

آشنایی با روسازی‌های آسفالتی و بتنی



مدرس: میلاد صافدل
(دکتری ممل و نقل)

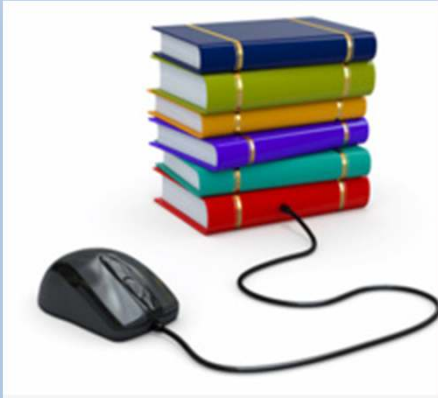


@miladsafdel_ir



Miladsafdel.ir

منابع و مراجع



- روسازی راه؛ امیرمحمد طباطبایی؛ مرکز نشر دانشگاهی
- آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران - نشریه ۲۳۴
- مشخصات فنی و عمومی راه - نشریه ۱۰۱
- مدیریت روسازی راه ها و فرودگاهها؛ محمود عامری؛ دانشگاه علم و صنعت
- آزمایش های قیر و آسفالت؛ مهیار عربانی؛ دانشگاه گیلان
- روسازی های بتنی اجزاء، عملکرد و طرح اختلاط؛ ابوالفضل حسنی؛ سیمای دانش

نمونه ارزشیابی

۱۴ نمره = پایان ترم

۲ نمره = مشارکت در کلاس

۴ نمره = تمرین



سرفصل دروس

آشنایی با روسازی و تعاریف

انواع روسازی

روسازی بتنی

مصالح سیمانی

سنگدانه

آب

انواع روسازی

انواع مخلوط بتنی

طرح اختلاط

روسازی آسفالتی

قیر

سنگدانه

فیلر

تراکم

انواع مخلوط آسفالتی

طرح اختلاط

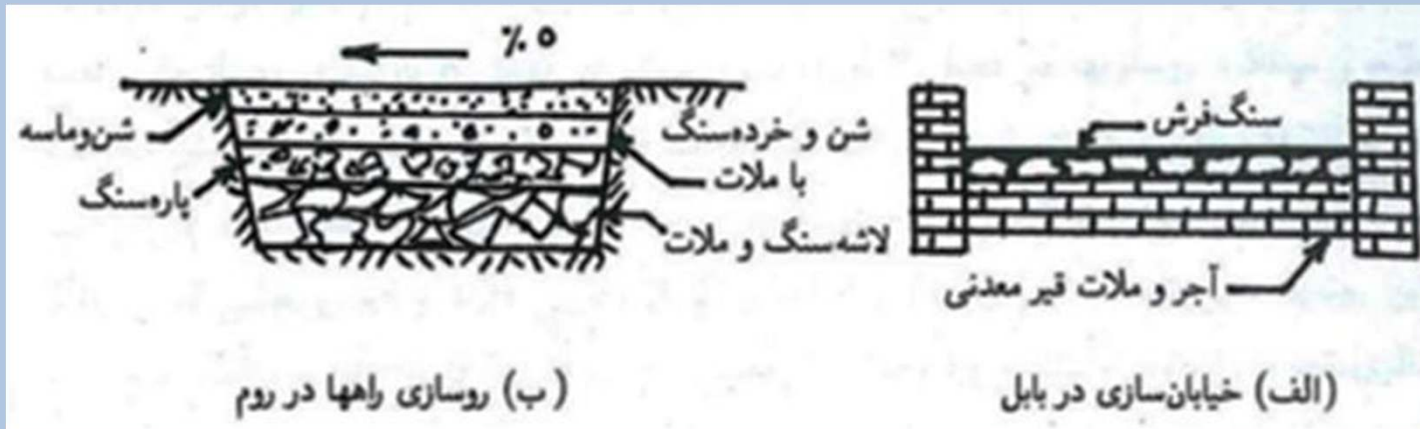
روسازی

مقدمه

راهسازان از زمان های قدیم بر لزوم و اهمیت روسازی راه ها واقف بودند و برحسب مورد از روسازی های متنوعی استفاده می کردند. روسازی در مناطقی که دارای زمین های سست و آب و هوایی مرطوب بودند و برای حمل و نقل کالا و مسافری از ارابه استفاده می شد بیشتر توسعه یافت. از روسازی های قدیمی که هنوز هم آثاری از آنها به جا مانده می توان روسازی خیابانهای بابل روسازی راه های رومیان را نام برد.

