



تجزیه و تحلیل سیستم مدیریت ریسک های HSE و مدل سازی ارتباط آن با حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز

نویسندگان: احمد سلطان زاده^۱، ایرج محمدفام^۲، عباس مقیم بیگی^۳، مهدی اکبرزاده^۴

۱. دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی همدان

۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی همدان

Email: mohammadfam@umsha.ac.ir

تلفن تماس: ۰۹۱۸۳۱۲۲۰۷۶

۳. دانشیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی همدان

۴. دانشجوی دکتری تخصصی اپیدمیولوژی و آمار زیستی و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی همدان

چکیده

مقدمه: ریسک حوادث شغلی در صنعت و سایت های ساخت و سازی بسیار بالا و خطرناک می باشد. استقرار یک سیستم مدیریت ریسک کارا و اثربخش، گامی مهم در راستای پیشگیری از بروز حوادث ساخت و ساز می باشد. هدف از اجرای این مطالعه تجزیه و تحلیل سیستم مدیریت ریسک HSE موجود در سایت های ساخت و سازی بزرگ کشور و بررسی ارتباط آن با حوادث شغلی بود.

روش بررسی: این مطالعه یک بررسی مقطعی از نوع توصیفی-تحلیلی بوده که به تجزیه و تحلیل سیستم مدیریت ریسک و ارتباط آن با حوادث اتفاق افتاده طی سال های ۹۲-۸۸ در سایت های بزرگ ساخت و ساز کشور پرداخته است. داده های مطالعه شامل اطلاعات مربوط به همه سیستم های مدیریت ریسک HSE و حوادث آسیب زای انسانی بود که طی ۵ سال در سایت های مختلف ساخت و ساز در کشور رخ داده بود. تجزیه و تحلیل داده های مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت. سطح معنی داری در این مطالعه $p=0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: میانگین شاخص شدت حادثه (ASR) $1/05 \times 10^3 \pm 1/51$ بود. نتایج مطالعه نشان داد که ۱۸/۴٪ از سایت های مورد مطالعه سیستم مدیریت ریسک، استقرار یافته و سهم اجزا و شاخص های آن شامل شناسایی خطرات، ارزیابی دوره ای ریسک، اجرای روش های کنترلی به ترتیب ۱۶/۴٪، ۱۶/۶٪ و ۱۰/۲٪ برآورد گردید. بعلاوه، همه شاخص های مدیریت ریسک با شاخص ASR دارای ارتباط معنی دار بودند ($p < 0/05$).

نتیجه گیری: تحلیل رگرسیونی شاخص شدت حادثه (ASR) بر مبنای شاخص های مدیریت ریسک، نشان داد که پارامترهای دموگرافیک و شغلی مانند سابقه کار و نوع شغل و همچنین شاخص های مدیریت ریسک مانند استقرار سیستم مدیریت ریسک، سیستم HAZID، ارزیابی ریسک دوره ای، آموزش HSE و Housekeeping با شدت پیامد ناشی از حادثه در صنعت ساخت و ساز دارای ارتباط معنی دار می باشند.

واژه های کلیدی: مدیریت ریسک HSE، مدل سازی، ساخت و ساز، تجزیه و تحلیل حادثه، شاخص شدت حادثه

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال چهاردهم

شماره: ششم

ویژه نامه ۱۳۹۴

شماره مسلسل: ۵۴

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۷



مقدمه

Management System) باهدف ایجاد یک رویکرد نظام مند

و خاص صنعت ساخت و ساز برای شناسایی سیستماتیک خطرات و ریسک های پروژه و تجزیه و تحلیل و مدیریت آن ها می تواند به کارفرمایان و پیمانکاران کمک نماید تا بتوانند بهبود مؤثری در دستیابی اهداف زمانی، کیفیتی، بودجه ای و ... خود ایجاد نموده و نرخ حوادث و آسیب های شغلی پروژه های ساخت و ساز را به شکل معنی داری کاهش دهند (۱۳-۱۵). گروه های مطالعاتی مختلف مانند Del Cano و همکاران (۲۰۰۲)، Zhi و همکاران و همچنین Tah و همکاران (۲۰۰۱) نشان داده اند که استفاده از سیستم های مدیریت ریسک در پروژه های ساخت و ساز با هر مدل و عنوانی می تواند باعث مدیریت و کاهش ریسک در پروژه های ساخت و ساز گردیده، بعلاوه یک جایگزین منطقی برای روش غیر سیستماتیک و سنتی است که توسط بسیاری از پیمانکاران استفاده می شود. استراتژی مدیریت ریسک در صنعت و پروژه های ساخت و ساز می تواند منجر به نتایج مؤثر و کارآمدی در عرصه ایمنی سایت های ساخت و سازی مانند اجتناب از خطر، انتقال ریسک، اقتباس خطر، کاهش مرگ و میر و آسیب، پیشگیری از وقوع و بروز خطر و ... گردد (۱۲، ۱۴، ۱۶-۱۹).

تجزیه و تحلیل نقش، جایگاه و کارکردهای سیستم مدیریت ریسک HSE در پروژه ها و سایت های ساخت و ساز برای کاهش پیامدها و حوادث و همچنین بررسی ارتباط آن با حوادث صورت گرفته می تواند یک رویکرد خود-پایشی بسیار مناسبی برای نظام مدیریت ریسک ایمنی در صنایع ساخت و ساز (CISRMS) را به وجود آورد، چراکه همان طور که در برخی

صنعت ساخت و ساز، پروژه های مربوطه و سایت هایی که در آن فعالیت های ساخت و سازی صورت می گیرد، یکی از خطرناک ترین صنایع از لحاظ خطر و ریسک حوادث، آسیب های انسانی و غیر انسانی می باشند (۱-۳). از جمله پارامترهای مهم که باعث شده است این صنعت به عنوان یک صنعت با ریسک بالای ایمنی و بهداشت و به طور کلی HSE (Health, Safety, Environment) در سراسر جهان مطرح باشد (۲، ۴-۹)، می توان به مواردی مانند تغییرات مداوم و مستمر پروژه های ساخت و سازی، استفاده از منابع زیاد، شرایط کاری ضعیف، اشتغال و کار غیر مداوم و مقطعی و فصلی، محیط کار خشن (مانند صدا، ارتعاش، گردوغبار، جابجایی بار و کار در فضای باز و مواجهه مستقیم با آب و هوای بیرون) و ... اشاره نمود (۱-۲، ۱۰).

