

محوطه سازی

فصل اول

آماده سازی محیط و محوطه سازی

آماده سازی محیط و محوطه سازی

برای اجرای هر پروژه عمرانی شامل اجرای ساختمانی ، خیابانها ، تأسیسات انتقال آب و ... اولین مرحله ، آماده سازی منطقه و محیطی است که قرار است پروژه در آن اجرا شود. به مجموعه عملیاتی که منجر به ایجاد یک محیط آماده و ایمن جهت اجرای پروژه می شود آماده سازی محیط شامل موارد زیر می باشد :

۱-۱- تخریب ساختمانها . بناها و تأسیسات بلامصرف موجود

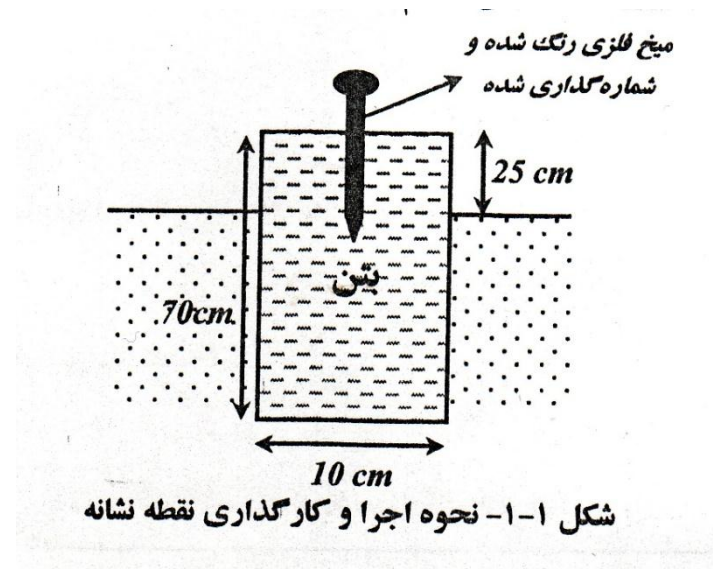
کلیه بناها ، تأسیسات و فضاهائی که از قبل در محیط اجرا شده و امکان استفاده آنها در طرح جدید با رعایت موازین فنی وجود ندارد بایستی تخریب شود .

نکته ۱ : در حین تخریب ساختمانها ، قطع انشعابات آب و برق ، گاز و تلفن ، باید قبل از تخریب با سازمانهای مربوطه اعم از شهرداری سازمان آب ، شرکت برق منطقه ای ، شرکت گاز و مخابرات هماهنگی صورت گیرد و مجوز تخریب اخذ شود

۲- در تخریب بناهایی که دارای ارزش خاص ملی و فرهنگی هستند ، و بناهایی که در تخریب آنها به اجزاء و عناصری دارای آثار باستانی و فرهنگی برخورد کنیم ، هماهنگی با اداره مربوط (سازمان میراث فرهنگی) الزامی است .

۲-۱- تعیین و ایجاد نقاط نشانه

نقاط نشانه نقاطی هستند که توسط کارفرما یا دستگاه نظارت در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد تا بواسطه مختصات آن نقاط، مرزهای محوطه اجرای پروژه مشخص شود و امکان پیاده سازی نقشه اجرائی فراهم شود.



مشخصات نقاط نشانه

- (۱) نسبت به هم دید کافی داشته باشند. (امکان کنترل نسبت به هم موجود باشد).
- (۲) حتی الامکان در فواصلی از هم باشند که پیاده کردن نقاط به سختی یا با خطای زیاد توأم نباشد.
- (۳) نقاط نشانه غالباً از نوع میخهای فولادی یا میله های فولادی هستند.
- (۴) نقاط نشانه بر روی پایه های بتنی به ابعاد $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ و ارتفاع 70 cm اجرا می شوند.
- (۵) حداقل 25 cm از ارتفاع پایه بتنی بالاتر از سطح زمین باشد.
- (۶) نقاط نشانه (میخهای نشانه) حتماً رنگ آمیزی و دارای شماره مشخص باشند.

۳-۱ - قطع درختان و پاکسازی گیاهان

حتی الامکان باید سعی شود درختان ، خصوصاً درختان چندین ساله و زیبا حفظ شوند . چنانچه ناگزیر از قطع درختان باشیم ، قطع درختان حتماً با اخذ مجوز کارفرما یا دستگاه نظارت باید صورت گیرد.

توجه :



تعداد ، محل ، حجم عملیات و نحوه قطع درختان و پاکسازی محوطه ، قبل از انجام کار باید با دستگاه نظارت صورت مجلس شود .

- ① نکته ۲ : (۱) استفاده از مواد منفجره فقط با مجوز دستگاه نظارت و برای ریشه های عمیق و بزرگ مجاز است .
- ② در صورت عدم استفاده از مواد منفجره ، تنه درخت در نزدیکترین فاصله از سطح زمین بریده شده ؛ اطراف محل خاکبرداری و ریشه های ضخیم از عمق حداقل ۵۰ CM زیر سطح خاک قطع می شوند . سپس سطح قطع شده ریشه ها سوزانده شده و محل خاکبرداری با شفته آهک یا سیمان مجدداً پر می کشد . ③

سپس سطح قطع شده ریشه ها سوزانده شده و محل خاکبرداری با شفته آهک یا سیمان مجدداً پرمی کشد .

۴-۱ - پر کردن چاه ها و قنوات

چاه ها و قنوات و کانالهای قدیمی عبور آب که در طرح جدید مورد مصرف ندارند و همچنین مزاحمتی برای اجرای پروژه دارند باید قبل از اجرای پروژه به طور فنی و دقیق پر شوند . مصالح مورد مصرف جهت پر کردن چاه ها ، قنوات و کانالها ، خاک غیر آلی ، سنگ لاشه همراه شفته می باشد .

● نکته ۳ : قناتها و کانالهای آبدار حتماً بایستی حفظ شوند و در صورت نیاز به لایروبی و مرمت ، لایروبی شوند .

- به جای پر کردن چاه می توان در دو مورد از طوقه چینی و مسدود نمودن دهانه چاه برای این منظور استفاده کرد :

(۱) عمق و حجم چاه به قدری باشد که پر کردن چاه توجیه اقتصادی نداشته باشد .

(۲) خاک اطراف و بدنه چاه دارای مقاومت کافی و مناسب باشد .

- در مورد قنات‌ها اگر عمق قنات کمتر از ۱۰ متر باشد ، مصالح مورد مصرف جهت پر کردن خاک ، شفته و سنگ لاشه است ولی در عمق‌های بیش از ۱۰ متر ، خاک مخلوط رود خانه ای و در صورت نیاز به تثبیت خاک و مقاومت بیشتر از شفته آهکی استفاده می شود .

۵-۱- زهکشی (seepage)

زهکشی عبارت است از مجموعه عملیاتی که به منظور کنترل سطح آبهای زیرزمینی محوطه به تثبیت تراز آب و احیاناً پائین آوردن سطح تراز آبهای زیرزمینی تا عمق مورد نظر انجام می شود . نهایتاً آبهای زیرزمینی و سطحی جمع آوری شده توسط لوله های سطحی و زیر زمینی و کانالها تخلیه می شوند .

۱-۵-۱ - روشهای زهکشی

۱) روش گرانی (روش ثقلی) :

در این روش آبهای سطحی زیرزمینی با توجه به وزن خود و استفاده از شیب توپوگرافی محوطه و توسط یک شبکه لوله جمع آوری و دفع می شوند .

☉ نکته ۴ : شبکه جمع آوری و زهکشی ۲ نوع مختلف می باشد :

۱) شبکه شامل لوله های فرعی و اصلی که عمود بر یکدیگر قرار می گیرند .

۲) شبکه استخوان ماهی : شامل یک لوله اصلی به مثابه ستون فقرات ماهی و لوله های فرعی که از اطراف به آن متصل می شوند (با زاویه حدود ۴۵ درجه) .

☉ نکته ۵ : جنس لوله های زهکشی : آزبست سیمانی - PVC - پلی اتلین و

پروپیلن - سفالی

☉ نکته ۶ : در بدنه لوله زهکشی از هر جنس شیارهائی جهت نفوذ آب به داخل لوله

اجرا می شود .

☉ نکته ۷ : محل استقرار لوله در ترانشه ای به عرض حدود ۳۵cm تا ۴۵ cm

می باشد که اطراف لوله با مصالح فیلتر پر می شود .

۲) روش پمپاژ :

در این روش با حفر چاه هایی عمیق موسوم به زهکش ، و پمپاژ آب از آنها به بیرون سطح آب زیرزمینی محوطه کاهش پیدا می کند .

۳) روش پرده عایق :

در این روش از سپرهای فلزی و یا عمدتاً از دیواره ای باعرض ۵۰ cm تا ۶۰ cm از جنس مخلوط گل حفاری (بنتونیت) و سیمان استفاده می شود. عمق این دیواره تا رسیدن به لایه نفوذ ناپذیر ادامه پیدا می کند.

۴) استفاده از جدول گذاری و شبکه کانالها و آبروها :

این روش جهت جمع آوری آبهای سطحی و یا در انتهای عملیات جمع آوری آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرد و هدف آن انتقال آب های جمع آوری شده به خارج از محوطه است. مقطع هندسی کانالها و جداول عبارتند از : کانپو (V شکل) ، دایره و نیمدایره و یا مستطیل است.

☞ نکته ۸ : ۱) در جدول های بتنی متداول که ضخامت کمی دارند ، میلگرد در بتن استفاده نمی شود ولی در جداول بتنی ضخیم حتماً باید بتن مسلح باشد (بتن با عیار حداقل ۲۵۰).

☞ نکته ۹ : ۲) حداقل قطر لوله های آبرو ۸۰ cm است .

☞ نکته ۱۰ : ۳) مقطع کانپو یا V شکل در انتقال آبهای سطحی با دبی های بالامورد استفاده قرار می گیرد.

☞ نکته ۱۱ : ۴) حداقل ضخامت بتن کف آبروها در وسط آبرو ۱۰ cm و چنانچه احتمال عبور وسائط نقلیه وجود داشته باشد ۱۵ cm است .

فصل دوم

عملیات خاکی

عملیات خاکی

عملیات خاکی در مبحث محوطه سازی شامل فعالیتهای زیر می شود :

- (۱) خاک از محلهائی که تراز زمین نسبت به تراز لازم در پروژه مورد نظر رقوم بالاتری دارد برداشته می شود که به آن « خاکبرداری » گفته می شود .
- (۲) در محلهائی که نیاز است رقوم زمین در محل به رقوم بالاتری برسد ، توسط خاک برداشته شده از محلهای خاکبرداری یا خاک تهیه شده از قرضه ، خاکبرداری صورت می گیرد .

- (۳) در محلهائی که به دلیل ایجاد فضای سبز و رویش گیاهان نیاز به اصلاح خاک احساس شود عملیات خاکی عبارت خواهد بود از برداشت یک لایه خاک و جایگزینی آن با خاک مناسب (شامل مواد معدنی و کانیهای مورد نیاز گیاه) .

۱-۲- تعریف

- محل قرضه : به محلهائی که توسط کار فرما یا نظارت به عنوان مکانهای دارای خاک مناسب جهت استفاده در خاکریزی مشخص می شود ، قرضه گفته می شود . چنانچه خاک برداشته شده از خاکبرداری جهت خاکریزی به دلایلی مناسب نباشد خاک مناسب باید از نزدیکترین قرضه تأمین شود .
- دپو : به محلهائی که خاک ناشی از خاکبرداری در آنجا جمع آوری می شود ، محلهای دپو گفته می شود .

۲ - ۲ - تراکم خاک

به کاهش حجم فضای خالی بین ذرات خاک و یا بین ذرات خاک و یا به عبارتی کاهش درصد تخلخل خاک در اثر بارگذاری ، تراکم خاک گفته می شود .
☛ نکته ۱ :

- (۱) در مقطع هندسی راه ، هر چه لایه ای از خاک به سطح راه ، « رقوم صفر » نزدیکتر باشد میزان تراکم آن باید بیشتر باشد . بر این اساس خاک بستر روسازی را باید حتماً کوبید و متراکم کرد که برای این کار از غلطک استفاده می شود .
 - (۲) خاک در درصد رطوبتی بهینه (w_p) ، حداکثر وزن مخصوص خشک خود را خواهد داشت که متراکمترین حالت خاک هم خواهد بود .
- درصد تراکم : نسبت وزن مخصوص خشک خاک به حداکثر وزن مخصوص خشک آزمایشگاهی خاک را درصد تراکم می گویند .

R : درصد تراکم خاک

w_d : وزن مخصوص خشک در محل

$$R = \left(\frac{w_d}{w_d \max} \right) \times 100$$

$(w_d) \max$: وزن مخصوص خشک حداکثر در آزمایشگاه

۳-۲- نکات فنی تراکم بر اساس آیین نامه فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی

- ۱) حداقل میزان درصد تراکم لایه های از خاک که در عمق های بیش از ۷۵ cm از سطح نهائی خاکریز قرار می گیرند ۹۰ درصد است و برای لایه های با عمق کمتر از ۷۵cm تا سطح خاکریز ، این میزان حداقل ۹۵ درصد است .
- ۲) حداکثر ضخامت لایه های خاک در هر بار کوبیده شدن توسط غلطک در جدول زیر مشخص شده است .

جدول ۱-۲ - حداکثر ضخامت لایه های خاک قابل تراکم توسط غلطک ها

ضخامت حداکثر (cm)	مشخصه راه
۱۵	راه اصلی
۲۵	راه فرعی
۳۰	راه روستائی
۳۵	راههای موقت جهت دسترسی موقت

۴-۲- مشخصات گروه های خاک بر اساس روش ASHTO

رده بندی استاندارد ASHTO متداولترین و معتبرترین استاندارد راهسازی است که طبق آن خاک به گروههای A-۱ تا A-۸ تقسیم بندی می شود. هر چه عدد بعد از A بزرگتر باشد خاک ریز دانه تر و مرغوبیت آن کمتر است.

خاکهای درشت دانه که عبوری از الک نمره ۲۰۰ آن کمتر از ۳۵ درصد است در رده های A-۱ تا A-۳ و سایر خاکها که دارای ریز دانه (لای و رس) هستند در رده های A-۴ تا A-۷ قرار می گیرند ؛ خاکهای آلی هم در رده A-۸ واقع می شوند .

جدول ۲-۲- رده بندی و مشخصات خاک ها بر مبنای روش ASHTO

نام خاک	اجزا تشکیل دهنده	مواد مصرف و خصوصیات
A-۱	قلوه و شن و ماسه	بهترین خاک برای محوطه سازی
A-۲	شن و ماسه + لای و رس	نباید در رویه های شنی و مناطق مرطوب و سرد استفاده شود ولی در لایه اساس و زیر اساس مناسب است .
A-۳	ماسه ریز دانه	بهترین مصالح بستر روسازی (به شرط تراکم با درصد رطوبت بهینه)
A-۴	خاک لای دار با حد روانی کم	بهترین خاک روسازی مسیرهای محوطه (به شرط عدم تماس با سرما در رطوبت زیاد)
A-۵	خاک لای دار با حد روانی زیاد	
A-۶	رس با حد روانی کم	برای تقویت خاکهای درشت دانه که دانه بندی نامناسب دارند استفاده می شود
A-۷	رس با حد روانی بالا	
A-۸	خاکهای آلی	نامرغوبترین خاک برای محوطه سازی اما در فضای سبز استفاده می شود

● نکته ۲ :

(۱) هر چقدر خاک درشت دانه تر باشد در مقایسه با خاکهای ریز دانه وزن مخصوص بیشتری دارد .

(۲) هر چقدر خاک درشت دانه تر باشد درصد رطوبت بهینه آن کمتر خواهد بود .

● نکته ۳ : آزمایش استاندارد تعیین میزان تراکم خاک در استاندارد راهسازی ASHTO ، به آزمایش پروکتور موسوم است .

۵-۲- پارامترهای فیزیکی مصالح خاک مرتبط با محوطه سازی و بستر سازی

- ۱) دانه بندی : مرز ریز دانه و درشت دانه در روش ASHTO الک نمره ۲۰۰ با درصد عبوری ۳۵ درصد و مرز تعیین شن و ماسه در خاکهای درشت دانه الک نمره ۱۰ است .
- ۲) مرز ریز دانه خاک : هر چقدر خاک از ریز دانه عاری باشد ، وزن مخصوص آن زیاد و نفوذ پذیری آن بیشتر می شود . در این خاکها اثر تورم محسوس نیست اگر میزان ریز دانه از درشت دانه بیشتر باشد، تراکم آن ساده تر می شود ولی مقاومت خاک با افزایش رطوبت به طور قابل توجهی افت می کند .

۳) شکستگی : مصالح کوهی از مصالح رود خانه ای درجه شکستگی بالاتری دارند . مقدار قدرت باربری و استحکام آنها بیشتر است که علت آن درجه بالای قفل و بست شدن دانه هاست . از این رو مصالح مرغوبتری در محوطه سازی هستند .

۴) خواص خمیری (حدود اتر برگ) : هر چه مصالح ریز دانه فعالتری (MH,CH) داشته باشند حد روانی و دامنه خمیری آنها بیشتر است .

۵) سختی (درجه سایش): مصالح درشت دانه (شن) لایه های اساس و زیر اساس باید تحت وزن و بار گذاری خرد نشوند آزمایش استاندارد این فاکتور آزمایش لوس آنجلس است که در آن استوانه ای فلزی به قطر ۷۵cm و طول ۵۰cm با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به میزان ۵۰۰ دور می چرخد . خاک داخل استوانه در اثر برخورد با گلوله های فلزی استاندارد داخل آن ساییده می شود که معیاری از درجه سایش خاک است .

