

نکات فنی و اجرایی راهسازی

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 ۱:۵۰۰۰۰۰. 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 بین A و B 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 رو کمتر 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:

الف) پیشگفتار که در مورد قرارداد و مفاد آن صحبت می کند.

ب) مقدمه، شامل شرح اولیه و تاریخچه ای از محل اجرای پروژه

ج) 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 ...)

د) وضعیت اشتغال منطقه و وضعیت جمعیت منطقه

ر) وضعیت زمین شناسی منطقه، خاک ریز دانه، خاک و مصالح سنگی مناسب، رانش و ...

ز) وضعیت زلزله خیزی منطقه

س) وضعیت ترافیک منطقه

ش) طرح روسازی راههای منطقه

ی) نتیجه گیری

۲۵- ارسال گزارش به کارفرما

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 معمولاً سازمان معمولاً سازمان نقشه برداری کشور می باشد و در هنگامی طرح و پروژه عجله می نماید که سریعاً 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)

۱۰- تاکتومتری هر ۱۰۰ کیلومتر راه مدت شش ماه توسط گروه نقشه بردار انجام می گیرد. (یک رنج زمانی)

۱۱- بردن گروه نقشه بردار به محل توسط مشاور و تحویل نقطه شروع به آنها.

۱۲- 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.

۱۳- ارسال برداشت های هر ماهه به دفتر نقشه بردار جهت تهیه نقشه های تاکتومتری.

۱۴- ارسال نقشه های تاکتومتری تهیه شده در هر ماه به مشاور جهت طراحی

۱۵- طراحی هندسی پلان مسیر بر روی نقشه های تاکتومتری با ضوابط و استانداردهای طراحی

۱۶- ارسال اکیپ نقشه بردار مشاور به محل جهت پیاده کردن پلان مسیر

۱۷- پروفیل طولی زمین طبیعی و عرضی زمین طبیعی زیر راه هنگام پیاده کردن پلان توسط پلان نقشه بردار مشاور

۱۸- اعزام یک مهندس راهساز همراه با اکیپ نقشه بردار مشاور

۱۹- 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

۲۰- ارسال نمونه های برداشت شده به آزمایشگاه مکانیک خاک (وزارت راه) به منظور آزمایشات زیر:

احداث تا عمق یک متری نمونه برداری شود.

الف) آزمایش دانه بندی و تعیین نوع خاک

ب) آزمایش های حدود اتر برگ PI.PL.LL

ج) آزمایش C.B.R (مقاومت زمین برای طرح های روسازی)

د) آزمایش های مرطوب کردن و خشک کردن

ه) آزمایش های یخ زدگی و ذوب شدن

۲۱- ترسیم پروفیل طولی زمین طبیعی از برداشت های نقشه های رداری

۲۲- طراحی خط پروژه بر روی پروفیل طولی زمین طبیعی و ایجاد پروفیل طولی راه

۲۳- ترسیم نیم رخ های عرضی زمین طبیعی از برداشت های نقشه بردار

۲۴- ترسیم نیم رخ های عرضی راه

۲۵- 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 تپ آب روها

- ارائه نقشه های غیر تپ

- ارائه نقشه های ابنیه فنی (دیوارهای حایل، دیوارهای ضامن، ریزش گیرها، بهمن گیرها و ...)

- نقشه کانالها

- نقشه قنات ها

- محاسبات حجم 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 اسپریم می زنند و

مجددا خاک بستر را زیر و رو کرده و می کوبند تا تراکم مورد نیاز به دست آید.

۹- آب اپتیمم (یادآوری) در آزمایشگاه مکانیک خاک با استفاده از منحنی تراکم (COMP ACTION) 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 اپتیمم 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- تعیین 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 w_2 وزن خاک خشک را به دست می آوریم.

اکنون وزن آب برابر است با: وزن آب داخل خاک $w_3 = w_1 - w_2$

طبق آزمایش صحرایی (میدانی) درصد رطوبت موجود در خاک طبیعی $w_3/w_2 * 100 =$

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 آوریم.