ریسک ایجاد انواع حوادث شغلی (مانند سقوط، پرتاب اشیا و اجسام، ریخت و پاش انواع مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده، برق گرفتگی، تصادف، تصادم و برخورد با اشیا، حمل و جابجایی دستی بار و سایش با ابزارآلات و تجهیزات و ...) ذاتاً در همه پروژه های ساخت و ساز وجود دارد (۱۱-۱۲). با توجه به وجود و بروز چنین ریسک هایی، اغلب پروژه های ساخت و ساز موفق به دستیابی به اهداف تعیین شده خود مانند زمان اتمام پروژه، میزان بودجه تخمینی، کیفیت پروژه و میزان آسیب های مورد انتظار و ... نمی شوند (۱۲).

تبیین، تعریف، اجرا و استقرار همراه با پایش مدل و الگوریتمی با عنوان نظام مدیریت ریسک ایمنی در صنایع ساخت و ساز (CISRMS یا Construction Industries Safety Risk



عرصه ساخت و ساز کشور فعال بوده‌اند، انجام شده است. انتخاب حوادث مورد مطالعه به صورت سرشماری بوده و همه نظام‌های مدیریت ریسک اجرا شده در سایت‌هایی که حوادث مورد نظر در آن‌ها به وقوع پیوسته، مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، داده‌های مطالعه شامل همه اطلاعات مربوط به حوادث آسیب‌زایی که طی ۵ سال رخ داده و سیستم‌های مدیریت و ارزیابی ریسک مرتبط با سایت‌های کاری آن‌ها بود. مراحل اجرای این مطالعه به این ترتیب بود که در گام اول، بر اساس اطلاعات موجود در فرم گزارش حوادث سایت‌های مختلف ساخت و سازی، جمع‌آوری داده‌های مربوط به حوادث شغلی انجام گردید. برگه گزارش حوادث شامل (۱) مشخصات کارگاه یا شرکت ساخت و ساز، نوع فعالیت ساخت و سازی، تعداد کارگران و ...، (۲) طبقه‌بندی نوع حادثه مانند حادثه انسانی، تجهیزات، حریق و ...، (۳) مشخصات فرد یا افراد حادثه دیده مانند سن، نوع شغل، سابقه کار، میزان تحصیلات و ...، (۴) مشخصات مکانی و زمانی حادثه مانند مکان وقوع حادثه، زمان حادثه شامل ساعت، روز، ماه و سال وقوع حادثه، (۵) نوع عضو حادثه دیده شامل سر، صورت، چشم، دست، پا، ستون فقرات و ...، (۶) عوامل مستقیم و مداخله‌گر در ایجاد حادثه مانند ماشین‌آلات، تجهیزات کار، برق، شرایط نایمن، اعمال نایمن، مواد شیمیایی و ...، (۷) شرح و توصیفی از چگونگی ایجاد حادثه، (۸) نوع بروز حادثه مانند سقوط، پرتاب اشیاء، لیز خوردن و افتادن، تصادف، سایش و ...، (۹) ماهیت حادثه مانند مرگ، قطع عضو، سوختگی، شکستگی، ضرب‌دیدگی، بریدگی و ...، (۱۰) وضعیت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز شغل، (۱۱) اطلاعات مورد نیاز درباره وضعیت و شرایط فرایند

از مطالعات نشان داده شده، نقص در سیستم مدیریت ریسک سهم بالایی (۸۴٪) در حوادث ساخت و ساز دارند (۲۰). برخی از محققین مانند Tam و همکاران (۲۰۰۴) و Cheng و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعات خود، علل مرتبط و تأثیرگذار مختلفی را برای عملکرد ایمنی در صنعت ساخت و ساز برشمرده‌اند که می‌تواند مبنایی برای ارزیابی نظام مدیریت ریسک در صنایع ساخت و ساز باشد. سازمان‌دهی ضعیف مسائل و موارد مربوط به ایمنی کار در مشاغل ساخت و ساز، محدودیت‌های مالی برای اجرای اقدامات HSE به دلیل نظام‌مند نبودن سیستم مدیریت ریسک، کمبود یا فقدان اطلاعات مورد نیاز در مورد خطرات و حوادث مربوطه و عدم وجود یک سیستم HAZID و Accident Investigation مناسب در ساختار مدیریت ریسک، درگیر شدن کم کارگران در مسائل و حیطه‌های ایمنی که خود راه‌حل مشارکتی در تدوین و توسعه برنامه‌های ایمنی و شناسایی راه‌حل‌ها است (۱، ۴، ۲۱-۲۲). همان‌طور که ذکر شد، کارا بودن یک سیستم مدیریت ریسک HSE در سایت‌های ساخت و سازی می‌تواند باعث کاهش حوادث شغلی گردد، بنابراین مطالعه حاضر باهدف بررسی و تجزیه و تحلیل سیستم مدیریت ریسک HSE موجود در صنعت و سایت‌های بزرگ ساخت و ساز کشور و بررسی ارتباط آن با حوادث آسیب‌زای شغلی در این صنعت طی دوره پنج‌ساله در فواصل سال‌های ۹۲-۸۸ انجام شده است.

روش بررسی

این مطالعه یک بررسی مقطعی از نوع توصیفی-تحلیلی است که بر روی سیستم‌های موجود مدیریت ریسک HSE و حوادث اتفاق افتاده طی سال‌های ۹۲-۸۸ در سایت‌های مختلف که در



که برای این کار از رویکرد تحلیل Multiple Linear Regression استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده های این مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت و سطح معنی داری در این مطالعه $p=0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

همان طور که اشاره شد، در این مطالعه ۵۰۰ حادثه منجر به آسیب های انسانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل اولیه بر روی حوادث اتفاق افتاده نشان داد که در این ۵۰۰ حادثه، ۷۳۹ نفر دچار انواع آسیب های انسانی شده اند. لازم به ذکر است که برای سهولت در تجزیه و تحلیل داده ها برای هر حادثه تنها یک میانگین سنی در نظر گرفته شد. نتایج مربوط به ویژگی های دموگرافیک و شغلی جمعیت ۷۳۹ نفری مورد مطالعه و همچنین نتایج مربوط به آنالیز ارتباط شاخص شدت حادثه (ASR) و متغیرهای دموگرافیک و شغلی در حوادث مورد مطالعه تجزیه در جدول ۱ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود میانگین سن و سابقه کار جمعیت حادثه دیده در سایت های ساخت و سازی بزرگ مورد مطالعه، به ترتیب $29/18 \pm 7/67$ و $4/67 \pm 3/90$ سال است. بررسی میزان تحصیلات افراد حادثه دیده به عنوان یک متغیر دموگرافیک نشان داد که تنها کمتر از یک-پنجم ($17/6\%$) دارای تحصیلات دانشگاهی می باشند. یافته های مربوط به ویژگی های شغلی افراد آسیب دیده نشان می دهد که بالای 70% این افراد کارگر ساختمانی و نزدیک به 25% آن ها تکنسین بوده اند. نتایج مربوط به نوع فعالیت هایی که منجر به حوادث و آسیب های انسانی در جمعیت مورد مطالعه شده نیز نشان می دهد که قریب به 25% آن ها در فعالیت نصب و راه اندازی و حدود 70% آن ها نیز در

آموزش های ارائه شده برای کارکنان، (۱۲) وضعیت سیستم خانه داری صنعتی (Housekeeping) و اطلاعات دیگر بود.

