



سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان هرمزگان

دستورالعمل نحوه انجام و ارائه خدمات فنی و آزمایشگاهی
(بخش ژئوتکنیک)

خرداد ماه ۱۴۰۵
هیات مدیره سازمان

۱- مقدمه

۱-۱- هدف

در جهت یکسان نمودن روش ها، ایجاد وحدت رویه و در راستای بالابردن کیفیت خدمات مهندسی، این مجموعه به عنوان دستورالعمل نحوه انجام و ارائه خدمات فنی و آزمایشگاهی در بخش ژئوتکنیک تدوین شده است.

۱-۲- تعاریف

عبارت‌ها، واژه‌ها، اصطلاحات و اختصارات بکار رفته در این بخش به ترتیب الفبا، به معنی و تعریفی که برای هر یک ذکر شده، به کار گرفته شده اند:

۱-۲-۱ **آئین نامه اجرایی:** آئین نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب بهمن ماه ۱۳۷۵ و اصلاحات بعدی آن است.

۲-۲-۱ **سازمان:** سازمان نظام مهندسی ساختمان (شورای مرکزی)

۳-۲-۱ **سازمان استان:** سازمان نظام مهندسی ساختمان استان

۴-۲-۱ **شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی:** اشخاص حقوقی که پروانه اشتغال به کار در امور آزمایشگاهی مطابق ضوابط از وزارت راه و شهرسازی دریافت می نمایند.

۵-۲-۱ **طراح:** تهیه کننده نقشه ها، محاسبات و مشخصات فنی ساختمان بر اساس این شرح خدمات، در حدود صلاحیت حرفه ای مندرج در پروانه اشتغال به کار مهندسی صادره از وزارت راه و شهرسازی

۶-۲-۱ **طراحی ژئوتکنیکی:** کلیه خدمات مهندسی که به منظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستائی تغییرشکل‌های پی و بخش خاک زیر آن انجام می گیرد.

۷-۲-۱ **قانون:** قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب بهمن ماه ۱۳۷۴

۸-۲-۱ **گروه ساختمانی:** گروه‌های ساختمانی موضوع ماده ۱۲ آئین نامه اجرایی

۹-۲-۱ **مقررات ملی ساختمان:** مجموعه اصول، قواعد فنی و ترتیب کنترل اجرای آن‌هاست که باید در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها در جهت تأمین ایمنی، بهداشت، بهره دهی مناسب، آسایش، صرفه اقتصادی، حفاظت محیط زیست و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ سرمایه‌های ملی رعایت شود.

۲- مکانیک خاک (ژئوتکنیک)

۱-۲- مقدمه

از آنجا که اساساً موضوع مهندسی ژئوتکنیک به علت پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های موجود حاصل از گوناگونی زمین و تکیه بر آزمایش‌های آزمایشگاهی و صحرایی و تعمیم نتایج آن در ساختگاه مورد نظر مانند سایر گرایش‌های مهندسی عمران نبوده و به راحتی در چارچوب آئین نامه و مقررات نمی‌گنجد لذا استفاده از نتایج گزارش مطالعات خاک در طراحی سازه‌ای و ژئوتکنیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده بنابراین به منظور ایجاد وحدت رویه و دستیابی به کیفیت استاندارد

ارائه خدمات آزمایشگاهی لازم است تا شناسایی ژئوتکنیکی زمین چنان انجام شود که نیازمندی‌های طراحی، ساخت و تامین عملکرد سازه‌های پیشنهادی را فراهم نماید. این شناسایی بایست مطابق مراحل ذکرشده به شرح زیر انجام گردد. بدیهی است در صورت مواجه شدن با تغییر شرایط زمین (مشخصات ژئوتکنیکی لایه‌های خاک) یا سازه (تغییر تعداد طبقات، جابجایی محل سازه و ..) شناسایی ژئوتکنیکی باید متناسب با این تغییرات مورد بررسی مجدد قرار گیرد.

انجام مطالعات صحرایی، آزمایشگاهی و تهیه دفترچه مطالعات ژئوتکنیک توسط شرکت‌های خدمات فنی آزمایشگاهی صاحب صلاحیت و عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان هرمزگان مشاور ژئوتکنیک طبق مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰ ایران - ویرایش چهارم) و نشریه ۵۲۵ سازمان برنامه و بودجه کشور با موضوع راهنمای ارزیابی پتانسیل روانگرایی خاک، پیامدها و روش‌های کاهش مخاطرات آن انجام گردد.

