



مرکز طراحی فرایند،
ایمنی و کاهش ضایعات



انجمن مهندسی
شیمی ایران



دانشگاه
صنعتی شریف

اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE

۹-۱۱ اسفند ۱۳۸۴

تحلیل و بررسی حوادث ریلی

بهنود آقابراری

مهندسین مشاور رهاب

Behnoud_60@yahoo.com

چکیده

با توجه به اهمیت و نقش راه آهن در حمل و نقل بار و مسافرو همچنین رو به توسعه بودن صنعت ریلی کشور و با توجه به آثار و عوارض اجتماعی، اقتصادی سوانح ریلی، تدابیری برای بالا بردن سطح ایمنی چه در زمان طراحی و ساخت و چه در زمان بهره برداری لازم است. در این مقاله سعی شده که ابعاد ایمنی راه آهن، با دسته بندی حوادث راه آهن بیشتر از جنبه حمل مسافر در اجزای تشکیل دهنده آن، در پنج دسته خط و زیربنایها، قطار و ناوگان، سیستمهای کنترلی و علائم و ارتباطات، عوامل انسانی و عوامل متفرقه به طور کلی بررسی شود و راهکارهایی برای افزایش ایمنی حمل و نقل ریلی ارائه شود.

کلمات کلیدی: نیروی انسانی، قطار و ناوگان، خط و زیربنایهای ریلی، سیستم کنترلی و علائم و ارتباطات، عوامل متفرقه

