بررسی راهکارهای ارتقای ایمنی در پروژه‌های احداث راه‌آهن

اسحاق آرین‌مهر[۱]، زهرا سبزی[۲]، فائزه عباس‌گوهری[۳]، محسن عسگری[۴*]

مقاله پژوهشی

CC BY

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۴

ارجاع:
آرین‌مهر اسحاق، سبزی زهرا، عباس‌گوهری فائزه، عسگری محسن. بررسی راهکارهای ارتقای ایمنی در پروژه‌های احداث راه‌آهن. بهداشت کار و ارتقاء سلامت ۱۴۰۱؛ ۶(۲): ۱۹۳-۱۸۰.

چکیده

مقدمه: حوادث شغلی علاوه بر کاهش اعتبار اجتماعی و تحمیل خسارت‌های اقتصادی به سازمان، می‌تواند منجر به مرگ و ازکارافتادگی پرسنل شوند. این مطالعه باهدف ارزیابی ریسک و بررسی راهکارهای ارتقای ایمنی در پروژه‌های احداث راه‌آهن انجام‌شده است.

روش بررسی: در این مطالعه، وضعیت ایمنی پروژه احداث و افزایش خطوط راه‌آهن تهران -کرج در چهار فاز زیرسازی، ابنیه فنی، روسازی و فعالیت‌های مشترک بررسی شد. داده‌ها با بررسی مستندات ایمنی پروژه، حوادث گزارش‌شده و نتایج ارزیابی ریسک به روش تحلیل شکست و آثار آن به دست آمد. ریسک‌ها بر اساس توانایی کنترل در سه سطح پایین، متوسط و بالا گروه‌بندی و اقدامات کنترلی با توجه به درصد پوشش ریسک، هزینه، زمان اجرا و میزان اثربخشی اولویت‌بندی شدند.

یافته‌ها: درمجموع ۳۷۷ ریسک شناسایی گردید که به ترتیب ۱۹/۹٪، ۶۱/۲٪ و ۱۸/۹٪ از آن‌ها در سطح پایین، متوسط و بالا قرار گرفت. بیشترین ریسک شناسایی‌شده و بیشترین حوادث به ترتیب مربوط به فازهای ابنیه فنی (۴۲/۲٪) و روسازی (۳۶/۶٪)بود. ازنظر پیامد، شدیدترین حادثه در فاز زیرسازی در حیطه فعالیت پیمانکاران جزء رخداده است. سقوط از ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین تهدید پروژه و ریزش، سقوط یا برخورد با مصالح و اشیاء به‌عنوان مهم‌ترین علت حادثه مشخص شد. با کنترل ۳۹/۸٪ ریسک‌ها می‌توان از ۷۳/۳٪ حوادث شغلی پروژه جلوگیری کرد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان‌دهنده نقش بارز تعهد مدیریت ارشد نسبت به ایمنی و تأکید بر اقدامات کنترلی ازجمله اجرای برنامه آموزش ایمنی، افزایش بازدیدها و بازرسی‌های ایمنی و همچنین اجرای سیستم مجوز کاری در تمامی فازهای عملیاتی است.

واژگان کلیدی: احداث راه‌آهن، ارزیابی ریسک، حادثه، مدیریت ایمنی

[۱] گروه مهندسی عمران، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی،کرج، ایران
[۲] گروه مهندسی عمران، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۴] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
*(نویسنده مسئول: mohsenasgari@sbmu.ac.ir)

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

مقدمه

ماهیت منحصربه‌فرد خدمات و مشارکت مجموعه بالای ذی‌نفعان ازجمله دولت، کارفرمایان، پیمانکاران، مجریان، ناظران و عموم مردم باعث شده است تا صنعت ساخت‌وساز در جهان به‌عنوان یکی از خطرناک‌ترین صنایع شناخته شود. این صنعت، دارای نرخ نامتناسب بالایی از معلولیت، صدمات و مرگ‌ومیر است(۱). گزارش‌های آماری نشان می‌دهد که ۳۰ تا ۴۰ درصد حوادث ناشی از کار در جهان با فعالیت‌های عمرانی مرتبط است(۲).

افزایش تلفات در پروژه‌های عمرانی باعث شده که عملکرد ایمنی معیار مهمی برای موفقیت پروژه در کنار نمای سنتی «مثلث آهنی» از زمان، هزینه و کیفیت محسوب شود (۳). بهترین راه جهت بهبود عملکرد ایمنی افزایش میزان سرمایه‌گذاری ایمنی، تحلیل داده‌ها و استفاده از روش‌های مناسب ارزیابی ریسک جهت کنترل و مدیریت پیشگیرانه خطرات قبل از بروز حوادث می‌باشد(۳, ۴). از مهم‌ترین روش‌های جمع‌آوری داده‌ها می‌توان به مشاهده و بازرسی، مصاحبه، جمع‌آوری و مرور اسناد مربوطه اشاره کرد(۵).

در میان روش‌های ارزیابی ریسک، روش تحلیل شکست و آثار آن (FMEA) در طیف گسترده‌ای از صنایع، جهت ارتقاء ایمنی و قابلیت اطمینان سامانه‌ها، محصولات، خدمات و فرایندها استفاده‌شده(۳) و در مطالعات مختلف به‌عنوان پرکاربردترین، مفیدترین و منعطف‌ترین روش ارزیابی ریسک شناخته‌شده است(۶-۸).این روش به‌واسطه میزان و سهولت کاربرد در شناسایی و طبقه‌بندی ریسک، مشارکت گروهی، قابلیت راستی آزمایی، توجه به فعالیت‌های کاری، هزینه‌ها و نیازهای آموزشی به‌عنوان روش بهینه ارزیابی ریسک پروژه‌های عمرانی معرفی‌شده است(۹). همچنین به‌عنوان ابزاری قدرتمند، سازمان‌یافته و کارآمد جهت تهیه برنامه‌های عملیاتی کنترل ریسک و بهبود قابلیت اطمینان سیستم می‌باشد (۱۰).

در دنیای امروز زیرساخت‌های حمل‌ونقل محور توسعه بوده و دراین‌بین کمتر کشورهایی هستند که مدیران آن‌ها به اهمیت نقش صنعت ریلی در رشد و توسعه اقتصاد واقف نباشند؛ حجم ترانزیت بالا، مصرف سوخت پایین و ایمن بودن ازجمله مزیت‌های حمل‌ونقل ریلی است. با افزایش تعداد شاغلین در این حوزه، لزوم بررسی علل ریشه‌ای خطرات، مسائل ایمنی جهت پیشگیری از حوادث و اعتبار اجتماعی شرکت‌ها در اولویت قرار می‌گیرد.

