دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۱، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۳

بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی کارگران در کارگاه‌های ساختمانی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

عبدالله اردشیر[۱]، یعقوب علیپوری[۲]، پیمان بسمل[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۸ تاریخ ویرایش: ۹۳/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: حوادث ساختمانی بار مالی سنگینی را به صاحبان کار، پیمانکاران و جامعه وارد می‌نمایند و می‌تواند زندگی کارگر را چه در محل کار و چه در خانه با درد و رنج همراه نمایند. ازاین‌رو، در این نوشتار به بررسی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی پرداخته می‌شود تا با شناسایی فاکتورهای مهم و کنترل آن‌ها از میزان حوادث ساختمانی کاسته شود. ازآنجاکه، عوامل مؤثر بر ایمنی در بخش‌های مختلف کشور دارای شدت اثر متفاوتی می‌باشند، در این تحقیق فقط به بررسی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی در استان خوزستان که به‌عنوان یکی از استان‌های حادثه‌خیز در صنعت ساخت‌وساز، پرداخته شده است.

روش بررسی: در این مطالعه، بر اساس مطالعات پیشین و مصاحبه با افراد کارشناس ۸ فاکتور اصلی و ۳۳ فاکتور فرعی مؤثر بر عملکرد ایمنی شناسایی‌شده و به کمک پرسش‌نامه نظر افراد خبره در سطح استان خوزستان جمع‌آوری گردیده است. نظرات و داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی تحلیل شده‌اند تا میزان تأثیر هر کدام از عوامل بر روی ایمنی مشخص شود.

یافته‌ها: نتایج حاصله مبین اهمیت فاکتور آموزش ایمنی (اولویت=۱۹/۸۵) و فاکتور مدیریت ایمنی (اولویت=۱۷/۵۲) در استان خوزستان است. از بین زیر فاکتورهای آموزشی، بهبود رفتاری و از بین زیر فاکتورهای مدیریتی، داشتن تعهد و مسئولیت در ارجحیت هستند.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های تحقیق، می‌توان راهکار اصلی افزایش ایمنی و کاهش حوادث کارگاه‌های ساختمانی در استان خوزستان را، آموزش مناسب کارگران و افزایش تعهد مدیران ساخت‌وساز به ایمنی عنوان کرد.

کلیدواژه‌ها: عملکرد ایمنی، کارگاه‌های ساختمانی، عامل‌های مؤثر بر ایمنی، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی.

مقدمه

صنعت ساخت‌وساز، نقش مهمی در توسعه اقتصادی هر کشوری دارد. طبق آمار سازمان بین‌المللی کار (International Labor Organization) (ILO) سالانه ۳۶۰ میلیون حادثه شغلی اتفاق می‌افتد و حدود ۲ میلیون و ۳۰۰ هزار نفر بر اثر این حوادث جان خود را از دست می‌دهند. جبران این حوادث بیش از درصد از تولید ناخالص ملی کشورها را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس آمار سازمان نظام‌مهندسی و ساختمان نیز، بیش از ۴۷ درصد از حوادث کار مربوط به کارگران ساختمانی است [۱]. این آمار و ارقام نشان‌دهنده نرخ بالای خسارات به دلیل عدم رعایت نکات ایمنی در صنعت ساخت‌وساز است. حوادث شغلی و جراحات ناشی از آن (از قبیل مرگ‌ومیر، ازکارافتادگی، نقص عضو و ...) بار مالی سنگینی را به صاحبان کار، کارگران و جامعه وارد می‌نماید و می‌تواند زندگی کارگر را چه در محل کار و چه در خانه با درد و رنج همراه نماید. این حوادث می‌توانند تبعات دیگری نیز برای شرکت‌های ساخت‌وساز داشته باشند.

در تحقیقاتی که در گذشته انجام‌شده عوامل تأثیرگذار بر عملکرد مناسب ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی برای کشورهای مختلف مورد بررسی قرارگرفته و میزان تأثیرگذاری این عوامل بر عملکرد ایمنی مشخص گردیده و دسته‌بندی‌های مشخصی نیز مطرح شده است. از جمله ساواچ و همکاران [۲] در مقاله خود با استفاده از روش آماری ضریب همبستگی پیرسون و آنالیز عاملی

۱- (نویسنده مسئول) رئیس پژوهشکده محیطزیست، دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیطزیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. ardeshir@aut.ac.ir
۲- دانشجوی دکترای مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران و محیطزیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران و محیطزیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

به کمک نرم‌افزار SPSS به تحلیل فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی اقدام نمودند. نتایج تحلیل آن‌ها نشان می‌دهد که صحبت کردن ناظران و مدیران با کارگران بیش‌ترین تأثیر را در رعایت ایمنی دارد. یک نتیجه مهم دیگر این تحقیق این است که سیستم ایمنی به تمام گروهی که در یک کارگاه ساختمانی کار می‌کنند بستگی دارد و همه به‌نوعی در عملکرد ایمنی مسئول هستند.

آی لین تو و همکاران [۳] ۵۰ فاکتور مؤثر بر عملکرد ایمنی را شناسایی کرده‌اند و مؤثرترین آن‌ها را به ۴ گروه اصلی سیاست‌های شرکت، روش کار، مدیریت کارکنان و انگیزه تقسیم‌بندی کرده‌اند. آن‌ها برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسش‌نامه استفاده کرده و داده‌ها را توسط روش آزمون فرض t و آزمون همبستگی و رگرسیون توسط نرم‌افزار SPSS مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها طبق نتایج حاصل از تحلیل پرسش‌نامه‌ها، مهم‌ترین عامل را، روش کار و مهم‌ترین زیر عامل را، آشنایی با نوع و روش ساخت توسط مسئولین ایمنی معرفی کرده‌اند.

