راهسازی

سر فصل های درس راهسازی

۱) آماده کردن بستر راه (ریشه کنی و برداشت خاک نباتی، تحکیم بستر راه)

۲) تثبیت خاک(با آهک هیدراته، سیمان، قیر)

۳) راهسازی در مناطق باتلاقی و بد(شمع سپری، انفجار، پمپاژ لجن)

۴) عملیات خاکی،آشنایی با طبقه بندی خاک، آزمایش مربوط به راهسازی، قشرهای اساس و زیر اساس و نحوه آماده کردن،کوبیدن و تراکم، ماشین آلات مورد استفاده و نحوه کنترل آنها

۵) ابنیه فنی (دیوارهای حائل، دیوارهای ضامن و...)

۶) اندودهای سطحی و انواع قیرهای مورد نیاز (primecoat , tackcoat)

۷) روسازی آسفالتی شامل روش های متداول

۸) نگهداری راه و راهها

مقدمه:

راه و راهسازی در میان ایرانیان چه از دوره باستان ضرورتی اجتناب ناپذیر تلقی شده است، به همین دلیل باید گرایش ایرانیان را به راهسازی و به طبع آن توسعه و افزایش مهارت را تا اندازه زیادی ناشی از شرایط و ویژگی های حاکم بر سر زمین ایران دانست. ایران کشوری نیمه خشک و بارندگی در آن بسیار کم است.آبادی ها و شهرها در فلات ایران از یکدیگر دورند، ایرانیان برای پیوند این آبادی های دور از هم تلاش های سازمان یافته بسیاری را در حوزه راه سازی انجام دادند و به همین اساس بود که در دوره هخامنشی سازمانی در این زمینه مسولیت داشت که معادل وزارت راه و ترابری کنونی بوده است.

ایرانیان در راهسازی از تجربه رومیان بسیار سود بردند، رومیان برای نگهداری امپراطوری خود راه های خوبی ساختند که هنوز نیز این راه ها به عنوان راه های باستانی که راه های قدیمی ، سنتی و بسیار به یاد ماندنی به شمار می روند پا بر جا هستند. رومیان بستر راه را در حدود 1 متر می کندند و از پایین به بالا یک لایه 30 سانتیمتری با لاشه سنگ و ملات و روی آن لایه ای به ضخامت 25 سانتیمتری با پاره سنگ و قلوه سنگ می ساختند. روی لایه دوم نیز لایه دیگری خرده سنگ قرار می گرفت و لایه نهایی راه را لایه ای به ضخامت 20 سانتیمتری شن و ماسه تشکیل می داد. ایرانیان نیز از این شیوه برای راهسازی استفاده کردند. اگرچه در دوره ساسانی اکثر راه های احداث شده با اهداف تجاری و درآمدزایی ساخته می شد، اما پس از ورود اسلام به ایران تغییرات بسیار زیادی به خود دید. در دین اسلام هر فرد مسلمان مکلف در صورتی که مستطیع باشد باید به زیارت خانه خدا برود به همین دلیل لازم است راهی برای عبور زائران خانه خدا ساخته شود. در زمان خلافت عباسیان، بغداد به لحاظ پایتخت بودن و مکه به لحاظ قداست و انجام مناسک حج در وضعی قرار داشتند که می بایست راهی برای ورود به آنها ساخته شود.

زیارت خانه خدا در پرتو احداث راه ها آسان شد و مسافرانی که از سرزمین های شرق به حجاز می رفتند از دجله گذشته و از راه هایی که احداث آنها را اعراب از ایرانی ها فراگرفته بودند عبور می کردند. معروفترین شاهراه آن زمان، راه بزرگ خراسان بود که به شرق می رفت و بغداد را به شهرهای ماوراءالنهر تا حوالی چین متصل می کرد. این راه از دروازه خراسان در خاور بغداد شروع می شد و از صحرا و پله های مستحکمی که بر رودها ساخته بودند عبور می کرد تا به "حلوان" و از آنجا به کوه های ایران می رسید. این راه از شهر های بزرگ و کوچکی از منطقه عبور می کرد و در حال حاضر نیز شاهراه بزرگ خراسان همچنان همان راه پُستی و چاپاری ایران است و امروز تهران نزدیک ری نقطه مرکزی این شاهراه است.

پس از انقراض خلافت عباسیان چون شهر سلطانیه رونق یافت مسیر جاده ها تغییر کرد اما این تغییرات در مسیر راه های اصلی تاثیر چندانی نداشت. در این دوره راه های مهم بسیاری در سطح کشور ساخته شد. راه های ساخته شده در ایالت خوزستان از راه های مشهور آن زمان بودند. از اهواز راهی بود که به سمت مغرب به شهر "تیرا" و از آنجا به "واسط" عراق می رفت. راه شمالی اهواز مسیرهای زیادی را طی می کرد و در نهایت به "شوشتر" می رسید و از آنجا از "جندی شاپور" و "شوش" به سمت مغرب و کوه های لور و از آنجا به گلپایگان و اصفهان می رفت. در همین دوران راه های ایالت فارس همه از شیراز منشعب می شدند و قسمت زیادی از آنها به "سیراف"، "جزیره کیش" و "هرمز" که در زمان های مدید و طولانی از جمله حساس ترین بنادر موجود در خلیج فارس بودند منتهی می شد. راه های کرمان در دوره ی خلافت عباسیان نیز از راه های مهم و حساس ایران محسوب می شود. در این دوره از "سیرجان" تا "بردسیر کرمان" دو روز راه بود. توجه داشته باشید این مسیر در حال حاضر چند ساعته طی می شود و از بردسیر تا زرند نیز باید مسافران دو روز زمان طی می کردند.

در دوره اسلامی نه تنها راه ها در سطح کشور بسیار گسترش یافت بلکه ایرانیان در روند راه سازی به تجربه های ارزنده ای دست یافته بودند به گونه ای که شمال، جنوب ، شرق و غرب کشور با راه های مختلف و شاهراه های بزرگ به هم متصل بود. طومار زندگی عباسیان پس از

مدتی با کوشش ایرانیان به ویژه خواجه نصیرالدین طوسی ریاضیدان و منجم ایرانی در هم نوردیده شد و ایرانیان توانستند خود را از زیر یوق حکومت عباسیان نجات دهند. اما با این همه دیری نپایید که مغولان جای آنها را گرفتند. هنوز ملت ایران کمر از زیر حمله مغولان راست نکرده بود که تیمور بار دیگر ایران تاخت و پس از جهان گشایی و تسخیر سراسر آسیای مرکزی و ایران در عین ناباوری به فکر نگهداری از راه ها و ایجاد ارتباط بین شهر ها افتاد. چنگیز و تیمور به هیچ وجه به فکر راه سازی نبودند کار اصلی آنها تسخیر ممالک و تاراج اموال مردم بود به طوری که "کلاویخو" سفیر اسپانیا در دربار تیمور که در ایران سیاحت های بسیار داشته است، نوشته نشانی از راه سازی در این دوره نبوده است. اما تیموریان در نگهداری از راه ها نهایت کوشش خود را می کردند. در هر حال در دوران پس از خلافت عباسیان ایران همواره در معرض تاخت و تاز مغولان و تیموریان بود. حکومت های بعدی نیز آنچنان درگیر مشکلات خود بودند که توجه ای به احداث راه های جدید نکردند. در این دوره اگرچه حکومت ها برای احداث راه های جدید تلاشی نکردند اما به دلیل اینکه همین حاکمان برای حفظ محدوده حاکمیت خود به راه های امن و هموار نیاز داشتند در نگهداری از راه هایی که عمده آن ساخته حکومت های پیشین از جمله عباسیان بود همت فراوان به خرج می دادند.

