فصل اول

«آماده سازی کارگاه ـ شناخت خاک و پی سازی»

۱-۱ آماده سازی کارگاه

برای پیشگیری از مشکلات در مراحل اجرای ساختمان، پیش از انجام هر نوع عملیات ساختمانی، باید آماده سازی کارگاه انجام پذیرد. مهم‌ترین تدابیر لازم برای آماده سازی کارگاه شامل موارد زیر است:

الف)تحویل و کنترل زمین ، نقشه‌ها و مدارک

تحویل زمین بصورت رسمی به پیمانکار از طرف کارفرما صورت می‌گیرد. همچنین نقشه‌های معماری، سازه و تاسیسات (برقی و مکانیکی) و نیز دفترچه محاسبات و نتایج آزمایشهای ژئوتکنیک به پیمانکار تحویل می‌گردد. در این مرحله مجوزهای لازم از سازمانهایی نظیر شهرداری اخذ می‌گردد.

ب) اجرای حصار در اطراف کارگاه

این حصار با استفاده از دیوارهای تخته‌ای با ارتفاع حداقل ۱/۸۰ متر و بمنظور:

۱ـ تعیین محدودهٔ کارگاه

۲ـ جلوگیری از بروز خطرات برای عابرین

۳ـ ایجاد مانع برای ورود افراد متفرقه اجرا می‌گردد.

ج)پاکسازی و تسطیح زمین

که شامل:

۱ـ تخریب بناهای موجود

۲ـ ریشه کنی درختان

۳ـ جابه جایی خاکهای ناشی از تخریب و تسطیح (نخاله) و رفع ناهمواریهای زمین می‌باشد.

مثال ۱ : ***اولین مرحله از عملیات آماده سازی کارگاه، کدام است؟***

۱) اجرای حصار ۲) پاکسازی و تسطیح زمین

۳) تحویل و کنترل زمین، نقشه‌ها و مدارک ۴) زهکشی

☑ **پاسخ :** گزینه«۳» مرحلهٔ اول آماده سازی کارگاه تحویل و کنترل زمین نقشه‌ها و مدارک است.

د) زهکشی

عبارت است از مجموعه عملیاتی که بمنظور کنترل سطح آبهای زیرزمینی محوطه و احیاناً پائین آوردن سطح تراز آبهای زیرزمینی تا عمق مورد نظر انجام می‌شود. در نهایت آبهای زیرزمینی و سطحی توسط لوله‌های سطحی و زیرزمینی و کانالها تخلیه می‌شوند.

نکته ۱: عمق مناسب ایستابی برابر ۳ متر می‌باشد.

نکته ۲: مزایای زهکشی شامل موارد زیر است:

۱ـ آزادی عمل در عملیات ساختمانی در زیر زمین

۲ـ افزایش مقاومت خاک

۳ـ کاهش رطوبت زمین

برای زهکشی زمین در روش ثقلی از وزن آب و شیب توپوگرافی محوطه برای جمع آوری و دفع استفاده می‌شود. شبکه‌های زهکشی شامل لوله‌هایی با خاصیت جذب آب (تنبوشهٔ سفالی) و یا استفاده از لاشه چینی است. (شکل ۱ـ۱)

در روش پمپاژ با حفر چاه‌های عمیق موسوم به زهکش و پمپاژ آب آنها به بیرون سطح آب زیرزمینی محوطه کاهش می‌یابد. همچنین در روش پردهٔ عایق از سپرهای فلزی و یا دیواره‌ای با عرض ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر از مخلوط بنتینت (گل حفاری) و سیمان استفاده می‌گردد.

نکته ۳: شبکه جمع آوری و زهکشی شامل ۳ نوع مختلف است که عبارتنداز:

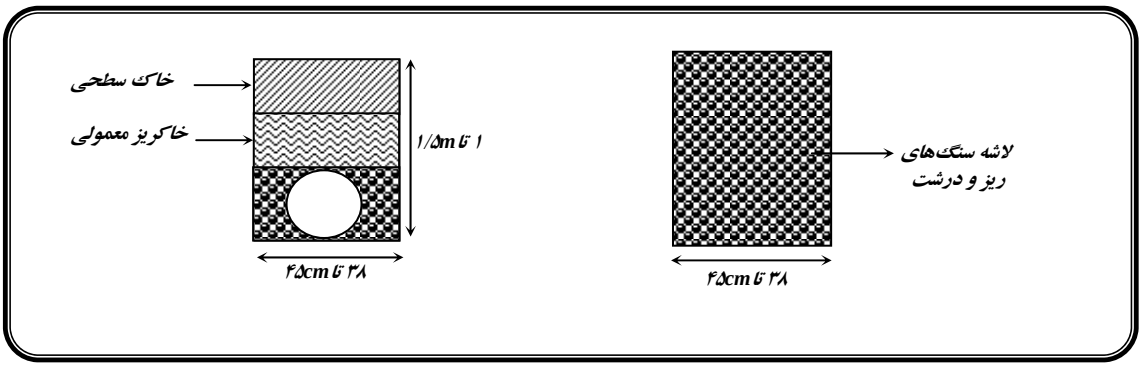
۱ـ جناغی (استخوان ماهی) شامل یک لولهٔ اصلی و لوله‌های فرعی با زاویه 45°

