

Combined Health, Safety, and Environment Risk Assessment Model Based on Project Management Body of Knowledge Project Management Guide

Ehsan Jafarnia¹, Ahmad Soltanzadeh^{2,*}, Samira Ghiyasi³

¹ MSc Student, Department of Health, Safety, and Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Occupational Hygiene Engineering, Faculty of Health, Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran

³ Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

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

Abstract

Received: 23/12/2017

Accepted: 26/02/2018

How to Cite this Article:

Jafarnia E, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. Combined Health, Safety, and Environment Risk Assessment Model Based on Project Management Body of Knowledge Project Management Guide. *J Occup Hyg Eng.* 2018; 4(4): 47-58. DOI: -----

Background and Objective: The necessity of risk management in construction projects targeted toward the reduction of accidents, achievement of the project goals, guarantee of the organization survival, and achievement of customer satisfaction is inevitable. Therefore, attention to the risk management issue as a part of the macro risk raised in the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) can play a significant role in the identification, assessment, and control of the HSE risks.

Materials and Methods: This cross-sectional descriptive-analytical study was conducted in 2016-2017 with the aim of analyzing 38 types of risks in four categories of HSE risk in a macro construction project with the PMBOK standard approach. The combined risk assessment was based on the risk matrix, including probability of occurrence and severity factors.

Results: The results showed that project cost, quality, and emergency conditions were at a very high-risk level among the four groups of HSE risks in the Work Breakdown Structure. Furthermore, the lack of cost allocation for the employment of HSE supervisor, expert, and officer according to project phases was identified as the highest risk source.

Conclusion: This study facilitated an evolution in approaching the project managers' viewpoint to the HSE factors. Moreover, it provided a new approach for the identification of major project risks, examination of the different dimensions of the accident consequences in the project, and application of different areas of PMBOK standard in risk assessment. Consequently, the findings of the present study can be used as a suitable substitute for common risk assessment methods in this industry and similar industries.

Keywords: Construction Industry; HSE; PMBOK Standard; Risk Assessment



سایت تخصصی دانشجویان بهداشت حرفه ای

WWW.ACGIH.IR

مدل تلفیقی ارزیابی ریسک بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) براساس استانداردهای راهنمای مدیریت پروژه PMBOK

احسان جعفرنیا^۱، احمد سلطانزاده^{۲*}، سمیرا قیاسی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

^۲ استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

^۳ استادیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

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

چکیده

سابقه و هدف: ضرورت انجام مدیریت ریسک در پروژه‌های ساخت و ساز به‌منظور کاهش حوادث، رسیدن به اهداف تعیین‌شده برای پروژه، تضمین بقای سازمان و جلب رضایت مشتریان امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد؛ بنابراین توجه به موضوع مدیریت ریسک به‌عنوان جزئی از مبحث کلان ریسک مطرح‌شده در PMBOK (Project Management Body of Knowledge) می‌تواند در شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک‌های مرتبط با HSE (Health, Safety, Environment) نیز نقش به‌سزایی داشته باشد.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۰۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در چهارچوب یک بررسی مقطعی از نوع توصیفی-تحلیلی در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۷ و با هدف تجزیه و تحلیل ۳۸ نوع ریسک در چهار دسته ریسک HSE در یکی از پروژه‌های کلان ساخت و سازی با رویکرد استاندارد PMBOK طراحی و اجرا شد. مبنای این ارزیابی ریسک تلفیقی، ماتریس ریسک شامل: فاکتور احتمال وقوع و شدت پیامد بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در بین چهار گروه ریسک‌های HSE موجود در WBS (Work Breakdown Structure)، هزینه پروژه، کیفیت و شرایط اضطراری، ریسک HSE مرتبط با هزینه پروژه‌های ساخت و ساز در سطح ریسک بسیار بالا قرار گرفت و عدم تخصیص هزینه جهت جذب سرپرست، کارشناس و افسر HSE به تناسب فازهای پروژه به‌عنوان بالاترین منبع خطر ارزیابی شد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه با ایجاد تحول در نزدیک‌کردن دیدگاه مدیران پروژه و عوامل HSE، ارائه نگرش نوین در شناسایی ریسک‌های کلان پروژه، بررسی ابعاد مختلف پیامد حوادث در پروژه و به‌کارگیری حوزه‌های مختلف استاندارد PMBOK در ارزیابی ریسک می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای ارزیابی ریسک‌های متداول در این صنعت و صنایع مشابه معرفی گردد.

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک؛ استاندارد؛ صنعت ساخت و ساز؛ HSE؛ PMBOK

مقدمه

امروزه یکی از علل اصلی رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه‌ای موفقیت در پیشبرد پروژه‌های عمرانی، ساخت و سازی و ایجاد زیرساخت‌های لازم در آن جامعه است که تحقق آن نیازمند فن و تخصص لازم در حوزه مدیریت این پروژه‌ها می‌باشد. در این زمینه، استانداردهای متعددی ایجاد شده‌اند که استاندارد PMBOK یکی از آنها است. این استاندارد بر ۹ حوزه اصلی مدیریت پروژه شامل: مدیریت یکپارچگی پروژه، مدیریت محدوده پروژه، مدیریت زمان، مدیریت هزینه، مدیریت کیفیت، مدیریت منابع انسانی، مدیریت ارتباطات، مدیریت ریسک و مدیریت تدارکات تأکید دارد [۱]. حوزه‌های کیفیت و ریسک از اهمیت ویژه و خاصی برخوردار می‌باشند. براساس نظر Pender، مدیریت ریسک در PMBOK می‌تواند افق بسیار وسیعی را در حوزه مدیریت پروژه ایجاد نماید. مدیریت ریسک از این جهت که با کلیدی‌ترین ارکان پروژه یعنی هزینه، زمان و کیفیت ارتباط بسیار تنگاتنگی دارد می‌تواند در پیشبرد اهداف پروژه و سودآوری آن نقش بسیار

امروزه یکی از علل اصلی رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه‌ای موفقیت در پیشبرد پروژه‌های عمرانی، ساخت و سازی و ایجاد زیرساخت‌های لازم در آن جامعه است که تحقق آن نیازمند فن و تخصص لازم در حوزه مدیریت این پروژه‌ها می‌باشد. در این زمینه، استانداردهای متعددی ایجاد شده‌اند که استاندارد PMBOK یکی از آنها است. این استاندارد بر ۹ حوزه اصلی مدیریت پروژه شامل: مدیریت یکپارچگی پروژه، مدیریت محدوده پروژه، مدیریت زمان، مدیریت هزینه، مدیریت کیفیت، مدیریت منابع انسانی، مدیریت ارتباطات، مدیریت ریسک و مدیریت تدارکات تأکید دارد [۱]. حوزه‌های کیفیت و ریسک از اهمیت ویژه و خاصی برخوردار می‌باشند. براساس نظر Pender، مدیریت ریسک در PMBOK می‌تواند افق بسیار وسیعی را در حوزه مدیریت پروژه ایجاد نماید. مدیریت ریسک از این جهت که با کلیدی‌ترین ارکان پروژه یعنی هزینه، زمان و کیفیت ارتباط بسیار تنگاتنگی دارد می‌تواند در پیشبرد اهداف پروژه و سودآوری آن نقش بسیار

زیادی داشته باشد [۲].

