



## تحلیل آماری شکستگی ریل و جوش درز ریل در اداره کل راه آهن زاگرس

### محسن خیراللهی

کارشناس مسئول گروه نظارت بر خط و سازه های فنی اداره کل راه آهن زاگرس  
mohsen\_kheirollahi@yahoo.com

### محمد رضا فیروز کوهی

معاون فنی و زیر بنایی اداره کل راه آهن زاگرس  
Mf.Firooz@Gmail.Com

### عباس آریان راد

کارشناس گروه نظارت بر خط و سازه های فنی اداره کل راه آهن زاگرس  
abasarian@gmail.com

### حسین شهبازنژاد

کارشناس گروه نظارت بر خط و سازه های فنی اداره کل راه آهن زاگرس  
hosseinshahbaznezhad@yahoo.com

### چکیده

یکی از نکات اساسی در بحث مدیریت نگهداری خطوط راه آهن، توجه به مقوله شکستگی ریل و جوش می باشد و غفلت از این امر امکان بروز سوانحی با خسارتهای مالی و حتی جانی را افزایش می دهد. شکستگی ها عمدتاً در اثر عواملی همچون: خستگی ریل، جوشکاری نامناسب و غیراصولی، ضربات سنگین ناشی از آلات ناقله ریلی معیوب (زدگی چرخ)، افتادگی در محل اتصالیها و ... حادث می شود لذا در این مطالعه که آمار شکستگی ریل و جوش در محدوده اداره کل راه آهن زاگرس حدفاصل ایستگاه تنگ ۷ تا اندیمشک طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ مورد بررسی قرار گرفته، تلاش شده است تا ضمن شناسایی دلایل بروز این شکستگی ها، راهکاری مناسب بمنظور کاهش و به حداقل رساندن شکستگی ها ارائه گردد. همچنین بلاک های بحرانی از لحاظ خرابی روسازی خط جهت انجام عملیات بازسازی مشخص گردیدند.

واژگان کلیدی: بلاک، جوش درز ریل، شکستگی ریل

## ۱- مقدمه

امروزه حمل و نقل ریلی بدلیل امنیت بالای آن نسبت به سایر صنعت های حمل و نقل بعنوان گزینه مناسبی جهت جابجایی کالا و مسافر محسوب می شود. از سوی دیگر می توان گفت در تمامی صنایع حمل و نقل رایج دنیا بروز سانحه امری بدیهی بوده و قاعدتا صنعت ریلی نیز از این امر مستثنی نیست و همه ساله در راه آهن های مختلف دنیا شاهد سوانحی بزرگ و کوچک در آن می باشیم. از اینرو شناسایی نقاط ضعف راه آهن بمنظور کاستن سوانح امری لازم و بدیهی می باشد. چنانچه بخواهیم خطای نیروی انسانی را بعنوان یکی از مهمترین عوامل در بروز سوانح ریلی در نظر بگیریم، دو عامل خرابیهای خط و ناوگان (وسائط نقلیه ریلی) نیز از جمله موارد سانحه ساز بشمار می روند. از جمله خرابیهای ایجاد شده در بخش خط که باید عمیقا مورد توجه قرار بگیرد بحث شکستگی ریل و جوش می باشد. با گذشت زمان و تردد وسائط نقلیه بر روی خط، پدیده خستگی در ریل ایجاد می شود، از سویی دیگر بدلیل برخی معایب دیگر خط همچون: روسازی نامناسب و بی کیفیت، افتادگی در محل درزها و اتصالیها، ضربات سنگین ناشی از عبوب چرخ ها و گاهها "کیفیت نامناسب جوشکاری درز ریل ها، همگی شرایط را جهت شکستن ریل و جوش فراهم می آورند که خود می تواند نقطه عطفی جهت بروز سانحه در آن نقطه باشد. از اینرو بدلیل اهمیت بسیار زیاد موضوع در این مقاله بر آن شدیم تا با یافتن دلایل بروز شکستگی ها در منطقه اداره کل راه آهن زاگرس، حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ کیلومتر ۵۵۵ تا ایستگاه اندیمشک کیلومتر ۶۷۴+۸۱۸، نسبت به ارائه راهکارهایی جهت جلوگیری و یا کاهش آنها بپردازیم. اداره کل راه آهن زاگرس از مهر ماه سال ۱۳۹۰ طی مصوبه راه آهن جمهوری اسلامی ایران از اداره کل راه آهن لرستان تفکیک شد و محدوده آن از کیلومتر ۵۵۵ بلاک تنگ ۷- تنگ ۵ تا ایستگاه هفت تپه کیلومتر ۷۰۰+۷۲۰ مشخص گردید. از آنجاییکه اطلاعات مربوط به شکستگی های ریل و جوش محدوده جدید افزوده شده به این اداره کل (اندیمشک تا هفت تپه) تا قبل از سال ۱۳۹۰ موجود نمی باشد از اینرو ملاک عمل در این مقاله از کیلومتر ۵۵۵ تا ۶۷۴+۸۱۸ ایستگاه اندیمشک می باشد. شایان ذکر است که روسازی خطوط در اکثر بلاک ها<sup>۱</sup> از ریل U33 با تراورس فلزی، بدون جوشکاری و در برخی موارد بصورت مقطعی می باشد. (بلاک دوکوهه - اندیمشک دارای تراورس بتونی با ریل UIC60).

