

## ارزیابی روشهای تحلیل خروج از خط در راه آهن ایران و شناسایی عوامل موثر در سوانح ریلی

مهدی شفیعی<sup>۱</sup>، دکتر جبار علی ذاکری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مهندسی ایمنی در راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران؛ mahshafiee@yahoo.com

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران؛ zakerijali@yahoo.com

### چکیده

بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که سانحه خروج از خط از سوانح پرتعداد و پرهزینه راه آهن‌ها می‌باشد. از طرفی دخیل بودن خطاهای انسانی در وقوع چنین سوانحی و از طرف دیگر دقت اندک در عملیات سنتی راه آهن ما را بر آن داشت تا تحقیقات بیشتری پیرامون این موضوع دهیم.

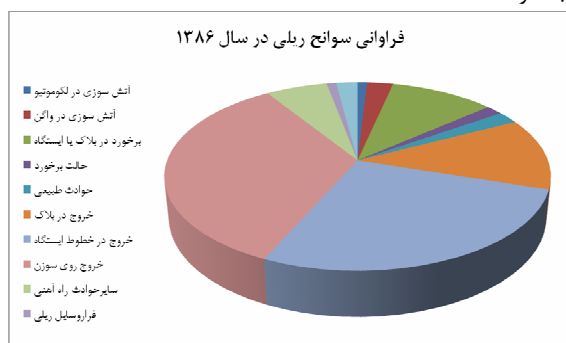
در این مقاله ابتدا کلیاتی از سوانح خروج از خط ارائه شده و سپس روشهای مختلف تحلیل سوانح خروج از خط تشریح شده است. در نهایت، عوامل متفاوت خطی که می‌توانند منجر به خروج از خط گردند، ذکر شده و از میان آنها با تحلیلهای آماری و بررسی های انجام شده در این زمینه، مشکلات هندسی روسازی بعنوان پرتکرارترین عامل بروز سانحه انتخاب شده و از میان آنها، دیلم خط بعنوان عاملی که بمنظور اصلاح آن با کمترین هزینه میتوان بیشترین حاشیه ایمنی را فراهم نمود معرفی شده است.

هریک از آنها، در پایان صرفه اقتصادی عملیات ایمن سازی بواسطه حذف عوامل مشخصی از مجموعه را برآورد نمود. از سوی دیگر بکمک روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره روش بهینه ایمن سازی را انتخاب نمود.

**کلمات کلیدی:** سوانح ریلی، تجزیه و تحلیل سوانح خروج از خط، خروج از خط قطار

### ۱. مقدمه

بررسی آمار سوانح ریلی در راه آهن جمهوری اسلامی ایران نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی سوانح که مربوط به خروج از خط میباشد شکل (۱)، تصمیم بر آن شد که با هدف کاهش سوانح خروج از خط در مورد دلایل این مساله بررسی بیشتری انجام گردد. البته مطالعاتی در این زمینه، پیشتر انجام شده که در بخش مروری بر ادبیات، تشریح گردیده است. در نهایت پس از تحلیل عوامل سانحه، لیستی از عوامل سانحه‌ساز تهیه گردیده و عوامل از مناظر مختلف تعریف و دسته بندی می‌شوند. حال می‌توان در مورد پرتکرارترین عوامل اظهار نظر نموده و نیز با احتساب هزینه های مربوط به حذف



شکل (۱) فراوانی انواع سوانح ریلی در سال ۱۳۸۶

## ۲. مروری بر مطالعات قبلی

بررسی های بسیاری در زمینه دلایل خروج از خط قطارها در داخل و خارج از کشور انجام گرفته است [1]. اکثر مطالعات بر روی علل خروج از خط در نقاط خاص از خط نظیر قوسها و سوزنها صورت گرفته و نتایج قابل توجهی ارائه شده است.

در سال ۲۰۰۱ ریاست راه آهن جمهوری اسلامی ایران RAI، از نقطه نظرات دکتر ششاجیری راثو استفاده نمود و از ایشان برای بررسی دلایل و ارائه راه حل های توصیه ای برای مشکل خروج از خط ها در راه آهن جمهوری اسلامی ایران در جهت کاهش خروج از خط در ایران کمک گرفت [۳].