۲ـ شبکه‌ای شامل لوله‌های فرعی و اصلی عمود بر یکدیگر

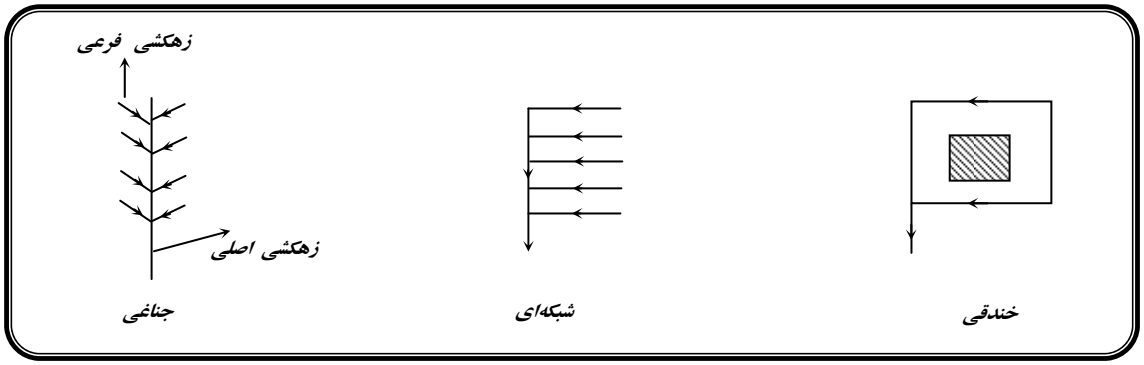
۳ـ خندقی به صورت یک خندق در اطراف محوطه (شکل ۲ـ۱)

نکته ۴: فواصل زهکشهای فرعی از ۶ تا ۱۰ متر وطول حداکثر آنها ۳۰ متر است.

نکته ۵: جنس لوله‌های زهکشی آزبست سیمانی ، PVC، پلی‌اتیلن و سفالی می‌باشد.



شکل ۱ـ۱. روشهای زهکشی



شکل ۱ـ۲. انواع زهکش

مثال ۲ : ***کدامیک از موارد زیر از نتایج زهکشی نمی‌باشد؟***

۱) کاهش رطوبت زمین ۲) آزادی عمل در عملیات ساختمانی

۳) افزایش وزن مخصوص خاک ۴) کاهش وزن مخصوص خاک

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» انجام زهکشی موجب کاهش وزن مخصوص خاک می‌گردد.

هـ) ایجاد نقاط نشانه (مبنا)

این نقاط توسط کارفرما یا دستگاه نظارت در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد تا مرزهای محوطه مشخص شده و امکان پیاده سازی نقشهٔ اجرایی فراهم گردد.

نکته۶: مشخصات نقاط نشانه

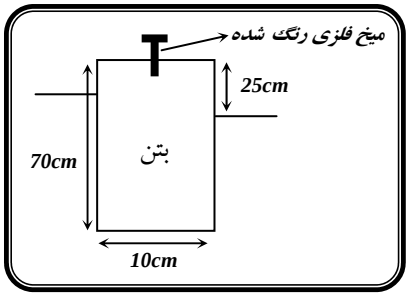
۱ـ دید کافی نسبت به هم

۲ـ استقرار در محلی که امکان پیاده کردن آنها به راحتی وجود داشته باشد.

۳ـ از جنس میخ‌های فولادی و دارای رنگ آمیزی باشند.

۴ـ استقرار نقاط نشانه بر روی پایه‌های بتنی به ابعاد ۱۰×۱۰ cm و با ارتفاع ۷۰ cm

۵ـ حداقل ۲۵cm از ارتفاع پایه بالاتر از سطح زمین باشد. (شکل ۳ ـ ۱)



شکل ۱ ـ ۳. اجزای نقاط نشانه

مثال ۳ : ***کدامیک از موارد زیر جزء مراحل آماده سازی کارگاه نیست؟***

۱) پیاده کردن نقشه ۲) تجهیز کارگاه ۳) ایجاد نقاط نشانه ۴) زهکشی

☑ **پاسخ :** گزینه«۱»

و) تجهیز کارگاه

شامل :

۱ـ ایجاد اتاقهایی جهت امور اداری و اقامت کارگران

۲ـ ایجاد انبارهای سر پوشیده و روباز مصالح

۳ـ تامین تاسیسات روشنایی، حرارتی و بهداشتی

۴ـ تعیین محل استقرار تجهیزات و ماشین آلات ساختمانی

۱ـ۱ـ۱پیاده کردن نقشه

اولین مرحله برای پیاده کردن نقشه روی زمین تعیین بر و کف می‌باشد.

بر، امتداد معینی نظیر محور یک خیابان است که روی نقشه مشخص شده و زاویه یکی از امتدادهای نقشه نسبت به آن معلوم شده است.

کف یعنی سطحی معلوم که ارتفاع نقاط مختلف پروژه ازآن مشخص می‌گردد، نظیر سطح خیابان یا کوچهٔ مجاور.

بنابراین پیاده کردن نقشه شامل موارد زیر است:

۱ـ ایجاد یک خط مبنا

۲ـ تعیین خط دیگر ساختمان عمود بر خط مبنا

۳ـ رسم سایر خطوط موازی با دو خط فوق‌الذکر

نکته۷ : برای پیاده کردن زوایای 90° از روش فیثاغورث (روش ۳ـ ۴ ـ ۵) استفاده می‌گردد که از گونیای بنایی دقت بیشتری دارد.

نکته۸: نقشه گودبرداری با مقیاس ۱:۱۰۰یا ۱:۲۰۰ تهیه می‌شود و شامل محدودهٔ گودبرداری و ارتفاعات آن می‌باشد.

