

گود برداری و پی کنی:

گود برداری به آن قسمت از عملیات خاکی گفته می شود که پایین تر از سطح زمین برای احداث زیرزمین، موتور خانه و ... انجام میگیرد. ولی پی کنی به کلیه عملیات خاکی که در سطح زمین انجام می گیرد، الطاق می شود.

شناسایی زمین:

شناخت خصوصیات و قابلیت زمین که قرار است سازه بر روی آن ساخته شود و همچنین نحوه ی گود برداری و استفاده از سازه های نگهدارنده، رعایت مسائل ایمنی و وضعیت ساختمان های اطراف حین گود برداری، مواردی که باید مورد توجه و دقت قرار گیرد.

منظور اصلی از شناسایی زمین، بدست آوردن اطلاعات زیر است.

۱. بررسی توپو گرافی عمومی منطقه، وجود خاک دستی، بررسی وضعیت ترک ها و ناپایداری های احتمالی در شیب ها، بررسی خاصیت تورم خاک
۲. تعیین حداکثر و حداقل سطح آب های زیرزمینی که ممکن است در موارد یا مناطقی برای پی کنی و پی سازی مشکل ساز باشد.
۳. مقاومت خاک (تنش مجاز خاک)
۴. انتخاب عمق پی و مقایسه انواع پی ها و انتخاب مناسب ترین آن ها
۵. پیش بینی نشست
۶. مسائل و مشکلات احتمالی ساختمان های مجاور در ارتباط با گود برداری
۷. بررسی عمق یخبندان در منطقه
۸. تعیین پایداری و نفوذ ناپذیر کردن کف گود

عملیات شناسایی: شامل طرح ریزی عملیات، گمانه زنی، اخذ نمونه ها در اعماق مختلف برای شناسایی و انجام مراحل آزمایشگاهی می باشد. برای عمق گمانه ها در ساختمان های عمومی نظیر ساختمان های عمومی و بیمارستان ها و مواد مشابه، آقای ساور قوانین زیر را ارائه می کند.

$$D_b = 3 \times S^{0.7}$$

۱. برای سازه های فولادی سبک و بتنی کم عرض

$$D_b = 6 \times S^{0.7}$$

۲. برای سازه های فولادی سنگین و بتنی عریض

D عمق گمانه و S تعداد طبقات است.

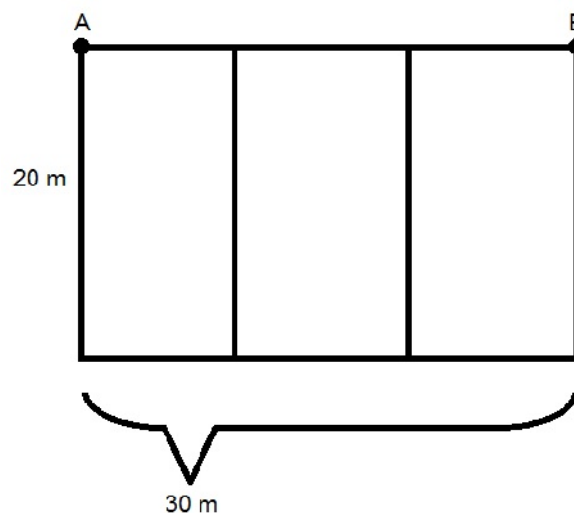
فواصل تقریبی گمانه ها

نوع پروژه	فاصله به متر
ساختمان چند طبقه	۳۰ - ۱۰
ساختمان صنعتی یک طبقه	۶۰ - ۲۰
شاهراه	۵۰۰ - ۲۵۰
مجتمع مسکونی	۵۰۰ - ۲۵۰

یک ساختمان ده طبقه به ابعاد ۳۰ و ۲۰ قرار است احداث گردد. حداقل عمق گمانه و تعداد آن را بدست

$$D_b = 3 \times 10^{0.7} = 15\text{m}$$

آورید.