۱۱- مقدار آبی که می بایست به خاک زده شود برابر است با (رطوبت خاک طبیعی) - (آب اپتیمم) = 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 صحرائی است):

ضخامت بعد از کوبیده شدن ضخامت قبل از کوبیده شدن

۱۷ سانتی متر ۲۰ سانتی متر

۲۰ سانتی متر X

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.

۲۰- 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

۲۱- مخلوط کردن آب و خاک به وسیله گیردر

۲۲- 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 = $w3/w2 * 100$ وزن خاک مرطوب، $w2$ وزن خاک خشک، $w3$ وزن آب

۲۳- پهن کردن خاک با مخلوط آب اپتیم = $W.OPT$ این آب حداکثر وزن مخصوص یا حداکثر مقاومت را به

خاک می دهد.

۲۴- معمولاً در دفتر مشخصات خصوصی پیمان دو عدد داده می شود.

الف- درصد تراکم

ب- مقدار آب اپتیم به صورت $2\% +$ آب اپتیم = $W.OPT$ این آب حداکثر وزن مخصوص یا حداکثر مقاومت را

به خاک می دهد.

۲۵- درصد تراکم لایه های مختلف از اقصای مختلف به صورت زیر است.

Base	- اساس دارای درصد تراکم 98-100 درصد
Subbase	- زیراساس دارای درصد تراکم 95-98
EMBank memt	- خاکریز دارای درصد تراکم 94-96
Subgrade	- بستر راه دارای درصد تراکم 92-94

۲۶- غلتک زدن راه از لبه خارجی شروع شده و به وسط راه خاتمه می یابد (به علت شیب عرضی سطح جاده)

۲۷- هر عبور غلتک حداقل می بایست ۵۰ سانتی متر عبور قبلی را پوشش دهد. (اورلب ۵۰ سانتی متر باشد)

۲۸- حداقل عبور غلتک ۵ و حداکثر ۱۰ عبور می باشد و در قوسها باید غلتک زنی از لبه داخلی قوس شروع شود.

۲۹- وزن غلتک دارای وزن ۱۲ تا ۱۵ تن در نظر گرفته شود.

۳۰- 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)

۳۱- در صورت استفاده از غلتک ویران (ارتعاشی) ابتدا چندین عبور از غلتک استاتیکی (بدون ارتعاش) استفاده می شود و سپس غلتک ویران به کار گرفته می شود.

۳۲- 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.

۳۳- در مورد غلتک های پاچه بری وضعیت تراکم به صورت زیر است.

۳۴- 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.

۳۵- 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. $d1=w1/v1$

۳۶- برای کنترل درصد تراکم خاک کوبیده شده از رابطه زیر استفاده می شود. $d1/d2 =$ درصد تراکم

تراکم خواسته شده $100 * ((\text{وزن مخصوص محل (آزمایش صحرایی)} = \text{درصد تراکم خاک کوبیده شده}$

وزن مخصوص آزمایشگاه

معمولاً 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 ۱۰۰ متر 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.

۳۷- 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 5 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 مثلاً جای 20% به 28% خواهد رسید. لذا بایستی وزن را کاهش داد (که

این امر با کاهش آب درون درام غلتک صورت می گیرد.)

۳۸- بعد از اتمام لایه های قشر زیر اساس SUB BASE خاکهای اساس را بر روی آن انبار می کنند .

۳۹- لایه های یک سیستم روسازی راه از پایین سطح به بالا به این ترتیب اند :

- خاکریز Embankment

- زیر اساس subbase

- اساس Base

- بیندر (قشر آسفالت درشت)

- توپکا یا رویه (قشر آسفالت ریز)

۴۰- لایه های قشر اساس هر کدام به ضخامت ۱۵ سانتی متر بعد از کوبیده شدن، پهن و عینا " شبیه آنچه برای زیراساس بیان شده اجرا می گردد .

۴۱- بعد از اتمام قشر اساس آنها به روش قبل کنترل می کنند .

۴۲- بعد از اتمام قشر اساس بر روی آن یک لایه قیرمذاب به نام پریمکت پخش می کنند .

۴۳- درجه حرارت قیر مذاب بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد در زمان پخش می باشد.

۴۴- 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.

