Journal of Health in the Field, Vol.10, No.2, Summer 2022 Research Article

Identifying and prioritizing the main factors and components affecting health, safety and environment (HSE) motivation in the construction industry using fuzzy Delphi and network analysis process (ANP) methods

Reza Gholamnia [1], **Fatemeh Amirsalari Fard** [1], **Shokooh Sadat Khaloo** [1], **Reza Saeedi** [1,*]

1- Department of Health, Safety and Environmental, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: Employees' motivation to perform job duties safely plays an important role in reducing risk of occupational accidents in the construction industry. The aim of this study was to identify, weight and prioritize the main factors and components affecting health, safety and environment (HSE) motivation in the construction industry.

Materials and Methods: First, a primary list of factors and components potentially affecting HSE motivation was prepared by literature review and face-to-face interviews with the experts (faculty members and executive experts) and important factors and components were identified using fuzzy Delphi technique. Then, weighting and ranking of these factors and components were performed based on three criteria of cost, effectiveness and feasibility by network analysis process (ANP) using Super Decision software.

Results: The main factors affecting HSE motivation were organizational factors, individual factors, management factors, safety knowledge and safety climate, and the most important factors were respectively management factors (with a weight of 0.27), safety knowledge (with a weight of 0.25), and organizational factors (with a weight of 0.22). The prioritization of the components affecting HSE motivation showed that the components with the highest priorities are not only related to management factors and a combination of actions such as increasing awareness of existing risks, holding operational maneuvers, management's commitment to HSE, and fairness of encouragement and punishment can be more effective in promoting HSE motivation in the construction industry.

Conclusion: Applying the results of identifying and prioritizing effective factors in HSE motivation in the construction industry and focusing on components related to safety knowledge, management factors, and organizational factors can improve the effectiveness of HSE management programs in this industry.

Keywords: HSE motivation; Fuzzy Delphi method; Analytic network process; Construction industry

Please Cite this article as: Gholamnia R, Amirsalari Fard F, Khaloo Sh, Saeedi R. Identifying and prioritizing the main factors and components affecting health, safety and environment (HSE) motivation in the construction industry using fuzzy Delphi and network analysis process (ANP) methods. Journal of Health in the Field 2022; 10(2):20-29.

Corresponding Author: Department of Health, Safety and Environmental, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: r.saeedi@sbmu.ac.ir

DOI: https://doi.org/10.22037/jhf.v10i2.39513

Received: 20 September 2022

Accepted: 22 October 2022

مقاله پژوهشی

فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- دانشکده بهداشت و ایمنی
دوره ۱۰ شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۲۰ تا ۲۹

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در صنعت ساخت و ساز با استفاده از روش دلفی فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

رضا غلام نیا[۱]، فاطمه امیرسالاری فرد [۱]، شکوه السادات خالو [۱]، رضا سعیدی [۱*]
۱- گروه سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: انگیزه کارکنان برای انجام وظایف شغلی در حالت ایمن نقش مهمی در کاهش ریسک حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز دارد. مطالعه حاضر با هدف شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در صنعت ساخت و ساز انجام شد.

مواد و روش‌ها: ابتدا فهرست اولیه عوامل و مولفه‌های بالقوه موثر بر انگیزش HSE از طریق بررسی پیشینه تحقیق و مصاحبه‌های حضوری با خبرگان (کارشناسان HSE و متخصصین دانشگاهی) تهیه گردید و با استفاده از تکنیک دلفی فازی عوامل و مولفه‌های حائز اهمیت مشخص شد. سپس وزن‌دهی و رتبه‌بندی این عوامل بر اساس سه معیار هزینه، اثربخشی و قابلیت اجرا به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از نرم‌افزار Super Decision انجام شد.

یافته‌ها: فاکتورهای سازمانی، فاکتورهای فردی، فاکتورهای مدیریتی، دانش ایمنی و جو ایمنی به عنوان عوامل اصلی موثر بر انگیزه HSE تعیین شدند و مهم‌ترین عوامل، فاکتورهای مدیریتی، دانش ایمنی و فاکتورهای سازمانی به ترتیب با وزن ۰/۲۷، ۰/۲۵ و ۰/۲۲ بودند. اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP نشان داد که مولفه‌های با اولویت بالاتر تنها مربوط به فاکتورهای مدیریتی نیست و ترکیبی از اقدامات نظیر افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود، برگزاری مانورهای عملیاتی، تعهد مدیریت به مسائل HSE و منصفانه بودن تشویق و تنبیه می‌تواند در ارتقاء انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز اثربخش‌تر باشد.

نتیجه‌گیری: بکارگیری نتایج شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر در ایجاد انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز و تمرکز بر روی مولفه‌های مربوط به دانش ایمنی، فاکتورهای مدیریتی و فاکتورهای سازمانی می‌تواند اثربخشی برنامه‌های مدیریت HSE در این صنعت را ارتقاء دهد.