اسماعیل و همکاران [۴] ضمن تأکید بر اهمیت فرهنگ ایمنی بیشتر به فاکتورهای مدیریتی، رفتاری و آموزشی اشاره‌کرده‌اند. آن‌ها ۵ فاکتور رهبری، تعهد سازمانی، تعهد مدیریتی، جهت‌دهی ایمنی و آموزش و تخصیص منابع را معرفی نمودند و پس از آنالیز این عوامل نتیجه گرفتند که تعهد مدیریت از درجه اهمیت و تأثیر بالاتری برخوردار می‌باشد.

تام و همکاران [۵] با معرفی ۲۵ فاکتور مؤثر بر ایمنی، به کمک پرسش‌نامه به بررسی تأثیر این عوامل بر عملکرد ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی در کشور چین پرداخته‌اند. آن‌ها با تحقیقات خود نشان دادند که عوامل اصلی تأثیرگذار بر عملکرد ضعیف ایمنی در کشور چین آگاه‌سازی ضعیف از ایمنی در سطوح بالای مدیریتی، کمبود آموزش، عدم آگاهی کافی از ایمنی توسط مدیر پروژه، بی‌میلی به استفاده از منابع ایمن و بی‌پروایی نسبت به انجام عملیات پرخطر می‌باشد. نهایتاً آن‌ها تأثیرگذارترین عامل بر ایمنی را عدم آگاهی مدیران و رهبران شرکت از اهمیت ایمنی معرفی کرده‌اند.

هدیر و همکاران [۶] نیز به بررسی فاکتورهای مؤثر در عدم موفقیت اجرای برنامه‌های ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی عربستان پرداخته‌اند. آن‌ها فاکتورهایی چون آموزش، نظارت، داشتن اهداف روشن، نگرش شخصی و غیره را شناسایی کرده و با استفاده از نظر کارشناسان و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP) به بررسی تأثیر این فاکتورها بر موفقیت عملکرد ایمنی پرداخته‌اند. آن‌ها طبق نتیجه تحقیقات خود بیان داشته‌اند که حمایت مدیریتی مهم‌ترین عامل در اجرای برنامه ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی است.

اسماعیل و همکاران [۷] فاکتورهای مدیریتی، منابع، شخصی، انگیزشی و ارتباطی را به‌عنوان فاکتورهای مؤثر بر اجرای سیستم مدیریت ایمنی برای کارگاه‌های ساختمانی بررسی کردند. نتایج حاصل از تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که از میان عوامل نام‌برده، عامل شخصی و از میان زیر عامل‌های شخصی، عامل نگرش شخصی و فرهنگ کاری از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد.

در داخل کشور نیز برای بهبود عملکرد ایمنی مطالعاتی صورت گرفته و برخی از عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی شناسایی شده است. بیجاری و همکاران [۸] در مقاله خود به تبیین و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی ایران پرداخته‌اند. آن‌ها ۷۴ عاملی را که ممکن است بر عملکرد ایمنی کارگاه‌های ساختمانی مؤثر باشد شناسایی کرده و در پنج دسته کلی، شامل خط‌مشی، فرآیند، مدیریت، کارکنان و انگیزشی قراردادند و به‌منظور جمع‌آوری نظرات کارشناسان اقدام به تهیه پرسش‌نامه کرده و سپس با استفاده از آزمون t و استفاده از نرم‌افزار SPSS به تحلیل نتایج پرداختند. نتایج تحلیل جنبه‌های خط‌مشی نشان دادند که شناخت و اجرای دقیق قوانین و مقررات ملی ساختمان مربوط به ایمنی و حفاظت حین اجرا دو عنصر مهم و مؤثر بر ایمنی کارگاه می‌باشند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که عملکرد ایمنی

[1]. Analytic Hierarchy Process

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

یک شرکت وابسته به میزان درک کارگران آنجا از قوانین و دستورالعمل‌های ایمنی است.

مهاجری و اردشیر [۹] به بررسی وضعیت ایمنی و بهداشت در کارگاه‌های ساختمانی شهر کرمان پرداخته و عوامل مؤثر بر ایمنی را شناسایی و موردبررسی قرار دادند. نتایج تحلیل آن‌ها نشان می‌دهد که استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و رعایت کردن موارد ایمنی و بهداشت در کارگاه‌ها بسیار ضعیف می‌باشد.

علیپوری و همکاران [۱۰] نیز فاکتورهای تأثیرگذار بر بهبود رفتار ایمنی کارگران در کارگاه‌های ساختمانی و همچنین میزان تأثیر این فاکتورها بر عملکرد ایمنی را با در نظر گرفتن فاکتورهای محیط ایمنی و تجربه شخصی بررسی کرده‌اند. آن‌ها برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسش‌نامه استفاده کرده و داده‌ها را توسط روش آزمون فرض t و آزمون همبستگی و رگرسیون توسط نرم‌افزار SPSS مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که فاکتورهای محیط ایمنی تأثیر بیشتری نسبت به فاکتورهای تجربه شخصی بر روی ایمنی دارند. آن‌ها مؤثرترین فاکتور را از بین فاکتورهای محیط ایمن، تعهدات مدیریت بر ایمنی معرفی کرده‌اند.