بوته کنی: قبل از پیاده کردن نقشه، ابتدا باید منطقه را بازدید و در صورت وجود خاک های اضافی، بایستی آن ها را از منطقه خارج نموده و در صورت وجود علف، اقدام به بوته کنی می کنیم. در صورتی که منطقه بوته کنی وسیع باشد، می توان از گریدر یا لودر استفاده کرد.

پیاده کردن نقشه: پس از بوته کنی، اولین اقدام در ساختن یک ساختمان، پیاده کردن نقشه است. در نقشه های شهری، وضعیت نقشه از نظر شمال و جنوب، ناحیه قطعه و بر خیابان اصلی کاملاً مشخص است.

در پیاده کردن نقشه، حدود زمین را باید با سند مالکیت کنترل کرد تا بعداً مشکل ایجاد نشود. در صورتی که بعنوان نماینده ی پیمان کار نقشه ای را در سایت پلان پیاده می کنیم، حتماً باید بوسیله نماینده ی مشاور، کارفرما و پیمانکار صورت جلسه گردد تا بعداً مشکلی نداشته باشد.

وسایل مورد نیاز برای پیاده کردن ساختمان های معمولی:

۱. متر ۱۰ الی ۵۰ متری
۲. ریسمان بنایی
۳. شاقول
۴. تراز
۵. میخ فلزی یا چوبی به طول ۲۰ الی ۵۰ سانتیمتر
۶. گچ سفید

برای ساختمان های بزرگ بغیر از وسایل بالا از دوربین های تراز یاب و تئودولیت نیز استفاده می شود. برای پیاده کردن از یک نقطه شروع، یک امتداد را پیاده می کنیم. معمولاً امتداد ها بر هم عمودند، در نتیجه برای اخراج عمود در یک امتداد از قضیه فیثاغورث استفاده می شود.

چنانچه بخواهیم کارهای انجام شده را دقیقاً کنترل نماییم، در صورتی که یک کادر مستطیلی را پیاده کرده باشیم، دو قطر باید با هم برابر باشند که در اصطلاح بنایی چپ و راست کردن می گویند و اگر دو قطر با هم برابر نباشند، می گویند چپ گونیا است. برای تعیین دقیق فاصله حتماً از متر فلزی استفاده گردد تا خطای ناشی از نیروی کششی اضافی نداشته باشیم.

مثال: برای متر کشی امتدادی به طول ۵۰ متر یکبار از متر فلزی ۲۰ متری و بار دیگر از متر پلاستیکی ۲۰ متری استفاده می شود. در صورتی که سطح مقطع متر فلزی ۱ سانتیمتر با ضریب الاستیسیته $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ و سطح مقطع متر پلاستیکی ۰.۲ متر مربع با ضریب الاستیسیته ی $4 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ و نیروی کششی استاندارد برای هر دو متر ۵ کیلو گرم نیرو بوده و متر به لحاظ بار در منطقه با نیروی ۲۰ کیلوگرم نیرو کشیده شود، خطای هر دو متر کشی را بدست آورید.

$$\Delta L = \frac{L(F - F_0)}{AE}$$

$$\Delta L = \frac{5000(20 - 5)}{0.1 \times 2 \times 10^6} = 0.375 \text{ cm}$$

خطای متر فلزی

$$\Delta L = \frac{5000(20 - 5)}{0.2 \times 4 \times 10^4} = 9.4 \text{ cm}$$

خطای متر پلاستیکی

در ریسمان کشی و گچ ریزی باید دقت گردد که ریسمان به زمین گیر نداشته باشد. ریسمان را باید به اندازه ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر بالا تر از زمین به میخ های فلزی یا چوبی بست.

گودبرداری و سازه های نگهدارنده:

گود برداری در زمین های مختلف به میزان مقاومت دانه بندی و مقدار رطوبت، مشخصات مکانیکی خاک، چسبندگی C و استحکام داخلی بین دانه ها ϕ و عمق گودبرداری بستگی دارد. در زیر به تعدادی از روش های گود برداری و احداث سازه های نگهدارنده اشاره می شود.

