Journal of Occupational Hygiene Engineering *Volume 5, Issue 4, Winter 2019, Pages: 50-56*

Original Article

doi: 10.29252/johe.5.4.50

Factor Analysis of Risk Variables Affecting Occupational Injuries: A Field Study in Construction Projects

Heidar Mohammadi[1], Ahmad Soltanzadeh[2,*], Hamidreza Heidari[2], Abolfazl Mohammad-beygi[3], Mohsen Mahdinia[2], Jamshid Rahimi[4]

[1] *Assistant Professor, Department of Occupational Safety and Health Engineering, Faculty of Health, Larestan University of Medical Sciences, Fars, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Occupational Safety and Health Engineering, Faculty of Health, Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran*
[3] *Associated Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Health, Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran*
[4] *Assistant Professor, Department of Occupational Safety and Health Engineering, Faculty of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Ahmad Soltanzadeh, Department of Occupational Safety and Health Engineering, Faculty of Health, Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran. Email: soltanzadeh.ahmad@gmail.com*

Received: *20/01/2019*
Accepted: *16/03/2019*

How to Cite this Article:
Mohammadi H, Soltanzadeh A, Heidari H, Mohammad-beygi A, Mahdinia M, Rahimi J. Factor Analysis of Risk Variables Affecting Occupational Injuries: A Field Study in Construction Projects. J Occup Hyg Eng. 2019; 5(4): 50-56. DOI: 10.29252/johe.5.4.50

Abstract

Background and Objective: *Approximately, half of the occupational accidents are associated with the construction industry in Iran. Therefore, the factor analysis of risk variables affecting occupational injuries in the construction industry can lead to understanding and reducing the rate of injuries in these projects. The purpose of this study was to identify the risk factors affecting the types of injuries in construction projects based on factor analysis.*

Materials and Methods: *This field study was conducted on 65 active construction projects. The collected data included 55 injuries that were analyzed in SPSS software (Version 22.0) based on exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis.*

Results: *The most frequent type of injuries regarding the order were spinal cord injury (41.2%), cuts (32.4%), organ failure (17.6%), and multiple scars (8.8%). Based on exploratory factor analysis, 26 indicator variables were classified in six groups of latent factors, including individual, occupational, unsafe conditions, unsafe acts, the type of injury incidence, and the type of injury. The findings of the confirmatory factor analysis of latent factors showed a significant correlation within these factors ($P<0.05$). The goodness of fitness of the model was evaluated as good (RMSEA=0.663).*

Conclusion: *The findings of the present study indicated that the incidence of injuries in construction projects can be due to the interaction between different factors and indicator variables. In addition, the results of factor analysis in this study indicated a difference between the effect of each of the indicator variables and latent factors.*

Keywords: *Construction Industry; Factor Analysis; Occupational Accident; Occupational Injury*

Copyright *© 2019 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite*

مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای | دوره ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۵۰ تا ۵۶

مقاله پژوهشی

doi: 10.29252/johe.5.4.50

تحلیل عاملی ریسک‌فاکتورهای اثرگذار بر آسیب‌های شغلی: یک مطالعه میدانی در پروژه‌های ساختمانی

حیدر محمدی[۱]، احمد سلطان‌زاده[۲*]، حمیدرضا حیدری[۲]، ابوالفضل محمدبیگی[۳]، محسن مهدی‌نیا[۲]، جمشید رحیمی[۴]

[۱] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لارستان، فارس، ایران

[۲] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

[۳] دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

[۴] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

* **نویسنده مسئول:** احمد سلطان‌زاده، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران. ایمیل: *soltanzadeh.ahmad@gmail.com*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: نیمی از حوادث شغلی در ایران مربوط به ساخت و ساز می‌باشد؛ بنابراین، تحلیل عاملی ریسک‌فاکتورهای اثرگذار بر آسیب‌های شغلی در صنعت ساختمان می‌تواند منجر به درک و کاهش نرخ آسیب‌ها در این پروژه‌ها شود. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف شناسایی ریسک‌فاکتورهای اثرگذار بر انواع آسیب در پروژه‌های ساختمانی براساس تحلیل عاملی انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه میدانی حاضر در ارتباط با ۶۵ پروژه ساختمانی فعال صورت گرفت. داده‌های مطالعه شامل ۵۵ حادثه آسیب‌زا بودند. واکاوی داده‌های مطالعه براساس تحلیل عاملی اکتشافی (*EFA: Exploratory Factor Analysis*) و تحلیل عاملی تأییدی (*CFA: Confirmatory Factor Analysis*) انجام شد. تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار تحلیلی *SPSS 22* صورت گرفت.