🔸 **نکته ۴ : ۱)** درصد ساییدگی عبارت است از وزن بخش عبور کرده خاک

ساییده شده از الک نمره ۱۲ به وزن کل خاک

۲) حداکثر درصد ساییدگی مصالح مورد استفاده در اساس و زیر اساس ۵۰ درصد است.

۶) **تمیزی :** مصالح مورد استفاده در محوطه سازی و روسازی حتی الامکان باید عاری از مواد اضافی باشد میزان تمیزی مصالح را آزمایش هر اندازه مصالح تمیزتر باشد ، مواد رسی و ریز دانه آن کمتر ، مرغوبیت آن بیشتر و مقدار ارزش ماسه ای آن هم بیشتر است .

۷) **نفوذپذیری :** لایه رویه (سطحی) روسازی حتی الامکان باید در برابر آبهای سطحی و ناشی از بارش نفوذپذیر باشد که لزوم شیب عرضی را ایجاب می کند

۶-۲- وسایل متراکم کردن خاک در عملیات راهسازی و محوطه سازی

نام غلطک	انواع زیر مجموعه	تنش اعمالی بر خاک kg/cm ^۲	وزن (تن)	مشخصات موارد بکارگیری
غلطک	۱- سه چرخ	۹۰-۱۰	۱۸ تا ۲۳	- لایه کشی رویه و آسفالت
یا چرخ	۲- دو چرخ ناسم			- توانایی تراکم ۱۵ سانتی متر خاک یا ۸ یار رقت و برگشت
قoulادی	۳- سه چرخ ناسم			- تراکم خاکهای دانه ای - شن و ماسه شسته
غلطک	۱- سیک (چرخ کوچک)	-----	۱۰ تا ۲	نوع ۱) تراکم آسفالت و خاکهای رسی و لای دار (خاک نوام یا ریز دانه)
لاتیکی	۲- سگین (چرخ کوچک)			نوع ۲) مناسب جهت تراکم یستر قرودگاه و سد های خاکی ضخامت لایه تراکم برای نوع (۱) ۲۰ cm و برای نوع (۲) ۶۰ cm است .
غلطک	۱- پاچه پهن	۵۶-۷	۱۸ تا ۲	- مناسب ترین وسیله تراکم خاکهای چسبیده ، رس دار ، لای دار و ماسه دار
یا چه یزی	۲- پاچه میک			توانایی تراکم خاکها در ضخامت ۱۵cm تا ۳۰ cm

هر فعالیت فیزیکی یا شیمیایی که نتیجه آن منجر به این شود که یک یا چندین پارامتر از مشخصات فنی خاک به منظور مشخصی بهبود و ترقی پیدا کند، خاک نامیده می شود در مجموع تثبیت خاک روشی است برای مرغوبتر کردن و کاراتر کردن مصالح خاک .

مصالح مصرفی و مواد مورد استفاده در تثبیت خاکها : آهک ، سیمان ، قیر .

اثر آهک و سیمان : چنانچه خاکی به طور طبیعی دارای خواص خمیری بالایی باشد برای لایه هایی اساس و زیر اساس مناسب نیست بدین منظور با اضافه کردن آهک و سیمان ، خاک دج تر شده ، خواص خمیری آن کاهش می یابد و مقاومت و باربری آن افزایش پیدا می کند بنابراین اثر آهک و سیمان کاهش خاصیت خمیری است .

اثر قیر : از قیر برای تثبیت خاکهای با درصد ریز دانه کم و خواص خمیری کم استفاده می شود همچنین قیر میزان نفوذپذیری و در نتیجه مقدار تورم خاک را کاهش می دهد و خاک را در برابر یخ زدگی و یخبندان مقاومتر می کند .

۱-۷-۲- تثبیت با آهک

- در تثبیت با آهک : واکنش پوزولانی (آهک + آب + مواد سیلیس دار و آلومین دار) موجب چسبندگی ذرات خاک می شود .
- دامنه استفاده از آهک ، ۵/۰ تا ۸ درصد وزن خشک خاک است .

۱) خاکهای فعال (با واکنش) : خاکهایی هستند که در اثر تثبیت با آهک و

ظرف ۲۸ روز در دمای ۲۰۰ ، بیش از ۳/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع

مقاومت فشاری داشته باشند .

واکنش خاک با حضور آهک

۲) خاکهای خنثی (بدون واکنش) : خاکهایی که تحت شرایط دمای ۲۰۰ و

بعد از ۲۸ روز از تثبیت با آهک مقاومت فشاری شان از $315 \frac{kg}{cm^2}$ کمتر

باشد .

- در اثر تثبیت با آهک میزان تورم خاک به میزان قابل توجهی (از حدود ۱۰ درصد به ۱/۰ درصد) برابر کاهش می یابد .

- خاکی از نظر تثبیت با آهک ، مطلوب تشخیص داده می شود که دارای مقاومت ۷ روزه ۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و مقاومت ۲۸ روزه ، ۱۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد .

- بعلت اثر مطلوب گرما در مقاومت خاک تثبیت شده با آهک ، شفته آهکی در مناطق گر کارا تر است .

- برای سنجش مقاومت خاک تثبیت شده با آهک (شفته آهکی) از آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا یا CBR استفاده می شود . CBR خاکها در درصد رطوبت طبیعی خاک باید بین ۱۵ تا ۲۵ باشد .

- حداکثر زمان وقفه بین اختلاط خاک با آهک و متراکم کردن آن در مصالح شنی ۲ روز و در مصالح ریز دانه ۴ روز است .

در مناطق گر و خشک جهت جلوگیری از سوختن و خشک شدن مصالح بدلیل تبخیر آب ، باید مصالح را آبپاشی مستمر و یا با لایه ای از قیر محلول یا امولسیون قیر پوشش داد .

روش های متداول مصرف آهک

۱- آهک شکفته خشک

۲- آهک زنده

۳- دوغاب آهک

جدول ۲-۴- محاسن و معایب انواع آهک مصرفی در تثبیت خاک ها

نوع	اشکالات استفاده	محاسن استفاده
آهک شکفته خشک	۱- توام با گرد و خاک ۲- کلهش رطوبت آب و نیاز زیاد جهت اختلاط	سرعت پخش و اجرا در محلهائی که کلهش رطوبت خاک مطلوب است.
آهک زنده	۱- برای تماس با پوست و بدن خطرناکتر است ۲- آب بیشتری احتیاج دارد .	- میزان آهک بیشتر (حدود $\frac{1}{4}$) - وزن مخصوص بالاتر - خشک کردن سریعتر خاک
دوغاب آهک	در خاکهای مرطوب و فصل سرما مناسب نیست.	- کیفیت بکنواخت و ممکن خاک تثبیت شده - عدم گرد و خاک حین اجرا - کلهش هزینه عملیات به دلیل سهولت اجرا

۲-۷-۲- تثبیت خاک با قیر

(۱) قیر خالص با درجه نفوذ ۸۵ تا ۱۵۰

(۲) قیر زودگیر (RC)

(۳) اولسیون (محلول) قیرهای دیر شکن (MS)

خاکهایی با قیر تثبیت می شوند که از نوع درشت دانه شنی باشند ، مقدار ریز دانه و در نتیجه خواص خمیری آنها کم باشد و امکان خرد کردن کلوخه ها و تماس دانه های خاک با قیر موجود باشد . میزان مصرف قیر در تثبیت حدود ۴ تا ۸ درصد وزن خشک خاک است .

(۱) قیر خالص با درجه نفوذ ۸۵ تا ۱۵۰

(۲) قیر زودگیر (RC)

(۳) اولسیون (محلول) قیرهای دیر شکن (MS)

قیرهای مناسب برای تثبیت خاک

۳) خاک های درشت دانه - شنی : مقدار سیمان لازم تابعی از درصد مواد ریز دانه است (۲ تا ۶ درصد وزن خشک خاک)

نحوه اجرا : عملیات اجرا شامل مراحل : شیار دادن خاک - نرم و خرد کردن قطعات

بزرگ و کلوخه - پخش یکنواخت سیمان - پخش آب لازم - اختلاط خاک و سیمان

- تراکم و نهایتاً عمل آوری است .

نکته ۵ : به علت سرعت گیرائی سیمان ، راه و مسیر را در طولهای ۱۰۰ تا ۴۵۰ متری تثبیت می کنند.

۴-۷-۲ - غرقاب کردن

روش سنتی جهت تثبیت خاکهای ماسه ای و بدون ریز دانه ، شنی و بدون رس است ولی در خاکهای ریز دانه و شن همراه با رس مناسب نیست .

فصل سوم

روسازی مسیرها و معابر

روسازی مسیرها و معابر

- ☆تعریف : روسازی سازه ایست مرکب از لایه های خاک ، یا خاکهای تثبیت شده با مشخصات فنی مشخص که به منظور های زیر ایجاد می شود :
- الف - ایجاد یک سطح هموار جهت تردد وسائط نقلیه و عابر پیاده
 - ب - ایجاد یک پوشش و عایق مناسب برای خاک بستر مسیر یا معیر به منظور جلوگیری از اثرات نامطلوب عوامل جوی اعم از بارش ، یخبندان و تغییرات شدید درجه حرارت.
 - ج - توزیع مناسب تنش در لایه های خاک تا زمانی که تنش وارده بر خاک بستر در حد تحمل خاک بوده و موجب تغییر شکله (نشست) های نامطلوب نشود ؛
(افزایش مقاومت برشی خاک)

۱-۳- معرفی اصطلاحات

- ۱) **سیستم پیاده** : به مجموعه عوامل و اجزاء محیط پیاده رو گفته می شود (عابران پیاده و کلیه امکانات لازم در پیاده رو)
- ۲) **شیبراهه** : به مسیر شیبدار کوتاهی اطلاق می شود که دو سطح از مسیر با تراز های متفاوت را به هم متصل می کنند.
- ۳) **رابط پیاده رو** : مسیر کوتاهی است که می تواند پل ، جدولی شیبدار ، شیبراهه و ... باشد و سطح پیاده رو و سواره رو را به هم وصل می کند .
- ۴) **جزیره** : به مساحت و ناحیه شاخصی از محیط سواره رو اطلاق می شود که به منظور هدایت و سایط نقلیه ، ایمنی عابران پیاده و یا جهت نصب تجهیزات کنترل ترافیک احداث می شود .
- ۵) **حاشیه** : بخشی از کنار مسیر است که حد فاصل سطح سواره رو پیاده رو می باشد

۶) آزادراه : به معبری دو طرفه گفته می شود که تقاطع های آن غیر هم سطح بوده ، دو طرف معبر کاملاً از هم جدا بوده و حرکت عابران پیاده ، موتور سیکلت و دوچرخه در حریم آن ممنوع باشد .

۷) بزرگراه : به معبر دو طرفه منفک شده ای اطلاق می شود که تقاطع های آن غیر هم سطح بوده ، دو طرف معبر کاملاً از هم جدا بوده و حرکت عابران پیاده ، موتورسیکلت و دوچرخه در حریم آن ممنوع باشد .

۸) مسیر شریانی : به معبر دو طرفه ، با تقاطع های هم سطح گفته می شود که دسترسی به مراکز حساس و با کاربری های بالا را مهیا می کند .

۹) خیابان دسترسی : به معبری گفته می شود که دسترسی مستقیم به کاربری مسکونی و خدمات وابسته و ارتباط بین واحد های هم جوار را فراهم می کند .

۲-۳- لایه های روسازی

در سازه رو سازی از سطح تا بستر ، به ترتیب مصالح مقاومتر ، دانه بندی مناسبتر و مرغوبتر در لایه های بالائی و مصالح بی کیفیت تر لایه های پایینی قرار می گیرند .
روسازی یک مسیر شامل لایه های زیر است :

(۱) خاک بستر

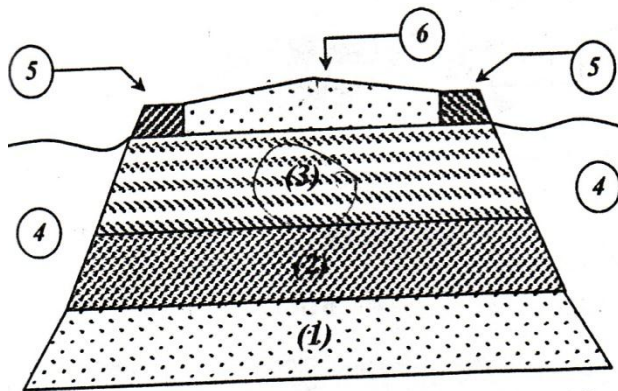
(۲) زیر اساس subbase

(۳) اساس Base

(۴) محیط مجاور راه (خاک محیط طبیعی)

(۵) شانه

(۶) رویه راه



شکل ۳-۱- مقطع سازه روسازی مسیر و لایه های تشکیل دهنده

۱) **خاک بستر:** لایه ای از خاک محیط است که از مواد مضر که مقاومت خاک را کاهش می دهند (عمدتاً مواد آلی) پاک شده باشد خاک بستر حتماً باید تا حد مشخصات فنی پروژه کوبیده شده و به درصد تراکم مورد نظر برسد.

۲) **زیر اساس:** حد فاصل خاک بستر و لایه اساس قرار می گیرد و از مصالح با مرغوبیت متوسط و نسبتاً خوب تشکیل شده است. معمولاً از مصالح سنگ شکسته و یا مخلوط شن و ماسه با دانه بندی مناسب تشکیل می شود.

۳) **اساس:** حد فاصل رویه و زیر اساس قرار می گیرد. مرغوبیت مصالح آن از زیر اساس در درجه بالاتری قرار می گیرد. جنس مصالح آن از سنگ شکسته، شن و ماسه شکسته، مصالح تثبیت شده با قیر یا آهک یا سیمان می باشد.

🕒 **نکته ۱ :** اساس قیری (بتن آسفالتی کم قیر) ، نوعی اساس است که در آن مصالح تثبیت شده با قیر ساخته می شود و فقط در معابر با تردد بالای وسایط نقلیه ، و یا معابری با مقاومت خاک ضعیف ، کاربرد دارد.

🕒 **نکته ۲ :** اساس می تواند شنی یا ماکادامی باشد .

اساس شنی : دارای مصالح تهیه شده از کوه یا رودخانه است .

اساس ماکادامی : مصالح آن از سنگ کوهی یا سنگ رودخانه شکسته است .

رویه : لایه ای است از جنس بسیار مرغوب و با مقاومت بسیار بالا . مصالح آن در معابر با ترافیک شدید و سنگین از مصالح با کیفیت شامل بتن آسفالتی یا سیمانی می باشد اگر ترافیک وضعیت متعادلی داشته باشد جنس رویه می تواند از آسفالت مخلوط در محل ، یا آسفالت سطحی باشد . در ترافیک های ضعیف و آمد و شدهای کم ؛ (راههای فرعی و روستائی) رویه از جنس شن می باشد که به رویه شنی معروف است .

۱) دانه بندی

مصالح مورد استفاده در سازه روسازی عمدتاً دارای دانه بندی درشت به همراه ریز دانه هستند که به ترتیب که در لایه های پایین تر می رویم قطر دانه (متوسط) افزایش پیدا می کند. به طور کلی می توان به موارد زیر در دانه بندی مصالح روسازی اشاره کرد:

- مصالح درشت دانه با درصد ریز دانه بسیار کم، دارای تخلخل و نفوذپذیری بالا؛ مقاومت و باربری بالا، خطر کم تورم ناشی از یخبندان هستند و متراکم کردن آنها مشکل است.

- مصالح درشت دانه با درصد ریز دانه بالا؛ عملاً غیر قابل نفوذ هستند؛ مقاومت و باربری کمی دارند؛ خطر تورم در آنها بالاست ولی تراکم به سهولت صورت می گیرد.

(۲) سختی

معیار خردشدگی مصالح در اثر بارگذاری است حداکثر مصالح اساس در آزمایش انجماد و ذوب متوالی ۱۲ درصد و در رویه شنی ۱۵ درصد است. روش آزمایش سختی، آزمایش لوس آنجلس است که در فصل قبل به آن اشاره شده است. آیین نامه راهسازی ASHTO حداکثر درجه ساییدگی مصالح روسازی را به ۵۰ و آئین نامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی به ۴۵ درصد محدود کرده است.

☉ نکته ۳: سنگ رسی مصالحی است که در عدم حضور و تماس با آب مقاومت بسیار بالایی دارد و در تماس با آب و رطوبت به سادگی خرد می شود و هرگز در روسازی مصرف نمی شود.

(۳) شکستگی

هر چه مصالح شکسته شده باشند مقاومت و باربری آن بالاتر و تخلخل و نفوذ پذیری آن کمتر است بیش از نیمی از وزن مصالح لایه اساس مانده روی الک نمره ۴، بر اساس آیین نامه سازمان مدیریت و برنامه ریزی، باید به طور مصنوعی شکسته باشند.

۴) تمیزی مصالح

مصالح مورد استفاده در روسازی باید تمیز و عاری از مواد خارجی باشند و هر اندازه مصالح تمیز تر باشد مقدار هم ارز ماسه آن بیشتر خواهد بود. تمیزی مصالح را با آزمایش هم ارز ماسه می سنجد جدول زیر مقدار هم ارز ماسه پیشنهادی آیین نامه سازمان مدیریت برنامه ریزی نشان می دهد.