روش های مختلف گود برداری:

گودبرداری در زمینه های کوچک: گود برداری های کم عمق و با وسعت کم و یا در مواردی که راه دسترسی به ماشین آلات حفاری مقدور نباشد، معمولاً با دست صورت می گیرد. اما در مواردی که عمق زیاد است و وسعت کم، از انواع ماشین های حفار مانند بیل مکانیکی (بیل بک) استفاده می شود.

گودبرداری در زمین های بزرگ: در صورتی که زمین بزرگ و حجم عملیات خاکی زیاد باشد، و خاک نرم بیلی و کم دج باشد، می توان از انواع بیل بار کن یا لودر برای حفاری و بار کردن استفاده کرد. ولی اگر زمین دج و دارای تخته سنگ و متورم باشد، برای حفاری از انواع بولدوزر استفاده کرده و برای بار کردن از لودر کمک گرفته می شود. نحوه عمل بدین صورت است که لودر در ابتدا برای خود یک رمپ یا شیب درست می کند، سپس با پیشرفت خاک برداری، در صورتی که زمین وسیع باشد، کمپرسی ها برای بار گرفتن داخل گود می شوند.

رعایت مسائل ایمنی در گود برداری:

بخشی از حوادث که منجر به فوت و یا جراحت کارگران ساختمانی می شود، حین گودبرداری و بعد از آن اتفاق می افتد. بنابراین مسائل ایمنی در سه مرحله زیر باید رعایت شوند.

۱. رعایت مسائل ایمنی قبل از گودبرداری

۲. رعایت مسائل ایمنی حین گود برداری

۳. رعایت مسائل ایمنی بعد از گودبرداری

قبل از گودبرداری باید مسائل زیر رعایت شود.

۱. با همکاری سازمان های ذی ربط

۲. کلیه اشیا زائد از قبیل درخت، تخته سنگ و ضایعات ساختمانی که ممکن است سبب وقوع حادثه ای گردد، از محل گودبرداری خارج گردد.

۳. در صورتی که ساختمان های مجاور ایستایی کافی نداشته باشند، آن ها را قبل از گودبرداری خالی از سکنه و با شمع بندی چوبی یا فلزی ساختمان، از داخل شمع بندی کرد.

۴. از وضعیت پایداری ساختمان های مجاور (آیا شناژ دارند یا نه و یا دارای چه نوع سیستم سازه ای هستند) مطلع شده و نسبت به آن تمحیداتی در نظر بگیریم.

رعایت مسائل ایمنی حین گودبرداری:

در حفاری و خاک برداری با عمق بیش از ۱۲۰ سانتی متر، خطر ریزش و یا لغزش دیوار وجود دارد و لازم است تمحیدات ایمنی لازم به عمل آید. مگر اینکه شیب دیواره از زاویه شیب طبیعی خاک کمتر باشد.

تقسیم بندی خاک ها به لحاظ خطر ریزش:

اصولا دیوار های خاک در گودبرداری بسته به خصوصیات مکانیکی آن ها ($C - \phi$) میزان رطوبت، دانه بندی و سست بودن دارای خطر ریزش متفاوتی هستند که در زیر آن ها را بیان می کنیم.

۱. خاک های اصطکاکی دانه درشت (شن بوم) این خاک ها به لحاظ اینکه دارای چسبندگی نبوده و

زاویه ی اصطکاک داخلی آن ها بالا است، در نتیجه دارای قابلیت تحمل بار زیاد هستند. اما در

دیواره های قائم به شدت ریزش می کنند. بنابراین گود برداری در آن ها خیلی مشکل است و مخصوصا اگر گود برداری در نزدیک خیابان یا بزرگ راه ها باشد، در اثر لرزش کامیون ها احتمال ریزش آن ها زیاد تر خواهد شد. توصیه می شود که حفاری با دستگاه به فاصله حداقل ۰.۵ متر به حریم همسایه با ماشین حفار صورت گیرد و بقیه ی ۰.۵ متر به صورت جرء به جرء با دست صورت گیرد و در هر حال شمع بندی ساختمان های مجاور اجباری است. در این نوع حفاری ها نباید زمان را از دست داد.