یافته‌ها: بیشترین فراوانی نوع آسیب به‌ترتیب شامل: آسیب ستون فقرات (۴۱/۲ درصد)، بریدگی (۳۲/۴ درصد)، نقص عضو (۱۷/۶ درصد) و زخم‌های چندگانه (۸/۸ درصد) بود. براساس تحلیل عاملی اکتشافی، ۲۶ متغیر نشانگر جمع‌آوری‌شده در شش گروه فاکتور پنهان شامل: فردی، شغلی، شرایط و اعمال ناایمن، نوع آسیب و نوع بروز آن طبقه‌بندی شدند. یافته‌های تحلیل عاملی تأییدی فاکتورهای پنهان گویای آن بودند که اغلب این فاکتورها ارتباط معناداری با یکدیگر دارند ($P<۰/۰۵$). نیکویی برازش مدل نیز مناسب ارزیابی شد ($RMSEA=۰/۰۶۳$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر بیانگر آن بودند که بروز انواع آسیب در پروژه‌های ساختمانی می‌تواند ناشی از برهم‌کنش متغیرهای نشانگر و فاکتورهای مختلف باشد. نتایج تحلیل عاملی نیز نشان دادند که میزان اثر هریک از متغیرها و فاکتورهای پنهان، متفاوت می‌باشد.

واژگان کلیدی: آسیب شغلی؛ تحلیل عاملی؛ حادثه شغلی؛ صنعت ساختمانی

مقدمه

براساس آمارهای ارائه‌شده، حوادث حوزه ساخت و ساز بیش از نیمی از حوادث شغلی در ایران را شامل می‌شوند. این حوادث در بخش پروژه‌های ساخت و ساز و فعالیت‌های ساختمانی رخ می‌دهند؛ بنابراین، یکی از چالش‌های مهم در حوزه ایمنی و سلامت شغلی مربوط به صنعت ساخت و ساز کشور می‌باشد که با وجود تلاش‌های بسیار مبنی بر کاهش بروز انواع حوادث و آسیب‌های شغلی، هنوز آمار نگران‌کننده و در برخی از موارد فاجعه‌بار می‌باشند [۱،۲].

نتایج برخی از مطالعات گویای آن هستند که ۲۰ درصد از مرگ و میرهای شغلی و ۹ درصد از آسیب‌های ناتوان‌کننده در آمریکا مربوط به صنعت ساخت و ساز می‌باشد [۳]. به‌طور کلی، میزان بروز انواع آسیب‌های شغلی در بخش ساخت و ساز در کشورهای پیشرفته ۱۷ درصد و در ایران ۴۵ درصد گزارش شده است (معادل ۲/۶ برابر نرخ جهانی) [۴،۵].

ریسک فعالیت در پروژه‌های ساختمانی بسیار بالا می‌باشد. کارگران در این پروژه‌ها در معرض انواع ریسک‌ها شامل: کار در

محیط باز، مواجهه با انواع ریسک‌فاکتورهای محیطی و شرایط ناایمن همراه با ناهمگونی ترکیب تیم کاری و ریسک بالای اعمال ناایمن قرار دارند [۶،۷]. از سوی دیگر، آسیب‌های ناشی از حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز می‌توانند علاوه بر تحمیل انواع آسیب، درد و رنج به نیروی کار و افزایش نرخ ناتوانی کلی در جامعه کاری، بر هزینه پروژه‌های ساخت و ساز، جدول زمان‌بندی و کیفیت کار تأثیر بگذارند و منجر به کاهش تعداد منابع کارگری موجود در این صنعت گردند [۸]. مطالعاتی که در زمینه حوادث شغلی انجام شده‌اند، مشخص می‌کنند که میزان آسیب‌ها در صنعت ساخت و ساز بیشتر از میانگین آن در دیگر صنایع می‌باشد [۹-۱۱]؛ برای مثال، محمدفام و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که میزان و تنوع آسیب در فعالیت‌های ساخت و ساز بالا می‌باشد. نتایج این مطالعه گویای آن بودند که بیشترین آسیب‌های واردشده به افراد مربوط به دست، پا و ستون فقرات بوده و بیشترین نوع حوادث منجر به ناتوانی مربوط به لیزخوردن و افتادن، پرتاب اشیا، سقوط، سایش، تصادف و برخورد بوده است [۱۲].