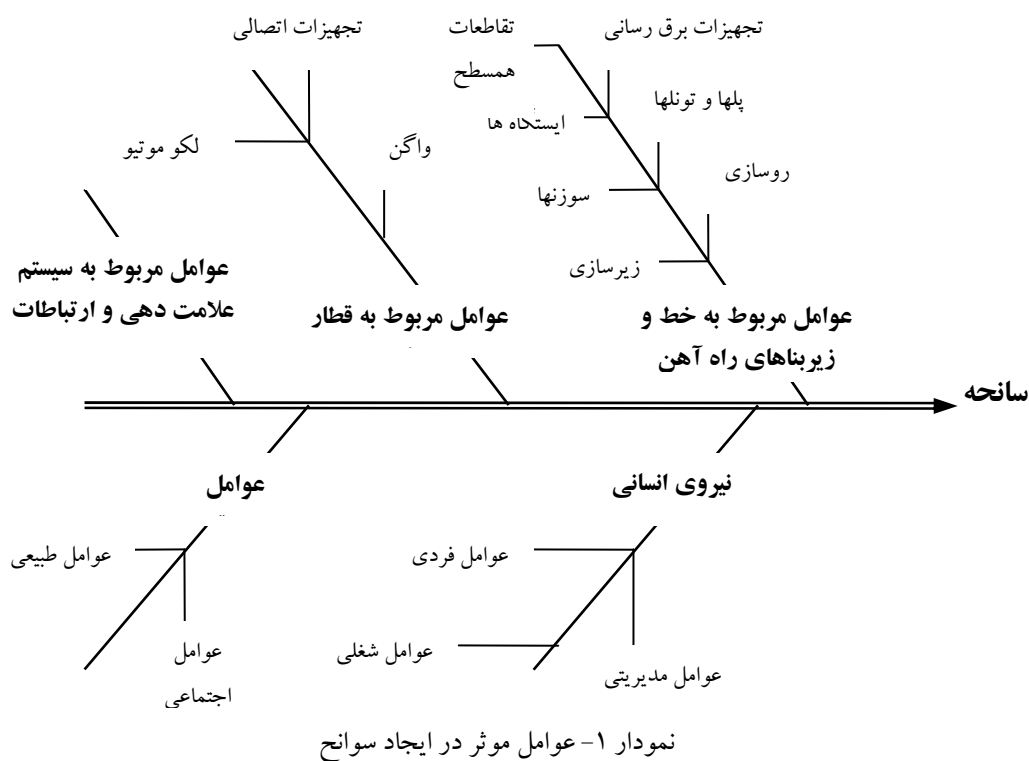
مقدمه

مزایای حمل و نقل ریلی نسبت به سایر شیوه های حمل و نقل (جاده ای، دریایی و هوایی) به وضوح اثبات شده و بر همین اساس در سالهای گذشته دولت توجه ویژه ای را بر روی رشد و توسعه خطوط ریلی معطوف کرده است. از جمله این مزایا میتوان از ایمنی و اطمینان بیشتر، توان حمل با حجم بیشتر، قیمت ارزانتر، سرعت نسبتا مناسب و... نام برد. همچنین راه آهن حداقل اثرات منفی را بر روی محیط زیست دارد و به حمل و نقل سبز معروف است.

حال آنکه با توجه به حوادث و سوانح ریلی کشور و اثرات و عوارض منفی و گاه جبران ناپذیر اجتماعی، و اقتصادی که این سوانح می توانند در بعد ملی و بین المللی داشته باشند، لازم است که مطالعات و تدابیر گسترده ای، هم در مرحله طراحی و ساخت خطوط جدید و هم در بهسازی خطوط موجود و هم در زمان بهره برداری از خطوط، برای افزایش ایمنی صورت گیرد. در راستای بهبود معیار های ایمنی، شناسایی عوامل موثر در ایجاد سوانح و ارائه راهکارهای موثر نقش بسزایی دارند. در این مقاله سعی شده تا با دسته بندی حوادث اصلی راه آهن و با توجه به عوامل اصلی ایجاد آنها، راهکارهایی برای پیشگیری از سوانح و کاهش اثرات آنها ارائه شود.

روش تحقیق:

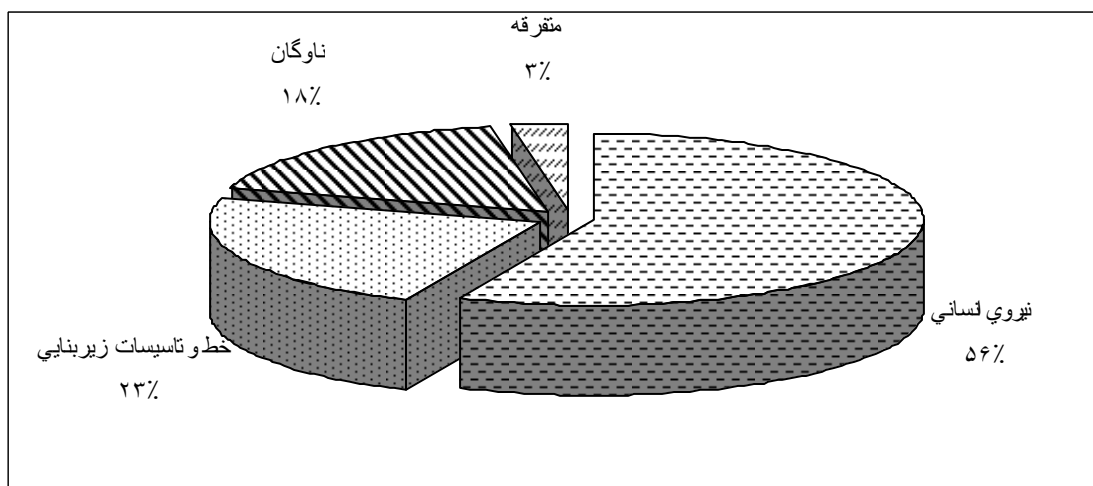
نمودار (۱) عوامل موثر در ایجاد سوانح ریلی را نشان می دهد.



همانطور که در نمودار فوق نشان داده شده است عوامل ایجاد سوانح ریلی را در ۵ دسته اصلی زیر میتوان تقسیم کرد:

- خط و زیر بناهای راه آهن
- قطار و آلات ناقله ریلی
- سیستمهای کنترلی و علائم و ارتباطات
- نیروهای انسانی
- عوامل متفرقه

نمودار (۲) سهم هر یک از این عوامل را در با توجه به آمار حوادث راه آهن کشور بین سالهای ۱۳۷۶ تا پایان مرداد ماه ۱۳۸۱ نشان می دهد [۳]. لازم به ذکر است که در این نمودار عامل سیستمهای کنترلی و علائم و ارتباطات زیر مجموعه خط و زیر بناهای راه آهن در نظر گرفته شده، اما در این مقاله به دلیل اهمیت این سیستم در تامین ایمنی سیر، به عنوان عاملی جداگانه در نظر گرفته شده است.



