

اصول گودبرداری- بخش دوم: شناخت خاک

دکتر مهدی روانشادنیا

عضو هیأت علمی دانشگاه و عضو هیأت مدیره سازمان نظام مهندسی ساختمان

پارامترهای مقاومتی خاک

خاکها دارای سه پارامتر عمده مقاومتی هستند:

- ۱- چسبندگی (c)
- ۲- زاویه اصطکاک داخلی (φ)
- ۳- وزن مخصوص (γ)

✓ هرچه خاک درشت دانه تر باشد نقش زاویه اصطکاک داخلی در مقاومت آن بیشتر است. و خاکهای درشت دانه عموماً فاقد چسبندگی هستند.

رده های ژئوتکنیکی (مبحث ۲- پی و پی سازی)

- رده ژئوتکنیکی ۱ (سازه های کوچک و غیر پیچیده و استفاده از تجربیات ژئوتکنیکی مشابه همراه با قضاوت مهندسی)

الف) ساختمانهای تا ۴ طبقه و یا ارتفاع کمتر از ۱۲ متر با شرایط زیر:

- I. اهمیت کم تا متوسط بر اساس مبحث ۶
- II. حداکثر عمق گودبرداری ۲/۵ متر
- III. عدم وجود مسایل خاص از قبیل لغزش، نشست، خاک دستی، وجود خاک مساله دار
- IV. مساحت اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع

ب) دیوارهای نگهبان در خاکبرداریهایی با حداکثر عمق ۲ متر

تذکر: در انبوه سازی یا شهرک سازی نمی توان از رده ۱ ژئوتکنیکی استفاده نمود. و بایستی از رده های ۲ یا ۳ استفاده شود.

رده های ژئوتکنیکی (مبحث ۲- پی و پی سازی)

• رده ژئوتکنیکی ۲ (این رده شامل سازه های متداول که در معرض خطر پذیری غیر

عادی نبوده و دشواری ویژه ای ندارند و استفاده از آزمونهای صحرائی و آزمایشگاهی)

.I. ساختمانهای معمولی تا ۱۵ طبقه که در معرض خطرات احتمالی غیر عادی و شرایط دشوار ژئوتکنیکی قرار ندارند.

.I. ساختمانهای با حداکثر دو طبقه زیر زمین یا با عمق گودبرداری کمتر از ۶ متر

.II. ساختمانهایی که بر روی خاکریزهای مهندسی ساخته می شود.

.III. دیوارها و دیگر سازه های نگهدارنده آب یا خاک تا ارتفاع کمتر از ۶ متر

رده های ژئوتکنیکی (مبحث ۲- پی و پی سازی)

• رده ژئوتکنیکی ۳) سازه هایی که در چهارچوب رده های ۱ و ۲ قرار نمی گیرند و

در این رده نیاز به بررسیهای ژئوتکنیکی گسترده تری نسبت به رده ۲ می باشد)

I. کلیه ساختمانها با بیش از ۱۵ طبقه یا ارتفاع بیشتر از ۵۰ متر

II. ساختمانهای با بارهای غیر عادی، برجها و ساختمانهای بلند

III. ساختمانهای با زیرزمینهای بیشتر از ۲ طبقه

IV. سازه های در معرض در شرایط غیر عادی و دشوار از نظر ساختگاه

V. زمینهایی که در آنها به دلیل پایین آمدن سطح آب زیرزمینی و یا زهکشی های

موقت و دائم، نشست و جابجایی و حرکات قابل توجه در خاک ایجاد شده

که سازه های مجاور در معرض خطر ناپایداری قرار می گیرند.

I. گودبرداریهایی که از نظر عمق و ساختمانهای مجاور به توجه ویژه ای نیاز دارند.

بررسی های ژئوتکنیکی (Site Investigation)

(رده های ژئوتکنیکی ۲ و ۳)