نکته۹: ابزارهای ساده‌ی پیاده کردن نقشه شامل موارد زیر است:

۱ـ گونیا برای پیاده کردن زوایای قائم

۲ـ خرکهای نقطه گیری، نخ و میخ برای تعیین موقعیت پی‌ها و دیوارها ، کف گود و تعیین کف ساختمان

۳ـ شلنگ تراز ، تراز بنایی و وسایل نقشه برداری برای تراز نمودن خرکها

نکته ۱۰: رپُر قطعهٔ بتنی با ابعاد $40\times40\ cm$ و ارتفاع $20\ cm$ است که بعنوان نقطه‌ی مبنا برای سنجش ارتفاعات در خارج از محل احداث ساختمان ایجاد می‌گردد.

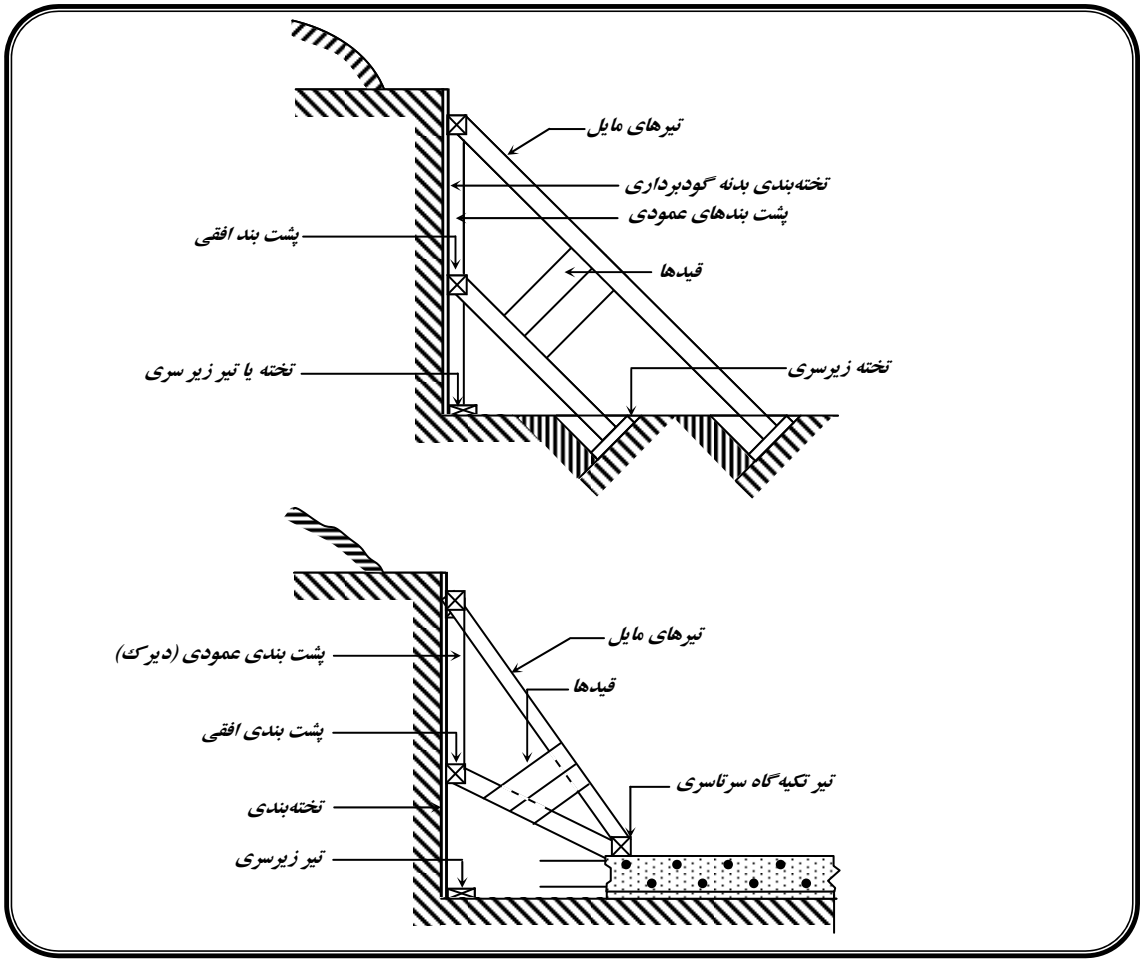
۱ـ۱ـ۲ گودبرداری

گودبرداری برای قسمتهایی از ساختمان که در طبقات پائین تر از کف زمین ساخته می‌شوند، اجرا می‌گردد نظیر موتورخانه زیرزمین و پارکینگ. در عملیات گودبرداری توجه به نکات زیر ضروری می‌باشد:

۱ـ بررسی عدم وجود لوله و کابل در زیرزمین

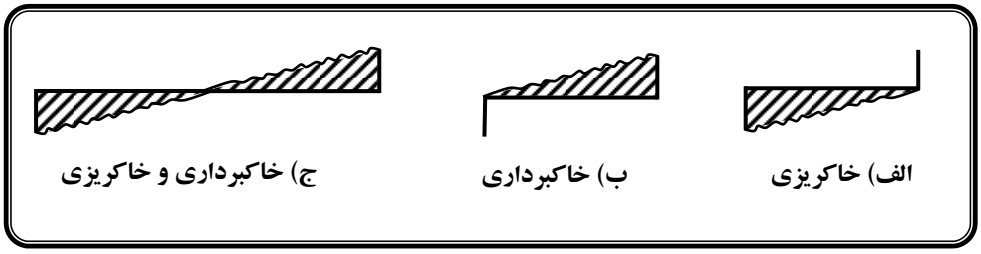
۲ـ حایل‌بندی‌بناهای مجاور (شکل ۴ـ۱)