در بابل برای ساختن خیابانها و محافظت آنها در برابر طغیان رودخانه دجله از آجر و مالت قیر معدنی استفاده می کردند. روسازی کف خیابان ها و دیوارهای دو طرف آن با آجر و مالت قیر معدنی ساخته می شد و سپس کف خیابان ها با استفاده از سنگ ، فرش می گردید. روسازی راه های رومیان از چند لایه تشکیل می شد که بالا به پائین عبارت بودند از یک لایه 31 سانتیمتری لاشه سنگ و مالت، یک لایه 21 سانتیمتری پاره سنگ و قلوه سنگ، یک لایه 22 سانتیمتری شن و خرده سنگ و مالت و یک لایه 21 سانتیمتری شن و ماسه خاکدار. روسازی راه های رومیان که صدها کیلومتر از آن به این روش ساخته شد و قسمتی از آن هم هنوز باقی مانده است، در خندقی که از کندن زمین مسیر راه به عمقی حدود یک متر به دست می آمد ساخته می شد.

روسازی

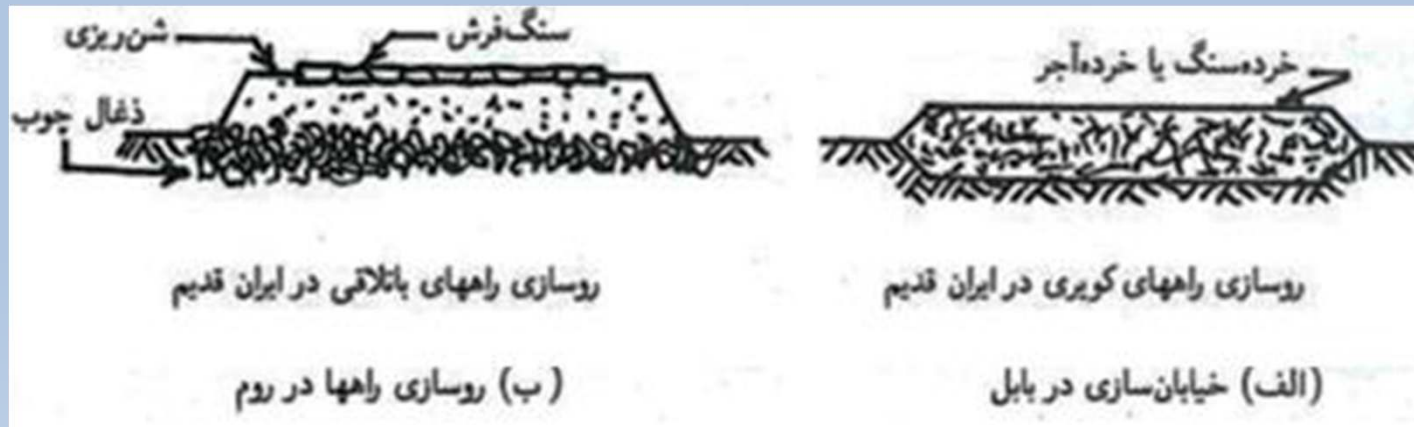


شکل ۱- نمونه هایی از روسازی راه های قدیمی

در مناطقی نظیر ایران راه ها معمولا بدون روسازی ساخته می شدند، زیرا آب و هوای این مناطق گرم و خشک بود، آبادی ها از یکدیگر فاصله زیادی داشتند و برای حمل و نقل کالا و رفت و آمد مسافری از چهارپایان استفاده می شد. از روسازی فقط در مواردی که راه از زمین های سست، نمکزار، آبگیر و یا لجنی عبور میکرد استفاده می شد.