راهسازی در قرن اخیر در ایران:

چون ساختن و نگه داشتن راه شوسه در کشور وسیع و کوهستانی ایران هزینه زیادی داشته است لذا تا جنگ جهانی اول راه های ایران به همان وضع سابق باقی ماند و همان راه های کاروان رو را شامل می شد. ولی از سال ۱۲۹۹هجری شمسی دولت اقدام به احداث راه شوسه به معنای امروزی آن نمود و می توان تاریخ شروع راه های شوسه را از سال ۱۳۰۱تا ۱۳۰۴ دانست. تا این زمان اعتبارات راه سازی از طریق اخذ باج یا حق العبور در راه های شوسه تأمین می گردید و مبلغ آن حداکثر به ۳۰۰۰۰۰تومان می رسید. در ۱۱فروردین سال ۱۳۰۱ اداره کل طرق و شوارع در وزارت فوائد عامه تشکیل و مامور ساختن و نگهداری راه های کشور شد. در ۱۳۰۴ با پیشنهاد دولت وقت و تصویب دوره پنجم مجلس شورای ملی دریافت حق العبور در راهدارخانه ها ممنوع و مقرر شد از وزن غیر خالص صادرات و واردات مالیاتی به عنوان مالیات راه دریافت شود و به این ترتیب اعتبار سالانه به ۱۵۰۰۰۰۰ تومان رسید و راه های کشور را به نواحی مختلف تقسیم و مسولیتی را برای اداره امور و نگهداری راه ها معین کردند. در این تقسیمات راه ها به ۱۰ ناحیه تقسیم و هر یک شماره گذاری شد و تحت نظر یک نفر اداره شد. در سال ۱۳۰۵ برنامه مدونی تحت عنوان پروژه پیشنهادی طرق در ایران جهت راه سازی تدوین گردید. مدت این پروژه ۹سال و مخارج آن ۴۵ میلیون تومان پیش بینی شده بود. این پروژه اولین برنامه ساختن راه های شوسه در ایران است.

توجه به توسعه راه ها موجب گردید در تاریخ ۲۷ اسفند ۱۳۰۸ اداره کل "طرق و شوارع" به موجب قانونی که از مجلس شورای ملی گذشت به صورت یک وزارت خانه مستقل به نام "وزارت طرق و شوارع " در آید. اصول و وظایف وزارت خانه مذکور طبق ماده دوم این قانون مراقبت در ایجاد و نگهداری راه های آهن و شوسه و تنظیم و توسعه کشتی رانی و ارائه کردن امور بندری است. سپس در سال ۱۳۱۵ با عنوان "وزارت راه" مأمور احداث و نگهداری راه ها و راه آهن ها و اداره کردن امور کشتی رانی کشور گردید.

ازآغاز جنگ جهانی دوم طی مدت ۲۲ سال یعنی تا بهمن ماه ۱۳۴۱ اجرای برنامه های عمرانی کشور آغاز گردید و وزارت راه نیز هماهنگ با این تحولات برنامه های راه سازی و نگهداری راه های ساخته شده، توسعه راه آهن و گسترش و تجهیز بنادر و فرودگاه های کشور را همگام با پیشرفت های سریع سایر ارگان های کشور دنبال کرد، به موجب قانون مصوب ۲۴ تیر ۱۳۵۳ نام وزارت راه به "وزارت راه و ترابری" تغییر نام یافت و با تشکیلات جدید، اعتبارات بیشتر و وظایف وسیع تری به فعالیت پرداخت.

ریشه کنی بستر و حریم راه:

ریشه کنی بستر راه شامل برداشتن و به دور ریختن هر گونه مواد و وسایل زائد ، نباتات و درختان ، ساختمان و ابنیه و هر گونه مانعی در مناطق زیر است:

"حریم راه ها، مسیر کانال ها و آب روها، محل احداث پل و ابنیه فنی و هر ناحیه و منطقه دیگری که در نقشه های اجرایی مشخص شده است می باشد ". ریشه کنی بستر و حریم راه باید قبل از هر گونه خاک برداری و یا خاک ریزی شروع شده و پایان یابد.

دکوپاژ:

عمل پاک کردن و ریشه کنی بستر و حریم راه را در اصطلاح فنی راه سازی دکوپاژ گویند.

روشهای اجرایی ریشه کنی بستر و حریم راه ها:

سطوح و مناطقی که در نقشه های اجرایی جهت پاک کردن و ریشه کنی مسیر و حریم راه تعیین شده باید قبل از شروع عملیات پاک کردن و ریشه کنی، میخ کوبی و مشخص شود، عمل پاک کردن و ریشه کنی باید در تمام طول مسیر طبق نقشه های اجرایی به صورت زیر انجام شود:

۱) زهکشی (خروج آب)
۲) ایجاد تراکم مناسب

روشهای اجرایی ریشه کنی بستر و حریم راه ها به صورت زیر می باشد:

- پاک کردن مسیر و حریم راه شامل تمیز کردن و برداشتن خاک های نباتی و جابجایی یا ریشه کنی کامل درختان، بیرون آوردن ریشه های خشکیده و بدون تنه و هر گونه

درختچه ، نهال، بوته، علف، زباله و آشغال ، ابنیه، موانع و سایر مواردی که وجود آن برای پی ها و زیرسازی و روسازی راه نامناسب تشخیص داده شود می باشد.

- خاک های نباتی که غیر قابل مصرف در خاکریزی است باید از بستر و حریم راه برداشته شود و در محل هایی که ناظر مشخص می کند ذخیره شود، بدیهی است چنان چه طبق نقشه ها و یا تشخیص ناظر این خاک ها قابل مصرف برای پوشش نباتی شیروانی های خاکی نباشد می تواند مورد استفاده زارعین قرار گیرد.
- سطوح طبیعی که پایین تر از بستر روسازی قرار گرفته اند طبق نظر ناظر باید ریشه کنی کامل تا عمق لازم انجام شده و بقایای ریشه ها ، علف ها ، رستنی ها و هر گونه مواد و مصالح نامناسب دیگر نیز از زمین کنده و به دور ریخته شود تا احتمال مدفون شدن زیر خاکریز و حریم راه را نداشته باشد. قطع کامل ریشه برخی بوته ها و خارها و رستنی ها منحصراً با کندن آنها موثر نبوده و نیاز به مصرف سموم ویژه دارد. محدوده چنین عملیاتی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.
- چنان چه مسیر راه از داخل باغ و منطقه جنگلی عبور نماید کلیه درختان، نهال ها و هر گونه رستنی باید در تمامی حریم و بستر راه جابجا و یا قطع و ریشه کنی شده و مسیر پاک گردد. قطع و ریشه کنی درختان باید در صورتی انجام گیرد که باعث خرابی ساختمان های مجاور یا صدمه و لطمه زدن به درختانی که باید حفظ شود نگردد. درختان باید طوری قطع گردند که در موقع (سقوط) در جهت محور راه بیفتد . از سوزاندن تنه درختان در محدوده کار باید خودداری شود.
- چنان چه شاخه درختانی که در مجاورت مسیر قرار گرفته یا شاخه درختانی که دستور حفظ آنها داده شده حدود ۵ متر داخل حریم راه شده باشند، باید از نزدیک تنه درخت قطع شوند. قطع این شاخه ها باید به روش حرفه ای و صحیح انجام شود.
- چنان چه در حریم راه تأسیساتی مانند تیرهای تلفن، تلگراف و یا برق، لوله کشی آب، فاضلاب، نفت و گاز ، لوله های سیمانی و یا سایر تأسیسات مشابه وجود داشته باشد که

باید از مسیر برداشته شود و یا تغییر مکان داده شوند. پیمانکار باید مراتب را به موقع به کارفرما و ناظر جهت هر گونه اقدام لازم کتباً اطلاع دهد.

- چنان چه در حریم راه قنات یا چاه های آب وحود داشته باشد پیمانکار باید برای تغییر محل چاه آب و تغییر مسیر قنات با در نظر گرفتن آنکه آب چاه یا قنات از بین نرود اقدام و برای چاه های خشک و قنات های متروکه با توجه به نکات ایمنی پیشنهادی تهیه و برای اظهار نظر کارفرما و مهندس ناظر ارسال نماید.
- چاله هایی که در اثر ریشه کنی درختان به وجود می آید باید با مصالح مناسب به صورت لایه لایه پر شده و به طور مناسب متراکم گردد.

