



مهندسی راه آهن

ویژه مهندسان عمران

مؤلفان:

دکتر محمود رضا کی منش

(عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور)

الهه قاسمی صالح آبادی

(دانش پژوه دکتری عمران)



سرشناسه: کی منش، محمودرضا، ۱۳۳۸ -
 عنوان و نام پدیدآور: مهندسی راه آهن (ویژه مهندسان عمران) / مولفان: محمودرضا کی منش، الهه قاسمی صالح آبادی
 مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری: ۱۳۰ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۴۵-۹
 وضعیت فهرست نویسی: فیفا مختصر
 یادداشت: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.
 شناسه افزوده: قاسمی صالح آبادی - الهه، -
 شماره کتابشناسی ملی: ۴۴۳۵۸۲۴

مهندسی راه آهن

مؤلفان: دکتر محمودرضا کی منش، الهه قاسمی صالح آبادی



نشر نوآور

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت چاپ:

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۴۵-۹

قیمت:

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای
 ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
 طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
 مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
 نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از
 قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر
 نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا
 تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
 است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هر چه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هر چه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



تلفن: ۰۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com
info@noavarpub.com

امروزه راه آهن در یک دوره خاصی به سر می‌برد. خطوط جدید با سرعت‌های بالا در حال اجرا بوده و خطوط قدیمی در حال نوسازی و یا بازسازی هستند. آگاهی از مسائل زیست محیطی، تراکم روزانه مسافر در فرودگاه‌ها و ترافیک زیاد جاده‌ها و جست و جو برای ایمنی بیشتر نقش نوینی را در حمل و نقل به راه آهن واگذار کرده است. در عین حال روش‌های تحلیل تا اندازه زیادی دگرگون شده و استفاده از فن‌آوری‌های نوین و قابلیت‌های رایانه‌ای روش‌های طراحی قدیمی را تغییر داده است. شاید بتوان گفت که تنها خصوصیت مشترک راه آهن نوین و راه آهن نیم قرن گذشته، اینست که هر دو روی ریل اما با دو طراحی و فناوری کاملاً متفاوت حرکت می‌کنند.

مهندسی راه آهن یک نظام مهندسی است که درباره طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از راه آهن بحث می‌کند و دانش کافی از فناوری‌های نوین، اقتصاد حمل و نقل و جامعه‌شناسی را نیز طلب می‌کند.

راه آهن همانند اغلب فعالیت‌ها، نیز در مرحله اول یعنی از ابتدای پیدایش خود تا اواسط قرن بیستم توسعه سریع یافته و حمل و نقل زمینی را به انحصار در آورد. در حالیکه در مرحله دوم یعنی تا دهه ۱۹۸۰، به علت کاهش شدید فعالیت‌های حمل و نقلی ناشی از رقابت اتومبیل و هواپیما دچار بحران شده و آسیب دید.

با این وجود چند سالی است راه آهن در مرحله نوینی به خصوص در بخش‌هایی نظیر قطارهای پرسرعت و مغناطیسی، خدمات ترددی، حمل و نقل چند وجهی و غیره از توسعه قرار گرفته است. اگرچه سهم راه آهن هنوز از بازار حمل و نقل ناچیز است ولی می‌توان در انتظار آینده‌ای بهتر برای آن بود.

کتاب حاضر برای استفاده دانشجویان مهندسی عمران با این هدف که مجموعه‌ای فشرده از تحلیل‌های علمی راه آهن را در جهت رفع نیاز آن‌ها فراهم آورد تهیه گردیده است. امید است گام کوچکی برای ارتقاء دانش آنان در زمینه راه آهن برداشته شود.