شناسایی ریسک‌فاکتورهای مؤثر و مرتبط با آسیب‌های شغلی به‌عنوان یک رویکرد گذشته‌نگر و مهم در تحلیل پیامد حوادث ساخت و سازی و راهی برای پیشگیری از حوادث و آسیب‌های شغلی و کاهش آن می‌باشد. یکی از روش‌های اثربخش در تحلیل حوادث و آسیب که برای شناسایی دلایل آن‌ها توسعه داده شده است، استفاده از تحلیل عاملی می‌باشد. تحلیل عاملی یک روش تحلیلی است که می‌تواند برای انجام یک بررسی جامع و نظام‌مند انواع آسیب و عوامل مرتبط با آن مورد استفاده قرار گیرد. علاوه‌براین، در این روش با استفاده از رویکرد مدل‌یابی معادلات ساختاری می‌توان علاوه بر درک و شناسایی ریسک‌فاکتورهای مرتبط با آسیب، ارتباط بین متغیرها و فاکتورهای اثرگذار بر آسیب را شناسایی نمود [۱۳-۱۵]. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف تحلیل ریسک‌فاکتورهای اثرگذار بر آسیب‌های شغلی در پروژه‌های ساختمانی و با استفاده از رویکرد تحلیل عاملی طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

مقاله حاضر برگرفته از یک مطالعه میدانی می‌باشد که در ارتباط با آسیب‌های حوزه ساخت و ساز شهری در بازه زمانی یک ساله (آذر ۱۳۹۶ تا دی ۱۳۹۷) در مورد ۶۵ پروژه ساختمانی فعال انجام شده است.

متغیر اصلی مورد بررسی در این پژوهش، انواع آسیب‌های رخداده در پروژه‌های ساختمانی مورد مطالعه بود.

ابزار جمع‌آوری داده‌های این مطالعه، نتایج برگرفته از گزارش و تحلیل رسمی این آسیب‌ها و همچنین مصاحبه با مدیران و آسیب‌دیدگان ۶۵ پروژه ساختمانی مورد مطالعه بود.

تجزیه و تحلیل داده‌های این مطالعه براساس تحلیل عاملی صورت گرفت. برای این منظور، از نرم‌افزار مدل‌یابی معادلات ساختاری *SPSS 22* استفاده گردید. لازم به ذکر است که آزمون‌های آماری به‌کارگرفته‌شده در این مطالعه دوطرفه بودند. سطح معناداری در پژوهش حاضر کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

تحلیل عاملی به‌عنوان روشی برای تحلیل واریانس بین چند متغیر وابسته براساس توصیف آن‌ها بر حسب تعدادی متغیر یا عامل پنهان شامل: تحلیل عاملی اکتشافی (*EFA*) و تأییدی (*CFA*) می‌باشد. اگر هیچ حدسی از ساختار روابط میان متغیرها وجود نداشته باشد، از تحلیل عاملی اکتشافی بهره گرفته می‌شود و اگر متغیرها براساس ابعاد شناسایی شده باشند، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده می‌گردد [۱۶]. به عبارت دیگر، تحلیل عاملی اکتشافی با هدف بررسی داده‌های تجربی به‌منظور کشف و شناسایی روابط بین آن‌ها انجام می‌شود [۱۶] و تحلیل عاملی تأییدی مناسب‌ترین شیوه برای سنجش روایی (*Construct Validity*) می‌باشد [۱۶-۱۹].

لازم به ذکر است که ارزیابی تحلیل عاملی ارائه‌شده با شاخص‌های نیکویی برازش سنجیده می‌شود. این شاخص‌های نیکویی برازش استنتاج‌شده با استفاده از شاخص‌های χ^2/df (۳-۲) و *RMSEA* (*Root Mean Square Error of Approximation*) (۰/۰۵-۰/۰۸) و همچنین *CFI* (*Comparative Fit Index*) (۰/۹۵-۰/۱)، *NFI* (*Normed-fit Index*) (۰/۹۵-۰/۱) و *NNFI* (*Non-normed Fit Index*) یا *TLI* (*Tucker-Lewis Index*) (۰/۹۵-۰/۱) ارزیابی می‌گردند [۲۰-۲۳]. اعداد نوشته‌شده در جداول عبارت هستند از: مقدار تخمینی تأثیر هریک از متغیرهای نشانگر بر فاکتور پنهان و یا هریک از فاکتورهای پنهان بر فاکتور پنهان دیگر و یا فاکتور نهایی (که در این مطالعه انواع آسیب می‌باشد).

