

# بررسی و تحلیل انواع خرابی ها در خطوط ریلی

غلامعلی شفا بخش<sup>۱</sup>، محمدرضا رضائیان<sup>۲</sup>

۱- استادیار، دانشگاه سمنان

۲- دانشجو، دانشگاه سمنان

mohamadrezarezaeian@yahoo.com

## خلاصه

امروزه بحث حمل و نقل اصلی ترین پایه های اقتصاد یک کشور را تشکیل می دهد. در این بین، حمل و نقل ریلی به دلیل ویژگی های منحصر بفردش مورد توجه سیاستگذاران بخش حمل و نقل هر کشوری است. مزایایی همچون سرعت، نظم، ظرفیت بالای جابه جایی، راحتی و از همه مهم تر ایمنی، حمل و نقل ریلی را به ممتازترین نوع حمل و نقل در جهان تبدیل کرده است. اما مهم ترین مشکل در این بخش، تامین این امنیت و ایمنی است. مهم ترین گام در جهت ایجاد امنیت ریلی پس از ساخت دقیق آن، تشخیص به موقع خرابی ها در خطوط ریلی است. در این مقاله نیز سعی شده تا با تشریح دقیق انواع خرابی ها در خطوط ریلی، بتوان آن را به موقع تشخیص داده و در جهت رفع آن برآمد. همچنین انواع خرابی ها در هندسه خط اجزای خط آهن همچون ریل و پابندها، تراوس، بالاست، زیر بالاست، بستر و سیستم های زهکشی مورد کنکاش قرار گرفته است. به دنبال شناخت دقیق و طبقه بندی خرابی هاست که می توان اقدام لازم و اولویت بندی شده در جهت حل آن انجام داد. [۴]

## مقدمه

مزایای قابل توجه حمل و نقل ریلی از قبیل سرعت، ایمنی، نظم، ظرفیت جابجایی بالا و راحتی، باعث گسترش روزافزون آن و جذب بیشتر مسافر و کالا گردیده است. امروزه در اکثر کشورهای دنیا، قطارها روزانه میلیونها مسافر را با ایمنی و راحتی زیاد همراه با سرعت بالا جابجا میکنند. همچنین به دلیل صرفه جویی های اقتصادی چشمگیر، استفاده از قطارهای سنگین در اغلب کشورهای صنعتی در حال توسعه و گسترش می باشد. مسلماً در چنین مسیرهایی نیازی به خطی پایدار با قابلیت اعتماد بالا خواهیم داشت. از طرفی خط و زیرسازه های آن بزرگترین سرمایه راه آهن می باشد و هزینه نگهداری و تعمیر آن درصد قابل توجهی از هزینه های بهره برداری را شامل میشود. لذا مقتضی است تا خرابی های موجود در خطوط ریلی، در درجه اول شناسایی شود و سپس با توجه به نوع و شدت خرابی ها، بحث تعمیرات آن بر اساس اولویت بندی مشخص گردد. برای ایجاد درک بهتر از خرابیهای خط، بهتر است معایب مربوط به هر یک از اجزاء را از خرابیهای هندسی جدا کنیم.

## خرابی های هندسه ی خط آهن

هندسه خط بیان کننده ی موقعیت ریلها نسبت به محل مطلوب است. خرابی هندسه ی خط عبارتست از انحراف موقعیت ریل به مقداری بیش از مقدار مجاز تعیین شده توسط استاندارد خط از موقعیت ایده آل آن. خرابیهای هندسه ی خط خرابیهای پیوسته ای هستند که از طریق طول خطی که تحت تأثیر قرار گرفته و اندازه گیری هندسه، بصورت پارامتر کمی درمی آیند. این عیوب شامل موارد زیر می گردد: تنگی یا گشادی عرض خط - اضافه یا کسری دور - اعوجاج (تابیدگی) - دیلم (انحراف از راستای طولی در جهت افقی) - افتادگی (انحراف از راستای طولی در جهت قائم)

## • تنگی یا گشادی عرض خط

عرض خط، در اثر عبور ترافیک و اعمال نیروهای جانبی از طرف چرخ قطار تمایل به افزایش دارد. همچنین عدم توانایی تراورسهای خراب در مقاومت در برابر نیروهای جانبی منجر به گشادی عرض خط می گردد. ضعف ساخت یا عملیات نگهداری می تواند موجب گشادی یا تنگی بیش از حد عرض حفظ شود. عوامل موثر در ایجاد افزایش مقدار عرض خط عبارتند از: ساییدگی یا عدم وجود مصالح مناسب پابند ریل - پوسیدگی تراورس (جا باز کردن پیچها یا تیرفونها در تراورس) - ساییدگی جانبی کلاهدک ریل - محاسبه ی غلط نوع و ابعاد پابند. همچنین می توان عوامل زیر را در کاهش عرض خط مؤثر دانست: پیچش تراورس به دور محور طولی خود (به علت فرار ریل) - عبور چرخهای وسیله نقلیه جاده ای از روی ریلها (در گذرگاهها) - افزایش شیب تماس قسمت مخروطی چرخها به روی تراورس - تغییر شکل سطح جانبی کلاهدک رزیل (فرسودگی جانبی)

