



طرح و محاسبه راه آهن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دکتر محمود رضا کی منش

سرشناسه	کی‌منش، محمودرضا، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدید آور	طرح و محاسبه راه آهن / مؤلف: محمودرضا کی‌منش؛ تهیه و تولید دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	چهارده، ۳۰۷ ص: مصور، جدول.
فروست	دانشگاه پیام نور؛ ۲۲۳۲. گروه مهندسی عمران؛ ۱ / آ.
شابک	978 - 964 - 14 - 0279 - 4
وضعیت فهرست نویسی	فیپا.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۳۰۷.
موضوع	راه آهن -- مهندسی -- آموزش برنامه‌ای.
موضوع	Instruction Railroads engineering -- Programmed
موضوع	راه آهن -- تاریخ -- آموزش برنامه‌ای.
موضوع	Instruction Railroads engineering --History -- Programmed
موضوع	راه آهن -- طرح و ساختمان -- آموزش برنامه‌ای.
موضوع	Programmed instruction-- Railroads -- Design and construction
شناسه افزوده	دانشگاه پیام نور. دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی
شناسه خزانه	دانشگاه پیام نور
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ ۶۲۵/۱۴۵/ک۹ط۴
رده بندی دیویی	۶۲۵/۱۱
شماره کتابشناسی ملی	۴۲۸۱۲۶۴



طرح و محاسبه راه آهن

مؤلف: دکتر محمودرضا کی‌منش

ویراستار علمی: دکتر آرش بختیار

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مهر ۱۳۹۵

شابک: ۴ - ۰۲۷۹ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0279 - 4

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، الکترونیک، توزیع، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۳۰۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل اول: کلیات و تعاریف

