مراحـــل راهســـازی

بخش اول : مطالعات مسیریابی

مطالعات راه و مسیریابی در دو قسمت انجام می گیرد و اجرای عملیات طبق این مطالعات به عنوان فاز سوم تلقی می گردد.

۱. مطالعات فاز یک که به صورت مقدماتی انجام می گیرد.
۲. مطالعات فاز دو که در واقع تهیه نقشه های اجرایی است.
۳. مطالعات فاز سه که این مطالعات توسط گروهی به نام مهندسین مشاور صورت می گیرد

الف) فاز یک مطالعات: مسیریابی

مراحل به صورت زیر انجام می گیرد:

۱. ابلاغ مطالعه راه موردنظر از کارفرما به مشاور
۲. اعلام آمادگی از طرف مشاور و عقد قرارداد
۳. جمع آوری اطلاعات موجود در رابطه با منطقه (منطقه، راههای موجود، راه آهن و ...)
۴. جمع آوری مطالعات دیگری که با طرح ممکن است رابطه داشته باشد و یا هر طرح عمرانی دیگر ممکن است با این پروژه تلاقی نماید.
۵. تهیه نقشه های توپوگرافی از منطقه بخصوص بین مبدا و مقصد
۶. تهیه عکسهای هوایی بین مبدا و مقصد (استفاده از عینک استروسکوپ برای مطالعه نقشه های هوایی جهت رویت پستی و بلندی ها)
۷. مقیاس نقشه های توپوگرافی در ایران ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۲۰۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ .علت این تغییرات مقیاس فاصله بین مقصد و مبدا است هرچه فاصله دو نقطه بیشتر باشد مقیاس کوچکتر نگاه می شود.
۸. مقیاس عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰ (مسیرهای عبور از گردنه ها، رودخانه ها، دره ها، دشتها، دامنه ها و ...) را نشان می دهد.
۹. مطالعه مسیر روی نقشه های توپوگرافی و تعیین مبدا و مقصد و بررسی امکان تهیه و ایجاد راه. این مطالعات شامل عبور راه از مسیرهایی است که شیب زیاد ندارند، کوهستانی کمتر باشد، آیا رودخانه ها امکان عبور دارند و...
۱۰. تعیین راههای مالرو که به وسیله خط چین در نقشه های توپوگرافی نشان داده می شود (مهمترین نوع مسیر است.)
۱۱. تعیین نقاط اجباری بر روی نقشه های توپوگرافی مانند:
    - تنگه
    - عرض کم رودخانه
    - قبرستان به عنوان مانع که به لحاظ فرهنگی و اجتماعی نمی بایست در مسیر قرار گیرد
    - نقاط زیارتی و مراکز سیاحتی که مسیر باید از کنار آنها بگذرد.

۱۲. رسم مسیرهای قابل اجرا بروی نقشه های توپوگرافی
۱۳. اعزام اکیپ مسیریاب به منطقه
۱۴. جمع آوری اطلاعات از منطقه. این اطلاعات شامل:
- تعداد خانوار در هر روستا و کل منطقه و به دست آوردن بعد متوسط خانوار و کل جمعیت منطقه
- مقدار زمین موجود در محل به هکتار، با احداث راه جدید به زمینها و منطقه می توان به کارفرما اطلاع داد و مسیر را به این زمینها برد تا بتوان امکانات و تسهیلات مکانیزه بهتری را به منطقه رساند.
- –بررسی وضعیت کشاورزی منطقه
- بررسی وضعیت دامداری منطقه
- بررسی وضع معادن منطقه
- بررسی وضعیت صنایع دستی منطقه
- بررسی وضعیت آب منطقه(چشمه، چاه، قنات و ...)

۱۵. انتخاب راهنمای محلی و مرور راههای قابل اجرا با راهنما
۱۶. پیمایش مسیرهای قابل اجرا همراه با راهنما
۱۷. وسایلی که گروه مسیریاب همراه دارد که عبارتند از:
- شیب سنج: لوله در امتداد شیب قرار می گیرد و عقربه میزان شیب را نشان می دهد.
- طول سنج: چرخ با یک شمارشگر مدرج که میزان فاصله را بر حسب متر می سنجد
- ارتفاع سنج
- قلم مو و رنگ برای برگشت مسیر از همان راهی که رفته اید بینB وA روی سنگ ها و صخره ها در رفت علامت زده می شود.
- دوربین عکاسی
- دوربین نقشه برداری (برای محاسبه شیب در صورت نیاز)

۱۸. ثبت مشاهدات در حین پیمایش
- کیلومتر شروع و انتهای مسیر
- ارتفاع نقاط
- وضعیت خاک منطقه (مارن، رس، سنگریزه و ...)
- تعداد درختان در طول مسیر
- تعداد رودخانه ها و پل های لازم (عرضی رودخانه، عرضی پل، طول پل)
- مقدار آب روهای لازم (در جاهایی که زمین شکافته شده.) تعداد آب رو اضافی از اولویت مسیر می کاهد.
- وضعیت شیب های منطقه

۱۹. علامت گذاری مسیر به وسیله رنگ مو و قلم
۲۰. در مناطق دشت بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر علامت گذاری می شود و در مناطق کوهستانی بین ۱۰ تا ۵۰ متر نقاط گذاری و علامت گذاری می شوند.
۲۱. پیمایش تمام مسیرها و ثبت تمام مشاهدات
۲۲. برگشت به دفتر و انتخاب بهترین واریانت به عنوان مسیر قطعی
واریانت: کریدوری است که در یک منطقه باز می شود و در مطالعات فاز دو مطالعات اجرایی راه روی آن صورت می گیرد.
۲۳. مسیر نهایی بایستی دارای ویژگی های زیر باشد.
- طول کمتر باشد.
- حجم عملیات خاکی کمتر باشد.

- دارای سرعت زیاد باشد.
- تعداد آب روکمتر داشته باشد.
- تعداد پل کمتری داشته باشد.
- مسیر در قسمت آفتابگیر کوه باشد (بر آفتاب باشد) و در زمستان دچار یخ زدگی نشود (نسه نباشد)
- ریزشی نباشد
- بهمن گیر نباشد (در مناطق برف و یخبندان زاویه بحرانی " شیب دامنه ها" ۳۰ تا ۴۵ درجه است)
- نوع خاک
- تعداد درختان کمتری قطع شود
- بیشتر از مبدا و مقصد (در روستا) روستاهای دیگری رابه هم وصل نمایند.
- بهترین یا بیشترین قوس را بدهد.
- اولویت بندی همه موارد قبل بر مبنای محاسبات اقتصادی صورت گیرد.

۲۴. تهیه گزارش فاز یک که شامل موارد زیر است:

- پیشگفتار که درمورد قرارداد و مفاد آن صحبت می کند.
- مقدمه، شامل شرح اولیه و تاریخچه ای از محل اجرای پروژه
- شرح مسیر و در صورت وجود چند واریانت (کریدور) شرح کامل آنها و انتخاب بهترین واریانت با عکسهای مختلف از طول مسیر (دشت، کوهستان، جلگه باتلاق و ...)
- وضعیت اشتغال منطقه و وضعیت جمعیت منطقه
- وضعیت زمین شناسی منطقه، خاک ریز دانه، خاک و مصالح سنگی مناسب، رانش و...
- وضعیت زلزله خیزی منطقه
- وضعیت ترافیک منطقه
- طرح روسازی راههای منطقه
- نتیجه گیری

۲۵. ارسال گزارش به کارفرما

بخش دوم :

ب) فاز دوم مطالعات: فاز تهیه نقشه های اجرایی

۱. معرفی یک نماینده از طرف کارفرما به مشاور جهت تحویل موقت راه
۲. رفتن به محل بازدید از تمام واریانت به خصوص مسیر قطعی (واریانت انتخابی، پیشنهادی)
۳. ثبت نظرات نماینده کارفرما هنگام بازدید
۴. برگشت به دفتر مرکزی و ارسال گزارشات (عودت و دادن گزارش ها) از طرف کارفرما به مشاور جهت اصلاح
۵. اصلاح گزارشات و ارسال مجدد آنها جهت بررسی و تصویب
۶. تصویب گزارش فاز یک توسط کارفرما و ابلاغ تصویب به مشاور
۷. انعقاد قرارداد برای مطالعه مرحله دوم
۸. تعیین گروه نقشه بردار کارفرما، برای برداشت تاکتومتری از واریانت نهایی (انتخاب شده)

۹. گروه نقشه بردار کارفرما معمولا سازمان معمولا سازمان نقشه برداری کشور می باشد و در هنگامی طرح و پروژه عجله می نماید که سریعا کار را تمام کند.

البته می توان از گروه نقشه بردار بخش خصوصی استفاده کرد که به وسیله استعلام انتخاب می گردند (کمترین قیمت با سابقه برتر)

۱. تاکتومتری هر ۱۰۰ کیلومتر راه مدت شش ماه توسط گروه نقشه بردار انجام می گیرد. (یک رنج زمانی)
۲. بردن گروه نقشه بردار به محل توسط مشاور و تحویل نقطه شروع به آنها.
۳. برداشت تاکتومتری توسط گروه نقشه بردار شروع می شود در نواری به عرض ۳۰۰ متر یا ۱۵۰ متر طرفین هر علامت نشانه یا کپه نشانه.
۴. ارسال برداشت های هر ماهه به دفتر نقشه بردار جهت تهیه نقشه های تاکتومتری.
۵. ارسال نقشه های تاکتومتری تهیه شده در هر ماه به مشاور جهت طراحی
۶. طراحی هندسی پلان مسیر بر روی نقشه های تاکتومتری با ضوابط و استانداردهای طراحی
۷. ارسال اکیپ نقشه بردار مشاور به محل جهت پیاده کردن پلان مسیر
۸. پروفیل طولی زمین طبیعی و عرضی زمین طبیعی زیر راه هنگام پیاده کردن پلان توسط پلان نقشه بردار مشاور
۹. اعزام یک مهندس راهساز همراه با اکیپ نقشه بردار مشاور
۱۰. وظایف مهندس راهسازی عبارت است از:
    - تعیین محل های آب روها
    - تعیین محل های پل ها
    - تعیین محل های معادن شن و ماسه
    - تعیین منابع آب محل
    - تعیین نیروی کارگری منطقه
    - برداشت نمونه های خاک بستر در طول مسیر
۱۱. ارسال نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه مکانیک خاک (وزارت راه) به منظور آزمایشات زیر : احداث تا عمق یک متری نمونه برداری شود.
    - آزمایش دانه بندی و تعیین نوع خاک
    - آزمایش های حدود اتر برگPI.PL.LL
    - آزمایش C.B.R (مقاومت زمین برای طرح های روسازی)
    - آزمایش های مرطوب کردن و خشک کردن
    - آزمایش های یخ زدگی و ذوب شدن
۱۲. ترسیم پروفیل طولی زمین طبیعی از برداشت های نقشه های برداری
۱۳. طراحی خط پروژه بر روی پروفیل طولی زمین طبیعی و ایجاد پروفیل طولی راه
۱۴. ترسیم نیم رخ های عرضی زمین طبیعی از برداشت های نقشه بردار
۱۵. ترسیم نیم رخ های عرضی راه
۱۶. تهیه گزارش فاز دو که شامل موارد زیر است:
    - پیش گفتار (قرارداد، طول مسیر و مدت پروژه و ...)
    - مقدمه (محوطه کار و محل پروژه)
    - ارائه نقشه های پلان مسیر با مقیاس ۱:۲۰۰۰
    - ارائه نقشه های پروفیل طولی مسیر

- ارائه نتایج آزمایشگاه از نمونه خاک ها و تجزیه و تحلیل آنها
- ارائه طراحی ضخامت های روسازی
- ارائه طرح اختلاط آسفالت
- ارائه نقشه های تیپ آب روها
- ارائه نقشه های غیرتیپ
- ارائه نقشه های ابنیه فنی (دیوارهای حایل، دیوارهای ضامن، ریزش گیرها، بهمن گیرها و ...)
- نقشه کانالها
- نقشه قنات ها
- محاسبات حجیم عملیات خاکی
- محاسبات حجم عملیات بتنی و بتن مسلح
- تهیه برنامه زمانبندی پروژه
- تهیه اسناد مناقصه شامل (نقشه ها، دفترچه های مشخصات فنی و عمومی و دفترچه های مشخصات فنی و خصوصی)

بخش سوم :

فاز سوم: اجرا

۱. انتخاب یک پیمانکار به وسیله انجام مناقصه
۲. انتخاب یک ناظر از طرف مشاور به منظور اجرای صحیح پروژه و امانتدار کارفرما (نظارت).
۳. بازدید ناظر و پیمانکار از محور راه و کنترل علامت گذاری و بررسی پیکتاژ و میخهای فاز دوم و تحویل مسیر به پیمانکار توسط مشاور و انجام صورت جلسه تحویل.
۴. تمیز کردن مسیر از بوته، ریشه، درخت و ... (به وسیله بلدوزر، دو تراکتور که با زنجیر به هم متصل شده اند)
۵. برداشت خاکهای نباتی به عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر و انبار کردن آن در محل های خارج از محور راه
۶. آب پاشی کف بستر (SUBGRADE) و سپس غلتک زدن به طوری که کف کوبیده شود.
۷. زیر و رو کردن خاک و آب به قدری که با هم مخلوط گردند. سپس از پهن کردن خاک مناسب لایه های خاکریز (لایه زیرین زیر اساس) توسط گریدر صورت می گیرد.
۸. بعد از اضافه کردن مواد تثبیت کننده (آهک، سیمان، خاکستر زغال و ...) به آنها آب بهینه اپیتمم می زنند و مجددا خاک بستر را زیر و رو کرده و می کوبند تا تراکم مورد نیازبه دست اید.
۹. آب اپتیمم (یادآوری) در آزمایشگاه مکانیک خاک با استفاده از منحنی تراکم (COMPACTION) به دست می آورند که میزان این آب اپتیمم و تراکم خاک در لایه های مختلف در دفترچه های مشخصات خصوصی مشخص می شوند .
آب اپیتمم آبی است که سطوح کل دانه ها را از آب می پوشاند. هر چه دانه ها ریزتر باشد مصرف آب به علت سطح بیشتر، بیشتر خواهد بود.
۱۰. تعین رطوبت طبیعی خاک در مسیر (انجام آزمایش صحرایی) :
به این صورت که ابتدا مقداری از خاک مرطوب را با ظرف و بدون ظرف وزن کرده و وزن طبیعی را به دست آورده سپس با استفاده از الکل یا به وسیله بنزین و یا به وسیله ماهی تابه و یک ظرف روی چراغ نفتی یا روی گاز و .. گرم نموده و آنقدر به هم زده تا خاک خشک شود و در هر صورت w2 وزن خاک خشک را به دست می آوریم .

