INSO

21191

1st.Edition

2016

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۲۱۱۹۱

چاپ اول

۱۳۹۵

دارای محتوای رنگی

راه‌آهن- اصلاح عیوب ریل

Railway- Treatment of rail defects

ICS: 03.220

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«راه آهن – اصلاح عیوب ریل»

رییس:	**سمت / یا نمایندگی**
سیاحی سحرخیز، سیروس (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)	مرکز تحقیقات راه آهن جمهوری اسلامی ایران
دبیر:	
فرناز سلطانی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت بهبود کیفیت کاوه
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اکرام نصرتیان، بنفشه (کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک)	شرکت بهساز صنعت تاوا
اکرام نصرتیان، بهرنگ (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت فنی مهندسی ایران IEI
امینی، فاطمه (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت بهبود کیفیت کاوه
مصطفی امینی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت بهبود کیفیت کاوه
بصیری ثمرین، مارال (کارشناسی مهندسی شیمی)	شرکت بهبود کیفیت کاوه
حسینی، سیدپرویز (کارشناسی ارشد مهندسی متالوژی)	دانشگاه تهران
خالدنژاد، علیرضا (کارشناسی مهندسی مکانیک خودرو)	شرکت فنی و مهندسی ایران

رشید داداش، شیدخت — واگن سازی تهران
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فرخی نیا، محسن — مرکز آموزش فنی و حرفه ای
(کارشناسی مهندسی برق)

ویراستار:

امینی، فاطمه — کارشناس استاندارد - بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش گفتار	د
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ عوامل کلیدی بازرسی	۲
۴ انواع عیوب و حداقل اقداماتی که باید انجام شود	۶
۵ روشهای عیب یابی	۱۸
پیوست الف (آگاهی دهنده) مثالهایی از نتایج تحقیقات روی سرعت رشد ترک	۲۳
پیوست ب (آگاهی دهنده) مدیریت عیوب	۲۵
پیوست پ (آگاهی دهنده) تائید صلاحیت کارکنان و تأیید تجهیزات بازدید	۲۶
پیوست ت (آگاهی دهنده) علائم اختصاری	۲۸

پیش گفتار

استاندارد «**راه آهن – اصلاح عیوب ریل** "که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در بیست و پنجمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد حمل و نقل مورخ ۱۳۹۵/۰۸/۲۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

UIC 725:2015, Treatment of rail defects

راه‌آهن- اصلاح عیوب ریل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین اصول نظارت و اقدامات اصلاحی جهت رفع عیوب ریل و ارائه توصیه هایی برای تعمیر و نگهداری و پایش ریل می باشد .

این استاندارد در مورد اصول نظارت و رفع عیوب ریل و ارائه توصیه هایی برای تعمیر و نگهداری و پایش ریل کاربرد دارد . این عیوب میتواند ناشی از ترک و شکسته شدن ریل باشد .

یادآوری۱- این استانداردبا توجه به آخرین تجربیات به دست آمده توسط راه آهن های دنیا تهیه گردیده است.این تجربیات در رابطه با چگونگی توسعه عیوب و اقداماتی است که جهت رفع عیوب ریل (این عیوب بر اثر خستگی ناشی از تماس غلتشی ایجاد میگردد و یک پدیده رایج و رو به افزایش است) انجام می شوند.

یادآوری۲- این استاندارد متمم استاندارد UIC 712 میباشد .

یادآوری۳- این استاندارد شامل سه بخش زیر است .

۱- عوامل کلیدی بازرسی

۲- طبقه بندی عیوب و اقدامات جهت رفع عیوب

۳- روشهای شناسایی

یادآوری ۴-این استاندارد از پیوست های زیر تشکیل شده است :

- پیوست الف- مثالهایی از نتایج تحقیقاتی روی سرعت رشد ترک
- پیوست ب- مدیریت عیوب
- پیوست پ- تایید صلاحیت کارکنان و تأیید تجهیزات بازرسی
- پیوست ت- فهرست علائم اختصاری

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 UIC 721, Rail defects

2-2 ORE D88, Study of railfaults in the track

2-3 EN473,Non-destructive testing-Qualification and certification of NDT personal-General principle

2-4 Recmmended Practice NO SNT – TC-1A,Personnal Qualification and Certification in Nondestructive testing

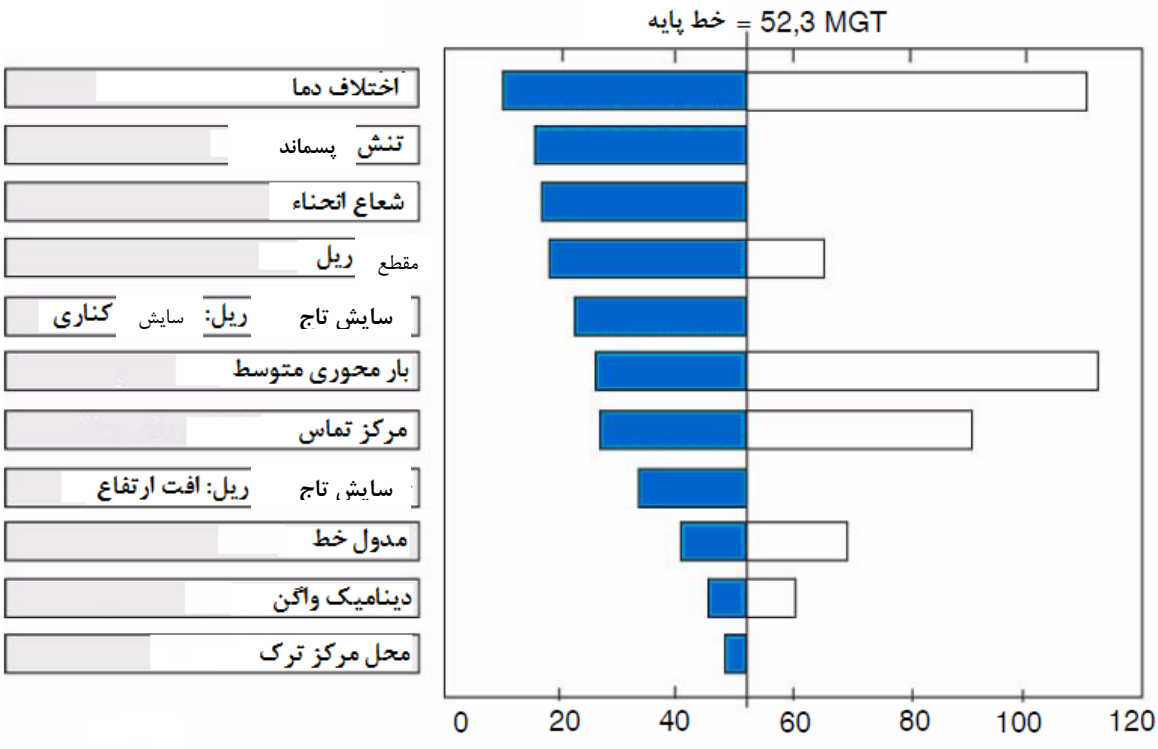
۳ عوامل کلیدی بازرسی

۳-۱ مقررات ساده در مورد رشد ترک

رشد ترک می تواند به صورت افزایش اندازه عیب به ازاء مجموع تناژ بار ترافیکی ناخالص (میلیون بار ناخالص- MGT) بیان شود. اندازه عیوب می توانند برحسب mm یا درصد مقطع عرضی تاج ریل بیان گردد . رشد ترک بستگی به عوامل زیادی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- بارمحوری استاتیک
- بار دینامیکی چرخ
- ویژگی های حرکتی وسیله نقلیه (ترکشن، ترمزها و غیره)
- مقطع ریل
- فولاد ریل
- نوع عیب
- اختلاف دما (دمای ریل – دمای بدون تنش)
- تنش پسماند ریل
- سایش تاج ریل
- مشخصات ابعادی خط
- سفتی خط