فهرست بهای راه و ابنیه فنی:

فهرست بهای راه و ابنیه فنی کتابچه ای است مشتمل بر ۲۰ فصل که در هر فصل، کارهای مختلفی که در پروژه های راهسازی اجرا می شود را پوشش می دهد، مانند خاکبرداری، دکوپاژ، کارهای فولادی، کارهای بتنی و قالب بندی، اجرای لایه های زیر اساس و اساس، اجرای آسفالت (لایه های بیندر و توپکا) و .... .

در این کتابچه به ازای هر کار انجام شده توسط پیمانکار، آیتمی ذکر شده و واحد و مبلغ آن مشخص شده است. پیمانکار فعالیت های عمرانی را که انجام می دهد می تواند با نوشتن صورت وضعیت که شامل این آیتم ها می شود به کارفرما و مهندس ناظر ارائه کرده و به این ترتیب کارهای اجرا شده توسط پیمانکار با تایید ناظر قابلیت پرداخت پیدا می کند.

برای هر سال، مثلاً سال ۸۹ کتاب فهرست بهای ۸۹ چاپ و در دسترس عموم قرار می گیرد و به همین ترتیب، سال بعد فهرست بهای ۹۰ با قیمت های جدید عرضه شده و مناقصات بر پایه آخرین فهرست بهای موجود و چاپ شده عرضه می شود.

تعدادی از آیتم های ریشه کنی حریم راه در فهرست بهای راه و ابنیه فنی سال ۸۷

آیتم	واحد	بهاء
بوته کنی در زمینهای پوشیده از بوته و خارج کردن ریشه های آن.	متر مربع	۴۲
کندن و یا ریشه کن کردن درختان از هر نوع در صورتی که محیط تنه درخت در سطح زمین تا ۱۵ سانتی متر باشد .	اصله	۱۳۹۰
کندن و یا ریشه کن کردن درختان از هر نوع در صورتی که محیط تنه درخت بیش از ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر باشد .	اصله	۴۶۲۰
کندن و یا ریشه کن کردن درختان از هر نوع در صورتی که محیط تنه درخت بیش از ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر باشد .	اصله	۸۱۳۰
کندن و یا ریشه کن کردن درختان از هر نوع در صورتی که محیط تنه درخت بیش از ۶۰ تا ۹۰ سانتی متر باشد .	اصله	۱۲۸۰۰
ریشه کن کردن درخت ها و حمل ریشه ها به خارج از محل عملیات اگر محیط تنه درخت ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر باشد.	اصله	۸۲۴۰
ریشه کن کردن درخت ها و حمل ریشه ها به خارج از محل عملیات اگر محیط تنه درخت ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر باشد.	اصله	۲۲۸۰۰

ریشه کن کردن درخت ها و حمل ریشه ها به خارج از محل عملیات اگر محیط تنه درخت ۶۰ تا ۹۰ سانتی متر باشد.	اصله	۳۸۲۰۰
پرکردن و کوبیدن جای ریشه ها با خاک مناسب در صورتی که محیط تا ۱۵ سانتی متر باشد.	اصله	۱۳۷۰
پرکردن و کوبیدن جای ریشه ها با خاک مناسب در صورتی که محیط ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر باشد.	اصله	۶۸۲۰
پرکردن و کوبیدن جای ریشه ها با خاک مناسب در صورتی که محیط ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر باشد.	اصله	۲۲۶۰۰
پرکردن و کوبیدن جای ریشه ها با خاک مناسب در صورتی که محیط ۶۰ تا ۹۰ سانتی متر باشد.	اصله	۳۶۱۰۰
تخریب کل ساختمان های خشتی،گلی و... شامل تمام عملیات تخریب.	متر مربع	۴۰۶۰۰
تخریب کلی ساختمان های آجری سنگی و بلوکی با ملات های مختلف شامل تمام عملیات تخریب.	متر مربع	۴۵۹۰۰
تخریب بتن مسلح با هر عیار سیمان و بریدن میلگرد.	متر مکعب	۳۴۵۰۰۰

مثال:

پیمانکاری در یک پروژه راهسازی عملیات زیر را اجرا کرده است. صورت وضعیت را نوشته و نشان دهید با نوشتن چه آیتم هایی می تواند تایید ناظر را بگیرد.

الف- ریشه کنی ۲۰ اصله درختچه به قطر ۲۰ سانتی متر

ب- تخریب یک ساختمان خشتی به طول ۱۰ متر و عرض ۸ متر

ج- تخریب یک دال بتن مسلح به ابعاد (۲متر*۲متر*۱متر) و بریدن میلگرد

توجه: جدول فهرست بهاء جزء داده های سوال است و بر اساس آن ها باید آیتم ها را نوشته و سوال را پاسخ دهید.

پاسخ:

آیتم کار اول که انجام داده مشخص است، برای تشخیص این که از کدام یک از آیتم های ۲ تا ۵ استفاده کند باید محیط هر یک از درختچه ها را حساب کنیم.

$$P=\pi D=۳/۱۴(۲۰)=۶۲/۸ > ۶۰$$

چون محیط هر درختچه ۶۲/۸ سانتی متر بین ۶۰ و ۹۰ سانتی متر است پس از آیتم پنجم استفاده می شود.

از طرف دیگر آیتم کار دوم تخریب یک ساختمان خشتی در جدول فهرست بهاء متر مربع است. پس می نویسیم:

$$۱۰(۸)=۸۰\ m^۲$$

در مورد کار سوم هم داریم :

۲(۲)(۱)=۴ m^3

به این ترتیب داریم:

آیتم	واحد	بهاء	تعداد * بهاء
کندن و یا ریشه کن کردن درختان از هر نوع در صورتی که محیط تنه درخت بیش از ۶۰ تا ۹۰ سانتی متر باشد .	۲۰	۱۲۸۰۰	۲۰(۱۲۸۰۰)= ۲۵۶۰۰۰
تخریب کل ساختمان های خشتی،گلی و... شامل تمام عملیات تخریب.	۸۰	۴۰۶۰۰	۸۰(۴۰۶۰۰)= ۳۲۴۸۰۰۰
تخریب بتن مسلح با هر عیار سیمان و بریدن میلگرد.	۴	۳۴۵۰۰۰	۴(۳۴۵۰۰۰)= ۱۳۸۰۰۰۰

در نهایت با جمع مبلغ هر سه آیتم با یکدیگر خواهیم داشت:

۲۵۶۰۰۰+۳۲۴۸۰۰۰+۱۳۸۰۰۰۰ = ۴۸۸۴۰۰۰

دریواسیون : برداشت خاک های زائد و پاک سازی پای پل ها به منظور جلوگیری آب شستگی های احتمالی پی پل ها را در اصطلاح فنی راهسازی دریواسیون گویند.

تحکیم بستر راه:

تحکیم به معنای کوبیدن و متراکم کردن بستر راه است. خاکها اصولاً مصالح تراکم پذیری هستند و در اثر بار گذاری از حجم آنها کاسته می شود. علت این کاهش حجم، وجود فضائی است که توسط هوا در بین ذرات جامد خاک اشغال می شود. هر گاه روسازی راهی بر روی بستری ساخته شود این خاک در اثر آمد و شد وسایل نقلیه متراکم شده و موجب نشست و خرابی روسازی می شود. برای اجتناب از این گونه خرابی ها باید خاک بستر روسازی کوبیده شود و متراکم گردد.کوبیدن و متراکم کردن خاک ها توسط غلتک زدن انجام می شود. برای تعیین میزان تراکم خاک، قبل و بعد از کوبیده شدن باید وزن مخصوص خشک آن را اندازه گیری کرد و با حداکثر وزن مخصوص خشک آزمایشگاهی آن مقایسه نمود.

طبق تعریف درصد تراکم یک خاک نسبت وزن مخصوص خشک خاک به حداکثر وزن مخصوص خشک آزمایشگاهی همان خاک است.

