

بررسی و تجزیه و تحلیل آماری مطالعات سوانح ریلی: مرور سیستماتیک

امیراسماعیل فروهید^۱، آرش عبدی زاده نارگ موسی^۲

^۱ استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران.

^۲ دکتری مهندسی صنایع، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران.

نام نویسنده مسئول:

آرش عبدی زاده نارگ موسی

چکیده

ساخته ی ریلی از مسایل مهمی است که آگاهی و شناخت علل ایجاد آن، نقش موثری در افزایش ضریب ایمنی و کاهش خسارات جانی و مالی در حمل و نقل ریلی خواهد داشت. می توان گفت که حمل ایمن بار و مسافر برای مدیران حمل و نقل ریلی، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. به کارگیری روش های ایمن حمل و نقل، نیازمند شناخت کامل از عوامل به وجود آورنده شرایط غیر ایمن است که این امر با یادگیری از تجربیات گذشته محقق میگردد. اداره کل ایمنی و نظارت بر شبکه یکی از بخش های بسیار مهم راه آهن ایران است که مسئول ناظر بر کلیه فعالیت های متأثر و یا تأثیرگذار بر ایمنی راه آهن است. حوادث ریلی از اهداف مهم صنعت راه آهن محسوب میشود. جمع آوری، طبقه بندی و تجزیه و تحلیل آمار سوانح و اتفاقات به منظور ارزیابی و اعمال تمهیدات لازم در جهت پیشگیری از سوانح از اهم وظایف این اداره کل محسوب می شود.

در این مقاله به تحلیل داده های مربوط به حوادث راه آهن جمهوری اسلامی ایران پرداخته شده است. برای این منظور، نتایج به دست آمده از مقالات انجام شده از سوانح راه آهن ایران در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار گرفته اند. حوادث رخ داده در هر ناحیه مورد بررسی قرار گرفته اند و از نظر نوع، شدت، علل و عوامل تحلیل گردیده اند. برای تحلیل این اطلاعات از تکنیک های آماری و مقایسه ای استفاده شده است. نتیجه این تحقیق می تواند در شناسایی وضعیت سوانح راه آهن ایران برای برنامه ریزی اقدامات لازم برای پیشگیری از وقوع سوانح و کاهش آنها و در نتیجه تأمین ایمنی تردد قطارها استفاده شود.

واژگان کلیدی: راه آهن ایران، ایمنی، حوادث ریلی، تحلیل آمار، مرور سیستماتیک.

مقدمه

با تداوم روند جهانی شدن اقتصاد و افزایش مبادلات در جهان، اهمیت خدمات حمل و نقل و ارتباطات بتدریج افزایش یافته و درصد قابل توجهی از منابع در این بخش تمرکز یافت. صنعت حمل و نقل به عنوان یکی از محورهای توسعه اجتماعی و اقتصادی در بیشتر کشورها، مورد توجه سیاست گذاران اقتصادی بوده تا با ساماندهی این بخش زمینه ارتقاء و عملکرد بهینه آن محقق گردد. (۱) در چنین شرایطی خدمات حمل و نقل و ارتباطات در کشور ما نیز به تناسب جایگاه راهبردی که ایران در منطقه دارد، شرایط ویژه ای یافته است. حمل و نقل و به ویژه حمل و نقل ریلی یکی از ارکان اصلی رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه ای محسوب می شود، بالا بودن کارایی این بخش از اقتصاد از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا از یک طرف مستلزم سرمایه گذاری زیادی در زیر ساخت هاست و از طرف دیگر به دلیل پایین بودن هزینه های سوخت، آلودگی کمتر محیط زیست و همچنین بالا بودن ایمنی، سرمایه گذاریهای لازم را توجیه پذیر می نماید. (۲)

اصل کمیابی و تخصیص بهینه منابع، موضوعی است که همواره ذهن بشر را به خود مشغول ساخته است، این محدودیت و کمیابی در تمام زمینه ها، مانند عوامل تولید و به تبع آن کالا و خدمات کاملاً محسوس است، از این رو انسان برای ایجاد شرایط بهتر برای زندگی چاره ای جز استفاده هر چه بهتر از امکانات موجود جهت دسترسی به تولید بیشتر و کیفیت بالاتر را ندارد و آنچه که به روشنی پاسخگوی این نیاز است؛ بهبود کارایی است. (۳)