اکنون وزن آب برابر است با: وزن آب داخل خاکw3=w1-w2

طبق آزمایش صحرایی (میدانی) درصد رطوبت موجود در خاک طبیعی = w3/w2*100

برای کنترل میزان درصد آب اضافی می توان مقداری از خاک را درون آب ریخته وزن کرده و سپس با گرم کردن، مقدار آب آن را حذف و سپس با کسر کردن دو وزن رطوبت و وزن خشک مقدار آب جذب شده را به دست می آوردیم.

۱۱. مقدار آبی که می بایست به خاک زده شود برابر است با (رطوبت خاک طبیعی) – (آب اپیتمم) = درصد آب مورد نیاز.
۱۲. ریختن خاک های زیر اساس (SUBBASE) بر روی بستر آماده شده.
۱۳. خاک ها به صورت کپه که به نام (ریسه کردن) گفته می شود. ریخته می شود.
۱۴. علت کپه کردن خاک به دلایل زیر می باشد:
   - ثابت نگه داشتن رطوبت طبیعی خاک
   - عدم جذب رطوبت
   - عدم تبخیر رطوبت
   - تعیین مقدار دانه ها و قطعات درشت به درد نخور و دور ریز یا دانه های (OVER SIZE) در اطراف قاعدع کپه که می توان کیفیت خاک برآورده شده را حدس زد .

   هر چه سطح جانبی کمتر باشد تبخیر کمتر صورت می گیرد. در حجم ثابت هرم کمترین سطح جانبی را دارد.
۱۵. پهن کردن خاک زیر اساس به وسیله ماشین گریدر
۱۶. ضخامت خاک های اساس باید طوری باشد که از کوبیده شدن، ضخامت دلخواه را بدهد.
۱۷. هر قشر راهسازی ممکن است شامل چندین لایه باشد. از خود مصالح کنار راه برای خاکریز استفاده می شود.
۱۸. ضخامت لایه های زیرسازی به صورت زیر است:
   - حداکثر ضخامت هر لایه اساس ۱۵ سانتی متر
   - حداکثر ضخامت هر لایه زیر اساس ۲۰ سانتی متر
   - حداکثر ضخامت هر لایه خاکریز ۳۰ سانتی متر

   لایه خاکریز: لایه ای است که ممکن است در زیر لایه زیر اساس قرار گیرد به عبارتی ممکن است وجود داشته باشد و یا وجود نداشته باشد.
۱۹. برای تعیین ضخامت هر لایه قبل از کوبیده شدن به صورت زیر ضخامت آن را تعیین می کنند (آزمایش صحرایی است :(

ضخامت قبل از کوبیده شدن ضخامت بعد از کوبیده شدن

سانتی متر ۱۷ ۲۰ سانتی متر

X ۲۰ سانتی متر

۲۰. ضخامت قبل از کوبیده شدن لایه وقتی که بخواهیم ضخامت بعد از کوبیده شدن ۲۰ سانتی متر باشد .
(X).این آزمایشات تا جایی معتبر است که خاک عوض نشده باشد و همچنین دانه بندی عوض نشده باشد.
۲۱. بعد از پهن کردن خاک مقدار آب مورد نیاز به منظور رساندن رطوبت خاک به رطوبت بهینه (OPTIMUM) به وسیله ماشین آبکش به آن اضافه می کنند.

(رطوبت طبیعی خاک – آب بهینه) = مقدار آب مورد نیاز

۲۲. مخلوط کردن آب و خاک به وسیله گریدر

۲۳. اگر بخواهیم کنترلی روی میزان درصد آب افزوده داشته باشیم. آزمایش صحرایی تعیین درصد آب را داریم :
ابزار کنترل میزان درصد آب اضافی به خاک
درصد آب w1 w3/w2*100 = وزن خاک مرطوب ، w2وزن خاک خشک ، w3وزن آب
۲۴. پهن کردن خاک با مخلوط آب اپتیم WOPT =این آب حداکثر وزن مخصوص یا حداکثر مقاومت را به خاک می دهد.
۲۵. معمولا در دفتر مشخصات خصوصی پیمان دو عدد داده می شود.
۱. درصد تراکم
۲. مقدار آب اپیتم به صورت ۲٪ + آب اپیتم W.OPT = این آب حداکثر وزن مخصوص یا حداکثر مقاومت را به خاک می دهد.
۲۶. درصد تراکم لایه های مختلف از اقشار مختلف به صورت زیر است.
- اساس (Base) دارای درصد تراکم ۹۸-۱۰۰ درصد
- زیراساس (Subase) دارای درصد تراکم ۹۵-۹۸
- خاکریز (EMBank memt) دارای درصد تراکم ۹۴-۹۶
- بستر راه (Subgrade) دارای درصد تراکم ۹۲-۹۴

۲۷. غلتک زدن راه از لبه خارجی شروع شده و به وسط راه خاتمه می یابد (به علت شیب عرضی سطح جاده)
۲۸. هر عبور غلتک حداقل می بایست ۵۰ سانتی متر عبور قبلی را پوشش دهد. (اورلب ۵۰ سانتی متر باشد)
۲۹. حداقل عبور غلتک ۵ و حداکثر ۱۰ عبور می باشد و در قوسها باید غلتک زنی از لبه داخلی قوس شروع شود.
۳۰. وزن غلتک دارای وزن ۱۲ تا ۱۵ تن در نظر گرفته شود.
۳۱. برای خاکهای پلاستیک (خاکهای رسی) از غلتک پاچه بزی SHPFOOTROIIER استفاده می شود (چسبندگی دارند) و برای خاکهای غیر پلاستیک (خاکهای شنی) از غلتک درام آهنی صاف استفاده می شود (چسبندگی ندارند)
۳۲. در صورت استفاده از غلتک ویبران (ارتعاشی) ابتدا چندین عبور از غلتک استاتیکی (بدون ارتعاش) استفاده می شود و سپس غلتک ویبران به کار گرفته می شود.
۳۳. در صورتی که تراکم به حد کافی رسیده باشد می توان به وسیله انداختن قطعه سنگی زیر غلتک وضعیت آن را روشن کرد. اگر سنگ شکست به معنی آن است که خاک زیر غلتک خوب کوبیده شده و اگر سنگ در خاک فرو رفت نشان دهنده آن است که هنوز به تراکم کافی نرسیده است.
۳۴. در مورد غلتک های پاچه بری وضعیت تراکم به صورت زیر است.
۳۵. هنگامی که مسیر قبلا به وسیله غلتک کوبیده شده، اگر بعد از چند سال هیچ نوع گیاهی در آن رشد نکرده باشد این خاک به حد کافی دارای تراکم است.
۳۶. بعد از غلتک زنی، کنترل به وسیله آزمایشهای زیر کنترل می شود.
- قیف و ماسه
- کیسه آبی (برای کیسه می توان از کیسه فریزر) استفاده کرد.
- روغن با غلظت های بالا

نکته :برای جلوگیری از عدم اجرای صحیح تراکم و نظارت دقیق در موقع نمونه برداری جهت این آزمایش تراکم (درصد تراکم)، بایستی توجه کرد که نمونه بردار، خاک اضافی یا دانه سنگی از اطراف زمین روی خاک نمونه اضافه نکند چون این عمل باعث افزایش w1 در نتیجه افزایش d1 و سپس در فرمول درصد تراکم باعث افزایش درصد تراکم و یک نتیجه غیر واقعی می شود d1=w1/v1 .

۳۷. برای کنترل درصد تراکم خاک کوبیده شده از رابطه زیر استفاده می شود =d1/d2 .درصد تراکم
تراکم خواسته شده ۱۰۰* ((وزن مخصوص محل) آزمایش صحرایی = درصد تراکم خاک کوبیده شده

وزن مخصوص آزمایشگاه:
معمولا وزن مخصوص خاک به صورت خشک و درصد آب اپتیمم را کارفرما می دهد و ما می بایست وزن مخصوص خشک خاک لایه را به دست آورده و در فرمول فوق قرار دهیم .
ممکن است پیمانکار متوجه روند کنترل نقاط تراکمی شود وقتی که ناظر یک روند صد متر به صد متر برای تعیین نقاط کنترلی درصد تراکم دارد و لذا ممکن است به راننده غلتک بگوید هر ۱۰۰ متر به ۱۰۰متر را در فاصله ۱۰+ متر خوب بکوبد تا نتیجه مثبت دهد. بهتر است که ناظر روند متغیری برای تعیین محل نقاط درصد تراکم داشته باشد.

۳۸. در صورت نرسیدن تراکم به تراکم خواسته شده اقدامات خواسته شده اقدامات زیر بایستی صورت گیرد.
- افزایش عبور غلتک
- کاهش سرعت غلتک (سرعت غلتک به صورت بهینه ۵ km/h است)
- افزایش یا کاهش وزن غلتک: افزایش وزن: به علت کم وزنی باعث عدم تراکم خواسته شده می شود.
- تغییر نوع غلتک: کاهش وزن به علت اینکه وزن آن قدر سنگین است که دانه ها را می شکند، سطوح جانبی بیشتری را در اثر شکستن مصالح به وجود آورده و دیگر برای رسیدن به تراکم ماکزیمم مقدار آب WOPT دیگر جوابگو نخواهد بود و آب بهینه مورد نیاز مثلا جای ۲۰٪ به ۲۸٪ خواهد رسید. لذا بایستی وزن را کاهش داد) که این امر با کاهش آب درون درام غلتک صورت می گیرد .)

۳۹. بعد از اتمام لایه های قشر زیر اساس SUB BASE خاکهای اساس را بر روی آن انبار می کنند.
۴۰. لایه های یک سیستم روسازی راه از پایین سطح به بالا به این ترتیب اند:
- خاکریزEmbnk ment
- زیر اساسSubase
- اساسBase
- بیندر (قشر آسفالت درشت)
- توپکا یا رویه (قشر آسفالت ریز)

۴۱. لایه های قشر اساس هرکدام به ضخامت ۱۵ سانتی متر بعد از کوبیده شدن ، پهن و عینا" شبیه آنچه برای زیراساس بیان شده اجرا می گردد.
۴۲. بعد از اتمام قشر اساس آنرا به روش قبل کنترل می کنند.
۴۳. بعد از اتمام قشر اساس بر روی آن یک لایه قیرمذاب به نام پریمکت پخش می کنند.
۴۴. درجه حرارت قیر مذاب بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد در زمان پخش می باشد.
۴۵. قبل از پخش قیر، سطح روی قشر اساس را کمی مرطوب می کنند و به وسیله جاروی مکانیکی سطح راه را تمیز کرده و سپس قیرپاشی می کنند.
۴۶. علت استفاده از پریمکت به دلایل زیر است:
- چسباندن ذرات خاک به یکدیگر
- غیرقابل نفوذکردن اساس در مقابل آب
- به وجود آوردن سطح چسبنده ای بین خاک و آسفالت

۴۷. مقدار تیر پریمکت بین ۶ تا ۱۰ کیلوگرم بر متر مربع می باشد.
۴۸. سیستم روسازی معمولا دو نوع می باشد.
- سیستم انعطاف پذیر (روسازی آسفالتی)
- سیستم صلب (روسازی بتنی)

۴۹. سیستم تاثیر فشار در اقشار روسازی انعطاف پذیر به صورت زیر است :
چون سطح بالایی بیشترین فشار را می بیند عموما بهترین مصالح را در قسمت های بالایی استفاده می نمایند .
اگر بخواهیم نیروی کمتری به بستر راه شود به صورت زیر عمل می کنیم که یک لایه خاکریز در بالای بستر و زیر لایه زیر اساس قرار داده (ضخامت لایه روسازی را افزایش می دهیم)

۵۰. در سیستم تاثیر فشار در روسازی های صلب (بتنی) با استفاده از رابطه S=P/A افزایش یا کاهش نیروی وارده را محاسبه کرده و نیز از آرماتور حرارتی برای جلوگیری کردن از شکست بلوکها استفاده می شود.

۵۱. جدول دانه بندی مصالح قشر زیر اساس به صورت زیر می باشد (دانه بندی برای راههای اصلی است)

۵۲. تشخیص مناسب بودن خاک معینی برای قشر زیر اساس در راههای اصلی بر اساس موارد زیر است.

