اولویت‌بندی شاخص‌های مدیریت بهداشت و ایمنی شغلی در صنعت ساخت و ساز مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاره

رسول یاراحمدی[۱]، فرزانه السادات شاکوهی[۲]، فرشته طاهری[۳]، پروین مریدی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۰۷ تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: زیرساخت‌ها از مهم‌ترین بخش‌های حیاتی امنیت ملی، امنیت عمومی و زیست‌محیطی در هر جهان هستند. بروز حوادث در زیرساخت‌های اساسی از اتفاقات معمول در تمام کشورهای دنیاست. وقوع چنین حوادثی سبب آسیب و صدمه به انسان، صنعت و محیطزیست می‌گردد. صنعت ساختمان‌سازی با مسائل و ابهامات زیادی مواجه ذاتی دارد. در کشور ایران حوادث و اتفاقات این صنعت در مقایسه با سایر صنایع بیشتر است. این مطالعه با هدف، اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی و بهداشت در صنعت ساخت و ساز در دو گروه ساختمان‌های کوچک و بزرگ با استفاده از روش تاپسیس فازی انجام شده است.

روش بررسی: شاخص‌ها جهت کلیه محورهای فعالیتی مهم‌ترین بخش و بدنه استقرار سیستم مدیریت ریسک محسوب می‌گردند. برای ارزیابی عملکرد بهداشت و ایمنی در صنعت ساخت و ساز ابتدا شاخص‌های عملکردی از میان لیست مبسوط شاخص‌ها، کلیدی سازی و انتخاب گردید. سپس شاخص‌های کلیدی سازی شده با کمک معیارهای SMART(Specific, Measurable, Achievable, Realistic Timeable) وزن دهی و اولویت‌بندی شد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز فازی تاپسیس مبنی بر تعیین اولویت شاخص‌های ایمنی بهداشت در هر گروه از ساختمان‌های کوچک و بزرگ، بیانگر محدوده مختلفی از اولویت شاخص‌های ۲۸ گانه می‌باشد. ایمنی سازه‌های هم‌جوار و همچنین استفاده از وسایل حفاظت فردی (PPE) Personal protective Equipment در ساختمان‌های کوچک و حداکثر ۶ طبقه از ضریب نزدیکی بالایی برخوردار بود. درحالی‌که در ساختمان‌های بزرگ و بیش از ۶ طبقه صدا، ایمنی داربست، گودبرداری و بالابرها به دلایل ارتفاع و گستره عمودی سازه‌ها در اولویت بالاتری قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی و بهداشت مبتنی بر روش تاپسیس فازی با کمک معیارهای SMART می‌تواند به‌عنوان یک روش کاربردی در رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای باشد.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، مدیریت ریسک، شاخص، شاخص عملکرد، روش تصمیم‌گیری چند معیاره، تاپسیس فازی، PPE، SMART.

مقدمه

بررسی سیمای حوادث صنعتی در دنیا نشان می‌دهد در هر دقیقه ۲ مرگ ناشی از حوادث محیط کار در دنیا رخ می‌دهد. این آمار به‌طور اختصاصی در کشورهای درحال‌توسعه حداقل ۴ برابر بیشتر از نرخ متوسط جهانی آن است. بررسی عوامل و تشخیص نقاط حادثه‌خیز و خطرآفرین در صنعت ساخت و ساز به‌منظور پیشگیری از بروز حوادث از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱]. امروزه فعالیت‌های کارگاه‌های ساختمانی به‌طور روزافزونی در حال افزایش است. وجود خطرات و عوامل زیان‌آور گوناگون در این کارگاه‌ها، این صنعت را به یکی از مخاطره‌آمیزترین صنایع در سطح دنیا تبدیل نموده است. صنعت ساختمان‌سازی برحسب ماهیت، متکی بر نیروی انسانی بوده و انسان سالم رکن اساسی توسعه پایدار به شمار می‌آید، بنابراین توجه به ایمنی و بهداشت افرادی که در فرآیند اجرا مشارکت داشته و یا آنانی که ممکن است در حیطه اثر عملیات اجرایی از آن آسیب ببینند، هم از لحاظ انسانی و اخلاقی و هم از جنبه قانونی، امری ضروری است. [۲]. فقدان قابلیت پیش‌بینی ماهیت پروژه‌ها باعث می‌شود که روز به روز آن‌ها پر ریسک تر شوند. با در نظر گرفتن جایگزین‌های ممکن می‌توان ریسک موجود در پروژه را کاهش و به تصمیم گیران پروژه مرجعی ارائه کرد تا از این طریق هزینه‌های مربوطه را پایین بیاورند [۳]. همواره ارتباط و

۱- استادیار گروه بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۲-کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - گرایش مدیریت سیستم بهره وری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۳- کارشناس مسئول مرکز تحقیقات بهداشت کار،دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۴- (نویسنده مسئول) دکتری مدیریت محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

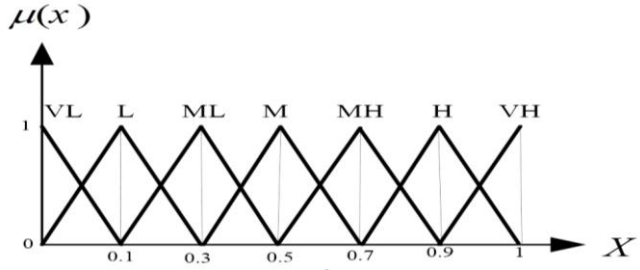
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

