‌های زیر محاسبه می‌گردد.

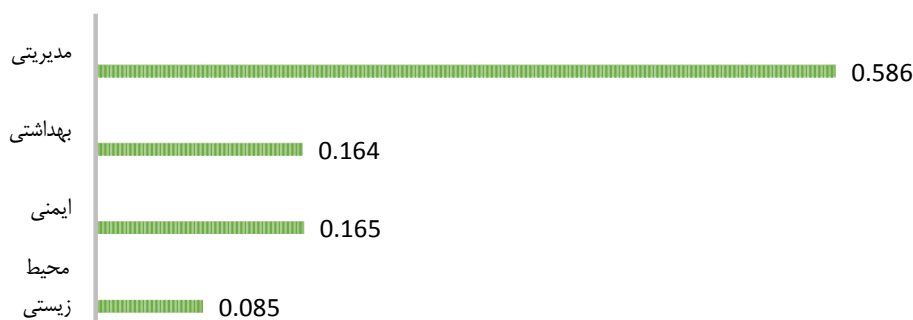
رابطه ۴

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$i=1, 2, \dots, m$$



شکل ۲: نمودار سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارها (درخت تصمیم)



شکل ۳: نمودار وزن معیارهای اصلی (خروجی نرم افزار)

در گروه پیمانکاران ضعیف قرار گرفتند. در پایان با توجه به نتایج محاسبات، گزینه‌ها (۳۸ پیمانکار) در سه سطح خوب به تعداد نه پیمانکار، متوسط به تعداد ۲۲ پیمانکار و ضعیف به تعداد هفت پیمانکار سطح بندی گردیدند (شکل ۴).

برابر با ۰/۷۸۲ و ۰/۲۰۲۵ محاسبه شد؛ در نتیجه گزینه‌هایی (پیمانکاران) که CL آن‌ها بیشتر از ۰/۷۸۲۵ به دست آمد در گروه پیمانکاران خوب، گزینه‌هایی (پیمانکاران) که CL آن‌ها بین ۰/۷۸۲۵ تا ۰/۲۰۲۵ بود در گروه پیمانکاران متوسط و گزینه‌هایی (پیمانکاران) که دارای CL کمتر از ۰/۲۰۲۵ بودند

جدول ۲: نتایج محاسبه‌شده و اوزان معیارها و زیرمعیارها

رتبه	وزن	زیرمعیار	معیار	رتبه	وزن	زیرمعیار	وزن	معیار
۱۲	۰/۰۲۴	ایمنی تجهیزات	ایمنی	۱	۰/۲۷۲	HSE نیروی متخصص	۰/۵۸۶	مدیریتی
۸	۰/۰۴۶	ایمنی ساختمان و محوطه‌های بندری		۲	۰/۰۸۲	HSE اهداف و برنامه‌های		
۲۰	۰/۰۱۱	تأمین و به‌کارگیری PPE (Personal Protective Equipment)		۵	۰/۰۶۵	HSE آموزش‌های		
۲۱	۰/۰۰۷	گزارش‌دهی و تجزیه و تحلیل حوادث		۹	۰/۳۷/۰	HSE رعایت قوانین و مقررات		
۴	۰/۰۷۷	شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل ریسک‌ها		۱۱	۰/۰۲۹	کمیته‌های حفاظت فنی و بهداشت کار		
۱۳	۰/۰۲۰	اندازه‌گیری و کنترل آلودگی‌های محیط		۱۴	۰/۰۲۰	گزارش‌دهی		
۲۲	۰/۰۰۶	فضای سبز		۳	۰/۰۸۱	HSE دارابودن سیستم‌های مدیریت		
۱۹	۰/۰۱۳	مدیریت پسماند		۶	۰/۰۵۷	معاینات ادواری پرسنل		
۱۷	۰/۰۱۵	مدیریت مصرف منابع انرژی		۷	۰/۰۵۶	شناسایی و کنترل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیک و بیولوژیکی		
۱۰	۰/۰۳۱	شناسایی، ارزیابی و کنترل جنبه‌ها		۱۸	۰/۰۱۵	بهداشت مواد غذایی		
			۱۶	۰/۰۱۷	بهداشت محیط کارگاه و محوطه‌های کاری			
			۱۵	۰/۰۱۹	بهداشت آب آشامیدنی			

