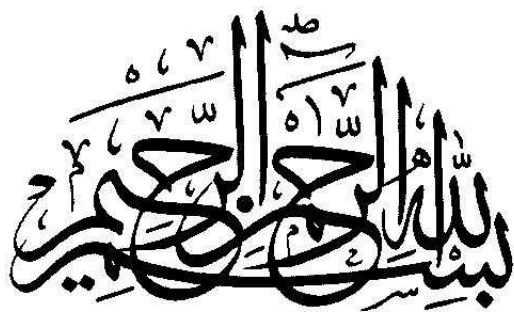




برنامه ریزی عملیات حمل و نقل ریلی

گردآوری:

دکتر مسعود یفینج

دکتری مهندسی حمل و نقل ریلی

عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

مهندس جواد لسان

کارشناس ارشد مهندسی حمل و نقل ریلی

سرشناسه : یقینی، مسعود، ۱۳۴۵-

عنوان و پدیدآور : برنامه ریزی عملیات حمل و نقل ریلی / گردآوری مسعود یقینی، جواد لسان.

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۹.

مشخصات ظاهری : ۲۸۳ ص.: نمودار: 17×24 س.م.

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۴-۲۰۶-۰۰

فهرست نویسی : فیبا

موضوع : راه آهن

موضوع : راه آهن-قطارها

موضوع : راه آهن-ایران

رده بندی کنگره : HE ۱۰۳۱/۰۴۱۱۱۱۱۱

رده بندی دیویی : ۳۸۵

شماره کتابخانه ملی : ۲۰۸۱۵۴۹

• مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، نارمک، صندوق پستی

۷۷۲۴۰۲۲۵، دورنویس: ۷۷۰۰۰۴۲۵، تلفن: ۱۶۸۴۶۱۳۱۱۴

• فروشگاه: میدان رسالت، خیابان هنگام، خیابان دانشگاه، دانشگاه علم و صنعت ایران

تلفن: ۷۷۲۴۰۳۸۳

وب سایت: publication.iust.ac.ir



نام کتاب: برنامه ریزی عملیات حمل و نقل ریلی

گردآورندگان: دکتر مسعود یقینی - مهندس جواد لسان

چاپ اول: ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

شماره انتشارات: ۵۱۵

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

* حق چاپ برای دانشگاه علم و صنعت ایران محفوظ است.

ISBN: 978-964-454-206-0

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۵۴-۲۰۶-۰۰

پیشگفتار

از آغاز انقلاب صنعتی تا کنون، صنعت حمل و نقل ریلی، نقش بسیار مهمی را در رشد و گسترش بسیاری از صنایع دیگر، ایفا کرده است، به طوری که در حال حاضر، میزان گسترش و توسعه‌ی حمل و نقل ریلی، به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری رشد صنعتی و اقتصادی کشورها در نظر گرفته می‌شود. هم اکنون در بخش مسافری حمل و نقل ریلی با به کارگیری قطارهای سریع‌السیر به پیشرفتی چشمگیر رسیده، به طوری که حتی در برخی از مسیرها به رقیب جدی برای حمل و نقل هوایی تبدیل شده است. یکی از پیش‌نیازهای مهم برای آنکه حمل و نقل ریلی نقش خود را به عنوان یکی از صنایع زیربنایی به خوبی ایفا کند، تربیت نیروی متخصص از راه آموزش و در نتیجه‌ی آن انجام مطالعه و پژوهش‌های علمی در این زمینه است. در این راستا، دانشکده‌ی مهندسی راه‌آهن در دانشگاه علم و صنعت ایران، به عنوان تنها دانشکده‌ی علمی و تخصصی در زمینه حمل و نقل ریلی، در سال ۱۳۷۶ آغاز به کار کرد تا بخش عمده‌ای از نیاز صنعت ریلی کشور را با نیروهای آموزش دیده و متخصص برطرف و بستری مناسب را برای انجام پژوهش‌های علمی در زمینه راه‌آهن فراهم کند.