دکتر راثو پس از دریافت سابقه قبلی از RAI و تکمیل موارد مورد نیاز، مطالعات خویش را به انجام رسانید. این مطالعات شامل بازدیدهای کابین راننده لکوموتیو، بازدیدهای واگن و بازدیدهای میدانی از خط می باشد. همچنین بازدید از ایستگاه مانور (خطوط طبقه بندی) و تاسیسات تعمیر و نگهداری واگن ترابری در تهران، ری و اصفهان و بحث و تبادل نظر با اجتماع کارمندان و مهندسين برگزار و برداشت های خط انجام شد. اندازه گیری های قابل توجهی از وسائط نقلیه صورت پذیرفت. نشست هایی با مدیریت در رده متوسط و بالا انجام شده و اطلاعات آماری موجود بررسی شدند.

در نهایت اولین قدم در کاهش خروج از خط در مناطق سانحه خیز بهبود کیفی پروفیل جانبی که همان تنظیم خط می باشد عنوان گردید و پروفیل عمودی نیز بایستی ثبت گردیده و عمل تصحیح آن در گام بعدی انجام می گیرد.

مطالعات بعدی، بررسی و تحلیل آماری سوانح در راه آهن ایران بود که توسط مرکز تحقیقات راه آهن صورت گرفت. نتایج این تحلیل که به راه آهن لرستان و بررسی عوامل منجر به سانحه در این ناحیه پرداخته، حاکی از این امر بود که غالب عوامل سانحه ساز عبارتند از: ۱- عدم استقرار خط در محل بهسازی و ۲- یکطرفه بودن بار در واگنهای باری [۴].

## ۳. تجزیه و تحلیل سوانح خروج از خط و انواع روشهای آن

در کشورهای مختلف دنیا روشهای متفاوتی برای بررسی سوانح ریلی و استفاده از نتایج بدست آمده از سوانح برای جلوگیری از سوانح آتی استفاده می شود. که اصل مشترک در تمامی این روشها ریشه یابی سوانح و اخراج عوامل مسبب آنها از مجموعه می باشد. پس از بررسی های انجام شده برخی از تکنیکهای موجود بمنظور تحلیل سانحه به شرح ذیل گردآوری شده است.

رویکرد سنتی تحلیل سوانح

سلسله زنجیره وقایع (اثر دومینو)

سوابق موجود

رویکرد EMP هارتفورد Hartford

زنجیره چند خطی وقایع

تکنیک مرور بر عملکردها (TOR)

تحلیل تغییرات

رویکرد ایمنی سیستم

چهارچوب تحلیل سانحه به روش کرنل

## ۴. تجزیه و تحلیل سوانح خروج از خط در ایران

متأسفانه هیچگونه دستورالعمل مدون و کاربردی برای بررسی تجزیه و تحلیل و تهیه و ارائه گزارش در مورد سوانح خروج از خط و به طور کلی سوانح ریلی در راه آهن ایران وجود ندارد. تقریباً تمامی اطلاعات و گزارشات رسمی که در مورد سوانح برداشت و ارائه میشوند را میتوان فرم شماره ۲۲۷۷ اداره کل ایمنی سیرو حرکت دانست. این فرم یک صفحه ای به همراه مقداری اطلاعات جزئی از قبیل نوار سرعت نما و اظهارات مطلعین در مورد سانحه تنها چیزی است که به صورت رسمی در مورد سوانح ریلی تهیه میشود. البته ممکن است ادارات و مراکز مختلف که به نحوی در مورد راه آهن فعالیت میکنند در مورد برخی سوانح خاص بررسی ها و تحقیقات بیشتری را نیز انجام دهند اما اولاً این تحقیقات رسمی نبوده و به عنوان سابقه سانحه در دسترس همه مراکز مرتبط نیست و ثانیاً چهار چوب مشخصی در تهیه آن وجود ندارد و هر اداره یا مرکزی با توجه به نیازهای خود اقدام به تهیه گزارش و ارائه تحلیل می نماید. از طرف دیگر عدم وجود رغبت در مسئولین بمنظور در اختیار گذاردن اطلاعات سوانح بدلیل وجود دیدگاههای مقصریابی در بافت سنتی راه آهن از دیگر مشکلاتی است که بر سر راه محققین و کارشناسان در این زمینه واقع میگردد.