۲-۲ بررسی‌های مقدماتی

بررسی مقدماتی به منظور شناسایی و ارزیابی کلی ساختگاه‌ها انجام می‌گردد. موارد زیر بایست بررسی یا انجام واطلاعات و مستندات مربوطه جمع‌آوری گردد.

۱-۲-۲ تاریخچه و شناسایی میدانی ساختگاه

۲-۲-۲ نقشه‌ها و مدارک توپوگرافی و زمین‌شناسی بستر اجرای طرح

۳-۲-۲ عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای

۴-۲-۲ وجود مناطق ناپایدار

۵-۲-۲ هیدرولوژی و هیدروژئولوژی بستر اجرای طرح

۶-۲-۲ سطح آب زیرزمینی با توجه به وجود چاه، ترانشه و یا تحقیقات محلی

۷-۲-۲ ساختمان‌ها و حفاری‌های همجوار

۸-۲-۲ مستحذات تحت الارضی ساختگاه مانند قنات‌ها یا سایر حفرات زیرزمینی، شریان‌های حیاتی و غیره

۹-۲-۲ لرزه‌خیزی منطقه

۱۰-۲-۲ کروکی ساختگاه جهت جانمایی چاهک‌ها و گمانه‌ها

۱۱-۲-۲ نقشه جانمایی فونداسیون‌ها در بستر اجرای طرح

۱۲-۲-۲ تعداد، فاصله، عمق و نوع گمانه‌ها و آزمون‌های آزمایشگاهی و صحرایی پیش‌بینی شده لازم

۱۳-۲-۲ ارزیابی اولیه خصوصیات هندسی لایه‌های خاک و عوارض زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی منطقه

۱۴-۲-۲ ارزیابی اولیه جنس خاک و میزان تراکم و مقاومت آن جهت تعیین روش حفاری

۳-۲ بررسی‌های طراحی

بررسی‌های طراحی به منظور شناسایی ژئوتکنیکی زمین انجام می‌گردد. لازم است تا شرکت‌های خدمات فنی آزمایشگاهی دارای صلاحیت از وزارت راه و شهرسازی در یک برنامه جامع مطالعات ژئوتکنیک شامل عملیات صحرایی،

آزمون های آزمایشگاهی و تدوین گزارش نهایی مطالعات خاک ارائه خدمات نمایند. وسعت شناسایی زمین از قبیل روش های حفاری، تجهیزات مورد استفاده برای حفاری و نمونه برداری، تعداد، فاصله و عمق گمانه و چاه های دستی، تجهیزات و نوع آزمون های آزمایشگاهی و آزمایش های برجا، تعیین پارامترهای مقاومتی و طراحی در شرایط بارگذاری استاتیکی و لرزه ای و توجه ویژه به خاک های مسئله دار و ناپایداری های زمین ناشی از زلزله (ژئوتکنیک لرزه ای ساختگاه) از جمله مواردی است که باید با استناد به مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و حداقل های ذکر شده در این دستورالعمل توسط شرکت های خدمات فنی آزمایشگاهی تعیین و رعایت گردد. تمامی آزمایش ها اعم از صحرایی، آزمایشگاهی و همچنین تحلیل و طراحی های ارائه شده باید مطابق با مقررات ملی ساختمان، استانداردهای ملی و یا بین المللی معتبر باشد.

۲-۳-۱ عملیات صحرایی

مجموعه عملیات صحرایی مطالعات ژئوتکنیک می بایست با توجه به نوع خاک و شرایط ساختگاه به شرح زیر انجام گردد.

۲-۳-۱-۱ حفاری و نمونه برداری خاک

روش معمول گمانه زنی در تمامی خاک ها حتی در زیر سطح آب، حفاری ماشینی از نوع دورانی است. بسته به نوع خاک و نمونه برداری آن (دست خورده یا دست نخورده) نوع حفاری مشخص خواهد شد. در حفاری ماشینی نمونه برداری بایست بصورت ممتد صورت پذیرد. نمونه برداری صورت گرفته اعم از دست خورده یا دست نخورده جهت انجام آزمون های آزمایشگاهی بایست در فواصل حداکثر ۱/۵ متری و یا در صورت تغییر لایه خاک انجام شود و نمونه ها به ترتیب عمق حفاری در جعبه نگهداری شود. در نمونه گیری ها باید مراقب بود که عملیات گمانه زنی و نمونه گیری باعث تغییر در رطوبت یا مشخصات خاک نشود. در هر صورت نمونه برداری از آب زیرزمینی و سنگ در صورت برخورد با آن ضروریست. در خاک هایی که امکان نمونه گیری توسط ماشین وجود ندارد از قبیل خاک های مخلوط بخصوص خاک هایی که دارای قلوه سنگ می باشند، حفر چاه دستی و انجام آزمایش های برجا و نمونه گیری بلوکی دست نخورده برای آزمایش مکانیکی دقیق و نمونه دست خورده برای آزمایش های شناسایی و طبقه بندی اکیدا توصیه می گردد، در هر صورت حفر حداقل یک چاه دستی جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است.