۵۳. بعد از اتمام قشر sub base خاکهای مناسب base برروی سطح آماده شده sub base کپه می کنند.

۵۴. عملیات پخش و کوبیدن عینا" شبیه آنچه در قسمت زیراساس گفته شد انجام می گیرد .اگر درصد رطوبت از رطوبت اپتیمم خاک را پهن و ظرف یک هفته با دیسک زدن زیر و رو کرده حدود ۲ تا ۳ مرتبه تکرار کرده و هر بار درصد آب را اندازه گرفته تا به اپتیمم برسد.

۵۵. بعد از اتمام عملیات کوبیدن و کنترل قشر اساس بر روی آن لایه ای از قشر (پریمکت) یا قیر نفوذی می ریزند.

۵۶. درجه حرارت قیر پریمکت هنگام پخش بر روی اساس معمولا حدود ۱۴۰ درجه سانتی گراد می باشد.

۵۷. مقدار قیر در هر متر مربع برابر ۶٪ تا ۱/۵ کیلوگرم می باشد. مقدار قیر را با یک سینی که در مسیر قیرپاشی می گذاریم اندازه گیری می شود.

- برای مصالحی که جذب قیر آن زیاد باشد. (سنگ، آهک و ...)
- برای مصالحی که جذب قیر آن کم باشد (گرافیت)
- اگر بیش از مقدار فوق قیر بریزیم نهایتا به سطح آسفالت نفوذ می کند.

۵۸. علت استفاده از پریمکت به دلایل زیر می باشد:

- غیرقابل نفوذ کرده قشر اساس (زیرا در غیر این صورت آب به اساس نفوذ کرده و حالت خمیری به خود گرفته و ایجاد پستی و بلندی می کند.
- برای ایجاد سطح مناسبی جهت چسباندن لایه اساس به نبیدر
- چسباندن ذرات جداشده خاک در قشر اساس

۵۹. برای چسباندن دو لایه آسفالتی نبیدر و توپکا اگر فاصله زمانی اجرا زیاد شود از یک لایه قیر به نام تک کت استفاده می شود.

۶۰. دانه بندی مصالح مصرفی در قشر اساس برای راههای اصلی براساس جدول زیر است

- در صورتی که فواصل زمانی بین نبیدر و توپکا برای اجرا کم باشد نیازی به اجرای تک کت نمی باشد.
- وقتی آسفالت زیاد کار می کند به عبارتی قیرها شسته یا مستعل شده و سنگدانه ها نمایان می شود (سنگ نما) در این هنگام به سطح آسفالت قیر سیل کت افزوده می شود و سپس پودر سنگ افزوده تا فرورفتگی ها را پر کند

بخش چهارم :

طرح یک روسازی راه با پارامترهای فرضی

بطورکلی برای طرح یک روسازی روشهای متفاوتی ارائه شده است در زیر طرح یک روسازی با روش اشتو بر طبق روشی که در کتاب روسازی راه تالیف امیرمحمد طباطبایی آمده با حل عددی ارائه شده است :

فرض می شود اطلاعات مصالح منطقه برای ساخت روسازی :

خاک بستر راه : خاک رس با CBR=۳

مصالح مناسب برای لایه زیر اساس : مخلوط شن وماسه ای با CBR=۱۰

مصالح مناسب برای لایه اساس : شن وماسه با CBR=۷۰

مصالح مناسب برای رویه : بتن آسفالتی گرم با استقامت مارشال ۹۰۰ کیلوگرم

تعداد کل محورساده۸/۲ تنی هم ارزبرای تحمل روسازی (راه اصلی) W: 200*10^3

Rیا ضریب منطقه ای: ۲

Ptیا نشانه خدمت نهایی : ۵.۲

روش طرح بر اساس روش آشتو :

–۱تعیین ضریب مقاومت خاک : (S) با استفاده از نموگرام شکل ۱ برای CBR های لایه ها مقدار S را می یابیم که درجدول بعد نوشته شده اند .

–۲تعیین عدد ضخامت کل روسازی : (SN) با استفاده از نموگرام شکل ۲ این مقادیر)راه اصلی) با توجه به ضریب منطقه ای وW بدست می‌آیند .

تعیین ضرائب قشر : با استفاده از نموگرام شکل ۳ با توجه به نوع مصا لح لایه ها بدست می آیند .

ضرائب قشر برای لایه ها :

ضریب قشر رویه بتن آسفالتی a۱=۰/۴۴

ضریب قشر لایه اساس شن وماسه ای a۲=۰/۱۳

ضریب قشر لایه زیراساس مخلوط شن وماسه ای a۳=۰/۰۸

۴ـ تعیین ضخامت لایه ها :

با استفاده از رابطه عدد ضخامت روسازی مقادیرD1 ، D2 ، D3طوری انتخاب می شوند که رابطه ذیل برقرار باشد که ابتدا D ها حدس زده می شوند :

۵ـ کنترل ضخامت لایه ها :

با استفاده از روش ونتیل داریم :

لایه	CBR	Si	SNi
خاک بستر	۳	۳	۳.۵
زیر اساس	۱۰	۵.۳	۲.۵۲
اساس	۷۰	۹.۵	۱.۷۶

محاسبه D های حداقل :

Sn2*=a1d1/2.5 = .44*13/2.5=2.28
Sn3=a2d2/2.5=.13*20/2.5=1.04
D1=2.5 sn2*/a1=12.95
D2=2.5(sn3-sn*2)/a2= 5cm
D3=(sn4-sn3*-sn2*)/a3=5.62

بطوری که ملاحظه می شود چون مقادیر حداقل ضخامت لایه ها کمتر از ضخامت های انتخابی هستند لذا طرح انتخابی قابل قبول است .
معمولا" در طرح روسازی ها باید چندین طرح مختلف قابل قبول از نظر فنی انتخاب شده وسپس طرحی که از نظر اقتصادی بهترین است بعنوان طرح نهائی انتخاب شود .

بخش پنجم :

تاثیر عوامل جوی در راهسازی

۱– تاثیر یخبندان بر روی راهسازی :

الف) تورم روسازی در اثر یخبندان

ب) کاهش قدرت باربری روسازی

۲– تورم روسازی: تورم به بالا آمدن سطح روسازی در اثر یخ زدن ذرات آب و ایجاد عدسی های یخ در خاک بستر و یا لایه های اساس و زیر اساس اطلاق می شود .عواملی که باعث یخ زدگی می گردند :

الف) هوای سرد یا دمای زیر صفر درجه محیط

ب) وجود خاک های ریزدانه

ج) منبع آب زیرزمینی در عمق نسبتا کم

برای رفع آن :
الف) نمونه برداری از خاک معین
ب) انجام آزمایش دانه بندی بر روی آن خاک معین
ج) رسم چهار گروه خاک جدول بر روی ترانسپارنس شیت آزمایشگاه خاک

۳– خاک های حساس: خاک های حساس در برابر یخبندان عبارتند از :
الف) ماسه های خیلی ریزدانه
ب) خاکهای رسی
–دامنه های خمیری این خاک ها کمتر از ۱۲ بوده و حفرات این خاک ها به اندازه ای کوچک هستند که خاصیت موئینگی در آنها به وجود می آید و از طرفی آن قدر از نظر اندازه ریزدانه نیستند که به علت حفرات آنها غیرقابل نفوذ باشند .

۴– بر اساس مطالعات کاساگرانده خاک های حساس به چهار گروه F1,F2,F3,F4 تقسیم بندی شده اند .

۵– اولین عامل بر روی خرابی روسازی راه آب است. پس باید به دنبال منبع آب بگردیم و به گونه ای آن را از مسیر راه حذف کنیم .
۶– دو اثر آب بر روی خاک :
الف) روانگرایی می کند .
ب) یخ زدگی ایجاد می کند .

۷– محافظت روسازی: برای محافظت از روسازی باید سه عامل اصلی خرابی را شناخت که عبارتند از :
الف) هوای سرد
ب) ریزبودن مصالح مصرفی که آب را بالامی کشند .
ج) بالا بودن سطح آب زیرزمینی
– برای حفاظت از روسازی باید یکی از عوامل فوق حداقل حذف گردد .
۱– برای حذف اثر برودت (سرما) باید ارتفاع راه را بالا بگیریم. یعنی با افزایش ضخامت روسازی اثر برودت را کاهش داد .
۲– حذف خاک های ریزدانه از خاک بستر که با تعویض مقداری از خاک بستر با خاک درشت دانه صورت می گیرد .
۳– برای حذف آبهای زیرزمینی باید اقدام به زهکشی کرد .

تعیین عمق یخبندان

الف) روش آزمایشگاهی: عمق یخبندان به وسیله لوله شیشه ای که دارای کره های شیشه ای اطراف خود است اندازه گیری می شود. لوله را وارد سوراخ زمین کرده و هر قسمت از لوله که یخ بزند یا از رنگ صورتی به رنگ بنفش تبدیل می شود که با اندازه گیری قسمت بنفش عمق یخ زدگی مشخص می شود. در لوله شیشه ای هر کره می شکند و از روی شکستن کره ها (نوع دیگر لوله آزمایش حاوی ماده فلورسین (عمق را اندازه گیری می کند .
ب) روش تئوری: این روش مبنای محاسباتی و تجربی دارد و از فرمول زیر عمق یخبندان (Z) محاسبه می شود .
– F1شاخص برودت که تابع مدت و دوام برودت می باشد و ((روز– درجه)) بیان می شود .
– A ثابتی است که برای مصالحی شنی با نفوذپذیری خوب برابر ۴/۷ برای مصالح متوسط برابر ۸

هدف از روسازی :

ایجاد یک سطح صاف و هموار که قابلیت تحمل وزن چرخ های وسایل نقلیه را داشته باشد و در طول عمر روسازی در تمام شرایط آب و هوایی پایداری خود را حفظ کند . روسازی راه مجموعه ای از یک سری لایه های طراحی شده با مصالح ها بر روی لایه های تحکیم شده زمین طبیعی می باشد . زمین طبیعی در حالت عادی مقاومت و تراکم کافی را ندارد ، در نتیجه لایه های خاکریز با ضخامت های محدود تعریف شده ، پخش و کوبیده می شوند تا به ارتفاع از پیش تعیینشده بستر روساری برسند .

تا این قسمت زیر سازی راه گفته می شود و به مجموعه لایه های بعدی روسازی راه گویند .

اولین لایه روسازی زیر اساس (Sub base) نامیده می شود . زیر اساس در تمام پروژه ها طراحی و احداث آن اجباری نیست ، در دوحالت از زیر اساس استفاده می کنیم :

۱- جاده اصلی باشد

۲- زیر سازی راه ضعیف باشد

مصالح زیر اساس ، شن و ماسه ای نسبتا مرغوب هستند و با توجه به محدودیت ضخامت هر لایه ممکن است که در چند لایه این کار انجام شود .

بعد از لایه زیر اساس ، لایه اساس (Base) را خواهیم داشت . اجرای لایه اساس در تمامی پروژه ها الزامی است.

متاسفانه در ایران در بسیاری از پروژه های راهسازی ،زیر اساس که وجودش اجباری نیست ریخته می شود اما اساس که وجودش الزامیست به دلیل پرهزینه بودن حذف می شود.

مصالح اساس باز هم شن و ماسه اما با کیفیت بالاست (کاملا مرغوب) . در اینجا هم با توجه به محدودیت ضخامت هر لایه می تواند لایه اساس در چند لایه اجرا شود .

در مورد لایه اساس با توجه به نزدیک بودن به سطح جاده می توانیم این لایه را با مواد خارجی تثبیت کنیم .

مواد خارجی مثل : سیمان و یا قیر : (اساس تثبیت شده با سیمان یا اساس تثبیت شده با قیر)

اساس های تثبیت شده مقاومت و دوام بیشتری خواهند داشت . اگر هم تثبیت نکنیم و شن و ماسه خالی باشد به آن اساس دانه ای گوییم . در یک روسازی می توانیم هم لایه اساس دانه ای و هم تثبیت شده داشته باشیم.

نهایتا در آخرین لایه ها ، لایه های رویه را خواهیم داشت .

لایه های رویه تابعی از میزان تردد در مسیر هستند و هرچه تردد بیشتر باشد رویه قوی تر و بادوام تر باید طراحی شود . به طور مثال در راه های فرعی درجه ۳ (روستایی) میزان تردد بسیار کم و ناچیز می باشد ، در نتیجه می توانیم از رویه شنی استفاده کنیم . در راه های درجه ۲ یا

منطقه ای با تردد بیشتر می توانیم از آسفالت سرد استفاده کنیم و در صورتی که مسیر پر تردد یا جاده اصلی داشته باشیم می توانیم از رویه های بتنی و یا آسفالت گرم استفاده کنیم.در کشور هایی مانند ایران که تولید قیر زیاد و قیمت کمی هم دارد از آسفالت گرم استفاده می کنیم و شاید قریب به اتفاق تمام پروژه های سطح کشور آسفالتی باشد و بر عکس در کشور هایی که سیمان زیاد تولید می شود و ارزانتر خدمت مصرف کننده است رویه های بتنی توجیه پذیرند . رویه های بتنی مانند دال مسلح عمل می کنند ، در سطح کشور و در سطح شهر مکان هایی نیز می باشد که بتنی ساخته شده اند (قسمتی از فرودگاه ، قسمتی از ترمینال ، زیر گذر حرم مطهر مشهد قبلا رویه بتنی داشته است و...)