یافته‌ها

نتایج توصیفی فاکتورها و متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. بر مبنای نتایج در ۶۵ پروژه ساختمانی مورد مطالعه و در بازه زمانی یک ساله، ۵۵ حادثه آسیب‌زا و ۶۸ مورد آسیب انسانی به وقوع پیوسته است. یافته‌ها گویای آن بودند که میانگین سن و سابقه کار کارگران آسیب‌دیده در حوادث مورد مطالعه به‌ترتیب ۹/۱۸±۳۳/۵ و ۴/۲۲±۲/۳ سال می‌باشد. همچنین، حدود ۶۰ درصد از افراد آسیب‌دیده مجرد و دارای تحصیلات دیپلم بودند. شایان ذکر است که ۵۲ نفر از افراد آسیب‌دیده، کارگر ساختمانی بودند و ۴۶ مورد از ۵۵ حادثه آسیب‌زا مربوط به پیمانکاران خرد بود. از سوی دیگر، بیشترین فراوانی نوع بروز آسیب به‌ترتیب به سقوط از ارتفاع (۳۴/۵ درصد)، برخورد (۲۹/۱ درصد)، سقوط اشیا (۲۵/۵ درصد) و برق‌گرفتگی (۱۰/۹ درصد) تعلق داشت و بیشترین فراوانی نوع آسیب به‌ترتیب شامل: آسیب ستون فقرات (۴۱/۲ درصد)، بریدگی (۳۲/۴ درصد)، نقص عضو (۱۷/۶ درصد) و زخم‌های چندگانه (۸/۸ درصد) بود.

نتایج تحلیل آسیب‌های رخداده در پژوهش حاضر نشان دادند که علاوه بر متغیرهای فردی و شغلی، برخی از متغیرهایی که می‌توانند به‌عنوان شرایط و اعمال ناایمن مورد توجه قرار گیرند نیز در بروز این آسیب‌ها نقش دارند. عناوین و میزان سهم هریک از این متغیرها در ۵۵ آسیب به وقوع پیوسته عبارت بودند از: محیط کار ناایمن (۴۳/۶ درصد)، ابزار معیوب (۳۶/۴ درصد)، تجهیزات و ماشین‌آلات دارای نقص (۲۵/۵ درصد)، زمان نامناسب (۲۹/۱ درصد)، روش کاری خطرناک (۳۰/۱ درصد)، تجهیزات برقی ناایمن (۰/۲۰ درصد)، عدم دانش ایمنی (۶۳/۶ درصد)، عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (۵۰/۹ درصد)، تداخل در فعالیت دیگران (۲۵/۵ درصد)، استفاده آگاهانه از ابزار معیوب (۲۱/۸ درصد)، تکیه بر مهارت (۱۴/۵ درصد) و فعالیت در شرایط ناایمن (۳۲/۷ درصد).

نتایج تحلیل عاملی اکتشافی در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج براساس ۲۶ متغیر نشانگر جمع‌آوری‌شده در این مطالعه و همچنین سوابق مطالعات دیگر در شش گروه فاکتور پنهان ارائه گردیدند و فرضیه مورد مطالعه با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت. نتایج نشان دادند که شش گروه فاکتورهای فردی، شغلی، شرایط و اعمال ناایمن، نوع بروز آسیب و نوع آسیب در تحلیل عاملی آسیب‌های شغلی مرتبط با حوادث ساختمانی نقش دارند. براساس این نتایج، سهم هریک از متغیرهای نشانگر در هر گروه از فاکتورها که با پارامتر *Estimate* مشخص شده‌اند، گویای آن هستند که وزن کدام متغیر تأثیرگذاری بیشتری بر فاکتور دارد.

یافته‌های تحلیل عاملی تأییدی در ارتباط با ریسک‌فاکتورهای اثرگذار بر آسیب‌های ساختمانی در این مطالعه نشان دادند که اغلب این فاکتورها ارتباط معناداری با یکدیگر دارند ($P<۰/۰۰۵$) (جدول ۳). این نتایج گویای آن بودند که قوی‌ترین ارتباط