در میان پروژه‌های ساخت‌وساز، پروژه احداث خطوط راه‌آهن شامل فعالیت‌هایی با شرایط متفاوت و ریسک بالا محسوب می‌شود. نرخ بالای خسارت در این پروژه‌ها ممکن است به ویژگی‌های خاص کار ازجمله لزوم استفاده از ماشین‌آلات، تغییرات مستمر محیط کار، نوبت‌کاری، وضعیت نامناسب ایمنی، شیوه‌های کار ناایمن، چرخش مکرر تیم کار، وضعیت آب‌وهوا، حمل دستی بار، تعداد بالای نیروی غیرماهر و عوامل دیگر مرتبط باشد(۱۱, ۱۲). طبق آمار وزارت مسکن و شهرسازی چین در فاصله سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ در فاز احداث خطوط مترو در حدود ۸۰ حادثه ثبت‌شده است که در میان آن‌ها سقوط از ارتفاع، سقوط اشیاء و همچنین برخورد با آن‌ها از متداول‌ترین نوع حوادث با فراوانی ۶۶ درصد گزارش‌شده است. آسیب‌های ناشی از ماشین‌آلات و شوک الکتریکی در رده‌های بعدی این آمار قرار دارند.(۱۳) همچنین سقوط از ارتفاع، رانش زمین، سقوط و برخورد با اشیاء، از علل اصلی حوادث پروژه‌های احداث راه‌آهن در کشور گینه بیان‌شده است(۱۴). این حوادث، با ضعف در اجرای راهکارهای کنترلی، نقص در برنامه‌ریزی و تأخیر پیمانکاران مرتبط است(۱۵, ۱۶) و ایجاد یک برنامه زمان‌بندی معقول و تخصیص بودجه مناسب، تأثیر اساسی بر ارتقاء وضعیت ایمنی در این پروژه‌ها دارد(۱۷).

لیو و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای، استفاده از وسایل حفاظت فردی، رعایت قوانین و رویه‌های ایمنی، اجرای آموزش‌های ایمنی، برگزاری کمیته‌های ایمنی، تشویق پیمانکاران به اجرای برنامه‌های ایمنی و انتخاب پیمانکاران دارای صلاحیت را مهم‌ترین عوامل مؤثر عملکرد ایمنی در

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

پروژه‌های احداث مترو عنوان کردند(۱۸).

باوجود مطالعات مختلفی که در زمینه ارزیابی ریسک و ایمنی پروژه‌های عمرانی در ایران انجام‌شده است، تاکنون مطالعه و طرح جامعی در خصوص ایمنی در پروژه‌های احداث راه‌آهن تدوین‌نشده است، همچنین اکثر مطالعات ایمنی ریلی در دنیا در فاز بهره‌برداری از خطوط راه‌آهن و مترو است. با توجه به نیاز کشور به توسعه خطوط ریلی و نبود اطلاعات آماری مناسب در فاز احداث، لزوم بررسی حوادث، علل ریشه‌ای خطرات و اولویت‌بندی آن‌ها جهت انجام اقدامات کنترلی بر اساس خط‌مشی سازمان از اهمیت بالایی برخوردار است؛ بنابراین این مطالعه باهدف ارزیابی ریسک و بررسی راهکارهای ارتقای ایمنی در پروژه احداث و افزایش خطوط راه‌آهن تهران – کرج می‌پردازد. در این تحقیق به دنبال پاسخ به پرسش‌های زیر هستیم:

۱) مخاطرات اصلی مربوط به هر فاز پروژه (زیرسازی، ابنیه فنی، روسازی و فعالیت‌های مشترک) چیست و کنترل آن‌ها تا چه میزان بر کاهش حوادث مؤثر است؟

۲) مهم‌ترین راهکارهای کنترلی جهت ارتقاء ایمنی در پروژه‌های احداث خطوط راه‌آهن کدامند؟

روش بررسی

در این مطالعه، پروژه احداث و افزایش خطوط راه‌آهن تهران – کرج در سه فاز عملیاتی زیرسازی، ابنیه فنی و روسازی و یک فاز فعالیت‌های مشترک ازنظر حوادث شغلی و ارزیابی ریسک‌های مرتبط با ایمنی موردبررسی قرار گرفت.

پروژه موردنظر مربوط به احداث خطوط راه‌آهن به طول ۴۲ کیلومتر، به همراه توسعه ۴ ایستگاه، ساخت ۲ دستگاه پل با ۱۱ دهانه، ۲۱ دستگاه تقاطع، ۷۱ دستگاه آبرو و با استفاده از ۸۲۴۹ تن ریل، ۱۱۶۹۳۷ قطعه تراورس و ۸۹۴۳۷ مترمکعب بالاست توسط یک شرکت بزرگ پیمانکاری به همراه پیمانکاران جزء و دارای ۹۰ درصد پیشرفت در طول ۴ سال بوده است.

با توجه به سابقه بالای شرکت موردنظر در زمینه احداث خطوط ریلی، در ابتدا تمامی مستندات و تصاویر مربوط به فعالیت‌ها شامل گزارش‌های بازرسی ایمنی، ارزیابی ریسک داخلی و خارجی، مباحث مطرح در جلسات کمیته حفاظت فنی و بهداشت‌کار، قوانین، دستورالعمل‌ها، روش‌های اجرایی ابلاغی به پروژه، چک‌لیست‌های استاندارد ایمنی، وضعیت قراردادها، علل تأخیر، بازرسی میدانی پیمانکاران جزء و درنهایت گزارش حوادث ثبت‌شده در پروژه جمع‌آوری و موردمطالعه قرار گرفت.

جهت شناسایی بهتر خطرات و دریافت اطلاعات از کارکنان، برگه‌ای شامل عنوان فعالیت، گزارش نوع، علل خطر و اقدام کنترلی پیشنهادی طراحی شد. در ابتدا یک برنامه آموزش ابتدایی توسط مسئول ایمنی پروژه ارائه و فرصت کافی جهت تکمیل برگه به کارکنان داده شد تا از نظرات آن‌ها در شناسایی خطرات کمک گرفته شود.

درنهایت، جلساتی به‌صورت بارش افکار توسط یک گروه ۶ نفره تشکیل شد(۱۹). نتایج مطالعه سوری و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد بیشترین میزان درک ریسک در پروژه‌های عمرانی مربوط به گروه سنی ۳۴-۲۵ سال، موقعیت شغلی مهندسین و تکنسین‌ها و کارکنان آموزش‌دیده در زمینه ایمنی است، منظور از درک ریسک، قضاوت درونی افراد در مورد ویژگی‌ها و شدت ریسک است. این مطالعه به همراه حضور مدیر پروژه، ملاک اصلی انتخاب افراد خبره جهت ارزیابی ریسک قرار گرفت (۲۰).

با استفاده از روش FMEA اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در پروژه با توجه به سه فاکتور احتمال وقوع (O)، پیامد احتمالی (S) و پتانسیل تشخیص (D) صورت پذیرفت. بدین‌صورت که با نظر کارگروه FMEA و با توجه به وضعیت پروژه به هر یک از عوامل فوق مقادیری بین ۱ الی ۱۰ و مطابق جدول ۱ تخصیص داده شد، اعداد بزرگ‌تر در این جدول بیانگر تأثیر نامطلوب‌تر پارامترها است. بعد از محاسبه میانگین اعداد تخصیص‌داده‌شده در هر پارامتر، از حاصل‌ضرب سه پارامتر P، S و D برای هر ریسک، مقداری در بازه ۱ تا ۱۰۰۰ به دست آمد که عدد اولویت ریسک (RPN) نامیده می‌شود (۲۱).