جدول ۳: شاخص‌های مربوط به هر زیرمعیار

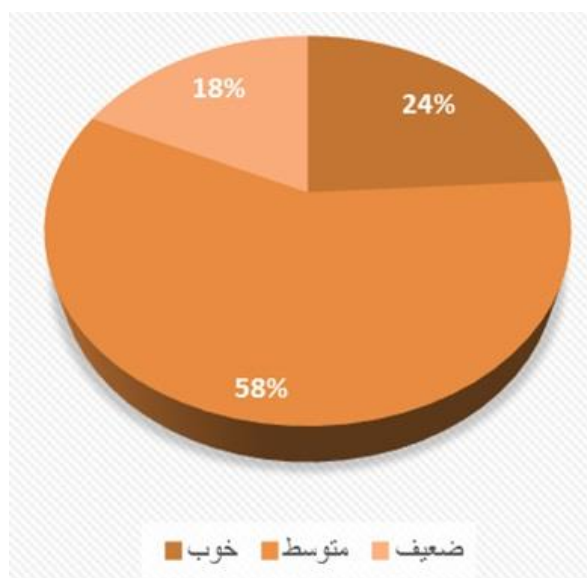
شاخص‌ها	زیرمعیار	معیار	
دستورالعمل	HSE نیروی متخصص	مدیریتی	
چک‌لیست اهداف و برنامه‌ها	HSE اهداف و برنامه‌های		
نفر ساعت آموزشی HSE ثبت‌شده در سند آموزش و یا سیستم جام فردی	برنامه‌ریزی و برگزاری مؤثر آموزش‌های HSE کارکنان شرکت و مسئول HSE		
تکمیل چک‌لیست	نظارت و بازرسی بر رعایت قوانین و مقررات HSE و اجرایی نمودن دستورالعمل‌های HSE		
دستورالعمل شاخص‌های ارزیابی عملکرد کمیته‌های HSE	کمیته‌های حفاظت فنی و بهداشت کار		
مستندات ماهانه	ارسال گزارش‌های عملکرد ایمنی، بهداشتی و محیط زیست به‌صورت ماهانه		
تکمیل چک‌لیست	داشتن سیستم‌های مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست در شرکت		
فهرست تعداد افرادی که معاینات ادواری انجام داده‌اند و فهرست کلیه افرادی که مشمول انجام معاینات ادواری هستند	معاینات ادواری پرسنل		
گزارش نتایج اندازه‌گیری عوامل زیان‌آور	شناسایی و کنترل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیک و بیولوژیکی		بهداشتی
تکمیل چک‌لیست بهداشتی	بهداشت مواد غذایی		
تکمیل چک‌لیست بهداشتی	بهداشت محیط کارگاه و محوطه‌های کاری		
انجام آزمایش و تطبیق با استاندارد ملی	بهداشت آب آشامیدنی		



ادامه جدول ۳.	
تعداد تجهیزاتی که گواهینامه ایمنی از مراجع ذیصلاح اخذ نموده‌اند نسبت به کل تجهیزات در سال	ایمنی تجهیزات
چک‌لیست‌های ایمنی متناسب با تعریف ساختمان و محوطه‌های بندری	ایمنی ساختمان و محوطه‌های بندری
چک‌لیست تأمین و به‌کارگیری تجهیزات حفاظت فردی	تأمین و به‌کارگیری PPE
آمار حوادث ثبت‌شده به‌صورت رسمی و مستند در مرکز HSE و تعداد نیروی انسانی شاغل ثبت‌شده در مستندات رسمی در سایت‌های عملیاتی و ستادی بندر	گزارش‌دهی و تجزیه و تحلیل حوادث
فهرست ریسک‌های ارزیابی‌شده و تفکیک ریسک‌های غیر قابل قبول از ریسک‌های قابل قبول براساس RPN تعیین شده به‌صورت سالیانه	شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل ریسک‌ها
اندازه‌گیری و مقایسه با استاندارد ملی	اندازه‌گیری و کنترل آلودگی‌های محیط زیستی
مقایسه مساحت فضای سبز موجود با معیار تعیین‌شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست و تعیین مساحت فضای سبز ایجادشده در سال	فضای سبز
استفاده از چک‌لیست و فرمول	مدیریت پسماند
تعیین میزان مصرف آب، برق، گاز، سوخت‌های فسیلی و غیره با توجه به نوع عملیات و میزان تخلیه و بارگیری در بندر	مدیریت مصرف منابع انرژی
شناسایی و تعیین جنبه‌های بارز زیست محیطی در بندر و استفاده از فرمول	شناسایی، ارزیابی و کنترل جنبه‌ها