از آخرین عملیات بهسازی در این منطقه با ماشین سرنده بیش از ۱۲ سال گذشته است بهمین دلیل سرعت قطارهای باری بجز در بلاک دوکوهه-اندیمشک ۵۵ کیلومتر بر ساعت و سرعت قطارهای مسافری ۵۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است. (امیرنیا، ۱۳۹۰)

## ۲- روش تحقیق

جامعه آماری در این تحقیق شکستگیهای ریل طی سالهای مختلف در راه آهن زاگرس می باشد. در این تحقیق ابتدا نسبت به جمع آوری آمار شکستگی ریل و جوش طی یک دوره پنج ساله از فروردین سال ۱۳۸۷ تا اسفند ۱۳۹۱ اقدام نموده و پس از

آن آمار بارهای عبوری از این منطقه طی سالهای مذکور نیز گردآوری شد و نهایتا نسبت به تحلیل آمار از دو جنبه زمان وقوع شکستگی ها و محل ایجاد آنها، پرداخته شد.

۱- قطعه خطی است بین دو نقطه که برای تنظیم فاصله زمانی سیر قطارها مشخص می شود.



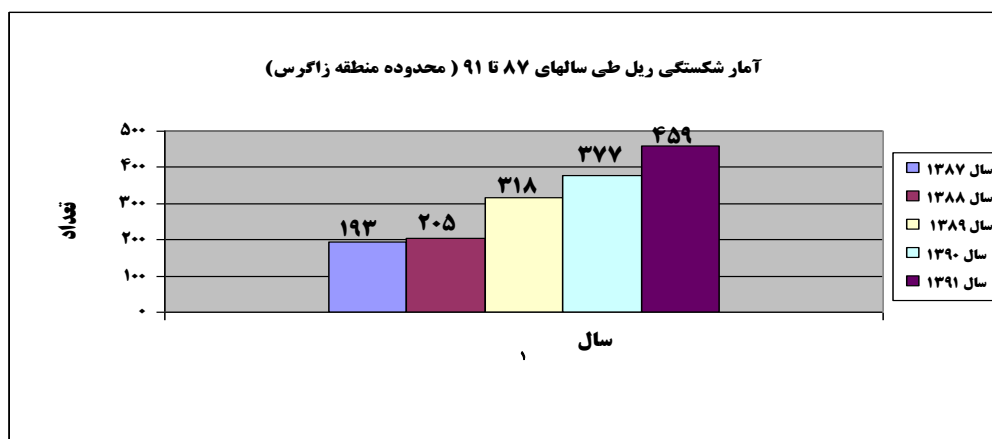
### ۳- روش بررسی

۳-۱- آمار کلی شکستگی ها :

با دقت در آمار شکستگیها طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ (جدول شماره ۱) بوضوح می توان دریافت که مجموع این آمار هر ساله سیر صعودی داشته بنحویکه کل آمار شکستگیها در سال ۱۳۸۷ تعداد ۱۹۳ مورد بوده است اما از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ بترتیب ۲۰۵، ۳۱۸، ۳۷۷ و ۴۵۹ مورد شکستگی ریل و جوش در این منطقه بوجود آمده است .

