

ریل

9

ادوات اتصال

از مجموعه کتاب‌های «وسایل راه آهن»

تالیف : مهندس سید علی قهاری

مهندس محمد هادی نجفی

مهندس اتوسا خزائی

دکتر سید مسعود نصرآزادانی

پیشگفتار

موضوع حمل و نقل در جوامع انسانی همواره یکی از نیازهای اساسی انسان جهت استفاده بهینه از منابع و امرار معاش بوده است. متناسب با شرایط و امکانات محلی، تنوعی از سامانه‌های حمل و نقل به تدریج ظهور و نمو پیدا کرده اند که از آن جمله می‌توان به سامانه حمل و نقل ریلی اشاره نمود. حمل و نقل ریلی به دلیل دارا بودن پتانسیل‌هایی ویژه از قبیل امکان حمل انبوه بار و مسافر، حمل بارهای سنگین، سازگاری با محیط زیست، تأمین راحتی و فراهم نمودن امنیت بیشتر در انجام سفرها، روز به روز توجه بیشتر مسئولین و سیاستگذاران را به خود معطوف نموده است. به همین دلیل طی سال‌های اخیر روند تنبیرات تکنولوژی و همچنین سیر گسترش حمل و نقل ریلی به شدت افزایش پیدا کرده است. زیرساخت‌های حمل و نقل ریلی از ایستگاه‌ها، خطوط و ابنیه فنی تشکیل گردیده است. امروزه اهمیت ساخت و نگهداری راه‌آهن در ابعاد اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و علمی خصوصاً برای کشوری با خصوصیات و موقعیت جغرافیایی و استراتژیک ایران بر هیچ انسان آگاهی پرتشدد نیست. تفاوت اصلی انواع راه‌آهن تفاوت در نوع روسازی آن‌هاست و هر دو نوع روسازی "سختی" بدون بالاست قادر به تأمین تمامی نیازها و خواسته‌های کاربران در غالب شرایط اجرایی بوده. تنها در مواردی خاص، ترکیبی یکی از دو سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص‌های اقتصادی و اجرایی به‌عنوان معیارهای تعیین کننده جهت انتخاب نوع روسازی مورد توجه قرار می‌گیرند. سلب بالاستی به دلیل سهولت اجراء و هزینه‌های اولیه ساخت کمتر، در اغلب پروژه‌ها به‌عنوان اولین گزینه مطرح می‌شوند.

یکی از اجزائی که در حمل و نقل ریلی نقشی کلیدی و تعیین کننده در عمارکرد راه آهن ایفا می‌کند، ریل است. با توجه به هزینه قابل توجه تأمین و نصب ریل که در برخی مواقع هزینه‌ای بالغ بر ۵۰ درصد هزینه روسازی راه‌آهن را به خود اختصاص می‌دهد و نیز در سلب هدایت مسیر قطار و تأمین راحتی سفر، توجه و کنترل جدی به وضعیت ریل از ابتدای چرخه عمر تا انتهای آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در سازه روسازی راه‌آهن بیشترین تنش‌ها در اثر تماس چرخ و ریل تولید شده و به ریل وارد می‌گردد. در اثر ضربات ناشی از حرکت چرخ بر روی ریل و تنش‌های وارده ناشی از حرکت قطار و همچنین شرایط محیطی، به تدریج شاهد بروز خرابی در ریل و زوال آن خواهیم بود.

بر اساس آمار منتشر شده راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، کشور ایران تا پایان سال ۱۳۹۰ حدود ۱۰ هزار کیلومتر خط اصلی و فرعی راه‌آهن دارد و وظیفه تولید، نصب و نگهداری این

حجم عظیم از ریل بر عهده کشور می‌باشد. از این رو دانش در مورد مقوله ریل می‌تواند در این امر خطیر از لحاظ اقتصادی نیز کمک‌کننده باشد. در این کتاب، موضوع ریل که جزء مشترک انواع سامانه‌های ریلی متداول در جهان می‌باشد، مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و مسائل مختلفی از جمله نقش ریل در روسازی، سیر تکامل پروفیل ریل و انواع پروفیل ریل با دسته‌بندی‌های گوناگون بررسی خواهد شد. همچنین موضوع تعمیر و نگهداری ریل و ادوات آن نیز به طور جامع مورد بحث قرار می‌گیرد.