<sup>۱</sup> استادیار دانشکده عمران، دانشگاه سمنان

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری دانشگاه سمنان

عرض خطی که بسیار گشاد است می‌تواند منجر به حرکت مارپیچی قطار در هنگام سیر، ایجاد سایش شدید در تاج ریل، افزایش خطر خروج از خط چرخها و افتادن بین ریلها شود. عرض خطی که بسیار تنگ باشد می‌تواند موجب ساییده شدن بانداژ چرخها به قسمت داخلی تاج ریلها و ایجاد سایش چرخ و ریل و افزایش خطر خروج از خط چرخها و سوار شدن بر ریلها شود.

#### • اضافه یا کسری دور

دور یا شیب عرضی عبارتست از اختلاف ارتفاع بین سطوح فوقانی دو ریل. در قوسها، انتظار می‌رود ریل خارجی دارای ارتفاعی بیش از ریل داخلی باشد. این بالا آوردن ریل خارجی «بربلندی یا دور» نامیده شده و به وسیله‌ی نقلیه جهت جبران نیروی گریز از مرکز در هنگام عبور از قوس کمک می‌کند. از آنجایی که بربلندی مقدار معینی از تراز عرضی ارائه می‌کند، نه تنها مضر نیست بلکه ارادی و سودمند است. این پارامتر تا زمانی که از بربلندی مطلوب منحرف نشده باشد به عنوان عیب محسوب نمی‌گردد. در واقع دور، در سرعت طرح قطار، باعث ایجاد نیروی مقاوم در برابر نیروی گریز از مرکز در قوس می‌شود. انحرافات پدید آمده در این پارامتر از مواردی چون ساخت یا نگهداری نامناسب، زیرکوبی غیریکنواخت، تورم ناشی از یخبندان، خاک‌ناپایدار، زهکشی ضعیف، تراروسهای آویزان، بالاست کثیف، نشستهای غیریکنواخت خط، ریلهای خمیده و تراورسهای خراب، ناشی می‌شود. وجود ترافیک به این مسأله شتاب می‌بخشد. بطور ایده‌آل تراز عرضی بایستی برابر صفر باشد که نشان می‌دهد هر دو ریل در یک ارتفاع واقع‌اند. چون انحراف تراز عرضی، موجب حرکت گهواره‌ای قطار و ایجاد یک خط ناهموار می‌شود، بطور معمول خرابی بار افزایش خطر خروج از خط را به همراه دارد. تنش بیش از حد وارد بر اجزای خط به زوال خط شتاب می‌بخشد.

#### • اعوجاج (تابیدگی)

تابیدگی معیار دیگری برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین سطوح فوقانی دو ریل می‌باشد. بطور مشخص تابیدگی به اختلاف تراز عرضی در هر دو نقطه‌ی متوالی از خط گویند که فاصله‌ی آنها از یکدیگر کوچکتر یا مساوی ۶۲ فوت (حدود ۱۸/۵ متر) می‌باشد. به دلیل اینکه تابیدگی برپایه‌ی اندازه‌گیریهای تراز عرضی قرار دارد، معایب و علل بوجود آورنده‌ی آن با آنچه برای تراز عرضی گفته شد، یکسان‌اند. تابیدگی گسترده و وسیع از عواملی که در مورد تراز عرضی به آنها اشاره شد، ناشی می‌شود.



شکل (۱) - کمانش جانبی خط آهن [۱۱]

#### • دیلم

امتداد یا راستای طولی، پارامتری است که نشان می‌دهد که ریلها تا چه حد در طول مسیر مورد انتظار قرار دارند. انحراف از امتداد به وسیله اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی بین قسمتی از تاج ریل که مربوط به محل اندازه‌گیری عرض خط است و وسط وتری به طول ۶۲ فوت مشخص می‌شود. انحراف امتداد (دیلم) عبارتست از اختلاف بین امتداد تعیین شده و امتداد واقعی. در خطوط مستقیم، این تفاوت بصورت ایده‌آل بایستی برابر صفر باشد. در قوسها، انحراف امتداد (خیزقوس) باید با توجه به درجه‌ی قوس مورد نیاز تعیین شود. انحراف امتداد ممکن است توسط اثر توأم ترافیک و مقاومت جانبی پایین بالاست، انبساط طولی ریل به علت دماهای بالا و روالهای ضعیف ساخت و نگهداری، ایجاد شود. خرابیهای گسترده در امتداد طولی افقی منجر به ناهمواری خطوط و در نتیجه آثار منفی که در بالا به آنها اشاره شد، می‌گردند.