برنامه‌ریزی عملیات حمل و نقل ریلی به معنای تعیین، پیش‌بینی و تدوین فعالیت‌های آینده در راه‌آهن است که شامل سه سطح استراتژیک، تاکتیکال و عملیاتی می‌شود. تفاوت این سطوح، در افق زمانی برنامه‌ریزی، میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز، روش‌های مدل‌سازی و مدیرانی است که درگیر آن می‌شوند. با وجود اهمیت این مبحث، تا به حال منبع جامع و مناسبی به زبان فارسی، که دربرگیرنده مباحث تخصصی برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی باشد، تدوین نشده بود. کتاب پیش‌رو که حاصل سال‌ها تدریس دروس مرتبط با برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی و پژوهش‌های متعدد انجام گرفته در این زمینه است، سعی در انجام چنین مهمی دارد. جزوه‌های تدوین شده برای تدریس این درس که پایه و اساسی برای فرآیند طولانی نگارش این کتاب بوده‌اند، سال‌ها مورد نقد و بررسی استادان، دانشجویان و صاحب‌نظران مهندسی راه‌آهن کشور بوده است و بر این مبنا کتاب حاضر، به عنوان اولین مرجع یکپارچه به زبان فارسی در زمینه‌ی برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی تهیه و تدوین و تقدیم علاقه‌مندان شده است.

در نگارش کتاب، سعی بر این بوده است که تقسیم‌بندی مباحث و ارائه مطالب، طوری انجام شود که علاقه‌مندان بخش عمده‌ای از موضوع‌های مرتبط با برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی را پیش‌روی خود داشته باشند: در فصل اول، حمل و نقل ریلی با نگرش سیستمی و مسائل برنامه‌ریزی در سطوح مختلف آن به صورت سلسله‌مراتبی معرفی شده‌اند تا خواننده بتواند به درک روشنی در این زمینه دست یابد. در ادامه، در فصل‌های دوم تا دهم، به هر یک از مسائل برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی به طور جداگانه توجه شده است. به این ترتیب که در فصل دوم، مسأله برنامه‌ریزی ایستگاه‌های باری به طور یکپارچه و با در نظر

گرفتن موضوع‌های تأثیرگذار آن ارائه شده است. در فصل سوم، مساله گروه‌بندی واگن‌ها که یکی از مسائل چالش برانگیز راه‌آهن در بخش جابجایی بار است، ارائه شده است. پس از آن برنامه‌ریزی تشکیل قطار در فصل چهارم و تعیین اندازه ناوگان در فصل پنجم مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل‌های ششم و هفتم به ترتیب به تحلیل ظرفیت ایستگاه و تحلیل ظرفیت خط پرداخته شده است، سپس زمان‌بندی حرکت قطار در فصل هشتم ارائه می‌شود. در نهایت فصل‌های نهم و دهم شامل مباحثی در زمینه برنامه‌ریزی خدمه قطار و برنامه‌ریزی لکوموتیو است. در پایان هر فصل، بخشی تحت عنوان "برای مطالعه بیشتر" در نظر گرفته شده است تا علاقه‌مندان، جهت دستیابی به مطالب تکمیلی بتوانند به منابع مطالعاتی بیشتری دست پیدا کنند. همچنین در پایان کتاب، مفاهیم و موضوع‌های پایه‌ای مطرح در زمینه برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی به صورت پیوست ارائه شده است.

مخاطبان این کتاب محدث دانشجویان مقاطع مختلف تحصیلی رشته‌ی مهندسی حمل و نقل ریلی و همچنین سایر گرایش‌های رشته‌ی مهندسی راه‌آهن هستند. این کتاب منبع اصلی درس روش‌های برنامه‌ریزی حرکت قطارها در سطح کارشناسی و درس برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی در مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی حمل و نقل ریلی است و می‌تواند به عنوان منبع مفیدی برای دروس مبانی مهندسی راه‌آهن و اصول بهره‌برداری راه‌آهن برای رشته‌های مهندسی خط و سازه‌های ریلی و مهندسی ماشین‌های ریلی مورد استفاده قرار بگیرد. کتاب دوم مخاطبان، کارشناسان، محققان، مدیران و مهندسان در بخش‌های مختلف صنعت حمل و نقل ریلی هستند که علاقه‌مند به فراگیری اصول و مفاهیم برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی می‌باشند. گروه سوم مخاطبان، دانشجویان و محققان سایر رشته‌های دانشگاهی نظیر مهندسی حمل و نقل، مهندسی صنایع و مدیریت می‌باشند که با دنبال مطالعه مباحث برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی و انجام پژوهش در این زمینه هستند.

