

کنکور کارشناسی ارشد

# طراحی جلد چهارم - روسازی راه

---

مؤلفین:

افشین پورافشار - امین امینی



تهران - انتشارات آزاده

- کلیه حقوق قانونی و شرعی برای ناشر محفوظ است.
- تکثیر تماماً یا قسمتی از این اثر به صورت حروفچینی، چاپ مجدد، چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است.
- این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر، پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



## انتشارات آزاده

### سری کتاب‌های راهیان ارشد

#### کنکور کارشناسی ارشد طراحی جلد چهارم - روسازی راه

- تألیف: افشین پورافشار، امین امینی
- ناظر فنی و چاپ: امیر بدوستانی
- حروفچینی: انتشارات آزاده
- لیتوگرافی: آرمانسا
- چاپ: اصلانی
- صحافی: صالحانی
- تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
- چاپ اول: پاییز ۱۳۹۱
- ناشر: انتشارات آزاده
- شابک: ۶-۶۹۶-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
- بها: ۱۲۰۰۰ تومان

مسئولیت مطالب کتاب به عهده مؤلفین و حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

- مرکز پخش: انتشارات آزاده - خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران (بین خ فخرزای و خ دانشگاه)، جنب بانک ملت، پاساژ پلاک ۱۲۰۲، طبقه زیرهمکف - کدپستی ۱۳۱۴۷۵۴۷۱۳ تلفن: ۶۶۴۱۴۳۷۴ - ۶۶۴۱۵۷۵۳ - ۶۶۴۱۴۵۱۰ دورنویس: ۶۶۴۱۴۵۱۰

سرشناسه	پورافشار، افشین
عنوان و نام پدیدآور	طراحی جلد چهارم - روسازی راه / مؤلفین افشین پورافشار، امین امینی.
مشخصات نشر	تهران: آزاده، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۳۱۰ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	سری کتاب‌های راهیان ارشد.
شابک	۶-۶۹۶-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
فهرست‌نویسی	فیبیا
یادداشت	بالای عنوان: کنکور کارشناسی ارشد.
موضوع	دانشگاه‌ها و مدارس عالی - ایران - آزمون‌ها
موضوع	روسازی - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	روسازی - راهنمای آموزش (عالی)
موضوع	آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی - ایران
شناسه افزوده	امینی، امین
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۱ ط ۴ ۸۷۱۳۵۳ پ / LB ۳۳۵۳
رده‌بندی دیویی	۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	۳۰۰۶۹۱۶

برای خرید **online** به آدرس زیر مراجعه کنید:

[www.rahian-arshad.com](http://www.rahian-arshad.com)

تقدیم بہ:

پدرو مادر عزیزمان





## یادداشت ناشر

«سری کتاب‌های آمادگی برای کنکور کارشناسی ارشد» در بیش از ۳۰۰ جلد، حاصل تلاش فراوان، دقت نظر و انتقال دانش و تجربه بیش از یکصد نفر از نیروهای جوان و متخصص با تحصیلات عالی دانشگاهی از دانشگاه‌های معتبر صنعتی امیرکبیر، علم و صنعت، صنعتی شریف و تهران با تجربه تدریس در دانشگاه‌ها و مؤسسات برتر کنکوری می‌باشد. در این مجموعه، سعی شده تا با بهره‌گیری از کادر فنی مجرب نشر، کیفیت کار را از نظر علمی و فنی بالا برده و به ویژه از نظر حروفچینی و صفحه‌بندی متن، کتاب را نسبت به موارد مشابه متمایز نماییم.

با توجه به نکات یاد شده، پیش‌بینی می‌شد که **راهیان کنکور کارشناسی ارشد** با مطالعه این مجموعه، ضمن صرفه‌جویی در وقت برای تهیه منابع معتبر، با مفاهیم و نکات ضروری مفیدی آشنا شوند که این مهم، با توجه به استقبال خوب و تماس‌های تشکرآمیز خوانندگان محترم در این مدت، بر ما مشخص شد.

**راهیان ارشد** اولین سعی و تلاش به سبک خود بوده برای ارائه مجموعه‌ای کاملی از بهترین خلاصه درس‌ها، نکات کاملاً ویژه کنکوری و تست‌های طبقه‌بندی شده موضوعی سال‌ها کنکور کارشناسی ارشد با پاسخ تشریحی براساس سرفصل‌های مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی و همچنین سرفصل‌های متداول در دانشگاه‌ها، که به عنوان مرجعی معتبر برای استفاده داوطلبان کنکور دانشگاه‌های سراسری و آزاد (برای اولین بار) به بازار عرضه شده است.

انتشارات آزاده از کلیه عزیزانی که به هر نوعی در تولید و توزیع این مجموعه سهمی داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید و نیز کلیه کاستی‌ها و اشکالات موجود را برعهده می‌گیرد و به همین منظور و برای رفع آن‌ها، در انتظار دریافت نظرات انتقادی از استادان گرانقدر، دانشجویان و دیگر خوانندگان این مجموعه و حتی همکاران است.

