

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

عبدالله اردشیر^۱، یعقوب علیپوری^۲، پیمان بسمل^۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۲۸

تاریخ ویرایش: ۹۳/۰۶/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۸

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. ازین‌رو، 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. از آنجاکه، 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 به عنوان 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 شناسایی شده و به کمک پرسشنامه نظر افراد خبره در سطح استان خوزستان جمع‌آوری گردیده است. نظرات و داده‌های به دست آمده با استفاده از روش تحلیل سلسه مراتبی فازی تحلیل شده‌اند تا میزان تأثیر هر کدام از عوامل بر روی ایمنی مشخص شود.

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

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

کلیدواژه‌ها: عملکرد ایمنی، کارگاه‌های ساختمانی، عوامل‌های مؤثر بر ایمنی، روش تحلیل سلسه 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 حادث 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، از کارافتادگی، 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 نمایند. این حادث می‌توانند تبعات دیگری نیز برای شرکت‌های ساخت‌وساز داشته باشند.

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

- (نویسنده مسئول) رئیس پژوهشکده محیط‌زیست، دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. ardeshir@aut.ac.ir

- دانشجوی دکترای مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.



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 سلسه مراتبی^۱ (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 به عنوان 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 به منظور 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

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 به نوعی 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، رفاری و آموزشی اشاره کرده‌اند. 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 پروره، 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

^۱. Analytic Hierarchy Process

عوامل را در نظر نگرفته‌اند و یا همچون [۱۰]، فاکتورهای مؤثر بر یک وجه از اینمی، مثلاً وجه رفتاری را مورد بررسی قرار داده‌اند. درحالی که لازم است علاوه بر فاکتورهای مؤثر بر رفتار تأثیر سایر فاکتورها نیز در بهبود عملکرد اینمی تحت بررسی قرار گیرد؛ زیرا پرداختن به یک بعد از اینمی بدون پرداختن به ابعاد دیگر آن نمی‌تواند راه حل مناسبی را برای رفع مشکلات موجود در زمینه اینمی در اختیار ما قرار دهد. در [۸] هم که بسیاری از فاکتورهای مؤثر بر عملکرد اینمی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، روش تحلیل نتایج مناسب به صورت نمی‌رسد؛ چراکه برخورد با نظر کارشناسان به صورت اعتماد کامل و بدون در نظر گرفتن بحث عدم قطعیت موجود در نظرات آن‌ها (فازی بودن نظرات) انجام گرفته است. از این‌رو، در این تحقیق با به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی فازی^۲ (FAHP) نظر کارشناسان به صورت 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 به دست آمده از تحلیل داده‌های پرسش‌نامه‌ای جمع‌آوری شده با استفاده از FAHP گزارش می‌شود و نهایتاً در بخش چهارم بحث و نتیجه‌گیری بر روی نتایج به دست آمده انجام می‌گیرد.

روش بررسی

بررسی سیستم مدیریت اینمی 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 انجام شده در داخل و خارج از کشور در زمینه اینمی، عوامل مؤثر بر عملکرد اینمی شناسایی شدند. سپس برای تطبیق فاکتورهای مؤثر بر اینمی با شرایط ساخت‌وساز در استان

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

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

علیپوری و همکاران [۱۰] نیز فاکتورهای تأثیرگذار بر بهبود رفتار اینمی کارگران در کارگاه‌های ساختمانی و همچنین میزان تأثیر این فاکتورها بر عملکرد اینمی را با در نظر گرفتن فاکتورهای محیط اینمی 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 اینمی تأثیر بیشتری نسبت به فاکتورهای تجربه شخصی بر روی اینمی دارند. آن‌ها مؤثرترین فاکتور را از بین فاکتورهای محیط اینمی، تعهدات مدیریت بر اینمی معرفی کرده‌اند. با توجه اینکه کشور ایران کشوری گستردۀ با شرایط فرهنگی، اقتصادی، جغرافیایی و اجتماعی متنوعی است، بدیهی است که عوامل مؤثر بر عملکرد اینمی در کارگاه‌های ساختمانی در بخش‌های مختلف جامعه متفاوت و یا حداقل دارای شدت اثر متفاوتی باشد. به عنوان مثال، تأثیر شرایط آب و هوایی بر رعایت اینمی (از لحاظ رفتاری، فرهنگی، نوع وسائل اینمی و ...) در شمال و جنوب کشور می‌تواند کاملاً متفاوت باشد؛ بنابراین، لازم به نظر می‌رسد که فاکتورهای مؤثر بر اینمی در بخش‌های مختلف کشور نیز مورد بررسی قرار گیرد. از این‌رو در این نوشتار، به بررسی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد اینمی در استان خوزستان که به عنوان یکی از استان‌های حادثه‌خیز در صنعت ساخت‌وساز مطرح می‌باشد، پرداخته شده است.