حداکثر وزن مخصوص آزمایشگاهی یک خاک بستگی به:

جنس خاک ، میزان رطوبت و روش آزمایشگاهی تراکم دارد، جنس خاک یکی از عواملی مهمی است که بر روی حداکثر وزن مخصوص خشک خاک تاثیر دارد. خاک های درشت دانه معمولاً دارای حد اکثر وزن مخصوص بیشتری نسبت به خاک های ریز دانه هستند.

متداول ترین روشهای آزمایش تراکم، آشتو ، آشتو استاندارد و آشتو اصلاح شده است. آیین نامه فنی مقادیر حداقلی را برای لایه های خاکریز راه ها مشخص می کند.

مقادیر حداقل درصد تراکم معمولاً تابعی از نوع راه، جنس خاک، میزان ترافیک وسایل نقلیه سنگین و فاصله هر لایه از سطح بستر روسازی است. معمولاً برای خاک های درشت دانه که کوبیدن و متراکم کردن آنها ساده تر از خاک های ریز دانه است، مقدار حداقل درصد تراکم

بیشتری تقاضا می شود. هر اندازه اهمیت و میزان ترافیک وسایل نقلیه سنگین در راهی بیشتر باشد حداقل درصد تراکم خاک نیز باید بیشتر باشد.

هر اندازه فاصله یک لایه خاکریز از سطح بستر روسازی راه کمتر باشد باید آن لایه بهتر کوبیده و متراکم تر شده باشد. از این نظر حداقل درصد تراکم لایه های فوقانی یک خاکریز باید از لایه های تحتانی آن بیشتر باشد. چون ضخامت لایه های خاکی که توسط غلتک های مختلف می تواند کوبیده شوند محدود است، لذا درآیین نامه های فنی حداکثر ضخامت لایه های خاکریز محدود می شود، اگر ضخامت کل لایه های خاکی که باید کوبیده شود بیش از ضخامت مجاز باشد باید خاک در دو یا چند لایه کوبیده شود.

ردیف	نوع راه	حداکثر ضخامت لایه (سانتی متر)
۱	راه اصلی	۱۵
۲	راه فرعی	۲۵
۳	راه روستایی	۳۰

غلتک ها و موارد استفاده آنها:

از غلتک ها برای کوبیدن و متراکم کردن خاک ها استفاده می شود، غلتک ها دارای انواع مختلف بوده و معمولاً بر حسب نوع، وزن و فشار تماس شان مشخص می شوند، غلتک ها را می توان بر حسب نحوه کوبیدن خاک به چند دسته تقسیم کرد که عبارتند از: غلتک های چرخ فولادی، غلتک های چرخ لاستیکی ، غلتک های پاچه بزی و غلتک های لرزاننده.

فصل دوم– تثبیت خاک:

تثبیت خاک در راهسازی به منظور بهبود کیفیت مصالح بکار می رود تا مصالحی با مشخصات مناسب برای بکار بردن در لایه های روسازی بدست آید. از مصالح تثبیت شده برای ایجاد خاکریز ها، لایه های اساس، زیر اساس و خاک بستر روسازی می توان استفاده کرد. تثبیت خاک معمولاً به منظور های زیر انجام می شود:

۱. اصلاح خاک های نرم و کم مقاومت
۲. بهبود مشخصات فنی خاک ها و مصالح سنگی.
۳. ایجاد لایه های اساس و زیر اساس با قابلیت باربری نسبتاً بالا.
۴. بازسازی روسازی های فرسوده با استفاده از مصالح موجود.
۵. کاهش گرد و خاک و یا کاهش رطوبت.

تثبیت خاک توسط قیر، سیمان و آهک:

برای تثبیت خاک از مواد تثبیت کننده نظیر سیمان ،آهک و قیر استفاده می شود. انتخاب نوع ماده تثبیت کننده به عوامل زیادی از قبیل:

۱ - جنس خاک ۲- شرایط جوی منطقه ۳- میزان آمد و شد (ترافیک) ۴- هدف از انجام تثبیت خاک ۵- هزینه عملیات بستگی دارد.

مقدار ماده تثبیت کننده در مورد لزوم به کمک آزمایشات مقاومت و دوام تعیین می شود. سیمان یکی از مواردی است که از آن برای تثبیت خاک ها و مصالح سنگی استفاده می شود، معمولاً هر نوع خاکی نظیر شن و ماسه ، خاکهای ماسه ای، خاک های لای دار و خاک های رسی

با حد روانی کم را را می توان با سیمان تثبیت کرد، ولی خاک های آلی به هیچ وجه مناسب برای تثبیت با سیمان نیستند.

آهک ماده دیگری است که از آن برای تثبیت خاک ها استفاده می شود. به کار بردن آهک برای تثبیت خاک های شنی رسی دار سبب افزایش مقاومت خاک ها می شود. ایرانیان از قدیم آهک را می شناختند و از آن برای تثبیت خاک و بالا بردن مقاومت خاک استفاده می کردند، اضافه کردن مواد تثبیت کننده نظیر سیمان و یا آهک به خاک سبب کاهش خواص خمیری خاک می شود، از این نظر در مواردی که مصالح شنی از نظر دانه بندی مناسب برای لایه های اساس و زیراساس بوده ولی به علت حد روانی یا دامنه خمیری زیاد نتوان از آن استفاده کرد می توان با افزودن کمی سیمان یا آهک از خواص خمیری مصالح کاست و از آنها برای ساختن لایه های اساس و زیراساس استفاده کرد.

ماده دیگر تثبیت کننده خاک قیر است که از آن برای تثبیت خاک هایی که مقدار ریز دانه آنها خیلی زیاد نبوده و خواص خمیری آنها نیز کم باشد می توان استفاده کرد.

تثبیت خاک با آهک:

برخی خاک ها به علت مشخصات فنی نامطلوب از نوع خاک های نامرغوب محسوب شده و مشکلات زیادی از نظر فنی و اقتصادی در راهسازی ایجاد می کند، در این موارد اغلب یا اقدام به تغییر مسیر راه و یا تعویض خاک می شود، هرگاه بنا به عللی امکان تغییر مسیر راه و یا تعویض خاک نباشد باید روش تثبیت خاک مورد بررسی قرار گیرد.

سالهاست که از انواع مواد آهکی با درجات خلوص مختلف برای تثبیت خاک استفاده شده است. تثبیت خاک با آهک سبب بهبود کیفیت و مشخصات فنی خاک ها و تسریع در انجام عملیات راهسازی می شود. خاک تثبیت شده با آهک در برابر عوامل جوی (رطوبت و یخ بندان) بهتر از خاک تثبیت نشده مقاومت کرده و قابلیت باربری بیشتری دارد. تثبیت خاک با آهک با

استفاده از وسایل و ماشین آلات متداول راهسازی امکان پذیر است. در راهسازی از خاک و مصالح سنگی تثبیت شده با آهک برای ایجاد خاکریزها، لایه های اساس و زیراساس و خاک بستر روسازی راه، راه آهن و فرودگاه استفاده شده که نتایج خوبی داشته است.

میزان آهک مصرفی به عوامل متعددی از قبیل:

۱- جنس خاک ۲- جنس آهک ۳- نحوه استفاده از مصالح ۴- شرایط جوی ۵- هدف از تثبیت خاک ۶- هزینه انجام عملیات بستگی دارد و معمولاً مقدار آن بین ۵/. ٪ تا ۸٪ وزن خشک خاک متغییر است.

تثبیت خاک با سیمان:

مشخصات فنی خاک های تثبیت شده با سیمان بستگی به:

جنس خاک، مقدار سیمان، وزن مخصوص خاک تثبیت و کوبیده شده ،کیفیت اختلاط سیمان و خاک و شرایط عمل آوری مخلوط و زمان دارد.