کلیدواژه‌ها: انگیزه HSE؛ روش دلفی فازی؛ صنعت ساخت و ساز؛ فرآیند تحلیل شبکه‌ای

* **نویسنده مسئول:** گروه سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
Email: r.saeedi@sbmu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله:۱۴۰۱/۰۶/۲۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

مقدمه

پیشرفت فناوری و رقابت فشرده در عرصه‌های صنعتی، تولیدی و خدماتی منجر به تغییرات اقتصادی و اجتماعی همراه با پیامدهای مختلف آن شده است. یکی از آثار سوء صنعتی شدن افزایش روزافزون تعداد و تنوع حوادث شغلی است و در برخی موارد ریسک این حوادث به حدی بالاست که در عمل امکان جبران پیامدهای حاصل غیرممکن می‌گردد. شرکت‌های امروز را نمی‌توان با دانش و ذهنیت دیروز اداره نمود و مقابله با ریسک‌ها و خطرات ناشی از شرایط جدید تنها در سایه‌ی قوانین موجود کافی به نظر نمی‌رسد [۱،۲]. سالانه حدود ۱۲۵ میلیون حادثه در دنیا رخ می‌دهد که علاوه بر تلفات جانی و آلودگی‌های زیست‌محیطی، هزینه بسیار بالایی نیز در بر دارد. براساس داده‌های انجمن بین‌المللی ایمنی ایالت متحده آمریکا، هر سال حدود ۲۲۰۰ مرگ و ۲۲۰۰۰ جراحت ناتوان کننده در اثر حوادث شغلی اتفاق می‌افتد که موجب تحمیل هزینه قابل ملاحظه‌ای می‌گردد [۳]. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که رفتارهای ناایمن فردی مستقیم‌ترین محرک حوادث است [٤] و حدود ۹۰ درصد حوادث ناشی از کار به علت رفتارهای غیرایمن، روی می‌دهـد و حتی با وجود محیط و شرایط ایمن ممکن است کارگران، قوانین را زیـر پـا گذاشـته و بـه طـور غیـرایمن عمـل کنند [۵].

یکی از دلایلی که مقررات سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (Health, safety and environment: HSE) در محیط کار اجرا نمی‌شود و حوادث اتفاق می‌افتد، کمبود انگیزه در رابطه با مسائل ایمنی است [٦]. انگیزش از موضوعات و مفاهیم اساسی در مدیریت سرمایه انسانی است. با اینکه هیچ قرارداد جهانی برای تعریف انگیزه وجود ندارد، بیشتر روانشناس‌ها آن را به صورت هر شرایط درونی که به واسطه آن رفتار هدف شروع شده یا حفظ می‌شود، بیان می‌کنند [۷]؛ بنابراین انگیزش HSE به عنوان انگیزه کارکنان برای انجام وظایف شغلی در حالت ایمن و انگیزش برای انجام رفتارهای مطابق با ملاحظات HSE تعریف می‌شود [۸]. از این تعاریف برمی‌آید که بین انگیزه HSE و رفتار ایمن رابطه وجود دارد [٦] و تبعیت از رفتارهای ایمن و مشارکت در آنها موجب کاهش چشمگیر حوادث، جراحات، تلفات، بیماری‌های شغلی و آلودگی‌های زیست‌محیطی در سازمان‌ها می‌شود. یکی از راه‌های ایجاد انگیزه در کارکنان مشوق‌های ایمنی هستند. مشوق‌ها بر اولویت‌ها و رفتارها تاثیر دارند. مشوق‌های ایمنی روش‌های تشویقی هستند که سازمان‌ها برای بهبود وضعیت بهداشت و ایمنی خود استفاده می‌کنند و برای تقویت رفتارهای ایمن طراحی می‌شوند [۹]. McAfee در پژوهش خود عنوان داشت که مشوق‌ها بدون استثنا به طور موفقیت‌آمیزی حداقل برای کوتاه مدت شرایط ایمنی را بهبود و حوادث را کاهش می‌دهند [۱۰]. نتایج تحقیق Neal و همکاران در سال ۲۰۰٦ نیز حاکی از این بود که انگیزش ایمنی افراد با تغییرات رفتار همراه بوده و ارتقای سطح رفتار ایمن در گروه‌ها منجر به کاهش حوادث شده است [۱۱].

روش‌های مختلفی برای شناسایی عوامل موثر بر انگیزه HSE وجود دارد که یکی از آنها روش دلفی است. ایده اولیه روش دلفی در اوایل دهه ۱۹۵۰ میلادی در نیروی هوایی آمریکا برای بررسی قضاوت خبرگان به وجود آمد. روش دلفی، روش نظام‌مند استخراج و روی هم‌ریزی قضاوت‌های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره یک موضوع با طرح یک سوال است. روش دلفی فازی با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها در قضاوت‌های کارشناسی هم به عنوان یک روش پژوهش و هم یک روش گردآوری داده‌ها قابل استفاده است [۱۲]. جهت رتبه‌بندی و وزن‌دهی عوامل موثر بر انگیزش HSE، روش‌های مختلفی مانند: فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP(Analytic hierarchy process)، روش وزن‌دهی افزایشی ساده SAW (Simple additive weighting)، فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP (Analytic network process) و تکنیک ارجحیت براساس شباهت به راه حل ایده‌آل TOPSIS (Technique for order of preference by similarity to. ideal solution) وجود دارد. در واقع روش ANP گسترش یافته روش AHP می‌باشد که در آن تعاملات و وابستگی‌های درونی و بیرونی بین عناصر و خوشه‌ها و همچنین معیارها و زیر معیارها به تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کند و بویژه در مواردی که عناصر مورد بررسی مستقل از هم نیستند، نسبت به سایر روش‌های ذکر شده ارجحیت دارد [۳،۱۳]. علیرغم اهمیت ایجاد انگیزه HSE در کارگران جهت پیشگیری از حوادث و کاهش هزینه‌های ناشی