با توجه اینکه کشور ایران کشوری گسترده با شرایط فرهنگی، اقتصادی، جغرافیایی و اجتماعی متنوعی است، بدیهی است که عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی در بخش‌های مختلف جامعه متفاوت و یا حداقل دارای شدت اثر متفاوتی باشد. به‌عنوان مثال، تأثیر شرایط آب و هوایی بر رعایت ایمنی (ازلحاظ رفتاری، فرهنگی، نوع وسایل ایمنی و ...) در شمال و جنوب کشور می‌تواند کاملاً متفاوت باشد؛ بنابراین، لازم به نظر می‌رسد که فاکتورهای مؤثر بر ایمنی در بخش‌های مختلف کشور نیز موردبررسی قرار گیرد. ازاین‌رو در این نوشتار، به بررسی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی در استان خوزستان که به‌عنوان یکی از استان‌های حادثه‌خیز در صنعت ساخت‌وساز مطرح می‌باشد، پرداخته شده است.

مطالعات داخلی صورت پذیرفته در زمینه عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی یا همچون [۹]، به‌صورت جامع تمام عوامل را در نظر نگرفته‌اند و یا همچون [۱۰]، فاکتورهای مؤثر بر یک وجه از ایمنی، مثلاً وجه رفتاری را مورد بررسی قرار داده‌اند. درحالی‌که لازم است علاوه بر فاکتورهای مؤثر بر رفتار تأثیر سایر فاکتورها نیز در بهبود عملکرد ایمنی تحت بررسی قرار گیرد؛ زیرا پرداختن به یک بعد از ایمنی بدون پرداختن به ابعاد دیگر آن نمی‌تواند راه‌حل مناسبی را برای رفع مشکلات موجود در زمینه ایمنی در اختیار ما قرار دهد. در [۸] هم که بسیاری از فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، روش تحلیل نتایج مناسب به نظر نمی‌رسد؛ چراکه برخورد با نظر کارشناسان به‌صورت اعتماد کامل و بدون در نظر گرفتن بحث عدم قطعیت موجود در نظرات آن‌ها (فازی بودن نظرات) انجام گرفته است. ازاین‌رو، در این تحقیق با به‌کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی فازی[۲] (FAHP) نظر کارشناسان به‌صورت اعداد فازی وارد محاسبات شده و تحت بررسی قرار گرفته است.

بر این اساس باقی‌مانده مقاله به این صورت سازمان‌دهی می‌شود که در بخش بعدی فرآیند تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات ارائه می‌گردد و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی معرفی می‌شود، در بخش سوم نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌های پرسش‌نامه‌ای جمع‌آوری شده با استفاده از FAHP گزارش می‌شود و نهایتاً در بخش چهارم بحث و نتیجه‌گیری بر روی نتایج به‌دست‌آمده انجام می‌گیرد.

روش بررسی

بررسی سیستم مدیریت ایمنی و عوامل مؤثر در موفقیت آن یک کار پیچیده است، زیرا فاکتورهای زیادی در این سیستم دخالت دارند.

در این تحقیق، پس از بررسی مطالعات انجام‌شده در داخل و خارج از کشور در زمینه ایمنی، عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی شناسایی شدند. سپس برای تطبیق فاکتورهای مؤثر بر ایمنی با شرایط ساخت‌وساز در استان

[2]. Fuzzy Analytic Hierarchy Process

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

جدول ۱- فاکتورهای مؤثر بر ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی.

ردیف	فاکتورهای اصلی	فاکتورهای فرعی					
۱	منابع	وجود تجهیزات ایمنی	وجود وسایل حفاظتی	وجود جعبه کمک‌های اولیه	وجود علائم هشداردهنده	-	-
۲	شخصی	تجربه کارگران و ناظران	سطح تحصیلات	استعمال دخانیات	وسایل مخل حواس	بومی بودن	-
۳	مدیریتی	آگاهی به مباحث ایمنی	چشم‌انداز و اهداف	نظارت مناسب	تعهد مدیریتی	جلسات ایمنی	سنجش مستمر
۴	انگیزشی	پاداش	جریمه و تنبیه	-	-	-	-
۵	سیاستی	اجرای مبحث ۱۲	آشنایی با رویه‌های بیمه	تسهیم ریسک عدم رعایت ایمنی	نبود ضمانت اجرایی مناسب	-	-
۶	محیط اجرا	نوع و روش اجرا	آشنایی ناظران با روش ساخت	تأثیر شرایط آب و هوایی	-	-	-
۷	ارتباطی	تفاوت زبانی و فرهنگی	ارتباط سطوح مختلف	تذکر کارگران به یکدیگر	وسایل ارتباطی مناسب	-	-
۸	آموزشی	آموزش استفاده از تجهیزات	آموزش کمک‌های اولیه	آموزش بهبود رفتار ایمنی	آموزش ارتباطات	آموزش پایه‌ای برای ایجاد فرهنگ ایمنی	-

محل مطالعه (استان خوزستان)، به کمک مصاحبه با افراد کارشناس، برخی از فاکتورها حذف و برخی نیز اضافه گردیدند. در نهایت، ۸ فاکتور اصلی که هر کدام دارای زیرفاکتورهایی هستند، به‌صورت جدول ۱ ارائه شدند.

در گام دوم، جهت مشخص نمودن مؤثرترین فاکتورها بر عملکرد ایمنی از پرسش‌نامه برای کسب نظر افراد خبره و باتجربه استفاده گردید. این پرسش‌نامه از سه قسمت تشکیل شده است که قسمت اول اطلاعات شخصی از جمله رشته تحصیلی و تجربه کاری فرد را مورد پرسش قرار می‌دهد، در قسمت دوم مقایسه بین فاکتورهای اصلی انجام می‌گیرد و در قسمت سوم مقایسه بین زیرفاکتورهای هر یک از فاکتورهای اصلی صورت می‌پذیرد.