در گام دوم، با هماهنگی انجام گرفته همه سوابق ثبت شده حوادث شغلی مورد مطالعه دریافت شدند. بعلاوه، پس از بررسی مطالعات صورت گرفته در این زمینه و طبق الگوی طراحی شده برای این مطالعه، داده ها و متغیرهای مورد نیاز دیگر با روش هایی مانند مصاحبه یا چک لیست به دست آمد.

در گام سوم، بررسی و مروری بر داده های به دست آمده از حوادث مختلف صورت گرفت و حوادثی که دارای اطلاعات ناقص بودند از مطالعه خارج شدند که در نهایت ۵۰۰ حادثه برای مطالعه نهایی انتخاب شدند. تعداد حوادث جمع آوری شده ۵۴۲ حادثه بود که به دلایلی مانند ناقص بودن اطلاعات حادثه، عدم دسترسی به افراد حادثه دیده به دلیل تغییر شغل، ۴۲ حادثه از مطالعه خارج شدند. در گام بعد (گام چهارم)، اطلاعات مورد نیاز درباره هرگونه استفاده و به کارگیری از روش های مختلف ارزیابی ریسک و سیستم های مدیریت ریسک موجود در سایت های مختلف ساخت و سازی جمع آوری گردید و بر اساس حوادث به وقوع پیوسته طبقه بندی گردید. در گام نهایی، همه داده های جمع آوری شده بر اساس حادثه و سیستم مدیریت و ارزیابی ریسک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از این مطالعه با استفاده از آزمون های آماری مرتبط مانند آزمون Chi Square، Linear Regression، Independent Sample T-test و One-way ANOVA انجام شده است. تجزیه و تحلیل علی حوادث و بررسی ارتباط آن با پارامترها و شاخص های مدیریت ریسک HSE با استفاده از مدل سازی رگرسیونی استفاده شد



آزمون Tukey Oneway ANOVA نشان داد که در متغیر نوع شغل، معنی‌داری بین کارگران ساختمانی و تکسین‌ها قابل مشاهده است ($p=0/010$).

یافته‌های مربوط به آنالیز شاخص‌های مورد تحلیل، نوع حادثه و علل مستقیم بروز حوادث آسیب‌زای مورد مطالعه در جدول ۲ قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین روز کاری ازدست‌رفته ناشی از حوادث شغلی طی ۵ سال $495/71 \pm 149/94$ و میانگین شاخص شدت حادثه (ASR) $10^4 \pm 1/05 \times 10^3$ به برآورد گردید. تجزیه و تحلیل نوع حوادث نشان داد که تقریباً همه عوامل موجود شامل سقوط، پرتاب اشیاء، لیز خوردن و افتادن، تصادف و برخورد، سایش و حمل و جابجایی بار دارای سهم نزدیکی در بروز حوادث مورد مطالعه می‌باشند. حوادث ناشی از نقص در سیستم برقی و موارد شیمیایی نیز هرکدام به ترتیب دارای سهم $9/6\%$ و $7/2\%$ از حوادث مورد مطالعه بودند. یافته‌های آنالیز علل مستقیم بروز حوادث مورد مطالعه در صنعت ساخت‌وساز نیز نشان داد که به ترتیب اعمال نایمن، شرایط نایمن، تجهیزات و ماشین‌آلات دارای بیشترین سهم در وقوع حوادث شغلی در سایت‌های ساخت و سازی می‌باشند. عواملی مانند نقص در سیستم و جریان برق، کار با ابزاردستی نایمن و نامناسب و ریخت‌وپاش مواد شیمیایی نیز جز علل مستقیم بروز حوادث مورد مطالعه بودند که سهم هرکدام زیر 10% بود.

سیستم مدیریت ریسک HSE و اجزای آن در سایت‌های ساخت و سازی بر اساس ۵۰۰ حادثه به وقوع پیوسته مورد مطالعه قرار گرفت. بعلاوه، یافته‌های تجزیه و تحلیل ارتباط شاخص شدت حادثه (ASR) و شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک

فعالیت‌های ساختمانی مشغول به کار بوده‌اند. بعلاوه، برای تجزیه و تحلیل آماری بین دو متغیر سن و سابقه کاری با شاخص ASR از آزمون آماری Linear Regression استفاده شد. مقایسه متغیرهای سن و سابقه کار در پروژه‌های ساخت‌وساز منجر به حادثه نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری در این زمینه وجود دارد (به ترتیب $p=0/001$ و $p=0/011$). برای تجزیه و تحلیل آماری بین متغیر دموگرافیک میزان تحصیلات با شاخص ASR از آزمون آماری One-way ANOVA استفاده شد. مقایسه میزان تحصیلات افراد حادثه‌دیده با شاخص ASR نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری در این زمینه قابل مشاهده است ($p=0/003$). بعلاوه، مقایسه چندگانه Post Hoc با استفاده از آزمون Tukey Oneway ANOVA نشان داد که این معنی‌داری بین افراد با تحصیلات زیر دیپلم با افراد با تحصیلات دیپلم و دانشگاهی قابل مشاهده است (به ترتیب $p=0/005$ و $p=0/027$). برای تجزیه و تحلیل آماری بین متغیرهای شغلی شامل نوع شغل و نوع فعالیت با شاخص ASR از آزمون آماری One-way ANOVA استفاده شد. مقایسه متغیر نوع فعالیت منجر به حادثه با شاخص ASR نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری در این زمینه قابل مشاهده است ($p=0/034$). بعلاوه، مقایسه چندگانه Post Hoc با استفاده از آزمون Tukey Oneway ANOVA نشان داد که در متغیر نوع فعالیت، معنی‌داری بین فعالیت ساخت و سازی و نصب و راه‌اندازی وجود دارد ($p=0/018$). همچنین، مقایسه متغیر نوع شغل منجر به حادثه در پروژه‌های ساخت‌وساز با شاخص ASR نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری در این زمینه وجود دارد ($p=0/014$). بعلاوه، مقایسه چندگانه Post Hoc با استفاده از



نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل ارتباط متغیرها و عواملی مانند نوع حوادث رخ داده و علل مستقیم بروز حوادث مورد مطالعه و شاخص های سیستم مدیریت ریسک HSE در جدول ۴ ارائه شده است. برای تجزیه و تحلیل آماری و بررسی این ارتباط از آزمون آماری Chi Square استفاده شد. همان گونه که مشاهده می شود، نتایج این آنالیز نشان داد که ارتباط شاخص های مدیریت ریسک استقرار سیستم مدیریت ریسک، سیستم HAZID، ارزیابی ریسک دوره ای و استفاده از چک لیست HSE با متغیر نوع حوادث رخ داده و علل مستقیم بروز حادثه معنی دار است ($p < 0/05$). بعلاوه، ارتباط بازرسی و ممیزی HSE و علل مستقیم بروز حادثه نیز معنی دار بود ($p = 0/020$). یافته های مربوط به تحلیل و مدل سازی رگرسیونی شاخص شدت حادثه (ASR) بر اساس سیستم مدیریت ریسک HSE در جدول ۵ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می گردد، در مدل نهایی ویژگی دموگرافیک سابقه کار، متغیر شغلی نوع شغل و شاخص های سیستم مدیریت ریسک HSE شامل استقرار سیستم مدیریت ریسک، سیستم HAZID، ارزیابی ریسک دوره ای، آموزش HSE و Housekeeping در مدل باقی مانده و با شاخص شدت حادثه (ASR) دارای ارتباط معنی دار بودند ($p < 0/05$).

HSE در جدول ۳ ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می شود، تنها در ۴۱/۸٪ از سایت هایی که در آن حوادث انسانی به وقوع پیوسته یک سیستم مرتبط با HSE استقرار داشته است. سهم سیستم مدیریت ریسک و استقرار آن ۱۸/۴٪ و اجزای آن شامل شناسایی خطرات (HAZID)، ارزیابی دوره ای ریسک (Risk Assessment)، استفاده از روش های ارزیابی ریسک ویژه صنعت و ساخت و ساز و محیط کاری آن و تبیین و اجرای روش های کنترل فنی، مدیریتی و حفاظت فردی (PPE) به ترتیب ۱۶/۴٪، ۱۶/۶٪، ۵/۶٪ و ۱۰/۲٪ برآورد شده است. نتایج مربوط به اجرای دیگر شاخص های سیستم مدیریت ریسک HSE مانند استفاده از چک لیست های مختلف HSE، اجرای آموزش HSE، سیستم گزارش دهی خطرات و ریسک ها، جلسات کاری و گروهی (Tool Box Meeting)، سیستم خانه داری صنعتی (Housekeeping) و بازرسی و ممیزی HSE نیز به ترتیب ۵۴/۰٪، ۴۵/۶٪، ۹/۶٪، ۱۰/۶٪، ۵/۸٪ و ۸/۲٪ بود. برای تجزیه و تحلیل آماری بین شاخص های مدیریت ریسک و شاخص ASR از آزمون آماری Independent Samples T-test استفاده شد. این تحلیل نشان داد که رابطه همه شاخص های مدیریت ریسک با شاخص ASR معنی دار است ($p < 0/05$).



جدول ۱: نتایج آنالیز متغیرهای دموگرافیک و شغلی افراد حادثه دیده و ارتباط آن با شاخص شدت حادثه

P-Value	شاخص ASR	مقادیر میانگین و فراوانی	ویژگی‌ها
۰/۰۰۱	$CI_{95\%} = -171/90 (-291/59) - (-52/22)$	۲۹/۱۸±۷/۶۷	سن (سال) (Mean±SD)
۰/۰۱۱	$CI_{95\%} = -304/24 (-539/83) - (-68/64)$	۴/۶۷±۳/۹۰	سابقه کار (سال) (Mean±SD)
			میزان تحصیلات
۰/۰۰۳ [‡]		۲۰۳ (%۴۰/۶)	زیر دیپلم
	$3/46 \times 10^3 \pm 1/63 \times 10^4$	۲۰۹ (%۴۱/۸)	دیپلم
	$2/49 \times 10^2 \pm 5/46 \times 10^2$	۸۸ (%۱۷/۶)	دانشگاهی
	$29/69 \pm 10/76$		
			نوع شغل
۰/۰۱۴ [‡]		۳۶۲ (%۷۲/۴)	کارگر ساختمانی
	$7/15 \times 10^2 \pm 5/11 \times 10^3$	۱۲۴ (%۲۴/۸)	تکنسین
	$1/08 \times 10^3 \pm 2/59 \times 10^3$	۱۴ (%۲/۸)	راننده
	$3/89 \times 10^3 \pm 1/90 \times 10^4$		
			نوع فعالیت
۰/۰۳۴ [‡]		۳۳۳ (%۶۶/۶)	ساختمانی
	$6/97 \times 10^2 \pm 4/83 \times 10^3$	۳۹ (%۷/۸)	مکانیکی
	$1/18 \times 10^3 \pm 1/56 \times 10^3$	۱۱۷ (%۲۳/۴)	نصب
	$4/00 \times 10^3 \pm 1/99 \times 10^4$	۱۱ (%۲/۲)	برق
	$9/84 \times 10^2 \pm 9/25 \times 10^2$		

‡ Independent Samples T-test آزمون

One-way ANOVA آزمون

جدول ۲: نتایج آنالیز شاخص، نوع و علل مستقیم حوادث آسیب‌زای مورد مطالعه (n=۵۰۰)

شاخص، نوع و علل مستقیم حوادث	مقادیر میانگین و فراوانی
شاخص حوادث	
روزهای کاری ازدست‌رفته	۴۰۹/۹۴±۱۴۹۵/۷۱
شاخص شدت حادثه (ASR)	$1/51 \times 10^3 \pm 1/05 \times 10^4$
نوع حادثه	
سقوط	۱۱۳ (%۲۲/۶)
پرتاب اشیا	۱۱۳ (%۲۲/۶)
لیز خوردن و افتادن	۱۰۸ (%۲۱/۶)
تصادف و برخورد	۸۶ (%۱۷/۲)
سایش	۷۶ (%۱۵/۲)
برق‌گرفتگی	۴۸ (%۹/۶)
مواد شیمیایی	۳۶ (%۷/۲)
حمل و جابجایی بار	۷۴ (%۱۴/۸)