از خطرات مربوط به سلامت، ایمنی و محیط زیست و ریسک بالای مخاطرات در صنعت ساخت و ساز، تا کنون مطالعه‌ای بر روی انگیزش HSE در کارگران این صنعت صورت نگرفته است، بنابراین هدف این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزه HSE در صنعت ساخت و ساز بود. با توجه به مزیت تکنیک دلفی فازی مبنی بر در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها در قضاوت‌های کارشناسی برای شناسایی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزه HSE از این روش طی سه مرحله استفاده شد، سپس عوامل و مولفه‌های شناسایی شده بعلت ارتباطات چندگانه میان عناصر مورد بررسی با استفاده از روش ANP رتبه‌بندی گردیدند.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از روش دلفی فازی برای شناسایی عوامل موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز و از روش ANP با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی برای رتبه‌بندی این عوامل استفاده شد. بدین منظور نظرات گروه خبرگان (شامل ۲۰ نفر در دو گروه متخصصین دانشگاهی و کارشناسان HSE شاغل در صنعت ساخت و ساز) دریافت گردید. فرایند اجرای این مطالعه شامل دو فاز بود؛ فاز اول اجرای روش دلفی فازی به منظور شناسایی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزه HSE و غربالگری آنها و فاز دوم استفاده از تکنیک ANP به منظور رتبه‌بندی عوامل و مولفه‌های شناسایی شده بود.

روش دلفی فازی

روش دلفی فازی در سه گام به شرح زیر اجرا شد:

گام اول؛ شناسایی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE: در این گام فهرست اولیه عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE از طریق بررسی مطالعات پیشین در حوزه مذکور و دریافت نظرات گروه پژوهش تهیه شد.

گام دوم؛ انتخاب اعضای گروه خبرگان و تشریح مسئله برای آنها: در گام دوم، اهداف مطالعه مورد بررسی و بازبینی مجدد قرار گرفت و بر اساس آن اعضای گروه خبرگان انتخاب شدند. اعضای گروه خبرگان در مجموع ۲۰ نفر بودند که در دو گروه قرار می‌گرفتند؛ اعضای هیئت علمی گروه‌های سلامت، ایمنی، محیط زیست و بهداشت حرفه‌ای دانشگاههای علوم پزشکی کشور (۱۰ نفر) و کارشناسان اجرایی شاغل در صنعت ساخت و ساز (۱۰ نفر).

گام سوم؛ غربالگری و انتخاب عوامل و مولفه‌ها با روش دلفی فازی: جهت غربالگری و تعیین مهمترین عوامل و مولفه‌های تاثیرگذار بر انگیزش HSE، ابتدا پرسشنامه دلفی به اعضای گروه خبرگان ارسال گردید. این پرسشنامه بر اساس طیف لیکرت پنج درجه‌ای (بی‌تاثیر، تاثیر کم، معمولی، موثر و بسیار موثر) طراحی گردید و از خبرگان خواسته شد که "میزان تاثیر" هر یک از عوامل را در انگیزش HSE بیان کنند. در ادامه جهت تحلیل‌های بعدی متغیرهای زبانی به مجموعه‌های فازی مثلثی معادل تبدیل شدند (جدول ۱).

سپس پاسخ‌های مرحله اول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و عوامل و مولفه‌های مشترک استخراج و امتیازبندی گردید و تعدادی از مولفه‌ها که با یکدیگر همپوشانی داشته و از نظر مفهوم یکسان بود، ادغام شدند. میانگین میزان تاثیرگذاری هر یک از عوامل طبق روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید:

$$A_i= (a_{i,1}, a_{i,2}, a_{i,3}), \qquad i=1,2,3,\ldots,n \qquad (۱)$$

$$A_m= (a_{m,1}, a_{m,2}, a_{m,3})= (1/n\sum^{n}_{i=1} a_{i,1}, 1/n\sum^{n}_{i=1} a_{i,2}, 1/n\sum^{n}_{i=1} a_{i,3}) \qquad (۲)$$

که در آنها A_i: مجموعه فازی مثلثی حاصل از نظر هر خبره، a_1: حد پایین نظر هر خبره، a_2: حد وسط نظر هر خبره، a_3: حد بالای نظر هر خبره، n: تعداد خبرگان، A_m: مجموعه فازی مثلثی میانگین نظر خبرگان، A_{m1}: میانگین حد پایین نظر خبرگان، A_{m2}: میانگین حد وسط نظر خبرگان و A_{m3}: میانگین حد بالای نظر خبرگان می‌باشد. سپس با استفاده از رابطه ۳، اختلاف نظر هر فرد از میانگین نظرات (E) محاسبه و پرسشنامه مرحله دوم تنظیم شد. براساس این رابطه هر یک از خبرگان می‌توانستند نظر خود را با میانگین نظرات مقایسه نموده و در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند:

$$E= (a_{m,1}-a_{i,1}, a_{m,2}-a_{i,2}, a_{m,3}-a_{i,3}) \qquad (۳)$$

در مرحله بعد با محاسبه اختلاف میانگین‌های دو مرحله ۱ و ۲ با استفاده از رابطه زیر، میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه شد، در

صورتی که اختلاف محاسبه شده (S) کمتر از ۰/۲ باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می‌شود (۱۲):

$$S=1/3\times[(a_{m,1,2}+a_{m,2,2}+a_{m,3,2}) - (a_{m,1,1}+a_{m,2,1}+a_{m,3,1})] \quad (٤)$$

در این مطالعه، در طی سه مرحله تکرار روش دلفی فازی، نظر خبرگان به اجماع قابل قبولی رسید. به منظور غربال عوامل تاثیرگذار، ابتدا مقادیر به دست آمده را دی‌فازی کرده و یک مقدار آستانه (α) انتخاب شد. در این مطالعه برای دی‌فازی کردن مجموعه‌های فازی از روش مرکز ثقل (رابطه ۵) استفاده شد:

$$F=1/3\times(a_{m,1}+a_{m,2}+a_{m,3}) \quad (٥)$$

که در آن F عدد نهایی دی‌فازی شده حاصل از نظر خبرگان است. در این پژوهش عدد ۰/۷ به عنوان حد آستانه در نظر گرفته شد. عوامل و مولفه‌های با امتیاز بیشتر از حد آستانه استخراج و برای اولویت‌بندی و مقایسه زوجی با یکدیگر در مرحله بعد بکار گرفته شد. سپس پرسشنامه دوم طراحی شده و برای ۲۰ نفر اعضای گروه خبرگان ارسال شد تا مقایسه زوجی مولفه‌ها انجام شود و در نهایت وزن هر یک از مولفه ها با استفاده از روش ANP تعیین گردد.