نمودار ۲- درصد عوامل ایجاد سوانح ریلی از سال ۱۳۷۷ تا پایان مرداد ۱۳۸۱

همچنین حوادث ریلی را به طور کلی میتوان در دسته های زیر تقسیم بندی کرد:

- خروج قطار از خط
- تصادف قطار با قطار دیگر، تصادف جاده ای، تصادف با عابر پیاده
- فرار قطار
- آتشسوزی
- حوادث و اتفاقات فردی مثل: سقوط از سکو ها یا پله ها، برخورد با موانع، برق گرفتگی، حوادثی که در زمان پیاده یا سوار شدن به قطار اتفاق می افتد و سایر صدمات قابل پیش بینی
- خرابکاری، وندلیزم و رفتارهای پر خاشگروانه
- سوانح طبیعی
- برای بررسی ابعاد ایمنی در راه آهن باید موارد زیر را در نظر گرفت:
- ایمنی و سلامت کارکنان راه آهن، مسافران و افرادی که در اطراف خطوط کاروندگی میکنند یا از کنار آن عبور میکنند.
- شرایط بهره برداری و نوع آلات ناقله عبوری، حداکثر وزن، سرعت و سیستم ترمز آنها
- شرایط جغرافیایی، آب و هوایی و اقلیمی
- میزان پیچیدگی کار با ماشین آلات
- مقررات و استانداردهای موجود
- شرایط بازرسی و نگهداری و تعمیرات

- چگونگی نظارت بر اجرای مقررات
- اقداماتی برای محدود کردن دسترسی
- اقدامات احتیاطی در برابر آتش سوزی
- ایمنی ارگونومیکی و محیط اطراف (مثل میدان دید از وسیله نقلیه و کنترل و نمایش)
- آنالیز خطاهای انسانی
- فاکتورها و عوامل فیزیولوژی بر طرف کننده استرس

جدول (۱) نقش هریک از این عوامل را در به وجود آوردن سوانح نشان میدهد و راهکارهایی را برای پیشگیری و کاهش اثرات سوانح بیان میکند، این راهکارها به دو دسته کلی تدابیر و اقدامات در زمان طراحی و ساخت و همچنین تدابیر و اقدامات زمان بهره برداری تقسیم شده اند.

جدول ۱- عوامل اصلی وقوع سوانح و روشهای پیشگیری و کاهش اثر

شرح وقوع	محل وقوع	دلایل وقوع	عامل وقوع	روش پیشگیری و کاهش اثر	
				زمان طراحی و ساخت	زمان بهره برداری
خروج از خط	سوزنها، بر روی بلاک، در قوسها	تواقص زیرسازی و روسازی و ریل، تواقص ادوات حرکتی قطار، بسته نشدن کامل سوزن و یابی توجهی در درست بستن آن، تجاوز از سرعت مجاز	عامل خط، عامل قطار و واگنها، عامل انسانی	رعایت شرایط ایمنی در طراحی و ساخت خطوط و ناوگان، انتخاب سیستم اینترلاکینگ مناسب، رعایت ابعاد و گاباری های سازه های اطراف، نصب ریل هادی در قوسها	بازبینی و نگهداری و تعمیرات، برنامه منظم نگهداری و تعمیر خط و واگنها، آموزش کارکنان، سیستم تشویق و پاداش
تصادف با قطار دیگر	خطوط ایستگاه، بر روی بلاکها، هنگام عبور دو قطار از دو خط کنار هم	پذیرش قطار به خط غیر قبولی، عدم رعایت دگاژ، توجه نکردن به علائم حرکتی و پیشروی یا عبور از چراغ قرمز، تنظیم اشتباه سوزن و مسیر، نقص در سیستم علامت دهی، برنامه ریزی حرکت	عامل انسانی، عامل علامت دهی، عامل خط	استفاده از سیستمهای کنترل مرکزی، کنترل هوشمند و نیمه هوشمند قطار، سیستم اینترلاکینگ	آموزش و نظارت بر اجرای اصول و قوانین سیر و حرکت، برنامه ریزی حرکت قطارها با رعایت فواصل زمانی و مکانی، رعایت دگاژ، محدودیت سرعت، رعایت ابعاد و گاباری دینامیک