مدیر انتشارات آزاده

جعفر بدوستانی

## درباره کتاب‌های «راهیان ارشد»

سری کتاب‌های آمادگی برای کنکور کارشناسی ارشد «راهیان ارشد» بی‌شک جزو اولین کتاب‌هایی هستند که در این زمینه به صورتی کامل طبقه‌بندی و تألیف گردیده‌اند. لزوم تهیه این مجموعه، نیاز مبرم دانشجویان علاقمند به ادامه تحصیل و عدم دسترسی آنها به مراجع جامع و مفید علمی بود، لذا بر آن شدیم تا با همراهی گروه مؤلفین دانشگاهی، سری کتاب‌های «راهیان ارشد» را منتشر نموده و در اختیار شما دانشجویان عزیز قرار دهیم. این انتشارات با کمک گروه مؤلفین که بیشتر از نخبگان و برگزیدگان دانشگاهی هستند، توانسته این کار بزرگ را به انجام برساند. برای هر رشته، چند جلد کتاب مربوط به دروس تخصصی آن رشته تهیه شده است. فصل‌های کتاب مطابق با سرفصل‌های آموزش عالی بوده و هر یک از آنها دارای سه بخش است:

**بخش اول:** خلاصه مطالب درس و نکات ویژه کنکور.

**بخش دوم:** تست‌های طبقه‌بندی شده موضوعی کنکورهای سراسری و دانشگاه آزاد اسلامی.

**بخش سوم:** پاسخ تشریحی تست‌ها.

این مجموعه شامل تست‌های کنکور سراسری و آزاد و تألیفی به همراه پاسخ‌های تشریحی می‌باشد و هر سال پس از برگزار شدن آزمون‌ها، سؤالات به همراه پاسخ تشریحی در هر چاپ جدید به انتهای کتاب افزوده می‌شود.

از آنجایی که هیچ کتابی عاری از نقص نیست، از اساتید و دانشجویان گرامی تقاضا داریم اشتباهات احتمالی ما را همراه با انتقادات و پیشنهادات خود به نشانی ناشر ارسال کنند تا در چاپ‌های بعدی از آنها استفاده شود و امیدواریم این مجموعه با کمترین اشکال در اختیار داوطلبان محترم قرار گیرد.

انتشارات آزاده

به نام آن که جان را فکرت آموخت

## مقدمه مؤلفین

خداوند منان را شاکریم که توفیق تهیه و تدوین این اثر را عطا نمود. با توجه به در حال توسعه بودن زیرساخت‌های کشور عزیزمان، نیاز به توجه و اهتمام به این مسئله وظیفه ملی هر ایرانی است، راه‌ها و محورهای مواصلاتی از زیرساخت‌های مهم توسعه یافتگی است.

با توجه به اهمیت درس روسازی راه در کنکور کارشناسی ارشد مهندسی عمران بر آن شدیم تا با گردآوری کتاب پیش‌رو کمکی کوچک در آمادگی بیشتر داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد نماییم. کتاب حاضر روسازی راه جلد چهارم از مجموعه کتاب‌های طراحی ویژه مهندسی عمران راهیان ارشد بوده که در ۱۰ فصل به منظور آشنایی دانشجویان و مهندسیین محترم گردآوری شده است. کتاب مذکور شامل بخش‌های زیر است:

- ۱- درس‌نامه که به صورت کاملاً تشریحی اقدام به بیان نکات کرده است.
- ۲- سؤالات داخل درس‌نامه که به منظور فراگیری هر چه عمیق‌تر خواننده پس از هر بخش قرار گرفته است.
- ۳- نکات آیین‌نامه ۲۳۴ و ۱۰۱ دفتر نظارت راهبردی ریاست جمهوری که شامل نکات مهم و کلیدی این آیین‌نامه‌ها می‌باشد.
- ۴- تست‌های تألیفی که به مرور کلیه مباحث ذکر شده در درس‌نامه می‌پردازد.
- ۵- تست‌های کنکور که شامل کلیه سؤالات کارشناسی ارشد کنکورهای سراسری و دانشگاه آزاد اسلامی در سال‌های اخیر می‌باشد.

نحوه تنظیم بخش‌های مختلف کتاب به این ترتیب است که داوطلب با طی کردن مراحل فوق به تسلط کامل بر روی مباحث می‌رسد. همچنین چیدمان و تعداد سؤالات به نحوی تنظیم شده است که علاوه بر جامع بودن و پوشش دادن کلیه مباحث از آوردن سؤالات سطح پایین که صرفاً وقت داوطلبان گرامی را می‌گیرد صرف‌نظر شده است.

در انتها لازم است از مدیریت محترم انتشارات آزاده جناب آقای جعفر بدوستانی که در چاپ این اثر ما را یاری فرمودند و همچنین جناب آقای امیرحسین عالیخانی که در تدوین و آماده‌سازی این اثر ما را یاری نمودند کمال تشکر را داشته باشیم. امید است این اثر بتواند گامی مؤثر در جهت موفقیت هر چه بیشتر دانشجویان و همچنین اعتلای سطح علمی کشور بردارد.

علیرغم تمام تلاش‌هایی که برای تألیف این اثر صورت گرفته است، بدیهی است این اثر خالی از اشکال نخواهد بود، لذا از تمامی اساتید و دانشجویان محترم دعوت می‌نماییم تا با ارائه انتقادات و پیشنهادات خود از طریق پست‌های الکترونیکی زیر ما را در بهبود این اثر یاری نمایند.