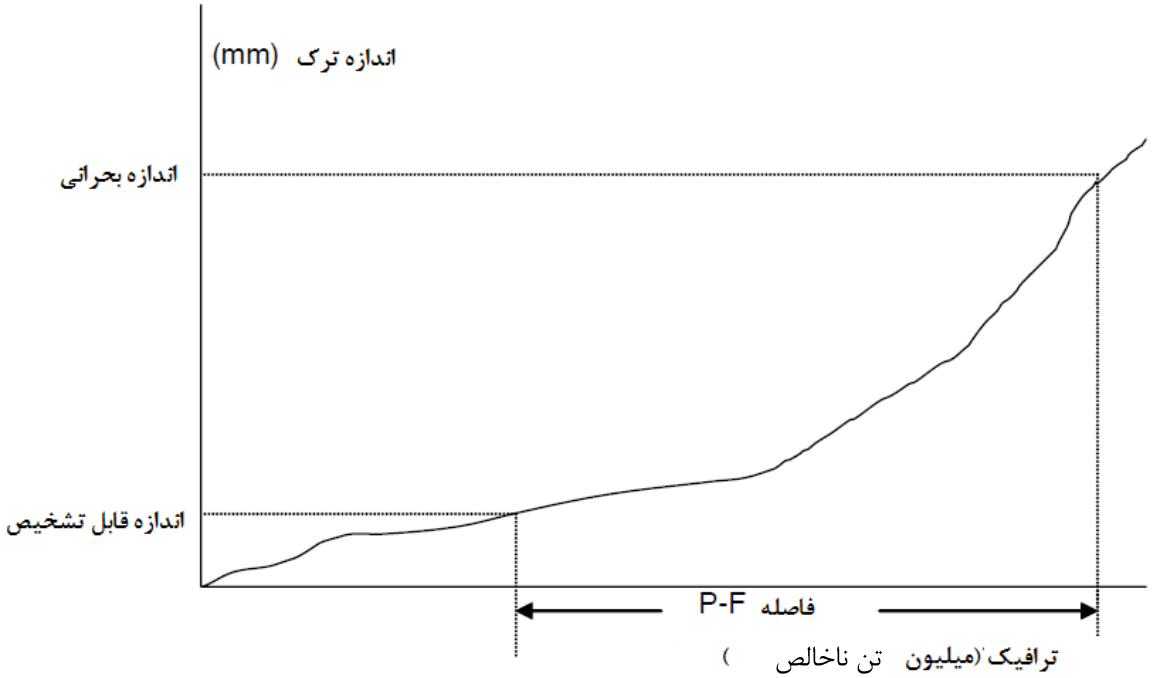
به عنوان بخشی از پروژه مشترک UIC/WEC در مورد مدیریت عیوب ریل، تحلیل حساسیت نشان میدهد که چگونه ترافیک های مختلف و شرایط خط برروی سرعت ترک اثر میگذارد. شکل ۱ نشان دهنده نتایج این تحلیل می باشد.



شکل ۱ – تأثیر عوامل مختلف روی سرعت رشد ترک (تغییر فواصل P-F)

عوامل مختلف، با توجه به اثرآنها روی رشد ترک، امتیاز دهی شده اند و براین اساس برطول عمر ریل (میلیون تن ناخالص عبوری) تأثیر میگذارند.

ترک دارای اندازه قابل تشخیص قطعی (پتانسیل – P) می باشد. این امر بستگی به روش تشخیص مورد استفاده دارد. ترک از اندازه مورد اشاره رشد می کند و بعد از این که اندازه آن به حد بحرانی برسد ، ریل شکسته می شود (شکست – F). زمان یا بار ترافیکی بین این دو اندازه می تواند برای تعریف فواصل P-F استفاده شود.



شکل ۲ – تعریف فواصل P-F

برای کلیه عیوب، نرخ رشد ترک ممکن است بطور قابل توجهی تغییر نماید. به هر حال، مدلهای ساده رشد ترک برای عیوب عرضی در سطح تاج ریل، قابل ارائه هستند (به پیوست الف مراجعه شود).

۳-۲ پارامترهای کلیدی برای برنامه ریزی بازرسی دوره ای

۳-۲-۱ حداقل الزامات

- کلاس خط:

از دستورالعمل های شرکت راه آهن استخراج می شود. معمولاً براساس بار ترافیکی و/یا سرعت

- بار ترافیکی:
- ممکن است بار ترافیکی واقعی یا بار ترافیکی معادل باشد.

۳-۲-۲ الزامات توصیه ای

علاوه بر حداقل الزامات، شرایط زیر نیزباید مد نظر قرار گیرد:

۳-۲-۲-۱ بحرانی بودن شرایط خط

بحرانی بودن شرایط خط عبارت از حاصل ضرب فرکانس تصادفات در وزن تصادفات می باشد. هر دو مورد با ایمنی و حرکت به موقع قطارها مرتبط هستند، به عنوان مثال می توان به تصادفات در تونل ها یا پلها و غیره اشاره نمود. بحرانی بودن شرایط خط را می توان با تجزیه و تحلیل آمار شکستگی ریل محاسبه نمود.

بحرانی بودن شرایط خط را همچنین می توان براساس جریان ترافیک تعریف نمود. به عنوان مثال، خطر اختلال در ترافیک مسیر یک خطه که تعداد قطارهای زیادی برروی آن تردد می کنند، بیشتر از یک مسیر دوخطه است که امکان تغییر خط دارد.

۳-۲-۲-۲ مناطق خاص

مناطقی هستند که تجربه نشان میدهد خطر رخداد عیوب در آنها بالا بوده و باید تحت بازرسی دوره ای کوتاه تر قرار گیرند و در برخی موارد لازمست از روشهای تخصصی برای شناسایی عیوب خاص استفاده شود:

- ریل های مشکوک به دارابودن عیوب تولید یا ریل هایی که با استفاده از روشهای تولید قدیمی (ریختگی شمش ، سطوح بالای ناخالصی، کنترل محصول نهایی با روشهای غیرمخرب نامناسب) ساخته شده اند.
- شرایط محیطی نامناسب به واسطه حضور نمک یا سایر مواد شیمیایی، به همراه جریان های الکتریکی می توانند باعث خوردگی ریل شوند. ریل های این مناطق (مانند تونلها، تقاطع های هم سطح) باید با استفاده از روشهای مناسب و باز رسی دوره ای ، پایش شوند.
- خطوطی که مستعد به ایجاد عیوب ناشی از خستگی تماسی غلتشی هستند.
- اجزای ماشین کاری شده مانند سوزن ها، تقاطع ها و انتهای ریل در خطوط دارای صفحه اتصالی

۳-۲-۲-۳ فعالیت های تعمیر و نگهداری ترکیبی

زمانی که فعالیت های تعمیر و نگهداری مختلف در یک منطقه و در یک زمان روی یک بخش خط درحال انجام بوده و به این واسطه خط مسدود شده است ، لازمست مجموعه بازرسی های اولیه به منظور تشخیص عیوب ریل (تا حد امکان) انجام شود تا بتوان در طول مدت تعمیر و نگهداری ترکیبی آن ها را اصلاح نمود.

۳-۲-۳ استفاده از فناوری روز

۳-۲-۳-۱ پایش گسترش عیوب ریل (مدیریت ریل بر پایه ریسک).

ارزیابی اطلاعات جمع آوری شده از باز رسی های قبلی، گرایش ریل را برای بروز رشد و تعداد عیوب ،نشان می‌دهد. این گرایش می تواند برای تعریف بازرسی دوره ای بهینه با استفاده از تحلیل خطر از پیش تعریف شده، براساس ویژگی های خط، مورد استفاده قرار گیرد.

فواصل بازرسی می تواند با توجه به افزایش یا کاهش رشدعیوب، تنظیم شود.

۳-۳ بازرسیهای دوره ای ریل

۳-۳-۱ دیدگاه کلی

بازرسی ریل جزء حیاتی تعمیر و نگهداری آن می باشد. بازرسی ریل، روشی برای اطمینان از سطح ایمنی قابل قبول برای ترافیک ناوگان و سطح تعمیر و نگهداری مناسب برای ریل و خط می باشد.