تصادف جاده ای	تقاطع هم سطح، مجاورت خط و جاده	عدم توجه به قوانین و علائم هشداردهنده، عدم وجود موانع مناسب، گیر افتادن اتومبیل بر روی خط	عامل انسانی، عامل علامتدهی، عامل خط	طراحی و ساخت تقاطع غیر همسطح، نصب حفاظ و گارد، نصب سیستمهای علامت دهی و کنترل، نصب تابلوها و هشدار دهنده ها ، مسئله ایمنی پلها	آگاه سازی و آموزش، نظارت با دوربین بر تقاطعها،
تصادف با عابر پیاده	بر روی خطوط ، داخل ایستگاه ها ، بر روی سکو	عدم توجه به قوانین و علائم هشداردهنده، عدم وجود موانع مناسب، ازدحام بر روی سکو	عامل انسانی	محدود کردن دسترسی به خط با نصب نرده و حفاظ، ساخت زیر گذر و روگذر، نصب تابلوها و علائم هشدار دهنده، تعبیه معابر و پناهگاه هایی در کنار خطوط برای کارکنان رو یا کنار خط	آگاه سازی و آموزش، نظارت با دوربین
فرار قطار	خطوط و ایستگاه ها که شیب زیاد دارند	عدم مهار واگنها در هنگام توقف، نقص در سیستم ترمز، عدم توجه به قوانین	عامل انسانی، عامل خط، عامل قطار	در نظر گرفتن خطوط فرار، رعایت حداکثر شیب مجاز، سیستمهای کنترل قطار، چیدمان سوزنها	آموزش، نگهداری و تعمیر مستمر واگنها (به ویژه ترمزهای دستی آنها)، استفاده از کفشک خط
آتشسوزی	در تمامی اماکن از جمله: داخل قطار، داخل محوطه ایستگاه، داخل تونل و....	عدم رعایت اصول ایمنی در بارگیری، اتصالات الکتریکی، نقص سیستم سوخت رسانی لکوموتیو، مخازن سوخت، روغنها و روانکننده ها، بی احتیاتی مسافران، انداختن سیگار نیمه مشعل بر روی زمین، خرابکاری های عمدی، تجهیزات آشپزخانه	عامل انسانی ، عامل قطار، سیستم برق رسانی ، سیستم سوخت و تامین نیرو،	انتخاب و استفاده از مواد و مصالحی که اثرات آتشسوزی را حداقل میکنند، سیستم تهویه و هواکش مناسب برای کنترل دود و اکسیژن، سیستمهای شناسایی، اعلام و اطفای حریق دستی یا خودکار، امکان خروج اضطراری ، امکان دسترسی برای کمک و امدادرسانی	برنامه منظم بازیابی، نگهداری و تعمیرات ادوات و دستگاه هایی که قابلیت ایجاد حریق دارند، بازیابی و کنترل دوره ای تجهیزات اطفای حریق، آموزش و آگاه سازی افراد
حوادث فردی	در کلیه مکانهای عمومی مثل سکوها، راه پله ها، داخل	عدم رعایت اصول ایمنی در هنگام استفاده از دستگاه	عامل انسانی ، عامل قطار، سیستم برق	رعایت موارد ارگونومی در طراحی ماشین آلات، ابزارها و	آموزش و آگاه سازی افراد از خطرات احتمالی ، نصب تابلو و