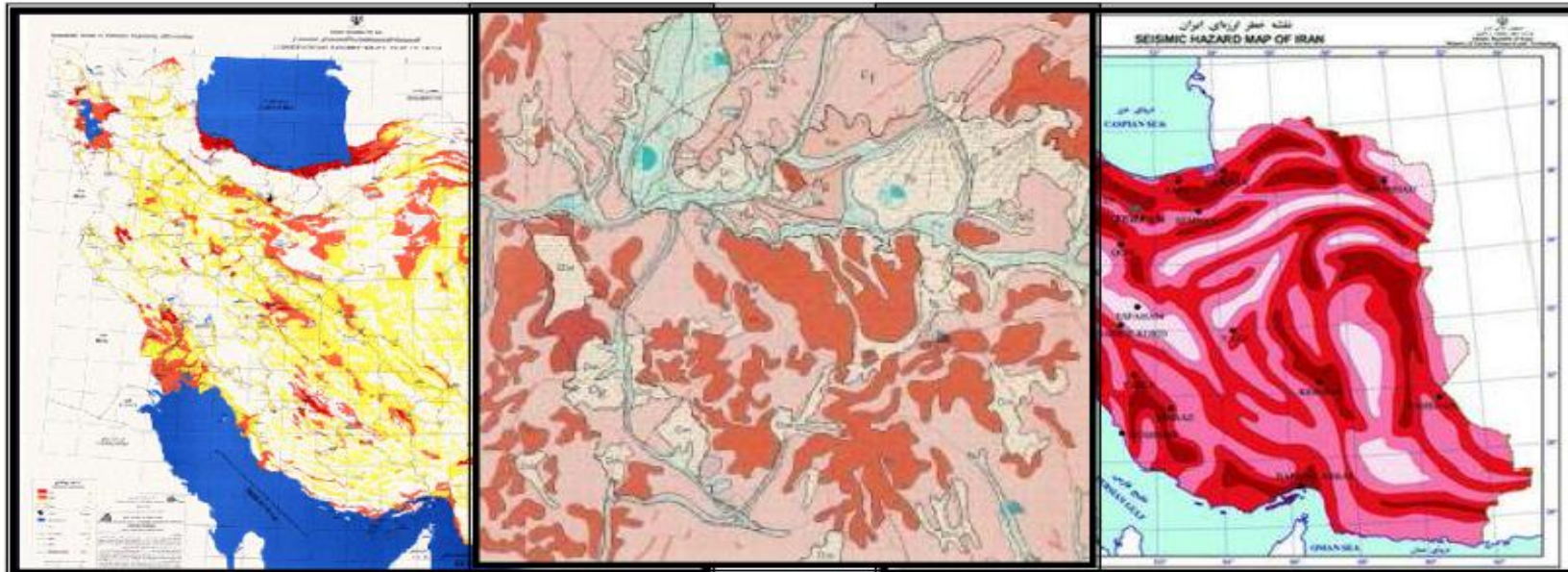
۱- بررسیهای مقدماتی

۲- بررسیهای طراحی

۳- بررسیهای کنترلی

۱- بررسی های مقدماتی

- تهیه نقشه توپوگرافی (تهیه پروفیل‌های تحت الارضی، مطالعات زمین لغزش) و عکسهای هوایی و هیدرولوژی منطقه
- شناساییهای میدانی و جمع آوری اطلاعات مربوط به بررسیهای پیشین و بررسی ساختمانها و حفاریهای همجوار
- تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی (تعیین گونه یا واحد زمین شناسی و اطلاعات مربوطه)
- جمع آوری اطلاعات مربوط به مخاطرات ژئوتکنیکی (نقشه های ریز پهنه بندی)



۲- بررسیهای طراحی

- با توجه به:
 - تعیین دقت مورد نیاز مطالعات (عمق، تعداد آزمایشات)
 - اطلاعات لازم برای برنامه ریزی روش اجرا و طراحی مناسب و اقتصادی
 - مشکلاتی که احتمالاً در خلال ساخت ساز بوجود می آید.
 - پوشش کافی به محدوده طرح
- بررسیهای طراحی برای دست یابی به اطلاعات ژئوتکنیکی شامل:
 - لایه بندی، نوع خاک، مشخصات فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی خاک
 - سطح تراز آب زیرزمینی و شرایط تروایی
 - روابط بار- تغییر شکل (تراکم پذیری زمین):
 - نشست بلند مدت (بار مرده+زنده)
 - نشست بر اثر بارگذاری زلزله
- وجود هر گونه ناهنجاریهای ژئوتکنیکی (قناتها، خاکهای مساله دار)

عملیات اکتشافی ژئوتکنیک (Site Investigation)