هر مدیر زیرساخت، سیاست مدیریت مخصوص به خود را در مورد عیوب دارد درنتیجه پیشنهاد بازرسی دوره ای مشخص غیر ممکن می باشد. به این دلیل این استاندارد فقط عواملی را که در هنگام برنامه ریزی بازرسی باید مورد توجه قرار گیرند، بیان می نماید. این در مسئولیت های مدیر زیرساخت است که عوامل مورد اشاره را با الزامات خود ،انطباق دهد .

فواصل معین بازرسی دوره ای (براساس پارامترهای کلیدی تعریف شده در بند ۳-۲) را میتوان با توجه به شرایط آب و هوایی محلی تعیین نمود

بازرسی اولتراسونیک در شرایط هوایی خیلی سرد مشکل ساز است. به علاوه، جوش با کیفیت مطلوب در دماهای خیلی پایین ریل، به سختی بدست می آید.

۳-۳-۲ برنامه ریزی دوره های بازرسی

برنامه ریزی بازرسی اولتراسونیک ریل به دلیل تعدد متغیرها و عواقب مربوطه ، کار پیچیده ای می باشد.

دوره های بازرسی ، بطور سنتی در فواصل ثابت با توجه به کلاس خط، سازماندهی می شوند. با اینکه این روش برنامه ریزی، ساده می باشد، ولی هرگز منجر به انجام بازرسی های غیر ضروری یا عدم کفایت تعداد بازرسی ها نمی شود.

با توسعه برنامه ریزی و ابزارهای IT بکارگیری روشهای پیچیده تر، که از منابع بازرسی بطور بهینه استفاده می کنند، امکان پذیر شده است. این کار نیاز به جمع آوری و مدیریت داده های بدست آمده از خط دارد.(به پیوست ب مراجعه شود).

دربرخی از روشهای تولید ریل، تعویض ریل می تواند موثرتر از پایش ریل تا زمان ظهور عیوب ،باشد (به عنوان مثال عیب ۲۱۳ مربوط به استاندارد UIC 712).

۴ انواع عیوب و حداقل اقداماتی که باید انجام شود

۴-۱ انواع عیوب

مدیریت موثر عیوب ریل بستگی به تعداد کمی از انواع عیوب عیوب دارد.

نوع عیب توسط روشهای عیب یابی ، نرخ رشد و خطر شکست ناشی از اندازه عیب ،تعریف می شود.

بنابراین عیوب ریل می تواند به ۶ طبقه، تقسیم شود.

۴-۱-۱ ترکهای عرضی

با توجه به کدهای UIC زیر (استاندارد UIC 712):

111 211 411
421
431
471

هنگام عبور قطار، تنش نوسانی به عیوب ریل اعمال می شود که ممکن است باعث رشد خستگی عیب شود. دمای پایین و تنشهای حرارتی ناشی از آن باعث میشود که اندازه بحرانی عیب کاهش یابددرنتیجه شکست ریل بیشتر در زمستان اتفاق می افتد.
رشد ترکها بطور نمایی بوده که ناشی از کاهش سطح مقطع ریل و درنتیجه کاهش قابل توجه استحکام ریل می باشد.
اندازه عیب می تواند برحسب mm یا درصد سطح مقطع تاج ریل بیان شود.

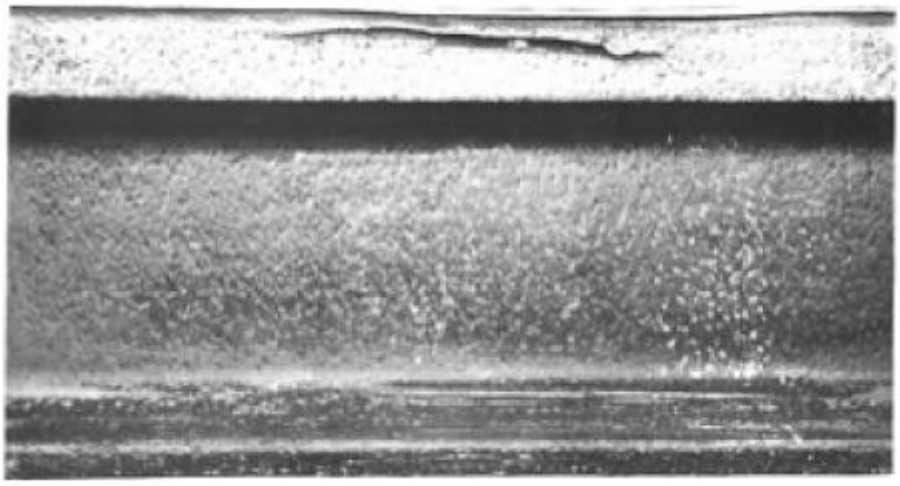
۴-۱-۲ ترک افقی طولی

مربوط به کدهای زیر (استاندارد UIC 712) :

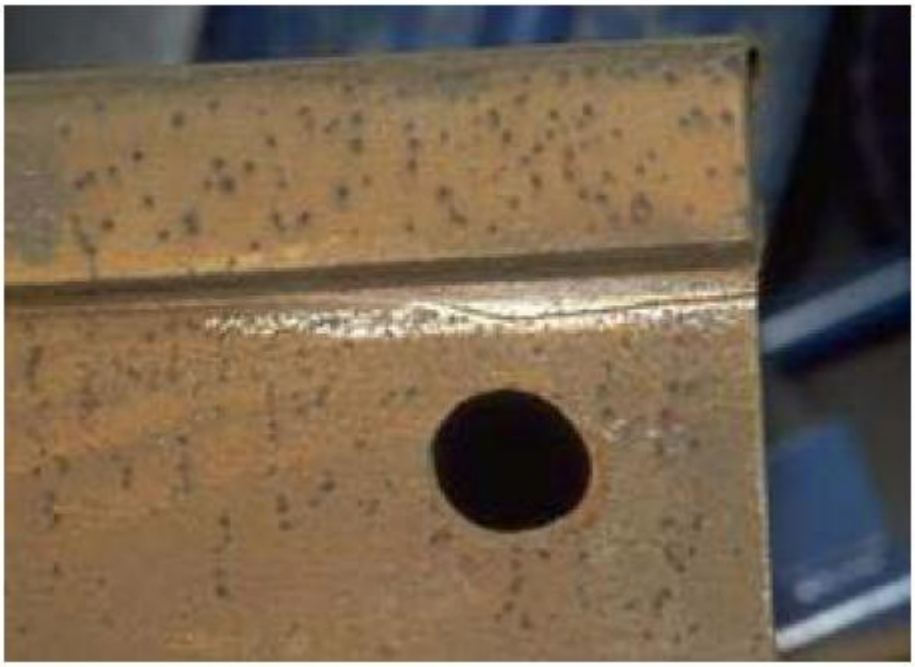
112	212	412
1321	2321	422
1322	2322	432
	239	472

ترکهای افقی طولی می تواند در تاج ریل یا جان یا در مناطق انتقالی بین تاج ریل و جان یا جان ریل و پاشنه اتفاق افتد. این ترکها بطور طولی در ریل، موازی با محور طولی ریل، رشد می کنند. این ترکها می توانند قبل از شکستگی ریل،به سمت بالا یا پایین گسترش یابند.
ترکهای افقی طولی روی ریل به دلیل کاهش میزان هدایت پذیری چرخ روی ریل، می توانند درصورت شکست ریل، عواقب خطرناکی داشته باشند. ترکهای طولی می توانند در بخشهای طولانی اتفاق افتاده و در نتیجه باعث شکست های مختلفی شوند. در حضور تنشهای باقی مانده بالا، این ترکها می توانند با سرعت نسبتا زیاد به منطقه جان ریل گسترش یابند.
ترکهای افقی طولی می توانند باعث ایجاد ترکهای ریز در انتهای ریل شوند. برشکاری حرارتی بدون پیش گرمایش، خطر تشکیل ترک را افزایش می دهد.
این عیب می تواند از جدایش داخلی، که یک عیب ساخت است، ناشی شود. همچنین ممکن است ناشی از عیوب جوش در ناحیه جان ریل باشند.
ترک های طولی در منطقه جان – تاج ریل ممکن است از ترکهای خستگی در منطقه دارای تنش بالا، منطقه بین تاج و جان ریل، شروع شوند. این ترکها در خطوط ریلی دارای صفحه اتصالی، معمول می باشند.