روسازی

در قدیم برای روسازی راه های کویر ایران که راه از زمین های نمکزار که خاکشان پوک است عبور می کرد از خرده سنگ و در صورت عدم دسترسی به سنگ ریزه از خرده آجر استفاده می شد. برای روسازی راه های که از لجنزارها عبور می کرد از یک لایه زغال چوب برای پایدار کردن زمین استفاده می شد که بر روی آن شن ریزی شده و سپس روی آن سنگ فرش می گردید. استفاده از خاکریز و بالا آوردن راه در دشت ها در قدیم نیز به کار رفته است.



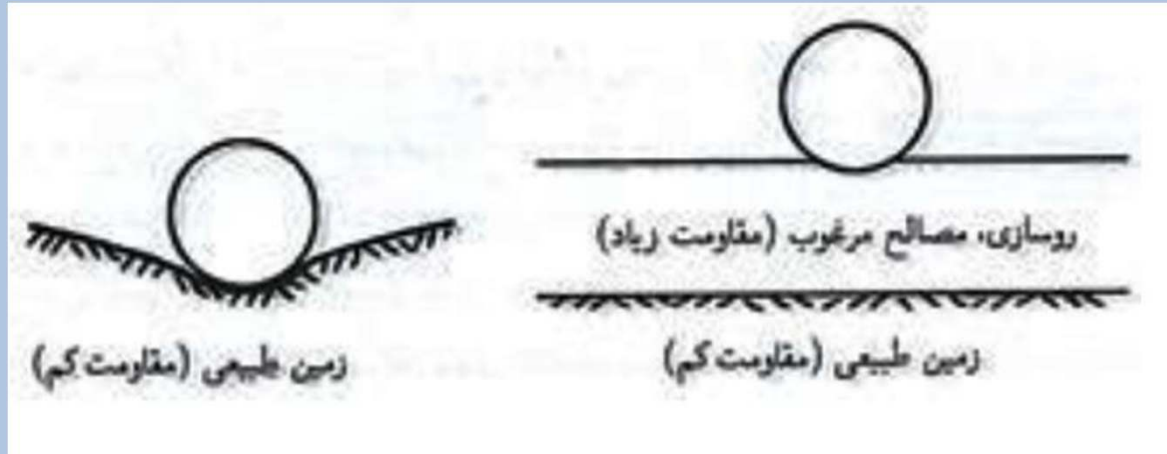
شکل ۲- نمونه هایی از روسازی راه ها در ایران

روسازی

هدف روسازی

هدف از روسازی راه و یا فرودگاه احداث سطحی صاف و دارای ایمنی کافی برای استفاده کنندگان از سطح زمین و دارای مقاومت کافی در برابر تنشهای ناشی از وزن وسایل نقلیه می باشد. روسازی باید طوری طرح و ساخته شود که بتواند وزن وسایل نقلیه را تحمل کند و در هر شرایط جوی قابل استفاده باشد. زمین در حالت طبیعی معمولاً مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارد از چرخ های وسیله نقلیه سنگین نظیر کامیون ها و هواپیماها را ندارد و بارگذاری این گونه خاک ها موجب شکست برشی خاک و به وجود آمدن تغییر شکل های بیش از اندازه در آن میشود. برای جلوگیری از شکست برشی خاک و به وجود آمدن تغییر شکل های دائم بیش از اندازه در آن، باید از شدت تنش های فشاری قائم بر روی خاک کاسته شود. این عمل با قرار دادن لایه های از مصالح مرغوب و با مقاومت زیاد بر روی خاک انجام می شود. جنس و ضخامت این لایه که به روسازی مرسوم است باید طوری باشد که ضمن آنکه می تواند شدت تنش های فشاری قائم را به میزان قابل تحمل خاک بستر روسازی کاهش دهد، خود نیز قادر به تحمل بارهای وارد بر آن باشد.