نزدیکی میان پیچیدگی و عدم اطمینان وجود دارد، بدین گونه که افزایش پیچیدگی مسئله، منجر به کاهش درجه اطمینان می‌گردد. استفاده از منطق فازی می‌تواند مسائل حاصل از عدم وجود اطمینان را حل کند به‌ویژه در موقعیت‌هایی که ما دسترسی به مقادیر کمی شاخص‌ها نداریم و تنها از طریق بیان کیفی می‌توان درجه شاخص را توصیف کرد [۴]. تاپسیس از مهم‌ترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی بایستی کمترین فاصله را با ایده ال مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده ال منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد [۵]. با توجه به اهمیت زیرساخت‌ها، پیدا کردن روش‌هایی برای اولویت‌بندی، تحلیل و ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده و کنترل آن‌ها لازم و ضروری است. در تحقیقات [۶]، پری آذر و همکاران [۷]، میان آبادی [۸]، صالحی و همکاران [۹]، شن و همکارانش [۱۰]، زنگ و همکاران [۱۱]، یزدانی (۲۰۱۱)، طلوعی اشلاقی [۱۲]، لی (۲۰۱۱)، تارون و همکاران [۱۳]، اسماعیل و همکاران [۱۴]، رضاخانی [۱۵] از تکنیک تاپسیس فازی جهت دسته‌بندی، اولویت‌بندی و انتخاب بهترین استراتژی از میان مجموعه‌ای از جایگزین‌ها برای تصمیم‌گیری به اجراکنندگان پروژه‌ها استفاده کرده‌اند. تصمیم‌گیری در پروژه‌های مختلف که در آن شاخص‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، عملیاتی و صنعتی نقش دارند، امری پیچیده است. مدیریت پروژه‌های گوناگون از جمله مسائلی است که مدیران صنعتی همواره با آن‌ها روبرو هستند. توجه به ماهیت نامطمئن پروژه‌ها و لزوم صرف بهینه منابع پروژه دارای اهمیت انکارناپذیری است [۶]. تصمیم‌گیری مطلوب با معیارهای چندگانه به دنبال گزینه‌ای است که بیش‌ترین مزیت‌ها را برای تمامی معیارها ارائه نماید و مدل‌های MADM به‌منظور اولویت‌بندی و انتخاب راهبرد مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۶]. ابهام و نبود قطعیت ذاتی معیارها و واحدهای تصمیم‌گیری از یک‌سو و ناسازگاری و بی‌دقتی در نظرات و قضاوت افراد تصمیم‌گیرنده از سوی دیگر، سبب گرایش به نظریه‌های مجموعه‌های فازی و به دنبال آن منطق فازی به‌عنوان ابزاری کارآمد و مفید برای برنامه‌ریزی‌ها، اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری‌ها گردیده است [۱۷].

روش بررسی

در این مطالعه برای دست‌یابی به شاخص‌های مؤثر جهت شناسایی و ارزیابی عملکرد بهداشت و ایمنی در صنعت ساخت و ساز ابتدا با بهره‌گیری از مجموعه شاخص‌های تدوین شده، با کمک موسسه تحقیقات مسکن، وزارت کار، شهرداری و منابع دیگر فهرستی از شاخص‌های فنی، اقتصادی و اجرایی در زمینه بهداشت و ایمنی تهیه گردید. با توجه به نظر خبرگان (اساتید دارای تجربه، مدیران و کارشناسان صاحب‌نظر در فیلدهای اجرایی-نظارتی و عملیاتی) شاخص‌های مؤثر از میان لیست مبسوط شاخص‌های عملکردی انتخاب گردید. برای ارزیابی عملکرد، شاخص‌های بسیار زیادی وجود دارد اما شاخص‌های محدودی قادر به رتبه‌بندی شاخص‌ها جهت دستیابی به اهداف بیان شده می‌باشد. با مراجعه به پیشینه مطالعات انجام شده و مطالعات کتابخانه‌ای در این زمینه معیارهای SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Timetable) (شایه، ۲۰۰۷) به‌عنوان معیاری جهت رتبه دهی شاخص‌ها انتخاب شدند. به همین منظور برای تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد در پروژه‌های ساخت و ساز در منطقه ۲ شهرداری تهران لیست مبسوط شاخص‌ها توسط افراد خبره مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی خبرگان ۶ شاخص بهداشتی، ۹ شاخص ایمنی، ۱۳ شاخص مدیریت ایمنی و بهداشت انتخاب شد. از آنجائی که بین گزینه‌های موجود ملزم به رتبه‌بندی می‌باشیم، به همین منظور پرسشنامه‌ای که گزینه‌های آن شاخص‌ها و معیارهای آن SMART می‌باشد طراحی و برای سنجش روایی و پایایی آن میان کارشناسان برگزیده توزیع شد. روایی پرسشنامه توسط گروهی از خبرگان و کارشناسان با تجربه تأیید قرار گرفت (Face and CVR=90%

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]