دکتر محمود رضا کی منش

الهه قاسمی صالح آبادی

پیشگفتار

فصل ۱: تاریخچه و کلیات

- ۱-۱- تاریخچه راه‌آهن
- ۲-۱- خصوصیات و امتیازات راه‌آهن
- ۱-۲-۱- ویژگی‌های منحصر به فرد راه‌آهن
- ۲-۲-۱- امتیازات راه‌آهن
- ۳-۱- مقطع عرضی راه‌آهن‌های یک خطه و دوخطه
- ۴-۱- مقایسه خطوط با عرض‌های متفاوت
- ۵-۱- بررسی استاتیکی راه‌آهن تحت تاثیر نیروهای قائم
- ۶-۱- تغییر شکل ارتجاعی ریل
- ۷-۱- بررسی‌های دینامیکی
- ۸-۱- بررسی نیروهای وارد بر خط
- ۱-۸-۲- نیروی عمودی (قائم) چرخ
- ۱-۸-۳- نیروی جانبی بار چرخ

فصل ۲: ریل

- ۱-۲- شکل مقطع عرضی ریل
- ۲-۲- تکامل شکل ریل با گذشت زمان
- ۳-۲- نیمرخ‌های متفاوت ریل
- ۱-۳-۲- نیمرخ لبه دار
- ۲-۳-۲- نیمرخ پایه دار
- ۳-۳-۲- نیمرخ دو قارچی
- ۴-۲- انتخاب بهترین نیمرخ ریل
- ۵-۲- تماس ریل و چرخ
- ۶-۲- مشخصات فنی ریل
- ۲-۶-۲- ریل‌های مخصوص
- ۳-۶-۲- ریل قاشقی
- ۴-۶-۲- ریل زیرسری جرثقیل سقفی
- ۷-۲- جوش دادن ریل‌ها
- ۱-۷-۲- جوشکاری قوس الکتریک
- ۲-۷-۲- جوشکاری فشار گاز
- ۳-۷-۲- جوشکاری ریل سر به سر
- ۴-۷-۲- جوشکاری ترمیت

۸-۲- معايب ريل‌ها

۱-۸-۲- سايش

۲-۸-۲- ناهمواريهاي موجي شكل

۳-۸-۲- تركه‌هاي جان

۴-۸-۲- تركه‌هاي واقع در سوراخها

۵-۸-۲- شكست عرضي

۶-۸-۲- لكه تخم مرغی

۷-۸-۲- پوسته شدن سطح كلاهك

۸-۸-۲- پوسته شدن لبه داخلي كلاهك

۹-۸-۲- سوختگي موضعي سطح كلاهك

۱۰-۸-۲- سوختگي پيوسته سطح كلاهك

۱۱-۸-۲- تركه‌هاي قائم در جان

۱۲-۸-۲- تركه‌هاي قائم در كف

۱۳-۸-۲- تركه‌هاي عرضي

۱۴-۸-۲- تركه‌هاي افقي جان

۱۵-۸-۲- تركه‌هاي عرضي كلاهك

۱۶-۸-۲- تركه‌هاي عرضي در محل اتصالات

۹-۲- ريل‌هاي طويل

۱۰-۲- محاسبه تنش در يك قطعه ريل

۱-۱۰-۲- محاسبه تنش خمشي موجود در پاشنه ريل

۲-۱۰-۲- تنش خمشي مجاز در پاشنه ريل

۳-۱۰-۲- محاسبه تنش خمشي در لبه پاييني كلاهك ريل

۴-۱۰-۲- تنش حرارتي طولی در ريل

۵-۱۰-۲- محاسبه تنش‌هاي تماسی بين چرخ و ريل و تنش برشی در كلاهك ريل

فصل ۳: تراورس

۱-۳- وظايف تراورسها

۲-۳- جنس و مشخصات تراورسها

۱-۲-۳- تراورس‌هاي چوبي و علل تخريب آنها

۳-۳- اشباع تراورس‌هاي چوبي

۴-۳- تراورس‌هاي فولادي

۵-۳- مقايسه تراورس‌هاي چوبي و فلزي

۶-۳- تراورس‌هاي بتني

۷-۳- تعيين فاصله بين تراورس‌ها

۸-۳- انواع تراورس‌هاي بتني

- ۳-۸-۱- طبقه بندی تراورس‌های بتنی به لحاظ شکل ظاهری
 ۳-۸-۲- طبقه بندی تراورس‌های بتنی به لحاظ تکنولوژی ساخت