مقاومت خاک های تثبیت شده با سیمان نظیر بتن سیمانی به مرور زمان افزایش می یابد، این افزایش مقاومت در روزهای اول با سرعت بیشتری انجام گرفته و سپس با گذشت زمان از سرعت زیاد شدن مقاومت خاک تثبیت شده کاسته می شود.

اساس تثبیت شده با سیمان:

مصالح شنی با کیفیت نسبتاً خوب را می توان با سیمان تثبیت کرد و از آن برای ایجاد لایه های اساس با قابلیت باربری زیاد استفاده کرد. لایه های اساس سیمانی برای روسازی های بتنی و آسفالتی استفاده می شود. مقاومت مصالح اساس سیمانی بستگی به:

۱- جنس و دانه بندی مصالح سنگی ۲- درصد سیمان ۳- کیفیت اختلاط ۴- شرایط عمل آوری مخلوط ۵- میزان تراکم ۶- زمان دارد. از مهم ترین عواملی که بر روی مقاومت اساس سیمانی تاثیر دارد میزان کانی های رسی است.

تثبیت خاک با قیر:

تثبیت خاک با قیر معمولاً مناسب برای خاک های درشت دانه است، خاک های ریزدانه ی خمیری از آن جهت که اندود کردن دانه های ریز قیر دشوار است، معمولاً با آهک تثبیت می شوند. برای تثبیت خاک با قیر بیشتر از قیرهای مایع استفاده می شود. تثبیت خاک های ریز دانه با قیر سبب کاهش خاصیت آب مکندگی خاک می شود(کاهش خاصیت مکندگی آب توسط خاک).

اجراء تثبیت خاک با قیر:

برای آنکه نتیجه خوبی از تثبیت خاک های ریز دانه با قیر گرفته شود، خاک ها باید کاملاً خرد شده و از حالت کلوخه خارج شود، اضافه کردن مقدار کمی خاک به آب معمولاً باعث می شود که هم ذرات خاک بهتر با قیر اندود شود و هم مصالح پس از کوبیده شدن متراکم گردد. مخلوط آماده شده باید با دقت فراوان کوبیده شود، زیرا خاک های تثبیت شده با قیر بر خلاف مصالح تثبیت شده با سیمان و یا آهک که افزایش مقاومت براساس واکنش های پوزلانی و به وجود آمدن مواد سیمانی است به علت اندود شدن دانه های خاک با قیر و چسبیدن آنها به یکدیگر استوار است، از این جهت هر اندازه که مخلوط خاک با قیر متراکم تر شود استقامت و باربری آن نیز بیشتر خواهد بود.

آشنایی با لایه های اساس و زیراساس:

هر اندازه مقاومت خاک بستر روسازی کمتر و یا وزن تعداد وسایل نقلیه ای که از راه عبور خواهد کرد بیشتر باشد، باید تعداد و ضخامت لایه های زیر اساس و اساس بیشتر بوده و کیفیت آنها نیز بهتر باشد. روسازی راه ها معمولاً از لایه های زیر اساس و اساس تشکیل می شود(جدا از لایه های آسفالت) که هر یک از این لایه ها انواع مختلفی دارند. لایه های زیراساس و اساس از مصالح سنگی بدون مواد چسبنده تشکیل می شود. این مصالح معمولاً یا به صورت شن و ماسه طبیعی از بستر رودخانه ها و یا معادن شن و ماسه بدست می آید و یا از شکستن سنگ در کارخانه جات سنگ شکن تهییه می شود. مصالح شکسته شده دارای مقاومت و قدرت باربری بیشتری نسبت به مصالح شکسته شده هستند. حدود اندازه دانه بندی این مصالح برای زیر اساس سنگ های بین ۰ تا ۵ سانتی متر و برای اساس، سنگهای بین ۰ تا ۴ سانتی متر است.

لایه زیراساس:

معمولاً اولین قشری هست که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می گیرد. عملکرد زیراساس، تعدیل فشارهای وارده از قشرهای بالای روسازی در انتقال به بستر راه است، به طوری که تنش های ایجاد شده سبب نشست و یا تغییر شکل غیر مجاز بستر نشود. با تغییر ضخامت زیراساس می توان فشارهای وارد شده بر بستر روسازی راه را تنظیم کرد.

قشر زیر اساس باید بتواند آب های سطحی و یا آب های نفوذی شانه راه و یا آب های تراوشی را به نهرهای خارج جسم راه هدایت کند. استفاده از مصالح زیراساس موجب تقلیل ضخامت روسازی و صرفه جویی در لایه های اساس و لایه های آسفالتی که گران تر و مرغوب تر هستند می شود.

انواع زیر اساس:

با در نظر گرفتن شرایط جوی، نوع زمین طبیعی، مصالح موجود در محل، میزان ترافیک و وضع اقتصادی می توان یکی از انواع زیر اساس زیر را انتخاب نمود:

۱. زیر اساس با شن و ماسه رودخانه ای
۲. زیراساس از سنگ شکسته کوهی
۳. زیراساس تثبیت شده (آهک، سیمان، قیر)

در صورتی که شن و ماسه و یا سنگ کوهی در محل انجام پروژه طبق مشخصات فنی داده شده به سهولت قابل تهیه باشد زیراساس شنی و یا سنگی انتخاب می گردد. در بعضی موارد به دلیل عدم وجود معادن شن و ماسه و یا سنگ کوهی و یا بعد مسافت از محل تا پای کار مشکلاتی از نظر اقتصادی و فنی برای تهیه مصالح زیراساس شنی و یا سنگی ایجاد می گردد. در این موارد می توان از مصالح موجود در محل که مصرف آن به عنوان قشر زیراساس به تنهایی مناسب نمی باشد و مخلوط نمودن آن با درصدی از مواد افزودنی و تثبیت کننده مانند سیمان، آهک و یا قیر، آن را پایدار کرد.

دانه بندی مصالح زیراساس مصرفی با اندازه حداکثر ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) است، پس از انجام آزمایش های دانه بندی باید به شرح ذیل باشد:

نشانه ی خمیری (حداکثر ۶)، حد روانی (حداکثر ۲۵)، ارزش ماسه ای (حداقل ۳۰) ، درصد سایش به روش لس آنجلس (حداکثر ۵۰)

چنانچه نتایج درحد قابل قبول باشد مصالح به فواصل مساوی روی بستر روسازی آماده شده راه حمل و ریسه می شود. فراموش نشود قبل از ریسه نمودن مصالح سطح بستر روسازی باید براساس شیب های طولی و عرضی مندرج در نقشه ها تنظیم شده و ارقام نقاط مختلف آن با ارقام نظیر در نقشه ها با اختلاف حداکثر ± 2 سانتی متر مطابقت داشته باشد.

سپس با تانکرهای آب پاش روی مصالح پخش شده آب پاشی می شود، آب پاشی طوری باید انجام شودکه تمام دانه های مصالح به طور یکنواخت مرطوب گردد. توقف آب پاشی به هنگام آب پاشی روی لایه زیراساس مجاز نمی باشد. حداکثر ضخامت کوبیده شده زیراساس ۲۰ سانتیمتر است. در صورتی که ضخامت کل زیراساس از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نماید، مصالح در دو یا چند لایه پخش می شود.کوبیدن قشر زیراساس از طرفین محور راه با استفاده از غلتک های چرخ فولادی و یا غلتک های چرخ لاستیکی به وزن حدود ۱۲ تن شروع می شود. وزن غلتک باید طوری باشد که سنگدانه ها زیر چرخ غلتک شکسته نشود.

عملیات غلتک زنی و کوبیدن قشر زیر اساس در قوس هایی که دارای شیب یک طرفه (دِوِر) می باشد از داخل قوس شروع شده و به طرف خارج قوس ادامه می یابد. در صورتی که تراکم نسبی بدست آمده پس از کوبیدن غلتک کمتر از حد مجاز باشد، لایه کوبیده شده باید شخم زده و در صورت لزوم آب پاشی و سپس با غلتک زنی مجدد عملیات تراکم آنقدر ادامه یابد تا تراکم نسبی مشخصه (مورد نیاز) تامین شود.

