

۲۰۴۲۳۰

تکنیک‌های بهسازی در زیرسازی و روسازی جاده

مؤلف:

دکتر محسن هدایتی‌فر

انتشارات جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	هدایتی فر، محسن، ۱۳۴۵-
عنوان و نام پدیدآور	تکنیک‌های بهسازی در زیرسازی و روسازی جاده/ مولف محسن هدایتی فر؛ [برای] شرکت جنرال مکانیک.
مشخصات نشر	تهران: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۶۴ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۳۹۰۰۰۰ ریال: ISBN: 978-964-210-288-4
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
یادداشت	واژه‌نامه.
موضوع	بهسازی راه‌ها -- Roadside improvement
موضوع	روسازی -- Pavements
موضوع	راهسازی -- Roads -- Design and construction
شناسه افزوده	جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر. انتشارات
شناسه افزوده	شرکت جنرال مکانیک
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۷ ت ۸۱۷۷/۵۴ TE
رده‌بندی دی	۶۲۴
شماره کتبشناسی ملی	۵۴۱۲۲۶۰

این کتاب در جلسه مورخ ۹۷/۰۵/۰۱ شورای نشر کتاب جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل ارزیابی علمی، محاسن و انتشار، دریافت نموده است.



تکنیک‌های بهسازی در زیرسازی و روسازی جاده

مولف: مهندس محسن هدایتی‌فر

ناشر	جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
مدیر مسؤول	دکتر مهدی ورسه‌ای
نوبت چاپ	اول
سال چاپ	۱۳۹۷
قطع	وزیری
شمارگان	۵۰۰ نسخه
قیمت	۳۹۰۰۰۰ ریال
طراح	آرزو انصاری
چاپخانه	اصیل



ISBN: 978-964-210-288-4

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۲۸۸-۴

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
انتشارات جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+ تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+
www.jdamirkabir.ac.ir

فروشگاه اینترنتی:

پیشگفتار

با توجه به اینکه دانش و تجربیات سازمانها در زمره مهم‌ترین سرمایه‌ها و دارایی‌های آنها محسوب می‌شود، مدیریت دانش، امر مهمی است که امروزه به‌عنوان یکی از مباحث علمی جدید فراگیر، توجه بسیاری از مراکز علمی و سازمان‌های بزرگ دنیا را به خود معطوف کرده است.

دانش تخصصی و تجربیات به دست آمده در پروژه‌ها، نقش بسیار مهم و کلیدی در انجام کارها و فعالیت در سازمان‌های مجری پروژه‌های عمرانی دارد، از این رو توجه به این سرمایه‌های با ارزش در سازمان‌های مذکور بسیار ضرورت دارد. در موارد بسیاری مشاهده شده است که دانش و تجربه‌های سازمانها در فعالیت‌ها، نادیده گرفته شده است و در کارهای مشابه و تکراری به شیوه آزمون و خطا منابع قابل توجهی از سرمایه‌های علمی را از دست داده‌اند.

بنابراین، ثبت مستمر دانش فنی و تجربیات کسب شده سازمان در پروژه‌ها و حفظ و استفاده مطلوب از آنها در پروژه‌های بعدی از اهمیت بالایی برخوردار است و پرداختن به این امر را می‌توان به‌عنوان راه حلی برای برطرف کردن بخش قابل توجهی از مشکلات موجود در پروژه‌های عمرانی کشور مطرح کرد. با مدیریت دانش می‌توان از دوباره کاری‌ها جلوگیری کرد و فرآیند اجرای پروژه‌ها را بهبود بخشید و زمان و هزینه اجرای پروژه‌ها را کاهش داد.

کتاب تکنیک‌های بهسازی در زیرسازی و روسازی جاده، که در برگیرنده مطالبی در باره معرفی انواع روش‌های نوین در راه‌سازی است و با استفاده از برخی منابع روز (داخلی و خارجی)، تکمیل و غنی شده است.