۳ـ اجرای دیواره گودبرداری با شیب ملایم (برای جلوگیری از ریزش دیواره) با توجه به جنس خاک



شکل ۱ ـ ۴. دو نمونه از چوب بست به روش تیرهای مایل

نکته۱۱: در زمینهای شیب‌دار از یکی از روشهای زیر برای تسطیح زمین استفاده می‌گردد:
۱ـ خاکبرداری و خاکریزی (متداول‌ترین روش) که کمترین هزینه حمل را دارد و اگر جنس خاک محل مناسب باشد استفاده می‌گردد.
۲ـ خاکبرداری که دارای هزینه بیشتری است و تا تسطیح کامل زمین ادامه می‌یابد.
۳ـ خاکریزی که در این صورت احتمال نشست ساختمان وجود دارد و باید از پی‌های عمیق استفاده نمود. (شکل ۵ – ۱)



شکل ۱ ـ ۵. روشهای تسطیح زمینهای شیبدار

نکته۱۲: زمینهای لغزشی دارای قشر رسی در زیر خاک رویی بوده و پس از مرطوب شدن قشر رویی به حرکت درمی‌آید.

نکته۱۳: به عملیات برداشت خاکهای نباتی سطحی دکوپاژ گویند.
خاکبرداری در خاکهای با مقاومت کم به صورت موضعی وبا در نظر گرفتن دیوار حائل می‌باشد.

مثال ۴ : ***متداول‌ترین روش در عملیات تسطیح کدام است؟***
۱) خاکبرداری ۲) خاکریزی ۳) خاکبرداری ـ خاکریزی ۴) گودبرداری

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» مناسب‌ترین و متداولترین روش در عملیات تسطیح ، خاکبرداری و خاکریزی توأم است.

نقشه گودبرداری: این نقشه به منظور اجرای گودبرداری آماده می‌شود و محاسبه حجم خاکی از روی آن صورت می‌گیرد. مقیاس آن $\frac{۱}{۲۰۰}$ است و با ایجاد خط مبنا با توجه به آن و پیاده‌کردن نقشه و نقاط نشانه زوایا گونیا شده و کار شروع می‌شود.

۱ - ۲ شناخت خاک

شناخت زمینی که سازه روی آن ساخته می‌شود از مهمترین مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد . هدف از شناخت زمین تعیین پارامترهای زیر است:

- سطح تراز آبهای زیرزمینی
- مقاومت خاک
- عمق پی
- نشست زمین
- مشکلات احتمالی بناهای مجاور در حین گودبرداری

نکته۱۴: شناسایی خاک در دو مرحلهٔ کلی شناسایی اولیه و شناسایی جزئیات با استفاده از گمانه زنی و نمونه برداری انجام می‌پذیرد. سپس نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل دانه‌بندی به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. دانه‌بندی خاک با استفاده از الک مشخص می‌شود.

نکته۱۵: خاکهای با درصد بیشتر درشت دانه دارای وزن مخصوص بالاتری نسبت به خاکهای با درصد بیشتر ریز دانه هستند.

نکته۱۶: هر قدر طیف دانه‌بندی خاک تکمیل‌تر باشد، قفل و بست بین ذرات خاک بیشتر و وزن مخصوص آن بیشتر است.

نکته۱۷: هر قدر وزن مخصوص خاک بیشتر باشد، ظرفیت باربری خاک بیشتر خواهد بود.

نکته۱۸: هر قدر دانه‌های خاک تیز گوشه‌تر باشند، ظرفیت باربری در خاک بیشتر است.

۱ ـ ۲ ـ ۱ انواع خاک از نظر اندازهٔ دانه‌ها

براساس سیستم‌های طبقه‌بندی مختلف خاکها به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

شن	ماسه	لای	رس
۲ < < ۱۰۰mm	۰/۰۶ < < ۲	۰/۰۰۲ < < ۰/۰۶	۰/۰۰۲ > سیستم طبقه‌بندی MIT
۲ < < ۷۶/۲mm	۰/۰۷۵ < < ۲	۰/۰۰۲ < < ۰/۰۷۵	۰/۰۰۲ > سیستم طبقه‌بندی آشتو
۴/۷۵ < < ۷۶/۲	۰/۰۷۵ < < ۴/۷۵	< ۰/۰۷۵	سیستم طبقه‌بندی متحد (یونیفاید)

نکته ۱۹: زمینها ممکن است شامل یک یا چند نوع از مصالح فوق باشند و لذا خصوصیات آنها به مقدار زیادی به مواد متشکله آنها بستگی دارد.

نکته ۲۰ : دانه‌بندی خوب و متراکم که شامل درشت دانه‌ها و ریزدانه‌ها می‌باشد، باعث افزایش مقاومت خاک می‌گردد.

۱ ـ ۲ ـ ۲ انواع زمین‌ها برحسب منشاء

۱ـ زمین‌های مصنوعی (زمینهای خاک دستی)

این زمین‌ها شامل لایه‌های خاکریزی شده از مصالح گودبرداری سایر مناطق می‌باشند که برای احداث بنا نامناسب‌ترین زمین بوده و پی سازی در این مناطق یا توسط شمع کوبی و یا بوسیلهٔ حفاری تا رسیدن به عمق مناسب انجام می‌پذیرد.

۲ـ زمینهای طبیعی شامل

الف) ماسه‌ای

شامل ماسه‌های درشت دانه می‌باشد که در صورت خشک بودن دارای ظرفیت باربری حدود $۱/۵\frac{kg}{cm^۲}$ است.