یکی از مهم ترین نقاط ضعف در شبکه های حمل و نقلی بویژه راه آهن ها که عامل افزایش هزینه ها و زایل نمودن سرمایه های گزافی می گردد، فقدان ایمنی مناسب می باشد. حفظ و ارتقای سطح ایمنی یکی از الزامات اساسی در توسعه صنعت حمل و نقل ریلی محسوب می شود. توسعه سیستم های ایمنی نیازمند شناخت کامل از نارسایی ها و مشکلات موجود در سطح شبکه ریلی می باشد. در این میان راه آهن جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به تولید حجم انبوهی از اطلاعات در راه آهن جمهوری اسلامی ایران بخصوص در سیستمهای ایمنی از قبیل سیستم ثبت سوانح، نیاز به ابزاری مناسب برای تحلیل این داده ها وجود دارد تا وضعیت سوانح و روابط موجود در میان مشخصه های آنها شناسایی و در نتیجه با اتخاذ اقدامات مناسب ایمنی بیشتر تردد قطارها تامین گردد. در این مطالعه به دنبال تحلیل داده های مربوط به سوانح راه آهن ایران هستیم تا بتوان اقدامات لازم را به منظور پیشگیری از وقوع آنها یا کاهش دفعات آنها اتخاذ نموده و ایمنی تردد قطارها فراهم شود. بر اساس بررسی های انجام شده توسط نویسندگان این مقاله در زمینه تحلیل داده های مربوط به سوانح ریلی در ادبیات موضوع مطالعاتی وجود دارد که در آن نویسندگان به تعیین مشخصه هایی از تصادفات ریلی پرداختند که با عوامل انسانی مربوط به تصادفات در ارتباط می باشد. برای این منظور از تکنیک تحلیل همبستگی برای تعیین این که آیا یک تصادف نتیجه یک عامل انسانی است یا عامل غیر انسانی.

تا زمانی که عملکرد انسانها در یک محیط پیچیده صورت میگیرد، خطا اتفاق خواهد افتاد و احتمال این امر در شرایط استرس، اضافه کاری و خستگی افزایش مییابد. سازمانها باید خطاها را به صورت کارآمد مدیریت کنند و از این طریق احتمال خطا و تأثیرات ناشی از آن را کاهش دهند. (۴) جهت پاسخگویی به تقاضای فزاینده استفاده از این شیوه حمل و نقل، نیازمند مدیریت در کلیه زیربخشهای ریلی چون ایمنی، بهره برداری ناوگان و خطوط، تخصیص بودجه، آموزش و بکارگیری نیروی متخصص و تعمیر و نگهداری خطوط، ابنیه و ناوگان خواهیم بود که در این تحقیق موضوع ایمنی را مورد بررسی قرار خواهیم داد. بر طبق آمار و اطلاعات در ۱۳ سال گذشته (۱۳۷۷-۱۳۹۰) شمار سوانح خروج از خط قطار در ایران حدود ۵۰٪ سوانح راه آهن را تشکیل داده است. این معضل از مسایل مهمی است که در حمل و نقل ریلی مطرح می باشد. در بعضی موارد دلایل خروج از خط به وضوح مشهود می باشند اما در اکثر پیشامدها بدین سادگی نبوده و نیاز به بررسی بیشتر را طلب می نماید. به عنوان مثال با توجه به بررسی های صورت گرفته و طبق آمار و اطلاعات موجود، تعدادی از سوانح ریلی هنگامی اتفاق می افتند که وضعیت و ثبات قطارها و خطوط از حدود و استانداردهای تعیین شده ای که جهت ایمنی آنها وضع شده اند، بیشتر نمی باشند و بالعکس. با بررسی تجربیات حاصل از تعدادی از سوانح قطارهای باری در می یابیم که علیرغم اینکه فاکتورهای مؤثر در بروز حوادث بیش از حدود تعیین شده و استاندارد بوده اند (۵)، سانه روی نداده است، اگرچه چرخه ای وسایل نقلیه ریلی به حالت معلق در آمده باشند. (۶-۸) موارد نامبرده فوق الذکر لزوم بررسی جامع و تخصصی موضوع را طلب می نماید. در این گونه موارد با استفاده از روش های تحلیلی ساده صرفاً مبتنی بر تجربه و یا آمار ناقص نمی توان به ارزیابی کامل سوانح خروج از خط پرداخت. با بررسی نتایج حاصل از سوانح خروج از خط در می یابیم که در بررسی هر سانه باید اثرات متقابل علل مؤثر در سانه چون عوامل مربوط به شرایط وسایل نقلیه ریلی، خطوط ریلی و شرایط بهره برداری مورد بررسی دقیق واقع شود. شایان ذکر است که ترکیب هر یک از عوامل نامبرده می تواند در شرایطی ویژه موجب خروج از خط قطار گردد. تنها راه کاهش سوانح خروج از خط، یافتن دلایل واقعی مؤثر بر سوانح، بدست آوردن حدود مجاز مربوط به هریک و در نهایت ارایه یک مدل تحلیلی پیش بینی سوانح می باشد. (۹) امروزه علیرغم تلاش های بسیاری که در دنیا به منظور کاهش سوانح ریلی انجام می گیرد نظاره گر سوانحی می باشیم که علاوه بر خسارات مالی، موجب تلفات جانی و جبران ناپذیری

