



سازمان نظام مهندسی ساختمان استان زنجان
کارگروه ژئوتکنیک و کمیته آزمایشگاهها

شیوه نامه مطالعات ژئوتکنیک

(مصوب هیئت مدیره - دوره نهم)

تیرماه ۱۴۰۲

➤ **اعضای کمیته و کارگروه:**

- **حمید شعبان زاده (ریس)**
- **حمید رضا اسلامی (عضو)**
- **محسن کاظمی راد (عضو)**
- **محمد رضا دلجوئی (دبیر)**
- **فرخ انصاری (عضو مدعو)**

۱) مقدمه

در راستای یکسان سازی و ایجاد روندی اصولی در امور مربوط به انجام مطالعات ژئوتکنیک (خاک و پی) در ساختمانهای مورد شمول و مطابق با مقررات ملی ساختمان و همچنین شرایط موجود در مناطق و شهرهای استان، توسط اعضای کار گروه ژئوتکنیک و کمیته آزمایشگاههای سازمان نظام مهندسی ساختمان استان، شیوه نامه و دستورالعمل مطالعات ژئوتکنیک تدوین شده است. در این دستورالعمل، مسائل مهم در امور عملیات صحرایی و آزمایشهای آزمایشگاهی و همچنین ساختمانهای مورد شمول، در نظر گرفته شده است.

تذکره ۱) هر موردی که در این شیوه نامه به آن اشاره نشده، مفاد آخرین ویرایش مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان در آن خصوص لازم الاجراست.

۲) ساختمانهای مورد شمول

۱-۲) تمام ساختمانهای دارای پنج سقف و بالاتر مشمول مطالعات ژئوتکنیک می شود.

۲-۲) در ساختمان هاییکه به تشخیص طراح سازه ویا هر کدام از مهندسان مسئول در پروژه نیاز به مطالعه ژئوتکنیک دارد، از جمله: ساختمانهای دارای کمتر از ۵ سقف و ساختمانهای واقع در نواحی دارای خاکهای دستی و مسئله دار، گودبرداری و ساختمانهای دارای زیر زمین و...

۳-۲) ساختمانهای واقع در هر ناحیه و منطقه ای که به تشخیص سازمان نظام مهندسی و یا مراجع ذیصلاح دیگر نیاز به مطالعات ژئوتکنیک دارد.

۳) تعداد گمانه ها

۱-۳) در ساختمانهای منفرد با سطح اشغال کمتر از ۴۰۰ متر مربع ، حداقل یک گمانه به منظور بررسی لایه های خاک زیر فونداسیون لازم است.

۲-۳) در ساختمانهای منفرد با سطح اشغال بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع، حداقل دو گمانه به منظور بررسی لایه های خاک زیر فونداسیون لازم است.

۳-۳) در ساختمانهای منفرد با سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ مترمربع، به ازای هر ۱۰۰۰ متر مربع مازاد بر سطح اشغال پایه (۱۰۰۰ مترمربع) حداقل یک گمانه به گمانه های قبلی به منظور بررسی لایه های خاک زیر فونداسیون اضافه شود.

۴-۳) در مجتمع های مسکونی (چند بلوکی) به ازای هر بلوک حداقل یک گمانه به منظور بررسی لایه های خاک زیر فونداسیون لازم است.

تذکر ۱) در صورت وجود شرایط خاص ژئوتکنیکی در محل احداث ساختمان یا بلوک های ساختمانی، با نظر آزمایشگاه ژئوتکنیک و تایید طراح سازه، می توان به تعداد گمانه ها اضافه نمود. لازم به ذکر است در صورت بروز چنین شرایطی، نظر آزمایشگاه باید به کارگروه ژئوتکنیک ارجاع

گردد تا این کارگروه پس از بررسی کامل محل و شرایط موجود نسبت به تعیین تعداد گمانه ها اعلام نظر نماید.

تذکر ۲) در صورت گود برداری و نیاز به بررسی پایداری گود و طراحی سازه نگهدارنده، اولاً باید شروع حفاری گمانه قبل از هر گونه عملیات گود برداری باشد، ثانیاً عمق گود به عمق گمانه ها در بند ۴ اضافه شود.

۴) عمق گمانه ها

۴-۱) حداقل عمق گمانه ها برابر با عرض ساختمان یا دو برابر تعداد طبقات ساختمان (هر کدام که بزرگتر باشد) در نظر گرفته شود.