اعتبار (روایی) پرسش‌نامه ارتباط منطقی بین سؤالات آزمون و مطلب مورد سنجش را نشان می‌دهد که بدین منظور از روایی محتوا و از مدل لاوشی استفاده شده است. دامنه شاخص ارائه‌شده در مدل لاوشی بین ۱- تا ۱+ می‌باشد. در صورتی که نتیجه بزرگ‌تر از صفر باشد، روایی قابل‌قبول است و در غیر این صورت قابل‌قبول نیست. در این مطالعه روایی هر یک از سؤالات پرسشنامه در محدوده قابل‌قبول بود و همچنین میانگین روایی کل سؤالات برابر ۰/۷۶ محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری پایایی پرسش‌نامه نیز از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. ضریب آلفا عدد ۰/۸۷ که بالاتر از ۰/۷ می‌باشد، محاسبه گردید که بیانگر پایایی مناسب پرسش‌نامه می‌باشد.

سپس برای مشخص شدن تعداد پرسشنامه‌های لازم جهت رسیدن به پاسخ مطلوب، پرسشنامه‌هایی به‌عنوان پیش آزمون، توسط کارشناسانی از جامعه موردنظر تکمیل گردید. پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده با استفاده از رابطه ۱ مورد بررسی قرار گرفت.

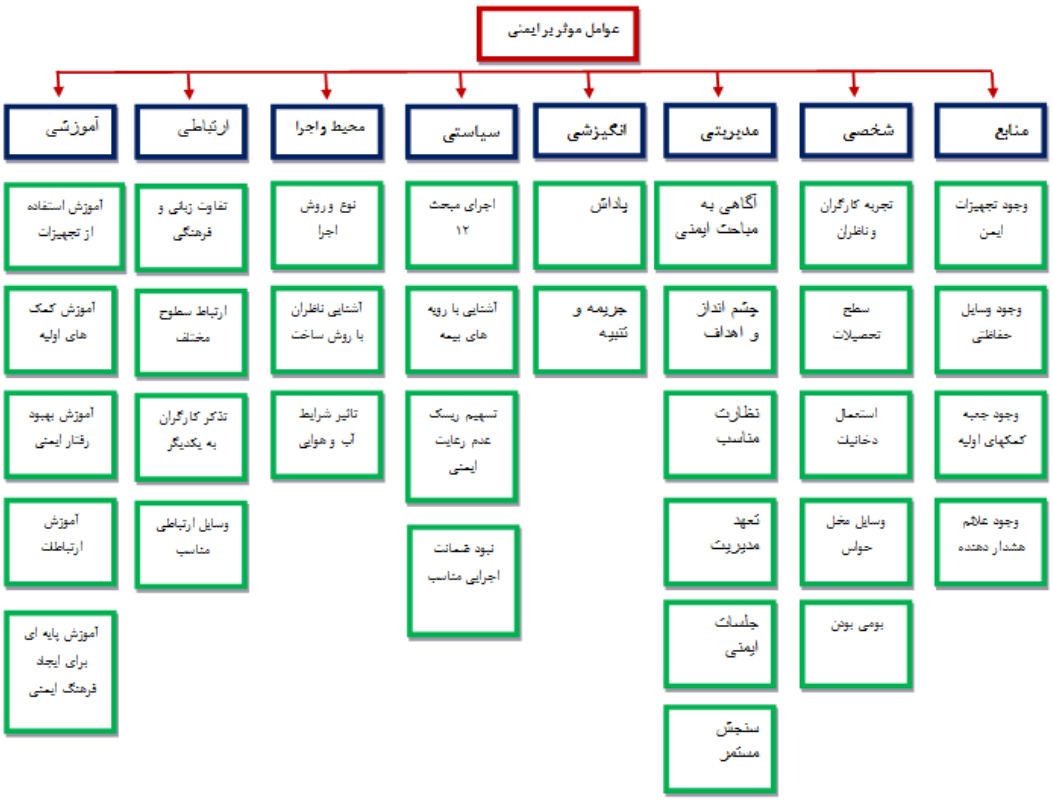
$$n = \frac{Z^2\sigma^2}{d^2} \qquad (۱)$$

Z=مقدار متغیر نرمال واحد متناظر با سطح اطمینان 1-α

σ=انحراف از معیار متغیر موردنظر در جامعه‌ی مورد مطالعه

d=مقدار اشتباه مجاز

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]



شکل ۱- فاکتورهای مؤثر بر ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی.

برای دستیابی به فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪، مقدار Z برابر ۱/۹۶ به دست می‌آید. در این تحقیق، خطای تخمین (d) برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. انحراف از معیار (σ) نیز از تحلیل نتایج پیش‌آزمون به دست می‌آید. بر این اساس تعداد ۲۲ پرسش‌نامه برای رسیدن به پاسخ مطلوب، به دست آمد. در این تحقیق، تعداد ۳۰ پرسشنامه جهت تکمیل به کارشناسان بخش ایمنی در ساخت‌وساز که شامل اساتید دانشگاه، سرپرستان کارگاه، ناظران و مسئولان ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی استان خوزستان می‌باشد فرستاده شد که از این تعداد ۲۶ پاسخ‌نامه دریافت گردید و ۲۳ مورد از آن‌ها یعنی بیش از ۸۸٪ موردقبول واقع شد.