لازم می‌دانیم از تمامی عزیزانی که به هر نحوی ما را در فرآیند تدوین این کتاب با همکاری بی‌دریغشان یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی کنیم. در خاتمه از تمامی خوانندگان محترم تقاضا داریم که انتقادهای سازنده خود را که موجب بهبود و ارتقای محتوای کتاب می‌شود، ارائه نمایند تا در چاپ‌های بعدی کتاب مدنظر قرار بگیرد.

مسعود یقینی

جواد لسان

بهار ۱۳۸۹

فصل ۱ سامانه حمل و نقل ریلی

- ۱-۱- مقدمه
- ۱-۲- تاریخچه راه آهن در جهان
- ۱-۳- راه آهن در ایران
- ۱-۳-۱- تاریخچه راه آهن ایران
- ۱-۳-۲- وضعیت حمل بار و مسافر در راه آهن ایران
- ۱-۳-۳- امکانات راه آهن ایران
- ۱-۴- سامانه حمل و نقل ریلی
- ۱-۴-۱- مزایا و معایب راه آهن
- ۱-۴-۲- کاربردهای اصلی سامانه حمل و نقل ریلی
- ۱-۵- برنامه ریزی در حمل و نقل ریلی
- ۱-۵-۱- سطوح برنامه ریزی در حمل و نقل ریلی
- ۱-۵-۲- سطوح برنامه ریزی - زمان و نقل بار
- ۱-۵-۳- سطوح برنامه ریزی حمل و نقل مسافر
- ۱-۶- برای مطالعه بیشتر

فصل ۲ برنامه ریزی ایستگاه های باری

- ۲-۱- مقدمه
- ۲-۲- عملیات در ایستگاه باری
- ۲-۲-۱- عملیات بر روی قطارها
- ۲-۲-۲- عملیات بر روی واگن ها
- ۲-۲-۳- عملیات مانور در ایستگاه ها
- ۲-۳- محوطه های مانوری
- ۲-۳-۱- ویژگی های محوطه های مانوری
- ۲-۳-۲- انواع محوطه های مانوری
- ۲-۳-۳- عملیات در محوطه مانوری مسطح
- ۲-۳-۴- عملیات در تپه مانوری
- ۲-۴- انواع هزینه ها در ایستگاه های باری
- ۲-۴-۱- هزینه سرمایه گذاری اولیه و هزینه بهره برداری
- ۲-۴-۲- هزینه عملیات

- ۳۶ ۲-۴-۳- هزینه تجمع واگن‌ها
- ۳۷ ۲-۴-۴- هزینه ناشی از تراکم کاری
- ۳۷ ۲-۵- برنامه‌ریزی در ایستگاه‌های باری
- ۳۸ ۲-۵-۱- اطلاعات مورد نیاز برای برنامه‌ریزی در ایستگاه‌ها
- ۳۹ ۲-۵-۲- برنامه‌ریزی قبول قطارها
- ۴۱ ۲-۵-۳- برنامه‌ریزی اعزام قطارها
- ۴۱ ۲-۵-۴- برنامه‌ریزی عملیات مانور
- ۴۵ ۲-۵-۵- برنامه‌ریزی تخبه واگن‌ها
- ۴۶ ۲-۵-۶- برنامه‌ریزی بارگیری واگن‌ها
- ۴۶ ۲-۶- شاخص‌های عملکرد ایستگاه‌های باری
- ۴۶ ۲-۶-۱- شاخص‌های ایستگاه
- ۴۶ ۲-۶-۲- شاخص‌های کیفی
- ۴۸ ۲-۷- برای مطالعه بیشتر

