بهسازی راه

زیرسازی _ روسازی

ویژه کارکنان دولت و شهرداری ها

تهیه و تنظیم : مهندس محمدجعفر پورمختار

برگرفته از کتاب : ترمیم ساختمان ،نویسنده محمدجعفر پورمختار،انتشارات فیروز تهران 1390

و سایر جزوات آموزشی نویسنده

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

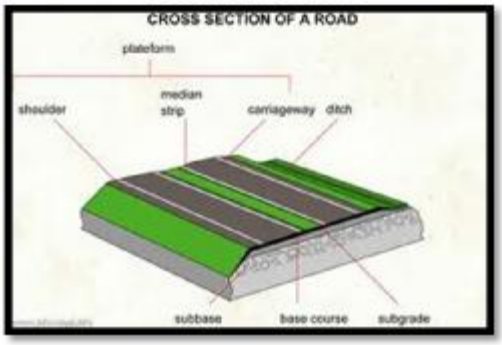
فصل اول

روش های اجرای زیرسازی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بخش اول

یاد آوری کوتاه از مطالعه راه در مرحله دوم



پس از قبول مسیر پیشنهادی در فاز یک از طرف کارفرما مطالعات مرحله دوم شروع می‌شود ، کارهایی که در این مرحله باید انجام گیرد بدین شرح است :

1- ترسیم پلان دقیق مسیر روی نقشه های توپوگرافی با مقیاس 1/2000
2- پیاده کردن مسیر روی زمین (میخ‌کوبی مسیر) و نصب علائم ثابت نقشه برداری لازم برای اجرای کار .
3- تهیه نقشه‌های اجرایی کار شامل : نیمرخ طولی ، نیمرخهای عرضی ، تیپ نیمرخ عرضی اصلی ، نقشه های تیپ پل‌های کوچک ، نقشه های اجرایی پل‌های بزرگ و غیره .
4- تهیه مشخصات فنی خصوصی عملیات راهسازی در محور مورد مطالعه .
5- محاسبه احجام و مقادیر کلیه عملیات مورد لزوم تا اتمام کار .
6- برآورد مالی کل کار بر اساس آخرین فهرست بهای مصوب .

1 – پلان راه

برای تهیه پلان دقیق مسیر، اول باید یک نقشه دقیق توپوگرافی با مقیاس 1/2000 تهیه کرد . این نقشه فقط در حوالی مسیر انتخابی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای تمام منطقه لازم نیست ، بدین جهت دستور می‌دهند یک اکیپ نقشه برداری در امتداد مسیر انتخابی فاز یک حرکت نموده و با توجه و استفاده از علائم تثبیت شده قبلی در یک نوار 200 الی 300 متری تاکومتری نمایند . تاکومتری یعنی برداشت نقاط مختلف سطح زمین بوسیله دوربین نقشه برداری (تئودولیت و یا دوربین های پیشرفته توتال) و تعیین مختصات تعداد زیادی نقاط در پستی و بلندی‌های منطقه که در نهایت با انجام یک سری عملیات ریاضی و ترسیم فنی نقشه توپوگرافی در نواری بعرض 200 الی 300 متر از اراضی که مسیر راه از آن عبور خواهد نمود تهیه خواهد شد .مقیاس این نقشه 1/2000 و اختلاف ارتفاع خطوط تراز متوالی از یکدیگر 2 متر خواهد بود . پس از آماده شدن این نقشه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در تمام طول راه ، خط محور مسیر قطعی را با رعایت تمام دستورالعمل‌های فنی و استاندارد هندسی راه ، روی آن رسم می نمایند .

بدیهی است در مناطق کوهستانی برای پیدا کردن محل بهترین خط محور مسیر از لحاظ فنی و اقتصادی همان عملیات پیش گفته شده را با دقت بیشتر انجام خواهند دادیعنی قسمت‌های مستقیم و قوس‌ها را با همان روش پیدا و نصب خواهند کرد. پس از ترسیم قسمت‌های مستقیم و قوس‌ها ، نقطه تقاطع امتداد قسمت‌های مستقیم (محل سومه‌ها) را روی نقشه با S1 و S2 وS3 و ... مشخص خواهند کرد . رسم محور مسیر و مشخص کردن محل سومه‌ها روی نقشه در دفتر فنی صورت می‌گیرد .

2-پیاده کردن مسیر :

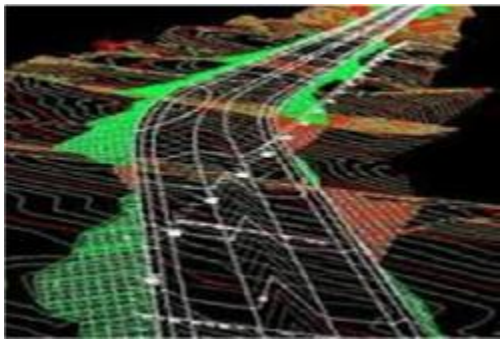
برای انتقال نقشه رسم شده به روی زمین طبیعی (پیاده کردن مسیر) باید اول محل سومه‌ها را روی زمین پیداکرد و با نصب علائم ثابت(بلوک‌های بتنی) داخل زمین محل آنها را مشخص و تثبیت نمود .

مقررات میخ کوبی :

- میخ ها معمولاً فلزی و یا چوبی هستند که باید از چوب محکم و مقاوم انتخاب و تراشیده شوند تا هرچه بیشتر در محل خود بمانند و پوسیده نشوند .
- فاصله میخ ها در زمین های صاف بی عارضه در قسمتهای مستقیم مسیر 50 متر است .
- هرکجا زمین در امتداد محور مسیر تغییر شیب داد در محل تغییر شیب باید میخ اضافی کوبیده شود .
- کلیه بریدگی‌ها ، نهرها، برجستگی‌ها در امتداد محور مسیر باید با کوبیدن میخ های نزدیک به هم مشخص شوند .
- فاصله میخ ها در قوسها به تناسب شعاع قوس تغییر می‌کند در قوس‌های به شعاع 1000 متر و بیشتر فاصله میخ ها به شرط بی عارضه بودن زمین 50 متر است بدیهی است در صورت وجود عارضه باید میخ اضافی کوبید .
- در قوسهای با شعاع کمتر از 1000 متر میخ ها باید با فاصله تقریباً 1/20 شعاع قوس کوبیده شوند البته اعداد را باید روند نمود مثلاً 40 متر ، 30 متر ، 25 متر، 20 متر، 15 متر، 10 متر . در قوسهای با شعاع کمتر از صد متر فاصله میخ ها 10 متر خواهد بود .
- در هر حال برای مشخص شدن عوارض زمین باید میخ اضافی کوبید .
- در گودترین نقطه خط القعرهایی که محور مسیر را قطع می‌کنند حتماً باید میخ کوبید .
- در سر کیلومترها حتما باید میخ کوبید .
- میخ ها باید کاملا در زمین فرو رفته و تا حدودی مخفی شوند که از کنده شدن به وسیله عابرین و فرسایش زمین به وسیله عوامل جوی مصون بمانند .
- طرف راست هر میخ یک کپه خاک یا سنگ ریخته شود تا پیدا کردن مسیر آن آسان باشد .
- کنار هر کپه یک میخ چوبی کوبیده شود و شماره میخ روی آن نوشته شود .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- چون نیمرخ طولی راه با مقیاس 1/2000 و روی کاغذهای میلیمتری رسم می‌شود برای سهولت و دقت در ترسیم خط زمین و محاسبه نقاط خط پروژه سعی شود فاصله میخها با رعایت موارد فوق طوری انتخاب شود که کیلومتر از میخ (فاصله از مبدأ) مضربی از ده باشد(چون روی کاغذ میلیمتری با مقیاس 1/2000 هر نیم سانتیمتر معادل 10 متر است) .مثلاً در زمین بدون عارضه‌ای از کیلومتر صفر چهار میخ به فاصله 50 متر کوبیده‌ایم بعد به یک نهر رسیده‌ایم میخهای شماره 5 و 6 و 7 و 8 را در لبه‌ها و کف نهر می‌زنیم .
-

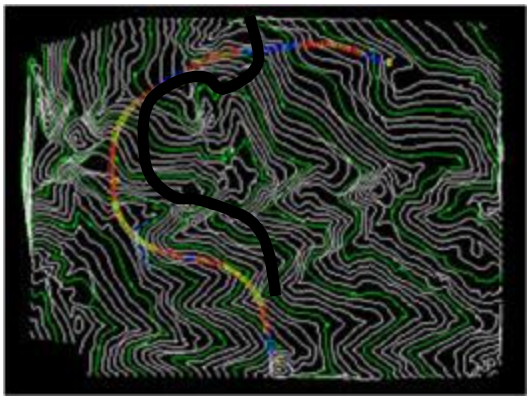


با توجه به اینکه از تاریخ میخ کوبی مسیر تا زمانی که راهسازی شروع میشود معمولاً مدتی بطول می‌انجامد که در بعضی موارد این زمان تا چند سال طول می‌کشد و در این زمان اغلب میخ های چوبی در اثر عوامل جوی یا عوامل دیگر از بین می‌روند و در موقع راهسازی که باید میخکوبی مسیر تجدید و احیا شود از روی سومه‌ها و دیرکسیون‌ها می‌توان بقیه میخ ها را کوبید از این جهت سومه‌ها و دیرکسیون ها از اهمیت خاصی برخوردارند و باید در حفظ آنها کوشید و بدین جهت است که آنها را از بلوک بتنی انتخاب و در داخل زمین کار می‌گذارند .

ممکن است همین سومه‌ها به عللی از بین رفته باشند چون موقع راهسازی میخ ها زیر عملیات خاکی مدفون خواهد شد و برای آن که بتوان به راحتی محل آنرا پیدا نمود در حوالی آن در یک محل مناسب که از صدمه دیدن مصون باشد دو علامت ثابت دیگر نصب می‌کنند و اسم آنها را رفرنس(Referance) می‌نامند. فاصله رفرنس‌ها از محل سومه و زاویه بین آنها یادداشت و در دفترچه‌ای ثبت می‌گردد و در موقع راهسازی در اختیار اکیپ نقشه برداری راهسازی قرار می‌دهند .

نقشه‌ای که به ترتیب فوق تهیه می‌شود **پلان راه** نامیده می‌شود و مشخصات هندسی راه را در افق یعنی وقتی از بالا نگاه کنیم نشان میدهد حال برای اینکه در مقطع قائم هم به توانیم مشخصات مسیر را ملاحظه کنیم از محور مسیر نیمرخ طولی (پروفیل طولی) تهیه می‌کنیم .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



1- تهیه نقشه های اجرایی

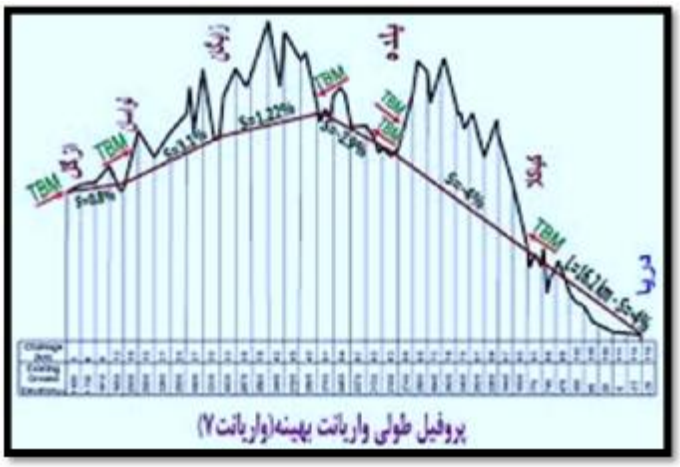
الف : نیمرخ طولی :

همانطور که گفته شد سطح مشترک صفحه قائم فرضی که بر محور مسیر گذشته باشد وقتی آنرا در امتداد قوسهای مسیر که دارای انحنا است بگسترانیم روی آن صفحه صاف شده دو خط پیداست یکی خط زمین که فصل مشترک آن با زمین طبیعی قبل از احداث راه است و دیگری خط پروژه که سطح مشترک آن با سطح راه ساخته شده در امتداد محور راه می‌باشد مجموعه این دو خط و سایر اطلاعاتی که روی آن درج می‌گردد نیمرخ طولی مسیر گفته می‌شود ، برای تهیه این نقشه (نیمرخ طولی) اول باید در امتداد مسیر میخ کوبی شده حرکت نموده ارتفاع تمام میخ ها را نسبت به یک مبدأ معین اندازه گیری کرد ، این عمل ترازیابی یا نیولمان نامیده می شود که چگونگی آن در درس نقشه برداری گفته شده است .

مبدأ اندازه گیری یا سطح دریای آزاد است که ارتفاع آن صفر میباشد و یا در راههای کم اهمیت یک نقطه معین را انتخاب و ارتفاع آنرا 1000 در نظر می‌گیرند و ارتفاع بقیه نقاط را نسبت به آن تعیین می‌کنند .

در موقع ترازیابی در هر کیلومتر راه حداقل یک نقطه ثابت در کنار مسیر جایی که از آسیب دیدن محفوظ بماند در نظر می‌گیرند و ارتفاع دقیق آنرا از مبدأ اندازه گیری و یادداشت می‌نمایند ، این نقاط بنچ مارک(Bench Mark) نامیده می‌شوند . در صورتی که مکان مناسبی در حوالی محل نصب بنچ مارک وجود داشته باشد شماره و ارتفاع آنرا با رنگ قرمز روی آن می‌نویسند . این بنچ مارک ها در موقع راه سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد . پس از ترازیابی و تعیین ارتفاع کلیه میخ ها را در یک صفحه مختصات روی محور طولی فاصله میخ از مبدأ برده و ارتفاع آن ها را روی محور قائم می‌بریم و به این ترتیب برای هر میخ یک نقطه در صفحه مختصات بدست می‌آید . از اتصال این نقاط به همدیگر خط شکسته ای حاصل خواهد شد که همان خط زمین است ، حال برای اینکه سطح راه مورد نظر را مشخص کنیم با توجه و رعایت موارد زیر خط پروژه را رسم می‌نمائیم .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



نکات مهم در پیاده نمودن خط پروژه(رسم خط پروژه)

1- شیب طولی راه از حداکثر مجاز تجاوز ننماید .
2- در محل آبروها ارتفاع کافی برای پایه های پل موجود باشد .
3- قسمت‌های مستقیم خط پروژه در محل تقاطع با قوس‌های مناسب به یکدیگر متصل شوند .
4- چون در قسمت‌هایی که خط زمین بالای خط پروژه قرار می‌گیرد باید خاکبرداری نمود و در قسمت‌هایی که خط زمین زیر خط پروژه قرار می‌گیرد باید خاکریزی نمود پس باید سعی شود حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی متعادل باشد تا مجبور نباشیم یا خاک اضافه از خاکبرداری را دور بریزیم یا برای تامین خاکریزی از محل دیگری خاک حمل کنیم و بهترین حالت آن است که حجم اعظم خاک ها در محل برداشته و مصرف شوند (بالانس).
5- در پیچ های تنگ در مناطق کوهستانی و در تونل‌ها تا حد امکان شیب طولی راه باید کمتر باشد .

پس از رسم خط پروژه سایر مشخصات و ابعاد و اندازه های محور راه را در سطح قائم به ترتیب زیر و روی این نقشه درج می‌نمائیم .

این نیمرخ طولی که در تمام طول مسیر به ترتیب فوق تهیه می‌شود شامل کلیه اطلاعات لازم برای اجرای کار می‌باشد از جمله محل آبروها و نوع و دهانه پل مورد لزوم که در آن آبرو یا رودخانه باید ساخته شود روی آن نوشته شده است ،مثلاً در کیلومتر 14+339 و 14+465 پل دال زیر خاکی S.C.100 و در کیلومتر 14+681 پل دال هم سطح S.B.100 باید ساخته شود .

ب : نیمرخهای عرضی :

تعریف : هرگاه راه ساخته شده را در یک نقطه معین با یک صفحه قائم فرضی در امتداد عمود بر محور را قطع کنیم فصل مشترک آن را با راه نیمرخ عرضی (پروفیل عرضی یا مقطع عرضی) در آن نقطه گویند .

نیمرخ عرضی در خاکبرداری و خاکریزی :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شکل زیر نیمرخ عرضی راه را در نقطه ایکه با خاکریزی و خاک برداری ساخته شده نشان میدهد.

نام گذاری قسمت‌های مختلف مقطع عرضی :

قسمت‌های مختلف مقطع عرضی به شرح زیر نام گذاری می‌شوند :

توجه: شکل این مقطع عرضی تمرین کلاسی است و هر دانشجو باید به صورت انفرادی آن را ترسیم و نام گذاری نماید.

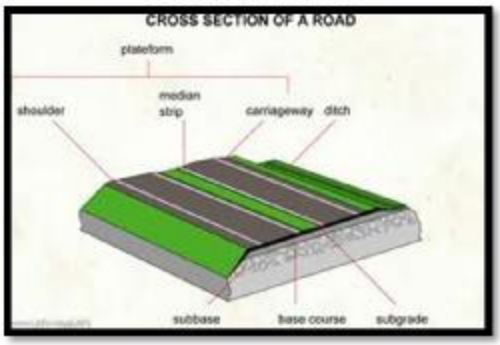
- CL (CENTER LINE) یعنی محور راه
- ab سطح تمام شده راه است که از محور به طرفین شیب دار است ، این شیب به منظور تخلیه سریع آبهای بارندگی از سطح راه ساخته می شود .
- cd قسمتی از زمین طبیعی است که روی آن خاک ریزی شده فاصله بین c و a را بستر راه گویند.
- ac وbd را شیروانی خاک ریزی گویند .
- c وd را پاشنه خاکریزی گویند .
- a وb را لبه خاکریزی گویند .
- اگر چند نیمرخ عرضی در خاکریزی را مجاور هم تصور کنید توده مصالحی که بین آنها را پر کرده و راه را به وجود آورده جسم راه گویند که شامل دو قسمت است .
- قسمتی که روی بستر راه با خاک کوبیده بوجود می آورند بدنه خاک ریزی گفته می‌شود .
- آنچه که روی بدنه خاک ریز با مصالح مرغوبتر از قبیل سنگ شکسته و آسفالت و غیره در لایه های مختلف می‌سازند روسازی راه گفته می‌شود .
- سطح تمام شده روی بدنه خاکریزی که روی آن روسازی راه را می‌سازند سطح ساب گرید Sub Gradeگویند .
- مساحت a'b'cd را سطح نیمرخ عرضی در خاکریزی گویند که در نقشه ها با کلمه Fill مشخص می شود ، مثلاً Fill =41,2 یعنی سطح نیمرخ در خاکریزی 41/2 متر مربع است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- مساحت ercd را سطح خاکبرداری در این نیمرخ عرضی گویند که در نقشه ها به Cut نشان داده مـی شود ، Cut=32,4 یعنی مساحت نیمرخ 32/4 متر مربع است .
- فضائی که در اثر خاکبرداری در زمین طبیعی ایجاد می شود ترانشه نامیده می‌شود .
- نیمرخ های عرضی در راهسازی معمولاً با مقیاس 1/200 رسم می‌شوند .

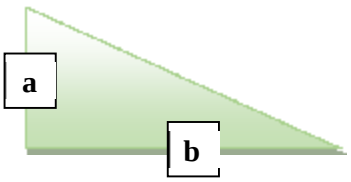
ج : نیمرخ عرضی اصلی یا نقشه تیپ نیمرخ عرضی :

منظور نقشه‌ای است که مختصات کامل نیمرخ عرضی راه مورد نظر را در سرتاسر طول راه تعیین کـرده باشـد یعنی مثلاً از لحاظ هندسی عرض تمام شده راه – عرض آسفالت – عرض شانه ها و از لحـاظ فنـی مشخصـات روسازی – تعداد قشرها – ضخامت هر قشر – جنس مصالح هر قشر – شیب شیروانی خاکریزی کـه معمـولا در سرتاسر یک راه یکسان هستند همه روی این نقشه نمایان شده‌اند .



ضخامت روسازی راه معمولا 35 سانتی متر است که روی سطح خـاکریزی (سـاب گریـد) اول 20 سـانتیمتر مصالح مرغوب با مشخصات فنی خاص بعنوان زیر اساس (ساب بیس) می‌ریزند و روی آن 15 سانتی متر سنگ شکسته بعنوان اساس(بیس) ریخته می‌شودو شانه‌های راه هم از همین جنس است و روی ایـن قشـر اسـاس دو قشر آسفالت گرم در نظر می‌گیرند که ضخامت قشر اول آن به قشر بینـدر معـروف اسـت و دارای6سـانتی متـر ضخامت و قشر بعدی رویه آسفالت تویکا نام دارد و دارای 4 سانتی متر ضخامت می‌باشد .

شیب شیروانی خاکریزی را در نقشه ها این گونه نمایش می‌دهند : 2:3 (دو به سه) یعنی بـازاء هـر سـه واحـد افقی دو واحد قائم خواهد بود و اصولاً شیب شیروانی‌ها یا شیب های خیلی تند را با این بیان مشخص می‌کنند a به b و به این شکل در نقشه ها مشخص می‌کنند :a:b یعنی اگر مثلث قائم الزاویه ای در نظر بگیرید مثل شکل زیر شیب وتر آن a:b است .



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شیب شیروانی خاک‌ریزی در راههای مختلف از 1/1 (یک به یک) تا 1/3 (یک به سه) بر حسب جنس خاک و درجه راه تغییر می‌کند ، هرگاه زاویه اصطکاک داخلی بین دانه های خاک زیاد باشد (مثل سنگها و خورده سنگهای تیز گوشه) توده خاک با شیب شیروانی زیادتری به حال تعادل باقی خواهد ماند ،پس شیب شیروانی خاکریزی را در سنگ 1/1 (یک به یک) در نظر می‌گیرند ، اگر زاویه اصطکاک داخلی بین دانه های خاک کم باشد (مثل مصالح گرد گوشه یا دانه ریز) توده خاک با شیب شیروانی کمتری به حال تعادل باقی خواهد ماندپس شیب شیروانی را کمتر در نظر می‌گیرند البته این شیب د ر ایمنی راه هم موثر است هرچه شیب شیروانی خاکریزی تند تر باشد راه از ایمنی کمتری برخوردار است این است که در راههای درجه یک پر ترافیک و اتوبانها شیب شیروانی خاکریزی را 1/3 (یک به سه) در نظر می‌گیرند و اگر وسیله نقلیه که با سرعت در حال حرکت است از سطح جاده منحرف شد روی شیب شیروانی ملایم بتواند حرکت نموده به پائین خاکریزی برسد ،اگر شیب شیروانی تند باشد اتومبیل واژگون خواهد شد .

بخش دوم

روشهای اجرای زیر سازی

آماده کردن بستر راه

تعریف بستر راه:

بستر راه قسمتی از سطح زمین طبیعی است که جسم خاکریزی روی آن قرار می‌گیرد و چون بارهای وارده به سطح راه از طرف چرخ‌های وسائط نقلیه باید از طریق روسازی به خاکریزی و از خاکریزی به زمین زیر راه منتقل شود پس خاکریزی باید دارای پی محکم و مقاومی باشد.

منظور از آماده کردن بستر راه بوجود آوردن زمین محکم و مقاومی است که زیر اثر بارهای وارده در زمان بهره برداری استقامت کرده ، نشست ننماید و هیچگونه تغییر شکل ندهد.

مشخص کردن بستر راه :

منظور تعیین حدود زمینی است که خاکریزی روی آن قرار می‌گیرد ، عرض بستر راه یکنواخت نیست و به نسبت ارتفاع خاکریزی و شیب شیروانی‌های طرفین کم و زیاد می‌شود، برای شروع عملیات آماده کردن بستر راه اول باید این محدوده روی زمین طبیعی مشخص شود، برای این منظور از نیمرخهای عرضی استفاده می‌شود بدین ترتیب که روی هر نیمرخ عرضی فاصله پاشنه خاکریزی (محل تقاطع شیروانی با زمین طبیعی) را از محور راه در امتداد شیب طبیعی زمین اندازه گیری نموده در مقیاس نقشه ضرب می‌کنیم و اندازه حقیقی این فواصل روی زمین طبیعی به دست می‌آید ، این اندازه را با متر از میخ وسط راه به طرفین در امتداد عمود بر محور راه پیاده می‌کنند ، محل پاشنه خاکریزی روی زمین طبیعی بدست می‌آید، همین عمل را برای تمام

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نیمرخهای عرضی که در خاکریزی هستند انجام می‌دهیم و ملاحظه می‌گردد که دو خط موازی در طرفین محـور راه علامت گذاری شده است و عملیات را داخل این دو خط انجام می‌دهند.

انواع زمین‌های بستر راه :

نوع زمین‌های بستر راه متفاوت است و برای آماده کردنهر یک از انواع آن عملیات خاصی باید انجام گیرد.
انواع زمین‌ها در عملیات راه سازی بدین شرح می باشند:

- **زمین‌های شن بوم**
- **اراضی زراعی**
- **زمین‌های بوته زار**
- **زمین‌های علف زار**
- **اراضی جنگلی**
- **زمین‌های آبزا**
- **زمین‌های لجنی**

آماده کردن بستر راه در زمین شن بوم:

زمین شن بوم زمینی است که مصالح تشکیل دهنده آن مخلوطی از شن و ماسه و خاک باشد و مقـدار خـاک آن به اندازه ایست که دانه‌های درشت‌تر را به هم چسبانده است. بعضی زمین‌هـای شـن بـوم دارای دانـه بنـدی پیوسته‌اند و مطلوب ترین خاک برای بدنه سازی راه و پی روسازی می‌باشند، آماده کردن بستر راه در چنین زمین هایی بدین ترتیب است که بستر را با تیغه گریدر تسطیح نموده روی آن آب می‌پاشند و با غلطک‌های معمولی یـا غلطک لرزاننده(ویبره) آنقدر می‌کوبند که به تراکم آن لازم برسد، در اثر این عمل رقوم سـطح طبیعـی بسـتر راه کمی تغییر می‌کند و کمی پایین‌تر می‌رود و به ارتفاع خاکریزی کمی افزوده خواهد شد که با اضافه نمودن مصالح خاکریزی جبران خواهند شد.

این تغییر رقوم زمین طبیعی بستگی به مقدار کوبیدگی بستر طبیعی دارد و مقدار آن به نسبت درصد کوبیدگی بین 3 تا 7 سانتی متر خواهد بود که در مشخصات خصوصی تعیین خواهد شد.

بدیهی است درصورتیکه روی سطح چنین زمین‌هایی مقداری خاک نا مرغوب غیر چسبنده (خاک مرده) جمـع شده باشد باید اول به وسیله تیغه گریدر این خاک ها کنار زده شود و بعد بستر راه را آماده نمایند.

آماده کردن بستر راه در زمین‌های زراعی :

زمین‌های زراعتی زمین‌هایی هستند که طی سال‌های متمادی در آن کشت شده و تا عمـق معینـی خـاک بـا ریشه های گیاهی و انواع کودها مخلوط شده،پوک و غیر چسبنده و غیر قابل تراکم می‌باشـند در خاکشناسـی بـه این نوع خاکها پیت(Peat) گفته می‌شود و اگر مدتی زراعت نشود به صورت خاک مرده روی زمین باقی می‌مانـد به هرحال این خاکها باید از بستر راه خارج شوند. به این عمل یعنی خارج کردن خاکهـای غیـر قابـل مصـرف در خاکریزی از بستر راه دکاپاژ(Decapage) گفته می‌شود.

طرز عمل بدین ترتیب است که پس از تعیین حدود بستر راه مهندس ناظر قطعه باتفاق رئیس کارگاه (نماینده قانونی پیمانکار) درطول راه حرکت نموده و با یک بیل و کلنگ در نقاط مختلف سونداژ (گمانه زنی) نموده عمـق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خاکهای غیر قابل مصرف در فواصل مختلف را مشخص و صورت مجلس نموده و پس از تأیید سر مهندس پیشنهاد را به کارفرما تسلیم می‌نمایند و در صورت تصویب کارفرما اقدام به عملیات دکاپاژ خواهند کرد.

لازم به توضیح است که دکاپاژ تا عمق 10 سانتیمتر احتیاج به تصویب کارفرما ندارد. چون در برآورد کار پیش بینی شده و در دفترچه فهرست بها و قرارداد بهای آن درنظر گرفته شده است ولی چون برای عمق بیش از 10 سانتی متر در فهرست بها مبلغی برای آن منظور نشده است جزء کارهای اضافه بر قرارداد است و با تصویب کارفرما باید اقدام شود.

هرگاه درمورد تشخیص قابل مصرف بودن یا نبودن خاک تردید یا اختلاف داشتند از آزمایشگاه فنی مکانیک خاک کمک خواهند گرفت. به هرحال خاکهای غیر قابل مصرف به وسیله گریدر یا بلدوزر (اگر عمق زیاد باشد) یا اسکریپر (اگر وسعت عملیات و عمق دکاپاژ زیاد باشد) از بستر راه خارج خواهد شد و پس از آن به وسیله گریدر تسطیح و آب پاشی و غلطک زنی خواهد شد تا به تراکم لازم برسد .