محسن هدایتی فر

فهرست

فصل ۱ روش‌های نوین در بهسازی بستر مسیر جاده.....	۲۹
مقدمه.....	۲۹
۱-۱ کاربرد انواع ژئو سنتتیک‌ها در تقویت و بهسازی بستر خاک ریز راه.....	۳۰
۱-۱-۱ ژئوتکستایل ۱-۱ تثبیت بستر.....	۳۱
۱-۱-۱-۱ جداسازی مصالح مختلف از کدیگر با استفاده از ژئوتکستایل ها.....	۳۱
۱-۱-۱-۲ تشریح تسلیح و تقویت مصالح د لایه به وسیله ژئوتکستایل ها.....	۳۳
۱-۱-۱-۳ فیلتراسیون و زهکشی خاک‌ها با استفاده ژئوتکستایل ها.....	۳۴
۱-۲ ژئوگریدها برای بهسازی بستر راه سازی.....	۳۵
۱-۲-۱ موارد کاربرد ژئوگریدها.....	۳۶
۱-۲-۱-۱ مزایای خاک ریزهای تسلیح شده با ژئوگرید.....	۳۷
۱-۲-۱-۲ نحوه قرارگیری شبکه‌های ژئوگرید در خاک ریزها.....	۳۸
۱-۲-۱-۳ به کارگیری ژئوگریدها در خاک ریزها.....	۴۲
۱-۲-۱-۴ حمل و نگهداری شبکه‌های ژئوگرید.....	۴۲
۱-۲-۱-۵ تسلیح خاک ریز با شبکه‌های ژئوگرید.....	۴۲
۱-۲-۱-۶ آماده سازی سطح لایه.....	۴۳
۱-۲-۱-۷ پهن کردن شبکه‌های ژئوگرید.....	۴۳
۱-۲-۱-۸ نکات فنی حین نصب ژئوگرید.....	۴۶
۱-۲-۱-۹ پخش و کوبیدن خاک.....	۴۸

- ۳-۱-۱- ژئوممبرین‌ها برای بهسازی بستر راه‌سازی ۵۰
- ۱-۳-۱-۱- موارد کاربرد ژئوممبرین‌ها در راه‌سازی ۵۰
- ۴-۱-۱- ژئوکامپوزیت‌ها برای بهسازی بستر راه‌سازی ۵۱
- ۱-۴-۱-۱- انواع ژئوکامپوزیت‌ها ۵۲
- ۱-۴-۱-۱- ژئوکامپوزیت مرکب از ژئونت و ژئوتکستایل ۵۲
- ۱-۴-۱-۲- ژئوکامپوزیت مرکب از ژئوممبرین و ژئوتکستایل و یا ژئوگرید ۵۲
- ۱-۴-۱-۳- ژئوکامپوزیت مرکب از ژئوتکستایل و ژئوگرید ۵۲
- ۱-۴-۱-۴- ترکیبات دیگر ژئوکامپوزیتی ۵۳
- ۵-۱-۱- ژئوپایپ‌ها برای بهسازی بستر راه‌سازی ۵۳
- ۱-۵-۱-۱- موارد کاربرد ژئوپایپ‌ها در راه‌سازی ۵۴
- ۶-۱-۱- ژئونت‌ها برای بهسازی بستر راه‌سازی ۵۴
- ۱-۶-۱-۱- موارد کاربرد ژئونت‌ها ۵۴
- ۲-۱- استفاده از آهک برای تثبیت و بهسازی بستر خاک‌ریز راه ۵۵
- ۱-۲-۱- تثبیت خاک با آهک ۵۵
- ۲-۲-۱- تأثیرات اختلاط آهک با خاک رسی ۵۵
- ۳-۲-۱- روش‌های استفاده از آهک در تثبیت خاک ۵۶
- ۴-۲-۱- خاک مناسب برای تثبیت با آهک ۵۷
- ۵-۲-۱- طرح تثبیت خاک با آهک ۵۷
- ۶-۲-۱- روش‌های تعیین درصد آهک در طرح اختلاط خاک و آهک ۵۸
- ۷-۲-۱- گام‌های اجرایی تثبیت خاک با آهک ۵۹
- ۸-۲-۱- فواید اصلاح و تثبیت خاک با آهک ۶۲
- ۳-۱- استفاده از سیمان برای تقویت و بهسازی بستر خاک‌ریز راه ۶۲
- ۱-۳-۱- خاک مناسب جهت تثبیت با سیمان ۶۳
- ۲-۳-۱- عملیات اجرایی تثبیت خاک با سیمان ۶۳

