

انتخاب، طراحی و اجرای خط با دال بتنی در خطوط قطار شهری

نویسندگان:

علیرضا بابایی، مهتم داد و محمدرضا عسگری
به سرپرستی سعید محمد



کتابخانه
قراگاه سازند حامی



شرکت مهندسی سپاسد
SEPASAD ENGINEERING CO.

سرشناسه	: بابایی، علیرضا، ۱۳۶۰-
عنوان و نام پدیدآور	: انتخاب، طراحی و اجرای خط با دال بتنی در خطوط قطار شهری / نویسندگان علیرضا بابایی، میثم راد و محمدرضا عسگری؛ به سرپرستی سعید محمد؛ [برای] شرکت مهندسی سپاسد.
مشخصات نشر	: تهران: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص)، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: شرکت مهندسی سپاسد؛ ۶.
شابک	: ۲-۴۶-۹۳۰۴-۶۰۰-۹۷۸: ۱۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: روسازی با بتن
موضوع	: مترو-- طرح و محاسبه
موضوع	: روسازی-- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	: راد، میثم، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	: عسگری، محمدرضا، ۱۳۶۱-
شناسه افزوده	: محمد، سعید، ۱۳۲۷-
شناسه افزوده	: شرکت مهندسی سپاسد
شناسه افزوده	: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص)
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۱ الف ۷۸/۴ TE2۷۸
رده‌بندی دیوبی	: ۶۲۵/۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۵۱/۸۷۹

انتخاب، طراحی و اجرای خط با دال بتنی در خطوط قطار شهری

نویسندگان: علیرضا بابایی، میثم راد، محمدرضا عسگری

به سرپرستی سعید محمد

چاپ نخست: ۱۳۹۱؛ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

چاپ و نظارت: امید انقلاب

ناظر فنی: ارتباطات و روابط بین الملل سپاسد

شابک: ۲-۴۶-۹۳۰۴-۶۰۰-۹۷۸

دفتر مرکزی شرکت مهندسی سپاسد: میدان ونک، ابتدای خیابان ملاصدرا، نیش خیابان شاد، پلاک ۱۱

تلفن: ۰۴-۸۸۶۴۳۷۵۰ (۰۲۱)؛ نمابر: ۰۰۸۸۶۴۳۷۰۰ (۰۲۱)؛ کدپستی: ۱۴۳۵۷۶۳۳۱۱

آدرس اینترنتی: www.sepasad.ir Email: info@sepasad.ir

يرفع الله الذين آمنوا منكم و الذين اوتوا العلم درجات
خداوند مقام اهل ايمان و دانشمندان عالم را در دو جهان رفيع مي گرداند.
(سوره مبارکه مجادله آيه ۱۱)

سخن فاش

يکي از زياه هاي کمال و نزديکي به ذات مقدس الهي کسب علم و دانش است. علمي که به تعبير استاد شهيد - دکتر مرتضی مطهری - زيبايي عقل است؛ علمي که انسان خداجو در آن نشانه هاي معبود را مي جويد؛ علمي که درجه فزون تر مي شود، صاحب آن را به خداوند جان و خرد نزديکتر مي کند.

دانش و تجربه سازمان ها در دوره گرايهاترين سرمايه هاي آنها محسوب مي شود. به تبع آن ثبت، نگهداري، توسعه و به کارگيري مطلوب و هدفمند اين دانش امري ضروري است و به همين دليل است که توجه بسياري از مراکز علمي جهان - به ريزه فني مهندسي - را معطوف خود ساخته است.

شرکته مهندسي سپاسد نيز در راستاي رسالت خود در امر خدمت به جامعه علمي و انتشار دانش کسب شده، و با فصل الخطاب قراردادن فرمايش مقام معظم رهبري درخصوص ثبت دانش، که مي فرمايند: "همچنان که شاهد بوديم، بعضي از بخش ها تجربيات فني را کتاب مي کنند و نگه مي دارند، اين دانش بايستي نهادينه و ثبت گردد و براي آينده محفوظ بماند"، تهيه و تدوين تجارب خود را در دستور کار قرار داده اند. اين شرکت مهندسي با پيش از دو دهه تجربه گران سنگ در زمينه اجرائ پروژه هاي عظيم ملي بر آن شده است تا تجربه و دانش متخصصان خود را در اختيار مجمع هاي علمي، استادان دانشگاهي و پژوهشگران علاقه مند به اين مباحث قرار دهد. بديهي است که در اين ارتباط شکاف ميان مباحث تئوري آکادميک و مباحث عملي و کارگامي کمتر مي شود.