۲-۳-۱-۱-۱ حداقل گمانه های لازم

تعداد گمانه های مورد نیاز مطابق جدول شماره یک تعیین می گردد.

۲-۳-۱-۱-۲ عمق گمانه

جهت تعیین عمق گمانه ها باید بندهای زیر رعایت گردد:

حداقل عمق گمانه ها مطابق جدول شماره یک تعیین می گردد.

- در هر صورت عمق گمانه ها نباید از عرض ساختمان کمتر باشد.
- در صورتی که در انتهای گمانه با لایه خیلی متراکم برخورد نشود می بایست عمق گمانه تا عمق تاثیر پی و یا رسیدن به لایه خیلی متراکم ادامه یابد (منظور از لایه خیلی متراکم ۵ متر انتهایی گمانه به صورت پیوسته است).
- در صورتی که در انتهای گمانه به لایه رس اشباع برخورد شود می بایست عمق گمانه را تا عمق تاثیر پی و

- یا رسیدن به لایه‌ای غیر رس اشباع باشد (حداقل ۵ متر انتهایی گمانه به صورت پیوسته ادامه یابد).
- در صورتی که در گمانه به نهشته‌هایی که برای پی مناسب نیستند از قبیل خاک دستی و خاک نباتی برخورد شود عمق گمانه باید توسط یک متخصص ژئوتکنیک ذی صلاح تعیین گردد.
- تبصره ۱: جهت تعیین تیپ خاک حفر گمانه‌ها به عمق ۳۰ متر از کف پی الزامی است.
- تبصره ۲: در صورت برخورد با سنگ بستر و امتداد سنگ تا حداقل سه متر، در داخل سنگ حفاری شود تا از کیفیت و پایداری بستر سنگی اطمینان حاصل شود.
- تبصره ۳: در ساختمان‌های گروه "د" سقف تعیین عمق گمانه مستلزم گزارش محاسب و تایید زیر گروه تخصصی ژئوتکنیک و بتن سازمان نظام مهندسی می‌باشد.

جدول شماره یک: راهنمای تعیین عمق و تعداد گمانه‌ها در یک ساختمان منفرد بدون گودبرداری

تعداد گمانه	شرایط زیر سطحی	اهمیت ساختمان	مساحت
۱	لایه بندی ساده و زمین مناسب	متوسط	یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع
۲	لایه بندی پیچیده یا زمین نامناسب (مثل مجاور گسل ها ، نزدیک رودخانه ها ، کوه ها ، زمین های بسیار ناهموار و دره ها)		
۲	لایه بندی ساده و زمین مناسب	متوسط	یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ متر مربع
۳	لایه بندی پیچیده یا زمین نامناسب (مثل مجاور گسل ها ، نزدیک رودخانه ها ، کوه ها ، زمین های بسیار ناهموار و دره ها)		

در صورت نیاز به گودبرداری ، تعداد گمانه‌ها به شرح جدول زیر اضافه می شود .

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

عمق گمانه‌ها در یک گمانه ، ۳۰ متر ، در دو گمانه (یک گمانه ۳۰ متری و یک گمانه ۲۰ متری) در سه گمانه (یک گمانه ۳۰ متری و دو گمانه ۲۰ متری) و در چهار گمانه (یک گمانه ۳۰ متری و سه گمانه ۲۰ متری) می باشد.

همچنین برای گود با عمق بیش از ۲۰ متر ، به ازای هر ۱۰ متر عمق اضافی گود ، یک گمانه به تعداد گمانه‌ها اضافه می گردد .

برای مساحت سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ متر مربع، حداقل دو گمانه به ازای هر ۱۰۰۰ متر مربع به تعداد گمانه ها اضافه می شود.

تبصره ۴: برای تعیین عمق و حداقل گمانه در تعداد زیادی از ساختمان منفرد و یا برای ساختمان سازی گسترده در مجموعه های ساختمانی، مفاد مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

تبصره ۵: جدول فوق برای ساختمان با شرایط زیر سطحی ساده و زمین مناسب بوده و در صورتیکه ساختمان دارای لایه بندی پیچیده و زمین نامناسب باشد تعیین عمق و تعداد گمانه ها توسط کمیسیون تخصصی ژئوتکنیک سازمان انجام خواهد گردید.