پاسخ‌های دریافتی از کارشناسان با استفاده از FAHP به روش میانگین هندسی بوکلی [۱۱] که یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و مؤثرترین فاکتورها و زیر فاکتورها شناسایی گردید. این روش امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد.

لازم به ذکر است در محاسبات برای وزن دهی پاسخ‌های افراد، به نسبت سابقه کاری هر کارشناس وزن دهی انجام گرفت به صورتی که برای کارشناسی که سابقه کار بیشتری داشتند وزن بیشتری در نظر گرفته شد.

اجرای روش بدین صورت است که ابتدا درخت سلسله مراتبی ترسیم می‌شود. در این تحقیق تعداد ۳۱ شاخص مؤثر ایمنی در ۸ گروه دسته‌بندی شدند که در شکل ۱ قابل مشاهده‌اند. تدوین و دسته‌بندی این شاخص‌ها به نحوی انجام شده است که قابلیت استفاده در انواع پروژه‌های ساختمانی را دارا باشد؛ اما در صورتی که این

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

ساختار در پروژه خاصی قابل استفاده نباشد، می‌توان ساختار مخصوص آن را تهیه و از آن در قالب این مدل بهره‌برداری نمود. پس از ترسیم درخت سلسله مراتبی ماتریس مقایسات زوجی (رابطه ۲) با استفاده ازنظر تصمیم‌گیرندگان که با مقایسه دوبه‌دو معیارها و زیر معیارها در هر سطح صورت می‌پذیرد و با بهره‌گیری از اعداد فازی تشکیل می‌شود.

تئوری مجموعه‌های فازی را پروفسور لطفی عسگرزاده در سال ۱۹۶۵ مطرح کرد [۱۲]. این تئوری در شرایط ابهام و عدم اطمینان به‌جای حذف و نادیده گرفتن آن و ترویج منطق چند ارزشی به‌جای دو ارزشی کاربرد دارد. انواع مختلف اعداد فازی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به اعداد فازی مثلثی، ذوزنقه‌ای، زنگوله‌ای و گوسین اشاره نمود [۱۳]. در روش FAHP لازم است مقایسه‌های زوجی با استفاده از ترم‌های زبانی انجام شود. در این تحقیق از ۵ ترم زبانی، مطابق جدول ۲، برای مقایسه زوجی فازی معیارها استفاده می‌شود [۱۴]. اعداد فازی استفاده شده در این تحقیق به‌صورت ذوزنقه‌ای tij=(aij,bij,cij,dij) است. برای نرمال نمودن اعداد فازی در ماتریس مقایسه زوجی معیارها، از روش میانگین هندسی طبق رابطه ۳ استفاده می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از رابطه ۴ میانگین‌های هندسی نرمالیزه می‌شود. سپس وزن هر معیار و زیر معیار در سطح خود محاسبه می‌شود که با این کار می‌توان معیارها و زیر معیارها را رتبه‌بندی کرد.

(۲)

$$\begin{bmatrix} (1,1,1,1) & (a_{12},b_{12},c_{12},d_{12}) & \dots & (a_{1n},b_{1n},c_{1n},d_{1n}) \\ (a_{21},b_{21},c_{21},d_{21}) & (1,1,1,1) & \dots & (a_{2n},b_{2n},c_{2n},d_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (a_{n1},b_{n1},c_{n1},d_{n1}) & (a_{n2},b_{n2},c_{n2},d_{n2}) & \dots & (1,1,1,1) \end{bmatrix}$$

(۳)

$$zi = \left[\prod_{j=1}^{n} t_{ij} \right]^{1/n}$$

$$r_{ij} = w_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^{n} z_i} \qquad (۴)$$

نظرات کارشناسان مختلف در ارزیابی گروهی باید به یک نظر واحد تبدیل گردد. برای این منظور در این مقاله از روش مرکز جرم به دلیل سادگی و کارایی بالای آن به‌صورت رابطه (۵) استفاده می‌شود [۱۱].

$$z_i = \frac{\sum_{k=1}^{k} \int (\mu_i(z).zdz)_k}{\sum_{k=1}^{k} \int (\mu_i(z)dz)_k} \qquad (۵)$$

, i=1,2,3,…,n

که در آن Z میانگین وزنی و k تعداد کارشناسان می‌باشد. در نهایت وزن کلی jامین گزینه مربوط به معیار iام، برابر است با:

$$ow_j = \sum_{i=1}^{n} z_i \times w_{ij} \qquad (۶)$$

که در آن n تعداد معیارها، wij وزن نرمال شده گزینه j نسبت به معیار i و owj وزن کلی گزینه j ام می‌باشد.

