

مهندسی روسازی اصول طراحی و ساخت

www.ketab.ir

دانیال معظمی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

نشر علمی و دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۱۴۰۰

سرشناسه	معمطمی، دانیال، ۱۳۵۸-
عنوان و نام پدیدآور	مهندسی روسازی: اصول و طراحی ساخت = Pavement engineering, principles of design and construction
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، نشر علمی و دانشگاهی؛ مشهد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	۳۵۰ص.؛ مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۶۳۴۰-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	فپا
یادداشت	کتابنامه: ص. [۳۴۷] - ۳۵۰.
موضوع	روسازی -- طراحی و ساخت -- راهنمای آموزشی (عالی)
	Pavements -- Design and construction -- Study and teaching (Higher)
	روسازی -- طراحی و ساخت -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
	Pavements--Design and construction--Examinations, questions, etc. (Higher)
شناسه افزوده	دانشگاه آزاد اسلامی. نشر علمی و دانشگاهی
	Islamic Azad University, Scientific and Academic Publishing
	Islamic Azadi University, Mashhad Branch
رده‌بندی کنگره	TE۲۵۱
رده‌بندی دیویی	۵۵/۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی	۷۵۰۰۰۷۷

مهندسی روسازی: اصول طراحی و ساخت

نویسنده: دکتر دانیال معطمی

چاپ اول: ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: نشر علمی و دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی

(با همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه آزاد اسلامی

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۶۳۴۰-۷

قیمت: ۵۰۰۰۰ تومان



تهران، خیابان حافظ، روبه‌روی تالار بورس
ساختمان فرهیختگان، طبقه سوم شرقی
تلفن: ۶۶۳۴۸۰۲۱

همه حقوق این اثر برای
نشر علمی و دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی
محفوظ است.

سخن ناشر

دیرگاهی است که ایرانیان، به‌درستی و روا، به پیشینه علمی، فرهنگی و تمدنی خویش می‌بالند؛ سابقه‌ای درخشان که در میان مردمان جهان کمتر مشابه و همتایی دارد. تاریخ پرفرازونشیب ایران روایتگر روزگاری است که تندباد مصائب بی‌وقفه بر پیکر خاک مقدس این کهن‌بوم تازیانه می‌زد، اما دلیران و شیرزنان این خاک از پامردی و پایداری در مسیر تحقق آرمان‌های تمدنی و فرهنگی اسلام و ایران دست نکشیدند و با نیروی فکر و اندیشه در راه تکامل و ترقی ایران اسلامی گام برداشتند. گاه شدايد روزگار از پایشان می‌انداخت، اما دگر بار یا خود به همت و ثبات رأی برمی‌خاستند یا بیرق فرهنگ و تمدن اسلام و ایران را به تالی خویش می‌سپردند.

تلاش‌ها و جان‌فشانی‌ها سرانجام در تحقق آرمان بلند ایرانیان، یعنی استقلال و آزادی، در برقراری نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران به‌بار نشست و آغازی شد بر راهی که ایرانیان به پیشوایی ائمه معصوم^(علیهم‌السلام) و هدایت عالمانه بنیان‌گذار نظام مقدس جمهوری اسلامی، حضرت امام خمینی^(ره)، و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله خامنه‌ای^(دامت‌الله)، در احیای تمدن بزرگ اسلامی ایران در پیش گرفتند.

از همان آغازین سال‌های برقراری نظام جمهوری اسلامی در ایران، تدبیر و تلاش به‌منظور تحقق بخشی از اهداف علمی و فرهنگی انقلاب برعهده دانشگاه نوپای آزاد اسلامی قرار گرفت و اکنون پس از گذشت بیش از چهار دهه، جامعه علمی کشور هم‌چنان از برکات خدمات این دانشگاه، به عنوان بزرگترین دانشگاه حضوری جهان، بهره‌مند است.