فصل ۳ برنامه‌ریزی گروه‌بندی واگن‌ها

- ۵۱ ۳-۱- مقدمه
- ۵۲ ۳-۲- جایگاه و اهمیت گروه‌بندی واگن‌ها
- ۵۲ ۳-۳- مسأله گروه‌بندی واگن‌ها
- ۵۶ ۳-۴- مدل ریاضی گروه‌بندی واگن‌ها
- ۵۷ ۳-۴-۱- مدل گروه‌بندی واگن‌ها مبتنی بر کمان
- ۵۹ ۳-۴-۲- مدل گروه‌بندی واگن‌ها مبتنی بر مسیر
- ۶۳ ۳-۵- برای مطالعه بیشتر

فصل ۴ برنامه‌ریزی تشکیل قطار

- ۶۷ ۴-۱- مقدمه
- ۶۸ ۴-۲- مسأله برنامه‌ریزی تشکیل قطار
- ۷۰ ۴-۳- زمان تأخیر برای تجمع واگن‌ها
- ۷۴ ۴-۴- برنامه‌ریزی تشکیل قطار بر اساس بررسی کلیه حالت‌های ممکن
- ۸۴ ۴-۵- برنامه‌ریزی تشکیل قطار با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی
- ۸۴ ۴-۵-۱- مدل اول برنامه‌ریزی تشکیل قطار

- ۸۹ ۴-۵-۲- مدل دوم برنامه‌ریزی تشکیل قطار
۹۵ ۴-۶- برای مطالعه بیشتر

فصل ۵ تعیین اندازه ناوگان

- ۱۰۳ ۵-۱- مقدمه
۱۰۳ ۵-۲- مسأله تعیین اندازه ناوگان
۱۰۴ ۵-۳- مدل ریاضی مسأله تعیین اندازه بهینه ناوگان
۱۰۵ ۵-۴- برای مطالعه بیشتر

فصل ۶ تحلیل ظرفیت ایستگاه

- ۱۱۵ ۶-۱- مقدمه
۱۱۵ ۶-۲- اهمیت تحلیل ظرفیت ایستگاه
۱۱۶ ۶-۳- تعیین ظرفیت ایستگاه
۱۱۶ ۶-۴- محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام
۱۱۷ ۶-۴-۱- محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام بر اساس نرخ بهره‌برداری
۱۱۷ ۶-۴-۲- محاسبه ظرفیت قبول و اعزام، براساس میانگین زمان اشغال
۱۲۱ ۶-۵- محاسبه ظرفیت سوزن‌ها
۱۲۲ ۶-۶- برای مطالعه بیشتر
۱۲۵

فصل ۷ تحلیل ظرفیت خط

- ۱۲۹ ۷-۱- مقدمه
۱۲۹ ۷-۲- مفاهیم پایه‌ای
۱۳۰ ۷-۳- پارامترهای موثر بر ظرفیت خط
۱۳۱ ۷-۳-۱- پارامترهای مربوط به زیرساختار
۱۳۱ ۷-۳-۲- عوامل ترافیکی
۱۳۲ ۷-۳-۳- پارامترهای عملیاتی
۱۳۳ ۷-۴- ناحیه مناسب برای ظرفیت خط
۱۳۴ ۷-۵- روش‌های محاسبه ظرفیت خط
۱۳۹ ۷-۵-۱- روش نموداری
۱۳۹ ۷-۵-۲- روش‌های تحلیلی