جدول ۳-۱ - مقدار هم ارز ماسه برای اساس و زیر اساس

نوع راه	زیر اساس	اساس شنی	اساس فلکادام
اصلی	۲۵	۲۵	۳۰
فرعی	۲۵	۲۵	۳۰

۵) نفوذ پذیری

سازه روسازی حتی الامکان باید دارای مصالح نفوذ ناپذیر باشد در مناطق پر باران و مرطوب از لایه های زهکش در روسازی استفاده می شود .

۶) مقاومت

معیار مقاومت سنگی آزمایش CBR است حداقل مقاومت مصالح روسازی (اساس و زیر اساس رویه) برای ۸۰ درصد و برای زیر اساس ۲۰ درصد و برای رویه ۸۰ درصد است .

۷) درصد تراکم

جدول زیر حداقل درصد تراکم لایه های روسازی را بر اساس آزمایش آشتو اصلاح شده نشان می دهد .

جدول ۳-۲ - حداقل درصد تراکم لایه های روسازی

نوع راه	زیر اساس	اساس	روبه شنی
راه اصلی	۱۰۰	۱۰۰	-----
راه فرعی درجه ۱	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
راه فرعی درجه ۱	۹۵	۱۰۰	۱۰۰
راه روستائی	-----	۹۵	۹۵

۸) خواص خمیری (اتربرگ)

هر اندازه مصالح خمیری تری باشند ، حد روانی و دامنه خمیری آن بیشتر است و در مقابل مقاومت برش کمتری دارند . با این استدلال مصالح مورد مصرف در روسازی نباید بیش از حد مجاز خمیری باشند .
مقادیر توصیه شده حد روانی (LL) و دامنه خمیری (PI) در جدول زیر مشخص شده است .

جدول ۳-۳- خواص خمیری لایه های روسازی

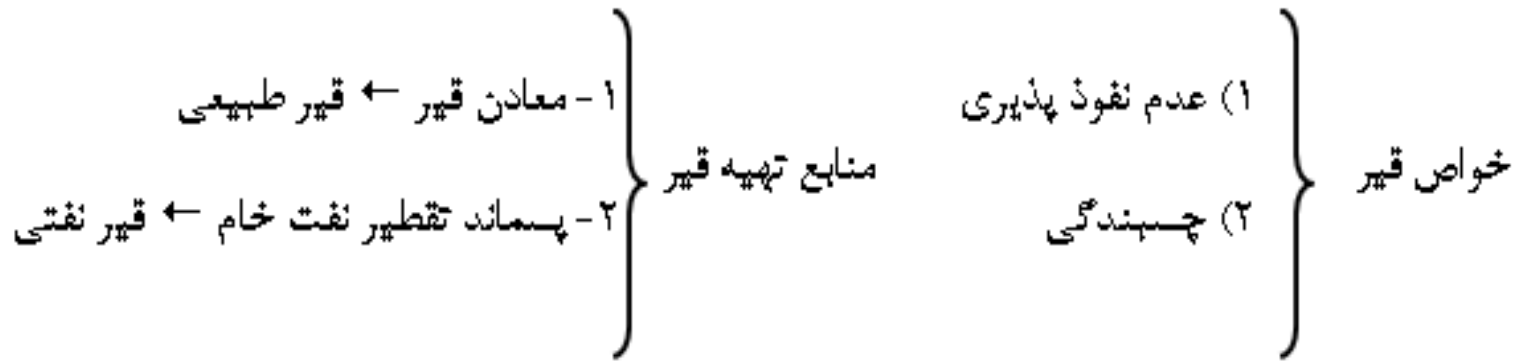
خواص خمیری	زیر اساس	اساس نثنی	اساس ماکادامی	روبه نثنی
LL	۲۵	۲۵	۳۰	۲۵
PI	۶	۶	۶	۴-۹

۴-۳- اجرای لایه های روسازی

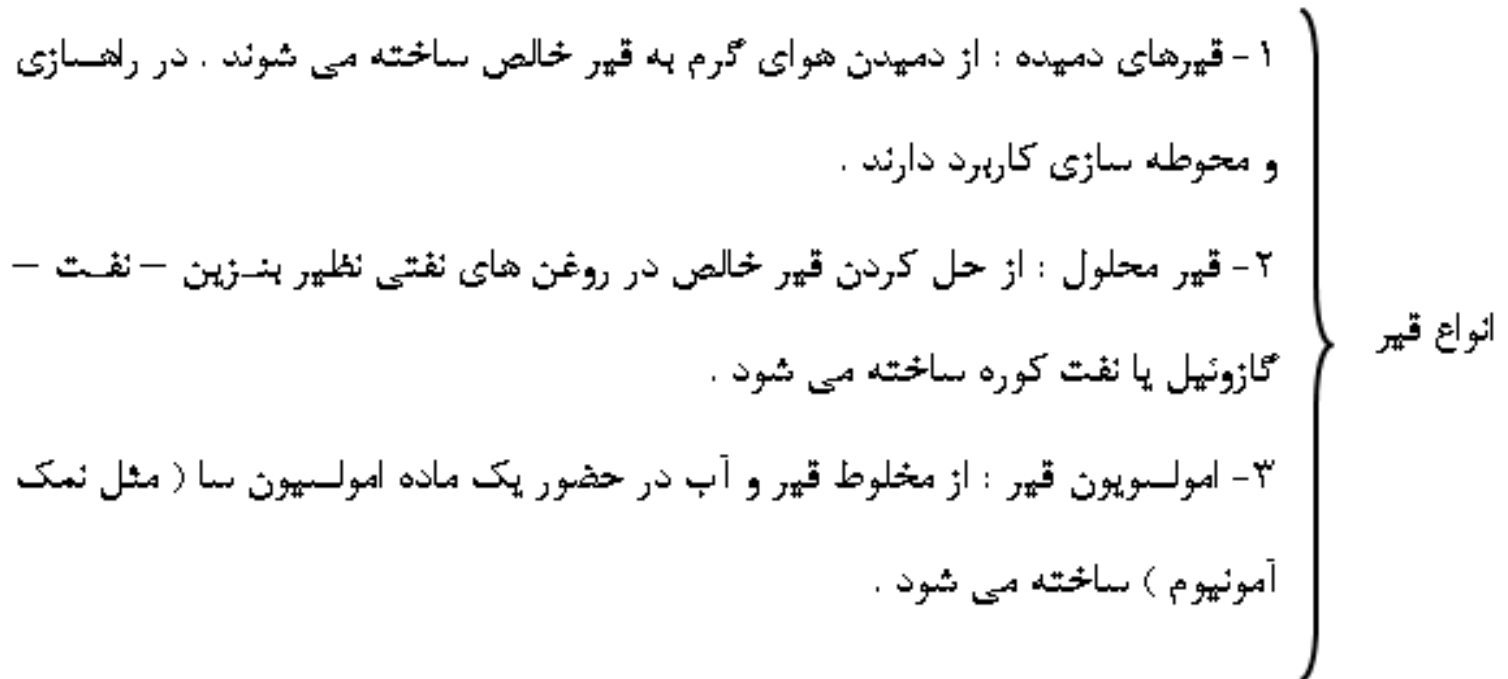
ضخامت لایه های اجزای روسازی که در هر نوبت متراکم می شوند ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر است و هرگز نباید از ۸cm کمتر باشد ماشین راهسازی مناسب جهت پخش گریدر است و بعد از غلطک بر حسب نوع خاک و درجه تراکم مورد نیاز ، برای تراکم استفاده می شود غلطک زدن باید به موازات محور طولی راه صورت پذیرد . همچنین غلطک زدن از لبه های کناری راه شروع شده و به طرف محور طولی ادامه می یابد . در قوس ها این عمل از لبه داخلی قوس شروع شده و به طرف لبه خارجی قوس ادامه می یابد .

۵-۳- قیر

ماده ای است متشکل از زنجیره ای هیدروکربنی به رنگ سیاه یا قهوه ای متمایل به سیاه



نکته ۵: هر قدر پارافین قیر کمتر باشد از نظر راهسازی و محوطه سازی مرغوبتر است .



امولسیون قیر در تهیه مخلوط قیری ، تثبیت ماسه و خاک یا قیر پاشی سطح راهها ، لکه گیری روسازی استفاده می شود .

🕒 **نکته ۶ :** قیرهای دمیده با دو عدد درجه نفوذ و درجه نرمی معرفی می شوند .

به طور

مثال قیر دمیده R80/25 دارای درجه نرمی ۸۰ درجه نفوذ ۲۵ است .

🕒 **نکته ۷ :** هر اندازه مقدار روغن ، قیرهای محلول بیشتر باشد روانی آن بیشتر است.

🕒 **نکته ۸ :** قیر تند گیر یا قیر RC : قیر محلولی است که از حل کردن قیر خالص و

بنزین ساخته می شود .

🕒 **نکته ۹ :** قیر کند گیر یا قیر MC : قیر محلولی که از حل کردن قیر خالص و بنزین

ساخته می شود .

🕒 **نکته ۱۰ :** قیر دیر گیر یا قیر SC : قیر محلولی که از حل کردن قیر خالص و نفت

گاز یا نفت کوره ساخته می شود .

نکته ۱۱: در تقطیر نفت خام ، نوعی قیر محلول دیر گیر ساخته می شود که به آن « روغن راه » می گویند و مورد مصرف آن ساخت مخلوطهای قیری در محیطهای سرد است .

نکته ۱۲: امولسیونهای قیر به انواع ناپایدار یا زود شکن **RS-** نیمه پایدار یا کند شکن **MS-** دیر شکن **SS** تقسیم می شووند .

نکته ۱۳: امولسیون های قیر بیشتر در مناطق با آب و هوای مرطوب و همراه صالح سنگی مرطوب استفاده می شوند .

نکته ۱۴: اگر متوسط درجه حرارت منطقه ای بالا باشد (مناطق گرم) روانی مصرفی در محوطه سازی باید پایین باشد . افزایش قطر و وزن وسایط نقلیه و بار روی راه ، باعث کاهش روانی قیر انتخابی می شود .

نکته ۱۵: برای ساختن بتن آسفالتی گرم ، قیر خالص ، و برای ساختن بتن آسفالتی سرد ، امولسیون قیر استفاده می شود .

نکته ۱۶: در آب و هوای سرد و خشک قیرهای محلول و در آب و هوای مرطوب و مصالح سنگی مرطوب ، امولسیون قیر توصیه می شوند .

۶-۳- آزمایش های قیر

- ۱- آزمایش درجه نفوذ
 - ۲- آزمایش کند روانی
 - ۳- آزمایش درجه اشتعال
 - ۴- آزمایش شکل پذیری (انگمی)
 - ۵- آزمایش درجه خلوص
 - ۶- آزمایش درجه نرمی
- آزمایشهای استاندارد عبارتند از :

۱) آزمایش درجه نفوذ

درجه نفوذ یک قیر بر اساس « دهم میلیمتر » بیان می شود و معادل طولی است که سوزن ظرف ۵ ثانیه ، تحت اثر وزنه ۱۰۰ گرمی در قیری با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد فرو می رود . هر قدر هوا گرمتر و ترافیک سنگین تر باشد . درجه نفوذ قیر باید کمتر باشد .

۲) آزمایش کند روانی

این آزمایش میزان تمایل قیر به روان شدن را نشان می دهد . کند روانی کم معادل روانی زیاد باعث خمیری شدن ، موجدار شدن و از بین رفتن رویه آسفالتی در تابستان می شود . در مقابل کند روانی زیاد معادل روانی کم ، در زمستان موجب ترک خوردن و شکستن سطح رویه آسفالتی می شود .

آزمایش‌های کند روانی

(۱) کینماتیکی

(۲) سی بولت فیورل

۳) آزمایش درجه اشتعال

درجه اشتعال قیر درجه حرارتی است که وقتی گرمای قیر به آن درجه حرارت می‌رسد با نزدیک‌ترین شعله به سطح آن شعله‌ور شود. این آزمایش حداکثر دمای گرم کردن قیر بدون خطر آتش‌سوزی را نشان می‌دهد.

۴) آزمایش شکل پذیری (انگمی)

این آزمایش میزان افزایش طولی (کرنش) قیر قبل از کسپخته شدن را نشان می دهد و شاخصی از چسبندگی قیر است .

۵) آزمایش درجه خلوص

ناخالصی قیرها در کاهش کیفیت قیرها مؤثر است و عمدتاً ناخالصی (کربن - نمک و کانیهای معدنی) هستند . برای تعیین درجه خلوص از میزان حل شدن قیر در سولفور کربن یا تترا کلرور کربن استفاده می شود .

۶) آزمایش درجه نرمی

درجه نرمی قیر درجه حرارتی است که قیر از حالت جامد به حالت روان در می آید .

۷-۳- استفاده از آسفالت در روسازی (روسازی آسفالتی)

به مخلوط سنگدانه (شن و ماسه) و قیر آسفالت گفته می شود. شبیه ترین مصالح از نظر ترکیبات تولید به آسفالت بتن است که در آن نقش قیر را سیمان ایفا می کند از آسفالت به طور عمده در روسازی راهها ، معابر و محوطه و در ساختن رویه ، و زیر اساس استفاده می شود .

۱- ۷- ۳- انواع آسفالت

- آسفالت سرد پیش ساخته : عمل اختلاط مصالح و قیور در کارخانه انجام می شود .

- آسفالت سرد ردمیکس (Roadmix) : عمل اختلاط مصالح و قیور در محل اجرا و در سطح مسیر انجام می شود

۱- آسفالت سرد

انواع آسفالت

- آسفالت گرم : ترکیبی است از مصالح سنگی خوب دانه بندی شده با تخلخل حداقل (۳ تا ۸ درصد) و قیور که درجه حرارت ۸۰ تا ۱۷۰ درجه ساخته شده و در همین دما پخش و اجرا می شود .

۲- آسفالت گرم

۱-۱-۷-۳- آسفالت سرد (cold mix)

از مخلوط مصالح سنگی و قیر (قیر محلول ، امولسیون قیری یا قیری یا قیر خالص) در درجه حرارت محیط گفته می شود .

موارد مصرف : رویه های نازک معابر ، مسیرها و معابر و پیاده روهای که میزان آمد و شد آنها کم و سبک است .

محدودیت‌های آیین نامه : حداکثر قطر دانه ها ۱۲ میلیمتر است و علت آن کاهش زبری سطح رویه و کنترل صدای ناشی از تردد است .

🕒 **نکته ۱۷ :** قیر مناسب برای ساختن آسفالت سرد قیرهای خالص با درجه نفوذ بالا، قیرهای محلول ، یا امولسیونهای تند شکن است .

🕒 **نکته ۱۸ :** آسفالت‌هایی که جهت حفاظت و نه باربری و تحمل تنش در رویه ها استفاده می شود ، آسفالت‌های حفاظتی می گویند و در رده آسفالت سرد قرار می گیرد علت این مساله اختلاط و اجرا در دمای محیط و بدون پیش گرمایش است . انواع آسفالت‌های حفاظتی عبارتند از :

۱) آسفالت سطحی (Surface treatment) : پخش مصالح روی یک لایه قیر که قبلاً روی سطح پخش شده است .

۲) آسفالت پوشش عایق - سیل کت (Seal Coat) : پخش یک لایه قیر محلول یا امولسیون قیر با یا بدون مصالح جهت عایق سطحی

۳) روغنی کردن مسیر - ایلینگ (Road Oiling) : تثبیت سطح رویه های شنی راه با قیر

۴) غبار نشانی (Dust Laying) : پخش قیر روی سطح رویه شنی جهت رفع غبار (داست لینگ)

● نکته ۱۹: حداقل درجه حرارت مجاز محیط برای پخش مصالح آسفالت سرد ، ۱۰ درجه سانتی گراد است .

۲-۱-۷-۳- آسفالت گرم

- مصالح سنگی مناسب این آسفالت عبارتند از مصالح درشت دانه ، مصالح ریز دانه و فیلر (Filler) به عنوان مصالح پر کننده فضای خای سنگدانه ها فیلر که به نام « گرد سنگ» نیز نامیده می شود مصالحی است که از الک نمره ۲۰۰ عبور می کند و حداکثر قطر آنها ۰۹/۰ میلیمتر باشد .
- قیر مناسب آسفالت گرم قیر خالص به درجه نفوذ بالاست ، مقدار قیر مصرفی بین آسفالتی گرم از آزمایش « مارشال » بدست می آید .

۲-۷-۳- اجرای رویه آسفالتی

۱- آماده سازی سطح : پر کردن چاله ها و متراکم کردن آنها و پاکسازی سطح با هوای فشرده (کمپرسور) و جاروهای مکانیکی

۲- اجرای پریمکت (اندود نفوذی) : وقتی آسفالت بر روی لایه غیر آسفالتی (شن و ماسه) اجرا شود ، سطح غیر آسفالتی قبل پش آسفالت رویه باید با لایه نازکی به نام پریمکت پوشیده شود .