مطالعات داخلی صورت پذیرفته در زمینه عوامل مؤثر بر عملکرد اینمی یا همچون [۹]، به صورت جامع تمام

². Fuzzy Analytic Hierarchy Process



جدول ۱- فاکتورهای مؤثر بر ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی.

ردیف	فاکتورهای اصلی	منابع
۱	وجود تجهیزات	وجود عالئم وجود جمعه حفاظتی
۲	تجربه کارگران و سطح تحصیلات	شناختی هشداردهنده کمک‌های اولیه استعمال مخل حواس
۳	آگاهی به مباحث مدیریتی	ناظران چشم‌انداز و اهداف تعهد مدیریتی جلسات ایمنی
۴	پاداش	-
۵	اجرا مبحث ۱۲	انگیزشی سیاستی آشنایی با روبه‌های تسمیم ریسک عدم نبود خمامت اجرای ایمنی
۶	محیط اجرا	آشنایی ناظران با نوع و روش اجرا روش ساخت تأثیر شرایط آب و هوایی
۷	ارتباطی	تفاوت زبانی و ارتباط سطوح تذکر کارگران به یکدیگر مختلف
۸	آموزشی	آموزش استفاده از آموزش کمک‌های اولیه آموزش پهلوی آموزش ارتباطات برای ایجاد فرهنگ ایمنی

روایی قابل قبول است و در غیر این صورت قابل قبول نیست. در این مطالعه روایی هر یک از سؤالات پرسشنامه در محدوده قابل قبول بود و همچنین میانگین روایی کل سؤالات برابر ۰/۷۶ محسوبه شد.

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

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

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{d^2} \quad (1)$$

Z = مقدار متغیر نرمال واحد متناظر با سطح اطمینان $1-\alpha$

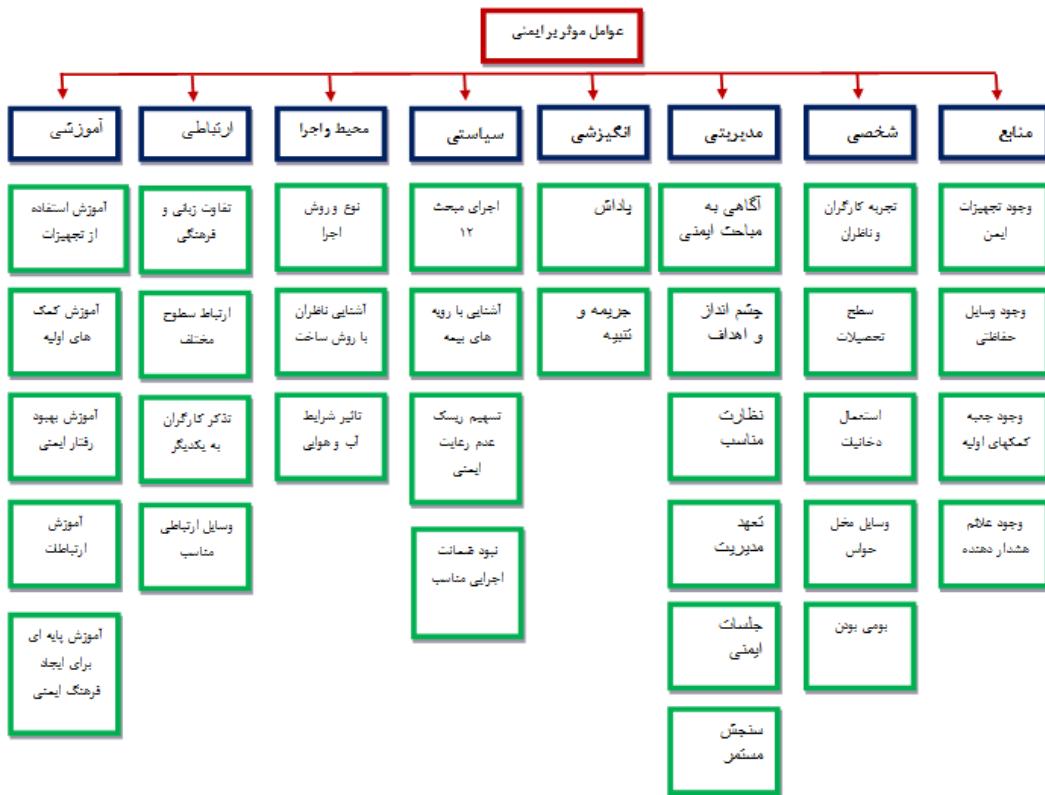
σ = انحراف از معیار متغیر مورد نظر در جامعه‌ی مورد مطالعه

d = مقدار اشتباہ مجاز

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، به صورت جدول ۱ ارائه شدند.