شکل ۱- اعداد فازی برای تعیین اهمیت معیارهای انتخاب تکنولوژی تصفیه

(Validity=%75.07) و (Alpha Cronbach's =۰/۹۵۸) و پرسش‌نامه نهایی شد. پرسش‌نامه نهایی بین خبرگان و مدیران اجرایی و کارشناسان مرتبط و با تجربه در حوزه‌های شهرداری و اداره بازرسی کار و مهندسین ناظر بر ساخت در پروژه‌های ساختمانی این پژوهش در شهر تهران و منطقه ۲ شهرداری در دو گروه (ساختمان‌های کوچک و با حداکثر ۶ طبقه) و (ساختمان‌های بزرگ و بیش از ۶ طبقه) توزیع و تکمیل شد. سپس با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده آل که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها استفاده شد [۱۸]. بر اساس این روش، بهترین گزینه، نزدیک‌ترین به راه‌حل ایده آل و دورترین از راه‌حل غیر ایده آل است. راه‌حل ایده آل، راه‌حلی است که بیشترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد، درحالی‌که راه‌حل غیر ایده آل، راه‌حلی است که بالاترین هزینه و کمترین سود را داشته باشد. تکنیک تاپسیس فازی در هفت گام اجرایی شد. ابتدا مطابق روش، وزن معیارهای مسئله تعیین گردید. پس از جمع‌آوری پاسخ‌های خبرگان در قالب پاره‌ای گویه‌های کلامی، پاسخ‌های مذکور به مقیاسی با قابلیت تجزیه و تحلیل تبدیل شدند، زیرا انجام عملیات ریاضی بر روی متغیرهای بیانی کیفی غیرممکن است. بنابراین متغیرهای بیانی باید به مقیاس‌های فازی تبدیل شوند. در این تحقیق، از اعداد فازی مثلثی که در شکل ۱ نیز نشان داده شده به‌عنوان توابع عضویت اعداد فازی استفاده شده است. دلیل استفاده از اعداد فازی مثلثی، کمک به تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌گیری ساده‌تر است.

در گام دوم ماتریس تصمیم‌گیری برای تعیین اهمیت هر شاخص با توجه به هر معیار تشکیل می‌گردد. برای این منظور ابتدا لازم است که مقیاس مناسب فازی برای سنجش هر شاخص با توجه به هر معیار تعیین گردد. در این تحقیق از مقیاس‌های فازی به کارگرفته شده توسط وانگ و الهاگ[1] (۲۰۰۶) استفاده شده است [۱۹]. در مرحله سوم هر کدام از اعداد فازی به‌دست‌آمده برای اهمیت هر معیار را در عنصر متناظر ماتریس تصمیم (اهمیت هر شاخص با توجه به هر معیار) ضرب کرده و ماتریس تصمیم‌گیری موزون محاسبه گردید. در گام چهارم جداول تصمیم‌گیری که از میانگین نظرات افراد به دست می‌آیند و موزون شده‌اند را نرمال می‌کنیم و ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده را به دست می‌آوریم.

در گام پنجم پاسخ ایده‌آل مثبت و پاسخ ایده‌آل منفی فازی مشخص شده و فاصله هر شاخص از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی فازی در گام ششم محاسبه می‌شود. با محاسبه ضریب نزدیکی[2] و رتبه شاخص‌ها در گام هفتم اولویت‌بندی شاخص‌ها انجام می‌شود. CC_i یا ضریب نزدیکی معیاری برای رتبه‌بندی شاخص‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها می‌باشد.

یافته‌ها

در این تحقیق داده‌ها در دو گروه ساختمان‌های

[1]. Wang and Elhang
[2]. Closeness Coefficient

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

جدول ۱- تشکیل ماتریس تصمیم گیری نرمال شده‌ی موزون فازی به تفکیک معیارهای SMART در گروه ساختمانهای کوچک و با حداکثر ۶ طبقه