RPN= Severity × Occurrence × Detection

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

بعد از محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN)، سطح ریسک برای هر آیتم به‌منظور سنجش کیفی درجه ریسک در سیستم و برنامه‌ریزی جهت اولویت‌بندی ریسک‌ها در سه‌طبقه پایین (Low Risk)، متوسط (Medium Risk) و بالا (High Risk) تقسیم‌بندی شد.

بدین منظور، ابتدا میانگین و انحراف معیار RPN تمامی ریسک‌های شناسایی‌شده محاسبه شد و سپس با استفاده از انحراف معیار به‌دست‌آمده، پخش‌شدگی RPN حول مقدار میانگین محاسبه و حد پایین و بالای ریسک‌ها به دست آمد(۲۲).

$$\text{حد پایین} = \mu - S$$

$$\text{حد بالا} = \mu + S$$

همچنین ریسک‌هایی که حداقل یکی از فاکتورهای احتمال وقوع و پیامد احتمالی آن‌ها مطابق جدول بالای ۸ بود، به‌صورت ویژه توسط گروه بررسی و طبقه‌بندی شدند.

جدول ۱: نمایش مقیاس احتمال وقوع، پیامد احتمالی و پتانسیل تشخیص روش FMEA (۲۳, ۲۴)

درجه	احتمال وقوع (O)	پیامد احتمالی (S)	پتانسیل تشخیص (D)
۱	تقریباً غیرممکن	هیچ، بدون پیامد تأثیرگذار	ردیابی حتمی با کنترل‌های موجود
۲	بعید	خیلی جزئی	خیلی بالا
۳	خیلی پایین	جزئی، تحریک جزئی پوست، خراشیدگی	بالا
۴	پایین	خیلی کم، ضرب‌دیدگی، کوفتگی، کبودی	نسبتاً بالا
۵	نسبتاً پایین	کم، جراحت، بریدگی، مسمومیت خفیف	متوسط
۶	متوسط	متوسط، ناتوانی موقت مانند شکستگی، سوختگی متوسط	نسبتاً پایین
۷	نسبتاً بالا	زیاد، نقص عضو جزئی مانند قطع بندانگشت، سوختگی شدید	پایین
۸	بالا	بسیار زیاد، نقص عضو شدید مانند کوری چشم، قطع دست‌وپا، ازکارافتادگی	بسیار پایین
۹	خیلی بالا	شدید، مرگ یک نفر یا متصدیان پروژه	بعید
۱۰	تقریباً همیشه	فاجعه‌بار، مرگ چند نفر یا افرادی که درگیر پروژه نیستند.	عدم وجود روش‌های مؤثر در تشخیص

پس از تعیین مخاطرات اصلی، جهت اولویت‌بندی اقدامات کنترلی، مطابق دستورالعمل توافق شده ابتدا تمامی اقدامات کنترلی بر اساس درصد پوشش طبقه‌بندی شد، سپس تمامی اعضای گروه به همراه مدیران تصمیم‌گیرنده به مناسب بودن راهکار کنترلی از نظر هزینه، زمان اجرا و میزان اثربخشی راهکار ارائه‌شده نمره‌ای بین ۱ تا ۵ اختصاص دادند. در این حالت، به بهترین شرایط عدد ۵ اختصاص داده شد. درنهایت با ضرب درصد سطح پوشش مخاطرات در میانگین نمرات ارزیابی‌شده در هر زمینه، اولویت‌بندی اقدامات کنترلی انجام پذیرفت.

یافته‌ها

درمجموع ۳۷۷ ریسک شناسایی توسط گروه ارزیابی و گزارش کارکنان شناسایی گردید، بر اساس نتایج آماری، میانگین RPN محاسبه‌شده، برابر ۲۲۷/۸۳ و انحراف معیار ۱۲۴/۴۷ به دست آمد، درنتیجه حد پایین و حد بالای ریسک به ترتیب برابر ۱۰۳/۳۶ و ۳۵۲/۳ به دست آمد.

بر این اساس تمامی ریسک‌های با RPN کمتر از ۱۰۳ در سطح پایین، ریسک‌های با RPN>۳۵۲ در سطح بالا و ریسک-هایی که RPN آن‌ها بین حد پایین و حد بالا (۱۰۳<RPN<۳۵۲) بود، در سطح متوسط قرار گرفت.

در جدول ۲، فراوانی و درصد ریسک‌های شناسایی‌شده به تفکیک سطح و حوادث ثبت‌شده به تفکیک پیامد ارائه‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۱۹/۹٪ از ریسک‌ها در سطح پایین، ۶۱/۲٪ مربوط به ریسک‌هایی با سطح متوسط و ۱۸/۹٪ از آن‌ها نیز مربوط به ریسک‌ها با سطح بالا و نیازمند اقدام فوری است. بیشترین ریسک شناسایی‌شده به ترتیب مربوط به

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

فاز ابنیه فنی (۴۲/۲٪)، زیرسازی (۲۵/۷٪)، روسازی (۱۶/۷٪) و فعالیت‌های مشترک (۱۵/۴٪) می‌باشد.

در طول این پروژه، ۳۷۷ ریسک شناسایی‌شده، ۱۹ حادثه با حداکثر پیامد جزئی، ۱۰ حادثه با پیامد متوسط و یک حادثه با پیامد شدید در حیطه پیمانکاران جزء در فاز زیرسازی رخداده است. همچنین بیشترین حوادث مربوط به فاز روسازی (۳۶/۶٪) بوده است.

در جدول ۳ فراوانی مخاطرات اصلی در هر فاز بر اساس اولویت ریسک‌های سطح بالا و متوسط طبقه‌بندی شد.

جدول ۲: فراوانی و درصد سطح ریسک شناسایی‌شده و حوادث گزارش‌شده در پروژه

فاز پروژه		سطح ریسک شناسایی‌شده				حوادث ثبت‌شده (۴ ساله) با حداکثر پیامد			
		پایین	متوسط	بالا	جمع	جزئی (۳-۱)*	متوسط (۶-۴)	شدید (۹-۷)	جمع
زیرسازی	فراوانی	۲۰	۶۰	۱۷	۹۷	۴	۲	۱	۷
	درصد	۵/۳	۱۵/۹	۴/۵	۲۵/۷	۱۳/۳	۶/۶	۳/۳	۲۳/۳
ابنیه فنی	فراوانی	۳۳	۸۹	۳۷	۱۵۹	۴	۴	۰	۸
	درصد	۸/۸	۲۳/۶	۹/۸	۴۲/۲	۱۳/۳	۱۳/۳	۰	۲۶/۶
روسازی	فراوانی	۱۳	۴۰	۱۰	۶۳	۸	۳	۰	۱۱
	درصد	۳/۴	۱۰/۶	۲/۷	۱۶/۷	۲۶/۶	۱۰/۰	۰	۳۶/۶
مشترک	فراوانی	۹	۴۲	۷	۵۸	۳	۱	۰	۴
	درصد	۲/۴	۱۱/۱	۱/۹	۱۵/۴	۱۰/۰	۳/۳	۰	۱۳/۳
جمع	فراوانی	۷۵	۲۳۱	۷۱	۳۷۷	۱۹	۱۰	۱	۳۰
	درصد	۱۹/۹	۶۱/۲	۱۸/۹	۱۰۰	۶۳/۳	۳۳/۳	۳/۳	۱۰۰