#### • افتادگی

افتادگی یا خرابی در تراز طولی عبارتست از تغییر در ارتفاع دو ریل در طول نسبت به یک تراز معین. تراز طولی از طریق انحراف عمودی از وسط یک وتر به طول ۶۲ فوت (حدود ۱۸/۵ متر) اندازه‌گیری می‌شود. عوامل بوجود آورنده تراز طولی نامناسب عبارتند از انبساط ریل در هوای داغ، نشست، ضعف بالاست، زیربالاست یا بستر، تراروسهای پمپاژکننده و عملیات سات و نگهداری نامناسب. وجود ترافیک، خرابی تراز طولی را شتاب می‌بخشد. خرابیهای وسیع در تراز طولی، مشکلاتی را مشابه آنچه برای تراز عرضی گفته شد، موجب می‌گردد.



شکل (۲) - نشست لایه زیر سازی و در نتیجه نشست بالاست و خرابی خط [۱]

## خرابیهای اجزای خط آهن

بطور کلی می‌توان خرابیهای اجزای خط را به دو بخش عمده تقسیم کرد:

۱- عیوب ناشی از ساخت: شامل خرابیهایی است که در حین ساخت، به علت عدم دقت کافی در فرآیند تولید بوجود می‌آیند. از جمله این خرابیها در اجزای مختلف می‌توان به تابیدگی، ترک خوردگی، شکستگی و... اشاره کرد.

۲- عیوب ناشی از بهره‌برداری: شامل خرابیهایی است که به مرور زمان در اثر شرایط محیطی و عبور وسایل نقلیه‌ی ریلی یا جاده‌ای (در گذرگاه‌ها) بوجود می‌آیند؛ مانند ساییدگی، فرسایش، لهیدگی، خستگی، ترکها و شکستگیهای پس از کارگذاری و... .

در این جا بیشتر به معایبی که به مرور زمان در اثر بهره‌برداری بوجود می‌آیند، پرداخته خواهد شد. جهت تعریف خرابیهای ممکن برای هر یک از اجزای خط، ابتدا می‌بایست تعیین کنیم که چه اجزایی را برای خط در نظر می‌گیریم. لازم به ذکر است که برای رسیدن به یک نتیجه‌ی مشخص در مدیریت و برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیر، می‌بایست از یک آیین‌نامه و دستورالعمل واحد در زمینه‌ی شناسایی خرابیها، سطوح خرابی، رواداریها و راهکارها استفاده نمود. به همین جهت، از آنجا که می‌خواهیم در بحث شاخصهای کیفیت خط بیشتر از روابط توصیه شده توسط راه‌آهن ارتش آمریکا و بکار گرفته شده در سیستم RAILER استفاده کنیم، در بحث شناسایی خرابیها، سطوح خرابی و رواداریها نیز بطور ویژه از دستورالعمل‌های این سازمان بهره می‌گیریم.

جدول ۱: حالات ممکن خرابی برای هر یک از اجزا [۵]

حالات ممکن برای معایب و خرابیها	گروه اجزاء
R1 - معایب ریل، R2- معایب اتصالی درز ریل، R3- معایب پابند، R4- معایب زینچه، R5- معایب میله‌ی تثبیت عرض خط، R6- معایب ادوات ضد خزش(فرار)ریل	ریل، اتصالات و پابندها <b>RL, F&amp;OTM</b>
T1- تراورسهای خراب تک، T2- گروه تراورسهای خراب مجزا، T3- گروه تراورسهای خراب مجزای دربرگیرنده‌ی یک تراورس محل درز ریل، T4- گروه‌های تراورسهای معیوب مجاور، T5- خرابی تمام تراورسهای محل درز ریل، T6- تراورسهای مفقود، T7- مفقود شدن امم تراورسهای محل در زیر ریل، T8- قرارگیری نامناسب تراورسها	تراورس
B1- بالاستها کثیف، B2- رشد نباتات، B3- نشست بالاست و یا بستر، B4- تراورسهای معلق در نزدیکی پلها، B5- بالآمدگی (تورم) وسط خط، B6- پمپ شدن تراورسها، B7- انحراف خط از راستا، B8- کمبود بالاست بین تراورسها یا شانه‌ی خط، B9- سایش و فرسایش بالاست، B10- ناکافی بودن زهکشی کنار خط، B11- دبی عبوری ناکافی از ساختار سیستم زهکشی	بلاست، بستر و خاکریزها <b>BSR</b>

## معایب ریل (RL)

معایب ریل شامل موارد مشاهده شده در این قسمتها می‌باشد: تاج ریل - جان ریل - پایه‌ی ریل - سوراخهای ریل

جدول ۲: خرابیهای ریل در سیستم RAILER [۵]