- ۱-۲-۳-۱- مرحله اول، عملیات اجرایی (خاک‌ریزی، پخش و تسطیح خاک) ۶۴
- ۲-۲-۳-۱- مرحله دوم: افزودن سیمان خشک یا دوغاب سیمانی به لایه خاکی ۶۵
- ۳-۲-۳-۱- مرحله سوم: اختلاط خاک با سیمان ۶۶
- ۴-۲-۳-۱- مرحله چهارم: افزودن آب به اختلاط لایه خاکی و سیمان در صورت نیاز ۶۶
- ۵-۲-۳-۱- مرحله پنجم: کوبیدن مخلوط خاک و سیمان (کوبش بستر خاک‌ریزی شده) ۶۷
- ۳-۳-۱- طرح تثبیت خاک با سیمان ۶۷
- ۱-۳-۱- تعیین درصد سیمان لازم ۶۸
- ۴-۱- استفاده از مواد پلیمری چسبناک برای بهسازی بستر راه ۶۸
- ۱-۴-۱- امولسیون پلی‌وینیل‌اکریلیک (PVA) ۶۹
- ۲-۴-۱- سریش خاک ۶۹
- ۱-۲-۴-۱- خصوصیات ۷۰
- ۳-۴-۱- کلسیم لیگنوسولفات ۷۰
- ۴-۴-۱- امولسیون پلی‌وینیل‌اکریلیک (PV) ۷۰
- ۵-۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از تجربیات بهسازی بستر راه ۷۱
- فصل ۲: روش نوین جاده‌سازی با سیستم بتن غلتکی ۷۳
- مقدمه ۷۳
- ۱-۲- بتن غلتکی ۷۴
- ۲-۲- دلایل گسترش استفاده از بتن غلتکی ۷۵
- ۳-۲- مزیت روسازی‌های بتنی در مقایسه با آسفالتی ۷۶
- ۴-۲- مشکلات و ویژگی‌های آسفالت قیری ۷۷
- ۱-۴-۲- آلودگی هوا و محیط‌زیست ۷۸
- ۲-۴-۲- عدم سازگاری با شرایط آب و هوایی ۷۸

- ۷۸ ۳-۴-۲ - عدم دوام در برابر مواد شیمیایی
- ۷۸ ۴-۴-۲ - استفاده از قیر نامناسب
- ۷۹ ۵-۲ - خواص بتن غلتکی
- ۷۹ ۱-۵-۲ - کاربرد رویه بتنی RCCP زود سخت شونده
- ۷۹ ۲-۵-۲ - مقاومت رویه بتنی RCCP زود سخت شونده
- ۷۹ ۳-۵-۲ - صلبیت
- ۷۹ ۲-۱-۲ - سازگاری با شرایط آب و هوایی
- ۸۰ ۵-۱-۲ - اجرا و بهره‌برداری زود هنگام
- ۸۰ ۶-۵-۲ - بازگاری محیط زیست
- ۸۰ ۷-۵-۲ - کاهش ریزه تندی
- ۸۰ ۸-۵-۲ - کاهش آلودگی محیط زیست
- ۸۰ ۹-۵-۲ - مقاوم در برابر مواد نفتی
- ۸۰ ۱۰-۵-۲ - امکان ایجاد کف رنگی
- ۸۱ ۱۱-۵-۲ - امکان استفاده از سنگ‌دانه‌های بازیافتی
- ۸۱ ۱۲-۵-۲ - مصالح زیرسازی کمتر
- ۸۱ ۶-۲ - مراحل اجرایی جاده با سیستم رویه بتن غلتکی
- ۸۲ ۱-۶-۲ - بهسازی لایه اساس و زیراساس مسیر جاده
- ۸۳ ۲-۶-۲ - اختلاط بتن غلتکی
- ۸۵ ۳-۶-۲ - مرطوب کردن لایه اساس
- ۸۵ ۴-۶-۲ - بارگیری و حمل بتن غلتکی به مسیر جاده
- ۸۶ ۵-۶-۲ - پخش بتن غلتکی در مسیر جاده
- ۸۶ ۱-۵-۶-۲ - انواع فینیشر مورد استفاده در سیستم RCCP
- ۸۷ ۱-۱-۵-۶-۲ - فینیشر سیلندری