فصل ۴: اتصالات و درز

- ۴-۱- اتصالات
 ۴-۲- انواع اتصالات
 ۴-۲-۱- اتصالات صلب
 ۴-۲-۲- میخ و پیچ تراورس
 ۴-۲-۳- زینچه فولادی
 ۴-۳- اتصالات ارتجاعی
 ۴-۳-۱- اتصالات ارتجاعی نوع پیچی
 ۴-۳-۲- اتصالات ارتجاعی فنری
 ۴-۴- ادوات ضد خزش
 ۴-۵- درز ریل
 ۴-۶- انواع درزبندها
 ۴-۶-۱- درز ریل دارای تکیه گاه
 ۴-۶-۲- درز ریل‌های معلق
 ۴-۶-۳- درزهای تقویت شده
 ۴-۶-۴- درز ریل‌های جوش شده
 ۴-۶-۵- درزهای ناهمگون
 ۴-۶-۶- درزهای عایق بندی شده
 ۴-۶-۷- درزهای انبساطی
 ۴-۷- وضعیت قرار گرفتن درزها
 ۴-۷-۱- درزهای متقابل
 ۴-۷-۲- درزهای متناوب

۴-۷-۳- درزهای متقارب

فصل ۵: بالاست

- ۵-۱- بالاست
 ۵-۱-۱- نقش تولید اعمال قشرهای متفاوت
 ۵-۲- ضخامت بالاست و تاثیر آن در پایداری خط
 ۵-۳- طبقه بندی خطوط بالاستی
 ۵-۴- وظیفه بالاست

فصل ۶: اجرای قوس در راه‌آهن

- ۶-۱- احداث راه‌آهن در قوس

- ۶-۱-۱- شعاع قوس
- ۶-۱-۲- انواع منحنی‌های اتصال
- ۶-۲- منحنی‌های سهمی
- ۶-۲-۲- روابط منحنی سهمی درجه چهار
- ۶-۲-۳- اجزای منحنی سهمی درجه چهار
- ۶-۲-۴- روابط واجزای منحنی سهمی درجه سه
- ۶-۳- روابط و اجزای منحنی اتصال کلوئوئید
- ۶-۴- معادله عمومی منحنی‌های اتصال
- ۶-۵- طول منحنی‌های اتصال
- ۶-۶- مقایسه عملکرد انواع منحنی‌های اتصال

فصل ۷: قطار شهری

- ۷-۱- بررسی انواع سیستم‌های ریلی در شهرها
- ۷-۱-۱- تراموا
- ۷-۱-۲- قطارهای سبک شهری
- ۷-۱-۳- مونوریل
- ۷-۱-۴- مترو

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن یک خطه در مسیر مستقیم- مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن یک خطه در قوس..... ۲
- شکل (۲-۱) مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن دو خطه در مسیر مستقیم- مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن دو خطه در قوس..... ۲
- شکل (۳-۱) عرض خط و شیب عرضی ریل در خطوط راه‌آهن..... ۲
- شکل (۴-۱) توزیع نیروی قائم در روسازی بالاستی
- شکل (۵-۱) تغییر شکل ارتجاعی ریل
- شکل (۶-۱) نیروهای اصلی وارد بر ریل خط راه‌آهن
- شکل (۷-۱) توزیع آماری میزان تنش و تغییرشکل ریل
- شکل (۸-۱) مقایسه بارهای دینامیکی چرخ
- شکل (۹-۱) مقایسه ضریب ضربه در روابط مختلف
- شکل (۱۰-۱) ارتباط بین نیروی انتقالی و انحنای خط برای وسایل نقلیه ریلی با سرعت بالا
- شکل (۱۱-۱) انواع آرایش محوری بوژی لوکوموتیوها و واگن‌ها
- شکل (۱-۲) مشخصات هندسی ریل‌های اجزای پروفیل ریل