خاکهای حاصله از دکاپاژ را که در خارج از بستر راه جمع آوری شده است طبق دستور دستگاه نظارت به یکی از صورت های زیر مصرف می‌نمایند:

1- از کنار راه حمل و در محل مناسبی انبار می‌نمایند و یا در گودال های بوجود آمده در اثر برداشت مصالح برای خاکریزی(قرضه‌ها) می‌ریزند. (به منظور از بین بردن منظر نامطلوب و دست خوردگی زمین‌های طبیعی اطراف راه).

2- پس از تکمیل راه در زمین‌های واقع بین پای خاکریزی و حد حریم راه تسطیح و رگلاژ می‌نمایند این کار نیز به منظور تنظیم زمین طبیعی و زیبایی اطراف راه صورت می‌گیرد.

3- در نواحی جنگلی و اراضی که در آن زیاد بارندگی می‌شود در راههای درجه یک و اتوبانها خاکهای نباتی حاصله از دکاپاژ را پس از تکمیل راه ، روی شیروانی‌های خاکریزی به ضخامت 15 سانتیمتر پخش و رگلاژ می‌کنند. با این کار روی شیب شیروانی‌ها علف سبز شده و منظره خوبی در جوانب راه بوجود می‌آید و ریشه‌های علف‌ها پس از دو سه سال در هم پیچیده شده و از شسته شدن سطح شیروانی‌ها در رگبارهای شدید جلوگیری خواهندکرد.

آماده کردن بستر راه در اراضی بوته زار :

در نواحی گرم و خشک و در دشت‌ها اغلب زمین‌ها پوشیده از بوته‌هایی هستند که ریشه عمیق ندارند. در اینگونه زمین‌ها بوته‌ها ریپر زنی شده و به وسیله تیغه گریدر به خارج بستر راه برده خواهد شد .

پس از بوته زنی بستر تمیز شده و تسطیح، رگلاژ ، آب پاشی و غلطک زنی خواهد شد تا به حد تراکم خواسته شده برسد و درصورتیکه خاکهای بستر به صورت خاک مرده غیر قابل تراکم درآمده باشد تا عمق لازم باید دکاپاژ شوند.

.

آماده کردن بستر راه در اراضی علف زار :

در اراضی پر باران معمولا زمین‌ها از علف پوشیده شده‌اند و به آنها مرغزار هم گفته می‌شود آماده کردن بستر راه در اینگونه زمین‌ها بدین ترتیب است که علفها با ریپر گریدر کنده شده و باتیغه آن به خارج بستر راه حمل می‌شوند و سپس تسطیح و رگلاژ و کوبیده و متراکم خواهند شد . درصورتی که عمق دکاپاژ بیش از 10 سانتیمتر باشد با نظر مهندس ناظر و تأیید سر مهندس پروژه و پس از تصویب کارفرما قابل انجام خواهد بود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

آماده کردن بستر راه در اراضی جنگلی :

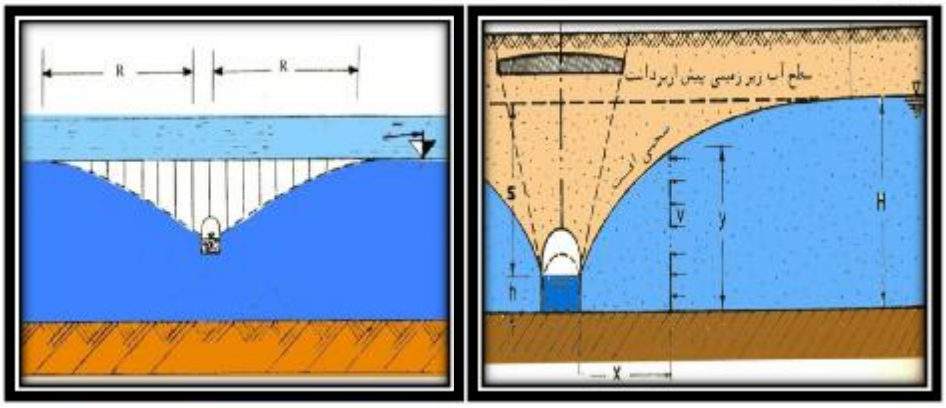
در اراضی جنگلی ابتدا باید درختها را در محدوده حریم راه از نزدیک سطح زمین طبیعی برید و شاخ و برگ آنرا از حریم راه خارج نمود سپس باید تک تک ریشه درختها را از داخل زمین خارج کرد ، خارج نمودن ریشه درختان با روش‌های مختلف دستی و مکانیکی امکان پذیر است اگر قطر درخت کم باشد به وسیله کارگر ریشه درختها را در می‌آورند اگر قطر درخت زیاد باشد کارگران دور ریشه را کنده و به کمک بیل مکانیکی، لودر یا بلدوزر ریشه را از داخل زمین بیرون می‌کشند و اگر درخت خیلی قطور باشد در وسط سطح بریده شده درخت یک سوراخ ایجاد می‌نمایند و کمی دینامیت داخل سوراخ قرار داده با انفجار آن ریشه درخت را تکه تکه می‌نمایند و از زمین خارج می‌کنند . استفاده هر یک از روش ها بسته به تجربه مجریان و شرایط کارگاهی دارد.آنچه مهم است درآوردن ریشه درخت از اعماق زمین استو اگر در این کار کوتاهی شود پس مانده ریشه ها در زمین می‌پوسد و زمین توان باربری خود را از دست می‌دهد و همان نقطه راه نشست می‌کند و به اطراف آن نیز آسیب می رساند.

آماده کردن بستر راه در زمین‌های آبزا :

در بعضی زمین‌ها سفره آب زیرزمینی آن قدر بالا است یا بارندگی آنقدر زیاد است که سطح زمین همیشه اشباع بوده و اگر خاک رس داشته باشد بستر از گل روان پوشیده شده و عبور و مرور ماشین‌های راهسازی به سختی صورت می‌پذیرد(اغلب اراضی شمال یا بعضی از قسمتهای کنار دریاچه ارومیه).

بهترین و موثرترین روش برای آماده کردن بستر راه در چنین زمین‌هایی خشک سازی به وسیله زهکشی است . زهکشی یعنی خارج کردن آب از محدوده زمین مورد نظر می‌باشد.کار زهکشی این است که آب موجود لابلای ذرات زمین را به داخل مجرایی زیر سطح طبیعی جریان داده و مجرا به اراضی پایین‌تر هدایت می‌شود .کار قنات نیز کشیدن آب از لابلای ذرات زمین به اراضی پست تر می‌باشد.

در بحث آبهای زیرزمینی ثابت می‌کنند منحنی سطح سفره آب زیرزمینی در یک زهکش و یا قنات مثل شکل زیر است.



برای محاسبه پایین افتادن سطح آب زیرزمینی و محاسبه جریان در کانال آب می‌توان از این روابط استفاده نمود:

رابطه زیشارد(Sichardt) $R=3000(h-H)\,k$

h= ارتفاع آب در کانال

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

H= ارتفاع سطح ایستائی محل قبل از احداث کانال

K= ضریب نفوذپذیری زمین

معادله دوپوئی(Dupuit) $R = \frac{K}{2q}(h_0^2 - h^2)$

K= ضریب نفوذ پذیری لایه آبدار برحسب متر بر ثانیه

h_o= ارتفاع متوسط سطح ایستائی هر قسمت از کانال یا قنات برحسب متر

h= ارتفاع آب در کانال یا کوره قنات

q= دبی استخراج تره‌کار یک طرف کانال یاقنات درطول یک متر بر حسب متر مکعب در ثانیه

رابطه مانینگ برای تعیین دبی Q خروجی از کانال یا قنات: در این رابطه $Q = \frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2}A$

R شعاع هیدرولیکی(مساحت به محیط ترشده)، Sشیب کانال،Aمقطع کانال و nضریب زبری کانال

در فصل خشک (مهر و آبان) که سطح سفره آب زیرزمینی نسبتا پایین است در دو طرف محور راه و در حد فاصل پای خاکریزی و حریم راه دو کانال به عمق 1 الی 2 متر و به عرض 50 الی 60 سانتی متر می‌کنند و شیب کف این کانال‌ها را به طرف اراضی پست تر تنظیم می‌نمایند کف کانال را حدود 20 سانتیمتر قلوه سنگ ریز و درشت می‌ریزند و روی آن لوله های زهکش تعبیه می‌نمایند.

لوله های زهکش می‌توانند سفالی یا از جنس مواد پلاستیکی (P.V.C) و یا پلی اتیلن باشند و در قطرهای 20 الی 100 سانتیمتر تولید و عرضه می‌شوند.

اخیرا برای سهولت کار از نمدهای مخصوص و یا ژئو ممبرها استفاده می‌کنند بدین ترتیب که روی سطح گل آلود راه نوارهای نمد پلاستیکی به ضخامت 5 میلیمتر و به عرض 4 ال 6 متر به موازات محور راه پهن می‌کنند به طوریکه هر نوار 20 سانتیمتر روی نوار مجاور را بپوشاند برای اتصال دو نوار به یکدیگر در محل پوشش (Over lap) از روش‌های گرم کردن و یا جوش مخصوص استفاده و آن‌ها را به هم می‌چسبانند.

راه سازی روی زمین لجنی :

زمین لجنی زمینی است که بنا به دلایلی آب در آن سال‌ها راکد مانده و دراثر رشد و نمو خزه و جلبک‌ها و لاشه حیوانات و گرد و خاک و دربعضی موارد شاخ و برگ درختان از ماده سیاه رنگ اسفنجی شکل متعفن به نام لجن پر شده است ، بعضی مواقع با مقداری مصالح دانه ریز لای و خاک رس همراه است که غلظت آن زیادتر است.

به هرحال بردن مسیر راه از داخل چنین زمینی غیر منطقی است و باید از چنین زمین‌هایی گریز کرد ولی بعضی مواقع این بستر لجنی در طول چند کیلومتر و عرض کم مثلا 10 تا 100 متر وجود دارد که به صرفه است محور راه را عمود بر این باریکه و در جایی که عرض لجن زار حداقل است قرار بدهیم . برای آماده کردن بستر و ساختن بدنه راه اول باید لجن برداری کرد، لجن برداری بسته به خصوصیات محل فرق می‌کند.

اگر عمق لجن کم(حدود یک متر) و خمیری شکل است و سفتی آن به اندازه ای باشد که بتوان با لودر آن هارا برداشت کرد با لودر لجن برداری می‌کنیم تا به زمین نسبتا سفت و محکم برسیم ، از تغییر رنگ مصالح برداشت شده بستر لجن زار مشخص می‌شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اگر عمق لجن کم (حدود یک متر) و لجن شل است باید آب لجن را به نحوی کشید تا خمیری و قابل برداشت شود برای این منظور اگر زمین پستی درآن حوالی بود با کندن کانال زهکش آب را جریان می‌دهیم و یابا حفر دو یا چند عدد چاه میله آب موجود در لجن را از طریق حفر کانال به داخل این چاهها می‌کشیم و بعد با پمپ و تانکر آب داخل چاهها را تخلیه و حمل می‌کنیم.

برای تسریع در جدا شدن آب از لجن ها و جاری شدن در زهکش ها باید توده لجنی را لرزاند برای این منظور می‌شود در هر یکصد متر مربع کمی مواد مفجره قرار داد و با چاشنی برقی همه را یک جا منفجر کرد دراثر لرزش ایجاد شده آب زودتر جاری می‌شود و درصورت نیاز می‌توان این کار را به اندازه کافی تکرار نمود.

لجن آب رفته و نسبتا سفت شده را با وسایل مکانیکی مثل دراگ لاین(Dragline) کلام شل (Clamshell) و غیره بر می‌دارند تا به زمین محکم برسند.

اگر عمق لجن زیاد باشد در طرفین مسیر بفاصله 10-20 متر از محور راه سپرکوبی می‌کنند و داخل آنرا با وسایل مناسب لجن برداری می‌کنند. پس از برداشت لجن جای آنرا با مصالح سنگی دانه بندی شده قشر به قشر خاکریزی کرده ، خوب غلطک زنی و متراکم می‌کنند و تا 0/5 متر بالای سطح زمین بالا می‌آورند و بعد بدنه راه را روی آن می‌سازند فقط باید خیلی دقت کرد جنس مصالح پر استقامت بوده و در مقابل آب و مواد شیمیایی نیز مقاوم باشد .

عملیات خاکی :

منظور از عملیات خاکی کندن زمین در قسمت هایی از مسیر است که خط پروژه زیر خط زمین طبیعی قرار گرفته است و عملیات خاکی شامل دو قسمت است : خاکریزی و خاکبرداری

1- خاکریزی :

منظور از خاکریزی به وجود آوردن توده متراکمی از خاک روی بستر راه تا سطح زیرِ روسازی است(ساب گرید) بطوریکه زیر اثر چرخ سنگین وسائط نقلیه بریده نشود، نشست نکند و این خصوصیات را تا آخر دوره بهره برداری از راه حفظ نماید.

برای متراکم کردن خاک باید تاب برشی آن هرچه بیشتر شود و باید فضای خالی موجود در مخلوط را به حداقل رساند تا نقاط تماس بین دانه‌ها زیاد شده و درنتیجه نیروی اصطکاک بین آنها به حداکثر برسد و درمقابل بارهای وارده مقاومت نماید لذا بایدبا ماده چسبنده مناسب دانه‌های ریز و درشت مصالح را به هم چسباند.

مواد چسبنده‌ای که می‌توانند مصالح دانه دانه را به هم به چسبانند و تاب برشی و فشاری آنرا زیاد کنند عبارتند از سیمان پرتلند، سیمان طبیعی، آهک، قیر و بعضی مواد شیمیائی مثل کلرور کلسیم و بالاخره خاک رس است. سیمان و آهک و قیر و مواد شیمیایی آنقدر ارزان نیست که بدنه خاکریزی راهها را با آن بسازیم مگر بعضی موارد که چاره‌ای نبودهو در حجم کم و محدود باشد.بنابراین فراوان ترین و ارزان ترین ماده چسبنده موجود در طبیعت یعنی خاک رس برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خاک رس در حالت خاصی از درصد رطوبت چسبناک است. قبل از حد خمیری خاک خشک یا نیمه جامد است و چسبندگی لازم برای چسباندن دانه های ریز و درشت را ندارد اگر درصد رطوبت موجود در خاک بیش از حد روانی باشد ملکولهای آب بین دانه‌های خاک رس فاصله می‌اندازد و دیگر آن جاذبه الکتریکی بین دانه ها از بین

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مـــی‌رود و خـــاک رس چســـبندگی خـــود را از دســـت مـــی‌دهـــد، روان مـــی شـــود، تـــاب برشـــی آن به صفر می‌رسد. بین حد خمیری و حد روانی که به آن دامنه خمیری گویند خـاک رس چسـبناک اسـت و مـی تواند دیگر دانه‌ها را خوب به هم به چسباند.

خاکها اصولا به نسبت ریزی و درشتی و مقدار خاک رس موجود در مخلوط آن طبقه بندی می‌شـوند و انـواع طبقه‌بندی و نام گذاری آنها مربوط به درس مکانیک خاکاست. به هرحال مابرای سهولت ، خاک هـایی را کـه در راه سازی و خاک ریزی به کار می‌بریم به دو دسته کلی تقسیم می‌کنیم :

- خاک هایی که ریزدانه (رس و لای) کم دارند.
- خاک هایی که ریزدانه (رس و لای) زیاد دارند.

متراکم کردن خاک‌های بدون ریز دانه :

در اینگونه خاک ها تراکم با به حداقل رساندن فضای خالی بین دانه‌ها حاصل می‌شـود و اگـر مـاده چسـبنده خاک رس کمی در آن موجود باشد به همان نسبت موجب چسبیدن دانه‌ها به هم می‌شود.برای کم کـردن فضـای خالی بین دانه‌ها اگر فقط غلطک استاتیکی (بدون ارتعاش) به کار ببریم دراثر فشاری که دانه هـا روی هـم مـی آورند گوشه‌هایی از دانه‌ها در نقاط تماس به یکدیگر شکسته شده کمی لابلای هـم مـی‌رونـد و نتیجـه مطلـوب حاصل نمی‌شود پس حتما باید غلطک مرتعش کننده (ویبران یا ویبره) بکار برد زیرا دراثر مرتعش کردن مخلـوط، دانه های ریز راحت تر جابجا شده لابلای دانه‌های درشت قرار می‌گیرند.

اثر اختلاط مخلوط با آب ، این است که آب دور دانه ها را خیس نموده نیروی اصطکاک بـین دانـه هـا کـم شده و جابجایی دانه‌ها آسان می‌شود و زودتر و بهتر به نتیجه مطلوب خواهیم رسید.

مقدار آبی که بامصالح باید مخلوط نمود باید آنقدر باشد که سطح جانبی تمام دانـه هـا را خـیس کنـد و اگـر زیادتر از این مقدار نیز آب مخلوط کردیم به علت نفوذپذیری زیاد مصالح بدون ریزدانه آب اضـافی از کنـار قشـر خاکریزی خارج می‌شود ، مثل شیره بتن که در اثر لرزش به روی سطح ظاهر می‌شود .

متراکم کردن خاک‌های دانه ریز :

منظور از خاک‌های دانه ریز آن هایی هستند که نسبت ریز دانه‌های آن (رس و لای) به درشـت دانـه هـا زیـاد باشد بافت این خاک ها طوری است که دانه های درشت در میان دانه ریزها پراکنده هسـتند و غـرض از متـراکم کردن اینگونه خاکها درحقیقت چسباندن دانه‌های ریز و درشت به یکدیگر به وسیله همـان مـاده چسـبنده خـاک رس می‌باشد ضمن اینکه لرزاندن و جابجا کردن همان دانه های ریز هم در کم شدن فضای خـالی بـین ذرات و متراکم شدن آن موثر است.

بنابراین همانطور که برای چسباندن هر جسم به جسم دیگر با یک چسـب معمـولی فشـار وارد مـی‌آوریـم و هرچه بیشتر فشار بیاوریم بهتر می‌چسبد در چسباندن دانه های خاک و شن و ماسه به یکدیگر بـه وسـیله خـاک رس هم باید هرچه بیشتر فشار وارد کنیم و این است که برای متراکم کردن چنین خاک هایی از غلطک های با سطح اتکا کم (پاچه بزی-لاستیکی) استفاده می‌برند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در غلطک پاچه بزی که روی استوانه فلزی چرخ غلطک برجستگی‌هایی نصب کرده اند یا در غلطک لاستیکی که لاستیک‌ها متعدد و فاصله آنها از هم نسبتا زیاد است وزن غلطک روی سطح کمتری وارد می‌شود و درنتیجه فشار وارده به هر سانتی مترمربع قشر خاکریزی خیلی زیادتر خواهد شد و دانه ها بهتر به هم خواهند چسبید.

اما همانطور که گفته شد خاک رس خالص فقط در دامنه خمیری چسبناک است و دامنه خمیری برای خاکهای مختلف به نسبت میزان خاک رس آن متغیر است به هرحال برای چسبناک شدن خاک باید آنرا با آب مخلوط نمود بهترین درصد اختلاط آب با خاک مورد نظر (رطوبت بهینه) در آزمایشگاه تعیین می‌شود و اگر کمتر از رطوبت بهینه آب مخلوط کرده باشیم دور تمام دانه‌ها خیس نشده سخت‌تر جابجا می‌شوند وچون آب به آنها نرسیده خوب متراکم نمی‌شود. اگر درصد آب مخلوط بیشتر از رطوبت بهینه باشد تعدادی از مولکولهای آب بدون اینکه در چسبناک کردن دانه های خاک رس موثر باشند بطور آزاد لابلای دانه ها می‌مانند و هرچه هم غلطک بزنیم و فشار بیاوریم و بلرزانیم این مولکولهای اضافی آب خارج نمی‌شوند و از تراکم صددرصد مخلوط می‌کاهند.

اگر درصد اختلاط آب خیلی بیشتر از رطوبت بهینه باشد دانه های خاک رس موجود در مخلوط از حالت خمیری خارج شده روان می‌شوند و چسبناکی خود را از دست می‌دهند و در زیر چرخ غلطک دانه های ریز و درشت روی هم لیز می‌خورند وچون مخلوط مقاومت برشی ندارد ،غلطک های پاچه بزی یا چرخ لاستیکی در جسم خاکریزی فرو می‌روند و اگر غلطک صاف ویبران یا استاتیک باشد چون آب زیاد موجود لابلای دانه ها نمی‌تواند داخل مخلوط جابجا و خارج شود بستر خاکریزی مثل تشک لاستیکی قابل ارتجاع شده و زیر چرخ غلطک بازی می‌کند. دراینگونه موارد اگر غلطک پاچه بزی با چرخ لاستیکی درحال عمل است آنقدر مخلوط دانه ریز را ورز می‌دهند تا آب اضافی دراثر مجاورت هوا تبخیر شده و چسبناکی لازم تأمین گردد و دانه‌ها به یکدیگر بچسبند و اگر غلطک صاف ویبران یا استاتیک مورد عمل است باید قشر خاکریزی اشباع شده از آب را با ریپرگریدر زیر و رو کرد تا آب اضافی تبخیر شده مجددا پخش و رگلاژ نمود و عمل کوبیدن را ادامه داد.

سنگ ریزی (خاکریز سنگی) Rock fill

در مواردی که مصالح حاصله ازمحل خاکبرداری‌ها به صورت سنگ لاشه کوچک و بزرگ درهم است و جنس سنگها از لحاظ مقاومت و در مقابل عوامل جوی مناسب تشخیص داده شود از این مصالح در خاکریزی استفاده مصرف می‌کنند و این عمل را راک فیل (Rock fill) می‌گویند. این کار پس از انجام عمل دکاپاژ و تحکیم بستر خاکریزی صورت می‌گیرد، مصالح سنگی را با کامیون روی بستر راه کنار هم می‌ریزند و بعد با یک بلدوزر سطح بالای سنگها را تسطیح کرده و طوری تنظیم می‌کنند تا شکل مقطع خاکریزی به صورت ذوزنقه در آید .

ضخامت قشرها متناسب با درشتی سنگ‌ها خواهد بود و تا 75 سانتیمتر هم می‌تواند برسد ، بعد روی سطح نسبتا صاف شده را با غلطک ویبره سنگین آنقدر می‌کوبند که دانه‌های ریز و درشت سنگ تا حد امکان جابجا شده و لابلای هم قرار گرفته و درهم قفل و بست شوند و دیگر زیر اثر چرخ وسائط نقلیه امکان جابجا شدن دانه ها و نشست راه نباشد .اگر ارتفاع خاکریز زیاد باشد به همین ترتیب قشر بعدی را می‌توان اجرا کرد تا به 20 سانتیمتری سطح ساب گرید (زیر روسازی) رسید و باید توجه کرد که درشت ترین دانه سنگ در قشر آخر نباید از 10 سانتیمتر بزرگتر باشد و باید مصالح منتخب ریزدانه را روی سطح ساب گرید پخش و آب پاشی و کوبید تا سطح صاف و یکنواختی بدست آید . به هرحال با این طریق ساختن جسم راه(راک فیل) به مقاومت برشی لازم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خواهیم رسید ، زیرا قفل و بست شدن سنگهای تیز گوشه و زیادی زاویه اصطکاک داخلی بین دانه ها استحکام لازم حاصل و راه نشست نخواهد کرد.

ارتفاع خاکریزی با این روش تا حدود 20 متر هم می‌تواند برسد و شیب شیروانی آن از خاکهای معمولی می‌تواند بیشتر باشد و در خاکریزهای معمولی که ارتفاع آن نمی‌تواند از 8-7 متر تجاوز کند و شیب شیروانی آن 2 به 3 یا 1 به 2 است در راک فیل شیب شیروانی می‌تواند 1 به 1 هم باشد.

ساختن جسم راه با ماسه بادی :

در زمین‌هایی که ماسه بادی فراوان است و به شرط آنکه رطوبت هم بالا باشد می‌توان بدنه خاکریزی را با ماسه بادی ساخت ، پس از آماده کردن بستر راه یک قشر ماسه بادی به ضخامت حدود 50 سانتیمتر روی بستر آماده شده راه پهن کرده روی آنرا آنقدر آب می‌ریزند تا تمام فضای خالی بین ماسه ها پر از آب شود این عمل را غرغاب کردن گویند پس از مدتی که آب فروکش کرد (موقعی که دیگر روی سطح قشر ماسه آب نایستاده باشد) روی آنرا با غلطک استاتیک سبک اتو می‌کنند ، با این عمل ضخامت قشر 20-30 در صد کم می‌شود و توان باربری پیدا می‌کند علت آن این است که با خیس شدن دانه‌های ماسه بادی و کم شدن نیروی اصطکاک بین آنها دانه ها جابجا شده و در هم فرو می‌روند و فضای خالی به حداقل می‌رسد و چون فاصله خالی بین دانه‌ها کم است نیروی کشش سطحی آب ، دانه‌ها را به هم می‌چسباند. این عمل تا 20 سانتیمتری زیر سطح ساب گرید قابل انجام است و شیب بدنه راه باید خیلی کم (یک به سه) باشد.

نکات مهم اجرایی درعملیات خاک ریزی :

1- قشرهای خاک ریزی باید موازی خط پروژه باشد .

2- پشت پایه پل‌ها پس از انجام سنگ چینی(بلوکاژ) باید در عرض یکی دو متر با غلطک‌های جهشی (غلطک دستی که به قورباغه‌ای معروف است) و با قشرهای نازک (15سانتی متر) کوبیده شود اگر این عمل همزمان با عمل خاکریزی اصلی انجام گیرد نتیجه مطلوب تری خواهد داد و علت کوبیدن خاک پشت پایه‌ها با این روش به این دلیل است که اولا غلطک نمی‌تواند کاملا تا پشت پایه را بکوبد و اگر هم زیاد نزدیک به پایه شود نیروی رانش خاک و فشار افقی به پایه شدید می‌شود و برای پایه خطر دارد.

3- در پل‌های طاقی که کف دره‌ها ساخته می‌شوند باید خاکریزی پشت پایه ها تاحوالی رأس طاق از دو طرف پایه ها هم زمان با هم بالابیایند اگر خاک ریزی از یکطرف با ارتفاع زیادانجام شود پایه پل خواهد شکست.

4- زمانی که خاک ریزی باید روی زمینی با شیب زیاد اجرا گردد یعنی شیب عرضی زمین طبیعی در امتداد عمود بر محور راه زیاد است ، برای جلوگیری از لغزش توده خاکریزی باید زمین طبیعی را به صورت پله پله درآورد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- اگر شیب عرضی زمین بستر زیاد و جنس بستر نیزسنگی است توده خاکریزی روی بستر سنگی شیب دار بند نمی‌شود و پایدار نمی‌ماند لذا باید بسترسنگی را بصورت پله درآورد و داخل پله ها را سنگ چینی و بعد روی آن خاک ریزی نمود.

6- موقع شروع خاک ریزی در یک قشر ، بهتر است مصالح خاکی را روی بدنه خاکریزی شده ریسه نمود و بعد مقداری آب برای رسیدن به رطوبت بهینه روی آن پاشیده شود و ریسه 24 ساعت بماند تا تمام دانه‌های خاک خوب با آب آغشته شود و خاک به اصطلاح جا بیافتد ،آن وقت با پخش و کوبیدن آن ، زودتر به تراکم مورد نیاز خواهد رسید.

7- وقتی جنس خاک شن بوم و دارای دانه بندی خوب باشد (خاک رس ودانه ریز هم زیاد نداشته باشد)باید با غلطک ویبره سنگین کوبیده شود و در این حالت ضخامت قشر خاک ریزی می‌تواند تا 0/5 متر هم برسد ولی هرچه دانه های ریز مخلوط زیادتر باشد ضخامت قشر هم باید کمتر انتخاب شود حداقل ضخامت قشر خاکریزی وقتی دانه‌ها ریز باشد 15 سانتی متر است و به عبارتی دیگر می‌توان گفت ضخامت قشر با مصالح شنی حداقل 15 و حداکثر 50 سانتی متر است.

رگلاژ و تنظیم شیب عرضی و شیب شیروانی‌ها :

پس از اینکه خاکریزی به سطح ساب گرید رسید سطح راه را رولوه می‌کنند (دوباره ترازیابی کردن) یعنی محور راه را مجددا روی سطح آماده شده میخ کوبی می‌نمایند، برای این کار لازم است عرض راه را در سطح ساب گرید با توجه به ضخامت قشرهای رو سازی و شیب شیروانی خاکریزی محاسبه کرده و دوطرف محور راه را پیاده و میخ کوبی نمایند.