خواهد شد. بدین منظور جهت رفع آن سرمایه های بسیاری جهت بهبود استانداردهای ایمنی ریلی و مدیریت صحیح سوانح صرف شده است. (۱۰)

با توجه به تاریخچه و مطالعه مدل های تحلیلی سنتی سوانح ریلی می توان به مسایل و مشکلاتی همچون تک بعدی بودن مدلها (کمی) عدم لحاظ کلیه شرایط مؤثر در ارزیابی های کمی، پیچیدگی مدل ها در توصیف رفتاری و عدم استنتاج از مدلها جهت تصمیم سازیهای چند منظوره اشاره کرد. همچنین عدم جامعیت آمار مورد نیاز موجود از دیگر مسایلی است که رفع آن نقش مؤثری در ارزیابی ها خواهد داشت.

عموماً بلايا و وقایع طبیعی، خرابکاری و عملیات تخریب، وجود عیوب و نقصان در اجزای تشکیل دهنده خط و وسایل نقلیه ریلی، قصور، غفلت نیروی انسانی مرتبط و فقدان درک و فرهنگ ایمنی و محدودیت سیستم را می توان علل ایجاد یک سانحه دانست. در این ارتباط ایمنی در حمل و نقل ریلی با ترکیبی از فناوری مناسب، کاربرد قوانین و قواعد مربوط به طراحی، اجرا، نگهداری و تعمیر خط، اجزای آنها و موارد مشابه مربوط به وسایل نقلیه ریلی و بهره برداری صحیح از آنها و همچنین استفاده از نیروی متخصص و آموزش دیده واجد شرایط به دست می آید (۱۱) همچنین براساس آمار حوادث و سوابق، خطای نیروی انسانی همواره عامل وقوع بالغ بر نیمی از حوادث راه آهنی بوده است و چنانچه نقش غیرمستقیم عوامل انسانی در نظر گرفته شود، این میزان فراتر نیز خواهد رفت. عامل خط و واگن در رتبه های بعدی قرار دارند. شناخت عوامل و متغیرهای مؤثر در غفلت و خطای نیروی انسانی از مهمترین مواردی است که مورد بحث و بررسی می باشد. عواملی چون آموزش، تنبیه، ایجاد انگیزه مناسب و تشویق، تسهیلات مناسب حین کار، معاینات پزشکی مستمر و... از مواردی می باشند که از وقوع مکرر اشتباهات و قصور کارکنان می کاهند. در این تحقیق به عوامل تاثیر گذار در سوانح ریلی پرداخته می شود.

جمع آوری داده ها

جستجوی مقالات با واژه های کلیدی (سوانح ریلی، عوامل انسانی) برای یافتن مقالات منتشر شده در زمینه سوانح ریلی از سال ۱۳۸۰ تا سه ماهه ی ۱۳۹۶ انجام شد. تعداد مقالات استخراج شده ۵۴ مورد بود. با توجه به عنوان و ارتباط آن با موضوع، مقالات غیر مرتبط حذف شدند. ۴۱ مقاله باقی ماند که با حذف موارد تکراری بین پایگاه ها، ۳۵ مقاله برای مطالعه انتخاب شدند.