معیارها گزینه ها	مشخص بودن	قابلیت اندازه‌گیری	قابلیت دستیابی	واقع‌گرایانه بودن	قابلیت اندازه‌گیری شاخص در مدت زمان معین
بیماری‌های شغلی احتمالی (چشمی، پوستی، تنفسی)	(0.18,0.25,0.35)	(0.14,0.19,0.25)	(0.09,0.120.16)	(0.12,0.16,0.19)	0.07,0.07,0.09
صدا	(0.23,0.24,0.35)	(0.16,0.22,0.32)	(0.11,0.140.18)	(0.15,0.19,0.23)	0.09,0.10,0.10
ارتعاش	(0.22,0.30,0.39)	(0.13,0.18,0.29)	0.08,0.12,) (0.16	(0.11,0.16,0.19)	0.07,0.07,0.09
آموزش کمک‌های اولیه و فراهم نمودن تجهیزات پیشگیری	(0.18,0.24,0.33)	(0.16,0.22,0.32)	(0.10,0.14,0.8)	(0.15,0.19,0.23)	0.08,0.08,0.10
شناسایی مخاطرات توسط کارشناسان خبره مدیریت و ایمنی بهداشت	(0.21,0.27,0.36)	(0.14,0.19,0.28)	(0.09,0.13,0.18)	(0.12,0.17,0.20)	0.07,0.07,0.09
مواجهه با گرد و غبار ذرات سیلیس در حین فعالیت و	(0.25,0.32,0.39)	(0.14,0.20,0.30)	(0.09,0.13,0.18)	(0.13,0.18,0.21)	0.07,0.07,0.09
تخریب و گود برداری	(0.25,0.30,0.40)	(0.17,0.22,0.30)	(0.12,0.15,0.19)	(0.16,0.18,0.23)	0.08,0.09,0.09
ایمنی داربست	(0.22,0.27,0.37)	(0.16,0.22,0.31)	(0.12,0.15,0.19)	(0.17,0.19,0.24)	0.08,0.09,0.10
حریق	(0.21,0.27,0.33)	(0.15,0.20,0.30)	(0.09,0.13,0.17)	(0.15,0.19,0.22)	0.08,0.08,0.10
برق گرفتگی	(0.18,0.26,0.37)	(0.15,0.20,0.28)	(0.09,0.13,0.16)	(0.15,0.18,0.23)	0.07,0.08,0.09
بالابرها –جرثقیل وماشین آلات	(0.21,0.27,0.36)	(0.13,0.19,0.27)	(0.10,0.13,0.17)	(0.14,0.18,0.22)	0.07,0.07,0.09
کار در ارتفاع (اجرای اسکلت فلزی – بتونی)	(0.22,0.28,0.36)	(0.16,0.20,0.28)	(0.11,0.14,0.18)	(0.16,0.17,0.22)	0.08,0.10,0.10
علامت گذاری صحیح تابلوهای علایم ایمنی و بهداشت	(0.20,0.25,0.33)	(0.15,0.21,0.28)	(0.10,0.14,0.18)	(0.16,0.19,0.23)	0.08,0.09,0.09
آموزش ایمنی	(0.21,0.28,0.39)	(0.14,0.19,0.27)	(0.10,0.13,0.17)	(0.15,0.18,0.22)	0.07,0.08,0.09
ایمنی عابرین (سرپوش های حفاظتی)	(0.20,0.28,0.39)	(0.14,0.20,0.29)	(0.10,0.14,0.19)	(0.14,0.19,0.23)	0.08,0.08,0.10
انبار کردن مصالح ساختمان	(0.24,0.30,0.41)	(0.14,0.19,0.28)	(0.09,0.14,0.18)	(0.14,0.19,0.22)	0.08,0.08,0.09
استفاده از وسایل حفاظت فردی (PPE)	(0.25,0.32,0.40)	(0.17,0.23,0.32)	(0.11,0.14,0.19)	(0.17,0.21,0.25)	0.09,0.09,0.10
ایمنی سازه های مجاور کارگاه ساختمانی	(0.22,0.28,0.37)	(0.17,0.23,0.33)	(0.11,0.15,0.20)	(0.17,0.20,0.25)	0.09,0.10,0.10
نظارت دقیق	(0.18,0.24,0.32)	(0.17,0.23,0.31)	(0.10,0.13,0.17)	(0.16,0.20,0.24)	0.07,0.08,0.09
آموزش پیمانکاران و مدیران پروژه	(0.12,0.16,0.25)	(0.13,0.18,0.25)	(0.08,0.11,0.15)	(0.14,0.17,0.21)	0.07,0.07,0.08
طرح پاسخ در شرایط اضطراری	(0.14,0.22,0.32)	(0.09,0.12,0.20)	(0.06,0.08,0.13)	(0.09,0.13,0.13)	0.05,0.05,0.07
تهیه گزارش‌های دوره ای حوادث شغلی	(0.17,0.24,0.33)	(0.11,0.17,0.27)	(0.07,0.12,0.17)	(0.11,0.17,0.19)	0.06,0.06,0.09
تدوین طرح جامع مدیریت ایمنی و بهداشت در شرایط	(0.17,0.24,0.35)	(0.13,0.19,0.27)	(0.09,0.13,0.17)	(0.14,0.20,0.23)	0.07,0.08,0.09
مهارت فنی (فردی –تیمیوسازمانی) شرکت سازنده و نگهداری مهارتها	(0.19,0.24,0.32)	(0.14,0.20,0.29)	(0.09,0.13,0.18)	(0.13,0.18,0.21)	0.07,0.08,0.09
مسئولیت پذیری کارفرما (مالک ساختمان)	(0.16,0.22,0.31)	(0.14,0.19,0.27)	(0.09,0.12,0.16)	(0.15,0.18,0.22)	0.07,0.08,0.08
مسئولیت پذیری بخش های نظارتی (مسکن، نوسازی، شهرداری)	(0.13,0.19,0.29)	(0.12,0.18,0.26)	(0.09,0.12,0.16)	(0.14,0.18,0.22)	0.07,0.08,0.08
توجه و اهمیت به ارزیابی ریسک و کنترل مخاطرات مربوطه	(0.16,0.22,0.32)	(0.09,0.15,0.23)	(0.07,0.10,0.15)	(0.11,0.17,0.19)	0.06,0.06,0.08
تخصص و مهارت علمی –عملی کارشناسان خبره	(0.18,0.25,0.35)	(0.12,0.17,0.26)	(0.09,0.12,0.16)	(0.130.17,0.19)	0.06,0.07,0.08
وزن شاخص‌ها	۱	۱	۱	۱	۱

کوچک و با حداکثر ۶ طبقه و ساختمان‌های با حجم بیشتر و بیش از ۶ طبقه در گروه دیگری طبقه‌بندی و آنالیز شده است. نتایج تعیین ضریب نزدیکی و رتبه‌بندی شاخص‌ها در دو گروه ساختمانی موردنظر تحقیق در جداول و نمودارهای ذیل آمده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بحث نتایج روایی و پایایی پرسش‌نامه تحقیق: نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد پرسشنامه از روایی و پایایی مناسبی برخوردار می‌باشد. از نظر صوری مشکل واقعی وجود نداشت و پس از نظرات کارشناسان خبره آنالیز با اعتبار صوری و محتوائی پرسشنامه به ترتیب FVR=75.07% و CVR=90% به دست آمد. عمدتاً سؤالات برای گروه نمونه جذاب و قابل‌توجه بود. این نشانه روایی صوری آزمون هست. از طرفی با توجه به تعداد کارشناسان در پانل خبرگان (۱۲ نفر) مقادیر شاخص اعتبار صوری و محتوایی پرسش‌نامه مطابق روش لاوشه قابل قبول و مطلوب می‌باشد [۲۰]. همچنین در مطالعه حاضر پایانی پرسشنامه از طریق آزمون آلفا کرونباخ که نشان‌دهنده تجانس درونی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

جدول ۲- ضریب نزدیکی و رتبه نهایی گزینه‌ها در گروه ساختمانهای کوچک و حداکثر ۶ طبقه