جدول ۴: تعیین حد اطمینان یا شاخص CL

تعداد	میانگین CL	انحراف معیار	شاخص CL (حد اطمینان)	حد بالای CL	حد پایین CL
۳۸	۰/۴۹۲۵	۰/۲۹	۰/۴۹۲۵	۰/۷۸۲۵	۰/۲۰۲۵



شکل ۴: نمودار سطح‌بندی پیمانکاران

### بحث

پژوهش حاضر معیار مدیریتی با امتیاز ۰/۵۸۶ در اولویت اول قرار گرفت. دلیل این امر در سیستم مدیریت HSE محافظت از افراد، جامعه، اموال و محیط زیست بوده [۲۳] و سبب

در دنیای پرقاب‌ت امروز بسیاری از شرکت‌ها دریافته‌اند که باید مدیریت HSE را به‌عنوان یکی از عناصر جدایی‌ناپذیر و ضروری سازمان خود قلمداد کنند. با توجه به این موضوع در



رتبه سوم قرار دارد. شایان ذکر است که هر سه شرکت در زمینه تخلیه و بارگیری فعالیت دارند. عملیات تخلیه و بارگیری دارای ضوابط خاص HSE بوده و رعایت کردن این ضوابط و مدیریت صحیح آن ناشی از استقرار سیستم مدیریت HSE و میزان تعهد پیمانکاران در رعایت الزامات HSE شرکت کارفرما می‌باشد. باید عنوان نمود که شرکت S.K.SH که فعالیت آن در زمینه پارکینگ تانکرها و قسمتی از تنظیفات با مدت قرارداد پنج سال است و دارای ۱۲ کارمند می‌باشد با نمره ۰/۰۳۶۴ در رتبه آخر قرار گرفت.

در نهایت برای سطح‌بندی این ۳۸ گزینه، حد اطمینان (CL) (حد بالا و حد پایین CL) محاسبه گردید و با توجه به آن ۳۸ شرکت پیمانکاری در مجتمع بندری امام خمینی به سه سطح خوب ( $CL > 0/7825$ ) با نه پیمانکار به میزان ۲۴ درصد، متوسط ( $0/2025 < CL < 0/7825$ ) با ۲۲ پیمانکار به میزان ۵۸ درصد و ضعیف ( $CL < 0/2025$ ) با هفت پیمانکار به میزان ۱۸ درصد تقسیم شدند که سه شرکت T.GH.KH، A.N.A و G.A که به لحاظ عملکرد HSE سه رتبه برتر این اولویت‌بندی را به خود اختصاص داده بودند، در سطح خوب قرار داشتند که دلیل این امر آن است که زیرمعیارهای نیروی متخصص HSE، کمیته‌های حفاظت فنی و بهداشت کار، گزارش‌دهی، معاینات ادواری پرسنل، شناسایی و کنترل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیکی و بیولوژیکی، بهداشت محیط کارگاه و محوطه‌های کاری، بهداشت آب آشامیدنی، گزارش‌دهی و تجزیه و تحلیل حوادث، شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل ریسک‌ها در وضعیت عالی قرار دارند. همچنین زیرمعیارهای اهداف و برنامه‌های HSE، آموزش‌های HSE، رعایت الزامات قانونی، سیستم مدیریت HSE، بهداشت مواد غذایی، ایمنی تجهیزات، ایمنی ساختمان و محوطه‌های بندری، تأمین و به‌کارگیری PPE، اندازه‌گیری و کنترل آلودگی‌های محیط زیستی، فضای سبز، مدیریت مصرف منابع انرژی و شناسایی و ارزیابی و کنترل جنبه‌ها در وضعیت خیلی خوب قرار دارند و وضعیت زیرمعیارهای مدیریت پسماند، خوب می‌باشد.