در گام دوم، جهت مشخص نمودن مؤثرترین فاکتورها بر عملکرد ایمنی از پرسش‌نامه برای کسب نظر افراد خبره و با تجربه 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 ارائه شده در مدل لاوشی بین ۱- تا +۱ می‌باشد. در صورتی که نتیجه بزرگ‌تر از صفر باشد،



شکل ۱- فاکتورهای مؤثر بر ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی.

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

برای دستیابی به فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪ مقدار Z برابر $1/96$ به دست می‌آید. در این تحقیق، خطای تخمین (d) برابر $0/05$ 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 استاد 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٪ مورد قبول واقع شد.

پاسخ‌های دریافتی از کارشناسان با استفاده از FAHP به روش میانگین هندسی بوکلی [۱۱] که یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، مورد تحلیل و بررسی قرار



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

$$z_i = \frac{\sum_{k=1}^k (\mu_i(z) \cdot z dz)_k}{\sum_{k=1}^k (\mu_i(z) dz)_k} \quad (5)$$

, i=1,2,3,...,n

که در آن Z میانگین وزنی و k تعداد کارشناسان می باشد. در نهایت وزن کلی زمین گزینه مربوط به معیار آم، برابر است با:

$$ow_j = \sum_{i=1}^n z_i \times w_{ij} \quad (6)$$

که در آن n تعداد معیارها، w_{ij} وزن نرمال شده گزینه j نسبت به معیار i و z_i وزن کلی گزینه زام می باشد.

یافته ها

مطابق با مباحث مطرح شده در بخش های قبل، فاکتورهای مؤثر بر عملکرد ایمنی مورد بررسی قرار گرفتند و به کمک پرسش نامه نظر متخصصین و کارشناسان ایمنی در خصوص اهمیت این فاکتورها جمع آوری گردید. در ادامه کار، با به کارگیری اصول تحلیل سلسله مراتبی فازی شرح داده شده، وزن نسبی هر یک از فاکتورهای اصلی محاسبه می شود که نتایج

جدول ۲- اعداد فازی

اعداد فازی	عبارات زبانی
(1,1,1,1)	مساوی
(1,2,8,3,2,3)	نسبتاً مهم تر
(2,2,8,3,2,4)	مهماً تر
(3,3,8,4,2,5)	خیلی مهم تر
(4,4,8,5,2,6)	کاملاً مهم تر

ساختار در پروژه خاصی قابل استفاده نباشد، می توان ساختار مخصوص آن را تهیه و از آن در قالب این مدل بهره برداری نمود. پس از ترسیم درخت سلسله مراتبی ماتریس مقایسات زوجی (رابطه ۲) با استفاده ازنظر تصمیم گیرندگان که با مقایسه دو به دو معیارها و زیر معیارها در هر سطح صورت می پذیرد و با بهره گیری از اعداد فازی تشکیل می شود.

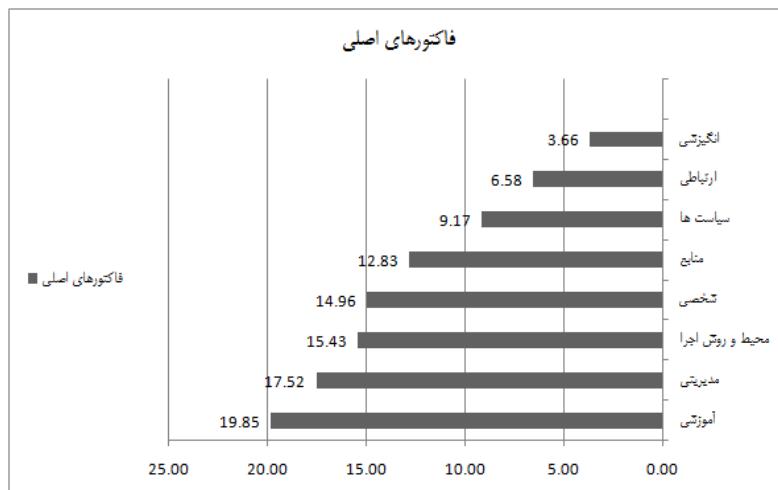
تئوری مجموعه های فازی را پروفسور لطفی عسگرزاده در سال ۱۹۶۵ مطرح کرد [۱۲]. این تئوری در شرایط ابهام و عدم اطمینان به جای حذف و نادیده گرفتن آن و ترویج منطق چند ارزشی به جای دو ارزشی کاربرد دارد. انواع مختلف اعداد فازی وجود دارد که از آن جمله می توان به اعداد فازی مثلثی، ذوزنقه ای، زنگوله ای و گوسین اشاره نمود [۱۳]. در روش FAHP لازم است مقایسه های زوجی با استفاده از ترم های زبانی انجام شود. در این تحقیق از ۵ ترم زبانی، مطابق جدول ۲، برای مقایسه زوجی فازی معیارها استفاده می شود [۱۴]. اعداد فازی استفاده شده در این تحقیق به صورت ذوزنقه ای (t_{ij})=(a_{ij},b_{ij},c_{ij},d_{ij}) است. برای نرمال نمودن اعداد فازی در ماتریس مقایسه زوجی معیارها، از روش میانگین هندسی طبق رابطه ۳ استفاده می شود. در مرحله بعد با استفاده از رابطه ۴ میانگین های هندسی نرمالیزه می شود. سپس وزن هر معیار و زیر معیار در سطح خود محاسبه می شود که با این کار می توان معیارها و زیر معیارها را رتبه بندی کرد.