۴۵- علت استفاده از پریمکت به دلایل زیر است:

الف) چسباندن ذرات خاک به یکدیگر

ب) غیرقابل نفوذ کردن اساس در مقابل آب

ج) به وجود آوردن سطح چسبنده ای بین خاک و آسفالت

۴۶- مقدار تیر پریمکت بین ۶ تا ۱۰ کیلوگرم بر متر مربع می باشد.

۴۷- سیستم روسازی معمولاً دو نوع می باشد.

الف) سیستم انعطاف پذیر (روسازی آسفالتی)

ب) سیستم صلب (روسازی بتنی)

۴۸- سیستم تاثیر فشار در اقشار روسازی انعطاف پذیر به صورت زیر است:

چون سطح بالایی بیشترین فشار را می بیند عموماً 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)

- ۴۹- 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.
- ۵۰- جدول دانه بندی مصالح قشر زیر اساس به صورت زیر می باشد (دانه بندی برای راههای اصلی است)
- ۵۱- تشخیص مناسب بودن خاک معینی برای قشر زیر اساس در راههای اصلی بر اساس موارد زیر است.
- ۵۲- بعد از اتمام قشر sub base خاکهای مناسب base بر روی سطح آماده شده sub base کپه می کنند.
- ۵۳- عملیات پخش و کوبیدن عینا "شبه 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.
- ۵۴- بعد از اتمام عملیات کوبیدن و کنترل قشر اساس بر روی آن لایه ای از قشر (پریمکت) یا قیر نفوذی می ریزند.
- ۵۵- درجه حرارت قیر پریمکت هنگام پخش بر روی اساس معمولا حدود ۱۴۰ درجه سانتی گراد می باشد.
- ۵۶- 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.
- الف) برای مصالحی که جذب قیر آن زیاد باشد. (سنگ، آهک و ...)
- ب) برای مصالحی که جذب قیر آن کم باشد (گرافیت)
- ج) اگر بیش از مقدار فوق قیر بریزیم نهایتا به سطح آسفالت نفوذ می کند.
- ۵۷- علت استفاده از پریمکت به دلایل زیر می باشد:
- الف) 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.
- ب) برای ایجاد سطح مناسبی جهت چسباندن لایه اساس به نبیدر
- ج) چسباندن ذرات جدا شده خاک در قشر اساس

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

۵۹- دانه بندی مصالح مصرفی در قشر اساس برای راههای اصلی براساس جدول زیر است

- در صورتی که فواصل زمانی بین نیدر 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

بطور کلی 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 $CBR=3$

مصالح مناسب برای لایه زیر اساس: مخلوط شن و ماسه ای با $CBR=10$

مصالح مناسب برای لایه اساس: شن و ماسه با $CBR=70$

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

تعداد کل محورساده ۸/۲ تنی هم ارز برای تحمل روسازی (راه اصلی) $W : 200 \times 10^3$

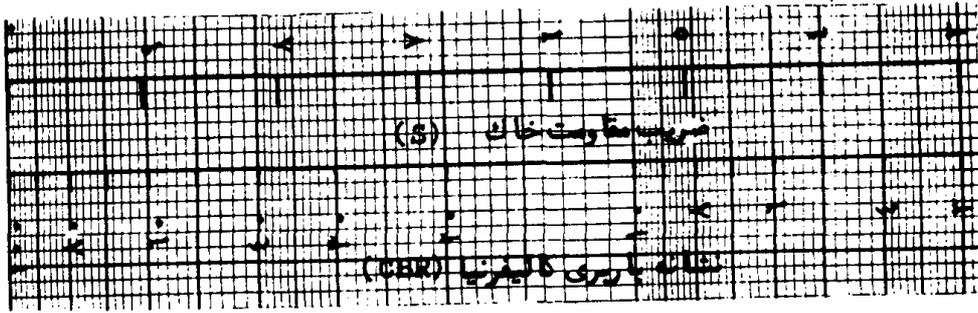
ضریب منطقه ای (R): ۲

نشانه خدمت نهایی (Pt): ۲/۵

روش طرح بر اساس روش اشتو:

۱- تعیین ضریب مقاومت خاک (S): با استفاده از نمودار شکل ۱ برای CBR های لایه ها مقدار S را می یابیم