شرح خرابی	کد خرابی		
شکستگی پایه	BRB	خرابیهایی که بطور معمول قابل مشاهده می‌باشند.	
شکستگی کامل (بصوت قائم)	BRC		
شکستگی کامل (زیر و زاویه‌دار)	BRR		
خمیدگی جانبی	BRL		
خمیدگی سطحی	BRS		
خوردگی پایه	CBI		
لب‌پریدگی و موجدارشدگی تاج	CDI		
لهیدگی تاج	CRH		
موجدارشدگی (Corrugation)	CRR		
زدگی انتها (عیب ۷ شکل)	ENB		خرابیهایی که بطور معمول قابل مشاهده می‌باشند.
ریل سوختگی	EBI		
شکستگی ریز $< 40\%$	FDL		
شکستگی حاصل از ریل سوختگی $< 40\%$	FEL		
شکستگی تعمیرشده با صفحات اتصالی	FJB		
ورقه‌شدگی، ورامدگی	FLK		
ترکهای سطحی	HCK		
طول ریل کمتر از ۱۳ فوت	LI3		
جاری شدن سطحی (Overflow)	OVF		
خرابی سطح غلتش	RSD		
پوسته‌شدگی	SHL		
شکاف خوردگی	SLV		
پوسته‌شدگی سطح	SPL		
سوختگی در اثر برش انتهای ریل	TCE		
سایش وجه کنار ریل	WRS		
سایش وجه فوقانی ریل	WRV		
ترک سوراخ پیچها	BHC	خرابیهای که بعضی مواقع مشاهده می‌شوند	
شکستگی ریز $\geq 40\%$	FDS		
شکستگی حاصل از ریل سوختگی $\geq 40\%$	FES		
جدایی تاج و جان	HWS		
معایب نورد	MDF		
شکاف افقی تاج	SHH		
شکاف قائم تاج	SHV		
شکاف جان	SWB		
خرابی جوش	WDD		
شکاف مرکب	FCM		خرابیهای که بندرت قابل مشاهده‌اند
شکاف اریب $< 40\%$	FTL		
شکاف اریب $\geq 40\%$	FTS		
سوراخ‌شدگی	PPR		
سوختگی در اثر سوراخ کردن انتهای ریل	TCH		

خرابیهای ریل در جدول بالا برای کار در سیستم RAILER در نظر گرفته شده است. این لیست شامل خرابیهای پیدا شده طبق استانداردهای راه آهن ارتش آمریکا می باشد. به هر حال با وجودی که لیست موجود، گسترده است اما کاملاً در برگیرنده همه چیز نیست. دیگر استانداردهای خط ممکن است خرابیهای دیگری را نیز در نظر بگیرند. خرابیهای ریل از مسایل کنترل کیفیت در فرآیند تولید ریل، بکارگیری نامناسب در نصب، فقدان نگهداری و اثرات محیطی ناشی می شود. همچنین بارهای تکراری چرخ، تنشها و تغییر شکلهایی را که به خرابی خستگی، سایش و لهیدگی منجر می شوند، القاء می کند. برخی از خرابیها می توانند از ترکیب این فاکتورها ناشی شوند. برای مثال، یک خرابی ناشی از ساخت مانند ترکهای داخلی می تواند تحت بارهای سیکلیک (تکرار شونده)، به شکستگی تبدیل شود (خستگی).



شکل (۳) - نمونه ای از پلیسه شدن سطح غلطش ریل [۹]

### معایب پابندها و دیگر مصالح خطی (F&OTM)

اصولاً پابندها و مصالح دیگر خطی (F&OTM) شامل تمام اجزای تولید و ساخته شده‌ی خطی به غیر از تراورس، ریل و اجزای انشعابات می باشند. این مورد بطور مشخص شامل مصالح سفالی و خاکی از جمله بالاست، بستر و دیگر مصالح از این دست نمی شود. اجزای (F&OTM) اکثراً اقلامی از جنس فولاد سخت هستند، با این وجود مصالح دیگر را نیز ممکن است شامل شوند. هر جزء، یک عملکرد ویژه را تأمین می کند که شامل وظایفی چون اتصال ریلها به یکدیگر، انتقال بار از یک ریل به ریل دیگر، کمک به توزیع بار از ریل به تراورس، گیرداری ریل به تراورس، عایق سازی اجزای خط، جلوگیری از خروج از خط، ایجاد امکان تعویض مسیر حرکت از خطی به خط دیگر، جلوگیری از فرار ریل، کمک به تثبیت عرض خط، تأمین وسیله ای برای ایجاد تقاطع در مسیر حرکت و انتقال پیامهای لازم به مهندسان قطار یا متصدی وسیله جهت حرکت قطارها، می شود. برای بحث، بهتر است که اجزای F&OTM را به دو گروه تقسیم کنیم: اتصالاتی و اجزای غیر اتصالاتی. [۲]

