



رابطی مقدم

مهندسی پی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ای بر مهندسی پی

فصل دوم: شناسای های ژئوتکنیکی

فصل سوم: ظرفیت باربری پی های سطحی

فصل چهارم: نشست خاک ها

فصل پنجم: توزیع تنش در زیر پی ها

فصل ششم: طراحی سازه های پی های سطحی

فصل هفتم: فشار جانبی خاک و پایداری دیوارهای حائل

فصل هشتم: پی های عمیق (شمع ها)



شناسایی های
ژئوتکنیکی

Geotechnical
Investigations



شناسایی های تحت الارضی Subsurface Investigations

برای طراحی شالوده ای که بار مشخصی از سازه را حمل می کند مهندس طراح باید از طبیعت و رفتار خاک زیر شالوده مطلع باشد. فرآیند شناسایی خاک تحت الارض و تعیین مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن شناسایی های تحت الارضی یا کاوش های زیرسطحی نامیده می شود.

شناسایی های تحت الارضی

۷-۱-۳-۵ شناسایی های ژئوتکنیکی: به مجموعه اقدامات و مطالعاتی گفته می شود که منجر به شناخت مشخصات مهندسی لایه های زمین می شود. این اقدامات شامل بررسی نقشه های زمین شناسی و زمین شناسی مهندسی با مقیاس مناسب، بررسی گزارش لایه های زمین در ساختگاه های مجاور، بازدید از برش ها و مقاطع خاک موجود، انجام مطالعات ژئوفیزیک و ژئوتکنیک با حفر گمانه و انجام آزمایش های آزمایشگاهی می باشد.



اهداف

- شناسایی های ژئوتکنیکی چقدر ضرورت دارد؟
- کاوش های زیرسطحی چگونه و بر چه اساسی برنامه ریزی می شوند؟
- روش های حفاری متداول جهت گمانه زنی کدامند؟
- تعداد و عمق گمانه ها در هر پروژه چگونه تعیین می شود؟
- نمونه گیری از خاک چگونه انجام می شود و منظور از نمونه دست نخورده چیست؟
- آزمایش های در محل متداول کدامند و نتایج هر کدام از آنها چگونه به مشخصه های خاک ارتباط می یابند؟
- گزارش شناسایی خاک چگونه تهیه و تنظیم می شوند؟

مهندسی پی هنر بکارگیری علوم ژئوتکنیک، سازه و قضاوت مهندسی
برای طراحی و انتخاب فونداسیون مناسب می باشد.

ترزاقی: «طراحی هر آنچه که مربوط به زمین می شود را نباید صرفاً در دفتر کار انجام داد.»

ضرورت شناسایی های زیرسطحی

به دلایل بسیار مطالعات ژئوتکنیکی در تمامی سازه‌ها ضروری است از جمله:

- کاربرد دانش ژئوتکنیک هرگز به تعداد طبقات و نوع ساختمان بستگی ندارد. هرگاه تنشی به زمین وارد شود ساختگاه باید از نظر مقاومت و نشست بررسی گردد اگرچه سازه سبک، کم طبقه و یا کم اهمیت باشد.

ضرورت شناسایی های زیرسطحی

به دلایل بسیار مطالعات ژئوتکنیکی در تمامی سازه‌ها ضروری است از جمله:

- به کرات مهندسان محاسب، سازه‌ای را به دلیل کم طبقه بودن **با فرض** مقاومت خاک بالا طراحی نموده‌اند در حالیکه با هوشیاری ناظر ساختمان و پس از بررسی‌های ژئوتکنیکی معلوم گردیده مقاومت مجاز زمین به دلیل وجود لایه‌های خاک ضعیف و نشست‌پذیر به مراتب کمتر بوده است.

ضرورت شناسایی های زیرسطحی

به دلایل بسیار مطالعات ژئوتکنیکی در تمامی سازه‌ها ضروری است از جمله:

- سازه‌های بسیاری بر اساس مقاومت مجاز خاک فرضی! محاسبه و اجرا گردیده ولی پس از نشست ساختمان مشخص شده که در زیر پی، لایه ضعیف و یا نشست‌پذیر خاک بوده است.

ضرورت شناسایی های زیرسطحی

نمی توان بر اساس مشخصات ژئوتکنیکی یک پلاک در مورد پلاک دیگر قضاوت نمود و چه بسا وجود حفره زیرزمینی، خاکریز و یا مسائل دیگر سبب تغییر رفتار ساختگاه شود.

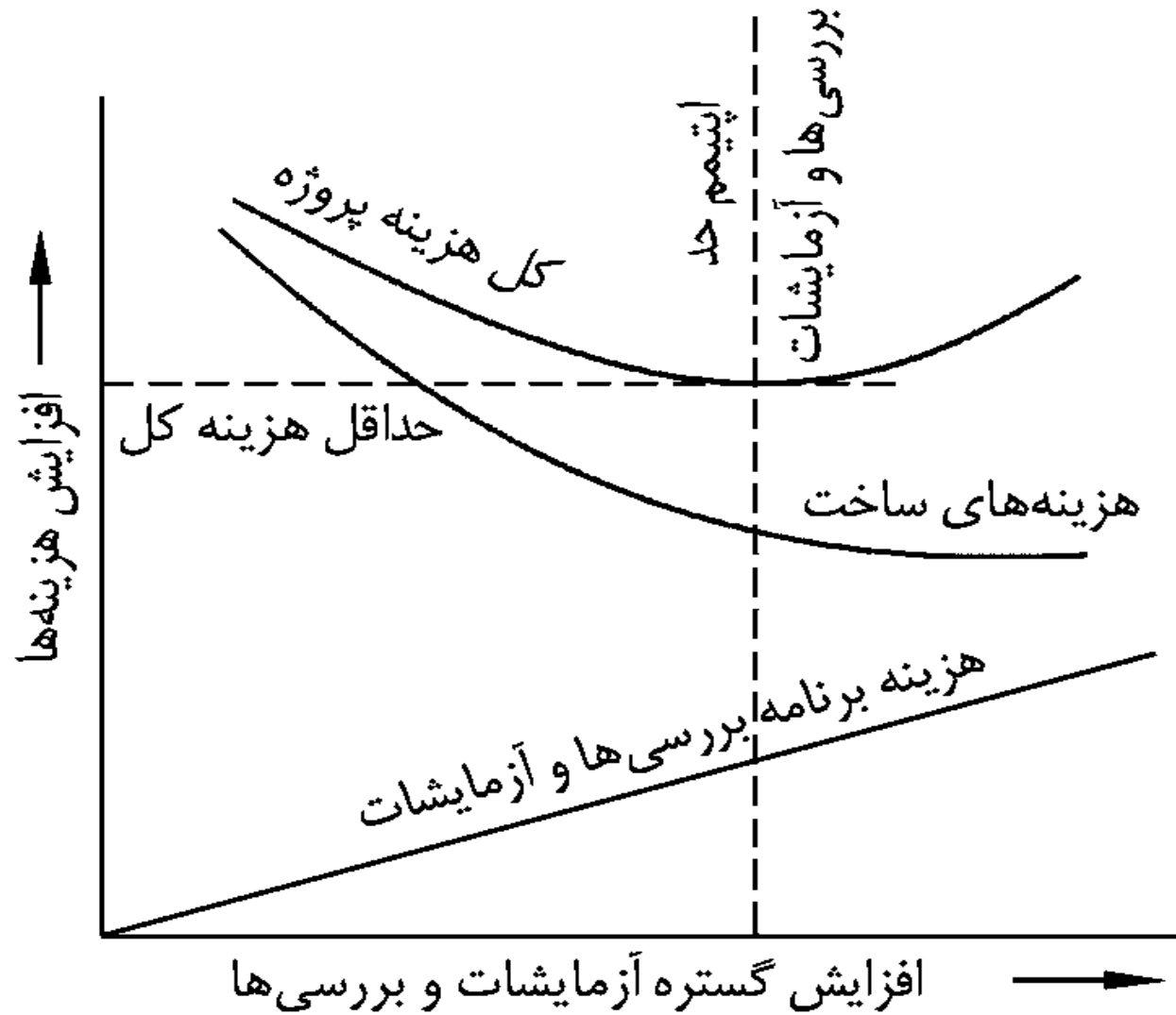
ضرورت شناسایی های زیرسطحی

امروزه انجام مطالعات و بررسی های ژئوتکنیکی برای هر سازه ای یک اصل علمی و پذیرفته شده در مجامع بین المللی و کشورهای پیشرفته دنیا است. اساس طراحی ژئوتکنیکی هر سازه به اطلاعات ژئوتکنیکی همان سازه بستگی دارد و در این میان نقش مقاومت مجاز، پارامترهای نشست، ضریب ارتجاعی و پارامترهای لرزه ای خاک بر کسی پوشیده نیست. دستیابی به اطلاعات مزبور جز با بررسی های ژئوتکنیکی امکان پذیر نیست.