رویه های بتنی از لحاظ اجرا بسیار مشکل تر از رویه های آسفالتی می باشد . تعمیر مشکل تری هم نسبت به آسفالت دارد . ولی از لحاظ استقامت در مقایسه با آسفالت گرم ممکن است استقامت بیشتری داشته باشد .

آسفالت گرم انواع مختلفی دارد . بهترین نوع آن بتن آسفالتی است ، هر آسفالت گرمی بتن آسفالتی نیست که بحث عمده ما نیز برای بتن آسفالتی خواهد بود .

رویه : (رویه بتنی ، آسفالت گرم ، آسفالت سرد، رویه شنی)

عواملی که در طراحی روسازی تاثیر دارند :

۱- خاک بستر روسازی : که بایستی از لحاظ جنس و با نفوذ پذیری مورد بررسی قرار بگیرد.

۲- مصالح روسازی : که بایستی از لحاظ مقاومت و دوام بررسی کنیم .

۳- میزان تردد که بایستی بر اساس تعداد محورهای پیش بینی شده در طول عمر روسازی ، طراحی شود .

۴- عوامل جوی : روسازی بایستی در سرما و گرما و تکرار بارندگی ها و یخبندان ها پایداری خود را حفظ کند .

روسازی هایی که رویه بتنی دارند ، اصطلاحا روسازی های سخت و روسازی هایی که رویه آسفالتی دارند ، اصطلاحا روسازی های انعطاف پذیر نامیده می شوند .

در روسازی های انعطاف پذیر چون فشار ناشی ار چرخ های وسایل نقلیه در سطح کمتری به بستر روسازی فشار وارد می کنند ، در نتیجه شناخت رفتار خاک در بستر روسازی برای این نوع روسازی ها بسیار مهم است .

برای شناخت خاک ، نمونه برداری و گمانه زنی انجام می دهیم .

برداشت ها از محور راه و از کناره های راه پیشنهادی صورت می گیرد .

فاصله نمونه ها بستگی به تنوع خاک دارد ، هرچه تنوع خاک بیشتر باشد ، فاصله نمونه ها کمتر انتخاب می شوند . این فاصله بین ۱۵ تا ۱۵۰ متر است .

هدف از انجام نمونه برداری :

۱- تعیین جنس و مشخصات خاک بستر

۲- تعیین محل و جنس خاک مناسب برای بکارگیری در خاکریزهاست.

۳- تعیین محل و جنس مصالح مناسب جهت تثبیت خاک هاست.

۴- تعیین محل و جنس مصالح مناسب جهت به کارگیری در لایه های روسازی است.

۵- مشخص کردن سطح آب های زیر زمینی می باشد . در پروژه های راه سازی عمق آب های زیر زمینی رابابد مشخص کنیم ، چراکه اگر سه عامل زیر همزمان با هم اتفاق بیفتد باعث ازبین رفتن روسازی می شود :

۱- سطح آب های زیر زمینی در عمق کمتر از ۳ متر باشد .

۲- خاک بستر لایه دار باشد

۳- درجه حرارت به زیر صفر برسد.

لایه های روسازی و خواص کلی آنها

ضخامت و کیفیت مصالح لایه های روسازی، به نوع و درجه بندی راه ، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد.

خصوصیات و ویژگی های کلی بستر و هر یک از لایه های تشکیل دهنده روسازی، بشرح زیر است:

4-1 بستر روسازی

کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری، حساسیت و آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه های روسازی نقش تعیین کننده دارد. در اثر عبور بارترافیکی که کرنشهای فشاری قائم در بالای بستر روسازی ایجاد میشود که هرگاه مقدار این کرنشها از مقدار مجاز بزرگتر باشد می تواند منجر به شیار افتادگی در روسازی شود (شکل 2) . به طور کلی تمام خاک هایی که در طبقه بندی آشتو از A-1 تا A-7 تقسیم بندی شده اند، می توانند برای بستر روسازی راه مناسب باشند. با وجود آن که خاک های گروه A-4 تا A-7 این طبقه بندی، در شرایط خشک از مقاومت کافی برخوردارند ولی در مناطق پربارش و شرایط اشباع و یخبندان، به ویژه برای ترافیک سنگین، مناسب نبوده و بهتر است با استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، این مصالح را اصلاح و تقویت کرد. مشخصات خاک بستر روسازی، میزان تراکم نسبی آنها و سایر خصوصیات مربوطه در فصل دوم ارائه شده است.

شیبهای طولی و عرضی جاده که در طرح راه تعیین شده است باید در سطح بستر روسازی تأمین گردند تا لایه های روسازی با ضخامتهای طراحی اجرا شوند.

بستر روسازی، سطح آخرین لایه متراکم شده در خاکریزها، کف برشهای خاکی و سنگی، زمین طبیعی اولیه بعد از برداشت خاک سطحی و نباتی و یا راه شنی موجود است که اولین لایه روسازی راه (قشر زیراساس) روی آن قرار می‌گیرد. عرض این بستر در کلیه موارد فوق برابر عرض تراز نهایی خاکریزها و کف برشهای خاکی و سنگی است.

بستر روسازی بر حسب اینکه در برش خاکی و یا سنگی، خاکریز، مسیر موجود و یا سطح زمین طبیعی واقع شود باید به شرح زیر آماده شده و در موارد لازم با مصالح مناسب تقویت گردد.

4-1-1 بستر روسازی در برش خاکی

نوع مصالح در عمق 30 سانتیمتر زیر بستر و میزان درصد تراکم نسبی در کل این ضخامت باید طبق مشخصات مشروحه این بخش باشد، در غیر این صورت اقدامات زیر باید انجام شود.

الف : چنانچه نوع خاک موجود در ضخامت 30 سانتیمتر زیر کف ترانشه با خاکهای A 1تا A7 آشتو و یا نوع خاک تعیین شده در مشخصات فنی خصوصی برای پروژه مورد نظر منطبق نباشد باید اصلاح یا تعویض و یا کاربرد افزودنیها از جمله آهک تقویت گردد.
ب: مصالح اصلاح شده به شرح بند الف، باید در دو لایه، هر لایه به ضخامت 15 سانتیمتر کوبیده شود تا به درصد تراکم مشخصه برسد و تراز و رقوم مورد نظر تأمین گردد.

4-1-2 بستر روسازی در برش سنگی

در برشهای سنگی، معمولا کف برش مقاومت لازم را دارا می‌باشد، لیکن به دلیل ناهمواری حاصل از حفاری، کف برش را حداکثر 15 سانتیمتر پایین‌تر از رقوم بستر روسازی حفاری نموده و سپس آن را با مصالح مرغوب و قابل قبول جایگزین نموده و به درصد تراکم مشخصه می‌رسانند. در ترانشه‌های سنگی نوع مارن یا گچ باید حداقل 30 سانتیمتر از کف برش با دو لایه مصالح مرغوب تعویض و هر لایه جداگانه تا حد مشخصات متراکم گردد.

4-1-3 بستر روسازی در خاکریزی

سی سانتیمتر از خاک بستر روسازی در خاکریزی باید از نوع خاکهای مناسب به شرح مشخصات این فصل و مشخصات فنی خصوصی بوده و در دو لایه جداگانه، هر یک به ضخامت 15 سانتیمتر اجرا گردیده و تا حصول درصد تراکم نسبی مشخصه متراکم شود. چنانچه در ضخامت فوق از خاکهای مناسب استفاده نشده و مشخصات لازم تأمین نشده باشد باید نسبت به اصلاح عملیات خارج از مشخصات اقدام شود.

4-1-4 بستر روسازی در سطح راه موجود

مصالح این بستر تا عمق 30 سانتیمتر و نیز میزان درصد تراکم آن در این عمق باید مطابق مشخصات بند 4-1- 3 باشد و در غیر این صورت اصلاحات لازم باید به مورد اجرا گذاشته شود. در شرایطی که این بستر همتراز رویه آسفالتی راه موجود باشد چگونگی آماده کردن بستر روسازی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

بستر روسازی در سطح زمین طبیعی

چنانچه بستر روسازی در سطح زمین طبیعی (بعد از برداشت خاک سطحی و نباتی) قرار گیرد باید حداقل 30 سانتیمتر زیر تراز بستر روسازی، دارای کیفیت مشروحه در مشخصات این فصل بوده و در غیر این صورت اصلاحات لازم به شرح بند 4-1-1- 3انجام گیرد.

4-2 زیراساس

زیراساس معمولاً نخستین قشر لایه روسازی است که برروی بستر روسازی قرار می گیرد. مصالح زیراساس معمولاً از بستر رودخانه ها، مخروط افکنه ها و یا معادن کوهی (سنگ شکسته) تهیه می شود و در موردهایی که ضرورت فنی و اقتصادی ایجاب نماید از تثبیت خاک با قیر، سیمان، آهک و یا افزودنی های شیمیایی استفاده می شود. مشخصات فنی زیراساس در فصل سوم آئین نامه روسازی آسفالتی راههای ایران (234) ارائه شده است. مصالح زیراساس علاوه بر عملکرد عمومی سازه ای که در کل سیستم روسازی برای آن در نظر گرفته شده باید دارای خصوصیات زیر نیز باشد.

4-2-1 دانه بندی

دانه بندی زیراساس باید طوری باشد که از نفوذ مواد ریزدانه خاک بستر روسازی به قشراساس جلوگیری کند، لذا باید دانه بندی پیوسته ای داشته باشد.

4-2-2 مقاومت در برابر یخبندان

در مناطقی که عمق نفوذ یخبندان به زیراساس می رسد باید مصالح زیراساس طوری انتخاب شود که در برابر یخبندان حساسیت نداشته باشد.

4-2-3 خاصیت زهکشی

از جمع شدن آب آزاد ناشی از نفوذ آب های سطحی و یا تراوشی در لایه روسازی جلوگیری کند و لذا باید خاصیت زهکشی مطلوب برای تخلیه سریع آب را داشته باشد.

4-2-4 کلیــات

مصالح شنی و یا سنگی مطابق با مشخصات فنی این فصل تهیه و بر روی بستر روسازی راه حمل و به اندازه و ضخامت نشان داده شده در نقشه‌ها پخش و سپس طبق شرایط مورد نظر آبپاشی و کوبیده می‌شود. قشر حاصله زیراساس شنی و یا سنگی نامیده می‌شود.

4-2-5 انواع قشر زیراساس

با در نظر گرفتن شرایط جوی، نوع زمین طبیعی، مصالح موجود در محل، تعداد ترافیک و وضع اقتصادی می‌توان یکی از انواع زیراساس مندرج در ذیل را انتخاب نمود:

۱ زیراساس شنی و یا سنگی(Granular Subbase)

۲ زیراساس آهکی(Lime Treated Soil)

در صورتی که شن و ماسه و یا سنگ کوهی در محل انجام پروژه طبق مشخصات فنی داده شده به سهولت قابل تهیه باشد، زیراساس شنی و یا سنگی انتخاب می‌گردد. در بعضی موارد به دلیل عدم وجود معادن شن و ماسه و یا سنگ کوهی و یا بعد مسافت از محل معدن تا پای کار، مشکلاتی از نظر اقتصادی و فنی برای تهیه مصالح زیراساس شنی و یا سنگی ایجادمی‌گردد. در این موارد می‌توان از مصالح موجود در محل، که مصرف آن به عنوان قشر زیراساس به تنهایی مناسب نمی‌باشد و مخلوط نمودن آن با درصدی از مواد افزودنی و تثبیت کننده، نظیر آهک‌استفاده نمود، که در این صورت مخلوط حاصله زیراساس آهکی نامیده می‌شود.

4-2-5-1 زیراساس شنی و یا سنگی

4-2-5-1-1 مشخصات فنی مصالح

مصالح مصرفی برای زیراساس شنی و یا سنگی از بستر رودخانه و یا معدن شن و ماسه و یا سنگ کوهی شکسته تهیه شده که باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:

الف: دانه بندی مصالح مصرفی که با روش آشتو T27 تعیین می‌گردد باید در محـــدوده یکی از دانه بندیهای داده شده درجدول شماره 12-1 نشریه فنی و عمومی راه باشد، مضافا اینکه درصد عبوری از الک 075/0 میلیمتر نباید بیشتر از 3/2 درصد عبوری از الک 524/0 میلیمتر باشد
برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخبندان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد رد شده از االک 200 را کاهش داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از 20 میکرون نیز از ۳٪ تجاوز نکند.

ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایشهای آشتو، T90 و T89 نباید به ترتیب از 25 درصد و ۶ درصد تجاوز نماید.
پ: ارزش ماسه‌ای که مطابق آزمایش آشتو (T176) نباید از 30 کمتر باشد.
ت: درصد سایش با روش لوس آنجلس (آشتو T96) نباید از 50 تجاوز نماید.
ث: تحمل باربری مصالح که با روش ASTM D 1883در آزمایشگاه بر روی نمونه‌هایی که با تراکم100 درصد و به روش آشتو 180 Tطریقه Dانجام می‌شود، نباید از 25 درصد کمتر باشد.
تبصره۱: در هر مورد و برای هر پروژه، نوع مصالح (رودخانه‌ای و یا کوهی و یا مخلوطی از این دو) و همچنین نوع دانه‌بندی انتخاب شده از جدول شماره 12-1 نشریه فنی و عمومی راه ، در دفترچه مشخصات فنی خصوصی بایستی قید گردد.
تبصره۲: برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخبندان می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت درصد رد شده از الک 075/0 میلیمتر (شماره 200) را تقلیل داد، به نحوی که درصد مواد ریزتر از20 میکرون نیز از ۳ درصد تجاوز نکند.