شکل ۱. فرآیند مطالعه

گزینش مقالات

در ابتدا مواردی از قبیل مرور کتب، سرمقالات، یادداشتهای نویسندگان، متون کلی و عمومی، نامه به نویسندگان، موارد خبری، کلام آخر و متون دارای حق امتیاز حذف شدند. سپس یک مرور اجمالی از طریق خواندن چکیده و کلید واژه های مقاله ها و با رعایت ضوابط فیلتراسیون برای انتخاب مقالات مرتبط به منظور مرور، بررسی و آنالیز دقیق انجام شد. یکی از جنبه های گزینش، حذف مطالعاتی بود که در آنها لغات مورد تحقیق فقط ذکر شده و دقیقاً مطالعه نشده بودند. بعد از به کارگیری ضوابط گزینش ۴۱ مقاله باقی ماند.

رمزگذاری مقالات

عنوان، چکیده و واژه های کلیدی مقالات منتخب برای رمزگذاری مقالات استفاده شدند. زمانی که اطلاعات لازم از عنوان، چکیده و کلید واژه ها بدست نیامد، از ارزیابی متن کامل مقاله برای تسهیل رمزگذاری استفاده شد. رمزگذاری روی بخش های "روش" و "نتیجه گیری" متمرکز بود. اطلاعات بدست آمده در حین فرآیند رمزگذاری در پایگاه داده ها ذخیره شد که شامل ۱- عنوان مقاله، ۲- سال انتشار، ۳- عنوان مجله/کنگره، ۴- شهر یا منطقه (اطلاعات مربوط به محل انجام مطالعات)، ۵- سطح سازمان بندی، ۶- شغل مورد بررسی، ۷-

نوع سازمان و ۸-روش استفاده شده بود. تعداد مقالات مرتبط منتشر شده در سال های قبل قابل توجه نبوده است؛ به طوری که کم تر از ۱۵ عدد مقاله قبل از سال ۱۳۸۸ راجع به عوامل مرتبط به سوانح ریلی منتشر شده است. به طور کلی افزایش تعداد مقالات منتشر شده در خصوص سوانح ریلی از سال ۱۳۸۸ آغاز گردید. گرایش تحقیقات مربوط به سوانح ریلی در ایران رو به ترقی است و این نشان می دهد که توجه بیش تر به سوانح ریلی در سال های اخیر جلب شده است و تحقیقات مربوط به سوانح ریلی در حال تبدیل به یک بخش حیاتی از تحقیقات سیستم مدیریت ایمنی می باشد.

نتایج

سوانح در سیستم حمل و نقل ریلی ایران

سوانح در سیستم حمل و نقل ریلی ایران به ۲ دسته حوادث راه آهنی و حوادث غیر راه آهنی تقسیم می شوند. حوادث خروج از خط، برخورد وسایل نقلیه ریلی به یکدیگر، آتش سوزی، فرار قطار و واگن و سایر حوادث (ریزش کوه و غیره) به عنوان حوادث راه آهنی مد نظر قرار می گیرند. در حالی که منظور از حوادث غیر راه آهنی برخورد با وسایل نقلیه جاده ای در محل تقاطع همسطح، برخورد با عابر، سقوط مسافر از قطار، پرتاب سنگ و ... می باشد. (۱۲)

در ادامه با توجه به درصد بالای سوانح ریلی به عوامل ایجاد سوانح خروج از خط خواهیم پرداخت.

عوامل ایجاد سوانح ریلی

اداره کل حفاظت و ایمنی سیر و حرکت، عوامل ایجاد سوانح ریلی را به صورت عوامل مربوط به نیروی انسانی، عوامل مربوط به خط، عوامل مربوط به لکوموتیو و واگن، عوامل مربوط به علائم و غیره دسته بندی می نماید. (۱۳-۱۴)

در ادامه به عواملی که منجر به خطاری ریلی می شوند می پردازیم:

الف: عوامل بهره برداری و خطای نیروی انسانی: چون عدم دگاژ، حرکت قبل از قفل شدن سوزن، دادن مسیر غلط، حرکت قبل از اخذ مسیر، وجود جسم خارجی در خط یا سوزن، عدم مهار واگنهای متوقف ضربه به واگن، بارگیری غلط و عدم مهار صحیح واگنها، عبور از روی سوزن غلط و... و همچنین سرعت غیرمجاز خواهد بود. به عنوان مصادیقی از سرعت غیرمجاز که ممکن است باعث ایجاد سوانح ریلی گردد می توان به سرعت بیش از حد مجاز، سرعت بسیار کم، سوانح ناشی از تغییرات شتاب (افزایش سریع سرعت / زمان) در محل اتمام محدوده کاهش سرعت (منطقه تقلیل سرعت) یا افزایش سریع آن در شرایط عادی سیر (فراز- شیب) خروج از خط ناشی از تغییرات شتاب (کاهش سریع سرعت / زمان) در محل شروع محدوده کاهش سرعت (منطقه تقلیل سرعت) یا کاهش سریع آن در شرایط عادی سیر (شیب- فراز) اشاره کرد (۱۵)