۳- اندود سطحی یا تک کت : لایه نازکی از قیر خالص پر نفوذ ، قیر محلول تند گر با امولسیون دیر شکن که حد فاصل رویه (توپکا) و لایه آستر اجرا می شود

بخش با فینیشر Finisher
بخش با گریندر

۴- بخش آسفالت

۵- تراکم آسفالت

مراحل اجرای رویه آسفالتی

۱-۲-۳-۷- نکات اجرایی لایه روسازی

- (۱) حداکثر زمان حمل آسفالت از کارخانه تا محل برای اسفالت گرم ۲ ساعت می باشد.
- (۲) هدف از اجرای پریمکت : غیر نفوذ ساختن سطح غیر اسفالتی و ایجاد چسبندگی بین قشر غیر اسفالتی و لایه اسفالت است .
- (۳) قیر مصرفی در پریمکت قیر محلول با روانی بالاست .
- (۴) در هوای بارانی و مه آلود و سطح جاده مرطوب نباید پریمکت اجرا شود .
- (۵) در هوای بارانی یا با احتمال بارندگی و تقریباً دمای کمتر از (۱۰ تا ۷ درجه) پخش آسفالت باید متوقف شود .
- (۶) مهمترین مسأله در اجرای رویه اسفالتی ، اجرای درزهای طولی و عرضی است . از آنجا که پخش آسفالت در تمام عرض راه در مواردی ممکن نیست درزهای بوجود می آیند که باید حتی الامکان در فاصله زمانی کوتاه اجرا شوند .
- (۷) در صورت استفاده از تعداد دو یا چند ماشین آلات پخش آسفالت به صورت همزمان، درزهای طولی از بین می روند.

- ۸) به لت قطع پخش آسفالت در وسط روز یا پایان روز و توقفهای طولانی اتفاقی کار ، درز عرضی ایجاد می شود که سطح آنها باید مستقیم و قائم باشد .
- ۹) با فینیشر می توان در لایه های به ضخامت ۲ تا ۲۵ سانتی متر و عرض ۸/۱ تا ۲/۴ متر ، آسفالت را پخش نمود .
- ۱۰) حداکثر ضخامت آسفالت پخش شده با گریدر ۵/۷ سانتیمتر است
- ۱۱) تراکم آسفالت در ۲ تا ۳ مرحله صورت می گیرد . مرحله اول تراکم با غلطکهای فولادی سه چرخ ، یا فولادی تاندوم انجام می شود . در مرحله دوم از غلطک چرخهای لاستیکی و در مرحله سوم از غلطکهای چرخ فولادی تاندون سه چرخ استفاده می شود.
- ۱۲) حداقل درصد تراکم بتن آسفالتی ۹۵ درصد است .
- ۱۳) حداقل زمان گذشته پس از پخش آسفالت که می توان اجازه عبور و مرور را بر روی سطح آسفالتی ایجاد کرد ۳ ساعت است . همچنین دمای آسفالت باید به کمتر از ۴۰ درجه سانتیگراد رسیده باشد .

۸-۳- استفاده از بتن در روسازی (روسازی بتنی)

روسازی بتنی در مواردی که احتمال وارد شدن تنشهای قابل توجه و فشارهای سنگین ، مثل باند فرودگاه ها و معابر تردد کامیونهای سنگین در بنادر و ... ، استفاده می شود و به روسازی « سخت » معروف است . رفتار رویه بتنی مشابه دال های بتنی است .

۱-۸-۳- بتن مصرفی

بتن مصرفی بتن معمولی مورد در پروژه های بتنی است که مقاومت مشخصه آن را بارهای وارده تعیین می کند .

۲-۸-۳- سیمان مصرفی

در روسازی بتنی ، سیمان پرتلند یا سیمان های پوزولانی (سرباره آهنگدازی - خاکستر)
و در موارد که خطر حمله سولفاتها احساس شود سیمان ضد سولفات است . حداقل دمای بتن ریزی روسازی ۵۰ درجه است .

۳-۸-۳- مصالح سنگی

حداکثر قطر دانه های سنگی در رویه های بتنی ۶۰mm است .

۳-۸-۴- آرماتور گذاری

آرماتوگذاری در موارد تنشهای بسیار سنگین احتمالی ناشی از بارگذاری ، زمانی که درزبندی با فواصل زیاد اجرا شده است الزامی است اثر حضور آرماتور ها جلوگیری از ترکهای ریز در دال رویه است .

مشخصات شبکه آرماتور دال رویه بتنی
واحدگی L و T و A_s بر حسب (kg-cm)
است .

$$\left\{ \begin{array}{l} 20 \leq \text{فاصله آرماتورهای طولی} \leq 25 \text{ cm} \\ 20 \leq \text{فاصله آرماتورهای عرضی} \leq 25 \text{ cm} \\ A_s = \frac{2014 \sqrt{LTL}}{F_s} = \text{سطح مقطع آرماتور رویه بتنی} \end{array} \right.$$

L : عرض دال

T : ضخامت دال

f_s : تنش مجاز آرماتور دال

۵-۸-۳- قالب بندی

قالب مصرفی در رویه بتنی قالب فلزی با طولهای بیش از ۳ متر است . حداقل ضخامت قالبها ۶ mm و حداقل عرض ۲۰ cm است .

۶-۸-۳- درز بندی

الف - درز انبساط :

عرض درزها ۳۰ mm است که با مصالح پر کننده پر شده و سطح آن با لاستیک آب بند (Water stop) پوشانده می شود .

۱- درز انبساط میله دار (تیپ A) : با قرار دادن یک میله در درز از نشست

های نامساوی در دو قسمت جلوگیری می شود .

۲- درز انبساط با لبه ضخیم شده : در محلهایی استفاده می شود که انتقال نیرو

بین دو قسمت وجود ندارد .

انواع درز انبساط

ب - درزهای سخت :

- تیپ C : با درز کام و زبانه : به صورت درز طولی و در دالهای با ضخامت t_{25mm} استفاده می شود . حداکثر فاصله طولی این درزها $5/7$ متر است .
- تیپ D : درز میله دار : در محل قطع بتن ریزی و برای درز طولی دالهای نازکتر از $25cm$ استفاده می شوند .
- تیپ F : درز مفصلی : این درز امکان دوران دو قسمت دال را حول محور درز فراهم می کند .

ج - درز انقباض :

- از نوع درزهای عرضی هستند و برای کنترل ترک خوردگی ناشی از افت بتن یا کاهش دما ، استفاده می شوند .

پیاده رو معبر خاصی است که برای تسهیل تردد عابران پیاده در محیطهای انسانی (شهر و...) ساخته می شود عملیات احداث پیاده رو شامل دو قسمت زیرسازی و روسازی است در مواردی که رسیدن به رقوم مندرج در نقشه ها نیازمند خاکبرداری باشد ، خاکبرداری باید تا رسیدن به لایه خاک مقاوم ادامه پیدا کند و در موارد عکس محلهائی که نیاز به خاکریزی احساس می شود ، پس از جمع آوری خاکهای آلی و نباتی باید خاکریزی حداکثر با ضخامتهای ۱۰cm و شیب عرضی ۲ درصد انجام پذیرد.

● نکته ۲۰ : استاندارد ASHTO درصد تراکم مطلوب خاک بستر پیاده رو را ۹۰ درصد عنوان می کند .

۱- پیاده رو اصلی : عرض پیاده رو بیش از ۲/۵ متر

۲- پیاده رو فرعی : عرض پیاده رو کمتر از ۲/۵ متر

انواع پیاده رو

۱-۹-۳- روسازی پیاده رو

روسازی پیاده رو

در پیاده روهای اصلی روسازی شامل اساس و فرش کف خواهد بود ولی در پیاده روهای فرعی لایه اساس وجود ندارد و پوشش یا فرش کف مستقیماً روی خاک بستر اجرا می شود

۲-۹-۳- انواع مصالح اساس در روسازی پیاده رو اصلی و مشخصات فنی آن

۱) اساس شفته آهکی :

حداقل ضخامت = ۲۰ cm

حداکثر ضخامت = ۳۰ cm

حداقل زمان مکث اجرا بین دو لایه = ۲ روز (۴۸ ساعت)

۲) اساس با مخلوط رود خانه :

حداقل ضخامت = ۵ cm

۳) اساس با بلوکاژ

بلوکاژ فرشی است که از چیدن قلوه سنگ ها به صورت نا منظم و پر کردن خلل و فرخ آنها با دانه ریزتر (شن و ماسه ریز دانه) و سپس تراکم آنها ایجاد می شود . ضخامت بلوکاژ بین ۲۰cm تا ۳۰cm تغییر می کند .

۴) اساس آسفالتی :

ضخامت اساس آسفالتی حداقل ۵cm و حداکثر ۱۰ cm است .
● نکته ۲۱ : اساس آسفالتی فقط در پیاده روهای با فرش کف (سطح نهائی) بتنی یا آسفالتی اجرا می شود .

۵) اساس بتنی :

بیشتر در مناطقی که سطح آبهای زیر زمینی بالاست استفاده می شود .
حداقل ضخامت بتن = ۵۰cm
عیار بتن : ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب سیمان .

۳-۹-۳- انواع رویه در پیاده رو ها

۱- نفوذناپذیری در مقابل آب

۲- مقاومت در مقابل سائیدگی

۳- مقاومت در مقابل ترک خوردگی

۴- قابلیت خط کشی

۵- همخوانی با سایر اجزا پیاده رو و زیبایی

۶- همواره بودن سطح

پارامترهای رویه (روسازی) در پیاده روها

انواع رویه در پیاده رو

۱- خاک تثبیت شده : (سیمان - آهک - قیر - یا مواد شیمیایی مثل کلر و سدیم و کلسیم)

۲- آسفالت : (حداقل ضخامت رویه آسفالتی در پیاده روها ۷/۵cm تا ۲cm است)

۳- رویه بتنی : در دو شکل بلوکهای پیش ساخته بتنی (دال) و یا بتن درجا اجرا می شود در

بتن درجا در هر متر یک درز انبساط عرضی عمود بر محور راه با پیاده رو اجرا می شود و اگر عرض مسیر بیش از ۵ متر بود یک درز انبساط طولی هم اجرا می گردد .

۴- فرش کف با موزائیک یا آجرهای سیمانی (حداقل دمای اجرایی آجرهای سیمانی و موزائیکی

۵ درجه سانتی گراد است)

۵- فرش های آجری و سفالی : (در طول ۱۵ متر یک درز انبساط عرضی نیاز است)

۶- فرشهای سنگی

۴-۹-۳- جمع بندی نکات اجرائی و توصیه های آیین نامه در اجرای پیاده رو

- (۱) شیب عرضی = ۲ درصد
- (۲) حداکثر ضخامت خاکریزی = ۱۰cm
- (۳) حداقل درصد تراکم = ۹۰ درصد
- (۴) حداقل ضخامت روکش آسفالتی = ۲cm
- (۵) ضخامت لایه دانه های ریز روی لایه بلوکاژ = ۱cm
- (۶) حداقل ضخامت شفت آهکی = ۲۰cm (عیار ۲۰۰ کیلوگرم در متر مکعب شفته)
- (۷) تراز سطح نهائی پیاده رو حداقل ۱۵cm بالاتر از سواره رو قرار می گیرد .

فصل چهارم

مشخصات هندسی مسیرها - معابر - محوطه و پیاده رو ها

۱-۴- مشخصات محاسبات هندسی عملیات خاکی

۱-۱-۴- نقشه های مورد استفاده در عملیات خاکی و محوطه سازی

در محوطه سازی نقشه مورد استفاده توپوگرافی **Topography** یا نقشه ترازیبی است از آنجا که در این نقشه ها در کنار مشخص نمودن عوارض طبیعی ، ارتفاع نقاط مشخص شده است به این نقشه ها رقوم دار هم گفته می شود.

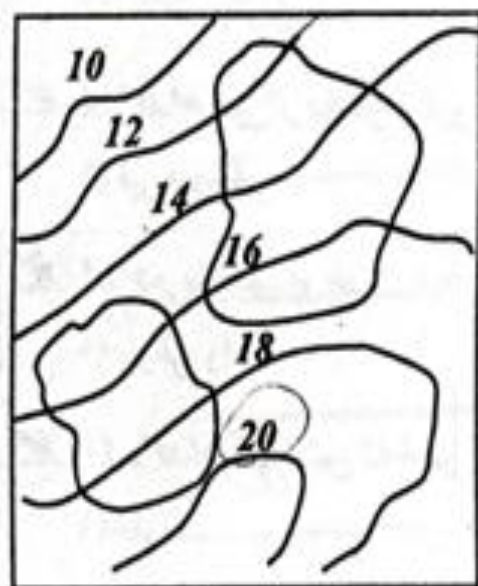
۱- نقشه های رقوم دار نقطه ای : سطح نقشه از شبکه ای از خطوط عمود بر هم

تشکیل شده و ارتفاع نقاط در محل تقاطع خطوط درج شده است .

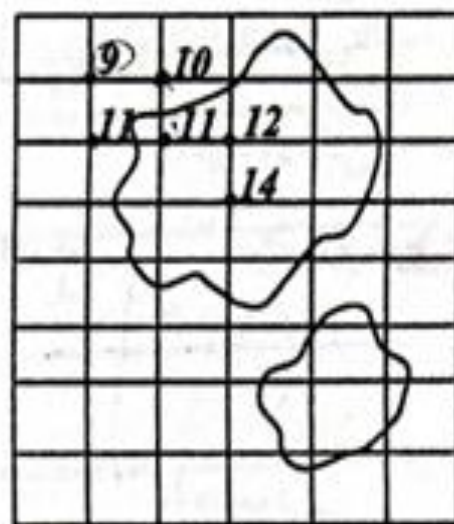
۲- نقشه های خط تراز : نقشه های رقوم داری است که نقاط هم تراز (هم ارتفاع) با

خطوطی به نام خطوط تراز به هم وصل شده اند .

انواع نقشه های رقوم دار



شکل ۲-۲- نقشه خط تراز



شکل ۲-۱- نقشه رقوم دار نقطه ای

- اعداد روی نقشه در تلاقی خطوط ارتفاع نقطه را نشان می دهد .

- اعداد روی خطوط ، ارتفاع نقاط روی خط را نشان می دهد .

🔍 نکته ۱ : خط تراز مترس چیست ؟

در نقشه ها گاهی از هر پنج خط تراز متوالی یک خط را پر رنگ تر و مشخص تر از بقیه ترسیم می کنند که به آن خط تراز مترس می گویند .

۲-۱-۴- مقیاس نقشه

مقیاس نقشه عددی است که نسبت فواصل در نقشه و در واقعیت را نشان می دهد .

رابطه زیر ارتباط طول (در زمین طبیعی) ، طول در نقشه مقیاس را نشان می دهد .

S : مقیاس نقشه

Ln : طول در زمین طبیعی (فاصله دو نقطه در محیط)

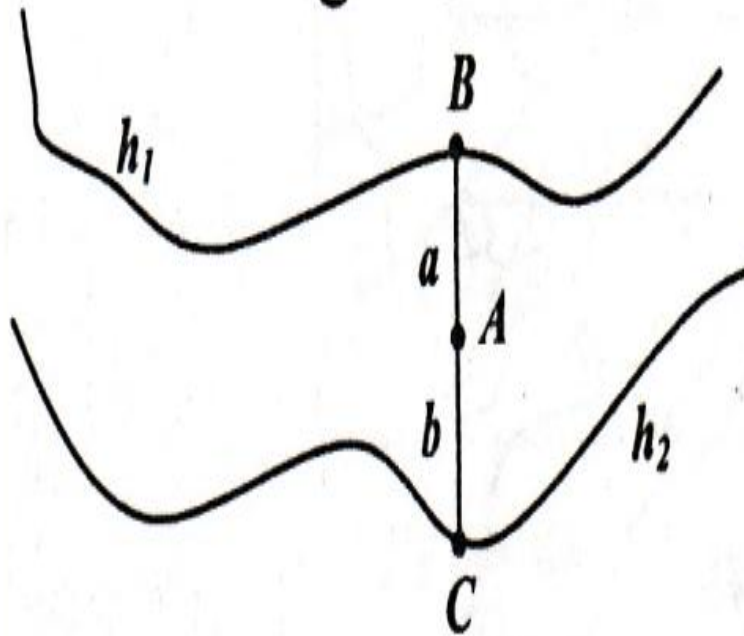
Lm : طول در نقشه (فاصله دو نقطه در نقشه)

۳-۱-۴- محاسبهٔ رقوم نقاط در نقشه توپوگرافی

فرض کنیم می خواهیم رقوم یا ارتفاع نقطه ای مثل A را روی نقشه خط ترازوی بیابیم. دو حالت ممکن است رخ دهد .

- ۱) نقطه A روی یکی از خطوط تراز واقع است \Rightarrow در اینصورت رقوم خط ترازوی که نقطه A روی آن واقع شده است = رقوم نقطه A
- ۲) نقطه A بین دو خط تراز با رقومهای h_1 و h_2 واقع شده است .