در پايان با سپاس از زحمات دست اندرکاران و همکاران محترم در تحقق اين مهم، اميد است مجموعه تلاش هاي صورت گرفته مورد رضاي خداوند متعال - صاحب لوح و قلم - و امام عصر (عج) و استادان محترم علم و فن قرار گيرد.

پیشگفتار

فن‌آوری‌های صنعت حمل و نقل ریلی همانند دیگر صنایع دنیا به صورت پیوسته در حال به‌روزرسانی و ارتقا می‌باشند. قطارهای شهری یکی از زیرمجموعه‌های صنعت حمل و نقل ریلی هستند که در دهه‌های اخیر مشمول تغییرات و پیشرفت‌های بسیاری شده‌اند. با توجه به رشد جمعیت شهرنشین در طی سالیان اخیر و متناسب با آن افزایش ترافیک شهری، توجه سرمایه‌گذاران و نهادهای تصمیم‌ساز به این نوع حمل و نقل شهری افزایش یافته است. این مسئله منتج به رشد سرمایه‌گذاری در این بخش، جذب متخصصین و متعاقباً تولید فن‌آوری‌های جدید در این حوزه شده است.

روسازی مسیر یکی از اجرای تشکیل‌دهنده زیرساخت‌های قطارهای شهری می‌باشد که دارای اهمیت بسزایی است. روسازی مسیر بر کمیتی که این نوع حمل و نقل به کاربران خود ارائه می‌دهد، تأثیر قابل‌توجهی دارد. علاوه بر این هزینه‌های بخش روسازی مسیر نیز درصد قابل‌توجهی از هزینه‌های بخش سیویل پروژه‌های قطار شهری را در برمی‌گیرند. همچنین این بخش دارای انطاف‌پذیری مناسبی می‌باشد، به طوری که در طی سالیان متمادی پیمانکاران و مجریان، انواع طرح‌های روسازی را ارائه نموده‌اند. طرح‌هایی که برای روسازی خطوط قطارشهری ارائه شده‌اند، در اکثر موارد در زمره روسازی بدون بالاست جای می‌گیرند. در این نوع روسازی‌ها به طور کلی لایه‌ای با صلیبیت بالا و دوام مناسب جایگزین لایه بالاستی در روسازی‌های متداول ریلی می‌شود. دلیل اصلی این امر حساسیت مسئله نگهداری و تعمیر دوره‌ای در خطوط قطارشهری است. با توجه به ترافیک بسیار بالای این خطوط عملاً امکان انجام عملیات نگهداری و تعمیر متناوب مشابه با خطوط متداول راه‌آهن بین‌شهری نیست. بنابراین روسازی‌های بدون بالاست با افزایش دوام و صلیبیت سیستم موجب کاهش نیاز این نوع خطوط به نگهداری و تعمیر متناوب می‌شوند.

با توجه به اهمیت مبحث خطوط قطارشهری و رشد آنها در طی سالیان اخیر در کشورمان و در نظر گرفتن این مطلب که مجموعه مدونی در ارتباط با روسازی خطوط قطارشهری و خصوصاً سیستم‌های روسازی بدون بالاست ارائه نشده است، تلاش شده تا مرجعی برای سیستم‌های روسازی بدون بالاست با نگاه خاص به خطوط قطارشهری ارائه شود. اهمیت مجموعه حاضر در این است که برای اولین بار مرجع جامع تخصصی در ارتباط با انواع سیستم‌های روسازی بدون

بالاست و رویکردهای طراحی و اجرا در ایران با توجه به استانداردها، الزامات و تجربیات بین‌المللی، تألیف و به صورت کتاب ارائه می‌شود.