روسازی



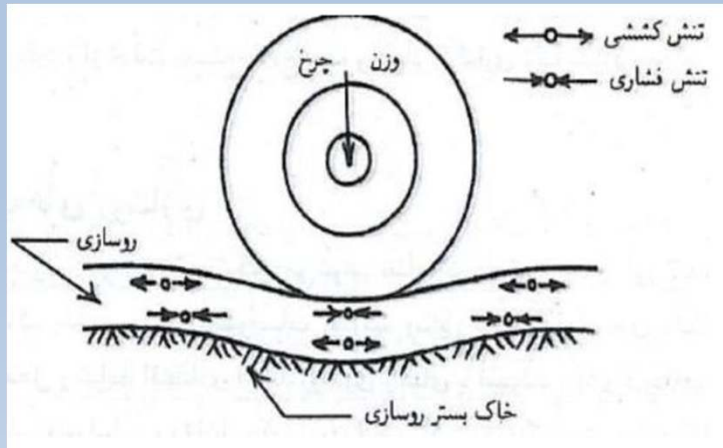
شکل ۳- مقایسه تغییر شکل زمین طبیعی با روسازی و بدون روسازی

شدت تنش های فشاری قائمی که در اثر بارگذاری در یک توده خاک به وجود می آید در نقاط مختلف متفاوت است. شدت این تنشها در نقاط واقع در زیر سطح بارگذاری شده حداکثر است و با ازدیاد فاصله این نقاط از سطح بارگذاری شده از شدت تنش های فشاری قائم کاسته می شود. با توجه به این اصل در مواردی که ضخامت روسازی زیاد است می توان به منظور اقتصادی تر کردن ساختمان روسازی، آن را از چندین لایه با مقاومت و مرغوبیت های متفاوت طرح و اجرا کرد.

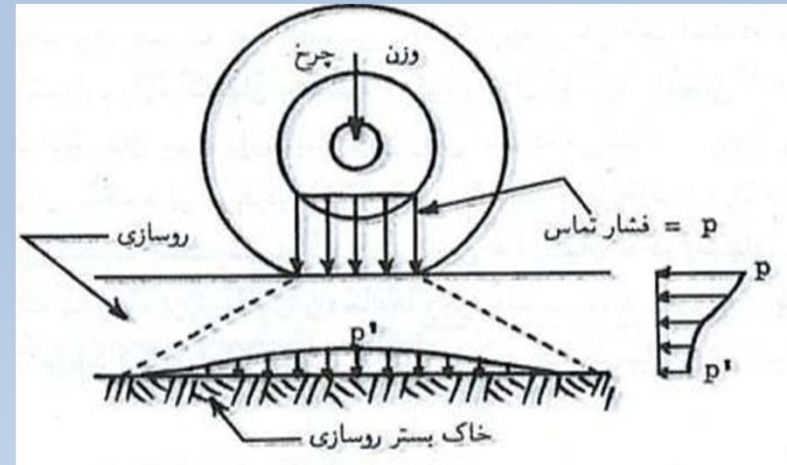
روسازی

نحوه قرارگیری لایه های روسازی باید به ترتیبی باشد که لایه های با مصالح مقاوم تر و مرغوبتر در لایه های بالاتر روسازی قرار گیرند، زیرا در این نقاط شدت تنشهای **فشاری** وارد بر روسازی بیشتر است و از مصالح با مرغوبیت و مقاومت کمتر در لایه های زیرین که میزان تنش ها در آنجا کمتر است استفاده شود.

جنس و ضخامت هر یک از لایه های روسازی باید طوری انتخاب شود که ضمن آنکه هر یک از این لایه ها بتواند در برابر تنش های وارد به آن مقاومت کند، باید قادر باشد که شدت این تنش ها را تا میزان قابل تحمل برای لایه هایی که در زیر آن قرار گرفته است کاهش دهد.



شکل ۵- تنش های کششی و فشاری در روسازی



شکل ۴- توزیع تنش فشاری قائم در توده خاک

روسازی

لایه های روسازی

روسازی ها معمولاً از چندین لایه تشکیل می شوند تعداد ضخامت و جنس لایه ها تابعی از مقاومت خاک بستر روسازی، خصوصیات آمد و شد وسایل نقلیه، شرایط جوی منطقه، مصالح موجود در محل و شرایط اقتصادی است. روسازی راه های با آمد و شد زیاد و فرودگاه ها معمولاً از سه لایه متمایز رویه، اساس و زیر اساس که بر روی لایه متراکم شده خاک بستر روسازی قرار میگیرند تشکیل می شود.