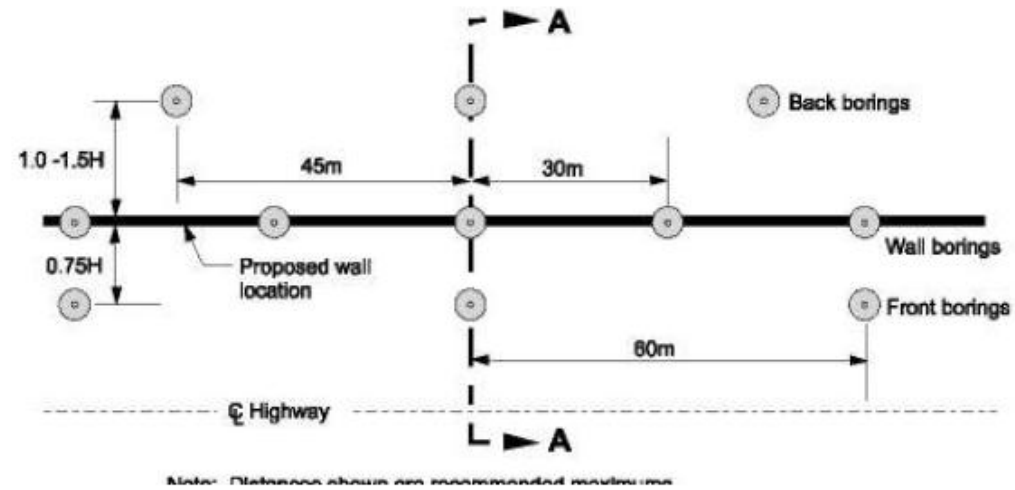
معمولاً در پروژه های مختلف ۰/۵٪ تا ۱٪ از هزینه کل پروژه ، صرف مطالعات ژئوتکنیک می شود. بنابراین حذف مطالعات ژئوتکنیکی به لحاظ اقتصادی، اشتباه می باشد.

❖ اکتشافات زیر سطحی

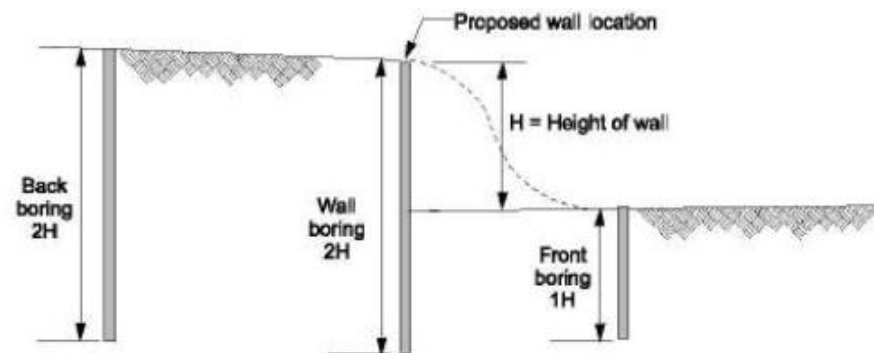
- حفاری (روش مستقیم)
- روشهای ژئوفیزیکی (روش غیر مستقیم)
- اهداف اصلی حفاری
 - شناسایی نوع مصالح زمین و معین کردن گسترش عمودی و افقی آنها
 - شناسایی شرایط آبهای زیرزمینی و نفوذ پذیری لایه ها
 - نمونه برداری از قسمتهای مختلف زمین جهت انجام آزمایشات مختلف
 - انجام آزمونهای درجا

مطالعات زیر سطحی ژئوتکنیکی

پلان گمانه ها



مقطع گمانه ها



۳- بررسی های کنترلی (در حین اجرای پروژه)

- برای اطمینان از تامین ایمنی کافی در جریان ساخت پی، دیوارهای حائل، سازه
- برای اطمینان از عملکرد مناسب سازه، در اموری که به خاک و زمین ارتباط پیدا می کند، بعد از پایان دوره ساخت.
- آیا فرضیات داده شده با طراحی، با مشاهدات تطابق دارد؟

که شامل:

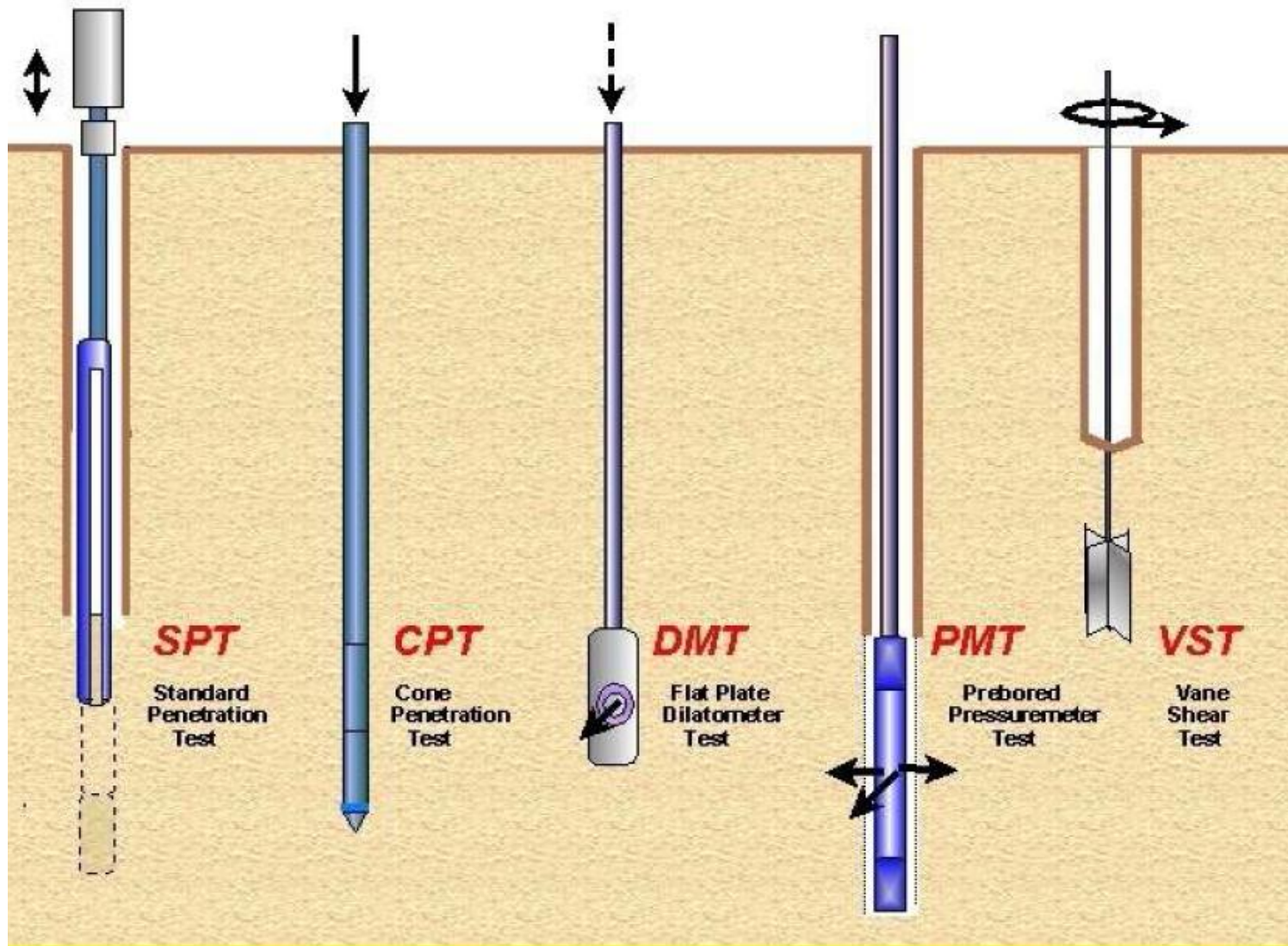
- ۱- کنترل‌های مربوط به خاک و سنگ
- ۲- کنترل‌های مربوط به آب زیر زمینی