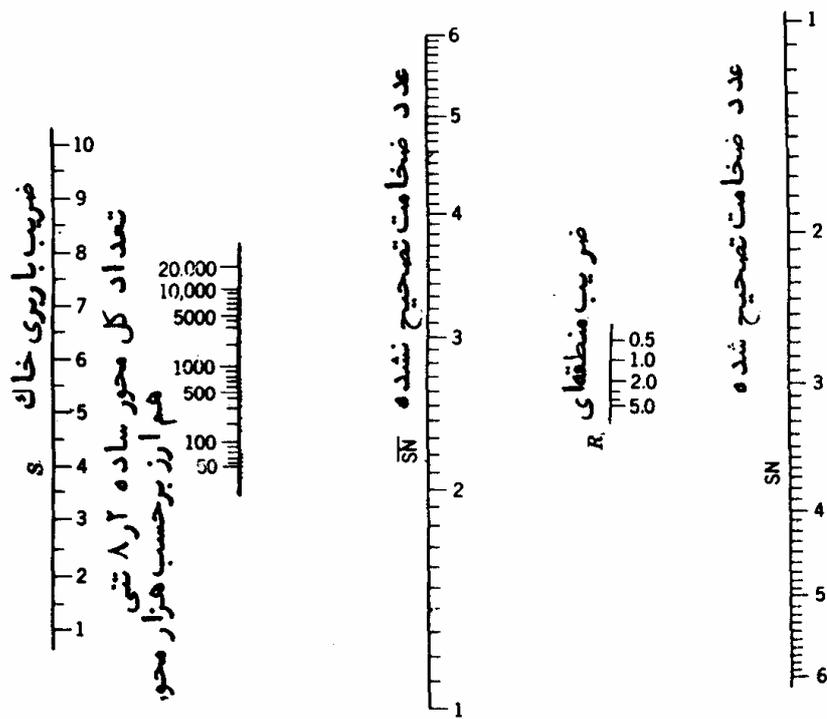
که در جدول بعد نوشته شده اند.



شکل ۱ رابطه بین ضریب باربری خاک (S) و مقاومت (CBR)

۲- تعیین عدد ضخامت کل روسازی (SN): با استفاده از نمودار شکل ۲ این مقادیر (راه اصلی) با توجه به

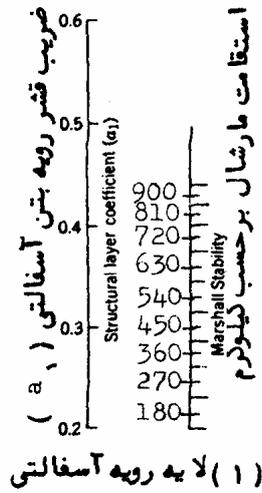
ضریب منطقه ای و W بدست می آیند .



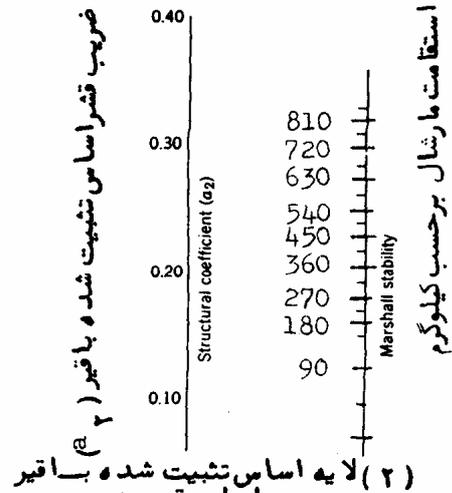
تعیین ضخامت کل روسازی

شکل ۲ ($p_t = 2.0$)

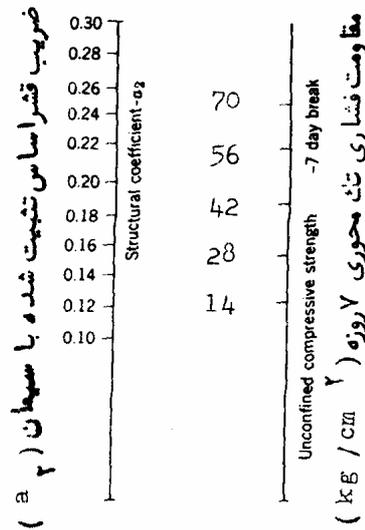
۳- تعیین ضرائب قشر : با استفاده از نمودگرام شکل ۳ با توجه به نوع مصالح لایه ها بدست می آیند .