4-2-5-1-2 آماده نمودن بستر روسازی

قبل از اجرای عملیات، بستر روسازی راه باید عاری از هرگونه مواد زائد و اضافی بوده و طبق پروفیلهای طولی و عرضی آماده شده باشد.
ناهمواری این بستر با استفاده از شمشه کنترل می‌گردد درصورتی که شمشه ۴ متری در جهات مختلف بر روی بستر قرار گیرد، ناهمواریهای آن در زیر شمشه‌نباید از 20 میلیمتر تجاوز نماید.

4-2-5-1-3 پخش مصالح و آبپاشی

مصالحی که طبق مشخصات فنی تهیه گردیده است، به پای کار حمل و بر روی بستر روسازی راه به فواصل مساوی و یکنواخت تخلیه و سپس پخش می‌گردد. دانه‌بندی مصالح می‌باید قبل از حمل تنظیم شده باشد. دانه‌های درشت‌تر از اندازه‌های مجاز مندرج در جدول 12-1 نشریه فنی و عمومی راه بایستی از سطح راه برداشته و به خارج از حریم راه حمل گردد. به هنگام پخش مصالح، نباید دانه‌های درشت و ریز از هم جدا شوند. به وسیله گریدر و یا هر وسیله دیگر، مصالح باید آنچنان پخش شود که پس از آبپاشی و کوبیدن، ابعاد آن برابر با رقوم، اندازه‌ها و شیبها در نقشه‌های اجرایی باشد.
پس از پخش، تسطیح و تنظیم نمودن مصالح، آبپاشی به وسیله ماشین آبپاش با فشار یکنواخت آغاز می‌گردد. آبپاشی طوری بایستی انجام شود که تمام دانه‌های مصالح به طور یکنواخت مرطوب گردد. توقف آبپاش به هنگام آبپاشی روی لایه زیراساس مجاز نمی‌باشد. آبپاشی نباید به نحوی انجام شود که موجب صدماتی به بدنه خاکی راه گردد.
مقدار آب لازم برای آبپاشی بر مبنای درصد رطوبت بهینه که با روش آشتو T180 در آزمایشگاه بدست آمده است، می‌باشد. تفاوت مجاز آب مصرفی 5/1± درصد نسبت به رطوبت بهینه می‌باشد.

4-2-5-1-4 کوبیدن لایه زیراساس

پس از آبپاشی، بلافاصله کوبیدن با غلتک 10 تا 12 تنی استوانه‌ای فلزی و یا غلتکهای چرخ‌لاستیکی آغاز می‌گردد. علاوه بر این غلتکها می‌توان از غلتکهای لرزشی نیز استفاده نمود، ولی کوبیدن مصالح باید قبلا باغلتکهای استاتیک انجام شود. نوع و وزن دقیق غلتکها باید متناسب با نوع مصالح مصرفی بوده تا موجب خرد شدن دانه‌های مصالح نگردد.
عملیات تراکم از کناره‌های راه شروع و به محور آن ختم می‌گردد به استثنای قوسها که از داخل و از پایین‌ترین نقطه، شروع شده و به بلندترین رقوم در خارج قوس ختم می‌گردد.
غلتک‌زنی)و درصورت لزوم توأم با آبپاشی(، باید آنقدر ادامه یابد تا اینکه لایه کوبیده شده و منسجمی مطابق ابعاد و شیب داده شده در نقشه‌ها به دست آید.
سطوحی را که کوبیدن آنها با غلتکهای خودرو امکانپذیر نباشد، می‌توان از وسایل کوبنده موتوری کوچک استفاده نمود، مشروط بر اینکه تراکم مورد نظر تأمین گردد.
قبل از اتمام عملیات تراکم، سطح زیراساس مجددا کنترل می‌شود تا انطباق رقوم اجرا شده با رقوم پروژه محرز گردد.
درصورت لزوم با برداشتن قسمتی از مصالح در نقاط مرتفع و اضافه نمودن آن در سطوحی که کمبود مصالح دارد ناهمواریها باید اصلاح گردد و سپس کوبیدگی تا حصول نتیجه ادامه یابد. حداکثر ضخامت‌هر لایه کوبیده شده از قشر زیراساس 20 سانتیمتر می‌باشد. در صورتی که ضخامت کل محاسبه شده قشر زیراساس از 20 سانتیمتر تجاوز نماید، مصالح در دو و یا چند لایه پخش و کوبیده خواهد شد.

4-2-5-1-5 تراکم نسبی

تراکم نسبی لایه زیراساس با آزمایش آشتو T191 باید برابر صد درصد حداکثر وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو T180 طریقه Dبدست می‌آید. در مواردی که ضخامت لایه 20 سانتیمتر است این تراکم باید در تمام ضخامت لایه تأمین شده و کنترل شود.

4-2-5-1-6 کنترل سطح تمام شده

رقوم سطح تمام شده هر لایه از قشر زیراساس و قبل از پوشش با لایه بعدی با توجه به نیمرخهای طولی و عرضی اندازه‌گیری می‌شود. در هر نقطه، اختلاف بین رقوم نقشه‌ها و آنچه ساخته شده نباید از ۲سانتیمتر تجاوز نماید (اختلاف در یک جهت پذیرفته نیست). شیبهای طولی و عرضی باید با نقشه‌ها مطابقت داشته باشد. ناهمواری سطح تمام شده قشر زیراساس با استفاده از شمشه کنترل می‌گردد. در صورتی که شمشه ۴ متری در جهات مختلف بر روی سطح زیراساس قرار گیرد، ناهمواریهای آن نباید از 5/1 سانتیمتر تجاوز نماید.

4-2-5-1-7 حفاظت سطح راه به هنگام اجرای عملیات

به منظور حفاظت مشخصات قشر زیراساس، پیمانکار باید برنامه اجرایی عملیات را طوری تنظیم کند که پس از پخش و کوبیدن قشر زیراساس و حصول اطمینان از دارا بودن مشخصات مورد نظر، روی آن با مصالح قشر بعدی پوشیده شود، در غیر این صورت از عبور و مرور وسایط نقلیه و ماشین‌آلات راهسازی از روی آن باید جلوگیری نمود.

4-2-5-1-8 آزمایشهای کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای انجام شده بایستی از مصالح تهیه شده قبل و بعد از مصرف و نیز حین اجرای کار و متناسب با پیشرفت آنها آزمایشهای لازم به عمل آید. تعداد و نوع این آزمایشها به شرح زیر است:

الف: به ازای هر 50 متر از طول راه یک آزمایش تعیین وزن مخصوص محلی انجام می‌شود، و در صورتی که عرض راه زیاد باشد یک آزمایش برای هر 100 متر مکعب مصالح به عمل می‌آید. ضخامت لایه زیراساس در هر آزمایش اندازه‌گیری و گزارش می‌شود.

ب: آزمایش تراکم آزمایشگاهی به ازای هر 500 متر مکعب مصالح یک بار صورت می‌گیرد و در صورتی که جنس مصالح تغییر کند، آزمایش بیشتری به عمل می‌آید.

پ: از مصالحی که روی راه پخش می‌شود از هر 1000 متر مکعب یکبار آزمایش دانه‌بندی، حد روانی و دامنه خمیری و ارزش ماسه‌ای انجام می‌شود.

ت: در صورتی که دستگاه نظارت لازم تشخیص دهد برای کنترل سی بی آر آزمایشگاهی مصالح زیراساس در فواصل 500 تا 1000 متر، و یا سایر آزمایشهای مورد نیاز اقدام می‌شود.

4-2-5-2 زیراساس آهکی

مصالح موجود در محل به روش مندرج در این فصل در روی بستر روسازی راه یا در کارخانه با آهک مخلوط و در ابعاد و ضخامتهای نشان داده شده در نقشه‌ها پخش، آبپاشی، وکوبیده می‌شود. قشر حاصله را زیراساس آهکی می‌نامند.

تأثیر آهک در اختلاط با مصالح در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول یونهای کلسیم آهک توسط کانیهای رسی خاک جذب شده و در نتیجه غشاء آب موجود در سطح ذرات کاهش می‌یابد. سپس این ذرات با هم جمع شده و به اندازه‌های درشت تبدیل می‌گردد. مرحله دوم فرآیند سیمانی شدن مخلوط یا واکنش پوزولانی است که بین آهک و آب از یک طرف، و سیلیس و آلومین موجود در خاک از سوی دیگر، انجام می‌شود که محصول آن آلومینیات و سیلیکات کلسیم هیدراته می‌باشد که از مقاومت و دوام قابل ملاحظه‌ای نسبت به خاک معمولی و تثبیت نشده برخوردار است. واکنش پوزولانی عمدتا تابع زمان، درجه حرارت، نوع خاک و رطوبت می‌باشد که به کندی صورت گرفته و به طول می‌انجامد. معمولا درجه حرارت بالا (بیشتر از 16 درجه سانتیگراد) به فرآیند سیمانی شدن خاک تثبیت شده با آهک سرعت می‌بخشد و به همین دلیل اختلاط مصالح با آهک معمولا در مناطق گرم به کار گرفته می‌شود.

4-2-5-2-1 ویژگیهای خاک تثبیت شده با آهک

به طور کلی مصالح ریزدانه با دامنه خمیری متوسط تا زیاد پس از تثبیت با آهک تغییر خاصیت می‌دهند، ضمن آنکه افزودن آهک به هر نوع خاکی ممکن است سبب افزایش قابل ملاحظه مقاومت آن، برای مصرف به عنوان زیراساس آهکی شود. این تغییرات عبارتند از:

الف: حداکثر وزن مخصوص خشک خاک تثبیت شده با آهک نسبت به خاک تثبیت نشده کمتر ولی درصد رطوبت بهینه آن بیشتر است، ضمن آنکه با گذشت زمان و افزایش مواد سیمانی شده، این تغییرات بیشتر ادامه می‌یابد.

ب: دامنه خمیری خاک تثبیت شده با آهک کاهش یافته و در برخی موارد کاملا غیر خمیری می‌شود.

پ: قابلیت تورم به دلیل گرایش کمتر دانه‌های رس به جذب آب، به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

ت: مقاومت خاکهای تثبیت شده با آهک، بر حسب سی بی آر، مقاومت تک‌محوری و سه‌محوری و کشش غیر مستقیم به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد که میزان آن تابعی از مقدار آهک مصرفی، نوع خاک، دمای محیط آزمایش، و زمان است.

ث: دوام خاکهای تثبیت شده، بر حسب مقاومت آنها در آزمایش تکرار یخبندان – ذوب تعریف می‌شود. معمولا خاکهایی که دارای واکنش خوبی با آهک می‌باشند دوام آنها زیادتر است. عامل دوام در طرح تثبیت خاک با آهک نقش تعیین کننده‌ای دارد.

4-2-5-2-2 مصالح

مصالح مصرفی برای زیراساس آهکی از خاکهای موجود در محل و یا خاکهای تأمین شده از محل قرضه و یا خاک بستر راه موجود بعد از شخم زدن و کندن، و یا مخلوطی از آنها تهیه می‌گردد.

مصالح مصرفی باید عاری از هرگونه مواد آلی و نباتی بوده و دانه‌های بزرگتر از 63 میلیمتر(۲/۵ اینچ) نداشته باشد. از خاکهای مورد مصرف باید طبق روش آشتو T87 نمونه‌برداری کرده و نمونه‌های حاصله تحت آزمایشهای هیدرومتری (آشتو)T88 و تعیین حد روانی و خمیری (آشتو T90 و (T89قرار گیرد.

مصالح تهیه شده باید با آهک واکنش‌زا بوده به طوری که پس از تثبیت، مقاومت فشاری تک‌محوری آن که با روش آشتو T220اندازه‌گیری می‌شود 5/3 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بیش از مقاومت فشاری خاک تثبیت نشده (خاک معمولی و بدون آهک) باشد.

4-2-5-2-3 آهک

آهک به طور زنده تهیه و به صورت پودر به مصرف می‌رسد. از آهک مورد مصرف طبق روش آشتوT218 نمونه‌گیری کرده و سپس نمونه‌های حاصله باید با روش آشتو T219 تحت آزمایشهای دانه‌بندی و ترکیبات شیمیایی قرارگیرد. نتایج حاصله از آزمایش باید با مشخصات جدول شماره 12-2 نشریه فنی و عمومی راه مطابقت نماید.

در هر مورد و برای هر پروژه نوع آهک ، منبع و یا منابع آن باید در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید گردد. مصرف یک نوع آهک از معادن مختلف برای یک پروژه مجاز ولی اختلاط انواع مختلف آهک با هم مجاز نخواهد بود. برای جلوگیری از صدمات ناشی از عوامل جوی، آهک تا قبل از مصرف باید در انبارهای سرپوشیده و کاملا عاری از رطوبت نگهداری شود. مدت نگهداری آهک در انبار نباید از 10 روز تجاوز نماید تا ازخطر تبدیل آن به آهک شکفته قبل از اختلاط با مصالح جلوگیری شود.

