ارائه مدل مفهومی جهت تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی با استفاده از روش معادلات ساختاری

الهام بهلولی داریان*

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشگاه غیرانتفاعی آل طه، تهران، ایران

محمد جعفری فشارکی

استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه غیرانتفاعی آل طه، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۸

ارجاع به مقاله:

الهام بهلولی داریان، محمد جعفری فشارکی، ارائه مدل مفهومی جهت تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی با استفاده از روش معادلات ساختاری، *مهندسی و مدیریت ساخت*، ۱۴۰۳؛ ۹ (۱): ۱۹-۳۰.

چکیده

رفتارهای ناایمن کارگران یکی از مشکلات مدیریتی موجود در پروژه‌های عمرانی است که منجر به کاهش عملکرد ایمنی و ایجاد حوادث و سپس کاهش بهره‌وری پروژه‌های عمرانی می‌گردد. هدف اصلی پژوهش حاضر، ارائه مدل ساختاری جهت بررسی رفتارهای ناایمن و تأثیر آن‌ها بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری صنعت ساخت بوده است. جهت دستیابی به این هدف، در ابتدا رفتارهای ناایمن و عوامل مؤثر بر آن از طریق پیشینه تحقیق شناسایی و طبقه بندی شد و مدل نظری از ارتباط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر ایجاد گردید. طبق نتایج پژوهش، متغیرهای شناسایی شده در ۶ گروه اصلی رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی، عملکرد ایمنی، بهره‌وری پروژه‌های عمرانی، دانش، مهارت و تجربه مدیران، مشکلات زیرساختی و شرایط ایمن کارگاه طبقه‌بندی شده است. ارتباط بین هر یک از متغیرهای پژوهش با یکدیگر نیز از طریق مدل سازی معادلات ساختاری در نرم افزار PLS بررسی و تجزیه و تحلیل و اعتبارسنجی شد. همچنین، طبق یافته‌های کلی پژوهش رفتارهای ایمنی کارگران و اکیپ‌های اجرایی، عملکرد ایمنی و سپس بهره‌وری پروژه از فاکتورهایی هستند که بر یکدیگر اثر می‌گذارند و تأثیر همزمان آن‌ها باید با دیگر متغیرهای پژوهش از قبیل دانش، مهارت و تجربه مدیران و مشکلات زیرساختی بررسی گردد. عدم تجربه مدیران در تصمیم گیری‌های مدیریتی در بخش ایمنی بر رفتارهای ایمنی کارگران در سایت مؤثر است و می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر ایجاد حادثه و کاهش عملکرد ایمنی در پروژه داشته باشد. از طرفی، ایجاد مشکلات ایمنی می‌تواند منجر به توقف یا تأخیرات بلندمدت و مشکلات دیگر در پروژه‌های عمرانی گردد که تأثیر آن‌ها باید به صورت غیرمستقیم و کلی در این پژوهش نیز بررسی شده است.

Presenting a conceptual model for the effect of workers' unsafe behaviors on the safety performance and productivity of construction projects using the structural equation method

Elham Bohloli Darian*

M.Sc, Student in Engineering & Construction Management, Department of Civil Engineering, AleTaha University, Tehran, Iran

Mohammad Jafari Fesharaki

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, AleTaha University, Tehran, Iran

***Corresponding author's email address:**
Elham.Bohloli@yahoo.com

How to cite this article:
Elham Bohloli Darian, Mohammad Jafari Fesharaki, Presenting a conceptual model for the effect of workers' unsafe behaviors on the safety performance and productivity of construction projects using the structural equation method, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2024; 9(1):19-30.

Abstract

The unsafe behavior of workers is one of the management problems in construction projects, which leads to the reduction of safety performance and the creation of accidents, and then to the reduction of the productivity of construction projects. The main goal of the current research was to provide a structural model to investigate unsafe behaviors and then their impact on the safety performance and productivity of the construction industry. In order to achieve this main goal, unsafe behaviors and factors affecting them were identified through the research background and then classified, and then a theoretical model of the relationship between latent variables was created. According to the results of the research, the identified variables have been classified into 6 main groups: behavior of workers and executive teams, safety performance, productivity of construction projects, knowledge, skill and experience of managers, infrastructure problems and safe conditions of the Construction workshop. The relationship between each of the research variables was also investigated and analyzed and validated through structural equation modeling in PLS software. Also, according to the general findings of the research, safety behaviors of workers and executive teams, safety performance and then project productivity are factors that affect each other and their simultaneous effect should be combined with other research variables such as the knowledge, skills and experience of managers and Investigate infrastructure problems. Managers' lack of experience in management decisions in the safety sector is effective on the safety behaviors of workers on the site and can have direct and indirect effects on causing accidents and reducing safety performance in the project. On the other hand, the creation of safety problems can lead to stoppages or long-term delays and other problems in construction projects, the effects of which should be investigated indirectly and totally in this research.

JECM

2024 , 9 (1)

دوره ۹، شماره ۱

تابستان ۱۴۰۳

دوفصلنامه پژوهشی

کلمات کلیدی
رفتارهای ناایمن کارگران، عملکرد ایمنی در کارگاه‌های عمرانی، بهره‌وری پروژه، زیرساخت‌های عمرانی

Keywords
Unsafe behaviors of workers, safety performance in construction workshops, project productivity, construction infrastructure

۱- مقدمه

رفتار ناایمن کارگران، به‌عنوان یک علت مستقیم، حدود ۸۰ درصد از حوادث در صنعت ساختمان را تشکیل می‌دهد [1]. صنعت ساخت‌وساز، دارای نرخ غیرقابل‌قبولی از تلفات و جراحات در هر کشور در سراسر جهان است [2]. نرخ بالای حوادث ایمنی و صدمات، صنعت ساختمان را به یکی از خطرناک‌ترین صنایع در سراسر جهان تبدیل کرده است[3] . در سال‌های اخیر، تعداد تلفات در صنعت ساخت‌وساز در کشورهای درحال‌توسعه افزایش یافته است [4]. در بریتانیا، صنعت ساخت‌وساز ۵ درصد از اشتغال کشور را تشکیل می‌دهد [5]، اما ۲۹/۸۶ درصد از آسیب‌های مرگبار گزارش شده را تشکیل می‌دهد [6]. در چین، مجموعاً ۳۸۰۶ جراحات کشنده در سال ۲۰۱۶ گزارش شده است [7]؛ که این صنعت را به خطرناک‌ترین صنعت در کشورها، تبدیل کرده است. در میان انواع مختلف حوادث، سقوط از ارتفاع، به‌عنوان عامل اصلی جراحات و تلفات در ساخت‌وساز شناخته شده است [8-10]؛ بنابراین، تشخیص چگونگی وقوع چنین حوادثی یک عامل کلیدی برای کاهش صدمات و تلفات در صنعت ساختمان است. حوادث ساختمانی به‌طور سنتی از ترکیب دو عامل ناشی می‌شوند، یعنی شرایط ناایمن و رفتار ناایمن که برای جلوگیری از حوادث باید هر دو حذف شوند [11]. در طول دو دهه گذشته، تلاش‌ها بر ریشه‌کن کردن شرایط ناایمن بر ترویج استفاده از تجهیزات حفاظتی و از طریق توسعه سیستم‌های مدیریتی، دستورالعمل‌ها، مقررات و آموزش‌های مربوطه متمرکز شده است [12].

در واقع، این رویکردها به‌طور مؤثر تعداد حوادث ساختمانی و تلفات را کاهش داده است. با این حال، در حالی که صنعت ساخت‌وساز رشد خیره‌کننده‌ای را در طول پنج سال گذشته تجربه کرده است، افزایش شدیدی در تعداد حوادث و تلفات مرتبط با آن نیز مشاهده شده است [13]. به شدت پیشنهاد می‌شود که جدا از حذف شرایط ناایمن کار، در جنبه‌های دیگر مانند محدود کردن کارهای ناایمن نیز تلاش شود. در همین حال، تحقیقات کمی بر حذف اعمال ناایمن کارگران ساختمانی که منجر به حوادث می‌شود، متمرکز شده است [14]. رفتار ناایمن یک علت جدی و مستقیم است [15]؛ که حدود ۸۰ درصد از حوادث در صنعت ساخت‌وساز را تشکیل می‌دهد [16]. در سال‌های اخیر عوامل مؤثر در بروز رفتارهای ناایمن از دو جنبه تبیین شده است: عوامل درونی که به ویژگی‌های جمعیت شناختی، روان‌شناختی و ویژگی‌های شناختی اشاره دارد [17,18] و عوامل خارجی که به جو ایمنی و شرایط محیطی اشاره دارد [8,19,20].