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

۱-۱ حمل و نقل

۲-۱ تاریخچه راه آهن

۳-۱ تاریخچه راه آهن در انگلستان

۴-۱ تاریخچه راه آهن در آلمان

۵-۱ تاریخچه راه آهن در ژاپن

۶-۱ تاریخچه راه آهن در ایران

۱-۶-۱ توسعه راه آهن قبل از انقلاب

۲-۶-۱ توسعه راه آهن بعد از انقلاب

۷-۱ تحلیل مختصری بر راه آهن‌های اروپا، آسیا و آمریکا

۸-۱ اهمیت حمل و نقل ریلی

۹-۱ عملکرد اقتصادی راه آهن در دنیا

۱۰-۱ بررسی وضعیت حمل و نقل ریلی در اقتصاد ایران

۱۱-۱ جنبه‌ها و خدمات مختلف حمل و نقل ریلی

۱-۱۱-۱ سیستم ریلی درون شهری

۲-۱۱-۱ حمل و نقل چندوجهی

۳-۱۱-۱ حمل و نقل یکپارچه

۱۲-۱ واژه‌های فنی متداول

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

سیزده

۱

۱

۱

۱

۲

۴

۶

۸

۹

۱۰

۱۲

۱۳

۱۵

۱۶

۱۸

۱۹

۱۹

۲۱

۲۴

۲۵

۲۷

فصل دوم: روسازی راه آهن

هدف کلی

هدف های یادگیری

۱-۲ انواع روسازی

۱-۱-۲ روسازی بالاستی

۲-۱-۲ روسازی بتنی

۲-۲ طبقه بندی خطوط بالاستی

۱-۲-۲ طبقه بندی بر اساس بار محوری

۲-۲-۲ طبقه بندی بر اساس بار ترافیکی

۳-۲-۲ طبقه بندی بر اساس کاربرد و عملکرد

۴-۲-۱ طبقه بندی بر اساس کیفیت و وضعیت فیزیکی

۵-۲-۱ طبقه بندی بر اساس سرعت سیر

۳-۲ بالاست

۳-۲-۱ وظایف بالاست

۲-۳-۲ مصالح

۳-۳-۲ ضخامت بالاست

۴-۳-۲ عرض شانه لایه بالاست

۵-۳-۲ شیب طرفین لایه بالاست

۶-۳-۲ انتخاب مصالح بالاست

۷-۳-۲ آزمایش های کنترل کیفیت

۸-۳-۲ حمل

۹-۳-۲ کیفیت

۴-۲ زیربالات

۱-۴-۲ وظایف زیربالات

۲-۴-۲ انتخاب مصالح مناسب

۳-۴-۲ آزمایش های کنترل کیفیت

۵-۲ ریل

۱-۵-۲ اجزاء ریل

۲-۵-۲ وزن ریل

۳-۵-۲ عمر مفید ریل

۴-۵-۲ تنش های داخلی

۵-۵-۲ مقاومت کششی

۶-۵-۲ خستگی

۷-۵-۲ علائم شناسایی

۸-۵-۲ مشخصات هندسی و خواص مکانیکی

۹-۵-۲ ریل های ویژه

۵۷	۲-۵-۱۰ سایر ریل‌ها
۶۰	۲-۵-۱۱ ضوابط انتخاب نوع فولاد
۶۱	۲-۵-۱۲ درز ریل
۶۳	۲-۵-۱۳ وضع قرارگرفتن درزها
۶۳	۲-۵-۱۴ جوش درز
۶۵	۲-۵-۱۵ روش‌های جوشکاری
۶۶	۲-۵-۱۶ وصله‌های ریل
۶۷	۲-۵-۱۷ خرابی‌های ریل
۷۳	۲-۶ تراورس
۷۴	۲-۶-۱ تراورس‌های چوبی
۷۶	۲-۶-۲ تراورس‌های فلزی
۷۷	۲-۶-۳ تراورس‌های بتن
۸۰	۲-۶-۴ تراورس‌های ترکیبی
۸۱	۲-۷ پابند
۸۸	۲-۷-۱ انواع پابند
۹۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ۷
۹۵	فصل سوم: بارگذاری و تحلیل سیستم خطوط ریل
۹۵	هدف کلی
۹۵	هدف‌های یادگیری
۹۵	۳-۱ نیروهای وارده
۹۶	۳-۱-۱ نیروهای قائم
۹۸	۳-۱-۲ بارهای محوری و ترافیکی
۱۰۰	۳-۱-۳ نیروهای جانبی
۱۰۵	۳-۱-۴ نیروهای طولی
۱۲۵	۳-۲ نیروهای ایجاد شده توسط حرکت قطار
۱۲۵	۳-۲-۱ تحلیل استاتیکی و دینامیکی
۱۲۶	۳-۲-۲ مطالعات دینامیک حرکت
۱۲۹	۳-۲-۳ تحلیل و ارزیابی ضریب ضربه دینامیکی
۱۴۹	۳-۳ اثر فاصله تراورس‌ها بر توزیع بار
۱۴۹	۳-۳-۱ تعیین نیروهای وارد شده بر تراورس‌ها
۱۴۹	۳-۴ تماس چرخ و ریل
۱۵۲	۳-۴-۱ اثر متقابل چرخ و ریل
۱۵۵	۳-۵ اثر متقابل اجزای روسازی
۱۶۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم

۱۶۵	فصل چهارم: بستر راه آهن
۱۶۵	هدف کلی
۱۶۵	هدف های یادگیری
۱۶۵	۱-۴ تعریف بستر
۱۶۶	۲-۴ اهمیت بستر راه آهن بر کیفیت خط
۱۶۷	۳-۴ انواع بستر
۱۶۹	۴-۴ مشخصات مکانیکی بستر
۱۷۰	۵-۴ بررسی رفتار بستر تحت تأثیر بار و شرایط محیطی
۱۷۰	۱-۵-۴ تأثیر بار ترافیکی
۱۷۱	۲-۵-۴ تأثیر شرایط نگهداری
۱۷۳	۳-۵-۴ رفتار خستگی بستر
۱۷۵	۴-۵-۴ نگهداری بستر راه آهن
۱۷۵	۱-۶-۱ محافظت از یخبندان
۱۷۷	خودآزمایی چهارم: ای فصل چهارم
۱۷۹	فصل پنجم: طرح هندسی مسیر
۱۷۹	هدف کلی
۱۷۹	هدف های یادگیری
۱۷۹	۱-۵ مسیریابی
۱۸۰	۱-۱-۵ مدارک و منابع مورد نیاز برای مسیریابی
۱۸۰	۲-۱-۵ ضوابط کلی تعیین مسیر
۱۸۱	۳-۱-۵ تعیین کریدور ممکن برای طرح مسیر راه آهن
۱۸۳	۲-۵ طراحی پلان
۱۸۳	۱-۲-۵ قوس دایره ای ساده
۱۸۵	۲-۲-۵ قوس دایره ای ترکیبی
۱۸۵	۳-۲-۵ قوس های اتصال تدریجی
۱۸۹	۳-۵ طراحی پروفیل طولی
۱۸۹	۱-۳-۵ پاره خط پروژه
۱۹۰	۲-۳-۵ شیب مینا
۱۹۱	۳-۳-۵ شیب و فراز حداقل و حداکثر
۱۹۱	۴-۳-۵ طراحی قوس های قائم
۱۹۳	۴-۵ پروفیل عرضی مسیر
۱۹۳	۱-۴-۵ حد فضای آزاد
۱۹۶	۲-۴-۵ مقطع عرضی روسازی
۱۹۹	۳-۴-۵ مقطع عرضی زیرسازی
۱۹۹	۵-۵ برابندی
۲۰۱	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل پنجم