استفاده از آهک زنده مستلزم رعایت مسائل ایمنی است که می‌بایست انجام شود. ازجمله، لزوم حمل آهک توسط کارگران آزموده و مجرب، اجتناب از آلوده شدن منطقه کارگاه به وسیله آهک ـ که برای این منظور باید در مواقع وزش باد از پخش آهک امتناع نمود. کارگران باید از دستکش و ماسک و وسایل‌ایمنی استفاده کنند.

4-2-5-2-4 طرح اختلاط آهک با مصالح

منظور از طرح اختلاط مصالح با آهک، تعیین میزان مناسب آهک برای خاک با مشخصات معین که در پروژه باید مصرف شود، می‌باشد. بدیهی است که مصالح باید به نحوی طراحی شود که عملکرد مناسبی به عنوان خاک مصرفی در روسازی داشته باشد. انتخاب روش طراحی با شرح کامل آزمایشهای مربوطه با توجه به شرایط ویژه هر پروژه باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود. معمولا می‌توان از یکی از روشهای زیر

برای طرح اختلاط استفاده کرد.

الف: روش آشتو: T220
ب: استفاده از آزمایش سی بی آر
پ: استفاده از آزمایش مقاومت فشاری
ت: استفاده از روش دامنه خمیری
اجرای زیراساس آهکی
اجرای زیراساس آهکی شامل مراحل زیر است.
الف: کنترل بستر روسازی
ب: آماده کردن خاک
پ: پخش آهک
آهک را می‌توان به دو روش خشک و یا تر، روی خاک ریسه شده بستر راه پخش‌کرد.
۱- روش خشک
۲- روش تر
ت: محدودیتهای پخش آهک
رعایت موارد زیر برای پخش آهک الزامی است.
۱- آهک نباید به مقداری پخش شود که نتوان آن را در همان روز با مصالح مخلوط کرد و یا اینکه فاصله بین پخش و عمل اختلاط بیش از حدود شش ساعت تجاوز نماید، لذا ایجاد هماهنگی کامل دراین مورد الزامی است. علاوه بر آن به منظور جلوگیری از کاهش مقدار پخش شده ناشی از وزش باد، احتمال نزول باران، و همچنین پیشگیری از کاهش اثربخشی آهکی که در معرض مستقیم هوا و رطوبت محیط قرار می‌گیرد، باید تدابیر لازم‌اتخاذ شود. وقتی که پخش آهک با شروع مرحله اختلاط و سایر مراحل عملیاتی مربوطه به طول بینجامد، روشهای کنترل رطوبت مخلوط و وزن مخصوص لایه کوبیده شده به دلیل تغییر تدریجی خواص فیزیکی مخلوط تثبیت شده با آهک پیچیده و مشکل خواهد بود.
۲- عبور و مرور وسایل نقلیه، به جز دستگاههای مخلوط کننده و یا آبپاش از روی آهک پخش شده مجاز نخواهد بود.
۳- هنگام پخش آهک خشک یا دوغاب، و نیز در طول مدت اختلاط خاک و آهک درجه حرارت هوا نباید از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد.
پخش آهک در هوای بارانی و یا روی سطح یخ زده مصالح مجاز نیست.
ث: اختلاط آهک با مصالح
معمولا عمل اختلاط می‌تواند یک یا دو مرحله‌ای باشد.
ج: آبپاشی
چ: کوبیدن مخلوط
ح: تراکم نسبی

5-2-5-2-4 کنترل سطح تمام شده
رقوم سطح تمام شده هر لایه از قشر زیراساس آهکی قبل از پوشش لایه بعدی با توجه به نیمرخهای طولی و عرضی باید کنترل گردد. در هر نقطه اختلاف بین رقوم خط پروژه و آنچه ساخته شده نباید از ۲± سانتیمتر تجاوز نماید. شیبهای طولی و عرضی باید با نقشه‌ها مطابقت داشته باشد. ناهمواری سطح تمام شده قشر زیراساس آهکی با استفاده از شمشه کنترل می‌گردد. در صورتی که شمشه ۴ متری در جهات مختلف بر روی سطح زیراساس قرارگیرد، ناهمواریهای آن نباید از 5/1 سانتیمتر تجاوز نماید.
چنانچه رقوم شیبهای طولی و عرضی و ناهمواریهای سطح تمام شده با مشخصات نقشه‌ها و رواداریهای مربوطه انطباق نداشته و اصلاح آنها نیاز

به شخم زدن و شیب‌بندی مجدد لایه تثبیت شده باشد، حدود 5/0 – 0/1 درصد آهک اضافی برای این کارهای ترمیمی باید مصرف شود. هزینه کلیه عملیات اصلاحی به عهده پیمانکار است و بابت آن وجهی پرداخت نخواهد شد

4-2-5-2-6 حفاظت و عمل‌آوری

سطح نهایی قشر زیراساس آهکی تا قبل از اجرای قشر اساس باید حداقل تا هفت روز برای عمل آمدن مرطوب نگهداشته شود تا از خشک شدن آن و ظهور ترکهای مویی و نیز پوسته شدن سطح لایه تثبیت شده جلوگیری به عمل آید. تردد از روی این قشر به هیچ وجه مجاز نیست. به جای آبپاشی می‌توان با اجرای یک قشر اندود قیری، با استفاده از قیرهای محلول و یا قیرآبه‌های کندشکن و یا دیرشکن از قشر تثبیت شده حفاظت کرد. مقدار قیر پخش شده باید حدود 7/0 – 0/1 کیلوگرم بر متر مربع باشد تا یک غشاء قیری کامل و پیوسته در سطح راه ایجاد کند. از تردد وسایل نقلیه عمومی و یا ماشین‌آلات ساختمانی پیمانکار بلافاصله بعد از تکمیل عملیات تراکم و پرداخت نهایی بستر و یا بعد از قیری تا اجرای قشر بعدی، از روی قشر زیراساس آهکی باید به شدت جلوگیری شود.

4-2-5-2-7 آزمایشهای کنترل کیفیت

کنترل کیفیت در مراحل مختلف عملیات تثبیت خاک با آهک از حیث نوع و تعداد آزمایشها شامل موارد زیر است.

الف: یک آزمایش تعیین خاصیت واکنش‌زایی خاک با آهک از طریق کنترل مقاومت فشاری تک‌محوری خاک قبل و بعد از تثبیت، به شرح بند ۴-۲-۵-۲-۳ در شروع عملیات و سپس تکرار آن در جریان اجرای کار و با تشخیص دستگاه نظارت.

ب: یک آزمایش دانه‌بندی به منظور تعیین نشانه‌ای از کیفیت خرد و نرم شدن مصالح پس از اختلاط کامل خاک و آهک و قبل از کوبیدگی، و بعد از خشک کردن نمونه در گرمخانه به ازای هر 1000 متر مکعب خاک تثبیت شده و مقایسه نتایج آن با مشخصات

پ: یک آزمایش سینی برای تعیین مقدار آهک پخش شده در سطح راه در مواردی که آهک به صورت خشک روی خاک پخش می‌شود، به ازای هر 100 متر طول راه، و اگر عرض راه زیاد باشد برای هر 1000 متر مربع یک آزمایش به عمل می‌آید.

ت: چنانچه از دوغاب آهک برای تثبیت استفاده می‌شود، یک آزمایش تعیین مقدار آهک روی نمونه ب ردیف بالا با روش آشتو T232 به عمل می‌آید.

ث: نمونه‌گیری از آهک برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن به ازای هر 250 تن آهک وارده به کارگاه.

ج: یک آزمایش تعیین وزن مخصوص محلی با روش T191 آشتو به ازای هر 50 متر طول راه و در صورتی که عرض راه زیاد باشد، یک آزمایش برای هر 100 متر مکعب مصالح تثبیت شده وکوبیده شده در سطح راه.

چ:یک آزمایش تراکم آزمایشگاهی با روش T180 آشتو به ازای هر 500 متر مکعب مصالح.

ح: یک آزمایش سی بی آر آزمایشگاهی روی خاک تثبیت شده در فواصل 500 تا 1000 متر طول راه در صورت لزوم با تأیید دستگاه نظارت، به عمل می‌آید.

خ:در صورتی که دستگاه نظارت تشخیص دهد می‌توان نسبت به تغییر تعداد و نوع آزمایشهای فوق و یا انجام آزمایشهای اضافی مورد نیاز دیگر، اقدام نمود

عکس 1 : نمایی از اجرای زیر اساس

عکس 2 : نمایی از اجرای زیراساس

3-4 اساس

قشر اساس، معمولاً بلافاصله در زیر لایه آسفالت، و روی قشر زیراساس قرار می گیرد. مصالح این قشر می تواند متشکل از سنگ کوهی شکسته، شن و ماسه رودخانه ای شکسته یا سرباره کوره های آهن گذاری و یا ماکادام باشد. این مصالح علاوه بر عملکرد عمومی سازه ای که در سیستم روسازی دارد باید دارای خصوصیاتی باشدکه در زیربندهای 4-2-1 الی 4-2-3 توضیح داده شده است.

4-3-4-1 کلیات

مصالح شنی و یا سنگی شکسته با مشخصات معین که به ابعاد هندسی مورد نظر و به شرح نقشه‌های اجرایی بر روی قشر زیراساس و یا بستر روسازی راه پخش شده و طبق شرایط فنی این فصل با رطوبت مناسب کوبیده شود، قشر اساس نامیده می‌شود.

4-3-4-2 انواع قشر اساس

با توجه به نوع زمین و شرایط جوی و مصالح موجود در محل و میزان بار وارده و تعداد آمد و شد و همچنین وضع اقتصادی از انواع اساس به شرح زیر می‌توان استفاده نمود:

- اساس شنی و یا سنگی
- اساس ماکادامی
- اساس قیری

برای هر پروژه نوع اساس باید در دفترچه مشخصات خصوصی قید شود. مشخصات فنی، نحوه تهیه مصالح و اجرای عملیات اساس شنی – سنگی و ماکادامی به شرح زیر می‌باشد:

4-3-4-2-1 اساس شنی و یا سنگی

4-3-4-2-1-1 مشخصات فنی مصالح

مصالح تهیه شده باید بدون مواد آلی و گیاهی بوده و از سنگدانه‌های سخت و مقاوم تشکیل شده باشد. مشخصات فنی این مصالح به شرح زیر است:

الف: دانه‌بندی مصالح مصرفی باید با یکی از دانه‌بندیهای مندرج در جدول ۳۱-۱ نشریه فنی و عمومی راه مطابقت نموده و پیوسته و یکنواخت باشد.

ب: حد روانی مصالح بر اساس آزمایش آشتو T89 و T 90Tنباید از 25٪ تجاوز نموده و نشانه خمیری از ۴ درصد تجاوز نماید.

پ: ارزش ماسه‌ای بر اساس آزمایش آشتو T 176 نباید از 40 ٪ کمتر باشد.

ت: حداقل 75 درصد مصالح مانده روی الک 75/4 میلیمتر (شماره ۴)باید در دو جبهه شکسته شده باشد (شکستگی طبیعی ملاک عمل نمی‌باشد).

ث: درصد سایش مصالح به روش لوس آنجلس آشتو T96 نباید از 45٪ تجاوز نماید.

ج : درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو T104 و با سولفات سدیم در پنج نوبت نباید از 12٪ تجاوز نماید.

چ: تحمل باربری مصالح (سی بی آر) که با روش ASTM D1883 و با تراکم آزمایشگاهی آشتو T180 اندازه‌گیری می‌شود نباید از 80٪ کمتر باشد.

ح: حداکثر ضریب تورق مصالح با روش BS812 نباید از 35٪ تجاوز نماید.
تبصره: برای کاهش حساسیت مصالح در مقابل یخبندان می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت درصد رد شده از الک 075/0 میلیمتر (شماره 200) برای هریک از دانه‌بندیهای جدول 13-۱ نشریه 101را تقلیل داد،به نحوی که درصد مواد ریزتر از 20 میکرون نیز از ۳ درصد تجاوز نکند.

4-3-2-1-2 پخش مصالح و آبپاشی

مصالح اساس باید به صورت یک مخلوط همگن در بستر راه پخش شود. از تفکیک سنگدانه‌های درشت و ریز مصالح اساس باید جلوگیری نمود. مصالح باید به صورتی پخش گردد که پس از کوبیدن احتیاج به کسر یا اضافه کردن نداشته باشد. در مواردی که ضخامت اساس 15 سانتیمتر یا کمتر باشد، مصالح باید در یک لایه پخش و کوبیده شود و درحالتی که ضخامت اساس بیش از 15 سانتیمتر باشد، باید ضخامت کل را به لایه‌های مساوی تقسیم نمود ولی در هیچ حالتی نباید ضخامت هر لایه کوبیده از 15 سانتیمتر بیشتر باشد. مصالحی که مطابق با مشخصات تهیه گردیده است باید به سطح راه حمل شده و در فواصل مساوی و یکنواخت تخلیه و سپس پخش و کوبیده شود. در محلهای غیر قابل دسترسی برای ماشین‌آلات می‌توان مصالح را در قشرهای 15 سانتیمتری با دست پخش نمود. مصالح در موقع پخش باید داری رطوبت کافی برای‌تامین تراکم مشخصه باشد. چنین رطوبتی باید به صورت همگن در تمام مصالح موجود بوده و در صورت لزوم پس از پخش، تسطیح و تنظیم مصالح، آبپاشی به وسیله تانکر و با فشار یکنواخت انجام شود. آبپاشی باید به طریقی انجام پذیرد که آب موجود درمصالح بیش از 5/1± درصد رطوبت بهینه نباشد. توقف تانکر به هنگام آبپاشی روی مصالح مجاز نمی‌باشد. آبپاشی نباید به میزانی باشد که به قشرهای زیرین صدماتی وارد آورد.