*- اعداد ذکرشده مرتبط با پیامد بر اساس جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۳: فراوانی مخاطرات اصلی در هر فاز بر اساس ریسک بحرانی جهت انجام اقدامات کنترلی

فاز پروژه	حالت خطر	سطح ریسک شناسایی‌شده						حوادث ثبت‌شده		
		فراوانی				درصد نسبت به		فراوانی	درصد نسبت به	
		بالا	متوسط	پایین	مجموع	فاز پروژه	کل		فاز پروژه	کل
زیرسازی	فعالیت‌های مرتبط با ماشین‌آلات	۵	۶	۴	۱۵			۲		
	شرایط خطرناک (کانال، فضای بسته، گودبرداری و ...)	۴	۲	۰	۶			۰		
	ریزش، سقوط یا برخورد با بار، اشیاء و مصالح	۴	۲	۱	۷	۳۷/۱	۹/۵	۱	۷۱/۴	۱۶/۶
	سقوط از ارتفاع (بلندی، شرایط جوی، بخش‌های گودبرداری و ...)	۳	۲	۰	۵			۱		
	برخورد با تأسیسات (هوایی، زیرزمینی و ...)	۱	۲	۰	۳			۱		
	سقوط از ارتفاع (پل، شرایط جوی، نردبان، عملیات داربست و ...)	۱۳	۶	۲	۲۱			۳		
ابنیه فنی	ریزش، سقوط یا برخورد با بار، اشیاء و مصالح	۸	۴	۱	۱۳	۳۵/۸	۱۵/۱	۲	۶۲/۵	۱۶/۶
	نقص ایمنی و فنی ابزار، تجهیزات و دستگاه‌ها	۴	۲	۲	۸			۰		
	(تماس با) الکتریسیته	۳	۱	۰	۴			۰		
	(تماس با) وسایل متحرک، تیز و برنده	۱	۵	۵	۱۱			۰		
روسازی	ریزش، سقوط یا برخورد با بار، اشیاء و مصالح	۳	۳	۳	۹			۶		
	نقص ایمنی و فنی ابزار، تجهیزات و دستگاه‌ها	۳	۲	۲	۷	۶۰/۳	۱۰/۰	۰	۷۲/۷	۲۶/۶
	جوشکاری خطوط ریلی	۲	۱۰	۱	۱۳			۱		

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

فاز پروژه	حالت خطر	سطح ریسک شناسایی‌شده						حوادث ثبت‌شده		
		فراوانی				درصد نسبت به		فراوانی	درصد نسبت به	
		بالا	متوسط	پایین	مجموع	فاز پروژه	کل		فاز پروژه	کل
مشترک	فعالیت‌های مرتبط با ماشین‌آلات	۲	۲	۲	۶			۱		
	حالت زمین خوردن، لغزش یا سکندری خوردن	۰	۳	۰	۳			۰		
	رانندگی خارج از محیط کارگاه	۳	۳	۰	۶			۲		
	(تماس با) الکتریسیته	۳	۰	۰	۳			۰		
	(تماس با) وسایل متحرک، تیز و برنده	۱	۲	۱	۴	۳۲/۷	۵/۰	۰	۱۰۰	۱۳/۳
	حالت زمین خوردن، لغزش یا سکندری خوردن	۰	۳	۱	۴			۱		
	(حمله) حیوانات وحشی	۰	۲	۰	۲			۱		
مجموع		۶۳	۶۲	۲۵	۱۵۰		۳۹/۸	۲۲		۷۳/۳

نتایج نشان می‌دهد با کنترل ۳۹/۸٪ ریسک‌ها می‌توان از ۷۳/۳٪ حوادث شغلی در این پروژه جلوگیری کرد. این نسبت به تفکیک هر فاز در جدول ۳ ارائه‌شده است.

در فاز زیرسازی، مهم‌ترین حالات ریسک مربوط به فعالیت-های مرتبط با ماشین‌آلات از قبیل تصادف داخل کارگاه، باربرداری نامناسب، قرار گرفتن در نقطه کور، نقص فنی، ترکیدن لاستیک، واژگونی، ارتعاشات ناشی از حرکت و سقوط در بخش‌های گودبرداری شده به دست آمد. شرایط خطرناک، تجمع گازهای سمی و خطرناک داخل کانال یا گود، کار در فضای بسته، ریزش خاک و ... از دیگر خطرات مهم شناسایی‌شده محسوب می‌شود. با کنترل ۳۷/۱٪ از ریسک‌های شناسایی‌شده در فاز زیرسازی می‌توان انتظار کاهش ۷۱/۴٪ حوادث را متصور بود.

در بخش ابنیه فنی، سقوط از ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین تهدید شناسایی شد. واژگونی داربست، نصب نامناسب داربست و سکوهای کاری، جایگاه کار نامناسب، دهانه‌های بدون پوشش و حفاظ، نبود نگه‌دارنده‌های دست، بارگذاری بیش‌ازحد تخته، نردبان معیوب، شرایط جوی، روشنایی و ضبطوربط نامناسب از مهم‌ترین علل سقوط از ارتفاع عنوان شد.

در فاز روسازی با توجه به اینکه فعالیت‌های کمتری نسبت به دو فاز زیرسازی و ابنیه فنی وجود دارد، ریسک‌های موجود می‌تواند با تمرکز بر فعالیت‌های اصلی مدیریت شوند، به‌طوری‌که با کنترل ۵ حالت خطر اصلی که ۶۰/۳ درصد ریسک‌های موجود در این فاز را تشکیل می‌دهند می‌توان از وقوع ۷۲/۷ درصد از حوادث پیشگیری کرد.

در این بررسی فعالیت‌های مشترک از قبیل سرویس کارگران، حضور نیروهای حراست، فعالیت‌های اداری، انبارداری، آشپزخانه، بازرسی، نظارت و ... به‌صورت جداگانه موردبررسی قرار گرفت که تصادف وسایل نقلیه، تماس با الکتریسیته و حمله حیوانات وحشی جهت انجام اقدامات کنترلی در اولویت قرار گرفتند.

در بررسی حوادث، ریزش، سقوط یا برخورد با بار، اشیاء و مصالح (ازجمله ریزش بتن، سقوط بار در حین استفاده از جرثقیل، برخورد با میلگرد، قالب‌های فلزی، تراورس، ریل، پرتاب سنگ‌ریزه، بالاست و ...) به‌عنوان مهم‌ترین حالت منجر به حادثه شناخته شد.