ب- علل خطی: چون اشکال در راستای خط، افتادگی خط، پیچش خط، خرابی اجزای خط، کمبود و پروفیل نامناسب بالاست، فرار خط، خرابی زیرسازی، خرابی در قوس و ...

ج) علل مربوط به وسایل نقلیه ریلی: چون اشکال در ترمز، خرابی محور، بریدگی سر محور، چسبندگی بالشک، شکستگی شاسی، در آمدن و لقی طوقه و ...

د) علائم و عوامل طبیعی: همچون وجود علامت غلط در ورود و خروج به ایستگاه، سیل، زلزله، رانش زمین، طوفان، ریزش کوه و مسدودی خط و ... در خصوص ساز و کار خروج از خط و تئوری های موجود در این زمینه می توان به تحقیقات انجام گرفته مراجعه نمود. (۱۶)

عوامل مؤثر بر ایجاد خطای انسانی و بهره برداری

آگاهی از عوامل مؤثر بر ایجاد خطای انسانی و بهره برداری، نقش مؤثری در انتخاب متغیرهای ساخت مدل خواهد داشت. با بررسی آمار سوانح ملاحظه می گردد که درصد قابل ملاحظه ای از حوادث ریلی کشور به عوامل خطای انسانی باز می گردد. خطاهای انسانی به عنوان مهمترین عامل سوانح ریلی کشور، خود از عوامل مختلفی همچون اثرات فیزیکی و جسمانی، روانی و رفتاری، اقتصادی، محیطی، تسهیلات و خدمات بهداشتی و تفریحی و عامل فرهنگی - آموزشی تأثیر می پذیرد. این موارد در ابعاد گوناگون و به صورت مستقیم یا غیر مستقیم بر بروز سوانح اثر دارند. (۱۷-۱۹)

خطای انسانی و بهره برداری می تواند توسط تعدادی از مأمورین و پرسنل مرتبط با سیر و حرکت و ایمنی چون (لکوموتیوران و ... و در مواردی اندک، مسافری و حاشیه نشینان روی می دهد. به عنوان نمونه هایی از خطاهای مأمورین و پرسنل می توان به سوزن غلط یا

نیمه باز، عدم توجه به علایم، عدم رعایت سرعت مجاز، عدم آشنایی برخی لکوموتیوران ها با مسیر، عدم دقت در کنترل ترمز و صدور جواز، عدم رعایت اصول بارگیری، عدم تصمیم گیری به موقع نیروی انسانی، عدم دقت در بازدید قطار و ... اشاره کرد. همچنین مواردی همچون بی توجهی مسافر در پیاده و سوار شدن به قطار، پرتاب سنگ و زخمی کردن مسافری و مأمورین، ورود کودکان برای بازی در خط و در گروه خطای مسافری و حاشیه نشینان طبقه بندی می شود. (۲۰)

با توجه به بررسی کلی آمار سوانح و نقش موارد یاد شده، می توان نقش عوامل موثر در ایجاد سانحه چون تجربه، سن و میزان تحصیلات و را مورد بررسی قرار داد. سن عامل تعیین کننده ای در توانایی افراد در انجام مناسب امور می باشد. با بالا رفتن سن توانایی جسمی و فکری تحلیل رفته و قدرت عکس العمل در هنگام حادثه به نحوه چشمگیری کاهش می یابد. از طرفی میزان مقاومت شخص در شرایط سخت کار کاهش یافته، احساس خستگی بیشتر شده و احتمال بروز سانحه نیز افزایش می یابد. در مقابل هرچه تجربه بیشتر باشد، میزان شناخت و احاطه بیشتر بوده و احتمال بروز حادثه کمتر است. نتایج یک تحقیق نشان می دهد لکوموتیورانان بیشتر در سنین ابتدای خدمت (۲۱ تا ۳۰ سالگی) مرتکب سانحه شده اند که علت این امر عدم تجربه کافی با توجه به حساسیت شغل و اثر عوامل روحی روانی با توجه به شرایط جوان بودن است، از طرف دیگر هرچه سطح تحصیلات بالاتر باشد، دید بر شرایط کار وسیع تر و کلا نتر بوده و احتمال بروز اشتباه و سانحه کمتر است آمار و اطلاعات موجود در راه آهن نیز گویای این واقعیت است. (۲۱)