#### ۱- اتصالاتی ها

اتصالاتی ها، وسایل مکانیکی هستند که ریلها را جهت ایجاد طولی پیوسته به یکدیگر متصل می کنند. اتصالاتی شامل اجزاء زیر می شود. ۱- محل انتهایی ریلها ۲- صفحه های اتصالاتی ۳- بولتها (پیچها)، مهره ها و واشرهای اتصالاتی خرابیهای اتصالاتی از نصب نامناسب، فقدان نگهداری و اثرات محیطی ناشی می شوند. همچنین بارهای تکراری (سیکلیک) چرخها، تنشها، تغییر شکلهای ارتعاشاتی را که منجر به خرابی خستگی و شل شدن بولتها و صفحات می شوند، القاء می کنند. خرابیهای مربوط به اتصالاتی های درز ریل در شامل موارد زیر است. تمام بولتها شل شده، تمام بولتها در انتهایی یک ریل مفقود یا شکسته، هر دو صفحه مفقود شده، هر دو صفحه در مرکز ترک خورده، صفحه ترک خورده یا شکسته (خارج از مرکز)، آرایش نامناسب بولتها اتصالاتی، اندازه یا نوع نامناسب بولتها اتصالاتی، صفحه اتصالاتی شل شده، بولت اتصالاتی شل شده، بولت مفقود/خمیده/ترک خورده/شکسته شده، سوختگی صفحه ای اتصالاتی در اثر برش، صفحه مفقود شده تکی [۵]

#### ۲- اجزای غیر اتصالاتی

این اجزاء شامل موارد زیر می شوند:  
ضربه گیر قطار (CB)-نگهدارنده ی قطار (CS)-اجزای تعویض خط (DL)-میله های تثبیت عرض خط (GR)-تقاطع هم سطح (GC)-پابندها (HD)-اجزای عایق کاری (IC)-ادوات ضد فرار ریل (RA)-تقاطع ریلی (RR)-گوه ها (SH)-علامات (SI)-تابلوه ها (S2)-میخها (SP)-زینچه ها (TP)  
خرابیهای اجزای غیر اتصالاتی از حمل یا نصب نامناسب، تراورسهای خراب یا حرکت تراورسها، ارتعاشات ناشی از حرکت قطارها، تغییر شکلهای ناشی از عملکرد قطار در خمش، شستگی یا ترک خوردگی به علت خستگی، خروج از خط، خرابکاری، فقدان نگهداری و شرایط محیطی، ناشی می شوند. برخی خرابیها می توانند از ترکیب این فاکتورها حاصل شوند. این خرابی ها شامل موارد زیر است. اجزای اتصالاتی شکسته، خورده شده، ترک خورده یا خمیده، محل نامناسب قرارگیری، مقدار ناکافی عایق کاری، اندازه و نوع نامناسب، شل شده یا مفقود شده، غیر کاربردی (ناکارآمد)، ناهمواری با شدت کم، متوسط، زیاد، سائیده شده [۵]

راههای متعددی برای کمی کردن خرابیهای ذکر شده بصورت خاص یا بطور کلی با استفاده از شاخصهای مقدار، طول، تراکم و موقعیت وجود دارد. به هر حال استفاده از روش طول/تراکم برای تخمین کمیتهای خرابی تنها برای اجزای زیر پذیرفته است:

HD : پابندها- JT : اتصالی‌های در ریل- RA : ادوات ضد خزش- SP : میخها- TP : زینچه‌ها- GC : ادوات تقاطعات همسطح

#### معایب تراورسها:

تراورس ها از لحاظ جنس شامل انواع مختلف بتنی، چوبی، فلزی و کامپوزیت هستند که با توجه به حوصله این مقاله به تشریح ویژگی های آن ها نمی پردازیم. عمده وظایف تراورسها عبارت‌اند از حفظ فاصله‌ی ریلها در حد مجاز، انتقال نیروهای وارده از ریل به لایه بالاست و کاهش تنشها، مهار خط در لایه‌ی بالاست. به طور کلی سه نوع خرابی در تراورس دیده می‌شود: ۱. تراورسهای زوال یافته ۲. تراورسهای مفقود ۳. تراورسهای نامناسب قرار گرفته

#### الف - تراورسهای زوال یافته:



شکل (۴) - نمونه ای از خرابی ناشی از عوامل بیولوژیکی [۱]

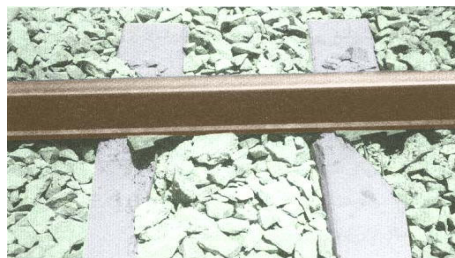
هم سیستم RAILER و هم راه‌آهن ارتش آمریکا اصطلاح «تراورسهای زوال یافته» را در مورد تراورسهایی به کار می‌برند که طول عمر کمتری نسبت به حالت طراحی داشته باشند و یا وظیفه خود را به خوبی انجام ندهند.