فرایند تحلیل شبکه‌ای

روش ANP ساعتی و تاکی زاوا در سال ۱۹۸٦ پیشنهاد شد. این روش به طور نظام‌مند وزن عوامل دارای ارتباط با یکدیگر را محاسبه کرده و آنها را اولویت‌بندی می‌نماید [١٤]. فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد [١٥]. تمامی عناصر در یک شبکه می‌توانند به هر شکل در ارتباط با یکدیگر باشند. در این روش 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 کرد. این فرایند از مقایسه زوجی مولفه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید. مقایسات زوجی به تصمیم گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها بر روی مقایسه گزینه تمرکز کند. این فرایند بر پایه مقایسات زوجی با امکان تسهیل قضاوت‌ها و محاسبات بنا نهاده شده است. مدل مذکور شبیه به مدل AHP است با این تفاوت که یک رابطه دو طرفه بین معیارها و گزینه‌ها و ارتباط داخلی بین معیارها وجود دارد که در مدل AHP در نظر گرفته نمی‌شود. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، روش AHP کاربرد نداشته و باید از روش ANP استفاده شود. در این مطالعه، فرایند تحلیل شبکه‌ای در چهار گام اصلی به شرح زیر به انجام رسید:

گام اول؛ ساخت مدل و تبدیل مسئله/ موضوع به یک ساختار شبکه‌ای (تشکیل خوشه‌ها و روابط میان آنها)

گام دوم؛ تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و تعیین بردارهای اولویت: در این گام میزان اهمیت یا ارجحیت معیارها و گزینه‌ها، با مقایسه زوجی و اختصاص عدد اولویت در بازه ۱ تا ۹ توسط خبرگان تعیین شد. بدین ترتیب وزن خوشه‌ها و عناصر درونی آنها مشخص گردید.

گام سوم؛ تشکیل سوپرماتریس ناموزون، موزون و حد: این گام از فرایند ANP در نرم‌افزار Super Decision به انجام رسید. به طور خلاصه، برای دستیابی به اولویت‌های کلی در یک شبکه با تأثیرات متقابل اقدامات زیر به ترتیب اجرا می‌شود: بردارهای اولویت داخلی در ستون‌های یک ماتریس وارد می‌شوند، در نتیجه، یک سوپرماتریس (یک ماتریس تقسیم‌بندی شده) به دست می‌آید که هر بخش از آن ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد. سپس از طریق نرمال‌سازی خطی سوپرماتریس اولیه به سوپرماتریس موزون تبدیل می‌گردد. در نهایت سوپرماتریس حد با به توان رساندن تمامی عناصرسوپرماتریس تا زمان دستیابی به هم‌گرایی (از طریق تکرار) تعیین می‌شود [١٦].

گام چهارم؛ تعیین وزن نهایی عوامل و مولفه‌ها و ضریب ناسازگاری نظرات: در این مرحله بر اساس ماتریس مقایسات زوجی تکمیل شده توسط خبرگان، با استفاده از نرم افزار Super Decision وزن نهایی عوامل و مولفه‌ها محاسبه گردید. سپس میزان ناسازگاری قضاوت‌ها بر اساس نرخ ناسازگاری مورد بررسی قرار گرفت. در صورتی که نرخ ناسازگاری کوچکتر

از ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است و در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود.