- شکل (۲-۲) خط چوبی با ریل‌های چدنی
- شکل (۳-۲) حالات قرار گیری ریل L شکل در خط
- شکل (۴-۲) نمای چرخ-ریل
- شکل (۵-۲) نیروی جلوبرنده در سرعت های متوسط
- شکل (۶-۲) مقطع ریل U-۳۳
- شکل (۷-۲) مقطع ریل R-۵۰
- شکل (۸-۲) مقطع ریل UIC-۶۰
- شکل (۹-۲) مقطع ریل فاشقی PH-۳۷
- شکل (۱۰-۲) مقطع ریل فاشقی نوع HI-۵۴
- شکل (۱۱-۲) مقطع ریل زیر سری جرثقیل سقفی
- شکل (۱۲-۲) سایش قائم و سایش جانبی ریل
- شکل (۱۳-۲) حداکثر فاصله محورها (δ) در بوژیهای سه محوره و دو محوره
- شکل (۱۴-۲) نمودار اصلی ممان‌ها، فشارها و تغییرشکل‌های زیر یک بار چرخ Hay
- شکل (۱۵-۲) تنش‌های وارد بر ریل
- شکل (۱۶-۲) نیم فضا تحت بار یکنواخت معیار خمش خط راه‌آهن
- شکل (۱۷-۲) ماکزیمم تنش برشی در تاج ریل
- شکل (۱-۳) مقطع تراورس چوبی
- شکل (۲-۳) شکل کلی تراورس‌های فولادی
- شکل (۳-۳) درصد بار محوری اعمال شده بر تراورس زیر چرخ براساس فاصله مرکز تا مرکز تراورس‌ها
- شکل (۴-۳) تراورس بتنی یک تکه
- شکل (۵-۳) تراورس بتنی دو تکه
- شکل (۱-۴) اتصالات
- شکل (۲-۴) اتصال صلب بدون صفحه زیرین و با صفحه زیرین
- شکل (۳-۴) نمونه زینچه زیر ریل
- شکل (۴-۴) اتصال ارتجاعی
- شکل (۵-۴) اتصال نابلا
- شکل (۶-۴) اجزاء اتصال ارتجاعی نوع پیچی
- شکل (۷-۴) اتصال پاندرل
- شکل (۸-۴) اجزاء اتصال ارتجاعی فنری
- شکل (۹-۴) ابزار ضدخزش ریلی
- شکل (۱۰-۴) درز پل دارای تکیه گاه
- شکل (۱۱-۴) درز ریل معلق
- شکل (۱۲-۴) درز ریل تقویت شده

- شکل (۱-۵) مقطع عرضی خط با بالاست
 شکل (۲-۵) اعمال قشرهای متفاوت بالاست
 شکل (۱-۶) اجزاء هندسه مسیر (قوس اتصال - دایره - قوس اتصال)
 شکل (۲-۶) نقطه با انحنای ماکزیمم در سهمی ها
 شکل (۳-۶) دسته سهمی ها با درجات یکسان
 شکل (۴-۶) مقایسه منحنی های اتصال
 شکل (۵-۶) رمپ دور سهمی درجه چهار
 شکل (۶-۶) اجزای منحنی سهمی درجه چهار
 شکل (۷-۶) اجزای منحنی اتصال کلوئوئید
 شکل (۸-۶) مقایسه منحنی های اتصال براساس شتاب جانبی
 شکل (۱-۷) تراموا
 شکل (۲-۷) تراموا با قاطر
 شکل (۳-۷) قطار سبک شهری
 شکل (۴-۷) خطوط ریلی زیر زمینی (مترو)