افشین پورافشار - امین امینی

A.Pourafshar@ut.ac.ir

rahian.omran@gmail.com



## فهرست مطالب

۱۳	فصل اول: کلیات روسازی	
۱۳	۱ - ۱ - مقدمه	
۱۴	۱ - ۲ - توزیع تنش فشاری در توده خاک	
۱۵	۱ - ۳ - لایه‌های روسازی	
۱۷	۱ - ۴ - عوامل مؤثر در طرح روسازی	
۱۷	۱ - ۵ - انواع روسازی	
۱۹	۱ - ۶ - نکات آیین‌نامه ۲۳۴	
۲۰	تست‌های فصل اول	
۲۳	پاسخ تست‌های فصل اول	
۲۵	فصل دوم: خاک بستر	
۲۵	۲ - ۱ - مقدمه	
۲۶	۲ - ۲ - اجزای خاک	
۲۷	۲ - ۳ - دانه‌بندی خاک‌ها	
۳۰	۲ - ۴ - خواص خمیری خاک‌ها	
۳۱	۲ - ۵ - رده‌بندی خاک‌ها	
۳۱	۲ - ۵ - ۱ - روش اشنتو	
۳۲	۲ - ۵ - ۲ - روش یونیفاید	
۳۲	۲ - ۵ - ۳ - روش BCEOM	
۳۲	۲ - ۶ - تراکم خاک	
۳۳	۲ - ۶ - ۱ - روش‌های متداول تعیین درصد تراکم خاک	
۳۵	۲ - ۶ - ۲ - نکات بخش تراکم	
۳۶	۲ - ۷ - غلتک‌ها	
۳۷	۲ - ۷ - ۱ - غلتک‌های چرخ فولادی	
۳۷	۲ - ۷ - ۲ - غلتک‌های چرخ لاستیکی	
۳۸	۲ - ۷ - ۳ - غلتک‌های پاچه‌بزی	
۳۸	۲ - ۷ - ۴ - غلتک‌های لرزنده	
۳۹	۲ - ۷ - ۵ - تخماق‌های دستی	
۳۹	۲ - ۷ - ۶ - صفحات و کفشک‌های لرزنده	
۴۰	۲ - ۸ - روش‌های تعیین مقاومت خاک بستر روسازی	
۴۰	۲ - ۸ - ۱ - آزمایش فشاری سه محوری	
۴۱	۲ - ۸ - ۲ - آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا CBR	
۴۴	۲ - ۸ - ۳ - آزمایش صفحه	
۴۶	۲ - ۹ - نکات آیین‌نامه ۲۳۴	
۴۷	تست‌های فصل دوم	
۵۵	پاسخ تست‌های فصل دوم	
۶۳	فصل سوم: زیراساس و اساس و رویه‌های شنی	
۶۳	۳ - ۱ - مقدمه	
۶۳	۳ - ۲ - خواص مصالح	
۶۳	۳ - ۲ - ۱ - دانه‌بندی	
۶۶	۳ - ۲ - ۲ - شکستگی	
۶۶	۳ - ۲ - ۳ - خصوصیات خمیری	
۶۷	۳ - ۲ - ۴ - سختی	

۶۷	..... ۳- ۲- ۵- تمیزی
۶۸	..... ۳- ۲- ۶- نفوذپذیری
۶۹	..... ۳- ۳- نکات آیین نامه ۲۳۴
۶۹	..... ۳- ۳- ۱- زیراساس
۷۰	..... ۳- ۳- ۲- اساس
۷۲	..... تست‌های فصل سوم
۷۵	..... پاسخ تست‌های فصل سوم

#### فصل چهارم: تثبیت خاک ..... ۷۷

۷۷	..... ۴- ۱- مقدمه
۷۸	..... ۴- ۲- تثبیت خاک و مصالح سنگی با آهک
۷۸	..... ۴- ۲- ۱- واکنش‌های خاک با آهک
۷۹	..... ۴- ۲- ۲- ویژگی‌های خاک‌های تثبیت شده با آهک
۸۱	..... ۴- ۲- ۳- طرح خاک تثبیت شده با آهک
۸۳	..... ۴- ۲- ۴- اجرای تثبیت خاک با آهک
۸۵	..... ۴- ۳- تثبیت خاک و مصالح سنگی با سیمان
۸۶	..... ۴- ۴- تثبیت خاک و مصالح سنگی با قیر
۸۸	..... ۴- ۵- نکات آیین نامه ۲۳۴
۸۹	..... تست‌های فصل چهارم
۹۲	..... پاسخ تست‌های فصل چهارم

#### فصل پنجم: قیر ..... ۹۵

۹۵	..... ۵- ۱- مقدمه
۹۶	..... ۵- ۲- انواع قیر
۹۶	..... ۵- ۲- ۱- قیرهای خالص
۹۶	..... ۵- ۲- ۲- قیرهای دمیده
۹۷	..... ۵- ۲- ۳- قیرهای محلول
۹۸	..... ۵- ۲- ۴- امولسیون‌های قیر
۱۰۰	..... ۵- ۳- آزمایش‌های قیر
۱۰۰	..... ۵- ۳- ۱- آزمایش‌های قیر خالص
۱۰۶	..... ۵- ۳- ۲- آزمایش‌های قیرهای محلول
۱۰۷	..... ۵- ۳- ۳- آزمایش‌های امولسیون‌های قیر
۱۰۹	..... ۵- ۴- انتخاب نوع قیر
۱۰۹	..... ۵- ۵- نکات آیین نامه ۲۳۴
۱۱۱	..... تست‌های فصل پنجم
۱۲۰	..... پاسخ تست‌های فصل پنجم

#### فصل ششم: آسفالت ..... ۱۲۹

۱۲۹	..... ۶- ۱- مقدمه
۱۲۹	..... ۶- ۲- مصالح سنگی
۱۳۴	..... ۶- ۳- چگالی مصالح سنگی
۱۳۵	..... ۶- ۳- ۱- انواع چگالی مصالح سنگی
۱۳۶	..... ۶- ۴- تهیه نمونه‌های بتن آسفالتی
۱۳۶	..... ۶- ۴- ۱- آزمایش استقامت مارشال
۱۳۷	..... ۶- ۵- محاسبات مربوط به طرح اختلاط
۱۳۹	..... ۶- ۶- بررسی منحنی‌های آزمایش مارشال

۱۴۲	۶-۷- اجرای لایه‌های بتن آسفالتی .
۱۴۶	۶-۸- ضریب سختی مخلوط‌های آسفالتی
۱۴۹	۶-۹- آسفالت سرد.
۱۴۹	۶-۹-۱- مصالح سنگی آسفالت سرد.
۱۴۹	۶-۹-۲- قیر آسفالت سرد.
۱۴۹	۶-۹-۳- طرح اختلاط آسفالت سرد.
۱۵۰	۶-۹-۴- اجرای آسفالت سرد.
۱۵۰	۶-۱۰- آسفالت سطحی.
۱۵۰	۶-۱۰-۱- اجرای آسفالت سطحی.
۱۵۱	۶-۱۰-۲- مصالح سنگی در آسفالت سطحی
۱۵۱	۶-۱۰-۳- قیر در آسفالت سطحی
۱۵۲	۶-۱۰-۴- طرح آسفالت سطحی
۱۵۴	۶-۱۱- نکات آیین نامه ۲۳۴
۱۵۸	تست‌های فصل ششم
۱۷۱	پاسخ تست‌های فصل ششم.