علل مستقیم حادثه	
ماشین آلات	۵۹ (%/۱۱/۸)
تجهیزات	۱۰۵ (%/۲۱/۰)
برق	۴۵ (%/۹/۰)
ابزاردستی	۳۹ (%/۷/۸)
مواد شیمیایی	۳۶ (%/۷/۲)
شرایط ناایمن	۱۶۱ (%/۳۲/۲)
اعمال ناایمن	۳۱۱ (%/۶۲/۲)

جدول ۳: نتایج آنالیز ارتباط شاخص شدت حادثه (ASR) و شاخص های سیستم مدیریت ریسک HSE

P-Value [†]	شاخص ASR	(%) تعداد	شاخص های سیستم مدیریت ریسک HSE
۰/۰۱۳	$1/38 \times 10^2 \pm 3/54 \times 10^2$	۲۰۹ (%/۴۱/۸)	استقرار یک سیستم مرتبط با HSE
۰/۰۰۲	$7/19 \times 10^1 \pm 1/28 \times 10^2$	۹۲ (%/۱۸/۴)	استقرار سیستم مدیریت ریسک
۰/۰۰۲	$6/83 \times 10^1 \pm 1/34 \times 10^2$	۸۲ (%/۱۶/۴)	سیستم HAZID
۰/۰۲۷	$7/06 \times 10^1 \pm 1/33 \times 10^2$	۸۴ (%/۱۶/۶)	ارزیابی ریسک دوره ای
۰/۰۰۱	$2/37 \times 10^1 \pm 8/43 \times 10^1$	۲۸ (%/۵/۶)	استفاده از روش های ارزیابی ریسک مختص ساخت و ساز
۰/۰۰۲	$7/14 \times 10^1 \pm 1/68 \times 10^2$	۵۱ (%/۱۰/۲)	استفاده و اجرای روش های کنترل ریسک مانند PPE و ...
۰/۰۰۴	$1/58 \times 10^2 \pm 3/23 \times 10^2$	۲۷۰ (%/۵۴/۰)	استفاده از چک لیست HSE
۰/۰۰۵	$6/43 \times 10^1 \pm 8/35 \times 10^1$	۲۲۸ (%/۴۵/۶)	آموزش HSE
۰/۰۰۲	$8/18 \times 10^1 \pm 1/72 \times 10^2$	۴۸ (%/۹/۶)	سیستم گزارش دهی خطرات و ریسک ها
۰/۰۰۶	$1/72 \times 10^2 \pm 10/50 \times 10^2$	۵۳ (%/۱۰/۶)	Tool Box Meeting
۰/۰۰۲	$2/35 \times 10^1 \pm 8/95 \times 10^2$	۲۹ (%/۵/۸)	Housekeeping
۰/۰۰۳	$9/36 \times 10^1 \pm 1/84 \times 10^2$	۴۱ (%/۸/۲)	بازرسی و ممیزی HSE

Independent Samples T-test آزمون

†



جدول ۴: نتایج آنالیز ارتباط نوع و علل مستقیم و شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک HSE

علل مستقیم	نوع حادثه	شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک HSE
۰/۱۱۱	۰/۹۹۱ [†]	استقرار یک سیستم مرتبط با HSE
۰/۰۳۱	۰/۰۱۶	استقرار سیستم مدیریت ریسک
۰/۰۱۳	۰/۰۲۳	سیستم HAZID
۰/۰۴۲	۰/۰۲۸	ارزیابی ریسک دوره‌ای
۰/۵۴۷	۰/۱۲۳	استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک مختص ساخت‌وساز
۰/۰۵۹	۰/۰۸۱	استفاده و اجرای روش‌های کنترل ریسک مانند PPE و ...
۰/۰۱۳	۰/۰۴۲	استفاده از چک‌لیست HSE
۰/۲۹۱	۰/۸۸۸	آموزش HSE
۰/۰۹۱	۰/۱۱۲	سیستم گزارش دهی خطرات و ریسک‌ها
۰/۶۰۹	۰/۱۱۸	Tool Box Meeting
۰/۱۰۱	۰/۱۹۳	Housekeeping
۰/۰۲۰	۰/۰۵۷	بازرسی و ممیزی HSE

† آزمون
Pearson
Chi
Square

جدول ۵: نتایج مدل‌سازی رگرسیونی حوادث مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک

متغیر مستقل باقیمانده در مدل	B (SE)	p-value [†]	t	CI _{95%}
سابقه کار	-۴۰۶/۸۷ (۱۵۸/۷۵)	۰/۰۱۱	-۲/۵۶	(-۷۱۸/۷۸) - (-۹۴/۹۶)
نوع شغل	۱۲۸۹/۹۲ (۶۳۰/۵۸)	۰/۰۴۱	۲/۰۴	(۵۰/۹۷ - ۲۵۲۸/۸۶)
استقرار سیستم مدیریت ریسک	۸۷۵/۴۶ (۲۵۲/۹۱)	۰/۰۰۱	۳/۴۶	(۳۷۸/۵۵ - ۱۳۷۲/۳۸)
سیستم HAZID	۸۶۱/۰۷ (۲۵۰/۷۹)	۰/۰۰۱	۳/۴۳	(۳۶۸/۳۳ - ۱۳۵۳/۸۱)
ارزیابی ریسک دوره‌ای	۸۶۳/۸۴ (۲۵۱/۲۱)	۰/۰۰۱	۳/۴۴	(۳۷۰/۲۷ - ۱۳۵۷/۴۰)
آموزش HSE	۱۱۴۰/۷۷ (۲۸۸/۴۵)	۰/۰۰۱	۴/۰۰	(۵۷۴/۰۵ - ۱۷۰۷/۴۹)
Housekeeping	۷۹۲/۰۷ (۲۴۰/۳۶)	۰/۰۰۱	۳/۲۹	(۳۱۹/۸۳ - ۱۲۶۴/۳۲)

Multiple Linear Regressions[†]



بحث و نتیجه گیری

بیشتر این شاخص‌ها با نوع حوادث به وقوع پیوسته و علل و عوامل مستقیم بروز حوادث دارای ارتباط مستحکم می‌باشند.

نتایج مربوط به ویژگی‌های فردی و دموگرافیک، همچنین شغلی افراد حادثه‌دیده مورد مطالعه حاکی از این است که جمعیت شاغلی که در اثر حوادث به وقوع پیوسته دچار انواع آسیب‌های انسانی شده، به‌طور میانگین جمعیت جوان و با سابقه کاری پایین است. بعلاوه، اینکه بیشتر حادثه دیدگان، کارگران ساختمانی و تکنسین‌ها هستند که یا مستقیماً و یا غیرمستقیم با خطرات مرتبط با مشاغل ساخت‌وساز مواجهه دارند (۱۰، ۴).