۲-۳-۱-۲ آزمون های برجا

آزمون های برجا به عنوان بخش مهمی از شناسایی های ژئوتکنیکی زمین باید مورد توجه قرار گیرد. تعیین سطح آب زیرزمینی بایست در محدوده گمانه های مورد نظر پس از گذشت زمان کافی از حفر گمانه و پایدار شدن سطح آب در داخل گمانه انجام شود.

- فرایند حفاری و نمونه برداری و دستگاه های مورد استفاده باید مطابق استانداردهای ملی یا بین المللی معتبر باشد.
- در طول زمان حفاری گمانه و نمونه گیری باید نظارت بر حفاری و نمونه گیری بر اساس دستورالعمل مستندسازی مصوب سازمان استان باشد.
- انجام آزمایش نفوذ استاندارد در هر یک و نیم متر اجباری است. (در عمق در اعماق بیشتر از ۱۲ متر مشاور مجاز است فواصل انجام آزمایش را به حداکثر ۲ متر افزایش دهد)
- لازم است از هر ۱/۵ متر عمق گمانه یک نمونه جهت تعیین دانه بندی، حدود اتربرگ و درصد رطوبت تهیه گردد. در پروژه های با بیش از یک گمانه می توان به صورت یک در میان از هر سه متر عمق گمانه یک نمونه جهت تعیین دانه بندی، حدود اتربرگ و درصد رطوبت تهیه گردد.
- لازم است حداقل از هر ۵ متر عمق گمانه یک نمونه جهت تعیین پارامترهای مقاومتی و نشست پذیری خاک تهیه گردد.
- در خاکهای چسپنده لازم است نمونه مناسب دست نخورده جهت آزمایشات مقاومتی و نشست پذیری تهیه گردد.
- حتی المقدور با انجام آزمایش بارگذاری صفحه، ضریب عکس العمل بستر (KS)، نشست پذیری و مقاومت خاک ارزیابی گردد.
- در صورت استقرار پی در زیر تراز آب زیرزمینی (و یا احتمالاً چنین وضعیتی) نمونه آب جهت آزمایشات شیمیایی اخذ گردد.
- توصیه می شود نفوذ پذیری بر جای خاک برای محاسبات زهکشی حین گودبرداری تعیین گردد.
- انجام آزمایش نفوذ مخروط (CPT) در راستای تکمیل اطلاعات SPT و ارائه پروفیل پیوسته خاک توصیه می گردد.
- در نمونه گیری ها باید مراقب بود که عملیات گمانه زنی و نمونه گیری باعث تغییر در رطوبت یا مشخصات

خاک نشود.

- روش انجام آزمایش باید بر اساس استانداردهای معتبر ملی و یا جهانی با ذکر مرجع مربوطه باشد. آزمون های زیر با توجه به جنس لایه های خاک و نحوه نمونه گرفته شده (دست خورده یا دست نخورده) می تواند به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار گیرد.

آزمایش دانسیته صحرائی: این آزمایش در فواصل حداکثر ۱/۵ متر و یا در صورت تغییر لایه خاک الزامی است.

آزمایش نفوذ استاندارد (SPT): این آزمایش در فواصل حداکثر ۱/۵ متر و یا در صورت تغییر لایه خاک الزامی است.

آزمایش بارگذاری صفحه (PLT): این آزمایش در تراز استقرار پی انجام می گردد.

آزمایش نفوذ مخروط (CPT): این آزمایش در صورت نیاز، در فواصل حداکثر ۱/۵ متر و یا در صورت تغییر لایه خاک الزامی است.

آزمایش درون چاهی (Down Hole): این آزمایش بعنوان یکی از آزمایش های پر کاربرد ژئوفیزیکی است که به منظور تعیین متوسط سرعت موج برشی در لایه های مختلف خاک انجام می گردد. انجام این آزمایش بر اساس اولویت های مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.

در صورت انجام آزمایش درون چاهی سیگنال های ثبت شده آزمون بایستی ضمیمه گزارش باشد.

سایر آزمایش ها: انجام سایر آزمایش های برجا با توجه به شرایط پروژه و در صورت نیاز انجام می گردد.