۴-۲) عمق گمانه یا گمانه ها در هر شرایطی نباید از ۱۰ متر کمتر باشد.

۵) روش حفاری گمانه

۵-۱) روش حفاری گمانه یا گمانه ها بصورت حفاری دستی می باشد مگر در موارد زیر که باید از نوع حفاری ماشینی دورانی و مطابق با شرایط ساختگاه باشد.

الف) برخورد با لایه های سنگی و یا سنگ بستر.

ب) برخورد با آب های زیر سطحی طوری که انجام حفاری دستی امکان پذیر نبوده و حفاری با ریسک بالا توام باشد.

ج) عمق گمانه ها زیاد بوده و امکان حفاری دستی به واسطه ی ریسک بالا از هر نظر، موجود نباشد.

۵-۲) پیشنهاد نوع حفاری گمانه ها (از حیث دستی و یا ماشینی بودن و با توجه به موارد بند ۵-۱)، از طریق آزمایشگاه تعیین و به کارفرما اعلام می شود.

۶) تعداد و نوع آزمایشات

۶-۱) آزمایشات آزمایشگاهی:

۶-۱-۱) مستندات مورد نیاز برای آزمایشات آزمایشگاهی انجام شده باید توسط آزمایشگاه در هر ساختمان یا پروژه ای تهیه شده و در آزمایشگاه موجود بوده و حداقل شامل موارد زیر باشد:

- الف) داده های خام (Data sheet) مربوط به هر آزمایش با درج مشخصات آن پروژه.
- ب) تصاویر نمونه سازی ها به همراه تابلو مشخصات پروژه برای هر آزمایش.
- ج) نگهداری نمونه ها در آزمایشگاه تا زمانیکه گزارش مطالعات مورد تایید طراح سازه و کنترل دفتر فنی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان قرار گیرد.

۶-۱-۲) آزمایشات مورد نیاز:

- الف) کلیه آزمایشات مربوط به شناسایی و طبقه بندی خاک
- ب) آزمایش برش مستقیم
- ج) آزمایش سه محوری و تحکیم در صورت برخورد با آب در عمق تحت تاثیر و نوع خاک ریز دانه و کسب نتایج کوتاه مدت و بلند مدت.
- د) آزمایشات شیمیایی همچون تعیین اسیدیته خاک (PH)، تعیین سولفات و تعیین کلر
- ه) انجام تمامی آزمایشهای لازم در صورت برخورد با لایه های خاک مسئله دار مانند: خاک تورم پذیر، خاک ریزی و رمبنده، خاک کچی و حل شونده و.....

۶-۱-۳) حداقل تعداد آزمایشات:

- الف) انجام آزمایشات مربوط به طبقه بندی خاک و تراکم لایه خاک در هر گمانه، از هر دو متر (عمق) یا تغییر لایه
- ب) انجام آزمایشات مربوط به تعیین پارامترهای مقاومت برشی و نشست در هر گمانه تا عمق ۱۵ متر حداقل ۲ آزمایش و به ازای هر ۱۰ متر مازاد بر آن یک آزمایش دیگر به مجموع آزمایشات اضافه خواهد شد.
- تذکره ۱) در صورت وجود لایه های با شرایط کاملا غیر یکنواخت، به تشخیص آزمایشگاه، به تعداد

آزمایشات اضافه خواهد شد.

۲-۶) آزمایشات صحرایی (در محل)

۱-۲-۶) مستندات مورد نیاز برای آزمایشات صحرایی انجام شده باید توسط آزمایشگاه در هر ساختمان یا پروژه ای تهیه شده و در آزمایشگاه موجود بوده و حداقل شامل موارد زیر است:

الف) داده های خام (Data sheet) مربوط به هر آزمایش با درج مشخصات آن پروژه

ب) فیلم و عکس از چگونگی انجام آزمایشات صحرایی و همچنین از نمونه گیری ها به همراه تابلو مشخصات برای هر گمانه و در کنار آن.

تذکره ۱) در گمانه های دستی با رعایت فاصله از لبه گمانه، خاک حاصل از هر ۲ متر (حداکثر) بصورت کد گذاری شده با تابلو مشخصات، انباشته شود.

ج) تهیه لاگ صحرایی گمانه ها و توصیف خاک

۲-۲-۶) آزمایشات مورد نیاز:

الف) آزمایشات ضربه و نفوذ استاندارد (SPT)

ب) آزمایش تراکم و تراکم صحرایی در گمانه های دستی

تذکره ۱) سایر آزمایشات صحرایی بنا به ضرورت و نیاز پروژه و به تشخیص آزمایشگاه و با هماهنگی طراح سازه ای ساختمان.