از نقطه ای مثل B روی خط تراز h_1 به نقطه A وصل کرد و امتداد می دهیم تا خط تراز h_2 را در نقطه ای مثل C قطع کند :



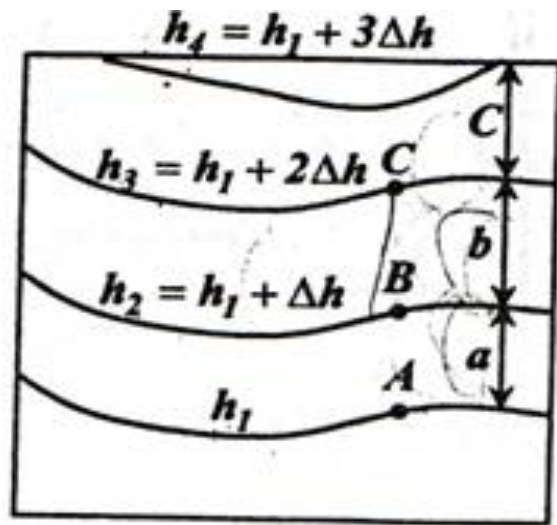
$$\overline{AB} = a, \overline{AC} = b$$

از این حالت خواهیم داشت :

$$h_A = h_1 + \frac{(h_2 + h_1)}{\overline{BC}} a$$

۴-۱-۴- تعیین شیب یک دامنه از خطوط تراز

معمولاً اختلاف رقوم خطوط تراز در نقشه های خط تراز ثابت است. فرض کنیم هدف یافتن شیب دامنه در شکل مقابل است.



$$\frac{(\Delta H)}{L} : \text{شیب دو مثل C, B}$$

$$\Delta H : \text{اختلاف رقوم دو نقطه}$$

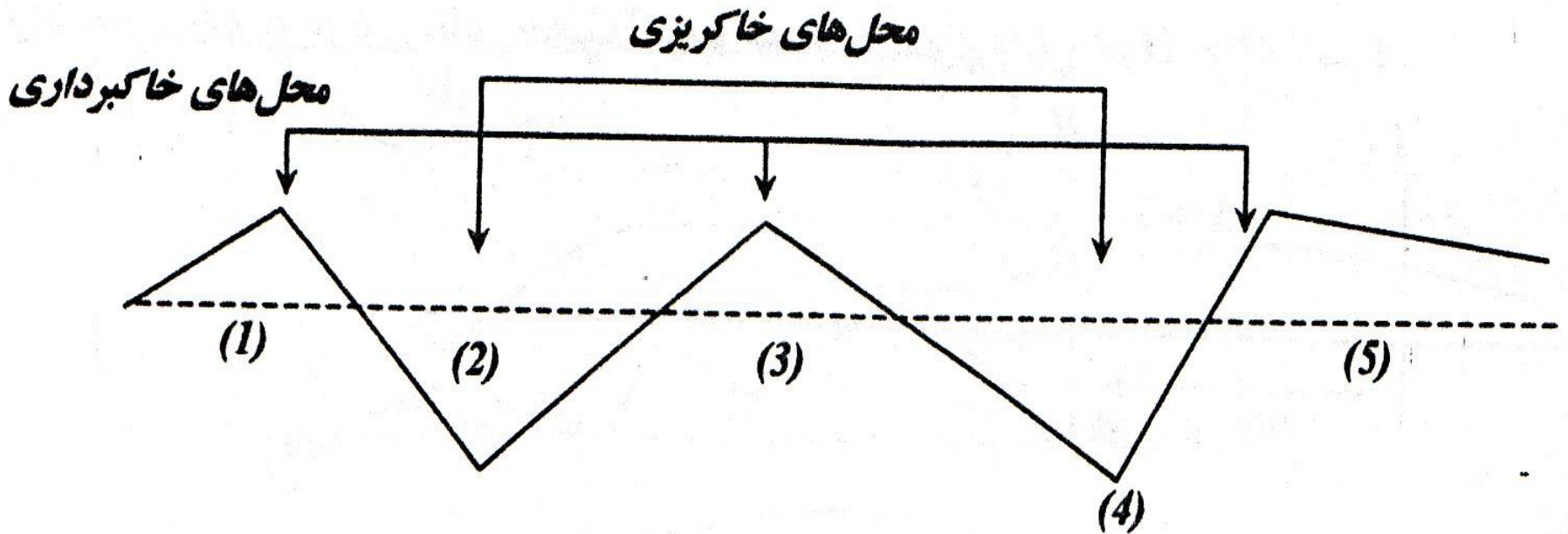
$$L : \text{فاصله دو نقطه}$$

شکل ۴-۲- نمایش یک شیب در خط تراز

۵-۱-۴- پروفیل‌های طول و عرضی

۱-۵-۱- پروفیل‌های طولی

نمایش پستی و بلندیه‌های زمین در طول امتداد محور مسیر است و نسبت به رقوم خط مسیر خط پروژه در هر نقطه سنجیده می‌شوند.



شکل ۴-۵- بخشی از پروفیل طولی مسیر

خط چین : خط پروژه در طول مسیر

خط ممتد : شکل طبیعی زمین در طول مسیر

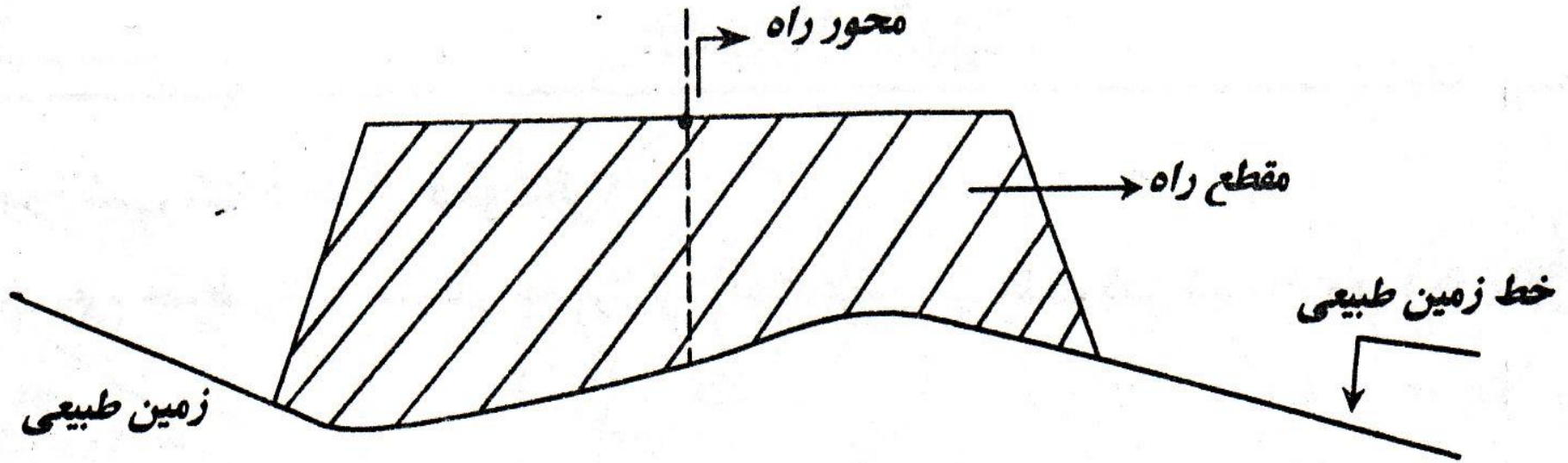
به طور کلی مقیاس افقی و عمودی (طولی - ارتفاعی) در پروفیل طولی یکی نیستند بلکه مقیاس ارتفاعی غالباً چند برابر (۱۰ برابر) مقیاس افقی یا طولی است .
رسم پروفیل‌های طولی محل‌های خاکبرداری و خاکریزی و فاصله متوسط آنها را نشان می‌دهد.

نقاطی که رقومشان از رقوم خط پروژه بالاتر است در بالای خط پروژه قرار می‌گیرند
و محل‌های خاکبرداری هستند . (۱) و (۳) و (۵)

و نقاطی که رقومشان از رقوم خط پروژه پایین تر است در پایین خط پروژه قرار
می‌گیرند و محل‌های خاکریزی هستند . (۲) (۴)

۲-۵-۱-۴- پروفیل عرضی

پروفیل عرضی، پستی و بلندیهای زمین طبیعی را در مقطعی عمود بر محور طولی مسیر و نسبت به سطح نهائی روسازی نشان می دهد.

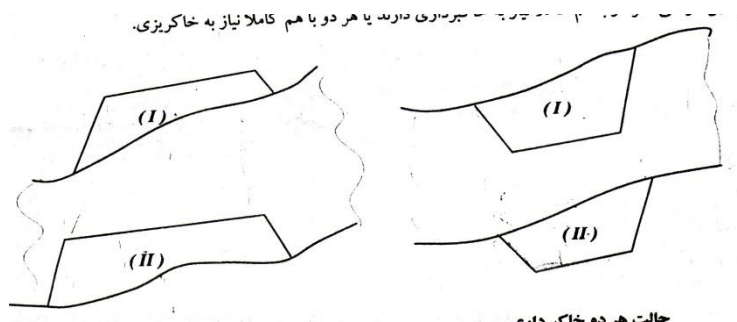


شکل ۴-۶- نمایش یک پروفیل عرضی راه

با توجه به پروفیل‌های عرضی ، مقدار خاکبرداری و خاکریزی لازم در اجرای پروژه محاسبه می شود .

- محاسبه حجم عملیات خاکی بین دو پروفیل عرضی مجاور :
در این حالت چند وضعیت ممکن است اتفاق بیفتد :

۱- دو پروفیل عرضی ، هر دو با هم کاملاً نیاز به خاکبرداری دارند یا هر دو با هم کاملاً نیاز به خاکریزی .



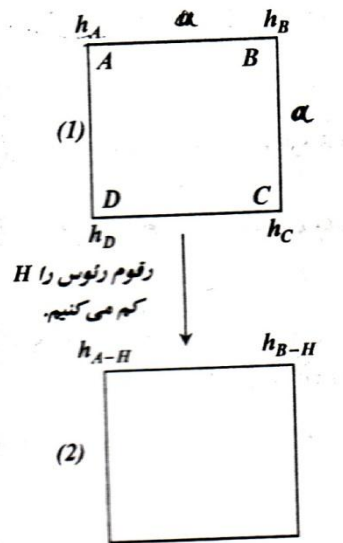
در این وضعیت حجم خاکبرداری یا خاکریزی دو مقطع (پروفیل عرضی) I, II (V) نصف حاصلضرب فاصله در مقطع در پروفیل طولی (L) در مجموع مساحت‌های خاکبرداری یا خاکریزی است :

$$(A_I + A_{II})$$

$$V = \frac{1}{2} L (A_I + A_{II})$$

۶-۱-۴- محاسبه انتقال نقاط یک نقشه رقوم دار نقطه ای تا ترازوی معلوم

فرض کنید مربع مقابل یک قطعه از نقشه رقوم دار باشد که فاصله خطوط شبکه آن a و ارتفاع نقاط A, B, C, D در آن معلوم باشند (h_A, h_B, h_C, h_D) هدف محاسبه حجم عملیات خاکی است تا این قطعه ($ABCD$) به ترازوی مثل H مستقل شود. برای این منظور رقوم رئوس را از رقوم مورد نظر H کسر کرد. مربع (۲) را بدست می آوریم.



۲-۴- مشخصات هندسی مسیرهای محوطه و معابر

۱-۲-۴- مشخصات هندسی پیاده رو

پیاده رو معابری هستند در کنار سواره روها به منظور تردد و دسترسی عابران پیاده . حداقل و در صورت امکان تر از پیاده رو باید ۱۵CM از تراز سواره مجاز خود بالاتر باشد.

(۱) شیب طولی : شیب طولی پیاده رو همان شیب طولی سواره رو مجاور آن است .

(۲) شیب عرضی : شیب عرضی پیاده رو حداکثر ۵ درصد است ولی اگر طول مسیر

شیبدار از ۱۰۰ متر کمتر باشد این شیب را می توان تا ۸ درصد افزایش داد .

شیب پیاده رو

عرض پیاده رو :

عرض مفید پیاده رو در مناطق پر تردد و متراکم حداقل ۵/۱ متر و در مناطق کم تردد حداقل ۲/۱ متر است . در محیطهای تجاری و پاساژهای عرض معابر پیاده ۲ متر در نظر گرفته می شود .

🕒 نکته ۲ : در هر طرف پیاده رو اگر حداقل ۵/۰ متر فاصله جانبی تا دیوار ، جوی یا محوطه درختکاری وجود نداشته باشد به ازاء هر طرف نبود این فاصله ۵/۰ متر به موارد فوق اضافه می شود .

۲-۲-۴- شیبراه (پله - رمپ) (Ramp and step)

شیبراه قسمتی از مسیر است (عمدتاً پیاده رو) که شیب آن در طول بیش از ۵ درصد باشد . عرض شیبراه تابع ترافیک مسیر . حداقل عرض و سایر مشخصات شیبها در جداول زیر معین شده است .

جدول ۴-۲ - عرض حداقل شیبراه

حداقل عرض (cm)	وضعیت شیبراه
۹۰	برای عبور یک طرفه
۱۲۵	برای عبور دو طرفه
۱۶۰	برای عبور دو طرفه با صندلی چرخدار

جدول ۴-۳ - عرض حداقل شیبراه

حداکثر طولی مجاز هر نقطه	حداکثر اختلاف رقوم در هر نقطه	شیب مجاز
۵	متر ۰/۶۲۵	۱۲/۵٪
۱۵	متر ۱/۵	۱۰٪
۱۰۰	متر ۸	۷٪

۳-۲-۴- پله و پاگرد

پله و پاگرد : در ابتدا و انتهای هر شیب راه باید جهت گردش و توقف حرکت مستمر پاگرد پیش بینی شود. عرض پاگرد از عرض شیب راه کمتر نباید باشد و حداقل طول آن ۱۷۰cm است. اختلاف ارتفاع بین دو پاگرد متوالی حداکثر تا ۱۸۰cm مجاز است.

☛ نکته ۳: در پیاده روهای با عرض ۴ متر و کمتر نباید پله وجود داشته باشد. در این پیاده روها به هر علتی اختلاف ارتفاع عمودی (قائم) در مسیر حداکثر می تواند ۵/۱ سانتی متر باشد و در صورت بیشتر بودن اختلاف ارتفاع حتماً باید از شیب راه برای اتصال دو شیب استفاده می شود. اگر عرض پیاده رو بیش از ۴ متر باشد امکان اتصال دو ارتفاع متفاوت با پله وجود دارد (برای حرکت ویلچر ، در کنار مسیر شیب راهی به عرض ۱۲۵cm ساخته می شود).

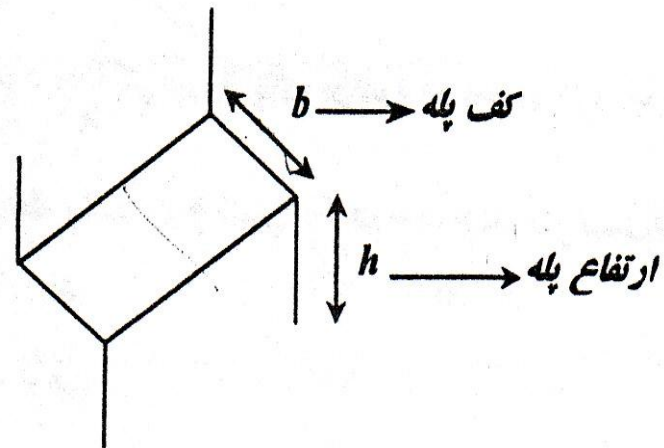
محدودیت‌های پله :

(۱) $12 \leq$ تعداد پله های پلکان

(۲) عرض کف ≥ 28 cm

(۳) رابطه مقابل ارتباط ارتفاع و کف پله را نشان می دهد .

فرمول راحتی پله : $b + 2h = 62$ cm تا 64 cm



شکل ۴-۷- مشخصات هندسی پله

۴-۲-۴- رابط پیاده رو و سواره رو

برای تامین ارتباط پیوستگی سطح پیاده رو و سواره رو بین دو مسیر ایجاد می شود و می تواند شیبراهه یا پل باشد. ارتباط طول و اختلاف ارتفاع رابط پیاده رو در جدول زیر درج شده است.

جدول ۴-۴- مشخصات رابط پیاده رو

حداکثر شیب %	حداکثر اختلاف ارتفاع (cm)	حداکثر طول (m)
۸	۲۲/۵	۰/۶
۱۰	۱۵	۱/۵
۱۲/۵	۷/۵	۲/۸

عرض رابط پیاده رو حداقل ۹۰cm است و چنانچه پیش بینی تردد ماشین آلات تعمیرات و نظافت (ماشینهای جاروی برقی و ...) منظور شود حداقل عرض ۱۲۰ سانتی متر خواهد بود .

- چنانچه از پلهای فلزی در رابط ها استفاده شود حداکثر سوراخهای موجود در پلهای فلزی نباید عرض بیش از ۱۳ میلیمتر داشته باشد .

۵-۲-۴- مشخصات هندسی سواره رو

☆ **تعریف :** سواره رو بخشی از سطح نهائی سازه روسازی است که تردد وسایل نقلیه بر روی آن صورت می پذیرد .

عوامل اصلی طرح سواره رو

۱- ایمنی حرکت و ترده

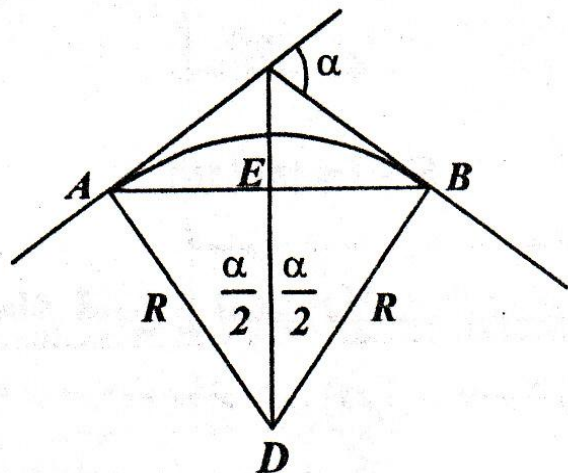
۲- جریان مستمر و بدون وقفه ترافیک

۱ - ۵ - ۲ - ۴ - قوس در مسیر سوراخ رو

۱- قوس ساده	} انواع قوس
۲- قوس مرکب : از دو یا چند قوس ساده که بر هم مماس هستند تشکیل می شود.	
۳- قوس معکوس	
۴- قوس تخت پشت	
۵- قوس اتصال تدریجی (قوس کلوتروئیدی)	

قوس ها در هندسه مسیر و محوطه

☆ **تعریف :** قوس کمانی از یک دایره است که برای اتصال در نقطه از آن استفاده می شود . هدف از استفاده قوس در اتصال دو نقطه از مسیر رانندگی و پیمایش پیوسته ، ایمن و با سرعت بیشتر است .