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

طبق مطالعات تحقیقاتی انجام شده، سیستم ایمنی پروژه، بر سه سطح تحقیقاتی مانند سطح صنعت، سطح سازمان و سطح پروژه متمرکز شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۶۸ مقاله تحقیقاتی (۷۰/۸۳٪) بر عملکرد ایمنی در سطح صنعت، ۲۴ مقاله تحقیقاتی (۲۵٪) در سطح پروژه و ۴ مقاله تحقیقاتی (۴/۱۷٪) در سطح سازمان متمرکز شده‌اند. این امر نشان می‌دهد که اکثر مطالعات تحقیقاتی انجام شده باهدف ارائه راه‌حل‌های کلی برای مسائل ایمنی انجام شده است تا بتوان آن‌ها را در چندین نوع پروژه در صنعت ساخت به کار برد. وجود شکاف‌هایی گسترده جهت بررسی ریشه‌ای عملکرد ایمنی در پروژه‌های عمرانی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است [21]. همچنین به محاسبه هزینه حوادث، شناسایی مکان خطرناک و رفتار ناایمن، فعال کردن تجزیه‌وتحلیل روند عملکرد، برنامه‌ریزی برای پیشگیری از حوادث و تعیین کمیت خطر احتمالی کمک می‌کند [22]؛

بنابراین ادبیات روش‌های مختلفی را پیشنهاد کرده است که به‌طور غیرمستقیم عملکرد ایمنی را اندازه‌گیری می‌کند [23]. عملکرد ایمنی، با آمار حوادث و جراحات مرتبط هستند [24,25]. هدف از بررسی مدیریت عملکرد ایمنی نشان دادن عملکرد ایمنی فعلی، ردیابی سریع تغییرات در عملکرد با تغییر در سیاست‌های ایمنی و پیش‌بینی عملکرد ایمنی و خطرات احتمالی موجود در پروژه برای جلوگیری از آسیب به نیروی انسانی و زیان اقتصادی است [26] صنعت ساختمان به دلیل تغییر مداوم در محیط کار، نوع کاری که باید انجام شود و ترکیب کارگران در هر پروژه ماهیت پویا دارد [22]. شناسایی یک فهرست جامع از شیوه‌های ایمنی، یک کار حیاتی برای مدیریت اثربخش ایمنی و بهبود مدیریت عملکرد ایمنی در پروژه است [24]. ابعاد ایمنی در پروژه‌های عمرانی به چندین دسته مختلف از جمله: «قوانین و مقررات ایمنی»، «سیاست و برنامه ایمنی»، «تعهد ایمنی»، «ابتکار عمل در ایمنی»، «استخدام ذینفعان»، «مشارکت ذینفعان»، «برنامه‌ریزی ایمنی»، «وضعیت سایت سالم و ایمن»، «ابزارهای ساختمانی، تجهیزات و سازه‌های موقت»، «تجهیزات حفاظت فردی» و «شناسایی خطر و تجزیه‌وتحلیل ریسک» طبقه‌بندی شده‌اند [21]. علیرغم تلاش‌های مداوم برای ارتقای ایمنی، صنعت ساخت، همچنان یکی از خطرناک‌ترین مشاغل است و نسبت بالایی از صدمات و مرگ‌های ناشی از کار را به نمایش می‌گذارد [27]. در این بخش به بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام شده در حوزه رفتارهای ناایمن کارگران، عملکرد ایمنی در پروژه‌های عمرانی پرداخته شده است. این مقالات به ترتیب سال انتشار و چاپ، از بالاترین به کمترین، طبقه‌بندی شده است. [28] در مطالعه خود، به بررسی آگاهی کارگران ساختمانی از اطلاعات ایمنی بسته به شرایط فیزیکی و بار ذهنی، پرداخته‌اند. ساختمان‌سازی یکی از خطرناک‌ترین مشاغل است. بارزترین دلیل حوادث کارگری، رفتارهای ناایمن بوده است که به‌ویژه، ریشه در ناتوانی در شناخت و پاسخ مناسب به عوامل خطر دارد. مطالعات قبلی درک کارگران از خطرات ساختمانی و اطلاعات ایمنی در محیط‌های آزمایشگاهی را بررسی کرده‌اند. رابطه‌ای بین حجم کار و آگاهی از وضعیت کارگران،

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

یک مفهوم مفید برای درک ریسک، پیدا شده است. این مطالعه آگاهی از وضعیت کارگران را در رابطه با بارهای کاری فیزیکی و ذهنی به دست آمده در حین انجام کار در یک سایت ساخت‌وساز تجزیه‌وتحلیل کرده است. بین آگاهی و درک اطلاعات مربوط به ایمنی تفاوت آماری معنی‌داری یافت شد. همچنین مشخص شد که بار ذهنی بر آگاهی از وضعیت کارگران، تأثیر منفی می‌گذارد. این مطالعه اعتبار اثرات خارجی بار ذهنی ناشی از فعالیت‌های ساختمانی را بررسی کرده است که بر آگاهی و درک کارگران از عناصر مرتبط با ایمنی در سایت‌های ساخت‌وساز مرتبط بوده است. یافته‌های این مطالعه می‌تواند درک رفتارهای ایمنی کارگران را بهبود بخشد و به پیشنهاد دستورالعمل‌های مدیریت ایمنی کمک کند.

[29] در پژوهش خود به اثربخشی سیاست‌ها و مشکلات در بهبود عملکرد ایمنی کارهای تعمیر، نگهداری، تغییرات جزئی و اضافه‌کاری در هنگ‌کنگ، پرداخته است. بخش تعمیرات، تعمیر و نگهداری، تغییرات جزئی و ترکیب آن‌ها، ۵۰ درصد از کل تلفات در صنعت ساخت‌وساز هنگ‌کنگ در سال ۲۰۱۶ را به خود اختصاص داده است. علیرغم سیاست‌های متفاوتی که در سال‌های اخیر راه‌اندازی شده است، میزان تلفات ثابت مانده است و این عوامل منجر به ایجاد تردیدهایی شده است. در این زمینه، این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی ۱) اثربخشی سیاست‌های حاکم؛ ۲) مشکلات احتمالی در بهبود عملکرد ایمنی در هنگ‌کنگ؛ و ۳) بهترین راه‌ها برای بهبود عملکرد ایمنی در این بخش‌ها انجام شده است.

پس از بررسی گسترده ادبیات، ۱۵ سیاست موجود و ۱۰ مشکل رایج ایجاد شده است. بر اساس درخواست کارشناسانی که تجربه غنی در حوزه‌های بخش تعمیرات، تعمیر و نگهداری، تغییرات جزئی و ترکیب آن‌ها دارند، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای رتبه‌بندی سیاست‌های شناسایی‌شده و بررسی مبتنی بر مقیاس لیکرت برای تعیین اهمیت نسبی مشکلات شناسایی‌شده استفاده شده است. «جایزه تشویق» مؤثرترین مقوله سیاستی است، در حالی که «فقدان خودتنظیمی کارگران» به‌عنوان مهم‌ترین مانع ظاهر می‌شود. به‌منظور اعتبار سنجی بیشتر نتایج به دست آمده از مطالعه، تعدادی مصاحبه با استفاده از متخصصان بسیار مجرب انجام شد. توصیه می‌شود که راهبردهایی مانند ثبت‌نام کارگران در این بخش‌ها، تشدید نظارت و اجرا و ارائه خدمات وام برای ایمنی، بتواند بر مشکلات غلبه کند. نگاه به پیشینه پژوهش ارائه‌شده در این مطالعه، راه را برای طرف‌های ذی‌ربط، به سمت بهبود ایمنی و بهداشت شغلی (OSH) چنین پروژه‌هایی با بهبود سیاست‌های مؤثر همزمان و بهبود وضعیت موجود در موانع بحرانی، هموار کند.

[21] در مقاله خود، به بررسی روش‌ها و شیوه‌های اندازه‌گیری عملکرد ایمنی ساخت‌وساز، پرداخته است. صنعت ساخت‌وساز با عملکرد ضعیف ایمنی دست‌وپنجه نرم می‌کند. همچنین، روش‌های اندازه‌گیری عملکرد ایمنی ساخت‌وساز دیگر با رسیدن به نقطه کاهش بازده خود که در نهایت به نیاز به یک روش جدید و قابل‌اعتماد برای اندازه‌گیری عملکرد ایمنی ساخت‌وساز اشاره می‌کند که کارآمد نیستند. برای انجام این کار، بررسی سیستماتیک و جامع روش‌های موجود یک پیش‌نیاز است؛ بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی جامع تحقیقات عملکرد ایمنی ساخت‌وساز با استفاده از رویکرد نقشه‌برداری علمی انجام می‌شود. این تحقیق مولدترین و تأثیرگذارترین مشارکت‌کنندگان، سطوح تحقیقاتی بسیار متمرکز، انواع و مراحل پروژه، ابزار تحقیق و منابع داده، روش‌های اندازه‌گیری عملکرد ایمنی ساخت‌وساز، شیوه‌های ایمنی کلیدی، روندهای تحقیقاتی فعلی، جهت‌گیری‌های تحقیقاتی آینده، مفاهیم نظری و عملی را برجسته کرد. این مطالعه تغییر پارادایم تحقیق عملکرد ایمنی ساخت‌وساز از رویکرد واکنشی به پیشگیرانه را مشاهده کرده است. برای این منظور، ۱۱ بعد ایمنی که شامل ۱۰۹ شیوه ایمنی است، شناسایی شده و یک رویکرد مدیریت فعال عملکرد ایمنی ساخت‌وساز را پیشنهاد کرده است.