۱- **لایه متراکم شده خاک بستر**: لایه متراکم شده خاک بستر روسازی، لایه های از خاک زمین طبیعی که از مواد آلی و مواد مضر پاک شده و کوبیده شده باشد در خاکریزها این لایه آخرین لایه خاکی است که ریخته می شود. شب های طولی و عرضی حاده که در طرح تعیین شده است باید در سطح بستر روسازی تأمین گردند تا هر یک از لایه های روسازی با ضخامت های طراحی اجرا شوند.

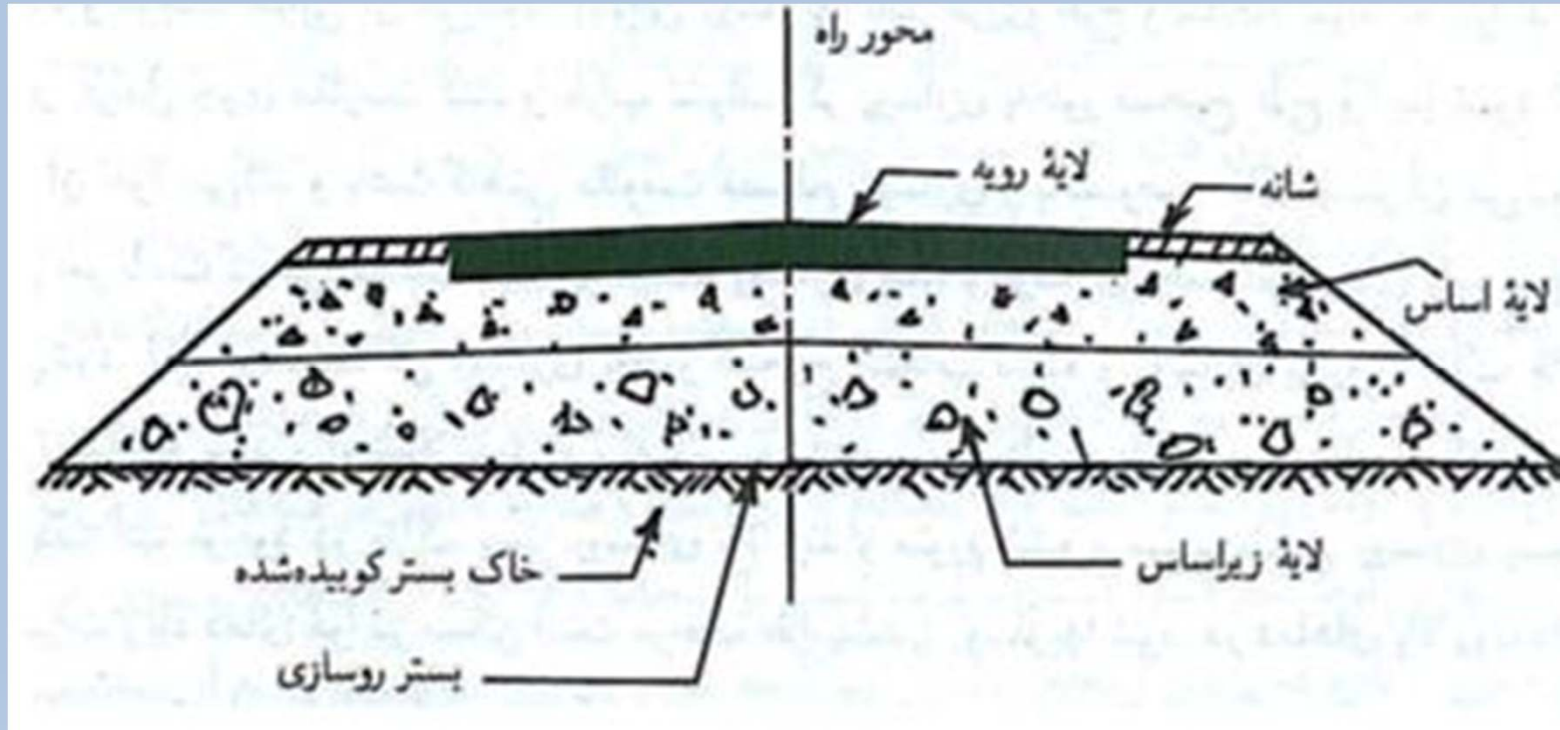
۲- **لایه زیر اساس**: لایه زیر اساس لایه هایی است که از مصالح نسبتاً مرغوب که بین لایه اساس و خاک بستر روسازی قرار می گیرد. لایه زیر اساس در راه هایی که آمد و شد وسایل نقلیه در آنها زیاد بوده و یا مقاومت بستر روسازی کم است به کار می رود. لایه زیر اساس معمولاً از مصالح سنگ شکسته و یا شن و ماسه ساخته می شود.