آزمایش هایی همچون تعیین نفوذپذیری خاک، برش مستقیم برجا، برش پره و غیره

۲-۳-۱-۲ مستندسازی عملیات صحرائی و آزمایشگاهی

مستندسازی عملیات صحرائی و آزمایشگاهی باید بر اساس دستورالعمل مستندسازی عملیات صحرائی و آزمایشگاهی مصوب سازمان استان باشد. اما ذکر موارد به شرح ذیل الزامی می باشد.

- تهیه شرح عملیات صحرائی (لوگ حفاری) با امضای نماینده شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی
- تهیه عکس در حین حفاری هر گمانه که در آن موقعیت دستگاه حفاری، موقعیت محل گمانه ها، تابلوی مشخصات و موقعیت پیرامونی آن به صورت کاملا واضح نمایان باشد.
- تهیه عکس از تمامی نمونه های گرفته شده در حین حفاری که در آن برجسب شناسایی نمونه ها و تابلو مشخصات به صورت کاملا واضح نمایان باشد.
- تهیه عکس از هر گونه آزمایش صحرائی به گونه ای که موقعیت محل و تجهیزات مورد استفاده در آن به صورت کاملا واضح نمایان باشد.
- تهیه فیلم از تمامی موارد فوق به گونه ای که تابلو مشخصات، وضعیت گمانه و حفاری ها، تجهیزات، نمونه های خاک یا سنگ با برجسب های شناسایی به صورت کاملا واضح نمایان باشد.

۲-۳-۲ آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی که به عنوان بخشی از ابزار مطالعات ژئوتکنیک بوده بر روی نمونه های خاک و سنگ بدست آمده از

ساختگاه پروژه انجام می گردد. این آزمایش ها با توجه به جنس لایه های خاک یا سنگ، نوع نمونه گرفته شده (دست خورده یا دست نخورده) و همچنین استاندارد مورد استفاده بر حسب نیاز در سه بخش آزمایش های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی به شرح زیر باید انجام شوند.

- کلیه دستگاه های آزمایش مورد استفاده باید مطابق استانداردهای ملی یا بین المللی معتبر کالیبره شوند.
ضروریست بر روی نمونه های مآخوذه آزمایشات مناسبی انجام شود تا پارامترهای ژئوتکنیکی با دقت مناسبی محاسبه و شناخت مناسبی از رفتار لایه های زمین ایجاد گردد.
روش انجام آزمایش باید بر اساس استانداردهای معتبر ملی و یا جهانی با ذکر مرجع مربوطه باشد. جدول ۱-۳-۷
مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان می تواند در این رابطه مورد استناد قرار گیرد.
آزمایش های زیر با توجه به جنس لایه های خاک و نحوه نمونه گرفته شده (دست خورده یا دست نخورده) می تواند به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۲-۳-۲ آزمایش های فیزیکی

این آزمایش ها برای تعیین خصوصیات فیزیکی خاک جهت استفاده در آزمون های مکانیکی، تحلیل ها و توصیه های فنی انجام می شوند.

- آزمایش دانه بندی و طبقه بندی خاک
- آزمایش هیدرومتری
- آزمایش تعیین حدود اتربرگ
- آزمایش درصد رطوبت
- آزمایش تعیین وزن مخصوص جامد خاک (Gs)
- آزمایش تعیین وزن مخصوص طبیعی خاک

۲-۲-۳-۲ آزمایش های مکانیکی

- این آزمایش ها برای تعیین خصوصیات مکانیکی خاک جهت استفاده در تحلیل ها و توصیه های فنی انجام می شوند.
- آزمایش برش مستقیم
- آزمایش تحکیم
- آزمایش تک محوری
- آزمایش سه محوری
- آزمایش نفوذپذیری خاک دانه ای

۳-۲-۳-۲ آزمایش های شیمیایی

این آزمایش ها برای تعیین خصوصیات شیمیایی خاک جهت استفاده در تحلیل های شیمیایی و توصیه های فنی ، انجام می شوند.

- آزمایش تعیین PH خاک

- آزمایش تعیین یون کلر خاک
- آزمایش تعیین سولفات خاک
- آزمایش تعیین هدایت الکتریکی
- تبصره ۶: در صورت وجود خاک با پتانسیل واگرایی انجام آزمون جهت تایید واگرایی (هیدرومتری دوگانه ، پین هول و کرامپ) الزامی می باشد.

۲-۳-۴-۲ مستند سازی آزمون های آزمایشگاهی

- از تمامی مراحل انجام آزمون های آزمایشگاهی به نحو مطلوب مستندسازی گردد و به مدت حداقل ۵ سال در محل آزمایشگاه نگهداری شود.
- تمامی نمونه های گرفته شده جهت انجام آزمون های آزمایشگاهی حداقل به مدت یک ماه پس از ارسال گزارش نهایی مطالعات خاک به سازمان استان، به نحو مناسب و قابل شناسایی نگهداری شود. در هر صورت می بایست نمونه ها حداقل برای دو پروژه آخر بمنظور کنترل در محل آزمایشگاه موجود باشد.