[1] در مقاله خود به کشف الگوهای علیت رفتار ناایمن منجر به خطرات سقوط در سایت‌های ساخت‌وساز، پرداخته است. رفتار ناایمن به عنوان یک علت مستقیم حدود ۸۰ درصد از حوادث در صنعت ساختمان را تشکیل می‌دهد. در حالی که مطالعات متعددی عوامل مؤثر بر رفتار ناایمن را بررسی کرده‌اند، اکثر آن‌ها از منظر آماری به مسئله نزدیک شده‌اند که قادر به ارائه الگوهای علیت در مورد چگونگی شکل‌گیری رفتار ناایمن نیست. این مقاله الگوهای علیت به‌دست‌آمده از مجموعه‌ای از حوادث سقوط از ارتفاع را از طریق یک مطالعه عملی با استفاده از یک سیستم دوربین فیلم‌برداری برای ضبط و تجزیه‌وتحلیل رفتار ناایمن کارگران، روشن می‌کند. در مجموع ۱۳۴۷ مورد حوادث نزدیک به فقدان در دو هفته به دست آمد. روش قوانین انجمن برای بررسی الگوهای علیت آشکار شده رفتار ناایمن کارگران استفاده شد و یک ماتریس ریسک بر اساس شاخص‌های قوانین برای طبقه‌بندی سطح ریسک کارگران ایجاد شد. نتایج نشان می‌دهد که عادات، انگیزه، کنترل رفتاری درک شده و هنجارهای ذهنی قوی‌ترین عوامل مؤثر در رفتار ناایمن هستند. در حالی که نتایج یک دیدگاه تحقیقاتی جدید را در مورد مفهوم رفتار ایمنی ساخت‌وساز معرفی می‌کند، بینش‌های عملی به دست آمده از این طریق، مدیران ساخت‌وساز را قادر می‌سازد تا اثرات منفی ترکیبی عوامل عملی را بر رفتار ایمنی کارگران تجزیه‌وتحلیل کنند.

[30] در پژوهش خود اثرات جو ایمنی و رفتار ایمنی بر نتایج ایمنی بین سرپرستان و کارگران ساختمانی را بررسی کرده است. جو ایمنی و عملکرد ایمنی در پروژه‌های ساختمانی در سطح سازمان و سطح گروه متفاوت است. با این حال، تفاوت نظرات بین مدیران و ناظران با کارگران پروژه‌های ساختمانی به‌ندرت در پژوهش‌های پیشین، بررسی شده است. این مقاله، به بررسی جو ایمنی، رفتار ایمنی (رعایت ایمنی و مشارکت ایمنی) و پیامدهای ناشی از کاهش ایمنی (آسیب‌ها، رویدادهای ناایمن و استرس) پرداخته است. این تحقیق، در بین دو گروه اجتماعی انجام شده است. ارتباط میان متغیرهای پژوهش نیز با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری با یکدیگر بررسی شده‌اند. داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۱۹ نفر از ناظران و همچنین ۵۳۶ نفر از کارگران در ۲۲ پروژه ساختمانی مختلف در کشور چین گردآوری شده است. یافته‌های این مقاله نشان می‌دهد که چهار دسته کلی جو ایمنی به‌طور مشخص بین سرپرستان و کارگران متفاوت بوده است که با تئوری هویت اجتماعی مطابقت دارد. رفتار ایمنی سرپرستان به‌طور قابل‌توجهی بهتر از رفتار کارگران بوده است. در حالی که سرپرستان استرس بیشتری را در کارگاه

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

متحمل می‌شوند. ارتباط بین دو متغیر، جو ایمنی و رفتار ایمنی برای هر دو گروه مثبت بوده است. با این حال، ارتباط بین جو ایمنی با نتایج ایمنی و همچنین، رفتار ایمنی با نتایج ایمنی، به‌طور قابل‌توجهی بین سرپرستان و کارگران ساختمانی متفاوت بوده است که یک پدیده مکمل را نشان می‌دهد. این مطالعه، تحقیقات عملکرد ایمنی را در سطح گروه‌های مختلف کارگاه مشخص می‌کند. همچنین پیشنهاد می‌کند که متخصصان ایمنی باید اقدامات مداخله ایمنی گروهی را انجام دهند و به رفاه روانی سرپرستان توجه بیشتری داشته باشند. [5] در مقاله خود، به بررسی رویکرد مدل‌سازی مبتنی بر عامل، برای درک تأثیر تعاملات مدیریت کارگر بر رفتارهای مرتبط با ایمنی کارگران ساختمانی، پرداخته است.

رفتارهای ناایمن فراگیر کارگران ساختمانی علت اصلی حوادث در کارگاه‌های ساختمانی است. رفتارهای کارگران در بخش ایمنی، ناشی از عوامل مختلفی مانند تعامل با کارگران و اکیپ‌های اجرایی در کارگاه و مداخلات مربوط به تیم‌های مدیریتی در پروژه، بوده است. تأثیرات این عوامل توجه قابل‌توجهی را در دانشگاه به خود جلب کرده است، اما تاکنون این اثرات به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است. برای ارائه یک ارزیابی کمی از این اثرات و پیامدهای مدیریتی آن‌ها در عمل، یک مدل‌سازی مبتنی بر عامل از رفتارهای مرتبط با ایمنی صنعت ساخت، در این تحقیق پیشنهاد شده است. این رویکرد عملکرد ایمنی را به‌عنوان یک ویژگی نوظهور از رفتارها و تعاملات کارگران ساختمانی و تیم‌های مدیریتی در نظر می‌گیرد. توسعه مدل مبتنی بر عامل، بر اساس طیف وسیعی از شواهد نظری و تجربی، تهیه شده است. از جمله این مدل‌ها، تحلیل شناختی برای مدل‌سازی رفتارهای کارگر، مشاهدات و بررسی‌های سایت برای طراحی محیط کار و وظایف شبیه‌سازی شده اکیپ‌های اجرایی و همچنین مدل‌سازی رفتارها و تعاملات فردی، بوده است. چهار سناریو مدیریتی با استفاده از رویکرد پیشنهادی شبیه‌سازی شده‌اند.

بر اساس نتایج شبیه‌سازی، اثرات تعدادی از عوامل مدیریتی بر عملکرد ایمنی کارگران ساختمانی بررسی می‌شود. این عوامل شامل وظایف سرپرستان، شایستگی و استراتژی بازرسی ناظران ایمنی، فراوانی آموزش ایمنی، مشارکت مدیران ارشد در فعالیت‌های ایمنی و تأکید بر اهداف ایمنی است. اثرات این عوامل به‌صورت کمی مورد بررسی قرار می‌گیرند و پیامدهای مربوط به عملکرد مدیریت ایمنی ساخت‌وساز موردبحث قرار گرفته‌اند. یافته‌ها ثابت می‌کنند که مدل‌سازی مبتنی بر عامل، یک روش مؤثر برای تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌ها و الگوهای رفتاری مرتبط با ایمنی و همچنین، ارزیابی استراتژی‌های مدیریت ایمنی می‌باشد.

[31] در مطالعه خود به ارزیابی تأثیر روش‌های یادگیری تقویت شده بر ساخت رفتارهای ریسک سقوط کارگران با استفاده از واقعیت مجازی پرداخته است. با توجه به ماهیت فعالیت‌های ساختمانی، کارگران ساختمانی معمولاً به‌صورت مشترک کار می‌کنند؛ بنابراین، تأثیرات بین فردی در بین کارگران نقش مهمی در شکل‌گیری و تأثیرگذاری بر رفتارهای ایمنی کارگران ساختمانی دارد. ادبیات یادگیری اجتماعی نشان می‌دهد که یادگیری بین فردی به دو روش متضاد رخ می‌دهد. تقویت مثبت با نشان دادن رفتارهای ترجیحی و تقویت منفی با نشان دادن پیامدهای منفی رفتارهای نامناسب. در میان اختلاف نظرهای نظری در پیشینه تحقیق، یادگیری اجتماعی، در ادبیات ایمنی ساخت‌وساز مشخص نیست که چگونه دو روش یادگیری تقویت‌شده بر کارگران ساختمانی در آموزش ایمنی تأثیر می‌گذارند. برای پر کردن شکاف، یک آزمایش انسان-موضوع (n=۱۲۶) برای بررسی رفتارهای یادگیری اجتماعی افراد در یک موقعیت ساختمانی خطرناک، راه رفتن بین دو ساختمان بلند انجام شد. این آزمایش از یک سیستم واقعیت مجازی چند کاربره با ویژگی ردیابی حرکت استفاده می‌کند. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به یکی از سه گروه تقسیم شدند: گروه کنترل (هیچ دستورالعملی داده نشد)، گروه بدون سقوط (شرکت‌کنندگان آواتاری را مشاهده کردند که رفتارهای مناسب راه رفتن را نشان می‌داد) و گروه افتادن (شرکت‌کنندگان آواتاری را تماشا کردند که به‌سرعت روی تخته راه می‌رفت و افتاد).