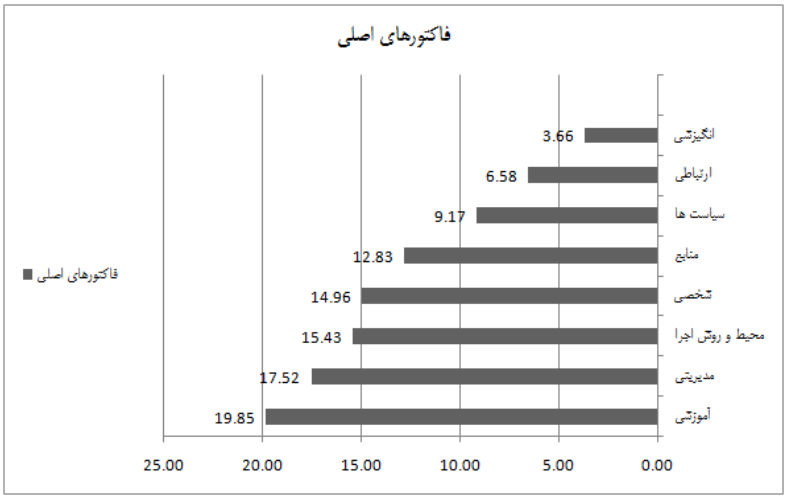
یافته ها

مطابق با مباحث مطرح‌شده در بخش‌های قبل، فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی مورد بررسی قرار گرفتند و به کمک پرسش‌نامه نظر متخصصین و کارشناسان ایمنی در خصوص اهمیت این فاکتورها جمع‌آوری گردید. در ادامه کار، با به‌کارگیری اصول تحلیل سلسله مراتبی فازی شرح داده‌شده، وزن نسبی هر یک از فاکتورهای اصلی محاسبه می‌شود که نتایج

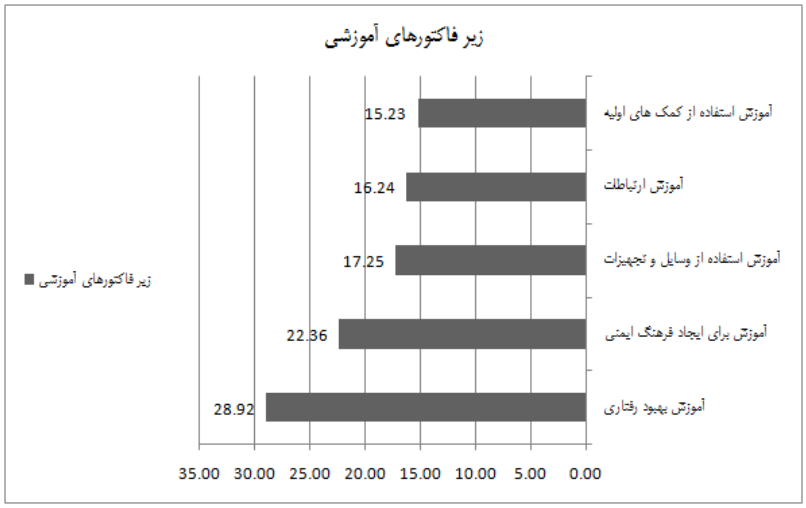
جدول ۲- اعداد فازی

عبارات زبانی	اعداد فازی
مساوی	(1,1,1,1)
نسبتاً مهم‌تر	(1,2.8,3.2,3)
مهم‌تر	(2,2.8,3.2,4)
خیلی مهم‌تر	(3,3.8,4.2,5)
کاملاً مهم‌تر	(4,4.8,5.2,6)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]



شکل ۲- نمودار FAHP برای فاکتورهای اصلی



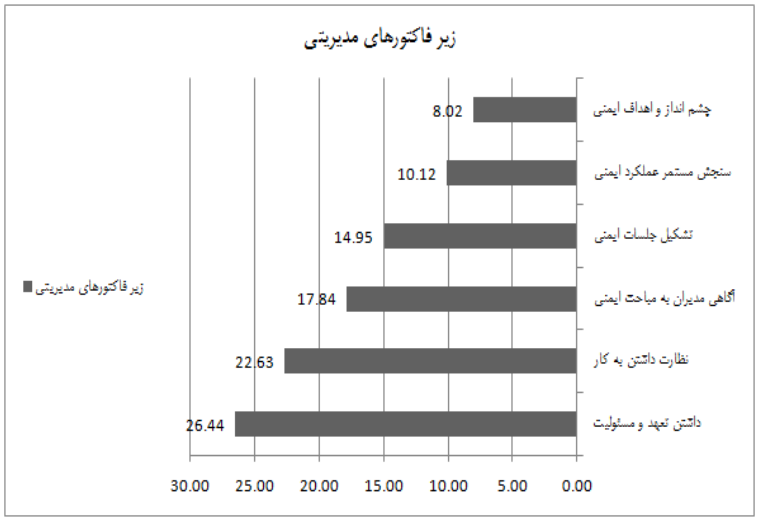
شکل ۳- نمودار FAHP برای زیر فاکتورهای آموزشی

به‌دست‌آمده در شکل ۲ نشان داده شده است.

نرخ سازگاری ماتریس فوق برابر ۰/۰۵۴ به دست آمد که کمتر از ۰/۱ است؛ بنابراین، نرخ سازگاری آن قابل‌قبول می‌باشد. مشاهده می‌شود که مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی از نظر کارشناسان، فاکتور آموزشی است؛ که این مطلب بیانگر اهمیت آموزش ایمنی در سطح استان خوزستان می‌باشد. فاکتورهای مدیریتی و محیط و روش اجرا نیز از نظر کارشناسان دارای اولویت بالایی هستند.