بخشی از خدمات علمی دانشگاه آزاد اسلامی در حوزه نشر علمی و دانشگاهی بوده است و به جرئت می‌توان گفت سابقه ثبت‌شده دانشگاه آزاد اسلامی در نشر علمی و دانشگاهی، در منظر جهانی هم، کم‌نظیر و حیرت‌آور است. چاپ و نشر کتاب در دانشگاه آزاد اسلامی از همان بدو تأسیس این دانشگاه با مشارکت فعال و پویای واحدهای دانشگاهی و با هدف پاسخگویی به نیاز علمی استادان و دانشجویان دانشگاه آغاز شد و در سال ۱۳۶۸، چاپخانه‌ای نیز به منظور چاپ آثار گسترده دانشگاه افتتاح گردید.

هم‌اکنون، نشر علمی و دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی با چاپ و انتشار بیش از ۱۰ هزار عنوان کتاب علمی و دانشگاهی و تنوع موضوعی بسیار گسترده و بی‌نظیر و دارا بودن بیش از ۵۰ ناشر فعال دارای پروانه نشر از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی یکی از بزرگ‌ترین و فعال‌ترین ناشران دانشگاهی کشور است و انتشار بیش از ۵۰۰ عنوان کتاب جدید در سال گواه این مطلب است.

امید است آنچه به قلم توانمند دانشمندان و اندیشه‌ورزان دانشگاه آزاد اسلامی فراهم آمده و به کوشش نشر علمی و دانشگاهی این دانشگاه به پیشگاه و منظر فخیم و فرهیخته ایرانیان تقدیم می‌شود گامی مؤثر باشد در توسعه علمی، فناوریانه و فرهنگی کشور، و سببی باشد برای تقویت هویت ملی، اعتماد به نفس علمی، و همت بیشتر برای ادامه راه پیشینیان در پیشرفت دانش و فرهنگ، و احیای تمدن بزرگ شایسته ایرانیان، و نیز آشنایی مردمان دیگر نقاط جهان با ذخایر عظیم دانش که در ایران اسلامی تولید و عرضه می‌گردد.

مجموعه نشر علمی و دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی صمیمانه چشم دارد که این کار سترگ مورد پذیرش جامعه علمی ایران و جهان قرار گیرد و خوانندگان خادمان خود در این مجموعه را از نقد عالمانه و نیز دعای خیر بی‌نصیب نگذارند.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات روسازی.....	۹
۱-۱- تعریف روسازی.....	۹
۲-۱- انواع روسازی ها.....	۱۰
۱-۲-۱- روسازی انعطاف پذیر (آسفالتی).....	۱۰
۲-۲-۱- روسازی صلب (بتنی).....	۱۲
۳-۲-۱- روسازی مرکب.....	۱۳
۳-۱- انواع درزها در روسازی های بتنی و انواع روسازی های بتنی.....	۱۳
۴-۱- خرابی های رایج در روسازی آسفالتی.....	۱۸
۵-۱- کرنش های بحرانی در روسازی آسفالتی.....	۲۰
۶-۱- برخی مفاهیم مهم در مهندسی روسازی.....	۲۱
تست های فصل اول.....	۳۹
پاسخنامه فصل اول.....	۵۰
فصل دوم: خصوصیات رئولوژیکی قیر و آزمایشات آن.....	۵۱
۱-۱- انواع قیرهای خالص و قیر قطران.....	۵۱
۱-۱-۲- دریاچه های قیر.....	۵۲
۲-۱-۲- سنگ های قیری.....	۵۲
۳-۱-۲- قیر نفتی.....	۵۲