گزینه‌ها (شاخص‌ها)	(d_i^-)	(d_i^*)	(CC_i)	رتبه نهایی
بیماری‌های شغلی احتمالی (چشمی، پوستی، تنفسی)	0.83	4.19	0.165888	21
صدا	0.99	4.03	0.197458	5
ارتعاش	0.83	4.20	0.165328	22
آموزش کمک‌های اولیه و فراهم نمودن تجهیزات پیشگیری	0.98	4.05	0.195165	6
شناسایی مخاطرات توسط کارشناسان خبره مدیریت و ایمنی بهداشت	0.84	4.18	0.167989	20
مواجهه با گرد و غبار و ذرات سیلیس در حین فعالیت استراحتگاه‌ها	0.90	4.13	0.178093	13
تخریب و گود برداری	0.99	4.02	0.198072	4
ایمنی داربست	1.01	4.02	0.200364	3
حریق	0.93	4.10	0.18458	11
برق گرفتگی	0.89	4.13	0.176696	14
بالابرها –جرثقیل و ماشین آلات	0.88	4.15	0.174386	16
کار در ارتفاع (اجرای اسکلت فلزی –بتونی)	0.93	4.09	0.184748	10
علامت گذاری صحیح تابلوهای علایم ایمنی و بهداشت	0.94	4.08	0.186578	9
آموزش ایمنی	0.87	4.15	0.17299	17
ایمنی عابرین (سرپوش های حفاظتی)	0.95	4.08	0.189384	8
انبار کردن مصالح ساختمان	0.92	4.11	0.182874	12
استفاده از وسایل حفاظت فردی (PPE)	1.03	4.00	0.204421	2
ایمنی سازه های مجاور کارگاه ساختمانی	1.04	3.99	0.206629	1
نظارت دقیق	0.96	4.06	0.191286	7
آموزش پیمانکاران و مدیران پروژه	0.81	4.21	0.161315	24
طرح پاسخ در شرایط اضطراری	0.60	4.42	0.120191	28
تهیه گزارش‌های دوره ای حوادث شغلی	0.79	4.25	0.1567	26
تدوین طرح جامع مدیریت ایمنی و بهداشت در شرایط اضطراری	0.86	4.16	0.171553	18
مهارت فنی (فردی –تیمی و سازمانی) شرکت سازنده و نگهداری مهارتها	0.88	4.15	0.17551	15
مسئولیت پذیری کارفرما (مالک ساختمان)	0.86	4.16	0.17099	19
مسئولیت پذیری بخش های نظارتی	0.82	4.21	0.162929	23
توجه و اهمیت به ارزیابی ریسک و کنترل مخاطرات مربوطه توسط کارشناسان خبره ایمنی و بهداشت (مستقر در پروژه)	0.72	4.32	0.142302	27
تخصص و مهارت علمی – عملی کارشناسان خبره پروژه با رویکرد سیستم مدیریت و ایمنی بهداشت (OHS-MS)	0.80	4.23	0.158729	25

(Consistency Internal) مربوط به شاخص در حیطه عملکرد ایمنی و بهداشت می‌باشد تجانس مطلوب ۹۵۸/. به دست آمد. لذا به نظر می‌رسد اعتبار و پایایی ابزار اندازه‌گیری (پرسشنامه) از درجه قابل قبولی برخوردار می‌باشد. در مطالعه یاراحمدی و همکاران آزمون‌های روایی و پایانی پرسشنامه مذکور با اهداف آنالیز فازی شاخص‌های HSE مطلوب گزارش شده است [۲۲ و۲۱]. این موضوع با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بحث نتایج مربوط به رتبه و اولویت شاخص‌های ایمنی و بهداشت در پروژه‌های ساختمانی: نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز فازی-تاپسیس مبنی بر تعیین اولویت شاخص‌های ایمنی-بهداشت در هر گروه از ساختمان‌های کوچک و بزرگ بیانگر محدوده مختلفی از اولویت شاخص‌های ۲۸ گانه می‌باشد. همان‌طوری که در (جداول ۱ و ۲) آمده است ایمنی سازه‌های هم‌جوار و همچنین استفاده از PPE در ساختمان‌های کوچک و حداکثر ۶ طبقه از ضریب نزدیکی بالایی برخوردار می‌باشد و این موضوع باعث انتصاب اولویت ۱ و۲ به این دو شاخص شده است. درحالی‌که در ساختمان‌های بزرگ و بیش از ۶ طبقه صدا، ایمنی داربست، گودبرداری و بالابرها (جداول ۳ و ۴) به دلایل

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

جدول ۳- تشکیل ماتریس تصمیم گیری نرمال شده‌ی موزون فازی به تفکیک معیارهای SMART در ساختمانهای بزرگ و بیش از ۶ طبقه