۸۸ ۲-۶-۱۰۵ - فینیش با قالب لغزنده

۸۹ ۲-۶-۳۱۵ - فینیش‌های مکانیزه بتن

۹۲ ۲-۶-۶ - تراکم بتن پخش شده در مسیر

۹۴ ۲-۶-۷ - ضخامت لایه بتن غلتکی

۹۴ ۲-۶-۸ - مراقبت از سطح بتن غلتکی

۹۴ ۲-۶-۱۸ کیورینگ سطح بتن

۹۶ ۲-۶-۸۱ بهسازی روسازی بتن غلتکی

۹۶ ۲-۶-۱۲۸ - پوشش مانع مخصوص بر سطح بتن غلتکی

۹۸ ۲-۶-۱۲۸ - بهبودی سطح بتن غلتکی با برس عرضی فیزی

۹۹ ۲-۶-۹ - ساخت رمل‌های طرالی و عرضی بر روی لایه بتنی جاده

۱۰۰ ۲-۶-۱۹ - درزهای انقباضی

۱۰۱ ۲-۶-۲۰۹ نحوه اجرای درزها

۱۰۳ ۲-۶-۳۹ - نحوه اجرای درزهای تازه

۱۰۵ ۲-۷ - مقایسه اقتصادی

۱۰۶ ۲-۸ - مقایسه زیست محیطی روسازی‌ها با سیستم بتن غلتکی

۱۰۷ ۲-۸-۱ - طول عمر زیاد

۱۰۷ ۲-۸-۲ - کاهش استفاده از منابع طبیعی برای لایه‌های زیرین روسازی

۱۰۸ ۲-۸-۳ - کاهش سروصدا در جاده‌های بتن غلتکی

۱۰۸ ۲-۸-۴ - ایمنی آتش سوزی در تونل‌ها

۱۰۹ ۲-۸-۵ - بهبود کیفیت روان آب

۱۰۹ ۲-۸-۶ - رنگ روشن تر و سردی

۱۰۹ ۲-۸-۷ - کاهش مصرف سوخت و انتشار گازها و کاهش مصرف انرژی جهت ساخت و ساز

۱۰۹ ۲-۹ - نتیجه گیری

فصل ۳: بهسازی و تقویت بتن غلتکی ۱۱۱

مقدمه ۱۱۱

۱-۳- بهسازی روسازی بتنی در مناطق سردسیر با استفاده مواد نانو (نانو سیلیس،

نانو آلومین، نانو TiO_2) ۱۱۲

۱-۱-۳- نانو سیلیس ۱۱۳

۱-۱-۳-۱- اثر افزودن نانو سیلیس بر استحکام فشاری و خمشی ۱۱۴

۱-۱-۳-۲- اثر افزودن نانو سیلیس بر کارایی و زمان گیرش ملات ۱۱۴

۱-۱-۳-۳- اثر نانو سیلیس در افزایش گرمای هیدراتاسیون ملات ۱۱۴

۱-۱-۳-۴- تاثیر سیلیس بر مقاومت بتن الیافی ۱۱۴

۱-۱-۳-۵- نتایج آزمایش ۱۱۵

۲-۱-۳- نانو-آلومین ۱۱۵

۳-۱-۳- نانو TiO_2 ۱۱۶

۱-۳-۱- عملکرد ذرات نانو TiO_2 ۱۱۶

۲-۳- بهسازی روسازی بتنی با استفاده از الیاف پلی پروپیلنی ۱۱۶

۱-۲-۳- بتن الیافی ۱۱۷

۲-۲-۳- الباف پلیپروپیلنی ۱۱۷

۳-۲-۳- درصد الیاف پلی پروپیلنی بهینه برای استفاده ۱۱۸

۴-۲-۳- نتایج تحقیقات جهانی از کاربرد ذرات نانو و الیاف پلی پروپیلنی ۱۱۹

۳-۳- بهسازی روسازی بتن غلتکی با استفاده از الیاف ماکروستتیک ۱۱۹

۱-۳-۳- کاربرد الیاف ماکروستتیک در روسازی‌های بتنی ۱۲۰

۲-۳-۳- نتایج تحقیقات مرکز پژوهشکده حمل‌ونقل دانشگاه تگزاس امریکا ۱۲۰

۳-۳-۳- نتایج تحقیقات در کشورهای چین و هند ۱۲۱

۴-۳- بهسازی روسازی بتن غلتکی با استفاده از دوده سیلیس ۱۲۲

- ۱-۴-۳- تأثیر دوده سیلیس بر خواص بتن در تحقیقات کانادا ۱۲۲
- ۲-۴-۳- تأثیر دوده سیلیس بر خواص بتن در تحقیقات امریکا و پاریس ۱۲۲
- ۵-۳- بهسازی روسازی بتن غلتکی RCC با الیاف مسلح پلی اولفین ۱۲۴
- ۱-۵-۳- رفع معایب به‌وسیله بتن غلتکی به‌وسیله مسلح شدن با الیاف ۱۲۶
- ۲-۵-۳- ویژگی‌های بتن غلتکی مسلح الیافی ۱۲۶
- ۳-۵-۳- پیشترانه علمی و تحقیقاتی بتن غلتکی مسلح الیافی ۱۲۶
- ۴-۵-۳- اجرای بتن غلتکی الیافی ۱۲۷
- ۶-۳- بهسازی روسازی بتن غلتکی با مصرف بتن‌های پلیمری ۱۲۷
- ۱-۶-۳- روش مصرف الیاف پلیمری ۱۲۷
- ۲-۶-۳- مشکلات و معایب اجرای بتن غلتکی با روش رایج ۱۲۸
- ۳-۶-۳- بتن‌های پلیمری حال، جامد ۱۲۹
- ۴-۶-۳- دلایل استفاده از کامپوزیت در بتن ۱۲۹
- ۵-۶-۳- بتن‌های پلیمری (حالت غیر جامد) ۱۲۹
- ۶-۶-۳- انواع بتن‌های پلیمری غیر جامد ۱۳۰
- ۷-۶-۳- نحوه تولید بتن پلیمری (حالت غیر جامد) ۱۳۰
- ۸-۶-۳- روش تقویت بتن‌های معمولی با استفاده از پلیمر ۱۳۱
- ۹-۶-۳- مزایای بتن‌های پلیمری ۱۳۱
- ۷-۳- روسازی‌های مرکب ۱۳۲
- ۸-۳- بهسازی بتن با الیاف کورتا ۱۳۳
- ۱-۸-۳- ویژگی‌های بتن مسلح شده با الیاف کورتا ۱۳۴
- ۲-۸-۳- نحوه مسلح کردن بتن به‌وسیله الیاف کورتا ۱۳۵
- ۹-۳- تقویت و بهسازی بتن غلتکی با استفاده از الیاف فولادی ۱۳۵