۲-۴ گزارش مطالعات ژئوتکنیک

پس از انجام شناسایی های ژئوتکنیکی لازم است گزارش کامل آن تحت عنوان "گزارش مطالعات ژئوتکنیک" تهیه شده و جهت بررسی به سازمان استان ارائه گردد. گزارش مطالعات ژئوتکنیک ارائه شده باید شامل مستندات بخش بررسی مقدماتی، برنامه ریزی عملیات مطالعات ژئوتکنیکی، کلیه داده ها و اطلاعات ژئوتکنیکی حاصل از بررسی ها و حفاری های انجام شده در ساختگاه، انتخاب پارامترهای طراحی و محاسبات مربوط به طراحی های انجام شده مطابق با ترتیب زیر باشد. توصیه اکید می گردد جدول خلاصه نتایج مطالعات ژئوتکنیک در صفحه اول گزارش منعکس گردد. نتایج حاصل از گزارش مطالعات ژئوتکنیک مبنای طراحی سازه ای و ژئوتکنیکی قرار خواهد گرفت.

۲-۴-۱ گزارش بررسی مقدماتی

در این بخش توضیحات، تحلیل ها و مستندات مربوط به موارد مطروحه در بند ۲-۲ این دستورالعمل باید به صورت کامل آورده شود.

متذکر می گردد استفاده از تحلیل ها و پارامترهای ارایه شده در گزارش بررسی مقدماتی برای طراحی مجاز نبوده و در تنظیم ادبیات فنی گزارش بررسی مقدماتی باید از هرگونه اظهارنظر قطعی اجتناب شده و این امر به ارائه گزارش بررسی طراحی منوط گردد.

۲-۴-۱-۱ مقدمه

این بخش باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- مشخصات ثبتی ملک شامل: نام پروژه، محل پروژه، نوع پروژه (مسکونی، تجاری و یا)، پلاک ثبتی و شماره پرونده شهرداری و سازمان استان

- مشخصات پروژه شامل: کروکی مورد تایید سازمان، موقعیت زمین با ذکر مختصات GPS، ابعاد دقیق زمین، تعداد طبقات (زیرزمین و فوقانی) و سطح اشغال

- کروکی شامل: موقعیت، عمق و تراز شروع حفاری هر یک از گمانه ها بر روی نقشه

- تاریخ عملیات مطالعات ژئوتکنیک شامل: تاریخ شروع و پایان عملیات صحرایی و آزمایشگاهی

- مشخصات عوارض پیرامونی پروژه در هر چهار ضلع

۲-۴-۱-۲ مشخصات کلی سازه

این بخش باید حداقل شامل موارد مرتبط با سازه اعم از تعداد طبقات (زیرزمین و فوقانی)، نوع اسکلت، سطح اشغال و پوشش فونداسیون، تعداد بلوک های سازه ای در بستر اجرای طرح، عمق استقرار پی نسبت به تراز مبدا و غیره باشد.

۲-۴-۱-۳ زمین شناسی عمومی بستر اجرای طرح

این بخش باید حداقل شامل موارد مرتبط با زمین شناسی عمومی بستر اجرای طرح اعم از ژئومورفولوژی منطقه، تقسیم بندی زمین شناسی منطقه بر اساس نقشه های زمین شناسی، مشخصات واحدهای زمین شناسی محدوده مورد مطالعه، وضعیت آبراهه های موجود در منطقه، مشخصات لایه های سطح زیرین و غیره باشد.

۲-۴-۲ عملیات مطالعات ژئوتکنیک

پس از گزارش بررسی مقدماتی بایست نتایج آزمون های صحرایی و آزمایشگاهی بایست به دو صورت اندازه گیری شده و پردازش شده به شرح زیر ارائه شود.