(۲)

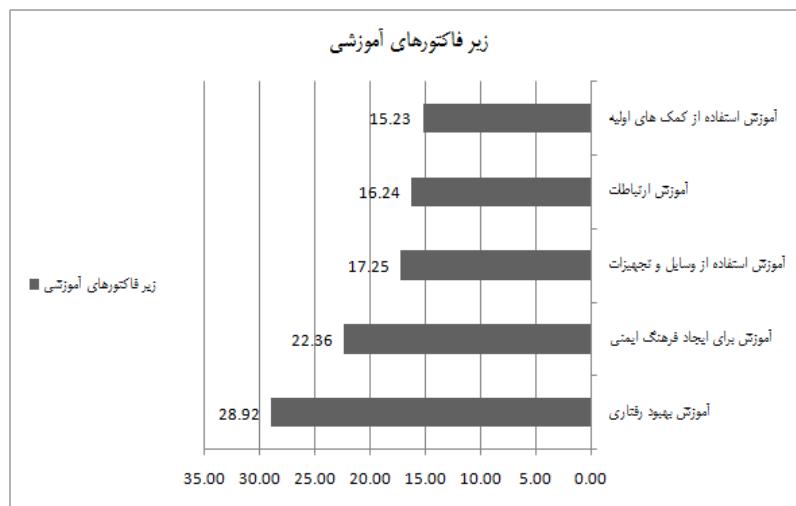
$$\begin{bmatrix} (1,1,1,1) & (a_{12},b_{12},c_{12},d_{12}) & \dots & (a_{1n},b_{1n},c_{1n},d_{1n}) \\ (a_{21},b_{21},c_{21},d_{21}) & (1,1,1,1) & \dots & (a_{2n},b_{2n},c_{2n},d_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (a_{n1},b_{n1},c_{n1},d_{n1}) & (a_{n2},b_{n2},c_{n2},d_{n2}) & \dots & (1,1,1,1) \end{bmatrix} \quad (3)$$

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

$$r_{ij} = w_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^n z_i} \quad (4)$$



شکل ۲- نمودار FAHP برای فاکتورهای اصلی

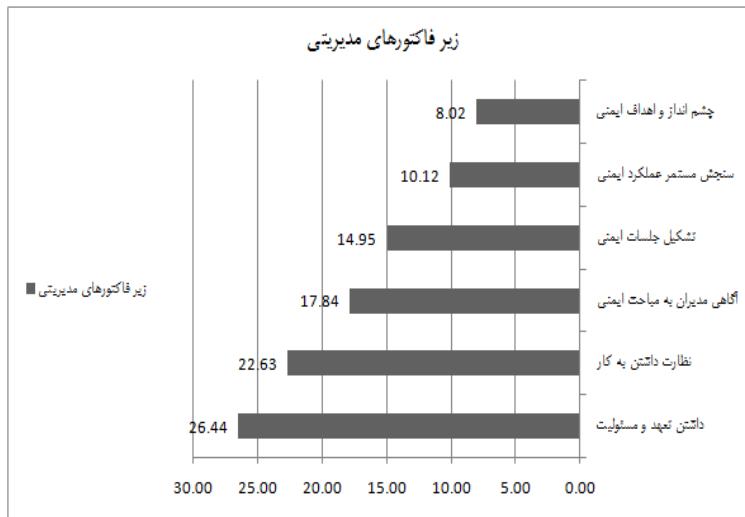


شکل ۳- نمودار FAHP برای زیر فاکتورهای آموزشی

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 ایدئی نیز که در واقع بررسی ایدئی 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.