نقاط تقلیل سرعت / نقاط عادی سیر و ارتباط آن با خطای انسان

تقلیل سرعت عبارت است از پایین آوردن سرعت در سیر نرمال و حرکت در محلهای خاصی از مسیر با سرعتی مشخص و کمتر. این مسأله ممکن است به دلایلی همچون عوامل مربوط به زیرسازی، روسازی، ناوگان، عوامل طبیعی و اعمال گردد. مطالعه سوانح نشان داده است که بخشی از سوانح مربوط به محلهای تقلیل سرعت است. در واقع مناطق تقلیل سرعت از نقاط ضعف مسیر محسوب می شود و خطای انسانی در عدم رعایت مقررات عبور، ممکن است موجب ایجاد سانحه گردد (۲۲) در این خصوص استفاده از لکوموتیورانان واجد شرایط و استفاده از ابزارهای هشدار دهنده، باعث کاهش سوانح خواهد بود. همچنین از موارد منجر به عدم رعایت سرعت مجاز در منطقه عادی سیر و همچنین در نقاط تقلیل سرعت می توان به سهل انگاری، عدم هوشیاری، بی دقتی و فراموشی لکوموتیوران، عدم صدور حکم احتیاط، کنده شدن یا افتادگی تابلوهای سرعت و ... اشاره کرد. (۲۳)

نتیجه گیری

چنان که بیان شد هدف از انجام این تحقیق بررسی و تجزیه و تحلیل آماری مطالعات سوانح ریلی : مرور سیستماتیک بود. با بررسی نتایج می توان بدین گونه استنباط کرد که تحلیل علل خطاهای ریلی دارای علل چندگانه خواهد بود. بر اساس یافته های این بررسی مشخص شد که در سطح ملی مطالعاتی که در طی آن بحرانیت مشاغل از نقطه نظر خطاهای ریلی مورد بررسی قرار گرفته باشد صورت نگرفته است. به همین دلیل تمرکز عمده مطالعات انجام شده در حوزه خطاهای انسانی بر روی اپراتورهای اتاق های کنترل بالاخص در حوزه نفت و گاز و پتروشیمی قرار گرفته است. در همین راستا با توجه به اهمیت و وفور حوادث جاده ای، ریلی و هوایی در کشور، مطالعه نقش خطاهای ریلی در حوادث بخش های یاد شده پیشنهاد می شود. هم چنین پیشنهاد می گردد در راستای کاهش ریسک خطاهای ریلی، محققان به مطالعات بیش تری در مورد نقش عوامل شکل دهنده عمل کرد نظیر آموزش، تجربه، استرس، سازمان دهی کار، تعامل انسان - ماشین و بر روی احتمال بروز خطاهای ریلی بپردازند. علاوه بر این نتایج این مطالعه نشان داد که اغلب مطالعات انجام شده به شناسایی و ارزیابی خطاهای ریلی محدود شده و نقش انواع کنترل های مدیریتی و مهندسی در کاهش شدت و احتمال خطاهای ریلی چندان مورد تحقیق قرار نگرفته است. بررسی تاثیر ارتقاء فرهنگ ایمنی و نیز طراحی و پیاده سازی تفکر پوکا یوکه (خطا ناپذیری) بر روی کاهش ریسک خطاهای ریلی از دیگر پیشنهادات ارایه شده در این مطالعه می باشد.