شکل ۲-۸- هندسه ساره

$$\frac{D}{180} = \frac{R}{3/14} = \frac{G}{200}$$

$$AC = BC = R \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

۲-۵-۲-۴- هندسه قوس

R: شعاع دایره قوس یا شعاع قوس

O: مرکز دایره قوس

C: رأس قوس

ارتباط واحدهای زاویه

a: زاویه قوس (زاویه تقاطع)

A.B: نقاط ابتدا و انتهای قوس

D: زاویه به درجه

R: زاویه به رادیان

G: زاویه به گرادیان

AC و BC: طول مماسی قوس

طول قوس (S) : طول کمان حد فاصل نقطه A و B



توجه :

α بر حسب رادیان در رابطه قرار داده می شود .

طول وتر : فاصله مستقیم بین نقاط ابتدا و انتهای قوس \overline{AB}

$$\overline{AB} = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

فاصله حداکثر انحراف قوس (فاصله میانی قوس) : حداکثر انحراف قوس از وتر در قوس است که با DE نشان داده می شود :

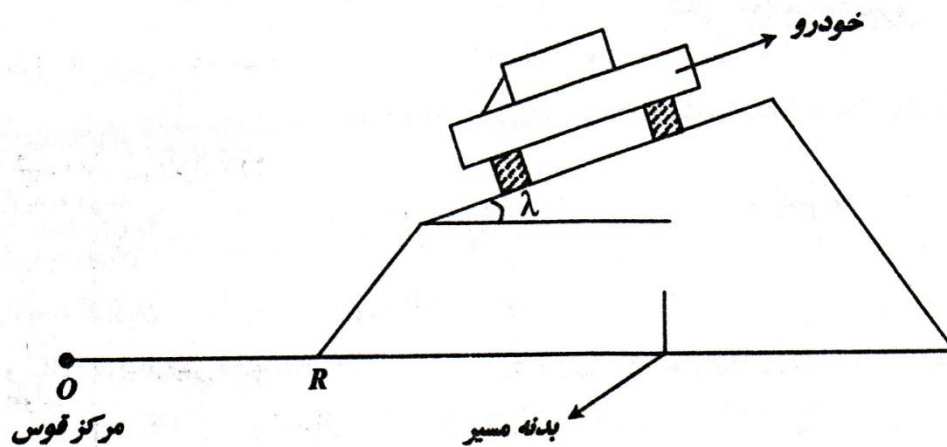
$$DE = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

بیسکتریس : فاصله بین راس قوس تا وسط کمان قوس را بیسکتریس می گویند .

$$CD = R \left(\frac{1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right) \quad (\overline{CD})$$

۳-۵-۲-۴- محاسبه شعاع قوس بر اساس سرعت مطمئنه در پیچ مسیر

در قوسها به منظور استفاده از سرعت بیشتر حین دور زدن معمولاً از شیب عرضی استفاده می شود. مقدار شیب عرضی و سرعت مورد نظر برای پیمایش ایمن مسیر شعاع قوس را تعریف می کند .



شکل ۲-۹- پروفیل عرضی مسیر در قوس

λ : شیب عرضی

$$\tan \lambda = \frac{V^2}{rg}$$

R : شعاع قوس

V : سرعت حداکثر مطمئنه دور زدن $\left(\frac{m}{s}\right)$

g : شتاب گرانش

نکات بحث قوس

- نکته ۴ : حداقل طول قوس برای زاویه مرکزی کمتر از ۱۰ درجه = ۲۴۰ متر
- نکته ۵ : اگر شعاع قوس از ۶۰۰ متر بیشتر باشد به جای قوس ساده (دایره ای) از منحنی سهمی استفاده می کنیم .

نکته ۶ : طول کل قوس مرکب حداقل باید ۱۵۰ متر باشد

- معیار شیب طولی
- ۱- افزایش مصرف سوخت در سر بالائی
 - ۲- افزایش آلودگی صوتی و آلودگی هوا
 - ۳- افزایش احتمال تصادف
 - ۴- کاهش ظرفیت ترافیکی مسیر در سر بالائی
 - ۵- کاهش سرعت طرح
 - ۶- لغزش و سائط نقلیه در شرایط زمستانی

با توجه به موارد فوق حتی الامکان از ایجاد شیب طولی باید دوری کرد و حداکثر شیب طولی مسیر را به موارد زیر محدود کرد .

جدول ۴-۵- سرعت طرح مسیرهای سواره رو

سرعت طرح (km/h)	< ۶۰	۶۰-۷۰	۷۰-۸۰	۸۰-۹۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۱۰
نوع محیط						
هموار	۵	۴	۴	۴	۴	۳
کوهستانی	۸	۶	۶	۶	-----	-----

نکات طراحی مسیر سواره رو :

- (۱) در سر بالائی و سر پائینی از تغییر شیبهای متوالی و هم جهت اجتناب شود .
- (۲) در سر بالائی با طول زیاد ، چنانچه به هر دلیلی سرعت حرکت کم باشد ، شیب در نزدیکی نقطه اوج شیب باید کاهش داده شود .

۵-۵-۲-۴- عرض سواره

تعداد خطوط تردد سواره رو ، به عرض سواره رو تسهیلات راه به درجه و موقعیت راه بستگی دارد به طور کلی برای عرض سواره رو موارد زیر را باید مد نظر قرار داد :

جدول ۴-۶- عرض باند عبور سواره روها

عرض هر باند از سواره	نوع مسیر
۳/۵ متر	آزاد راه - پیژرگراه و راه اصلی
۳/۲۵ متر	راه فرعی درجه ۱
۲/۷۵ متر	راه فرعی درجه ۲
۳/۶۵	خط ویژه وسایل نقلیه سنگین
۳/۲۵ تا ۳/۶۵	خط کمکی و خط ویژه گردش به چپ

۶-۵-۲-۴- شیب عرضی سواره رو

- برای رویه های بتنی و آسفالتی و در قسنتهای مستقیم یا قوسهای با شعاع بزرگ :
۵/۱ تا ۵/۲ درصد

- برای رویه های شنی آسفالتی و در قسمت‌های مستقیم یا قوسهای با شعاع بزرگ ۳ تا
۵ درصد

- در تونل ها و در مسیر مستقیم : ۱ تا ۵/۱ درصد

- در مناطق بسیار سرد و بسیار خشک و مناطق بادگیر از شیب عرضی کمتر
(کمتر از ۲ درصد) استفاده می شود .

- در مناطق پر باران و مرطوب از شیب عرضی کمی بیشتر از ۲ درصد استفاده
می کنیم .

۷-۵-۲-۴- شانه راه

شانه راه بخشی از سطح راه است که در طرفین سواره رو غالباً با شیب اجرا می شود ضمن
کمک به توزیع بهتر تنش بارهای وارده به سازه راه امکان توقف اضطراری را به خودروها
می دهد .

- | | | |
|--|---|-----------------|
| <p>۱- توزیع بهتر تنش بار و سائط نقلیه و سازه راه</p> <p>۲- افزایش فاصله دید در قوسها و افزایش ضریب ایمنی</p> <p>۳- محل دپوی مصالح ، توقف ماشین آلات و تجهیزات تعمیراتی و پاکسازی</p> <p>۴- محل تردد موقت دوچرخه و عابر پیاده</p> | } | مزایای شانه راه |
|--|---|-----------------|

🔍 نکات اجرایی شانه راه :

- ۱) شانه حداکثر می تواند ۵/۱ سانتی متر از سطح راه مجاور خود پایین تر اجرا شود .
- ۲) شیب عرض شانه راه در مسیر های با رویه بتنی یا آسفالتی و در مسیر های مستقیم یا قوسهای با شعاع بلند ۴ تا ۵ درصد است .
- ۳) شیب عرض شانه های شنی ۵ تا ۶ درصد تعیین می شود .
- ۴) در تونلها و مسیر های خاص شیب شانه و شیب شانه عرض سواره رو یکسان گرفته می شود .

جدول ۴-۷- عرض شانه ها در طرفین مسیر سواره رو

عرض شانه (متر)	تعداد باند عبوری	نوع راه مسیر
۳	۴	آزاد راه و بزرگراه
۳	۶ و بیش از آن	آزاد راه و بزرگراه
۱/۸۵ تا ۲/۴۰	۲	راه اصلی
۱ تا ۲/۴۰	۲	راه فرعی پر ترافیک
۰/۱۶	۲	راه فرعی کم ترافیک

۸-۵-۲-۴- جدول گذاری سواره رو

- عملکرد جدول در کنار سواره
- ۱- مجرای تخلیه و عبور آبهای سطحی
 - ۲- جداسازی و ایمن سازی پیاده رو و سواره رو
 - ۳- افزایش زیبایی مسیر
 - ۴- جلوگیری از شسته شدن و فرسایش مصالح شانه راه
 - ۵- ایجاد مرز بین اطراف سواره رو

🕒 نکاتی اجرایی جدول :

- ۱) جدول حدود ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر بالاتر از سطح سواره رو در مجاورت خود اجرا می شود
- ۲) سطح داخلی جداول معمولاً دارای شیب ۱ افقی به ۳ عمودی است .
- ۳) مراحل اجرای جدول گذاری عبارتست از : خاکبرداری تا رقوم مورد نظر - سنگ چینی با سنگ لاشه و شفته ریزی - نصب و تراز کردن جدول - اجرای بتن تقویت اطراف جدول - بند کشی
- ۴) در جدول گذاری با طول بلند باید از درز انبساط استفاده شود که عرض آن حداقل ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر است .
- ۵) فاصله بین دو درز انبساط نباید بیش از ۶ متر باشد .
- ۶) عیار بتن در کف مجرا ، ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن است .
- ۷) ضخامت حداقل بتن در وسط کانال (محور مسیر جدول گذاری) 10 cm است .
- ۸) در صورت احتمال تردد وسائط نقلیه از مسیر آبرو باید از جداول با دال بتنی با ضخامت حداقل 15 cm استفاده شود .

۶-۲-۴- شیب راه (اتصال دو تراز متفاوت با پله و شیب راه)

☆ **تعریف** : شیب راه بخشی از مسیر پیاده رو است که شیب طولی آن بیش از ۵ درصد باشد و به شیب راه ، رمپ (Ramp) هم گفته می شود .

حداکثر اختلاف ارتفاع و شیب مجاز شیب راه ها در جدول زیر نشان داده شده است .

جدول ۴-۸- مشخصات استاندارد شیب راه ها

شیب مجاز (Sallow)	حداکثر اختلاف ارتفاع هر نقطه	حداکثر طول مجاز هر قطعه L_{max}
۱۲/۵	۶۲/۵cm	۵m
۱۰	۱۵۰ cm	۱۵ m
۸	۸۰۰cm	۱۰۰m

فصل پنجم

روشنائی معابر و محوطه

۱-۵- اصطلاحات خاص مبحث روشنایی

هدف: تأمین روشنائی کافی جهت حرکت و تردد ایمن، راحت و بی خطر عابر پیاده رو و خودرو.

۱- شدت نور: شدت نور یک منبع روشنائی توان نوری است که از چشمه نور ساطع می شود. واحد آن کاندلاست.

مقدار تابش از مساحت یک سانتی متر مربع از سطح حجمی سیاه در دمای $A =$ یک کاندلا

۲- شار نور: تعداد خطوط نور که از واحد سطح می گذرد را شار نور می گویند و واحد آن لومن است.

۳- شدت روشنائی: شدت روشنائی توان نور تابیده شده بر واحد سطح است. واحد آن لومن بر متر مربع است.

الوکس = ۱ لومن بر متر مربع

نکته ۱: هر چه عدد لوکس بالاتر باشد شدت روشنائی بالاتر است.

۲-۵- عوامل مؤثر در طراحی روشنایی معابر

در طراحی روشنایی محوطه و معابر مورد زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- ۱- نوع لامپ و میزان باز دهی
- ۲- برنامه نگهداری و تأمین تجهیزات
- ۳- ارتفاع نصب و محل پایه های روشنایی

۳-۵- چشم زدگی

به تابش اشعه مستقیم نور چراغهای با شدت بالا و در محور دید رانندگان و عابر پیاده که موجب ناراحتی چشم ؛ کم شدن دی و عدم تمرکز در رانندگی می شود چشم زدگی می گوئیم .

روشهای جلوگیری از پدیده چشم زدگی

- ۱- خارج کردن چراغها از محور دید بالاتر بردن ارتفاع پایه های چراغ روشنایی
- ۲- استفاده از تجهیزات روشنایی از زاویه پخش و نور وسیع

نکته ۲: زمانی که عواملی از قبیل طرح هندسی راه به سازه ها و ابنیه موجود در محیط معبر و مسیر یا شرایط محیطی از قبیل درجه رطوبت و درجه ابرناکی منطقه ، باعث کاهش رویت عابرین پیاده در فاصله توقف ایمن راه شوند حتماً روشنائی معبر تأمین شود .

۲) اگر حداقل ۵ درصد از عابرین پیاده در گذر از مسیر دچار رفتار غیر ایمن باشند تأمین روشنائی ضروری می شود .

جدول ۵-۱ - میزان شدت نور استاندارد معابر بر حسب نوع مسیر و محیط اطراف

وضعیت محیطی مسیر			نوع مسیر
مسکونی	تجاری مسکونی	تجاری	
۱۱ لوکس	۱۵ لوکس	۲۲ لوکس	بزرگراه و آزاد راه
۶	۱۰	۱۳	خیابان اصلی
۴	۶	۱۰	خیابان فرعی
۲	۶	۱۰	پیاده رو

۴-۵- میزان شدت نور استاندارد معابر بر اساس میزان ترافیک

$V_T = \frac{N}{T}$ زمان محاسبه / تعداد وسایل نقلیه عبوری از دو طرف مسیر = حجم ترافیک

جدول ۵-۲- میزان شدت نور استاندارد معابر

حجم ترافیک			حجم عبور و مرور پیاده
$V_T > 1200$ سنگین	$150 < V_T < 500$ سبک	$V_T < 150$ خیلی سبک	
۱۲	۹	۶	سنگین
۱۱	۶	۴	متوسط
۹	۴	۲	سبک

☞ نکته ۳ : برای پله ها - زیر گذرها - شیب‌راهها مقدار روشنائی ۵۵ لوکس در نظر گرفته می شود .

☞ نکته ۴ : ایستگاههای تاکسی ، اتوبوس و سطوح دسترسی باید دارای حداقل ۲۲ لوکس روشنائی باشند .

☞ نکته ۵ : حداقل شدت روشنائی لازم جهت گذر گاههای عرض عابرین پیاده ۴۴ لوکس است .

۵-۵- انواع لامپ های مورد استفاده در روشنایی

(۱) لامپ جیوه ای

(۲) لامپ رشته ای

(۳) لامپ سدیم

(۴) لامپ متال هالاید

۶-۵- فاصله نصب پایه های روشنایی

رابطه مقابل لازم جهت تأمین روشنایی معبر را بیان می کند .

$$L = \frac{QCF}{EW}$$

Q : شار نوری لامپ

C : ضریب نور = $\frac{\text{نور تابیده به سطح معبر}}{\text{کل نور تولیدی لامپ}}$

L : فاصله دو پایه

F : ضریب کاهش نور

W : عرض معبر

E : شدت روشنایی متوسط معبر

۷-۵- محل نصب چراغهای روشنایی

محل نصب چراغهای روشنایی بستگی به نوع تقاطع دارد .

الف - تقاطع T شکل (سه راهی)

- برای رانندگان مسیر اصلی و به منظور روشن کردن بریدگی جدول پایه چراغ در جهت راست به چپ نصب می شود

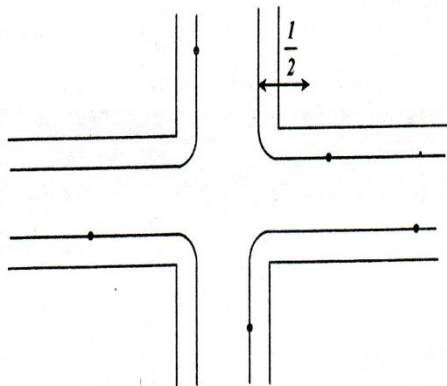
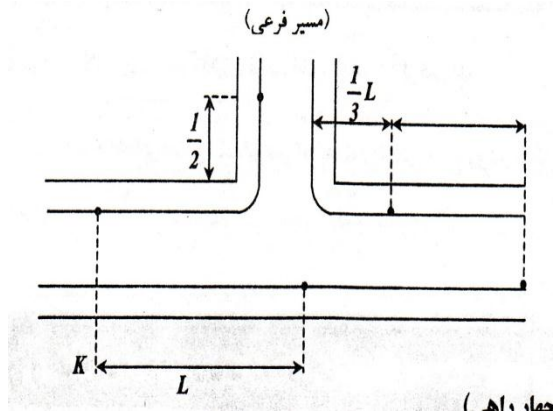
(مسیر اصلی)

L : فاصله بین پایه چراغها

ب - تقاطع T شکل (چهارراهی)

و به ترتیب فواصل $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ فاصله پایه ها باید

تقاطع چراغ روشنایی نصب شود .