روسازی

۳- **لایه اساس:** قشر اساس، معمولاً بلافاصله در زیر لایه روکش و روی قشر زیر اساس قرار می گیرد. مصالح این قشر باید متشکل از سنگ کوهی شکسته، با شن و ماسه رودخانه ای شکسته، یا سرباره کوره های آهن گدازی و یا ماکادام باشد. لایه اساس در راه هایی که آمد و شد وسایل نقلیه در آنها زیاد بوده و یا مقاومت خاک بستر روسازی کم است از بتن آسفالتی کم قیر اساس قیری ساخته می شود.

۴- **لایه رویه:** لایه رویه لایه ای است از جنس خیلی مرغوب و یا مقاومت نسبتاً زیاد که بالاترین لایه روسازی است و مستقیماً در تماس با چرخ های وسایل نقلیه قرار دارد. لایه رویه در راه های با آمد و شد زیاد از مصالح مرغوب نظیر بتن آسفالتی یا بتن سیمانی ساخته می شود. در راه های آمد و شد متوسط گاهی از رویه های با آسفالت مخلوط در محل و یا آسفالت سطحی استفاده می شود. راه های با آمد و شد کم نظیر راه های روستایی رو راه های فرعی ممکن است از رویه های شنی که عمر چندانی ندارند ساخته شوند. رویه های آسفالتی با ضخامت بیش از حدود ۵ سانتیمتر معمولاً در دو لایه ساخته می شود. لایه زیرین که به لایه آستر بیندر معروف است درصد قیر کمتری از لایه رویه که لایه رویه توپکا نامیده می شود دارد.

روسازی



شکل ۶- لایه های مختلف روسازی

روسازی

عوامل موثر در طرح روسازی ها

روسازی ها معمولا تحت تأثیر عوامل زیادی قرار دارند و از این نظر طرح آنها در مقایسه با طرح پل ها و ساختمان ها و سایر ابنیه فنی از پیچیدگی بیشتری برخوردار است. یکی از اشکالات مهم در طرح روسازی ها **متغیر بودن** عواملی است که در طرح روسازی موثرند. به علت **طول زیاد** یک راه و با توجه به این که **شرایط جوی**، خصوصیات **خاک زمین طبیعی** و نوع تعداد **وسایل نقلیه** در طول راه متغیر است، مهندس طراح با عواملی که به شدت در طول راه تغییر پیدا می کند رو به رو است. پیچیدگی این مسئله با توجه به اینکه هر یک از این عوامل در هر نقطه مقدار ثابتی نبوده و در مواقع مختلف نیز متفاوت است بیشتر می شود.

بالاخره با توجه به اینکه حجم مصالح مصرفی در راهسازی قابل توجه است و معمولا از نقطه نظر اقتصادی حمل این مصالح در راهسازی زیاد مقرون به صرفه نیست سبب می شود که مهندسين طراح راه در اغلب موارد اختیار چندانی نیاز در انتخاب نوع مصالح نداشته و این امر نیز به نوبه خود به محدودیت ها و پیچیدگی های طرح روسازی می افزاید.

روسازی

- عوامل موثر در طرح روسازی ها را می توان به پنج گروه تقسیم کرد که عبارتند از:
- (خاک بستر روسازی) جنس، مقاومت، قابلیت جذب رطوبت و تراکم و...
 - (مصالح روسازی) جنس، مقاومت، دوام، نفوذپذیری و...
 - (شرایط جوی) رطوبت، یخبندان، دما و...
 - (وسائل نقلیه) نوع، وزن، تعداد و...
 - (مخارج) ماشین آلات، نیروی انسانی، مصالح، تعمیر و نگهداری، اتلاف وقت و...