به دست آمده در شکل ۲ نشان داده شده است. نرخ سازگاری ماتریس فوق برابر 0.54% به دست آمد که کمتر از 10% است؛ بنابراین، نرخ سازگاری آن قابل قبول می‌باشد. مشاهده می‌شود که مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار بر عملکرد ایدئی از نظر کارشناسان، فاکتور آموزشی است؛ که این مطلب بیانگر اهمیت آموزش ایدئی 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



شکل ۴- نمودار FAHP برای زیر فاکتورهای عامل مدیریتی

۲۵ درصد حوادث ساختمانی را به خود اختصاص می دهند. اولاً به این دلیل که کارگران ساختمانی نسبت به کارگران کارخانه ها و مشاغل دفتری بیشتر در معرض خطر قرار دارند؛ و ثانیاً به خاطر تغییرات زیادی که در پرسنل کاری مرتبط با این پژوهه های ساختمانی روی می دهد، همواره کارگران تازهوارد زیادی در پژوهه ها 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 می باشند. با توجه به شرایط آب و هوایی استان خوزستان (وجود روزهای گرم طاقتفرسا) اهمیت دادن به فاکتور محیط و روش اجرا نشان دهنده 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 بالاهمیت 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 می رسد که رفتار عوامل اجرایی بیشترین تأثیر را در ایمنی داشته است

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 گرفته شده و مصاحبه با افراد کارشناس تعداد ۸ فاکتور اصلی و ۳۳ فاکتور فرعی شناسایی شد. جهت جمع آوری نظرات کارشناسان خبره در استان خوزستان پرسش نامه هایی تهیه گردید. ۳۰ پرسش نامه برای کارشناسان که شامل ناظران، سرپرستان کارگاه، متخصصین ایمنی است فرستاده شد که از این تعداد ۲۶ پاسخ نامه دریافت شد. ۲۳ مورد از این تعداد قابل قبول بوده و ۳ مورد از پاسخ نامه ها مورد تأیید قرار نگرفت. روایی پرسش نامه به کمک روایی محتوا و با استفاده از روش لاوشی و پایابی پاسخ ها به روش آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ نامه های تکمیل شده جمع آوری و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی تحلیل شده که نتایج حاصله نشان دادند که فاکتور آموزش ایمنی مهم ترین 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 کارگاه های ساختمانی است. آمار نشان می دهد که کارگرانی که یک ماه یا کمتر مشغول به کار هستند

و شرایط مختلف، متفاوت است، همان‌گونه که در این مطالعه متفاوت بود؛ بنابراین، به نظر می‌رسد پرداختن به بحث اینمی 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 اینمی اتخاذ شود.

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

منابع

1. <http://irceo.net/fullstory.aspx?id=4492>
2. Sawacha E, Naoum S, Fong D. Factors affecting 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 Bidakara Bandung 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 Implementation among 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, Khazaie M. A Survey of Factors Influencing Safety Performance in

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 اینمی در کار یکی از قسمت‌های مهم مدیریت اینمی 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 اینمی، 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 اینمی دور از دسترس نیست و اقدامات صورت گرفته از سوی مدیران برای رسیدن به هدف اینمی مورد تشویق قرار گیرد. کسب سابقه اینمی خوب در برخی پژوهه‌ها به دلیل حضور مدیران کارگاهی است که اینمی را مهم‌ترین هدف در گفتار و عمل قرار می‌دهند. مدیرانی که می‌خواهند کار را اینم انجام دهند باید دارای نگاه دقیق نسبت به اینمی 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 متقدعاً نماید که به اینمی پایبند باشند [۱۲].

بر اساس نتایج حاصل از این مقاله مشاهده می‌شود که مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر عملکرد اینمی در استان مورد مطالعه، فاکتور آموزش اینمی است. این در حالی است که در مطالعات پیشین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد اینمی متفاوت می‌باشند و فاکتورهایی چون؛ فاکتورهای شخصی، فاکتورهای مدیریتی، شناخت روش اجرا، تجهیزات اینمی و فاکتورهای نظارت در اولویت‌اند. از این نتیجه علاوه بر اهمیت بحث آموزش اینمی در کارگاه‌های ساختمانی، به این مهم نیز می‌توان پی بردن که اولویت فاکتورهای مؤثر بر عملکرد اینمی در مناطق



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

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

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

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

A. Ardeshir¹, Y. Alipouri², P. Besmel³

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 performed in order to help to decrease construction accidents. Since these factors would differ from society to society, 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.