شکل ۳ – مثال نوعی از ترک طولی در جوش ترمیت



شکل ۴ – مثال نوعی از ترک افقی در تاج ریل



شکل ۵ – مثال نوعی از ترک افقی در انتهای ریل

۴-۱-۳ ترک های عمودی طولی

مربوط به کدهای زیر(استاندارد UIC 712) :

113	213
133	233
153	253

این عیب بیشتر ناشی از مشکلات تولید دررابطه با متالورژی یا نورد قطعه می باشد.

روشهای تولید قدیمی مانند روش توماس و ریختگی شمش، باعث افزایش غلظت فسفر، گوگرد، نیتروژن، منگنز و هیدروژن در صفحه تقارن عمودی ریل، می شوند. حضور ناخالصیهای غیرفلزی تواند باعث جدایش فولاد شود. در روشهای جدید تولید ریل، این عیب تا حد زیادی از بین رفته است. سختی عیب یابی و امکان شکستگی تاج ریل در فاصله طولانی (چندین متر) باعث میشود این عیب یکی از خطرناکترین عیوب با خطربالای خروج از خط ، باشد.

گسترش این نوع عیب را می توان به مراحل زیر تقسیم نمود:

- مرحله اول

ترک در طول ریل شروع به رشد می کند و می تواند خیلی طولانی شود (گزارشهایی از ترکهای تا طول 120m وجود داشته است)

در این مرحله، یک روش غیرمخرب خاص برای عیب یابی مورد نیاز است (برای اطلاع از جزئیات بیشتر به بند ۵ مراجعه شود).

با افزایش بار ترافیکی، ترک در ارتفاع ریل رشد میکند و به جان ریل (در مورد کدهای 113 و 213) و سطح رویی تاج می رسد.

- مرحله دوم

ترک به سطح می رسد، قابل رویت شده و شروع به باز شدن می نماید(پهن شدن تاج ریل، کد 213) و استحکام و یکپارچگی ریل کاهش می یابد.

در این مرحله، عیب می تواند به صورت چشمی یا توسط بازرسی اولتراسونیک شناسایی شود . وهمچنین میتوان پهن شدگی تاج ریل را اندازه گیری نمود(پایش تغییرات پهنای تاج ریل).

شکل ۶ – مثال نوعی ترک عمودی طولی در مرحله ۲. در این مرحله، ترک به سادگی توسط امواج اولتراسونیک تشخیص داده شود.

رشد این نوع عیب بستگی به تنش های فشاری و ضربه چرخ روی ریل دارد ، به عبارت دیگر بار محوری، سرعت و نوع ترافیک همراه با سایش سطح رویی تاج ریل و کیفیت فولاد، تاثیرگذار می باشند.

در مرحله اول، سرعت رشد خیلی پایین می باشدو گسترش عیب در طول سالها اتفاق می افتد، اما درمرحله دوم سرعت رشد سریعتر بوده و می تواند در مدت زمان کوتاهی ایجاد خطر نماید.

شکل ۷ و ۸ – مثال های ترک های عمودی طولی که طول آنها به وضوح قابل مشاهده بوده است.

۴-۱-۴ الگوی شکافهای موازی سطحی [1]

مربوط به کد 2223(استاندارد UIC712)

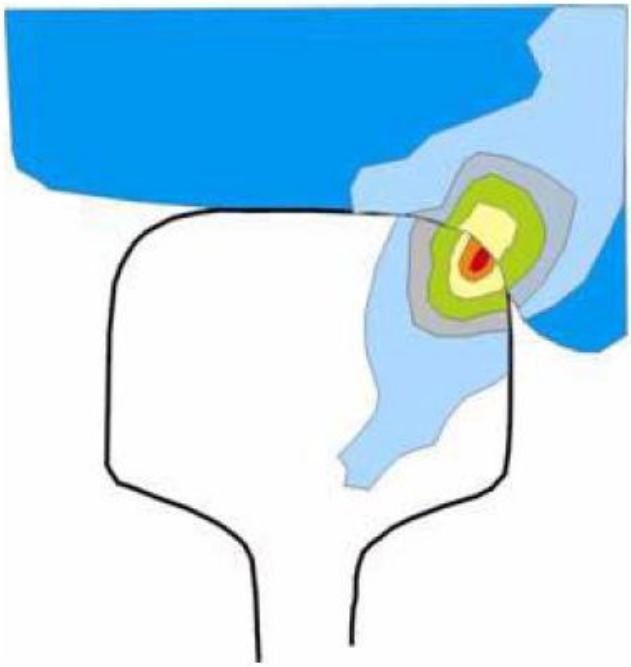
الگوی شکافهای موازی سطحی،پدیده خستگی تماسی غلتشی می باشد و معمولاً در ریل بالایی درقوس همراه با تنش های برشی بالا و سایش نسبتا" کم اتفاق می افتد. این عیب از دغدغه های مدیران زیرساخت بوده و در مراحل اولیه به سختی قابل تشخیص می باشد.

عیب دقیقا از زیر سطح (عمق کمتر از 1/10mm) شروع شده و به سرعت گسترش پیدا کرده و به سطح می رسد. این ترک ها تحت بارهای عبوری،ممکن است به سمت پایین بروند که خطر شکست های متعدد را تقویت می کند.

پیش بینی نحوه گسترش این عیب نسبتا" مشکل می باشد.

اقدامات اصلاحی پیشگیرانه (سنگ زنی، فرزکاری، صفحه تراشی) روی بخشهایی ازریل که تمایل به گسترش عیوب خستگی تماسی غلتشی دارند، معمولاً به عنوان اقدام اصلاحی پیشگیرانه، توصیه می شود.

[1] Head checking



شکل ۹ – ناحیه خطرناک که محل ایجاد شکافهای موازی سطحی می باشد.

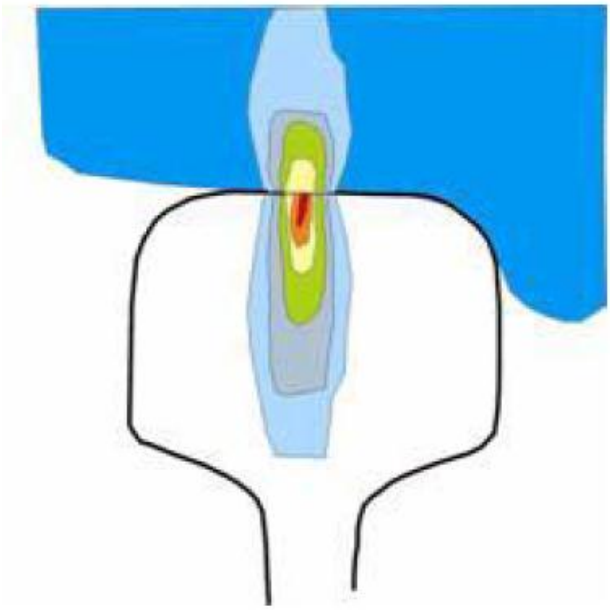
شکل ۱۰ – مثال نوعی از شکافهای موازی سطحی در ریل بالایی قوس

۴-۱-۵ اسکات [1] (فرورفتگی موضعی و پهن شدگی سطح تاج)

مربوط به کد 227 (استاندارد UIC712):

[1] Squat

اسکات یک پدیده خستگی تماسی غلتشی می باشد که معمولاً در خطوط مستقیم همراه با تنشهای برشی بالا، بخصوص در مناطقی که شتاب و ترمزگیری اتفاق می افتد، ایجاد می شود. وسایط نقلیه ریلی دارای ترمزها و ادوات ضد لغزش معمولاً موجب تشدید احتمال بروز عیب می شوند.
منشاء و نحوه گسترش اسکات مشابه با ترکهای افقی تاج می باشد اما اندازه بحرانی عیب برای اسکات بزرگتر است.