یکی از اهداف مهمی که این مجموعه به دنبال آن است، ارائه مطالبی تخصصی و راهبردی برای کارفرمایان، متخصصین طراح و مجریان خطوط قطار شهری در سراسر ایران می‌باشد. بنابراین تا حد امکان سعی گردید که مطالب ارائه شده متناسب با نیازها و الزامات داخلی کشورمان باشند. در این راستا تقریباً از تجربیات تمامی پروژه‌های مترو و قطار شهری کشورمان استفاده شده است. بسیاری از منابع فنی و تجربیات طراحی و اجرا که در این کتاب منعکس شده است بدون شک توسط متخصصین مختلف این حرفه در سمت‌های مختلف اعم از کارفرما، مهندسین مشاور و پیمانکار به صورت اسناد و گزارش‌های مختلف ارائه شده است که این امکان امروز برای مؤلفین جهت جمع‌آوری و استفاده از آنها فراهم شده است. همچنین تجربیات مستقیم مؤلفین در پروژه‌های مختلف مترو و قطار شهری در طی سالیان اخیر برای تدوین مطالب مجموعه حاضر راهبردی و متمرکز بوده است.

بنابراین این مؤلفین بر خود واجب می‌دانیم مراتب قدردانی خود را نسبت به آنها و بدون هیچگونه اولویت اعلام داریم. در حوزه مباحث علمی و دانشگاهی آقایان دکتر مرتضی اسماعیلی، جبار علی‌ذاکری، سیدجواد میرمحمدصادقی و سعید محمدزاده اساتید محترم دانشکده مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت ایران و در حوزه مهندسین مشاور آقایان مهندسین حسین عسگری، اسدالله نوروزی و ماهان یلداشخان. همچنین مراتب تقدیر از مدیران محترم شرکت مهندسی سپاسد جهت تشویق و حمایت از تهیه این مجموعه به طور اخص آقای دکتر محمد، دکتر روحانی و مهندس اشرفی.

امید است که مطالب تدوین شده گامی، هرچند کوچک، اما رو به جلو در صنعت حمل و نقل ریلی کشورمان بوده و برای کلیه متخصصین داخلی مرتبط با صنعت ریلی، علی‌الخصوص آنهایی که درگیر حمل و نقل درون شهری هستند، مفید واقع شود. مؤلفین این مجموعه پذیرایی کلیه پیشنهادات و نظرات این متخصصین خواهند بود.

علیرضا بابائی، میثم راد، محمدرضا عسگری

پائیز ۱۳۹۱

فهرست

سخن ناشر
پیشگفتار

فصل اول: کلیات.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ کاربری‌های متنوع خطوط ریلی.....	۴
۳-۱ معرفی کلی اجزای خطوط بالاستی و بدون بالاست.....	۵
۴-۱ مقایسه سیستم روسازی بالاستی و بدون بالاست.....	۶
۱-۴-۱ سیستم روسازی بالاستی.....	۶
۲-۴-۱ سیستم روسازی بدون بالاست.....	۷
۵-۱ معیارهای انتخاب خط بدون بالاست در مقابل خط بالاستی.....	۹
فصل دوم: اجزای روسازی خطوط ریلی.....	۱۵
۱-۲ مقدمه.....	۱۵
۲-۲ سیستم روسازی بالاستی و اجزای آن.....	۱۵
۱-۲-۲ ریل.....	۱۷
۲-۲-۲ پابند.....	۲۳
۳-۲-۲ صفحه لاستیکی زیر ریل.....	۲۹
۴-۲-۲ تراورس.....	۲۹
۵-۲-۲ بالاست و زیر بالاست.....	۳۶
۳-۲ لایه‌های روسازی در خط بدون بالاست.....	۳۸
۴-۲ خاصیت ارتجاعی خط.....	۴۰
فصل سوم: سیستم‌های روسازی بدون بالاست.....	۴۳
۱-۳ کلیات.....	۴۳
۲-۳ طبقه‌بندی انواع روسازی‌های بدون بالاست.....	۴۳
۳-۳ معرفی سیستم‌های دارای تراورس و تکیه‌گاه منفرد برای ریل.....	۴۵
۱-۳-۳ انواع طرح‌های روسازی تراورس مدفون.....	۴۵
۲-۳-۳ انواع طرح‌های روسازی تراورس غیرمدفون.....	۵۸