ضرورت شناسایی های زیرسطحی

- ✓ هزینه شناسایی های ژئوتکنیکی ۵/۰٪ الی ۱ درصد کل هزینه طرح است. در عین حال انجام این شناسایی ها جهت عملکرد مناسب سازه بسیار مهم بوده و **حذف** آن مسلماً به لحاظ ایمنی طرح و اقتصادی **اشتباه** است.
 - ✓ بررسی سازه های همجوار اگرچه تا حدودی معرف وضعیت خاک منطقه است اما نمی تواند دلیل **قطعی** بر مطلوب بودن شرایط محل مورد نظر باشد.
 - ✓ در مناطق شهری مناطق تسطیح شده بدون نظارت انجام گرفته و فاقد کیفیت مناسب جهت ساخت و ساز هستند.
- از این رو لازم است قبل از هر گونه اقدامی جهت طراحی و اجرای پروژه، شناسایی های محلی به نحو مناسبی انجام گیرد.

ضرورت شناسایی های زیرسطحی



تاثیر هزینه مطالعات ژئوتکنیک بر بهینه سازی ساخت و اجرای پروژه

انجام مطالعات ژئوتکنیکی برای تمام سازه‌ها ضرورت دارد لکن بر اساس مساحت زیربنا و تعداد طبقات و اهمیت پروژه باید به حجم تحقیقات ژئوتکنیک افزوده شود. شاید در پروژه‌ای با طبقات و زیربنای کم مانند یک خانه مسکونی کم طبقه با حفاری اندک، چند آزمایش SPT و مختصر گزارش ژئوتکنیک بتوان به نتیجه مورد نظر دست یافت در حالی که در یک سازه بلند به یک گزارش کامل و جامع با حفاری‌های عمیق و آزمایش‌های متنوع و متناسب با نوع زمین و محاسبات دقیق نیاز است. هر سازه‌ای برای حصول شرایط سلامت کامل در زمان ساخت و بهره‌برداری، نیاز دارد تا مشخصات ژئوتکنیکی ساختگاه آن توسط کارشناس ژئوتکنیک یا مشاور ژئوتکنیک دارای صلاحیت، مشخص و تأیید شود. این امر از اتلاف سرمایه‌های ملی جلوگیری نموده و خطر جانی و مالی ناشی از ضعف عوامل شناسایی نشده ژئوتکنیکی را به حداقل می‌رساند و نقش عمده‌ای در فرآیند مقاوم‌سازی ساختمان‌ها ایفا خواهد نمود.

اطلاعات مورد نیاز طراحی و اجرای پی

- ۱- اطلاع از **جنس لایه های خاک** که قرار است پی بر روی آن احداث شود.
- ۲- اطلاعات مورد نیاز برای تعیین **نوع شالوده** مورد نظر (سطحی یا عمیق)
- ۳- اطلاعات لازم برای تعیین **ظرفیت باربری** شالوده: **مقاومت**
- ۴- اطلاعات آزمایشگاهی برای برآورد **نشست** شالوده: **تغییر شکل**
- ۵- تعیین تراز آب زیرزمینی: **مشخصه های هیدرولیکی خاک**
- ۶- شناسایی مسائل و مشکلات بالقوه (وضعیت پایداری **ساختمانهای همجوار**)

برنامه شناسایی شامل موارد زیر است:

۱- طرح ریزی عملیات (شرح خدمات)

۲- روش های شناسایی: حفاری و گمانه زنی (Boring)، چاله های آزمایش، ترانше های باز

۳- آزمایش های در محل (Insitu Tests)

FACTUAL REPORT

{

۴- نمونه گیری و آزمون های آزمایشگاهی (Laboratory Tests)

۵- تلفیق نتایج و استخراج پارامترهای لازم در طراحی های ژئوتکنیکی و تنظیم گزارش مربوطه (Design Parameter)



مراحل برنامه شناسایی

۱-گردآوری اطلاعات سازه ای و آیین نامه ای: ابعاد و فواصل ستون ها، نوع و کاربری سازه، شرایط طبقات زیرزمین. آیین نامه ها نشست مجاز ساختمان مورد نظر را مشخص می کنند. مشاهده گزارش ژئوتکنیک ساختمان های مجاور

۲-شناسایی مقدماتی ناحیه: بازرسی ناحیه مورد نظر بر مبنای مشاهدات چشمی، اطلاعاتی نسبت به نوع سازه های همجوار، تدابیر لازم برای حفظ سازه های همجوار، بعضا لایه بندی خاک از طریق ترانشه ها در نزدیکی سایت مورد نظر پیداست. بررسی امکان وجود خاک دستی، بررسی وضعیت آب از طریق چاه های موجود در منطقه، برون زدگی سنگی می تواند نشانه ای از حضور و یا عمق بستر سنگی را بدهد.

✓ نقشه های زمین شناسی: سازمان های دولتی یا نقشه های زمین شناسی منطقه ای

✓ عکس های هوایی: شناسایی عوارض سطحی

✓ اطلاعات هیدرولوژیکی: اطلاعات گردآوری شده از سازمان آب

مراحل برنامه شناسایی

۳- تحقیقات محلی اولیه (شناسایی های توجیهی):

وسعت شناسایی ها در این مرحله در حدود تحقیقات لازم برای سازه های کوچک است.

در این مرحله چندین گمانه (یک تا چهار گمانه) و یا یک چاله آزمایش (TEST PIT) به منظور تعیین حالت کلی لایه بندی خاک و تراز آب زیرزمینی حفاری می شود.

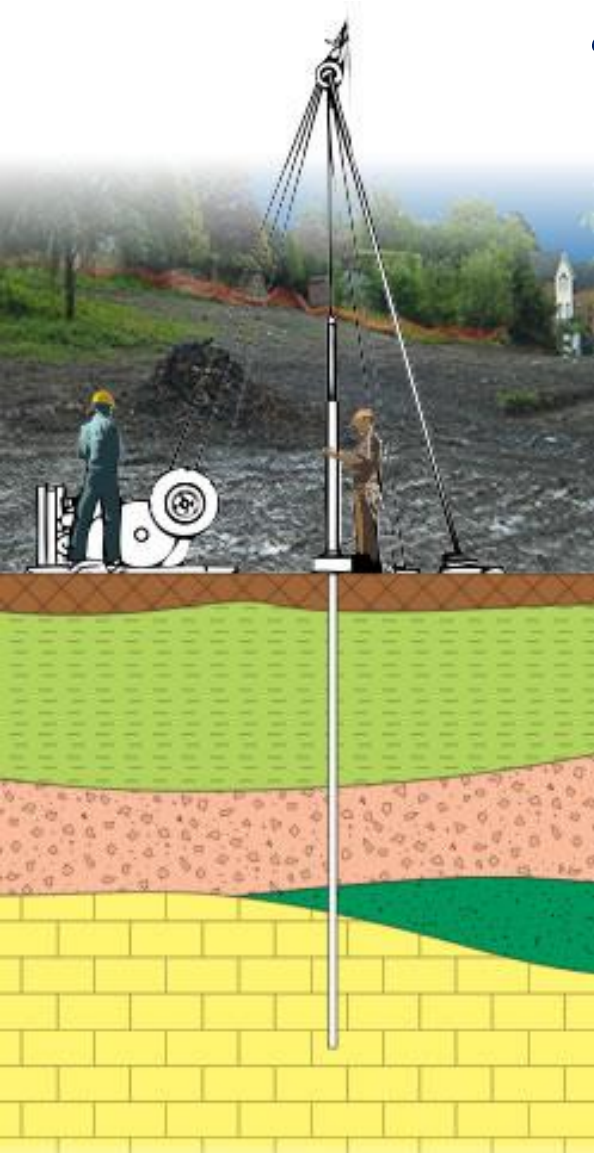


در این مرحله چندین گمانه (یک تا چهار گمانه) و یا یک چاله آزمایش (TEST PIT) به منظور تعیین حالت کلی لایه بندی خاک و تراز آب زیرزمینی حفاری می شود.