جدول ۱: یافته‌های توصیفی مطالعه

متغیر		مقادیر
سن افراد آسیب‌دیده (سال)		۳۳/۹±۵/۱۸
سابقه کار افراد آسیب‌دیده (سال)		۲/۴±۳/۲۲
وضعیت تأهل	مجرد	۴۲ (۶۴/۷ درصد)
	متأهل	۲۴ (۳۵/۳ درصد)
تحصیلات	کمتر از دیپلم	۱۴ (۲۰/۵ درصد)
	دیپلم	۴۰ (۵۹/۰ درصد)
	فوق دیپلم	۱۴ (۲۰/۵ درصد)
نوع شغل	کارگر	۵۲ (۷۶/۵ درصد)
	استادکار	۴ (۵/۹ درصد)
	فنی	۱۲ (۱۷/۶ درصد)
نوع پروژه	پیمانکار اصلی	۹ (۱۶/۴ درصد)
	پیمانکار خرد	۴۶ (۸۳/۶ درصد)
نوع بروز آسیب	سقوط از ارتفاع	۱۹ (۳۴/۵ درصد)
	برخورد	۱۶ (۲۹/۱ درصد)
	سقوط اشیا	۱۴ (۲۵/۵ درصد)
	برق‌گرفتگی	۶ (۱۰/۹ درصد)
نوع آسیب	نقص عضو	۱۲ (۱۷/۶ درصد)
	آسیب ستون فقرات	۲۸ (۴۱/۲ درصد)
	بریدگی	۲۲ (۳۲/۴ درصد)
	زخم‌های چندگانه	۶ (۸/۸ درصد)

جدول ۲: نتایج تحلیل عاملی اکتشافی

فاکتور پنهان	متغیر نشانگر	*Estimate*	*SE*	سطح معناداری
فردی	سن	۱/۰	-	-
	سابقه کاری	۰/۷۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
	تأهل	۰/۵۴	۰/۰۱۷	۰/۰۲
	تحصیلات	۱/۳۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
شغلی	نوع شغل	۱/۴۵	۰/۰۵۴	۰/۰۰۱
	نوع پروژه	۱/۰	-	-

ادامه جدول ۲.				
شرایط ناایمن	محیط کار ناایمن	۲/۲۲	۰/۱۰	۰/۰۰۱
	ابزار معیوب	۱/۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱
	تجهیزات و ماشین‌آلات دارای نقص	۱/۰	–	–
	زمان نامناسب	۰/۸۰	۰/۱۴	۰/۰۰۳
	روش کاری خطرناک	۰/۷۳	۰/۰۹	۰/۰۰۸
	تجهیزات برقی ناایمن	۰/۶۵	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱
اعمال ناایمن	عدم دانش ایمنی	۱/۵۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
	عدم استفاده از *PPE*	۱/۳۰	۰/۲۰	۰/۰۰۱
	عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی	۰/۸۶	۰/۱۸	۰/۰۰۱
	تداخل در فعالیت دیگران	۰/۶۸	۰/۲۸	۰/۰۰۱
	استفاده آگاهانه از ابزار معیوب	۰/۴۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
	تکیه بر مهارت	۰/۳۴	۰/۲۸	۰/۰۰۷
	فعالیت در شرایط ناایمن	۱/۰	–	–
نوع بروز آسیب	سقوط از ارتفاع	۲/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۰۲
	برخورد	۱/۰	–	–
	سقوط اشیا	۰/۷۸	۰/۰۸	۰/۰۰۳
	برق‌گرفتگی	۰/۵۴	۰/۱۲	۰/۰۰۱
نوع آسیب	نقص عضو	۰/۸۲	۰/۰۱	۰/۰۱۰
	آسیب ستون فقرات	۱/۴۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
	بریدگی	۱/۰	–	–
	زخم‌های چندگانه	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۰۰۸

جدول ۳: نتایج تحلیل عاملی تأییدی

ارتباط دوطرفه بین فاکتوری	*Estimate*	*SE*	سطح معناداری
فردی- شغلی	۱/۲۲	۰/۱۲	۰/۰۰۱
فردی- شرایط ناایمن	۰/۴۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵
فردی- اعمال ناایمن	۰/۳۵	۰/۰۳۷	۰/۰۰۱
فردی- نوع بروز آسیب	۰/۷۸	۰/۳۳	۰/۰۰۴
فردی- نوع آسیب	۰/۴۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
شغلی- شرایط ناایمن	۱/۴۶	۰/۰۵	۰/۰۰۱
شغلی- اعمال ناایمن	۰/۷۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
شغلی- نوع بروز آسیب	۱/۷۳	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱
شغلی- نوع آسیب	۰/۸۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
شرایط ناایمن- اعمال ناایمن	۲/۲۹	۰/۰۷۳	۰/۰۰۱
شرایط ناایمن- نوع بروز آسیب	۳/۴۳	۰/۴۶	۰/۰۱۸
شرایط ناایمن- نوع آسیب	۰/۸۳	۰/۰۳	۰/۰۰۱
اعمال ناایمن- نوع بروز آسیب	۲/۵۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
اعمال ناایمن- نوع آسیب	۱/۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
نوع بروز آسیب- نوع آسیب	۳/۶۰	۰/۰۸	۰/۰۰۱

به‌ترتیب مربوط به نوع بروز آسیب- نوع آسیب (۳/۶۰)، شرایط ناایمن- نوع بروز آسیب (۳/۴۳) و اعمال ناایمن- نوع بروز آسیب (۲/۵۳) می‌باشد.