شاخص‌هایی، از جمله زمان راه رفتن روی تخته، سرعت راه رفتن و حرکت نگاه، ثبت و تجزیه‌وتحلیل شدند تا اثرات دو روش یادگیری تقویت شده را تعیین کنند. نتایج نشان می‌دهد که نشان دادن اطلاعات با پیامدهای مثبت (گروه عدم سقوط) افراد را تشویق می‌کند که تظاهرات را دنبال کنند و راه رفتن طبیعی را در موقعیت‌های خطرناک حفظ کنند. نمایش اطلاعات با پیامدهای منفی (گروه سقوط) شرکت‌کنندگان را وادار به راه رفتن سریع‌تر و نامنظم‌تر کرد که منجر به اشتباهات و رفتارهای ناایمن بیشتر شد. این مطالعه اثربخشی استفاده از واقعیت مجازی را در مطالعات ایمنی نشان می‌دهد و توصیه‌هایی برای برنامه‌های آموزشی ایمنی بهتر ارائه داده است. یکی از اهداف فرعی پژوهش حاضر، شناسایی عوامل مؤثر بر رفتارهای ناایمن کارگران می‌باشد که در جدول ۱، تعدادی از مهم‌ترین عوامل درونی بر رفتارهای ناایمن از مقالات پیشین شناسایی شده است.

جدول ۱ بیشترین تأثیر عوامل درونی بر رفتارهای ناایمن

طبقه‌بندی عوامل	عوامل کمکی	رفرنس
جمعیت شناختی	سن	Cheng et al [11]
	آموزش	Nadhim et al [32]
	تجربه کاری	Verma and Chaudhari [33]
	تجربه حادثه	Oah et al [34]
ویژگی‌های شناختی	نگرش ایمنی	Goh and Binte Sa'adon, Dongping et al [35,36]
	هنجارهای ذهنی	Goh and Binte Sa'adon, Dongping et al [35,36]
	کنترل رفتاری درک شده	Goh and Binte Sa'adon, Dongping et al [35,36]
	دانش ایمنی	Vinodkumar and Bhasi, Goh and Binte Sa'adon [36,37]
	انگیزه ایمنی	Vinodkumar and Bhasi, Goh and Binte Sa'adon [36,37]
روانشناسی	رفتار اضطراب گونه	Feng et al [38]
	عادات ایمنی	Man et al [13]

۳- روش‌شناسی

در این بخش روش تحقیق پژوهش بررسی شده است که شامل جمع آوری اطلاعات از طریق توزیع پرسشنامه، مصاحبه، بررسی روایی و پایایی پرسشنامه، تحلیل‌های آماری، مدل‌سازی با استفاده از روش معادلات ساختاری بوده است.

در این پژوهش عوامل مؤثر بر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. فاکتورهای مؤثر از طریق مقالات معتبر پیشین در شناسایی و رفرنس دهی شد و در این بخش داده‌های مورد نیاز در مطالعه موردی پژوهش از کارشناسان و خبرگان دو پروژه عمرانی اجرا و تکمیل عملیات سیویل پروژه احداث مخازن ذخیره سازی نفت خام در بندر جاسک و عملیات راهسازی پروژه قطعات دو و چهار محور کاروان-کنارک توسط کارفرما و پیمانکار و مشاور این دو پروژه گردآوری شد. مدل نظری پژوهش در ابتدا از طریق ارتباط بین متغیرهای پژوهش از پیشینه شناسایی شد و سپس براساس داده‌های جمع آوری شده، مدل معادلات ساختاری ساخته شده است.روش مدل‌سازی معادلات ساختاری یکی از روش‌های اصلی و جدید برای حل مدل‌های پیچیده با روابط علّت و معلولی در علوم اجتماعی است که به پژوهشگر امکان می‌دهد تأثیرات هم‌زمان متغیرها را بر یکدیگر با تأکید بر نقش خطاهای اندازه‌گیری نشان دهد. ازآنجایی‌که بسیاری از مفاهیم علوم اجتماعی ماهیتاً مکنون هستند و به‌وسیله متغیرهای دیگر قابل‌مشاهده‌اند، تکنیک معادلات ساختاری در این رشته علمی کاربرد گسترده‌ای پیداکرده است [39].

جامعه آماری این پژوهش کارشناسان و خبرگان دو پروژه عمرانی اجرا و تکمیل عملیات سیویل پروژه احداث مخازن ذخیره سازی نفت خام در بندر جاسک و عملیات راهسازی پروژه قطعات دو و چهار محور کاروان-کنارک توسط کارفرما و پیمانکار و مشاور این دو پروژه توزیع شد. گروه نمونه، مجموعه کوچکی از جامعه آماری است، مشتمل بر برخی اعضا که از جامعه آماری انتخاب‌شده‌اند.

در این تحقیق حداقل حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران و همچنین قاعده ده برابر در روش معادلات ساختاری تعیین‌شده است.این قاعده برابر تعداد بیشتر معرف‌های یک متغیر ترکیبی یا ۱۰ برابر تعداد بیشترمسیرهای یک متغیر را در مدل ساختاری محاسبه می‌شود. ۱۰ برابر بیشترمسیرهای یک متغیر دارای سه مسیر است که حداقل حجم نمونه ۳۰ پرسشنامه محاسبه می‌شود.

۳-۱- روش مدل‌سازی معادلات ساختاری

در دسته‌بندی متغیر بر اساس سطح مشاهده متغیرها به دودسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱.متغیرهای مشاهده‌شده (آشکار) ۲.متغیرهای مکنون (پنهان)

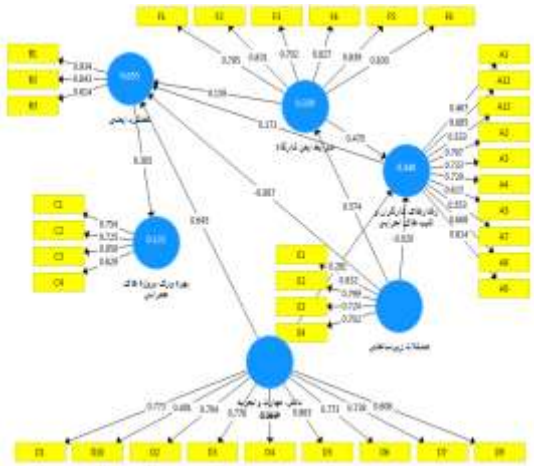
متغیرهای مکنون در هر رشته‌ای اهمیت فوق‌العاده‌ای دارند، اما عموماً راه دقیق و روشنی برای اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد. در مدل‌سازی معادلات ساختاری چنین فرض می‌شود که متغیرهای مکنون مسئول نتایج قابل‌مشاهده هستند. متغیرهای قابل‌مشاهده یا آشکار از طریق ابزارهای مختلف گردآوری داده‌ها ازجمله پرسشنامه‌ها، مصاحبه‌ها یا مشاهدات جمع‌آوری می‌شود.

مدل‌سازی معادلات ساختاری دو کاربرد عمده دارد: ۱. مدل‌های اندازه‌گیری ۲. مدل‌های ساختاری

۳-۲- بررسی روایی پرسشنامه

روایی سازه پرسشنامه از طریق تحلیل عاملی تأییدی بررسی می‌گردد. تحلیل عاملی تأییدی روشی است که برای کاهش داده‌ها استفاده می‌شود. قبل از انجام تحلیل عاملی، بهتر است محقق همبستگی میان سؤالات و متغیرها را بررسی نماید و هر سؤالی که ارتباط کمتر از ۰/۴ داشته باشد را از مجموع سؤالات حذف نماید. به خاطر داشته باشید در تحلیل عاملی آیتم‌هایی مناسب می‌باشند که تنها در یک عامل بار داشته باشند. معمولاً بارهای عاملی بیشتر از ۰/۴ مناسب و کمتر از آن نامناسب هستند و بایستی حذف شوند. در تحلیل عاملی، چنانچه بارهای عاملی سؤالات نامناسب باشند باید حذف شوند و مجدداً تحلیل عاملی اجرا گردد تا آنجا که ساختار عاملی مناسب با میزان تبیین واریانس مناسبی به دست آید. چنانچه تمامی بارهای عاملی قابلیت تبیین‌کنندگی بالایی داشته باشند، باید در مورد اینکه کدام سؤالات باقی بمانند تصمیم‌گیری شود. [40].

طبق بررسی‌های انجام شده، در شکل ۱ متغیرهای زیر براساس بارعاملی از بین متغیرهای پژوهش حذف شده است. وضعیت روانی مانند بی‌ثباتی عاطفی (بارعاملی=۰/۲۰۱-) و بررسی فشار روانی کارگران در پروژه (بارعاملی=۰/۳۰۹) از بین متغیر پنهان رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی حذف شد. متغیرهای کمتر از ۰/۴ از این گروه حذف شد. به کارگیری کارگران موقت بدون آموزش و آگاهی از پروژه (بارعاملی= ۰/۰۳۶) از بین متغیر پنهان دانش، مهارت و تجربه مدیران حذف گردید. استفاده از سیستم‌های واقعیت مجازی جهت مشخص کردن خطرات کارگاه (بارعاملی= ۰/۰۵۳) از بین متغیر پنهان مشکلات زیرساختی حذف شد.