مثلا اگر عرض تمام شده راه 8 متر و جمع ضخامت قشرهای روسازی 30 سانتی متر باشد و شیب شیروانی خاکریزی 2 به 3 (2/3) باشد عرض ساب گرید 8/9 متر خواهد شد:

8/00+(2×0/30×3/2)= 8/9 m

حال از هر طرف میخ محور رولوه شده 4/45 جدا نموده ، روی خاک ریزی میخ می‌زنیم (معمولا موقع خاکریزی و کوبیدن قشر به قشر عرض مقطع خاک ریزی کمی بیشتر از آنچه باید طبق نقشه باشد درمی‌آید) میخ های کناری را با ریسمان به هم وصل کرده رنگ ریزی می‌نماییم و به وسیله تیغه گریدر لبه خاک ریز را در امتداد خط رنگ ریزی شده برده و شیب مورد نظر شیروانی را با زاویه مناسب به وسیله تیغه گریدر تنظیم می‌نمایند.

موقع پیاده کردن میخ های کنار راه باید توجه نمود عرض اضافه در قوس‌ها رعایت گردد همچنین شیب عرضی راه در همین مرحله از کار برای نیمرخ های عرضی مختلف بطور دقیق محاسبه و اجرا نمود. پس از آن ارتفاع روی میخ های وسط و کناره ها را با توجه به شیب عرضی دو طرفه در قسمت های مستقیم وشیب عرضی یک طرفه در قوس ها محاسبه کرده و هریک از میخ ها را آنقدر بالا یا پایین می‌برند که اندازه های ارتفاع محاسبه شده بدست آید البته این عملیات با ترازیابی از روی بنچ مارک ها صورت می‌گیرد. سپس مباشر راه روی میخها را با ریسمان به هم وصل کرده (هم در جهت عرض هم در جهت طول) و در نقاط پست که زیر ریسمان خالی است با مصالح خاکریزی که دانه درشت زیاد نداشته باشد پر کرده بلندی ها را با تیغه گریدر می‌تراشند این عملیات رگلاژ و تنظیم شیب عرضی بدون ریسمان کشی به وسیله گریدر و با راننده با تجربه و ماهر می‌تواند انجام گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بدین ترتیب سطح ساب گرید طبق نیمرخ های عرضی رگـلاژ و تنظـیم شـده اسـت و پـس از آب پاشـی و غلطک زنی آماده روسازی است.

بدیهی است شیب عرضـی راه در قوسـها(Suppet Elavation) در قشـرهای مختلـف خـاکریزی بطـور تقریبی باید رعایت و تأمین شود و در قشر آخر همانطور که گفته شد ارتفاعات دقیق حاشیه های داخلی و خارجی راه در هر قوس براساس اطلاعات داده شده محاسبه و به دقت اجرا خواهد شد.

ضمنا چون روسازی راه باید روی یک بستر صاف یکنواخت و محکم ساخته شود در قسـمت هـایی از نیمـرخ طولی که اختلاف ارتفاع سطح ساب گرید و زمین طبیعی پس از دکاپاژ کمتر از 15 سانتی متر باشد زمـین را تـا عمق 15 سانتیمتر زیر سطح ساب گرید شخم زده مصالح حاصله را با مصالح مرغوب مخلوط نموده مجددا پخش و متراکم می‌نمایند.

خاکبرداری

در کارهای راه سازی هنگامی که خط پروژه زیر خط زمین طبیعی قرار می‌گیرد نشانگرنقاطی است که باید کنـده شود و به آن خاک برداری گویند(در نیمرخ طولی و نیمرخهای عرضی مشخص می‌شوند).

استفاده از ماشین آلات مختلف در انواع زمین‌ها و روش تشخیص جنس و اسـتحکام قشـرهای زمـین بـرای انتخاب ماشین مناسب و چگونگی تنظیم شیب شیروانی در برش‌ها از کارهای مهم عملیات خـاکی در راه سـازی است.در راهسازی جنس زمین‌ها را از لحاظ سختی و اجرایی به سه طبقه تقسیم کرده‌اند:

زمین خاکی ، زمین دج و زمین سنگی و از این رو است که برای کندن هریک از این سه نوع زمـین بایـد روش و ماشین آلات مناسبی در نظر گرفته شود.

1- زمین خاکی :

زمینی است که از دانه‌های بدون ماده چسبنده و جدا از هم تشکیل شده باشند و به توان آن زمین را با بیـل تنها (بدون کلنگ) و یا به آسانی با کلنگ کند و جابجا نمود.

هرگاه زمینی 100 % خاکی باشد و فاصله حمل نیز خیلی کم است گریدر بـه کـار مـی‌برنـد (کنـار زدن خـاک زراعتی از بستر راه)و اگر بستر راه خیلی عریض بود و باید به فاصله دوری حمل گردد (بستر خاکریزهای بلند در اتوبان‌ها یا بستر باند فرودگاه) با بلدوزرهای سبک تا فاصله حدود 50 متر جمع آوری و با لودر و کامیون بارگیری و حمل می‌شوند.هرگاه حجم و وسعت محل خاکبرداری زیاد و فاصله حمل تا حـدود 1500 متـر اسـت بهتـرین وسیله خاک برداری اسکریپر موتور دار می‌باشد.

2- زمین دج

زمینی است که از دانه‌های به هم پیوسته تشکیل شده باشند و ماده چسبنده خاک رس آن ها را به هم چسـبانده باشد و برای کندن آن حتما کلنگ لازم باشد (در بعضی از زمین‌های دج کندن فقط با دسـتگاه هـای مکـانیکی امکان پذیر است).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پس هرگاه زمین دج باشد با در نظر گرفتن استحکام زمین از بلدوزر سبک یا متوسط استفاده و اول ریپر می‌زنند و سپس در فاصله 50 تا 80 متر با تیغه جلو خاک کنده شده را جمع آوری و دپو کرده و با لودر و کامیون بارگیری و حمل می‌کنند.

اگر وسعت کافی برای مانور اسکریپر موجود باشد و حجم عملیات زیاد باشد اسکریپر به کار می‌برند و اگر اسکریپر تنها نتواند زمین را بکند اول یک بلدوزر زمین را ریپر زده بعد اسکریپر خاک را جابجا خواهد نمود.

3- زمین سنگی

نوعی است که حتی با کلنگ هم کنده نمی‌شود و برای کندن آن باید ریپر بلدوزر قوی به کار گرفت و یا با چال زنی و انفجار سنگ‌ها را متلاشی و از جا کنده و جابجا نمود.

بنابراین هرگاه زمین از جنس سنگ باشد و زمان بسیار زیادی در معرض عوامل جوی قرار گرفته باشد ، نفوذ آب، یخبندان و تغییر درجه حرارت قشر رویه آنرا تغییر ماهیت داده و در آن شکاف‌هایی ایجاد می‌کند و در اصطلاح می‌گویند هوا زده گردیده است . البته کیفیت هوادیدگی و عمق آن به جنس سنگ و شرایط طبیعی محل بستگی دارد و در مکان‌های مختلف بسیار متفاوت است ، استحکام این قشر هوا دیده با سنگهای یکپارچه نیز متفاوت است و معمولا این قشر سنگی را می‌توان با ریپر بلدوزرهای قوی شکاف داد و از جا کند ، بنابراین در چنین زمین‌هایی با انتخاب بلدوزر مناسب اول زمین را ریپر زده و سپس سنگهای جدا شده از هم را با تیغه بلدوزر تا فاصله 50 متر به جلو رانده و جمع آوری کرده و با لودر و کامیون از محل خارج می‌نمایند.

هرگاه زمین سنگی با ریپر بلدوزر قابل کندن نباشد از طریق چال زنی و استفاده از مواد منفجره زمین سنگی را متلاشی و مصالح حاصله را با بلدوزر جمع کرده و با لودر و کامیون حمل می‌نمایند.

چگونگی استفاده از مواد منفجره و شناخت روشهای آن در بخش بعدی مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بخش سوم

اطلاعات مهندسی ترافیک در بخش زیرسازی راه

ظرفیت جاده

ظرفیت جاده عبارت است از حداکثر تعداد وسیله ی نقلیه ای که بتوانند در مدت زمان معین با کیفیتی قابل قبول ، در مقطعی مشخص از جاده ، از یکی از خطوط یا تمام عرض جاده ، در یک جهت یا در هر دو جهت از جاده ، عبور کنند .

ظرفیت جاده تابع عوامل متعددی است چون طرح هندسی ، نوع روسازی ، عوامل جوی ، خصوصیات رانندگان و وضعیت ترافیک . وضعیت ترافیک جاده را از نظر کیفی با سطح سرویس مشخص می کنند. سطح سرویس از مناسبترین وضع که در آن رانندگان آزادانه و به راحتی با سرعت دلخواه حرکت می کنند و مانور می دهند تا حالتی که رانندگی به صورت توقف و حرکت در می آید تغییر می کند

سطح سرویس

وضعیت ترافیک از نظر کیفی شش سطح سرویس دارد:

1. سطح سرویس A که در آن جریان ترافیک آزاد ، حجم ترافیک و چگالی آن کم ، و سرعت وسایل نقلیه زیاد است ، و بستگی به تمایل رانندگان دارد . در این سطح رانندگان می توانند سرعت خود را ثابت نگه دارند.
2. سطح سرویس B که در آن جریان ترافیک متعادل و نسبتاً آزاد است ولی سرعت حرکت به علت تراکم وسایل نقلیه محدود می شود ، هر چند رانندگان از نظر انتخاب سرعت و خط به طور کلی آزادند . در این سطح ، سرعت نسبت به سطح سرویس A کمتر ولی میزان کاهش آن قابل توجه نیست .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. سطح سرویس C که در آن جریان ترافیک هنوز متعادل است ولی در اثر افزایش حجم ترافیک سرعت و قابلیت مانور در جاده کم می شود و بیشتر رانندگان در انتخاب سرعت و خط محدودیت دارند .
4. سطح سرویس D که در آن سرعت وسایل نقلیه از حالت یکنواخت و متعادل خارج ، و برحسب وضعیت ترافیک کم و زیاد می شود . آزادی مانور در این سطح نسبتاً کم است و در نتیجه رانندگی نسبت به سطوح سرویس قبلی ناراحت کننده تر است.
5. سطح سرویس E که در آن جریان ترافیک به صورت حرکت و توقف در می آید و سرعت به ندرت به 50 کیلومتر در ساعت می رسد.
6. سطح سرویس F که در آن سرعت وسایل نقلیه کم است و جریان ترافیک گاهی به علت تراکم زیاد متوقف می شود . میزان تأخیر در این سطح زیاد و آزادی حرکت و مانور آن بسیار محدود است.

فراهم آوردن شرایطی که در آن بین تمام عوامل موثر در سطح سرویس یک مسیر و جریان ترافیک مسیر هماهنگی کامل بر قرار باشد دشوار است ، و از این رو امکان در نظر گرفتن پارامترها و عوامل موثر بر سطوح سرویس با استانداردی کاملاً معین امکان ندارد . برای مشخص کردن سطح سرویس ، به طور کلی دو پارامتر (سرعت سفر ، و نسبت حجم ترافیک موجود به ظرفیت جاده) را که از پارامترهای تعیین کننده و قابل اندازه گیری اند در نظر می گیرند.

حجم سرویس

میزان ترددی که هر خط از جاده با سطح سرویسی معین می تواند داشته باشد ، حجم سرویس نامیده می شود . برای حفظ سطح سرویس معین در یک جاده در شرایط خاص ، مثلاً تغییر وضع جوی ، باید حجم سرویس را تغییر داد.

حجم سرویس در حقیقت ظرفیت عملی جاده است و از ترددی که یک جاده می تواند داشته باشد کمتر است .

عوامل موثر در ظرفیت و حجم سرویس

در عمل امکان طرح جاده هایی با شرایط کاملاً مطلوب به ندرت فراهم می شود و در غالب موارد سطح و حجم سرویس را باید در شرایط موجود سنجید . مهمترین عوامل فیزیکی جاده ، که در کیفیت ترافیک و کمیت ظرفیت جاده موثرند ، و آنها را عوامل جاده می نامند، عبارتند از عرض خط ، جدول و موانع کناری جاده ، شیب مسیر ، مسافت دید و بالاخره طول و عرض مقاطع تغییر خط ، که این عوامل و تأثیر آنها را بررسی می کنیم.

مسافت دید: یکی از مهمترین عوامل موثر در ایمنی و ظرفیت جاده ، وضعیت دید مسیر جلو برای رانندگان است . وضعیت کاملا مطلوب آن است که وسیله ی نقلیه از دید راننده ی پشت خود ، در حد مسافت دید چشم او ، به هیچ وجه خارج نشود . بدیهی است که به علل مختلف ، نظیر وضع توپوگرافی زمین ، از نظر اقتصادی و گاهی به دلیل مشکلات فنی رعایت و حفظ این وضعیت مقدور نیست ؛ ولی به هر حال لازم است که در طرح جاده مسافت دید قابل قبولی رعایت شود که ایمنی و ظرفیت جاده را با توجه به شرایط مورد نظر تضمین کند.

دو نوع مسافت دید در مطالعه و طراحی جاده ها اهمیت دارد :

1- مسافت دید توقف 2- مسافت دید سبقت

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

برای افزایش ایمنی باید مسافت دید آنقدر باشد که رانندگان بتوانند وسیله ی نقلیه ی خود را در هر لحظه که بخواهند ، قبل از برخورد به یک مانع غیر منتظره متوقف کنند ، این را **مسافت دید توقف** می نامند. از طرفی ، با توجه به کشش ترافیک و ظرفیت جاده ، مسافت دید باید آنقدر باشد که رانندگان بتوانند از وسایل نقلیه ای که با سرعت کمتری حرکت می کنند سبقت بگیرند ، این را **مسافت دید سبقت** می نامند .

مسافت دید افقی و قائم را باید به ارتفاع 1/95 متر بالاتر از سطح جاده ، در محور هر دو خط کناری و میانی آن اندازه گیری کرد . مسافت دید در جاده هایی که از وسط مجزا شده اند ، باید در هر دو قسمت جاده محاسبه شود. در جاده هایی که در هر جهت حرکت یک خطی اند ، باید تا حد امکان دید کافی برای سبقت در نظر گرفت .

مسافت دید توقف

در جاده های چند خطه رعایت این نکته مهم است که رانندگان در عین حرکت با سرعت مجاز بتوانند در هر لحظه وسیله ی نقلیه ی خود را متوقف کنند ، طوری که در صورت ترمز ناگهانی وسیله ی نقلیه جلویی یا ظاهر شدن ناگهانی چیزی در مقابل خود ، با آن برخورد نکنند. بنابراین ، لازم است طولی از جاده که در دید رانندگان است ، در هیچ شرایطی از حداقل مسافتی که محاسبه ی آن در پی می آید کمتر نباشد.

حداقل مسافت دید توقف بر مبنای مدت زمان تشخیص و عکس العمل راننده ، سرعت وسیله ی نقلیه و مسافت تا توقف آن پس از ترمز محاسبه می شود.

قسمت اول و دوم یعنی مسافتی که وسیله ی نقلیه از زمان رؤیت شیئی توسط راننده تا ابتدای فشار او بر پدال ترمز طی می کند، برابر است با :

$$d_1 = tv$$

$$d_1 = 0/278\ tV$$

که در آن v ، سرعت وسیله ی نقلیه (m/s) ؛ V سرعت وسیله ی نقلیه (km/h) و t مدت زمان تشخیص و عکس العمل راننده (sec) است . بدیهی است مدت زمانهای تشخیص و عکس العمل رانندگان با هم متفاوت است . این فاصله ی زمانی را که ممکن است از یک تا سه ثانیه تغییر کند ، در عمل به طور متوسط برابر 1/5 ثانیه در نظر می گیرند.

قسمت سوم ، یعنی مسافتی که وسیله ی نقلیه پس از ترمز تا توقف کامل طی می کند ، یا مسافت ترمز ، به سرعت وسیله ی نقلیه و ضریب اصطکاک بین سطح جاده و چرخها بستگی دارد . این مسافت در جاده ای افقی بر اساس اصل تغییر انرژی جنبشی قابل محاسبه است .

$$w.v^2/2g = w.f.d_2$$

$$d_2 = v^2/2fg = V^2/254f$$

که در آن g شتاب ثقل زمین (9/81 m/sec) ؛ v سرعت وسیله ی نقلیه (m/sec) ؛ V سرعت وسیله ی نقلیه (km/h) ؛ f ضریب اصطکاک بین سطح جاده و چرخها ؛ و d_2 مسافت ترمز (m) است .

اندازهٔ شیب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حد اکثر شیبی که در جاده های توزیع کننده، آزادراهها و بزرگراههای شهری، باید در نظر گرفت در حالت عادی 4% است ولی در مناطق کوهستانی، ممکن است مقدار شیب به 5% برسد . در دیگر جاده های شهری، نظیر خیابانهای مناطق مسکونی و یا جاده های توزیع کننده ترافیک محلی که ممکن است به دلیل وضع توپوگرافی محدودیت های بیشتری داشته باشد گاهی به اجبار شیب های بیش از 5% نیز در نظر می گیرند (7/5 %).

با افزایش مقدار شیب، ظرفیت و ایمنی جاده کاهش می یابد . بنابراین، باید تا حدی سعی کرد که تقاطعها در نقاطی واقع شود که جاده بدون شیب یا دارای شیب خیلی کم باشد . این نکته بخصوص در مورد تقاطع هایی که در قوس قرار می گیرد اهمیت دارد .

برای جلوگیری از تراکم زیاد در جاده های شیب دار . پر رفت و آمد می توان خط مخصوصی برای حرکت وسایل نقلیه سنگین و کندرو در نظر گرفت . این خطها معمولا ((خطوط کناری (خارجی) جاده))اند . جدول 7-3 حداکثر طول جاده را با شیبهای معین نشان می دهد . اگر با فرض در نظر گرفتن شیبهای جدول، طول جاده بیش از مقادیر مذکور باشد، باید تا حد امکان یک خط را به وسایل نقلیه سنگین و کندرو اختصاص داد . چنانچه خط کناری را به وسیله نقلیه سنگین و کندرو اختصاص دهیم، بهتر است عرض آن را برابر با 4٫20متر در نظر بگیریم.

شیب عرضی در جاده های افقی (پیچ خیز) : شیب عرضی در جاده های شهری، جز در موارد استثنایی که می توان آنرا تا 7٫5 درصد در نظر گرفت، نباید از 4٫5 درصد تجاوز کند . جدول 7-4 اندازه شعاع قوسهای افقی را در شیبهای عرضی مختلف با توجه به سرعتهای طرح نشان می دهد . میزان شیب عرضی در قوسهای افقی را می توان از فرمول (7-1) به دست آورد .

$$\tan \propto = e = \frac{v^{\wedge}2}{gR} - F \quad (1\text{-}7)$$

جدول 1 طول بحرانی بر حسب شیب های مختلف

شیب (درصد)	طول بحرانی شیب (متر)
3	500
4	230
5	250
6	200
7	170

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول 2 شعاع قوسهای افقی در شیبهای عرضی مختلف

سرعت طرح Km/h	اندازه معمولی شعاع قوس(متر) برای پیچ خیز		حداقل شعاع (متر) برای پیچ خیز	
	٪4٫5	٪7٫5	٪4٫5	٪7٫5
85	500	300	270	240
65	300	180	170	150
50	180	110	75	70
35	80	50	35	33

که در آن α زاویه شیب ، v سرعت طرح (m/s)، g شتاب نقل زمین($9{,}81\ m/sec^2$) ، R شعاع قوس (m)، و F ضریب اصطکاک جانبی بین چرخهای وسیله نقلیه و سطح جاده ، و e نسبت پیچ خیز است .

مقدار e بربلندی یا دور برای نقاط مختلف آب و هوایی بر اساس پیشنهادی آشتو:

الف : برای مناطق سردسیر مثل تبریز 6%

ب: برای مناطق معتدل رو به سردی مثل اصفهان 8%

ج: برای مناطق معتدل رو به گرمی مثل شیراز 10%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

د: برای مناطق گرمسیری مثل بندر عباس 12%

جدول ضریب اصطکاک جانبی بر اساس آشتو

سرعت طراحی	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
F	/25	/20	/16	/14	/13	/12	/11	/10	/10	/09

ضمیمه فصل اول :

با توجه به این که انجمن‌ها ،سندیکاها و به طور کلی مجامع حمل ونقل در رشد و توسعه راهها در کشورهای پیشرفته جهان نقش اساسی ایفا نموده‌اند در اینجا نگاهی کوتاه به عناوین انجمن‌های علمی وحرفه‌ای مهندسی امریکا کرده و انتظار می‌رود که مهندسین کشور ما نیز این روش‌ها را ادامه دهند و سازمان‌های نظام مهندسی کشور نیز باید این الگوها را پیش رو قرار دهند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

انجمن رسمی حمل ونقل وراههای ایالتی(AASHTO): شامل دفـاتر مهندسـی و اجرایـی اصـلی از بنگاههای حمل ونقل ونیز راههای مختلف ایالتی است . وزارت حمل و نقل ایالت متحده یکی از دفـاتر سـابق عضو AASHTO بود. هدف اصلی AASHTO توسعه و پیشرفت طراحـی – سـاخت – اداره – بهـره برداری و نگهداری راهها است . AASHTO با کنگره درباره قوانین راهها – پیشرفتهای تکنیکی – اداری واستانداردهای عملیاتی و سیاست گذاری برای راهها – مشارکت با دیگر بنگاهها در توجه و حل مشکلات *راههـا در ارتباط می باشد* .

هیئت تحقیقات حمل ونقل*TRB:* *یکی از بخش های ملی برای تحقیقـات حمـل و نقـل اسـت اسـت . (TRB) یک سازمان خصوصی است که برای ترغیب و ارتباط تحقیقاتی بـا مراکـز آموزشـی – بنگاههـای دولتی وصنعتی تلاش می کند، (TRB) دارای جلسات تحقیقاتی سالانه در واشـنگتن مـی باشـد کـه تقریبـا دارای 400 کمیته فنی و نیروهای اجرایی که حاصل آن تعداد زیادی نشریات فنی در مو ضوعات حمل و نقل است می باشد .*

انجمن مهندسین حمل و نقل*ITE* *: یک انجمن حرفهای حمل و نقل با بـیش از 13000 عضـو اسـت . سابقا انجمن مهندسین ترافیک نامیده می شد که اعضای آن شامل مهندسین ترافیک یا دیگر علاقه مندان به کنترل ترافیک وسایل نقلیه و مدیریت سیستمهای حمل ونقل بودند سازمان جلسـات سـالانه دارد و همچنـین تعدادی آیین نامه های اجرایی (Hand book) منتشر میکند. ITE دارای مجله ماهانه می باشد.*

انجمن آمریکایی مهندسین عمرانASCE : که قدیمی ترین انجمن مهندسـی حرفـه ای در ایـالات متحده با 116000 عضو می باشد ASCE جلسات سالانه دارد و مجله ماهانه آن به نـام مهندسـی عمـران منتشر می شود که به خوبی فعالیتهای 25 بخش فنی را بیان می کند . تعدادی از مجلات دیگـری کـه توجـه به مهندسی حمل و نقل دارند عبارتند از : مجله مهندسی حمل و نقل – مجله تو سعه و بر نامه ریزی شهری – مجله مهندسی اقیانوسها – سواحل – بنادر و راههای دریایی است .

انجمن راه آهن آمریکا AAR : بنگاه تحقیقات و توازن مرکزی در صنعت راه آهن آمریکای شـمالی اسـت اعضای آن مسئولیت 93% ازکل درامدهای بارراه آهن ایالات متحده –91% از نیروی کار راه آهن باری ایـالات متحده و100% ازمسافران راه آهن بین شهری را به عهده دارند . AAR همانند بیشتر انجمن ها در واشـنگتن دفتر مرکزی دارد.

انجمن ترانزیت عمومی آمریکاAPTA: این انجمن دارای منافع در ترانزیت عمومی آمریکای شـمالی است و اعضایی در راه آهن سریع السیر و سیستم های ترانزیت اتوبوس آمریکا – کانـادا و مکزیـک دارد . کـه می توان از سازندگان و عرضه کنندگان خدمات نام برد . مجله هفتگی این انجمن به نام حمل و نقل مسافر بوده و کتاب وضعیت ترانزیت را به صورت سالیانه منتشر می کند .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

انجمن کامیونداران آمریکاATA : که یک اتحادیه از انجمنهای کامیون داران در ایالتهای مختلف بوده و بعلاوه دارای 14 کنفرانس ملی از عرضه کنندگان خدمات کامیون می باشد.این انجمن بیش از 300 کارمند دارد. ATA مسئولیت توسعه ایمنی راهها – حمایت از تحقیقات راهها – مطالعات مختلف فنی و بررسی و تنظیم مشکلات صنعت کامیون داری را به عهده دارد.

انجمن مهندسین راه آهن آمریکاAREA : سازمان حرفه ای از دفاتر راه آهن است که از مهندسینی که در طراحی – ساخت و نگهداری تسهیلات راه آهن نقش دارند تشکیل شده استAREA دارای کتاب درمهندسی راه آهن و انتشاراتی در طرحهای مختلف – خصوصیات وموارد فنی دیگر وابسته به مهندسی راه آهن می باشد.

انجمن حمل و نقل هوایی آمریکاATAA :شامل خطوط هوایی داخلی – بین المللی – محلی و ... ایالات متحده است . ATAA دارای کتاب سالیانه است که واقعیت های خاص را تشریح می کند و نیز شکلهای گوناگونی در صنعت حمل و نقل هوایی از دیگر انتشارات این انجمن است .

انجمن خلبانان و مالکین هواپیماهاAOPA : سازمانی متشکل از بیش از 340000 خلبان و مالک هواپیما می باشد که علاقه مند به داشتن پروازهای ایمن تر اقتصادی تر و لذت بخش تر هستند.

فصل دوم

روسازی راه

بخش اول

روسازی شنی ، اسفالت سطحی، روسازی اسفالتی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه :

زمین طبیعی بستر راه به هر میزان که محکم و از لحاظ دانه بندی منظم باشد بر اثر تاثیرات جوی (به خصوص تغییر حرارت و مقدار آب) و نیروی وارده از چرخ ها تغییر شکل داده و نمی‌تواند مقاومت نماید بدین لحاظ باید روی سطح بستر خاکی راه ، قشر محکم و با دوامی ساخته شود که به توانـد در مقابل ضربات چرخ ها و عوامل جوی مقاومت نموده و تغییر شکل ندهد. این قشر روسازی دارای دانه بندی بوده و به حد کافی متراکم می‌گردد و ماده چسبنده ای دور دانه های آنرا پوشانده و فضای خالی آن به حداقل می‌رسد. بدیهی است جنس مواد چسبنده و مصالح سنگی و نحوه ساختن آن در دوام روسازی تاثیرات مهمی داشته و ساختمان قشر روسازی باید به گونه ای باشد که در مقابل عوامل جوی و نیروهای افقی و قائم چرخ ها مقاومت نماید.

به لحاظ صرفه جویی اقتصادی قشر روسازی را در دو قسمت رویه و پی می‌سازند (پی= زیرسازی)، چون قشر رویه با چرخ در تماس است باید در ساختن آن به حد کافی دقت شود و از طرفی دیگر چون هزینه آن زیاد است تا حد امکان ضخامت آن کمتر در نظر گرفته می‌شود . پی بار قائم را از قشر رویه به بستر خاکی راه منتقل می‌نماید و چون با چرخ تماس ندارد لازم نیست جنس مصالح آن ممتاز باشد و می‌توان در هزینه ساخت آن صرفه جویی نمود پی در یک یا چند قشر ساخته می‌شود اگردر چند قشر ساخته شود باید قشرها به خوبی با هم قفل و بست شوند و به جسم یک پارچه ای تبدیل گردد.

مواد چسبنده در روسازی راه

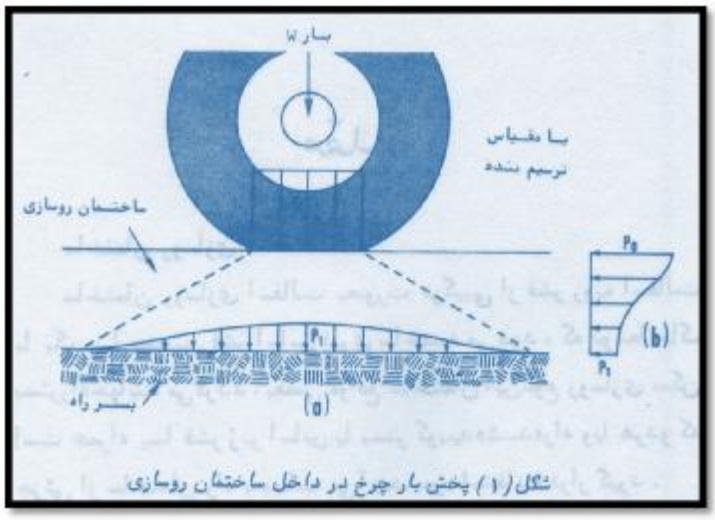
در روسازی راه سه نوع ماده چسبنده مصرف می‌گردد:

- چسبنده خاکی (مخلوط ماسه و خاک رس) برای رو سازی های شنی و ماکادامی
- سیمان و آهک برای روسازی های شنی (شنی و ملاتی)
- قیر برای روسازی های سیاه

چسبنده خاکی باید حدود 30% خاک رس و 70% ماسه داشته باشد ، خاک رس آن مقداری رطوبت در خود نگه می‌دارد و دانه های ماسه را به یکدیگر و به مصالح سنگی درشت تر می‌چسباند چناچه میزان خاک رس بیشتر از این مقدار گردد هنگام رطوبت هوا آب می‌مکد و خمیری می‌شود و سبب کم شدن نیروی سایش بین دانه ها می‌گردد و بالاخره موجب می‌شود دانه های سنگی روی هم بلغزند و قشر رو سازی تغییر شکل می‌دهد.