به‌طور کلی، می‌توان گفت که برخورداری از سیستم‌های مدیریت HSE یکی از ارکان اساسی هر پروژه است و وجود نیروی متخصص HSE، اهداف و برنامه‌های HSE، آموزش‌های HSE، رعایت قوانین و مقررات HSE و گزارش‌دهی منظم عناصر اساسی این مدیریت می‌باشند. با توجه به هدف این پژوهش که ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران بندر امام خمینی (HSE) و ارائه راه‌کارهای مدیریتی جهت پیشبرد و بهبود وضعیت HSE است، می‌توان بیان داشت که پیمانکاران در این بندر با تعیین اهداف و برنامه‌های HSE، به‌کارگیری نیروی متخصص HSE، دریافت آموزش‌های لازم در مورد ضوابط HSE و نظارت برای رعایت قوانین و مقررات

افزایش بهره‌وری و دستیابی به توسعه پایدار می‌گردد [۲۴]. برای دستیابی به یک سیستم مدیریت HSE کارآمد وجود نیروی متخصص، اهداف و برنامه‌های مدون HSE از الزامات حیاتی می‌باشد. با توجه به این امر، زیرمعیار نیروی متخصص HSE مربوط به معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰/۲۷۲ در اولویت اول قرار گرفت و شرکت‌های T.GH.KH، A.N.A و G.A که در رتبه‌بندی TOSIS سه اولویت برتر را به خود اختصاص داده‌اند، در ارتباط با این زیرمعیار در وضعیت عالی قرار داشتند. در این راستا، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعات امیر حیدری و همکاران (۲۰۱۶) و اقبالی (۱۳۹۳) همسو است [۱۵، ۲۵]. علاوه بر این، زیرمعیار اهداف و برنامه‌های HSE مربوط به معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰/۰۸۲ در اولویت دوم قرار داشته و شرکت‌های اول تا سوم رتبه‌بندی TOPSIS در این ارتباط در وضعیت نسبتاً عالی به سر می‌بردند. ناصری و همکاران (۱۳۹۲) در مدل طراحی شده در پژوهش خود، امکان تعیین جایگاه HSE در تحقق اهداف استراتژیک بنگاه مورد مطالعه را فراهم نمودند و میزان نقش‌آفرینی راهبردی HSE را برای این سازمان مشخص ساختند [۲۶]. منصوری و عظیمی حسینی نیز در پژوهش خود مشخص نمودند که برنامه‌های HSE در جایگاه ویژه‌ای قرار دارند که نتایج پژوهش حاضر این مهم را تأیید می‌کنند. از سوی دیگر، زیرمعیار سیستم مدیریت HSE با وزن نهایی ۰/۰۸۱ که سیستمی هدفمند و سازمان‌دهی شده با برنامه‌ریزی خاص است و با تهیه دستورالعمل‌ها، روش‌های اجرایی و استانداردها و مقررات جاری استقرار یافته و مورد بازنگری قرار می‌گیرد و در مقاطع زمانی مختلف اصلاح می‌گردد [۲۷] در رتبه سوم قرار گرفت. در ارتباط با این زیرمعیار، شرکت اول در وضعیت عالی و شرکت دوم و سوم در وضعیت نسبتاً عالی قرار داشتند.

کم‌ترین امتیاز در زیرمعیارهای این پژوهش نیز به فضای سبز با امتیاز ۰/۰۰۶ اختصاص داشت که در این راستا شرکت اول، دوم و سوم در وضعیت نسبتاً عالی قرار داشتند. نتایج این پژوهش با یافته‌های جعفری و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد [۲۸].

نتایج اولویت‌بندی گزینه‌های ما (پیمانکاران) در این پژوهش به روش TOPSIS نشان داد که به لحاظ عملکرد HSE، شرکت T.GH.KH (تخلیه و بارگیری مواد فله-نت خشکی و تخلیه و بارگیری) که مدت قرارداد آن ۲۵ سال بوده و دارای ۴۳۰ کارمند است با نمره ۰/۹۴۵۲ در رتبه اول قرار دارد، شرکت A.N.A (خدمات دریایی و بندری-نت خشکی و تخلیه و بارگیری) که مدت قرارداد آن پنج سال است و دارای ۲۳۴ کارمند می‌باشد با نمره ۰/۹۳۶۷ در رتبه دوم جای دارد و شرکت G.A (خدمات دریایی و بندری-نت خشکی و تخلیه و بارگیری) که مدت قرارداد آن پنج سال بوده و تعداد کارمندان آن ۲۰۹ نفر است با نمره ۰/۹۲۶۴ در