۲. خاک های چسبنده: این نوع خاک ها دارای چسبندگی c بوده و ϕ آن ها بسیار کم و نزدیک به صفر است. مثل رس که در دیواره های قائم از نظر ریزش تا مدتی مقاومند ولی در اثر هوا زدگی کم کم ریزش می کنند. که باید مورد توجه قرار گیرد.

۳. خاک های چسبنده ی اصطکاکی: این نوع خاک ها که هم $(\phi - c)$ دارند، بهترین نوع خاک نسبت به حالت قبل در مقابل ریزش هستند.

۴. خاک های دستی و سست: این نوع خاک ها بدترین نوع خاک به لحاظ ریزش هستند.

رعایت مسائل ایمنی بعد از گود برداری:

یک سری مسائل ایمنی بعد از گود برداری وجود دارد که به ترتیب به انها اشاره می گردد.

۱. بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل و زلزله باید محل گود برداری بازدید شود، تا در نقاطی که خطر ریزش یا لغزش دیواره وجود دارد با استفاده از شمع، سپر یا چوب بست، تحکیم یا تثبیت گردد.

۲. برای جلوگیری از سقوط افراد حیوانات مصالح ساختمانی و ماشین آلات و نیز برخورد افراد و مسائل نقلیه با کارگران، باید اطراف گود برداری حصار کشی شود. در صورت نیاز باید از چراغهای چشمک زن یا علائم هشدار دهنده در شب استفاده گردد.

سازه های نگهبان: برای مهار دیواره های گود برداری در مقابل ریزش در فاصله گود برداری تا احداث ابنیه از سازه نگهبان استفاده می گردد.

انواع سازه های نگهبان در گود برداری:

۱. روش مهار سازی
۲. روش دوخت به پشت
۳. دیواره ی دیافراگمی
۴. مهار متقابل
۵. اجرای شمع
۶. سپر کوبی
۷. اجرای خرپا
۸. روش پلکانی یا منبری
۹. روش جزء به جزء

از روش های فوق، روش های اجرای شمع، مهار متقابل، سپر کوبی، اجرای خرپا و روش پلکانی متداول می باشد که مختصرا به توضیح آنها پرداخته می شود.

اجرای شمع:

در این روش قبل از گود برداری محل شمع ها در حریم زمین گود به فواصل ۳ تا ۵ متر مشخص و اقدام به حفر چاه هایی معمولا به قطر ۸۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر عمق این چاه ها به اندازه ارتفاع گود برداری بعلاوه ۲۵ تا ۳۵ سانتیمتر ارتفاع گود برای اصول طول گیرداری لازم می باشد. سپس توسط آرماتور های طولی و خاموت های دور پیچ، چاه کنده شده را مسلح و بتن ریزی می کنیم و اقدام به گود برداری با رعایت حریم شمع ها می کنیم. از مزیت های این روش می توان به سرعت بالای عملیات اجرایی، پایین بودن هزینه عملیات در پروژه های بزرگ و دست و پا گیر نبودن اشاره کرد. استفاده از این روش تا عمق ۵ متر اقتصادی می باشد و برای گود برداری های با عمق زیاد می توان از مهار مایل اتکا به شمع استفاده کرد. تا اجرای شمع بتنی مقرون به صرفه باشد. همچنین از شمعهای پیش ساخته می توان به جای شمع های درجا بهره برد. ولی در پروژه های شهری بدلیل مشکلات اجرایی، شمع ها باید بصورت درجا اجرا شود.