اگر میزان خاک رس کمتر از مقدار ذکر شده باشد چسبندگی بین دانه ها تامین نگردیده روسازی شنی و ماکادامی بتدریج از بین می‌رود. در فصل خشک به علت حرارت و تابش آفتاب رطوبت جسم چسبنده بخار می‌شود ودر نتیجه خاک خشک چسبندگی خود را از دست می‌دهد و در زیر حرکت چرخ خرد و نرم می‌گردد و دانه های سنگ به علت عدم چسبندگی زیر حرکت چرخ روی هم لیز خورده و می‌لغزند و به طرفین راه منتقل می‌شوند و در کنار راه انباشته شده و وسط راه گود می‌گردد یکی از راههای جلوگیری از خشک شدن آن استفاده از محلول های کلرورکلسیم می‌باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل(۱) پخش بار چرخ در داخل ساختمان روسازی

دانه بندی مصالح سنگی:

به علت تاثیرات نیروهای افقی و قائم چرخ برروی قشر رویه راه باید دانه های سنگ مکعبی و سخت بوده و دانه بندی منظمی داشته باشد تا خوب در هم قفل و بست شده و جسم متراکم و همگنی به وجود آید بـرای افـزایش نیروی سایش بین دانه های سنگ باید خوب آن را کوبید تا سطح جانبی سنگ ها با هم بیشتر ممـاس شـوند، در ساختمان قشر شنی و ماکادامی شن و خرده سنگ شکسته بـه ابعـاد 90/60-70/50-60/40 - 50/30 میلی متر معمولی است.

میزان ترافیک:

افزایش بی سابقه ترافیک اهل فن را وادار کرد تا سطح راه را که با چرخ در تماس است طوری به سازند کـه در برابر ضربات چرخ مقاومت نماید و با مطالعاتی که به عمل آمده این نتیجه حاصل شده است که : ممکـن نیسـت یک نوع معین و مشخص روسازی را در همه جا و برای هر ترافیکی معمول داشت بلکه باید در هـر محـل بـا در نظر گرفتن میزان آمد و شد و با توجه به عوامل اصلی زیر نوع روسازی را انتخاب نمود:

الف: نوع راه و ترافیک عبوری – موقعیت راه به لحاظ دشت ، دره ، تپه ماهوری و یا کوهستانی

ب: شیب طولی راه و نیمرخ طولی آن - پیچ ها و مسافت دید.

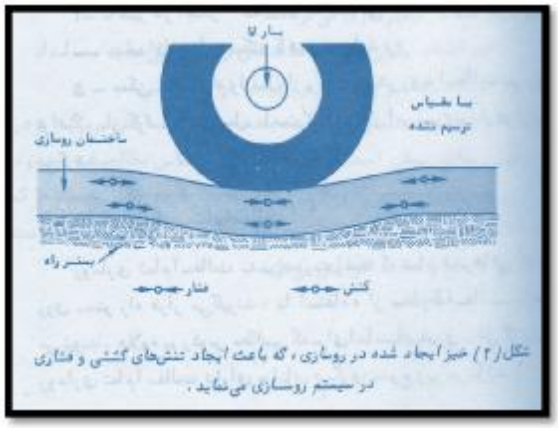
ج: درجه اطمینان حرکت

بطور خلاصه روسازی راه باید طوری ساخته شود که ماشین های عبوری به توانند شب و روز در هر فصـل بـدون خطر با اطمینان کامل با حداکثر سرعت مجاز روی سطح راه حرکت کنند سطح راه باید زبر باشد و زبر به ماند تـا هنگام رطوبت هوا و بارندگی و یخبندان لیز نشود و باعث سر خوردن ماشین ها نگردد، پیچ ها باید طوری سـاخته شود که ماشین های تندرو در حین حرکت به راحتی به پیچند و در اثر نیروی گریز از مرکز به خارج از جاده پـرت نگردند. در اثر ترافیک در سطح راه موج و چاله و بریدگی و خرابی های دیگر به وجود نیاید تا مانع حرکت مـنظم ترافیک عبوری شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اثر ضربات چرخ:

حرکت هر چرخ در سطح راه تغییر شکل ماندنی به جا می‌گذارد که محسوس نیست ولی از جمع شدن اثر حرکت هزاران چرخ در روز به تدریج تغییر شکل سطح راه ظاهر گشته و دیده می‌شود بدین جهت روسازی های سبک برای ترافیک سنگین مناسب نبوده و پس از مدت کوتاهی خراب می‌شوند بدین ترتیب در تغییر ضخامت روسازی باید به مسئله ترافیک توجه شود.



شکل (۲) نیز ایجاد شده در روسازی ، که باعث ایجاد تنش‌های کششی و فشاری در سیستم روسازی می‌شود .

تاثیرات جوی:

اثر چرخ بر روی سطح راه آنی است ولی تاثیرات جوی دوام دارد آب و حرارت بیش از دیگر عوامل جوی در روسازی تاثیر می‌گذارد. آب موجب افزایش حجم و تغییر شکل زمین بستر و جسم راه و کم شدن مقاومت آن می گردد. تغییر شکل زمین و بستر راه روی بستر روسازی آن تاثیر نموده و آنرا خراب می‌کند هر اندازه ضخامت قشر روسازی بیشتر باشد از فشاری که به واحد سطح بستر خاکی راه وارد می‌شود کاسته شده خطر تغییر شکل یافتن آن کمتر می‌شود، اما روسازی ضخیم گران تمام می‌شود لذا باید در تعیین ضخامت قشر روسازی علاوه بر نکات فنی هزینه ساختمان آن را در نظر گرفت. آب باران و برف از بالا و آب روان (سیلاب و آب زراعتی) از پهلو و آب کف از زیر در زمین بستر و جسم راه نفوذ می‌کند. از نفوذ آب روان و آب کف تا حد زیاد می‌توان جلوگیری نمود اما جلوگیری از آب باران آسان نیست ، آب باران و برف از درزهای سطح راه و شانه های طرفین آن و دامنه های خاک ریز به جسم راه نفوذ می‌کند، برای جلوگیری از آن باید سطح راه را غیر قابل نفوذ نمود ، از این رو راه باید دارای شیب عرضی کافی بوده تا آب در سطح راه جمع نشود و به راحتی تخلیه گردد.

تعیین ضخامت قشر روسازی:

راه سازان در عمل به این نتیجه رسیده اند که ضخامت قشر روسازی (قشر شنی) 20 تا 30 سانتی متر و قشر روسازی بتنی چون بهتر بار را تقسیم می‌کند و پی و رویه آن یک جنس است 12 تا 18 سانتی متر کافی است. ضخامت کل ساختمان روسازی راههای اسفالتی معمولا 35 تا 45 سانتی متر است(توضیحات بیشتر در بخش های بعدی). در نقاطی که بستر خاکی راه سست است بهتر است به جای افزودن ضخامت روسازی ، بستر راه برای حداقل بارگذاری قبلا آماده گردد و سپس روسازی در همه جا به یک ضخامت ساخته شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

برای محاسبه ضخامت روسازی می‌توان از این فرمول: $k = \mu \sqrt{\frac{B}{b}}$ ← استفاده نمود. در این فرمول k ضخامت قشر روسازی است و 0/5 تا μ=0/6 است که تجربی به دست آمده، B بار قائم چرخ متحرک بارکش سنگین موتور که شش تن فرض می‌شود (4 تن وزن چرخ ساکن + 50 % ضریب ضربه برای چرخ در حال حرکت) و b بارگذاری مجاز سطح بستر خاکی راه بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌باشد.
در جدول زیر ضخامت قشر روسازی فنری برای مقادیر مختلف b حساب شده است.

مقدار b برحسب کیلوگرم بر سانتی مترمربع	ضخامت قشر روسازی بر حسب سانتی متر
0/5	55 تا 65
0/75	45 تا 54
1	39 تا 46
1/5	32 تا 38
2	27 تا 33
2/5	25 تا 30
3	22 تا 27
4	20 تا 23
5	17 تا 21

ارقام فوق شامل زیرسازی و رویه اسفالت یا بتن می‌باشد

ساختمان روسازی شنی:

روسازی شنی معمولا در راههای روستایی ، فرعی و یا موقت کاربرد دارد و این روسازی می‌تواند بستر اسفالت ریزی آینده باشد و گاهی اوقات روسازی شنی را قیر اندود نیز می‌کنند در هر حال باید به ترتیب زیر ساخته شود:

الف: در راههای موجود مسیر راه نیمرخ برداری شود و زیرسازی راه با رعایت سرعت حرکت ماشین ها از لحاظ عرض ، پستی بلندی، پیچ ها و شیب طولی آن اصلاح شود و طول دید تامین گردد پل ها و آبروها و آب برها و ساختمان های فنی به دقت بازبینی شده و طبق مشخصات فنی جدید تعمیر و تکمیل گردد و یا درصورت لزوم در ساختمان آن ها تجدید نظرگردد.

ب : مجرای انحراف و هدایت آب به زیر پل ها و آبروها و نهرهای طرفین راه تنظیم و تکمیل گردد بطوریکه آب روان (آب زراعتی و سیلاب) به جسم جاده سرایت نکند. سطح راه موجود ، آب پاشی شود و همین که آب به خورد راه رفت با شانه کلنگ گریدر به عمق حدود 10 سانتی متر شخم زده شود مصالح کنده شده به وسیله تراکتوری که به دنبال آن دیسک بسته شده با چرخهای ماشین خرد و نرم شده بطوریکه دیگر در آن کلوخ باقی نماند سطح راه با شیب عرضی مطلوب (بسته به شیب طولی راه از 2 تا 6% در جاده ها و خیابانهای شهری 2%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

کافی است اما در معابر شهری با شیب زیاد لازم است شیب عرضی تا 8 % هم اجرا گردد) به وسیله تیغه گریدر تنظیم شود ، سطح تنظیم شده راه آب پاشی شده و با غلطک های چرخ لاستیکی و استوانه ای کاملا کوبیده شود و پس از تعمیر و تکمیل زیر سازی ، قشر رویه ساخته شود .

قشر رو سازی شنی :

مصالح محلی که باید به مصرف ساختن قشر رو سازی شنی به رسد از لحاظ دانه بندی و مقدار مصالح چسبنده و آب لازم آزمایش شود . مصالح سنگی آزمایش شده به میزان حداکثر 150 لیتر در متر مربع در وسط راه ریسه شود در صورتی که مصالح سنگی دارای خاک یا خاک رس کافی نباشد به مقدار لازم خاک رس دانه ریز خشک به آن اضافه شود . مصالح ریسه شده با تیغه گریدر دو تا سه بار برگردان و کاملا مخلوط شده در سطح راه پخش گردد . سطح راه با تراکتوری که به دنبال آن دیسک بسته شده همراه با آب پاشی شخم زده شود . مقدار آب باید به میزانی که آزمایش شده باشد مصرف گردد . آب زیاد مخلوط را به حالت خمیری در می‌آورد و آب کم موجب می‌گردد تا دانه های مصالح سنگی به هم دیگر نچسبد ، سطح راه در حالی که نم دار است با تیغه گریدر تسطیح و تنظیم گردد و با غلطک مناسب کوبیده شود .

هر گاه یک قشر روسازی کافی نباشد قشر دوم روی قشر اول به شرح فوق ساخته شود . رو سازی شنی از اول دوره ساخت و پس از اتمام ساختمان آن احتیاج به مرمت دارد و باید همواره با نهایت دقت مرمت گردد و در غیر این صورت ظرف مدت کوتاهی خراب خواهد شد . مصالح سنگی روسازی شنی باید با رعایت حداقل فضای خالی دانه بندی شود . حداکثر درشتی دانه های سنگ معمولا 50 میلی متر و در قشرهای کلفت تر تا 70 میلی متر مناسب است . مقدار مصالح چسبنده جامد (خاک رس) باید حدود 20 % و یا تا 40 % وزن آن باشد . حد حالت روانی آن نباید از 37 زیادتر شود و درجه خمیری آن باید بین 4 و 9 باشد ، ریز دانه های چسبنده باید طوری باشد که تمام آن از الک 40 (0/42 میلی‌متر) و تا 75 % آن از الک 200 (0/074 میلی‌متر) به گذرد .

تعیین ضخامت قشر های تقویتی :

برای حفاظت قشر رویه راه های شنی قبل از اضافه کردن قشر رویه غیر قابل نفوذ نسبت به تکمیل روسازی شنی راه به ترتیب زیر اقدام گردد:

1- مطالعات خاک شناسی در گزارش مطالعات فاز اول و یا دوم راه ، جمع آوری و از روی آن طبقه بندی خاک بستر راه (زمین طبیعی یا خاک ریز) با روش آشو استخراج گردد ، در مواردی که نتایج این مطالعات کافی نباشد یا اصلا چنین مطالعاتی انجام نشده باشد باید اقدام به نمونه گیری و آزمایش نمود .
2- بر اساس نوع طبقه بندی خاک بستر راه نسبت به تعیین ضخامت قشرهای رو سازی شنی اقدام گردد .
3- با حفر تعدادی گمانه در طول راه ضخامت قشر رویه شنی موجود و کیفیت آن تعیین گردد با توجه به دانه بندی قشر رویه موجود و مقایسه آن با دانه بندی لازم برای قشر زیر اساس با منظور نمودن ضریبی بین 0/5 تا 1 ضخامت قشر رویه موجود به عنوان معادل قشر زیر اساس پذیرفته گردد .
4- تفاوت روسازی شنی لازم باید برای تکمیل راه شنی روی راه اضافه گردد .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- در صورتی که ضخامت قشر رویه شنی موجود از قشر زیر اساس لازم بیشتر باشد باید حداقل قشر اساس را اضافه نمود (مشخصات قشر زیر اساس و اساس در مشخصات فنی و عمومی راه های اصلی موجود است و در بخش سوم همین جزوه مورد بحث قرار خواهد گرفت) پس از اتمام عملیات قشر اساس می‌توان قشر رویه غیر قابل نفوذ را روی سطح اساس انجام داد .

اندود نفوذی(پریمکت = Prime Coat) :

برای اینکه آب در قشر اساس نفوذ نکند و همچنین برای چسباندن لایه سیاه به سطح اساس روی آن را اندود قیری می‌کنند . قبل از ریختن قیر باید سطح اساس کاملا تمیز و خشک گردد . در اندود نفوذی قیر باید تا 2/5 سانتی متر در سطحی که اندود می‌شود نفوذ نماید . برای آنکه قیر هنگام پاشیدن خوب نفوذ کند باید روان باشد . قیرهای محلول دیرگیر SC_1 و SC_2 و قیرهای کند گیر MC و MC_1 و MC_2 و قیر دیر گیر S_{125} را به اندازه ای که در استاندارد آنها تعیین گردیده گرم می‌کنند تا روان شود ، سپس قیر را با فشار توسط قیر پاش روی سطح راه پخش می‌کنند . در اندود نفوذی محلول زودگیر RC مصرف نمی‌شود ، زیرا حلال آنها زود می‌پرد و نمی‌شود آنها را خوب تزریق کرد . قیر باید به اندازه ای پخش شود که پس از گذشتن 24 ساعت روغن های معدنی آن به پرند و پس مانده به سطح اندود شده بچسبد . میزان قیر مصرفی با توجه به تخلخل قشر اساس بین 0/6 تا 1/5 کیلوگرم در متر مربع تغییر می‌کند .

قابل توجه

با توجه به این که بعضی از قیرها در درجه حرارتی پایین تر حدود مشخص شده مشتعل می‌گردند لذا هنگام کار با این نوع قیرها باید نکات احتیاطی زیر را رعایت نمود .

1- شعله و آتش را نباید به هیچ وجه به این نوع قیرها نزدیک نمود .
2- برای کنترل و بازرسی مخازن قیر نباید آتش ، مشعل یا چراغ های شعله ای مورد استفاده قرار گیرد.
3- برای کاربرد این نوع قیرها باید از افراد با تجربه و ذیصلاح استفاده نمود .

وسایل اجرای کار

وسایل لازم برای اجرای اندود نفوذی به شرح زیر است :

1- جاروی مکانیکی یا هوای فشرده
2- دستگاه قیر پاش با وسیله گرم کننده قیر

دستگاه قیر پاش باید کاملا مجهز و بدون عیب و نقص باشد به طوریکه به تواند قیر مایع را بطور یکنواخت در عرض معین پخش نماید . درجه حرارت قیر در حدود تعیین شده باشد . برای این منظور باید دستگاه قیر پاش مجهز به سرعت سنج که سرعت دستگاه را بر حسب متر در دقیقه نشان دهد باشد . پمپ دستگاه قیر پاش باید دارای تاکومتری باشد که به وسیله آن بتوان مقدار قیری را که از لوله های پخش قیر خارج می‌گردد بر حسب لیتر یا گالون در دقیقه کنترل نمود . صفحه مدرج سرعت سنج و تاکومتر باید در مقابل دید راننده قیرپاش قرار گیرد به طوریکه راننده به تواند سرعت حرکت دستگاه و مقدار پخش قیر را هم زمان تنظیم و کنترل نماید .

محدودیت های فصلی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اندود نفوذی باید در مواقعی انجام گردد که هوا بارانی و مه آلود نباشد در موقع پخش قیر درجه حرارت هوا در سایه موقعی که هوا رو به گرمی می‌رود بیش از 10 درجه سانتی گراد و وقتی که هوا رو به سردی می‌رود بیش از 15 درجه سانتی گراد باشد .

اندود سطحی (تک کت = Tack Coat)

برای چسباندن اسفالت به رویه‌های کهنه آسفالتی (بتن آسفالتی ، بتن سیمانی و شفته آهکی)و یا روی اسفالت بیندر (آستر) سطح آنها را با قیر اندود می‌کنند تا لعاب نازکی آن ها را به پوشاند . در اندود سطحی قیر در سطحی که اندود می‌شود نفوذ نمی‌کند از این رو نیاز به قیر زیاد نیست ، برای اندود کردن بسته به جنس چسبنده سیاه و جنس زبری سطحی که باید اندود شود 400 تا 600 گرم در هر متر مربع قیر پاشیده می‌شود . قیر هنگام پاشیدن باید روان باشد . قیر خالص نرم (با درجه نفوذی 150/120) یا قیرهای محلول زودگیر RC2 ، RC3 و RC4 به اندازه ای که در استاندارد آنها معین شده گرم می‌کنند تا روان شود سپس قیر روان را با قیر پاش تحت فشار روی سطح تمیز شده ای که باید اندود شود پخش می‌نمایند .

سطحی که اندود می‌شود باید تمیز و خشک باشد ، پس از آنکه اندود کردن انجام شد و حلال قیر محلول پریده روی سطح اندود شده اسفالت رویه(توپکا) می‌ریزند .

قابل توجه:

کلیه مواردی که مربوط به اندود نفوذی برای جلوگیری از شعله ور شدن قیر گفته شد در اندود سطحی نیز باید رعایت گردد .

وسایل کار

وسایل لازم برای اجرای اندود سطحی به شرح زیر است :

1- جاروی مکانیکی یا هوای فشرده

2- دستگاه قیر پاش با وسیله گرم کننده قیر

همان طوری که در بحث مربوط به اندود نفوذی در مورد مجهز بودن دستگاه قیر پاش گفته شد کلیه موارد در اجرای اندود سطحی نیز باید رعایت گردد .

آسفالت سطحی

آسفالت سطحی یک نام کلی برای پخش قیر و سنگ شکسته روی سطح اساس بوده و در صورتی که این عمل روی سطح آسفالت موجود انجام شود آن را آسفالت حفاظتی می‌گویند و عموما ضخامت آن از 2/5 سانتیمتر کمتر است. نامهای دیگر اسفالت سطحی، اسفالت سرد و رد میکس است،آسفالت های سطحی اگر بطور صحیح طراحی و ساخته و نگهداری شوند دارای مزایای زیر می‌باشند:

ارزان و اقتصادی است و با توجه به هزینه کم آن عمر زیادی دارد.

اجرای آن برای افراد آشنا به کار بسیار آسان و سریع است.

آسفالت سطحی را می‌توان در یک و یا چند لایه پخش و کوبید در هر حال این نوع آسفالت سطح موجود را عایق کاری کرده و از نفوذ آب به قشرهای زیر جلوگیری می‌نماید، در بعضی نقاط آسفالت سطحی را در سه لایه و بیشتر انجام می‌دهند و آن را آرمیرکت می‌نامند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هدف از آسفالت سطحی

1-جلوگیری از نفوذ آب به قشرهای زیر آن و حفاظت راه ساخته شده تا زمان اجرای اسفالت دائم
2-جلوگیری از تولید گرد و خاک
3-ایجاد زبری در سطح راه
4-زیاد کردن دید راه در شب با استفاده از مصالح سنگی با رنگ روشن
5- مشخص کردن مسیر عبور از شانه های راه

تعداد لایه های آسفالت سطحی

6-آسفالت سطحی در یک لایه عبارت است از پخش یک لایه قیر روی هر نوع سطح راه تنظیم شده که بلافاصله روی آن سنگ شکسته دانه بندی شده به یک اندازه ریخته و پخش و کوبیده می شود ضخامت این لایه برابر با اندازه سنگ شکسته مصرفی است.
7-آسفالت سطحی در چند لایه عبارت است از پخش آسفالت سطحی دولایه و یا بیشتر (یکی روی دیگری) و در چنین حالتی باید توجه داشت که اندازه سنگ مصرفی در لایه رویی باید نصف ابعاد سنگ های مصرف شده در لایه زیرین آن باشد ضخامت آسفالت سطحی در چند لایه عملا برابر اندازه سنگ مصرفی در لایه اول و دوم و ... خواهد بود.
8-آسفالت سطحی در چند لایه از آسفالت سطحی در یک لایه متراکم تر و مقاوم تر می‌باشد.

قیر برای آسفالت سطحی

9-نوع قیر مصرفی در آسفالت سطحی متفاوت بوده و عوامل زیر در انتخاب نوع قیر موثرند.
10- حرارت هوا
11- رطوبت و باد
12- وضع شرایط سطح راه
13- نوع مصالح و سنگ شکسته ای که روی قیر پخش خواهد شد
14- وسایل و ماشین آلات مورد استفاده

مشخصات قیر مصرفی:

15- موقع پخش به اندازه کافی روان باشد تا به توان آن را به طور یکنواخت روی سطح راه پخش نمود.
16- پس از پخش برای مدتی قابل قبول یعنی در زمانی که مصالح روی آن پخش می‌شود به همان شکل باقی مانده و به تواند سنگ های پخش شده را به خوبی قیری نماید.
17- به سرعت به سنگ های پخش شده چسبیده و سفت شود.
18- پس از غلطک زنی روی سنگ شکسته پخش شده و سفت شود. قیر باید دانه های سنگ را محکم به سطح زیرین چسبانده و از جابجا شدن آن بر اثر ترافیک جلوگیری نماید.
19- با تغییر شرایط آب و هوا دگرگون نشود و نباید عرق کند و به سطح رویه برسد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

20- قیرهای مایع تندگیر (RC) و کندگیر (MC) برای نقاط گرم و خشک و امولسیون‌ها برای نقاط مرطوب مناسب هستند، در هوای گرم و خشک قیرهای خالص و نرم در موقعی که مصالح سنگی بلافاصله پخش شده اند نتایج خوبی داده اند ، بهترین نوع قیر را می‌توان با توجه به شرایط از بین قیرهای زیر جستجو کرد:

21- قیرهای مایع تندگیر (R.C)

22- امولسیون‌های تندگیر (R.S)

23- قیرهای خالص با درجه نفوذ 150-120 یا 300 -200 و اگر تجربه نشان دهد که در محلی چسبندگی قیر خالص 300-200 برای نگهداری مصالح سنگی کافی نیست بهتر است از آن استفاده نشود.

24- البته از قیرهای کندگیر (MC) نیز می‌توان برای آسفالت سطحی استفاده کرد به شرط آنکه امکان جلوگیری از عبور ترافیک وجود داشته باشد ، منظور مدتی است که لازم باشد قیر کاملا خود را بگیرد و سفت شود . اغلب در هوای گرم و خشک یعنی جایی که نفت قیرهای مایع سریعا بخار می‌شود استفاده از قیرهای مایع کندگیر (MC) بسیار مفید است (برای پریمکت کردن سطح اساس نیز از قیرهای مایع کندگیر (MC) استفاده می‌شود) ، برای این منظور استفاده از قیرهای S-125 در ایران نتایج خوبی داده است.

25-

مصالح سنگی برای آسفالت سطحی

26- مصالح سنگی باید از اجزاء سخت و مقاوم ، تفاله کوره های صنعتی و یا شن و ماسه هایی که به اندازه مورد لزوم شکسته شده است تشکیل یافته باشد ، تفاله های شکسته شده کوره‌های صنعتی باید از نوع تفاله کوره ذوب آهن باشد که از موادی یک دست با وزن مخصوص مشابه تشکیل شده است. چنانچه مصالح سنگی طبق روش آشو 19 آزمایش گردد حداقل 1120 کیلوگرم در مترمکعب وزن داشته باشد، مواد سنگی باید عاری از دانه های خاک رس باشد و همچنین عاری از قشر نازکی از خاک رس و یا سایر موادی که مانع چسبندگی کامل آن به مواد آسفالتی می‌گردد باشد چنین مصالح سنگی باید از نوعی انتخاب گردد که پس از آغشته شدن با قیر در اثر مجاورت با آب پوشش خود را از دست ندهد مواد سنگی چنانچه طبق روش آشو T 101 A (مشخصات آشو) آزمایش گردد نباید بیش از 1/5 % تورم پیدا کند.

27- مصالح سنگی باید دارای دانه بندی تعیین شده مورد قبول دستگاه نظارت باشد یعنی دانه بندی برای اسفالت سطحی به گونه ای است که فقط مصالح سنگی یک اندازه می‌تواند آن را تأمین کند عیب غیر یک اندازه بودن این است که قیر روی سنگ های ریزتر را پوشانیده و مانع جایگزینی سنگ های درشت تر می‌شود که در این صورت دانه های درشت تر به راحتی زیر ترافیک سریع کنده شده و از این آسفالت نتیجه خوبی به دست نمی‌آید.

28- سنگ‌های درشت‌تر ، سطح راه زبرتری به وجود آورده و اگر خیلی درشت (مثلا 2/5 سانتی‌متر) انتخاب شوند موجب ایجاد صدا در وسایل نقلیه در هنگام حرکت می‌شود ، به طور کلی برای لایه نهایی بهتر است از سنگ هایی به قطر 1/2 اینچ (1/25 سانتی‌متر)و یا کوچک‌تر استفاده گردد. شکل سنگ‌های مصرفی در آسفالت سطحی بسیار مهم است. سنگ‌هایی که دانه های دراز سوزنی شکل و یا پهن پولکی بیش از حد مجاز داشته باشند مناسب نبوده و سنگ‌های شکسته مکعبی شکل بهترین نوع سنگ دانه هستند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

محاسبه قیر لازم برای آسفالت سطحی

-29 برای محاسبه مقدار قیر لازم برای آسفالت سطحی از روش های مختلف استفاده می‌گردد ، در مثال زیر با استفاده از روش بنسون مقدار قیر لازم تهیه گردیده است:

-30 مفروضات: وزن مخصوص مصالح سنگی (بدون فضای خالی) 2/65 گرم بر سانتی متر مکعب.