شکل ۱ بررسی بارهای عاملی در مدل ساختاری تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

۳-۳- بررسی پایایی پرسشنامه

در جدول زیر ضریب آلفای کرونباخ ۶ گروه پرسشنامه محاسبه شده است که بالاتر از ۰/۶ می‌باشد و مورد قبول است. همچنین آلفای کرونباخ کلی متغیرهای پژوهش نیز ۰/۹۱۴ محاسبه شد که با میزان بالای پایایی ۴۰ سؤال پرسشنامه مورد قبول خواهد بود.

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

جدول ۲ محاسبه آلفای کرونباخ در ۶ گروه اصلی

تعداد دسته‌های کلی	میزان آلفای کرونباخ
۶	۰/۷۴۷

در جدول بالا آلفای کرونباخ در ۶ گروه اصلی رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی، عملکرد ایمنی، بهره‌وری پروژه‌های عمرانی، دانش، مهارت و تجربه مدیران، مشکلات زیرساختی و شرایط ایمن کارگاه بررسی شد.

جدول ۳ محاسبه آلفای کرونباخ کلی سؤالات

تعداد سؤالات	میزان آلفای کرونباخ
۴۰	۰/۹۱۴

در جدول بالا آلفای کرونباخ در ۴۰ سؤال پرسشنامه به طور کلی بررسی شده است که نشانگر همبستگی درونی بسیار بالا سؤالات پرسشنامه است.

۴-۳- بررسی آزمون کولموگروف اسمیرنف جهت توزیع داده‌ها

در این آزمون نحوه توزیع داده‌ها مشخص می‌گردد که در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال باشد باید از آزمون‌های پارامتریک استفاده شود و در صورتی که توزیع داده‌های غیرنرمال باشد باید از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده گردد.در جدول زیر محاسبه آزمون کولموگروف اسمیرنف و نحوه‌ی میزان معناداری آن بررسی شده است. اگر میزان معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر رد می‌گردد و توزیع داده‌ها غیرنرمال است و در صورتی که میزان معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر تأیید می‌گردد و توزیع داده‌ها نرمال است.

جدول ۴ آزمون کولموگروف اسمیرنف در ۶ گروه پرسشنامه

گروه‌های پرسشنامه	A	B	C	D	E	F
مقدار آزمون کولموگروف اسمیرنف	۰/۶۹۷	۰/۹۵۷	۰/۷۶۳	۰/۵۲۹	۰/۸۰۴	۱/۰۱۳
میزان معناداری	۰/۷۱۶	۰/۳۱۹	۰/۶۰۵	۰/۹۴۲	۰/۵۳۸	۰/۲۵۶

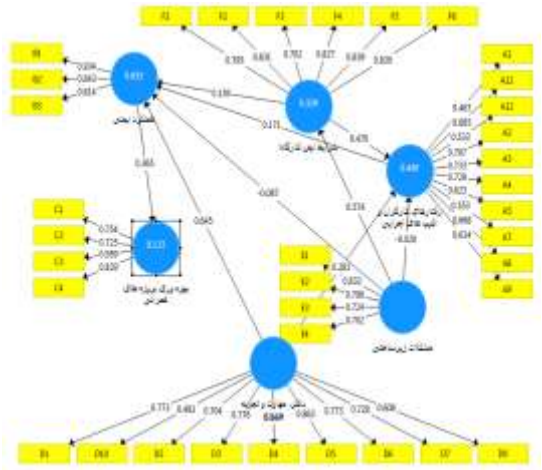
۴- یافته‌ها

۴-۱- بررسی ضرایب مسیر

در این بخش به بررسی و محاسبه ضرایب مسیر یعنی ارتباط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر پرداخته شده است.مقدار این ضریب بین ۱- تا ۱+ در نوسان می‌باشد.

در ادامه همچنین، جدول محاسبه ضرایب مسیر در این بخش بررسی شده است که نشان دهنده نحوه ارتباط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر در ۶ گروه پرسشنامه است.

طبق ضرایب مسیر بیشترین تأثیر بین متغیرهای پنهان به ترتیب بین دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی بوده است (۰/۶۴۵). همچنین، تأثیر مشکلات زیرساختی بر شرایط ایمنی کارگاه نیز در دومین میزان ضرایب مسیر را تشکیل می‌دهد (۰/۵۷۴).



شکل ۲ بررسی ضرایب مسیر در مدل ساختاری تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

جدول ۵ محاسبه ضرایب مسیر بین متغیرهای پنهان پژوهش

۴-۲- بررسی اثرات غیرمستقیم بین روابط مدل ساختاری

در این بخش به بررسی اثرات غیرمستقیم بین متغیرهای پنهان با یکدیگر پرداخته شده است که نشان دهنده ی اثرات غیرمستقیم روابط بین متغیرهای پنهان پژوهش می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام شده در جدول ۶ زیر مشخص شده است.

جدول ۶ اثرات غیرمستقیم

طبق جدول بررسی اثرات غیرمستقیم، دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد. به این دلیل که مدیران با دانش، مهارت و تجربه ای که در پروژه‌ها دارند می‌توانند بر بهبود عملکرد ایمنی تأثیر گذار باشند و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر می‌گذارد. در نتیجه دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد (اثر غیرمستقیم= ۰/۲۵۳). همچنین دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیر غیرمستقیم دارد. به این دلیل که مدیران با دانش، مهارت و تجربه ای که در پروژه‌ها دارند، میتوانند سیاست‌ها و تصمیم‌های درستی اتخاذ نمایند و در نتیجه بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیر می‌گذارند و سپس بهبود رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی منجر به بهبود عملکرد ایمنی می‌گردد. در نتیجه

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیر غیرمستقیم دارد (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۴۸). از طرفی دیگر، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد. نوع رفتارهای ایمن یا غیرایمن کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر عملکرد ایمنی پروژه تأثیر می‌گذارد و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه تأثیر خواهد گذاشت. در نتیجه رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۶۲). در ادامه اثرات غیرمستقیم ایجاد شده در مدل ساختاری پژوهش، شرایط ایمن کارگاه بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم داشته است. این تأثیر نشان‌دهنده، تأثیر شرایط ایمن کارگاه بر عملکرد ایمنی تأثیر خواهد گذاشت و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی مؤثر خواهد بود. در نتیجه شرایط ایمن کارگاه بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۸۷). همچنین، مشکلات زیرساختی نیز بر سه متغیر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۱۷)، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر غیرمستقیم= ۰/۲۶۹) و عملکرد ایمنی (اثر غیرمستقیم= ۰/۱۳۴) تأثیر غیرمستقیم داشته است.

۴-۳- بررسی اثرات کل بین روابط مدل ساختاری

در اثرات کل، تأثیر مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر وابسته (برون‌زا بر درون‌زا) در مدل ساختاری محاسبه می‌شود. نتایج اثرات کل در جدول ۷ زیر مشخص شده است.

جدول ۷ اثرات کل

طبق جدول بررسی اثرات کل، دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۲۵۳)، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر کل= ۰/۲۸۱) و عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۶۹۳) تأثیر کلی داشته است. رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۰۶۲) و عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۱۷۱) تأثیر کلی داشته است. عملکرد ایمنی نیز بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۳۶۵) تأثیر کلی داشته است. از طرف دیگر، مشکلات زیرساختی نیز بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۰۱۷)، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر کل= ۰/۲۵۰)، شرایط ایمنی کارگاه (اثر کل= ۰/۵۷۴)، و عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۰۴۷) تأثیر کلی داشته است.

۴-۴- بررسی برازش مدل

۴-۴-۱- ضریب تعیین (R square)

این جدول بیانگر این است که هر یک از متغیرهای پنهان درونی چقدر توسط متغیرهای پنهان بیرونی تبیین شده است. نحوه قضاوت درباره ضریب تعیین نیز توسط مقالات معتبر در این زمینه مشخص شده است که در جدول ۸ مشخص شده است.

جدول ۸ نحوه قضاوت درباره ضریب تعیین

قضاوت	ضعیف	متوسط	قوی
هنسلر و چن [41,42]	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۶۷

همچنین در جدول زیر، شاخص ضریب تعیین در مدل ساختاری براساس داده‌ها محاسبه شده است. طبق این جدول تمامی متغیرهای پنهان محاسبه شده دارای تأثیر متوسط به بالا بوده‌اند و فقط در بخش بهره‌وری این قضاوت ضعیف گزارش شده است.

جدول ۹ محاسبه شاخص برازش ضریب تعیین

۴-۴-۲- محاسبه ضریب اندازه اثر (F^2)

این شاخص به بررسی سهم نسبی هر یک از متغیرهای مستقل بر ضریب تعیین می‌پردازد. این مورد بررسی می‌کند که با حذف یک متغیر از مدل، مقدار ضریب تعیین چقدر کاهش می‌یابد. ضریب تعیین برای متغیرهای درون‌زا و اندازه اثر برای متغیرهای برون‌زا محاسبه می‌شوند. نحوه قضاوت درباره این شاخص نیز در جدول زیر مشخص شده است.