مثال: در صورتی که عمق زیرزمین چهار متر و عمق فونداسیون ۸۰ سانتی متر باشد، مقدار عمق چاه ها (ارتفاع شمع) چقدر خواهد بود؟

$$\text{ارتفاع شمع} = (\text{عمق خاکبرداری} + \text{ضخامت پی}) \times 10^3$$

نکته: قبل از انتخاب محل شمع ها بهتر است پلان فونداسیون پروژه را با دقت بررسی کنیم تا شمع های تهیه شده، مانعی برای اجرای ستون های کناری نباشد.

مهار متقابل: این روش مشابه مهار شمع است. با این تفاوت که در داخل چاهک ها بجای بتن و میلگرد، پروفیل های فولادی H یا I شکل را مطابق با محاسبات و نقشه های اجرایی قرار می دهیم.

عمق چاه های مانند روش اجرای شمع می باشد، ولی طول پروفیل ها را طوری انتخاب می کنیم که انتهای فوقانی آن تا حدی بالاتر از تراز فوقانی گود قرار گیرد. سپس قسمت فوقانی پروفیل را به کمک تیر یا خرپاهایی به یکدیگر متصل می کنیم و آنگاه اقدام به گودبرداری می کنیم. اگر عمق گود تا حدی پایین تر رفت، میتوان برای اطمینان بیشتر، در نقاط دیگری از ارتفاع پروفیل قائم نیز سیستم مهار متقابل را اجرا کرد. همچنین در سیستم مهار متقابل، باید در جهت عمود بر سیستم یا همان جهت عمود بر طولی استفاده کرد. برای اطمینان از پایداری پروفیل ها میتوان قسمت های تحتانی پروفیل که در پایین ترین تراز چاه قرار دارد را حداقل تا عمق ۱ متر مسلح و بتن ریزی کرد. این روش در گود برداری های با عرض کم مناسب میباشد و از مزیت های آن می توان سرعت اجرای بالا، هزینه کمتر و جا گیر نبودن را اشاره کرد.

نکته: در صورتی که در کناره های گود ساختمان های بدون انسجام داشته باشیم، بهتر است خود ساختمان نیز مهار متقابل گردد. معمولا سازه انتخاب شده برای این کار خرپا می باشد.

روش سپر کوبی: این روش در مواردی که خاک محل خیلی سست و ریزشی است، و اطراف محل گودبرداری دارای فضای کافی برای کارکردن دستگاه سپر کوب (چکش) باشد، بهتر است مورد استفاده قرار گیرد. در این روش ابتدا در اطراف گود سپر ها را با احتساب طول گیرداری $0.3H$ در زمین می کوبیم و سپس اقدام به گود برداری می کنیم. در خاک های سست و در گود برداری های با ارتفاع و عرض زیاد، باید از پشت بند ها و قید های فشاری فلزی استفاده شود.

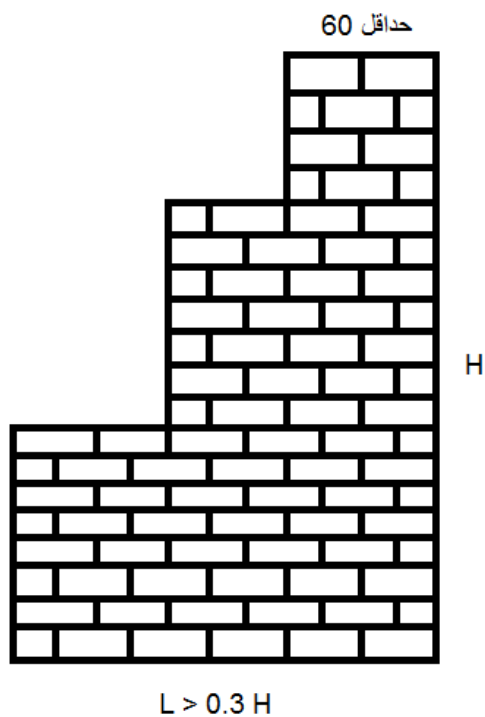
دستگاه سپر کوب معمولاً به صورت ضربه ای یا تخم‌ماقی است و به لحاظ ایجاد لرزش و آلودگی صوتی استفاده از این روش در مناطق شهری توصیه نمی‌شود. معمولاً در بسیاری از موارد سپر ها فولادی هستند و نیم رخ آن‌ها معمولاً به شکل ذوزنقه ای هستند که معمولاً به اینها سپر های لارسن گفته می‌شود.