شیب های طولی و عرضی باید با نقشه ها مطابقت داشته باشد، ناهمواری های سطح تمام شده قشر زیر اساس با استفاده از شمشه کنترل می گردد، در صورتی که شمشه ۴ متری در جهات مختلف بر روی سطح زیراساس قرار گیرد، ناهمواری های آن نباید از ۱/۵ سانتیمتر تجاوز نماید، پس از حصول اطمینان از کنترل های به عمل آمده روی آن با مصالح قشر بعدی پوشیده می شود، در غیر این صورت باید از عبور و مرور ترافیک و ماشین آلات راهسازی از روی آن جلوگیری نمود.

آزمایش های کنترل کیفیت:

۱) به ازای هر ۵۰ متر از طول راه یک آزمایش تعیین وزن مخصوص انجام می شود و در صورتی که عرض راه زیاد باشد، یک آزمایش برای هر ۱۰۰ متر مکعب مصالح به عمل می آید. ضخامت لایه زیراساس در هر آزمایش اندازه گیری و گزارش می شود.
۲) آزمایش تراکم آزمایشگاهی به ازای هر ۵۰۰ متر مکعب مصالح یک بار صورت می گیرد و در صورتی که جنس مصالح تغییر کند آزمایش بیشتری به عمل می آید.
۳) از مصالحی که روی راه پخش می شود از هر ۱۰۰ متر مکعب ۱ بار آزمایش دانه بندی، حد روانی، دامنه خمیری و ارزش ماسه ای انجام می شود.

آشنایی با لایه اساس:

قشر اساس دومین قشر روسازی راه است و عملکرد آن تعدیل بارهای وارده از قشرهای بالاتر روسازی در انتقال به قشر زیراساس است ، به طوری که تنش های مجاز وارده سبب نشست و یا تغییر شکل غیر مجاز آنها نشود. قشر اساس دارای خاصیت نفوذپذیری بیشتری نسبت به قشر زیراساس می باشد.

انواع اساس:

با توجه به نوع زمین و شرایط جوی و مصالح موجود در محل و میزان بار وارده و تعداد آمدوشد و همچنین وضع اقتصادی از انواع اساس زیر می توان استفاده نمود:

۱. اساس شن وماسه شکسته شده
۲. اساس سنگ کوهی شکسته
۳. اساس قیری

قبل از آنکه مصالح تهیه شده به پای کار حمل شود و مورد مصرف قرار گیرد باید حداقل ۲۵ کیلوگرم از مصالح برداشته شود و مورد آزمایش های دانه بندی، نشانه خمیری (حداکثر ۴)، حدروانی (حداکثر ۲۵)، ارزش ماسه ای پس از کوبیدن(حداقل ۴۰)، درصد سایش به روش لس آنجلس (حداکثر ۴۵)، درصد شکستگی در دو جبهه (حداقل ۷۵) و درصد ضریب تورق مصالح (حداکثر ۳۵) قرار گیرد، نتایج آزمایشات باید در حد مشخصات ذکر شده باشد.

مصالحی که مطابق با مشخصات تهیه گردیده است باید به صورت یک مخلوط همگن و در فواصل مساوی و یکنواخت به روی سطح آماده شده زیراساس یا بستر روسازی راه حمل، تخلیه و پخش گردد. از تفکیک سنگ دانه های درشت و ریز مصالح زیراساس باید جلوگیری گردد. مصالح باید به صورتی پخش گردد که پس از کوبیدن احتیاج به کسر و یا اضافه کردن نداشته باشد، ضخامت هر قشر زیراساس کوبیده شده می تواند بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر انتخاب شود و در هیچ حالتی از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نکند. پخش و آب پاشی و تراکم و کنترل قشر اساس عیناً نظیر قشر زیر اساس انجام می شود. عملیات کوبیدن از کناره های راه شروع شده و به استثنا قوس ها که غلتک زنی باید از داخل قوس و پایین ترین رقوم راه شروع شود و به بلند ترین آن در خارج قوس ختم شود.

آزمایش های کنترل کیفیت برای لایه اساس:

از مصالح تهیه شده در پای کار نمونه برداری شده و آزمایش های مربوطه انجام می شود تا در صورتی که مصالح طبق مشخصات نباشد اصلاح گردد.

الف) از مصالحی که روی راه حمل شده از هر ۵۰۰ مترمکعب یکبار آزمایش های دانه بندی، درصد شکستگی، حد روانی، دامنه خمیری و ارزش ماسه ای به عمل آید.

ب) آزمایش های تعیین وزن مخصوص محلی در هر ۵۰ متر طول راه به ترتیب در وسط، چپ و راست انجام می شود و در صورتی که عرض راه زیادتر باشد (آزاد راه و بزرگراه) آزمایش به ازای هر ۷۵ مترمکعب مصالح به عمل می آید. ضخامت لایه اساس در هر مورد که آزمایش وزن مخصوص انجام می شود اندازه گیری شده و در برگه آزمایش ارائه می گردد.

ج) آزمایش تراکم آزمایشگاهی باید در هر ۵۰ متر طول را یکبار انجام شود و در صورت لزوم، آزمایش بیشتری به عمل آید.

مصالح سنگی که برای ساختن لایه های زیر اساس و اساس به کار می روند باید مشخصات ویژه ای داشته باشند. این مشخصات عبارتند از:

دانه بندی ، سختی ، دوام ، خواص خمیری ، تمیزی ، شکل دانه ها و نفوذپذیری.

۱ – دانه بندی:

دانه بندی مصالح سنگی یکی از نکاتی است که بر روی مقاومت و باربری آنها تأثیر دارد. باید بدانیم بخشی از مصالح شنی که از الک شماره ۲۰۰ (قطر این الک ۰/۰۷۵ میلی متر است) رد می شوند، قسمت ریزدانه و آنچه روی الک باقی می ماند قسمت درشت دانه مصالح نامیده می شود.

مصالح شنی و سنگی چون دارای مواد چسبنده (قیر) نیستند، لذا نوع دانه بندی آنها به خصوص درصد مواد ریزدانه، شکل دانه های درشت، خصوصیات خمیری و میزان تراکم نقش مهمی را در تأمین مقاومت این نوع مصالح ایفا می کنند.

۲ – شکستگی:

مصالح سنگی شکسته شده استقامت و قدرت باربری بیشتری نسبت به مصالح رودخانه ای با همان دانه بندی دارند. علت این امر آن است که دانه های سنگی شکسته شده دارای گوشه های تیز و سطحی ناصاف بوده و از این نظر دانه های این نوع مصالح بهتر در یکدیگر قفل و بست شده و دارای زاویه اصطکاک داخلی بیشتری نسبت به مصالح با دانه های گرد گوشه هستند.

در مواردی که دسترسی به مصالح شکسته شده نباشد می توان از مصالح سنگی رودخانه ای شکسته شده استفاده کرد. هر اندازه دانه های مصالح سنگی رودخانه ای بیشتری شکسته شوند به همان اندازه مقاومت و قدرت باربری آنها بیشتر خواهد بود. مصالح سنگی شکسته شده همواره گران تر از غیر شکسته ها هستند و از این نظر قبل از استفاده از مصالح شکسته شده باید به جنبه های اقتصادی آن توجه کرد. میزان شکستگی مصالح سنگی با انجام آزمایش تعیین درصد شکستگی به دست می آید. درصد شکستگی دانه ها از تقسیم وزن دانه هایی که یک وجه شکسته دارند به کل وزن دانه ها بدست می آید.

۳ – خصوصیات خمیری:

خصوصیات خمیری بخش ریزدانه مصالح سنگی اثر قابل ملاحظه ای در مقاومت مصالح دارد. خصوصیات خمیری بخش ریزدانه مصالح سنگی با انجام آزمایش حدود اثر برگ تعیین می شود. هر اندازه مصالحی خمیری تر باشد حد روانی و دامنه خمیری آن بیشتر است. برای یک درصد ریزدانه معین هر اندازه دامنه خمیری مصالح بیشتر باشد، مقاومت برشی مصالح کمتر می شود. ضمناً هر اندازه مقدار ریزدانه مصالح بیشتر باشد، تأثیر دامنه خمیری در کاهش مقاومت برشی مصالح بیشتر است. بنابراین نباید مصالحی که در لایه های زیراساس و اساس به کار می رود بیش از حد روانی مجاز باشد.