۸-۵- اجرای پایه های فلزی روشنایی

الف - عمق دفن (H) - (واحد ها به cm هستند)

جدول ۵-۳- عمق دفن پایه های روشنایی

ارتفاع اسمی	خاک سفت	خاک معمولی	خاک نرم
۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰
۱۲۰	۲۰۰	۱۷۰	۱۵۰
۱۰۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۲۰

ب - روش های دفن :
 (۱) دفن در گودال
 (۲) دفن با لوله سیمانی

۱) **دفن در گودال** : ابتدا گودالی به عمق مناسب - جدول فوق - حفر می شود پس از نصب پایه در گودال و با بتن با عیار ۲۰۰ کیلوگرم سیمان بر متر مکعب پر می شود . پس از گیرش بتن با سطح آن با خاک و ماسه پر شده و کوبیده می شود .

۲) **دفن با لوله سیمانی** :

در این روش مراحل کار به شرح زیر است :

۱) حفر گودال با عمق لازم

۲) قرار دادن لوله ای سیمان با قطر ۶ تا ۱۰ سانتی متر بیش از قطر پایه و ارتفاعی ۱۰ cm کمتر از عمق گودال

۳) پر کردن اطراف لوله با بتن با عیار حداقل ۲۰۰

۴) نصب پایه در مرکز لوله

۵) پر کردن فاصله بین لوله و پایه تا فاصله ۱۰ cm از سطح زمین با ماسه نرم و متراکم کردن آن

۶) پر کردن ۱۰ cm باقی مانده تا سطح با بتن با عیار

۹-۵- نکات اجرائی و آیین نامه ای روشنایی معابر

(۱) در راههای اصلی دو طرفه با سه باند حرکت در هر طرف پایه های ۱۲ متری برای روشنائی توصیه می شود .

(۲) در راههای اصلی دو طرفه با چهار باند در هر طرف پایه های ۱۵ متری برای روشنائی توصیه می شود .

فصل ششم

فضای سبز محوطه و معابر

۱-۶- عوامل مؤثر در طراحی فضای سبز

نظر به ارتباط روحی ، معنوی و فیزیکی انسان با طبیعت ، حضور هر چند محدود و غیر مستقیم فضاهای طبیعی در محیطهای انسانی اعم از مجتمعهای مسکونی ، اداری ، تجاری و ... و همچنین معابر و محوطه ها موجب ایجاد آرامش روانی و ارتقاء حس زیبائی شناسی در انسان می شود .

- (۱) خواص فنولوژیک گیاهان
- (۲) سختی یا لطافت بافت گیاهان
- (۳) رنگ گیاهان
- (۴) شکل و فرم گیاهان مورد استفاده
- (۵) شیپ بندی محیط

عوامل مؤثر در طراحی فضای سبز :

۱) خواص فنولوژیک گیاهان

به ویژگیهای زنتیکی گیاهان اعم از زمان جوانه زدن ، میزان و زمان برگ دهی ، گل دهی و میوه دهی ، تراکم برگ و مواردی از این دست که جز خصوصیات ذاتی و ژنتیکی گیاهان است خواص فنولوژیک گفته می شود .

☉ نکته ۱: درختان مناطق معتدل گرم و پر باران ، در فصل سرما خزان دارند و برگ ریزان می کنند که در این میان درخت شمشاد و جل استثنا هستند .

☉ نکته ۲: درختان مناطق معتدل و سرد مثل مناطق مجاور مدارهای بالائی کره زمین (روسیه – سوئد – نروژ و ...) اکثراً سوزنی برگ هستند که خزان ندارند . به این درختان همیشه سبز گفته می شود .

۲) سختی یا لطافت بافت گیاهان

سختی یا لطافت بافت گیاهان به ساختار برگ ، شاخه ، تنه ، گل و ... نوع خاص گیاه بستگی دارد . که به سه رده خشن ، متوسط و نرم تقسیم بندی می شود .

۳) رنگ گیاهان

معمولاً در محوطه ها و معابر از تنوع و بازی رنگ به منظور عدم یکنواختی و زیبائی استفاده می شود .

۴) شکل و فرم گیاهان مورد استفاده

منظور از فرم گیاهی شکل سه بعدی آن است که از ترکیب هندسه تنه ، ساقه ، شاخه ، برگ و ... تشکیل می شود .

🕒 **نکته ۳:** برخی درختچه ها و بوته ها که دارای تراکم و تعداد شاخ و برگ فراوان هستند را می توان با تنوع هرس به شکلهای زیبائی در آورد که به آن دسته از درخت ها و درختچه ها درختان یا درختچه های فرم گفته می شود .

۵) شیب بندی محیط

تغییر مناسب شیب در محیطهای طبیعی و فضای سبز به زیبائی محیط کمک موثری می کند زمینهای طبیعی معمولاً شیبهای تا ۳ درصد را دارا هستند . در شیب بندی زمین به شیبهای آرام و تند تقسیم بندی می شوند .

۱) شیب آرام : ۳ تا ۱۵ درصد ← نیازی به پله ، رمپ و مارپیچ نیست

۲) شیب تند : ۱۵ تا ۵۰ درصد ← نیازی به پله ، رمپ و مارپیچ وجود دارد

انواع شیب محوطه فضای سبز

۲-۶- اثرات اقلیمی بر فضای سبز و مهندسی فضای سبز محوطه

عوامل اثر گذار محیطی بر فضای سبز عبارتند از :

الف - درجه حرارت محیط

- درجه حرارت مناسب رویش گیاهان ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد است .
- چاله سرد مناطق پستی است که هوای سرد که در تراز پایین و در مجاورت سطح حضور دارد در آن متمرکز شده و زمانی آن کمتر از محیط مجاور است .
- هر قدر رنگ خاک تیره تر باشد میزان جذب گرما و دمای خاک در آن بیشتر است .
- برای حفاظت گیاهان و فضای سبزی که در اثر گرما خطر نابودی در آنها وجود دارد آنها را در گودالهای (ترازهای پایین) و در سایه دیوارها ، درختان و ... می کارند .

ب - درجه رطوبت محیط (Humidity)

رطوبت مناسب احداث فضای سبز ۴۰ تا ۷۵ درصد است .

ج - نور

مهمترین عملکرد نور کمک به فتوسنتز در گیاهان فضای سبز است که به عمر و طروات محیط کمک می کند .

د - باد ، برف ، توفان ، آتش

از درختان با ریشه عمیق و تنه های استوار محکم در حفاظت محیط در مقابل باد استفاده می شود که به آن درختان بادشکن گفته می شود .- میدان حفاظت درختان بادشکن ۶ تا ۹ برابر ارتفاع درختان است .

۳-۶- تقسیم بندی گیاهان و درختان فضای سبز

- انواع درختان
- ۱) درختان خزان دار : کاج - افرا - بید مجنون و ...
 - ۲) درختان گلدار : ترگس درختی ، ارغوان ،
 - ۳) درختان همیشه سبز : درختان سوزنی برگ مثل کاج
 - ۴) درختان بوته ای : برای ایجاد حصار ، مرز بین محیط های مجاور و هم فضای سبز استفاده می شود .

به طور کلی حداقل ارتفاع درختان $5/4$ متر است .

۴-۶- توالی و تعادل

تعادل و توالی : توالی به مفهوم تکرار نوع و آرایش گیاهان و اجسام مختلف در محیطهای مختلف فضای سبز است که موجب زنده شدن محیط می شود ، به محیط نظم خاص می بخشد .

۱-۴-۶- عملکرد فضای سبز و گیاهان و درختان در کارکردهای مهندسی الف - کاهش فرسایش آبی و خاکی و حفاظت خاک

فضای سبز و گیاهان با کاهش سرعت باد و آب موجب تثبیت خاک می شوند . حضور ریشه گیاهان خاک را متخلخل می کند و موجب نفوذ آب در خاک شده و در نتیجه احتمال سیل و آب شستگی ناشی از آن کم می شود .

🕒 **نکته ۴:** بهترین نوع گیاهان برای حفاظت خاک پوشش گیاهای کوتاه و مقاوم با ریشه های گسترده هستند (بوته های بیابانی)

ب – کنترل آلودگی صوتی محیط

وجود فضای سبز موجب جذب صوت محیط شده و از آلودگی صوتی محیط می‌کاهد .

ج – پاکسازی هوای محیط

گیاهان با جذب دی‌اکسید کربن و ترزریق اکسیژن به محیط و همچنین جذب بوهای نامطبوع ، بخار و دود ، به پاکسازی محیط کمک می‌کنند .

د – کنترل ترافیک محیط

با استفاده از طرح و رنگ فضای سبز در محیط‌های پر تردد و پیچیده ، هندسه محیط از پیچیدگی خارج شده و کنترل ترافیک تسهیل می‌شود .

ه – کنترل نور های مزاحم

الف - فاصله کاشت درختان

- فاصله مناسب کاشت درختان کوچک ۳ متر است. (ارتفاع ۵/۴ تا ۹ متر)
- فاصله مناسب کاشت درختان کوچک ۶ متر است. (ارتفاع ۹ تا ۱۸ متر)
- فاصله مناسب کاشت درختان کوچک ۹ متر است. (ارتفاع بیش از ۱۸ متر)

ب - فاصله کاشت درختچه ها

- فاصله مناسب کاشت درختچه های با رشد آهسته ۵/۰ متر است .
- فاصله مناسب کاشت درختچه های با رشد متوسط ۱ متر است .

ج - تراکم گیاهان (درختچه ها)

- تراکم مناسب درختچه های کوتاه ۳ تا ۵ عدد در تر مربع است .

۶-۶-۶ - چمن کاری

چمن در فضای سبز مثل زمینه نقاشی یک محوطه فضای سبز است و علاوه بر زیبایی محیط و لطافت فضای محوطه کاهش تبخیر رطوبت خاک می شود .

(۱) چمن فصل گرم : این نوع چمن در برابر دمای زیاد مقاوم است . در فصل سرما به رنگ قهوه ای در می آیند . رشد آن نسبت به سایر چمن ها سریعتر است و بهترین دمای رشد آن ۲۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد است .

انواع چمن :

(۲) چمن فکصل سرد : در آب و هوای خنک رشد مناسبی دارند . در برابر گرما صعب دارند دمای مناسب آنها ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد است . این چمن ها در برابر آفت ها و علف کش ها مقاوم هستند و در انواع خاکها رشد مناسبی دارند .

۱-۷-۶- عملیات کاشت چمن ها

- آماده سازی محل کاشت شامل : خاکبرداری و خاکریزی - پاکسازی زمین از بقایای گیاهی و غیر گیاهی - اصلاح خاک از طریق افزودن کودها و مواد شنی ، تسطیح ، تراس بندی و غلطک زنی

🕒 **نکته ۵:** مقدار کود حیوانی در کاشت چمنها ۳ کیلوگرم در متر مربع ، یا تن در هر هکتار است .

🕒 **نکته ۶:** عمق خاک مناسب برای چمنکاری ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر است .

🕒 **نکته ۷:** شخم زنی محوطه فضای سبز معمولاً در پاییز انجام می شود .

🕒 **نکته ۸:** عملیات غلطک زنی در دو نوبت انجام می شود ، یکی قبل از کشت بذر و دیگری بعد از کشت بذر چمن .

🕒 **نکته ۹:** مقدار بذر چمن مصرفی در چمنکاری عبارتست از ۱۵ تا ۲۰ گرم در هر متر مربع از نوع بذر ریز ، ۳۰ تا ۵۰ گرم در هر متر مربع از بذر درشت . چنانچه کشت چمن در فصل سرد ، پاییز یا اسفند ماه ، صورت گیرد مقدار بذر بیشتری مورد نیاز خواهد بود . (۲۰ تا ۵۰ گرم در هر متر مربع)

- میزان آبیاری چمن در مناطق گرم ۲ بار در روز است
- میزان استفاده از علف کش ها (متداولترین علف کش : دی کلرو فنوکسی استیک)
- ۲ تا ۳ هفته یکبار است و در هر بار استفاده میزان مصرف ۲۰ گرم اسید با غلظت برای هر صد متر مربع چمن است .

۷-۶- رفوژ

☆ **تعریف :** رفوژ فضای سبزی است که در وسط و طول مسیر ها و معابر ایجاد می شود هدف آن جدای زیبا سازی مسیر و شکستن نور مستقیم مقابل است که از طرف خودروها ساطع می شود و احتمال عدم تمرکز را برای راننده مقابل افزایش می دهد .

☞ **نکته ۱۰ :** حداقل عرض رفوژ ۱۱۰ سانتی متر است .

- حداقل سرانه فضای سبز در محیط‌های شهری ۱۲ متر مربع برای هر نفر است که البته با حد مطلوب آن (۴۰ متر مربع برای هر نفر) فاصله دارد .
- مساحت فضاهای سبز شهری که نام پارک شهری به آن اطلاق می شود ۵/۰ تا ۲ هکتار است .

۹-۶- مالچ

- به بخش لایه ای از مواد آلی یا غیر آلی بر روی خاک در اطراف گیاهان را مالچ گفته می شود . بهترین نوع مالچ پوست و تنه خرد شده درختان است که در ضخامت ۵ تا ۸ سانتی متر بر روی خاک ریخته می شود .
- در مواردی که خطر یخزدگی ریشه گیاهان در مناطق سرد وجود داشته باشد ضخامت مالچ را بیشتر می گیرند .
- در مناطق کوهستانی ، از خرده سنگها و یا گرد سنگهای کوهی برای مالچ استفاده می شود .

فصل هفتم زهکشی محوطه

۱-۷- زهکشی سطحی

زهکش (Drainage) : مجموعه فعالیتهائی است که با هدف هدایت و خارج ساختن آبهای سطحی و زیر زمینی به بیرون از محوطه انجام می شود .

(۱) زهکشی سطحی Surface Drainage

(۲) زهکشی عمیق Deep Drainage

انواع زهکشی :

☆ **تعریف** : زهکشی سطحی تخلیه آبهای سطحی است و شامل جمع آوری آبهای سطحی ، هدایت و خارج ساختن آنها از محیط سواره رو و حریم آن می باشد .

۱-۱-۷- شیب عرضی و طولی مناسب جهت زهکشی سطحی

- حداقل شیب عرضی دو طرفه برای سواره رو آسفالتی ۵/۱ تا ۵/۲ درصد است .

حداقل شیب طولی مسیر :

اگر روسازی به جدول های کناری منتهی شود : ۰/۵ درصد

اگر روسازی به جدول های کناری منتهی نشود : بدون شیب طولی

- حداقل شیب طولی مطلوب برای نهرهائی که به منظور تخلیه آبهای سطحی استفاده می شود عبارتست از :

در نهرهای خاکی با مقطع مثلثی : ۲۵/۰ درصد

در نهرهای خاکی با مقطع پوشش دار : ۱۲/۰ درصد .

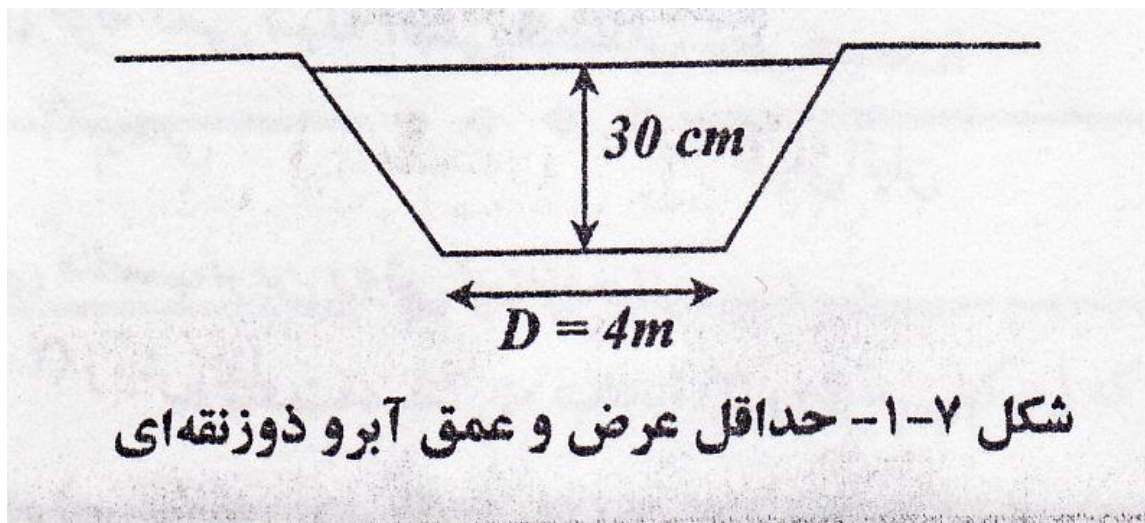
۲-۱-۷- آبروها

آبروها ، مسیر ها و مجاری انتقال آبهای سطحی هستند که معمولاً مستقیم و با شیب طولی ثابت ساخته می شوند . تغییر جهت ناگهانی و شیب طولی مسیر آبرو موجب افزایش احتمال فرسایش آبروها می شود که در اینصورت باید در محل تغییر شیب پوشش آبرو با ماهیچه و احیاناً با آرماتور تقویت شود .

- ۱) دالی
- ۲) بیضوی
- ۳) دایره ای
- ۴) طاقی
- ۵) جعبه ای

انواع آبروها :

- نکته ۱: - حداقل قطر آبروهای زیر راهها و مسیر ۸۰ سانتی متر است .
- معمولترین شکل کانال برای آبهای سطحی و بادبی زیاد مقطع دوزنقه است .
- حداقل عرض کف کانال در مقاطع دوزنقه ۴ متر و حداقل عمق جریان آب ۳۰ cm است .