فهرست جداول

- جدول (۱-۱) اضافه عرض خط در قوس ها ۲
 جدول (۲-۱) پارامترهای خط راه آهن و وسیله نقلیه ریلی در محاسبه ضریب ضربه
 جدول (۳-۱) نیروی جانبی وارد از دو نوع لوکوموتیو گذرنده از محل قوس
 جدول (۱-۲) مشخصات ریل U-۳۳
 جدول (۲-۲) مشخصات ریل R-۵۰
 جدول (۳-۲) مشخصات ریل UIC-۶۰
 جدول (۴-۲) مشخصات ریل قاشقی PH-۳۷
 جدول (۵-۲) مشخصات ریل قاشقی نوع HI-۵۴
 جدول (۶-۲) مشخصات ریل زیر سری جرثقیل سقفی
 جدول (۷-۲) سایش مجاز ریل UIC-۶۰
 جدول (۸-۲) خصوصیات ریل های مورد استفاده در راه آهن استرالیا
 جدول (۹-۲) معیار محاسبه تنش مجاز خمشی در پاشنه ریل
 جدول (۱۰-۲) پارامترهای لازم برای محاسبه تنش خمشی اضافی در لبه پایینی کلاهدک ریل
 جدول (۱۱-۲) طول درز ریل برای انواع طول ریل های موجود در راه آهن آلمان
 جدول (۱۲-۲) مقادیر نمونه مقاومت خط در برابر جابجایی طولی ریل
 جدول (۱-۳) اندازه های مجاز ابعاد تراورس های چوبی
 جدول (۲-۳) ویژگی های شیمیایی تراورس های فلزی

- جدول (۳-۳) ویژگی‌های مکانیکی تراورس‌های فلزی
جدول (۴-۳) مشخصات هندسی تراورس‌های بتنی
جدول (۵-۳) تعداد تراورس‌های لازم در ۱ کیلومتر خط بر حسب طبقه خط
جدول (۱-۵) طبقه بندی خطوط راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران
جدول (۱-۶) شتاب جانبی خنثی نشده و بریلندی مجاز بر اساس سرعت طرح
جدول (۲-۶) حداقل شعاع قوس‌های افقی بدون کلوتوئید در نشریه ۱۶۱

نشرینوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

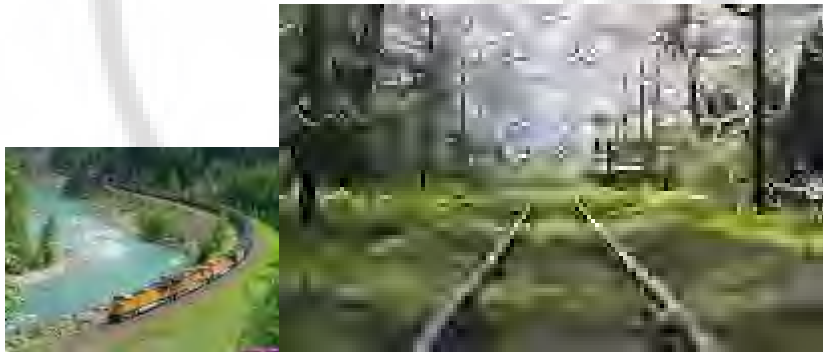
همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هرگونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضييع حقوق ناشر، پديدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل ۱: تاریخچه و کلیات



هدف اصلی:

آشنایی با راه آهن و امتیازات آن و بررسی نیروهای وارد به خط

الف) امتیازات راه آهن

ب) مقایسه خطوط با عرض های متفاوت

ج) بررسی نیروهای وارد به خط

۶۶۴۸۴۱۹۱ - تلخ

۱-۱- تاریخچه راه آهن

از سپیده دم فعالیت‌های بشری تا به امروز حمل‌ونقل ایمن و سریع انسان و کالا هدف همیشگی هر جامعه سازمان یافته‌ای بوده است. تحولات اساسی شناخته شده در توسعه حمل‌ونقل شامل اختراع چرخ، راه آهن و هواپیما می‌باشد، که از راه آهن به شکل امروزی برای اولین بار در اوایل قرن نوزدهم و در معادن انگلیس استفاده شد. خصوصیت اصلی این سیستم حمل‌ونقل، تأمین حرکت هدایت شده چرخ توسط ریل می‌باشد، به طوری که تنها یک درجه آزادی را برای وسیله نقلیه ریلی فراهم می‌آورد. حرکت گاریها و واگنها بر روی ریل‌های فلزی در یک نقاشی مربوط به سال ۱۵۵۰ میلادی، که در شهر باسل سوییس یافت شده و روش‌های حمل‌ونقل در معادن آلسس را نشان می‌دهد، به تصویر کشیده است. حرکت هدایت شده گاری‌ها به طور کلی، آنگونه که از شیارهای ایجاد شده روی سنگفرش‌ها برای تسهیل و تسریع حرکت گاریها بر می‌آید، در زمان رومی‌ها نیز شناخته شده بود. شیارهای عمیق موجود در زمین‌های صخره‌ای مونت پنتلی در نزدیک آتن، که سنگ‌های مرمر سفید برای پارتین و سایر بناهای تاریخی از آنجا تأمین شده است، روش‌های مورد استفاده توسط یونانیهای باستان برای انتقال تخته سنگ‌های مرمرین به محل‌های ساخت را آشکار می‌کند. علاوه بر این، آنگونه که بعضی نویسندگان گفته‌اند، حرکت هدایت شده با قرار دادن ناودانیهای چوبی بر روی راههای لجن زار و هدایت کالسکه‌ها در یونان باستان مورد استفاده قرار گرفته است.

۲-۱- خصوصیات و امتیازات راه آهن

از نیمه قرن بیستم به بعد طول خطوط راه آهن در کشورهای صنعتیه مرور کاهش یافت که این کاهش بیش از سایر کشورها بوده است. علت اصلی این کاهش چه بود؟

- ♦ کاهش نسبی ترافیک در خطوط درجه ۲ و ۳ راه آهن
- ♦ توسعه انواع ترابری از جمله حمل نقل هوایی، جاده‌ای و حمل مواد سوختی با لوله
- ♦ افزایش تعداد اتومبیل‌های شخصی

ولی اشباع خطوط هوایی، مخارج سنگین احداث بزرگ راه‌ها و زمان زیادی که برای رفتن از مرکز شهر به فرودگاه‌ها لازم است از جمله دلایل رونق دوباره راه آهن است.

۱-۱-۱ ویژگی‌های منحصر به فرد راه آهن

- ♦ چرخش چرخ‌های با طوقه فلزی بر روی دو راه فلزی باریک به نام ریل تماس دو فلز به دلیل مقاومت کمی که در برابر چرخش ایجاد می‌کند. توان جابه‌جای به مراتب سنگین‌تری را نسبت به جاده دارد.
- ♦ راه آهن در مورد خدمات مسافربری قابلیت حمل تعداد زیادی مسافر را دارد.
- ♦ تردد قطار به دلیل وجود ریل‌ها یک درجه آزادی بیشتر ندارد. بنابراین از هر وسیله دیگری

برای بهره‌برداری خودکار مناسب‌تر است.

- ♦ راه‌آهن به فراز نشیب بسیار حساس بوده و ساخت آن خاکبرداری، خاکریزی، پل و تونل‌های بسیاری را ایجاب می‌کند، ولی این مخارج فقط خاص راه‌آهن نیست. تجربه نشان می‌دهد که در شرایط مساوی یک بزرگ‌راه چهار خطه در حدود ۵۰ درصد گران‌تر از راه‌آهن تمام می‌شود
- ♦ هدایت دقیق لکوموتیو و واگن‌ها که به وسیله شکل خاص ریل و طوقه چرخ صورت می‌گیرد و امکان استفاده از تمام عرض راه یا تونل و یا پل را می‌دهد. به عنوان مثال فاصله دو قطار سریع به عرض ۳/۱۵ متر و به سرعت ۱۴۰ کیلومتر بر ساعت فقط ۲۰ سانتیمتر است.

۱-۱-۲- امتیازات راه‌آهن

سرعت: سرعت متوسط قطارها معادل ۱۳۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد و قطارهای سریع معمولی در فرانسه با متوسط سرعت ۱۴۰ تا ۱۶۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کنند.

ایمنی: راه‌آهن مطمئن‌ترین وسیله ترابری است. تلفات راه‌آهن به طور متوسط کمتر از یک کشته به ازای هر یک میلیارد مسافر-کیلومتر است، این در حالی است که برای جاده این عدد بیش از ۱۰۰ کشته و برای حمل‌ونقل هوایی بیش از ۲۵ کشته می‌باشد.