در جدول ۴، اولویت‌بندی ۲۸ اقدام مهم جهت کنترل مخاطرات اصلی و پیشگیری از حوادث در این پروژه ارائه‌شده است. در این فهرست، اجرای برنامه آموزش عمومی ایمنی و افزایش بازدیدها و نظارت‌های ایمنی و فنی مهم‌ترین اقدام پیشنهادی در نظر گرفته‌شده است. همچنین صدور مجوزهای کاری از قبیل مجوز کار در ارتفاع، حفاری، کار با الکتریسیته، کار گرم، ورود افراد متفرقه و تهیه دستورالعمل‌های ایمن کار، جذب نیروی متخصص ایمنی جهت نظارت بر دستورالعمل‌ها و از پیشنهادهای کاربردی جهت مدیریت و کنترل ریسک است.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

جدول ۴: اولویت‌بندی مهم‌ترین اقدامات جهت کنترل مخاطرات اصلی پروژه و پیشگیری از حوادث

مهم‌ترین راهکارهای کنترلی قابل‌اجرا	میزان پوشش مخاطرات اصلی (درصد)	مناسب بودن راهکار کنترلی از دیدگاه تصمیم‌گیرندگان و از نظر			نمره نهایی
		زمان	هزینه	کیفیت و تأثیر	میانگین امتیاز کسب‌شده
اجرای برنامه آموزش عمومی ایمنی	۸۴/۶	۳/۱۷	۳/۶۷	۳	۳/۲۸	۲/۷۷
افزایش نظارت، بازدیدها و بازرسی‌های ایمنی (روزانه، ماهانه، دوره‌ای)	۴۷/۶	۳/۵	۴	۴	۳/۸۳	۱/۸۲
صدور مجوزهای کاری و نظارت بر ایمنی عملیات پرمخاطره	۴۵/۲	۳/۱۷	۴	۴	۳/۷۲	۱/۶۸
ابلاغ و پیگیری قوانین، تهیه دستورالعمل و استانداردهای موجود HSE اعمال محدودیت‌ها و ممنوعیت‌ها	۳۵/۷	۴/۵	۴/۵	۴/۶۷	۴/۵۶	۱/۶۳
(سرعت، افراد متفرقه، تردد افراد زیر بار، توقف عملیات در شرایط جوی نامناسب و شرایط ناایمن موقت، عملیات باربرداری)	۳۰/۱	۴/۶۷	۴/۳۳	۴/۵	۴/۵	۱/۳۵
اجرای نظام آراستگی محیط کار	۲۸/۵	۳/۳۳	۳/۳۳	۴/۶۷	۳/۷۸	۱/۰۸
نظارت بر استفاده از PPE	۲۰/۶	۳/۶۷	۴/۵	۳/۸۳	۴	۰/۸۲
استفاده از تجهیزات حفاظت از سقوط و محدودکننده حرکت، Fall Arrestor،کمربند ایمنی، تجهیزات امداد و نجات در شرایط اضطراری	۱۷/۴	۳/۵	۳	۴/۵	۳/۶۷	۰/۶۴
تعمیرات و نگهداری اصلاحی و پیشگیرانه ماشین‌آلات	۱۶/۶	۳/۶۸	۲/۸۳	۵	۳/۸۳	۰/۶۳
آموزش تخصصی HSE	۱۷/۴	۳/۳۳	۳/۶۷	۳/۶۷	۳/۵۶	۰/۶۲
حفظ فاصله ایمن (تجهیزات، ماشین‌آلات و منابع انرژی)	۱۵/۸	۴	۳/۳۳	۴/۱۷	۳/۸۳	۰/۶۱
اخذ گواهینامه‌های مربوط به تأییدیه ایمنی افراد، تجهیزات و ماشین-آلات	۱۵/۸	۳/۱۷	۳/۶۷	۴/۱۷	۳/۶۷	۰/۵۸
استفاده از ابزار و تجهیزات متناسب با نوع کار	۱۲/۷	۴/۳۳	۴/۳۳	۴/۵	۴/۳۹	۰/۵۶
استفاده از تابلوها، پوسترها، برچسب‌ها و سایر هشدارهای ایمنی	۱۶/۴	۳	۳/۶۷	۳	۳/۲۲	۰/۵۳
نیازسنجی، خرید و توزیع PPE	۱۱/۹	۴	۴	۳/۸۳	۳/۹۴	۰/۴۷
جذب یا نگهداری نیروی انسانی مجرب و دارای صلاحیت	۱۳/۴	۳	۳/۱۷	۳/۸۳	۳/۳۳	۰/۴۵
تهیه وسایل جهت حمل بار، طراحی ایستگاه کاری و استفاده از تجهیزات بلند کردن بار	۱۴/۲	۳	۳/۱۷	۲/۸۳	۳	۰/۴۳
داربست و نردبان ایمن، ایجاد سکوی کار و راه دسترسی ایمن	۱۱/۹	۳	۳/۱۷	۴/۱۷	۳/۴۴	۰/۴۱
حفاظ گذاری و ایجاد مانع در سطوح، بازشوها و پرتگاه‌ها	۹/۵	۳/۱۷	۳/۱۷	۴/۵	۳/۶۱	۰/۳۴
حفاظ گذاری تجهیزات، ماشین‌آلات و قسمت‌های متحرک	۷/۹	۴/۱۷	۴/۱۷	۴/۳۳	۴/۲۲	۰/۳۳
سامانه‌های اطفای حریق دستی	۶/۳	۵	۴/۸۳	۳/۶۷	۴/۵	۰/۲۸
نظارت HSE بر قرارداد و عملیات پیمانکاران فرعی	۷/۱	۲/۳۳	۳/۵	۳/۶۷	۳/۱۷	۰/۲۳
مدیریت ایمنی پروژه و تسریع در زمان اجرای برخی عملیات	۶/۳	۳/۵	۲/۸۳	۳/۳۳	۳/۲۲	۰/۲۰
فروش بخشی از ماشین‌آلات غیرقابل بهره‌برداری شرکت و خرید ماشین-آلات متناسب با احداث خطوط راه‌آهن	۵/۵	۲/۸۳	۳/۵	۴	۳/۴۴	۰/۱۹
ارتینگ، اتصال به زمین	۴/۷	۲/۸۳	۳/۸۳	۴	۳/۵۶	۰/۱۷
اعمال نوبت‌کاری	۳/۹	۴/۳۳	۴	۳/۵	۳/۹۴	۰/۱۵
بازرسی استحکام و ثبات سازه‌های جانبی و ساختمان و تقویت آن‌ها	۴/۷	۲/۶۷	۲/۸۳	۳/۵	۳	۰/۱۴
شناسایی موقعیت تأسیسات و ارزیابی و نظارت قبل از عملیات	۲/۳	۲/۸۳	۴/۱۷	۳/۸۳	۳/۶۱	۰/۰۸

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

بحث

در این مطالعه، شدیدترین پیامد حادثه، بیشترین ریسک شناسایی‌شده و بیشترین فراوانی حادثه به ترتیب مربوط به فاز زیرسازی، ابنیه فنی و روسازی بود. این نتایج نشان می‌دهد که تمامی فازهای عملیاتی باید موردتوجه جدی مدیریت ایمنی قرار گیرد که این با ماهیت پروژه‌های عمرانی تطابق دارد. همچنین در این مطالعه با درنظر گرفتن اهمیت اقدامات کنترلی بر اساس فاکتورهای مختلف، آموزش عمومی ایمنی، نظارت و بازرسی در صدر برنامه‌های کنترلی در دستور کار قرار گرفت.

