



مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن

سازهای فنی در راه‌آهن

جلد اول

« زیر سازی و روسازی »

گردآوری و تألیف:

حیدر مهرنیا

گروه آموزش‌های فنی و زیربنایی

مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

سال ۱۳۹۸

سرشناسه	مهرنیا، حیدر، ۱۳۱۳
عنوان و نام پدیدآور	سازه‌های فنی در راه‌آهن / گردآوری و تألیف حیدر مهرنیا؛ به سفارش مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران. گروه آموزشهای فنی و زیربنایی.
مشخصات نشر	تهران: امواج آرام، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	۵ ج.؛ مصور، جدول.
شابک	۹۴۰۰۰ ریال: ج ۱. ۶-۷-۹۶۷۳۴-۹۷۸-۶۰۰-۱۲۶۰۰۰ ریال: ج ۲. ۳-۸-۹۶۷۳۴-۹۷۸-۶۰۰-۱۲۶۰۰۰ ریال: ج ۳. ۳-۹-۹۶۷۳۴-۹۷۸-۶۰۰-۱۲۶۰۰۰ ریال: ج ۴. ۴-۷-۹۶۷۳۴-۹۷۸-۶۰۰-۱۲۶۰۰۰ ریال: ج ۵. ۴-۱-۹۶۷۳۴-۹۷۸-۶۰۰-۱۲۶۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
یادداشت	کتابنامه.
مندرجات	ج ۱. زیرسازی و روسازی - ج ۲. تونل‌ها و گالری‌های سنگی - ج ۳. تونل‌های راه‌آهن - ج ۴. کاربرد و موقعیت مکانی دیواره‌ها - ج ۵. نحوه نگهداری و مقاومسازی سازه‌ها.
موضوع	راه‌آهن - نگهداری و تعمیر - Railroads - Maintenance and repair
موضوع	راه‌آهن - مهندسی - Railroad engineering
رده بندی کنگره	TF۵۲۰
رده بندی دیویی	۶۲۵/۱۰۰۲۸۸
شماره کتابشناسی ملی	۶۰۴۳۶۸۷

آدرس: میدان راه‌آهن، خیابان صنعت آزادگان، در غربی حوزه شش راه‌آهن
ساختمان مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران



مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن

ناشر: امواج آرام به سفارش مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران
عنوان: سازه‌های فنی در راه‌آهن - جلد اول: زیرسازی و روسازی
تألیف: حیدر مهرنیا

ویرایش و آماده سازی نهایی: انتشارات امواج آرام

طراحی روی جلد: وحید روستایی

چاپ اول: زمستان - ۱۳۹۸

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

بهاء: ۹۴۰۰ تومان

شابک: ۹۴۰۰۰-۹۶۷۳۴-۷-۶-۹۷۸-۶۰۰

«کلیه حقوق این اثر برای مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن محفوظ می‌باشد»

http://www.raita.rai.ir - Rwamaouzesh@rai.ir - تلفن: ۳۰-۵۵۱۳۴۱۲۹

پیش‌گفتار

رشد و بالندگی هر سازمان صنعتی مرهون فراوانی گنجینه‌های دانش فنی و منابع انسانی متخصص و ماهر آن صنعت است.

مرکز توسعه، آموزش و فناوری راه‌آهن ج.ا.ا. با برخورداری از سال‌ها تجربه و بهره‌گیری از جدیدترین روش‌ها و یافته‌های علمی و تخصصی، آموزش‌های علمی و کاربردی مدیران و کارکنان شبکه گسترده راه‌آهن را همراه با عرضه خدمات آموزشی به کارکنان سایر سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با صنعت حمل و نقل ریلی و دانشگاهی به عهده دارد و در راستای ارتقای سطح دانش علمی و تخصصی کارکنان و پژوهشگران همواره تلاش نموده است به‌روزترین منابع علمی - آموزشی در عرصه تخصص‌های گوناگون راه‌آهن را ارائه و معرفی نماید.

مجموعه حاضر تحت عنوان "سازه‌های فنی در راه‌آهن" در پنج جلد: "زیرسازی و روسازی؛ تونل‌ها و گالری‌های سنگی؛ پل‌های راه‌آهن؛ کاربرد و موقعیت مکانی دیواره‌ها؛ و نحوه نگهداری و مقاوم‌سازی سازه‌ها"، به موازات پرداختن به موقعیت مکانی و شرایط فنی ساختمان‌های خط، ارائه رویه‌های رفتاری در نگهداری، تعمیرات و همچنین نظارت‌های صحیح در این عرصه را عملیاتی می‌نماید و ضمن ایجاد بسترهای ایمن‌ساز در سیر و حرکت قطارها و کاهش هزینه‌ها، مخاطب خود را در مسیر رشد و تعالی در این حوزه قرار می‌دهد.