صنعت ساخت و ساز به دلیل ماهیت منحصربه‌فرد آن از خطرناک‌ترین و پرحادثه‌ترین صنایع در جهان محسوب می‌شود [۳-۶]. وجود حوادث شغلی آسیب‌زا در پروژه‌های ساخت و سازی مانند سقوط از ارتفاع و لغزیدن، پرتاب اشیاء، سایش و تصادف از عمده حوادث این صنعت به شمار می‌آیند که علاوه بر اینکه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و پیامدهای اجتماعی ناگواری را در پی دارند، پیامدهای دیگری همچون پیگیری‌های حقوقی، تخریب وجهه سازمان، کاهش کیفیت پروژه و غیره را به دنبال خواهند داشت. در این راستا، توجه به این موارد می‌تواند در برتری‌یافتن و بهره‌وری سازمان‌ها نقش بسیار زیادی داشته باشد [۷]؛ بنابراین، مدیریت و ارزیابی ریسک به‌عنوان یک رکن اساسی جهت شناسایی تمامی ریسک‌های بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) می‌تواند پروژه‌ها را در کشف نقاط بحرانی آن‌ها یاری نماید. علاوه‌براین، کشف این نقاط بحرانی و طبقه‌بندی آن‌ها براساس سطح ریسک، نقش مؤثری در ارائه پاسخ‌های مناسب مانند اقدامات پیشگیرانه و ایمن‌سازی محیط ساخت و ساز خواهد داشت [۸،۹].

طی سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در حوزه مدیریت ریسک HSE پروژه صورت پذیرفته است که خروجی آن چندین مدل مختلف مدیریت ریسک می‌باشد که هر کدام دارای معایب و محاسنی هستند [۱۰، ۱۱]؛ اما نکته قابل تأمل در حوزه مدیریت ریسک HSE پروژه این است که چرا با وجود روش‌های متعدد ارزیابی ریسک در پروژه‌های مختلف، اتفاق قابل توجهی به‌منظور پیشگیری از بالفعل‌شدن ریسک‌ها رخ نداده است؟ و نیز اینکه چرا کاهش حجم حوادث پروژه‌های عمرانی چشمگیر و یا قابل توجه نبوده است؟ برای پاسخ به این سؤال می‌توان گفت که شاید دلیل عمده آن فقدان زبان مشترک بین مدیریت پروژه (مدیر پروژه و سرپرست کارگاه) و سایر واحدها با واحد HSE باشد.

مدیریت ریسک HSE شامل: شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک می‌باشد [۱۲]. مؤسسه مدیریت پروژه (Project Management Institute) در راهنمای PMBOK شش فاز شامل: برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، تحلیل کیفی ریسک، تحلیل کمی ریسک، برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک و نظارت و کنترل ریسک را برای فرایند مدیریت ریسک پروژه تعریف نموده است [۱۳]. در این پژوهش سعی شده است با نزدیک‌کردن مفاهیم مدیریت پروژه با مدیریت ریسک HSE شاهد ایجاد زبان مشترک در تمامی واحدها در حوزه HSE باشیم؛ بنابراین، این مطالعه با هدف تبیین ساختار مدیریت ریسک به‌عنوان یک حوزه مهم در PMBOK، همسان‌سازی مدیریت ریسک پروژه و HSE و ارائه مدلی تلفیقی جهت ارزیابی ریسک HSE براساس PMBOK طراحی گشته و به اجرا

درآمده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در چهارچوب یک بررسی توصیفی-تحلیلی در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۷ در ارتباط با یک پروژه کلان ساخت و سازی در ایران با هدف تلفیق و ارائه یک الگوی کاربردی برای ارزیابی ریسک‌های HSE بر مبنای ساختار مدیریت ریسک PMBOK طراحی و اجرا گردید. براساس ساختار حاکم بر این پژوهش، ارزیابی ریسک شامل: شناسایی منابع ریسک، مشخص‌نمودن فاکتورها و معیارهای ماتریس ریسک، سنجش و اندازه‌گیری فاکتورها و ارزشیابی ریسک‌های HSE براساس استاندارد مدیریت پروژه PMBOK بود.

همان‌گونه که در بخش مقدمه بیان شد، مدیریت ریسک بر مبنای استاندارد PMBOK دربرگیرنده شش مرحله برنامه‌ریزی، شناسایی، ارزیابی کیفی، ارزیابی کمی، پاسخگویی به ریسک و نظارت و کنترل ریسک است. براساس اهداف این مطالعه که شامل ارزیابی ریسک می‌باشد، در این مقاله تنها سه گام ابتدایی برنامه‌ریزی، شناسایی و ارزیابی کیفی ارائه شده است.

گام اول: برنامه‌ریزی ریسک

در گام برنامه‌ریزی با استفاده از ورودی‌ها که شامل: نکات مرتبط با HSE در خط‌مشی، نقش‌ها و مسئولیت‌های هر فرد نسبت به HSE و روش‌های اجرایی تدوین‌شده در سیستم مدیریتی می‌باشد، فرایند مدیریت و ارزیابی ریسک آغاز می‌شود. ابزار و تکنیک مورد استفاده در این مرحله شامل: جلسات مستمر و برنامه‌ریزی‌شده با حضور مدیر پروژه، مدیر HSE، کارشناسان ریسک و واحدهای دخیل در حوزه اجرا از قبیل برق، مکانیک و ذی‌نفعان کلیدی بود. خروجی این مرحله نیز عبارت بود از: محتوای برنامه مدیریت ریسک HSE شامل: متدولوژی، نقش و مسئولیت هر یک از اعضای جلسه در مدیریت ریسک HSE، بودجه‌بندی مدیریت ریسک HSE و تناوب زمانی انجام فرایند مدیریت ریسک در پروژه، نحوه ضریب‌دهی در ارزیابی کمی و کیفی ریسک، ساختار ماتریس ارزیابی ریسک HSE، قالب گزارش مدیریت ریسک HSE و انجام پیگیری‌های لازم تا حصول اجرای سیستم مدیریت ریسک HSE [۱۴]. در این فاز، ساختار و قالب فرایند مدیریت ریسک و تمامی مواردی که ممکن است بین تیم مدیریت ریسک HSE اختلاف ایجاد نماید مورد بحث قرار گرفت و بر این اساس تمامی ابعاد فرایند مدیریت ریسک HSE به‌صورت یکپارچه ارائه شد.

گام دوم: شناسایی منابع ریسک

این مرحله دربرگیرنده فرایند شناسایی ریسک‌های HSE موجود در پروژه ساخت و ساز مورد مطالعه بود. در این مرحله

ریشه‌ای حوادث ساخت و ساز، بحث سرمایه‌گذاری پروژه در حوزه HSE است؛ برای مثال عدم تمایل مدیران به اختصاص هزینه در بخش اجرای سیستم محافظت از سقوط و اجرای لایف لاین عمودی و افقی در نصب اسکلت فلزی، علت بسیاری از حوادث رخ داده در این فاز کاری می‌باشد [۱۶].

ریسک‌های HSE مرتبط با کیفیت

ارتقای کیفیت مصالح، تجهیزات، ماشین‌آلات و حتی تجهیزات حفاظت فردی تأثیر عظیمی بر کاهش حجم حوادث خواهد داشت و بالعکس؛ به‌عنوان مثال یکی از علل اصلی وقوع حوادث در حوزه برشکاری با سنگ فرز و اره آتشی، استفاده از صفحه سنگ بی کیفیت است که موجب بروز حوادث ناگواری می‌شود [۱۵].