۱۳۵	۳-۹-۱- کاربرد بتن مسلح با الیاف فولادی
۱۳۶	۳-۹-۲- خواص بتن مسلح با الیاف فولادی
۱۳۶	۳-۱۰-۱- تقویت بتن غلتکی با استفاده از بتن گوگردی
۱۳۷	۳-۱۰-۱- خواص بتن گوگردی
۱۳۷	۳-۱۰-۲- ویژگی‌های دیگر بتن گوگردی
۱۳۹	فصل ۴: تکنولوژی‌های نوین در بهسازی راه‌سازی با آسفالت
۱۳۹	مقدمه
۱۳۹	۴-۱- بهسازی آسفالت با روش استخوان‌بندی سنگ‌دانه‌ای
۱۴۳	۴-۱-۱- ویژگی‌های سایر آسفالت‌های ماستیکی سنگ‌دانه‌ای (SMA)
۱۴۸	۴-۱-۲- اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط‌های آسفالتی با استخوان‌بندی سنگ‌دانه‌ای
۱۴۸	۴-۱-۲-۱- مصالح سنگی
۱۴۸	۴-۱-۲-۱-۱- مصالح درشت‌دانه
۱۴۹	۴-۱-۲-۱-۲- مصالح ریزدانه
۱۴۹	۴-۱-۲-۳- فیلر
۱۵۰	۴-۱-۲-۲- الیاف
۱۵۱	۴-۱-۲-۳- قیر
۱۵۱	۴-۱-۳- فواید و مزایای آسفالت با استخوان‌بندی سنگ‌دانه‌ای
۱۵۲	۴-۱-۴- کاربرد و توجیه اقتصادی آسفالت SMA
۱۵۳	۴-۱-۵- مشخصات مخلوط آسفالتی
۱۵۴	۴-۱-۶- کاربرد الیاف سلولزی در آسفالت استخوان‌بندی
۱۵۴	۴-۱-۶-۱- وظیفه الیاف در مخلوط آسفالتی
۱۵۴	۴-۱-۶-۲- مزایای استفاده از الیاف در مخلوط آسفالتی
۱۵۵	۴-۱-۶-۳- روش اختلاط فیبرها

۱۵۵	۴-۱-۶-۴- مکانیزم اثر و لزوم استفاده از فیبرها
۱۵۵	۴-۱-۶-۵- میزان مصرف فیبر
۱۵۵	۴-۱-۷- بررسی و مقایسه هزینه‌های روش‌های آسفالتی مختلف
۱۵۶	۴-۱-۷-۱- هزینه‌های روسازی
۱۵۸	۴-۱-۸- نتایج کاربرد آسفالت SMA
۱۵۹	۴-۲- ۲- سازی جاده‌ها با آسفالت‌های حفاظتی
۱۶۰	۴-۲-۱- اجرای عملیات آسفالت حفاظتی با استفاده از میکرو سرفیسینگ
۱۶۱	۴-۲-۱-۱- طراحی روش انجام عملیات آسفالت حفاظتی (میکرو سرفیسینگ)
۱۶۲	۴-۲-۲-۱- مشخصات فنی آسفالت حفاظتی
۱۶۳	۴-۲-۲-۲- فرایند تولید پخش آفالت حفاظتی
۱۶۳	۴-۲-۲-۳- ملاحظات اجرای عملیات پخش آسفالت حفاظتی
۱۶۵	۴-۲-۲-۴- نتیجه تجربیات به‌کارگیری آسفالت حفاظتی
۱۶۵	۴-۲-۲-۲- روکش آسفالت حفاظتی با سیرها: مولسیون کاتیونیک
۱۶۶	۴-۲-۲-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی
۱۶۶	۴-۲-۲-۱-۱- آسفالت سطحی
۱۶۶	۴-۲-۲-۲-۱- آندودهای آب‌بندی
۱۶۶	۴-۲-۲-۳-۱- آندودهای آب‌بندی ماسه‌ای
۱۶۷	۴-۲-۲-۴-۱- آندود سطحی
۱۶۷	۴-۲-۲-۲- محدودیت‌های فصلی اجرای آسفالت‌های حفاظتی
۱۶۸	۴-۲-۲-۳- روکش‌های نازک امولسیون
۱۶۸	۴-۲-۲-۳-۱- دوغاب قیری یا اسلاری سیل
۱۶۸	۴-۲-۲-۳-۱-۱- مزایای دوغاب قیری
۱۶۹	۴-۲-۲-۳-۲-۱- مشخصات فنی آسفالت دوغاب قیری (اسلاری سیل)
۱۷۱	۴-۲-۲-۳-۲-۱-۳- تهیه و اجرای مخلوط دوغاب قیری
۱۷۲	۴-۲-۳-۲-۲- آسفالت امولسیونی نازک