واگنهاو...فضاهای غیر عمومی مثل اتاقهای تاسیسات، اتاقک لکوموتیوران و...	ها، فضای محدود، ازدحام،	رسانی، سیستم سوخت و تامین نیرو، عامل خط	و همچنین تجهیزاتی مثل پله برقیها، آسانسورها، در نظر گرفتن فضای مناسب برای مکانهای عمومی با توجه به حداکثر جمعیت استفاده کننده از آن در مواقع، رعایت فواصل و ابعاد ایمنی در جایگذاری تجهیزات، کنترل دسترسی و محدود سازی دسترسی به تجهیزات، نصب تجهیزات یا علائم هشداردهنده	علائم راهنما و هشداردهنده نظارت با دوربین بر ایستگاه ها و به ویژه سکوها، استقرار گروه هایی برای امداد رسانی	
خرابکاری و وندلیزم و رفتارهای پرخاشگرانه	در کلیه مکانها، به ویژه داخل ایستگاه ها، هنگام بازرسی بلیت و بار و مدارک، کنار خطوط، داخل قطار	مشکلات اجتماعی - فرهنگی، مشکلات روحی افراد، خستگی و نارضایتی از کار یا خدمات	عامل انسانی، عامل اجتماعی	محدود سازی دسترسی افراد به خط و تجهیزات ریلی، نصب هشداردهنده	آموزش و فرهنگسازی، تدابیر امنیتی نظارت و کنترل بر خطوط، به کارگیری نیروه های امنیتی و پلیس
حوادث و سوانح طبیعی		عوامل طبیعی چون سیل، طوفان، شنهای روان، زلزله، بهمن، صاعقه، ریزش کوه و...	در نظر گرفتن آب و هوا، اقلیم و شرایط جغرافیایی، پوشش گیاهی، زلزله خیزی و ... درانتخاب مسیر طراحی و ساخت و مقاوم سازی زیربناها و نصب حفاظهای مناسب	کنترل مداوم خط، تامین تجهیزات امداد رسانی	

الف. خط و تاسیسات زیربنایی راه آهن

عامل خط و تاسیسات زیربنایی در شکل گیری ۲۳٪ حوادث نقش دارند. همانطور که در جدول (۱) هم نشان داده شده است، طراحی و ساخت صحیح و اصولی زیر بناها با توجه به نوع، تناژ، ابعاد، سرعت قطارهای عبوری و مطابق با استانداردهای مربوطه و همچنین استانداردهای ایمنی، مهمترین اصل در کاهش این گونه سوانح است و این کار هم بر عهده کسی نمی باشد مگر متخصصان و مهندسان راه و راه آهن. کوچکترین سهل انگاری در این امر میتواند باعث بروز حوادث کوچک و بزرگ، و وارد شدن خسارات مالی و جانی و گاه جبران ناپذیر شود. زیرسازی و روسازی خطوط، سوزنها، پلها و تونلها، ساختمانها و ایستگاه ها و

پایانه های ریلی و همچنین تجهیزات برق رسانی به خط و منطقه از جمله عوامل اصلی خط و تاسیسات زیر بنایی هستند که در صورت وجود هرگونه نقصی در آنها قابلیت ایجاد سوانح را دارند. برای ساختمانها، ایستگاه ها، تونلها باید راه های دسترسی و فرار اضطراری در نظر گرفته شود تا در زمان حادثه امکان تخلیه و امداد رسانی آسان شود. در زمان بهره برداری از خطوط و زیر بناها لازم است که آنها به طور مرتب مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت وجود هر گونه نقصی در آنها سریعاً اصلاح شوند. همچنین در صورت لزوم باید حفاظها یا نرده هایی برای کنترل دسترسی افراد به این اجزا تعبیه شود.