۵۶	۲-۲- ساختار قیر.....
۵۷	۳-۲- آزمایشات ساده در قیرهای خالص.....
۵۸	۲-۳-۱- آزمایش درجه نفوذ قیر.....
۶۱	۲-۳-۲- آزمایش نقطه نرمی (حلقه و گلوله).....
۶۲	۲-۳-۳- آزمایش های کندروانی (ویسکوزیته) با ویسکومترهای شیشه‌ای.....
۶۳	۲-۳-۳-۱- کندروانی مطلق (دینامیک).....
۶۵	۲-۳-۳-۲- کندروانی کینماتیکی.....
۷۰	۲-۳-۴- آزمایش خاصیت انگمی (شکل پذیری) قیر.....
۷۱	۲-۳-۵- آزمایش تعیین درجه خلوص قیر (حلالیت).....
۷۲	۲-۳-۶- آزمایش تعیین وزن مخصوص قیر.....
۷۳	۲-۳-۷- آزمایش درجه اشتعال و سوختن قیر.....
۷۴	۲-۳-۸- آزمایش لعاب نازک و پیرشدگی کوتاه مدت قیر.....
۷۵	۲-۴- حساسیت حرارتی و شاخص نفوذ در قیرها.....
۷۹	۲-۵- آزمایشات عملکردی قیرها (SUPERPAVE).....
۷۹	۲-۵-۱- آزمایش کندروانی چرخشی قیر.....
۸۳	۲-۵-۲- آزمایش لعاب نازک دوار و پیرشدگی کوتاه مدت قیر.....
۸۴	۲-۵-۳- آزمایش محفظه تحت فشار و پیرشدگی بلندمدت قیر.....
۸۶	۲-۵-۴- آزمایش مدول برش دینامیکی قیر.....
۹۳	۲-۵-۵- آزمایش رنومتر تیر خمشی قیر.....
۹۷	۲-۵-۶- آزمایش کشش مستقیم قیر.....
۱۰۱	۲-۶- نامگذاری قیرها بر مبنای عملکرد.....
۱۰۶	۲-۷- سایر قیرها.....
۱۰۶	۲-۷-۱- قیر دمیده.....
۱۰۷	۲-۷-۲- قیرهای محلول.....
۱۱۲	۲-۷-۲-۱- کاربرد قیرهای محلول.....
۱۱۳	۲-۷-۳- قیرهای امولسیون.....
۱۲۰	۲-۷-۳-۱- کاربرد قیرهای امولسیون.....

فهرست مطالب ۳

۱۲۰	۲-۳-۷-۲- آزمایشات قیرهای امولسیون
۱۲۶	تست‌های فصل دوم
۱۶۵	پاسخنامه فصل دوم
۱۶۹	فصل سوم: مصالح سنگی
۱۶۹	۱-۳- مقدمه و انواع سنگ‌ها
۱۷۱	۲-۳- خصوصیات شیمیایی مصالح سنگی
۱۷۲	۳-۳- خصوصیات فیزیکی مصالح سنگی
۱۷۲	۱-۳-۳- سختی و مقاومت سایشی
۱۷۴	۲-۳-۳- آزمایش ماندگاری (سلامت)
۱۷۶	۳-۳-۳- شکل دانه‌ها و یافت سطحی
۱۷۷	۱-۳-۳-۳- آزمایش شاخص ذرات
۱۷۹	۲-۳-۳-۳- آزمایش درصد شکستگی درشت دانه
۱۸۰	۳-۳-۳-۳- آزمایش درصد شکستگی مصالح ریزدانه
۱۸۲	۴-۳-۳-۳- آزمایش دانه‌های پهن و طولی درشت دانه
۱۸۴	۴-۳-۳- تمیزی و مصالح زیان‌آور
۱۸۴	۱-۴-۳-۳- آزمایش کلوخه رس یا دانه سست
۱۸۵	۲-۴-۳-۳- آزمایش هم‌ارز ماسه
۱۸۶	۵-۳-۳- رطوبت موجود
۱۸۷	۶-۳-۳- اندازه و دانه‌بندی
۱۸۷	۱-۶-۳-۳- اندازه دانه‌ها
۱۸۷	۲-۶-۳-۳- نسبت معینی از هر اندازه
۱۹۴	۷-۳-۳- وزن مخصوص (چگالی نسبی)
۱۹۸	۱-۷-۳-۳- آزمایش وزن مخصوص مصالح درشت دانه
۲۰۰	۲-۷-۳-۳- آزمایش وزن مخصوص مصالح ریزدانه
۲۰۳	۳-۷-۳-۳- وزن مخصوص مخلوط مصالح سنگی
۲۰۶	تست‌های فصل سوم
۲۱۷	پاسخنامه فصل سوم