سید مسعود نصر آزادانی

دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران

بهار ۱۳۹۶

فهرست مطالب

۱	فصل ۱ تاریخچه و سیر تحولات
۲	۱-۱ تاریخچه راه آهن
۳	۲-۱ تاریخچه راه آهن ایران
۵	۳-۱ وظایف ریل
۵	۴-۱ سیر تکامل ریل
۸	۱-۴-۱ ریل های دو قارچی (دارای دو تاج)
۹	۲-۴-۱ ریل های پاشنه دار (ویگنول)
۱۱	۳-۴-۱ ریل های شیاردار (قاشقی)
۱۱	۴-۴-۱ ریل های خاص
۱۲	۵-۱ مشخصات هندسی ریل های راه آهن ایران
۱۴	مراجع فصل اول

فصل ۲: تولید و کنترل کیفیت ریل ۱۵

۱-۲ مواد اولیه ۱۵

۲-۲ تولید ریل ۱۵

۳-۲ انواع روش‌های تولید شمش ۱۶

۴-۲ ذرد ریل ۱۹

۵-۲ ابعادسازی ریل‌ها ۲۱

۶-۲ کنترل کیفیت ریل‌ها ۲۲

۱-۶-۲ کنترل هندسی، فیزیکی و شیمیایی ۲۳

۲-۶-۲ آزمایش‌های مربوط به کنترل کیفیت ۲۷

۳-۶-۲ کنترل ابعاد هندسی ریل ۳۵

۴-۶-۲ آزمایش‌های غیرمخرب (N. D. T) ۳۶

۵-۶-۲ معرفی استانداردهای مربوط به آزمون‌های غیر مخرب ۴۱

مراجع فصل دوم ۴۲

فصل ۳: طراحی ریل روسازی راه‌آهن ۴۳

۱-۳ بارگذاری ریل ۴۳

۱-۱-۳ بار قائم ۴۳

۲-۱-۳ بار جانبی ۴۴

۳-۱-۳ بار طولی ۴۴

۲-۳ مدل‌های نظری در تحلیل ریل ۴۵

۱-۲-۳ بیشترین تغییر مکان قائم ۵۰

- ۵۱.....۲-۲-۳ ضریب تکیه‌گاهی بستر ارتجاعی
- ۵۱.....۳-۲-۳ سختی بستر ریل
- ۵۲.....۴-۲-۳ مدول بستر ریل
- ۵۳.....۳-۳ تحلیل تنش‌های درون ریل
- ۵۳.....۱-۳-۳ تنش خمشی در مقطع ریل
- ۵۹.....۲-۳-۳ تنش برش در تاج ریل
- ۶۰.....۳-۳-۳ تنش در اسلین چرخ و ریل - تنش لهدگی
- ۶۲.....۴-۳-۳ تنش تماسی - تنش غلتشی
- ۶۲.....۵-۳-۳ تنش طولی
- ۶۳.....۶-۳-۳ تنش پسماند
- ۶۳.....۴-۳ معیارهای طراحی
- ۶۴.....۱-۴-۳ معیارهای سازه‌ای
- ۶۴.....۲-۴-۳ معیارهای بهره‌برداری
- ۷۰.....مراجع فصل سوم
- ۷۱.....فصل ۴: روش‌های حمل و نصب ریل
- ۷۱.....۱-۴ اجرای روسازی خطوط بالاستی
- ۷۱.....۱-۱-۴ اجرای روسازی به روش دستی
- ۷۳.....۲-۱-۴ اجرای روسازی به روش نیمه مکانیزه
- ۷۶.....۳-۱-۴ روش مکانیزه
- ۷۸.....۴-۱-۴ استفاده از ریل‌های طویل در ریل‌گذاری