یافته‌ها

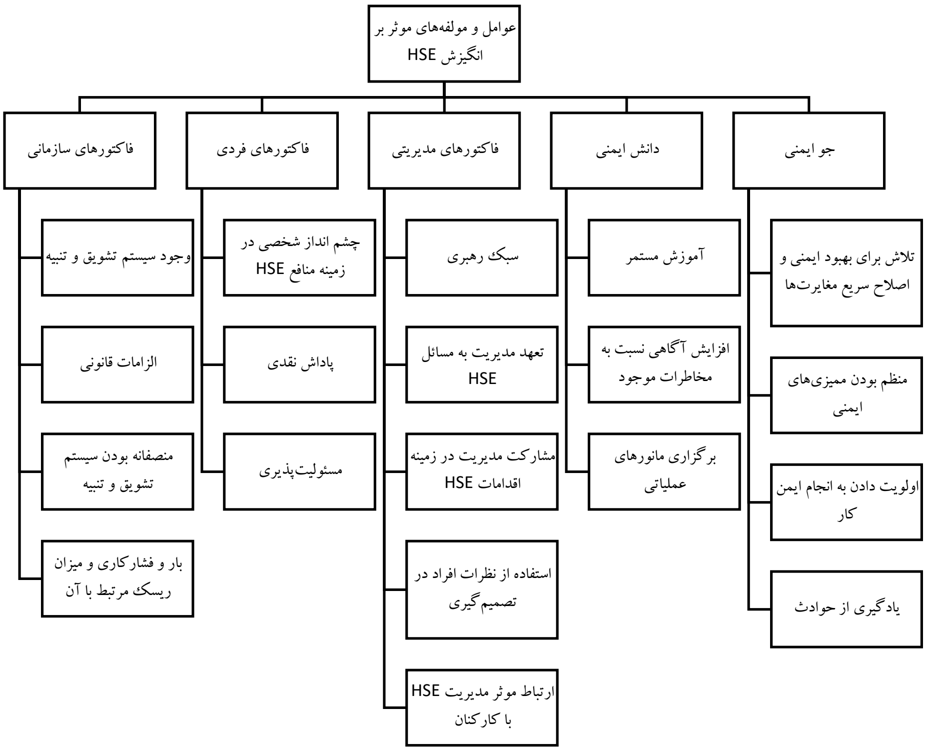
نتایج شناسایی عوامل موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش دلفی فازی در شکل ۱ آورده شده است. مطابق شکل ۱، عوامل شناسایی شده موثر بر انگیزش HSE در پنج گروه به شرح زیر قرار گرفتند: فاکتورهای سازمانی، فاکتورهای فردی، فاکتورهای مدیریتی، دانش ایمنی و جو ایمنی. در این پنج گروه عوامل، ۱۹ مولفه شناسایی شد که توزیع آنها به شرح زیر بود: فاکتورهای سازمانی شامل ٤ مولفه (وجود سیستم تشویق و تنبیه، الزامات قانونی، منصفانه بودن سیستم تشویق و تنبیه و بار و فشارکاری و میزان ریسک مرتبط با آن)، فاکتورهای فردی شامل ۳ مولفه (چشم‌انداز شخصی در زمینه منافع HSE، پاداش‌های نقدی و مسئولیت‌پذیری)، فاکتورهای مدیریتی شامل ۵ مولفه (سبک رهبری، تعهد مدیریت به مسائل HSE، مشارکت مدیریت در زمینه اقدامات HSE، استفاده از نظرات و پیشنهادات کارکنان در تصمیم‌گیری و ارتباط موثر مدیریت HSE با کارکنان)، دانش ایمنی شامل ۳ مولفه (آموزش مستمر، افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود و برگزاری مانورهای عملیاتی) و جو ایمنی شامل ٤ مولفه (تلاش برای بهبود ایمنی و اصلاح سریع مغایرت‌ها، منظم بودن ممیزی‌های ایمنی، اولویت دادن به انجام ایمن شغل و یادگیری از حوادث). در مرحله اولویت‌بندی عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE با روش ANP بر اساس نظر گروه خبرگان سه معیار جهت مقایسه زوجی عوامل و مولفه‌ها انتخاب شد و مورد استفاده قرار گرفت. وزن نسبی معیارها نیز از مقایسه زوجی آنها تعیین گردید که به شرح زیر بود: معیار اثربخشی با وزن ۰/٤۳۵، معیار قابلیت اجرا با وزن ۰/٤۳۵ و معیار هزینه با وزن ۰/۱۳۰. اولویت‌بندی عوامل اصلی موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP در شکل ۲ نشان داده شده است.

مطابق شکل ۲، وزن و اولویت عوامل اصلی موثر بر انگیزش HSE بر اساس معیارهای مختلف، تا حدودی متفاوت بود، بطوری که عوامل اصلی دارای بالاترین اولویت بر اساس معیار قابلیت اجرا، اثربخشی و هزینه به ترتیب فاکتورهای مدیریتی (با وزن ۰/۲۸۰)، فاکتورهای مدیریتی (با وزن ۰/۲۷۵) و دانش ایمنی (با وزن ۰/۲۵۵) بودند و عوامل اصلی با پایین‌ترین رتبه بر اساس کلیه معیارهای مذکور فاکتورهای فردی به ترتیب با وزن ۰/۱۱۵، ۰/۰۹۰ و ۰/۱۰۰ تعیین شد.

جدول ۱- مجموعه فازی مثلثی معادل طیف لیکرت پنج درجه‌ای برای غربالگری و تعیین عوامل و مولفه‌های تاثیرگذار بر انگیزش HSE

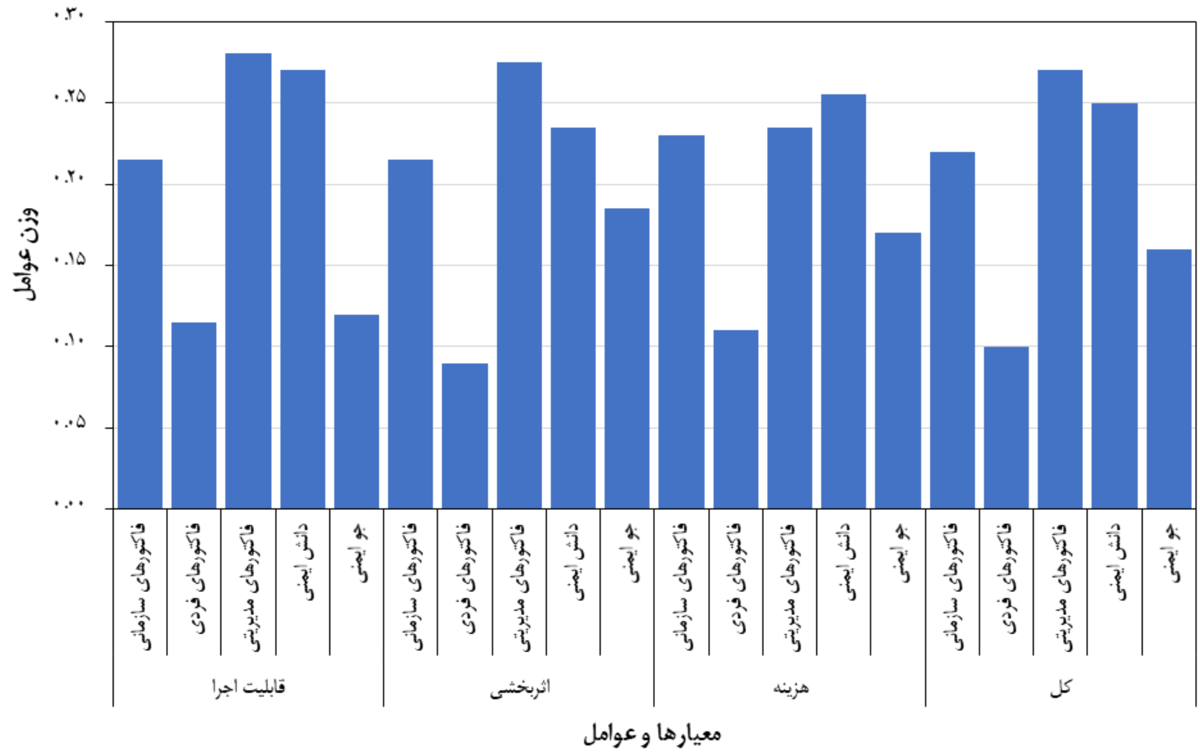
Table 1- Triangular fuzzy set equivalent to a five-point Likert scale for screening and determining factors and components affecting HSE motivation