ریسک‌های HSE مربوط به شرایط اضطراری

به تحقیق می‌توان گفت که هیچ پروژه‌ای از وقوع شرایط اضطراری در امان نمی‌باشد؛ از این رو برای به حداقل رساندن خسارات ناشی از این گونه شرایط، چاره‌ای جز توجه به ریسک‌های این حوزه نیست. ریسک‌های موجود در این دسته می‌توانند هر سازمانی را به مرز ورشکستگی برسانند. در مقابل، مدیریت صحیح این ریسک‌ها می‌تواند تا حد قابل توجهی موجب کاهش خسارت و آسیب واردشده به سازمان گردد. از جمله ریسک‌های قابل اشاره در این بخش می‌توان از عدم اجرای طرح واکنش در شرایط اضطراری (Emergency Response Plan) یاد کرد [۱۵].

گام سوم: ارزیابی کیفی ریسک

این گام شامل ارزیابی کیفی ریسک‌های شناسایی شده می‌باشد. اندازه‌گیری هر ریسک با دو عامل احتمال وقوع و میزان تأثیر بر اهداف پروژه ارتباط دارد. عموماً ریسک‌ها در شیوه‌های مختلف ارزیابی ریسک HSE به میزان تأثیر آن بر نیروی انسانی شناخته می‌شوند و با در دید وسیع‌تر براساس تعریف سازمان جهانی استاندارد (International Organization for Standardization)، ریسک‌های با پتانسیل آسیب به تجهیزات و خسارت‌های مالی را نیز جزئی از ریسک اطلاق می‌کنند [۱۷]؛ اما در پژوهش حاضر ۷ آیتم مختلف شامل: تحمیل هزینه به پروژه، تأثیر بر زمان‌بندی پروژه، تأثیر بر کیفیت تحویل پروژه، تخریب وجهه سازمان، مجازات‌های حقوقی و کیفری، اهمیت نیروی انسانی و تأثیر بر نیروی انسانی برای سنجش پیامد ناشی از بالفعل شدن ریسک به کار گرفته شده است. لازم به ذکر می‌باشد که عامل احتمال و میزان تأثیر هر یک از آیتم‌های شدت در پنج سطح طبقه‌بندی شده‌اند. علاوه‌براین به دلیل یکسان نبودن تأثیر تمامی فاکتورهای مذکور برای پروژه، ضریب وزنی (Weighting Factor) براساس نظر خبرگان

به شناخت دقیق و صحیح اهداف پروژه و ریسک‌های تهدیدکننده آن‌ها پرداخته شد؛ بنابراین لازم بود تا اهداف HSE پروژه به شکل صحیح تعریف گردد. دیدگاه اکثر مدیران پروژه و حتی مدیران HSE به ریسک، یک دیدگاه منفی و تهدیدی می‌باشد؛ اما نکته قابل توجه این است که برخی از ریسک‌های حوزه HSE می‌توانند به‌عنوان یک فرصت برای سازمان قلمداد گردند؛ برای مثال اجرای تمامی قوانین HSE می‌تواند در کاهش نرخ بیمه، تشویق توسط سازمان‌های مربوطه، ایجاد انگیزش شغلی، کاهش زمان ازدست‌رفته کاری، کاهش ضایعات و تحویل پروژه پیش از موعد مقرر تأثیرگذار باشد. نکته قابل توجه در این بخش این است که ورود به فرایند شناسایی ریسک‌های HSE عموماً براساس فعالیت، تجهیز، ردیابی انرژی و یا مدل‌های مختلف دیگر می‌باشد؛ حال آن که در این مطالعه افقی نو جهت شناسایی ریسک‌های HSE ارائه شده است. بر این اساس نگاه ما برای ورود به فرایند شناسایی ریسک، نگاهی با رویکرد مدیریت پروژه بود و بر همین مبنا ریسک‌ها در ۱۱ گروه شامل: ریسک‌های HSE موجود در WBS پروژه، ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه و تدارکات، ریسک‌های HSE مرتبط با کیفیت، ریسک واکنش در شرایط اضطراری، ریسک‌های مدیریتی در حوزه HSE، ریسک HSE مرتبط با منابع انسانی، ریسک‌های HSE در فاز طراحی، ریسک‌های HSE در فازهای عملیاتی، ریسک‌های حقوقی مرتبط با HSE، ریسک‌های HSE مرتبط با تغییرات در فناوری و یا شیوه اجرا و ریسک‌های مربوط به ارتباطات تقسیم‌بندی شدند [۱۵]. لازم به ذکر است که به دلیل گستردگی ۱۱ گروه ریسکی تعریف‌شده، در این مقاله تنها چهار مورد از مهم‌ترین ریسک‌ها شامل: ریسک‌های HSE موجود در WBS، ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه، ریسک‌های HSE مرتبط با کیفیت و ریسک واکنش در شرایط اضطراری پروژه تجزیه و تحلیل شدند.

ریسک‌های HSE موجود در WBS پروژه

یکی از ریسک‌هایی که عموماً در فرایند مدیریت ریسک نادیده گرفته می‌شود و عدم توجه به آن موجب تأثیر منفی در زمان‌بندی تعریف‌شده پروژه و در نهایت منجر به بروز حوادث می‌گردد، عدم پرداختن به ریسک‌ها در WBS پروژه است؛ به‌طور مثال با توجه به الزامات ارائه‌شده از سوی اداره کار، انجام آموزش تخصصی کار در ارتفاع برای کلیه پرسنل شاغل در ارتفاع پیش از شروع کار الزامی می‌باشد؛ حال اگر این موضوع در WBS مشاهده شود، به‌راحتی می‌توان برای آن و الزام مربوط به این مورد برنامه‌ریزی کرد [۱۵].

ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که یکی از عمده علل

نظر گرفته شده است (منظور از عدد نهایی پیامد، مجموع عدد حاصل از پیامد هفت‌گانه ضرب در ضرایب وزنی در جدول ۱ می‌باشد که کمترین آن ۳/۶۷ (گردشده ۳/۷) و بیشترین آن ۱۸/۳۵ (گردشده ۱۸/۳) است، براساس نظر خبرگان ارتباط بین عدد به‌دست‌آمده و سطح پیامد مطابق با جدول ۲ در نظر گرفته شد. بر این اساس، ماتریس ارزیابی ریسک در این مطالعه مطابق با جدول ۳ ترسیم شده است.

برای سطح‌بندی ریسک به‌عنوان معیار تصمیم‌گیری ارائه اقدامات کنترلی و پیشنهادی، از یکی از متداول‌ترین روش‌ها جهت ارائه ماتریس ریسک و سطح‌بندی نهایی آن شامل: سطح ریسک پایین (منطقه سبز با احتمال و پیامد کم)، سطح ریسک متوسط (زرد با احتمال و پیامد متوسط نسبتاً کم)، سطح ریسک بالا (نارنجی با احتمال و پیامد نسبتاً زیاد) و سطح ریسک بسیار بالا (قرمز با احتمال و پیامد زیاد) استفاده گردید [۱۸]. نوع پاسخ‌های پیشنهادی در این مطالعه براساس هریک از سطوح چهارگانه ماتریس ریسک به‌ترتیب از ۱ تا ۴ عبارت هستند از: "ریسک‌ها توسط رویه‌های موجود قابل مدیریت هستند" (فقد نیاز به اقدام کنترلی)، "نیاز به ایجاد روش‌های دقیق و آگاهی دارد"، "اقدام کنترلی اولویت بالایی دارد"، "اقدام فوری مورد نیاز است".

یافته‌ها

در گام شناسایی منابع ریسک، ۳۸ منبع ریسک عمده برای این پروژه بزرگ ساخت و سازی در چهار گروه ریسک‌های HSE اشاره‌شده در جداول ۴ تا ۷ شناسایی و تشخیص داده شد. در مرحله ارزیابی کیفی ریسک‌های موجود در پروژه، ابتدا میزان عددی فاکتور احتمال وقوع و سپس آیت‌های فاکتور شدت و ضرایب وزنی آن مشخص گردید و بر این اساس، شاخص ریسک (RI) محاسبه شد و طبقه‌بندی ریسک‌ها برای اولویت‌بندی تصمیم‌گیری مدیریت ریسک در چهار سطح اشاره‌شده صورت گرفت.