اجرای خرپا: یکی از روش های متداول اجرای سازه های نگهدارنده، اجرای خرپا است که این روش در مناطق شهری کاربرد دارد. جهت اجرای خرپای سازه نگهدارنده، دو روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش اول که مطمئن تر ولی اجرای مشکل تری دارد، ابتدا مانند روش اجرای شمع، چاه های دستی در محل عضو های قائم خرپا حفر می‌کنیم. این چاه ها مانند روش های قبلی است و انتهای چاه ها را به طول کافی آرماتور بندی کرده و عوض قائم خرپا را در بیرون آن قرار می‌دهیم و سپس بتن ریزی می‌کنیم. حد فاصل بین پروفیل قائم و خاک را به نحو مناسبی با مصالح ساختمانی پر می‌کنیم (آجر چینی با ملات ماسه سیمان) سپس خاک قسمتها ی وسطی پلان را گود برداری کرده و حریم همسایه ها را هم با شیب مناسبی خاک برداری می‌کنیم. سپس فونداسیون عضو مایل خرپا را اجرا کرده و عوض مایل خرپا را از یک طرف به بالای عضو قائم و از طرف دیگر به صفحه فونداسیون اجرا شده در امتداد شیب خاک متصل می‌کنیم و خاک برداری قسمت شیبدار را مرحله به مرحله از بالا به پایین انجام می‌دهیم و به طبع آن عضو های افقی و قطری خرپا را وصل می‌کنیم.

در روش دوم خاکبردای را در روش شیبدار انجام داده (مانند روش قبل ولی بدون حفر چاه) و محل خرپا ها را به عوض یک الی ۱.۵ متر کامل خاک برداری می‌کنیم و سپس فونداسیون های عوض قائم و مایل خرپا را در محل گودبرداری شده اجرا و بتن ریزی می‌کنیم و سپس خرپا را به صورت کامل در زمین اجرا کرده و آن ها را در محل خود نصب می‌کنیم و در انتها خاک برداری سایر قسمتها ی شیبدار را انجام می‌دهیم.

روش پلکانی یا منبری: در این روش ابتدا وسط پلان را بصورت شیبدار خاک برداری می‌کنیم سپس محل پلکان ها را با توجه به پلان فونداسیون در فواصل حداکثر ۶ متر و به عرض کافی خاک برداری می‌کنیم. آن گاه پلکان ها را با استفاده از اجر یا لاشه سنگ و با ملات خاک و گل بصورت پلکان وزنی در مقابل حریم خاک برداری و در محل کنده شده اجرا می‌کنیم. و در نهایت خاک برداری سایر قسمت ها را به اتمام رسانده و حداقل مکان دیوار حائل دائمی را سریعتر اجرا می‌کنیم و در صورت استفاده از آجر با ملات

ماسه سیمان، عیار سیمان مصرفی در حد ۱۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب استفاده شود تا مشکلی برای ایجاد پلکان نداشته باشیم.



0.5 تا 1.5 برابر عرض ساختمان اجرا شده است

روش جزء به جزء: این روش در مواردی که عمق گودبرداری کم و ساختمان همسایه ناپایدار باشد مورد استفاده قرار می گیرد. در این صورت خاک به صورت جزء به جزء با عرض کم، توام با شمع کوبی و آجر چینی یا سنگ کوبی زیر ستون های همسایه خاک برداری می شود. استفاده از معماران تجربی و مجربان ذی صلاح در این مورد توصیه می شود و نوع خاک در این روش بسیار مهم می باشد.