ب. قطار و ناوگان

قطارها باید در جهت مقاصد و اهداف در نظر گرفته شده برای آنها، مورد استفاده قرار گیرند و برای مسافران، خدمه قطار و محموله آنها ایمن باشند. تجهیزات ترمز، ادوات و اتصالات ما بین واگنها، لکو موتیو نیروی کشش قطار و چگونگی تامین نیروی آن باید متناسب با وزن، سرعت قطار و... انتخاب شود. لازم است که عملکرد سیستم های دریافت و مخابره پیام و اطلاعات و علائم به کار برده شده داخل قطار با تجهیزات علامت دهی نصب شده بر روی خط سازگار باشد و در صورت نیاز سیستمی برای ضبط و نگهداری اطلاعات مبادله شده بین قطار و مرکز کنترل وجود داشته باشد. تجهیزات داخل قطار و واگنها و همچنین لکوموتیو باید بی خطر باشند و شرایط راحت و ایمنی را برای کارکنان و مسافران تامین کنند. در صورت بروز حوادث باید امکان خروج از قطار برای افراد در نظر گرفته شود.

در مدت بهره برداری از واگنها و لکوموتیو و اجزای آنها باید به طور مرتب بازرسی شوند (به ویژه اجزایی مثل چرخها، محورها، بوژها و سیستم ترمز، اتصالات و ضربه گیرها ... که از اهمیت زیادی برخوردارند) و در صورت نیاز قطعات آنها تعمیر یا جایگزین شده و این روند دربرگه سوابق آنها ثبت شود.

ج. سیستمهای کنترلی و علائم و ارتباطات

هدف از سیستمهای کنترلی، علامتدهی و ارتباطاتی عبارت است از: جلوگیری از برخورد و تصادف قطارها، حفاظت در مقابل اشتباهات انسانی در حین بهره برداری، جلوگیری از خروج قطار در سوزنهایی که به صورت درست تنظیم یا قفل نشده اند، دادن اجازه ادامه سیر در صورتیکه با تنظیمات خط منافاتی نداشته باشد، حفاظت از تقاطعات هم سطح، ارائه نمایشگر سرعت مجاز با توجه به شرایط و وضعیت هندسی خط، شناسایی و حفاظت در برابر خرابیها و یا صدمات وارده به ساختارهای خط، شناسایی و حفاظت در برابر ورود افراد غیر مجاز به خط یا مسدود شدن خط به دلیل وجود موانع، تامین ایمنی افرادی که در کنار و یا بر روی خط کار میکنند، شناسایی محل قطار، تبادل اطلاعات مابین قطارها با هم و با مرکز کنترل و با مسافران، حفظ فاصله مابین قطارها و... با توجه به این موارد اهمیت سیستم کنترلی و علائم و ارتباطات در ارتباط با ایمنی سیر قطارها مشخص می شود. اکثر راه آهن ها به یک سیستم علامت دهی نیاز دارند. نوع سیستم علامت دهی به گستردگی شبکه، نوع و طول و تعداد خط، سرعت و تناوب قطارهایی که از خط عبور میکنند، نوع بلاک بندی و ... بستگی دارد. این سیستم ها می توانند به صورت دستی به وسیله اپراتور در محل یا از فاصله ای دور و به صورت مرکزی کنترل شوند و یا به صورت نیمه هوشمند یا هوشمند عمل کنند.

ه. نیروهای انسانی

نقش عامل انسانی را در به وجود آمدن حوادث از دو بعد می توان بررسی کرد: ۱- نقش او در زمان طراحی و ساخت بادر نظر گرفتن نکات ایمنی ، ۲- نقش او در زمان بهره برداری

نیروی انسانی به طور مستقیم در حدود ۵۶٪ حوادث راه آهن ایران را در زمان بهره برداری دخیل است. همچنین با در نظر گرفتن نقش غیر مستقیم عوامل انسانی خطاها و اشتباهات احتمالی و نادیده گرفتن اصول ایمنی در زمان طراحی و ساخت زیربناها و ناوگان ، می توان ادعا کرد که سهم نیروی انسانی در شکل گیری حوادث بسیار بیشتر از این میزان است.