نظم در ساعت رفت و برگشت: راه‌آهن بدون شک منظم‌ترین وسیله حمل‌ونقل است. آمار نشان می‌دهد که درصد قطارهای بین‌شهری که بیش از ۱۵ درصد تاخیر دارند از ۲ درصد کمتر است. **راحتی:** آمار نشان می‌دهد که در زمان مساوی کمترین خستگی در مسافرت با قطار است.

ظرفیت بالا: راه‌آهن مناسب‌ترین وسیله برای انتقال تعداد زیادی مسافر یا مقدار زیادی بار است.

مصرف انرژی کمتر: برای شرایط ترافیک مساوی در حمل‌ونقل ریلی نصف حمل‌ونقل جاده‌ای انرژی مصرف می‌شود.

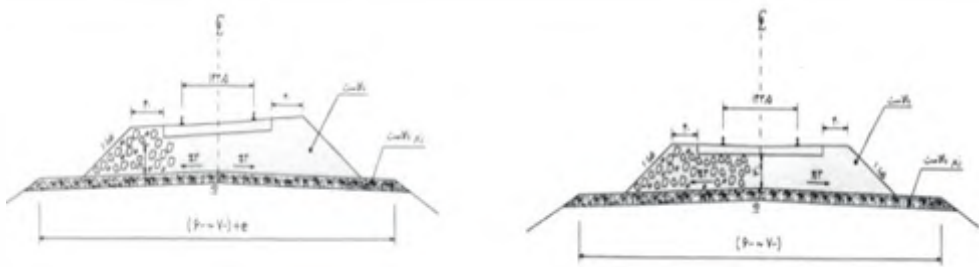
آلودگی کمتر محیط: قطار برقی هیچ آلودگی تولید نمی‌کند و قطارهای دیزلی نیز نسبت به اتومبیل در شرایط ترافیک مساوی، ۱۵ درصد آلودگی کمتری تولید می‌کنند.

نیاز به حریم کمتر: حریم اشغال شده زمینی در راه‌آهن بسیار کمتر از سایر سیستم‌های حمل‌ونقل است. (حریم جاده سه برابر حریم راه‌آهن).

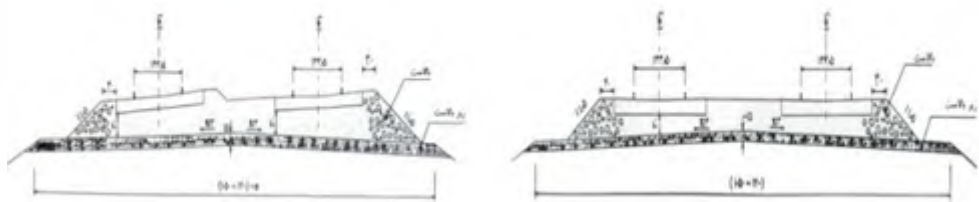
هزینه کمتر: هزینه راه‌آهن در مقایسه با دیگر سیستم‌های حمل‌ونقل کمتر است.

۱-۲- مقطع عرضی راه‌آهن‌های یک خطه و دوخطه

در شکل زیر نمایی شماتیک از انواع مقاطع عرضی روسازی بالاستی ارائه شده است. استفاده از این نوع روسازی در راه‌آهن بسیار متداول بوده و با در نظر گرفتن کلیه مزایا و معایب آن، در مجموع عملکرد بسیار خوبی را از خود نشان داده است. اگر چه هزینه تعمیر و نگهداری روسازی بالاستی در مقایسه با خطوط بدون بالاست بسیار بیشتر است، لیکن هزینه احداث آن پایین‌تر از خطوط بدون بالاست می‌باشد.