۴ – سختی:

مصالح سنگی لایه های زیراساس و اساس باید در برابر وزن وسایل نقلیه سنگین و هم چنین غلتکها مقاومت کافی داشته و نباید در اثر نیروهای ناشی از وزن آنها شکسته و خرد شوند. سختی مصالح سنگی با انجام آزمایش سایش لس آنجلس تعیین می شود. هر اندازه سختی دانه های مصالح سنگی بیشتر باشد میزان خرد و ساییده شدن آن کمتر خواهد بود.

۵ – خرد و شکسته شدن:

مصالح سنگی لایه های روسازی ممکن است که در اثر تکرار یخبندان و ذوب یخ و یا در اثر تر و خشک شدن متوالی خرد و شکسته شوند. در ساختن لایه های روسازی از به کار بردن مصالحی که در اثر یخبندان های مکرر و یا تر و خشک شدن های متوالی ممکن است خرد و شکسته شوند باید اجتناب کرد. یک نمونه ی بد مصالح سنگی که در روسازی ها نباید به هیچ وجه از آن استفاده کرد سنگ رسی است که به سهولت پس از جذب آب و برودت زیر صفر سبب یخ زدن آب جذب شده می گردد و خرد شده و شکسته می شود.

۶ – تمیزی:

مصالح سنگی که برای لایه های زیراساس و اساس به کار می روند باید تمیز و عاری از هر گونه مواد خارجی و مضر از قبیل مواد آلی، سنگهای نرم و کم دوام باشند. برای تعیین تمیزی مصالح سنگی از آزمایش هم ارز ماسه ای (SE) استفاده می شود. در این آزمایش مقدار نسبی خاک رس

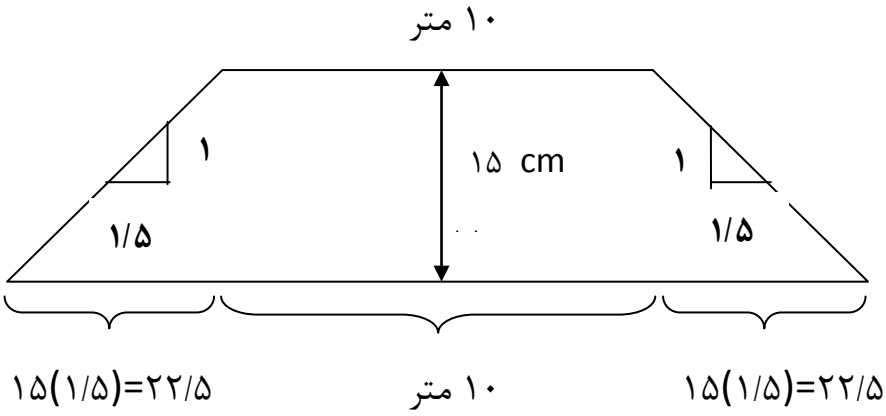
و مواد ریزدانه مصالح تعیین می شود. هر اندازه مصالح سنگی تمیزتر بوده و مقدار مواد رسی و ریزدانه آن کمتر باشد مقدار هم ارزماسه ای مصالح بیشتر خواهد بود.

۷ – نفوذپذیری:

چون وجود درزها و ترک ها در لایه های بالای آسفالتی اجتناب ناپذیر است، لذا در مناطقی که میزان بارندگی آنها زیاد است، باید لایه اساس، نفوذپذیری کافی داشته باشد تا این لایه بتواند آبهایی را که در روسازی نفوذ می کنند زهکشی کرده و آن را به جویبارها و یا زمین های پست مجاور راه هدایت کند.

به علت محدود بودن عرض روسازی راه ها، لایه زهکشی معمولاً تا زیر شانه های راه ادامه می یابد و منتهی به جویبارهای دو طرف راه و یا به قسمت پست و گود اطراف راه می شود. در مواردی که از لایه اساس به عنوان لایه زهکشی روسازی استفاده شود، باید توجه شود که مصالح این لایه نفوذپذیری کافی داشته باشد تا آبهای نفوذی زهکشی شود. نفوذپذیری مصالح سنگی به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم ترین این عوامل جنس، دانه بندی، اندازه درشت ترین دانه و میزان تراکم مصالح است.

کیفیت محاسبه حجم لایه اساس:



فرض می کنیم عرض روی لایه اساس در یک پروژه راهسازی ۱۰ متر و ضخامت لایه اساس ۱۵ سانتی متر و شیب جانبی لایه اساس (۱ قائم به ۱/۵ افقی) باشد، در این صورت می توانیم قاعده پایین را محاسبه کرده و سپس با بدست آوردن مساحت قاعده و ضرب آن در طول راه، حجم لایه اساس را بدست آوریم.

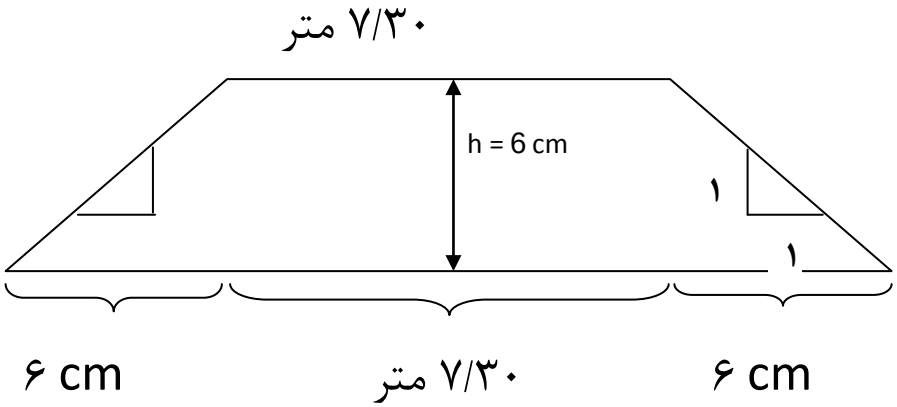
قاعده پایین ذوزنقه:

$$۱۰+۲(۰/۲۲۵)=۱۰/۴۵\ cm$$

محاسبه حجم لایه اساس:

$$V=((۱۰/۴۵+۱۰)/۲)(۰/۱۵)(L)$$

کیفیت محاسبه حجم لایه آسفالتی:



فرض می کنیم عرض روی لایه آسفالت (بیندر) ۷/۳۰ متر، ضخامت لایه آسفالت ۶ سانتی متر و شیب جانبی لایه های آسفالت (۱ افقی به ۱ قائم) باشد. به این ترتیب با بدست آوردن مساحت ذوزنقه می توانیم حجم لایه آسفالتی را بدست آوریم.

قاعده پایین ذوزنقه:

$۷/۳۰+۲(۰/۰۶)=۷/۴۲$ cm

حجم لایه آسفالت:

$V=((۷/۳۰+۷/۴۲)/۲)(۰/۰۶)(L)$

قیرهای مصرفی در راهسازی:

انواع قیرهای مصرفی در راهسازی عبارتند از:

قیرهای خالص – قیرهای دمیده – قیرهای محلول – امولسیون های قیر.

۱ – قیرهای خالص:

قیرهایی که مستقیماً در برج تقطیر پالایشگاه به دست می آید و یا مختصری در جریان فرآیند هوادهی قرار می گیرد قیرهای خالص نامیده می شود. قیرهای خالص در اثر فشار و حرارت به صورت مایع غلیظ و آبگون تغییر شکل می دهند و در حرارت کم حالت لاستیکی و فنری دارند.

۲ – قیرهای دمیده:

قیرهای دمیده مصرف زیادی در راهسازی ندارند. این قیرها برای پر کردن ترک های روسازی بتنی و پر کردن درزهای رویه های بتنی استفاده می شوند.