۱۸۱	<b>فصل هفتم: تأثیر عوامل جوی</b>
۱۸۱	۷-۱- مقدمه
۱۸۱	۷-۲- یخبندان
۱۸۱	۷-۲-۱- تورم در اثر یخبندان
۱۸۲	۷-۲-۲- مکانیزم تورم در اثر یخبندان.
۱۸۲	۷-۲-۳- خاک‌های حساس در اثر یخبندان.
۱۸۳	۷-۲-۴- محافظت روسازی در برابر یخبندان.
۱۸۴	۷-۲-۵- تعیین عمق یخبندان.
۱۸۹	۷-۳- رطوبت.
۱۹۱	۷-۳-۱- تورم خاک بستر در اثر رطوبت.
۱۹۲	۷-۳-۲- روش‌های جلوگیری از تورم آبی خاک‌ها.
۱۹۴	تست‌های فصل هفتم
۱۹۹	پاسخ تست‌های فصل هفتم.

۲۰۳	<b>فصل هشتم: بارگذاری</b>
۲۰۳	۸-۱- مقدمه
۲۰۳	۸-۲- تعیین بار هم‌ارز.
۲۰۶	۸-۳- مصالح در روسازی راه‌ها
۲۰۸	۸-۴- تحلیل و توزیع تنش روسازی‌های انعطاف‌پذیر
۲۰۹	۸-۴-۱- سیستم یک لایه‌ای
۲۱۷	۸-۴-۲- سیستم دو لایه‌ای.
۲۲۳	۸-۴-۳- سیستم سه لایه‌ای.
۲۲۸	تست‌های فصل هشتم.
۲۳۷	پاسخ تست‌های فصل هشتم

۲۴۷	<b>فصل نهم: طراحی روسازی</b>
۲۴۷	۹-۱- مقدمه
۲۴۸	۹-۲- روش تجربی (CBR)
۲۵۰	۹-۳- روش آشتو (AASHTO)
۲۵۰	۹-۳-۱- نشانه خدمت (PSI).

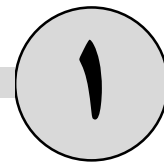
۲۵۱	۹- ۳- ۲- طراحی روسازی به روش آشتو
۲۵۷	۹- ۴- روش انستیتو آسفالت
۲۵۹	۹- ۴- ۱- رویه و اساس هر دو از جنس بتن آسفالتی
۲۵۹	۹- ۴- ۲- رویه آسفالتی و اساس مصالح سنگی تثبیت شده با قیر امولسیون
۲۶۴	۹- ۴- ۳- رویه آسفالتی و اساس مصالح سنگی تثبیت نشده
۲۷۴	تست‌های فصل نهم
۲۸۳	پاسخ تست‌های فصل نهم

## فصل دهم: خرابی و مرمت روسازی‌ها

۲۹۱	۱۰- ۱- مقدمه
۲۹۲	۱۰- ۲- ترک‌ها
۲۹۲	۱۰- ۲- ۱- ترک‌های موزائیکی (پوس ماری - پوست سوسماری)
۲۹۲	۱۰- ۲- ۲- ترک‌های برشی (کناری)
۲۹۳	۱۰- ۲- ۳- ترک‌های انقباضی
۲۹۴	۱۰- ۲- ۴- ترک‌های بین دو خط
۲۹۴	۱۰- ۲- ۵- ترک‌های انعکاسی
۲۹۴	۱۰- ۲- ۶- ترک‌های هلالی (لغزشی)
۲۹۵	۱۰- ۳- ۳- تغییر شکل‌های سطح رویه
۲۹۵	۱۰- ۳- ۱- نشست محل کنده‌کاری شده
۲۹۵	۱۰- ۳- ۲- موج
۲۹۶	۱۰- ۳- ۳- گودی مسیر چرخها (شیار شدن)
۲۹۶	۱۰- ۳- ۴- نشست موضعی
۲۹۶	۱۰- ۳- ۵- تورم
۲۹۷	۱۰- ۴- ۴- خرد و کنده شدن
۲۹۷	۱۰- ۴- ۱- چاله‌ها
۲۹۷	۱۰- ۴- ۲- جدا شدن دانه‌ها
۲۹۸	۱۰- ۵- ۵- لغزنده شدن سطح روسازی
۲۹۸	۱۰- ۵- ۱- روزدن قیر
۲۹۸	۱۰- ۵- ۲- صیقلی شدن دانه‌ها
۲۹۸	۱۰- ۶- خرابی شانه‌ها
۲۹۹	۱۰- ۷- خرابی رویه‌های آسفالت سطحی
۲۹۹	۱۰- ۷- ۱- گر شدن
۲۹۹	۱۰- ۷- ۲- شیارهای طولی و عرضی
۳۰۰	۱۰- ۸- خرابی رویه‌های شنی
۳۰۰	۱۰- ۹- روش‌های مرمت خرابی‌های روسازی
۳۰۰	۱۰- ۹- ۱- پر کردن چاله‌ها
۳۰۰	۱۰- ۹- ۲- وصله سطحی
۳۰۱	۱۰- ۹- ۳- وصله عمقی
۳۰۱	۱۰- ۹- ۴- روکش آسفالتی
۳۰۳	تست‌های فصل دهم
۳۰۷	پاسخ تست‌های فصل دهم

## منابع و مراجع

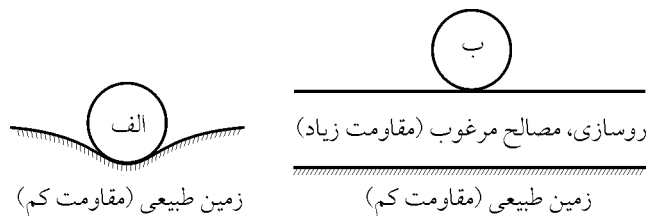
# کلیات روسازی



## ۱-۱- مقدمه

زمین طبیعی معمولاً مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارد از چرخهای وسایل نقلیه سنگین نظیر کامیونها و هواپیماها را ندارد و بارگذاری این گونه خاکها موجب شکست برشی خاک و به وجود آمدن تغییر شکلهای بیش از اندازه در آن می شود.