جدول ۱- آمار کلی شکستگی ریل و جوش طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک

ماه سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع
۱۳۸۷	۶	۳	۵	۳	۴	۸	۲۰	۱۵	۲۵	۶۵	۳۰	۹	۱۹۳
۱۳۸۸	۱۷	۷	۸	۵	۸	۶	۱۵	۲۸	۴۰	۲۸	۲۵	۱۸	۲۰۵
۱۳۸۹	۲۰	۱۵	۶	۷	۱۱	۱۴	۱۱	۲۱	۴۶	۶۹	۵۰	۴۸	۳۱۸
۱۳۹۰	۴۷	۲۸	۱۲	۲۰	۲۱	۲۳	۳۴	۶۰	۳۸	۲۸	۳۱	۳۵	۳۷۷
۱۳۹۱	۲۳	۱۸	۵	۱۴	۱۳	۲۱	۵۰	۷۸	۸۱	۵۸	۶۰	۳۸	۴۵۹



نمودار

نمودار ۱-

کلی شکستگی ریل و جوش طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک

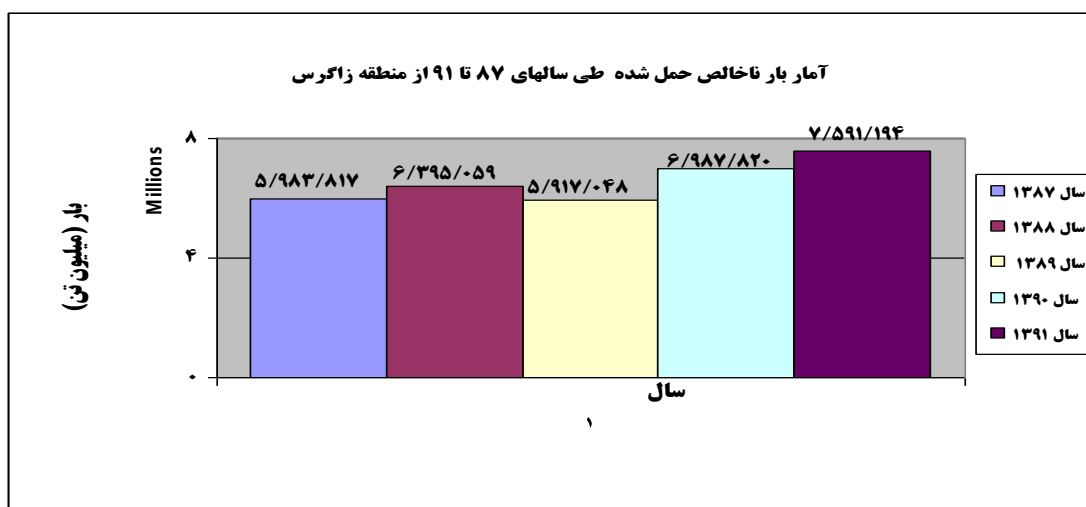


۳-۲- آمار بار حمل شده :

میزان بار عبوری بر روی خط ، یکی از عوامل موثر در بروز خرابی ها در خط بوده و قاعدتا حمل بار زیاد مستلزم نگهداری مناسب و بموقع می باشد و چنانچه در این بین بیشتر به مقوله عبور بار توجه شود ، خرابی های ایجاد شده در خط پس از طی یک مرحله ، در مراحل بعدی بصورت تصاعدی افزایش خواهند یافت . (جدول شماره ۲)  
 طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ (بجز سال ۸۹) میزان بار حمل شده از این منطقه سیر صعودی داشته است. (اداره کل راه آهن زاگرس، ۱۳۹۱)