جدول۱۰ نحوه قضاوت درباره اندازه اثر(F2)

ضعیف	متوسط	قوی
۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۳۵

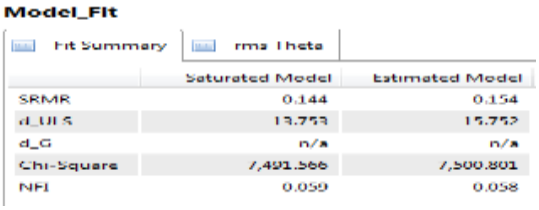
جدول ۱۱ محاسبه اندازه اثر(F2)

۴-۴-۳- بررسی برازش مدل توسط ریشه دوم میانگین مربعات باقی‌مانده استانداردشده (SRMR)

برای سنجش میزان تناسب وضعیت معرف‌های یک متغیر و نیز وضعیت روابط بین متغیرهای مختلف از این روش استفاده می‌شود. این معیار بین صفر تا یک در نوسان است. عده‌ای از پژوهشگران مانند هنسلر و همکاران، مقدار ۰/۱ و بیشتر را برای تناسب مدل پیشنهاد داده‌اند [43].

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

جدول ۱۲ محاسبه (SRMR)


Model_Fit

Fit Summary | rms Theta

	Saturated Model	Estimated Model
SRMR	0.144	0.154
d_ULS	13.753	15.752
d_G	n/a	n/a
Chi-Square	7,491.566	7,500.801
NFI	0.059	0.058

۴-۵- بررسی معناداری فرضیه‌های پژوهش از طریق آزمون بوت استراپ

در این تکنیک، نمونه آماری پژوهش از طریق شبیه سازی بررسی می‌گردد و ارتباط معنادار بین متغیرهای پژوهش در این بخش بررسی می‌گردد. در صورتی که میزان معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر پذیرفته می‌شود و در صورتی که P-value بیشتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر رد می‌گردد. عدم پذیرش به منزله ی عدم ارتباط مستقیم بین متغیرهای ذکر شده می‌باشد.

جدول ۱۳ بررسی معناداری فرضیه‌های پژوهش

Path Coefficients

طبق جدول بالا رابطه دو به دو بین متغیرهای طبق فرضیه‌های پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. در این بخش به ترتیب به بررسی (تأیید یا عدم تأیید فرضیه‌ها) پرداخته شده است:

- **فرضیه اول:** دانش، مهارت و تجربه مدیران بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و دانش، مهارت و تجربه مدیران بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۲۱۰ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

- **فرضیه دوم:** دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده از معناداری روابط دو به دو، این فرضیه تأیید شده است و دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی مؤثر بوده است و این فرضیه تأیید شده است. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۰۰۸ است که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر رد می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه رد فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود دارد.

- **فرضیه سوم:** رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر عملکرد ایمنی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر عملکرد ایمنی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۳۷۸ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

- **فرضیه چهارم:** شرایط ایمن کارگاه بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده از معناداری روابط دو به دو، این فرضیه تأیید شده است و شرایط ایمن کارگاه بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی مؤثر بوده است و این فرضیه تأیید شده است. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۰۴۰ است که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر رد می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه رد فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود دارد.

- **فرضیه پنجم:** شرایط ایمن کارگاه بر عملکرد ایمنی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و شرایط ایمن کارگاه بر عملکرد ایمنی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد.طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۴۶۶ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

- **فرضیه ششم:** عملکرد ایمنی بر بهره‌وری تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد.طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۱۵۱ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

- **فرضیه هفتم:** مشکلات زیرساختی بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و مشکلات زیرساختی بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۹۴۳ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

- **فرضیه هشتم:** مشکلات زیرساختی بر شرایط ایمن کارگاه تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده از معناداری روابط دو به دو، این فرضیه تأیید شده است مشکلات زیرساختی بر شرایط ایمن کارگاه مؤثر بوده است و این فرضیه تأیید شده است. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۰۰۰ است که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر رد می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه رد فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود دارد.

- **فرضیه نهم:** مشکلات زیرساختی بر عملکرد ایمنی تأثیرگذار است.

طبق بررسی‌های انجام شده این فرضیه رد شده است و مشکلات زیرساختی بر عملکرد ایمنی به صورت دو به دو مؤثر نبوده است و این فرضیه تأیید نشده است. این نشان‌دهنده عدم تأثیر دو به دو متغیرها بدون بررسی مدل و روابط دیگر بر آن‌ها می‌باشد. طبق جدول بالا، میزان معناداری یا P-Value، ۰/۷۳۹ است که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد و فرض صفر تأیید می‌شود. فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد و در نتیجه تأیید فرض صفر یعنی بین دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد.

۵- نتیجه‌گیری

در این بخش نتیجه‌گیری‌های نهایی پژوهش طبق مراحل انجام شده و روش تحقیق مدل‌سازی معادلات ساختاری جهت ارائه مدل جهت تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی استفاده شده است. طبق مطالعات انجام شده، تأثیر رفتارهای ناایمن کارگران بر عملکرد ایمنی و بهره‌وری پروژه‌های عمرانی به ۶ دسته کلی (رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی، عملکرد ایمنی، بهره‌وری پروژه‌های عمرانی، دانش، مهارت و تجربه مدیران، مشکلات زیرساختی و شرایط ایمن کارگاه) طبقه‌بندی شده است. متغیرهای پژوهش از پیشینه تحقیق شناسایی و رفرنس‌دهی شده است و سپس مدل نظری ترسیم شده است. در مرحله بعدی، پرسشنامه محقق ساخته طبق متغیرهای شناسایی شده و نظر خبرگان تهیه شده است. پرسشنامه تهیه شده در مطالعه موردی مشخص شده در پژوهش پخش و توزیع شد. در مرحله بعدی، داده‌های جمع‌آوری شده از طریق آزمون‌های آماری و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری تجزیه‌وتحلیل شده است.

مدل ساختاری پژوهش بر اساس ارتباط بین متغیرهای پنهان و آشکار در نرم‌افزار PLS ارائه شده است. طبق نتیجه گیری نهایی، ارتباط مستقیم، غیرمستقیم، کلی و بررسی فرضیه‌های پژوهش بین متغیرهای پنهان با یکدیگر تجزیه‌وتحلیل شد و نتیجه گیری کلی آن‌ها نیز در این بخش مشخص شده است. صنعت ساختمان به دلیل تغییر مداوم در محیط کار، نوع کاری که باید انجام شود و ترکیب کارگران در هر پروژه ماهیت پویا دارد [22]. با این حال، سازمان‌های ساختمانی که از شیوه‌های کار ایمن پیروی می‌کنند، عملکرد ایمنی بهبود یافته را تجربه کرده‌اند [44]. با افزایش استحکام در مدیریت ایمنی و کاهش خطرات حوادث [24]. [45] گفت: عملکرد ایمنی یک فرآیند مدیریتی است که از ابزارها و تکنیک‌های مختلف ایمنی تشکیل شده است و یک روش سیستماتیک برای افزایش عملکرد ایمنی است.

صنعت ساخت و ساز با عملکرد ضعیف ایمنی دست و پنجه نرم می‌کند. همچنین، روش‌های اندازه‌گیری عملکرد ایمنی ساخت‌وساز دیگر با رسیدن به نقطه کاهش بازده خود هستند. بررسی سیستماتیک و جامع روش‌های موجود یک پیش نیاز جهت عملکرد ایمنی در پروژه‌های عمرانی است [21]. مدل‌سازی معادلات ساختاری یکی از روش‌های کاربردی برای بررسی تأثیرهای غیرمستقیم و کلی روابط همزمان یک مدل مفهومی است. این روش تحقیق، ضعف‌های دیگر روش تحقیق‌های آماری و روابط همبستگی بین متغیرهای را می‌پوشاند. در روابط همبستگی، فقط روابط بین دو متغیر سنجیده می‌شود و از تأثیرهای غیرمستقیم و کلی روابط همزمان بین مدل صرف نظر می‌گردد. در نتیجه، این روش تحقیق‌های صرف تحلیل آماری ملاک مناسبی برای تصمیم گیری و سیاست‌های مدیریتی نخواهند بود. همان طور که در آزمون بوت استرپ مشاهده نمودیم، بسیاری از فرضیه‌های پژوهش که رابطه دو به دو متغیرها را بررسی می‌کند، با عدم پذیرش روبرو شده‌اند ولی در بررسی تأثیرات غیرمستقیم و کلی روابط همزمان مدل ساختاری پژوهش تمامی این ارتباط‌ها بررسی گردید.

۵-۱- بررسی دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد. به این دلیل که مدیران با دانش، مهارت و تجربه‌ای که در پروژه‌ها دارند می‌توانند بر بهبود عملکرد ایمنی تأثیرگذار باشند و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر می‌گذارد. در نتیجه دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم داشته است (اثر غیرمستقیم=۰/۲۵۳). به‌طور مثال، هرچقدر آموزش‌های متمرکز و بومی شده به کارگران بر اساس شرایط هر پروژه بیشتر توسط مدیران برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی گردد، سرمایه‌گذاری بر روی سیاست‌های ایمنی بیشتر انجام می‌گردد که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد ایمنی پروژه در بخش‌های مختلف می‌شود.