شکل ۱۱ – ناحیه خطرناک که محل ایجاد اسکات می باشد

شکل ۱۲ – مثال شکست ریل به واسطه وجود اسکات

شکل ۱۳ – در اغلب موارد، چند اسکات با هم اتفاق می افتند

شکل ۱۴ – مثال نوعی ترک های V شکل در سطح رویی تاج

۶-۱-۴ ترک های مورب (بیشتر در اطراف سوراخهای اتصالی)

مربوط به کدهای زیر(استانداردUIC712) :

135 235
236

ترک های مورب در جایگاه صفحات اتصالی ریل، معمولاً در سوراخ های پیچها و به دلیل عدم یا ناکافی بودن میزان پخ زنی سوراخها، شروع می شوند. این منطقه را نمی توان بدون برداشتن صفحه اتصالی ، بصورت چشمی بازرسی نمود.

بازرسی چنین اتصالاتی با استفاده از ماشین اندازه گیر(سیستم بازرسی اولتراسونیک)، مشکل است زیرا در مواردی که اتصال ضعیفی برقرار است نمی توان وجود تماس کامل (و پیک برگشتی دیواره) را تضمین نمود.

نرخ رشد عیب با توجه به بارهای دینامیکی اعمالی به اتصال، توسط چرخهای عبوری، تغییر می نماید.اتصالات ضعیف ، نیر وهای دینامیکی بالایی را ایجاد می نمایند که باعث خرابی های بعدی خط می شوند.

۴-۲ حد اقل اقداماتی که باید با توجه به طبقه عیب انجام شوند

این بند ، حداقل اقداماتی را که باید برای هر نوع عیب تعریف شده در بند ۴-۱ (ترک های عرضی، ترک های طولی افقی، ترک های طولی عمودی، الگوی ترکهای موازی سطحی، اسکات و ترک های مورب در اطراف سوراخ پیچ های اتصالی) با توجه به اندازه ترک انجام شوند، بیان می کند.

حداقل اقدامات اصلاحی مورد نیاز به ۴ طبقه تقسیم می شود این تقسیم بندی با توجه به نوع اقدام اصلاحی و مهلت انجام آن (انجام کار نباید از این مهلت تجاوز نماید)صورت گرفته است.

۴ طبقه اقدام اصلاحی براساس تعاریف و توصیه های استاندارد UIC 712 مشخص شده اند و در اینجا بصورت جزئی تر با توجه به مهلت زمانی خاص برای انجام اقدام موردنظر، شرح داده شده اند.

هر نوع عیب براساس اندازه آن، در یک طبقه از اقدامات اصلاحی گنجانده شده است.

طبقه 0:

مسدود کردن خط و برداشتن فوری ریل

این اقدام اصلاحی درموردعیوبی اعمال می گردد که حتی با انجام اقدامات خاص و تمهیدات ویژه امکان ادامه بهره برداری از خط با حضور این عیب وجود ندارد.

عموما عیوب شکستگی ریل در این طبقه قرار می گیرند.

طبقه I:

برداشتن فوری ریل

این اقدام اصلاحی درموردعیوبی اعمال می گردد که ممکن است در هر زمان باعث شکست ریل شوند .

می توان حداکثر مهلت دو هفته را برای تعویض ریل درنظرگرفت. فقط در مواردی که امکان بازگشت خط به شرایط سیر ایمن فراهم شود(به عنوان مثال تقویت ریل با بستن صفحه اتصالی) این مهلت می تواند تا ۶ هفته اضافه شود.

طبقه II:

برداشتن ریل

این اقدام اصلاحی درموردعیوبی اعمال می گردد که خطر فوری برای بهره برداری نداشته اما به واسطه گسترش ترک تا زمان برداشت ریل ، به عنوان خطر به قوه محسوب می شوند.

این عیوب باید در محدوده زمانی کمتر از ۱۲ ماه تعمیر شوند.

فقط در مواردی که امکان بازگشت خط به شرایط سیر ایمن فراهم شود(به عنوان مثال تقویت ریل با بستن

صفحه اتصالی) چنین عیوبی می توانند در خط باقی بمانند تا زمانی که در بازرسی دوره ای ،که به عنوان بخشی از بازرسی دوره ای عادی انجام می شود ،عیب را در طبقه بالاتری قرار دهد.

طبقه III:
تحت نظر گرفتن و بازرسی دوره ای ریل
این اقدام اصلاحی درموردعیوبی اعمال می گردد که در این مرحله، خطری برای بهره برداری ندارند .
این عیوب نیاز به تعمیر ندارند اما باید ثبت شده و در طول دوره های بازرسی عادی مورد آزمون قرارگیرند و تغییرات آنها پایش شود.

دوره بازرسی به عنوان مهلتی است که با توجه به پارامترهای کلیدی تعیین می شود (به بند ۳-۲ مراجعه شود)

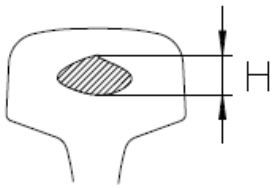
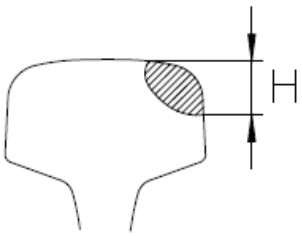
اگر از مهلت بازرسی گذشته باشد، لازمست نظارت مناسب و بیشتری اعمال شود.

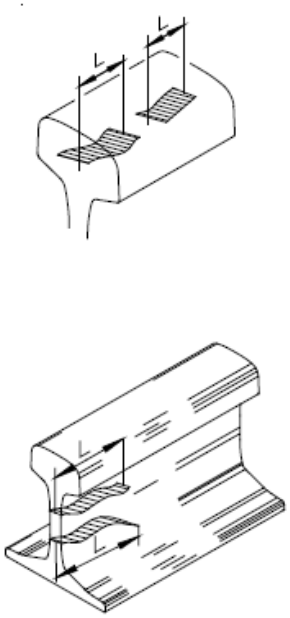
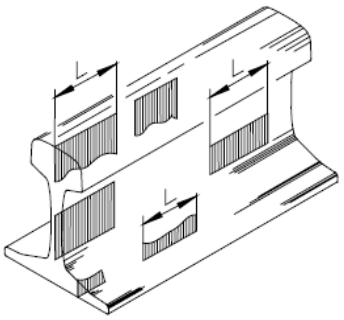
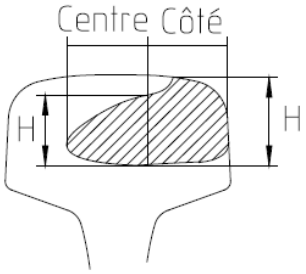
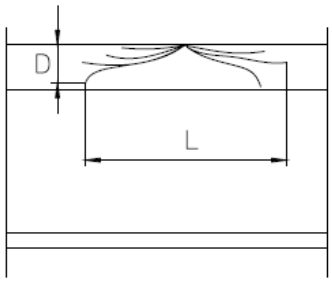
بعضی از عیوب، که در جهت عرضی ریل حرکت می کنند، را می توان با بستن صفحه اتصالی مهار نمود و مدت زمان بیشتری از ریل معیوب استفاده کرد.این نوع عیوب که با بستن صفحه اتصالی قابل مهار هستند، به این شرح میباشند:کدهای 211, 411, 421, 431, 471, 227, 2223, 2251.

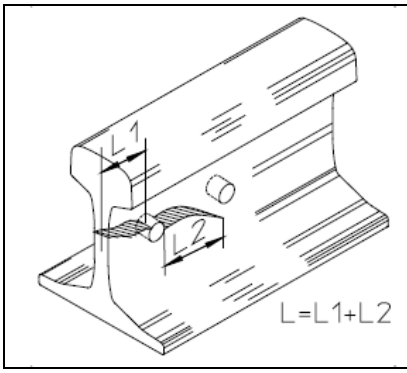
در مورد سایر عیوب، بستن صفحه اتصالی راهکار مناسبی نمی باشد.

درجدول ۱ طبقه بندی عیوب براساس اندازه آنها قید گردیده است. این جدول به عنوان راهنما می باشد و حسب مورد حدود قید شده باید با پارامترهای کلیدی انطباق داده شوند. (به بند ۳-۲ مراجعه شود).