۹۰۰	۴-۱-۵ نصب سوزن.....
۹۰۲	۴-۲ نظارت بر اجرای روسازی.....
۹۰۳	۴-۲-۱ برنامه کاری و معرفی افراد کارگاه روسازی.....
۹۰۳	۴-۲-۲ کنترل سطح زیرسازی.....
۹۰۴	۴-۲-۱ صورتجلسات و دستور کارها.....
۹۰۴	۴-۲-۲ فواصل بین عملیات ها.....
۹۰۴	۴-۲-۵ بالابرد ریزی قشر اول.....
۹۰۵	۴-۲-۶ نقش برداری.....
۹۰۵	۴-۲-۷ نصب خط.....
۹۰۶	مراجع فصل چهارم.....
۹۰۷	فصل ۵: خرابی های ریل و روش های اندازه گیری.....
۹۰۸	۵-۱ انواع خرابی های ریل.....
۹۰۸	۵-۲ شناسایی معایب با استفاده از تجهیزات دستی.....
۹۰۹	۵-۳ شناسایی معایب با استفاده از تجهیزات مکانیزه سبک.....
۹۰۹	۵-۳-۱ اندازه گیر دستی پارامترهای هندسه خط آهن.....
۹۰۹	۵-۳-۲ اندازه گیر تراز خط آهن با استفاده از نقاط ثابت.....
۹۰۰	۵-۴ شناسایی معایب با استفاده از تجهیزات مکانیزه سنگین.....
۹۰۰	۵-۴-۱ ماشین اندازه گیر خط.....
۹۰۴	۵-۴-۲ ماشین چند منظوره.....
۹۰۶	۵-۵ خرابی های ناشی از پروسه تولید.....

- ۵-۶ خرابی‌های ناشی از پروسه حمل و نصب..... ۱۰۸
- ۵-۷ خرابی‌های ناشی از پروسه بهره‌برداری..... ۱۱۰
- ۵-۸ بازرسی اجزای ریل..... ۱۱۵
- ۵-۹ عیوب شایع در راه‌آهن کشور..... ۱۱۷
- ۵-۹-۱ لب‌زدگی یا فرورفتگی تاج ریل..... ۱۱۹
- ۵-۹-۲ کاربوگیش (موج‌دار شدن)..... ۱۲۰
- ۵-۹-۳ پوسته شدن سطح ریل..... ۱۲۲
- ۵-۹-۴ طول ریل کمتر از ۶ متر..... ۱۲۳
- ۵-۹-۵ ورقه ورقه شدن سطح ریل..... ۱۲۴
- ۵-۹-۶ در جا زدگی چرخ (ترک‌های سطح تاج ریل)..... ۱۲۶
- ۵-۹-۷ لب‌پریدگی یا فرورفتگی تاج ریل بین ۱ تا ۵ سانتی‌متر..... ۱۲۷
- ۵-۹-۸ شکست (ترک) سوراخ پیچ..... ۱۲۸
- ۵-۹-۹ پاشنه شکسته ریل..... ۱۲۹
- ۵-۹-۱۰ خوردگی پاشنه..... ۱۳۱
- ۵-۹-۱۱ لهیدگی سطح ریل..... ۱۳۱
- ۵-۹-۱۲ شکست سطح ریل..... ۱۳۳
- ۵-۹-۱۳ جدایی جان و تاج ریل..... ۱۳۴
- ۵-۹-۱۴ ترک افقی تاج ریل کمتر از ۵ سانتی‌متر..... ۱۳۵
- ۵-۹-۱۵ ترک در جان ریل کمتر از ۱ سانتی‌متر..... ۱۳۷
- ۵-۹-۱۶ ترک قائم تاج ریل کمتر از ۵ سانتی‌متر..... ۱۳۸

۳۹	۱۷-۹-۵ سایش جانبی
۴۱	۱۸-۹-۵ سایش قائم
۴۳	۱۹-۹-۵ سوختگی موضعی در سطح تاج ریل کمتر از ۵ سانتی متر
۴۴	۲۰-۹-۵ لب پریدگی یا فرورفتگی تاج ریل
۴۴	۲۱-۹-۵ شکست (ترک) سوراخ پیچ بین ۱ تا ۳ سانتی متر
۴۶	۲۲-۹-۵ ناشنه شکسته بین ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر
۴۷	۲۱-۹-۵ شکست سطح ریل بین ۲۰ تا ۴۰ درصد سطح
۴۸	۲۴-۹-۵ جابجایی جان و تاج ریل بین ۱ تا ۵ سانتی متر
۴۹	۲۵-۹-۵ ترک افقی تاج ریل بین ۵ تا ۱۰ سانتی متر
۵۱	۲۶-۹-۵ ترک در جان ریل بین ۱ تا ۵ سانتی متر
۵۱	۲۷-۹-۵ ترک قائم تاج ریل بین ۱ تا ۱۰ سانتی متر
۵۲	۲۸-۹-۵ سوختگی در سطح تاج ریل بیشتر از ۵ سانتی متر
۵۴	۲۹-۹-۵ عیوب سوزن
۵۶	مراجع فصل پنجم