۲-۴-۲-۱ عملیات صحرایی

این بخش باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- نحوه انجام و نوع حفاری و نمونه گیری خاک یا سنگ

- نحوه انجام، نوع و نتایج آزمایش های برجا با ذکر استاندارد مورد استفاده

- لوگ حفاری شامل شرح تمام نمونه های گرفته شده از خاک و سنگ با ذکر تاریخ نمونه گیری، سطح آب زیرزمینی در صورت مشاهده با ذکر تاریخ برداشت و درج نوسانات آن در حین اجرای کارهای صحرایی

- شرح موارد مشاهده شده در حین حفاری از قبیل: افتادن میله حفاری، کاهش یا افزایش سرعت حفاری، برخورد مت با قطعات بزرگ سنگ و سایر موارد

- گزارش مشاهدات صحرایی از قبیل: حفره ها، فضاها، خلی و قنات ها، انباره های فاضلاب، تغییر وضع سنگ ها یا خاک ها یا مصالح پرکننده، خاک دستی و غیره.

۲-۴-۲-۲ آزمون های آزمایشگاهی

این بخش باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- نحوه انجام، نوع و نتایج آزمون های آزمایشگاهی با ذکر استاندارد مورد استفاده

۲-۴-۲-۳ تجزیه و تحلیل نتایج

در این بخش نتایج تجزیه و تحلیل حاصل از بند ۲-۳ اعم از آزمون های آزمایشگاهی و برجا و با رعایت ذکر حداقل موارد زیر بایست انجام گردد.

- توصیف و تشریح نظری لایه های مختلف خاک و تعیین خصوصیات مهندسی آن
- تحلیل نتایج آزمایش های صحرایی و ارایه جداول و نمودارهای مربوطه
- تحلیل نتایج آزمون های آزمایشگاهی و ارایه جداول و نمودارهای مربوطه

۲-۴-۲-۴ پارامترهای طراحی ژئوتکنیکی

در این بخش بر اساس اطلاعات بدست آمده از مراحل قبل، پارامترهای طراحی به منظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستایی و تغییر شکل های پی و بخش خاک زیر آن انجام می گردد. لازم است مهندسان محاسب در استفاده از این پارامترها علاوه بر بارهای وارده از سازه به پی، ملاحظات بارگذاری و دوام مربوطه نیز مطابق مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان مد نظر قرار دهند.

۲-۴-۲-۴-۱ تعیین پارامترهای ژئوتکنیکی

پارامترهای مورد نیاز برای طراحی ژئوتکنیکی شامل پارامترهای مقاومتی خاک (چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی خاک)، پارامترهای سختی خاک (ضریب پواسون و مدول الاستیسیته خاک) و پارامترهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این بخش بایست به تفکیک برای هر گمانه حفاری مشخص و ارائه شود و در مواردیکه خاک پی متشکل از نهشته های چندلایه ای باشد، پارامترهای ژئوتکنیکی هر لایه باید بصورت مجزا در طراحی ژئوتکنیکی در نظر گرفته شود. روش تعیین پارامترها اعم از استفاده از آزمون های آزمایشگاهی، آزمون های برجا و یا استفاده از روابط تجربی همبستگی با ذکر مراجع الزامی می باشد.

در صورت نیاز به انجام تحلیل های دینامیکی اثر ساختگاه بایست علاوه بر پارامترهای فوق (متعارف لایه های خاک) پارامترهای دینامیکی خاک نظیر سرعت موج برشی، مدول برشی حداکثر G_{max} و منحنی های $G/G_{max}-\gamma$ نیز تعیین گردند. توصیه اکید می گردد تعیین پارامترهای دینامیکی خاک با تهیه نمونه های دست نخورده و انجام آزمایش های دینامیکی مناسب با اندازه گیری در محدوده کرنش های برشی از ۶-۱۰ الی ۲-۱۰ انجام گردد.

۲-۴-۲-۴-۲ ظرفیت باربری پی های سطحی

برای تعیین ظرفیت باربری پی های سطحی بر اساس معیار گسیختگی برشی خاک، می توان با استفاده از روابط نظری ظرفیت باربری و یا استفاده از آزمون های برجا بر حسب شرایط پروژه بهره گرفت. لازم است تا ظرفیت باربری پی هابر اساس معیار نشست نیز محاسبه و تعیین گردد. استفاده از روش های تحلیل عددی و نرم افزارهای مربوطه جهت تعیین ظرفیت باربری در ساختمان های گروه "د"، ساختمان های دارای ساختگاه با مخاطرات ژئوتکنیکی و با اهمیت زیاد و خیلی زیاد اکیدا توصیه می گردد.

۲-۴-۲-۴-۳ ظرفیت باربری مجاز پی های سطحی در شرایط استاتیکی

با توجه به مقادیر محاسبه شده ظرفیت باربری حاصل از دو معیار گسیختگی برشی و نشست خاک، در این بخش ظرفیت باربری مجاز پی های سطحی در شرایط استاتیکی مشخص می گردد. ظرفیت باربری مجاز، کمترین مقدار محاسبه شده

از دو حالت ذکر شده می باشد.