ارائه دستورالعمل ویا فرمت مناسب برای جمع آوری اطلاعات سانحه تجزیه و تحلیل و ارائه گزارش کاری بسیار دشوار و زمان بر است. اما به هر حال بایستی چنین دستور العمل ها و فرمتیابی تهیه شود تا بتوان تجزیه و تحلیل درستی از سوانح انجام داد. اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات با توجه به عوامل مختلف موثر در خروج از خط (مانند علل خطی موثر در خروج از خط) و تحلیل و بررسی نقش این عوامل در بروز خروج از خط از مواردی است که لازم است در تهیه دستورالعمل ها به آن توجه شود.

## ۵. معرفی نرم افزارهای شبیه سازی خروج از خط

بررسی و تحلیل سوانح خروج از خط امری بسیار پیچیده و مستلزم در نظر گرفتن موارد و پارامتر های مختلف و اندرکنش های آنها و نیز تحلیل های دینامیکی پیشرفته است. این مسئله اساس پیدایش برنامه های مدلسازی و شبیه سازی خروج از خط بوده است. برنامه های گوناگون با امکانات متنوعی که در اختیار کاربران قرار میدهند امکان تحلیل و بررسی همه جانبه و کامل سوانح خروج از خط را فراهم می آورند. استفاده از این برنامه ها در بسیاری از کشورهای پیشرفته به عنوان جزئی ثابت از بررسی سوانح خروج از خط محسوب میشود. از دیگر مزایای این برنامه ها میتوان به مدلسازی وسایل نقلیه و شرایط خطوط موجود و آزمایش ایمنی آنها در برابر سوانح خروج از خط اشاره نمود.

## ۱.۵. نرم افزارهای تحلیل خروج از خط

تعدادی از نرم افزارهایی که بمنظور شبیه سازی دینامیکی از آنها استفاده می گردد عبارتند از:

- نرم افزار ADAMS
- نرم افزار A'GEM
- نرم افزار MEDYNA
- نرم افزار NUCARS
- نرم افزار VAMPIRE
- نرم افزار SIMPACK
- نرم افزار OMNISM

## ۲.۵. پیشنهاد

به عنوان پیشنهاد جهت استفاده در شبیه سازی و تحلیل سوانح خروج از خط در ایران با توجه به امکانات و قابلیت ها و نیز امکان تعریف شرایط خط و وسائل نقلیه موجود در ایران و همچنین دقت و قابلیت اطمینان نرم افزارهای موجود نرم افزار ADAMS RAIL پیشنهاد میگردد.

این نرم افزار به دلیل سابقه موفق استفاده در تحلیل و شبیه سازی سوانح خروج از خط و نیز امکانات ودقت قابل قبول وسهولت تهیه و پشتیبانی از سوی شرکت سازنده و نیز قیمت مناسب نسبت به سایر نرم افزارهای معرفی شده مزیت بیشتری دارد. لذا به شرح مختصری از این نرم افزار می پردازیم:

پیدایش نرم افزار ADAMS<sup>۱</sup> به اوایل دهه ۱۹۷۰ برمی گردد. یکی از قوی ترین و شاید بی رقیب ترین نرم افزارهای موجود در صنعت وحتی مراکز تحقیقی، نرم افزار MSC-Adams می باشد. این نرم افزار توسط جمعی از نخبگان دانشگاه میشیگان به نگارش درآمد. در ابتدا ADAMS بیشتر روی آنالیز خطی متمرکز بود و از سوی صنایع نیز نیازی برای تحلیل های غیر خطی وجود نداشت. در اوایل دهه ۱۹۹۰ با همکاری مشترک سازندگان ADAMS و راه آهن NEDERLANSE SPOORWEGEN هلند نرم افزار ADAMS/RAIL ارائه شد که قابلیت مدلسازی وسائل نقلیه ریلی و تحلیل دینامیکی این مدلها را داشت. این نرم افزار سطوح مختلفی از آنالیز را از سطح ۱ با آنالیز خطی و عدم قابلیت مدلسازی چرخ و ریل تا سطح ۳ که شامل آنالیز دینامیکی غیر خطی و مدلسازی چرخ و ریلها است، انجام میدهد. [۲]

## ۶. بررسی آماری سوانح خروج از خط در راه آهن ایران

به طور کلی عوامل ایجاد سوانح خروج از خط را میتوان به چهار دسته کلی تقسیم نمود [۱]:

- الف : عوامل مربوط به بهره برداری و خطای نیروی انسانی
- ب : عوامل مربوط به خط

ج : عوامل مربوط به وسایل نقلیه

د : عوامل محیطی و بلایای طبیعی

مهمترین عوامل بهره برداری و خطای نیروی انسانی که میتوانند موجب خروج از خط شوند عبارتند از:

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

سرعت غیر مجاز

عدم توقف به موقع

ضربه به واگن

بارگیری غلط و عدم مهار صحیح واگنها

عبور از روی سوزن غلط

سوزن نیمه باز

مهمترین علل خطی که میتوانند موجب خروج از خط شوند عبارتند از:

اشکال در راستای خط

افتادگی خط

پیچش خط

خرابی اجزای خط

کمبود و پروفیل نامناسب بالاست

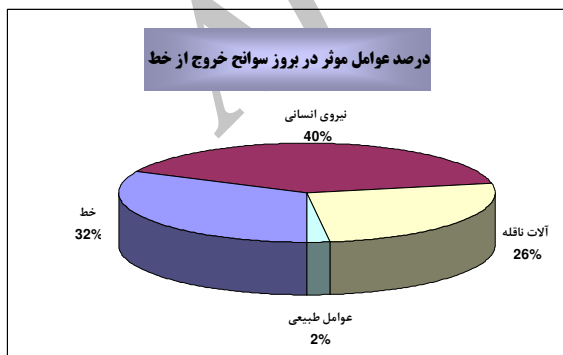
فرار خط

خرابی زیر سازی

خرابی در قوس

خرابی سوزن

شکل (۱) سهم عوامل مختلف در بروز سوانح خروج از خط در ایران را طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ نشان می دهد [۶].



شکل (۱). درصد عوامل موثر در بروز خروج از خط

با این وجود نمی توان دسته بندی کاملا مجزا و جدایی برای عوامل موثر در خروج از خط در نظر گرفت. خروج از خط به دلیل

بر اساس آمار اداره ایمنی سیر و حرکت، طی سالهای ۷۸ لغایت ۸۷ بیشترین تعداد حوادث خطی به ترتیب مربوط به علل خرابی خط، خرابی سوزن، انباشتگی بالاست، خرابی خط در محل بهسازی و عرض خط می‌باشد و کمترین حوادث خطی ناشی از علل کمبود بالاست و فرار خط می‌باشد. لذا سرمایه‌گذاری بمنظور کاهش خسارت سوانح بهتر است به حذف و یا محدود نمودن عوامل خطی معطوف گردد.

#### ۷. نتیجه‌گیری

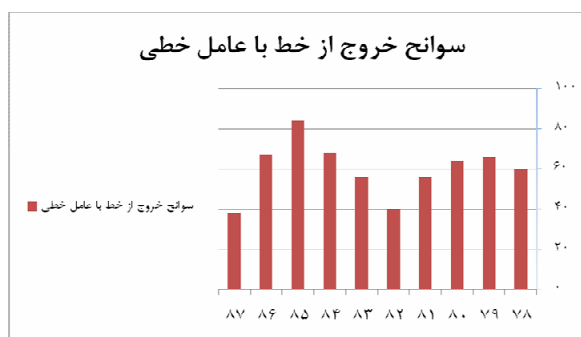
با عنایت به موارد مطروحه می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که دیلم خط یکی از پرتکرارترین عوامل ایجاد سوانح خروج از خط می‌باشد. لذا شایسته است به منظور ارتقاء سطح کیفی خطوط و نیز برای کاهش سوانح در سیستم حمل و نقل ریلی کشور و به تبع آن کاهش هزینه‌های مجموعه، تحولی در تعمیر و نگهداری خطوط ایجاد گردد. که از جمله اقدامات در این زمینه اندازه‌گیریهای مشخصات خط بصورت مستمر و یا بصورت پالشیهای دیجیتالی (مانیتورینگ) می‌باشد، و از سوی دیگر با تحلیل‌های نرم افزاری سوانح مشخصات بحرانی خطوط کالیبره گردد تا بتوان با دقت بیشتر و موثرتری در مورد وضعیت موجود خطوط و انجام عملیات تعمیر تصمیم‌گیری نمود.