میانگین اولویت‌بندی ارائه‌شده توسط ۱۰ نفر از متخصصان فعال در حوزه HSE برای هر کدام از هفت حوزه پیامدی ذکرشده) تعیین شد تا براساس آن بتوان شاخص ریسک RI (Risk Index) به‌دست‌آمده را نزدیک به واقعیت فرض نمود. باید عنوان نمود که ضرایب مذکور اعداد معادل ۱-۰/۱ در نظر گرفته شده است (جدول ۱). محاسبه عامل شدت نیز براساس میانگین وزنی هریک از آیت‌های هفت‌گانه صورت می‌گیرد.

جدول ۱: ضرایب اختصاصی خبرگان برای پیامد وقوع حوادث

| آیت‌م پیامد | ضریب وزنی (WF) |
|----------------------------|----------------|
| تحمیل هزینه به پروژه | ۰/۴۷ |
| تأثیر بر زمان‌بندی پروژه | ۰/۴۱ |
| تأثیر بر کیفیت تحویل پروژه | ۰/۳۷ |
| تخریب وجهه سازمان | ۰/۶۶ |
| مجازات‌های حقوقی و کیفری | ۰/۴۹ |
| اهمیت نیروی انسانی | ۰/۳۷ |
| تأثیر بر نیروی انسانی | ۰/۹۰ |

ماتریس ارزیابی ریسک

براساس ISO 14971 (Application of Risk Management to Medical Devices) ریسک به ترکیبی از احتمال و شدت اطلاق می‌گردد. در پژوهش حاضر احتمال به پنج سطح بعید (Unlikely)، به ندرت (Seldom)، گاه به گاه (Occasional)، احتمالاً (Likely) و قطعی (Definite) تقسیم شده است. پیامد نیز دارای پنج سطح ناچیز (Insignificant)، جزئی (Minor)، متوسط (Moderate)، بحرانی (Critical) و فاجعه‌بار (Catastrophic) می‌باشد. با توجه به اینکه در این مطالعه پیامد حوادث براساس میانگین مجموع آیت‌های پیامدی (هفت آیت‌م پیامد ذکرشده در گام سوم؛ ارزیابی کیفی ریسک) در ضرایب آن‌ها (جدول ۱) در

جدول ۲: ضرایب اختصاصی خبرگان برای پیامد وقوع حوادث

| سطح پیامد | (۱) ناچیز | (۲) جزئی | (۳) متوسط | (۴) بحرانی | (۵) فاجعه‌بار |
|-----------------|-----------|----------|-----------|------------|---------------|
| عدد نهایی پیامد | ۳/۷-۶ | ۶/۱-۸/۱ | ۸/۲-۱۲ | ۱۲/۱-۱۵/۹ | ۱۶-۱۸/۳ |

جدول ۳: ماتریس ارزیابی ریسک تلفیقی براساس PMBOK

| احتمال وقوع | شدت پیامد | | | | |
|-------------|-----------|----|----|----|----|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| ۵ | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ |
| ۴ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۶ | ۲۰ |
| ۳ | ۳ | ۶ | ۹ | ۱۲ | ۱۵ |
| ۲ | ۲ | ۴ | ۶ | ۸ | ۱۰ |
| ۱ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |

جایگاه‌های کاری (لایف‌لاین اسکلت فلزی، جایگاه بتن‌ریزی، اجرای نما و اجرای تأسیسات) قبل از شروع در WBS، عدم تعیین زمان صحیح اجرای سیستم ارتینگ و به‌کارگیری آن در فاز اجرا در WBS پروژه و عدم تخصیص زمان جهت اجرای مبحث بیستم مقررات ملی ساختمان مبنی بر ایمن‌سازی حریم کارگاه در WBS بالاترین ریسک‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

براساس یافته‌های ارزیابی ۱۱ منبع ریسک HSE موجود در WBS پروژه، هشت منبع ریسک شناسایی شده با اولویت بالا نیازمند اقدام کنترلی بودند (سطح سه)، دو منبع ریسک نیازمند ایجاد روش‌های دقیق و آگاهی (سطح دو) و یک منبع ریسک فاقد نیاز به اقدام کنترلی (سطح یک) بودند. قابل ذکر است که ریسک‌های عدم تعیین زمان دریافت مجوز جرثقیل‌ها در WBS، عدم تعیین زمان جهت ایمن‌سازی تمامی

جدول ۴: نتایج ارزیابی ریسک‌های HSE موجود در WBS پروژه

| ارزیابی کیفی ریسک | | | | | | | | | | | شناسایی ریسک |
|-------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------------|-------|-----------|-------|--|
| شاخص ریسک | احتمال | سطح پیامد | عدد نهایی پیامد | پیامدهای وقوع ریسک | | | | | | | عنوان ریسک |
| | | | | تأثیر بر نیروی انسانی | اهمیت نیروی انسانی | مجازات‌های حقوقی و کیفری | وجهه سازمان | کیفیت | زمان‌بندی | هزینه | |
| ۱۲ | ۳ | ۴ | ۱۲/۷۴ | ۵ | ۲ | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۳ | عدم تعیین زمان دریافت مجوز جرثقیل‌ها |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۱/۶۵ | ۵ | ۲ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | ۲ | عدم تعیین زمان آموزش تخصصی ایمنی کار در ارتفاع برای کلیه کارکنان فعال در ارتفاع |
| ۸ | ۲ | ۴ | ۱۲/۷۸ | ۵ | ۲ | ۱ | ۵ | ۳ | ۳ | ۳ | عدم تعیین زمان آموزش تخصصی جهت اپراتور و ریگرهای جرثقیل‌ها |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۱/۸۹ | ۵ | ۲ | ۵ | ۳ | ۱ | ۲ | ۲ | عدم تعیین زمان جهت اجرای آزمایشات ادواری و هنگام استخدام (پرسنل شاغل در ارتفاع، اپراتورها و مشاغل با ریسک بالا در WBS) |
| ۶ | ۲ | ۳ | ۸/۴۸ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | عدم تعیین زمان جهت اجرای آزمایشات ادواری و هنگام استخدام (پرسنل شاغل در ارتفاع، اپراتورها و مشاغل با ریسک پایین در WBS) |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۰/۷ | ۵ | ۲ | ۲ | ۳ | ۲ | ۲ | ۲ | عدم تعیین زمان جهت ایمن‌سازی تمامی جایگاه‌های کاری (لایف‌لاین اسکلت فلزی، جایگاه بتن‌ریزی، اجرای نما و اجرای تأسیسات) قبل از شروع در WBS |
| ۱۲ | ۳ | ۴ | ۱۲/۵۹ | ۵ | ۵ | ۳ | ۴ | ۱ | ۲ | ۲ | عدم تعیین زمان صحیح برای اجرای سیستم ارتینگ و به‌کارگیری آن در فاز اجرا |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۱/۰۷ | ۵ | ۲ | ۳ | ۴ | ۱ | ۱ | ۲ | عدم اخذ طرح ایمنی راهنمایی و رانندگی |
| ۲ | ۲ | ۱ | ۵/۷۸ | ۱ | ۱ | ۳ | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ | عدم اخذ مجوز جهت خروج و دفع ضایعات و نخاله‌های پروژه |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۱/۱۱ | ۵ | ۱ | ۳ | ۴ | ۱ | ۲ | ۲ | عدم تخصیص زمان به‌منظور اجرای مبحث بیستم مقررات ملی ساختمان مبنی بر ایمن‌سازی حریم کارگاه |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۱/۱۱ | ۵ | ۱ | ۳ | ۴ | ۱ | ۲ | ۲ | عدم اخذ مجوز لازم از معاونت ترافیک شهرداری و راهنمایی و رانندگی جهت انتقال و جابه‌جایی حریم کارگاه |