برای جلوگیری از موارد فوق باید از شدت تنشهای فشاری وارده بر روی خاک کاسته شود. این عمل بار قرار دادن لایه ای از مصالح مرغوب و با مقاومت زیاد بر روی خاک انجام می شود. جنس و ضخامت این لایه که به روسازی راه موسوم است باید طوری باشد که ضمن کاهش شدت تنشهای فشاری قائم به میزان قابل تحمل برای خاک بستر، خود نیز قادر به تحمل بارهای وارده باشد.

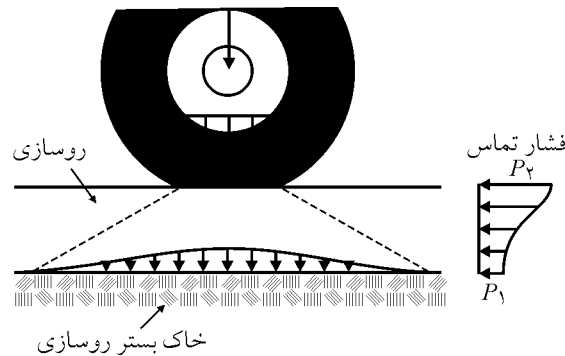


شکل ۱-۱

هدف از روسازی احداث یک سطح صاف، همواره مقاوم در برابر بارهای وارده و در عین حال با ایمنی کافی برای استفاده کنندگان، که در هر شرایط جوی قابل استفاده باشد، است.

### ۱-۲- توزیع تنش فشاری در توده خاک

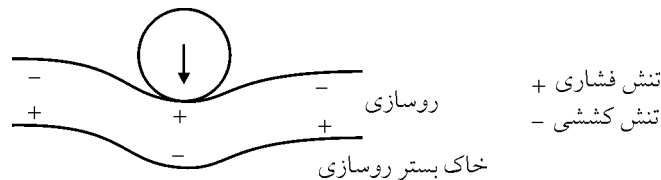
شدت تنش‌های فشاری قائم در اثر بارگذاری در یک توده خاک در نقاط مختلف متفاوت است، شدت این تنش‌ها در نقاط واقع در زیر سطح بارگذاری شده حداکثر و با ازدیاد فاصله این نقاط از سطح بارگذاری شده از شدت تنش‌های فشاری قائم نیز کاسته می‌شود. همانند شکل زیر:



شکل ۱-۲

با توجه به شکل بالا می‌توان علت لایه‌ای بودن روسازی را توضیح داد. همانطور که مشاهده می‌شود در لایه‌های فوقانی تنش‌های فشاری دارای مقادیر بزرگتری هستند پس باید کل لایه روسازی را با توجه به آنها طرح کرد و از مصالح مقاوم و مرغوب استفاده کرد اما در لایه‌های پایین‌تر این شدت تنش به شدت کم می‌شود پس از لحاظ اقتصادی طرح فوق پرهزینه است و معقول‌تر این است که در لایه‌های فوقانی از مصالح مرغوب‌تر و مقاوم‌تر و در لایه‌های زیرین که شدت تنش کمتر است از لایه‌هایی با مرغوبیت و مقاومت کمتری استفاده شود.

نکته ۱: در راه‌های با آمد و شد زیاد لایه‌های بالایی روسازی و به خصوص لایه رویه از مصالح قیری و یا سیمانی ساخته می‌شود که در اثر بارگذاری روسازی این نوع رویه تغییر شکل داده و آنها تنش‌های کششی و فشاری همانند شکل زیر پدید می‌آید.



شکل ۱-۳

با کمی دقت می‌توان فهمید این عکس‌العمل همانند یک تیر ساده یکسره است.

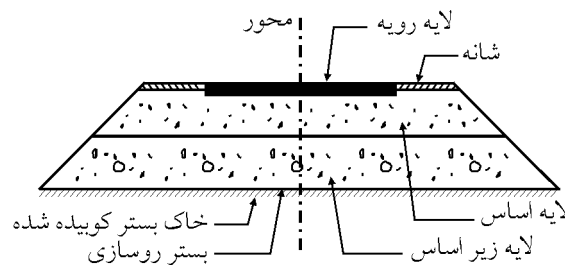
نکته ۲: هرگاه شدت تنش کششی افقی از استقامت کششی مصالح آن بیشتر باشد، موجب شکست و ترک خوردن آن لایه می‌شود. بنابراین جنس و ضخامت لایه‌های روسازی که از مصالح قیری

یا سیمانی ساخته می‌شود باید طوری انتخاب شود که در برابر تنش‌های کششی افقی مقاومت کند و ترک نخورد.

### ۱-۳- لایه‌های روسازی

روسازی‌ها معمولاً از چندین لایه تشکیل می‌شوند. روسازی راه‌های با آمد و شد زیاد و فرودگاه‌ها معمولاً از سه لایه متمایز رویه، اساس و زیراساس که بر روی لایه متراکم شده خاک بستر قرار دارند ساخته شده است.

همانطور که توضیح داده شد مصالح مرغوب‌تر در لایه‌های فوقانی قرار می‌گیرند و به تدریج با دور شدن از سطح روسازی مرغوبیت و مقاومت لایه‌ها کمتر می‌شود. شکل زیر شمای کل یک روسازی است.