- ۱۷۲..... ۲-۲-۳-۱- نحوه ساخت و پخش آسفالت امولسیون نازک
- ۱۷۳..... ۲-۲-۳-۲- دستگاه‌های اختلاط آسفالت مخلوط در محل
- ۱۷۴..... ۲-۲-۳-۳- مشخصات فنی و عمومی آسفالت‌های امولسیونی نازک
- ۱۷۵..... ۲-۲-۴- نتیجه‌گیری
- ۱۷۶..... ۳-۴- بهسازی آسفالت با سیستم نوین آسفالت متخلخل
- ۱۷۸..... ۱-۳-۴- دانه‌بندی مصالح سنگی در مخلوط آسفالت متخلخل
- ۱۷۹..... ۲-۲-۴- طرح اختلاط آسفالت متخلخل
- ۱۸۱..... ۳-۲-۴- ملاحظات اجرایی
- ۱۸۱..... ۴-۳-۴- اثر سرریزناپی زهکشی روسازی‌های آسفالتی متخلخل
- ۱۸۳..... ۵-۳-۴- مزایای آسفالت متخلخل نسبت به آسفالت سنتی
- ۱۸۳..... ۱-۵-۳-۴- اثرات مثبت محیط زیستی (کاهش صدا)
- ۱۸۳..... ۲-۵-۳-۴- موارد ایمنی
- ۱۸۵..... ۶-۳-۴- مزیت اقتصادی کاربرد آسفالت متخلخل
- ۱۸۵..... ۷-۳-۴- نتایج کاربرد آسفالت متخلخل پیگیری
- ۱۸۶..... ۴-۴- بهسازی آسفالت در راستای جلوگیری از حرمان شدگی سنگ‌دانه‌ها
- ۱۸۸..... ۱-۴-۴- عوامل مؤثر در بروز پدیده عربان شدگی
- ۱۸۹..... ۲-۴-۴- روش‌های کاهش حساسیت رطوبتی و جلوگیری از حرمان شدگی در آسفالت
- ۱۸۹..... ۱-۲-۴-۴- کاربرد فیلر آهکی برای کاهش حساسیت رطوبتی در آسفالت
- ۱۹۱..... ۱-۱-۲-۴-۴- تأثیرات مثبت آهک بر مخلوط آسفالتی
- ۱۹۲..... ۲-۱-۲-۴-۴- نتایج تجربیات کاربرد آهک در جلوگیری از عربان شدگی آسفالت
- ۱۹۲..... ۲-۲-۴-۴- کاربرد نانو ذرات برای کاهش حساسیت رطوبتی در آسفالت
- ۱۹۳..... ۱-۲-۲-۴-۴- آزمایش‌های کاربرد نانو ذرات در آسفالت
- ۱۹۴..... ۲-۲-۲-۴-۴- نتایج آزمایش‌ها و تجربیات کاربرد نانو در آسفالت
- ۱۹۴..... ۳-۲-۴-۴- کاربرد فیلرزغال سنگ جهت مقاومت و دوم مخلوط آسفالت گرم