استرس‌های شغلی و عدم تمرکز بر کارهای محول‌شده، عدم تأمین تجهیزات و ماشین‌آلات ایمن و استاندارد (جرثقیل، تاورکین، بالابر و تجهیزات با ریسک بالا)، عدم اجرای پروژه‌های بهبود (اجرای سیستم لایف‌لاین افقی و عمودی کامل در فاز اسکلت فلزی و تأمین فیوز حفاظ جان برای کلیه تابلو برق‌ها) در حوزه HSE و عدم دریافت بیمه‌نامه‌های مسئولیت مدنی، شخص ثالث، ماشین‌آلات و تمام‌خطر برای پروژه دارای بالاترین شاخص ریسک HSE مرتبط با هزینه پروژه و تدارکات بودند (جدول ۵).

علاوه‌براین، نتایج ارزیابی ۱۰ منبع ریسک HSE مرتبط با هزینه پروژه و تدارکات نشان داد که پنج منبع ریسک شناسایی شده نیازمند اقدام کنترلی فوری (سطح چهار)، چهار منبع ریسک با اولویت بالا نیازمند اقدام کنترلی (سطح سه) و یک منبع ریسک نیازمند ایجاد روش‌های دقیق و آگاهی (سطح دو) می‌باشند. در این بین بالاترین شاخص ریسک به عدم تخصیص هزینه جهت جذب سرپرست، کارشناس و افسر HSE به تناسب فازهای پروژه اختصاص داده شد و به ترتیب مواردی مانند عدم پرداخت به موقع حقوق به کارکنان، ایجاد

جدول ۵: نتایج ارزیابی ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه و تدارکات

| ارزیابی کیفی ریسک | | | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-----------|--------|
| عنوان ریسک | هزینه | زمان‌بندی | کیفیت | وجهه سازمان | پیامدهای وقوع ریسک | | | | | |
| | | | | | مجازات‌های حقوقی و کیفری | اهمیت نیروی انسانی | تأثیر بر نیروی انسانی | عدد نهایی پیامد | سطح پیامد | احتمال |
| عدم پرداخت به موقع حقوق به کارکنان، ایجاد استرس شغلی و عدم تمرکز بر کارهای محول‌شده | ۳ | ۳ | ۳ | ۴ | ۲ | ۵ | ۵ | ۱۴/۲۷ | ۴ | ۱۶ |
| عدم تخصیص هزینه برای معاینات ادواری و هنگام استخدام | ۲ | ۲ | ۱ | ۳ | ۵ | ۴ | ۵ | ۱۲/۵۴ | ۴ | ۱۲ |
| عدم تأمین تجهیزات و ماشین‌آلات ایمن و استاندارد (جرثقیل، تاورکین، بالابر و تجهیزات با ریسک بالا) | ۳ | ۳ | ۳ | ۵ | ۲ | ۲ | ۵ | ۱۳/۲۷ | ۴ | ۱۶ |
| عدم اجرای طرح‌های فرهنگ‌سازی ایمنی (تشویق، نصب پوستر و کلاس آموزشی) | ۲ | ۲ | ۲ | ۳ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۱/۳۲ | ۳ | ۹ |
| عدم اجرای پروژه‌های بهبود (اجرای سیستم لایف‌لاین افقی و عمودی کامل در فاز اسکلت فلزی و تأمین فیوز حفاظ جان برای کلیه تابلو برق‌ها) | ۳ | ۳ | ۲ | ۴ | ۳ | ۳ | ۵ | ۱۳/۱ | ۴ | ۱۶ |
| عدم دریافت بیمه‌نامه‌های مسئولیت مدنی، اشخاص ثالث و ماشین‌آلات | ۴ | ۳ | ۱ | ۳ | ۳ | ۱ | ۱ | ۸/۲ | ۳ | ۱۵ |
| عدم تخصیص هزینه جهت دریافت گواهی سلامت برای تمامی ماشین‌آلات و تجهیزات | ۳ | ۳ | ۳ | ۵ | ۳ | ۲ | ۵ | ۱۳/۷۶ | ۴ | ۱۲ |
| عدم تخصیص هزینه برای تجهیزات فردی استاندارد و در صورت عدم تأمین توسط پیمانکار، تهیه برای کلیه پیمانکاران | ۲ | ۲ | ۱ | ۳ | ۳ | ۴ | ۴ | ۱۰/۶۶ | ۳ | ۶ |
| عدم تخصیص هزینه برای جذب سرپرست، کارشناس و افسر HSE به تناسب فازهای پروژه | ۴ | ۳ | ۲ | ۵ | ۴ | ۵ | ۵ | ۱۵/۴۶ | ۵ | ۲۵ |
| عدم تخصیص هزینه برای اجرای کامل سیستم ارتینگ | ۲ | ۲ | ۱ | ۴ | ۳ | ۵ | ۵ | ۱۲/۵۹ | ۴ | ۱۲ |

دارای بیشترین شاخص ریسک و نیازمند اقدام کنترلی فوری بودند. همچنین، منبع ریسک عدم تأمین ماشین‌آلات دارای استاندارد بین‌المللی (به استثنای تاورکرین) نیازمند ایجاد روش‌های دقیق و آگاهی (سطح دو) بود. هشت ریسک باقی‌مانده با اولویت بالا (سطح سه) نیز نیازمند اقدام کنترلی بودند.

براساس یافته‌های جدول ۶، سه منبع ریسک مرتبط با کیفیت شامل: عدم تأمین جرثقیل و تاورکرین با طول عمر بالای ۱۰ سال، عدم استفاده از تجهیزات باربرداری دارای استاندارد و باکیفیت (ارزش بار بالا مانند حمل دستگاه حفار به گود) و استفاده از لوله، بست، رابط و سایر متعلقات داربست بی‌کیفیت (داربست سنگین از جمله داربست نما)