اهمیت سیستم‌های مدیریتی است. علاوه بر این، با ایجاد و اجرای الگوی رتبه‌بندی HSE در ارزیابی پیمانکاران، سطح قابل قبول ایمنی برای کارفرمایان افزایش یافته و پیمانکاران به قابلیت‌های مدیریت ایمنی و مطلوبیت در اجرای پروژه‌ها نایل خواهند شد. براساس شاخص‌های تعیین‌شده، عملکرد مدیریت HSE در اکثر شرکت‌های پیمانکاری در وضعیت مطلوب بوده و در تعداد محدودی از شرکت‌ها در سطح خوب و قابل قبولی قرار دارد. این وضعیت مطلوب می‌تواند ناشی از استقرار سیستم مدیریت HSE و میزان تعهد پیمانکاران نسبت به رعایت الزامات HSE شرکت کارفرما باشد.

### تشکر و قدردانی

پژوهشگران این مقاله نهایت سپاس خود را از تمامی پرسنل مجتمع بندری امام خمینی (ره) که در انجام این پژوهش یاریمان نمودند؛ ابراز می‌دارند.

### REFERENCES

- Allui A, Sahni J. Strategic human resource management in higher education institutions: empirical evidence from Saudi. *Proc Soc Behav Sci.* 2016;235:361-71. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.11.044
- Opong GD, Chan AP, Dansoh A. A review of stakeholder management performance attributes in construction projects. *Int J Project Manag.* 2017;35(6):1037-51. DOI: 10.1016/j.ijproman.2017.04.015
- Canlai L. The impact of strategic human resource management on organizational performance. *Econ Ser Manag.* 2014;17(2):373-83.
- Thekdi S, Aven T. An enhanced data-analytic framework for integrating risk management and performance management. *Reliabil Eng Syst Saf.* 2016;156:277-87. DOI: 10.1016/j.res.2016.07.010
- Alakoç Burma Z. Human resource management and its importance for today's organizations. *Int J Educ Soc Sci.* 2014;1(2):85-94.
- Lahiani N, El Mhamedi A, Hani Y, Triki A. A novel improving method of industrial performance based on human resources management. *IFAC-PapersOnLine.* 2016;49(28):262-7. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.11.045
- Badri A, Gbodossou A, Nadeau S. Occupational health and safety risks: towards the integration into project management. *Saf Sci.* 2012;50(2):190-8. DOI: 10.1016/j.ssci.2011.08.008
- Ahmedi Marzaleh M, Vosoughi S, Kavousi A, Jameh Bozorg H. Investigation of the relation between level of awareness in health, safety and environment management system and its effects on employee safety climate in Kermanshah oil refinery in 2015. *Iran Occup Health J.* 2016;14(3):107-7. [Persian]
- Duijm NJ, Fiévez C, Gerbec M, Hauptmanns U, Konstandinidou M. Management of health, safety and environment in process industry. *Saf Sci.* 2008;46(6):908-20. DOI: 10.1016/j.ssci.2007.11.003
- Dadashnezhad Baei A, Mahalati Rayeni M. HSE management system criteria ranking to evaluate contractors prequalification using the analytical hierarchy process in the fifth refinery of south Pars gas complex. *Int J Sci.* 2015;56:375-88.
- Shafaei Gholami P, Nassiri P, Yarahmadi R, Hamidi A, Mirkazemi R. Assessment of contractors' HSE performance based on key indicators in a petrochemical industrial setting: (a case study). *Iran Occup Health.* 2014;11(3):59-70. [Persian]
- Duman GM, Tozanli O, Kongar E, Gupta SM. A holistic approach for performance evaluation using quantitative and qualitative data: a food industry case study. *Exp Sys Appl.* 2017;81:410-22. DOI: 10.1016/j.eswa.2017.03.070
- Podgorski D. Measuring operational performance of OSH management system—A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Saf Sci.* 2015;73:146-66. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.11.018
- Bai C, Dhavale D, Sarkis J. Integrating Fuzzy C-Means and TOPSIS for performance evaluation: an application and comparative analysis. *Exp Sys Appl.* 2014;41(9):4186-96. DOI: 10.1016/j.eswa.2013.12.037
- Agbali M. Evaluation and ranking of contractors of Khuzestan Steel Co. regarding HSE performance using AHP and TOPSIS and providing management solutions. [Master Thesis]. Ahvaz: Islamic Azad University: Natural Sciences and Environmental Scientist; 2014. [Persian]
- Monzave MS. A method for evaluation of performance and ranking of contractors maintenance and repair of metro equipment with lean and agile approach by deploying data envelopment analysis, a case study of metro Isfahan. [Master Thesis]. Najaf Abad: Islamic Azad University, Faculty of Engineering; 2016. [Persian]
- Quyen NL, Nguyen PT, Huynh VD. A hybrid multi criteria decision analysis for engineering project manager evaluation. *Int J Adv Appl Sci.* 2017;4(4):49-52.
- Momeni M. New topics in operations research. Tehran: Management School Publications; 2006. P. 360.
- Zavadskas EK, Turskis Z, Kildiene S. State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technol Econ Dev Econ.* 2014;20(1):165-79. DOI: 10.3846/20294913.2014.892037
- Tscheikner-Gratl F, Egger P, Rauch W, Kleidorfer M. Comparison of multi-criteria decision support methods for integrated rehabilitation prioritization. *Water.* 2017;9(69):68. DOI:10.3390/w9020068
- Jafariazar S. The environmental risk assessment of southern Iranian international coastal wetlands. [Master Thesis]. Behbahan: Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Natural Sciences and Environmental Scientist; 2015. [Persian]
- Momeni M, Sharifi Salim A. Several models and software for decision making. Tehran: Publishers Knowledge Shape; 2015. [Persian]
- Wang Y, Tian M, Wang D, Zhao q, ShanSh, Lin SH. Study on the HSE management at construction site of oil and gas processing area. *Proc Eng.* 2012;45:231-4. DOI: 10.1016/j.proeng.2012.08.149
- Farshad AA, Khosravi E, Alizadeh SS. The role of the HSE management system in improving the health, safety and environmental performance of organizations and sustainable development (case study). *Iran Occup Health.* 2006;3(3-4):6-11. [Persian]