جدول ۱ – دسته بندی اقدامات بسته به اندازه عیب

نوع عیب	طبقه I	طبقه II	طبقه III	
ترک عرضی در تاج ریل	H>25mm	10mm<H≤25mm	H≤10mm	 

ترک طولی افقی	L>200mm	50mm<L≤200mm	L≤50mm	
ترک طولی عمودی	قابل رویت	L>50mm غیر قابل رویت	L≤50mm	
الگوی شکافهای موازی	مرکز تاج ریل H>5mm، یا کناره تاج ریل H>20mm	کناره تاج ریل 5mm<H≤20mm	کناره تاج ریل H≤5mm	
اسکات	D>25mm یا L>200mm	10mm<D<25mm یا 50mm<L≤200mm	D<10mm یا L≤50mm	

ترک های سوراخ پیچ اتصالی	L>100mm	40mm<L≤100mm	L<40mm	

L= طول عیب H = ارتفاع عیب D= عمق عیب

یادآوری مهم - طبقه بندی عیوب و مهلت انجام اقدام اصلاحی عموما براساس وجود یک عیب منفرد در ریل ثابت تعریف می شوند.لذا در موارد زیر طبقه بندی سخت گیرانه تری مورد نیاز می باشد:

وجود چندین عیب با فاصله کم از یکدیگر می تواند باعث چند شکست شود، ترکیب عیوب مختلف می تواند باعث سریع تر شدن نرخ رشد و/یا افزایش خطر شکست ترکیبی/شکستگی طولانی شود.

عیوبی که در انتهای ریل یا بخشهای ثابت نشده (فاقد صفحه اتصالی) ریل اتفاق می افتند به دلیل پتانسیل بیشتر در بروز شکستگی، خطرناکتر هستند.

۵ روشهای شناسایی عیب

۵-۱ دیدگاه کلی

روش بازرسی منحصر به فرد با کاربرد فراگیر وجود ندارد ،تمام روشها دارای فواید و مضراتی می باشند. در نتیجه توصیه می شود به منظور اطمینان از اینکه کلیه عیوب اساسی را بتوان شناسایی نمود، سیستم های بازرسی با هم ترکیب یا تعویض شوند.

۵-۱-۱ مثال هایی از روشهای شناسایی عیوب، شامل موارد زیر می باشد:

- بازرسی چشمی ریل بطور خاص (در مورد برخی از عیوب اساسی تنها روش شناسایی عیب می باشد.)
- شناسایی عیب با استفاده از تجهیزات آزمون خط
- بازرسی دستی [1] (با وسیله ای که با قدم زدن اپراتور روی خط ، آزمون انجام می شود)
- بازرسی دستی با تجهیزات نیمه اتوماتیک (برای مثال برای اندازه گیری ارتفاع ریل).

گرچه خوروهای ریلی خودکار برای شناسایی عیوب ریل بسیار مناسب می باشند، ولی لازمست به دنبال انجام آزمون نسبت به بازرسی دستی به منظور تشخیص دقیق نوع عیب اقدام شود.

۵-۱-۲ الزامات زیر باید برآورده شوند:

[1] Walking Stick

۵-۱-۲-۱ تعیین موقعیت عیب: با استفاده از اسپری رنگ ، بامشخص کردن فاصله از نقطه ثابت روی خط (قطعه و/یا کیلومترشمار) یا توسط GPS.
جهت اطمینان از قابلیت ردیابی و پایش عیب در آینده، محل عیب باید تا حد یک متر از محل مشخص شده توسط بازرسی دستی ، فاصله داشته باشد.(خطای کمتر از یک متر در شناسایی محل دقیق عیب روی خط)

۵-۱-۲-۲ خطاها در شناسایی عیوب: عیوبی که توسط سیستم خودکار شناسایی عیوب، ثبت شده اند ولی وجود خارجی ندارند یا کوچکتر از حداقل اندازه عیب تعریف شده توسط مدیریت زیرساخت میباشند.
نرخ خطادر شناسایی عیوب باید زیر 30% باقی بماند تا استفاده کارامد از منابع و سطح کیفی رضایتمندی را تضمین نماید.

۵-۱-۲-۳ عیوب شناسایی نشده

سیستم اندازه گیر ممکن است به دلایل مختلف نتواند عیوب زیر را شناسایی نماید:

- عدم وجود پیک برگشتی دیواره
- کالیبراسیون ضعیف
- نحوه قرارگرفتن عیب نسبت به پراب اولتراسونیک

۵-۱-۲-۴ به کمک تمهیدات زیر می توان مشکل را به حداقل رساند:

- روشهای کالیبراسیون مناسب (به پیوست پ مراجعه شود)
- بازرسی بخشهایی از خط به منظور بررسی ثبات داده های تولید شده توسط وسایل اندازه گیر

۵-۱-۲-۵ استفاده از سیستم های اندازه گیر مختلف (استفاده از سایر وسایل اندازه گیر یا اندازه گیر دستی – SPG و یا وسیله ای که با قدم زدن اپراتور روی خط ، آزمون انجام می شود و غیره).

۵-۲ توصیه های مربوط به روشهای شناسایی عیوب

شناسایی عیوب عبارت از استفاده از روشهای مناسب برای کشف عیوبی است که بر عملکرد ریل تاثیر نامطلوب می گذارند.

۵-۲-۱ این روشها بسته به امکانات موجود و مشکلات خاص شرکت راه آهن اجرا میشوند .
در مورد توسعه روشهای پایش ریل، امروزه روشهای بازرسی زیر بطور خاص استفاده می شوند:

۵-۲-۱-۱ بازرسی چشمی: این بازرسی میتواند با روش های شناسایی ترک به کمک مایعات نافذ، تکمیل شود.

۵-۲-۱-۱ بازرسی اولتراسونیک: با استفاده از وسیله نقلیه بازرسی یا آزمون دستی.

۵-۲-۱-۲ سایر بازرسیها : این روشها را می توان بطور گسترده به عنوان بخشی از بازرسی های معمول استفاده

نمود.مانند موارد زیر:

- بازرسی جریان گردابی
- بازرسی ابعادی خط
- بازرسی توسط دوربین ویدئویی و اندازه گیری پروفیل ریل و غیره.

کارایی روشهای بازرسی مذکور برای شناسایی عیب موردنظر در یکی از چهار سطح زیر درجه بندی می شود:

A: بیشتر عیوب تشخیص داده شده اند: نشان می دهد که عیبی که در استاندارد UIC 712 تعریف شده است می تواند در بیشتر موارد با روش شناسایی مناسب، تشخیص داده شود.

B: تشخیص این عیوب امکان پذیر است: نشان می دهد که عیب می تواند (بطور به قوه) با روش شناسایی مناسب تشخیص داده شود.

C: تشخیص این عیوب به ندرت امکان پذیر است: نشان می دهد که این عیوب فقط دربعضی مواقع شناسایی می شوند.

D: روش عیب یابی نامناسب: این روش مناسب نبوده یا قادر به تشخیص عیب موردنظر نمی باشد.