یکی از دوستان به نقل از مجله ای تعریف میکرد که میزان اعتماد مردم به اغشار مختلف به این صورت است: ((اول به داروسازان و افرادی که در دارو خانه کار میکنند، دوم به پزشکان، ... و به مهندسان.)) که مهندسان در این لیست در رده پنجم قرار میگرفت. چرا باید به این نحو باشد در حالیکه در دنیا کنونی زندگی مردم به شکل مستقیم و غیر مستقیم با حرفه مهندسان درگیر است و کوچکترین قصور و سهل انگاری در طراحی و ساخت یک ابزار و یا قطعه هر چقدر هم ساده و آسان باشد مثل یک پیچ می تواند ایمنی و سلامت افرادی که از آن ابزار استفاده میکنند را به خطر بیندازد. این امر وظیفه و مسئولیت سنگین مهندسان را در قبال سلامت و ایمنی مردم نشان میدهد و مهندسان باید بالا ترین سطح ایمنی و سلامت افراد را در اجرای وظایف خود در نظر داشته باشند.

نادیده گرفتن مسائل محیطی ، آب وهوایی ، جغرافیایی ، شرایط زمین و خاک، در انتخاب و طراحی و ساخت مسیر، قوسهای افقی و قائم نامناسب، برآورد نادرست از نیروهای وارده به خط وسازه ها و قطار و واگنها، نادیده گرفتن مسایل ایمنی در زمان طراحی و ساخت واگنها و ادوات و.... همه از خطاهای عوامل انسانی در زمان طراحی و ساخت و یا انتخاب خط و مسیر و قطار و علائم می باشند که به صورت غیر مستقیم در شکل گیری حوادث دخیلند.

نبستن کامل سوزن، پذیرش قطار به خط اشغال، وارد کردن ضربه به واگنهای ثابت در حین مانور، عدم مهار واگنها ی متوقف، عدم رعایت دگاژ، انباشتگی بالاست، عبور از علامت قرمز، نادیده گرفتن نقص و مشکلات خط و آلات ناقله و... نیازاز جمله خطاهایی هستند که عوامل انسانی را در زمان بهره برداری به صورت مستقیم با حوادث مرتبط میکنند.

ریشه این اوامر را می توان در موارد زیر بررسی کرد: نقص مقررات عمومی حرکت، نا آشنایی کارکنان از مقررات موجود ، نا آشنایی افراد با دستورالعملها و روش صحیح انجام کارها، نبودن سیستم آموزشی مناسب، بی توجهی و عدم احساس مسوولیت کارکنان سیر و حرکت به قوانین موجود، نا آگاهی کارکنان از عواقب احتمالی عدم رعایت مقررات، بی علاقگی، بی انگیزگی و بی حوصلگی کارکنان به دلیل مشکلات مالی و رفاهی آنها، شتابزدگی و عجله در کار ، عدم اعمال مدیریت قاطع، نبودن سیستم سنجش و گزینش صحیح کارکنان، عدم وجود نظارت صحیح بر انجام کارها و اجرای قوانین، مسائل مربوط به بهداشت روانی کارکنان ، به کار گیری کارکنان بازنشسته توسط شرکتهای پیمانی، فرسودگی و خرابی تجهیزات و امکانات مربوط به خط و ناوگان و.... با توجه به آنچه گفته شد، بیشتر توجه مسوولین باید به مسئله آموزش کارکنان و فرهنگ سازی در بین آنها پردازند، دادن آگاهی به کارکنان، برنامه های منظم آموزشی دوره ای برای آنها، استفاده از سیستمهای پاداش و تنبیه، توجه به مسائل و مشکلات کارکنان، تعیین معیارهای مناسب برای گزینش کارکنان و به کار گیری سیستم ها و روشهای مدیریت منابع انسانی، به وجود آوردن محیط و شرایط ارگونومیک کاری از این دسته امور هستند. استفاده از سیستمهای هوشمند و نیمه هوشمند کنترل و حفاظت قطار استفاده از سیستمهای علامت دهی و هشداردهی و سیگنالینگ مناسب تا حد زیادی در کاهش نقش خطاهای انسانی موثر هستند، شناسایی خطاهای متداولی که از کارکنان سر می زند و اندیشیدن تدابیر لازم برای پیشگیری از این خطاها نیز تاثیر به سزایی در افزایش ایمنی دارد.