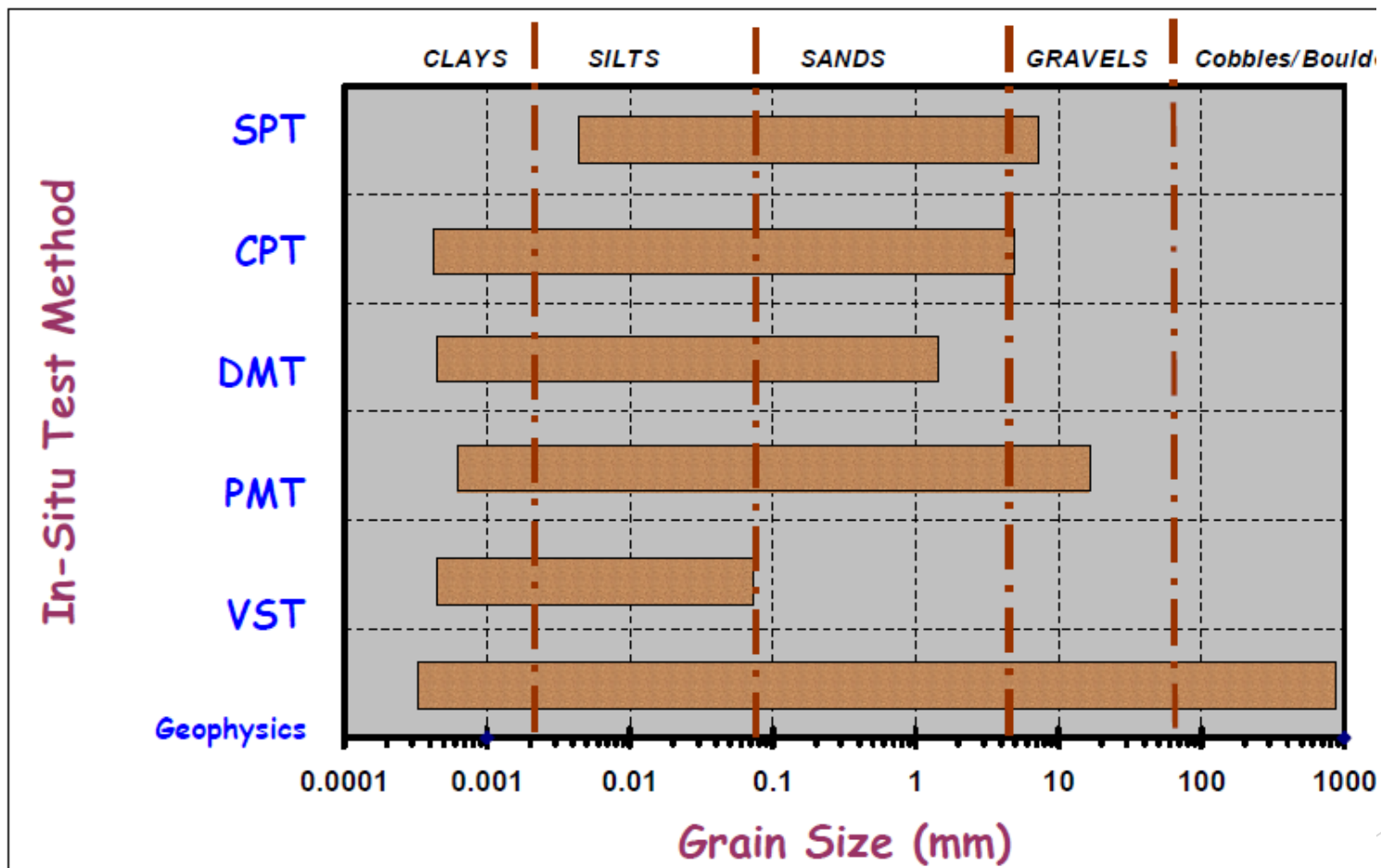
آزمایشهای درجا (Insitu Tests)

- مقاومت یا تغییر شکل پذیری خاک در شرایط واقعی تری اندازه گیری می شود.
- در موارد زیر اخذ نمونه دست نخورده دشوار است:
 - رسهای حساس
 - خاکهای ماسه ای و شنی
 - رسهای ترکدار
- هدف از انجام آزمایشهای برجا
 - تعیین پارامترهای مقاومتی
 - تعیین پارامترهای تغییر شکل
 - تعیین نفوذپذیری