از سوی دیگر، نتایج مربوط به سنجش نیکویی برازش مدل تحلیل عاملی تأییدی نشان دادند که مقادیر شاخص‌های *χ2/df*، *RMSEA*، *CFI* و *NNFI (TLI)* به‌ترتیب معادل ۲/۷۲، ۰/۰۶۳، ۰/۹۸۰ و ۰/۹۷۸ محاسبه و برآورد گردیده است (جدول ۴).

جدول ۴: شاخص‌های نیکویی برازش مدل تحلیل عاملی تأییدی

شاخص‌ها	
χ^2/df	۲/۷۲
RMSEA	۰/۰۶۳
CFI	۰/۹۸۰
NNFI (TLI)	۰/۹۷۸

بحث

همان‌گونه که نتایج مطالعه حاضر نشان دادند، یافته‌های حاصل از به‌کارگیری مدل تحلیل عاملی می‌توانند تئوری چند علتی بودن حوادث، آسیب‌ها و پیامدهای شغلی را تأیید نمایند [۱۳،۱۵]. نتایج این مطالعه بیانگر آن بودند که نوع بروز آسیب‌های شغلی در بخش ساختمان تحت تأثیر ریسک‌فاکتورهای مختلف قرار دارد. براساس آنچه که درباره چالش بروز حوادث در پروژه‌های ساخت و سازی بیان شد، میزان بروز آسیب در این بخش بالا می‌باشد [۱،۲،۴،۵].

یافته‌های این مطالعه که در قالب مدل تحلیل عاملی آسیب‌های شغلی در صنعت ساختمان‌سازی ارائه شده‌اند، نشان دادند که مجموعه‌ای از ریسک‌فاکتورها شامل: فاکتور فردی [۱۴]، فاکتور شغلی [۱۳،۱۴]، فاکتور شرایط ناایمن [۷،۱۳]، فاکتور اعمال ناایمن [۲،۷،۱۳] و فاکتور نوع بروز آسیب بر آسیب‌های شغلی ناشی از حوادث در بخش ساخت و ساز تأثیرگذار می‌باشند.

در مطالعات مختلف، متغیر سقوط از ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین متغیر نشانگر در برآورد فاکتور نوع بروز آسیب تلقی شده است؛ بنابراین، این متغیر از اهمیت بسیاری در بروز آسیب در ساخت و ساز برخوردار می‌باشد [۲۴،۲۵]. در پژوهشی تحلیلی که توسط *Grant* و *Hinze* با هدف تجزیه و تحلیل حوادث مرگ‌بار و فاجعه‌بار در صنایع ساخت و ساز در سال ۲۰۱۴ صورت گرفت، نشان داده شد که بیشتر حوادث در این زمینه مربوط به سقوط از ارتفاع و سقوط اشیا می‌باشد [۲۶].

براساس نتایج مطالعه *Cheng* و همکاران (۲۰۱۰)، شرایط ناایمن در فعالیت‌های ساختمانی در مقیاس کوچک به‌عنوان یکی از عوامل مهم در بروز انواع آسیب به شمار می‌رود [۲۷]. علاوه‌براین همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان دادند، برخی از فاکتورها مانند فاکتورهای فردی و شغلی بر این ریسک‌فاکتور تأثیرگذار می‌باشند.

نتایج برخی از مطالعات گویای آن هستند که فعالیت در پروژه‌های ساختمانی شهری به دلیل عدم نظارت صحیح، عدم آموزش‌های ایمنی و همچنین محدودیت‌های مختلف مانند زمان و هزینه پروژه می‌تواند مستعد بروز انواع خطای انسانی و اعمال ناایمن باشد [۶،۱۵]. هم‌راستا با نتایج این مطالعه، رفتارهای ناایمن افراد می‌تواند تحت تأثیر دیگر متغیرها و فاکتورهای مهم مانند فاکتور فردی، جو شغلی و شرایط ناایمن قرار گیرد [۱۳].