مراحل برنامه شناسایی

گمانه: به چاه هایی که در محل به منظور شناسایی لایه های خاک حفاری می شود، گمانه (Borehole) می گویند.











میله حفاری

مغزه گیر

(core barrel)

لوله جدار

(casing)



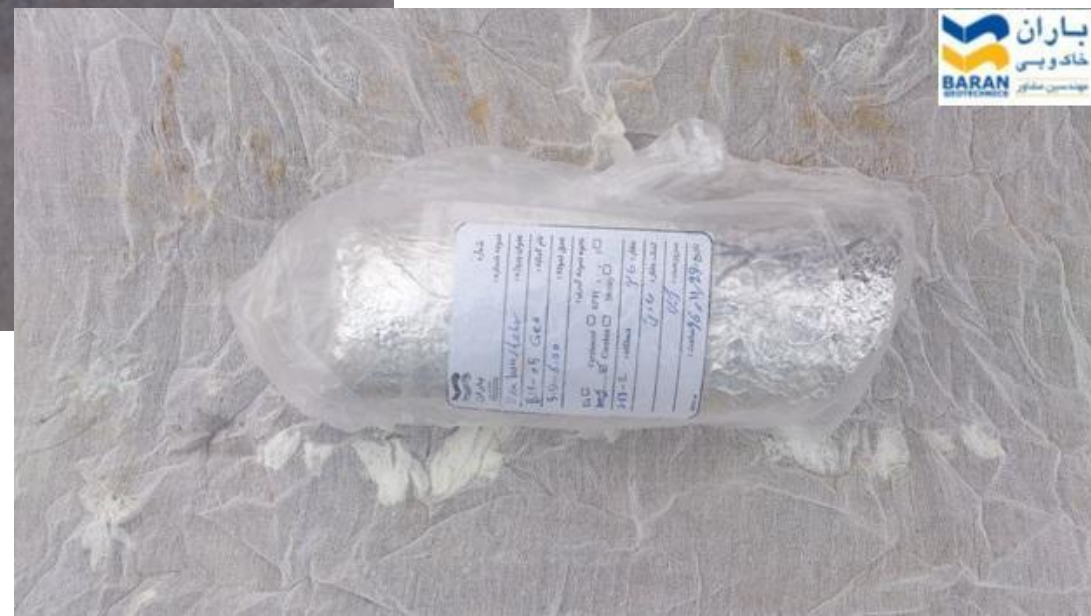
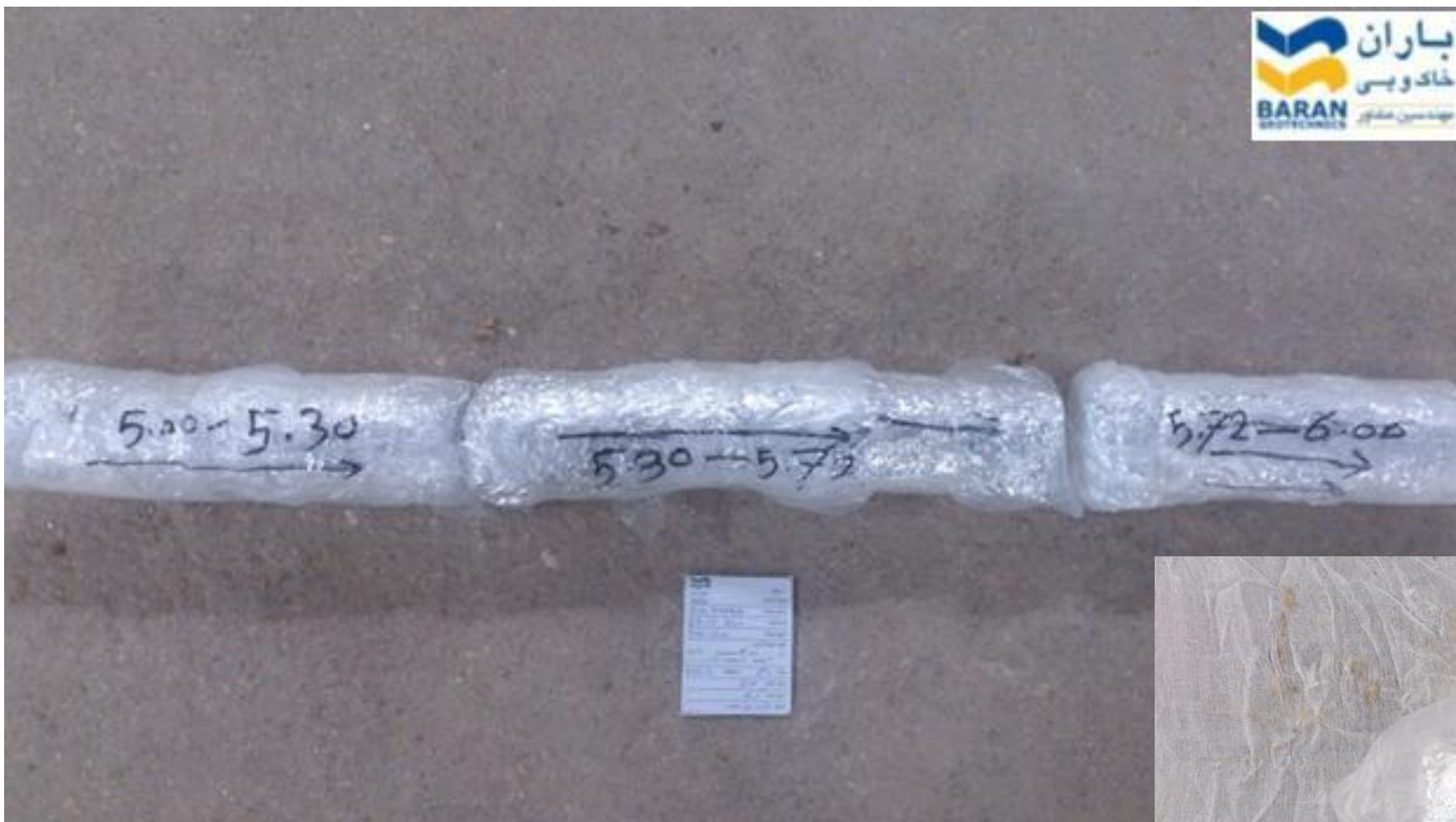












مراحل برنامه شناسایی

۳- تحقیقات محلی اولیه (شناسایی های توجیهی):

اگر گمانه های حفاری شده دلالت بر سست بودن خاک داشتند، لازم است حفاری یک یا چند عدد از گمانه ها تا بستر سنگی و لایه های مستحکم ادامه یابد.

نمونه گیری در این مرحله به سه الی ۴ نمونه با کیفیت خوب برای انجام آزمون های آزمایشگاهی محدود می شود.

نتایج این آزمایشات در کنار روابط تجربی مقاومت و نشست و به همراه آزمایشات در محل مثل نفوذ استاندارد برای تعیین کفایت خاک ناحیه کافی است.