جدول ۶: نتایج ارزیابی ریسک‌های HSE مرتبط با کیفیت

| ارزیابی کیفی ریسک | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------------|-------|------------|---|
| شخص ریسک | احتمال | سطح پیامد | عدد نهایی پیامد | پیامدهای وقوع ریسک | | | | | عنوان ریسک | |
| | | | | تأثیر بر نیروی انسانی | اهمیت نیروی انسانی | مجازات‌های حقوقی و کیفری | وجهه سازمان | کیفیت | | زمان‌بندی |
| ۱۶ | ۴ | ۴ | ۱۲/۷۸ | ۵ | ۲ | ۱ | ۵ | ۴ | ۴ | عدم تأمین جرثقیل و تاورکرین با طول عمر بالای ۱۰ سال |
| ۱۲ | ۳ | ۴ | ۱۲/۷۸ | ۵ | ۲ | ۱ | ۵ | ۴ | ۴ | عدم وجود سیستم نت در ماشین‌آلات |
| ۶ | ۲ | ۳ | ۱۰/۶۱ | ۳ | ۱ | ۱ | ۵ | ۳ | ۳ | عدم تأمین ماشین‌آلات استاندارد بین‌المللی (به جز تاورکرین) |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۱/۲۴ | ۵ | ۳ | ۱ | ۴ | ۲ | ۲ | عدم تأمین تجهیزات برقی استاندارد |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۰/۱۷ | ۵ | ۲ | ۱ | ۳ | ۳ | ۱ | عدم تأمین تجهیزات جوشکاری و برشکاری استاندارد |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۹/۷۶ | ۳ | ۴ | ۳ | ۳ | ۱ | ۲ | عدم تأمین تجهیزات حفاظت فردی باکیفیت و استاندارد |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۱/۵۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۳ | ۱ | ۲ | عدم استفاده از تجهیزات حفاظت از سقوط باکیفیت |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۱/۵۳ | ۵ | ۲ | ۱ | ۵ | ۲ | ۲ | عدم استفاده از پلت‌فرم‌های باکیفیت |
| ۱۶ | ۴ | ۴ | ۱۲/۳۷ | ۵ | ۳ | ۱ | ۵ | ۲ | ۲ | عدم استفاده از تجهیزات باربرداری دارای استاندارد و باکیفیت (ارزش بار بالا مانند حمل دستگاه حفار به گود) |
| ۱۲ | ۴ | ۳ | ۱۰/۸۷ | ۵ | ۳ | ۱ | ۴ | ۱ | ۲ | عدم استفاده از تجهیزات باربرداری دارای استاندارد و باکیفیت به استثنا بند فوق |
| ۱۶ | ۴ | ۴ | ۱۴/۱۳ | ۵ | ۳ | ۳ | ۵ | ۳ | ۳ | استفاده از لوله، بست، رابط و سایر متعلقات داربست بی‌کیفیت (داربست‌های سنگین از جمله داربست نما) |
| ۹ | ۳ | ۳ | ۱۰/۷ | ۵ | ۳ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | استفاده از لوله، بست، رابط و سایر متعلقات داربست بی‌کیفیت (داربست‌های سبک) |

روش‌های دقیق و آگاهی (سطح دو) نیاز داشت. سه منبع ریسک دیگر شامل: عدم تشکیل تیم واکنش سریع در پروژه، عدم وجود تجهیزات امدادی و عدم وجود محل تجمع ایمن نیز با اولویت بالا نیازمند اقدام کنترلی بودند (سطح سه).

علاوه بر این، یافته‌های جدول ۷ نشان داد که از بین پنج منبع ریسک شرایط اضطراری، عدم شناسایی شرایط اضطراری متناسب با ماهیت پروژه نیازمند اقدام کنترلی فوری (سطح چهار) بود و عدم برنامه‌ریزی برای مانورهای اضطراری به ایجاد

جدول ۷: نتایج ارزیابی ریسک‌های HSE مرتبط با شرایط اضطراری

| ارزیابی کیفی ریسک | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------|-------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-----------|--------|-----------|
| پيامدهای وقوع ریسک | | | | | | | | | | | |
| عنوان ریسک | هزینه | زمان‌بندی | کیفیت | وجهه سازمان | مجازات‌های حقوقی و کیفری | اهمیت نیروی انسانی | تأثیر بر نیروی انسانی | عدد نهایی پیامد | سطح پیامد | احتمال | شاخص ریسک |
| عدم شناسایی شرایط اضطراری متناسب با ماهیت پروژه | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۲/۵۷ | ۴ | ۴ | ۱۶ |
| عدم تشکیل تیم واکنش سریع در پروژه | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۲/۵۷ | ۴ | ۳ | ۱۲ |
| عدم وجود تجهیزات امدادی | ۳ | ۳ | ۳ | ۴ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۳/۲۳ | ۴ | ۳ | ۱۲ |
| عدم برنامه‌ریزی برای مانورهای اضطراری | ۳ | ۲ | ۲ | ۳ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۱/۷۹ | ۳ | ۲ | ۶ |
| عدم وجود محل تجمع ایمن | ۲ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۵ | ۵ | ۱۰/۲۹ | ۳ | ۳ | ۹ |

بحث

رویداد و ریسک‌های HSE صنعت ساخت و ساز دارای پیامدهای متفاوتی مانند انواع مختلف آسیب‌ها و جراحات، نقص عضو و یا حتی مرگ و همچنین هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم بسیار زیادی برای سازمان‌ها و گروه‌های کاری مرتبط می‌باشد [۴، ۱۹، ۲۰]. تعیین علل و عوامل مختلف بروز و تعیین اهمیت توجه و رسیدگی به این ریسک‌ها یکی از مهم‌ترین اقدامات برای بهبود وضعیت HSE در پروژه‌های ساخت و سازی است؛ بنابراین، نقش فرایند مدیریت ریسک برای شناسایی منابع بالقوه و ارزیابی ریسک ناشی از آن‌ها بسیار مهم و بعضاً حیاتی خواهد بود. واکاوی این‌گونه حوادث نیز نشان داده است که ضعف در فرایند و ماهیت مدیریت و ارزیابی ریسک می‌تواند از علل پایه‌ای و مهم حوادث ساخت و ساز به شمار آید [۳، ۲۱].

اگرچه مطالعات مختلف در زمینه ارزیابی ریسک HSE در صنعت ساخت و ساز و صنایع وابسته و مرتبط انجام شده‌اند [۸، ۱۱]؛ اما پژوهشی‌هایی که بتوانند منابع ریسک پروژه‌ای و ریسک‌های کلان را از نگاه مدیریت پروژه ارزیابی نمایند، محدود می‌باشند. این منابع ریسک پروژه‌ای می‌توانند باعث پیامدهای مهم و شدید انسانی، اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی در پروژه‌های بزرگ ساخت و ساز شوند.

اگرچه در برخی از مطالعات به‌طور غیرمستقیم به ریسک‌های آموزشی، تعمیرات، نگهداری و کیفیت وسایل حفاظت فردی، ارتقای نگرش و درک سرپرستان در زمینه HSE و نیز کیفیت تجهیزات در پیشگیری از وقوع حوادث پرداخته شده است [۸، ۱۱، ۲۲]؛ اما براساس الگوی طراحی شده برای پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک برای چهار دسته از ریسک‌های کلان پروژه‌های ساخت و ساز شامل: ریسک‌های HSE موجود در WBS و ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه، کیفیت و واکنش در شرایط اضطراری و ۳۸ منبع ریسک در این چهار دسته شاید برای اولین بار انجام شده باشد.

دو نکته مهم، کاربردی و جدید دیگر در این پژوهش، توجه به عوامل تأثیرگذار بر وزن ریسک ناشی از منابع خطر HSE در صنعت ساخت و ساز بود. نکته قابل توجه دیگر در بخش مهمی از ارزیابی‌های ریسک انجام‌شده، تک‌بعدی بودن آن‌ها می‌باشد؛ بدین معنا که تنها به عامل شدت و احتمال پرداخته شده است. یافته‌های برخی از مطالعات نشان می‌دهند که فاکتورهای متفاوتی بر میزان ریسک HSE تأثیرگذار می‌باشند. تأثیر ریسک‌های HSE بر کیفیت در پژوهش Jusoff و همکاران

پروژه‌های بزرگ ساخت و ساز شوند.

اگرچه در برخی از مطالعات به‌طور غیرمستقیم به ریسک‌های آموزشی، تعمیرات، نگهداری و کیفیت وسایل حفاظت فردی، ارتقای نگرش و درک سرپرستان در زمینه HSE و نیز کیفیت تجهیزات در پیشگیری از وقوع حوادث پرداخته شده است [۸، ۱۱، ۲۲]؛ اما براساس الگوی طراحی شده برای پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک برای چهار دسته از ریسک‌های کلان پروژه‌های ساخت و ساز شامل: ریسک‌های HSE موجود در WBS و ریسک‌های HSE مرتبط با هزینه پروژه، کیفیت و واکنش در شرایط اضطراری و ۳۸ منبع ریسک در این چهار دسته شاید برای اولین بار انجام شده باشد.