ب) شنی

شامل لایه‌های شنی است که در صورت متراکم و فشرده بودن می‌تواند دارای ظرفیت باربری تا حدود $۴/۵\frac{kg}{cm^۲}$ باشد.

ج) رسی

شامل لایه‌های رسی است که در صورت خشک و متراکم بودن برای احداث بنا مناسب بوده و ظرفیت باربری تا $۴/۵\frac{kg}{cm^۲}$ دارد و در صورت مرطوب بودن برای ساختمان سازی مناسب نیست.

د) مخلوط

شامل شن، ماسه و رس بوده که در صورت متراکم بودن به آن زمین دجی نیز می‌گویند که دارای ظرفیت باربری ۲/۵ تا $۴/۵\frac{kg}{cm^۲}$ است.

هـ) زمین سنگی

شامل تخته سنگهای بزرگ و یکپارچه بوده و برای احداث بنا مناسبترین است.

نکته ۲۱ : البته برخی تخته سنگها نظیر سنگ‌های گچی که قابلیت تورم توسط رطوبت دارند، برای احداث بنا نامناسب‌اند.

نکته ۲۲ : واحد اندازه‌گیری مقاومت (ظرفیت باربری خاک) $\frac{kg}{cm^۲}$ است که همان مقاومت خاک در برابر نیروهای فشاری وارده از طرف سازه است. این مقاومت در آزمایشگاه توسط آزمایشات مکانیک خاک نظیر (برش مستقیم ، مقاومت فشاری سه محوری) بدست می‌آید.

۱ـ۲ـ۳ انواع زمین بر حسب میزان نشست

الف) زمین‌های غیرقابل تراکم

نشست این زمینها در اثر اعمال فشار ناچیز است، این زمینها به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱ـ زمینهای شامل سنگهای سخت نظیر گرانیت، بازالت و شیست که نفوذپذیری آنها فوق‌العاده کم است.

۲ـ زمین‌های شامل سنگهای نرم نظیر رس سخت که کمی قابل نفوذ می‌باشند و تقریباً غیرقابل تراکم‌اند.

ب) زمین‌های با قابلیت تراکم کم

تراکم این زمینها با فشار وارده به آن متناسب است و دارای ظرفیت باربری $۲\frac{kg}{cm^۲}$ می‌باشند نظیر زمینهای مارنی.

ج) زمینهایی با قابلیت تراکم زیاد

در برابر فشارهای وارده متراکم می‌شوند و فشارها را به اطراف پی منتقل می‌کنند نظیر زمینهای باتلاقی.

۱ـ۲ـ۴ انواع زمین‌ها بر اساس جنس

زمین شن بوم: شامل شن و ماسه و لای با کمی قلوه سنگ که بهترین آن دارای دانه‌بندی پیوسته است. می‌توان آن را به آسانی متراکم کرد و به وزن مخصوص آن افزود و قابلیت ساخت ساختمان دارد.

زمین شن‌زار: شامل تقریباً دو سوم شن و مقدار بسیار کم ماسه و لای که آب در آن فرو می‌رود.

زمین ماسه زار: شامل تقریباً دو سوم ماسه ، کمی شن و لای بسیار کم.دارای قابلیت تراکم بوسیلهٔ غرقاب کردن می‌باشد.

زمین خاکی: شامل تقریباً $\frac{۲}{۳}$ ماسه و $\frac{۱}{۳}$ رس و لای و دارای قابلیت تراکم.

زمین رسی و گل آهکی: زمین گل آهکی شامل ۴۰ تا ۷۵٪ وزنش گرد سنگ آهک و ۲۵ تا ۶۰٪ خاک رس. زمین رسی شامل حدود $\frac{۲}{۳}$ خاک رس و حدود $\frac{۱}{۳}$ ماسه. این گونه خاکها در صورت خشک بودن قابل بارگذاری هستند و چنانچه آب بمکند باد کرده خمیری شکل می‌شوند وساختمان سازی بر روی آن توصیه نمی‌شود.

زمین لایی: شامل بیش از $\frac{۲}{۳}$ لای، کمی ماسه، فاقد چسبندگی و تراکم پذیری و فاقد قابلیت بارگذاری.

زمین لجنی: شامل بیش از $\frac{۲}{۳}$ لای، ماسهٔ خیلی کم و مقداری خاک نباتی(دارای رنگ تیره و عدم قابلیت ساختمان سازی).

زمین خاک دستی: شامل نخاله‌های ساختمانی، خاک حاصل از خاکبرداری و زباله. ساختمان سازی بر روی این نوع زمین به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

مثال ۵ : کدام زمین بوسیلهٔ غرقاب نمودن متراکم می‌شود و کدام زمین فاقد چسبندگی است؟

۱) لایی ـ رسی ۲) ماسه‌ای ـ رسی ۳) ماسه‌ای ـ لایی ۴) لایی ـ ماسه‌ای

☑ **پاسخ :** گزینه «۳» زمینهای ماسه‌ای به وسیلهٔ غرقاب‌کردن متراکم می‌شوند و زمینهای لایی فاقد چسبندگی هستند.

زمینها از نظر کندن و جابجایی (از دید اجرایی) به پنج دسته زیر تقسیم می‌شوند :

الف) زمین بیلی: با بیل برداشته می‌شود و نیازی به کندن ندارد و فاقد چسبندگی می‌باشد مانند ماسه و شن و خرده سنگ

ب) زمین پابیلی: با بیل و فشار پا کنده می‌شود و نیاز به کندن با کلنگ ندارد مانند شن و ماسه خاکدار مسیل‌ها و زمین‌های زراعی.