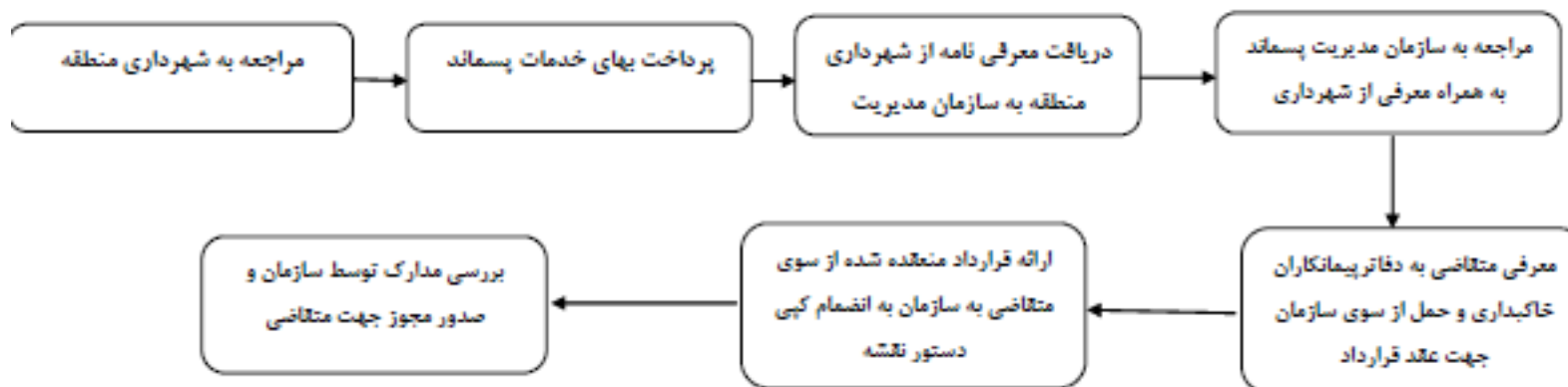


Applicability of In-Situ Tests



رویه های کاری و مسئولیت ها

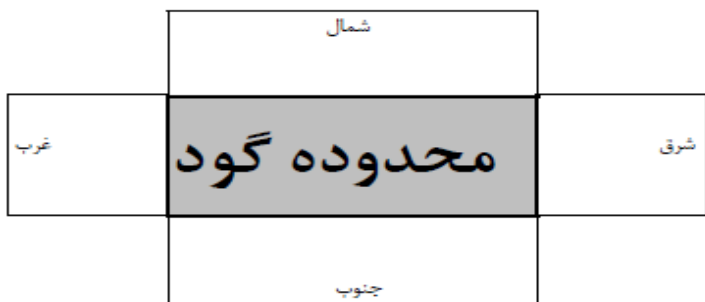
مراحل اخذ مجوز خاکبرداری-گودبرداری توسط متقاضیان صدور پروانه ساختمان



چک لیست مشخصات گودبرداری و سازه نگهدیان (بر اساس کتاب اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهدیان)

نام مالک ساختمان:	منطقه:	شماره پرونده کامپیوتری:	پلاک ثبتی:
آدرس ساختمان:			
مشخصات مهندس محاسب:			
نام:	شماره نظام مهندسی:	شماره پرونده اشتغال:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:			
مشخصات مهندس ناظر:			
نام:	شماره نظام مهندسی:	شماره پرونده اشتغال:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:			
مشخصات مهندس مجری:			
نام:	شماره نظام مهندسی:	شماره پرونده اشتغال:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:			

۱- لطفا موقعیت محل گودبرداری و وضعیت اطراف آن مشخص شود.
("س" برای ساختمان "ز" برای زمین "م" برای معبر)



۲- لطفا وضعیت معابر یا ساختمان های مجاور محل گودبرداری را مشخص فرمایید.

عرض معبر (م) (در صورت وجود)	کابری ساختمان (در صورت وجود)	قدمت ساختمان (در صورت وجود)	تعداد طبقات ساختمان (در صورت وجود)	بار معادل Q (T/m ²)

۳- وضعیت آب های زیرزمینی در محل ساختمان را ذکر فرمایید: _____

۴- پارامترهای مکانیکی خاک:

$c = \text{_____ } T / m^2$ $\phi = \text{_____ } ^\circ$ $\gamma = \text{_____ } T / m^3$

۵- نحوه تعیین مشخصات خاک محل:

آزمایشگاهی تخمین چشمی روش های گودبرداری-شناخت خاک-www.ravanshadnia.com سایر روشها:

۶- پارامترهای گودبرداری و تعیین نوع سازه نگهدیان بر اساس نمودارهای کتاب اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهدیان:

بار معادل Q (T/m ²)	عمق گود H (m)	فواصل خریاها L (m)	نوع خریای سازه نگهدیان (I-II-III-IV) یا عدم نیاز	B _r (m)	طول شمع (m)		قطر شمع (وجود) (m)
					بدون یاشنه (L _p)	با یاشنه (L _p [*])	

۷- مشخصات تکمیلی شمع ها، پی ها و اعضای مهاربندی طبق جدول ۶-۱ کتاب اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهدیان:

میلگرد طولی شمع A	شخامت پی B (cm)	قطعات مهاربندی اعضای مایل و قائم C	قطعات مهاربندی عضو مایل در داخل شمع (طول بر حسب cm) D	حداقل طول گیرایی عضو قائم E (cm)

۸- لطفا تصویر نمودارهای طراحی مورد استفاده در تعیین مشخصات خریای سازه نگهدیان، ابعاد پی و طول شمع ها به این چک لیست پیوست شود.