- ۴-۲-۱-الف- نتایج تحقیقات و آزمایش‌های مربوط به کاربرد فیلر زغال‌سنگ در آسفالت .. ۱۹۵
- ۴-۵-۵- استفاده از ژئوتکستایل و ژئوگرید در بهسازی روسازی آسفالتی ۱۹۶
- ۴-۵-۱- مشکلات آسفالت سنتی و علل استفاده از ژئوگرید و ژئوتکستایل ۱۹۷
- ۴-۵-۲- انواع ژئوسنتتیک‌های مورد کاربرد ۱۹۹
- ۴-۵-۳- علل انتخاب ژئوسنتتیک مناسب به‌عنوان لایه میانی در روسازی ۲۰۰
- ۴-۵-۴- مراحل نصب ژئوسنتتیک‌ها در روسازی ۲۰۰
- ۴-۵-۴- آماده‌سازی سطح لایه ۲۰۰
- ۴-۵-۲-۴- اجرای پوشش اتصال ۲۰۱
- ۴-۵-۳-۴- نصب مصالح ژئوسنتتیک ۲۰۱
- ۴-۵-۴-۴- اجرای روکش آسفالت ۲۰۳
- ۴-۵-۵-۵- کاربرد ژئوتکستایل در فرودگاه امام جهت بررسی اثرات بهسازی آسفالت ۲۰۳
- ۴-۵-۱-۵- مواد به‌کاررفته در مصالح آسفالتی، در فرودگاه امام ۲۰۳
- ۴-۵-۱-۱- دانه‌بندی سنگ‌دانه‌ها ۲۰۳
- ۴-۵-۱-۲- ژئوتکستایل مورد استفاده ۲۰۴
- ۴-۵-۶- مزایای استفاده از ژئوسنتتیک ۲۰۶
- ۴-۵-۷- نتایج آزمایش‌ها و تجربیات اجرایی در به‌کارگیری ژئوسنتتیک در راه‌سازی ۲۰۶
- ۴-۶-۶- بهسازی روسازی با استفاده از آسفالت سیمان دار (آسفالت مرکب) ۲۰۷
- ۴-۶-۱- علل کاربرد سیمان در آسفالت مرکب ۲۰۷
- ۴-۶-۲- مشخصات آسفالت مرکب ۲۱۰
- ۴-۶-۱-۲- دانه‌بندی مصالح در آسفالت مرکب ۲۱۰
- ۴-۶-۲-۲- مصرفی در آسفالت مرکب ۲۱۰
- ۴-۶-۳-۲- طرح اختلاط آسفالت مرکب ۲۱۱
- ۴-۶-۳- استفاده از دوغاب سیمان در دماهای بالا ۲۱۱
- ۴-۶-۴- بررسی نسبت مارشال در آسفالت مرکب ۲۱۲

- ۴-۶-۵- آزمایش خزش آسفالت مرکب ۲۱۳
- ۴-۶-۶- آزمایش کشش غیرمستقیم آسفالت مرکب ۲۱۴
- ۴-۶-۷- مزایای مخلوط‌های بتن آسفالتی ۲۱۴
- ۴-۶-۸- روش‌های طراحی مخلوط‌های بتن آسفالتی ۲۱۴
- ۴-۶-۹- نتایج تحقیقات و کاربرد آسفالت مرکب ۲۱۵
- ۴-۷-۷- بهسازی جاده‌سازی با استفاده از الیاف در آسفالت ۲۱۵
- ۴-۷-۱- الیاف‌های مختلف مورد کاربرد برای بهسازی آسفالت ۲۱۷
- ۴-۷-۱-۱- نتایج استفاده از الیاف در مخلوط‌های آسفالتی ۲۱۷
- ۴-۷-۲- تعیین نوع مناسب افزودنی (الیاف) و مشخصات آن ۲۱۸
- ۴-۷-۳- مزایای آسفالت الیافی ۲۱۸
- ۴-۷-۴- کاربرد الیاف در آسفالت (باند فرودگاه و راه‌سازی) ۲۱۹
- ۴-۷-۵- شیوه قرارگیری الیاف ۲۱۹
- ۴-۷-۶- نتایج تحقیقات علمی و تجربی در اجرای آسفالت در آسفالت ۲۱۹
- ۴-۷-۷- الیاف سلولزی ۲۱۹
- ۴-۷-۸- روسازی آسفالتی تقویت‌شده با الیاف پلی‌استر ۲۲۰
- ۴-۷-۹- روسازی آسفالتی تقویت‌شده با الیاف پلی‌پروپیلن ۲۲۱
- ۴-۷-۱-۹- روش‌های اختلاط الیاف ۲۲۲
- ۴-۷-۲-۹- نتایج آزمایش مارشال در مورد کاربرد الیاف پلی‌پروپیلن در آسفالت ۲۲۲
- ۴-۷-۳-۹- نتایج کاربرد الیاف پلی‌پروپیلن در آسفالت ۲۲۳
- ۴-۷-۱۰- الیاف مرکب آرامید و پلی‌اولفین ۲۲۴
- ۴-۷-۱۰-۱- ویژگی‌های الیاف مرکب آسفالت ۲۲۴
- ۴-۷-۱۰-۲- سهولت تولید و اجرای آسفالت با الیاف مرکب ۲۲۶
- ۴-۷-۱۰-۳- مسائل اقتصادی و هزینه‌ها در مورد کاربرد الیاف مرکب ۲۲۶
- ۴-۷-۱۱- آهک ۲۲۷