دو نکته مهم، کاربردی و جدید دیگر در این پژوهش، توجه به عوامل تأثیرگذار بر وزن ریسک ناشی از منابع خطر HSE در صنعت ساخت و ساز بود. نکته قابل توجه دیگر در بخش مهمی از ارزیابی‌های ریسک انجام‌شده، تک‌بعدی بودن آن‌ها می‌باشد؛ بدین معنا که تنها به عامل شدت و احتمال پرداخته شده است. یافته‌های برخی از مطالعات نشان می‌دهند که فاکتورهای متفاوتی بر میزان ریسک HSE تأثیرگذار می‌باشند. تأثیر ریسک‌های HSE بر کیفیت در پژوهش Jusoff و همکاران

غیرمستقیم ناشی از کاهش راندمان کاری، خسارت به تجهیزات و غیره اشاره نمود [۲۶]. یافته‌های این مطالعه نشان داد که توجه به فاکتور هزینه در ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشند. شایان ذکر است که عدم تخصیص هزینه برای جذب سرپرست، کارشناس و افسر HSE به تناسب فازهای پروژه با شاخص ریسک ۲۵، بالاترین نرخ ریسک در میان ۲۸ منبع ریسک ارزیابی شده را به خود اختصاص داد.

نوع دیگری از پیامد حوادث که می‌تواند شاخص ریسک آن را بالا ببرد، تأثیر بر زمان‌بندی پروژه‌های ساخت و ساز است که می‌تواند زمان‌بندی تعریف‌شده برای پروژه را با چالش‌های اساسی روبه‌رو نماید. بر این اساس می‌توان به نمونه‌هایی از قبیل مرگ اعضای کلیدی پروژه و ایجاد وقفه در فعالیت مربوط به وی تا جایگزینی نیروی جدید، از بین رفتن روحیه کاری در بین کارکنان در اثر فوت و یا نقص عضو همکاران، آسیب به تجهیزات و ایجاد وقفه تا زمان تعمیر و به‌کارگیری دوباره تجهیزات و یا حتی توقف طولانی مدت پروژه توسط ارگان‌های ذی‌صلاح به دلیل عدم رعایت ضوابط HSE اشاره نمود [۲۷].

تأثیر بر کیفیت تحویل پروژه یکی دیگر از پیامدهای وقوع حوادث می‌باشد و در مقالات مختلف به ارتباط تنگاتنگ کیفیت با HSE پرداخته شده است. به همین دلیل است که در برخی از سازمان‌ها به‌جای استفاده از دپارتمان HSE از دپارتمان QHSE (Quality, Health, Safety, Environmen) و یا دپارتمان QHSEI (Quality, Health, Safety, Environment & Insurance) استفاده می‌شود. سقوط تاورکری و آسیب به سازه می‌تواند به‌عنوان نمونه‌ای از این نوع پیامد محسوب گردد [۲۸]. از جمله موارد دیگر پیامد وقوع حادثه که می‌تواند هر سازمانی را از پای درآورد، وقوع حادثی است که وجه سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و پس از وقوع آن حوادث، سازمان‌ها و یا شرکت‌ها دیگر حاضر به همکاری با شرکت حادثه‌دیده نخواهند بود. این امر می‌تواند یک سازمان را به مرز ورشکستگی و یا حتی انحلال بکشاند.

نکته قابل توجه دیگر در حوزه نیروی انسانی این است که در برخی از مواقع حادثه برای یک کارگر ساده و غیرفنی رخ می‌دهد و گاه این حادثه برای مدیر پروژه و یا مدیرعامل اتفاق می‌افتد. بدیهی است که پیامد حادثه در دو حالت ذکرشده با یکدیگر متفاوت می‌باشد و وخامت حادثه از مرگ تا آسیب جزئی را شامل می‌شود.

اگرچه در این مطالعه نوآوری قابل ملاحظه‌ای در ارزیابی ریسک HSE بر مبنای استاندارد PMBOK مدیریت پروژه شامل: دسته‌بندی ریسک‌ها، منابع ریسک براساس ساختار مدیریت پروژه و ویژگی‌های پروژه‌های ساخت و ساز، نگرش کاربردی و نو در ارزیابی شدت و پیامد منابع ریسک و اهمیت

[۲۲]، تأثیر ریسک‌های HSE بر هزینه در مطالعه Gambatese و همکاران [۲۴] و تأثیر ریسک‌های HSE بر نیروی انسانی در پژوهش Garrett و همکاران [۲۵] نمونه‌هایی از این مطالعات می‌باشند.

علاوه بر توجه به یافته‌های این مطالعات، نتایج بررسی مقوله مدیریت و ارزیابی ریسک در صنعت ساخت و ساز براساس استاندارد مدیریت پروژه PMBOK بیانگر این مسأله مهم بود که پارامترهایی مانند تحمیل هزینه بر پروژه، تأثیر بر زمان‌بندی و کیفیت پروژه، آسیب به اعتبار و وجهه سازمان، جایگاه نیروی انسانی و آسیب نیروی انسانی پیامدهای انکارناپذیر وقوع حوادث در پروژه‌های ساخت و ساز هستند [۱۵]. علاوه بر این، نکته حائز اهمیت در مسأله ارزیابی ریسک در ارتباط با هر یک از پارامترهای بیان‌شده این می‌باشد که میزان تأثیر هر یک از این پارامترها متفاوت از دیگری می‌باشد؛ برای مثال بدیهی است که میزان تأثیر حوادث بر نیروی انسانی با تأثیر همان حادثه بر کیفیت برابر نباشد؛ از این رو وجود ضرایب وزنی جهت تعیین میزان اهمیت هر عامل امری مهم برای تضمین دست‌یافتن به نتیجه اطمینان‌بخش است [۳، ۴].

همان‌گونه که با یافته‌های برخی از مطالعات، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که از بین چهار گروه ریسک اشاره‌شده در جداول ۴ تا ۷ و از بین ۳۸ منبع ریسک مورد مطالعه، ۹ منبع ریسک شامل: عدم تخصیص هزینه برای جذب سرپرست، کارشناس و افسر HSE به تناسب فازهای پروژه، عدم تأمین تجهیزات و ماشین‌آلات ایمن و استاندارد، عدم اجرای پروژه‌های بهبود مانند اجرای سیستم لایف‌لاین افقی و عمودی کامل در فاز اسکلت فلزی و تأمین فیوز حفاظ جان برای کلیه تابلو برق‌ها، عدم دریافت بیمه‌نامه‌های مسئولیت مدنی، شخص ثالث و ماشین‌آلات، عدم پرداخت به موقع حقوق کارکنان و ایجاد استرس شغلی و عدم تمرکز، عدم تأمین جرثقیل و تاورکری با طول عمر زیر ۱۰ سال، عدم استفاده از تجهیزات باربرداری دارای استاندارد و باکیفیت، استفاده از لوله، بست، رابط و سایر متعلقات داربست بی‌کیفیت و عدم شناسایی شرایط اضطراری متناسب با ماهیت پروژه دارای ریسک بالای بودند [۷].