تألیف این اثر ارزشمند و ماندگار توسط آقای مهندس حیدر مهرنیا از اساتید و پیشکسوتان اداره کل خط و سازه‌های فنی راه‌آهن صورت پذیرفته که پس از تأییدیه کمیته تخصصی و مصوبه هیأت تحریریه این مرکز، چاپ و تقدیم پرسنل عملیاتی، تکنسین‌ها، کارشناسان، مدیران، برنامه‌ریزان، دانشجویان و سایر علاقمندان این حوزه می‌گردد.

امید است تألیف و نشر این مجموعه بتواند در جهت ارتقای ایمنی و صرفه‌جویی اقتصادی گامی مؤثر در مسیر شکوفایی سازمان متبوع خویش برداشته باشد.

مرکز توسعه، آموزش و فناوری
راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

«فهرست مطالب»

صفحه	عنوان
۹	 سخن مؤلف
۱۱	 چگونگی تصویب طرح راه آهن و ساخت آن
۱۵	 تاریخچه احداث راه آهن جنوب
۱۶	 مشخصات فنی مسیر راه آهن (محور دورود- اندیمشگ)
۱۷	 توسعه راه آهن پس از پیروزی انقلاب اسلامی
۲۵	 خاک های مطلوب در عملیات خاک ریزی
۲۵	 مقاومت خاک ها
۲۸	 نیمرخ عرضی خاکریز در کوله پل - تقویت پاشنه خاکریز
۳۶	 زیرسازی و روسازی در راه آهن
۳۷	 مشخصه های فنی راه آهن
۳۸	 حفاظت از زیرسازی راه آهن
۳۹	 تراشه
۴۱	 رفتار مکانیکی خاکریزی در مقابل بارهای وارده
۴۲	 بالاست و نقش اساسی آن در روسازی
۴۳	 دانه بندی بالاست
۴۴	 ضخامت بالاست
۴۵	 عرض بالاستریزی
۴۷	 محسنات ساب بالاست
۴۸	 مضرات بالاست های غیر استاندارد
۵۰	 مضرات افزایش ارتفاع در حالت کلی
۵۱	 خصوصیات زیرسازی و روسازی خطوط سراسری
۵۲	 نقش بالاست در روسازی خطوط
۵۴	 تراورس
۵۴	 نقش تراورس

سخن مؤلف

همان طوری که می دانیم طی قرن های متمادی تأمین ایمنی انواع ساختمان ها بر مبنای تجارب حاصله از ساخت وسازهای گذشته صورت می گرفته، ولی به تدریج در هر دوره با استفاده از دانش زمان، راه حل های تجربی تدوین و تکمیل شده و به مرور سازندگان از محاسبات برای این منظور کمک گرفته اند.

بطور طبیعی انسان همواره کوشش می کرده از امکانات موجود زمان استفاده کرده تا یک سازه دیرپا و با عمری طولانی تر بسازد و قضا و منظر ساخته اش مطبوع تا حد امکان تلطیف شده باشد.

این نکات در تمام قرون به قوت خود، تحت عناوین عملکرد مطلوب، ایمنی، اقتصادی بودن، پایایی، قناعت معیارهای زیبایی باقی بوده و جالب توجه است که تا اواخر قرن نوزدهم بطور عمده طراحی ساختمان ها و انواع سازه ها در برابر بادهای قائم بوده که با ضرایب بیشتری محاسبه می گردیده است؛ ولی به تدریج براساس افزایش خرابی ها ناشی از زلزله در گوشه و کنار جهان سبب شدند که انجام محاسبات به منظور تأمین ایمنی ساختمان در برابر بادهای ناشی از زلزله نیز (بادهای افقی) در دستور کار مهندسان و طراحان قرار گیرد.

از اوایل قرن بیستم، تدوین آیین نامه های طراحی ساختمان ها در برابر زلزله آغاز شد و این آیین نامه ها به طور ادواری مورد تجدیدنظر قرار گرفته و تکمیل شدند.

شایان ذکر است در کشور ما نیز، علی رغم لرزه خیزی شدید، تا پیش از چهار دهه پیش طراحی و محاسبات سازی ساختمان ها در برابر زلزله مرسوم نبوده. طبق مدارک موجود ساختمان ۹ طبقه فیلیپین در نزدیکی میدان فردوسی تهران اولین ساختمانی است که طی سال های ۱۳۴۰-۱۳۳۹ بر مبنای تعالیم زنده یاد مهندس عبدالحسین خلیلی استاد دانشکده فنی تهران برای پایداری در برابر نیروهای جانبی زلزله طراحی و ساخته شده است. تا آن زمان، در کشور ما ضابطه ای در این مورد وجود نداشت. تدوین و ارائه اولین توصیه در این باره، پس از زلزله بوئین زهرا در سال ۱۳۴۱ صورت گرفت. در واقع این زلزله علی رغم صدمات و تلفات جانی و مالی بسیار، منشاء اثری مثبت و نقطه عطفی در طرز تلقی از محاسبات سازه ساختمان ها در ایران بود.