روسازی

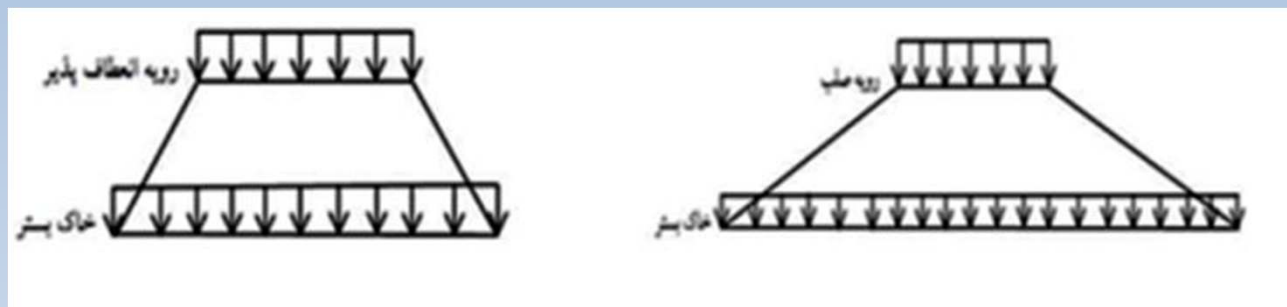
انواع روسازی ها از نظر نحوه گسترش تنش و نوع مصالح

روسازی ها از نظر نحوه گسترش تنش در آنها و نحوه تحمل بارهای وارده آنها را می توان به دو دسته کلی تقسیم نمود:

۱- **روسازی انعطاف پذیر** : این نوع روسازی ها شامل انواع روسازی های آسفالتی و شنی می باشند و در آنها لایه های با سختی کم استفاده می شود. این نوع روسازی ها بارهای وارده به سطح رویه را بدون گسترش زیاد و در یک سطح نسبتا کوچک به خاک بستر روسازی منتقل می کنند.

۲- **روسازی صلب سخت**: این دسته از روسازی ها، روسازی های بتنی را شامل می شوند که در آنها از یک یا چند لایه با سختی زیاد استفاده می شود. این نوع روسازی ها بارهای خارجی را بدون تغییر شکل زیاد صفحه بتنی در یک سطح نسبتا وسیع به خاک بستر روسازی منتقل می کنند.

*****FILM!*****



روسازی

روسازی ها، از نظر نوع مصالح مصرفی در قشر رویه شامل بتن، آسفالت و یا مخلوط بتن و آسفالت به سه دسته زیر تقسیم می شود.

روسازی سخت با بتنی (بتن سمانی): در این روسازی، رویه راه با بتن ساخته می شود. قشر بتنی، در شرایطی که خاک بستر روسازی از کیفیت مقاومتی مطلوبی برخوردار بوده و ترافیک، سنگین و یا خیلی سنگین نباشد، می تواند روی بستر و در غیر این صورت بر روی لایه های زیر اساس یا اساس قرار داده شود.

مقاومت فشاری و کششی روسازی بتنی زیاد است و بار ترافیک را، بدون تغییر شکل زیاد صفحه بتنی، در سطح گسترده تری به خاک بستر منتقل می سازد. در این نوع روسازی، دال بتنی به مرور تغییر شکل می دهد و در زیر آن تنش کششی ایجاد می شود. اگر تنش کششی از مقاومت کششی بتن زیادتر باشد، بتن می کشند و ترک می خورد از این رو اینگونه روسازی ها بصورت مسلح طرح و اجرا می گردند.

در روسازی های سخت، مقاومت و کیفیت قشر بتنی عامل تعیین کننده توان بارپذیری رویه است و تغییرات مقاومتی خاک بستر روسازی، نقش کمتری دارد. شکل 8 الف مقطع عرضی یک نمونه روسازی سخت را نشان می دهد.

روسازی

روسازی انعطاف پذیر با آسفالتی: روسازی آسفالتی، مقاومت برشی مناسبی دارد ولی مقاومت کششی آن بسیار کم است.