جدول ۲- آمار بار حمل شده طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع
۱۳۸۷	۳۷۲۵۹	۴۳۹۷۱	۴۶۹۵۴	۴۱۸۸۷	۵۴۰۷۶	۵۲۲۹۹	۶۲۷۱۱	۵۷۰۵۶	۵۸۵۰۳	۵۷۵۶۸	۴۶۱۱۲	۳۹۹۸۰	۱/۹۸۳/۸۱۷
	۶	۳	۶	۹	۷	۴	۱	۷	۳	۷	۰	۴	۵
۱۳۸۸	۵۰۰۳۴	۳۲۷۷۴	۴۵۵۳۸	۵۶۲۹۷	۵۱۵۶۵	۶۱۶۴۷	۵۸۵۸۵	۵۹۶۶۹	۶۳۱۳۱	۶۷۰۳۸	۴۹۶۴۰	۴۳۵۸۴	۱/۳۹۵/۰۵۹
	۵	۰	۳	۴	۴	۰	۵	۵	۰	۹	۴	۰	۶
۱۳۸۹	۴۶۱۵۷	۵۴۱۴۸	۵۸۵۹۹	۵۰۲۷۶	۴۶۹۷۰	۵۶۹۵۷	۴۴۴۳۰	۴۳۹۵۴	۴۵۲۴۲	۴۸۰۸۴	۴۴۲۶۸	۵۲۶۱۳	۱/۹۱۷/۰۴۸
	۰	۵	۸	۴	۹	۳	۸	۹	۸	۷	۵	۲	۵
۱۳۹۰	۶۲۴۴۴	۶۷۴۰۱	۵۵۱۳۴	۵۴۵۳۳	۶۴۰۴۸	۶۶۱۹۳	۶۵۷۷۹	۵۹۰۱۹	۴۸۳۹۹	۴۹۲۴۴	۴۹۰۶۰	۵۷۵۲۵	۱/۹۸۷/۸۲۰
	۳	۰	۵	۰	۱	۰	۲	۲	۱	۶	۶	۴	۶
۱۳۹۱	۵۶۰۶۶	۵۷۳۰۲	۵۱۵۳۵	۵۰۴۵۴	۶۹۹۳۰	۶۷۴۲۷	۷۵۹۸۵	۷۲۹۸۲	۶۸۵۵۸	۶۳۹۸۴	۶۲۵۰۹	۶۲۳۸۱	۱/۵۹۱/۱۹۴
	۷	۶	۶	۹	۲	۸	۶	۰	۵	۲	۶	۷	۷



نمودار ۲- نمودار بار حمل شده طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک



۳-۳- زمان ایجاد شکستگی ها :

تنش داخلی ریل ها رابطه مستقیمی با تغییرات دما دارد ، بنحویکه در تابستان ریل تحت فشار و در زمستان تحت اثر کشش و تنش های کششی قرار می گیرد . با محاسبه تغییرات طول ریل بر اساس تغییر درجه حرارت در صورتیکه پابند های ریل محکم بوده و اجازه انبساط و انقباض به ریل داده نشود ، تنش حاصل از تغییرات درجه حرارت ریل بصورت زیر محاسبه می شود :

$$\sigma = 24 \Delta t \quad (1)$$

که S تنش بوجود آمده می باشد در نتیجه نیروی حاصل از این تنش برابر است با :

$$F = 24A \Delta t \quad (2)$$

که در این رابطه :

$\sigma$  = تنش بر حسب Kg/cm<sup>2</sup>

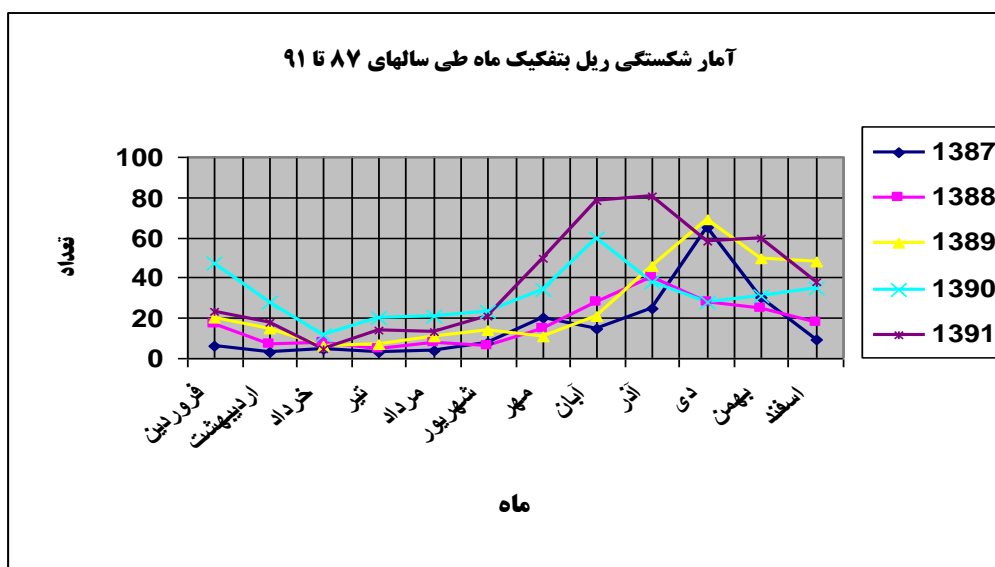
F = نیرو بر حسب Kg

A = سطح مقطع ریل بر حسب cm<sup>2</sup>

$\Delta t$  = تغییرات درجه حرارت بر حسب سانتیگراد

تنش کششی ایجاد شده در اثر تغییرات درجه حرارت به دلایلی شدیدتر از تنش های فشاری بوده و شکست ریل در اثر همین شدت ، در ماههای سرد بیشتر می باشد . (ذاکری و خلیلی ، ۱۳۸۳)