معیارها / گزینه ها	مشخص بودن	قابلیت اندازه‌گیری	قابلیت دستیابی	واقع‌گرایانه بودن	قابلیت اندازه‌گیری شاخص در مدت زمان معین
بیماریهای شغلی احتمالی (چشمی ، پوستی،تنفسی)	(0.17,0.25,0.38)	(0.09,0.14,0.23)	(0.06,0.10,0.17)	(0.10,0.16,0.25)	(,0.04,0.06,0.11)
صدا	(0.23,0.32,0.44)	(0.15,0.21,0.30)	(0.11,0.15,0.22)	(0.14,0.20,0.28)	(0.06,0.09,0.13)
ارتعاش	(0.18,0.24,0.39)	(0.10,0.15,0.25)	(0.07,0.11,0.18)	(0.10,0.16,0.25)	(0.04,0.07,0.12)
آموزش کمک های اولیه	(0.19,0.27,0.40)	(0.14,0.20,0.30	(0.07,0.11,0.18)	(0.11,0.15,0.24	(0.05,0.07,0.12)
شناسایی مخاطرات توسط کارشناسان خبره مدیریت و ایمنی بهداشت	(0.19,0.25,0.37)	(0.12,0.16,0.25)	(0.07,0.10,0.16)	(0.10,0.15,0.23)	(0.04,0.06,0.10)
مواجهه با گرد و غبار و ذرات سیلیس	(0.13,0.20,0.32)	(0.09,0.14,0.23)	(0.07,0.11,0.18)	(0.09,0.15,0.24)	(0.04,0.07,0.11)
تخریب و گود برداری	(0.22,0.30,0.42)	(0.15,0.21,0.30)	(0.09,0.14,0.20)	(0.14,0.20,0.28)	(0.06,0.08,0.13)
ایمنی داربست	(0.21,0.29,0.41)	(0.16,0.23,0.32)	(0.10,0.15,0.21)	(0.15,0.21,0.29)	(0.07,0.10,0.14)
حریق	(0.19,0.27,0.38)	(0.11,0.17,0.26)	(0.08,0.12,0.18)	(0.11,0.16,0.24)	(0.05,0.08,0.12)
برق گرفتگی	(0.19,0.27,0.38)	(0.12,0.17,0.26)	(0.09,0.13,0.20)	(0.12,0.17,0.26)	(0.05,0.08,0.12)
بالابرها –جرثقیل وماشین آلات	(0.21,0.29,0.42)	(0.14,0.21,0.30)	(0.10,0.14,0.20)	(0.12,0.18,0.27)	(0.06,0.09,0.13)
کار در ارتفاع (اجرای اسکلت فلزی –بتونی)	(0.21,0.30,0.42)	(0.13,0.20,0.29)	(0.08,0.13,0.19)	(0.12,0.17,0.26)	(0.05,0.08,0.12)
علامت گذاری صحیح تابلوهای علایم	(0.19,0.26,0.38)	(0.14,0.19,0.28)	(0.09,0.12,0.18)	(0.11,0.16,0.24)	(0.06,0.08,0.12)
آموزش ایمنی	(0.18,0.25,0.36)	(0.13,0.18,0.26)	(0.08,0.11,0.17)	(0.10,0.15,0.22)	(0.06,0.08,0.12)
ایمنی عابرین (سرپوش های حفاظتی)	(0.18,0.26,0.37)	(0.12,0.18,0.27)	(0.08,0.12,0.18)	(0.09,0.15,0.23)	(0.05,0.08,0.12)
انبار کردن مصالح ساختمان	(0.14,0.23,0.37)	(0.09,0.16,0.26)	(0.06,0.10,0.18)	(0.08,0.15,0.24)	(0.04,0.07,0.12)
استفاده از وسایل حفاظت فردی (PPE)	(0.20,0.26,0.37)	(0.13,0.19,0.27)	(0.09,0.12,0.18)	(0.12,0.16,0.24)	(0.06,0.08,0.12)
ایمنی سازه های مجاور کارگاه ساختمانی	(0.19,0.25,0.36)	(0.11,0.16,0.25)	(0.08,0.11,0.18)	(0.10,0.15,0.23)	(0.05,0.07,0.11)
نظارت دقیق	(0.20,0.27,0.40)	(0.13,0.19,0.29)	(0.10,0.14,0.20)	(0.12,0.17,0.25)	(0.06,0.09,0.13)
آموزش پیمانکاران و مدیران پروژه	(0.18,0.24,0.34)	(0.13,0.18,0.25)	(0.09,0.12,0.17)	(0.10,0.15,0.22)	(0.05,0.07,0.11)
طرح پاسخ در شرایط اضطراری	(0.13,0.20,0.32)	(0.10,0.16,0.25)	(0.06,0.10,0.16)	(0.09,0.15,0.22)	(0.04,0.07,0.11)
تهیه گزارشهای دوره ای حوادث شغلی	(0.17,0.24,0.35)	(0.11,0.16,0.25)	(0.08,0.11,0.17)	(0.10,0.15,0.22)	(0.05,0.07,0.11)
تدوین طرح جامع مدیریت ایمنی و بهداشت در شرایط اضطراری	(0.15,0.21,0.31)	(0.10,0.14,0.22)	(0.06,0.10,0.15)	(0.09,0.14,0.20)	(0.04,0.06,0.09)
مهارت فنی فردی –تیمیوسازمانی) شرکت سازنده	(0.17,0.27,0.39)	(0.13,0.20,0.29)	(0.08,0.13,0.19)	(0.10,0.17,0.25)	(0.04,0.08,0.12)
مسئولیت پذیری کارفرما (مالک ساختمان)	(0.20,0.27,0.41)	(0.11,0.17,0.27)	(0.07,0.11,0.19)	(0.10,0.16,0.25)	(0.04,0.06,0.10)
مسئولیت پذیری بخش های نظارتی (مسکن ، نوسازی ، شهرداری)	(0.16,0.24,0.37)	(0.11,0.16,0.27)	(0.07,0.10,0.18)	(0.10,0.14,0.23)	(0.04,0.06,0.11)
توجه و اهمیت به ارزیابی ریسک و کنترل مخاطرات مربوطه توسط کارشناسان خبره	(0.18,0.24,0.35)	(0.12,0.16,0.25)	(0.07,0.11,0.16)	(0.10,0.14,0.21)	(0.04,0.07,0.10)
تخصص و مهارت علمی –عملی کارشناسان خبره پروژه با رویکرد سیستم مدیریت وایمنی بهداشت	(0.16,0.23,0.35)	(0.12,0.16,0.25)	(0.07,0.11,0.17)	(0.10,0.14,0.21)	(0.04,0.07,0.11)
وزن شاخص ها	۱	۱	۱	۱	۱