در زمینه نیاز آموزشی نتایج مشابهی در سایر مطالعات ارائه شده است. دینگ و همکاران (۲۰۱۷)، علت بیش از ۸۰ درصد حوادث مربوط به احداث مترو را با رفتار ناایمن، ضعف آگاهی و آموزش ناکافی مرتبط می‌دانند. با افزایش آگاهی و بهبود شرایط ناایمن به همراه نظارت صحیح می‌توان از رفتارهای ناایمن کارگران جلوگیری کرد(۱۳). آواد و همکاران (۲۰۱۶) عدم وجود سیستم نظارت مناسب، پشتیبانی ناکافی مدیران و ضعف آگاهی ایمنی را از چالش‌های اساسی HSE در پروژه‌ها بیان می‌کند(۲۵).

عدم آموزش می‌تواند جزء چالش‌های اصلی برنامه‌های HSE در پروژه باشد، برای مثال در این مطالعه اولویت نظارت بر استفاده از وسایل حفاظت فردی امتیاز بیشتری نسبت به نیازسنجی، خرید و توزیع PPE به دست آورده است که این مورد طبق بررسی مامادو (۲۰۱۹) در کارگاه‌های احداث راه‌آهن گینه می‌تواند به علت عدم آموزش مناسب و درنتیجه مشارکت پایین کارمندان، بی‌توجهی به کمیته‌های حفاظت فنی و سیاست‌گذاری نامناسب مدیریت در برنامه‌های ایمنی باشد. وی بیان می‌کند که علیرغم وجود کافی تجهیزات حفاظت فردی در بیشتر کارگاه‌ها، استفاده از آن‌ها به‌صورت حداقل است(۱۴).

در این مطالعه، ۲۸ راهکار پیشنهادی جهت کنترل مخاطرات اصلی و جلوگیری از وقوع حوادث ارائه شد. در این زمینه، آناکور و همکاران (۲۰۲۰)، در بررسی رویه‌های ایمنی در پروژه‌های احداث راه‌آهن، به صورت کلی مهم‌ترین اقدامات را مشارکت مدیریت و کمیته ایمنی، نظارت، شناسایی خطر و ارزیابی مستمر ریسک، استفاده از منابع انسانی متخصص، برنامه‌ریزی آموزشی، توجه به ساعات کاری، استفاده صحیح و مؤثر از علائم ایمنی، وسایل حفاظت فردی و تجهیزات بلند کردن بار و همکاری با شرکت‌های بیمه عنوان می‌کنند که تا حد بالایی با این مطالعه هم‌خوانی دارد(۱).

افزایش نظارت و بازرسی‌های فنی و ایمنی و صدور مجوزهای کاری نیز از اولویتهای اصلی بود. بهوندی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه علل اصلی ایجادکننده ریسک‌های بحرانی در پروژه به دو عامل خطای انسانی و عدم بازرسی از تجهیزات و ماشین‌آلات اشاره می‌کنند. راهکارهای کنترلی شامل آموزش، به‌کارگیری نیروی متخصص، برگزاری جلسات روزانه ایمنی، رعایت فاصله مناسب افراد از محل خطر، صدور مجوز کار در ارتفاع و انجام بازرسی‌های روزانه، دوره‌ای و اتفاقی از تجهیزات و ماشین‌آلات بود(۲۶).

منظمی تهرانی و همکاران (۲۰۱۹) افزایش میزان سرمایه‌گذاری در حوزه ایمنی با جذب نیروهای متخصص HSE، تهیه وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار، انجام آموزش‌های HSE و تهیه فناوری‌ها و تجهیزات نوین را از عوامل بهبود عملکرد ایمنی در پروژه‌های عمرانی بیان می‌کند(۴).

همان‌طور که بیان شد، شدیدترین پیامد مربوط به حادثه در این پروژه در حیطه پیمانکاران فرعی و عدم نظارت صحیح بر فعالیت آن‌ها رخداده است، نظارت مناسب بر این حیطه می‌تواند ۷/۱ درصد از ریسک‌های شناسایی‌شده را تحت پوشش قرار دهد. این نظارت با تعریف و ارائه دستورالعمل‌های ایمن کار و استانداردها و آیین‌نامه‌های موجود قدرت بیشتری پیدا می‌کند. کارگران باید تحت نظارت صحیح قرار بگیرند و به آن‌ها دستورالعمل‌های روشنی داده شود. با توجه به وجود آیین نامه‌های قانونی با نظارت بر فعالیت پیمانکاران فرعی و صدور مجوز

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

کار علاوه بر کاهش وقوع حوادث می‌توان بسیاری از مسائل حقوقی مرتبط با حوادث را برطرف نمود. مجوز کار یک راه و روش ایمن برای انجام کار، اقدامات پیشگیرانه، کنترل خطرات بالقوه و یا حذف و کاهش خطرات شناسایی‌شده را نشان می‌دهد(۲۷). مستندات مجوز کار علاوه بر اینکه خطرات بالقوه را به کارگر یا پیمانکاران فرعی معرفی می‌نماید، نشان‌دهنده نظارت پیمانکار اصلی بر پیمانکاران فرعی خود می‌باشد.

طبق نتایج آماری درمجموع، ریزش، سقوط یا برخورد با بار، اشیاء و مصالح، سقوط از ارتفاع و فعالیت‌های مرتبط با ماشین‌آلات از علل مهم وقوع حوادث و ریسک شناسایی‌شده این مطالعه عنوان‌شده است. سقوط از ارتفاع، اغلب یکی از علل اصلی حوادث مرگبار تلقی می‌شود که از مهم‌ترین علل آن می‌توان به شیوه‌های کار ناایمن، آموزش ناکافی، تغییر مداوم محیط کار و عدم استفاده از روش‌های حفاظت از سقوط اشاره کرد(۱۲). در مطالعه العنبری و همکاران (۲۰۱۵) نیز، اصلی‌ترین عوامل شناسایی‌شده شامل سقوط از ارتفاع، تماس با الکتریسیته، برخورد با وسایل متحرک و آسیب‌دیدگی توسط اشیاء سقوط کرده بود(۲۸).

در این مطالعه، مسئولیت‌های شرکت در انجام اقدامات کنترلی درصد بالاتری را نسبت به مسئولیت‌های فردی دربر می‌گیرد. سوری و همکاران (۲۰۱۶) ۳۹ درصد علت حوادث عمرانی مربوط به برخورد با اجسام و ۱۷/۴ درصد به علت سقوط از ارتفاع و لیز خوردن گزارش کردند. در مطالعه آن‌ها، ۶۳ درصد افراد، مهم‌ترین فاکتور بروز حادثه را خود فرد می‌دانستند و عواملی نظیر مسئولیت‌های شرکت در اجرای اقدامات پیشگیرانه، دوره‌های آموزشی، نظارت‌ها و انجام اقدامات ایمنی در کارگاه را در نظر نمی‌گیرند(۲۰).