مراحل برنامه شناسایی

۴- تحقیقات محلی تفصیلی:

پس از اینکه در مرحله قبلی شناسایی، طرح از نظر امکان پذیری و اقتصادی توجیه پذیر بود، تحقیقات تفصیلی به منظور شناسایی دقیقتر و طراحی اقتصادی تر انجام می گیرد.

تعداد گمانه های اضافی
نمونه های خاک به تعداد کافی

← پرهیز از طراحی های بسیار محافظه کارانه و غیراقتصادی

مراحل برنامه شناسایی

۵- بررسی های تکمیلی (حین اجرا)

مشاهدات در حین اجرا ← تدقیق پارامترها و بازنگری و اصلاح طراحی

در سازه های مهم نظیر
گودبرداری ها، تونل ها و سدها
← نصب ابزار دقیق و پایش رفتار خاک
در حین عملیات اجرایی

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

شرایط نیاز به انجام عملیات شناسایی (بند ۷-۲-۲ مبحث ۷)

- در صورتی که تمام شرایط زیر برقرار باشد نیاز به انجام عملیات گمانه زنی نمی باشد و جمع آوری اطلاعات و بازدید محلی کفایت می نماید.

- (۱) داده های کافی از محدوده محل مورد نظر و زمین های با سازند زمین شناسی مشابه در دسترس باشند.
- (۲) ساختمان مورد نظر با اهمیت کم یا با اهمیت متوسط و با حداکثر ۴ طبقه باشد.
- (۳) ساختمان مورد نظر با مساحت اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع باشد.
- (۴) در طراحی و اجرای ساختمان نیاز به گود برداری به میزان کمتر از ۲ متر باشد.
- (۵) تعداد ساختمان ها زیاد (بیش از ۳ ساختمان مشابه و نزدیک به یکدیگر مانند شهرک ها، پروژه های انبوه سازی و غیره) نباشد.
- (۶) نوع زمین طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (استاندارد ۲۸۰۰)، از نوع ۱ و ۲ باشد.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

هیچکدام از شرایط ذیل نیز وجود نداشته باشد (بند ۷-۲-۲):

الف- احتمال مواجه شدن با خاک دستی در محل ساخت

ب- احتمال مواجه شدن با خاک های مسئله دار (مانند خاک های متورم شونده، خاک های با پتانسیل روانگرایی و خاک های رمبنده)

پ- سازه ای در مجاور محل مورد نظر که احتمال خسارت به آن وجود دارد.

ت- محل مورد نظر در منطقه خرد شده گسل اصلی واقع شده باشد.

ث- مناطقی با سطح آب زیرزمینی بالا (بر اساس بررسی های محلی)

-حتی اگر فقط یکی از شرط های مندرج در بند ۷-۲-۲ برقرار نباشد، آنگاه لازم است شناسایی های ژئوتکنیکی در محل مورد نظر انجام گیرد.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

۷-۲-۳-۴-۲ چنانچه گمانه زنی به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام می شود:

الف- فاصله گمانه ها باید در حدود ۱۵ الی ۶۰ متر باشد.

ب- استفاده از جدول ۷-۲-۱ با توجه به اهمیت ساختمان ها مبنا قرار گیرد

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

۷-۲-۳-۴-۱ چنانچه گمانه زنی به منظور شناخت یک زمین جدید و بسیار بزرگ برای ساختمان سازی گسترده انجام شود (مثل شهر های جدید):

الف- اگر لایه بندی زمین به صورت نسبی یکنواخت باشد، فاصله ۵۰ تا ۲۰۰ متر بین گمانه ها قابل قبول می باشد. انتخاب دقیق با توجه اهمیت ساختمان و شرایط ژئوتکنیکی تعیین شود.

ب- اگر لایه بندی پیچیده باشد (مثل مجاور گسل ها، نزدیک رودخانه ها و کوه ها، زمین های بسیار ناهموار و دره ها)، فاصله حداکثر ۳۰ متر بین گمانه ها قابل قبول می باشد

پ- اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از ساختگاه های مجاور یا سازنده های زمین شناسی مشابه با زمین مورد نظر وجود دارد، فاصله بین گمانه ها می تواند بیشتر از مقادیر مندرج در بند های ۷-۲-۳-۴-۱- الف و ب و حداکثر تا دو برابر فواصل فوق باشد.

ت- اگر ساختمان با شرایط متفاوت سازه ای و یا با اهمیت بیشتر از دیگر ساختمان ها در مجموعه مورد نظر باشد، باید شناسایی خاص آن ساختمان انجام شود، ضوابط تعیین فاصله گمانه ها برای ساختمان های منفرد در بند ۷-۲-۳-۴-۲ آمده است.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

جدول ۷-۲-۱ جدول حداقل تعداد گمانه

| تعداد گمانه | شرایط زیر سطحی | اهمیت ساختمان | مساحت |
|----------------|-----------------------------------|------------------|--|
| ۲ | لایه بندی ساده و زمین مناسب | خیلی زیاد و زیاد | یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع |
| ۳ | لایه بندی پیچیده یا زمین نا مناسب | | |
| ۱ | لایه بندی ساده و زمین مناسب | متوسط | |
| ۲ | لایه بندی پیچیده یا زمین نامناسب | | |
| ۱ | زمین مناسب یا نامناسب | کم | |
| ۳ | لایه بندی ساده و زمین مناسب | خیلی زیاد و زیاد | یک ساختمان منفرد با سطح اشغال ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ متر مربع |
| ۵ | لایه بندی پیچیده یا زمین نا مناسب | | |
| ۲ | لایه بندی ساده و زمین مناسب | متوسط | |
| ۳ | لایه بندی پیچیده یا زمین نامناسب | | |
| ۱ | زمین مناسب | کم | |
| ۲ | زمین نامناسب | | |

ساختمان بدون گود

برای سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ متر مربع، یک گمانه به ازای ۱۰۰۰ متر مربع به تعداد گمانه ها اضافه می شود.

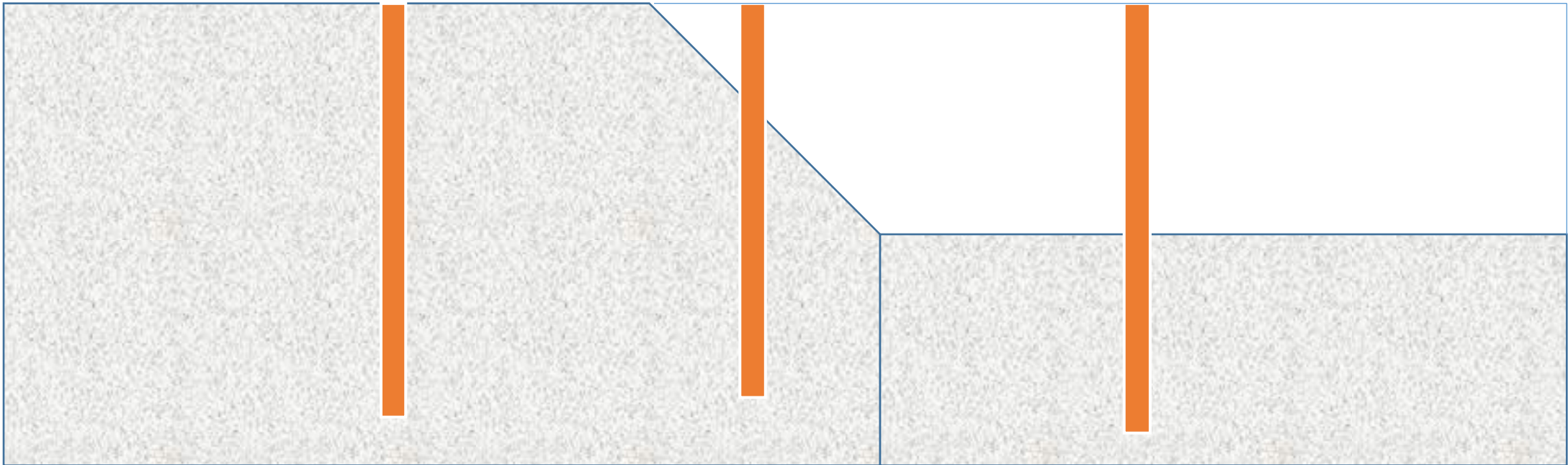
شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

۷-۲-۳-۴-۳ برای گود برداری ها باید لایه های زمین در دیواره هر ضلع گود و در راستای عمود بر دیواره هر ضلع گود مشخص باشد. برای انجام تحلیل های پایداری و تغییر شکل در هر ضلع گود لازم است نیمرخ ژئوتکنیکی در دیواره هر ضلع گود و امتداد عمود بر آن تعیین گردد. هر چه گود عمیق تر باشد، وسعت منطقه ای که باید شناسایی شود (پلان) بیشتر از سطح اشغال ساختمان شود.



شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

الف- در گود های عمیق و شیروانی های بزرگ برای تعیین مقطع ژئوتکنیکی عمود بر هر ضلع، حفر حداقل ۳ گمانه (بالا دست، پایین دست و روی شیب در صورت وجود) برای هر ضلع لازم است.





ب- حداقل تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۷-۲-۱ برای شرایطی است که ساختمان بدون گودبرداری احداث می‌شود. در صورت نیاز به گودبرداری باید تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۷-۲-۲ اضافه شود.

جدول ۷-۲-۲ حداقل تعداد گمانه اضافی در گود برداری ها

| مساحت | عمق گود برداری کمتر از ۱۰ متر | عمق گود بین ۱۰ تا ۲۰ متر |
|---|-------------------------------|--------------------------|
| یک ساختمان تکی با سطح اشغال حداکثر ۳۰۰ متر مربع | ۱ گمانه | ۲ یا ۳ |
| ساختمان با مساحت ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ متر مربع | ۲ گمانه | ۳ یا ۴ |

پ- برای گود با عمق بیش از ۲۰ متر، به ازای هر ۱۰ متر عمق اضافی گود، یک گمانه به تعداد گمانه جدول ۷-۲-۲ اضافه می گردد تا به ۳ گمانه به ازای هر ضلع طبق ۷-۲-۳-۴-۳ الف برسد.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

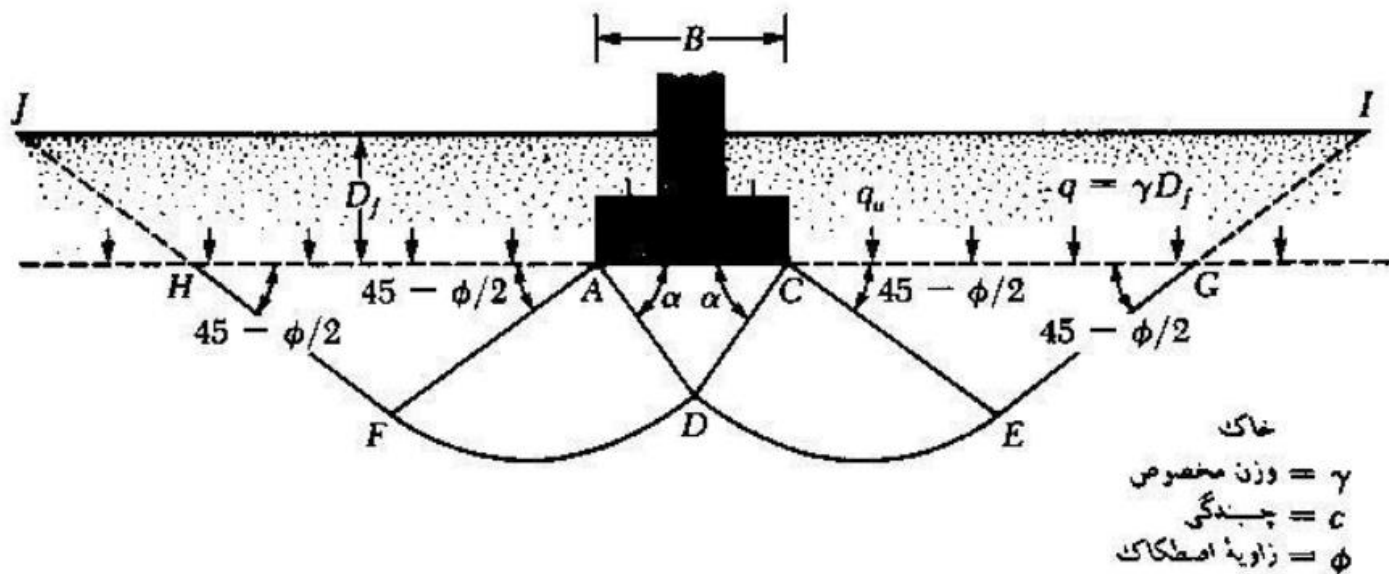
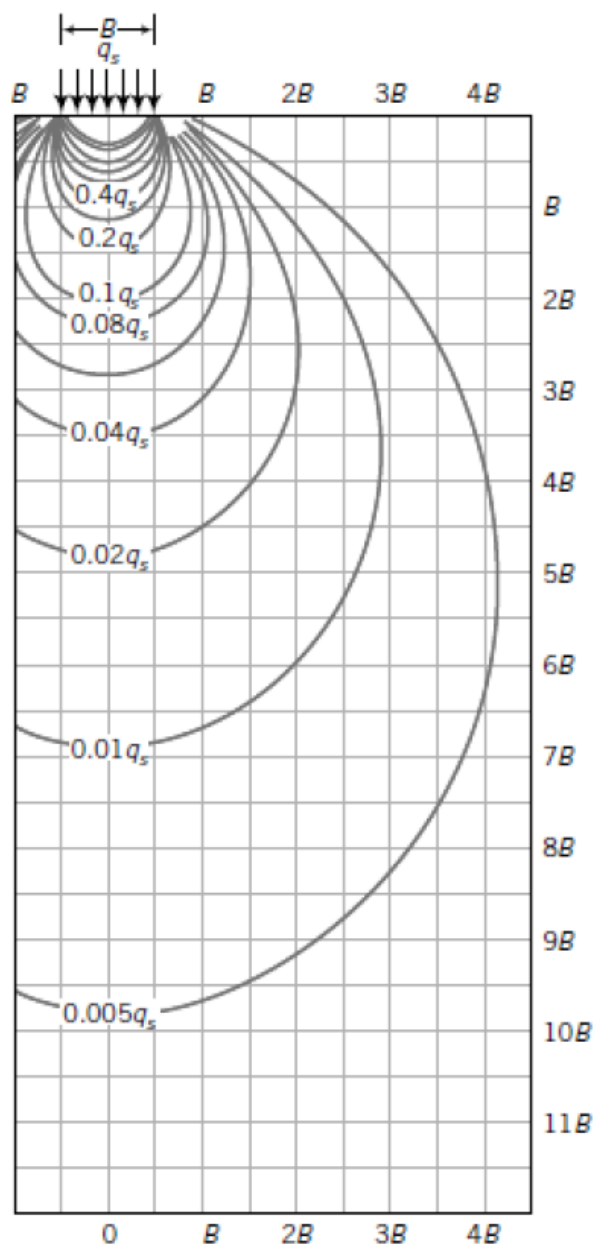
تعیین عمق گمانه ها (بند ۷-۲-۳-۵ مبحث هفتم)

۷-۲-۳-۵ اگر نشست در طراحی پی بر روی زمین مورد نظر تعیین کننده باشد، آنگاه لازم است که عمق حداقل یک گمانه بیش از عمقی باشد که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق به کمتر از هر یک از دو معیار زیر می رسد، هر عمقی بیشتر شد ملاک می باشد:

(۱) ۱۰ درصد تنش موثر زمین در آن عمق

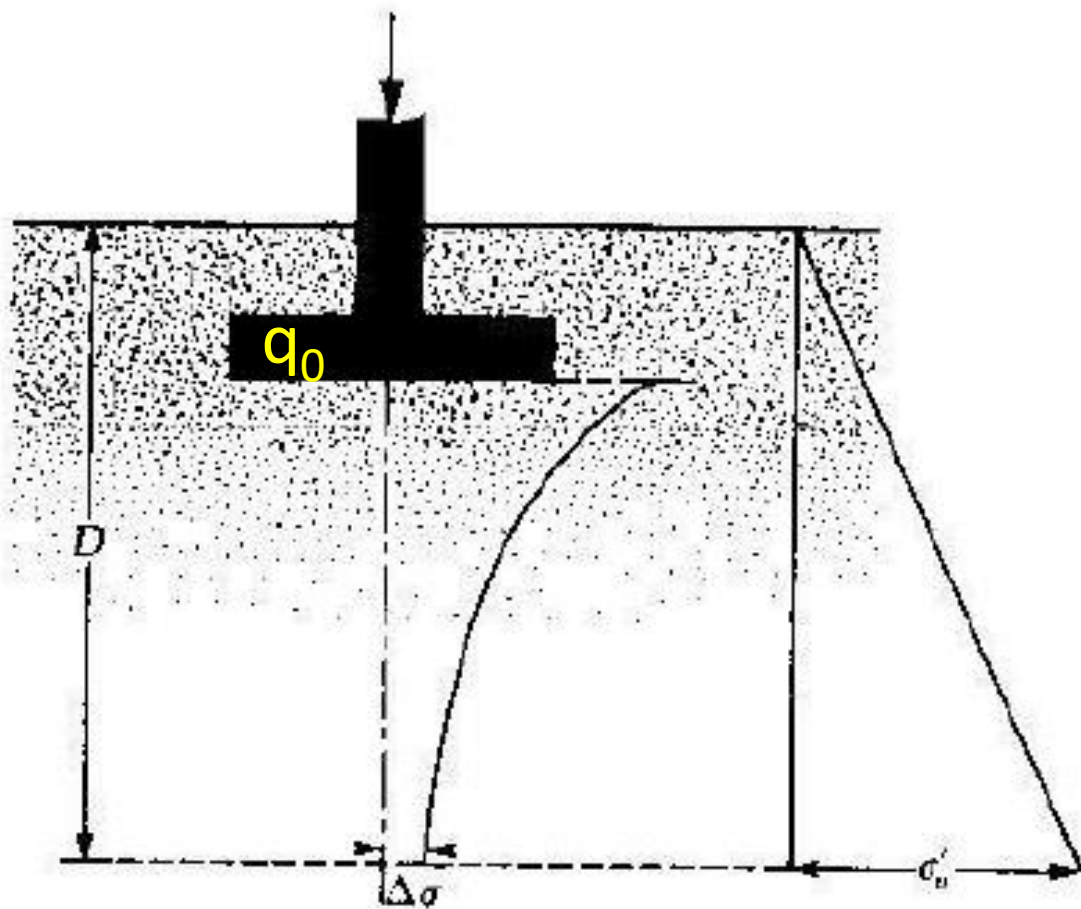
(۲) ۱۰ درصد تنش ناشی از ساختمان بر کف پی (که با توجه به منحنی های حباب تنش، عمق برای پی مربعی بین ۲B تا ۲/۵ B و برای پی نواری ۳B تا ۴B باید باشد).

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷



شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

تعیین عمق گمانه ها (بند ۷-۲-۳-۵ مبحث هفتم)



$$\Delta\sigma = 0.1q_0$$

$$\Delta\sigma = 0.1\sigma'_v$$

تغییرات تنش موثر تغییرات اضافه تنش ناشی از بار پی

If the preceding rules are used, the depths of boring for a building with a width of 30 m will be approximately the following, according to Sowers and Sowers (1970):

| No. of stories | Boring depth |
|----------------|--------------|
| 1 | 3.5 m |
| 2 | 6 m |
| 3 | 10 m |
| 4 | 16 m |
| 5 | 24 m |

To determine the boring depth for hospitals and office buildings, Sowers and Sowers (1970) also used the following rules.

- For light steel or narrow concrete buildings,

$$\frac{D_b}{S^{0.7}} = a \quad (3.1)$$

where

D_b = depth of boring

S = number of stories

$$a = \begin{cases} \approx 3 & \text{if } D_b \text{ is in meters} \\ \approx 10 & \text{if } D_b \text{ is in feet} \end{cases}$$

- For heavy steel or wide concrete buildings,

$$\frac{D_b}{S^{0.7}} = b \quad (3.2)$$

where

$$b = \begin{cases} \approx 6 & \text{if } D_b \text{ is in meters} \\ \approx 20 & \text{if } D_b \text{ is in feet} \end{cases}$$

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

تعیین عمق گمانه ها (بند ۷-۲-۳-۵ مبحث هفتم)

۷-۲-۳-۵-۲ اگر ظرفیت باربری زمین و گسیختگی برشی خاک زیر پی تعیین کننده باشد، عمق گمانه با توجه به نظریه های ظرفیت باربری باید بین B تا $B/5$ باشد.

۷-۲-۳-۵-۳ در دو بند بالا B عرض ساختمان یا پی می باشد که باید به صورت ذیل به دست آید:

(۱) ساختمان با پی های منفرد: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می شود.

(۲) ساختمان با پی های نواری: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از $1/5$ برابر مجموع عرض آن ها باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می شود.

(۳) ساختمان با پی گسترده: عرض کل پی گسترده به عنوان B تعیین می شود.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

تعیین عمق گمانه ها (بند ۷-۲-۳-۵ مبحث هفتم)

۷-۲-۳-۵-۲ اگر ظرفیت باربری زمین و گسیختگی برشی خاک زیر پی تعیین کننده باشد، عمق گمانه با توجه به نظریه های ظرفیت باربری باید بین B تا $B/5$ باشد.

۷-۲-۳-۵-۳ در دو بند بالا B عرض ساختمان یا پی می باشد که باید به صورت ذیل به دست آید:

(۱) ساختمان با پی های منفرد: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می شود.

(۲) ساختمان با پی های نواری: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از $1/5$ برابر مجموع عرض آن ها باشد، B را عرض یک پی در نظر گرفته و در غیر این صورت عرض کل ساختمان به عنوان B تعیین می شود.

(۳) ساختمان با پی گسترده: عرض کل پی گسترده به عنوان B تعیین می شود.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

۷-۲-۳-۵-۴ نکاتی که باید در تعیین عمق گمانه رعایت شود:

(۱) اگر احداث ساختمان با گودبرداری همراه باشد، عمق گود به عمق گمانه به دست آمده در بند ۷-۲-۳-۵ باید اضافه شود.

(۲) اگر عمق مورد نیاز برای شناسایی زمین خیلی کم باشد، می توان از روش های شناسایی دستی مانند آزمایش های برجای نفوذ مخروط و کاوشگر دینامیکی به جای گمانه زنی استفاده کرد.

(۳) حفر حداقل یک چاهک جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است. اگر عمق چاهک کافی باشد می تواند جایگزین حفر یک گمانه شود.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

(۴) در صورتی که قبل از رسیدن به عمق نهایی گمانه به یک بستر سنگی یا لایه خیلی متراکم با ضخامت قابل توجه برخورد شود می تواند عمق گمانه کمتر شود.

(۵) گمانه مورد نظر باید حداقل تا به زیر نهشته هایی که برای پی مناسب نیستند (مانند خاک دستی) ادامه یابد.

(۶) در هر حالت عمق یک گمانه نباید کمتر از ۶ متر زیر پی باشد، مگر در مواردی که گمانه قبل از ۶ متر به لایه سخت رسیده باشد.

(۷) در حفر گمانه اگر به لایه سنگ برخورد شود باید حداقل یکی از گمانه ها تا ۳ متر در لایه سنگ نفوذ کند تا وجود بستر سنگی اثبات شود.