HSE از سوی پرسنل متخصص خود گام مؤثری را در جهت کاهش حوادث بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی برمی‌دارند و باعث کاهش هزینه‌های درمانی این حوادث می‌شوند که این امر نقش بسیار زیادی در اقتصاد پیمانکار و بندر امام خمینی دارد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به جایگاه ویژه بندر امام خمینی از نظر اقتصادی، ترانزیت کالا و شبکه ارتباطی با کشورهای دیگر، مدیریت HSE صحیح و با برنامه منظم در این مجتمع بسیار ضروری می‌باشد. علت این امر وجود پیمانکاران بسیار زیاد، مدیریت گوناگون هر شرکت پیمانکاری و بروز حوادث گوناگون در این منطقه است. با توجه به اهمیت مدیریت HSE و نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که معیارهای مدیریتی و زیرمعیارهای آن بیشترین امتیاز و رتبه را به خود اختصاص داده‌اند که این امر نشان‌دهنده

25. Amir-Heidari P, Maknoon R, Taheri B, Bazyari M. A new framework for HSE performance measurement and monitoring. *Saf Sci*. 2017;**100**:157-67. DOI: [10.1016/j.ssci.2016.11.001](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.11.001)
26. Naseri A, Sepehri M, Mahmoudi S. Strategic performance evaluation of health, safety and environment (HSE) based on balanced scorecard (BSC), the case study of a corporation in energy industr. *Iran Occup Health*. 2014;**11**(1):79-94. [Persian]
27. Keeley D, Turner Sh, Harper P. Management of the UK HSE failure rate and event data. *J Loss Prev Proc Ind*. 2011;**24**(3):237-41. DOI: [10.1016/j.jlp.2010.09.002](https://doi.org/10.1016/j.jlp.2010.09.002)
28. Jafari MJ, Mapar M, Mansouri N. A new method for contractors hse ranking at the pre-contract stage based on contract level. *Iran Occup Health*. 2013;**12**(2):65-78. [Persian]