شکل (۵) - پوسیدگی و خوردگی در تراورسهای فلزی [۱]

ارزیابی اینکه تراورس زوال یافته است یا نه، بسته به نظر بازرس دارد. برای چنین ارزیابی، باید تک‌تک تراورسها بررسی شوند. تراورسها می‌توانند به علل محیطی و یا تحت بارگذاری دچار زوال شوند. همچنین این تراورسها در حین تراورس‌گذاری نادرست، خروج از خط قطار و یا سوراخ کردن مکرر دچار آسیب می‌شوند. برخی از انواع خرابیهای مرتبط با زوال تراورسها به قرار زیر می‌باشد:

#### ۱- یک تراورس معیوب منفرد در برابر چندین تراورس غیرمعیوب:



شکل (۶) - ترک خوردگی و شکست زودرس در تراورس بتنی [۱]

## ۲- تراورس معیوب ناحیه‌ی درز:

فاصله‌ی تیپ تراورسها به این صورت است که یک یا دو تراورس در ناحیه درز ریل قرار می‌گیرند. تراورسی در ناحیه‌ی درز قرار می‌گیرد که در فاصله ۱۸ اینچی (راه‌آهن نظامی آمریکا) یا ۲۴ اینچی (RAILER) از انتهای ریل نسبت به مرکز خود فاصله داشته باشد. بنابراین به تراورسی که در فاصله کمتر از ۱۸ یا ۲۴ اینچی از درز ریل قرار دارد، تراورس ناحیه درز (joint tie) گفته می‌شود. [۱]. اگر یک تراورس معیوب ناحیه درز در کنار تراورس غیرمعیوب ناحیه‌ی درز باشد، در تعریف شماره ۲ می‌گنجد.

## ۳- همه تراورسهای ناحیه‌ی درز معیوب باشند:

### ۴- تعداد تراورسهای معیوب در یک دسته:

دسته تراورسها بوسیله‌ی تعداد تراورسها که می‌توانند ۲، ۳، ۴ و ۵ تایی باشند، متمایز می‌شوند. اگر تعداد تراورسهای متوالی معیوب بیش از ۵ عدد باشد به عنوان چندین دسته تراورس تلقی می‌شوند. مثلاً ۷ عدد تراورس معیوب متوالی به یک دسته ۵ تایی و یک دسته ۲ تایی تقسیم می‌شوند.

### ۵- دسته‌ی مجزا در برابر دسته‌های مجاور:

خود دسته‌ها نیز برحسب اینکه چقدر به یکدیگر نزدیک هستند، متمایز می‌شوند. اگر فاصله‌ی دو دسته تراورس معیوب بیش از یک تراورس غیرمعیوب نباشد، به این دسته‌ها «دسته‌های معیوب مجاور» گویند. اگر دسته‌ها مجاور نباشند، «دسته‌های مجزا» نامیده می‌شوند.

### ۶- دسته‌های مجزا توسط یک تراورس ناحیه درز:

دسته‌های معیوب می‌توانند توسط یک تراورس معیوب ناحیه‌ی درز، مجزا شوند.

## ب- تراورسهای مفقود شده

در استاندارد راه‌آهن ارتش آمریکا به طور صریح در مورد تفاوت تراورسهای مفقود و تراورسهای زوال یافته بحث نشده است. اما در RAILER تراورسهای زوال یافته و مفقود به منظور سهولت برنامه‌ریزی نگهداری و نوسازی خطوط و نیز محاسبه‌ی شاخص کیفیت تراورسها به طور مجزا مورد بحث قرار گرفته‌اند.

و دو حالت برای تراورسهای مفقود شده وجود دارد:

۱. وقتی که تراورس مفقود شده و وضعیت سایر تراورسها تغییر نمی‌کند. ۲. وقتی که یک تراورس مفقود می‌شود و تراورسهای مجاور آن حرکت می‌کنند تا فضای خالی آنرا پر کنند.

به طور کلی ۵ نوع خرابی تراورس از نوع تراورسهای مفقود شده وجود دارد:

۱. تراورس مفقود شده منفرد ۲. یک دسته ۲ تایی از تراورسهای مفقود شده ۳. یک دسته ۳ تایی از تراورسهای مفقود شده ۴. تراورس مفقود شده ناحیه‌ی درز ۵. دو تراورس مفقود شده ناحیه‌ی درز  
نکته: تفاوتی بین دسته تراورسهای مفقود مجاور و مجزا وجود ندارد. اگر بیش از ۳ تراورس متوالی، مفقود شده باشد به عنوان یک دسته محسوب می‌شود.