همچنین دامنه دانسته ها در زمینه علوم زمین شناسی و مهندسی هیدرولوژیکی، توپوگرافی و شناسایی ویژگی های تکنوئیکی، فیزیکی و مکانیکی تا اواخر جنگ جهانی دوم به گستردگی کنونی نبوده است؛ بلکه بعد از جنگ جهانی دوم یا ابداع ابزار آلات جدید همراه با فن آوری های نوین به تدریج رو به تکامل گذاشت.

بنابراین با توجه به مراتب بالا، راه آهن جمهوری اسلامی در شرایطی وارث و متولی نگهداری و تجهیز بخشی از راه آهن را به عهده دارند که ۱۵۰ کیلومتر آن با قدمت ساخت ۹۹ سال (راه آهن تبریز - جلفا و صوفیان شرفخانه) و همچنین بالغ بر ۳۲۰۰ کیلومتر با زیر ساخت ۸۹ سال سن تحت بهره برداری قرار دارند؛ و همان طوری که قبلاً یادآوری گردید در طراحی آن ها نیروهای افقی ناشی از وقوع زلزله و مطالعات زمین شناسی و مهندسی زمین و میزان تراکم خاک در زیرسازی ها تحت شرایط کنونی صورت نگرفته است. از همه مهم تر این که کلیه ابنیه سنگین و زیرسازی و روسازی خط برای ناوگان موجود در زمان ساخت (با بار محوری حداکثر ۱۰ تن و با طول واگن های ۱۲ متر (تامپون به تامپون) پیش بینی و طراحی شده است. در چنین شرایطی کلیه ابنیه فنی موجود به ویژه زیرسازی خطوط از نظر پایداری در مقابل عوامل مخرب طبیعی و مؤلفه های عمودی ناشی از تردد وسایل نقلیه سنگین، مقاومت لازم را ندارند و لذا نگهداری آن ها مستلزم هزینه سنگین و روزافزون می باشند.

بنابراین در کل شبکه راه آهن شناسایی انواع آسیب ها و آشنایی کامل به نقاط آسیب پذیر دو رکن اساسی در ایمن سازی است. لذا در این مجموعه تحت عنوان "سازه های فنی در راه آهن" تنگناها و نارسایی ها در عمر

بهره‌برداری تدوین گردیده و سعی شده ضمن معرفی موقعیت مکانی و جغرافیایی و شرایط حاکم آب و هوایی و همچنین موقعیت مکانی انواع سازه‌های نامرئی و انواع آسیب‌هایی که به‌طور بطنی و نامحسوس پایداری انواع سازه‌ها را تقلیل می‌دهند، معرفی و تشریح شود و در رابطه با ترمیم و تقویت آن‌ها، راه کارهای لازم و ضروری همراه با نمایش کروکی‌ها به‌منظور یادآوری برای عوامل نگهدارنده پیشنهاد گردد.

تهیه این مجموعه در ۵ جلد به‌عنوان ادای دینی کوچک به جامعه حمل و نقل ریلی ایران در جهت رشد دانسته‌های نسل جوان می‌باشد.

موقعیت ژئوپولیتیک خاص کشور و برخورداری از مرز آبی وسیع در جنوب و نیاز همسایگان شمالی به استفاده از امکانات حمل و نقل این آبراه، قرارگیری در دالان عبور شرق و غرب، ثبات و امنیت کشور برای تأمین جابجایی مطلوب علی‌رغم مشکلات منطقه و برخورداری از نیروی انسانی مجرب، همگی نشان‌دهنده آن است که استفاده از ظرفیت‌های بالقوه حمل و نقلی ریلی می‌تواند درآمدهای قابل توجهی را برای کشور تحصیل نماید.

در خاتمه شایسته است از همت و تلاش دست‌اندرکاران به‌ویژه سروران و صاحب‌نظران محترمی که از راه لطف، همکاری‌های لازم را در جهت شکل‌گیری این مجموعه نسبت به بنده مبذول داشتند، کمال تشکر و امتنان را نموده و استدعا دارم، اولاً هرگونه سهو و اشتباهی و لغزشی که بدون تردید در این اثر کوچک مصون نخواهد بود بر من ببخشند. ثانیاً از ابراز لطف و راهنمایی و از اظهارنظرات خود دریغ نفرمایند، بلکه این استدعا را فرض بر خود بدانند تا بدین وسیله مرا رهین منت خود قرار دهند.

همچنین از پرسنل گروه آموزش‌های فنی و زیربنایی مرکز توسعه آموزش و فناوری راه‌آهن به‌ویژه آقای مهندس فریدون ساکی و خانم مهندس نسیم صاحب‌الزمانی و همچنین از پرسنل گروه سازه‌های فنی آقای مهندس صادقی و دکتر شریف و در نهایت از گروه پل‌ها آقای مهندس مهدی شرف‌الدین و مهندس مجید زهتابیان از اداره کل خط و سازه‌های فنی که هر کدام با ارشاد و راهنمایی‌های مفید و ارزنده خود ما را یاری فرمودند کمال تشکر و امتنان را دارد و در ضمن از جناب آقای ناصر مجیدی فرد که در آماده‌سازی این مجموعه فعالیت داشته‌اند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

حیدر مهرنیا- ۱۳۹۸