متغیر زبانی	بسیار موثر	موثر	معمولی	تاثیر کم	بی‌تاثیر
مجموعه فازی	(۰/۷۵و ۱و ۱)	(۰/۵و۰/۷۵و ۱)	(۰/۲۵و۰/۵و۰/۷۵)	(۰و۰/۲۵و۰/۵)	(۰و ۰و۰/۲۵)



شکل ۱- عوامل اصلی و مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز بر اساس روش دلفی فازی

Figure 1- The main factors and components affecting HSE motivation in the construction industry based on the fuzzy Delphi method



شکل ۲- اولویت‌بندی عوامل اصلی موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP

Figure 2- Prioritizing the main factors affecting HSE motivation in the construction industry with the ANP method

شکل ۳- اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP

Figure 3- Prioritizing the factors affecting HSE motivation in the construction industry with the ANP method

رتبه‌بندی عوامل اصلی موثر بر انگیزش HSE با روش ANP بر اساس کلیه معیارها به شرح زیر بدست آمد: فاکتورهای مدیریتی با وزن ۰/۲۷، دانش ایمنی با وزن ۰/۲۵، فاکتورهای سازمانی با وزن ۰/۲۲، جو ایمنی با وزن ۰/۱۶ و فاکتورهای فردی با وزن ۰/۱۰.

اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس شکل ۳، پنج مولفه موثر بر انگیزش HSE با بالاترین اولویت به ترتیب عبارت بودند از افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود (مربوط به دانش ایمنی) با وزن ۰/۰۹۵، برگزاری مانورهای عملیاتی (مربوط به دانش ایمنی) با وزن ۰/۰۸۶، تعهد مدیریت به مسائل HSE (مربوط به فاکتورهای مدیریتی) با وزن ۰/۰۸۴، منصفانه بودن تشویق و تنبیه (مربوط به فاکتورهای سازمانی) با وزن ۰/۰۸۴ و وجود سیستم تشویق و تنبیه (مربوط به فاکتورهای سازمانی) با وزن ۰/۰۷۳. در نقطه مقابل پنج مولفه موثر بر انگیزش HSE با پایین‌ترین اولویت به ترتیب منظم بودن ممیزی‌های ایمنی (مربوط به جو ایمنی) با وزن ۰/۰۲۲، سبک رهبری (مربوط به فاکتورهای مدیریتی) با وزن ۰/۰۲۴، پاداش‌های نقدی (مربوط به فاکتورهای فردی) با وزن ۰/۰۲۸، چشم‌انداز شخصی در زمینه منافع HSE (مربوط به فاکتورهای فردی) با وزن ۰/۰۳۱ و بار کاری و خطر مرتبط با آن (مربوط به فاکتورهای سازمانی) با وزن ۰/۰۳۱ تعیین شدند.

بحث

به منظور انتخاب و اجرای بهینه‌ترین برنامه انگیزشی HSE برای کارکنان باید رتبه‌بندی عوامل و مولفه‌ها بر اساس کلیه معیارها مورد نظر قرار گیرد، اما در برخی موارد محدودیت منابع مالی موجب می‌شود مدیریت HSE بر روی گزینه‌های با هزینه کمتر متمرکز شود. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در زمان محدودیت منابع مالی، بهترین گزینه برای ایجاد انگیزش HSE برنامه‌ریزی در جهت ارتقاء دانش ایمنی کارکنان از طریق مولفه‌های افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود، برگزاری مانورهای عملیاتی و آموزش مستمر می‌باشد. اولویت‌بندی عوامل موثر بر انگیزش HSE بر اساس سه معیار هزینه، اثربخشی و قابلیت اجرا نشان داد که فاکتورهای مدیریتی بالاترین اهمیت را