منابع و مراجع

- [1] Eslami, R and Khoveyni, M (2011) "A new method for ranking extreme efficient dmus based on changing the reference set using L2 – norm", *International Journal of Applied Operational Research*, 1, pp.65-71.
- [2] Movahedi, M., Saati, S. and Vahidi, A. R. (2007) "Iranian railway efficiency (1971-2004): An application of DEA", *Int. J. Contemp.Math. Sciences*, 2 (31), pp.1569-1579
- [3] Yu, M. M. and Lin, E. T. (2008) "Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model", *Omega*, 36(6), pp.1005-1017.
- [۴] جوتین خیستی، کنت لال، ترجمه محمود صفارزاده (۱۳۷۴) مهندسی ترابری و ترافیک، جلد اول (ترابری) دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، ص (۲۰-۲۱)
- [۵] یحیایی، سعید (۱۳۸۸) "بررسی آمار سوانح کشور در ۱۰ سال گذشته"، گزارش مدیریتی، مرکز تحقیقات راه آهن، ص ۵-۱۱.
- [6] Wanming, ZHAI., Zhi, ZHANG. (2004) "Application of Artificial Intelligence Approach in the Analyses of Train Derailment Accidents", pp.1- 9.
- [7] Wang Weidong, Zeng and Yuqing and etc, (2000) "Report of freight train linear derailment examination at ring line. Beijing", china Academy of Railway sciences.
- [8] china Academy of Railway Sciences, (1997) "Report of freight train derailment examination at Da-Qin & South Jing-Pu line", Beijing Railway Administrations
- [9] Gary P.wolf. (2000) "New strategies for derailment prevention", *Foreign Rolling Stock*, 38(2), pp .34-39.
- [10] Mundrey, J.S (2004), "Railway Track Engineering", Tata MCGraw-Hill Publishing Company limited , pp. 601-603.
- [11] Terje Anderson, 16th ESREDA Seminar (2000) " Human Reliability and Railway Safety", *Safety and Reliability in Transport* ,pp.1-3
- [۱۲] اویسی، علی، خرازی، فرشاد (۱۳۸۸) "مقایسه آماری گزارش، UIC" سوانح راه آهن ایران با سایر کشورهای عضو مدیریتی، مرکز تحقیقات راه آهن، ص 5 .
- [۱۳] آمار سوانح اداره کل حفاظت و ایمنی سیر و حرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران در سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲
- [۱۴] مختاری، محمد (۱۳۸۳) "بررسی عوامل مؤثر بر خروج از خط قطار"، پروژه تخصصی مهندسی خط و سازه های ریلی، مقطع لیسانس، به راهنمایی دکتر جبارعلی ذاکری.
- [۱۵] لی وانگ، ترجمه محمد تشنه لب (۱۳۷۸) "سیستمهای فازی و کنترل فازی"، مرکز نشر دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
- [16] Simon Iwnicki, Howard Parkinson, Julian Stow,(2004) "Assessing railway vehicle derailment potential using Neural Networks", *Rail Technology Unit, Manchester Metropolian University, Kennedy and Donkin Ltd*, pp.1-9.
- [۱۷] بهره مند، علی (۱۳۸۴) "نقش نیروی انسانی در بروز یا کاهش سوانح ریلی"، شماره ۱۵۸، مرکز تحقیقات راه آهن، ص ۵-۱
- [۱۸] لاریجانی، زهره (۱۳۸۴) "ارزیابی نقش نیروی انسانی در ارتقاء ایمنی راه آهن"، شماره ۱۹۰، مرکز تحقیقات راه آهن، ص ۲-۱
- [۱۹] دهقان منشاوی، علیرضا (۱۳۸۰) "تجزیه و تحلیل سوانح ریلی و آرایه مدی شبیه سازی برای سوانح خروج از خط"، رساله مقطع کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر افندی زاده، ص ۷۸-۸۷
- [۲۰] بت شکن، محمد (۱۳۸۰) "پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه های عصبی -فازی و مقایسه آن با الگوهای خطی پی ش بینی"، رساله مقطع کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر راعی، ص ۶۱-۱۲۲
- [۲۱] منهج، محمد باقر (۱۳۸۱) "مبانی شبکه های عصبی، جلد اول، هوش محاسباتی"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ص ۲۰۰-۵۷
- [۲۲] رشیدی، خسرو (۱۳۷۸) "بررسی سوانح در محل های تقلیل سرعت، طراحی و ساخت دستگاه هشدار دهنده مناطق تقلیل سرعت"، سومین همایش ارتقاء ایمنی و تحلیل سوانح، ص ۲۰-۷

[۲۳] سید حسینی، سید محمد (۱۳۸۰) "برنامه ریزی مهندسی حمل و نقل و تحلیل جابجایی مواد"، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ص ۵۳-۸۰