شناسایی های ژئوتکنیکی در مبحث ۷

۸) در مواردی که از شمع‌های متکی بر نوک در لایه سخت، متراکم یا سنگ استفاده می‌شود، باید عمق گمانه به حدی باشد که از وجود آن لایه تا عمق کافی زیر نوک شمع اطمینان حاصل شود. به عبارت دیگر، تعداد و عمق گمانه‌ها باید به نحوی انتخاب شود که احتمال وجود یک لایه ضعیف در زیر یک لایه سخت، متراکم یا سنگ با ضخامت کمتر از ۳ متر از بین برود. همچنین در مواردی که بخشی از سنگ هوازده می‌باشد، عمق گمانه باید تا حدی باشد که به زیر بخش لایه هوازده سنگ برسد.

روش های حفاری گمانه

دکل های حفاری

۱. جاده ای

۲. صحرایی

۳. آبی

۴. سبک قابل حمل



شکل ۲-۲ دکل صحرایی



شکل ۲-۱ دکل حفاری جاده ای



شکل ۲-۴ دکل حفاری سبک قابل حمل



شکل ۲-۳ دکل حفاری آبی

روش های حفاری گمانه

روش های گمانه زنی بسیاری توسعه پیدا نموده اند اما مهمترین آنها که در اینجا مورد بحث قرار می گیرد عبارتند از:

۱. حفاری با مته حلزونی پیوسته تو پر
۲. حفاری با مته حلزونی پیوسته تو خالی
۳. حفاری دورانی با آب یا آبشویی
۴. حفاری به روش مغزه گیری
۵. حفاری با اوگر باکت (جام حفار)
۶. حفاری پرکاشن
۷. حفاری های دستی، ترانشه ها و چاه ها

روش های حفاری گمانه

Auger Boring **حفاری با مته حلزونی پیوسته توپر**



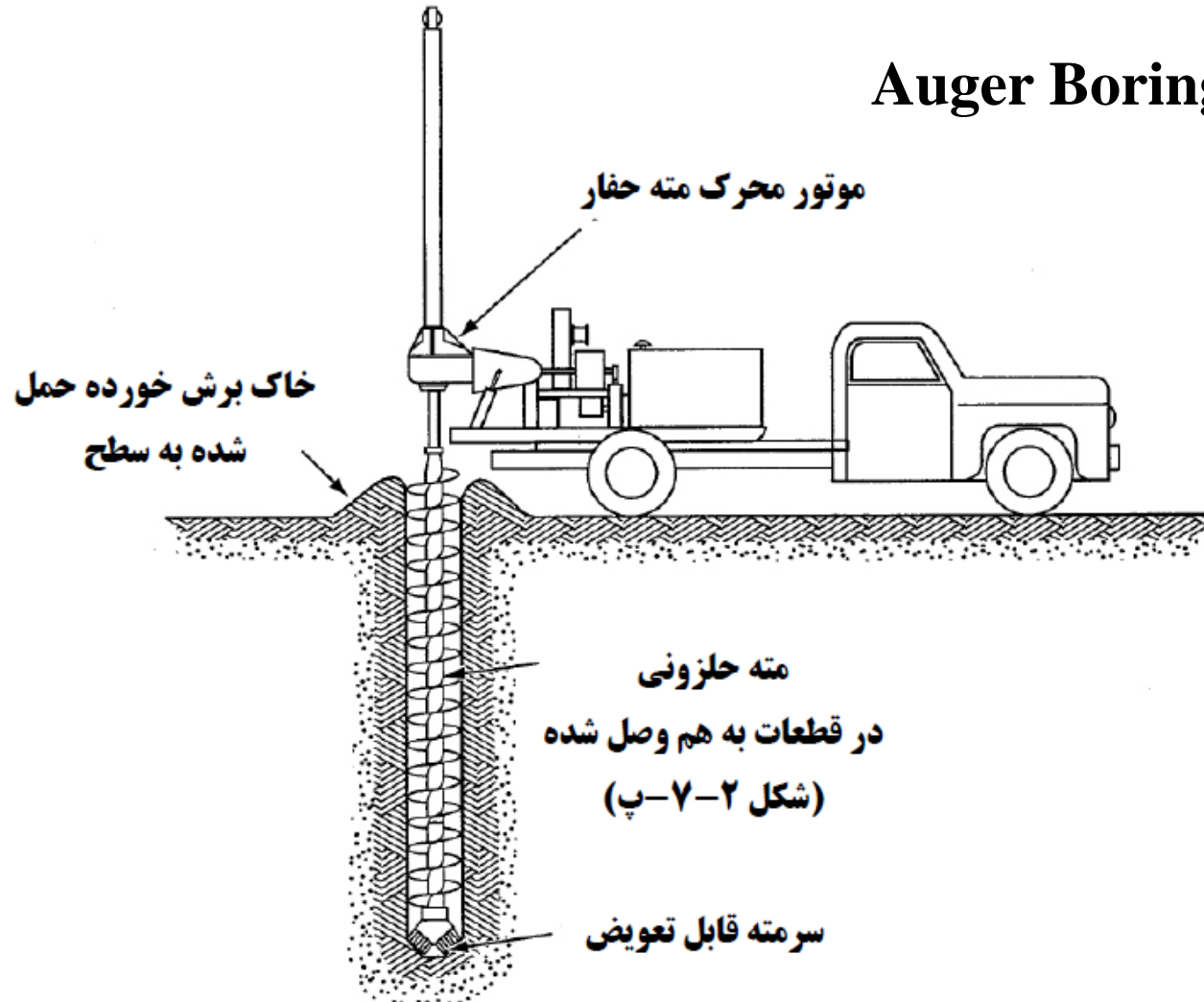
جهت نمونه گیری مته بیرون آمده و نمونه گیر به داخل گمانه فرستاده میشود.

سر مته حفار و مته حلزونی

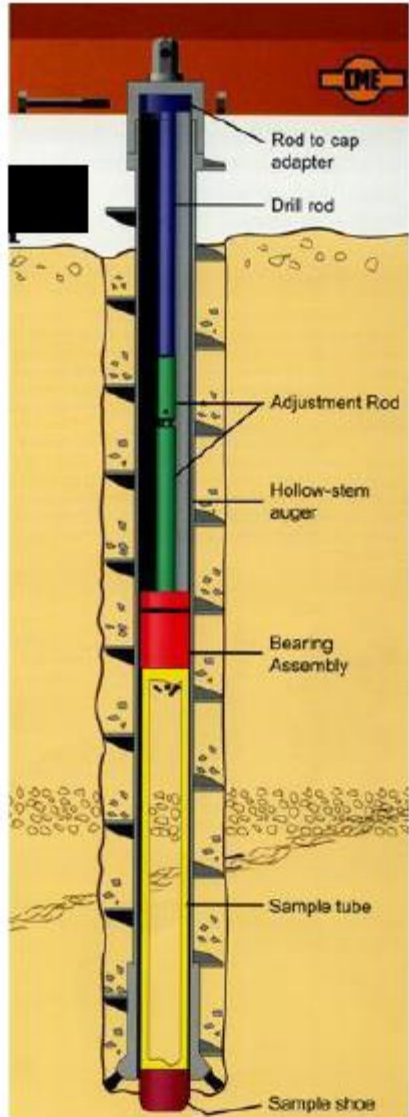
روش های حفاری گمانه

حفاری با مته حلزونی پیوسته توپر

Auger Boring



شکل ۲-۶ مکانیزم حفاری با مته مارپیچ (توخالی و توپر)



روش های حفاری گمانه

حفاری با مته حلزونی پیوسته توخالی

نمونه گیر از داخل مته فرستاده شده
و نیازی به بیرون کشیدن مته از داخل
گمانه نیست.



روش های حفاری گمانه

حفاری با مته حلزونی پیوسته توخالی

نمونه گیر از داخل مته فرستاده شده
و نیازی به بیرون کشیدن مته از داخل گمانه نیست.



بند ۷-۲-۴-۴ مبحث هفتم : حفاری با اوگر با میله توپر فقط در خاک چسبنده که دیواره گمانه پایدار است قابل قبول می باشد. حفاری با اوگر با میله تو خالی در بالای سطح آب قابل قبول است. اخذ نمونه دست نخورده در این روش در زیر سطح آب قابل قبول نیست.