-31 جدول دانه بندی مصالح سنگی آسفالت سطحی

-32	اندازه الک	-33	درصد رد شده وزنی از الک های استاندارد امریکایی با سوراخ های چهارگوش						
		-34	الف	-35	ب	-36	ج	-37	د
-38	1 اینچی	-39	100	-40	-	-41	-	-42	-
-43	3/4 اینچی	-44	90	-45	100	-46	-	-47	-
-48	1/2اینچی	-49	20-55	-50	0-100	-51	100	-52	-
-53	2/8 اینچی	-54	0-15	-55	40-70	-56	85-100	-57	100
-58	شماره 4	-59	0-5	-60	0-15	-61	10-10	-62	85-100
-63	شماره 8	-64	-	-65	0-5	-66	0-10	-67	10-40
-68	شماره 16	-69	-	-70	-	-71	0-5	-72	0-10
-73	شماره 50	-74	-	-75	-	-76	-	-77	0-5

-78 وزن مصالح سنگی خشک (با فضای خالی) 1360 کیلوگرم در متر مکعب

-79 وزن مصالح سنگی یک اندازه که برای پوشاندن یک مترمربع (دست چین شده) لازم است 12/2 کیلوگرم

-80

$$\text{در نتیجه} \gg\gg\gg\gg\gg \left(\frac{1000 \times 12.2}{1360}\right) = 9 \text{ میلی متر}$$

-81

-82 با استفاده از منحنی بنسون درصد فرو رفتن مصالح سنگی در قیر برابر 32 % به دست می‌آید بنابراین اندازه فرو رفتن مصالح سنگی در قیر میلی متر 3=9×0/32 و مقدار قیر مورد نیاز برابر است با فضای خالی بین مصالح سنگی که باید با قیر پر شود

-83 $\text{نسبت فضای خالی} = \left(1 - \frac{1360}{2.65 \times 1000}\right) \times 100 = \%48.6$

-84 بنابراین حجم قیر مورد نیاز برای پر کردن فضای خالی به ضخامت 3 میلی متر از مصالح سنگی برابر است با:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

85- مترمربع/لیتر $0.486 \times \left(\frac{3}{1000} \times 1000\right) = 1.46$

86- که تقریبا 1/5 کیلوگرم در مترمربع می‌شود، بنابراین در صورتی که قیر خالص (مثلا 150-120) و یا (200-300) مصرف گردد باید پس از انجام پریمکت ، مقدار 1/5 کیلوگرم قیر در مترمربع برای آسفالت سطحی پخش و بلافاصله مصالح سنگی روی آن ریخته شود ولی اگر از قیرهای مایع تندگیر استفاده گردد باید مواد فرار آن را در نظر گرفت و چون مواد فرار قیر تندگیر برابر با 0/17 است بنابراین مقدار قیر تندگیر مورد نیاز برابر است با: مترمربع/کیلوگرم

87- مترمربع/کیلوگرم $1.5 \times \left(\frac{100}{100-17}\right) = 1.8$

88-

نکات مهم و ضروری در روسازی آسفالت سطحی

الف-گام اول:

1- مدار تقریبی قیر مورد نیاز(غیر از پریمکت) برای یک لایه اسفالت سطحی برابر است با 0/8 کیلوگرم در متر مربع در ضخامت لایه بر حسب سانتی متر.

2- برای سنگ های آهکی نرم و جذب کننده باید 150 گرم قیر اضافه در متر مربع مصرف گردد.

3- مقدار قیر با حجم ترافیک رابطه معکوس دارد(هر چه حجم ترافیک بیشتر باشد باید قیر کمتری مصرف گردد).

4- اندازه سنگ شکسته با ترافیک نسبت مستقیم دارد.

سنگ شکسته $^3/_4$ اینچ برای ترافیک سنگین و سنگ شکست $^3/_8$ اینچ برای ترافیک سبک

5- مقدار قیر مصرفی بستگی به نوع قیر و میزان مواد فرار آن دارد.(هر چه درصد مواد فرار بیشتر باشد مقدار قیر مصرفی بیشتر است.)

6- در مورد آسفالت های موجود و یا سطوحی که پریمکت شده احتیاج به اضافه کردن قیر محاسبه شده نیست.

7- در مورد آسفالت های موجود با قیر زیاد باید قیر کمتری مصرف گردد.

8- درجه حرارت مناسب هوا بین 10 تا 32 درجه سانتی گراد می‌باشد.

9- نوع قیر مصرفی برای لایه زیر RC-5 یا RC-4

10- نوع قیر مصرفی برای لایه رو RC-3 یا RC-2

11- در قیرهای RC یا MC در هوای خشک و از امولسیون در هوای مرطوب استفاده می‌شود.

12- سطح راه در مورد قیرهای مایع(MC و RC) و قیرهای خالص باید کاملا خشک ولی در مورد امولسیون ها باید قدری مرطوب باشد.

13- در هوای بارانی و زمین خیلی مرطوب نباید روسازی آسفالت سطحی نمود.

14- برای پرکردن خلل و فرج و ترک های سطحی زیر اسفالت باید از قیر با غلظت کم استفاده گردد.

15- اندازه سنگ شکسته لایه بالایی هر قشر باید نصف اندازه سنگ لایه زیر باشد.(لایه اول با سنگ شکسته $^3/_4$ و لایه دوم با سنگ $^3/_8$ اینچ)

16- مقدار قیر برای سه لایه 130 تا 140% قیر محاسبه شده برای یک لایه می‌باشد.

17- مقدار قیر برای سه لایه 140 تا 150 درصد قیر محاسبه شده برای یک لایه می‌باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

18- فرض این است که لایه رویه فضای خالی لایه زیر را پر کند.
19- 40% قیر در لایه زیرین و 60% در لایه رویی مصرف می‌شود.
20- فضای خالی قشر اسفالت سطحی انجام شده در دو لایه حدود 5% است.

ب-گام دوم:

1- سطح راه باید از خاک و ماسه و سایر مواد سست زدوده و تمیز گردد و آماده قیرپاشی شود(گاهی برای تمیز کردن از آب پاشی استفاده می‌شود.)
2- هر گونه موج و پستی بلندی باید تعمیر و اصلاح گردد و سطح صافی به وجود آید.
3- قبل از شروع کار جدید باید از کاغذهای عایق(مثلا از کاغذهای نوع کیسه‌های سیمان) به عرض یک متر استفاده کرد بطوریکه قیرپاش بطور منظم و از محل دقیق کار خود را شروع کند.
4- قیرپاشی باند مجاور همیشه باید به اندازه نصف عرض قیرپاشی شده آخرین شیر قیرپاش باند قبلی را به پوشاند.
5- اگر عرض راه را در یک بار نتوان قیرپاشی نمود با استفاده از خط‌کشی عرض و محل قیرپاش دقیقا کنترل گردد.
6- قیرپاش باید مجهز به فشار سنج و سرعت سنج باشد.
7- ارتفاع شیرهای قیرپاش از سطح راه باید دقیقاً تعیین و ثابت شده باشد و بهتر است طوری تنظیم شود که پخش قیر دو پوششه و یا سه پوششه انجام گردد.
8- شیر $^{1}/_{8}$ اینچ برای قیرپاشی تا 1/75 کیلوگرم در متر مربع مناسب می‌باشد.
9- زاویه سطح پخش قیر هر شیر قیرپاش با محور لوله پخش قیر باید 15 تا 30 درجه باشد.
10- تانک قیرپاشی باید مجهز به اندازه‌گیری باشد که بتوان حجم قیر مصرفی را از روی قرائت درجه ما قبل و مابعد قیرپاشی به دست آورد.
11- پخش سنگ شکسته با ماشین مخصوص اسپریدر انجام گردد و عمل پخش باید طوری انجام گیرد که 10 تا 20 سانتی متر از عرض قیرپاشی در تمام طول باند در سمتی که باید بعداً قیرپاشی شود باقی بماند.
12- بهتر است غلطک‌زنی قبل از جاروب زدن مصالح اضافی انجام شود.
13- در مواردی که سنگ شکسته مصرفی برای آسفالت سطحی نرم و سطح زیر آن سخت است بهتر است روی سنگ پخش شده را اول با غلطک لاستیکی و بعد با غلطک فلزی تاندم کوبید.
14- در مواردی که سنگ شکسته مصرفی سخت است بهتر است اول از غلطک دوچرخه تاندم فلزی و سپس از غلطک چرخ لاستیکی استفاده گردد.
15- غلطک چرخ لاستیکی بهترین وسیله برای غلطک‌زنی اسفالت سطحی است.
16- وزن غلطک باید حداقل 5 تن بوده و غلطک زنی بلافاصله پس از پخش مصالح و از کناره‌راه به طرف وسط انجام گیرد.
17- اولین مرحله غلطک‌زنی باید ظرف نیم ساعت اول پس از پخش مصالح و در تمام سطح انجام گیرد.
18- دومین مرحله غلطک‌زنی باید قبل از سفت شدن قیر با غلطک لاستیکی آن قدر ادامه یابد تا قیر سفت شود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

19- استفاده از غلطک های چرخ لاستیکی که با وسیله محرکه دیگری کشیده شوند اکیدا ممنوع است.

20- روز بعد از اتمام اسفالت سطحی باید سنگ های اضافی را که حدود 10% می‌باشد جاروب نمود(جارو نکردن سنگ های اضافی به راه صدمه می‌زند).

21- قبل از سفت شدن قیر نباید اجازه عبور ترافیک داده شود در صورت اجبار و در شرایط ایده‌آل(هوای خشک و گرم) حداقل دو ساعت پس از غلطک‌زنی و آن هم با سرعت 30 کیلومتر در ساعت می‌توان در صورت ضرورت اجازه عبور داد .

22- بهترین نتیجه از آسفالت سطحی وقتی گرفته می‌شود که هوا گرم و خشک باشد.

23- در باران و بعد از باران که سنگ ها هنوز تر هستند و هوا مرطوب و حرارت کمتر از 10 درجه است نباید آسفالت سطحی انجام داد.

24- کم بودن قیر و استفاده قیر نامناسب و به کار بردن سنگ های خاک دار و کوبیدن ناقص و عبور بی موقع ترافیک و باریدن باران(بلافاصله پس از انجام اسفالت سطحی) موجب خراب از کار درآمدن آسفالت و کوتاهی عمر آن می‌شود.

25- عمر آسفالت سطحی در صورت طرح صحیح 10 سال برای ترافیک سبک می‌باشد.

26- آسفالت سطحی برای ترافیک سنگین و سریع مناسب نیست.

27- برای قشر رویه ، قیر معمولی از انواع دیگر مناسب‌تر است ولی مصالح سنگی بلافاصله باید پخش شود.

28- مصالح شکسته باید 10% بیشتر از مقدار لازم پخش شود.

29- فضای خالی مصالح سنگی قبلی از کوبیدن 50% و بعد از آن 20% خواهد بود.

30- در آسفالت سطحی طبق روش هانسونز باید 50% تا 70% فضای خالی با قیر پر شود.

31- مصالح بطور متوسط 3/5 میلی‌متر(3 تا 4/5 میلی‌متر) باید از سطح قیر بالاتر باشد.

32- در مورد اسفالت سطحی روی قشر اساس با سنگ شکسته اول باید پریمکت شود.

بخش دوم

انواع شفته در پی‌سازی روسازی راه و محوطه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(پی‌سازی = زیرسازی)

شفته آهکی :

ساختن شفته آهکی از دوران قدیم در ایران معمول بوده و برای ساختن پـی بناهـا ، پـی پـل هـا ، جلـوگیری از نشست آب و برای بارگذاری بیشتر از شفته آهکی استفاده می‌کرده اند .

ایرانیان در قدیم می‌دانستند که با مخلوط کردن خاک رس و دوغاب آهک جسم جدیدی پیدا می‌شود کـه آب در آن نشت نمی‌کند و می‌توان بیش از خاک متراکم شده روی آن بارگذاشت.

شفته آهکی کند گیر است و زمان گرفتن آن بستگی به گرمای محل ساختن آن دارد شفته آهکی با خاک ریزدانه (که خاک رس آن بیشتر باشد) زود تر می‌گیرد مقدار آب لازم برای ساختن شفته آهکی بـه میـزان خـاک رس موجود در خاک ، دانه بندی خاک ، گرما و خشکی محل کار بستگی دارد .

معمولا حدود 35 % وزن آهک و خاک باید آب مصرف شود و چنانچـه وزن مخصـوص فضـایی شـفته آهکـی خشک 1/7 تن برای هر متر مکعب باشد برای ساختن هر مترمکعب آن حدود 600 لیتر آب مـورد نیـاز اسـت.

بدیهی است هرچه آب کمتر مصرف شود بهتر است و شفته پوک نمی‌شود ولی از آنجا که خاک رس آب زیاد می مکد ساختن شفته آهکی بیشتر از شفته سیمانی به آب نیازمند است .

برای ساختن شفته آهکی باید در هر مترمکعب آب 300 تا 400 کیلوگرم آهک مصرف نمود. از شفته آهکـی برای تحکیم زمین بستر راه و یا به جای زیرپی و پی استفاده می‌گردد . در صورت استفاده از شفته آهکـی بـرای زیرپی می‌توان از ضخامت پی کاست .

روش اجرای شفته آهکی :

چنانچه به خواهیم یک لایه شفته آهکی به ضخامت 20 سانتی متر روی سطح راه اجرا نماییم باید به شرح زیـر عمل نماییم :

روی بستر خاکی راه حدود 230 لیتر خاک در مترمربع بخش گردد و با کلنگ گریدر خاک پخش شده شیار داده شود و حداکثر دو روز به مانّد تا خشک شود و در حوضی نزدیک کارگاه دوغاب آهک تهیه شود . بـرای هـر متـر مکعب دوغاب آهک حدود 300 تا 400 کیلوگرم آهک لازم است و با استفاده از تانکر آبپاش دوغـاب آهـک به محل مصرف حمل شود و برای آنکه ذرات آهک در مخزن تانکر ته نشین نشود آن را با دمیدن هوای فشـرده از زیر هم به زنند . روی خاک شیار داده شده ابتدا با تانکر حدود 80 % دوغاب آهک پخش شود و سپس با تیغه گریدر چند بار آن را مخلوط کنند تا دوغاب آهک به خوبی با خاک مخلوط گردد مجـددا آن را از نـو شـیار داده و 40 لیتر دیگر دوغاب آهک روی آن پخش شود و باز هم چند بار با تیغه گریدر برگردان شود، لایه شـفته آهکـی را با غلطک پاچه بزی سبک (پاچه های بلند سرپهن) ورز به دهند تا خمیر شفته آهکی همگن گردد سطح شفته ورز دیده با تیغه گریدر خوب تخت گردد و پس از یک تا سه روز از پخش آن که شفته سفت شده و تـرک خـورد آن را با غلطک سبک وزن سه تنی ، غلطک زده تا ترک های شفته به هم آمده و توپر گردد چنانچه لایـه شـفته برای زیرپی در نظر گرفته شده باشد پس از یک هفته می‌توان روی آن پی ساخت و اگر این لایه شفته جهت پی ساخته شده باشد پس از آنکه شفته گرفت و ترک نخورد روی آن 50 لیتر شن 5 تا 25 میلی متـری در هـر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مترمربع پخش گردد و آن را با غلطک سبک وزن کوبیده تا شن ها در شفته آهکی فرو رفته و یک سطح شنی روی شفته را به پوشاند .

شفته سیمانی :

این مصالح پس از جنگ دوم جهانی برای پایدار کردن ساختمان و بستر خاکی راه و ساختن پی و زیرپی راه مورد استفاده قرار گرفت ، شفته سیمانی در زمین هایی خوب نتیجه می‌دهد که مقدار ماسه آن حداقل دو برابر خاک رس باشد (ماسه خاک دار) . شفته سیمانی را در زیرپی به ضخامت 10 تا 30 سانتی‌متر می‌سازند آب در شفته سیمانی نشت نمی‌کند و خاک ریزدانه از زیر لایه شفته سیمانی بالا نمی‌آید، شفته سیمانی یخ نمی‌زند تاب برشی و فشاری آن زیاد است تاب شفته سیمانی بستگی به جنس سیمان و مقدار روانی دوغاب سیمان و دانه بندی ماسه خاک دار دارد . خاک نباتی در شفته سیمانی اثر بد دارد و از تاب آن می‌کاهد ، شفته ای که ماسه آن کمتر لای و خاک رس داشته باشد تاب بهتر و بیشتری خواهد داد . برای پایدار کردن زمین بستر راه لازم نیست تاب شفته سیمانی خیلی زیاد باشد ، اگر پس از یک هفته تاب فشاری آن به 30 کیلوگرم بر سانتی مترمربع برسد برای ساختن زیرپی در راههای با ترافیک سنگین و پی در راههای با ترافیک متوسط و سبک کافی است.

روش اجرای شفته سیمانی :

ماسه خاک دار را روی سطح راه پخش نمایید و با کلنگ گریدر در آن شیار بدهید روی ماسه خاک دار شیار داده شده سیمان پخش کنید و آن را با تیغه گریدر چند بار برگردان نمایید تا سیمان و خاک خوب در هم برود و با یکدیگر مخلوط شوند روی مخلوط را با شانه کلنگ گریدر شیار داده و آب به پاشید و شفته را به سازید (مانند شفته آهکی) برای ساختن شفته سیمانی به ضخامت 15 سانتی متر حدود 15 تا 30 کیلوگرم سیمان در متر مربع مصرف می شود . هرگاه شفته سیمانی با ماسه ساخته شود باید آن را لرزاند تا خوب متراکم شود و هرگاه شفته با ماسه خاک دار درست شود باید با غلطک پاچه بزی سبک ورز داده شود و با غلطک های چرخ فولادی سبک وزن تا 3 تن غلطک زده شود تا متراکم گردد ساختن این نوع شفته در جاهایی که سیمان ارزان و جنس زمین ماسه ای باشد مناسب است .

در بزرگ راه لویزان تهران قسمتی از جسم راه را با ساختن شفته سیمانی پایدار کردند، تاب فشاری زمین راه پیش از ساختن شفته سیمانی 1 کیلوگرم بر سانتی متر مربع بود و پس از ساختن شفته سیمانی تاب فشاری آن 8 تا 9 کیلوگرم بر سانتی متر مربع رسید با مصرف 12/5 % سیمان و حدود 30 % آب تاب فشاری زمین جسم راه به 12 تا 13 کیلوگرم بر سانتی متر مربع افزایش یافت .

لایه شنی سیمانی :

در جاهایی که زمین دارای شن و ماسه به همراه کمی خاک باشد ساختمان زیر پی شنی سیمانی مناسب است.
لایه شنی سیمانی به ضخامت 15 سانتی‌متر برای پی روسازی بتنی راههای با ترافیک سنگین نیز مناسب است زیرا از نشست کردن صفحه بتن جلوگیری می‌نماید ، خاک را از لای درزهای میان صفحه بتن و زیر آنها بیرون نمی‌زند و نمی‌گذارد که صفحه بتن خم شده و ترک بخورد پی شنی سیمانی چون در مقابل بار مقاوم است

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

می‌توان از ضخامت صفحه بتنی روی آن کاست ، پی شنی سیمانی باید روی بستر خاک متراکم شده ساخته شود تا نشست نکند.

شفته قیری :

در جاهایی که زمین ماسه ای و سیمان کم باشد ساخت شفته قیری مناسب است. شفته قیری برای پایدار کردن جسم راه ، زیر پی ، پی و جلوگیری از نفوذ آب و یخ زدن ساخته می‌شود ، لایه شفته قیری باید به اندازه کافی مستحکم باشد تا به توان روی آن بارگذاشت شفته قیری زیرچرخ ماشین ها نباید تغییر شکل بدهد (در آن شیار پیدا شده و یا چروک خورده و فتیله شود ویا موج بردارد) .

ماسه خاک داری که بیش از $^2/_3$ آن درشت دانه و بزرگتر از 6/. میلی‌متر باشد برای ساختن شفته قیری مناسب است . خاک های ماسه دار که بیش از $^2/_3$ آنها ریزدانه تر از 6/. میلی متر باشد برای ساختن شفته قیری مناسب نیست و برای ساختن شفته آهکی خوب است . قیری که به مصرف ساختن شفته قیری می‌رسد باید خیلی روان باشد تا دور دانه های ریز را خوب اندود کند قیرهای کند روان برای ساختن شفته قیری مناسب نمی‌باشند زیرا دور دانه های ماسه را خوب اندود نمی‌کند .

در ساختن شفته قیری ، استفاده از امولسیون یا 30 تا 40 % قیر نتیجه خوب داده است در ساختن شفته قیری باید به اندازه ای امولسیون مصرف شود که شفته ساخته شده 5 تا 8 % وزن ماسه خشک قیرخالص داشته باشد. امروزه شفته قیری را در ماشین مخلوط کن در کارگاه ثابت می‌سازند و با کامیون آن را به محل مصرف می‌برند و یا آن را در ماشین مخلوط کن می‌سازند و روی راه می‌ریزند، شفته قیری را با ماشین پخش کن و یا گریدر روی راه پهن می‌کنند و با غلطک چرخ فولادی سبک آنرا تخت کرده و سپس با غلطک چرخ لاستیکی بی آج غلطک می‌زنند تا متراکم گردد. شفته قیری باید خوب متراکم شود و فضای خالی آن به حداقل برسد ، برای ساختن هر متر مکعب شفته قیری متراکم شده به 1/25 تا 1/30 متر مکعب ماسه نیاز است که با امولسیون قیر آن را می‌سازند.

لایه شفته قیری را معمولا به ضخامت 8 تا 20 سانتی متر می‌سازند اما بهتر است پی شفته قیری در یک لایه به ضخامت 10 سانتی متر در نظر گرفته شود و از 10 سانتی متر به بالا در دو لایه ساخته شود ، برای تحکیم جسم راه و جلوگیری از نفوذ آب و یخ زدن حداقل ضخامت لایه شفته قیری 8 سانتی متر و بین 10 تا 20 سانتی متر بسته به راه های با ترافیک متوسط و سنگین در نظر می‌گیرند.

قیر

قیر جسمی است هیدروکربوری که در برابر گرما از سختی به سفتی به خمیری به شلی به آبکی تغییر حالت می‌دهد از دو خاصت قیر در ساختمان بهره گیری می‌شود یکی برای عایق کاری و دیگری آن که دانه های سنگی را به هم دیگر می‌چسباند لذا برای ساختن رویه های سیاه آسفالتی از آن استفاده می‌گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

امروزه قیر را به دو طریق تهیه می‌کنند یکی از معدن و دیگری از تصفیه نفت خام، مقدار کمی از معدن بیرون می‌آورند (قیر معدنی) اما بیشتر قیر مصرفی در راه سازی از تصفیه نفت خام تهیه می‌شود (قیر نفتی) و قیر معدنی از پریدن روغن های معدنی نفت خام در زمان طولانی پیدا شده است.
در راه سازی سه نوع قیر مصرف می‌شود، قیر خالص، قیر مخلوط، امولسیون قیر:

1- **قیر خالص**: پس مانده تصفیه نفت خام است در سرما سخت و سفت است با زیاد شدن گرما خمیری، شل و آبکی می‌شود، قیر خالص برای ساختن اسفالت گرم مصرف می‌شود از این رو باید جای مصرف آن گرم و خشک باشد.

قیر خالص گرم و روان در هوای سرد دانه های سنگ را خوب اندود نمی‌کند و به آن می‌ماسد و لذا دانه های سنگ به هم نمی‌چسبند ، برای آغشته کردن مصالح سنگی با قیر خالص ، باید قیر و مصالح سنگی را 130 تا 170 درجه سانتی گراد گرم کرد.

2- **قیرهای مخلوط** (cut-back): قیرهای مخلوط را از حل کردن قیر خالص در روغن های معدنی فرار می سازند، جنس قیر مخلوط بستگی دارد به جنس قیر خالص و روغن معدنی حلال آن هرچه حلال زیادتر مصرف گردد ، قیر مخلوط شل تر است گرمایی که برای آب کردن قیر مخلوط به آن داده می شود باید از درجه اشتعال حلال آن پایین تر باشد.

3- **امولسیون**: مخلوط دو جسم آبگون به رنگ قهوه ای است که در آن دانه های خیلی ریز قیر (به قطر حدود هزارم میلی متر) در آب شناورند. برای آنکه به توان قیر را به حالت سرد و آبکی مصرف کرد با آن امولسیون قیر می‌سازند، بنابراین امولسیون قیر برای اندود کردن مصالح سنگی تر در هوای نمناک ساخته شده است امّا امروزه آن را برای اندود و آغشته کردن مصالح سنگی تر یا خشک در هر هوایی مصرف می‌کنند.

غلظت امولسیون قیر بستگی دارد به مقدار و ریزی دانه های قیر آن، اگر امولسیون قیر را گرم کنند روان تر می شود.در آغاز ساختن امولسیون آن را برای جلوگیری از گرد و خاک روی راه های خاکی و شنی پخش می‌کردند و امروزه برای آغشته کردن واندود کردن مصالح سنگی در ساختن رویه راه نیز از آن استفاده می‌نمایند.

Rapid-setling=R.S - Medium.Setling= M.S - Slow.Setling =S.S

شکستن امولسیون:
پس از آنکه امولسیون قیر روی راه پخش گردید آب آن کم کم از آن جدا می‌شود (سنگ آنرا می‌مکد و یا بخار می‌شود) و دانه های قیر روی راه باقی می‌ماند و یا دور دانه های سنگ را می‌پوشاند که به آن شکستن امولسیون می‌گویند. هرچه دانه ریز در امولسیون بیشتر باشد زودتر می‌شکند.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

گروه قیرهای خالص:

1- **قیرهای خالص** را از پالودن نفت خام می‌گیرند باید جنس آن همگن و آب نداشته باشد در حرارت 170 درجه کف نکند. قیرهای خالص را برحسب درجه نفوذشان نام گذاری کرده اند قیرهای خالص ساخته شده را با این اعداد می‌شناسند: 320/280-250/220-200/180-150/130-120/100-100/85-100/80-70/60-50/40-40/30-30/20-20/10

2- **قیرهای محلول** از حل کردن قیر خالص در روغن های معدنی ساخته می‌شود و از لحاظ مدت گرفتن سه نوع هستند(نوع حلال):

الف= قیر زودگیر(Rapid curing = Rc):

از حل کردن قیر خالص در حلال نفتی یا بنزین ساخته می‌شود در پالایشگاه بسته به مقدار حلال قیرهای محلول زودگیر: Rc_5-Rc_4-Rc_3-Rc_2-Rc_1-Rc_0 ساخته می‌شود.

قیرهای محلول کندگیر: (Medium curing = MC) از حل کردن قیر خالص در نفت چراغ ساخته می شوند بسته به مقدار حلال، شامل این قیرها می‌باشند: Mc_5-Mc_4-Mc_3-Mc_2-Mc_1-Mc_0

قیرهای محلول دیر گیر: (Slow curing = Sc) از حل کردن قیر خالص در روغن های معدنی که دیر می‌پرند مانند نفت گاز (گازوییل) یا نفت کوره (Fuel – oil) تولید می‌شوند و شامل این قیرها می‌باشند: Sc_5-Sc_4-Sc_3-Sc_2-Sc_1-Sc_0

قطران: جسمی است هیدروکربوری که به حالت سفت، خمیری، شل و آبکی ساخته می‌شود. در اثر گرما دادن به زغال سنگ گازهای آن متصاعد می‌گردد پاره ای از این گازها را آب می‌کنند (تقطیر می‌کنند) تا قطران بدست آید. از جسم های آلی و معدنی دیگر مانند چوب و شیست نیز قطران می‌گیرند، به انگلیسی Tar به آلمانی Tear به فرانسوی Goudron نامیده می‌شوند.

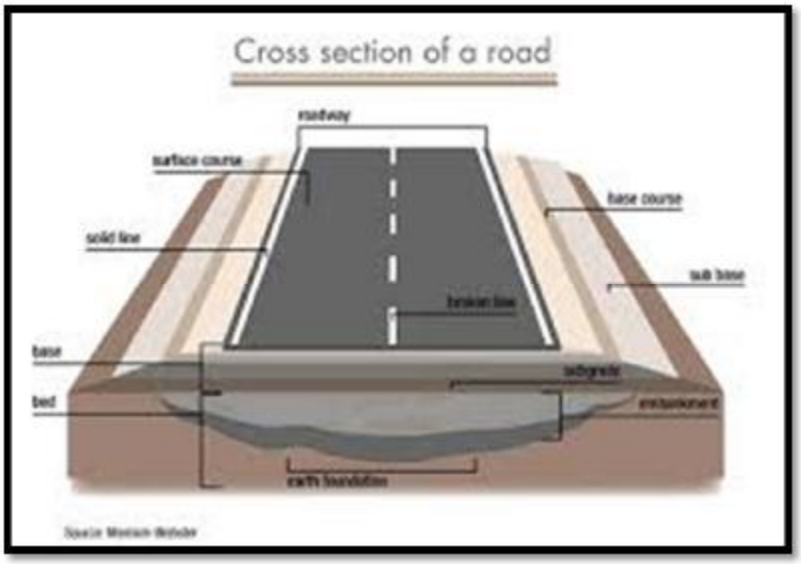
ویسکوزیته:

زمان فروریختن 50 سانتیمتر مکعب (از فروریختن 25 تا 75 سانتی‌متر) قیر آبکی درجه کند روانی است.