ج) زمین کلنگی: که باید با کلنگ کنده شود . چسبندگی دانه‌های آن به یکدیگر از زمین پابیلی بیشتر است، بدنه گود کنده شده در زمین کلنگی به ویژه پس از بارندگی باید به صورت عمودی بماند و قابلیت ساختمان سازی دارد.

د) زمین دج: بسته به سختی‌شان با کلنگ، پتک یا کمپرسور کنده می‌شوند. آنها زمینهای شن بومی هستند که دانه‌های آنها به همدیگر چسبیده‌اند. بدنهٔ گود کنده شده در این زمینها، بویژه پس از بارندگی باید بصورت عمودی باقی بماند.

هـ) زمین سنگی: این دسته از زمینها برحسب جنس سنگ و بزرگی آن به چهار دسته زمین سنگی سست، نیم سخت، سخت و خیلی سخت تقسیم می‌شوند. کندن و جابجایی آنها با دیلم و پتک وکمپرسور و گاهی اوقات مواد منفجره امکان پذیر است و قابلیت ساختمان سازی دارند.

نتایج: با افزایش وزن مخصوص خاک مقاومت آن نیز افزایش می‌یابد. رطوبت بر مقاومت خاکها تاثیر زیادی دارد و اگر مقدار آن از حد معینی افزایش یابد خاک متورم می‌شود.

ساختمان سازی بر روی زمینهای رسی توصیه نمی‌شود زیرا با مرطوب شدن محیط افزایش حجم یافته و لغزنده می‌شوند.

شناسایی انواع زمینها از نظر دانه‌بندی و کندن و حمل برای احداث بنا بر روی آنها اهمیت زیادی دارد.

ساختمان سازی بر روی زمین رسی و گل آهکی، زمین لایی، لجنی و خاک دستی توصیه نمی‌شود.

نکات مهم:

برای احداث هر ساختمانی بر روی زمین ابتدا بایستی پی سازی صورت گیرد.

پی هم نیروهای عمود بر ثقل زمین وهم نیروهای افقی وارده بر ساختمان را به زمین منتقل کرده مانع از واژگونی ساختمان می‌شود.

پی نقش انتقال نیرو و توزیع نیرو به زمین زیرین را به عهده دارد.

برای توزیع نیرو در زمین سطح پی اهمیت ویژه‌ای دارد.

سطح پی بستگی به وزن ساختمان و جنس زمین دارد. بطوریکه هر چه زمین مقاومتر باشد، سطح پی کمتر و هر چه زمین سستر باشد، سطح آن وسیعتر می‌گردد.

بار مرده: وزن اجزای ثابت سازه مانند وزن دیوارها و سقف‌ها

بار زنده: اجزای غیر مرتبط با سازه مانند افراد

نیروهای افقی: نیروهای باد و زلزله

عمق یخبندان: پایینترین عمقی از خاک که آبها در آن عمق در سرمای ناشی از سردترین روز سال منجمد می‌گردند را می‌گویند.

بتن: مخلوطی از سیمان ، شن و ماسه شسته و آب آشامیدنی با نسبت مشخص اختلاط

مثال ۶ : در پیاده کردن نقشه خرکهای نقطه‌گیری .....

۱) پس از پی کنی نصب می‌شوند. ۲) خارج از ناحیه پی کنی نصب می‌شوند.

۳) جهت تراز دوربین نقشه برداری نصب می‌شوند. ۴) جهت تعیین امتداد زهکشی نصب می‌شوند.

☑ **پاسخ :** گزینه «۲» خرک‌های نقطه‌گیری خارج از ناحیه پی‌کنی مستقر می‌شوند و موقعیت پی‌ها و دیوارها را مشخص کنند.

۱ـ۳ پی سازی

مجموعه بخش‌هایی از سازه و خاک در تماس با آن که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آن صورت پذیرد را پی نامند. پی‌ها به چهار گروه عمده تقسیم می‌شوند:

الف) پی‌های سطحی یا شالوده‌ها

ب) پی عمیق مانند پی‌های شمعی که نسبت عمق به کوچکترین بعد افقی آنها از ۶ تجاوز کند.

ج) پی‌های نیمه عمیق مانند پی‌های چاهی

د) پی‌های ویژه مانند پی‌های با صندوقه و مهار

نکته۲۳: پی‌ها هم نیروهای عمودی و هم نیروهای افقی وارد به ساختمان را به زمین منتقل نموده و مانع نشست ساختمان، لغزیدن و واژگونی آن می‌شود.