همانگونه که از نمودار شماره ۳ مشاهده می شود ، آمار شکستگی ها در فصول گرم ( فروردین تا شهریور ) سیر نزولی داشته اما با آغاز فصل سرما در فصل پاییز آمار شکستگی ها نیز افزایش پیدا کرده و در فصل زمستان به حداکثر خود می رسد . این افزایش در تمامی ۵ سال دوره طرح تکرار شده است .



نمودار ۳- نمودار شکستگی ریل و جوش بتفکیک ماه طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک





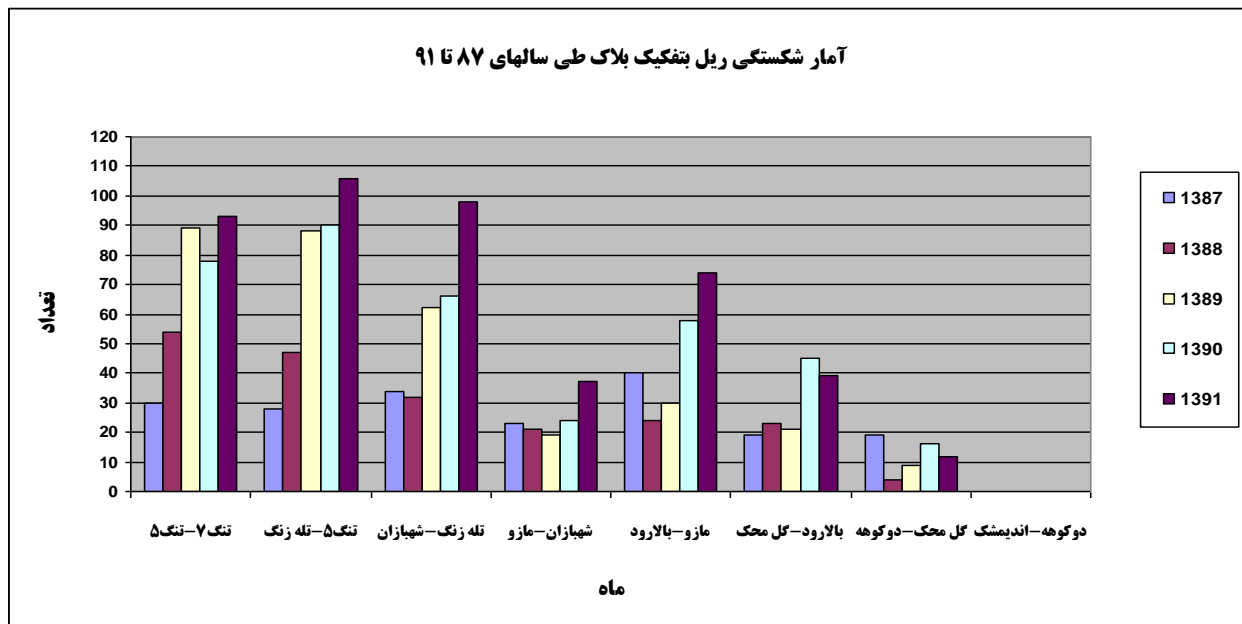
۳-۴- محل ایجاد شکستگی ها :