شکل ۱-۴

لایه‌های روسازی از پایین به بالا عبارتند از:

**الف) لایه متراکم شده خاک بستر:** لایه‌ای است از خاک زمین طبیعی که از مواد آلی و عنصر پاک شده (دکاپاژ) و کوبیده شده است.

در خاکریزها این لایه آخرین لایه خاکی است که ریخته شده و کوبیده می‌شود و در برش‌ها لایه کوبیده شده و آماده شده خاک زمین طبیعی است.

**ب) لایه زیراساس:** لایه‌ای است که از مصالح نسبتاً مرغوب که بین لایه اساس و بستر روسازی قرار می‌گیرد. لایه زیراساس در راه‌های با آمد و شد و سائل نقلیه زیاد و یا مقاومت خاک بستر کم بکار می‌رود. لایه زیر اساس اغلب از مصالح سنگ شکسته و یا شن و ماسه ساخته می‌شود.

**ج) لایه اساس:** لایه‌ای است که از مصالح مرغوب که بین لایه‌های رویه و زیراساس پایین لایه رویه و بستر روسازی قرار می‌گیرد.

لایه اساس از مصالح مرغوب نظیر سنگ شکسته، شن و ماسه شکسته، مصالح تثبیت شده با قیر، آهک و سیمان ساخته می‌شود.

لایه‌های اساس در راههایی که آمد و شد و سائل نقلیه در آنها زیاد بوده و یا مقاومت خاک بستر روسازی کم است از بتن آسفالتی کم قیر (اساس قیری) استفاده می‌شود.

د) لایه رویه: لایه‌ای است از جنس خیلی مرغوب و با مقاومت نسبتاً زیاد که بالاترین لایه روسازی است و مستقیماً در تماس با چرخهای وسایل نقلیه قرار دارد. نوع آن بستگی به شرایط آمد و شد دارد:

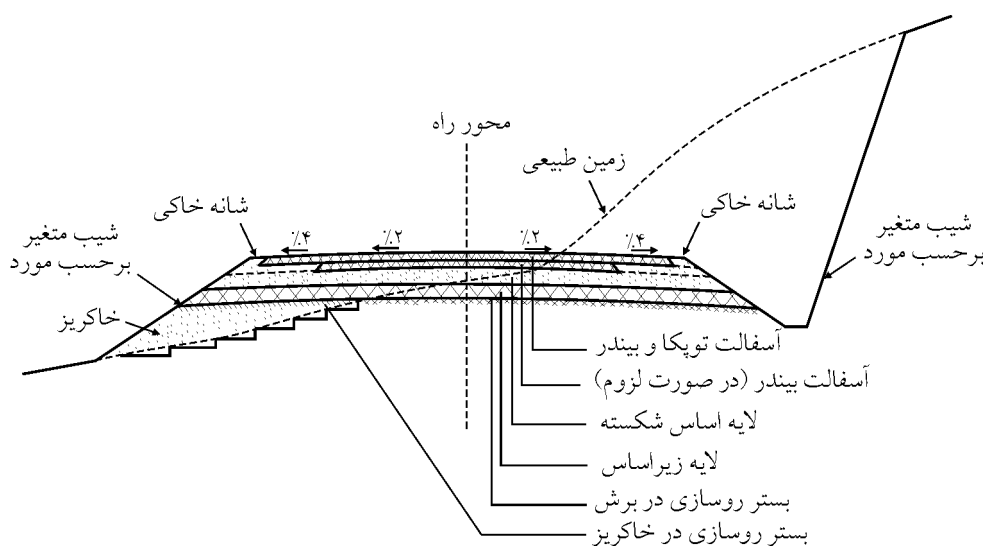
- ۱- در راه‌های با آمد و شد زیاد از مصالح مرغوب مانند بتن آسفالتی یا بتن سیمانی استفاده می‌شود.
- ۲- در راه‌های با آمد و شد متوسط گاهی از رویه‌های آسفالت مخلوط در محل و یا رویه‌های آسفالت سطحی استفاده می‌شود.

۳- در راه‌های با آمد و شد کم نظیر راه‌های روستایی و فرعی ممکن است از رویه‌های شنی که عمر چندانی ندارد استفاده شود.

رویه‌های آسفالتی با ضخامت بیش از  $5\text{cm}$  معمولاً در دو لایه ساخته می‌شوند. لایه زیرین که به لایه آستر یا بیندر معروف است و درصد قیر کمتری نسبت به لایه رویه یا توپکا دارد.

☞ **نکته ۳:** بین لایه‌های آستر و رویه بتن آسفالتی از یک لایه اندود سطحی یا تک کت (*tack coat*) استفاده می‌شود که هدف آن ایجاد چسبندگی و پیوستگی بین دو لایه آسفالتی است.

☞ **نکته ۴:** بین لایه‌های رویه آسفالتی و اساس غیر آسفالتی (شن و ماسه‌ای و یا سنگ شکسته) از یک لایه اندود قیری که به اندود نفوذی یا پریم کت (*Prime Coat*) موسوم است استفاده می‌شود، هدف از به کار بردن آن ۱- ایجاد چسبندگی و پیوستگی بین یک لایه آسفالتی و یک لایه غیر آسفالتی است ۲- غیرقابل نفوذ کردن اساس غیر آسفالتی در برابر آب است. شکل زیر شمای کل یک روسازی بتن آسفالتی را نشان می‌دهد:



شکل ۱- ۵



تست: کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) بین دو لایه آستر و رویه از اندود نفوذی یا پریم کت استفاده می‌شود.
  - (۲) در راه‌های با آمد و شد وسایل نقلیه زیاد و یا مقاومت خاک بستر کم از زیراساس استفاده می‌شود.
  - (۳) در یک روسازی انعطاف‌پذیر درست در زیر چرخ سطح روسازی دچار کشش می‌شود.
  - (۴) لایه اساس، مرغوب‌ترین لایه در روسازی راه است.
- پاسخ: گزینه (۱) در صورتی صحیح بود که از واژه اندود سطحی یا تک کت استفاده می‌شد. همچنین با توجه به شکل درست در زیر چرخ سطح روسازی دچار فشردگی می‌شود.  
گزینه (۲) صحیح است.