۲۱۹	فصل چهارم: طراحی مخلوط آسفالتی به روش مارشال
۲۱۹	۱-۴-۱- ارزیابی و انتخاب مصالح سنگی
۲۲۰	۲-۴-۱- ارزیابی و انتخاب قیر
۲۲۰	۳-۴-۱- آماده‌سازی مصالح و متراکم کردن نمونه‌ها
۲۲۳	۴-۴-۱- تعیین وزن مخصوص نمونه‌ها
۲۲۳	۴-۴-۱-۱- وزن مخصوص واقعی نمونه آسفالتی
۲۲۴	۴-۴-۲- حداکثر وزن مخصوص تنوری نمونه آسفالتی
۲۲۷	۴-۵-۱- تعیین استقامت مارشال و اندازه‌گیری تغییر شکل نمونه
۲۲۹	۴-۶-۱- محاسبات حجمی
۲۲۹	۴-۶-۱-۱- درصد هوای خالی در مخلوط
۲۲۹	۴-۶-۲- درصد هوای بین مصالح سنگی
۲۳۱	۴-۶-۳- درصد خفوت برشته با قیر
۲۳۱	۴-۶-۴- مفاهیم دیگر در محاسبات حجمی
۲۳۱	۴-۶-۱-۴- درصد جذب قیر
۲۳۲	۴-۶-۲-۴- درصد قیر مؤثر
۲۳۳	۴-۷-۱- محاسبه مقدار قیر بهینه در مخلوط
۲۴۳	تست‌های فصل چهارم
۲۴۸	پاسخنامه فصل چهارم
۲۴۹	فصل پنجم: بارهای ترافیکی
۲۴۹	۵-۱-۱- انواع روش‌های تحلیل بار
۲۴۹	۵-۱-۱-۱- روش ترافیک ثابت
۲۵۰	۵-۱-۲- روش بار (وسیله) ثابت
۲۵۲	۵-۱-۳- روش ترافیک و وسیله متغیر
۲۵۲	۵-۲- ضریب بار هم‌ارز روسازی انعطاف‌پذیر و محاسبه تعداد محور استاندارد معادل
۲۵۸	۵-۳- ضریب کامیون
۲۶۳	تست‌های فصل پنجم
۲۶۸	پاسخنامه فصل پنجم

پیشگفتار

مهندسی روسازی گستره پهناوری از مباحث فنی است که تحلیل، طراحی، ساخت، عملکرد، ارزیابی، تعمیر و نگهداری و مدیریت زیرساخت روسازی را شامل می‌شود. نیاز دانشجویان مهندسی عمران به یک مرجع درسی جامع و با جزییات از یک طرف و ارائه یک راهنمای کاربردی مورد استفاده متخصصین دست اندرکار طراحی و اجرای پروژه‌های روسازی از طرف دیگر؛ نگارنده را به سمت تألیف کتاب حاضر با نگاه علمی و کاربردی ترغیب نمود.

مصالح موجود در ساختار روسازی دارای رفتارهای متفاوت بوده که شرایط بارگذاری و آب و هوایی به پیچیدگی طراحی و عملکرد آن می‌افزایند. در کتابی که پیش رو دارید، مهندسی روسازی شامل اصول طراحی، ساخت و تعمیر و نگهداری مورد بررسی قرار گرفته است. کتاب مهندسی روسازی، اصول طراحی و ساخت در ۷ فصل:

فصل ۱: کلیات روسازی،

فصل ۲: خصوصیات رنولوزیکی قیر و آزمایشات آن،

فصل ۳: مصالح سنگی،

فصل ۴: طراحی مخلوط آسفالتی به روش مارشال،

فصل ۵: بارهای ترافیکی،

فصل ۶: طراحی سازه‌ای روسازی آسفالتی و

فصل ۷: انواع خرابی‌های روسازی‌های آسفالتی و روش‌های تعمیر