## ج- تراورسهای نامناسب قرار گرفته

سه نوع از خرابی یاد شده وجود دارد:

۱. تراورسهای با موقعیت قرارگیری به هم خورده شامل موارد زیر می‌شوند: تراورسهایی که از حالت گونیایی خارج شده‌اند، تراورسهای پیچ‌خورده حول محور طولی، تراورسهای دسته شده

۲. تراورسهایی که فاصله مرکز به مرکز آنها بیشتر از ۴۸ اینچ باشد (تراورسهایی که در ناحیه‌ی درز نباشند)

۳. تراورسهایی که فاصله مرکز آنها بیشتر از ۴۸ اینچ باشد (تراورسهایی که در ناحیه‌ی درز باشند)

دلایل وقوع خرابی مربوط به تراورسهای نامناسب قرار گرفته شامل نصب غیر صحیح تراورسها، عدم بهره‌برداری صحیح در دوره‌های نگهداری و تعمیرات، کیفیت پایین یا کمبود بالاست در اطراف تراورسها، جابجایی و فرار ریل می‌باشد.

## معایب بالاست، بستر و خاکریزها (BSR)

یکی از دلایل اصلی خرابی BSR رشد نباتات است که شامل رویش چمن، علف هرز، بوته، درخت و هر پوشش طبیعی دیگر می‌شود. رشد نباتات وقتی که در مقیاس وسیع در طول حریم و محدوده‌ی خط‌آهن بوجود می‌آید به عنوان خرابی محسوب می‌شود. بطور معمول، رشد نباتات در پشت شانه‌های خط و نه داخل محدوده‌ی شانه تا شانه‌ی سازه‌ی خط، مجاز است. در طول محدوده‌ی خط و خصوصاً در شیبهای کناری خاکریزها و خاکبرداریه‌ها رشد برخی نباتات برای جلوگیری از فرسایش خاک، لازم است. به هر حال، این مواد باید کنترل شوند تا در حرکت قطار یا بازرسی خط اختلال بوجود نیاروند. هرگونه رشد نباتات که بطور وسیع و گسترده در داخل سازه‌ی خط واقع شود بگونه‌ای که بالاست و بستر را فاسد کند، ممکن است در حرکت قطار اختلال بوجود آورده و یا از انجام بازرسی کامل خط جلوگیری نماید.

برخی از عوامل رایج خرابیهای BSR عبارتند از:

- تورم بالاست در وسط خط: تغییر شکل‌های ناشی از بار چرخها در قسمت بیرونی تراورسها را گویند. به مرور زمان، بالاست زیر دو تراورس ممکن است فشرده شده یا در آن یک تغییر شکل ماندگار ه منجر به تغییر شکل‌های دائمی در مقطع بالاست می شود، وجود آید. به دلیل آنکه وسط طول تراورسها به شکل واقعی بارگذاری نمی‌شود، کمبود سطح تماس بین تراورسها و مقطع بالاست در قسمت‌های بیرونی تراورسها رخ می‌دهد.
- بالاست کثیف: آلودگی ناشی از نفوذ مصالح بستر، سقوط از قطارهای ذغال، ماسه و غیره، و جابجایی ذرات ریز توسط جریان باد یا آب را گویند. همچنین بالاست ممکن است در اثر سایش مکانیکی و شرایط جوی دچار فرسایش شده یا متلاشی گشته و تولید مواد ریز در محل شود.



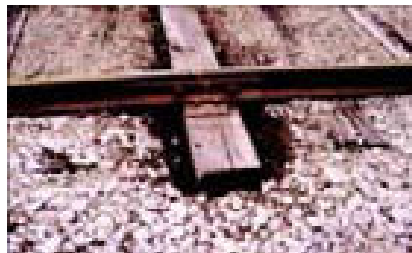
شکل (۷) - نمونه ای از نفوذ مواد خارجی به بالاست و کثیفی آن [۱۰]

- فرسایش: وجود جریان عظیم آب در طول شانه‌ی خط، روی خط، در طول محدوده‌ی خط یا پای خاکریزی با سرعت کافی جهت حمل سنگدانه و خاک می‌تواند موجب این خرابی شود.



شکل (۸) - وجود آب در داخل بالاست [۸]

- تراورسهای معلق: نشست یا تحکیم مواد پرکننده‌ی پشت کوله‌ی پلها موجب فقدان اتکای تراورسها می‌شود.
- مقدار ناکافی بالاست: کمبود بالاست در طول ساخت، بهسازی یا هر کار جانبی دیگر برای خط باعث ایجاد این خرابی می‌شود.
- پمپاژ شدن: ترکیبی از بالاست کثیف، آب و ترافیک موجب تبدیل مواد ریز به سیالی می‌شود که در اثر شکل تراورس و اعمال نیرو در داخل مقطع بالاست شرایطی لجنی بوجود می‌آورد و ممکن است به یک ماده‌ی نفوذناپذیر و سخت تبدیل شود.