تجزیه و تحلیل شاخص‌های تحلیل حوادث، نوع حادثه و علل مستقیم بروز حوادث از فاکتورهای بسیار مهم در تجزیه و تحلیل حوادث می‌باشند. شاخص شدت حادثه (ASR) یک شاخص مهم در برآورد پیامدهای ناشی از حادثه است (۲۳). تحلیل این شاخص در حوادث مورد مطالعه نشان می‌دهد که شاخص به‌دست‌آمده بسیار بالاتر از حد قابل قبول و توصیه‌شده سازمان‌های مختلف است (۲۳-۲۵). بعلاوه، تجزیه و تحلیل نوع حوادث نشان داد که تقریباً همه انواع حوادثی که انتظار می‌رود در صنعت ساخت‌وساز و سایت‌های ساخت و سازی به وقوع بپیوندد مانند سقوط، پرتاب اشیاء، لیز خوردن و افتادن، تصادف و برخورد، سایش و حمل و جابجایی بار در مطالعه حاضر اتفاق افتاده است (۱۱-۱۲). بعلاوه، بیشترین نوع حادثه مربوط به سقوط و پرتاب اشیاء آسیب‌رسان بود که با دیگر آمارها و گزارش‌ها نیز همخوانی دارد. Grant و Hinze گزارش نمودند که ۶۸٪ از حوادث ناشی از سقوط است (۱۱). تجزیه و تحلیل علل و عامل مستقیم بروز حوادث ساخت‌وساز طی ۵ سال نیز نشان داد که به ترتیب اعمال نایمن، شرایط نایمن، تجهیزات

با توجه به این مهم که صنعت ساخت‌وساز، سایت‌های مرتبط با آن، مشاغل و فعالیت‌هایی که در حوزه ساخت‌وساز، به‌ویژه ساخت‌وسازهای بزرگ و کلان مشغول به فعالیت هستند دارای محیطی با خطرات و ریسک‌های HSE بزرگ بوده و پیامد هر یک از این ریسک‌ها می‌تواند حوادث شدید و بعضاً فاجعه باری را به وجود آورد (۱-۱۲)، لذا تبیین، تعریف، اجرا و استقرار همراه با پایش مدل و الگوریتمی با عنوان نظام مدیریت ریسک ایمنی در صنایع ساخت‌وساز (CISRMS) باهدف ایجاد یک رویکرد نظام‌مند و خاص صنعت ساخت‌وساز برای شناسایی سیستماتیک خطرات و ریسک‌های پروژه و تجزیه و تحلیل و مدیریت آن‌ها می‌تواند به کارفرمایان و پیمانکاران کمک نماید تا بتوانند بهبود مؤثری در دستیابی اهداف زمانی، کیفیتی، بودجه‌ای و ... خود ایجاد نموده و نرخ حوادث و آسیب‌های شغلی پروژه‌های ساخت‌وساز را به شکل معنی‌داری کاهش دهند (۱۳-۱۵). بعلاوه، اینکه مطالعات نشان داده‌اند که برخی از عوامل مشارکت‌کننده مهم و تأثیرگذار در بروز حوادث در صنعت ساخت‌وساز که به CISRMS نیز مربوط می‌شوند عبارت است از کارگران و یا تیم کاری به‌عنوان هسته اصلی کار (۷۰٪)، کاستی و کمبود تجهیزات کنترل ریسک مانند PPE (۵۶٪) و کمبود و نقص در اجرای مناسب سیستم مدیریت ریسک (۸۴٪) (۲۰). این مهم با یافته‌های این مطالعه سازگار است. نتایج تحلیل ارتباط شاخص شدت و پیامد ناشی از حوادث مورد مطالعه و شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک HSE نشان داد که همه شاخص‌های مدیریت ریسک با شدت پیامد ناشی از حوادث دارای ارتباط مستقیم و معنی‌دار بوده و



اول و علل مستقیم حادثه گذر نموده و به لایه‌های بعدی، تأثیرگذار و غیرمستقیم در بروز حوادث پرداخت (۲۰، ۲۴، ۲۸-۳۴) چراکه حوادث ساخت‌وساز از یک شکست یا نقص در تعامل میان کارگران، محل کار و مواد و تجهیزاتی که آن‌ها استفاده می‌کنند به وجود می‌آیند (۲۰، ۳۴). بر این اساس، در این مطالعه از روش تحلیل رگرسیونی برای شاخص شدت و میزان پیامد ناشی از حوادث به وقوع پیوسته طی ۵ سال در سایت‌های ساخت و سازی کشور بر اساس سیستم مدیریت ریسک HSE و دیگر متغیرهای مورد مطالعه انجام گرفت. همان‌گونه که مشاهده شد، متغیرهای دموگرافیک و سازمانی سابقه کاری و نوع شغل (۴، ۱۰، ۳۰) و همچنین شاخص‌های سیستم مدیریت ریسک HSE شامل استقرار سیستم مدیریت ریسک، چارچوب شناسایی مخاطرات (HAZID)، اجرای انواع سیستم‌های ارزیابی ریسک دوره‌ای در سایت‌های ساخت و سازی، آموزش‌های HSE کارا و اثربخش بر مبنای چارچوب نظام مدیریت ریسک در صنعت ساخت‌وساز و نظام خانه‌داری صنعتی (Housekeeping) برای پیشگیری از ایجاد شرایط نایمن و درنهایت جلوگیری از وقوع حادثه در مدل نهایی به‌دست آمده، باقی‌مانده که خود گویای این مهم است که بررسی و تحلیل و وارد نمودن متغیرها و عوامل مختلف می‌تواند به درک و تحلیل بهتر حوادث شغلی در صنعت ساخت‌وساز منجر شود (۲۰، ۲۴، ۲۸-۳۴).