۳۶-۲-۶) حداقل تعداد آزمایشات:

الف) تعداد آزمایشات مربوط به ضربه و نفوذ استاندارد در هر گمانه از هر دو متر یا تغییر لایه انجام خواهد شد.

ب) تعداد آزمایشات مربوط به تراکم در هر گمانه از هر دو متر یا تغییر لایه به همراه نمونه برداری بصورت دست خورده و یا دست نخورده انجام خواهد شد.

۶-۲-۴) تعیین نوع زمین بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ (ویرایش ۴)

الف) زمین نوع I: اگر مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ نوع زمین ، از نوع ۱ تشخیص داده شود، در این صورت انجام آزمایشات درون گمانه ای ژئوفیزیکی ضروری بوده و حداقل عمق گمانه از زیر پی حداقل ۳۰ متر در نظر گرفته شود.

ب) زمین نوع II: اگر مطابق آیین نامه ۲۸۰۰، خاک از نوع ۲ معرفی شود، در این صورت انجام یکی از آزمایشات زیر الزامی خواهد بود:

ب-۱) آزمایش ژئوفیزیک درون گمانه ای و یا آزمایش ارسال امواج سطحی.

ب-۲) آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) و استفاده از روابط همبستگی متناسب با نوع لایه ها و شرح توصیفی نوع خاک در آیین نامه ۲۸۰۰ (جدول مربوط به نوع خاک).

۷) گزارش مطالعات

۷-۱) گزارش مطالعات ژئوتکنیک بر مبنای (بند ۷-۳) «دستورالعمل تهیه گزارش مطالعات ژئوتکنیک» خواهد بود.

۷-۲) از زمان ارجاع کار به مدت ۵ سال گزارشات ژئوتکنیک دارای اعتبار بوده و در صورت انقضای تاریخ یاد شده انجام آزمایشات جدید و تهیه گزارشات متناسب با زمان حال، ضروری خواهد بود.

تذکره ۱) هر گونه تغییرات در شرایط ساختگاه نسبت به زمان انجام مطالعات ژئوتکنیک و تدوین گزارش مطالعات، زمان مورد اشاره در بند ۷-۲ ملاک نظر نبوده و مطالعات جدید الزامی است.
۷-۳) تهیه گزارش مطالعات ژئوتکنیک:

۱- سر برگ شامل اطلاعات نام شرکت ، نام کارفرما، تاریخ، کد رهگیری، منطقه شهرداری، آدرس

پروژه و شرکت باشد.

۲- کلیه مطالب با آخرین ویرایش مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله ۲۸۰۰ منطبق باشد.

۳- فهرست مطالب.

۴- گزارش شامل موارد ذیل باشد:

- مقدمه
- معرفی پروژه: مساحت زمین، سطح اشغال، تعداد طبقات، کاربری، سایت پلان واقعی با اندازه گذاری و موقعیت گمانه ها در آن
- موقعیت و محدوده طرح در شهر: توضیحات، آدرس، موقعیت در نقشه هوایی شهر (به همراه گسل ها)، شماره پلاک ثبتی، مختصات جغرافیایی گمانه (طول و عرض جغرافیایی).
- بررسی های مقدماتی مطابق مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان شامل شناسایی و ارزیابی کلی ساختگاه اعم از شناسایی میدانی، تاریخچه، توپوگرافی منطقه، وجود مناطق ناپایدار، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، بررسی محلی سطح آب زیر زمینی، بررسی ساختمان و حفاری های همجوار، نقشه ها و مدارک زمین شناسی موجود، مستحدمات تحت الارضی ساختگاه (قنات، کانال....).
- درج مشخصات زمین شناسایی عمومی، زمین شناسی مهندسی، زمین ریخت شناسی، لرزه خیزی خاک، و خصوصیات مهندسی آن، فاصله از گسل و قرار گیری در پهنه گسلی، شتاب مبنای طرح و سایر مشخصات ساختگاه.
- مطالعات صحرائی: تعداد، نوع و عمق گمانه - شرح کامل آزمایش های صحرائی (آزمایش ضریه و نفوذ استاندارد (spt)، آزمایش های ژئوفیزیکی، عمق آبهای زیر زمینی، خاک دستی و مسئله دار، به همراه تصاویر گمانه ها و مستندات لازم).