۹- نقشه سازه نگهدیان باید بر مبنای جدول های فوق و جزئیات ارائه شده در کتاب اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهدیان تهیه شده و شامل پلان جانمایی خریاها و فونداسیون، اتصالات کامل خریا، جزئیات کامل پی، شمع و سناژ ارتباطی آنها باشد. این نقشه ها باید در قطع نقشه های اصلی و فرمت اتوکدی به مجموعه نقشه های سازه اضافه شود.

مشخصات مهندس محاسب:		
نام:	شماره نظام مهندسی:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:	شماره پرونده اشتغال:	
مشخصات مهندس ناظر:		
نام:	شماره نظام مهندسی:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:	شماره پرونده اشتغال:	
مشخصات مهندس مجری:		
نام:	شماره نظام مهندسی:	مُهر وامضاء:
شماره شهرسازی:	شماره پرونده اشتغال:	

مسئولیت صاحب کار

- ▶ صاحب کار موظف است مشخصات فنی املاک مجاور ملک خود را از شهرداری اخذ و در اختیار طراح پروژه قرار دهد.
- ▶ صاحب کار موظف است در تمامی مراحل کار کلیه تجهیزات و منابع مالی را که برای تامین ایمنی گودبرداری توسط طراح،
- ▶ شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک یا ناظر ضروری تشخیص داده می شود در اختیار سازنده قرار دهد.
- ▶ صاحب کار در صورت پیشنهاد و درخواست کتبی طراح موظف است برای انجام روشهایی از پایدارسازی گود که مستلزم خارج شدن از محدوده مالکیت می گردد (از قبیل نیلینگ و انکراژ) نسبت به مطلع نمودن کلیه همجواری های ذینفع اقدام نماید.

مسئولیت های طراح

- ▶ بررسی صحت اطلاعات املاک مجاور اخذ شده توسط صاحب کار از شهرداری
- ▶ انجام ارزیابی اولیه خطر گود و تکمیل چک لیست ارزیابی خطر گودبرداری
- ▶ ارائه گزارش طراحی و نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و ارائه دستورالعمل های اجرایی
- ▶ ارائه "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور"، تحلیل اثرات ایجاد گود بر آنها و در صورت نیاز طراحی عملیات اجرایی محافظت از ساختمان های مجاور و یا ارائه روشهای مقاوم ساختن آن ها در برابر اثرات ناشی از تخریب و گودبرداری مورد نظر، ارائه نقشه های اجرایی مربوطه و ارائه دستورالعمل های اجرایی ۴ و مسئولیت های ۳ و ۵ - تبصره ۱- در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد طراح باید تهیه گزارش و نقشه های موضوع بندهای ۵ طراحی را طی یک قرارداد کتبی به شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک دارای صلاحیت محول نماید.
- ▶ تبصره ۲- در گودهای با سطح خطر معمولی طراح می تواند در صورت نیاز از نظرات مهندس متخصص ژئوتکنیک استفاده نماید.
- ▶ تکمیل قسمت مربوط در فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی
- ▶ حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد

مسئولیت های سازنده

- ▶ در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد فقط باید از سازنده حقوقی استفاده شود.
- ▶ تکمیل قسمت مربوطه فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی
- ▶ کنترل و بررسی گزارش طراحی، نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و دستورالعمل های اجرایی تهیه شده توسط طراح از نظر مطابقت با یکدیگر و با وضعیت محلی و اصول فنی
- ▶ کنترل "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور" (تهیه شده توسط طراح)
- ▶ نصب تابلوهای اعلام مشخصات گودبرداری و هشدارهای ایمنی یک هفته پیش از شروع عملیات گودبرداری
- ▶ حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد
- ▶ انتخاب جزئیات روش گودبرداری، استفاده از ماشین آلات مناسب، رعایت اصول ایمنی و پایش (مونیتورینگ) ساختمان های مجاور بر اساس نظر طراح یا شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک
- ▶ به کارگیری مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد
- ▶ سازنده موظف است با توجه به شرایط پروژه و خطرات احتمالی نسبت به اخذ پوشش بیمه ای همجواری ها و اشخاص ثالث در خصوص حوادث ناشی از گودبرداری، متناسب با خطر احتمالی اقدام نماید و هزینه اخذ بیمه نامه های مذکور باید در قرارداد اجرای ساختمان منظور گردد.
- ▶ سازنده موظف به فراهم کردن شرایط لازم برای تخلیه ساختمان های مجاور با رعایت قوانین و مقررات و شرایط و -۶ قراردادهای موجود در صورت تشخیص ضرورت تخلیه اضطراری ناشی از عملیات گودبرداری توسط ناظر، شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک، شهرداری یا سازمان آتش نشانی می باشد.
- ▶ سازنده موظف به انجام هرگونه همکاری و هماهنگی لازم جهت بازدید بازرسین نهادهای نظارتی شامل وزارت راه و شهرسازی، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، شهرداری و سازمان نظام مهندسی ساختمان می باشد.
- ▶ در گودهای با خطر بسیار زیاد و یا در صورت وجود ساختمان بسیار حساس در مجاورت گود استفاده از پیمانکار تخصصی گودبرداری ذیصلاح ضروری است.