ارتفاع و گستره عمودی سازه‌ها دارای اولویت‌های مهم هستند. همان‌طوری که در روش کار هم اشاره شد نظر کارشناسان با تجربه و خبره که سال‌ها در نظارت و بازرسی ساختمان فعالیت داشتند حاکی از بیان و تأیید این اولویت می‌باشد در تأیید این مهم ملاحظه می‌شود که رتبه‌های ۳ و۴ اولویت شاخص‌ها در گروه ساختمان کوچک ایمنی داربست و گودبرداری در حین ساخت و ساز می‌باشد که خود دلیل بر فراوانی رخداد این‌گونه حوادث در ساختمان‌های مذکور می‌باشد. در تحقیق که توسط شهرام گیلانی نیا در سال ۱۳۸۸ انجام شد. می‌توان به این مهم و اولویت مخاطرات ایمنی- بهداشتی در عملیات ساخت و ساز نیز اشاره کرد [۲۳]. بیماری‌های شغلی ناشی از کار با دستگاه‌ها و همچنین موضوعات مدیریتی مرتبط با ایمنی - بهداشت طرح پاسخ در شرایط اضطراری و آموزش پیمانکاران و تهیه و ارائه گزارش حوادث به دلایل قراردادهای کوتاه و سازمان‌دهی نشده پیمانکاران با کارفرمایان و از طرفی عدم نظارت شفاف و پیوسته دستگاه‌های حاکم و ناظر باعث بی‌توجهی و کمرنگ ماندن این گروه از شاخص‌های عملکردی از صنعت ساخت و ساز شده است. در نتیجه باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱- اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی و بهداشت

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

جدول ۴- محاسبه ضریب نزدیکی هر گزینه در گروه ساختمانهای بزرگ و بیش از ۶ طبقه

گزینه‌ها	(d_i^-)	(d_i^*)	(CC_i)	رتبه نهایی
بیماری‌های شغلی احتمالی (چشمی، پوستی، تنفسی)	0.81	4.24	0.161707	23
صدا	1.05	3.99	0.208065	1
ارتعاش	0.85	4.20	0.168533	16
آموزش کمک‌های اولیه و فراهم نمودن تجهیزات پیشگیری	0.90	4.14	0.179703	9
شناسایی مخاطرات توسط کارشناسان خبره مدیریت و ایمنی بهداشت	0.82	4.22	0.163175	20
مواجهه با گرد و غبار و ذرات سیلیس در حین فعالیت ودر استراحتگاه‌ها	0.77	4.27	0.154163	26
تخریب و گود برداری	1.01	4.03	0.200667	3
ایمنی داربست	1.04	4.00	0.207022	2
حریق	0.88	4.16	0.175651	12
برق گرفتگی	0.90	4.14	0.179726	8
بالابرها – جرثقیل و ماشین آلات	0.99	4.05	0.196733	4
کار در ارتفاع (اجرای اسکلت فلزی –بتونی)	0.96	4.08	0.191350	5
علامت گذاری صحیح تابلوهای علایم ایمنی و بهداشت	0.89	4.14	0.177475	10
آموزش ایمنی	0.85	4.18	0.169474	15
ایمنی عابرین (سرپوش های حفاظتی)	0.86	4.18	0.171335	14
انبار کردن مصالح ساختمان	0.82	4.24	0.162544	21
استفاده از وسایل حفاظت فردی (PPE)	0.89	4.14	0.177285	11
ایمنی سازه های مجاور کارگاه ساختمانی	0.84	4.20	0.167056	17
نظارت دقیق	0.95	4.09	0.189416	6
آموزش پیمانکاران و مدیران پروژه	0.83	4.20	0.164886	18
طرح پاسخ در شرایط اضطراری	0.76	4.28	0.151731	27
تهیه گزارشهای دوره ای حوادث شغلی	0.81	4.22	0.162129	22
تدوین طرح جامع مدیریت ایمنی و بهداشت در شرایط اضطراری	0.72	4.31	0.143969	28
مهارت فنی (فردی –تیمی و سازمانی) شرکت سازنده و نگهداری مهارت‌ها	0.91	4.14	0.181009	7
مسئولیت پذیری کارفرما (مالک ساختمان)	0.88	4.17	0.174408	13
مسئولیت پذیری بخش‌های نظارتی (مسکن، نوسازی، شهرداری)	0.83	4.22	0.164315	19
توجه و اهمیت به ارزیابی ریسک و کنترل مخاطرات مربوطه توسط کارشناسان خبره ایمنی و بهداشت (مستقر در پروژه)	0.80	4.23	0.159654	24
تخصص و مهارت علمی –عملی کارشناسان خبره پروژه با رویکرد سیستم مدیریت و ایمنی بهداشت (OHS-MS)	0.79	4.24	0.158583	25

مبتنی بر روش تاپسیس فازی یک روش کاربردی در رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای است.

۲- حجم و اندازه ساختمان‌ها به‌عنوان فاکتور مؤثر در تعیین اولویت‌های شاخص‌های ایمنی – بهداشت مبتنی بر روش فازی تأثیرگذار بوده و بر همین اساس شاخص‌های مهم و با اولویت (۵-۱) در این دو ساختمان متفاوت هستند.

۳- نتایج پژوهش حاضر بیانگر اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی ایمنی و بهداشت با کمک پرسش‌نامه فازی، با شاخص اعتباری ۹۰٪ می‌باشد.