با دقت در آمار شکستگی ریل و جوش (جدول ۳) مشاهده می شود که در برخی بلاک ها تعداد شکستگی ها نسبت به دیگر بلاک ها بطور چشمگیری بیشتر می باشد. برای بررسی بیشتر این موضوع از آمار شکستگی بلاک ها طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ برای هر بلاک جمع فراوانی شکستگی ۶۰ ماهه گرفته و نمودار مقایسه ای ستونی آنها ترسیم شد (نمودار ۵) سپس برای مقایسه ابتدا میانگین فراوانی شکستگی بلاک ها را بدست آورده و عدد ۱۹۴ حاصل شد. پس از آن انحراف معیار را بدست آورده و عدد ۱۳۲/۶ بدست آمد. سپس بلاک هایی که فراوانی شکستگی آنها از مقدار میانگین بعلاوه نصف انحراف معیار (۲۶۰ ۱/۳) بیشتر بوده جدا شده و در نهایت از این فراوانیها میانگین گرفته و عدد ۳۳۱/۶ حاصل شد، در نهایت بلاک هایی که فراوانی شکستگی آنها از این میانگین بیشتر بود بعنوان بلاک بحرانی انتخاب و بر روی آنها تحلیل انجام شد (ذاکری و خلیلی، ۱۳۸۳)

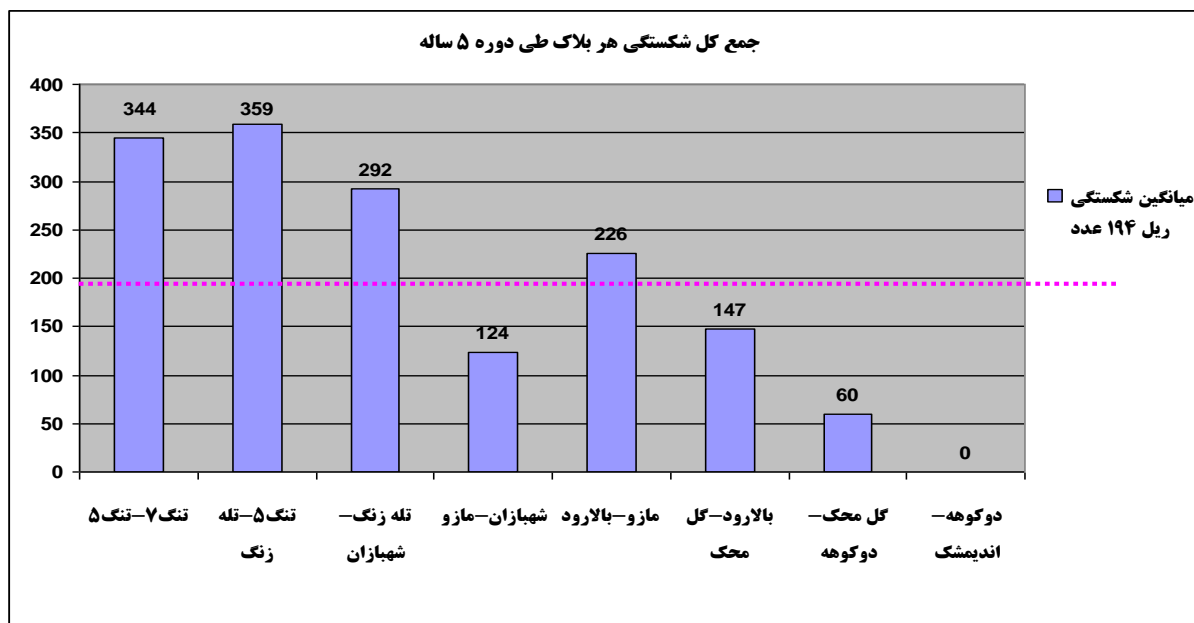
بر این اساس بلاک تنگ-۵-تله زنگ با فراوانی ۳۵۹ و بلاک تنگ-۷-تنگ با فراوانی ۳۴۴ بعنوان بحرانی ترین بلاک های اداره کل راه آهن زاگرس معرفی گردید.

جدول ۳ - آمار شکستگی ریل و جوش بتفکیک بلاک طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک

بلاک سال	تنگ-۷-تنگ ۵	تنگ-۵-تله زنگ	تله زنگ-شهبازان	شهبازان-مازو	مازو-بالارود	بالارود-گل محک	گل محک-دوکوهه	دوکوهه-اندیمشک
۱۳۸۷	۳۰	۲۸	۳۴	۲۳	۴۰	۱۹	۱۹	۰
۱۳۸۸	۵۴	۴۷	۳۲	۲۱	۲۴	۲۳	۴	۰
۱۳۸۹	۸۹	۸۸	۶۲	۱۹	۳۰	۲۱	۹	۰
۱۳۹۰	۷۸	۹۰	۶۶	۲۴	۵۸	۴۵	۱۶	۰
۱۳۹۱	۹۳	۱۰۶	۹۸	۳۷	۷۴	۳۹	۱۲	۰
جمع کل	۳۴۴	۳۵۹	۲۹۲	۱۲۴	۲۲۶	۱۴۷	۶۰	۰