در مطالعات پیشین انجام شده در این راستا، نشان داده اند که عملکرد ایمنی مشخص می‌کند که چگونه یک پروژه با اطمینان در حال پیشرفت به سمت تکمیل موفقیت آمیز خود است [25]، بنابراین به عنوان یکی از معیارهای کلیدی عملکرد کلی در نظر گرفته می‌شود [24]. این امر به این دلیل است که عملکرد ایمنی اعمال یا رفتارهایی است که افراد تقریباً در همه وظایف برای ارتقای سلامت و ایمنی از خود نشان می‌دهند [25]. عملکرد ایمنی وضعیت فعلی استراتژی‌ها، فرآیندها و فعالیت‌های مدیریت ایمنی را نشان می‌دهد [24]. همچنین بررسی عملکرد ایمنی، به محاسبه هزینه حوادث، شناسایی مکان‌های خطرناک و رفتارهای ناایمن، فعال کردن تجزیه‌وتحلیل روند عملکرد، برنامه ریزی جهت پیشگیری از حوادث و تعیین کمیت خطر احتمالی حوادث کمک می‌کند [22]. همچنین طبق جدول

JECM
2024 , 9 (1)
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

بررسی اثرات کل، دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۲۵۳) تأثیر کلی داشته است. دانش، مهارت و تجربه مدیران بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر کل= ۰/۲۸۱) نیز اثر کلی داشته است.

۵-۲- بررسی دانش، مهارت و تجربه مدیران بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیر غیرمستقیم دارد. به این دلیل که مدیران با دانش، مهارت و تجربه‌ای که در پروژه‌ها دارند، میتوانند سیاست‌ها و تصمیم‌هایی اتخاذ نمایند که بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار هستند و سپس بهبود رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی منجر به بهبود عملکرد ایمنی می‌گردد. در نتیجه دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیر غیرمستقیم داشته است (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۴۸). به‌طور مثال، مدیران با مهارت و باتجربه به وسیله طراحی و اجرای فعالیت‌های ناایمن در کارگاه می‌توانند در ابتدا این فعالیت‌ها را در کارگاه شناسایی و گزارش نمایند و سپس با آموزش‌های تخصصی آن‌ها را به کارگران و اکیپ‌های اجرایی منتقل نمایند. در نتیجه، با شناسایی و کنترل فعالیت‌های ناایمن کارگران در کارگاه، می‌توان عملکرد ایمنی را بهبود بخشید. به دلیل این که، رفتارهای ناایمن کارگران و اکیپ‌های اجرایی یکی از شایع ترین مشکلات ایمنی در پروژه‌های عمرانی می‌باشد که از این طریق قابل شناسایی و کنترل می‌باشد. طبق جدول بررسی اثرات کل، دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۶۹۳) تأثیر کلی داشته است. همچنین، طبق فرضیه دوم، دانش، مهارت و تجربه مدیران بر عملکرد ایمنی تأثیرگذار و معنادار بوده است.

۵-۳- بررسی رابطه رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد. نوع رفتارهای ایمن یا غیر ایمن کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر عملکرد ایمنی پروژه تأثیر می‌گذارد و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه تأثیر خواهد گذاشت. در نتیجه رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم داشته است (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۶۲). با توجه به این که عوامل و فاکتورهای مختلفی بر انگیزه ایمنی کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار است که میتواند منجر به الگوهای رفتاری ناایمن کارگران در کارگاه و کاهش عملکرد ایمنی و سپس افت بهره‌وری نیروی انسانی و سپس بهره‌وری کل پروژه می‌گردد. همچنین، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۰۶۲) و عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۱۷۱) تأثیر کلی داشته است.

۵-۴- بررسی رابطه شرایط ایمن کارگاه بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی

شرایط ایمن کارگاه بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم داشته است. این تأثیر نشان می‌دهد، شرایط ایمن کارگاه بر عملکرد ایمنی نیز تأثیرگذار است و سپس عملکرد ایمنی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی مؤثر خواهد بود. در نتیجه شرایط ایمن کارگاه بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی تأثیر غیرمستقیم دارد (اثر غیرمستقیم=۰/۰۸۷). عدم ایجاد شرایط ایمن در کارگاه از جمله شرایط ناایمن محیطی، عدم وجود تجهیزات ایمنی برای نیروی انسانی، چیدمان نامناسب کارگاه، عدم اقدامات ایمنی در محیط‌های خطرناک کارگاه اغلب به دلیل عدم سرمایه‌گذاری بر روی سیاست‌های ایمنی در پروژه‌های عمرانی ایجاد می‌گردد. نتیجه این موارد نیز، منجر به کاهش بهره‌وری و در بسیاری از موارد توقف و تأخیرات بلندمدت در پروژه‌های عمرانی می‌گردد. همچنین، طبق فرضیه چهارم، شرایط ایمن کارگاه بر رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی تأثیرگذار بوده است.

۵-۵- بررسی رابطه مشکلات زیرساختی بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی و عملکرد ایمنی

مشکلات زیرساختی نیز بر سه متغیر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر غیرمستقیم= ۰/۰۱۷)، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر غیرمستقیم= ۰/۲۶۹) و عملکرد ایمنی (اثر غیرمستقیم= ۰/۱۳۴) تأثیر غیرمستقیم داشته است. مشکلات زیرساختی از قبیل عدم ارائه دستورالعمل‌ها و مقررات ایمنی و راهکار برای نحوه پیاده سازی آن‌ها در سازمآن‌های زیربط، عدم وجود فرهنگ و جو ایمنی در کارگاه‌ها، عدم مشخص کردن آمار دقیق و نرخ حوادث در پروژه از طریق سازمآن‌های ذیربط همگی از جمله مهم ترین دلایل مشکلات زیرساختی هستند که با تأثیر بر رفتارهای کارگران و شرایط ایمن کارگاه بر عملکرد ایمنی پروژه‌ها تأثیر غیرمستقیم می‌گذارند. از طرف دیگر، مشکلات زیرساختی با تأثیر بر عملکرد ایمنی تأثیر غیرمستقیمی بر بهره‌وری پروژه خواهند داشت. مشکلات زیرساختی منجر به عدم شرایط ایمن در کارگاه می‌گردد که نتیجه آن رفتارهای ناایمن کارگران و اکیپ‌های اجرایی در پروژه می‌باشد. از طرف دیگر، مشکلات زیرساختی نیز بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۰۱۷)، رفتارهای کارگران و اکیپ‌های اجرایی (اثر کل= ۰/۲۵۰)، شرایط ایمنی کارگاه (اثر کل= ۰/۵۷۴) و عملکرد ایمنی (اثر کل= ۰/۰۴۷) تأثیر کلی داشته است. همچنین طبق فرضیه هشتم، مشکلات زیرساختی بر شرایط ایمن کارگاه تأثیرگذار و معنادار بوده است. عملکرد ایمنی نیز بر بهره‌وری پروژه‌های عمرانی (اثر کل= ۰/۳۶۵) تأثیر کلی داشته است.

۶-تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافعی ندارند.

۷-حمایت مالی

این تحقیق از هیچگونه حمایت مالی‌ای برخوردار نبوده است.

۸- مراجع

[1] M. Mohajeri, A. Ardeshir, M. T. Banki, and H. Malekitabar, "Discovering causality patterns of unsafe behavior leading to fall hazards on construction sites,"