مسئولیت های ناظر

- ▶ تکمیل فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی -
- ▶ حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد
- ▶ نظارت بر عملیات اجرای گودبرداری شامل تدابیر مقاوم سازی و رفع خطر ناشی از گودبرداری بر ساختمان ها و تأسیسات مجاور و ارائه گزارش های وضعیت گودبرداری به شهرداری به ازای هر مرحله گودبرداری یا حداکثر هر ۳ متر عمق گودبرداری
- ▶ تهیه گزارش ارزیابی خطر گود در حین اجرا و ارائه آن همراه با گزارش وضعیت گودبرداری به شهرداری
- ▶ در محل هایی که سازنده دارای صلاحیت موجود نباشد (صرفاً در خصوص گودهای با سطح خطر معمولی)
- ▶ کنترل و بررسی گزارش طراحی، نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و دستورالعمل های اجرایی تهیه شده توسط طراح از نظر مطابقت با یکدیگر و با وضعیت محلی و اصول فنی
- ▶ کنترل "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور" (تهیه شده توسط طراح)

مسئولیت های خدمات آزمایشگاهی

- ▶ انجام بررسی های ژئوتکنیکی و ارزیابی مجدد خطر گود (قبل از صدور پروانه)
- ▶ تهیه گزارش طراحی و نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و ارائه دستورالعمل های اجرایی
- ▶ تبصره ۵- در مواردی که سازه نگهبان و سازه اصلی با یکدیگر تداخل داشته و یا ادغام می گردند، طراح و شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک موظف به ایجاد هماهنگی های مورد نیاز در تهیه گزارشات و نقشه های مذکور می باشند.
- ▶ تهیه گزارش بررسی وضعیت ایمنی تأسیسات و معابر مجاور و پیش بینی تمهیدات لازم برای تامین ایمنی با هماهنگی طراح
- ▶ انجام ارزیابی خطر گود در حین اجرا در صورت اعلام نیاز ناظر

مسئولیت های شهرداری

شهرداری ها مکلفند مشخصاتی از املاک مجاور را که در سامانه آرشیو الکترونیک اسناد موجود است، در اختیار صاحب کار قرار دهد.

الزام صاحب کار و سازنده برای خرید بیمه مسئولیت و کیفیت در کلیه گودبرداری ها

انجام تمهیدات لازم در گودبرداری های رها شده به هر طریق لازم جهت رفع خطر و اخذ هزینه های مربوطه از صاحب کار

کنترل گزارش های گودبرداری تهیه شده توسط ناظر

در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد حضور نماینده فنی شهرداری در جلسه مشترک و تحویل و تأیید فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی

انجام بازرسی از گودبرداری های در حال انجام، کنترل نحوه انجام عملیات اجرایی گودبرداری و رعایت برنامه زمان بندی اعلام شده

با توجه به مفاد تبصره ۷ ماده ۱۰۰ قانون شهرداری ها، ماموران شهرداری مکلفند بر عملیات گودبرداری ساختمان ها نظارت نمایند و هرگاه از موارد تخلف به موقع جلوگیری نکنند، طبق مقررات قانونی به تخلف آنها رسیدگی شده و در صورتیکه عمل ارتكابی آنها واجد جنبه جزایی هم باشد از این جهت نیز قابل تعقیب خواهند بود.

مطابق تبصره ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان شهرداری ها موظفند نام و مشخصات سازنده ذیصلاح معرفی شده توسط مالک و قرارداد منعقد شده با وی را، مگر در خصوص مالکان دارای پروانه اشتغال به کار اجرا، در پروانه ساختمان قید نمایند