شکل (۹) - تراورسهای پمپ شده با شدت زیاد [۱۱]

- شیب ناپایدار: فشار بالای آب در داخل شیب و زاویه‌ی تند ترانشه براس خاک موجود، موجب کمک به ناپایداری می‌شود.
- رشد نباتات: دانه‌ها ممکن است توسط باد حمل و به واسطه‌ی آب یا سقوط از قطارهای باری، ته‌نشین شوند. ساختار عظیم تشکیل شده از ریشه‌ی نباتات در طول محدوده‌ی خط ممکن است باعث رشد و جوانه زدن در سازه‌ی خط گردد. ترکیبات آب و مواد ریز دانه در بالاست و بستر برای ادامه‌ی رشد، لازم است.



شکل (۱۰) - رشد گیاهان و علفهای هرز در داخل خط آهن [۱۱]

معایب این گروه براساس طولی از خط برحسب فوت که دچار خرابی شده اندازه گیری می شود.

### رواداریها و سطوح خرابی

از آنجا که شدت همه‌ی خرابی‌ها یکسان نبوده و همچنین امکان رسیدگی به تمام آنها در یک زمان مقدور نمی‌باشد، لذا می‌بایست از میان خرابیها آنهایی در اولویت قرار گیرند که باعث ایجاد شرایط بحرانی‌تری در خط می‌گردند. همچنین هرگونه انحراف از مقادیر استاندارد و یا مقادیر طراحی شده را نمی‌توان خرابی محسوب نمود، چون در مرحله‌ی اجرا، مقدار مجازی از انحراف اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. البته نباید فراموش کرد که این به معنی آن نیست که می‌توانیم خط را با داشتن مقداری انحراف در پارامترها احداث کنیم، بلکه علت بوجود آمدن انحرافات می‌تواند عدم وجود دقت بالا در عملکرد ماشین آلات و کارگران باشد که با آموزش بهتر و استفاده از تجهیزات دقیق‌تر می‌توان این انحرافات را به حائل رساند. همچنین پس از احداث، انجام یک سری عملیات اصلاحی توسط ماشین آلات مکانیزه پیش از بهره‌برداری از خط ضروری است. پس از تعیین خرابی‌ها در یک مسیر با توجه به رواداری‌های مشخص شده در آئین نامه، طبقه بندی کیفی خطوط به شرح زیر خواهد بود.

- سطح کیفی ۱: رواداریها ی مربوط به این سطح کیفی، استانداردهای یک خط بالا فاصله پس از احداث می‌باشد (خطوط جدید)
  - سطح کیفی ۲: چنانچه خطوط در این سطح کیفی قرار بگیرند، باید برنامه ریزی‌های تعمیراتی منظم شود (خطوط بهره‌برداری)
  - سطح کیفی ۳: در این سطح کیفی، وضعیت خط بحرانی بوده و نیاز به تعمیرات فوری دارد (خطوط قابل بهره‌برداری)
  - سطح کیفی ۴: در این سطح کیفی، وضعیت خط خطرناک بوده و ایمنی سیر و حرکت بسیار پایین است (خطوط غیرقابل بهره‌برداری)
- همچنین کلاس‌های خطوط در ایران مطابق جدول ۱۲ تعریف می‌شوند.

جدول ۱۲- طبقه‌بندی خطوط در ایران از نظر حداکثر سرعت مجاز [۷]

کلاس خط	حداکثر سرعت مجاز (کیلومتر بر ساعت)
A	۱۶۰-۲۰۰
B	۱۲۰-۱۶۰
C	۸۰-۱۲۰
D	کمتر از ۸۰

### مراجع

- ۱- مقدمه ای بر نگهداری و تعمیر خطوط راه آهن - تالیف دکتر جبار علی ذاکری
- ۲- آموزش سوزنیان - اداره کل حفاظت و ایمنی و سیر و حرکت
- ۳- دستورالعمل موقت حمل کالای خطرناک - اداره کل حفاظت و ایمنی و سیر و حرکت
- ۴- شناسایی عیوب خط و پارامترهای نگهداری، مرکز آموزش عالی راه آهن، ۱۳۸۱
- ۵- روشهای نگهداری خط آهن، تالیف: جبارعلی ذاکری - مهرداد رضازاده، ۱۳۸۵، چاپ اول
- ۶- نشریه شماره ۲۷۹ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، (مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه آهن)، ۱۳۸۳، چاپ اول
- ۷- سایت اداره کل روابط عمومی راه آهن جمهوری اسلامی ایران [www.raja.ir](http://www.raja.ir)
- ۸- سایت مرکز تحقیقات راه آهن [www.irirw.com](http://www.irirw.com)
- ۹- سایت اداره کل راه آهن شمالشرق <http://shahrod.raja.ir>
- ۱۰- مهندسی راه آهن، تالیف مهیار عربانی - فریدون مقدس نژاد - انتشارات دانشگاه گیلان
- ۱۱- روسازی راه آهن تالیف: مهندس رستمی - انتشارات کاوشگر