نمودار ۴ - نمودار شکستگی ریل و جوش بتفکیک بلاک طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ حد فاصل ایستگاههای تنگ ۷ تا اندیمشک نمودار ۵ - میانگین و جمع کل شکستگی ریل و جوش بتفکیک بلاک ها



#### ۴- یافته ها

برای تحلیل شکستگی ریل و جوش در بلاکهای بحرانی مذکور ، دو مقوله نوع و کیفیت روسازی و تناژ بارهای عبوری از منطقه بعنوان مهمترین دلایل بروز شکستگی ها مورد بررسی قرار گرفتند و اینگونه نتیجه حاصل شد :

با بررسی سیستم روسازی خطوط این منطقه مشخص گردید که این خطوط از سال ۱۳۱۷ با ریل IIA و تراورس چوبی مورد بهره برداری قرار گرفته و در سال ۱۳۳۶ بدون جمع آوری بالاست قبلی توسط یک شرکت فرانسوی ، روسازی از سیستم ریل و تراورس (IIA) به (U33) تبدیل گردید . لذا مشاهده میگردد که عمر روسازی خطوط این منطقه بیش از ۶۰ سال بوده در حالیکه عمر مفید ریل U33 برای حدود ۱/۵ میلیون تن بار ناخالص سالیانه حدود ۵۰ سال می باشد (آیین نامه روسازی راه آهن، ۱۳۸۳) در حالیکه با نگاهی به آمار بار ناخالص عبوری از این منطقه طی سالهای ۸۷ تا ۹۱ (جدول ۲) مشخص گردید که میانگین بار عبوری تقریبا حدود ۶/۵ میلیون تن در سال بوده است .

همچنین بار محوری عبوری برای این منطقه ۲۰ تن در نظر گرفته شده است (اداره کل راه آهن زاگرس، ۱۳۹۰) که گاهی اوقات مشاهده می شود برخی واگن های لبه بلند حامل بار ، بدلیل عدم نظارت در حین بارگیری و یا بدلیل بارش نزولات جوی و نفوذ به درون واگن ها ، دارای افزایش بار بوده و این افزایش بار به همراه زدگی برخی چرخ ها و سرعت قطار در محلهاییکه افتادگی سر اتصالیها وجود دارد باعث بروز شکستگی ها می شوند . از سوی دیگر بدلیل محدودیت در تامین ریل نو ، بناچار در این منطقه از ریلهای یکطرف سائیده که اکثرا "عمر مفید آنها به اتمام رسیده و اصطلاحا" ریل خسته نامیده می شوند ، نیز استفاده میگردد . ضمنا بلاک تنگ ۵-تله زنگ دارای ۱۶ قوس با شعاع کمتر از ۴۰۰ بطول ۳۴۰۱ متر و همچنین بلاک تنگ ۷-تنگ ۵ دارای ۱۷ قوس با شعاع کمتر از ۴۰۰ بطول ۳۵۶۸ متر می باشند که سایش ریل در آنها بسیار شدید بوده و بصورت مرتب نیاز به تعویض دارند اما به دلیل کمبود ریل این امکان وجود ندارد و خود بستر مناسبی برای بروز شکستگی ها می باشند. با مراجعه به سوابق این منطقه مشاهده گردید که آخرین عملیات بهسازی خط با سرند مربوط به سال ۱۳۷۹ بوده که با توجه به نوع روسازی خط ، بیش از دو سال از انقضای بهسازی آن گذشته است و بستر خط حالت الایسیسته خود را از دست داده و حالت صلب بخود گرفته که همین مساله باعث می شود بستر خط عملکرد خود را بخوبی انجام نداده و انتقال بار از سیستم روسازی به زیرسازی گاهها حالت عکس بخود میگیرد و به همین دلایل به مرور زمان این خرابی ها در حال افزایش می باشند و تعمیرات مقطعی جوابگوی اینهمه خرابی نبوده است بنابراین مهمترین عوامل شکستگی ریل و جوش در این بلاک ها بشرح ذیل خلاصه می شوند :