در بین پنج گروه عوامل داشت و دانش ایمنی، فاکتورهای سازمانی، جو ایمنی و فاکتورهای فردی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE در صنعت ساخت و ساز با روش ANP نشان داد که مولفه‌های با اولویت بیشتر تنها مربوط به فاکتورهای مدیریتی نیست و ترکیبی از اقدامات مربوط به بهبود دانش ایمنی، فاکتورهای مدیریتی و فاکتورهای سازمانی نظیر افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود، برگزاری مانورهای عملیاتی، تعهد مدیریت به مسائل HSE و منصفانه بودن تشویق و تنبیه می‌تواند در ارتقاء انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز اثربخش‌تر باشد. در مطالعه Vindokumar و Bhasi نشان داده شد که آموزش ایمنی نه تنها دانش ایمنی کارکنان را افزایش می‌دهد، بلکه انگیزه آنها را نیز برای رفتارهای ایمن زیاد می‌کند [۱۷]. بر اساس نتایج مطالعات پیشین، افزایش آگاهی و درک ریسک‌های محیط کار بر انگیزه کارکنان تاثیر می‌گذارد تا اولا ایمن رفتار کنند و سپس رفتارهای ایمن خود را ارتقا بخشند. در مطالعه Neal و همکاران [۱۸] بر این نکته اشاره شده است که دانش و انگیزه ایمنی بر مقبولیت ایمنی و مشارکت کارکنان در ایمنی اثر دارد. نتایج مطالعه Andriessen و همکاران [۱۹] بر روی تئوری انتظار و انگیزش نشان داد که ویژگی‌های فردی و شخصیتی بر رفتار و عوامل انگیزشی تاثیری قابل توجهی نداشتند و انگیزه ایمنی تا حد زیادی تحت تاثیر رهبری و مدیریت بود. در مطالعه حاضر نیز فاکتورهای فردی در ایجاد انگیزه HSE در پایین‌ترین اولویت قرار گرفت و فاکتورهای مدیریتی بالاترین اولویت را داشتند. مطالعه Rahimi Pordanjani [۲۰] نشان داد که روش‌های مدیریت ایمنی اثر مستقیمی بر رفتارهای ناایمن و انگیزش ایمنی دارد، بنابراین سازمان‌ها می‌توانند با بهبود رویه‌های مدیریت ایمنی و نیز آموزش به کارکنان و سرپرستان برای تقویت انگیزش ایمنی، رفتارهای ناایمن و به دنبال آن حوادث شغلی را کاهش دهند. McAfee در پژوهش خود عنوان داشت که مشوق‌ها بدون استثنا به طور موفقیت‌آمیزی حداقل برای کوتاه مدت شرایط ایمنی را بهبود و حوادث را کاهش می‌دهند [۱۰].

بر اساس یافته‌های مطالعه Al-Bayati، فرهنگ ایمنی و رعایت ملاحظات ایمنی توسط مدیران ارشد و پرسنل ایمنی اثر قابل توجهی بر روی انگیزه کارکنان و رفتار ایمن آنها در صنعت ساخت و ساز دارد [۲۱]. مطالعه Basahel بر روی نه پیمانکار پروژه‌های ساخت و ساز در کشور عربستان نشان داد که رهبری ایمنی از طریق افزایش دانش و انگیزه در کارکنان می‌تواند میزان مشارکت کارکنان در انطباق با ملاحظات ایمنی را ارتقاء دهد [۲۲]. Khalid و همکاران چارچوب مدیریت ایمنی برای عملکرد موثر ایمنی در پروژه‌های ساخت و ساز را ارایه دادند. در این چارچوب هشت مولفه شامل (۱) اجرای مقررات ایمنی، (۲) رهبری، (۳) برنامهیریزی، (٤) انطباق، (٥) مدیریت عملکرد، (٦) ارزیابی ریسک، (۷) بازرسی و (۸) فرهنگ ایمنی تعریف شد که باید در ارتباط متقابل و تنگاتنگ با یکدیگر بکار گرفته شوند تا به عملکرد موفق ایمنی در صنعت ساخت و ساز دست یافت [۲۳]. Ishikawa و همکاران با بررسی ۲۵۰ پیمانکار صنعت ساخت و ساز در کشور غنا، مهمترین ضعف فرهنگ ایمنی در این صنعت را عدم تعهد مدیریت ارشد به یکپارچه‌سازی ملاحظات ایمنی در کلیه فعالیت‌ها شناسایی کردند [۱۲]. بر اساس نتایج مطالعه Khan و همکاران، مهمترین عوامل کاهش انگیزه کارکنان برای رعایت ملاحظات ایمنی در پروژه‌های ساختمانی کوچک، عدم تعهد مدیریت و آموزش ناکافی بود که موجب افزایش نرخ حوادث و صدمات می‌شد [٢٤]. اگرچه عوامل بر انگیزش HSE کارکنان تا حدودی وابسته به فرهنگ بوده و می‌تواند تحت تاثیر شرایط محیطی قرار گیرد، اما تطابق نسبتاً بالای نتایج این مطالعه با یافته‌های سایر محققان نشان می‌دهد که تاثیر شرایط محیطی و زمانی بر این موضوع قابل توجه نیست و می‌توان با تمرکز بر روی عوامل شناسایی شده و ارتقاء انگیزش HSE در پروژه‌های ساخت و ساز، رفتار ایمن را ترویج نمود و بیماری‌ها و صدمات شغلی و آلودگی‌های زیست‌محیطی را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

معیارهای اثربخشی و قابلیت اجرا نسبت به معیار هزینه اهمیت به مراتب بیشتری در اولویت‌بندی عوامل و مولفه‌های موثر در ایجاد انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز داشتند. وزن و اولویت عوامل و مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE بر اساس معیارهای مختلف، تا حدودی متفاوت بود و رتبه‌بندی عوامل اصلی موثر بر انگیزش HSE با روش ANP بر اساس کلیه معیارها به شرح زیر بدست آمد: فاکتورهای مدیریتی، دانش ایمنی، فاکتورهای سازمانی، جو ایمنی و فاکتورهای فردی. اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر انگیزش HSE نشان داد که مولفه‌های با اولویت بیشتر تنها مربوط به یک گروه از عوامل نیست و ترکیبی از اقدامات مربوط به بهبود دانش ایمنی، فاکتورهای مدیریتی و فاکتورهای سازمانی نظیر افزایش آگاهی نسبت به مخاطرات موجود، برگزاری مانورهای عملیاتی، تعهد مدیریت به مسائل HSE و منصفانه بودن تشویق و تنبیه می‌تواند در ارتقاء انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز اثربخش‌تر باشد. بکارگیری نتایج شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر در ایجاد انگیزه HSE در کارکنان صنعت ساخت و ساز می‌تواند اثربخشی برنامه‌های مدیریت HSE در این صنعت را ارتقاء دهد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر بخشی از نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد در گروه سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می‌باشد. نویسندگان مقاله از همکاری صمیمانه گروه خبرگان شرکت کننده در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافعی نداشته‌اند.