۴-۳	معرفی سیستم‌های دارای بالاست، تراورس و تکیه‌گاه منفرد برای ریل	۶۴
۳-۴-۱	خطوط قابی شکل	۶۴
۳-۴-۲	خطوط نردبانی	۶۵
۳-۴-۳	طرح FFYS با استفاده از تراورس‌های فلزی Y شکل	۶۵
۵-۳	معرفی سیستم‌های بدون تراورس و دارای تکیه‌گاه منفرد برای ریل	۶۷
۳-۵-۱	دال‌های بتنی یکپارچه بدون تراورس	۶۷
۳-۵-۲	دال‌های بتنی پیش‌ساخته بدون تراورس	۷۳
۶-۳	معرفی سیستم‌های دارای تکیه‌گاه پیوسته برای ریل	۸۰
۳-۶-۱	خطوط پیوسته مدفون	۸۰
۳-۶-۲	خطوط پیوسته مهار شده ریل	۸۳
۷-۳	مقایسه انواع سیستم‌های بدون بالاست	۹۰
۳-۷-۱	سیستم‌های بدون بالاست پیوسته درجا	۹۱
۳-۷-۲	سیستم‌های بدون بالاست پیش‌ساخته	۹۲
۳-۷-۳	سیستم‌های بدون بالاست با تراورس مدفون در دال بتنی	۹۳
فصل چهارم: الزامات طراحی سیستم دال بتنی درجا با تراورس‌های دو تکه		
۴-۱	کلیات	۹۵
۴-۲	الگوریتم کلی طراحی سیستم‌های روسازی بدون بالاست	۹۶
۴-۳	مبانی و ضوابط طراحی	۹۶
۴-۴	الزامات به‌کارگیری سیستم‌های بدون بالاست	۹۹
۴-۴-۱	الزامات خط با دال بتنی در تونل‌ها	۱۰۱
۴-۴-۲	الزامات خط با دال بتنی بر روی پل‌ها	۱۰۲
۴-۴-۳	الزامات ناحیه انتقال بین خط بالاستی و بدون بالاست	۱۰۲
۴-۵	بارهای وارده بر سیستم روسازی و انواع مدل‌های بارگذاری	۱۰۳
۴-۵-۱	بار مرده	۱۰۳
۴-۵-۲	بار زنده	۱۰۳
۴-۵-۳	مدل‌های بارگذاری خطوط قطار شهری	۱۰۳
۴-۵-۴	ضریب ضربه	۱۰۶
۴-۵-۵	بار جانبی	۱۰۸
۴-۵-۶	نیروهای طولی وارد بر ریل	۱۰۹
۴-۵-۷	ترکیب بارگذاری	۱۱۲
۴-۶	مبانی روش‌های جذب ارتعاش	۱۱۳
۴-۶-۱	روند تحلیل صدا و ارتعاشات در خطوط قطار شهری و مترو	۱۱۴
۴-۶-۲	ارتعاش و صدا در خطوط قطار شهری	۱۱۵
۴-۶-۳	تعیین میزان ارتعاش و صدا	۱۱۶
۴-۶-۴	معیارهای ارزیابی صدا و ارتعاش خطوط قطار شهری و مترو	۱۱۷