در تفسیر مدل نهایی به‌دست آمده می‌توان ادعان نمود که عدم استقرار، اجرای نامناسب کمی و کیفی سیستم مدیریت ریسک و دستیابی به شاخص‌های ضعیف در اجرای چارچوب و الگوریتم سیستم مدیریت ریسک مانند به‌عنوان عوامل لایه‌ای و غیرمستقیم

ماشین‌آلات، نقص در سیستم و جریان برق، کار با ابزاردستی نایمن و نامناسب و ریخت‌وپاش مواد شیمیایی دارای بیشترین سهم در وقوع حوادث شغلی در سایت‌های ساخت و سازی می‌باشند که این نیز با مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته دارای همخوانی است (۲۶-۲۸).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که علاوه بر شاخص‌های مشخص سیستم مدیریت ریسک مانند استقرار یک سیستم مدیریت ریسک قوی، تدوین و اجرای یک چارچوب مدون برای شناسایی انواع خطرات و ریسک‌ها در صنعت ساخت‌وساز (HAZID)، به‌کارگیری انواع سیستم‌های ارزیابی ریسک عمومی و خاص سایت‌های ساخت و سازی و مشاغل موجود در آن (Risk Assessment) و استفاده از همه امکانات موجود برای تدوین و ارائه و اجرای راهکارهای کنترلی مختلف فنی و فردی (PPE)، دیگر شاخص‌های مورد مطالعه سیستم‌های مدیریت ریسک HSE مانند استفاده از چک‌لیست‌های مختلف HSE برای آگاهی از خطرات و ارزیابی آن‌ها، اجرای انواع آموزش‌های HSE عمومی و ویژه برای مشاغل سخت و ساز و پیشگیری از انواع خطای انسانی و وقوع اعمال نایمن، تدوین و اجرای سیستم گزارش دهی خطرات و ریسک‌ها، اجرا و استفاده از نتایج جلسات کاری و گروهی (Tool Box Meeting)، اجرای سیستم خانه‌داری صنعتی برای کاهش شرایط نایمن کاری (Housekeeping) و همچنین استفاده از راهکار پایشی مانند بازرسی و ممیزی HSE در وضعیت مطلوبی به سر نمی‌برد (۱۲-۱۹).

تجزیه و تحلیل حادثه و بررسی پارامترهای مرتبط با آن این نکته مهم را مشخص می‌کند که در تحلیل حادثه بایستی از لایه‌های



بنابراین، نقش این ویژگی‌ها برای هر نوع شغل و فعالیتی که در آن درگیر هستند، بسیار حائز اهمیت است (۱۰، ۴). باز خاطر نشان می‌شود که اگرچه در این مطالعه به فاکتورها و متغیرهایی مانند برخی از ویژگی‌های فردی و دموگرافیک، فاکتورهای شغلی و سیستم مدیریت ریسک و شاخص‌های آن در بروز و پیامد ناشی از حوادث در صنایع و سایت‌های ساخت و سازی پرداخته شد، اما باید به این نکته نیز توجه نمود که حوادث ساخت‌وساز از یک شکست یا نقص در تعامل میان کارگران، محل کار و مواد و تجهیزاتی که آن‌ها استفاده می‌کنند به وجود می‌آیند و برای تجزیه و تحلیل علی این حوادث بایستی گام‌های محکم‌تری برای کاهش این حوادث و ایمن نمودن محیط‌های ساخت‌وساز برداشت (۳۴، ۲۰).

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه در مقطع دکتری تخصصی مهندسی بهداشت حرفه‌ای آقای احمد سلطانزاده دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی همدان است. نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی آن دانشگاه برای تأمین منابع مالی این مطالعه اعلام می‌دارد. بعلاوه، نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از کمک‌های علمی و فنی آقای شهرام محمودی اعلام می‌دارد.

عمل نموده و می‌تواند منجر به بروز علل و عوامل مستقیم بروز حادثه شوند. به‌عنوان مثال سیستم خانه‌داری صنعتی نامناسب می‌تواند ایجادکننده شرایط نایمن بوده (۳۵-۳۶) و عدم اجرای آموزش‌های مناسب می‌تواند زمینه‌ساز خطاهای انسانی و اعمال نایمن باشد (۳۸-۳۷).

یکی از شاخص‌های باقیمانده در مدل‌سازی و تحلیل رگرسیونی شدت پیامد ناشی از حوادث شغلی در سایت‌های بزرگ ساخت و سازی مورد مطالعه، اجرای آموزش‌های HSE است. برنامه آموزشی جامع در قالب اجرای سیستم مدیریت ریسک HSE می‌تواند مهارت‌های تشخیص خطر کارگران و تکنسین‌ها را بهبود بخشد و آموزشی که شامل تمرینات شبیه‌سازی باشد باعث بهبود توانایی کارگران در شناسایی خطرات و نقاط حادثه‌خیز می‌گردد (۳۹). این موضوع بیانگر این نکته مهم است که آموزش‌هایی که با توجه به نیازسنجی‌های شغلی و بر مبنای سیستم مدیریت ریسک ارائه شده باشد می‌تواند بسیار اثربخش باشد (۴۰).

بعلاوه، مدل‌سازی رگرسیونی نشان داد که یکی از علل و عوامل مؤثر در بروز و تشدید پیامد ناشی از حوادث شغلی در صنعت ساخت‌وساز ویژگی‌های دموگرافیک و شغلی است. اهمیت جایگاه متغیرهای فردی و شغلی در صنعت ساخت‌وساز به این دلیل است که در مقایسه با دیگر صنایع، کارگران خود بیشتر مسئول حفاظت از جان خود و سازمان محل کار خود بوده،



References

- 1- Tam C, Zeng S, Deng Z. Identifying elements of poor construction safety management in China. *Safety Science*. 2004;42(7):569-86.
- 2- Im H-J, Kwon Y-J, Kim S-G, Kim Y-K, Ju Y-S, Lee H-P. The characteristics of fatal occupational injuries in Korea's construction industry, 1997–2004. *Safety Science*. 2009;47(8):1159-62.
- 3- Lee S, Halpin DW, Chang H. Quantifying effects of accidents by fuzzy-logic-and simulation-based analysis. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2006;33(3):219-26.
- 4- Cheng C-W, Leu S-S, Lin C-C, Fan C. Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. *Safety Science*. 2010;48(6):698-707.
- 5- Cameron I, Hare B, Davies R. Fatal and major construction accidents: A comparison between Scotland and the rest of Great Britain. *Safety Science*. 2008;46(4):692-708.
- 6- Etiler N, Colak B, Bicer U, Barut N. Fatal occupational injuries among workers in Kocaeli, Turkey, 1990–1999. *International journal of occupational and environmental health*. 2004;10(1):55-62.
- 7- Müngen U, Gürcanlı GE. Fatal traffic accidents in the Turkish construction industry. *Safety Science*. 2005;43(5):299-322.
- 8- Macedo AC, Silva IL. Analysis of occupational accidents in Portugal between 1992 and 2001. *Safety Science*. 2005;43(5):269-86.
- 9- Brace C, Gibb A, Pendlebury M, Bust P. *Health & Safety in the Construction Industry: Underlying causes in construction fatal accidents—External research, July 2009, Health and Safety Executive, HSE Report, 205 pp.* 2009.
- 10- Pinto A, Nunes IL, Ribeiro RA. Occupational risk assessment in construction industry – Overview and reflection. *Safety Science*. 2011;49(5):616-24.
- 11- Grant A, Hinze J. Construction worker fatalities related to trusses: An analysis of the OSHA fatality and catastrophic incident database. *Safety Science*. 2014;65:54-62.
- 12- Al-Bahar JF, Crandall KC. Systematic risk management approach for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*. 1990;116(3):533-46.
- 13- Lyons T, Skitmore M. Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. *International Journal of Project Management*. 2004;22(1):51-61.
- 14- Del Cano A, de la Cruz MP. Integrated methodology for project risk management. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2002;128(6):473-85