4-3-2-1-3کوبیدن

کوبیدن مصالح اساس پس از اطمینان از انطباق رقوم نهایی با نقشه‌ها باید با غلتکهای استاتیک آغاز و سپس با لرزشی ادامه یابد. نوع و وزن غلتکها متناسب با نوع مصالح مصرفی بوده و در هر مورد برای هر پروژه باید مشخصات آنها در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید شود. به هر حال وزن غلتک مورد استفاده باید آنچنان باشد که سبب خرد شدن مصالح سنگی نگردد. عملیات کوبیدن از کناره‌های راه شروع شده و به محور راه می‌انجامد به استثنای قوسها که غلتک‌زنی باید از داخل قوس و پایین‌ترین رقوم راه شروع شده و به بلندترین آن در خارج از قوس ختم شود. در صورتی که دانه‌های درشت و ریز مصالح پخش شده از هم جدا شده باشد، باید قبل از کوبیدن برای اصلاح آن اقدام شود. غلتک‌زنی و در صورت نیاز توام با آبپاشی باید آنقدر ادامه داشته باشد تا یک لایه کوبیده و منسجمی‌مطابق ابعاد و شیب داده شده در نقشه‌ها به دست آید.

4-3-2-1-4 تراکم نسبی

تراکم نسبی لایه اساس با آزمایش آشتو T191 باید حداقل صد درصد حداکثر وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو T180 طریقهٔ Dبه دست می‌آید. در صورتی که تراکم نسبی به دست آمده کمتر از میزان مشخصه باشد، باید لایه کوبیده شده شخم‌زنی و سپس با آبپاشی و غلتک‌زنی مجدد آنقدر کوبیده شود تا تراکم نسبی قید شده تامین شود. ضخامت هر لایه، نباید از دو برابر اندازه ماکزیمم دانه‌های مصالح مصرفی کمتر باشد.

4-3-2-1-5 کنترل سطح تمام شده

پس از اتمام کوبیدگی هر لایه رقوم سطح تمام شده قشر اساس نباید بیش از ۱/۵± سانتیمتر با آنچه‌در نقشه‌ها تعیین شده تفاوت داشته باشد)اختلاف در یک جهت پذیرفته نیست(. شیبهای طولی و عرضی اساس کوبیده شده باید با نقشه‌ها مطابقت کامل داشته باشد. ناهمواری سطح تمام شده باید با شمشه چهارمتری که در جهات مختلف بر روی سطح راه قرار می‌گیرد کنترل شود. میزان ناهمواریها نباید از۱/۵ سانتیمتر تجاوز نماید.

4-3-2-1-6 حفاظت کار انجام شده

از عبور و مرور وسائط نقلیه پس از اتمام عملیات بر روی قشر اساس باید به شدت جلوگیری شود.

4-3-2-1-7 آزمایشهای کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای انجام شده بایستی از مصالح تهیه شده قبل و بعد از مصرف و نیز حین اجرای کار و متناسب با پیشرفت آنها آزمایشهای زیر به عمل آید:

الف: از مصالح تهیه شده در پای کار نمونه‌برداری شده و آزمایشهای بند۳۱-۲-۱-۱ این فصل انجام شود تا در صورتی که مصالح طبق مشخصات نباشد اصلاح گردد.

ب: از مصالحی که بر روی راه حمل شده از هر 500 متر مکعب یک بار آزمایشهای دانه‌بندی درصد شکستگی حد روانی و دامنه خمیری، و ارزش ماسه‌ای به عمل می‌آید.

پ: آزمایش تعیین وزن مخصوص محلی در هر 50 متر طول راه به ترتیب در وسط، چپ و راست انجام شود و در صورتی که عرض راه زیادتر باشد)آزادراه و بزرگراه(، آزمایش به ازای هر 75متر مکعب مصالح به عمل می‌آید. ضخامت لایه اساس در هر مورد که آزمایش وزن مخصوص انجام می‌شود اندازه‌گیری شده و در برگ آزمایش ارائه گردد.

ت: آزمایش تراکم آزمایشگاهی باید در هر 500 متر طول راه یک بار انجام شود و در صورت لزوم آزمایش بیشتری به عمل آید.

ث: در صورتی که دستگاه نظارت لازم تشخیص دهد، باید نسبت به آزمایش سی بی آر آزمایشگاهی مصالح در فواصل 300 تا 500 متر، و سایر آزمایشهای مورد نیاز، اقدام شود.

4-3-2-2 اساس ماکادامی

عملیات این قسمت شامل تهیه اساس ماکادامی از سنگ کوهی و یا سنگهای رودخانه‌ای شکسته و پخش آن بر روی قشر آماده شده سطح راه برابر ابعاد، اندازه‌ها و ضخامتهای نموده شده در نقشه‌ها وسپس پخش مصالح ریزدانه و بالاخره کوبیدن آن به روش خشک یا تر می‌باشد.

4-3-2-2-1 مصالح

مصالح مصرفی برای قشر اساس ماکادامی شامل دو نوع و با مشخصات فنی زیر می‌باشد:

الف: مصالح درشت‌دانه

مصالح درشت‌دانه سنگی (ماکادام) که از شکستن سنگ کوهی یا سنگهای بزرگ‌اندازه رودخانه‌ای تهیه می‌شود، باید کاملا سخت، محکم، بادوام و عاری از هرگونه لای و رس و یا مواد زیانبخش دیگر بوده و با مشخصات زیر برابری داشته باشد:

۱- دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه مصرفی که با روش آشتو T27 تعیین می‌گردد باید با یکی از دانه‌بندیهای جدول ۲-13 نشریه فنی وعمومی راه منطبق باشد.

دانه بندی مورد مصرف در هر پروژه باید در مشخصات فنی خصوصی تصریح شود.

۲- درصد سایش مصالح با آزمایش لوس آنجلس به روش ASTM C535 از 45 درصد تجاوز ننماید.

۳- درصد افت وزنی مصالح به روش آشتو T401 بعد از پنج نوبت آزمایش با سولفات سدیم نباید از 12 درصد تجاوز نماید.

۴- درصد دانه‌های، پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت‌دانه نباید مجموعا از 15 درصد تجاوز نماید دانه‌های سوزنی و پولکی به سنگدانه‌هائی با ابعاد بیشتر از5/9 میلیمتر(8/3 اینچ) اطلاق می‌شود که نسبت درازا به متوسط ضخامت سنگدانه از ۵ تجاوز نماید.

۵- چنانچه مصالح درشت‌دانه از شکستن سنگهای رودخانه‌ای تهیه شود، حداقل 75 درصد وزنی مصالح مانده روی الک 75/4 میلیمتر (الک شماره ۴) باید در دو جبهه یا بیشتر شکسته شده باشد (به غیر از شکستگی طبیعی).

۶- مصالح درشت‌دانه باید در مرحله نهایی با سنگ‌شکنهای چکشی یا مخروطی تهیه شود. کاربرد مصالحی که فقط توسط سنگ‌شکنهای فکی شکسته می‌شود، به هیچ وجه مجاز نیست.

ب: مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه که برای پر کردن فضای خالی قشر اساس ماکادامی بعد از پخش و کوبیدن مصرف می‌شود، شامل ماسه طبیعی یا ماسه شکسته و یا مخلوطی از آنها است که باید با مشخصات زیر مطابقت نماید:

۱- دانه‌بندی این مصالح که به روش آشتو T27 تعیین می‌شود باید با دانه‌بندی جدول 13-3 نشریه فنی عمومی راه منطبق باشد.

۲- حد روانی و دامنه خمیری مصالح به روش آشتو T89 و T90 نباید به ترتیب از 30 درصد و6 درصد تجاوز نموده و ارزش ماسه‌ای آن نیز (آشتو T176) حداقل 30 درصد باشد.

4-3-2-2-2 آماده نمودن سطح راه

رقوم بسترهای زیرین قشر اساس ماکادامی، قبل از پخش مصالح باید منطبق با نیمرخهای عرضی و طولی نموده شده در نقشه‌ها بوده و ناهمواری سطح آنها نیز در جهات مختلف که با شمشه اندازه‌گیری می‌شود، در حد رواداریهای مندرج در مشخصات و نقشه‌ها باشد. چنانچه عبور وسائط نقلیه یا بارندگی یا عدم زهکشی مناسب و یا هر علت دیگری خصوصیات و مشخصات لازم بسترهای زیرین را از بین برده باشد، اصلاح آنها قبل از پخش اساس ماکادامی به نحوی که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد ضروری است.

4-3-2-2-3 قشر جدا کننده

چنانچه اجرای قشر جدا کننده شامل ماسه که بلافاصله در زیر اساس ماکادامی قرار می‌گیرد در مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های اجرایی پیش‌بینی شده باشد، پخش این مصالح ماسه‌ای باید با گریدر و یا پخش کننده مکانیکی صورت گیرد. ضخامت قشر ماسه و آرایش سطح تمام شده آن بعد از آبپاشی و کوبیدن باید با ابعاد و اندازه‌های تعیین شده درنقشه‌ها منطبق باشد.

دانه‌بندی این مصالح باید با جدول شماره ۳۱-۳ مطابقت داشته و افزون بر آن درصد گذشته از الک0/075 میلیمتر (شماره 200) آن حداقل 5 و حداکثر 10 درصد باشد.

4-3-2-2-4 پخش ماکادام

پخش ماکادام بر روی سطح آماده شده راه باید با پخش کننده مکانیکی یا وسیله مناسب دیگری که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد انجام گیرد. پخش کننده باید مصالح سنگی را به طور یکنواخت و منظم وبدون جدا شدن دانه‌های درشت از ریز در ضخامت و اندازه‌های مورد نظر به نحوی که به حداقل روانه‌کاری مجدد نیاز داشته باشد، پخش نماید.

سطح قشر ماکادام بلافاصله بعد از پخش و عبور ۳ تا ۴ گذر اولیه غلتک باید کاملا یکنواخت و مسطح بوده ونقاط فرود و فراز آن با افزودن و یا برداشت مصالح اصلاح شود به نحوی که سطح نهایی قابل قبول دستگاه نظارت باشد. مصالح اساس باید به نحوی پخش شود که ضخامت کوبیده شده هر لایه کمتر از 1.25 برابر و یا بزرگتر از ۲ برابر حداکثر درشتی مصالح نباشد.

دانه‌بندی ماکادام بعد از پخش باید منطبق با دانه‌بندی مورد نظر بوده و سطح راه فاقد آرایشی باشد که دانه‌های ریز و درشت آن از یکدیگر جدا شده و یا بافت فقط درشت و یا ریز داشته باشد. این چنین‌مصالح را باید از تمام ضخامت لایه جمع‌آوری و با مصالح قابل قبول تعویض و ترمیم نمود. انبار کردن یا ریسه نمودن مصالح روی سطح راه مجاز نیست. پخش مصالح سنگی، جز با دستور دستگاه نظارت نباید با عملیات ماسه‌پاشی و غلتک‌زنی بیشتر از200 متر طول فاصله داشته باشد.

4-3-2-2-5 کوبیدن قشر ماکادام

عملیات کوبیدن، بر حسب اینکه غلتکهای استاتیک و یا لرزشی مورد استفاده قرار گیرد، باید به شرح زیر اجرا شود:

الف: در صورتی که فقط غلتکهای استاتیک مورد استفاده قرار گیرد، بلافاصله بعد از پخش مصالح و اطمینان از انطباق سطوح نهایی آن با اندازه‌ها و ضخامتها و رواداریهای مورد نظر، قشر ماکادام باید با غلتکهایی که وزن آنها حداقل 10 تن باشد کوبیده شود. عملیات غلتک‌زنی باید از کناره راه شروع و به محور آن ختم شود مگر در قوسها که از داخل قوس یا پایین‌ترین نقطه شروع و به بلندترین نقطه ختم می‌گردد. هر گذر غلتک باید نیمی از عرض گذر قبلی را بپوشاند. عملیات تراکم باید آنقدر ادامه یابد تا برای تمام سطح قشر ماکادام کوبیده شده و افزون بر آن

شرایط سه‌گانه زیر تامین گردد:

۱–دانه‌های سنگی کاملا در یکدیگر قفل و بست شوند.

۲– فضای خالی قشر ماکادام به حداقل تقلیل یابد.

۳– هیچ خزش و یا حرکتی در حین غلتک‌زنی در قشر ماکادام مشاهده نشود.

چنانچه قشر زیرین ماکادام، سست بوده و تاب وزن غلتک را نداشته باشد و یا وقتی که غلتک‌زنی حرکت موجی در لایه ایجاد نماید و یا ناهمواریهایی در سطح اساس ایجاد کند که اندازه‌گیری آنهابا شمشه ۴ متری بیش از 5/1 سانتیمتر را نشان دهد، عملیات باید تا ترمیم کلیه معایب قشر اساس‌با شمشه ۴ متری بیش از 5/1 سانتیمتر را نشان دهد، عملیات باید تا ترمیم کلیه معایب قشر اساس و احتمالا قشر زیرین آن و رفع علل آنها متوقف شود.