- ۲۲۷-۱۲-۷-۴- سایر مزایای اقتصادی کاربرد الیاف در بهسازی آسفالت.....
- ۲۲۸-۸- تقویت و استحکام آسفالت با کاربرد گوگرد.....
- ۲۲۹-۱-۸-۴- اثر ترکیبی گوگرد با قیر.....
- ۲۳۰-۲-۸-۴- بافت قیر گوگردی.....
- ۲۳۰-۱-۲-۸-۴- افزودن گوگرد به مصالح داغ آغشته به قیر.....
- ۲۳۱-۲-۲-۸-۴- ترکیب قیر با گوگرد قبل از افزودن به مصالح داغ.....
- ۲۳۱-۳-۱-۴- طرح روسازی‌های آسفالت گوگردی.....
- ۲۳۲-۱-۳-۸-۴- شرح فرآیند آسفالت گوگردی تهیه شده با گوگرد مذاب.....
- ۲۳۳-۱-۳-۸-۴- تنظیم دما.....
- ۲۳۴-۲-۱-۳-۸-۴- درصد گوگرد مناسب.....
- ۲۳۴-۲-۳-۸-۴- شرح فرآیند آسفالت گوگردی تهیه شده با گوگرد جامد.....
- ۲۳۷-۳-۳-۸-۴- امولسیون آسفالت گوگردی.....
- ۲۳۷-۱-۳-۳-۸-۴- درجه‌بندی قیر.....
- ۲۳۷-۲-۳-۳-۸-۴- پروسه ترکیب امولسیون آسفالت گوگردی.....
- ۲۳۸-۴-۳-۸-۴- مزایای گوگرد جامد نسبت به گوگرد مایع.....
- ۲۳۹-۴-۸-۴- نکات ایمنی.....
- ۲۴۰-۵-۸-۴- تثبیت ترکیب‌های قیر-گوگرد.....
- ۲۴۰-۱-۵-۸-۴- خصوصیات پلیمر مورد استفاده در اختلاط آسفالت گوگردی.....
- ۲۴۱-۲-۵-۸-۴- بهسازی قیر گوگردی پلیمری با پودر لاستیک.....
- ۲۴۱-۳-۵-۸-۴- نتایج آزمایش‌ها و تحقیقات مخلوط قیر گوگردی پلیمری با پودر لاستیک.....
- ۲۴۲-۶-۸-۴- مزایای کاربرد گوگرد در بهسازی آسفالت.....
- ۲۴۳-۹-۴- بهسازی و تقویت خواص قیر در راستای بهسازی آسفالت.....
- ۲۴۴-۱-۹-۴- دلایل اصلاح قیر.....
- ۲۴۵-۲-۹-۴- مواد افزودنی اصلاح کننده قیر.....

- ۲۴۵..... ۳-۹-۴- امولسیون قیری
- ۲۴۶..... ۱-۳-۹-۴- ساختار امولسیون‌های قیری
- ۲۴۶..... ۲-۳-۹-۴- پایدار کننده‌های امولسیون‌های قیری
- ۲۴۷..... ۱-۲-۳-۹-۴- امولسیون‌های قیری کاتیونیک
- ۲۴۷..... ۲-۲-۳-۹-۴- امولسیون‌های قیری آنیونیک
- ۲۴۷..... ۳-۲-۳-۹-۴- خواص امولسیون‌های قیری
- ۲۴۷..... ۴-۹-۴- قیر اصلاح شده با نانورس
- ۲۴۷..... ۱-۴-۹-۴- روش اختلاط قیر با نانورس
- ۲۴۸..... ۲-۴-۹-۴- نتایج آزمایش‌های اختلاط قیر با نانورس
- ۲۴۸..... ۲-۴-۹-۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری آزمایش‌های اختلاط قیر با نانورس
- ۲۴۹..... ۵-۹-۴- قیر اصلاح شده با پودر لاستیک
- ۲۵۰..... ۱-۵-۹-۴- دستگاه اختلاط قیر و پودر لاستیک
- ۲۵۰..... ۲-۵-۹-۴- نتایج تحقیقات و آزمایش‌ها در مورد کاربرد پودر لاستیک
- ۲۵۲..... ۶-۹-۴- قیر پلیمری
- ۲۵۲..... ۱-۶-۹-۴- انواع پلیمر
- ۲۵۲..... ۱-۱-۶-۹-۴- پلیمرهای ترموپلاست
- ۲۵۲..... ۲-۱-۶-۹-۴- پلیمرهای الاستومر
- ۲۵۲..... ۳-۱-۶-۹-۴- پلیمرهای ترموپلاست الاستومر
- ۲۵۳..... ۲-۶-۹-۴- خواص آسفالت پلیمری

۲۵۵..... منابع