روش های حفاری گمانه

حفاری دورانی با آب یا آبشویی (Rotary Drilling)



گل حفاری: مخلوطی از آب و بنتونیت است که برای جلوگیری از ریزش جداره ها به درون محل حفاری تزریق می گردد.

روش های حفاری گمانه

حفاری دورانی با آب یا آبشویی (Rotary Drilling)

بند ۷-۲-۴-۴ مبحث هفتم :

- حفاری دورانی در تمام خاک ها حتی در زیر سطح آب قابل قبول است، ولی برای اخذ نمونه دست نخورده در خاک چسبنده باید سرعت دوران و فشار مته محدود شود.
- حفاری دورانی با مغزه گیری پیوسته در خاک و سنگ برای توصیف لایه ها قابل قبول است، ولی نمونه خاک اخذ شده از داخل مغزه در این روش نمی تواند به عنوان نمونه دست نخورده قابل قبول باشد.

روش های حفاری گمانه

حفاری به روش مغزه گیری

برای انجام حفاری و نمونه برداری به طور همزمان، یک کور بارل یا مغزه گیر در انتهای میله حفار با سرمته دورانی جایگزین می شوند.



شکل ۲-۱۱ مغزه گیری از سنگ



شکل ۲-۱۰ کور بارل مغزه گیر



شکل ۲-۱۳ سرمته های مغزه گیر



شکل ۲-۱۲ جعبه نگهداری مغزه های سنگی

روش های حفاری گمانه

حفاری به روش مغزه گیری

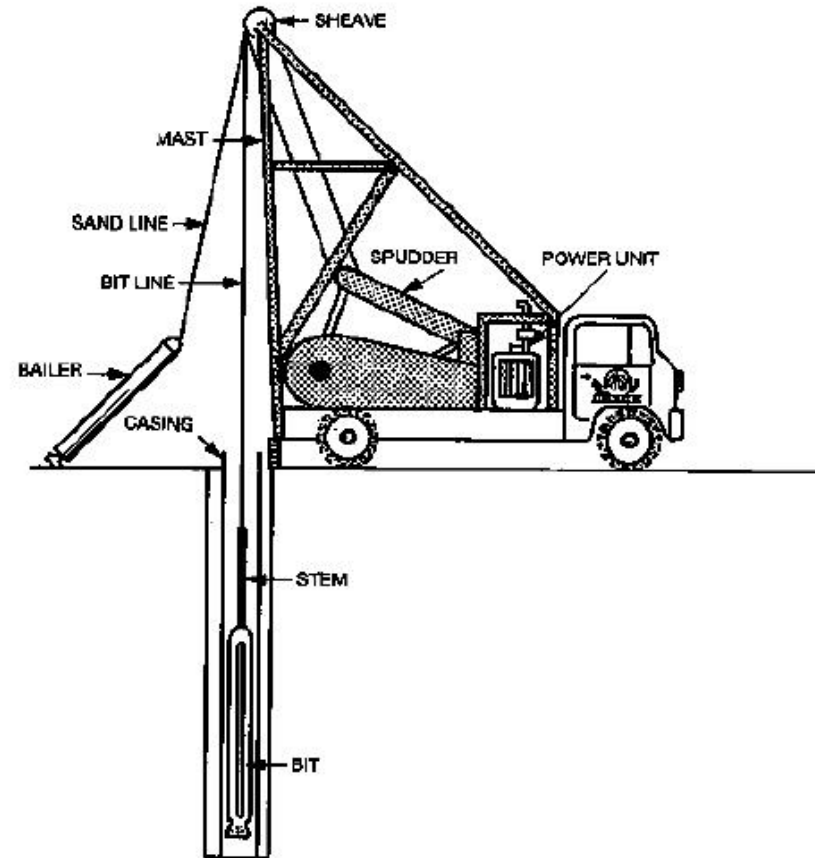
سرمته های مغزه گیر دارای سه نوع اصلی هستند: **الماسی، کاربیدی و اره ای**



سرمته های الماسی متنوع ترین هستند زیرا قادر به تهیه مغزه های با کیفیت از مصالح مختلف از خاک سخت یا بسیارمتراکم تا سنگ سخت تهیه نمایند.

روش های حفاری گمانه

حفاری پرکاشن (Percussion Drilling - حفاری ضربه ای) به خصوص در لایه های سنگی و یا خاک سخت با بلند و رها کردن یک سرمته سنگین، ته گمانه خرد شده و محصولات حفاری با تزریق آب به سطح زمین آورده می شود.



روش های حفاری گمانه

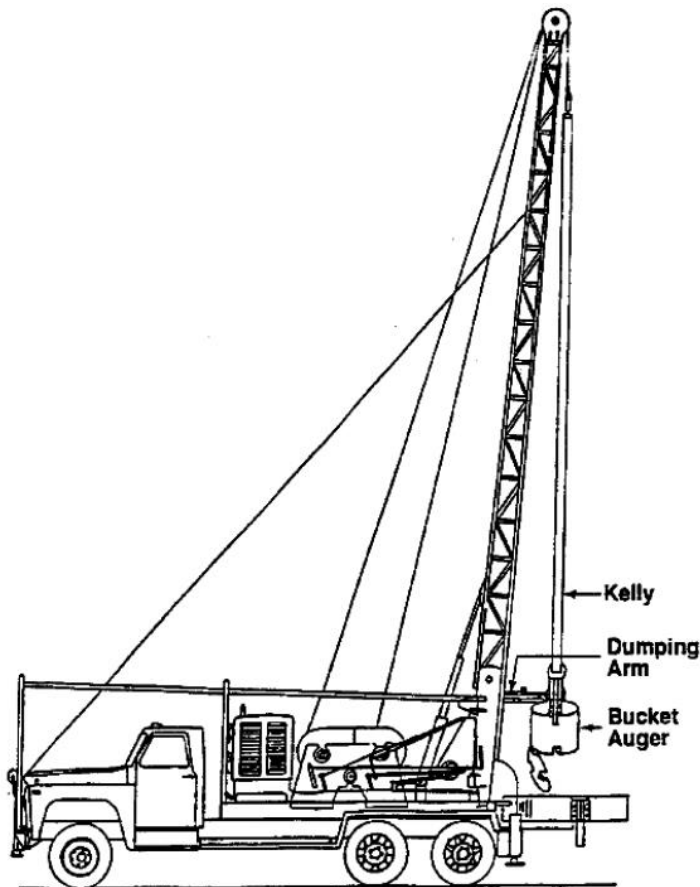
حفاری پرکاشن (Percussion Drilling - حفاری ضربه ای)
با

بند ۷-۲-۴-۴ مبحث هفتم : حفاری ضربه ای سبک در لای، ماسه و سنگ ضعیف قابل قبول است. به شرط حفاری خشک می توان از این روش در خاک چسبنده یا غیر چسبنده حاوی شن استفاده کرد. وقتی که حفاری به منظور تهیه نمونه دست نخورده در خاک چسبنده انجام می شود، نباید از ضربات سنگین استفاده شود.

روش های حفاری گمانه

حفاری با اوگر باکت (جام حفار)

از جام های حفار زمانی استفاده می شود که بخواهیم حجم زیادی از خاک های دستخورده به عنوان نمونه تهیه نموده و یا بخواهیم برای انجام مشاهدات و اندازه گیری ها وارد گمانه شویم.



(ت) اوگر مخصوص سنگ نرم



(پ) اوگر الحاقی پره ای



(ب) جام اوگر ترکیبی



(الف) جام اوگر مغزه گیر (کربارل)

روش های حفاری گمانه

حفاری چاهک دستی (Test Pit)

این چاهک ها معمولاً توسط مقنی و با کمک وسایل دستی حفاری می شوند عمق آنها معمولاً ۱۵ تا ۲۰ متر می باشد. اخذ نمونه های دست خورده از اعماق مختلف در حین حفاری امکان پذیر است.



روش های حفاری و نمونه گیری در مهندسی ژئوتکنیک