ب: در صورت کاربرد غلتکهای لرزشی در عملیات تراکم، قشر ماکادام را باید بلافاصله بعد از پخش و اطمینان از انطباق آرایش سطح نهایی آن با اندازه‌ها و ضخامتهای مورد نظر غلتک‌زنی نموده و آن را آنقدر ادامه داد که دانه‌های سنگی در یکدیگر به قدر کافی قفل و بست شده و قشر حاصله بدون جابه‌جایی دانه‌های مصالح، برای کوبیدن با غلتک سه‌چرخ استاتیک به وزن حداقل ده تن،آماده باشد. سپس تراکم کامل قشر، با غلتک سه‌چرخ تا حصول نتایج سه‌گانه بالا و رعایت سایر مندرجات بند الف ادامه خواهد یافت. سطوحی از قشر ماکادام که کوبیدن آنها با غلتکهای استاتیک و یا لرزشی مقدور نباشد، باید با غلتکهای کوچک لرزشی متراکم شود.

4-3-2-2-6 پخش مصالح ریزدانه و کوبیدن نهایی

برای پر کردن فضای خالی بین دانه‌های ماکادام باید بعد از تکمیل عملیات کوبیدن از مصالح ریزدانه استفاده شود. دانه‌بندی و سایر خصوصیات این مصالح باید با جدول 13-3 نشریه فنی و عمومی راه منطبق بوده و قبلا در طول شانه راه متناسب با مصرف ریسه شده باشد. از انبار کردن ماسه بر روی قشر ماکادام باید خودداری نمود.

پخش مصالح با توجه به نوع غلتکهای مورد کاربرد در عملیات(استاتیک یا لرزشی) باید به شرح زیر اجرا شود:

الف: بعد از کوبیدن کامل قشر ماکادام و تحکیم آن، مصالح ریزدانه را با پخش کننده مکانیکی و یا بیل در لایه‌های نازک روی سطح راه پخش نموده و همزمان، غلتک‌زنی با غلتک استاتیک را باید آنقدر ادامه داد تا تمام فضای خالی بین دانه‌های ماکادام تحت تأثیر حرکت غلتک توسط ماسه پر شود.

پخش ماسه باید تدریجی و یکنواخت انجام گیرد. برای توزیع و گستردن یکنواخت ماسه در سطح ماکادام و اطمینان از پر شدن کامل فضای خالی بین دانه‌ها می‌توان ازجاروهای دستی مکانیکی‌استفاده نمود. عملیات پخش ماسه به همراه غلتک‌زنی باید آن قدر ادامه یابد که فضای بین دانه‌ها پر شود و دیگر محلی برای نفوذ ماسه وجود نداشته و قشر اساس ماکادامی تحکیم و تثبیت شده باشد.

ب: در صورت کاربرد غلتکهای لرزشی، عملیات پخش ماسه باید بدین ترتیب اجرا شود که 50 درصد ماسه مورد نیاز برای پر کردن فضای خالی بین دانه‌ها توسط پخش کننده مکانیکی یا بیل بر روی سطح ماکادام به طور یکنواخت پخش گردد. سپس غلتک لرزشی فقط یکبار از روی سطحی که ماسه روی آن پخش شده است عبور نماید تا ماسه‌ها به درون فضای خالی بین دانه‌های سنگی‌نفوذ کند. این عمل مجددا برای 50 درصد ماسه باقیمانده در دو بار و هر نوبت با 25 درصد ماسه تکرار می‌شود. جهت سهولت نفوذ ماسه به فضای خالی بین دانه‌ها در حین عملیات غلتک‌زنی،جارو زدن دستی یا مکانیکی ضروری است. بعد از این مرحله، عملیات تراکم باید فقط با غلتک استاتیک و مصرف ماسه اضافی و در صورت لزوم جارو کردن ماسه به داخل فضای خالی سنگها، تا حصول لایه‌ای کاملا متراکم ادامه یابد.

4-3-2-2-7 آبپاشی

مراحل کوبیدن و پخش ماسه به شرح فوق مربوط به شرایطی است که عملیات با دستورات دستگاه نظارت به طریق خشک اجرا و تکمیل می‌گردد. چنانچه کوبیدن با آبپاشی مشخص شده باشد، بلافاصله‌بعد از پر شدن کامل فضای بین دانه‌های سنگی توسط ماسه، قشر ماکادام آبپاشی شده و به همراه آبپاشی غلتک‌زنی ادامه می‌یابد. حین غلتک‌زنی چنانچه لازم باشد مجددا از ماسه برای پر شدن کامل فضای خالی و در صورت لزوم از جاروی دستی برای پخش مؤثر و یکنواخت ماسه نیز استفاده می‌شود. آبپاشی و غلتک‌زنی باید آنقدر ادامه یابد تا یک قشر متراکم و تحکیم شده به وجود آید. مصرف آب بیش از اندازه مجاز نبوده و مقدار آن باید کنترل شود.

4-3-2-2-7 قشر ماکادام چند لایه‌ای

چنانچه قشر ماکادام طبق نقشه‌های اجرایی باید در دو لایه یا بیشتر اجرا شود، هریک از لایه‌ها باید به شرح موصوف در فوق اجرا و تکمیل گردد.

4-3-2-2-8 آزمایش تراکم

تراکم قشر ماکادام با تعیین ضریب ارتجاعی Eبه طریق آزمایش بارگذاری (آشتو T222) با صفحه700 سانتیمتر مربع (قطر صفحه 30 سانتیمتر) کنترل می‌شود. مقدار Eنباید کمتر از 2500 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

4-3-2-2-9 کنترل سطح تمام شده

رقوم سطح تمام شده قشر ماکادام قبل از پوشش با لایه بعدی باید از نظر هموار بودن و یکنواختی سطح و نیز انطباق با نیمرخهای طولی و عرضی کنترل شود. در هر نقطه اختلاف بین رقوم مندرج در نقشه‌ها نباید از 5/1± سانتیمتر تجاوز نموده و شیبهای طولی
در هر نقطه اختلاف بین رقوم مندرج در نقشه‌ها نباید از 5/1± سانتیمتر تجاوز نموده و شیبهای طولی و عرضی با نقشه‌ها مطابقت داشته باشد.
ناهمواری سطح تمام شده قشر ماکادام با استفاده از شمشه ۴ متری در جهات عمود بر محور و به موازات محور نباید از 5/1 سانتیمتر بیشتر باشد. سطوح خارج از رواداری فوق باید اصلاح گردد.

4-3-2-2-10 حفاظت کار انجام شده

عبور و مرور وسائط نقلیه و هرگونه ماشین‌آلات راهسازی از روی قشر ماکادام درتمام مراحل اجرای کار و بعد از تکمیل شدن آن به هیچ وجه مجاز نیست.

4-3-2-2-11 آزمایشهای کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای انجام شده بایستی از مصالح شامل ماکادام، ماسه مصرفی برای قشر جدا کننده، و نیز ماسه‌ای که برای پر کردن فضای خالی قشر ماکادام به کار گرفته می‌شودآزمایشهای زیر به عمل آید:
الف: به ازای هر 500 متر مکعب ماکادام پخش شده در سطح راه یک بار آزمایش دانه‌بندی، درصد شکستگی و درصد سنگدانه‌های پولکی و سوزنی به عمل آید.
ب: به ازای هر 2000 متر مربع سطح تمام شده ماکادام یک آزمایش بارگذاری مطابق بند 4-3-2-2-8برای تعیین ضریب ارتجاعی Eانجام شود.
پ: به ازای هر 1000 متر مکعب مصالح ریزدانه مصرفی یکبار آزمایش دانه‌بندی، حدود روانی و خمیری و ارزش ماسه‌ای انجام شود.

عکس ۳ : نمایی از اجرای اساس

عکس ۴ : نمایی از اجرای اساس

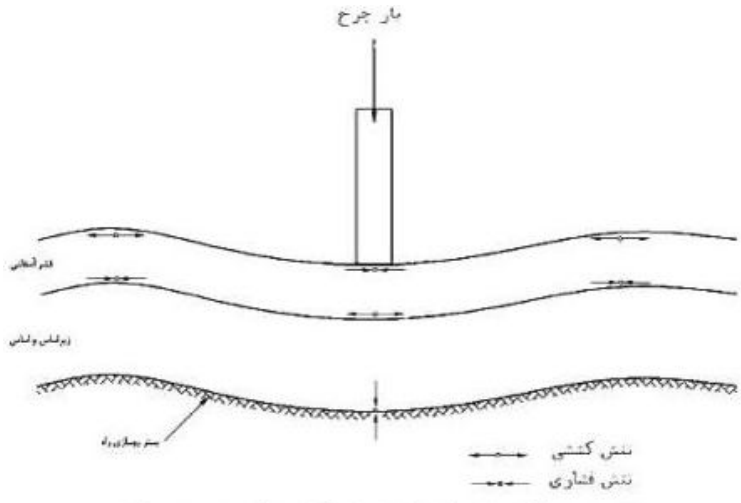
عکس ۵ : نمایی از اجرای اساس

عکس ۶ : نمایی از اجرای اساس

عکس ۷ : نمایی از اجرای اساس

4-4 قشرهای آسفالتی

قشرهای آسفالتی در مقایسه با دیگر لایه ها باید از مقاوم ترین و مرغوب ترین مصالح روسازی باشند. در راه های با ترافیک زیاد و سنگین که در آنها قشرهای بالای روسازی از مصالح آسفالتی تشکیل شده باشد، معمولاً این قشرها در اثر بارگذاری تغییر شکل داده و در آنها تنش های کششی و فشاری افقی بوجود می آید (شکل ۲). هرگاه شدت تنش های کششی افقی در زیر لایه های آسفالتی از مقاومت کششی آن بیشتر شود، در این نقاط ترک ایجاد می شود که به تدریج به سمت رویه راه گسترش می یابد. و موجب آسیب دیدگی هائی می شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهد شد. بنابراین جنس و ضخامت لایه های آسفالتی باید طوری انتخاب شود که در برابر تنش های کششی افقی بوجود آمده مقاومت نماید و ترک نخورد. در این آئین نامه قشرهای آسفالتی راه های با ترافیک زیاد از انواع آسفالتهای گرم، با ترافیک متوسط و سبک به تشخیص مهندس مشاور از انواع آسفالت گرم، سرد یا سطحی انتخاب شود و در راههای با ترافیک کم رویه راه می تواند با مصالح شنی نیز اجرا شود . مشخصات فنی انواع رویه های آسفالتی در فصلهای هفتم تا نهم و سیزدهم ارائه شده است.



افت و خیز ناشی از تنشهای فشاری و کششی در روسازی

قشرهای آسفالتی، علاوه بر عملکرد ویژه ای که در سازه روسازی برای آنها منظور شده است، باید خصوصیات کلی زیر را نیز دارا باشند:

4-4-1 مقاومت سایشی

مصالح سنگی مصرفی در برابر اثر تخریبی و سایشی چرخ وسایل نقلیه تاب کافی داشته باشند.

4-4-2 همواری سطح و تاب لغزشی

از سطحی هموار برای عبور راحت، سریع و مطمئن و در عین حال دارای تاب لغزشی کافی، برخوردار باشند. مقاومت در برابر لغزندگی بویژه در قوسهای تند و نزدیکی تقاطع ها و میادین امری ضروری است. برای تامین این ویژگی با اصطکاک لازم می توان از مخلوطهای آسفالتی متخلخل و یا دیگر مخلوطهای نظیر برای قشر رویه استفاده کرد.

4-4-3 ناتراوائی (نفوذ ناپذیری)

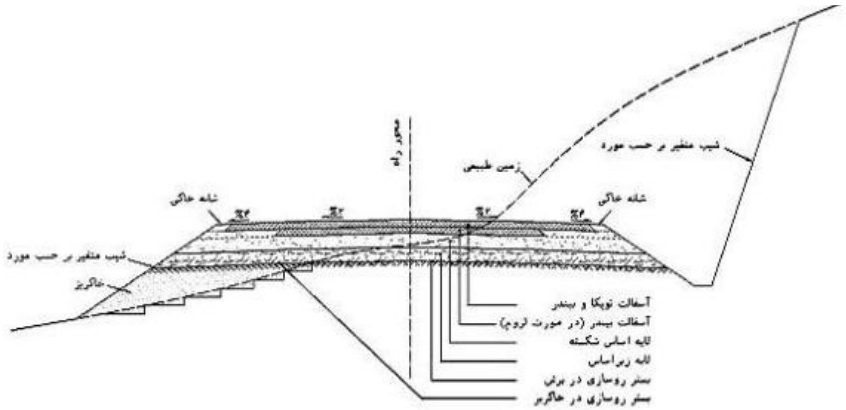
بمنظور کاهش نفوذ آب های سطحی به لایه های روسازی، لازم است مجموعه لایه های آسفالتی به اندازه کافی ناتراوا باشند تا نفوذ آب به حداقل برسد.

4-4-4 مقاومت باربری

در مقابل هرگونه تغییر شکل بیش از اندازه ناشی از تاثیر ترافیک و عوامل جوی و تغییرات دمای محیط که به شکل نرم شدن، فتیله شدن، ترک خوردن و آسیب دیدگی های دیگر ظاهر می شود، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشند.

4-4-5 نیمرخ روسازی آسفالتی

نیمرخ کلی یک روسازی آسفالتی و اجزاء تشکیل دهنده آن در شکل (3) نشان داده شده است.



نمونه‌ای از نیمرخ عرضی روسازی آسفالتی

عکس 8 : نمایی از اجرای آسفالت بیندر

عکس 9 : نمایی از اجرای آسفالت بیندر

مراجع :

1- http://armatoor.blogfa.com
2- http://www.omranpooya.com