Safety Perceptions," KSCE J. Civ. Eng., vol. 23, no. 7, pp. 2815–2828, 2019, doi: 10.1007/s12205-019-2044-4.
[19] J. Wang, P. X. W. Zou, and P. P. Li, "Critical factors and paths influencing construction workers' safety risk tolerances," Accid. Anal. Prev., vol. 93, pp. 267–279, 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.11.027.
[20] R. Y. J. Siew, "Health and safety communication strategy in a Malaysian construction company: A case study," Int. J. Constr. Manag., vol. 15, no. 4, pp. 310–320, 2015, doi: 10.1080/15623599.2015.1084469.
[21] K. Bhagwat and V. S. K. Delhi, "Review of construction safety performance measurement methods and practices: a science mapping approach," Int. J. Constr. Manag., vol. 23, no. 4, pp. 729–743, 2023, doi: 10.1080/15623599.2021.1924456.
[22] S. V. S. Raja Prasad and K. P. Reghunath, "Evaluation of Safety Performance in a Construction Organization in India: A Study," ISRN Civ. Eng., vol. 2011, pp. 1–6, 2011, doi: 10.5402/2011/276545.
[23] M. Gunduz, M. T. Birgonul, and M. Ozdemir, "Fuzzy Structural Equation Model to Assess Construction Site Safety Performance," J. Constr. Eng. Manag., vol. 143, no. 4, 2017, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001259.
[24] D. A. Patel and K. N. Jha, "Structural Equation Modeling for Relationship-Based Determinants of Safety Performance in Construction Projects," J. Manag. Eng., vol. 32, no. 6, 2016, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000457.
[25] E. A. Nadhim, C. Hon, B. Xia, I. Stewart, and D. Fang, "Investigating_the_Relationships_between_Safety_Cli, " vol. 18, no. 2, pp. 110–129, 2018.
[26] J. HINZE and R. GODFREY, "an Evaluation of Safety Performance Measures for Construction Projects," J. Constr. Res., vol. 04, no. 01, pp. 5–15, 2003, doi: 10.1142/s160994510300025x.
[27] M. Abbas, B. E. Mneymneh, and H. Khoury, "Assessing on-site construction personnel hazard perception in a Middle Eastern developing country: An interactive graphical approach," Saf. Sci., vol. 103, no. October 2017, pp. 183–196, 2018, doi: 10.1016/j.ssci.2017.10.026.
[28] S. Kim, H. Lee, S. Hwang, J. S. Yi, and J. W. Son, "Construction workers' awareness of safety information depending on physical and mental load," J. Asian Archit. Build. Eng., vol. 21, no. 3, pp. 1067–1077, 2022, doi: 10.1080/13467581.2021.1908899.
[29] W. S. Y. Dolphin et al., "Effectiveness of policies and difficulties in improving safety performance of repair, maintenance, minor alteration, and addition works in Hong Kong," Int. J. Constr. Manag., vol. 23, no. 5, pp. 814–829, 2023, doi: 10.1080/15623599.2021.1935130.
[30] C. He, B. McCabe, G. Jia, and J. Sun, "Effects of Safety Climate and Safety Behavior on Safety Outcomes between Supervisors and Construction Workers," J. Constr. Eng. Manag., vol. 146, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001735.
[31] Y. Shi, J. Du, C. R. Ahn, and E. Ragan, "Impact assessment of reinforced learning methods on construction workers' fall risk behavior using virtual reality," Autom. Constr., vol. 104, no. October 2018, pp. 197–214, 2019, doi: 10.1016/j.autcon.2019.04.015.
[32] E. A. Nadhim, C. Hon, B. Xia, I. Stewart, and D. Fang, "Falls from height in the construction industry: A critical review of the scientific literature," Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 13, no. 7, 2016, doi: 10.3390/ijerph13070638.
[33] S. Verma and S. Chaudhari, "Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction," Saf. Health Work, vol. 8, no. 3, pp. 267–275, 2017, doi: 10.1016/j.shaw.2017.01.001.
[34] S. Oah, R. Na, and K. Moon, "The Influence of Safety Climate, Safety Leadership, Workload, and Accident Int. J. Constr. Manag., vol. 22, no. 15, pp. 3034–3044, 2022, doi: 10.1080/15623599.2020.1839704.
[2] M. Gunduz and B. Ahsan, "Construction safety factors assessment through Frequency Adjusted Importance Index," Int. J. Ind. Ergon., vol. 64, pp. 155–162, 2018, doi: 10.1016/j.ergon.2018.01.007.
[3] D. Fang and H. Wu, "Development of a Safety Culture Interaction (SCI) model for construction projects," Saf. Sci., vol. 57, pp. 138–149, 2013, doi: 10.1016/j.ssci.2013.02.003.
[4] I. Mohammadfam, F. Ghasemi, O. Kalatpour, and A. Moghimbeigi, "Constructing a Bayesian network model for improving safety behavior of employees at workplaces," Appl. Ergon., vol. 58, pp. 35–47, 2017, doi: 10.1016/j.apergo.2016.05.006.
[5] P. Zhang, N. Li, Z. Jiang, D. Fang, and C. J. Anumba, "An agent-based modeling approach for understanding the effect of worker-management interactions on construction workers' safety-related behaviors," Autom. Constr., vol. 97, no. October 2018, pp. 29–43, 2019, doi: 10.1016/j.autcon.2018.10.015.
[6] U.K. Health and Safety Executive, "Fatal Injuries Arising From Accidents at Work in Great Britain."
[7] C. Alkalah, "China State Administration of Work Safety."
[8] A. Ardeshir and M. Mohajeri, "Assessment of safety culture among job positions in high-rise construction: a hybrid fuzzy multi criteria decision-making (FMCDM) approach," Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot., vol. 25, no. 2, pp. 195–206, 2018, doi: 10.1080/17457300.2017.1416483.
[9] S. Maiti and J. ho Choi, "An evidence-based approach to health and safety management in megaprojects," Int. J. Constr. Manag., vol. 21, no. 10, pp. 997–1010, 2021, doi: 10.1080/15623599.2019.1602580.
[10] S. D. Choi, L. Guo, J. Kim, and S. Xiong, "Comparison of fatal occupational injuries in construction industry in the United States, South Korea, and China," Int. J. Ind. Ergon., vol. 71, no. February, pp. 64–74, 2019, doi: 10.1016/j.ergon.2019.02.011.
[11] C. W. Cheng, S. Sen Leu, Y. M. Cheng, T. C. Wu, and C. C. Lin, "Applying data mining techniques to explore factors contributing to occupational injuries in Taiwan's construction industry," Accid. Anal. Prev., vol. 48, pp. 214–222, 2012, doi: 10.1016/j.aap.2011.04.014.
[12] N. Umeokafor, K. Evangelinos, and A. Windapo, "Strategies for improving complex construction health and safety regulatory environments," Int. J. Constr. Manag., vol. 22, no. 7, pp. 1333–1344, 2022, doi: 10.1080/15623599.2019.1707853.
[13] S. S. Man, A. H. S. Chan, and H. M. Wong, "Risk-taking behaviors of Hong Kong construction workers – A thematic study," Saf. Sci., vol. 98, pp. 25–36, 2017, doi: 10.1016/j.ssci.2017.05.004.
[14] M. Shin, H. S. Lee, M. Park, M. Moon, and S. Han, "A system dynamics approach for modeling construction workers' safety attitudes and behaviors," Accid. Anal. Prev., vol. 68, pp. 95–105, 2014, doi: 10.1016/j.aap.2013.09.019.
[15] X. Wu, Q. Liu, L. Zhang, M. J. Skibniewski, and Y. Wang, "Prospective safety performance evaluation on construction sites," Accid. Anal. Prev., vol. 78, pp. 58–72, 2015, doi: 10.1016/j.aap.2015.02.003.
[16] R. W. Fleming, M.D., & Lardner, "Strategies to promote safe behaviour as part of a health and safety management system.".
[17] B. Barlas and F. B. Izci, "Individual and workplace factors related to fatal occupational accidents among shipyard workers in Turkey," Saf. Sci., vol. 101, no. October 2016, pp. 173–179, 2018, doi: 10.1016/j.ssci.2017.09.012.
[18] Y. Han, R. Jin, H. Wood, and T. Yang, "Investigation of Demographic Factors in Construction Employees'

Psychol., vol. 39, no. 2, pp. 291–314, 1986, doi: 10.1111/j.1744-6570.1986.tb00583.x.
[41] J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling," J. Acad. Mark. Sci., vol. 43, no. 1, pp. 115–135, 2015, doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
[42] W. W. Chin, The partial least squares approach to structural equation modeling. Modern Methods for Business Research/Lawrence Erlbaum Associates., 1998.
[43] J. Henseler et al., "Common Beliefs and Reality About PLS: Comments on Rönkkö and Evermann (2013)," Organ. Res. Methods, vol. 17, no. 2, pp. 182–209, 2014, doi: 10.1177/1094428114526928.
[44] J. Hinze, M. Hallowell, and K. Baud, "Construction-Safety Best Practices and Relationships to Safety Performance," J. Constr. Eng. Manag., vol. 139, no. 10, pp. 1–9, 2013, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000751.
[45] L. F. Alarcón, D. Acuña, S. Diethelm, and E. Pellicer, "Strategies for improving safety performance in construction firms," Accid. Anal. Prev., vol. 94, pp. 107–118, 2016, doi: 10.1016/j.aap.2016.05.021.
Experiences on Risk Perception: A Study of Korean Manufacturing Workers," Saf. Health Work, vol. 9, no. 4, pp. 427–433, 2018, doi: 10.1016/j.shaw.2018.01.008.
[35] D. Fang, C. Zhao, and M. Zhang, "A Cognitive Model of Construction Workers' Unsafe Behaviors," J. Constr. Eng. Manag., vol. 142, no. 9, 2016, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001118.
[36] Y. M. Goh and N. F. Binte Sa'adon, "Cognitive Factors Influencing Safety Behavior at Height: A Multimethod Exploratory Study," J. Constr. Eng. Manag., vol. 141, no. 6, pp. 1–8, 2015, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000972.
[37] M. N. Vinodkumar and M. Bhasi, "Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation," Accid. Anal. Prev., vol. 42, no. 6, pp. 2082–2093, 2010, doi: 10.1016/j.aap.2010.06.021.
[38] Y. Feng, P. Wu, G. Ye, and D. Zhao, "Risk-Compensation Behaviors on Construction Sites: Demographic and Psychological Determinants," J. Manag. Eng., vol. 33, no. 4, pp. 1–10, 2017, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000520.
[39] Hooman, A practical guide to qualitative research. 1394. (In Persian).
[40] J. K. FORD, R. C. MacCALLUM, and M. TAIT, "the Application of Exploratory Factor Analysis in Applied Psychology: a Critical Review and Analysis," Pers.

JECM
9 (1) , 2024
دوره ۹، شماره ۱
تابستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

COPYRIGHTS
©2024 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)