در قسمت سوم پرسش‌نامه از نظر کارشناسان امر برای شناسایی میزان اهمیت زیرفاکتورهای آموزشی و مدیریتی استفاده گردید که پس از انجام تحلیل به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نتایج به صورت شکل‌های ۳ و ۴ حاصل گردید. همان‌گونه که در شکل ۳ مشخص است، مهم‌ترین زیر فاکتور آموزشی، آموزش بهبود رفتاری است. آموزش جهت ایجاد فرهنگ ایمنی نیز که در واقع بررسی ایمنی به صورت ریشه‌ای و بنیادین است، از نظر کارشناسان در این استان بسیار لازم و ضروری است. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، مهم‌ترین زیر عامل مدیریتی داشتن تعهد و مسئولیت‌پذیری شناخته شده است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]



شکل ۴- نمودار FAHP برای زیر فاکتورهای عامل مدیریتی

بحث و نتیجه گیری

در مقاله حاضر، به بررسی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی در استان خوزستان، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) پرداخته شد. بر اساس مطالعات پیشین صورت گرفته‌شده و مصاحبه با افراد کارشناس تعداد ۸ فاکتور اصلی و ۳۳ فاکتور فرعی شناسایی شد. جهت جمع‌آوری نظرات کارشناسان خبره در استان خوزستان پرسش‌نامه‌هایی تهیه گردید. ۳۰ پرسش‌نامه برای کارشناسان که شامل ناظران، سرپرستان کارگاه، متخصصین ایمنی است فرستاده شد که از این تعداد ۲۶ پاسخ‌نامه دریافت شد. ۲۳ مورد از این تعداد قابل‌قبول بوده و ۳ مورد از پاسخ‌نامه‌ها مورد تأیید قرار نگرفت. روایی پرسش‌نامه به کمک روایی محتوا و با استفاده از روش لاوشی و پایایی پاسخ‌ها به روش آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ‌نامه‌های تکمیل‌شده جمع‌آوری و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی تحلیل‌شده که نتایج حاصله نشان دادند که فاکتور آموزش ایمنی مهم‌ترین فاکتور در میان ۸ فاکتور اصلی تحت بررسی است. علت توجه زیاد اکثر کارشناسان به مقوله آموزش در سطح استان برای رعایت ایمنی وجود تعداد کثیر کارگران جدید در کارگاه‌های ساختمانی است. آمار نشان می‌دهد که کارگرانی که یک ماه یا کمتر مشغول به کار هستند ۲۵ درصد حوادث ساختمانی را به خود اختصاص می‌دهند. اولاً به این دلیل که کارگران ساختمانی نسبت به کارگران کارخانه‌ها و مشاغل دفتری بیشتر در معرض خطر قرار دارند؛ و ثانیاً به خاطر تغییرات زیادی که در پرسنل کاری مرتبط با این پروژه‌های ساختمانی روی می‌دهد، همواره کارگران تازه‌وارد زیادی در پروژه‌ها حضور دارند [۱۵].

دو فاکتور دیگری نیز که از نظر کارشناسان دارای تأثیر بالایی بر روی عملکرد ایمنی هستند، فاکتورهای مدیریت ایمنی و محیط و روش اجرا می‌باشند. با توجه به شرایط آب و هوایی استان خوزستان (وجود روزهای گرم طاقت‌فرسا) اهمیت دادن به فاکتور محیط و روش اجرا نشان‌دهنده تأثیر بالای شرایط محیطی بر عملکرد ایمنی است؛ زیرا گرما هم از لحاظ جسمی و هم از لحاظ روحی بر رعایت ایمنی مؤثر است. عدم استفاده کارگران از کلاه ایمنی به دلیل گرما و یا تأثیرات گرما بر رفتارهای غیر ایمن در محیط کارگاه و بسیاری از تأثیرات دیگر شرایط آب و هوایی، دلیل بااهمیت بودن این فاکتور در عملکرد ایمنی است.

از بین زیر فاکتورهای آموزشی، بهبود رفتاری و از بین زیر فاکتورهای مدیریتی، داشتن تعهد و مسئولیت در ارجحیت قرار داده شده است. به نظر می‌رسد که رفتار عوامل اجرایی بیش‌ترین تأثیر را در ایمنی داشته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

به گونه‌ای که اکثر کارشناسان آموزش جهت بهبود رفتاری را در اولویت قرار داده‌اند. یک سیستم خوب، به خودی خود موفقیت را تضمین نمی‌کند، بلکه چگونگی اجرا و برخورد با سیستم می‌تواند بیانگر میزان موفقیت باشد. ترویج رفتار ایمنی در کار یکی از قسمت‌های مهم مدیریت ایمنی و سلامت است؛ زیرا رفتار، سیستم‌ها و روش‌ها را به واقعیت تبدیل می‌کند. در راستای بهبود رفتاری باید به دو عامل مقدمه و پیامد توجه نمود و با بررسی مقدمه به تحلیل پیامدهای رفتاری پرداخت. سپس با شناسایی رفتارهای نامناسب، رابطه بین رفتار و دو عامل مذکور از جمله عامل پیامد را تحلیل نمود. در صورت مشاهده رفتار نامناسب با وجود مقدمات مناسب برای یک رفتار ایمن، پیامدها باید مورد بازنگری قرار گیرد تا بتواند تکرار رفتار را تغییر دهد. جهت ایجاد مسئولیت‌پذیری، هر مدیر باید به این اصل اعتقاد داشته باشد که رسیدن به ایمنی دور از دسترس نیست و اقدامات صورت گرفته از سوی مدیران برای رسیدن به هدف ایمنی مورد تشویق قرار گیرد. کسب سابقه ایمنی خوب در برخی پروژه‌ها به دلیل حضور مدیران کارگاهی است که ایمنی را مهم‌ترین هدف در گفتار و عمل قرار می‌دهند. مدیرانی که می‌خواهند کار را ایمن انجام دهند باید دارای نگاه دقیق نسبت به ایمنی باشند و در بازدیدهای کارگاهی نقاط خطرآفرین را فوراً شناسایی کرده و به نیروهای زیرمجموعه گوشزد نمایند. مدیران باید سرپرستان کارگاه، سرکارگران عمومی و سرکارگران را متقاعد نماید که به ایمنی پایبند باشند [۱۲].