۲۰۳	فصل ششم: سوزن و دستگاه خطوط
۲۰۳	هدف کلی
۲۰۳	هدف‌های یادگیری
۲۰۳	۱-۶ سوزن‌گذاری
۲۰۴	۱-۱-۶ محاسبه فاصله بین سوزن و نیشدلی
۲۰۶	۲-۱-۶ محاسبات فاصله بین سوزن و ریل پشت سوزن
۲۰۷	۳-۱-۶ مشخصات سوزن‌ها
۲۰۹	۲-۶ انواع سوزن‌ها
۲۱۱	۳-۶ نصب و جابه‌جایی سوزن‌ها
۲۱۱	۱-۳-۶ بالا چپ لغزش
۲۱۲	۲-۳-۶ نمره جابه‌جایی سوزن‌ها
۲۱۳	۴-۶ تقاطع‌ها
۲۱۳	۱-۴-۶ تقاطع دو خط
۲۱۴	۲-۴-۶ محاسبات مربوطه
۲۱۵	۳-۴-۶ ساخت ادوات نصب
۲۱۶	۴-۴-۶ تقاطع عبوری
۲۱۹	۵-۶ دوراهه‌ها
۲۱۹	۱-۵-۶ انواع دوراهه‌ها
۲۲۵	۲-۵-۶ محاسبه طول
۲۲۶	۶-۶ دستگاه‌های مخصوص سروته کردن
۲۲۷	۱-۶-۶ مثلث با اضلاع منحنی
۲۲۸	۲-۶-۶ مثلث مختلط
۲۲۹	۳-۶-۶ چوگان
۲۳۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۳۱	فصل هفتم: راه‌آهن پرسرعت
۲۳۱	هدف کلی
۲۳۱	هدف‌های یادگیری
۲۳۱	۱-۷ افزایش سرعت در راه‌آهن
۲۳۲	۲-۷ اثرات افزایش سرعت
۲۳۲	۱-۲-۷ کاهش زمان سفر
۲۳۳	۲-۲-۷ افزایش ترافیک
۲۳۴	۳-۷ نمونه‌های شبکه ریلی
۲۳۴	۴-۷ مشخصات فنی
۲۳۵	۱-۴-۷ سیستم ریلی هوآرو
۲۳۷	۲-۴-۷ سیستم ریلی مغناطیسی
۲۳۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم

فصل هشتم: تعمیر و نگهداری خطوط راه آهن

هدف کلی

هدف های یادگیری

۸-۱ تعمیر و نگهداری خط آهن

۸-۲ راهبرد مدیریتی

۸-۳ شیوه ها

۸-۴ انواع روش های نگهداری از بعد ابزار

۸-۴-۱ نگهداری غیر مکانیزه

۸-۴-۲ نگهداری مکانیزه با استفاده از ماشین آلات مکانیزه خطی

۸-۵ روش های نگهداری از بعد نوع عملیات

۸-۵-۱ تعمیرات جزئی

۸-۵-۲ بهسازی خطوط

۸-۵-۳ بهسازی خطوط

۸-۶ معایب روش های نگهداری راه آهن

۸-۶-۱ عیوب

۸-۶-۲ عیوب تراورس

۸-۶-۳ خرابی های ایجاد شده در الاست

۸-۶-۴ خرابی های ایجاد شده در اسلات و پابندها

۸-۶-۵ خرابی های موجود در سوزن

۸-۷ روش های شناسایی معایب خط آهن

۸-۸ روش های نگهداری خط آهن

۸-۹ ماشین اندازه گیر خط آهن

۸-۹-۱ اجزاء ماشین اندازه گیر خط آهن

۸-۱۰ نگهداری و تعمیر مکانیزه و نیمه مکانیزه خط آهن

۸-۱۰-۱ ماشین آلات مکانیزه موجود در نگهداری خط آهن

۸-۱۰-۲ روش MDZ در نگهداری مکانیزه خط آهن

خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هشتم

فصل نهم: برقی کردن خطوط راه آهن

هدف کلی

هدف های یادگیری

۹-۱ ویژگی های خطوط برقی

۹-۲ مقایسه جریان های پیوسته و متناوب

۹-۳ مراکز توزیع برق

۹-۳-۱ طرز کار

۹-۳-۲ مراکز توزیع بین دو خط

۲۸۰	۴-۹ حفاظت
۲۸۰	۴-۹-۱ جریان پیوسته
۲۸۱	۴-۹-۲ جریان متناوب
۲۸۱	۵-۹ تجهیزات برق رسانی
۲۸۱	۵-۹-۱ ریل سوم
۲۸۳	۵-۹-۲ کاتنر
۲۸۸	۵-۹-۳ انواع کاتنر
۲۸۹	۵-۹-۴ انواع جدید کاتنرها
۲۹۱	۶-۹ علائم مربوط به خطوط برقی
۲۹۳	۷-۹ اثرات ناشی از جریان برق
۲۹۴	۷-۹-۱ اثرات الکتریکی
۲۹۵	۷-۹-۲ اثرات برق مغناطیسی
۲۹۶	۸-۹ عبور از روی خطوط ریل
۲۹۶	۸-۹-۱ جریان پیوسته
۲۹۷	۸-۹-۲ جریان متناوب
۲۹۷	۹-۹ قطارهایی با هدایت مغناطیسی
۲۹۷	۹-۹-۱ تاریخچه
۲۹۹	۹-۹-۲ آخرین پیشرفت‌ها
۳۰۲	۹-۹-۳ مزایا و معایب
۳۰۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم
۳۰۵	پاسخ‌نامه
۳۰۷	منابع

پیشگفتار

امروزه با پیشرفت جمع‌بش‌ و نیاز بیشتر به نقل‌وانتقال بار و مسافر، سیستم‌های حمل‌ونقلی پیشرفت‌های بزرگ در زمینه ایمنی و سرعت داشته‌اند. از میان سایر سیستم‌های حمل‌ونقلی می‌توان حمل‌ونقل ریلی را یکی از ارزان‌ترین و ایمن‌ترین حالات حمل‌ونقل است، در نظر گرفت. بنابراین توجه به خطوط ریلی به‌عنوان یکی از مکررترین سیستم‌های حمل‌ونقل، می‌راند بحث مهم را در توسعه شبکه حمل‌ونقل کشور ایفا کند. در این سیستم، خطوط جدید با سرعت‌های بالا در حال اجرا و خطوط قدیمی در حال نوسازی است. آگاهی از مسائل زیست‌محیطی، حجم روزانه مسافر در فرودگاه‌ها و ترافیک زیاد جاده‌ها و جستجو برای ایمنی بیشتر نقش‌نویسی را در حمل‌ونقل به راه‌آهن واگذار کرده است. در عین حال روس‌های تحلیل تا اندازه زیادی دگرگون شده و استفاده از قابلیت‌های رایانه‌ای، روش‌ها، طرح‌ها و راه‌آهن را تسریع بخشیده است. از این منظر می‌توان بیان کرد ریل، وجه مشترک خطوط ریلی در سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۶۰ بوده، اما طراحی و فناوری این خطوط دچار تغییرات شگرفی شده است.

مهندسی راه‌آهن علمی است که درباره فناوری و بهره‌برداری بحث می‌کند. این ماهیت دوگانه رویدادی چندنظمی را تبیین کرده و دانش کافی از اقتصاد و جامعه‌شناسی را نیز طلب می‌کند؛ اگرچه معمولاً این علوم در رقابت با علوم مهندسی قرار دارند. همانند تمام فعالیت‌های اقتصادی و فناوری، راه‌آهن نیز مراحل توسعه (از نیمه دوم قرن نوزدهم تا اوایل سال ۱۹۵۰) و بحرانی خود را (از سال ۱۹۵۰ تا اواسط

سال‌های ۱۹۸۰) گذرانده است. در مرحله اول حمل‌ونقل زمینی را به انحصار درآورد. در حالی که در مرحله دوم از کاهش شدید فعالیت‌های حمل‌ونقلی (در اثر رقابت اتومبیل و هواپیما) آسیب دید.

مدت‌زمانی است که راه‌آهن در مرحله نوینی از توسعه به‌خصوص در بخش‌ها نظیر سرعت‌های بالا، خدمات ترددی، ترافیک‌باری، حمل‌ونقل ترکیبی، پشتیبانی قطارهای مغناطیسی^۱ و غیره قرار گرفته است. اگرچه سهم راه‌آهن از بازار حمل‌ونقل ناچیز است (۷ درصد ترافیک مسافری و ۱۷ درصد ترافیک‌باری در اروپا)، اما می‌توان در انتظار آینده بهتری برای آن بود.

کتاب حاضر برای استفاده دانشجویان مهندسی با این هدف که مجموعه‌ای فشرده و قابل استفاده از فناوری و تحلیل‌های علمی راه‌آهن را برای رفع نیاز آن‌ها در کارها و مطالعات روزانه فراهم آورد، تهیه شده است. امید است انتشار این گامی مؤثر در جهت رشد دانش فنی در این عرصه باشد.