در خصوص بررسی حوادث با پیامد جزئی، مارشال و همکاران (۲۰۱۸) وقوع این نوع از حوادث را به‌عنوان یک سیگنال مفید جهت ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد کلی ایمنی یک شرکت می‌دانند(۲۹)، در مدل هاینریش، مشخص‌شده است که وقتی در یک کارگاه یک حادثه شدید رخ می‌دهد، حوادث با پیامد متوسط، پیامد جزئی و همچنین شبه حوادث به نسبت فراوانی بیشتری به خود اختصاص می‌دهند، با توجه به اینکه شبه حوادث، کمتر ثبت و گزارش می‌شوند باید نسبت به این موضوع حساسیت نشان داد. با اصلاح شرایط ناایمن و عوامل جزئی می‌توان امیدوار بود که حوادث شدید از رأس هرم حوادث نیز حذف شوند (۳۰).

نتیجه‌گیری

ایران به‌عنوان یک کشور درحال‌توسعه، دارای زمینه‌های بسیار وسیع در جهت گسترش فعالیت‌های عمرانی و به‌خصوص زیرساخت‌های ریلی است. با توجه به رشد و توسعه این صنعت و آمار بالای حوادث، لزوم بررسی علل ریشه‌ای خطرات و اولویت‌بندی اقدامات کنترلی بر اساس خطمشی سازمان از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه، حالات خطر و حوادث به تفکیک هر فاز پروژه و اولویت‌بندی اقدامات کنترلی را بر اساس میزان پوشش مخاطرات، هزینه، زمان اجرا و میزان اثربخشی راهکار را از دیدگاه تصمیم‌گیرندگان موردتوجه قرار دادیم.

ارتقای وضعیت ایمنی در پروژه‌های احداث خطوط ریلی بسیار پیچیده است، زیرا با انبوهی از فرایندها، عوامل خطر، عدم قطعیت و شرایط مختلف روبرو هستیم(۱۷, ۳۱). در این مطالعه اجرای اقدامات سازمانی و مدیریتی، بیشترین تأثیر را در کنترل ریسک‌های موجود داشت. در نهایت اجرای برنامه‌های آموزشی، نظارتی، ابلاغ دستورالعمل‌ها، صدور مجوزها، تعمیر و نگهداری به‌موقع، اخذ گواهینامه‌ها، نظارت بر پیمانکاران فرعی و سایر موارد به‌عنوان پیشنهادهای این تحقیق، همگی نیازمند تصمیم‌های قاطع مدیریتی و تأمین مالی خواهد بود. در مطالعات مختلف، تعهد مدیریت نسبت به ایمنی، به‌عنوان مهم‌ترین عامل ارتقای وضعیت ایمنی و اطمینان از اجرای مؤثر برنامه‌ها و اقدامات ایمنی عنوان‌شده است(۳۲-۳۴). سیو و همکاران (۲۰۱۶) تعهد، رهبری و تعامل مدیریت در سه سطح کارفرما، پیمانکاران و پیمانکاران فرعی را عامل کلیدی در ارتقاء عملکرد ایمنی پروژه‌های عمرانی می‌دانند (۳۵).

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

مدیریت با برنامه‌ریزی مناسب جهت اجرای راهکارهای کنترلی، تأمین مالی جهت رفع نواقص، ارتباط با کارکنان در زمینه ایمنی و مشارکت آن‌ها در تصمیم‌گیری و به‌طورکلی پرداختن به ایمنی محیط کار، باعث ایجاد حس اعتماد در کارکنان می‌شود که این اقدام زمینه‌ساز بهبود عملکرد ایمنی و کاهش حوادث شغلی است(۳۴, ۳۶).

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی و سایر پروژه‌های مشابه، اقدامات فنی، سازمانی و فردی با استفاده از روش‌های تصمیم-گیری چندمعیاره به‌صورت جامع‌تری موردبررسی قرار گیرند. همچنین با بررسی وضعیت بهداشت و محیط‌زیست پروژه و استفاده از سایر روش‌های ارزیابی ریسک و مقایسه بامطالعه حاضر، یک طرح جامع و مدل بهینه جهت ارزیابی ریسک‌های مرتبط با HSE در دسترس قرارگرفته و تأثیر اجرا و عدم اجرای آن‌ها بر روی زمان و هزینه کل در پروژه‌ها موردبررسی قرار گیرد. همانند هر تحقیق دیگری، این تحقیق نیز با محدودیت‌هایی روبرو بود که مهم‌ترین آن‌ها شامل نقص در برخی مستندات پروژه، کمبود منابع پژوهشی، نقص در ارتباطات و عدم همکاری مناسب پیمانکاران فرعی در ارائه اطلاعات بود.

تقدیر و تشکر

از کلیه عزیزانی که در نگارش این مقاله ما را یاری رساندند، به‌طور ویژه از مهندس روح اله حشمتی باطن، مهندس سید محمود موسوی میرکلائی، مهندس وحید عباس‌زاده نرمیقی و مهندس مهسا ملکی کمال سپاسگزاری را داریم.

مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: ا.آ، ز.س، م.ع

جمع‌آوری داده: ا.آ، م.ع

تحلیل داده: ف.ع.گ، م.ع

نگارش و اصلاح: ز.س، م.ع

منابع

1. Anakor C, Ajayi OM, Akinsiku OE, et al. Safety Practices in Railway Civil Engineering Construction Project. The Lagos Journal of Environmental Studies. 2020; 10(2): 74-83.
2. Zandiye K, Taherkhani R, Ziaie Moayed R. History of safety in Iranian construction industry. Journal of Engineering & Construction Management. 2016; 1(1): 12-9. [Persian].
3. Xia N, Zou PX, Liu X, et al. A hybrid BN-HFACS model for predicting safety performance in construction projects. Safety science. 2018. 101: 332-43.
4. Tehrani GM, Esmaeili R, Babaei AA. Investigation of Relationship between Safety Investments and Safety Performance Indicators in the Construction Industry. Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume. 2019; 6(2): 35-44. [Persian]
5. Pope C, Mays N. Qualitative research in health care: John Wiley & Sons; 2020.
6. Pouyakian M, Khatabakhsh A, Jafari MJ. The analysis of hazard identification and risk assessment studies with the approach to assessing risk control measures since 2001 to 2017 :A systemic review. Iran Occupational Health. 2020; 16(6): 1-15. [Persian]
7. Lindsay F. Successful health and safety management. The contribution of management audit. Safety science. 1992; 15(4-6): 387-402.
8. Ardeshir A, Amiri M, Mohajeri M. Safety risk

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

assessment in mass housing projects using combination of Fuzzy FMEA, Fuzzy FTA and AHP-DEA. Iran Occupational Health. 2013; 10(6): 78-91. [Persian]