بر اساس نتایج حاصل از این مقاله مشاهده می‌شود که مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر عملکرد ایمنی در استان مورد مطالعه، فاکتور آموزش ایمنی است. این در حالی است که در مطالعات پیشین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی متفاوت می‌باشند و فاکتورهایی چون؛ فاکتورهای شخصی، فاکتورهای مدیریتی، شناخت روش اجرا، تجهیزات ایمنی و فاکتورهای نظارت در اولویت‌اند. از این نتیجه علاوه بر اهمیت بحث آموزش ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی، به این مهم نیز می‌توان پی برد که اولویت فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی در مناطق و شرایط مختلف، متفاوت است، همان‌گونه که در این مطالعه متفاوت بود؛ بنابراین، به نظر می‌رسد پرداختن به بحث ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی همواره باید در قسمت‌های مختلف کشور و با استفاده از نظر کارشناسان و روش‌های تازه صورت گیرد و در هر قسمت با توجه به اولویت فاکتورهای مؤثر، تصمیمات مناسب برای بهبود عملکرد ایمنی اتخاذ شود.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان راهکار اصلی افزایش ایمنی و کاهش حوادث کارگاه‌های ساختمانی در استان خوزستان را، آموزش مناسب کارگران و افزایش تعهد مدیران ساخت‌وساز به ایمنی عنوان کرد.

منابع

1. http://irceo.net/fullstory.aspx?id=4492
2. Sawacha E, Naoum S, Fong D. Factors afecting safety performance on construction sites, International Journal of Project Management. 1999; 17(5): 309-315.
3. Teo E.A.L, Ling F.Y.Y, Chong A.F.W. Framework for project managers to manage construction safety, International Journal of Project Management. 2005;23: 329-341.
4. Ismail F, Ahmad N, Afida N, Janipha I, Ismail R. Assessing the Behavioural Factors of Safety Culture for the Malaysian Construction Companies, ASEAN Conference on Environment-Behaviour Studies, Savoy Homann BidakaraBandung Hotel, Bandung, Indonesia. 2011;15-17.
5. Tam C.M, Zeng S.X, Deng Z.M. Identifying elements of poor construction safety management in China, Safety Science. 2004;42(7): 569-586.
6. Al Haadir S, Panuwatwanich K. Critical Success Factors for Safety Program Implementationamong Construction Companies in Saudi Arabia, The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. 2011;14: 148-155.
7. Ismail Z, Doostdar S, Harun Z. Factors influencing the implementation of a safety management system for construction sites. 2012; 50(3): 418-423.
8. Bijari M, Khodadadi R, Khazaei M. A Survey of Factors Influencing Safety Performance in

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

Construction Site, Forth National Congress Of Civil engineering, 1387. [Persian]

9. Ardeshir A, Mohajerani M. Evaluation of safety and health at construction sites, Second National Conference on Engineering and Construction Management, 1391[persian]

10. Alipouri Y, Ardeshir A, Sebt M.H, Vasheghani H. Identification of strategies for the improvement Of Human Safety Behavior In Iran by considering safety Climate and personal experience, Journal of Iranian Society of Civil Engineering (Asas), 1390, 50-59.[Persian]

11. Buckley J.J. Fuzzy Hierarchical Analysis. Fuzzy Sets and Systems. 1985; 17: 233-247.

12. Zadeh L. Fuzzy sets, Information and Control. 1965;8: 38-53.

13. Xu Z, Khoshgoftar T.M, Allen E.B. Application of fuzzy expert system in assessing operational risk of software, Information and software technology. 2003;45: 373-388.

14. Chen S.J, Hwang C.L, Hwang F.P. Fuzzy Multiple Attributes Decision Making, Methods and Applications, Springer, Berlin, 1992.

15. Ardeshir A, Amiri M. Safety management on construction sites with practical example, Amir Kabir University Press. 1392;pp. 92. [Persian]

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]

Investigation of factors influencing safety performance of workers in construction sites using fuzzy analytic hierarchy process (Case study: Khuzestan province)

A. Ardeshir[1], Y. Alipouri[2], P. Besmel[3]

Received: 2014/03/19 Revised: 2014/09/09 Accepted: 2014/11/19

Abstract

Background and aims: Construction accidents place a large economic burden on owners, contractors, and users of facilities and influence the injured worker's life both at home and work. Therefore, in this research a survey of the factors influencing safety performance of workers is perfomed in order to help to decrease construction accidents. Since these factors would differ from society to socity, we just consider them in Khuzestan province, an accident-prone province in Iran.

Methods: In this study, 8 main factors and 33 sub-factors were identified based on literature study and interview with experts. Then, a questionnaire was used to collect opinions of experts from Khuzestan. The collected data were analysed using fuzzy analytic hierarchy process to determine the relative effect of each factor on safety performance.

Results: Results revealed the importance of safety training (priority=19.85) and safety management factors (priority=17.52) in Khuzestan province. Among safety training sub-factors, the behavioral improvement, and among safety management sub-factors, the commitment and responsibility were found to be more important than other sub-factors.

Conclusion: Considering the mentioned results, safety training of workers and increasing of management commitment to safety can be introduced as suitable ways to increase the construction safety and decrease the construction accidents in Khuzestan.

Keywords: Safety performance, Construction sites, Influencing factors on safety, Fuzzy analytic hierarchy process.

1. (**Corresponding author**) Head of Environmental Research Center, Associate Professor of Civil and Environmental Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran. ardeshir@aut.ac.ir
2. PhD Candidate, Construction Engineering and Management group, Civil and Environmental Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.
3. MSc Student, Construction Engineering and Management Group, Civil and Environmental Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-12-26]