۱۱۹	۴-۶-۵ فاصله ایمن از آسیب ارتعاشی
۱۲۰	۴-۶-۶ اثر سیستم روسازی بر ارتعاش
۱۲۱	۴-۶-۷ روش‌های مؤثر در کاهش ارتعاش
۱۲۷	۴-۷-۷ نمونه طراحی
۱۲۷	۴-۷-۱ بارگذاری
۱۲۹	۴-۷-۲ مشخصات هندسی
۱۲۹	۴-۷-۳ مشخصات مصالح مصرفی
۱۳۰	۴-۷-۴ مدلسازی
۱۳۱	۴-۷-۵ تخصیص بار به مدل
۱۳۳	۴-۷-۶ طراحی آرماتورهای خمشی دال و کنترل ضوابط بهره‌برداری
۱۳۵	فصل پنجم: روش اجرای سیستم‌های روسازی بدون بالاست
۱۳۵	۵-۱ کلیات
۱۳۶	۵-۲ معرفی انواع روش‌های اجرای روسازی‌های بدون بالاست
۱۳۶	۵-۳ نحوه اجرای خطوط بدون بالاست در تونل‌ها
۱۳۷	۵-۳-۱ روش سنتی حمل و نصب قطعات ریل
۱۳۷	۵-۳-۲ روش اجرای مدرن با استفاده از جرثقیل دروازه‌ای
۱۳۸	۵-۴ نمونه‌هایی از نحوه اجرای روسازی بدون بالاست در سطح دنیا
۱۳۸	۵-۴-۱ اجرای سیستم روسازی تراورس مدفون (طرح ریل زوبلین)
۱۴۰	۵-۴-۲ اجرای سیستم روسازی تراورس مدفون کشتان (طرح سونویل)
۱۴۳	۵-۴-۳ اجرای دال بتنی پیش‌ساخته بدون تراورس (طرح IPA)
۱۴۴	۵-۴-۴ اجرای دال بتنی پیش‌ساخته بدون تراورس (خط با دال بوگل)
۱۴۵	۵-۴-۵ اجرای روسازی با تکیه‌گاه پیوسته برای ریل (سیستم ریل مدفون)
۱۴۸	۵-۵ نمونه‌ای از اجرای خطوط قطار شهری داخلی: سیستم دال بتنی درجا با تراورس‌های دو تکه
۱۴۹	۵-۵-۱ ملزومات پیش از شروع عملیات اجرایی روسازی
۱۵۱	۵-۵-۲ تجهیز و چیدمان کارگاه
۱۵۱	۵-۵-۳ رواداری‌های هندسی خط
۱۵۲	۵-۵-۴ آماده‌سازی سایت اصلی عملیات اجرایی
۱۵۲	۵-۵-۵ حمل مصالح و ادوات از دپو به محل سایت پروژه
۱۵۴	۵-۵-۶ تخلیه و دپوی مصالح در محل کارگاه
۱۵۵	۵-۵-۷ ریسه کردن ریل و تراورس در محل اجرا
۱۵۶	۵-۵-۸ اجرای بتن پرکننده کف
۱۵۷	۵-۵-۹ پیاده‌سازی نقاط کنترلی ۱۰۰ متری
۱۵۷	۵-۵-۱۰ نصب نقاط کنترلی ۵ متری برای خط اول
۱۵۸	۵-۵-۱۱ تهیه و نصب کوپلاژ خط
۱۶۱	۵-۵-۱۲ تنظیم اعداد افقی و قائم خط

۱۶۶	.....	۱۳-۵-۵ نگهدارنده قائم (براکت های خط)
۱۶۹	.....	۱۴-۵-۵ بررسی درستی ارقام خط
۱۷۰	.....	۱۵-۵-۵ نصب فرش ارتجاعی
۱۷۲	.....	۱۶-۵-۵ بستن شبکه آرماتور دال
۱۷۲	.....	۱۷-۵-۵ آرماتوربندی شبکه میلگرد بالایی
۱۷۲	.....	۱۸-۵-۵ بستن قالب ها و کنترل نهایی تراز
۱۷۳	.....	۱۹-۵-۵ بتن ریزی
۱۷۶	.....	۲۰-۵-۵ عمل آوری بتن و تکمیل خط دوم
۱۷۷	.....	۲۱-۵-۵ تکمیل مقطع خط
۱۷۹	.....	۲۲-۵-۵ جوشکاری ریل
۱۷۶	.....	۲۳-۵-۵ اجرای سوزن ها و کراس اورها
۱۸۹	.....	مراجع