۴- نوع، ترتیب و سهم (وزن) عوامل در دو گروه ساختمان متفاوت می‌باشند.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

منابع

1. DOE G 414.1-B1, Management and independent assessment guide for use with Q.A&ISM system manual, 2010.
2. Lei J. A Fuzzy multi-criteria decision analysis for assessing technologies of air pollution abatement at coal-fired power plants M.S thesis engineering in Environment, University of Regina, 2005.
3. KarimiAzari A, Mousavi N. Risk assessment model selection in construction industry. Journal of Expert Systems with Applications. 2011;38:9105–9111.
4. Lofti Zadeh A. Fuzzy Logic= Computing With Work, IEEE. 1996; 4(2).
5. Yazdani M. Risk Analysis for Critical Infrastructures Using Fuzzy TOPSIS, Journal of Management Research. Journal of Management Research. 2011; 4(1): E6.
6. Rezaeifar A. Ranking of project risks using multi-criteria decision-making models Second International Conference on Project Management. 2005. [Persian]
7. Pari Azar M. Maintenance strategy by factor analysis and hierarchical analysis techniques, IDMC'07, Amirkabir University of Technology. 2008. [Persian].
8. Mian Abadi H. Application of ordered weighted average (OWA) decision making and risk management, International Conference on Management of strategic projects, Sharif University of Technology. 2008. [Persian].
9. Salehi M, Tavakkoli R. Project Selection by Using a FuzzyTOPSIS Technique, World Academy of Science, Engineering and Technology. 2000: PP40, 85-90
10. Shen L, Bao Q. Implementation innovative functions in construction Project Management towards the mission of sustainable environment.Proceeding og the millennium conference on condtruction project management. Hong Kong Institution of Engineers. 2000:pp 77-84.
11. Zeng J, An M, Smith NJ. Appliction of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment.International Journal of Project Management. 2007:pp589-600.
12. Toloie A. MCDM Methodologies and Applications, Research Journal of Internatıonal, Studıes. 2011; 21:46-54.
13. Taroun A, Yang JB, Lowe B. Construction Risk Modelling and Assessment: Insights from a Literature Review. International Journal dedicated to postgraduate research, ISSN: 1759-0574. 2011.
14. Ismail Z, Doostdar SS. Safety Management System; A developed Measurent of safety Factors in Construction Project, International Symposium on Advances in Science and Technology. 2012.
15. Rezakhani PA. Review of Fuzzy Risk Assement Model for Models Construction Project. Slovak Journal of Civil Engineering. 2012; 2012(3):35-40.
16. Taslimi MS, Barghi M, Asgharizade E, Roshandel Arbatani T, Ghorbani R. Prioritizing of the Strategic Aims of the Organization: The Computational Model of Multiple – Criteria Decision Making (MCDM) with the Approach of Multiple Attribute Decision Making (MADM). Research Magazine of Management Knowledge 2004;67:3-18. [Persian]
17. Halili MGH, Sadoddin A, Mosaedi A. Fuzzy multi criteria decision making for surface water resources management in Bustan Dam Golestan Province, Jurnal of Water and Soil Conservation 2009;16(4):1-24. [Persian]
18. Chen MF, Tzeng GH, Ding CG. Fuzzy MCDM approach to select service provider, IEEE international Conference on Fuzzy System. 2003:572-577.
19. Wang YM, Elhag T. Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. Expert systems with applications. 2006;31(2):309–319.
20. Lawshe C. A quantitative approach to content validity.Personnel psychology. 1975; 28:563-575.
21. Yarahmadi R, Sadoughi Sh. Evaluating and Prioritizing of Performance Indices of Environment Using Fuzzy TOPSIS, Indian Journal of Science & Technology. 2012;5(5).
22. Sadoughi Sh, Yarahmadi R, Taghdisi MH, Mehrabi Y. Evaluating and Prioritizing of Performance Indicators of HEALTH, Safety and Environment Using Fuzzy TOPSIS, African Journal of Business Management. 2012;6(5):2026-2033.
23. Gilani Sh. Optimization of safety in the construction industry with the help of a decision support system, Landscape Management. 2009; 31:159-187. [Persian]

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]

Prioritizing occupational safety and health indexes based on the multi criteria decision making in construction industries

Rasoul Yarahmadi[1], Farzaneh Sadat Shakouhi[2], Fereshteh Taheri[3], Parvin Moridi[4]

Received: 2014/12/19 Revised: 2015/08/13 Accepted: 2015/09/09

Abstract

Background and aims: Critical infrastructures are the most important sectors in nation security, public safety, socioeconomic security and environment in the world. Such incidents make people, environment and industries harmed. The occurrence of accidents is common in the basic infrastructure of all countries in the world. Building industry is inherently facing many problems and ambiguities. Events' rate of construction industry and other industries in Iran is higher than other parts of the world. The aim of this research is prioritization of indicators of health and safety in the small and large construction industry.

Methods: Indexes are considered as the main body of the risk management system for all areas of activity. At first, the indicators were selected by experts from a list of detailed performance indicators, Then, these indicators according to key indicators of evaluating the performance of health and safety in the construction industry were weighted and finally ranked and modeled with the SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic Timeable) criteria, using fuzzy TOPSIS method.

Results: The results obtained from the analysis of fuzzy-TOPSIS based on determining the priority of safety-health indicators in both small and large groups of buildings, represented a different range of the 28-fold indicators priority. Safety of adjacent structures and using of PPE in small buildings up to six floors, had the high close rate, while the noise, safety scaffolding, excavation and trucks for reasons of height and vertical spread of structures in the large and over 6 floors buildings had the important priorities.

Conclusion: Prioritizing safety and health indicators based on Fuzzy TOPSIS method with SMART criteria can be applied as a method of professionals' health assessment in the engineering field.

Keywords: Performance Assessment, Risk management, Indicators, Performance indicators, The Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy TOPSIS Method, Personal protective Equipment, SMART.

1. Assistant Professor, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health sciences, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. MSc of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran.
3. Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. (**Corresponding author**) PhD of Enviromental Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-01]