درجه کند روانی : زمانی است که در آن 60 سانتی متر مکعب قیر آبگون به گرمی معینی از سوراخ کف دستگاه فرو ریزد این روش برای اندازه گیری امولسیون‌های قیر و قیرهای محلول است. در گرمای 25 درجه Rc_0-Mc_0-Sc_0 در گرمای 50 در Rc_1-Mc_1-Sc_1 ، در گرمای 60 درجه Rc_{2-3}-Mc_{2-3}-Sc_{2-3} و در گرمای 82/5 درجه Rc_{4-5}-Mc_{4-5}-Sc_{4-5} برای اندازه گیری درجه کند روانی امولسیون‌های قیر و قیرهای محلول استفاده می‌گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بخش سوم
قشرهای زیراساس ، اساس و آسفالت



تصویر شماتیک مقطع عرضی ساختمان روسازی راه

ترتیب قرار گرفتن اجزا ساختمان روسازی راه به ترتیب از بالا به پایین:

1- سیل کت
2- توپکا
3- تک کت
4- بیندر
5- پریمکت
6- اساس
7- زیراساس

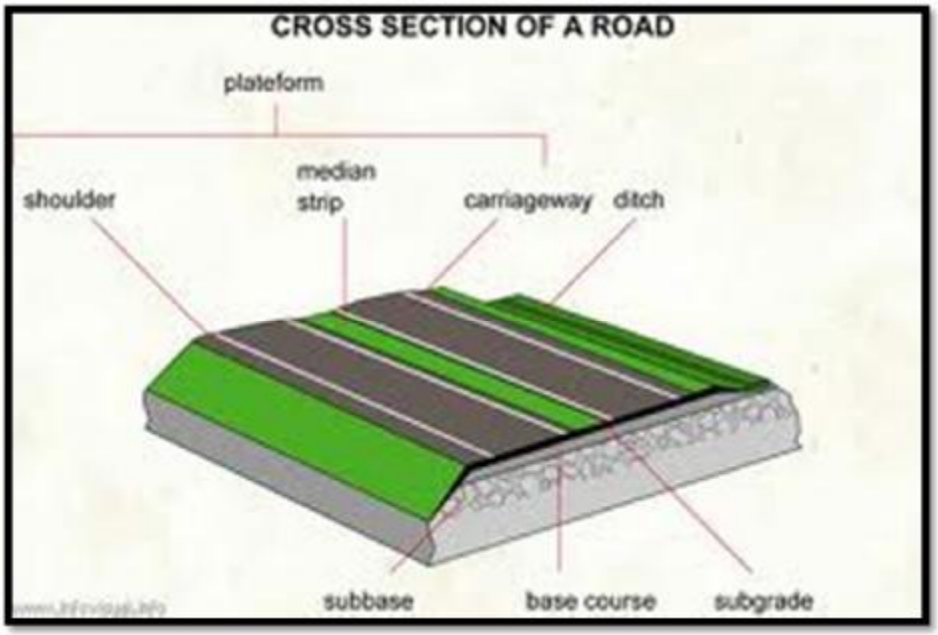
شکل شماتیک مقطع عرضی ساختمان روسازی راه معمولا طبق تصویر زیر می‌باشد ، در این گونه نقشه ها مختصات کامل نیمرخ عرضی راه نشان داده می‌شود ، یعنی از لحاظ هندسی عرض تمام شده راه – عرض آسفالت – عرض شانه ها و از لحاظ فنی مشخصات روسازی – تعداد قشرها – ضخامت هر قشر – جنس مصالح

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هر قشر – شیب شیروانی خاکریزی که معمولا در سرتاسر یک راه یک سان هستند همه روی این نقشه نمایان می‌گردد .

ضخامت روسازی راه معمولا بین 35 تا 45 سانتی‌متر بسته به نوع و درجه اهمیّت راه در نظر گرفته می‌شود و بدین صورت است که روی سطح خاکریزی (ساب گرید) اول 20 سانتی متر مصالح مرغوب با مشخصات فنی خاص به عنوان زیر اساس (ساب بیس) می‌ریزند و روی آن 15 سانتی متر سنگ شکسته به عنوان اساس(بیس) ریخته می‌شودو شانه‌های راه هم از همین جنس است و روی این قشر اساس دو قشر آسفالت گرم در نظر می‌گیرند که ضخامت قشر اول آن به قشر بیندر معروف است و دارای6 سانتی‌متر ضخامت و قشر بعدی رویه آسفالت تویکا نام دارد و دارای 4 سانتی‌متر ضخامت می‌باشد و برای چسبندگی هر قشر به قشر بعدی از اندود قیری به نام های پریمکت،تک کت و در صورت لزوم روی سطح نهایی از سیل کت استفاده می‌نمایند.

(توضیحات فوق مربوط به جاده‌های اصلی است و در معابر فرعی خیابان‌های شهری و جاده‌های غیر اصلی ضخامت‌های هر قشر را کمتر در نظر می‌گیرند و در نقاط کم اهمیّت بعضی از قشرها را حذف می‌نمایند).



قشر زیر اساس (Sub Base)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

روی سطح خاکریزی راه (ساب گرید) اول 20 سانتی‌متر مصالح مرغوب با مشخصات فنی خاص بـه عنـوان زیـر اساس (ساب بیس) می‌ریزند، این بخش شامل تهیه ، حمـل ، پخـش و کوبیـدن مصـالح قشـر زیراسـاس طبـق مشخصات ، دستورات و نقشه ها می‌باشد.

مصالحی که برای قشر زیر اساس به کار می‌رود ممکن است از محل‌هایی که در نقشه بـه عنـوان راهنمـا نشـان داده شده و یا از محل‌هایی که پیمانکار پیشنهاد نموده و به تصویب دستگاه نظارت می‌رسـد تهیـه گـردد و پـس وفق دادن با مشخصات فنی به مصرف می‌رسد.

مصالح قشر زیراساس

مصالح قشر زیراساس باید دارای دانه بندی پیوسته بوده و پس از اخـتلاط و آب پاشـی و کوبیـدن، پـی پایـدار و محکمی را تشکیل دهد. این مصالح باید عاری از مواد آلی و مواد مضره باشد.مصالحی که برای قشر زیراساس به کار می‌رود به دو نوع تقسیم می‌گردد:

نوع اول: مصالح زیر اساسی که از بستر رودخانه ها و یا معادن شن و ماسه به دست می‌آید. دانه بندی مصالح این قشر در دفترچه مشخصات خصوصی مشخص شده است و باید طبق یکی از دانه بندی های جدول زیر باشـد. در صورتی که دانه‌های درشت خارج از مشخصات در این مصالح موجود باشد، باید آن ها را از سنگ شگن رد کـرد و یا به وسیله ی سرند جدا گردد به طوری که محصول به دست آمده با مشخصات تطبیق نماید. چنانچه دانه هـای ریز از نظر یخ بندان مضر باشد، دستگاه نظارت می‌تواند درصد عبوری از الک شماره 200 را تقلیل دهد.

دانه بندی مصالح باید قبل از پخش تنظیم شده باشد. چنانچه قطعات درشت در داخل مصـالحی باشـد کـه روی بستر راه تخلیه و ریسه شده است پیمانکار باید کلیه آن ها را به هزینه خود از بستر راه بردارد و خارج نماید.

جدول: دانه بندی مصالح قشر زیر اساس

درصد وزنی رد شده از الک های استاندارد با سوراخ های چهار گوش طبق روش آشو

مشخصات الک	دانه بندی							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2 اینچ (50 میلی متر)	100	100	-	-	-			
$1\frac{1}{2}$اینچ (37/5 میلی متر)	-	-	100	-	-			
1 اینچ (25 میلی متر)	-	75-95	-	100	100			
$\frac{3}{8}$ اینچ (9/5 میلی متر)	30-65	40-75	-	50-85	60-100			
نمره 4 (4/75 میلی متر)	25-55	30-60	30-70	35-65	50-85			
نمره 10 (2 میلی متر)	15-40	20-45	-	25-50	40-70			
نمره40 (0/425 میلی متر)	8-20	15-30	-	15-30	25-45			
نمره 200 (0/075 میلی متر)	2-8	5-20	0-15	5-15	5-20			

یادآوری: نسبت عبوری از الک نمره 200 نباید پس از $\frac{2}{3}$ نسبت عبوری از الک نمره 40 باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نوع دوم: این نوع مصالح زیراساس از معادن سنگ به دست می‌آید که باید در بستر راه، پی محکمی تشکیل دهد سنگ های درشت‌تر از مشخصات باید به هزینه پیمانکار به وسیله سرند جدا گردد. تمامی مصالحی که برای زیراساس مصرف می‌شود باید دارای خواص مشروحه زیر نیز باشد:

حد روانی (L. L) دانه هایی که از غربال نمره 40 عبور می‌نماید باید کمتر از 25 بوده و ضریب خمیری (P. I) آن از 6 تجاوز نکند، آزمایش هایی که برای حد روانی و ضریب خمیری به عمل می‌آید باید طبق مشخصات آشو در آزمایش های T 89-68 و T 90-70 باشد.

ضریب هم عرض ماسه (Sand Equivalent) طبق روش T 176-70 حداقل برابر 25 و درصد ساییدگی طبق روش لوس آنجلس T 96-70 از 50 % تجاوز ننماید.

چنانچه طبق آزمایش معلوم گردد که مصالح تهیه شده برای قشر زیراساس مناسب نیست، دستگاه نظارت حق خواهد داشت که دستور تغییر معدن به دهد و یا استفاده از معادن جدیدی را تجویز نماید. به طور کلی بهره برداری از مصالح معادن جدید باید با تصویب دستگاه نظارت باشد.

روش اجرای قشر زیر اساس

قشر زیر اساس باید به ضخامتی که در نقشه ها و مشخصات خصوصی نشان داده شده و یا آنچه دستگاه نظارت کتبا دستور می‌دهد باشد و ضخامت هر لایه پس از کوبیده شدن باید مطابق با مشخصات هندسی نقشه ها بوده و در هر حال نباید از 15 سانتی متر پس از کوبیده شدن تجاوز کند. این مصالح باید به دستور دستگاه نظارت آب پاشی و غلطک زنی شود.

قبل از عمل غلطک زنی باید ترتیبی داده شود که مصالح بطور یکنواخت مخلوط و پخش گردد. کلیه پستی و بلندی هایی که در موقع غلطک زنی ایجاد می‌شود باید به وسیله تیغه گریدر و یا اضافه نمودن مقدار لازم مصالح زیراساس اصلاح شود، در صورتی که در قسمتی از بستر راه عدم اختلاط صحیح (جدا شدن مصالح ریز دانه از درشت دانه) مشاهده گردد باید این قسمت از بستر راه با برداشتن و ریختن مصالح مرغوب اصلاح گردد.

مقدار آب لازم جهت آب پاشی زیر اساس بر مبنای درصد آب مناسب به دست آمده در آزمایشگاه برای تراکم 100 درصد روش اصلاحی آشو تحت نظر مهندس دستگاه نظارت انجام و باید تراکم خواسته شده را تامین کند و به هرحال آب پاشی نباید به نحوی انجام شود که موجبات بروز صدمه به بدنه خاکی راه را فراهم سازد.

نوع غلطک و کوبیدگی

غلطک‌های مورد استفاده از نوع استوانه 10-12 تن و یا ویبران بوده و باید مناسب برای نوع مصالح مصرفی باشد بطوریکه حداکثر کوبیدگی سبب شکستن سنگ ها نگردد.

غلطک زنی باید از کناره های راه شروع و به محور آن ختم گردد (جز در پیچ ها که غلطک زنی از داخل قوس ویا پست ترین نقطه شروع و به بلندترین نقطه خارج قوس ختم می‌شود).

قبل از استفاده از غلطک ویبران باید غلطک زنی اولیه با غلطک استوانه ای صورت گیرد و پستی و بلندی هایی که در اثر غلطک زنی در مصالح زیر اساس بوجود می‌آید باید به وسیله گریدر تنظیم گردد.

نقاطی که تراکم آنها توسط غلطک امکان پذیر نباشد باید توسط وسایل دستی مکانیکی متراکم گردد و مشخصات خواسته شده را تامین نماید ضمناً تراکم نسبی در قشرهای زیر اساس باید به میزان 100 درصد روش اصلاحی آشو باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

معادن

معادن با ذکر مقدار تقریبی مصالحی که از آنها باید استفاده شود روی نقشه ها و دفترچه مشخصات خصوصی به عنوان راهنما نشان داده خواهد شد، در مواردی که حجم مصالح معادن به میزان پیش بینی شده نبوده و یا مصالح حاصله با مشخصات تطبیق ننماید پیمانکار موظف است معدن و یا معادن جدیدی را پیشنهاد نموده سپس با موافقت و اجازه کتبی دستگاه نظارت که متکی به آزمایش های انجام شده در آزمایشگاه خواهد بود از منابع جدید استفاده نماید بدون اینکه از این بابت وجه اضافی دریافت کند.

پیمانکار باید حتی المقدور برای استفاده از معادن بیل مکانیکی و یا وسایل مکانیکی دیگری که قابلیت کار کردن در سطح عمودی داشته باشد بکار برده و سطح معدن را عمودی باز کنند تا مواد و مصالح بهتر مخلوط شده و دانه بندی یکنواخت بدست آید . در صورتی که مهندس دستگاه نظارت تشخیص دهد که در معدن با استفاده از قشرهای افقی ممکن است اختلاط صحیح و دانه بندی یکنواخت به دست آید می‌تواند دستور کتبی برای استفاده از این طریق را بدهد. به هرحال دانه بندی مصالح باید طبق دانه بندی تعیین شده در مشخصات باشد و در صورت لزوم پیمانکار موظف است برای به دست آوردن دانه بندی داده شده سرند بکار به برد.

مشخصات اضافی برای نوع قشر زیر اساس در مشخصات خصوصی داده خواهد شد . هرنوع پل موقت و یا راههای اتصالی برای حمل مواد از معدن تا بستر راه توسط پیمانکار و به هزینه او ساخته خواهد شد و از این بابت وجهی به پیمانکار پرداخت نخواهد شد.

قبل از استفاده از معدن، پیمانکار باید لایه های خاک نباتی روی سطح معدن و مواد نامناسب را به دستور مهندس دستگاه نظارت تا حد لازم برداشته و پس از استفاده از معدن در صورت ضرورت ، با دستور دستگاه نظارت روی آن را تنظیم نماید.

پیمانکار باید قبل از باز کردن کامل معدن جهت استفاده اطمینان حاصل کند که مصالح مورد نیاز با مشخصات مورد نظر به حد کافی در معدن موجود است و حتی‌المقدور احتیاج به تغییر معدن نمی‌باشد.

در هنگام حمل مصالح از طرف پیمانکار باید رطوبت کافی در معدن به مصالح داده شود تا در موقع حمل ، دانه ها از هم جدا نشود.

طرز اندازه گیری

مقادیر کارها بر حسب متر مکعب مصالح مصرف شده پس از غلطک زنی و کوبیدگی کامل طبق پروفیل های عرضی و طولی اندازه گیری و محاسبه خواهد شد.

کنترل سطح راه

کنترل این قشر طبق شیب‌های طولی و عرضی داده شده در نقشه ها توسط خط کش آهنی 4 متری به عمل خواهد آمد. اختلاف پستی و بلندی در هر جهت نباید از 10 میلی متر تجاوز کند. اگر سطح نهایی قشر زیر اساس بیش از 2/5 سانتی متر از رقوم پروژه بالاتر باشد، باید سطح آن محل را تراشید و پس از اضافه کردن مصالح مجدداً آب پاشی، مخلوط و متراکم کرد.

قرضه های انتخاب شده

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

این بند شامل مصالحی است که از قرضه های انتخاب شده برای قشرهای نهـایی خـاک ریزهـا در نظـر گرفتـه می‌شود. محل قرضه توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد و پیمانکار حق تغییر آنرا نـدارد مگـر بـا اجـازه کتبـی دستگاه نظارت.

پخش و کوبیدن مصالح انتخاب شده طبق مشخصات زیر اساس انجام خواهد شد.

مصالحی که از قرضه ها به دست می‌آید باید دارای دانه بندی مناسب بوده و بطور کلی شامل مخلوطی از ماسه- شن- سنگ شکسته- خاکسترهای آتشفشانی و یا گرانیت های خرد شده باشد.

این مصالح باید پس از پخش و کوبیدن، پی محکم وقابل اطمینانی را تشکیل دهد و کاملاً دقت شود که اختلاط صحیح باشد و از مصرف مصالحی که تماماً از دانه های ریز و یا تماماً از دانه هـای درشـت تشـکیل شـده باشـد خودداری گردد.

درصد عبوری مصالح انتخاب شده از الک 200 باید از 25 % کمتر باشد.

نوع دانه بندی بر حسب خصوصیات محلی در دفترچه مشخصات خصوصی تعیین خواهد شد، حد روانی مصـالحی که از غربال نمره 40 عبور نماید باید از 35 کمتر باشد و حد خمیری آن از 6 تجاوز ننماید.

قشر اساس (Base)

این عملیات شامل تهیه و پخش و کوبیدن سنگ شکسته یا شن و ماسه شکسته می‌باشد کـه روی بسـتر آمـاده شده راه یا روی لایه زیراساس طبق مشخصات زیر انجام می‌گردد:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مصالح

مصالح این لایه مخلوطی از شن و ماسه شکسته یا سنگ کوهی شکسته می‌باشد که دانه های آن باید سخت و با دوام بوده و با یکی از انواع دانه بندی تعیین شده در جدول زیر مطابقت نماید. نوع دانه بندی در دفترچه مشخصات خصوصی مشخص خواهد گردید.

درصد وزنی رد شده از الک های استاندارد با سوراخ های چهار گوش طبق روش آشو

مشخصات	دانه بندی							
الک	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2 اینچ	100	100	-	-	-	-	-	-
$1\frac{1}{2}$ اینچ	-	-100 70	100	100	-	-	-	-
1اینچ	-	-85 55	-	-100 70	100	100	-	-
$\frac{3}{4}$ اینچ	-	-80 50	-	-90 60	-	-100 70	100	100
$\frac{3}{8}$ اینچ	-	-70 40	-	-75 45	-	5-80	-	-
نمره 4	-50 20	-60 30	-55 25	-60 30	-65 35	-65 35	-65 35	-80 45
نمره 10	-	-50 20	-	-50 20	-	-50 20	-	-60 30
نمره 40	-	-30 10	-	-30 10	-	-30 15	-	-35 20
نمره 200	0-10	5-15	0-10	5-15	0-10	5-15	0-10	5-15

یادآوری : ضریب هم ارز ماسه (Sand Equivalent) مصالح اساس طبق روش T176-70 آشو باید حداقل برابر 50 باشد.

در هیچ حالتی نباید مصالح رد شده از الک شماره 200 بیش از $\frac{2}{3}$ مصالح رد شده از الک شماره 4 باشد به طور کلی منحنی نمایش دانه بندی مصالح علاوه بر این که داخل منحنی های حد قرا می‌گیرد باید دارای شکل پیوسته و متناسب نیز باشد. شصت درصد (60 %) وزن مصالحی که روی الک شماره 4 باقی می‌ماند باید لااقل در دو جبهه شکسته شده باشد.

مصالح باید عاری از کلوخه‌های خاک رس و مواد نباتی بوده و ضریب سایش مصالحی که روی الک شماره 4 باقی می ماند طبق روش T96-70 آشو (در 500 دور ازمایش) از 50 % تجاوز نکند.

در مورد انواع دانه بندی داده شده در جدول فوق مصالحی که از الک شماره 4 عبور می‌کند باید غیر پلاستیک (N.P.) بوده و حد روانی آن طبق روش T89-60 از 25 تجاوز نکند. مصالحی که در کارگاه طبق دانه بندی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

داده شده در جدول فوق به دست آمده باید پس از حمل و پخش روی بستر راه نیز دارای همان دانه بندی باشد و ترکیب اختلاط را حفظ نماید و در صورت جدا شدن باید مصاح ریز و درشت به مخلوط اضافه گردد.

پخش مصالح

مصالح لایه اساس روی بستر آماده شده راه طبق مشخصات و ضخامت تعیین شده در نقشه ها تا 15 سانتی مترضخامت در یک لایه و ضخامت های بیشتر در لایه های مساوی به ضخامت حداقل 8 و حداکثر 15 سانتی متر ریخته و کوبیده خواهد شد اگر قرار باشد که قشر اساس در بیشتر از یک لایه ریخته شود باید لایه قبلی کاملا کوبیده شده سپس لایه بعدی پخش گردد.

پخش مصالح ممکن است به وسیله پخش کن مکانیکی یا کامیون های پخش کن و یا تیغه گریدر انجام گیرد. هنگام پخش و کوبیدن باید ضخامت هر لایه اندازه گیری شود تا در صورت لزوم اضافه و یا کمبود مصالح اصلاح گشته و پس از کوبیدن ضخامت مورد نظر به دست آید.

هرگاه ضرورت ایجاب نماید که روی لایه پخش شده ای کامیون های حامل مصالح برای حمل و پخش لایه بعدی حرکت کنند باید ترتیبی داده شود که حرکت این وسایل در تمام عرض راه به طور یکنواخت و با حداکثر سرعت 20 کیلومتر در ساعت صورت گیرد.

کوبیدن

کوبیدن با غلطک های استوانه ای یا لاستیکی و یا ویبران انجام خواد شد. عمل غلطک زنی به تدریج از کناره راه شروع و به وسط راه ، موازی با محور راه پیش می‌رود تا تمامی سطح راه غلطک زنی شود. در قوس‌ها غلطک زنی باید از پست ترین نقطه قوس شروع گردد.

آزمایش دانسیته (کوبیدگی) طبق روش آشو T181-68 و ضریب کوبیدگی طبق روش اصلاح شده آشو T180-70 (روش C یا D) انجام می‌شود و نسبت دانستیه در محل به حداکثر وزن مخصوص حاصله در آزمایش فوق نباید از 100 در صد کمتر باشد در غیر این صورت باید غلطک زنی ادامه یابد تا ضریب مورد نظر حاصل شود، در صورت پیشنهاد پیمانکار و تصویب دستگاه نظارت برای به دست آوردن حداکثر تراکم فوق از هر نوع وسائل مکانیکی مورد قبول که این منظور را تامین نماید می‌توان استفده کرد تا حداکثر ضریب کوبیدگی 100 % به دست آید. این عمل باید با دستور کتبی مهندس دستگاه نظارت صورت گیرد.

ممکن است آزمایش‌های دیگر نیز به منظور تعیین میزان کوبیدگی بر طبق دفترچه مشخصات خصوصی مورد عمل قرار گیرد.

ضخامت مورد نظر

ضخامت لایه های اساس نباید بیش از یک سانتی متر نسبت به ضخامت تعیین شده روی نقشه ها تغییر کند، تغییرات در یک جهت پذیرفته نخواهد شد.

پس از کوبیدن هر لایه اساس از هر صد متر طول راه ، اندازه گیری ضخامت لایه به عمل خواهد آمد، تعیین ضخامت هر لایه با طریقه گمانه زنی (Sondage) و یا به طریقه مورد قبول دیگری صورت خواهد گرفت. محل‌هائی که باید اندازه گیری شود توسط مهندس دستگاه نظارت تعیین خواهد شد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هرگاه ملاحظه شود که ضخامت لایه های اساس خارج از حدود تغییرات مجاز باشد فواصل اندازه گیری ضخامت لایه ممکن است تا 10 متر تقلیل داده شود. برای اصلاح لایه اساس باید سطح آن را خراش داده و مجددا ابپاشی و متراکم نمود تا حداکثر ضریب کوبیدگی 100 % بدست آید.محل‌هایی که سنداژ و یا کنده می‌شود زیر نظر دستگاه نظارت و به هزینه پیمانکار باید پر و با تخماق مکانیکی و یا مشابه کوبیده شود.

یادآوری: در مورد قشرهای اندود قیری (پریمکت و تک‌کت) در بخش اسفالت سطحی شرح داده شده است.

اسفالت گرم یا بتن اسفالتی (Asfalt)

ترکیبی از سنگ دانه‌های مرغوب دانه بندی شده با قیر خالص است و در دمای 170 درجه سانتی گراد در کارخانه اسفالت تهیه می‌گردد و توسط کامیون حمل و در محل مصرف با فینیشر پخش و با غلطک چرخ لاستیکی و تاندوم فلزی کوبیده می‌شود. زمان حمل اسفالت باید کمتر از 2 ساعت باشد و در زمان پخش درجه حرارت آن نباید کمتر از 120 درجه سانتی گراد باشد و برای حفظ این حرارت در صورت لزوم دستگاه حمل کننده باید مجهز به چادر برزنتی باشد. حجم حفرات در اسفالت گرم پس از کوبیدگی بین 3 تا 8 % متغیر است.

سه مورد کاربرد اسفالت گرم:

الف - اساس اسفالتی: هرگاه اسفالت با دانه‌های درشت به جای قشر اساس روی قشر زیر اساس راه پخش گردد به آن اساس اسفالتی یا **بلک بیس** می‌گویند.

ب - قشر آستر: هرگاه اسفالت با دانه‌های متوسط روی قشر اساس پخش گردد به آن آستر یا **بیندر** می‌گویند.

ج - قشر رویه: هرگاه اسفالت با دانه‌های ریز و نرم روی قشر آستر(بیندر) پخش گردد به آن رویه یا **توپکا** می‌گویند.

انواع کارخانه اسفالت سازی:

الف : کارخانه بچ (مقطعی) : دراین کارخانه مصالح سنگی داغ شده با توزین دقیق و طرح اختلاط مشخص وارد بچ شده و پس از افزودن مواد قیری به آن مخلوط و توسط کامیون حمل می‌گردد.

ب : کارخانه مخلوط پیوسته : دراین کارخانه کلیه مصالح با نسبت وزنی معین بطور پیوسته وارد مخلوط کن می‌گردد.

ج : کارخانه بشکه دار : شبیه کارخانه پیوسته است با این تفاوت که عمل خشک کردن دانه‌های سنگی در بشکه یا تانکری به نام خشک کن انجام می‌گیرد.

قسمت‌های اصلی کارخانه آسفالت به ترتیب عبارتند از : مخازن سرد مصالح-خشک کننده-غبارگیر-سرندهای ویبران-مخازن گرم مصالح –مخازن قیر-قپان‌های توزین ومخلوط کن.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بخش چهارم

تعمیر و نگهداری راه

نگهداری راه‌ها[شنی(فرعی و قدیمی) و آسفالت]

الف ـ نگهداری راه‌های شنی:

نگهداری راه‌های شنی شامل تسطیح و تنظیم نیمرخ عرضی راه و جبران آن قسمت قشر رویه که به تدریج از بین می‌رود می‌باشد، اضافه نمودن قشر رویه ، ساختن و تمیز نمودن آبروهای کنار راه، تمیز نمودن لوله‌ها و پل‌ها ،ابنیه فنی، برف روبی، ریزش برداری، نصب علائم و نگهداری و مرمت آن‌ها، انجام عملیات اصلاحی کوچک از قبیل تعریض و اصلاح بعضی پیچ‌های خطرناک و تأمین دید در نقاطی که برای ترافیک خطر وجود دارد(این عملیات اصلاحی تا حدود جزئی که به آن عنوان راه سازی اطلاق نگردد جزو وظائف راهداری و نگهداری راه می‌باشد).