### ۱ - ۴ - عوامل مؤثر در طرح روسازی

- ۱- خاک بستر روسازی (جنس، مقاومت، قابلیت جذب رطوبت، قابلیت تراکم و...)
  - ۲- مصالح روسازی (جنس، مقاومت، دوام، نفوذپذیری ...)
  - ۳- شرایط جوی (رطوبت، یخبندان، درجه حرارت ...)
  - ۴- وسایل نقلیه (نوع، وزن، تعداد ...)
  - ۵- مخارج مسائل اقتصادی (مصالح، ماشین‌آلات، نیروی انسانی، تعمیر و نگهداری، اتلاف زمان ...)
  - ۶- سیستم مورد نظر (راه یا فرودگاه)
- در خصوص عوامل جوی نظر شما را به نکات زیر جلب می‌کنیم:
- ۱- اگر روسازی به طور صحیح طرح و اجرا نشود آب در آن نفوذ کرده و باعث کاهش مقاومت مصالح روسازی و به خصوص خاک بستر آن می‌شود.
  - ۲- اگر ضخامت کل روسازی درست انتخاب نشود و روسازی بر روی خاک قابل تورم ساخته شود و احتمال نفوذ آب به زیر روسازی وجود داشته باشد ممکن است آب موجود در خاک بستر یخ بزند، متورم شود و موجب خراب شدن روسازی گردد.
  - ۳- در درجه حرارت‌های بالا رویه‌های آسفالتی بیش از حد نرم شده و ممکن است در اثر آمد و شد وسایل نقلیه سنگین تغییر شکل بیش از حد بدهند.
  - ۴- در درجه حرارت‌های پایین رویه‌های آسفالتی منقبض شده و ممکن است ترک بخورند.
  - ۵- رویه‌های بتنی نیز در اثر تغییر درجه حرارت منقبض یا منبسط می‌شوند که ممکن است منجر به ترک خوردن و یا خرد شدن آنها شود. ضمناً تغییرات روزانه درجه حرارت باعث می‌شود که رویه بتنی تاب برداشته و از حالت مسطح خارج شده و در اثر بارگذاری ترک بخورد.

### ۱ - ۵ - انواع روسازی

انواع روسازی از نقطه نظر نحوه گسترش تنش در آنها و نحوه تحمل بار وارده بر ۳ دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱- روسازی‌های سخت و یا صلب: این روسازی‌ها که از یک یا چند لایه با سختی زیاد ساخته شده‌اند، بارهای خارجی را بدون تغییر شکل زیاد در یک سطح نسبتاً وسیع به خاک بستر روسازی منتقل می‌کنند، مانند روسازی بتنی (بتن سیمانی). مقاومت فشاری و کششی روسازی بتنی زیاد است، در این روسازی دال بتنی به مرور تغییر شکل می‌دهد و در زیر آن تنش کششی ایجاد می‌شود. اگر تنش کششی از مقاومت کششی بتن زیادتر باشد، بتن ترک می‌خورد از این رو اینگونه روسازی‌ها به صورت مسلح طرح می‌شوند.

نکته ۵: در روسازی‌های سخت، مقاومت و کیفیت قشر بتنی عامل تعیین‌کننده توان بارپذیری رویه است و تغییرات مقاومت خاک بستر روسازی، نقش کمتری دارد.

نکته ۶: روسازی‌های سخت براساس فرضیات مربوط به خمش صفحات واقع بر روی پی‌های ارتجاعی مورد بررسی قرار می‌گیرند و تنش‌ها و تغییر شکل‌های نسبی در آن‌ها تعیین می‌شود.

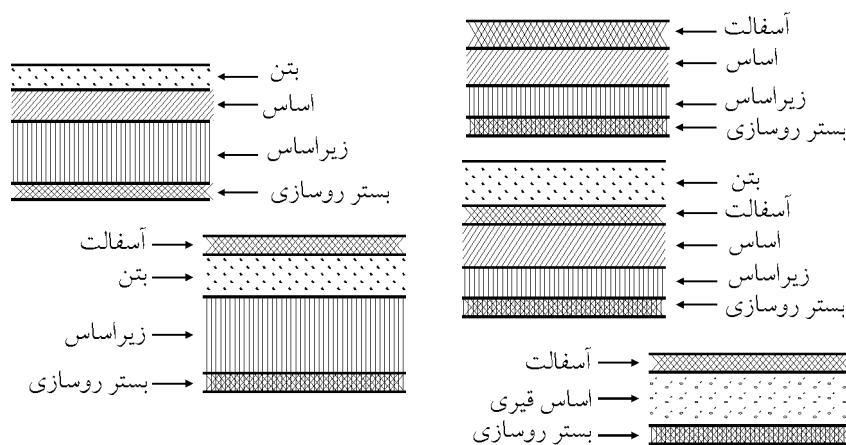
۲- روسازی‌های انعطاف‌پذیر: این روسازی‌ها از لایه‌هایی با سختی (ضریب ارتجاعی) کم ساخته می‌شوند مانند روسازی‌های آسفالتی و شنی. این نوع روسازی بارهای خارجی را بدون گسترش زیاد و در یک سطح نسبتاً کوچک پخش می‌کند و به خاک بستر منتقل می‌کند. خاک بستر نقش فوق‌العاده مهمی را در طرح روسازی‌های انعطاف‌پذیر بازی می‌کند و مطالعه و بررسی خاک بستر در این نوع روسازی باید با دقت بیشتر انجام گیرد.