۲-۷- زهکشی عمیق یا تحت الارضی

زهکشی عمیق یا زیر زمینی عبارتست از تخلیه آبهای نفوذی به لایه های زیر سازی و روسازی مسیر و زیر پی ها

(۱) روش وزنی با تھالی

(۲) روش پمپاژ

(۳) روش پرده عایق

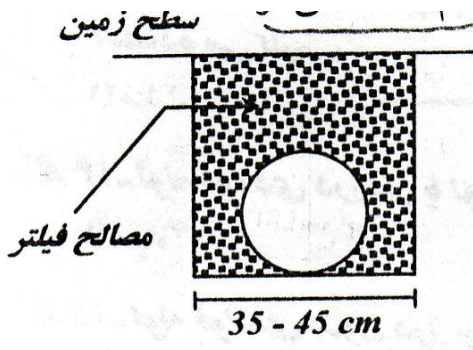
انواع روش های زهکشی عمیق

در این روش با تکیه بر شیب زمین و شکل پستی و بلندیهای آن و با استفاده از یک شبکه لوله گذاری در عمق مورد نظر هدایت آبها صورت می گیرد .
- جنس لوله های استفاده شده آزیست سیمان - پی وی سی (PVC) - پلی اتیلن و یا احیاناً سفالی می باشد .

- لوله های اصلی شبکه زهکشی باید به سیستم جمع آوری آبهای سطحی مثل کانالهای و مسیلهای شهری فاضلاب محوطه و یا با رعایت ضوابط فنی و محیط زیستی به رودخانه ها و نهرها متصل می شود .

انواع شبکه جمع آوری آبهای سطحی :

- (۱) شبکه ای : شامل لوله های فرعی و اصلی متعامد
- (۲) استخوان ماهی : لوله اصلی در وسط و لوله های فرعی با زاویه در پلان
- (۳) لوله های زهکنی جانبی : در سازه های کوچک و دبی های کم استفاده می شود



- لوله های زهکش معمولاً در ترانشه هایی به عرض ۳۵ تا ۴۵ سانتی متر یا برای قطر لوله های بزرگتر ۱۰ سانتی متر بیش از قطر (۵ سانتی متر از هر طرف) قرار داده می شوند و اطراف لوله ها با مصالح فیلتر (درشت دانه و با دانه بندی یکنواخت) پرمی شود .

- روی لوله ها نیز با آرایش های متفاوتی برش زده می شود (شیار دار)

۲-۲-۷- روش پمپاژ

در این روش با استفاده از چاههائی عمیق و با فواصل مشخص آبهای زیرزمینی پمپاژ شده و سطح آبهای زیرزمینی کنترل می شود .

۳-۲-۷- روش پرده عایق

در این روش از دیوار یا پرده عایق با عرض ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر و عمق مشخص تا رسیدن به لایه نفوذ ناپذیر استفاده می شود . محل حفاری با مخلوطی از سیمان و گل حفاری (بنتونیت) پر می شود .

فصل هشتم سیستمهای جمع آوری فاضلاب

۱-۸- انواع فاضلاب

۱) فاضلاب خانگی : فاضلاب دستگلههای بهداشتی خانه ای مسکونی (درصد مواد آلی بالائی دارند)

۲) فاضلاب صنعتی : فاضلاب و پساب کارخانه ها (مواد شیمیائی و خورنده بالائی دارند)

۳) فاضلاب سطحی : فاضلاب ناشی از بارش نزولات جوی و تسنن خیابان ها و معابر

توسط باران و برف

انواع فاضلاب :

- درجه اسیدی فاضلابهای صنعتی معمولاً و محیط آنها اسیدی است. ($\text{PH}=4-5$)
- در شروع بارندگی درجه آلودگی فاضلابهای سطحی بالا و پس از مدت زمانی از شروع بارش درجه آلودگی پایین خواهد بود .

۲-۸- خواص فاضلاب ها

۱) رنگ فاضلاب

- رنگ فاضلاب تازه خاکستری متمایل به زرد و فاضلاب کهنه تیره متمایل به سیاه است.
- هر چه عمر فاضلاب بیشتر باشد رنگ آن تیره تر است .

۲) بوی فاضلاب

- بوی فاضلاب ناشی از تخمیر و تجزیه مواد آلی و غیر آلی موجود در آن است عمدتاً بوی بد فاضلاب از سولفید هیدروژن (H_2S) ناشی می شود .
- در صورتی که فاضلاب هوای کافی برسد فعالیت باکتریهای هوازی در آن ممکن می شود در این وضعیت بوی بد فاضلاب کم و قابل تحمل است .

- در صورت عدم دسترسی به هوای کافی باکتریهای غیر هوازی امکان فعالیت پیدا می کنند . فعالیت آنها منجر به تولید H_2S می شود که بسیار بد بو است .

(۳) درجه اسیدی

فاضلاب تازه معمولاً خنثی و یا متمایل به قلیائی (بازی) است . (به استثنای فاضلاب صنعتی) ولی به مرور و با گذشت زمان PH فاضلاب کم شده و اسیدی می شود .

(۴) دمای فاضلاب

دمای فاضلاب معمولاً از دمای محیط بیشتر است . دمای معمول آن ۲۰ درجه سانتی گراد و حداقل دمای آن حدود ۱۰ درجه سانتی گراد است .

۳-۸- شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب

اجزاء شبکه جمع آوری و دفع فاضلاب :

- ۱) مجاری فاضلاب (لوله ها و کانالها)
- ۲) تأسیسات جانبی شبکه اعم از منهل یا آدم روها ، دهانه های ریزش ، ورودیها و....

۱-۳-۸- جنس لوله ها و مجاری فاضلاب

الف - سیمان آر بست : حداکثر قطر این لوله ها ۹۰cm است و در برابر مواد خورنده مقاوم هستند .

ب - سفالی لعابدار : در مقابل مواد خورنده بسیار مناسب هستند ولی عیب آنها وزن بالا و ترد بودن آنهاست .

ج- پلی اتیلن : انعطاف و دوام بالایی دارند و به سادگی و به سرعت نصب می شوند .
د- پی وی سی PVC : مزایای لوله های پلی اتیلن را دراند ولی قیمت بالاتری دارند و در مقابل حرارت ضعی هستند .

ه - چدنی : قیمت بالایی دارند و بیشتر در تأسیسات فاضلاب داخل ساختمان استفاده می شوند .

و - فولادی : انعطاف پذیر محکم و مقاوم در مقابل ارتعاش هستند .

ز - بتنی و بتنی مسلح : ارزانتترین لوله های فاضلابرو هستند . در برابر خوردگی مواد شیمیائی ضعیف هستند و وزن بالایی دارند . اجرای آسان و سریع آنها از دیگر مزایای آن است .

۲) فاضلاب دایره ای شکل

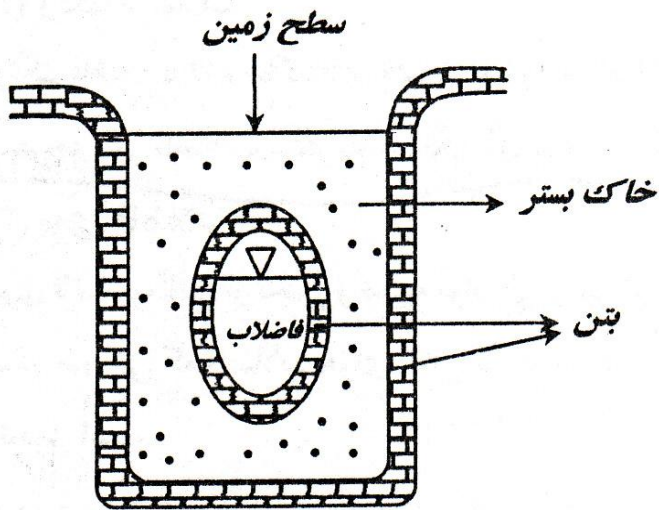
مقطع این مجرا از دایره است. از امتیازات آن سادگی اجرا، کاهش افت انرژی سیال در حین عبور از مجرا است. اشکال فاضلابروهای دایره ای شکل ضریب بالای رسوب گذاری در سرعتها و دبی های پایین است.

۳) فاضلابروهای تخم مرغی شکل

مزیت (۱): بعلا ارتفاع کافی نسبت به عرض شکل مقاطع دایره ای در رسوبگذاری را ندارد و حتی در دبی های پایین رسوب کمتری در جداره می نشیند.

مزیت (۲): جریان دارای سرعت بیشتری در مقایسه با مقاطع دایره ای است.

معایب: اجرای مشکل - اجرا با هزینه بالاتر در مقایسه با سایر مقاطع، اتصالات مشکل و خاکبرداری حجیم تر.



🔸 **نکته ۱:** از دیگر مقاطع فاضلابروها که البته ندرتاً استفاده می شود می توان به فاضلابروهای دایره ای با دو شعاع مختلف و فاضلابروهای تخم مرغی معکوس نیز اشاره کرد .

۳-۳-۸- تأسیسات و سازه های جانبی شبکه جمع آوری فاضلاب

۱ (دهانه های بازدید (منهول) (Manhole)

منهولها برای دسترسی به فاضلابروها از سطح معابر و گذرگاهها احداث آنها امکان کنترل مجاری از نظر رسوب گیری ، گرفتگی ، توقف زباله و قطعات بزرگ فاضلاب و مانع جریان روان می شوند ؛ دسترسی جهت بازدیدهای منظم فنی و تعمیرات است .

🔸 **نکته ۲:** با توجه به نقش بالای باکتریهای هوازی در تصفیه و پاکسازی فاضلاب حضور منهولها به عنوان مجاری تهویه هوا در شبکه فاضلاب باعث دسترسی هوای کافی به فاضلاب و تسریع در پاکسازی محیط می شود .

محل های احداث منتهول :

(۱) محل تلاقی لوله های اصلی
 (۲) محل تغییر شیب لوله
 (۳) محل تغییر مسیر لوله اصلی
 (۴) محل تغییر قطر لوله
 (۵) محل تغییر ارتفاع لوله ها

🕒 **نکته ۳:** به طور کلی در مسیر های مستقیم در هر ۵۰ متر یک منتهول احداث می شود .

۴-۳-۸- هیدرولیک جریان فاضلاب

جریان فاضلاب از نهوع جریانات آزاد است (free flow) . جریانات آزاد جریاناتی هستند که دارای سطح آزاد بوده و تحت اثر وزن خود حرکت می کنند . جریانات مقابل جریانات آزاد ، جریانات تحت فشار هستند .

شبکه جریان آب ← جریان تحت فشار

شبکه جریان فاضلاب ← جریان آزاد

دارای سطح آزاد در تماس با هوا هستند (کلی مجرا پوشیده نمی شود)

نیاز به پمپاژ ندارند

عامل حرکت وزن است

در هر مسیری لوله ها لزوماً شیبدار هستند

مشخصات جریانات آزاد :



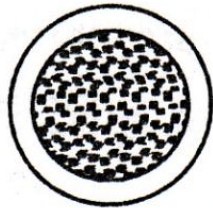
سطح آزاد ندارند (کل مجرا پوشیده از سیال است)

نیاز به ایستگاه پمپاژ و یا فشار شکن دارند.

عامل حرکت فشار سیال است

مسیر لوله ها بسته به شرایط می تواند بدون شیب ، شیبدار معکوس باشند.

مشخصات جریان تحت فشار :



۱-۴-۳-۸- حد اقل و حداکثر سرعت جریان

- در مسیر فاضلابروها حد اقل سرعت باید رعایت شود تا به علت سرعت کم رسوب گیری و گرفتگی لوله ها باعث بروز شکل شود . به این ترتیب سرعت شستشو گفته می شود . (wash speed)
- در مسیر فاضلابروها حداکثر سرعتی نیز باید رعایت شود تا به علت سرعتهای بالا، اتصالات و مجاری فاضلاب و چاه خوردگی و تخریب نشوند . کاویتاسون (Cavitation) از مهمترین علل خرابی مجاری اتصال آب و فاضلاب بعلا سرعتهای بالا هستند . به این حداکثر سرعت سرعت بدون خط افتادگی هم گفته می شود . دبی جریان برای هر مقطع از مجاری فاضلاب تعریف می شود و عبارتست از حجم فاضلاب عبوری در واحد زمان .

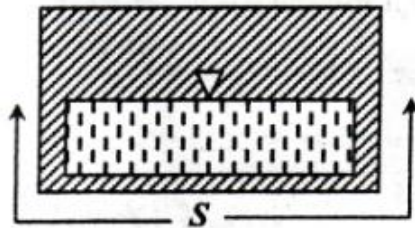
A : سطح مقطع (m^2)

V : سرعت حرکت و جریان فاضلاب ($\frac{m}{s}$)

Q : دبی جریان فاضلاب ($\frac{m^3}{s}$)

۲-۴-۳-۸- محیط تر شده

بخشی از محیط مقطع را که با فاضلاب در تماس است محیط تر شده می نامند .



۵-۳-۸- شعاع هیدرولیکی

شعاع هیدرولیکی مقطع ، نسبت سطح مقطع جریان به محیط مرطوب مقطع است .

R : شعاع هیدروئیکی

A : سطح مقطع جریان

P : محیط مرطوب

$$R = \frac{A}{P}$$

۱-۵-۳-۸- سرعت متوسط جریان فاضلاب

عوامل موثر در سرعت

- ۱) شیب لوله یا مجرا
- ۲) شعاع هیدروئیکی
- ۳) اصطکاک سطح لوله یا مجرا

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

S : شیب لوله

R : شعاع هیدروئیکی

A : سطح مقطع

n : ضریب اصطکاک معروف به ضریب مانینگ (Manning)

V : سرعت متوسط جریان

Q : دبی متناظر با سرعت متوسط جریان

۶-۳-۸- نکات اجرائی لوله گذاری سیستم های جمع آوری فاضلاب

- (۱) حتی الامکان لوله های فاضلاب در زیر سواره رو کار گذاشته می شوند .
- (۲) عمق اجرای لوله ها باید زیر عمق بخندان منطقه باشد .
- (۳) حداقل عمق فاضلابروها در کوچه ها و خیابانها فرعی 180 cm و در صورت بالا بودن تراز آب زیر زمینی 150 cm است .
- (۴) پهنای تراشه (عمل دفن لوله فاضلاب) حداقل باید 20 cm بیش از قطر لوله باشد .
- (۵) قبل از کار گذاری لوله حداقل 10 cm خاک نرم سرند شده زیر لوله ریخته شود .

۱- چاههای جذبی : فقط در مناطقی مجاز است که سطح آب زیر زمین از

سطح ۵ متر پایین تر باشد

۲- اتباره تعفن (سپتیک تانک Septic tank)

انواع سیستمهای دفع فاضلاب :

۱-۶-۳-۸- چاههای جذبی

- چاه در نزدیکی ستونها و دیواره های باربر نباید حفر شود

- اجزای چاه جذبی

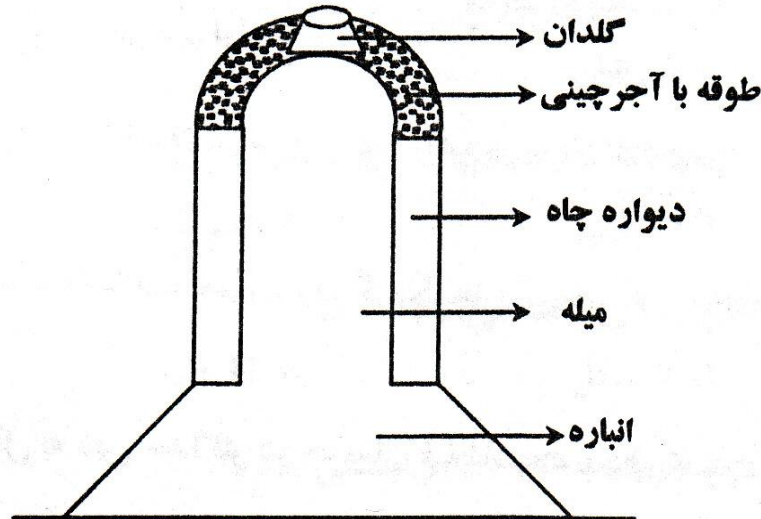
الف - میله چاه : قطر آن ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی متر است . عمق میله حدود ۱۰ تا ۲۰ متر

و

کاملاً شاقولی است .

ب - انباره : در انتهای میله چاه و به صورت مخروطی است . کف انباره کاملاً تراز و

حجم آن بسته به حجم فاضلاب نصب می شود .



۲-۶-۳-۸- انبارهٔ تعفن یا سپتیک تانک

انباره تعفن مخزنی است برای نگهداری فاضلاب تا زمانی که باکتریهای غیر هوازی (بی هوازی) عملیات تصفیه را انجام دهند . پس از تصفیه حجم فاضلاب کاهش پیدا کرده و به لجنی تبدیل تبدیل می شود که به طور مرتب از مخزن یا انباره تعفن توسط لجن کش ها تخلیه می شود .

(۱) هزینه بالا و اجرای شکل

(۲) عدم انجام کامل عمل هضم لجن

(۳) بوی بد داخل مخزن

معایب :

نیاز به فضای کمتری دارد و در مجتمع ها و ... قابل اجرا است

عدم نیاز به هوا و ارتباط با محیط ← زیبایی محیط

محاسن :

– نکات اجرائی سپتیک تانک

- (۱) عمق موثر سپتیک تانک 120 cm است .
- (۲) قطر لوله تهویه جهت خروج گازها 10 cm است
- (۳) سپتیک تانک برای جمعیت‌های تا ۳۰۰ نفر مناسب است