تسطیح و تنظیم شیب عرضی راه:

باید کوشش نمود عملیات تسطیح و تنظیم شیب عرضی راه تا آنجا که ممکن است پس از بارندگی موقعی که مصالح قشر رویه راه مرطوب است انجام پذیرد تا بهتر کوبیده شود، غلطک زنی در راه‌های شنی که کاملاً خشک هستند موجب شل شدن مصالح قشر رویه و از بین رفتن دانه‌های ریز توسط باد و ترافیک می‌شود و با زیاد شدن گرد و خاک در سطح راه خطراتی برای عابرین فراهم می‌گردد در مرمت راه ابتدا باید به وسیله آب‌پاش سطح راه مرطوب شود و سپس با گریدر اقدام به تسطیح و تنظیم راه نمود. برای تسطیح و تنظیم راه باید ابتدا مصالح قشررویه را از کناره راه با گریدر به وسط راه آورد تا چاله‌ها ، نشست‌ها و ناهمواری‌ها پرشود.دراین عملیات باید توجه نمود که مواد زائد و نامرغوب از کنار راه با مصالح مرغوب مخلوط نگردد زیرا تنظیم شیب عرضی راه در درجه اول اهمیت قرار دارد، مقدار شیب عرضی به طور کلی بستگی به نوع رویه راه،شیب طولی راه و وضعیت منطقه از لحاظ میزان و شدت بارندگی دارد در رویه راه‌های شنی در شرایط متعارف به جز در قوس‌ها شیب عرضی راه حدود 4% انتخاب می‌شود ولی چنانچه قشررویه غیر قابل نفوذ در روی راه‌های شنی اضافه شود می‌توان این شیب را تا 2% تقلیل داد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لکه‌گیری و مرمت نقاط ضعیف راه :

معمولا قشر رویه راه شنی و اسفالت سرد به جز در نقاط محدودی که مربوطه بـه نقـاط ضـعف راه می‌باشد سالم باقی می‌ماند و به همین لحاظ باید مرتباً قشررویه راه را بازدید و به موقع از بوجود آمدن این نقاط ضعف و سطوح معیوب آن اطلاع حاصل کرد و اقدام لازم برای لکه‌گیری و مرمت آنها به عمل آورد تا از گسترش خرابی جلوگیری گردد، این نقاط ضعف ممکن است ناشی از این عوامل باشد:

ـ عدم زهکشی مناسب و تخلیه آب‌های سطحی راه

ـ خرابی ترکیب و دانه بندی قشرهای روسازی و نبودن مواد چسبنده در آن

ـ کمی ضخامت قشر روسازی

در صورتی که نفوذ آب به علت بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی در نقطه معیوب باشد ویـا جـنس خاک زمین طبیعی یا خاکریز در نقطه مزبور طوری است که دارای کاپیلاریته بیشتری نسبت بـه نقـاط اطراف باشد باید با پیش‌بینی و زهکشی لازم سطح آب زیرزمینی را پائین آورد و در صورت لزوم خـاک نقطه مزبور را با خاک مرغوب که کاپیلاریته کمتری داشته باشد تعویض نمود در هر حال باید با تـدابیر لازم از نفوذ آب به جسم راه و روسازی جلوگیری به عمل آورد.

چنانچه سطوح معیوب به علت بدی وضع مخلوط مصالح قشر روسازی باشد بایـد سـطوح معیـوب راکنده و به جای آن مصالح مرغوب مطابق مشخصات جانشین نمود و در مواردی که ضخامت قشـرهای روسازی برای عبور و شرایط جوی کافی نباشد معایب در قسمت اعظم سطح راه بوجود مـی‌آیـد کـه در این حالت لازم است کمبود روسازی شنی یا اسفالت سرد را جبران نمود.

شخم‌زدن و تنظیم مجدد نیمرخ راه:

در مواردی که سطح راه پوشیده از چالـه، مـوج و نـاهمواری باشـد و در قسـمت قابـل ملاحظـه‌ای متلاشی شده باشد برای مرمت ابتدا باید قشررویه را شخم زد و در صـورت لـزوم مصـالح لازم را بـه آن اضافه نمود و آنرا مخلوط ، پخش ، تنظیم و کوبید. مصالحی که هنگـام شـخم زدن بـه مصـالح موجـود اضافه می‌گردد بایددارای دانه‌بندی مناسب و سازگار و مکمـل قشـر رویـه قبلـی باشـد . پـس از آنکـه مصالح قشر رویه موجود کاملاً شخم زده شد و با مصالح جدید مخلوط گردید باید آن را مطـابق نیمـرخ عرضی راه‌پخش، تنظیم و کوبید و یا اسفالت سرد روی آن اجرا نمود و یا حداقل آن را قیر پاشـی کـرد، یکی از معایبی که روی سطح راه بوجود مـی‌آیـد مـوج اسـت کـه موجـب نـاراحتی شـدید رانـندگان و استهلاک و خرابی سریع وسایل نقلیه و تصادفات می‌گردد و همچنین در قسـمت‌هـائی از راه کـه مـوج بوجود می‌آید سرعت وسائط نقلیه کم شده و در اثـر فشـار سـطح تمـاس چـرخ، بـه خصـوص پـس از ضربه‌ای که چرخ بعد از مختصر بالا رفتن به سطح راه وارد می‌سازد عامل بوجود آمدن مـوج بیشـتر در سطح راه می‌گردد، عامل دیگر نامرغوب بودن مخلوط قشر روسازی می‌باشد که هر چـه مـواد چسـبنده دانه ریز و دانه‌های گرد گوشه مصالح سنگی آن زیادتر باشد آمـادگی قشـر رویـه بـرای مـوج دار شـدن بیشتر است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

راه حل موقت برای برطرف نمودن موجها تراشیدن آن تا سطح زیر آن به وسیله گریدر می‌باشد ولی این عمل موجب تضعیف و به هم زدن استخوان‌بندی رویه راه می‌گردد، راه حل اساسی آن است که علت بوجود آمدن موج یعنی دانه‌بندی مصالح قشر رویه راه را اصلاح کرد، باید قشر رویه راه را به هر طریق ممکن مقاوم‌تر کرد تا بتواند فشار سطوح تماس چرخ وسائط نقلیه را تحمل نماید و به صورت موج یا خرابی‌های دیگر تغییر شکل ندهد.

تمیز نمودن آب روها،جداول، قنوها و لوله‌ها:

به آب راهه‌های کوچک طرفین راه در ترانشه‌های باز قنو و در خیابان های شهری به آن جدول یا کانیوُ می‌گویند. وظیفه قنوها در درجه اول تخلیه آبهای سطحی راه و هدایت آن به زیر پل‌ها می‌باشد گاهی قنوهای عمیق در پائین بردن سطح آب زیرزمینی بستر راه کمک می‌نمایند ، برای آنکه قنو وظیفه‌اش را به خوبی انجام دهد باید همیشه تمیز و خالی از مواد زائد باشد به طوریکه تمام مقطع آن بتواند آب را هدایت نماید، موادی که آب روها و قنوها را پر می‌کند معمولاً بوته‌ها و شاخه‌های خشک درختان و مصالحی که از سطح راه و شیروانی خاکریز شسته می‌شود می‌باشند این مواد زائد را باید در طول سال به طور مداوم مخصوصاً قبل و بعد از فصول بارانی از داخل آب روها خارج ساخت در غیراین صورت آب در دو طرف راه جمع می‌شود و به جسم راه نفوذ می‌نماید. قنو و کانیو معمولاً با مقطع مثلثی و ذوزنقه‌ای ساخته می‌شوند مقطع مثلثی زودتر پر می‌شود ولی مزیت آن این است که با گریدر و وسائل موجود راه‌داری می‌توان آنرا تمیز نمود در حالی که پاک کردن آب‌رو ذوزنقه‌ای شکل باید بادست انجام شود. شسته شدن کناره آب‌روها از مسائل دیگر مرمت راه می‌باشد که در چنین مواردی باید با مصالح بنائی یا بتنی اقدامات فنی و اصولی بر روی آن‌ها انجام گردد.

(تصویر زیر نمونه آب بردگی دستک چپ آب رو را نشان می‌دهد)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بازدید از لوله‌ها :

لوله‌های باید به طور مرتب بازدید شوند تا مشکلی برای انتقال آب نداشته باشند،در بازدید از لوله‌ها باید دقت نمودکه لوله ترک نداشته و نشست نکرده باشد زیرا اگر مشکل انتقال آب داشته باشد آب به زیرسازی راه نفوذ نموده و باعث خرابی راه می‌گردد، لوله‌های عرضی راه باید در یک امتداد بوده و با یکدیگر به خوبی قفل و بست شده باشند تا از دور آنها آب به جسم راه نفوذ ننماید و داخل لوله‌ها باید عاری از گل و لای و یا مواد زائد دیگر باشد حداقل قطر دهانه لوله از 80 سانتی‌متر کمتر نباشد تا بتوان نسبت به لایروبی آن اقدام نمود و همچنین برای آنکه بر اثر فشار بارهای وارده لوله آسیب نبیند باید حداقل روی لوله‌ها تا 60 سانتی‌متر پوشش گردد ،اگر مسیر آب قبل از ورود به پل کج و موج باشد باید با گابیون‌گذاری و یا دیوار خشکه چین مسیر آب را به زیر پل لوله‌ای هدایت نمود تا به خاکریز راه لطمه‌ای وارد نگردد، در مواقعی که خاکریز پشت کوله‌ها خوب کوبیده نشده باشد امکان دارد که آب قبل از ورود به دهانه منحرف شده و خساراتی وارد نماید در اینگونه موارد باید خاکریز پشت کوله‌ها را برداشته و مخلوط دانه‌بندی شده مرغوب جایگزین و در لایه‌های 20 سانتی‌متری به خوبی کوبیده شود و در مصالح خاکریزی هیچگونه مواد نامرغوب از قبیل ریشه درختان و یا مواد نباتی و سایر مواد زائد موجودنباشد. در نقاطی ممکن است به علت نامقاوم بودن بستر زیر لوله زمین سست باشد و بر اثر بارهای وارده موجب نشست لبه لوله و جدا شدن ازمحل اتصال گردد، با مشاهده آن باید لوله‌ها بیرون آورده شوند و با مصالح مرغوب قسمت‌های سست زمین پر و خوب کوبیده شود و پس از یکنواخت کردن بسترمجدداً نسبت به نصب لوله‌ها اقدام نمود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سیستم تخلیه آب و ابنیه فنی در راه‌ها:

پائین بردن سطح آب از جسم راه ، زه‌کشی و هدایت سیلاب از مسائل مهمی است که باید در طرح و نگهداری راه‌های شهری و بین شهری مورد توجه قرار گیرد زیرا بدون تردید آب دشمن اصلی راه است و موجب خرابی‌های شدید می‌گردد و خسارت زیادی وارد می‌کند درحالی که با هزینه خیلی کمی می‌توان از بوجود آمدن خرابی‌ها جلوگیری نمود، سیستم تخلیه آب در یک راه شامل قنوهای طرفین راه ، زه‌کش‌ها، کانال‌های اصلی و انحرافی ، آبروها و پل‌ها می‌باشند، راهی که سیستم تخلیه آب منظم و مطالعه شده‌ای داشته باشد و به موقع معایب آن برطرف گردد نگهداری و مرمت‌آن بسیارکم هزینه است و راهی که سیستم حساب شده‌ای نداشته باشد هر روز مسئله ساز و هزینه مرمت و نگهداری آن خیلی زیاد می‌گردد. در قسمت ابنیه فنی باید به دیوارها اعم از دیواره‌های هدایت آب پل‌ها و یا دیوارهای حائل و ضامن توجه گردد و ضمن مرمت دیواره‌های موجود چنانچه در محل‌های دیوار لازم است اقدامات دیگری در جهت استحکام آنها پیش‌بینی گردد، باید اقدام لازم به عمل آید.

تصاویر زیر مربوط به کانال سیلاب خیابان ریشمک سابق (بلوار باهنر جنوبی فعلی) وکانال در حال احداث سیل برگردان دراک (ضلع غربی 76 متری کمربندی شیراز) می‌باشد،قبل از حفر این سیل برگردان سیلاب به طور مرتب جاده‌ها و خیابان‌های اطراف و منازل را به زیر آب فرو می برد و تا قبل از احداث آن در سال 1367 همه ساله چندین کشته در سیلاب های متعدد بر جای می‌گذاشت و خسارت‌های قابل توجهی به ابنیه و تاسیسات شهری وارد می‌کرد.

معایب و نواقص در پل‌ها :

معایبی که در پل‌ها به وجودمی‌آیند عبارتند از : گرفتگی دهانه پل‌ها به وسیله رسوبات اجسام خارجی، بوجود آمدن مجرای دیگری برای عبور آب به جز مجرای اصلی مانند عبور آب از پشت کوله‌ها و یا از زیر پل ، رسوب ، املاح ومواد زاید در شهرها و جمع شدن این مواد در زیر پل‌ها و در نتیجه گرفتگی آنها، و ... تمام موارد فوق هنگام بازدید باید یادداشت شده و بلافاصله نسبت به رفع نقص و یا لایروبی آنها اقدام گردد.در مناطق کوهستانی که به علت شیب زیاد دامنه کوهستانی مواد رسوبی و سنگ‌های زیاد همراه آب حرکت می‌کنند باید در پائین کوهستان حوضچه‌ای احداث نمود که ابتدا آب همراه محمولات به حوضچه وارد و بعد از دهانه پل عبور نماید.

مرمت پل‌های بزرگ و کوچک :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

از پل‌ها باید مستمراً بازدید به عمل آید مخصوصاً در مواقع بحرانی از قبیل سیل و بارندگی‌های شدید، این بازدیدها ضرورت بیشتری دارد ، فرد بازدید کننده باید اطلاعات کافی از ساختمان پل‌ها داشته و نحوه تعمیر و رفع عیب آنها را بداند، غالباً معایب و خرابی‌ها در پی و پایه‌های پل ایجاد می‌گردد، در دامنه کوه‌ها و محل‌هائی که پل در شیب زیاد رودخانه قرار گرفته و در مناطق شمال کشور که آب رودخانه‌ها به دریا سرازیر می‌شود به علت پائین آمدن آب سطح دریا و شیب زیاد رودخانه‌ها اطراف پایه‌ها شسته شده و بعد از مدتی رُت رِت و پایه آن خراب می‌شود که در اینگونه موارد باید یک دیوار عمود بر رودخانه به فاصله 4 تا 6 متر پائین دست پل در تمام عرض بستر رودخانه احداث نمود (**برید**)عمق پی دیوار باید پائین‌تر از عمق آب شستگی انتخاب شود تا در موقع طغیان خطری متوجه دیوارها نگردد، قطر دیوار باید متناسب با ارتفاع آن باشد و می‌توان برای سرعت عمل و سهولت بیشتر به جای دیوار سنگی یا بتنی از سپرهای فلزی و گابیون استفاده نمود.

تخریب برید در بستر رودخانه به علت رعایت نکردن عمق آب شستگی(غیر کارشناسی)
در این مکان لازم است حوضچه آرامش طراحی و به اجرا درآید

نکته مهم دیگر در کنترل آب شستگی آن است که مواظب بود همیشه عمق پی حداقل نیم متر پائین‌تر از سطح یخبندان زیرزمینی باشد و به همین دلیل عمق پی‌سازی را باید در زیر پل‌هاحداقل 3 متر انتخاب نمود، نکته دیگری که باید رعایت شود این است که دهانه پل‌ها طوری انتخاب شود که محمولات آب که حامل قطعات یخ ، خار و خاشاک و درختان جنگلی می‌باشد از دهانه پل به راحتی عبور نماید در غیراینصورت امکان بسته شدن دهانه‌ها وجود دارد و پل در معرض خطر قرار می‌گیرد برای آنکه محمولات یخ به پایه وسطی پل صدماتی وارد ننماید پایه‌های وسطی را باید به وسیله یخ شکن مجهز نمود . در مواقع طغیان روخانه ها باید کنترل نمود که فاصله معینی بین سطح حداکثر آب و زیر سقف باقی بماند زیرا وقتی که آب دهانه کافی برای عبور از زیر پل نداشته باشد به سرعتش افزوده شده و این افزایش موجب شسته شدن پی‌ها گردیده و درنتیجه زیر پی به علت سرعت زیاد آب تخلیه می‌گردد و منجر به فرونشست سقف پل می‌گردد. در هنگام طغیان و بازدید از پل‌ها چنانچه تنه درختان قطور و امثالهم زیر پل گیر کرده باشد باید با قلاب جرثقیل آن ها را برداشت و پس از بارندگی وضع تیرهای اصلی و فرعی و موارد دیگر یادداشت شود، برای قسمت فوقانی پل یا وضعیت سطح

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ماشین رو و زیر پل نیز باید گزارش تهیه گردد و اگر پل فلزی است و رنگ قسمت‌های مختلف آن از بین رفته و زنگ زده باشد باید آن محل را سمباده کشیده و کاملاً پاک و زنگ زدایی کرد و سپس رنگ‌آمیزی نمود، در محل رنگ‌آمیزی نباید رطوبت یا چرکی و یا مواد زائد دیگری وجود داشته باشد ، برای برطرف نمودن مواد زائد ایجاد شده از کاغذ سمباده و برس سیمی استفاده می‌کنندو پس از پاک کردن بعد از 48 ساعت می‌توان نسبت به رنگ‌آمیزی اقدام نمود، باید از رنگ مرغوب و قطر کافی استفاده کرد وهنگام رنگ‌آمیزی هوا مه آلود نباشد.

در این محل عدم رعایت کنترل جریان آب در رودخانه
موجب آب بردگی اسفالت و آب شستگی زیر دیواره‌ها در خروجی پل گردیده است

نگهداری رویه پل‌های بزرگ:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

رویه پل‌ها باید کاملاً صاف و بدون هیچگونه ناهمواری باشد و برای ایـن منظـور هرگـاه کـوچکترین عیبی در سطح رویه اسفالتی قسمت ماشین رو پل‌ها مشاهده شد بایدنسبت به مرمت فـوری آن اقـدام نمود زیرا کوچک‌ترین عمق ایجاد شده یا دست انداز در سطح رویه موجب ضربه زدن چرخ ماشین بـه پل می‌گردد و موجب صدمات بعدی را فراهم می سازد.

کنترل جریان آب هنگام ورود و خروج از زیر پل:

یکی از مسائل مهمی که در راهداری باید مورد توجه قرار گیرد کنترل جریـان آب رودخانـه از زیـر پل‌هاست و باید آب به طور هدایت شده از دهانه‌هـا عبـور نماید،چنانچـه در بعضـی مواقـع مسـیر آب رودخانه تغییر نموده و یا اینکه آب رودخانه تحت زاویه‌ای وارد پل شـود جریـان آب موجـب شستشـه شدن خاکریزهای طرفین پل و یا قطع راه خواهد شد، بنابراین در مواقعیکه آب رودخانه کم می‌شود و امکان عملیات بنائی میسر می‌گردد باید خاکریزهای طرفین پل را بوسیله عملیات بنائی با سنگ و یـا گابیون‌گذاری تثبیت نمود و نسبت به تغییر مسیر آب رودخانه با بولدوزر یا وسیله دیگر اقدام و مسـیر آب را به زیر دهانه‌ها هدایت نمود .

برای تغییر مسیر آب می‌توان با احداث اپرون اقدام نمود، اپرون دیوار غیـر پیوسـته‌ای اسـت کـه از سنگ و ملات ماسه سیمان ساخته می‌شود، طریقه دیگر برای مهار آب رودخانه شمع کوبی به وسـیله

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شمع چوبی است که می‌توان آنرا در بستر رودخانه فرو نموده و نسبت به هدایت آب به زیر پل‌ها اقدام نمود ، با عملیات سپرکوبی نیز می‌توان از انحراف آب جلوگیری و آن را به دهانه پل هدایت کرد هر یک از مدل‌های نامبرده را می‌توان با توجه به جنس زمین بستر رودخانه و موقعیت و امکانات محلی طرح ریزی و به اجرا گذارد.

جلوگیری از مصرف بی‌رویهٔ شن و ماسه در رودخانه ها:

نظر به اینکه برداشت بی‌رویه شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها موجب تغییر مسیر جریان آب و موجب خسارت به ابنیه فنی و جاده می‌گردد ، برای جلوگیری از این امر رعایت موارد و ضوابط ذیل الزامی است: **(عدم رعایت ضوابط و مقررات مهندسی رودخانه در تصاویر روشن است)**.

1ـ برداشت مصالح باید با مجوز و به صورت یکنواخت و از محور رودخانه انجام گیرد.

2ـ ایجاد هر گونه سد به منظور برداشت مصالح رودخانه‌ای به لحاظ حفظ رژیم رودخانه و جلوگیری از تغییر شکل طبیعی رودخانه به هر شکل ممنوع است.

3ـ دپوی مصالح در بستر رودخانه ممنوع است.

4ـ در محل‌هائی که پل بستر رودخانه را قطع می‌کند مراعات حریم پل بالا دست 500 متر و پائین دست به طول یک کیلومتر ضروری است.

5ـ حداکثر عمق برداشت مصالح رودخانه‌ای نباید بیشتر از یک متر باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6ـ دارندگان مجوز برداشت مخلوط شن و ماسه از مسیر رودخانه حق سرندکردن و دپـوی آن‌هـا را در بستر رودخانه ندارند.

7ـ پیمانکاران و افرادی که برای برداشت مصالح از زمین‌های شن زار استفاده مـی‌نماینـد برداشـت مصالح نباید به جاده لطمه وارد کند و ضمن رعایت حریم جـاده حـداقل 120 متـر از جـاده فاصـله داشته باشد.

8ـ در نقاطی که بستر رودخانه به موازات جاده است در موازات جاده حداقل (از شانه جاده) بـین 150 تا 300 متر از سواحل رودخانه برداشت مصالح ممنوع است.

ب - نگهداری راه‌های آسفالتی

با توجه به هزینه‌های هنگفتی که همه ساله صرف ساخت راه‌های اسفالتی کشور می‌گردد لازم اسـت در مرمت و نگهداری آنها دقت لازم وکافی به عمل آورد تا هم به لحاظ ایمنـی مشـکلاتی بـرای مـردم پدید نیاید و هم به لحاظ اقتصادی هزینه‌های مضاعف به کشور وارد نگردد .

نگهداری و مرمت راه‌های آسفالتی به دو دسته تقسیم می‌گردند :

الف) مرمت اساسی **ب) نگهداری عادی یا روزمره**

مرمت اساسی طبق ضوابط و اسـتاندارهای راه‌سـازی در بخـش راه‌سـازی انجـام مـی‌گـردد ، در اینجـا نگهداری عادی یا روزمره مد نظر بوده و شامل عملیات راهداری است که مهمترین آنها به شرح زیر می باشد :

1) لکه‌گیری و مرمت خرابی‌های کوچکی کـه در سـطح آسـفالت ایجـاد مـی‌شـود شـامل: گـودال‌هـا، نشست‌ها ،شکستگی‌های کناره آسفالت، ترک‌ها به اشکال مختلـف در سـطح آسـفالت، مـوج و شـیار و بیرون زدن شن یا قیر از آسفالت می‌باشند .

2) تسطیح و نگهداری از شانه‌های راه به وسیله گریدر یا کارگر .

3) تمیز نمودن آبروهای کنار راه خصوصاً در ترانشه‌ها ، تمیزکردن لوله‌ها ، پل‌هـا و بـه طـور خلاصـه اقداماتی که برای جلوگیری از سرایت آب به جسم راه لازم است .

4) برف روبی ، ریزش برداری ، جلوگیری از یخبندان و لغزیدن وسایل نقلیه به وسیله پاشیدن نمک یا ماسه روی یخ و امثالهم .

5) خط کشی راه و نصب علائم ترافیک و مرمت علائم مزبور .

لکه‌گیری سطح آسفالت :

لکه‌گیری سطح آسفالت بر حسب فصل و شرایط آب و هوایی متفاوت است ، لکه‌گیری در تمـام فصـول واجب و در فصل زمستان ضرورت بیشتری دارد زیرا در زمستان آب به زیر سازی نفوذ می‌کنـد و شـب به علت سردی هوا یخ بسته و حجم آن زیاد می‌شود و سطح آسفالت را مـی‌ترکانـد ، هنگـامی کـه در

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سطح اسفالت چاله وگودال به وجود می‌آید بـه منظـور عـدم سـرایت آب بـه زیرسـازی و جلـوگیری از توسعه خرابی‌ها باید چاله‌ها و گودال‌های به وجود آمده را فورا مرمت نمود، لکه‌گیـری در زمسـتان دوام زیادی نداشته و فقط برای حفظ بقیه راه باید فوراً انجام شود،چنانچه بخواهیم در موقع بارانی مخلـوط آسفالت برای لکه‌گیری تهیه نمائیم می‌توان از مـواد شـیمیایی بـرای چسـبندگی قیـر بـر روی مصـالح سنگی استفاده نمود.

دانه بندی مصالح سنگی برای لکه‌گیری به شرح زیر پیشنهاد گردیده است :

اندازه سرند	درصد رد شده از الک
½ اینچ	% 100
نمره 4	% 65 – 40
نمره 10	% 55 – 30
نمره 40	% 25 – 8
نمره 200	% 10 – 5 یا 5 – 0

انواع قیرهای مورد استفاده برای مخلوط آسفالت :

قیرهائی که برای مخلوط آسفالت در لکه‌گیری مصرف می‌گردند ، مـی‌توانـد از نـوع قیرهـای دیرگیـر ، میانه‌گیر و یا زودگیر باشند . در هر حال اگر قیر میانه گیر مصرف شود می‌توان ذخیـره آسـفالت را کـه قبلاً تهیه شده برای چند ماه در حالت ذخیره نگه داشت و بعداً به مرور از آن استفاده کرد .

طرز لکه‌گیری چاله و گودال‌ها در اسفالت:

در سطح آسفالت به علل گوناگون چاله‌هایی بوجود مـی‌آیـد ، بـرای اصـلاح چالـه هـا بایـد آنهـا را بـه شکل‌های منظم هندسی درآورد و داخل آن را کاملاً تمیز و خشک کرد، دیوارهای چاله باید بـه شـکل قائم در آورده شود، برداشت قسمت‌های معیوب باید تا عمقی که سطح راه خراب است صورت گرفتـه و امتداد دیوارهای آن در یک جهت و به موازات محور راه قرار گیرد،پس از آنکه چاله به این ترتیب آمـاده

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شد درون آن را با مصالح قشر اساس به ضخامت 5 تا 10 سانتی‌متر پر نموده و با تخماق‌هـای دسـتی کاملاً می‌کوبیم تا با قشر اساس موجود هم سطح گردد و بعد به ترتیب زیر ادامه می‌دهیم:

1- روی قشر اساس و همچنین دیوارهای جانبی چاله با قیر مناسب پریمکت شود.

2- درون چاله را باید با آسفالت در قشرهای کمتر از 5 سانتی‌متر پر کرد و با تخماق‌های دستی کوبید پس از آنکه سطح آسفالت همسطح آسفالت مجاور شد بهتر است باغلطک و یا عبور کـامیون هـای بـار شده سنگین آنرا مجدداً کوبید.

3- سطح نهایی چاله وگودال‌های مرمت شده پس از کوبیدن باید با سطح آسفالت موجـود هـم سـطح باشد ، در مواردی که راه مورد نظر با آسفالت گرم ساخته شده باشد ، باید لکه گیری آن هم با مخلـوط آسفالت گرم انجام شود.آسفالت سرد برای تعمیر راه‌هایی می‌باشد که با آسفالت گرم کارخانـه روسـازی نشده باشد ، در صورت نبودن اسفالت گرم به طور موقت برای نگهداری و تعمیر راه‌های اصلی که دارای روکش آسفالت گرم می باشند نیز به کار می‌رود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خرابی‌های عمده در سطوح آسفالتی:

1- گودال‌ها 2- نشست آسفالت 3- شکستگی کناره راه 4- ترک‌های آسفالت 5- موج و شیار در آسفالت 6- شن زدگی 7- قیر زدگی

1- گودال‌ها

گودال‌ها که به علت ضعف موضعی زیرسازی یا قشر آسفالت و یا کمبود قیر و جدا شدن دانه‌های سنگی از قیر بوجود می‌آیند خطر بزرگی برای ترافیک به شمار می‌روند و باید فوراً نسبت به مرمت آنها اقدام نمود و چنانچه در مرمت آنها تأخیر شود به علت نفوذ آب و سرایت رطوبت و یخبندان به زیرسازی خرابی‌های بزرگتری پدید می‌آید،به همین جهت بلافاصله باید نسبت به لکه گیری آن اقدام نمود، ابتدا باید مصالح معیوب داخل گودال را تا حدودی که به جنس محکم و قابل قبولی از مصالح کف برسد برداشت و باید مصالح مرطوب آنرا نیزبیرون آورد و مصالح مرغوب در آن ریخت و با تخماق خوب کوبید، پس از آنکه کف گودال خشک شد ، اطراف و کف آن با قشر نازکی از قیر مایع آغشته (پریمکت) گردد، این کار را می‌توان با دستگاه قیر پاش کوچک انجام داد و مخلوط لکه گیری را در داخل آن ریخت و خوب کوبید. کوبیدن مخلوط آسفالت در داخل گودال‌ها بسته به وسعت آن به وسیله تخماق دستی و یا غلطک دستی انجام می‌گیرد .

برای راه‌های آسفالتی درجه یک می‌توان از غلطک‌های صفحه‌ای لرزان استفاده نمود(کمپکتور) که نتیجه کار آن بسیار خوب و به علت کوچکی ، حمل و نقل آن آسان است ، مخلوط لکه گیری را به اندازه‌ای باید در گودال ریخت که پس از کوبیدن حداکثر 5 میلیمتر یا به اندازه 0/1 قطر قشر آسفالت از سطح آسفالت مجاور بلندتر باشد تا بعداً در زیر چرخ های سنگین وسائط نقلیه با بقیه راه هم سطح گردد . برای آنکه سطح لکه گیری زیاد برجسته یا فرو رفته نباشد باید از شمشه فلزی استفاده گردد .

2- نشست آسفالت :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

به علت عدم کوبیدگی کافی زیرسازی راه و عبور و مروری که در سطح آسفالت انجام می‌شود آسفالت نشست می‌کند و همان طوری که در مورد لکه‌گیری آسفالت گفته شد باید اسفالت قسمت نشست کرده را برداشت و پس از اصلاح قشر زیرسازی آنرا مجددا اسفالت نمود .