فصل ۶: روش‌های تعمیر و نگهداری ریل

۵۷	۱-۶ مقدمات تعمیر و نگهداری
۵۹	۲-۶ تعمیر و نگهداری دستی
۶۰	۱-۲-۶ وظایف گروه تعمیر و نگهداری
۶۲	۳-۶ ابزار آلات مرمت به روش دستی
۶۴	۴-۶ ماشین آلات مرمت مصالح روسازی

۱۶۴	۱-۴-۶ ماشین ریل سوراخ کن.....
۱۶۵	۲-۴-۶ ماشین ریل بر.....
۱۶۶	۳-۴-۶ ماشین ریل ساب دستی.....
۱۶۶	۴-۴-۶ ماشین ریل گرم کن.....
۱۶۶	۱-۴-۶ ماشین ریل ساب.....
۱۶۸	۶-۴-۶ ماشین تراش و اصلاح پروفیل ریل.....
۱۶۹	۷-۴-۶ ماشین دوگانه ریل ساب و ماشین اصلاح پروفیل ریل.....
۱۷۱	۸-۴-۶ ماشین اندازه در خط.....
۱۷۳	۵-۶ مقررات مربوط به تعمیر و نگهداری ریل.....
۱۷۴	مراجع فصل ششم.....
۱۷۵	فصل ۷: دستگاه خطوط.....
۱۷۵	۱-۷ وظایف دستگاه خطوط.....
۱۷۶	۲-۷ اجزاء دوراوه.....
۱۷۷	۳-۷ اجزاء انشعاب.....
۱۷۹	۴-۷ انواع مختلف انشعاب.....
۱۸۲	۵-۷ تقاطعات.....
۱۸۲	۶-۷ سوزن.....
۱۸۳	۱-۶-۷ تیغه.....
۱۸۳	۲-۶-۷ قسمت میانی.....
۱۸۴	۳-۶-۷ تکه مرکزی یا قلب سوزن.....

۸۷	۴-۶-۷ هدف و وظایف سوزن‌ها.....
۸۷	۵-۶-۷ تولید سوزن.....
۸۸	۶-۶-۷ انواع سوزن‌ها.....
۸۸	۷-۶-۷ طبقه‌بندی سوزن‌ها بر مبنای گیرداری پاشنه.....
۸۹	۸-۶-۷ طبقه‌بندی سوزن‌ها بر مبنای نحوه قرارگیری ریل‌های اصلی و زبانه.....
۹۰	۹-۶-۷ طراحی سوزن‌های جدید.....
۹۳	۱۰-۶-۷ نحوه جابه‌جایی سوزن.....
۹۳	۱۱-۶-۷ نقش سوزن.....
۹۴	۷-۷ دستگاه‌های مخصوص سرزدن لکوموتیو.....
۹۶	مراجع فصل هفتم.....
۹۷	فصل ۸: جوش و ادوات اتصال.....
۹۷	۱-۸ وصله ریل.....
۲۰۰	۱-۱-۸ عیوب ناشی از اتصال.....
۲۰۱	۲-۱-۸ اهم عیوب صفحات اتصالی.....
۲۱۲	۲-۸ جوش درز ریل.....
۲۱۲	۱-۲-۸ جوشکاری ترمیت.....
۲۳۱	۲-۲-۸ جوشکاری برقی.....
۲۳۳	۳-۲-۸ جوشکاری پیوسته.....
۲۳۸	۴-۲-۸ کنترل کیفیت جوش درز ریل.....
۲۴۰	مراجع فصل هشتم.....