نکته ۷: روسازی آسفالتی، مقاومت برشی مناسبی دارد ولی مقاومت کششی آن بسیار کم است.

نکته ۸: برای تحلیل تنش‌ها و تغییر شکل‌های نسبی، روسازی انعطاف‌پذیر به صورت یک سیستم چند لایه‌ای نیمه بی‌نهایت فرض می‌شود.

۳- روسازی مختلط: این نوع روسازی ترکیبی است از دو نوع روسازی سخت و انعطاف‌پذیر.

به عنوان مثال در روسازی فرودگاه که با روسازی سخت و بتنی طرح می‌شود دال بتنی را معمولاً بر روی اساس قیری قرار می‌دهند. در شکل زیر انواع مختلف روسازی را ملاحظه می‌فرمایید.



شکل ۱ - ۶

در ایران به دلیل وجود مقادیر نسبتاً زیاد قیر روسازی راه‌ها از مصالح آسفالتی ساخته می‌شود، در حالیکه در خصوص روسازی فرودگاه در مکان‌هایی نظیر دو سر باند پرواز، محوطه توقف هواپیماها، محل‌هایی که احتمال ریزش سوخت و یا دمای بالا به دلیل حرارت ناشی از موتور جت وجود دارد بهتر است از روسازی بتن سیمانی استفاده شود.

نکته ۹: اگر روسازی یک راه و یک فرودگاه هر دو برای وزن و فشار لاستیک یکسان طرح شوند، روسازی لازم برای راه دارای ضخامت بیشتری است زیرا تعداد تکرار بار در راه بیشتر بوده و ضمناً بارگذاری روسازی راه در فاصله کمتری از لبه روسازی انجام می‌شود.

تست: در روسازی‌های ..... بار در سطح ..... توزیع شده و برای مدل کردن آنها از ..... استفاده می‌شود.

(۱) صلب، زیاد، سیستم چند لایه‌ای نیمه بی‌نهایت

(۲) انعطاف‌پذیر، کم، سیستم چند لایه‌ای نیمه بی‌نهایت

(۳) صلب، کم، فرضیات خمش صفحات

(۴) انعطاف‌پذیر، کم، فرضیات خمش صفحات

پاسخ: در روسازی‌های انعطاف‌پذیر بار در سطح نسبتاً کمی توزیع شده (برخلاف روسازی‌های صلب) و برای مدل کردن آن در سیستم چند لایه‌ای نیمه بی‌نهایت استفاده می‌شود. (فرضیات خمش صفحات برای روسازی صلب است) گزینه (۲) صحیح است.

## ۱-۶- نکات آیین‌نامه ۲۳۴

پس از مرور نکات کتاب آموزشی نوبت به مروری اجمالی از نکات مهم آیین‌نامه روسازی ایران نشریه شماره ۲۳۴ می‌رسد.

- ۱- شیب‌های طولی و عرضی جاده که در طرح تعیین شده باید در سطح بستر روسازی تأمین گردد تا هر یک از لایه‌ها با ضخامت طراحی شده اجرا گردند.
- ۲- مصالح اساس و زیراساس باید دارای دانه‌بندی پیوسته جهت فیلتر کردن مواد زیر دانه خاک بستر و جلوگیری از ورود آن‌ها به اساس باشند، همچنین باید دارای زهکشی مطلوب برای تخلیه آب باشند.
- ۳- برای آزادسازی تنش‌های حرارتی در یک لایه رویه سازی از یک سری درزهای طولی و عرضی که با قیر پر می‌شوند استفاده می‌شود.

## تست‌های فصل اول

۱- هرگاه شدت تنش ..... از استقامت کششی مصالح بیشتر شود، موجب شکست و ترک خوردن آن لایه می‌شود. (تألیفی)

(۱) کششی افقی (۲) کششی شعاعی (۳) فشاری قائم (۴) کششی مماسی

۲- لایه متراکم شده خاک بستر در خاکریزها ..... و برش‌ها ..... است. (تألیفی)

(۱) آخرین لایه خاک - زمین طبیعی

(۲) آخرین لایه خاک ریخته متراکم شده - زمین طبیعی

(۳) آخرین لایه خاک - زمین طبیعی برش خورده و کوبیده شده

(۴) آخرین لایه خاک ریخته شده و متراکم شده - زمین طبیعی برش خورده و کوبیده شده

۳- کدام گزینه صحیح نیست؟ (تألیفی)

(۱) هدف از به کار بردن اندود نفوذی ایجاد چسبندگی بین یک لایه آسفالتی و غیرآسفالتی است.

(۲) لایه بیندر دارای درصد قیر بیشتری نسبت به لایه توپکا است.

(۳) هدف از به کار بردن اندود سطحی ایجاد چسبندگی و پیوستگی بین ۲ لایه آسفالت است.

(۴) هدف از بکار بردن پریم کت غیرقابل نفوذ کردن اساس غیرآسفالتی است.

۴- در صورتیکه آمد و شد وسایل نقلیه ..... و مقاومت خاک بستر ..... باشد می‌توان از بتن (تألیفی)

آسفالتی کم قیر برای لایه اساس استفاده کرد.

(۱) کم - زیاد (۲) کم - کم (۳) زیاد - زیاد (۴) زیاد - کم

۵- کدام گزینه از عوامل مؤثر در طرح روسازی نیست؟ (تألیفی)

(۱) نوع وسیله نقلیه (۲) رطوبت منطقه

(۳) تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات (۴) هیچ کدام

۶- روسازی‌های ..... دارای ضریب ارتجاعی ..... و مقاومت خاک بستر نقش ..... (تألیفی)

در طراحی آنها بازی می‌کند.

(۱) صلب - کم - کم (۲) انعطاف‌پذیر - کم - زیاد

(۳) صلب - زیاد - زیاد (۴) انعطاف‌پذیر - زیاد - زیاد