- ۱۴۳- ۶-۷- روش شبیه‌سازی
- ۱۴۴- ۷-۷- محاسبه ظرفیت خط به روش UIC
- ۱۴۴- ۱-۷-۷- محاسبه دوره زمانی مرجع
- ۱۴۵- ۲-۷-۷- محاسبه میانگین زمان سرفاصله قطارها
- ۱۵۵- ۳-۷-۷- محاسبه زمان حائل
- ۱۵۶- ۴-۷-۷- محاسبه زمان اضافی
- ۱۵۶- ۸-۷- محاسبه ظرفیت یک سیرگاه دوطرفه طبق روش UIC
- ۱۵۸- ۱-۸-۷- محاسبه میانگین زمان سرفاصله‌ها، مبتنی بر برنامه حرکت قطار
- ۱۶۴- ۲-۸-۷- محاسبه میانگین زمان سرفاصله‌ها، بدون وجود برنامه حرکت قطار
- ۱۶۷- ۳-۸-۷- محاسبه ظرفیت بدون وجود برنامه زمان‌بندی
- ۱۶۸- ۴-۸-۷- محاسبه ظرفیت بدون وجود برنامه حرکت قطار
- ۱۶۹- ۹-۷- روش‌های افزایش ظرفیت خط
- ۱۷۱- ۱۰-۷- برای مطالعه بیشتر

فصل ۸ زمان‌بندی حرکت قطار

- ۱۷۵- ۱-۸- مقدمه
- ۱۷۶- ۲-۸- مسأله زمان‌بندی حرکت قطار
- ۱۷۷- ۳-۸- گراف قطار
- ۱۸۰- ۴-۸- اطلاعات مورد نیاز برای زمان‌بندی حرکت قطار
- ۱۸۰- ۱-۴-۸- اطلاعات پایه‌ای
- ۱۸۱- ۲-۴-۸- اطلاعات قطارها
- ۱۸۴- ۳-۴-۸- سرفاصله و زمان حائل بین قطارها
- ۱۸۶- ۵-۸- اصول زمان‌بندی حرکت قطار
- ۱۹۹- ۶-۸- شاخص‌های ارزیابی زمان‌بندی حرکت قطار
- ۲۰۵- ۷-۸- زمان‌بندی حرکت قطار به روش دستی
- ۲۰۶- ۸-۸- زمان‌بندی حرکت قطار با استفاده از روش شبیه‌سازی
- ۲۰۶- ۱-۸-۸- ورودی‌ها و خروجی‌های مدل شبیه‌سازی
- ۲۰۷- ۲-۸-۸- نمودار جریان شبیه‌سازی حرکت قطارها
- ۲۱۲- ۹-۸- زمان‌بندی حرکت قطار با استفاده از مدل ریاضی
- ۲۲۳- ۱۰-۸- مدل اصلاح شده زمان‌بندی حرکت قطار

۲۲۶	۸-۱۱- برای مطالعه بیشتر
۲۳۱	فصل ۹ برنامه‌ریزی خدمه قطار
۲۳۱	۹-۱- مقدمه
۲۳۲	۹-۲- مفاهیم پایه‌ای
۲۳۶	۹-۳- مسأله برنامه‌ریزی خدمه قطار
۲۳۷	۹-۴- بهینه‌سازی مأموریت‌ها
۲۳۷	۹-۴-۱- تولید مأموریت‌های ممکن
۲۳۸	۹-۴-۲- مدل ریاضی بهینه‌سازی مأموریت‌ها
۲۴۰	۹-۵- بهینه‌سازی نوبت کاری
۲۴۳	۹-۶- برای مطالعه بیشتر
۲۴۷	فصل ۱۰ برنامه‌ریزی لکوموتیو
۲۴۷	۱۰-۱- مقدمه
۲۴۸	۱۰-۲- مسأله برنامه‌ریزی لکوموتیو
۲۵۳	۱۰-۳- انواع مسائل برنامه‌ریزی لکوموتیو
۲۵۳	۱۰-۳-۱- برنامه‌ریزی غیرگردشی لکوموتیو
۲۵۳	۱۰-۳-۲- برنامه‌ریزی گردشی لکوموتیو
۲۵۵	۱۰-۴- مدل ریاضی مسأله برنامه‌ریزی لکوموتیو
۲۵۹	۱۰-۵- برای مطالعه بیشتر
۲۶۳	پیوست ۱: مفاهیم پایه‌ای