بارهای وارده بر روسازی آسفالتی در سطح نسبتاً کوچکتر و با گستردگی کمتری نسبت به روسازی بتنی به خاک بستر روسازی منتقل می شود. در روسازی آسفالتی، معمولاً از سه لایه متمایز زیر اساس، اساس و آسفالت استفاده می شود. مقاومت و کیفیت خاک بستر روسازی در پایداری روسازی آسفالتی، نقش تعیین کننده دارد.

روسازی تمام آسفالتی نیز یکی از انواع روسازی های انعطاف پذیر است که در آن فقط از لایه های آسفالتی که مستقیماً روی بستر روسازی و یا بستر تقویت شده قرار می گیرد، استفاده می شود. در این نوع روسازی، مصالح زیر اساس و یا اساس کاربردی ندارد.

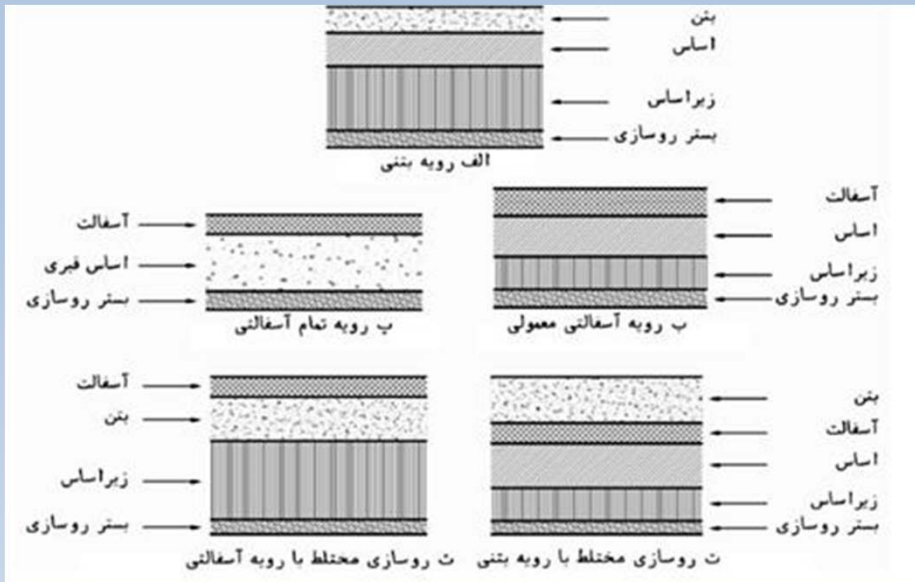
روسازی های تمام آسفالت، عمر طولانی دارند و صرفاً برای مناطق مرطوب با یخبندان زیاد می تواند کاربرد داشته باشند.

تیپ عرضی روسازی انعطاف پذیر در حالت معمولی و یا تمام آسفالت در شکل های (۱-۸-ب) و (۱-۸-پ) نشان داده شده است.

روسازی

روسازی مختلط: روسازی هایی که ترکیبی از دو نوع روسازی سخت و قابل انعطاف باشد، روسازی های مختلط نامیده می شود. به عنوان مثال، در روسازی فرودگاهها که با روسازی سخت و بتنی طرح می شود، دال بتنی را معمولا بر روی قشری از آسفالت معمولا اساس قیری قرار می دهند و یا این که رویه های سخت و یا قابل انعطاف موجود در راه ها و فرودگاهها را به هنگام بهسازی و تقویت بر حسب مورد و با توجه به شرایط خاص طرح، به ترتیب با رویه قابل انعطاف و یا سخت، روکش می نمایند. در واقع در روسازی های مختلط و یا ترکیبی، روسازی از لایه های مختلف غیر آسفالتی، آسفالتی و بتنی تشکیل می شود. دو نمونه روسازی مختلف در شکلهای 8 نشان داده شده است.

شکل ۸- انواع مختلف روسازی بتنی، آسفالتی و مختلط



به طور کلی آسفالت از قیر، سنگدانه، فیلر، تراکم و گاهی مواد افزودنی ساخته می شود که به طور کامل به شرح آن می پردازیم.