فاکتور فردی و متغیرهای نشانگر آن مانند سن و سابقه افراد، وضعیت تأهل و تحصیلات به‌عنوان یکی از ریسک‌فاکتورهای مرتبط با آسیب‌های شغلی مطرح می‌باشند [۱۴،۲۴،۲۵]. در این راستا، *Arquillos* و همکاران نشان دادند که حوادث ساخت و ساز با متغیرهایی مانند سن و همچنین انحراف از فعالیت‌های محول‌شده به افراد مرتبط می‌باشند [۲۸].

براساس نتایج تحلیل عاملی ارائه‌شده در این مطالعه می‌توان گفت که آسیب‌های شغلی در پروژه‌های ساختمانی به دلیل ماهیت فصلی‌بودن و نقش محدودیت زمانی در آن‌ها باید کانون توجه مسائل ایمنی، اهداف و برنامه‌های کاهش حوادث و آسیب باشند. علاوه‌براین، توجه به یک رویکرد نظام‌مند و کارا برای شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات و کاهش میزان ریسک‌فاکتورهای تأثیرگذار بر بروز آسیب در بخش ساختمان می‌تواند بر عملکرد بهینه ایمنی و کاهش آسیب‌های شغلی مربوط به آن اثرگذار باشد.

اگرچه در مطالعه حاضر تلاش شده است تا اغلب فاکتورها و متغیرهای تأثیرگذار بر حوادث ساخت و ساز در قالب یک مدل تحلیل عاملی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند؛ اما این پژوهش همانند دیگر مطالعات از محدودیت‌های احتمالی مصون نبوده و می‌توان با استفاده از مطالعه‌ای با حجم نمونه بزرگ‌تر و درنظرگرفتن دیگر متغیرها و فاکتورهای اثرگذار بر حوزه ریسک ساخت و ساز و نیز تحلیل علی و جامع‌تر حادثه با استفاده از تکنیک‌هایی مانند تحلیل دلایل ریشه‌ای به نتایج مطمئن‌تر و محکم‌تری دست یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل عاملی آسیب‌های شغلی در بخش ساخت‌وساز بیانگر این نکات مهم بود که حوادث و آسیب‌ها در پروژه‌های ساختمانی می‌تواند تحت تاثیر فاکتورها و متغیرهای مختلف به‌وقوع بپیوندد. به‌علاوه، تاثیر برهم‌کنش این فاکتورها همراه با متغیرهای نشانگر می‌تواند میزان نرخ بروز را افزایش دهد؛ به‌عبارتی، تعامل متغیرها و ریسک‌فاکتورهای متفاوت می‌تواند اثر هم‌افزایی در میزان وقوع این آسیب‌ها ایفا نماید. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در بکارگیری مکانیم‌های کنترل ریسک در این صنایع به این یافته مهم توجه بیشتری شود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر بر مبنای طرح شماره ۹۶۸۸۷ مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی قم انجام شده است. بدین‌وسیله از مسئولان محترم ۶۵ پروژه ساختمانی مورد مطالعه در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. *Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Akbarzadeh M. Studying disabling occupational accidents in the construction industry during two years. J Occup Hyg Eng. 2014;**1**(2):57-66. [Persian]*

2. *Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeygi A, Ghiasvand R. Exploring causal factors on the severity rate of occupational accidents in construction worksites. Int J Civil Eng. 2017;**15**(7):959-65. DOI: 10.1007/s40999-017-0184-9*