#### ۸. مراجع

- ۱- محمد مختاری (۱۳۸۳)، "بررسی عوامل موثر در خروج از خط قطار"، پایان نامه کارشناسی، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۲- محمدرضا اعلم، "شبیه سازی دینامیکی با نرم افزار ADAMS"، انتشارات باشگاه دانش پژوهان جوان (۱۳۸۶)
- ۳- مرکز تحقیقات راه آهن (۱۳۷۸)، "مشخصات فنی خط از کیلومتر ۱۰۵-۱۱۰ راه لریستان جهت ارائه به نماینده UIC بمنظور بررسی سوانح خروج از خط".
- ۴- مرکز تحقیقات راه آهن (۱۳۸۰)، "وقوع خروج از خط قطارهای باری در راه آهن ایران".
- ۵- مرکز تحقیقات راه آهن (۱۳۸۴)، "بررسی سوانح خروج از خط داخل بلاک در راه آهن لریستان".
- ۶- اداره کل سوانح و ایمنی سیر و حرکت، "بولتن سوانح سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۷".
- ۷- عباس قربانعلی بیگ "عوامل موثر در خروج از خط قطار های باری سرعت پائین در قوسهای تیز" پیام خط شماره ۴۳، اداره کل خط و ابنیه فنی، ۱۳۷۹.
- ۸- محسن حسینقلیان- حسین قهرمانی (۱۳۸۰)، "مهندسی راه آهن تئوری و کاربرد"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

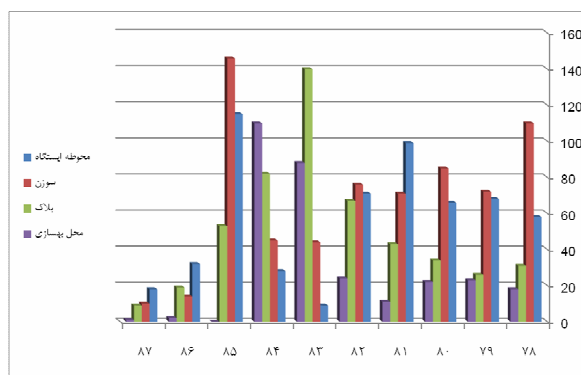
ماهیت دینامیکی خود در اغلب موارد در اثر اشتراک یا به عبارتی اندرکنش عوامل فوق الذکر به وجود می آید اما به هر صورت بایستی عواملی که به تنهایی می توانند موجب خروج از خط شوند ونحوه تاثیر آنها نیز بررسی ومشخص شوند تا بتوان اثرات مشترک و اندر کنش عوامل مختلف را مطالعه نمود.

شکل ۲ تعداد سوانح خروج از خط با عامل خطی را که توسط نواحی واداره کل حفاظت و ایمنی سیر وحرکت گزارش شده است طی سالهای ۷۸ تا ۸۷ نشان میدهد. همانطور که از نمودار پیداست سوانح خروج از خط با عامل خطی در طی سالهای اخیر روند نزولی داشته است.



شکل (۲) سوانح خروج از خط با عامل خطی طی سالهای ۷۸ تا ۸۷

همچنین نمودار ۳ محل وقوع سوانح خروج از خط را در سالهای ۷۸ تا ۸۷ نشان میدهد. با توجه به نمودار سوزنها و محوطه ایستگاهها حساسترین نقاط در بروز سوانح خروج از خط هستند. [۹]



شکل (۳) محل وقوع سوانح خروج از خط را در سالهای ۷۸ تا ۸۵

بر اساس آمار اعلام شده از سوی راه آهن جمهوری اسلامی ایران در بولتن سوانح سال ۱۳۸۴ حدود ۲۰ درصد حوادث راه آهنی مربوط به عوامل خطی می باشد که بعد از عامل انسانی بیشترین سهم را در بروز حوادث راه آهنی ایفا می نماید. از اینرو سوانحی که بدلیل عوامل خطی واقع شده‌اند در دوره ۱۰ ساله بررسی میگردد.

Development Center of JR East Group،  
www.mlit.go.jp, (2004)

۱۱- سعید محمدزاده، جبارعلی ذاکری "خطوط ریلی  
پیشرفته" انتشارات انجمن مهندسی حمل و نقل ریلی  
ایران (۱۳۸۸).

۹- مهدی شفیعی (۱۳۸۸)، "ارزیابی روشهای تحلیل خروج  
از خط در راه آهن ایران و انجام شبیه سازی موردی".  
پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی راه آهن،  
دانشگاه علم و صنعت ایران.

10-Kiyoshi Ohno "Research and Development for  
Eliminating Wheelclimb Derailment Accidents".  
Safety Research Laboratory، Research and

Archive of SID

Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)