شکل (۱-۱) مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن یک خطه در مسیر مستقیم- مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن یک خطه در قوس



شکل (۲-۱) مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن دو خطه در مسیر مستقیم- مقطع عرضی روسازی بالاستی راه‌آهن دو خطه در قوس

۱-۳- مقایسه خطوط با عرض‌های متفاوت

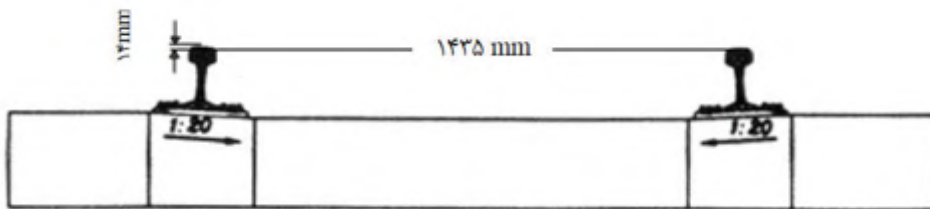
کوچک‌ترین فاصله عرضی بین لبه‌های داخلی دو ریل تا عمق ۱۴ میلی متری از سطح فوقانی ریل، عرض خط نام دارد. عرض خط در مسیرهای مستقیم راه آهن جمهوری اسلامی ایران مطابق با نشریه شماره ۳۰۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۴۳۵ میلی‌متر می‌باشد. در قوس‌های با شعاع کم‌تر از ۲۵۰ متر لازم است اضافه عرض در خطوط پیش‌بینی می‌شود. بر اساس نشریه ۳۰۱ ایران اضافه عرض خط در قوس‌های مختلف بر حسب شعاع آن‌ها مطابق جدول زیر می‌باشد.

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

جدول (۱-۱) اضافه عرض خط در قوس‌ها

شعاع قوس (متر)	اضافه عرض (میلی‌متر)
بیش از ۲۵۰	۰
۲۵۰ تا ۲۰۰	۵
۲۰۰ تا ۱۵۰	۱۰
۱۵۰ تا ۱۳۰	۱۵
۱۳۰ تا ۱۰۰	۲۰

با توجه به وجود شیب در بخش مخروطی چرخ‌های ناوگان برای افزایش پایداری آن، لازم است تا ریل‌ها با شیب عرضی بر روی تراورس قرار گیرند. شیب عرضی ریل‌های خطوط راه آهن ۱ به ۲۰ (۱ قائم، ۲۰ افقی) می‌باشد. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، جهت این شیب بایستی به سمت محور خط باشد. این شیب را می‌توان بر روی تراورس و یا بر روی صفحات اتصالی پابندها تعبیه کرد.



شکل (۱-۳) عرض خط و شیب عرضی ریل در خطوط راه‌آهن

شیب عرضی (دور) عبارت است از میزان اختلاف تراز نسبی دو رشته ریل که برای غلبه بر نیروهای جانبی در قوس‌ها تعبیه می‌گردد. میزان دور خط به شعاع قوس و سرعت حرکت وابسته است. نوع ترافیک مسیر (باری، مسافری یا مختلط) به دلیل تفاوت سرعت حداکثر و حداقل قطارها، نیاز به اعمال دور بهینه خواهد بود. در صورتی که سرعت قطار از سرعت متناظر با این مقدار بیشتر شود، یعنی کسری دور وجود داشته باشد، نیروی بیش‌تری به ریل خارجی وارد خواهد گردید و در صورتی که سرعت کم‌تر از مقدار سرعت متناظر با دور بهینه باشد، نیروی اضافی به ریل داخلی وارد خواهد شد. تنظیم و تصحیح دور در قوس‌های واقع در خطوط بالاستی، می‌تواند با استفاده از تغییر دادن ضخامت بالاست در دو طرف خط صورت گیرد. به علت وجود نیروهای اضافی جبران نشده، ناشی از اختلاف میزان دور واقعی و دور لازم، همواره میزان دور به هم می‌خورد. بنابراین مقدار دور قوس‌ها باید به‌طور مرتب کنترل و تصحیح شود. این کار می‌تواند با استفاده از ماشین‌های زیرکوب و یا به روش سنتی و با دیلم‌کاری انجام شود. میزان شیب عرضی (دور) باید مطابق زیر باشد.

$$\frac{v^2}{R}h=11/8$$

(۱-۱)

h: شیب عرضی (mm)