و. عوامل متفرقه

عواملی چون عوامل طبیعی مثل سیل و زلزله و صاعقه و... و همچنین عوامل اجتماعی و فرهنگی و مشکلاتی نظیر سنگپرانی، خرابکاریها نیز باعث کاهش سطح ایمنی سیر میشوند. با در نظر گرفتن تدابیری در زمان طراحی و ساخت و انتخاب خط و تجهیزات ریلی با توجه به شرایط محیطی میتوان تا سطح قابل قبولی ایمنی را بالا برد. همچنین تدابیری برای زمان بهره برداری جهت پیشگیری و یا کاهش این گونه سوانح لازم است. به عنوان مثال نظارت و بازرسی دائم خط، هماهنگی با گروه های امداد رسانی و پلیس میتواند از این موارد باشند.

نتیجه گیری:

همانطور که در مطالب فوق آورده شد، با ثبت وقایع و تحلیل سوانح ریلی، عواملی که به صورت بالقوه خطر زا هستند را می توان شناسایی کرد، سپس با به کارگیری تدابیر مفید می توان جلو وقوع بسیاری از حوادث را گرفت. بهتر است که این روند در مرحله طراحی و ساخت خطوط جدید و همچنین زمان باز سازی و بهسازی خطوط موجود به صورت جدی در نظر گرفته شود. نا گفته نماند که با به کار گیری چنین روشی، جلوی بسیاری از حوادث زمان بهره برداری، از جمله حوادثی که عامل انسانی در شکل گیری آنها چه به طور مستقیم و چه به صورت غیر مستقیم نقش دارد، را نیز می توان گرفت. همچنین با به کار گیری قوانین مناسب سیر و حرکت، زمانبندی صحیح حرکت قطارها، استفاده از سیستمهای کنترلی و علامتدهی متناسب و به کار گیری تمهیدات مناسب برای باز بینی و نگهداری خطوط و تاسیسات و تجهیزات آلات ناقله، تا حد مطلوبی می توان ایمنی را ارتقا داد و با آموزش و آگاه سازی افراد مرتبط با این صنعت تا حد ممکن نقش خطاهای انسانی را به عنوان اصلی ترین عامل ایجاد حوادث کم رنگ کرد. پس)) باید بیاموزیم و بیاموزانیم که شرط شروع هر کاری رعایت اصول ایمنی است)).

تشکر و قدردانی

با تشکر از آقای مهندس طباطبایی مدیر شرکت رهاب و کلیه همکاران گرامی در این شرکت به ویژه آقای مهندس حاجیان که در تمامی مراحل جمع آوری مطالب و نگارش مقاله با تجارب خود مرا یاری کردند.

مراجع

1. HM Railway Inspection, Health & Safety Executive, Railway Safety Principles & Guidance, Part 1.
2. HM Railway Inspection, Health & Safety Executive, Railway Safety Principles & Guidance, Section A-F, Part 2 .
۳. سید ابوالفضل بهره دار، تحلیل آماری علل بروز سوانح با استفاده از نمودارهای پاراتو و علت و معلول، مرکز تحقیقات راه آهن، مجموعه مقالات پنجمین همایش ایمنی و پیشگیری از سوانح راه آهن، ۲۰ و ۲۱ شهریور ۱۳۸۱
۴. ناصر عبداللهی، نقش موثر عوامل انسانی در پیشگیری و کاهش سوانح راه آهن، اداره کل راه آهن خراسان، مجموعه مقالات پنجمین همایش ایمنی و پیشگیری از سوانح راه آهن، ۲۰ و ۲۱ شهریور ۱۳۸۱
۵. و.ا. پروفیدیس، ترجمه محسن حسینقلیان- حسین قهرمانی، مهندسی راه آهن تئوری و کار برد، دانشگاه علم و صنعت، پاییز ۱۳۷۷

۶. مجموعه مقالات ارتقای ایمنی و پیشگیری از سوانح راه آهن، مرکز تحقیقات راه آهن، سومین دوره مرداد ۱۳۷۸، پنجمین دوره شهریور ۱۳۸۱.