- از بین رفتن خاصیت الایسیسته بستر خط
- سرعت قطارها در محلهایی که شیب و فراز متوالی و پشت سرهم دارند .
- زدگی چرخ ها
- وجود درز ریل های بیش از حد استاندارد
- افزایش بار محوری بیشتر از حد مجاز درون واگن ها
- استفاده از هوابرش بجای موتور ریل بر جهت بریدن سر ریل ها و ایجاد ترک های مویی در محل سوراخ ها و تشکیل محلی برای تمرکز تنش ها
- جوشکاری نامناسب و غیراصولی درز ریل ها ( عدم رعایت دمای تعادل ، وجود حفره ها و زائده ها در جوش ترمیت و پرس نامناسب و عدم اختلاط کامل در جوش الکتریک )



## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که قدمت بالای روسازی خط در این منطقه و فرسوده بودن آن، عدم انجام عملیات تعمیرات اساسی در منطقه بنحویکه از آخرین عملیات بهسازی بیش از ۱۲ سال گذشته است، استفاده از ریل‌های مستعمل و ساییده بدلیل کمبود ریل نو، عدم تناسب بین عملیات نگهداری خط و تناژ بار عبوری بدلیل کم بودن مدت زمان واگذاری جهت رفع خرابی‌های خط مهمترین عوامل بروز شکستگی‌های متعدد ریل در منطقه بویژه در دو بلاک تنگ ۷-تنگ ۵ و تنگ ۵-تله زنگ می‌باشد.

از اینرو جهت به حداقل رساندن شکستگی‌های ریل موارد ذیل بترتیب الویت پیشنهاد می‌گردد:

- انجام عملیات بازسازی خط با تراورس بتونی و ریل UIC60  
- چنانچه بدلائل مختلف در زمان نزدیک امکان بازسازی وجود ندارد بهترین گزینه عملیات بهسازی خط با ماشین‌سرنده می‌باشد.

- تعویض گسترده ریل‌های فرسوده بویژه ریل‌های ساییده شده قوس‌ها با ریل‌های نو  
- جوشکاری مناسب و اصولی بویژه در مسیرهای مستقیم و تونل‌ها  
- واگذاری زمان مسدودی مناسب جهت رفع خرابی‌های خط بویژه نقاطی که دارای افتادگی سر اتصالیها بوده، متناسب با بارهای عبوری

شایان ذکر است که در طی گردآوری اطلاعات در بهمن ماه سال ۱۳۹۱ در بلاک مازو-بالارود عملیات بازسازی خط با تراورس بتونی و ریل UIC60 آغاز شد و از آن تاریخ تا ۹۲/۵/۲۰ که مرحله نهایی نگارش مقاله انجام شد، هیچگونه شکستگی ریل در آن بلاک حادث نشد و این در حالیست که با مرور سوابق شکستگی در طی سالیان گذشته در ماههای مذکور از بهمن ماه تا مرداد ماه بطور میانگین حداقل ۱۵ مورد شکستگی وجود داشته است. لذا این خود دلیل محکمی است که انجام عملیات بازسازی خط بعنوان مهمترین گزینه جهت کاهش خرابی‌های خط و از جمله شکستگی‌های ریل بوده و گام موثری بمنظور کاهش سوانح ریلی و کاهش هزینه‌های نگهداری خط، می‌تواند در نظر گرفته شود.

## ۶- منابع:

- ۱- امیرنیا، عزیزاله، ۱۳۹۰، بررسی کیفیت خطوط بالاستی راه آن با استفاده از شاخص رکورد ترکیبی خط، اصلاحی (CTR) و شاخص وضعیت سازه خط (TSCI)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد
- ۲- اداره کل راه آهن زاگرس، گروه آمار و فن آوری اطلاعات، خلاصه عملکرد حمل و نقل بار و مسافر، ۱۳۹۱
- ۳- ذاکری، جبارعلی و خلیلی علی، تحلیل آماری شکستگی ریل و جوش درز ریل در راه آهن ایران، هفتمین همایش حمل و نقل ریلی، ۱۰ و ۹ اردیبهشت ۱۳۸۳
- ۴- آئین‌نامه روسازی راه آهن، ۱۳۸۳، وزارت راه و ترابری
- ۵- اداره کل راه آهن زاگرس، گروه نظارت بر خط و سازه‌های فنی، گزارش سیستم اندازه‌گیری بار محوری و زدگی چرخ، مهر ۱۳۹۰

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)