9. Salajegheh S, Akhavan A, Hajihosseini A. Determining optimal risk assessment model in construction projects (Case study: steel plant construction project. Occupational Medicine. 2020. [Persian]
10. Mzougui I, El Felsoufi Z. Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product. Procedia CIRP. 2019; 84: 1003-9.
11. Legodi SI, Chelule PK. Occurrence of occupational injuries at a railway construction industry in Pretoria, South Africa. PULA: Botswana Journal of African Studies. 2016; 30(1).
12. Mohajeri M, Ardeshir A. Analysis of Construction Safety Risks Using AHP-DEA Integrated Method. Amirkabir Journal of Civil and Environmental Engineering. 2016; 48(3): 217-26. [Persian]
13. Ding L, Xu J. A review of metro construction in China: Organization, market, cost, safety and schedule. Frontiers of Engineering Management. 2017; 4(1): 4-19.
14. Mamadou B. Factors Influencing Health and Safety Management for Railway Construction Project in Guinea: Shandong University; 2019.
15. Vishwas HSDG, Gidwani DG. Hazards Identification and Risk Assessment in Metro Railway Line Construction Project at Hyderabad. Int J Eng Res. 2017; 6(08): 243-9.
16. Li M, Yu H, Jin H, et al. Methodologies of safety risk control for China's metro construction based on BIM. Safety science. 2018; 110: 418-26.
17. Liu P, Li Q, Bian J, et al. Using interpretative structural modeling to identify critical success factors for safety management in subway construction: A china study. International journal of environmental research and public health. 2018; 15(7): 1359.
18. Liu W, Zhao T, Zhou W, et al. Safety risk factors of metro tunnel construction in China: an integrated study with EFA and SEM. Safety Science. 2018; 105: 98-113.
19. Press D. Guidelines for failure mode and effects analysis (FMEA), for automotive, aerospace, and general manufacturing industries: CRC Press; 2003.
20. Soori S, Sebt M-H, Ardeshir A. Risk perception assessment and its related factors among construction workers. Safety Promotion and Injury Prevention. 2016; 4(4): 261-8. [Persian]
21. Ratnaningsih A, Arifin S, Suyoso H, et al, editors. Risk assessment on occupational accident of apartment building structural work with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. MATEC Web of Conferences; 2019: EDP Sciences.
22. Jozi S, Jafarzadeh Haghighi Fard N, Afzali Behbahani N. Hazard identification and risk

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

assessment of high voltage power lines in residential areas using failure modes and effects analysis (FMEA). Iranian Journal of Health and Environment. 2014; 7(1): 55-64. [Persian]

23. Xu K, Tang LC, Xie M, et al. Fuzzy assessment of FMEA for engine systems. Reliability Engineering & System Safety. 2002; 75(1): 17-29.
24. Uchoa JGL, de Sousa MJA, Henrique L, et al. FMEA method application based on occupational risks in the construction industry on work at height: A theoretical contribution. International Journal of Advanced Engineering Research and Science 2019; 6(10): 261-78.
25. Awwad R, El Souki O, Jabbour M. Construction safety practices and challenges in a Middle Eastern developing country. Safety science. 2016; 83: 1-11.
26. Behvandi A, Dashti S, Varshosaz K. Identification and Assessment of Occupational Health and Safety Risks of Activities and Operations of Oil Drilling Rigs Using FMEA Method (Case Study: Southern Yarran Region). Journal of Environmental Health Enginering. 2020: 89-102. [Persian]
27. Abbasi S, Gilani N, Javanmardi M, et al. Prioritizing the indicators influencing the Permit to Work system efficiency based on Analytic Network Process. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2020: 1-25.
28. Al-Anbari S, Khalina A, Alnuaimi A, et al. Risk assessment of safety and health (RASH) for building construction. Process Safety and Environmental Protection. 2015; 94: 149-58.
29. Marshall P, Hirmas A, Singer M. Heinrich's pyramid and occupational safety: a statistical validation methodology. Safety Science. 2018; 101: 180-9.
30. Penkey SP, Siddiqui NA. A review on accident pyramid and its empirical interpretation in oil & gas industry (upstream). International Journal of Scientific and Research Publications. 2015; 5(1): 1-3.
31. Lu Y, Zhang Y. Toward a Stakeholder Perspective on Safety Risk Factors of Metro Construction: A Social Network Analysis. Complexity. 2020.
32. Flin R. "Danger—men at work": Management influence on safety. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 2003; 13(4): 261-8.
33. Buniya MK, Othman I, Durdyev S, et al. Safety Program Elements in the Construction Industry: The Case of Iraq. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18(2): 411.
34. Kiani M, Asgari M, Abbas Gohari F, et al. Safety climate assessment: a survey in an electric power distribution company. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2021: 1-7.
35. Wu C, Wang F, Zou PX, et al. How safety leadership works among owners, contractors and

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

subcontractors in construction projects. International Journal of Project Management. 2016; 34(5): 789-805.

36. RezaeiiBaghebidi MH, Halvani G, Ghiyasi S, et al. Assessing Safety Culture and its Influencing Factors in a Steel-Manufacturing Plant. Tolooebehdasht. 2017; 16(4): 37-48. [Persian]

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]

Investigating Safety Promotion Guidelines in Railway Construction Projects

Eshagh ARIANMEHR[1], Zahra SABZI[2], Faezeh ABBASGOHARI[3], Mohsen ASGARI[*4]

Abstract

Original Article

Received: 2021/07/22
Accepted: 2021/10/26

Citation:
ARIANMEHR E, SABZI Z, ABBASGOHARI F, ASGARI M. Investigating Safety Promotion Guidelines in Railway Construction Projects. Occupational Hygiene and Health Promotion 2022; 6(2): 180-193.

Introduction: Occupational accidents not only reduce social credibility and impose a heavy economic burden on the organization, but also cause fatalities and disability among personnel. This study aims to assess risk and review safety promotion guidelines in railway construction projects.

Methods: This study investigated the safety status of Tehran-Karaj railway construction and increasing lines project in four phases, including infrastructure, technical buildings, superstructure, and joint activities. The data were gathered by reviewing project safety documentation, reported accidents, and risk assessment results by failure modes and effects analysis (FMEA) method. Risks were categorized based on control ability at three levels, including low, moderate, and high levels. Control measures were prioritized based on the risk coverage percentage, cost, implementation time, and effectiveness.

Results: In total, 377 risks were identified, 19.9%, 61.2%, and 18.9% of which were in the low, moderate, and high levels, respectively. The most frequently identified risks and the highest rate of accidents were related to technical buildings (42.2%) and superstructure (36.6%) phases, respectively. In terms of consequence, the most severe accident occurred in the infrastructure phase within the contractors' scope of action. Falling from height was identified as the greatest threat against the project, and collapsing, falling, and hitting with materials as the key cause of the accident. It was found that controlling 39.8% of the risks could avert 73.3% of the project occupational accidents.

Conclusion: The findings reveal the major role of senior management commitment to safety and emphasis on control measures, including implementing safety program training, increasing visits, and safety inspection, as well as implementing a permit to work system in all operational phases.

Keywords: Railway Construction, Risk Assessment, Accident, Safety Management

[1] Department of Civil Engineering; Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
[2] Department of Civil Engineering; Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
[3] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
*(Corresponding Author: mohsenasgari@sbmu.ac.ir)

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2025-02-06]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10305]