3- علت شکستگی کناره راه:

ممکن است به علت نازک بودن آسفالت یا عدم استحکام شانه‌ها و بالاخره نفوذ آب به زیرسازی و کم شدن مقاومت آن لبه‌های آسفالت شکسته شود لذا باید مصالح نامرغوب این قسمت‌ها را بیرون آورد و مصالح مرغوب جایگزین کنیم و به طریقی که در قسمت گودال‌ها گفته شد پس از کوبیدن قسمت زیرین آن با مصالح مرغوب لکه گیری شود، نفوذ آب به زیرسازی راه ممکن است به علت عدم شیب شانه‌ها به سمت خارج و یا بلندتر بودن سطح شانه راه از سطح آسفالت مجاور باشد که در این صورت باید با گریدر شیب شانه‌ها را تنظیم نمود تا آب به راحتی از شانه خارج گردد .

4- ترک‌های آسفالت :

ترک‌های آسفالت به چند دسته تقسیم می‌گردد که عمده آن‌ها بدین شرح است:

الف- ترک‌های طولی و عرضی ب- ترک‌های انقباضی ج- ترک‌های حاصل از لغزیدن قشر آسفالت روی قشر زیرین د- ترک‌های موزائیکی یا پوست سوسماری

الف- ترمیم ترک های طولی و عرضی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

این ترک‌ها به موازات و عمود بر محور راه ایجاد می‌شود، علت بوجود آمدن آنها ممکن است به خاطر وجود خاک‌های نامرغوب و ریزدانه در خاکریز راه (مانند خاک رس که بر اثر رطوبت آب می‌مکد و باد می‌کند و پس از خشک شدن جمع می‌شود) و تکان خوردن زیر سازی و یا انقباض زیرسازی در سرماهای شدید زمستان بوجود آید ، ترک‌های ریزی که در زمستان مشاهده می‌شود ممکن است در تابستان رفع شود، ولی اگر عریض بود و خطر نفوذ آب به زیر سازی را داشته باشد باید ابتدا با هوای فشرده گرد و خاک آنرا به خوبی پاک و با ریختن قیر درون ترک‌ها فضای خالی آن را پر نمود و روی آن ماسه ریخت، باید دقت شود که قیر به میزان کافی ریخته شود تا پس از پخش ماسه در سطح آسفالت ایجاد ناهمواری ننماید، چنانچه تعداد ترک‌ها زیاد باشد ، باید تمام سطح راه سیل کت شود .

ب - ترک‌های انقباضی و ترمیم آن :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

این ترک‌ها به علت کمبود قیر در مخلوط آسفالت یا شکنندگی نوع قیر مصرفی و یا اختلاف زیاد درجه حرارت هنگام انجام آسفالت در فصول سال و یا خشک شدن و کهنگی آسفالت و در نتیجه شکننده شدن آن باشد ، برای مرمت آن‌ها چنانچه تعدادشان زیاد باشد ، سطح راه باید سیل کت گردد .

ج - ترک‌های حاصل از لغزیدن قشر آسفالت روی قشر زیرین:

ممکن است به علت عدم چسبندگی قشر آسفالت گرم به زیر سازی این مسئله بوجود آید که به علت وجود گرد و خاک و رطوبت در روی زیرسازی ، قشر آسفالت با قشر زیرین چسبندگی لازم را پیدا نمی‌کند و بر اثر فشار افقی ناشی از حرکت چرخ‌ها این وضع بوجود می‌آید، برای مرمت آن باید اطراف آسفالت به قدری برداشته شود تا چسبندگی کافی بین آسفالت و قسمت زیر آن مشاهده گردد و سپس نسبت به مرمت قسمت‌های برداشته شده اقدام نمود.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

د - ترک‌های موزائیکی یا پوست سوسماری:

در بیشتر موارد به علت کافی نبودن مقاومت زیرسازی و یا کم بودن قطر آسفالت و یا تمام شدن عمر آسفالت این ترک‌ها بوجود می‌آیند ،برای مرمت آن باید آسفالت‌های ترک خورده را برداشت و قسمت‌های معیوب زیرسازی را ترمیم و با اصلاح زیرسازی طبق اصول فنی راه مجددا اسفالت کرد، باید توجه داشت چنانچه ترک‌های طولی و عرضی و یا سایر ترک‌ها به موقع ترمیم نگردند و یا شانه های راه وضع مطلوبی نداشته باشند آب به زیر آسفالت نفوذ نموده و مقاومت راه را از بین می‌برد و بر اثر فشار چرخ ، آسفالت خرد و جاده پر خطر می‌گردد لذا با مرمت فوری از بوجود آمدن خرابی بیشتر در سطح آسفالت جلوگیری می‌شود .

5- موج و شیار در آسفالت :

وجود قیر زیاد در مخلوط آسفالت ،عدم رعایت دانه بندی صحیح و یا وجود رطوبت زیاد در مخلوط آسفالت موجب پیدا شدن موج در سطح آسفالت می‌گردد و بوجود آمدن شیار هم ممکن است به علت نبودن قیر کافی در مخلوط و یا عدم رعایت دانه بندی صحیح مواد سنگی باشد ، به هر حال راه اساسی مرمت قسمت‌های موجدار و شیاردار برچیدن آسفالت و تجدید آن با توجه به مشخصات اصول فنی آسفالت می‌باشد .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6- شن زدگی در آسفالت:

معمولابه علت کمبود قیر در مخلوط آسفالت ویا سوختگی اسفالت این مشکل بوجود می‌آید، در موقع پخش قیر برای روکش‌های آسفالت سرد نیز ممکن است تعدادی از سوراخ‌های قیر پاش مسدود و قیر کافی به مخلوط نرسد و یا حرارت زیاد هنگام پختن آسفالت گرم این عیب را بوجود می آورد ، چنانچه بیرون زدن شن کم و ضخامت قشر آسفالت زیاد کم نشده باشد ، می‌توان با پخش قیر mc2 این معایب را برطرف ساخت در غیر این صورت باید آن را با روکش آسفالت گرم مرمت کرد .

7- قیر زدگی آسفالت :

وجود قیر اضافی در آسفالت موجب قیرزدگی می‌شود و در فصل گرما قیر اضافی بیرون زده و برای عابرین و وسایل نقلیه اختلال فراهم می‌آورد ، در موقع بارندگی نیز سطح آسفالت لغزنده شده و برای اتومبیل‌ها بسیار خطرناک می‌باشد ، لذا برای رفع این مشکل در هوای گرم و خشک می‌توان با پخش مخلوطی از سنگ شکسته ریز همراه با دانه‌های ریز ماسه بر روی سطح راه و کوبیدن آن با غلطک اقدام نمود، به این طریق قیرهای اضافی جذب شده و این عیب برطرف می‌گردد .

نگهداری شانه‌های راه:

نگهداری شانه‌های راه اگر به صورت اسفالت باشد همانند موارد گفته شده قبل عمل می‌گردد و در صورتیکه به صورت شنی باشد شامل شن ریزی روی سطح آن ، تنظیم شیب آن به طرف خارج راه و کوبیدن آن می‌باشد تا بتواند به راحتی آب برف و باران را به خارج راه هدایت کند، شیب عرضی شانه‌ها

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

به سمت خارج بایستی حدود 3/5 درصد باشد . اگر بر اثر عبور چرخ‌های ماشین از روی شانه‌ها گودال یا شیارهای عمیق ایجاد شود برای وسایل نقلیه که با سرعت از جاده عبور می‌نمایند بسیار خطرناک خواهد بود، اگر این شیارها کنار لبه آسفالت باشد باعث نفوذ آب به زیرسازی راه شده و موجب خرابی سطح آسفالت می‌گردد ، بنابراین باید فوراً نسبت به مرمت این نقاط اقدام کرد و مرتباً باید از شانه‌ها بازدید و نسبت به تنظیم شیب عرضی آن ها و ترمیم گودال‌ها و شیارها اقدام نمود ، سطح شانه‌ها نباید لغزنده وخاکی باشد در این صورت تعمیرات آن بیشتر بوده و پس از هر بارندگی در سطح آن گل و لای بوجود آمده و بیشتر لغزنده می‌گردد و مشکلات عدیده ای را برای عابرین فراهم می‌کند، در چنین حالاتی باید فورا با شن ریزی ، سطح آنرا مرمت نمود ، برای آنکه قسمت شانه‌ها مشخص گرددحاشیه راه را خط کشی یا مضرس می نمایند در حالاتی که عرض آسفالت کمتر از 7/5 متر و ترافیک زیادی داشته باشد به منظور احتراز از عبور وسائط نقلیه روی شانه‌های راه بهتر است از هر طرف 0/5 متر برعرض آسفالت اضافه شود و شانه ها حداقل 2 تا 2/5 متر تعریض گردند تا یک وسیله نقلیه بتواند به آسانی روی شانه راه توقف نماید . به هر حال با توجه به اینکه دوام شانه های راه بستگی به جنس ماده چسبنده مصالح سنگی و طرز ساختن و تأثیرات جوی دارد باید در نگهداری شانه‌های راه مراقبت‌های لازم اعمال گردد .

عملیات برف روبی در راه‌ها و گردنه‌ها :

وجود رشته کوه‌های مرتفع در شمال و غرب وقسمتی از جنوب ایران ، نقاط برف‌گیر متعددی را در شبکه راه‌های کشور بوجود آورده است، با توسعه زیاد ترافیک ، اگر راه اصلی بیش از چند ساعت مسدود گردد باعث تهدید جان عابرین و باز ماندگی از برنامه کار و زندگی آنها شده و موجب عدم رضایت عموم شده و به اقتصاد کشور نیز لطمه وارد می‌گردد. نکته قابل توجه این است که ادارات راه باید در فصل زمستان در محل‌های برف‌گیر آماده برف روبی باشند اعم از آنکه برفی نازل شود یا اصولاً زمستان بدون برف بگذرد . کار برف روبی هم مانند اموری چون اورژانس و آتش نشانی است که باید آماده باش بود و در اسرع وقت مشکل را برطرف نمود.

ماشین‌های برف روبی :

ماشین‌ها و دستگاه‌های برف روب که برف را از طرفین به خارج پرتاب می‌نمایند بهترین وسیله برای برف روبی به شمار می‌آیند لیکن از کامیون‌هایی که با تیغه برف روبی به شکل V مجهز هستند نیز می‌توان استفاده نمود، از گریدر ، بلدوزر و لودر هم نیز می‌توان در امر برف روبی استفاده نمود.

در مواقعی که ارتفاع برف زیاد و عبور سایر وسایل برف روب امکان نداشته باشد و یا در گردنه پر برف و کم عرض و پر شیب و صعب العبور باشد برای برف روبی از بلدوزر استفاده می‌گردد. با گریدر نیز می‌توان برف‌های کم ارتفاع را پاک کرد ، در راه‌های جلگه‌ای که ارتفاع برف بین 20 تا 40 سانتی‌متر باشد ، گریدر به خوبی کار می‌کند،گریدر را به دنبال بلدوزر در برف‌های سنگین نیز به کار می‌برند ،

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دستگاه‌های مکنده و پرتاب کننده برف برای برف روبی‌در جاده‌ها و خیابان‌ها مناسب می‌باشند زیرا به علت چرخ لاستیکی بودن آن‌ها صدمه‌ای به سطح آسفالت وارد نمی‌گردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نکات مهم در برف روبی :

از جمله نکات مهم و قابل توجه، آمادگی نفرات و ماشین آلات قبل از شروع ریزش برف در راه‌ها و گردنه‌ها می‌باشد که باید با برنامه‌ریزی صحیح و دقیق نسبت به استقرار افراد با تجربه و ماشین آلات مجهز و آماده به کار در مناطق برف‌گیراین اقدام صورت گیرد و آمادگی کامل برای برف روبی داشته باشند ، باید توجه نمود که کلیه ماشین آلات برف روب قبل از فرا رسیدن فصل زمستان مورد بازرسی قرار گیرند و هرگونه عیب و نقصی احتمالی آن‌ها را برطرف سازند.

نصب وحفاظت از علائم در نگهداری راه:

نصب و حفاظت از علائم در طول راه‌ها برای راهنمایی و هدایت عابران ضرورت کامل دارد . بعضی از این علائم ، مشخص کننده آن است که کلیه وسائط نقلیه از یک خط مخصوص عبور نمایند وبعضی از علائم نشان دهنده اخباری است که بعد از مشاهده آن راننده باید مقررات خاصی را رعایت کند، چنانچه در طول مدت استفاده از راه‌ها ، خط کشی‌ها و علائم از بین رفته و مجددا نصب و احیاء نگردند و اختیار عبور و سرعت در اختیار رانندگان باشد موجب بروز تصادفات و بی‌نظمی در ترافیک و تهدید جان استفاده کنندگان از راه خواهد شد . وجود علائم در محل پیچ های خطرناک و شیب‌های تند توجه رانندگان را جلب نموده تا از سرعت زیاد وسبقت‌های بی‌مورد پرهیز نمایند و به طور خلاصه ترافیک سالم راه‌ها با نصب علائم و خط‌کشی تأمین می‌گردد، هر چند طرح هندسی راه استاندارد و با مشخصات فنی خوب ساخته شده باشد باز هم نصب و نگهداری علائم ضرورت دارد.

علائمی که روی پایه قرار دارد باید در انتهای خارجی شانه‌های راه نصب گردد تا با وسیله نقلیه برخورد نکند، برای نگهداری علائم باید مرتباً از آنها بازدید و تمیز نگاه داشته شود، علائم آسیب دیده یا فرسوده و رنگ پریده باید تعویض گردد، تابلوها و علائم باید با شبرنگ استاندارد ساخته شوند ، رنگ‌های مورد استفاده خط کشی نیز باید چند جزئی ترافیکی و مناسب دید در شب باشند زیرا برای سلامت و ایمنی ترافیک فوق العاده اهمیت دارد و در برابر هزینه‌ای که برای این کار می‌شود جان عده زیادی حفظ می‌گردد .

چنانچه تابلو قدیمی ولی رنگ آن علائم سالم باشد و به قدری کثیف و کدر نشده باشد که شستشوی عادی آن امکان پذیر باشد و فقط به وسیله روغن و سایر مواد خارجی کثیف شده باشد می‌توان آنرا با آب و صابون شستشو داد. نصب رفلکتور (چراغ چشم گربه‌ای) روی محور و کنار راه‌های آسفالته ضروری بوده و ایمنی جاده را بالا می برد و در تونل‌ها و مناطقی که شب‌ها هوا ابری و مه آلود است اجتناب ناپذیرخواهد بود.

رنگ‌های مورد استفاده در خط کشی راه‌ها :

برای خط‌کشی راه‌ها ، از رنگ سفید ، زرد و رنگ‌های ساده،چندجزئی و یا شبرنگی استفاده می‌گردد . در آزاد راه‌ها، بزرگ راه‌ها و در راه‌هائی که یکدیگر را قطع می‌نمایند و مسیر وسائط نقلیه را با تغییر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خط مشخص می‌کنند از رنگ شبرنگ استفاده می‌شود . برای ساختن رنگ‌های شبرنگ از مخلوط رنگ ساده و کرات ریز شیشه‌ای و سایر مواد شیمیایی استفاده می‌شود . خط کشی سفید برای رنگ آمیزی محل محور و اگر راه چند خطه باشد ، برای خط‌های عبور به کار می‌رود و در محل‌هائی که سبقت گرفتن ممنوع باشد ، رنگ زرد به کار می‌رود . بیشتر خط کشی‌ها با رنگ سفید شبرنگی انجام می‌شود ، گاهی‌خط کشی با رنگ سفید و مشکی انجام می‌شود که محل آن محور راه می‌باشد ، خط مشکی معمولاً پیوسته و خط‌های سفید منقطع در فواصل معلومی انجام می‌شود ، در خط‌های منقطع 3 متر از محور راه خط کشی کرده و در حدود 6 تا 12 متر بدون خط کشی است ، در بزرگ راه‌ها بهتر است خط کشی به عرض 15سانتی‌متر باشد و در مناطق سبقت ممنوع ، خط کشی به عرض 10 سانتی‌متر و با رنگ زرد شبرنگ به صورت پیوسته انجام گردد.

مقدار و میزان رنگ در راه‌ها:

مقدار رنگی که برای هر کیلومتر راه با خط کشی به عرض 10سانتی‌متر و حدود 0/5 میلی متر قطر ، مورد استفاده قرار می‌گیرد حدود 50 لیتر است . البته در خط کشی‌های ناپیوسته به همان ضخامت و عرض که خط کشی نشده ، از کل کیلومتر کم می‌شود. درصورتی‌که بخواهیم رنگ خط‌کشی شبرنگ و شفاف باشد ، باید به آن خرده شیشه کروی اضافه نمود ، از خط کشی‌ها نیز باید مداوماً بازدید نموده و چنانچه از بین رفته و یاحدود 60% از شفافیت خود را از دست داده باشند باید آنها را تجدید نمود .

نگهداری و مراقبت از ماشین‌های خط کشی :

برای استفاده بهتر از ماشین‌های خط‌کشی باید درتعمیر و سرویس آنها مراقبت شود، مخصوصاً قسمت‌های پیستوله و نازل رنگ پاش این ماشین‌ها باید همیشه تمیز باشند تا هوای فشرده که توسط پمپ تولید می‌گردد قادر به خارج کردن رنگ از پیستوله باشد، ضمناً باید قطعات یدکی ماشین‌های خط کشی در انبار موجود باشد و پس از اتمام هر خط کشی ، ماشین‌ها سرویس و آماده به کار باشند ، ماشین‌های خط کشی باید مجهز به وسایل آتش نشانی بوده وآموزش لازم در این زمینه به مسئول خط کشی داده شود .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست مطالب اصلی در کتاب ترمیم ساختمان تالیف :مهندس محمدجعفر پورمختار

فهرست مطالب	
عنوان	ص
مقدمه	9
بخش اول :ترمیم ساختمان	11
شناسنامه ساختمان	12
علل خرابی‌های عمده در ساختمان	12
تغییر کاربری در ساختمان	12
عدم بررسی مقاومت زمین	12
عدم نظارت کافی	13
استفاده از مصالح نامرغوب	13
استفاده از افراد غیر ماهر در ساخت و ساز	14
عوامل جوی و حوادث طبیعی	14
بالا آمدن آبهای زیرزمینی	14
نقش دمای محیط دراجرای کارهای ساختمانی	15
عوامل نشست پی درساختمان	16
سست بودن خاک زیرپی ،عدم شناخت از مقاومت زمین، ترازنبودن سطح زیرپی، عدم رعایت اصول فنی دراجرای پی سازی وگودبرداری، خاکبرداری غیراصولی درمجاورت ساختمان و عدم رعایت مهاربندی	16
سازه‌های نگهبان (مهاربندی‌ساختمان)، مهاربندی هنگام تعمیر و مرمت ساختمان، مهاربندی هنگام تخریب ساختمان، مهاربندی هنگام گودبرداری و پی‌کنی ساختمان	19
اجرای سازه نگهبان در مجاورت ساختمان‌های قدیمی(مهاربندی)	21
اجرای سازه نگهبان در کنار ساختمان‌های بلند(قدیم و جدید)	23
اجرای سازه نگهبان در زمین‌های ریزشی و سست	23
برداشتن دیوار باربر در ساختمان و محاسبات آن	26
نصب نعل درگاه در ساختمان	28
بارگذاری نعل درگاه با محاسبات ساده	28
پرکردن چاه‌های قدیمی در ساختمان	29
انواع ترک در ساختما ن(جزئی،نیمه عمیق و عمیق)	31
ترک در تکیه گاه قوس	32
تعمیر وترمیم کاشی بدنه در ساختمان	33
تعمیر وترمیم کاشی‌های کف ساختمان	34
جلوگیری از نم و رطوبت در ساختمان(زهکشی و روابط محاسباتی ساده پائین رفتن سطح آب زیرزمینی)	35
روشهای پیش‌گیری از رطوبت بالا رونده در ساختمان	40
فهرست مطالب	ص
کمانش یا شکم کردن تیرهای فلزی در سقف‌های طاق ضربی قدیمی	41
محاسبه سطح مقطع تسمه تقویتی روی تیرآهن	42
محاسبه طول تسمه‌های تقویتی	43
روش‌های تمیز کردن و تعمیرات نمای ساختمان	44
تمیز کردن نمای سنگ و تعمیرات آن	44

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تمیز کردن نمای آجری، تعمیرات نمای آجری و سیمانی	45
تمیز کردن رنگ از نمای ساختمان، تمیز کردن دوده و چربی‌ها	46
تمیز کردن مواد قیری، تمیز کردن زنگ فلزات از نمای ساختمان	45
تعمیر نمای رولکس،رومالین و کنیتکس	47
تعمیرات بتن(بویژه در مجاورت خلیج فارس)	48
تعیین مقاومت بتن در سازه (آزمایش‌های حین ساخت سازه)	48
عملکرد سیستم‌های تعمیری و حفاظتی غیر الکتروشیمیایی و الکتروشیمیایی،تعمیر موضعی	49
تعمیر با بتن پاشیدنی ، تزریق ترک‌ها	53
مقاوم سازی ساختمان‌های آجری قدیمی(فاقد شناژ افقی و قائم)	55
مرمت بناهای قدیمی	56
بخش دوم :تعمیر و نگهداری راه‌های شنی و آسفالت	69
تسطیح و تنظیم شیب عرضی راه	68
لکه‌گیری و مرمت نقاط ضعیف راه	70
شخم‌زدن و تنظیم مجدد نیمرخ راه	70
تمیز نمودن آبروها، قنوها و لوله‌ها	71
سیستم تخلیه آب و ابنیه فنی در راه‌ها	73
معایب و نواقص در پل‌ها	73
مرمت پل‌های بزرگ و کوچک	74
نگهداری رویه پل‌های بزرگ ، کنترل جریان آب هنگام ورود و خروج از زیر پل	76
جلوگیری از مصرف بی‌رویهٔ شن و ماسه در رودخانه‌ها	77
نگهداری راه‌های آسفالتی	78
لکه گیری سطوح اسفالت ، انواع قیرهای مورد استفاده برای مخلوط آسفالت	79
طرز لکه‌گیری چاله و گودال‌ها در اسفالت	80
خرابی‌های عمده در سطوح آسفالتی(انواع ترک‌ها در اسفالت)	80
نگهداری شانه‌های راه	83
عملیات برف روبی در راه‌ها و گردنه‌ها	84
ماشین‌های برف روبی	84
نصب وحفاظت از علائم در نگهداری راه	85
فهرست مطالب	ص
رنگ‌های مورد استفاده در خط کشی راه‌ها	85
مقدار و میزان رنگ در راه‌ها	86
نگهداری و مراقبت از ماشین‌های خط‌کشی	86
بخش سوم :روش‌های اجرای ساختمان (ساختمانهای بتنی ، فلزی و بنائی)	87
مراحل اجرائی یک ساختمان(مجوز ساخت , طرح و اجرا)	87
ساختمان‌های بتنی	89
محاسن و معایب ساختمان‌های بتنی	90
سازماندهی و تجهیز کارگاه ساختمان‌های بتنی(بتن ریزی،قالب بندی و آرماتوربندی)	90
شناخت بتن برای اجرای سازه و ساختمان‌های بتنی	96
نکات مهم و اساسی در قالب‌بندی کارهای بتنی	96
ویژگی بتن مرغوب	97
خوردگی بتن و خوردگی فولاد	98
اصول حمل بتن،ریختن بتن،تراکم بتن و عمل آوردن بتن در اجرا	99

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فولاد در بتن	102
آزمایش کارگاهی شکل پذیری فولاد اصلاح سرد	102
آزمایش جوش پذیری در کارگاه	102
فرم‌ها و شکل‌های رایج کاربرد میلگرد در بتن	103
حالت‌های تحویل بتن آماده	104
پرسش و پاسخ نکات مهم اجرایی و کارگاهی در کارهای بتنی و ساختمان‌سازی (15 مورد)	105
تست (کارگاهی- کاربرد تکنولوژی بتن در اجرای ساختمان) 45 مورد به همراه پاسخ نامه	105
ساختمان‌های فلزی	113
محاسن ومعایب ساختمان‌های اسکلت فلزی	114
انواع پروفیل‌های مورد مصرف ساختمان سازی	114
اتصالات در ساختمان‌های فلزی(پیچ،پرچ،جوش)	115
اتصالات جوش(جوشکاری باگاز،جوشکاری قوس الکتریکی)انواع اتصال جوش،انواع جوش	116
حداکثراندازه جوش گوشه در طول لبه‌ها	119
مشخصات ظاهری یک جوش خوب	120
عوامل مؤثر در کیفیت اتصالات جوشی	120
معایب احتمالی جوش	122
پرسش و پاسخ: نکاتی مهم در اجرای ساختمان‌های فلزی ، جوش و جوشکاری 65 مورد	123
انواع پوشش و سقف در ساختمان	128
مزایای سقف تیرچه و بلوک	129
ساختمان‌های بنایی	130
فهرست مطالب	ص
بخش چهارم :مصالح ساختمانی و محوطه‌سازی	131
مقدمه بخش چهارم	132
خصوصیات عمومی مصالح: فیزیکی، شیمیایی ،مکانیکی، معمارانه ، کاربردی، اقتصادی	133
پرسش و پاسخ مصالح ساختمان 150مورد(مصالح عمومی،گروت‌های صنعتی،رنگ ها،موادپوشش آلی)	134
فناوری‌های نوین ساختمانی تایید شده و مهمترین مصالح به کارگرفته شده در آن‌ها	147
قاب سبک فلزی (Lightweight Steel Frame)	149
نصب پانل‌های دیوار و اسکلت (LSF)	149
بتن پلیمری (Polymer Concrete)	151
بتن‌های سبک	155
فوم‌بتن	155
لیکا	156
بتن عبور دهنده نور ، لایتراکان ایتراکان (Litracon Light Transmiting Concrete)	156
کامپوزیت‌ها	157
سیستم‌های‌جدیدساختمانی‌تولیدشده از وینیل	158
بلوک‌شیشه‌ایPoesia	159
پلیمر عنصری شگفت انگیزبرای هزاره جدید در ساخت سازه‌های بزرگ	159
نمونه‌هایی از کاربردهای ETFE در جهان معماری(سازه‌های بزرگ در انگلستان،آلمان،چین و سوئیس)	160
محوطه سازی،رده بندی خاک‌ها در سیتسم آشتو برای راه‌سازی و محوطه، تست محوطه سازی با پاسخ نامه	163
بخش پنجم: حفاظت صنعتی و مهندسی ایمنی در کارگاه و کارخانه	191
فعالیت‌های مهندسی ایمنی ، حفاظت صنعتی در محیط کارگاه و کارخانه	192
مفاهیم و تعاریف پایه و ضروری ایمنی	192

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نمونه‌ای‌ازخطرات‌معمول:تصادف،آلودگی،خوردگی،برق‌گرفتگی،آتش‌سوزی‌انفجار،فقدان‌هوای‌تنفسی، پاتولوژیکی روانی،دمای خیلی زیاد،تشعشع	194
ضرورت اجرای برنامه‌های حفاظتی درکارگاه‌ها	195
اولویت‌ها در ایمنی سیستم	197
ارگونومی از دید حفاظت صنعتی	197
خطاهای انسانی	198
چگونگی توزیع آماری صدمات	200
ضریب تکرارحادثه(ضریب فراوانی)	200
ضریب شدت حادثه – اصول پیشبرد برنامه حفاظتی مناسب	200
اهداف کلی‌برنامه حفاظتی و ایمنی کارگاه‌ها	200
تجزیه و تحلیل علل حادثه	201
تجزیه و تحلیل مقدماتی خطر	202
فهرست مطالب	ص
لیست اطلاعات مورد نیاز برای شروع مطالعه عملیات خطر	204
فرهنگ ایمنی ، فرهنگ ایمنی سازمان	204
فرهنگ ایمنی به اعتقاد کوپر	205
روش‌های لازم جهت ترویج فرهنگ مثبت ایمنی	205
بیمه نامه	205
بخش ششم: امداد و نجات: ویژه مدیریت کارگاه و کارخانه	206
وظایف کلی مسئولین حفاظت و ایمنی در کارگاه ،کارخانه و سازمان	207
کمک‌های اولیه امداد و نجات در محیط کار	208
خون‌دماغ،شوک،شکستگی‌ها و ضربه،خفگی،برق گرفتگی،خراش و زخم ها،سوختگی ها،غش،تشنج،گزیدگی ها،مسمومیت‌ها،گرما و آفتاب زدگی،سرمازدگی و یخ زدگی،عوارض گوش و چشم،انواع درد و حمل مجروح	209
وسایل وداروهای مورد نیاز جعبه کمکهای اولیه	220
منابع	221

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com