References

1- Hedlund A, Åteg M, Andersson M, Rosén G. Assessing motivation for work environment improvements: Internal consistency, reliability and factorial structure. Journal of Safety Research 2010; 41(2):145-51.
2- Alimadadi JA, Qasemkhan AH, Hjartabar M, Gholamnia R, Jazani RK, Saeedi R. Evaluation of Health, Safety and Environment status using SWOT matrix to provide continuous improvement strategies: A case study in municipality of Qazvin. Journal of Health in the Field 2016; 4(3):36-45 (in Persian).
3- Ghaedsharaf Z, Jabbari M. Identifying hazards and presenting HSE risk management program using Bow-Tie and SOWT-ANP methods at the urea unit of Shiraz petrochemical complex. Journal of Health and Safety at Work 2020; 10(1):46-57.
4- Jiang L, Probst TM. Transformational and passive leadership as cross-level moderators of the relationships between safety knowledge, safety motivation, and safety participation. Journal of Safety Research 2016; 57:27-32.
5- Sanaeinasab H, Ghofranipour F, Kazemnezhad A, Khavanin A, Tavakoli R. Evaluation of knowledge, attitude and behavior of workers towards occupational health and safety. Iranian Journal of Public Health 2009; 38(2):125-29.
6- Hedlund A, Gummesson K, Rydell A, Andersson M. Safety motivation at work: Evaluation of changes from six interventions. Safety Science 2016; 82:155-63.
7- Hoffman JE, Subramaniam B. The role of visual attention in saccadic eye movements. Perception & Psychophysics 1995; 57(6):787-95.
8- Griffin MA, Neal A. Perceptions of safety at work: a framework for linking safety climate to safety performance, knowledge, and motivation. Journal of Occupational Health Psychology 2000; 5(3):347-58.
9- Saracino A, Curcuruto M, Antonioni G, Mariani MG, Guglielmi D, Spadoni G. Proactivity-and-consequence-based safety incentive (PCBSI) developed with a fuzzy approach to reduce occupational accidents. Safety Science 2015; 79:175-83.
10- McAfee RB, Winn AR. The use of incentives/feedback to enhance work place safety: A critique of the literature. Journal of Safety Research 1989; 20(1):7-19.
11- Neal A, Griffin MA. A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents at the individual and group levels. Journal of Applied Psychology 2006; 91(4):946-53.
12- Ishikawa A, Amagasa M, Shiga T, Tomizawa G, Tatsuta R, Mieno H. The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. Fuzzy Sets and Systems 1993; 55(3):241-53.
13- Younesi Heravi M, Yeganeh A, Razavian SB. Using Fuzzy Approach in Determining Critical

Parameters for Optimum Safety Functions in Mega Projects (Case Study: Iran's Construction Industry). In: Khosravy M, Gupta N, Patel N, editors. Frontiers in Nature-Inspired Industrial Optimization. Singapore: Springer; 2022. p. 183-200.

14- Modiri M, Dashti Shiramin M, Shirazi HK. Identification and prioritization of influencing factors on safety performance with hybrid fuzzy DEMATEL and analytical network process approach (DANP) (Case study: A combined cycle power plant). Journal of Health and Safety at Work 2019; 9(1):49-60.

15- Saaty TL, Vargas LG. Applications of the Analytical Hierarchy Process in Economics, Finance, Politics, Games, and Sports. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1991.

16- Mohammadfam I, Shafikhani A, Shafikhani AA, Ghasemi F. Determining a suitable risk-based maintenance strategy for improvement of the safety indices. Journal of Health and Safety at Work 2017; 7(4):279-90.

17- Vinodkumar M, Bhasi M. Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. Accident Analysis & Prevention 2010; 42(6):2082-93.

18- Neal A, Griffin MA, Hart PM. The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. Safety Science 2000; 34(1-3):99-109.

19- Andriessen J. Safe behaviour and safety motivation. Journal of Occupational Accidents 1978; 1(4):363-76.

20- Rahimi Pordanjani T, Mohammadzadeh Ebrahimi A. The mediating role of safety motivation in relationship between of safety management practices and unsafe behaviors. Iran Occupational Health 2016; 13(6):23-33 (in Persian).

21- Al-Bayati AJ. Impact of construction safety culture and construction safety climate on safety behavior and safety motivation. Safety 2021; 7(2):41. https://doi.org/10.3390/safety7020041.

22- Basahel AM. Safety leadership, safety attitudes, safety knowledge and motivation toward safety-related behaviors in electrical substation construction projects. International Journal of Environmental Research and Public Health 2021; 18(8):4196. Doi :doi.org/ 10.3390/ijerph18084196.

23- Khalid U, Sagoo A, Benachir M. Safety Management System (SMS) framework development – Mitigating the critical safety factors affecting Health and Safety performance in construction projects. Safety Science 2021; 143:105402. Doi: doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105402.

24- Khan SB, Proverbs DG, Xiao H. The motivation of operatives in small construction firms towards health and safety – A conceptual framework. Engineering, Construction and Architectural Management 2022; 29(1):245-61.