تأثیر حوادث بر تحمیل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم بر پروژه، گوشه‌ای از پیامد وقوع ریسک‌های HSE بر هزینه پروژه قلمداد می‌گردد؛ بنابراین، یکی از شفاف‌ترین مصداق‌های ریسک‌های HSE در بخش هزینه پروژه می‌باشد؛ زیرا عدم رعایت تمهیدات ایمنی و مدیریت صحیح ریسک‌های موجود می‌تواند منجر به تحمیل هزینه‌های سنگین مالی بر پروژه گردد؛ به‌طور مثال برای درک بهتر این هزینه‌ها می‌توان به مواردی چون جریمه‌های ناشی از عدم رعایت مقررات HSE، دیه، غرامت، هزینه‌های پزشکی، افزایش نرخ بیمه، هزینه‌های

درستی انجام شود، اقدامات مؤثری در پیشگیری از انحراف از اهداف پروژه، کاهش ریسک و افزایش ضریب ایمنی و اطمینان پروژه‌ها صورت خواهد پذیرفت. بر این اساس، استفاده از این روش تلفیقی برای ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های ساخت و ساز و به‌عنوان جایگزینی برای سایر روش‌های ارزیابی ریسک پیشنهاد می‌گردد؛ زیرا به نظر می‌رسد که این روش بتواند تحولی عظیم را در نزدیک کردن دید مدیران پروژه، عوامل HSE و سایر واحدهای پروژه ایجاد نماید.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان کمال تشکر خود را از مدیر عامل شرکت ثامن سازه عرش و عوامل این شرکت جهت ارائه نظرات و همکاری بی‌دریغ به‌منظور پیاده‌سازی این مطالعه در پروژه طرح توسعه مجلس شورای اسلامی ایران اعلام می‌دارند.

REFERENCES

- Snyder CS. A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK (®) Guide 2014. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute; 2014.
- Pender S. Managing incomplete knowledge: why risk management is not sufficient. *Int J Project Manag.* 2001;19(2):79-87. DOI: [10.1016/S0263-7863\(99\)00052-6](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00052-6)
- Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M, Ghiasvand R. Key factors contributing to accident severity rate in construction industry in Iran: a regression modelling approach. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2016;67(1):47-53. PMID: [27092639](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27092639/) DOI: [10.1515/aiht-2016-67-2687](https://doi.org/10.1515/aiht-2016-67-2687)
- Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi 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.
- Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Mahmoudi S, Savareh BA, Arani AM. Analysis and forecasting the severity of construction accidents using artificial neural network. *Saf Prom Injury Prev.* 2017;4(3):185-92.
- Jafari MJ, Gharari M, Ghafari M, Omidi L, Fardi GR, Akbarzadeh A. An epidemiological study of work-related accidents in a construction firm. *Saf Prom Injury Prev.* 2015;2(3):196-203.
- Sawacha E, Naoum S, Fong D. Factors affecting safety performance on construction sites. *Int J Project Manag.* 1999;17(5):309-15. DOI: [10.1016/S0263-7863\(98\)00042-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00042-8)
- Mills A. A systematic approach to risk management for construction. *Struct Sur.* 2001;19(5):245-52. DOI: [10.1108/02630800110412615](https://doi.org/10.1108/02630800110412615)
- Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A. P153 Predicting and determining factors of occupational accidents severity rate (ASR) using artificial neural networks (ANN); a case study in construction industry. *BMJ.* 2016;73(1):470. DOI: [10.1136/oemed-2016-103951.470](https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103951.470)
- Banaitiene N, Banaitis A. Risk management in construction projects. Risk Management-Current Issues and Challenges. New York: InTech; 2012.
- Verma H, Verma N. A Study on risk assessment and safety management in the construction of high-rise buildings. *IJEDR.* 2017;5(1):168-72.
- Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Confirmatory factor analysis of occupational injuries: presenting an analytical tool. *Trauma Monthly.* 2017;22(2):e33266. DOI: [10.5812/traumamon.33266](https://doi.org/10.5812/traumamon.33266)
- Simu K. Risk management on small projects. Nordic Conference on Construction Economics and Organisation, Luleå tekniska universitet, Sweden; 2007.
- Raz T, Michael E. Use and benefits of tools for project risk management. *Int J Project Manag.* 2001;19(1):9-17. DOI: [10.1016/S0263-7863\(99\)00036-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00036-8)
- Zwikael O. The relative importance of the PMBOK® Guide's nine Knowledge Areas during project planning. *Project Manag J.* 2009;40(4):94-103. DOI: [10.1002/pmj.20116](https://doi.org/10.1002/pmj.20116)
- Aminbakhsh S, Gunduz M, Sonmez R. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *J Safety Res.* 2013;46:99-105. PMID: [23932691](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23932691/) DOI: [10.1016/j.jsr.2013.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jsr.2013.05.003)
- Aven T. On the new ISO guide on risk management terminology. *Reliabil Engin Sys Saf.* 2011;96(7):719-26. DOI: [10.1016/j.res.2010.12.020](https://doi.org/10.1016/j.res.2010.12.020)
- Aven T. Risk management. Risk management and governance. New York: Springer; 2010. P. 121-58.
- 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](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27800465/) DOI: [10.5812/at.33595](https://doi.org/10.5812/at.33595)
- Jafari MJ, Gharari M, Kalantari S, Omidi L, Ghaffari M, Fardi GR. The influence of safety training on improvement in safety climate in construction sites of a firm. *Saf Prom Injury Prev.* 2015;2(4):257-64.
- Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Mahmoudi S, Moghimbeigi A. P154 analytical modelling of occupational accidents' size using structural equation modelling approach (SEM); a field study in big construction industries. *BMJ.* 2016;73(1):471. DOI: [10.1136/oemed-2016-103951.471](https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103951.471)
- Monazzam M, Soltanzadeh A. The relationship between the worker's safety attitude and the registered accidents. *J Res Health Sci.* 2009;9(1):17-20. PMID: [23344142](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23344142/)
- Husin HN, Adnan H, Jusoff K. Management of safety for quality construction. *J Sustainable Dev.* 2009;1(3):41. DOI: [10.5539/jsd.v1n3p41](https://doi.org/10.5539/jsd.v1n3p41)
- Gambatese JA, Behm M, Hinze JW. Viability of designing for construction worker safety. *J Construct Eng Manag.* 2005;131(9):1029-36.
- Garrett J, Teizer J. Human factors analysis classification system relating to human error awareness taxonomy in construction safety. *J Construct Eng Manag.* 2009;135(8):754-63.
- 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](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17920850/)

توجه به وزن هریک از پارامترهای مورد ارزیابی ارائه شده است؛ اما پژوهشگران دیگر می‌توانند به روشن‌سازی ابعاد دیگر این روش و بررسی ساختار ارائه‌شده و انطباق آن با سایر استانداردهای مدیریت پروژه مانند PRINCE2, OPM3 و ISO 16001، اجرای کاربردی آن در سایر پروژه‌ها و استفاده از ارزیابی کمی PMBOK در پاسخ بهتر به ریسک‌های اولویت‌بندی‌شده بپردازند.

نتیجه‌گیری

نیاز به انجام مدیریت و ارزیابی ریسک در پروژه‌های ساخت و ساز به‌منظور رسیدن به اهداف تعیین‌شده برای پروژه، تضمین بقای سازمان، کاهش پیامدهای انسانی و مالی و جلب رضایت مشتریان امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس تمامی ابعاد تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE امری ضروری است؛ زیرا اگر این کار به

- [DOI: 10.1016/j.aap.2007.03.012](https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.03.012)
27. Wang SQ, Dulaimi MF, Aguria MY. Risk management framework for construction projects in developing countries. *Construct Manag Econ.* 2004;**22**(3):237-52. [DOI:](https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.03.012)
- [10.1080/0144619032000124689](https://doi.org/10.1080/0144619032000124689)
28. Hallowell MR, Gambatese JA. Activity-based safety risk quantification for concrete formwork construction. *J Construct Eng Manag.* 2009;**135**(10):990-8.