۳ – قیرهای محلول:

قیرهای محلول یا قیرهای پس برگشته از حل کردن قیرهای خالص در حلال ها و یا روغن های نفتی به دست می آید. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول ایران از ۱۰ تا ۵۰ درصد تغییر می کند. قیرهای محلول در راهسازی برای اندودهای سطحی، نفوذی، آسفالت سطحی، آسفالت سرد کارخانه ای و یا آسفالت مخلوط در محل مصرف می شوند. قیرهای محلول بر حسب سرعت گیرش و نوع حلال به سه گروه زیر تقسیم می شود:

قیرهای زودگیر – قیرهای کندگیر – قیرهای دیرگیر.

الف) قیرهای زودگیر:

اگر از بنزین برای حل کردن قیر خالص استفاده شود قیر محلول را زودگیر گویند، زیرا حلال موجود در قیر در مدت کمی بعد از مصرف قیر محلول زود تبخیر شده و قیر اصلی بر جای می ماند. قیرهای زودگیر بر حسب کند روانی در چهار نوع RC–۷۰ ، RC–۲۵۰ ، RC–۸۰۰ ، RC–۳۰۰۰ درجه بندی شده که اعداد پسوند معرف کند روانی بر حسب سانتی استکس می باشند.

ب) قیرهای کندگیر:

از حل کردن قیر خالص در موادی که خصوصیاتی در حد نفت سفید دارند تهیه می شوند که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی تر است. قیرهای کندگیر شامل MC–۳۰ ، MC–۷۰ ، MC–۲۵۰ ، MC–۳۰۰۰ می باشند.

ج) قیرهای دیرگیر:

قیرهای محلول دیرگیر را علاوه بر حل کردن قیر خالص در روغن ها و حلال های دیرگیر نفتی مانند گازوئیل یا نفت سیاه می توان مانند قیرهای خالص مستقیماً از تقطیر نفت خام بدست آورد. در حالت اخیر قیرهای دیرگیر را روغن راه می دانند. در این نوع از قیرها در شرایط پالایش نفت خام هنوز اجزایی از نفت خام که خواص روغنی دارند از آن جدا نشده است.

۴ – امولسیون های قیر:

از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده ی قیرآبه ساز امولسیون قیر بدست می آید. در این مخلوط قیر با ابعاد ۱ تا ۱۰ میکرون در آب شناور است. آب فاز پیوسته و قیر فاز معلق ناپیوسته

ی این مخلوط را تشکیل می دهند. امولسیون ها، موجب بار الکتریکی مثبت یا منفی در سطح دانه های قیر می شود. نیروی دافعه ی ناشی از این بار مانع به هم پیوستن ذرات قیر در امولسیون می شود. مقدار قیر بر امولسیون ها از ۵۵ تا ۶۵ درصد، میزان آب از ۳۵ تا ۴۵ درصد و امولسیون ساز ها حداکثر نیم درصد وزنی امولسیون را تشکیل می دهند.

نکات کاربردی در انتخاب قیر:

در شرایط هوای سرد، قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰ و MC-۷۰ استفاده می شود. در شرایط هوایی معتدل و گرم هر یک از قیرهای MC-۳۰ ، MC-۷۰ و MC-۲۵۰ مناسب است.

در صورتیکه بافت سطح شنی راه متراکم، پیوسته و ریزدانه باشد بهتر است از قیرهایی که کند روانی کم مانند MC-۳۰ و MC-۷۰ و در صورتیکه بافت سطح شنی راه درشت دانه و باز باشد علاوه بر قیرهای فوق می توان از قیرهای با کند روانی بیشتر مانند MC-۲۵۰ استفاده کرد.

در محیط هایی که برای گیرش و عمل آمدن و جذب قیر به سطح شنی راه فرصت کافی وجود داشته باشد (بیش از ۲۴ ساعت) استفاده از قیرهایی با کند روانی بیشتر از قیر MC-۲۵۰ مناسب نیست.

انواع اندودها:

اندود نفوذی (Primecoat) – اندود سطحی (Tackcoat)

۱ – اندود نفوذی (Primecoat) :

اندود نفوذی به منظور آماده کردن سطح شنی راه جهت پخش لایه های آسفالتی اعم از آسفالت سطحی سرد یا آسفالت گرم انجام می شود. این اندود علاوه بر کمک به آبندی کردن جسم راه و چسباندن سنگدانه ها به یکدیگر و نفوذ در خلل و فرج سطح قیر پاشی شده موجب چسبندگی لایه آسفالت به سطح راه می شود.

۲ – اندود سطحی (Tackcoat) :

اندود سطحی جهت آغشته کردن سطح آسفالتی یا بتنی موجود و ایجاد چسبندگی با لایه آسفالتی که روی آن پخش می گردد اجرا می شود. اندود سطحی برای چسبندگی بین دو لایه آسفالتی که متعاقباً اجرا می شود الزامی است و کلیه قسمتهایی که اندود سطحی می شوند حتی الامکان در همان روز باید با قشر آسفالتی پوشیده شوند. فقط با موافقت کتبی دستگاه نظارت می توان از اجرای اندود سطحی خودداری کرد.

لایه بیندر:

این لایه معمولاًبین لایه توپکا و اساس قرار می گیرد. دانه بندی آن درشت تر از توپکا و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر قطر سنگدانه های آن از ۱۹ تا ۳۷.۵ میلی متر می باشد.

لایه توپکا:

لایه توپکا آخرین لایه آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای وارده از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می گیرد. آسفالت توپکا طوری طراحی و اجرا می گردد که تحمل بارهای وارده را داشته و در مقابل اثرات مخرب آب یخبندان و تغییرات درجه حرارت مقاومت کرده و دوام آورد.

قشر توپکا(رویه) معمولاً نسبت به لایه بنیدر(آستر) و لایه اساس دارای دانه بندی ریزتر و در نتیجه قیر بیشتر می باشد. حداکثر اندازه سنگدانه ها در این لایه بین ۹.۵ تا ۱۹.۵ میلی متر می باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز انتخاب می شود. برای افزایش مقاومت در مقابل لغزندگی و هدایت آب های سطحی به منظور جلوگیری از ایستابی(گیر کردن آب در گوشه مسیر) می توان از یک لایه آسفالت توپکا متخلخل با دانه بندی باز استفاده کرد. ضخامت این لایه حداقل ۲ سانتی متر است که جزء سیستم روسازی منظور نمی شود و نمی توان از آن به عنوان لایه جایگزین توپکا استفاده کرد.

در صورت اجرای توپکای متخلخل لازم است لایه ای که بلافاصله زیر آن قرار می گیرد عملاً نفوذناپذیر باشد.

آسفالت سطحی:

آسفالت سطحی یک لایه نازک از رویه آسفالتی و یا از لایه های آسفالتی است که معمولاً برای راه های اصلی و فرعی که میزان ترافیک آنها زیاد نباشد (کمتر از ۳۰۰ وسیله نقلیه سنگین در روز) به کار می رود. ضخامت لایه آسفالت سطحی معمولاً کم است و در نتیجه کمک چندانی به افزایش ظرفیت باربری سیستم روسازی نمی کند. بنابراین باید بر روی سطح آماده شده راهی

که دارای قابلیت باربری کافی است ساخته شود. لایه آسفالت سطحی ممکن است در یک لایه و یا بیشتر ساخته شود. آسفالت های سطحی با ضخامت کم به منظور محافظت لایه های روسازی در برابر عوامل جوی و بارهای وارد و همچنین به منظور جلوگیری از گرد و غبار ناشی از حرکت وسایل نقلیه به کار می رود. آسفالت های سطحی چند لایه ای در صورتیکه ضخامت کل لایه آسفالت سطحی قابل توجه باشد علاوه بر دارا بودن مزایای آسفالت های سطحی نازک می تواند به افزایش باربری سیستم روسازی نیز بیفزاید.