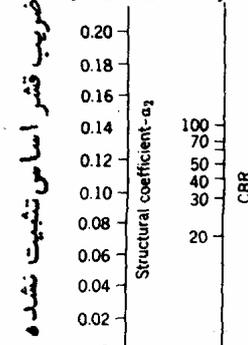
(۱) لایه رویه آسفالتی



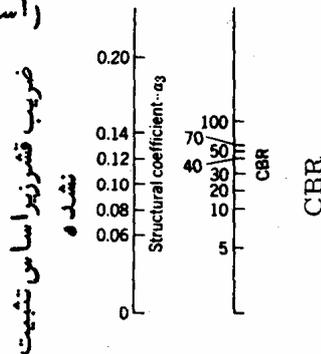
(۲) لایه اساس تثبیت شده با قیر (اساس قیری)



(۳) لایه اساس تثبیت شده با سیمن (اساس سیمانی)



(۴) لایه اساس تثبیت نشده



(۵) لایه زیر اساس تثبیت نشده

شکل ۳ نمودرهای مربوط به تعیین ضرائب قشر مصالح مختلف (روش آستو)

ضرائب قشر برای لایه ها :

ضریب قشر رویه بتن آسفالتی $a_1=0/44$

ضریب قشر لایه اساس شن و ماسه ای $a_2=0/13$

ضریب قشر لایه زیراساس مخلوط شن و ماسه ای $a_3=0/08$

۴- تعیین ضخامت لایه ها :

با استفاده از رابطه عدد ضخامت روسازی مقادیر D_3 ، D_2 ، D_1 طوری انتخاب می شوند که رابطه ذیل برقرار باشد

که ابتدا D ها حدس زده می شوند :

$$SN = 1/2.5(a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3) = 1/2.5(.44d_1 + .13d_2 + .08d_3)$$

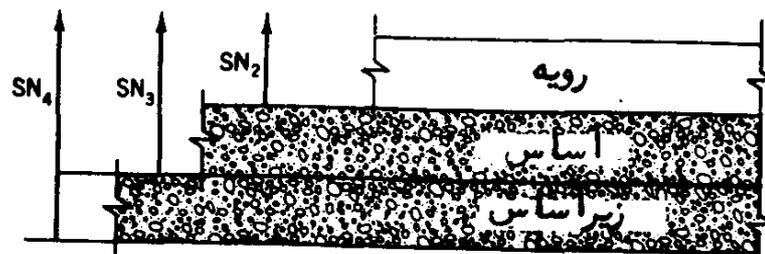
$$D_1 = 13 \text{ cm}$$

$$D_2 = 24 \text{ cm}$$

$$D_3 = 34 \text{ cm}$$

۵- کنترل ضخامت لایه ها :

با استفاده از روش ونتیل داریم (شکل شماره ۴) :



شکل ۴ روش ونتیل برای تعیین حداقل ضخامت لایه های روسازی

لایه	CBR	Si	SNi
خاک بستر	۳	۳	۳/۵
زیر اساس	۱۰	۵/۳	۲/۵۴
اساس	۷۰	۹/۵	۱/۷۶

محاسبه D های حداقل:

$$Sn2^* = a1d1/2.5 = .44*13/2.5 = 2.28$$

$$Sn3 = a2d2/2.5 = .13*20/2.5 = 1.04$$

$$D1 = 2.5 sn2^*/a1 = 12.95$$

$$D2 = 2.5(sn3 - sn2^*)/a2 = 5\text{cm}$$

$$D3 = (sn4 - sn3^* - sn2^*)/a3 = 5.62$$

بطوری که ملاحظه می شود چون مقادیر حداقل ضخامت لایه ها کمتر از ضخامت های انتخابی هستند لذا طرح انتخابی

قابل قبول است. معمولاً در طرح روسازی ها باید چندین طرح مختلف قابل قبول از نظر فنی انتخاب شده و سپس

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.

F1 - شاخص 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 $4/7$ برای مصالح متوسط برابر 8