3. *Abdelhamid TS, Everett JG. Identifying root causes of construction accidents. J Construct Eng Manag. 2000; **126**(1):52-60.*
4. *Moradinazar M, Kurd N, Farhadi R, Amee V, Najafi F. Epidemiology of work-related injuries among construction workers of Ilam (Western Iran) during 2006-2009. Iran Red Crescent Med J. 2013;**15**(10):e8011. PMID: 24693372 DOI: 10.5812/ircmj.8011*
5. *Mohamadfam I, Soleimani E, Ghasemi F, Zamanparvar A. Comparison of management oversight and risk tree and tripod-beta in excavation accident analysis. Jundishapur J Health Sci. 2015;**7**(1):e23554. DOI: 10.5812/jjhs.23554*
6. *Jafarnia E, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. A combined health, safety and environment (HSE) risk assessment model based on PMBOK project management guide; a case study: development plan of the Islamic consultative assembly of Iran. J Occup Hyg Eng. 2018;**4**(4):47-58. DOI: 10.21859/johe.4.4.47*
7. *Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Mahmoudi S, Savareh BA, Arani AM. Analysis and forecasting the severity of construction accidents using artificial neural network. Saf Promot Injury Prev. 2017;**4**(3):185-92. [Persian]*
8. *Pereira E, Taghaddos H, Hermann R, Han S, Abourizk S. A conceptual accident causation model based on the incident root causes. 5th International/11th Construction Specialty Conference, Columbia; 2015.*
9. *Dong X, Ringen K, Men Y, Fujimoto A. Medical costs and sources of payment for work-related injuries among Hispanic construction workers. J Occup Environ Med. 2007;**49**(12): 1367-75. PMID: 18231083 DOI: 10.1097/JOM.0b013e31815796a8*
10. *Silverstein B, Welp E, Nelson N, Kalat J. Claims incidence of work-related disorders of the upper extremities: Washington state, 1987 through 1995. Am J Public Health. 1998;**88**(12):1827-33. PMID: 9842381*
11. *Waehrer GM, Dong XS, Miller T, Haile E, Men Y. Costs of occupational injuries in construction in the United States. Accid Anal Prev. 2007;**39**(6):1258-66. PMID: 17920850 DOI: 10.1016/j.aap.2007.03.012*
12. *Ahmad S, Iraj M, Abbas M, Mahdi A. Analysis of occupational accidents induced human injuries: A case study in construction industries and sites. J Civil Eng Construct Technol. 2016;**7**(1):1-7.*
13. *Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Confirmatory factor analysis of occupational injuries: presenting an analytical tool. Trauma Mon. 2017; **22**(2):e33266. DOI: 10.5812/traumamon.33266*
14. *Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Modeling of individual and organizational factors affecting traumatic occupational injuries based on the structural equation modeling: a case study in large construction industries. Arch Trauma Res. 2016;**5**(3):e33595. PMID: 27800465 DOI: 10.5812/atr.33595*
15. *Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Arsang-Jang S, Mohammadi H. structural equation modeling modeling (SEM) of occupational accidents size based on risk management factors; a field study in process industries. Health Scope. 2019;**8**(1):e62380. DOI: 10.5812/jhealthscope.62380*
16. *Thompson B. Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications. Appl Psychol Measurem. 2007;**31**(3):245-8. DOI: 10.1177/0146621606290168*
17. *Harrington D. Confirmatory factor analysis. Oxford: Oxford University Press; 2008.*
18. *Brown TA. Confirmatory factor analysis for applied research. New York: Guilford Publications; 2015.*
19. *Gatignon H. Confirmatory factor analysis. Statistical analysis of management data. New York: Springer; 2014. P. 77-154.*
20. *Hamdar SH, Mahmassani HS, Chen RB. Aggressiveness propensity index for driving behavior at signalized intersections. Accid Anal Prev. 2008;**40**(1):315-26. PMID: 18215564 DOI: 10.1016/j.aap.2007.06.013*
21. *Choi Y, Chung JH. Multilevel and multivariate structural equation models for activity participation and travel behavior. J Korean Soc Transport. 2003;**21**(4):145-54.*
22. *Chung JH, Lee D. Structural model of automobile demand in Korea. Transport Res Record. 2002;**1807**(1):87-91. DOI: 10.3141/1807-11*
23. *Golob TF. Structural equation modeling for travel behavior research. Transport Res Part B Methodol. 2003;**37**(1):1-25. DOI: 10.1016/S0191-2615(01)00046-7*
24. *Hu K, Rahmandad H, Smith-Jackson T, Winchester W. Factors influencing the risk of falls in the construction industry: a review of the evidence. Construct Manag Econ. 2011;**29**(4):397-416. DOI: 10.1080/01446193.2011.558104*
25. *Aneziris ON, Topali E, Papazoglou IA. Occupational risk of building construction. Reliabil Eng Syst Saf. 2012;**105**:36-46. DOI: 10.1016/j.ress.2011.11.003*
26. *Grant A, Hinze J. Construction worker fatalities related to trusses: an analysis of the OSHA fatality and catastrophic incident database. Saf Sci. 2014;**65**:54-62. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.12.016*
27. *Cheng CW, Leu SS, Lin CC, Fan C. Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. Saf Sci. 2010;**48**(6):698-707. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.02.001*
28. *López Arquillos A, Rubio Romero JC, Gibb A. Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. J Safety Res. 2012;**43**(5-6):381-8. PMID: 23206511 DOI: 10.1016/j.jsr.2012.07.005*