- تفسیر نتایج مطالعات صحرایی و تشریح لایه های خاک.
- مطالعات آزمایشگاهی: شرح کامل آزمایشهای آزمایشگاهی (دانه بندی، حدود اتربرگ، درصد رطوبت، برش مستقیم، تک محوری، سه محوری، تحکیم، دانسیته، آزمایشات شیمیایی و.....).
- توجه در صورت بالا بودن سطح آب زیر زمینی و ریز دانه بودن خاک انجام آزمایش های لازم جهت تعیین پارمترهای تحکیم خاک الزامی است.
- تفسیر نتایج آزمایشات.
- تعیین پارامترهای خاک بر اساس نتیجه آزمایش (طبقه بندی خاک و شرح توصیفی، حدود اتربرگ، چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی) (در شرایط مختلف)، مدول تنش - کرنش، ضریب پواسن، ضریب پیش تحکیمی، وزن مخصوص، وزن مخصوص خشک، درصد میزان رطوبت، تراکم نسبی، ضریب نفوذ پذیری، پارامترهای تحکیم و.....) یا روابط تخمینی برای برخی پارامترها با ذکر مرجع (نظیر مدول تنش - کرنش، ضریب پواسن، ضریب نفوذ پذیری، و.....).
- تعیین نوع زمین از نظر آئین نامه ۲۸۰۰ بر اساس طبقه بندی خاک.
- تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک به همراه کنترل نشست (برای پی های مربع، نواری، گسترده و شمع بسته به نیاز پروژه) برای عرض پی های مختلف و متناسب (B) در نسبتهای مختلف و متناسب طول پی به عرض آن (L/B) در پی های سطحی، به صورت جدول و نمودار، و در پی های عمیق (شمع) برای قطرها و طول های مختلف و متناسب به صورت جدول و نمودار در حالت های فشاری و کششی با محاسبه اندازه نشست متناظر در فشار.
- در صورت درخواست طراح سازه، ظرفیت باربری بر اساس روابط گسیختگی برشی خاک و نشست مجاز به صورت مجزا ارائه شود.
- تعیین ضریب واکنش بستر K_s برای انواع پی ها با عرض های مختلف به صورت جدول و نمودار (منفرد، نواری، گسترده و سختی معادل شمع). در مورد پی گسترده توصیه می شود از روابط

کتاب باولز استفاده شود. تعیین صلبیت و انعطاف پذیری پی. تعیین عمق موثر تنش.

- ضرایب فشار جانبی خاک.
 - شیب پایدار گود و بررسی پایداری دیواره گود برداری، ارزیابی خطر گود طبق مبحث هفتم.
 - بررسی وعیت آب های زیر سطحی و زیر زمینی، روان گرایی، فرونشست، تورم، لغزش، عمق یخبندان، و
 - بررسی موارد خاص (قنات، چاه های قدیمی و موارد مشابه).
 - توصیه و پیشنهاد های فنی (نوع شالوده، بهسازی خاک، عمق استقرار پی، سیمان مصرفی و مواردی که باید در طراحی های ساختمان لحاظ شود).
 - پیوست شامل لاگ گمانه و نتایج و نمودارهای کلیه آزمایشها.
 - لاگ گمانه باید شامل: مشخصات پروژ، عمق، تشریح لایه، نماد ترسیمی، طبقه بندی خاک، شماره نمونه، عمق خاک مسئله دار، تراز آب زیر زمینی، درصد رطوبت، دانسیته خشک و مرطوب، حدود اتربرگ، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی، نتایج آزمایش spt (در صورت رسیدن به نفوذ لازم، مقدار نفوذ نوشته شود)، پارامترهای تحکیم یا سایر پارامترهای اندازه گیری شده در هر عمق باشد.
 - نتیجه آزمایش برش مستقیم باید شامل: (منحنی تنش برشی - جابجایی شکل افقی)، (جابجایی افقی - جابجایی قائم)، (تنش برشی - تنش قائم) و جداول مربوطه باشد.
- ۵- برگه گزارش بازدید از گمانه.
- ۶- برگه دستور نقشه شهرداری.
- ۷- برگه معرفی سازمان نظام مهندسی.
- ۸- کلیه صفحات دارای مهر و امضای شرکت باشد (بدون مهر و امضا کنترل نخواهد شد).

۹- مستندات مربوط به کلیه آزمایش ها جهت کنترل همکاران بازدید کننده در آزمایشگاه بایگانی

شود.

۱۰- فایل گزارش و پیوستها ارائه شود.