مثال ۷ : پی‌های چاهی و شمع‌ها جزء کدام‌یک از انواع پی‌ها هستند؟

۱) عمیق ـ عمیق ۲) سطحی ـ نیمه عمیق ۳) عمیق ـ سطحی ۴) نیمه عمیق ـ عمیق

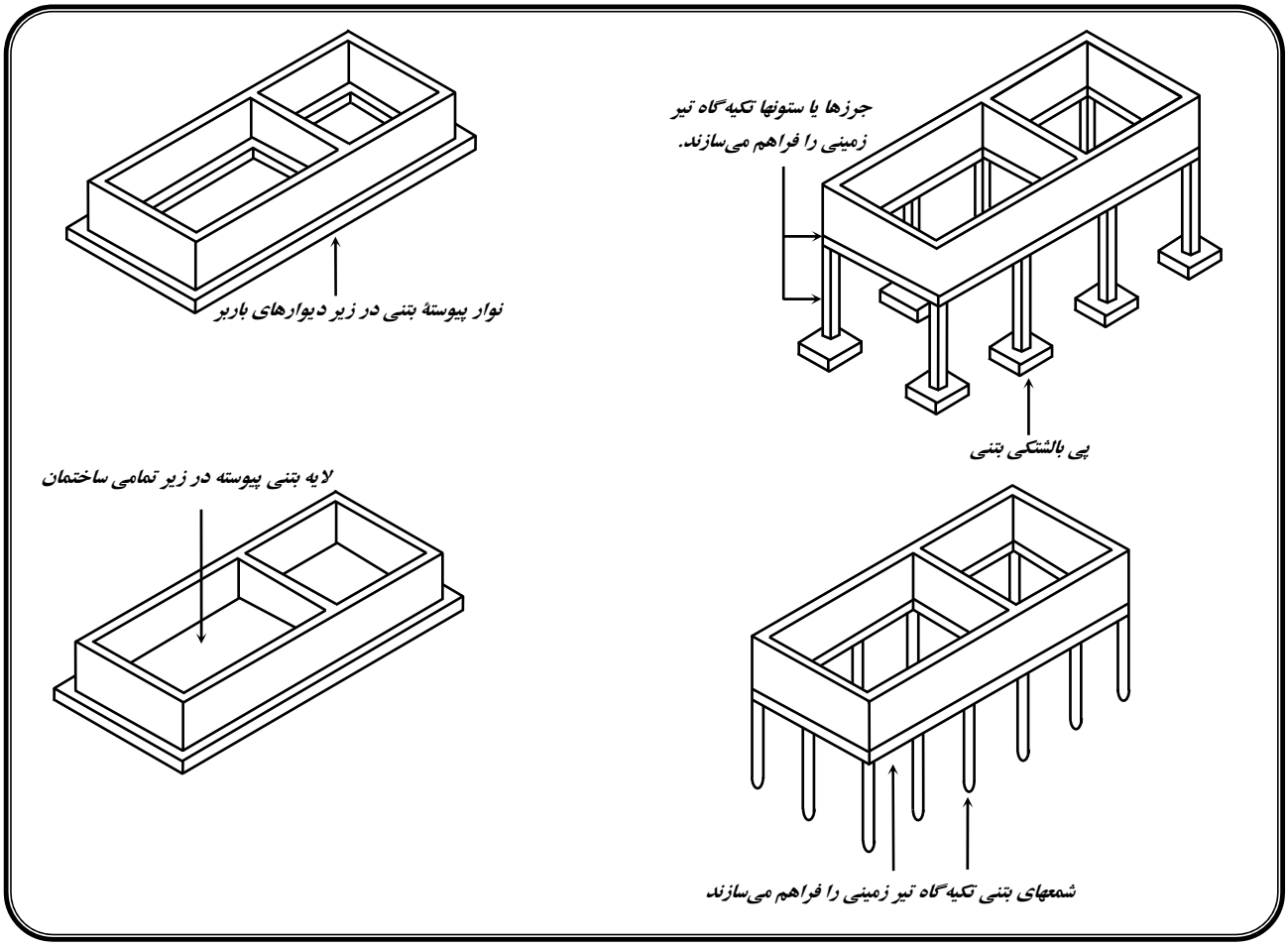
☑ **پاسخ :** گزینه«۴» پی‌هایی که نه سطحی باشند ونه عمیق پی‌های نیمه عمیق محسوب می‌شوند.

۱ ـ ۳ ـ ۱انواع شالوده‌ها یا پی‌ها سطحی

۱ـ پی سطحی منفرد یا شالودهٔ منفرد یا پاشنهٔ تکی

۲ـ پی سطحی نواری ممتد یا شالوده نواری

۳ـ پی گسترده (برای حالتیکه خاک محل احداث ساختمان سست و امکان حفاری نباشد.) (شکل ۶ ـ۱)



شکل ۱ ـ ۶. انواع پی سطحی

نکته۲۴: به پی‌های گسترده رادیه ژنرال نیز می‌گویند.

۱ـ ۳ـ ۱ ـ ۱ پی منفرد (نقطه‌ای): که بصورت مجزا و مستقل بار وارده از ستون را به زمین منتقل می‌کند و شامل اجزاء زیر است:

الف) بتن مگر (بتن لاغر یا بتن پاکیزگی): که به ضخامت ۱۰ cm و به دلایل زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱) برای جلوگیری از تماس خاک با بتن پی

۲) برای ایجاد سطح صاف برای پی سازی

ب) قالب‌بندی (کُفراژ)

قبل از بتن ریزی باید محل پی را قالب‌بندی نمود. قالب‌بندی بخش عمدهٔ هزینهٔ ساخت و اجرا را در سازه‌های بتنی به خود اختصاص می‌دهد. انواع قالب از نظر جنس مصالح بکار رفته عبارتنداز:

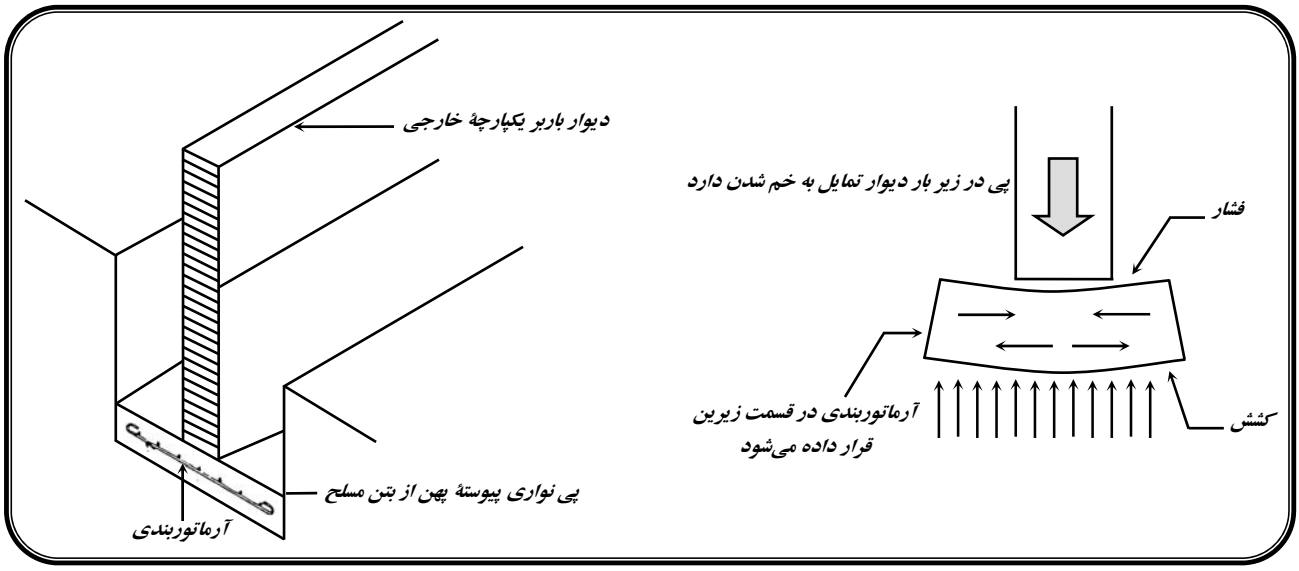
۱) قالبهای چوبی که سبک بوده و برای ساخت قطعات بزرگتر نسبت به قالبهای فلزی ارجحیت دارند و معمولاً از تخته‌هایی به ضخامت ۲ تا ۲/۵ سانتیمتر (معروف به چوب روسی) ساخته می‌شوند.

۲) قالبهای فلزی که استحکام بیشتری داشته و در تعداد دفعات بیشتری قابل استفاده‌اند.

۳) قالبهای آجری که آنرا با تیغه‌های آجری می‌سازند و از لحاظ اقتصادی و سرعت کار ارجحیت دارند.

نکته۲۵: برای جلوگیری از مکیدن آب بتن توسط آجر باید داخل قالب آجری را توسط ورقه‌های پلاستیکی پوشانید. همچنین در صورت استفاده از قالبهای چوبی قبل از بتن ریزی و قبل از قالب‌بندی باید سطح تماس قالب با بتن را با نفت سیاه و یا روغن‌های دیگر چرب نمود.

ج) آرماتور بندی کف پی: چون بتن در برابر نیروهای کششی ضعیف است، برای جلوگیری از ایجاد ترک در آن در محل تارهای کششی در بتن میلگردهای مشبک قرار می‌دهند که محل تارهای کششی در پی نقطه‌ای در کف پی می‌باشد. (شکل ۷ ـ ۱ و شکل ۸ ـ ۱)



شکل ۱ ـ ۷. نحوه توزیع نیروها در زیر شالودهٔ نواری **شکل ۱ ـ ۸. نحوهٔ استقرار میلگرد در شالوده نواری**

نکته۲۶: میلگردهای شبکه‌ای از نوع ساده , ϕ و یا آجدار $\overline{\phi}$ می‌باشند و در زیر شبکهٔ میلگرد قطعات بتنی به نام بیسکویت یا کاور قرار می‌دهند.

نکته۲۷: برای آنکه بتن توپر، متراکم و فاقد حفره (کرمو) باشد از ویبراتور که در بتن تولید ارتعاش می‌نماید، استفاده می‌نماییم. در نتیجه بتن به تمام گوشه‌های قالب هدایت می‌گردد. همچنین حباب‌های هوای موجود در بتن از آن خارج می‌شود.

باید دقت نمود که ویبره نمودن بتن باید قبل از خروج شیرهٔ بتن از آن قطع گردد.

نکته۲۸: میلگردهای داخل بتن نباید رنگ آمیزی و یا به روغن آغشته شوند زیرا رنگ مانع چسبیدن بتن به میلگرد می‌شود. برای حفاظت میلگرد در بتن از کاور بتنی استفاده می‌شود.

د) بتن مخلوطی از شن، ماسه ،سیمان وآب است که بر اساس یک طرح اختلاط مشخص و برای رسیدن به مقاومت فشاری مناسب طراحی گردیده است و جزئیات آن در فصل نهم کتاب تشریح گردیده است.

مثال ۸ : برای حفاظت میلگرد در بتن کدام روش را باید بکار برد؟

۱) استفاده از کاور بتنی ۲) رنگ آمیزی ۳) استفاده از سرنج ۴) استفاده از روغن

☑ **پاسخ :** گزینه «۱» کاور بتنی برای حفاظت میلگرد در بتن به کار می‌رود.

هـ) صفحه ستون (بیس پلیت)

برای توزیع فشار ستون به پی از صفحه‌ای فلزی که ابعاد آن توسط مهندس محاسب تعیین می‌شود، استفاده می‌گردد که این صفحه توسط میلگردهای مهار صفحه ستون (بولت) داخل پی مهار می‌گردد.

این میلگردها حداقل ۴ عدد میلگرد با نمرهٔ $\overline{\phi}$۲۰ یا بیشتر می‌باشند که سرآنها بصورت گونیا خم شده و به میلگردهای فنداسیون و یا شناژ مهار می‌گردند. (شکل ۹ ـ ۱)