- 15- Mills A. A systematic approach to risk management for construction. *Structural survey*. 2001;19(5):245-52.
- 16- Zhi H. Risk management for overseas construction projects. *International Journal of Project Management*. 1995;13(4):231-7.
- 17- Carr V, Tah J. A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. *Advances in Engineering software*. 2001;32(10):847-57.
- 18- Tah J, Carr V. Knowledge-based approach to construction project risk management. *Journal of computing in civil engineering*. 2001;15(3):170-7.
- 19- CORNER C. *Construction Risk Management*. 2007.
- 20- Haslam R, Hide S, Gibb AG, Gyi DE, Pavitt T, Atkinson S, et al. Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*. 2005;36(4):401-15.
- 21- Sertyesilisik B, Tunstall A, McLouglin J. An investigation of lifting operations on UK construction sites. *Safety Science*. 2010;48(1):72-9.
- 22- Tam VWY, Fung IWH. Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study. *Safety Science*. 2011;49(2):208-15.
- 23- Raouf A, Dhillon BS. *Safety assessment: A quantitative approach*: Lewis Publishers; 1994.
- 24- Hoyos CG, Zimolong B. *Occupational safety and accident prevention: behavioral strategies and methods*: Elsevier; 2014.
- 25- Teo EA-L, Feng Y. The moderated effect of safety investment on safety performance for building projects. *International Journal of Construction Management*. 2010;10(3):45-61.
- 26- Choudhry RM, Fang D. Why operatives engage in unsafe work behavior: Investigating factors on construction sites. *Safety science*. 2008;46(4):566-84.
- 27- Abdelhamid TS, Everett JG. Identifying root causes of construction accidents. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2000;126(1):52-60.
- 28- Sawacha E, Naoum S, Fong D. Factors affecting safety performance on construction sites. *International Journal of Project Management*. 1999;17(5):309-15.
- 29- Zohar D, Luria G. A multilevel model of safety climate: cross-level relationships between organization and group-level climates. *Journal of Applied Psychology*. 2005;90(4):616.
- 30- Salminen S. Have young workers more injuries than older ones? An international literature review. *Journal of Safety Research*. 2004;35(5):513-21.



- 31- Mohamed S, Ali TH, Tam W. National culture and safe work behaviour of construction workers in Pakistan. *Safety Science*. 2009;47(1):29-35.
- 32- Meliá JL, Mearns K, Silva SA, Lima ML. Safety climate responses and the perceived risk of accidents in the construction industry. *Safety Science*. 2008;46(6):949-58.
- 33- Kouabenan DR. Role of beliefs in accident and risk analysis and prevention. *Safety Science*. 2009;47(6):767-76.
- 34- Arquillos AL, Romero JCR, Gibb A. Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. *Journal of Safety Research*. 2012;43(5):381-8.
- 35- Mitropoulos P, Abdelhamid TS, Howell GA. Systems model of construction accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2005;131(7):816-25.
- 36- Chi C-F, Chang T-C, Ting H-I. Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied ergonomics*. 2005;36(4):391-400.
- 37- Perlman A, Sacks R, Barak R. Hazard recognition and risk perception in construction. *Safety Science*. 2014;64:22-31.
- 38- Abreu Saurin T, Torres Formoso C, Borges Cambraia F. Analysis of a safety planning and control model from the human error perspective. *Engineering, construction and architectural management*. 2005;12(3):283-98.
- 39- Kowalski-Trakofler KM, Barrett EA. The concept of degraded images applied to hazard recognition training in mining for reduction of lost-time injuries. *Journal of Safety Research*. 2003;34(5):515-25.
- 40- Isler RB, Starkey NJ, Williamson AR. Video-based road commentary training improves hazard perception of young drivers in a dual task. *Accident Analysis & Prevention*. 2009;41(3):445-52.



HSE Risk Management Systems Analysis and Modeling its Relationship with Occupational Accidents in the Construction Industry

Soltanzadeh A (Ph.D student)¹, Mohammadfam I (Ph.D)², Moghimbeigi A (Ph.D)³,
Akbarzadeh M (Ph.D student)⁴

1.PhD student, Department of Occupational Hygiene engineering, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences,Hamedan,Iran

2.Corresponding Author: Associated Professor, Department of Occupational Hygiene engineering, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences,Hamedan,Iran

3.Associated Professor:Department of epidemiology & biostatistics, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences,Hamedan,Iran

4.PhD student, Department of biostatistics, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences,Hamedan,Iran

Abstract

Introduction:Risk of occupational accidents in construction industry and sites is very high and dangerous. The establishment of an effective and efficient risk management system is an important step in prevention of construction accidents. The purpose of this study was to analyze the HSE risk management systems in large construction sites and their association with the occupational accidents.

Methods: This study was an analytical cross-sectional review that analysis the risk management system and its relation to the accidents of 88-92 years that has been occurred in the construction large sites. Study data includes information about the all HSE risk management systems and human accidents that occurred within 5 years in the various construction sites. Data collection was performed according to the accident report form in construction sites. Data analysis was performed using SPSS software version 16. The level of significance in this study was considered as $p=0.05$.

Results: The mean accident severity rate (ASR) was $1.51 \times 10^3 \pm 1.05 \times 10^4$. The results showed that,risk management system has been established in 18.4% of the studied sites, and the share of the risk management system components and indicators including hazard identification, periodic risk assessment and the implementation of control procedures which was estimated 16.4%, 16.6% and 10.2% respectively.In addition, all indicators of risk management were significantly associated with ASR ($p<0.05$).

Conclusion:ASR Regression analysis based on the risk management Indicators, showed that demographic and job parameters such as work experience and career type, as well as, risk management indicators such as the risk management system establishment,HAZID, periodic risk assessment, HSE training and Housekeeping have been significant associated with accidents consequence severity in the construction industry.

Keywords: HSE Risk Management System, Modeling, Construction, Accident Analysis, Accident Severity Rate (ASR)