جدول ۲ – روش عیب یابی

کد عیب طبق استاندارد UIC 712	روش عیب یابی		
	چشمی	بازرسی اولتراسونیک	
		خودرو/ماشین	دستی	سایر
111	C	B	A	بررسی چشمی بسته به اندازه عیوب
112	B	AB	A	روش دیگری وجود ندارد
113	B	BC[a]	AB	اندازه گیری تغییرات پهنای تاج ریل
121	A	C	BC	سیستم نوری توسط دوربین
122	A	C	BC	سیستم نوری توسط دوربین
123	A	D	D	اندازه گیری پروفیل ریل
124	A	D	D	اندازه گیری پروفیل ریل
125	A	D	C	سیستم نوری توسط دوربین
127	A	C	B	روش دیگری وجود ندارد
1321	C	B	A	بازرسی چشمی بعد از برداشتن صفحه اتصالی، آزمون با چکش
1322	C	B	A	بازرسی چشمی بعد از برداشتن صفحه اتصالی، آزمون با چکش
133	C	C	B	بازرسی چشمی بعد از برداشتن صفحه اتصالی

کد عیب طبق استاندارد UIC 712	روش عیب یابی			
	چشمی	بازرسی اولتراسونیک		
		خودرو/ماشین	دستی	سایر
134	A	D	D	بعد از شناسایی عیب با روش چشمی، ارزیابی عیب توسط آزمون اولتراسونیک
135	C	B	A	بازرسی چشمی بدون صفحه اتصالی، آزمون با چکش
139	B	C	C	روش دیگری وجود ندارد
153	D	C	BC[b]	روش دیگری وجود ندارد
154	A	C	C	بعد از شناسایی عیب با روش چشمی، ارزیابی عیب توسط آزمون اولتراسونیک
211	C	A	A	بررسی چشمی بسته به اندازه عیوب
212	C	A	A	بررسی ابعادی خط
213	C	BC[a]	AB	اندازه گیری تغییر پهنای تاج ریل
2201	A	D	D	بررسی ابعادی خط، سیستم نوری توسط دوربین
2202	A	D	D	بررسی ابعادی خط، سیستم نوری توسط دوربین
2203	A	D	D	بررسی ابعاد ی خط و بررسی پروفیل خط
2204	A	D	D	اندازه گیری پروفیل ریل
221	A	C	BC	بررسی ابعادی خط، سیستم نوری توسط دوربین
2221	A	C	BC	بررسی ابعادی خط، سیستم نوری توسط دوربین
2222	A	C	BC	بررسی دستی در موقعیت های خاص
2223	A	BC	BC	بررسی دستی ، سیستم نوری ،یا جریان گردابی
223	A	D	D	اندازه گیری پروفیل ریل، بررسی ابعادی خط
224	A	D	D	اندازه گیری پروفیل ریل
2251	A	D	C	بررسی ابعاد ی خط، سیستم نوری توسط دوربین

کد عیب طبق استاندارد UIC 712	روش عیب یابی		
	چشمی	بازرسی اولتراسونیک	
		خودرو/ماشین	دستی	سایر
2252	A	D	C	بررسی ابعاد ی خط، سیستم نوری وسط دوربین
227	A	A	A	بررسی دستی توسط آزمون اولتراسونیک، سیستم نوری توسط دوربین
2321	C	A	A	روش دیگری وجود ندارد
2322	C	A	A	روش دیگری وجود ندارد
233	C	C	B	روش دیگری وجود ندارد
234	A	D	D	بعد از شناسایی عیب به روش چشمی، ارزیابی توسط آزمون اولتراسونیک
235	B	A	A	روش دیگری وجود ندارد
236	B	A	A	روش دیگری وجود ندارد
239	B	C	C	روش دیگری وجود ندارد
253	D	C	BC[b]	روش دیگری وجود ندارد
254	A	C	C	بعد از شناسایی عیب به روش چشمی، ارزیابی توسط آزمون اولتراسونیک
301	A	D	D	بررسی ابعاد ی خط، سیستم نوری توسط دوربین
302	A	D	D	سیستم نوری توسط دوربین
303	A	D	D	بررسی ابعادی خط
411	C	A	A	روش دیگری وجود ندارد
412	B	A	A	روش دیگری وجود ندارد
421	C	B	A	بازرسی دستی توسط آزمون اولتراسونیک
422	B	A	A	روش دیگری وجود ندارد
431	C	A	A	روش دیگری وجود ندارد
432	B	A	A	روش دیگری وجود ندارد
471	C	A	A	روش دیگری وجود ندارد
472	B	C	B	بررسی ابعادی خط
481	A	B	B	روش دیگری وجود ندارد

a. این عیب نیاز به بازرسی اولتراسونیک خاص دارد. بازرسی اولتراسونیک از سطوح جانبی تاج ریل با پروب $0°$ و یا بطور پیوسته با پروب زاویه ای ۵۵ درجه انجام می شود، باید در نظر داشت که اجرای روش دوم(بکارگیری پروب زاویه ای)درصورتیکه میزان سایش ریل بالا باشد،مشکل می شود.

b. این امکان وجود دارد که بررسی این عیوب بطور دستی، توسط دستگاه دستی اولتراسونیک از سطح رویی پاشنه ریل انجام شود.

پیوست الف
(آگاهی دهنده)
مثالهایی از نتایج تحقیقات انجام شده درمورد نرخ رشد ترک

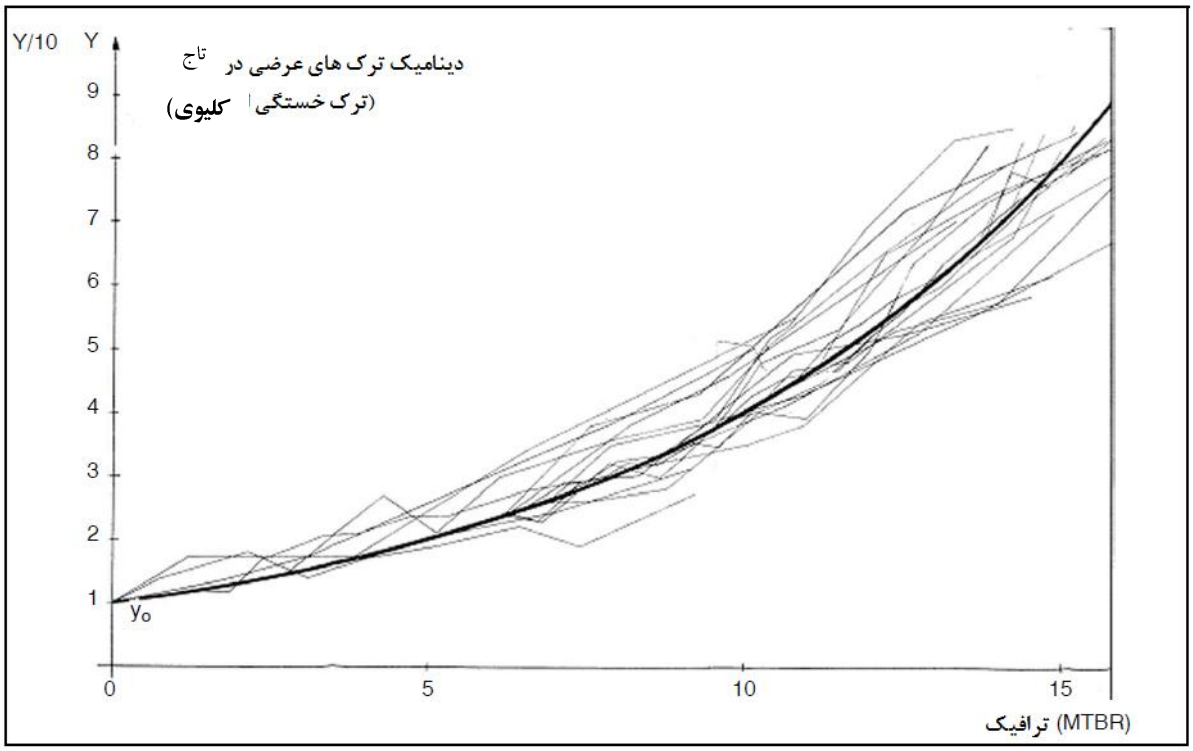
گزارش ORE D88، فرمولهای تجربی زیر را جهت تعیین رشد عیوب عرضی ریل، پیشنهاد می کند (شکل الف – ۱):

$$Y = (2^{X/5}) \cdot 10$$

که در آن:

Y= اندازه ترک به عنوان درصدی از سطح مقطع تاج ریل

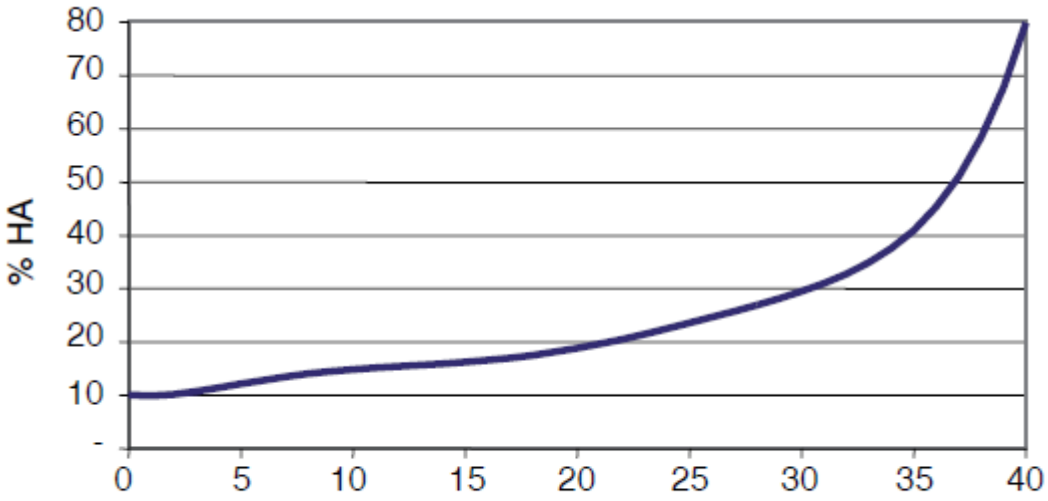
X= بار ترافیکی تجمعی(انباشته) (میلیون تن ناخالص)



شکل الف – ۱ – دینامیک ترک های عرضی در تاج ریل

این گزارش، براساس ریلهای ساخته شده از روش های توماس/مارتین می باشد. برای ریل های جدید (ساخته شده از فولاد ی که جهت دفع اکسیژن از عملیات باز پختی فلز در خلاءاستفاده شده است)نرخ رشد عیب آهسته تر می باشد.

مطالعات انجام شده در ۲۰ سال اخیر، نشان میدهد که ترک های عرضی ریل از اندازه قابل تشخیص تا اندازه بحرانی به میزان 80% سطح مقطع تاج ریل، در محدوده بین 10 MGT تا 50 MGT ، بار ترافیکی انباشته ، رشد می کنند. شکل الف – ۲ یک مدل براساس بار ترافیکی انباشته 40 MGT بین اندازه عیب قابل تشخیص (حدآستانه P) و اندازه بحرانی (حدآستانه F) را نشان می دهد .



شکل الف-۲ – نمودار رشد عیب

پیوست ب
(آگاهی دهنده)
مدیریت عیوب

بررسی و اداره کردن عیوب ریل اغلب به نام مدیریت عیوب ریل شناخته می شود. عامل کلیدی در مدیریت عیب، تعریف برنامه زمان بندی آزمون ریل می باشد. بطور سنتی، آزمون ریل در فواصل زمانی ثابت انجام می شود. با این حال، این روش همیشه منجر به سیستم بهینه از نظر ایمنی و هزینه نمی شود .

مدل های مختلفی برای پیدا کردن فواصل بهینه آزمون ، براساس شرایط ترافیک و محل قرار گیری خط، مورد استفاده قرار می گیرند. برخی مدلها، براساس سطح خطر تعریف شده اند. سطح خطر، در اینجا،اغلب به عنوان تعداد مجاز شکست ریل/واحد طول خط طی یک دوره زمانی معین، تعریف می شود. سایر مدلها بر اساس تحلیل سود/هزینه می باشد که با هدف پیدا کردن برنامه آزمونی است که از لحاظ اقتصادی با صرفه ترین راه حل (با در نظر گرفتن عیوب ریل ،آزمونها، تعمیر و خروج از خط)باشد.

مدل های مدیریت عیوب نیاز به پارامترهای ورودی زیر دارند:

- سابقه شکست های ریل در واحد زمان (مانند تعداد شکست در سال)
- سابقه عیوب ریل حین بهره برداری ،در واحد زمان
- پروفیل، نوع فولاد و عمر ریل
- حداکثر اندازه مجاز عیب
- زمان ایمن بین اندازه عیب قابل تشخیص و اندازه عیب بحرانی
- قابلیت اطمینان از شناسایی عیب
- اطلاعات ترافیک

در صورتیکه مدل براساس سطح خطر باشد، مدیر زیرساخت باید سطح خطر مورد پذیرش را برحسب تعداد شکست ریل درواحد طول خط در مدت زمان معین ، تعریف نماید.

در صورتیکه مدل بر اساس هزینه/سود باشد ، مدیریت زیرساخت باید پارامترهای زیر را تعیین کند:

- هزینه های آزمون ریل
- هزینه های تعمیر شکست های ریل
- هزینه های مسدودی خط ناشی از شکست ریل
- هزینه های تعمیر عیوب ریل در حین بهره برداری
- هزینه های مربوط به خروج از خط ناشی از شکست های ریل
- احتمال خروج از خط ناشی از شکست ریل

پیوست پ
(آگاهی دهنده)
تائید صلاحیت کارکنان و تأیید تجهیزات بازرسی

پ-۱ تائید صلاحیت کارکنان مجری آزمون های غیر مخرب

پ-۱-۱ تائید صلاحیت کارکنان مجری بازرسی اولتراسونیک دستی و بازرسی با خودروهای آزمون اولتراسونیک

تائید صلاحیت با توجه به استاندارد EN 473 یا ASNT SNT-TC-1A، حداقل سطح ۱.
آزمون ها/دوره های اضافی برای موارد خاص در صورت نیاز مدیریت زیرساخت .

پ-۱-۲ تائید صلاحیت کارکنان مسئول طبقه بندی و شناسایی عیوب با استفاده از خودروهای آزمون اولتراسونیک

تائید صلاحیت با توجه به استاندارد EN 473 یا ASNT SNT-TC-1A، حداقل سطح ۱.
آزمون ها/دوره های اضافی برای موارد خاص در صورت نیاز مدیریت زیرساخت .

پ-۱-۳ تائید صلاحیت کارکنان مجری بازرسی به روش جریان گردابی (آزمون دستی، آزمون با خودروها و ماشین های ریلی)

تائید صلاحیت با توجه به استاندارد EN 473 یا ASNT SNT-TC-1A، حداقل سطح ۱.
آزمون ها/دوره های اضافی در صورت نیاز مدیریت زیرساخت

پ-۱-۴ تائید صلاحیت کارکنان مجری بازرسی به روش ذرات مغناطیسی ، بازرسی چشمی و آزمون مایعات نافذ

تائید صلاحیت با توجه به استاندارد EN 473 یا ASNT SNT-TC-1A، حداقل سطح ۱.
آزمون ها/دوره های اضافی برای موارد خاص در صورت نیاز مدیریت زیرساخت.

پ-۲ تأیید دوره ای خودروهای آزمون اولتراسونیک

خودروهای بازرسی مجهز به تجهیزات کالیبره شده ، باید روی خط آزمون که دارای عیوب طبیعی یا مصنوعی ریل می باشد، مورد آزمون قرار گیرند . آزمون ها باید در سرعت بازرسی معمولی انجام شوند. آزمونها باید به تعداد کافی مطابق دستورالعمل مدیریت زیرساخت انجام شوند .

می توان خودرو اولتراسونیک را برای مدت زمان محدود یا جهت انجام عملیات اندازه گیری، در موارد زیر تأیید نمود:

- تجهیزات مطابق الزامات تعیین شده توسط مدیریت زیرساخت باشند.
- روش کالیبراسیون/فرایند پایش روزانه کالیبراسیون ، توسط مدیریت زیرساخت تأیید شده باشد.
- درصد معینی از عیوب طبیعی یا مصنوعی ریل در طول آزمون های خط، شناسایی شده باشد.

به علاوه، کالیبراسیون تجهیزات باید به صورت منظم توسط اپراتور خودروی آزمون بررسی شود.

پیوست ت
(آگاهی دهنده)
علائم اختصاری

ASNT	The American society for Non-destructive testing Inc انجمن آمریکایی آزمونهای غیر مخرب
ORE	office for Research and experiments , became ERRI, then in July 2004 was attached toUIC دفتر تحقیقات و تجربیات، تبدیل به ERRI شده و در جولای ۲۰۰۴به UIC ملحق شده است