۴-۲-۴-۲ ظرفیت باربری مجاز پی های سطحی در شرایط لرزه ای

با توجه به احتمال کاهش مقاومت و سختی خاک بر اثر بارهای زلزله، لازم است ظرفیت باربری پی های سطحی موضوع بند ۲-۴-۲-۴ این دستورالعمل در شرایط لرزه ای نیز تعیین گردیده و سپس با ظرفیت باربری مجاز در شرایط استاتیکی مقایسه شود. در صورتیکه ظرفیت باربری مجاز بدست آمده در شرایط لرزه ای کمتر از شرایط استاتیکی بوده، این مقدار ملاک طراحی ژئوتکنیکی قرار خواهد گرفت.

۴-۲-۴-۲-۵ مدول عکس العمل بستر

مدول عکس العمل بستر باید با استفاده از تحلیل نشست و با در نظر گرفتن توزیع تنش مناسب و با استفاده از نرم افزارهای مربوطه تعیین گردد. از آزمایش های برجا همانند بارگذاری صفحه و پرسیومتری با اصلاحات لازم توصیه می گردد. ضروری است مقدار مدول عکس العمل بستر برای سه بخش کناری، میانی و گوشه پی ارائه شود.

۴-۲-۴-۲-۶ ضرایب فشارهای جانبی خاک

برای تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک می توان از روابط نظری مکانیک خاک استفاده نمود.

۴-۲-۴-۲-۷ طبقه بندی نوع زمین

تعیین طبقه بندی نوع زمین باید بر اساس مقدار سرعت موج برشی صورت گیرد، لیکن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران و در صورت دسترسی نداشتن به اطلاعات سرعت موج برشی می توان در خاک های دانه ای با اندازه کو چک تر از شن متوسط از تعداد ضربات نفوذ استاندارد و در خاک های چسبیده از مقاومت برشی زهکشی نشده استفاده نمود. برای تعیین نوع زمین در موارد خاص بایست مطابق بند ۲-۵ این دستورالعمل و از طریق مطالعات ویژه ساختگاه اقدام گردد.

۴-۲-۴-۲-۸ ارزیابی خطر گود با دیوار قائم

ارزیابی خطر گود قائم بر اساس مفاد مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان انجام می گردد.

۴-۲-۴-۲-۹ ظرفیت باربری پی های عمیق

برای تعیین ظرفیت باربری پی های عمیق مانند شمع ها می توان با استفاده از روابط تحلیلی، روش های مستقیم استفاده از نتایج آزمون های برجا، نتایج آزمایش های بارگذاری استاتیکی و نتایج آزمایش های بارگذاری دینامیکی بهره گرفت.

۴-۲-۴-۲-۱۰ ارزیابی ناپایداری های زمین ناشی از زلزله

در صورتیکه در حین انجام مطالعات ژئوتکنیک، هر یک از ناپایداری های زمین شامل روانگرایی، گسترش جانبی، زمین لغزش، فرونشست، گسلش و غیره مشاهده شده باشد لازم است تا ارزیابی و گزارش فنی آن با جزییات ارایه گردد و در صورت نیاز مطالعات ویژه ساختگاه مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.

با توجه به شرایط اقلیمی و نوع خاک شهر بندرعباس، ارزیابی پتانسیل روانگرایی باید بر اساس نشریه شماره ۵۲۵ محاسبه گردد.

۵-۲ گزارش مطالعات ویژه ساختگاه

در بعضی از ساختگاه ها با توجه به نوع لایه های خاک و یا وجود ناپایداری های زمین لازم است تا مطالعات ویژه ساختگاه انجام شود. این مطالعات بستگی به شرایط پروژه می تواند شامل بررسی های زمین شناسی مهندسی ، ژئوفیزیکی، حفر گمانه با تعداد و عمق مناسب، آزمایش های صحرایی و آزمایشگاهی تکمیلی و تحلیل پایداری شیب باشد. اهم مواردیکه مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران نیاز به مطالعات ویژه داشته به شرح زیر می باشد:

- برای تعیین نوع زمین در ساختگاه هایی که دارای خصوصیتی غیر از زمین های نوع I تا IV هستند.
- برای تعیین نوع زمین در ساختگاه هایی که زمین آنها متشکل از رس یا لای نرم دارای رطوبت زیاد با حداقل ضخامت ۱۰ متر و دامنه خمیری خاک بیشتر از ۴۰ (PI > ۴۰) می باشد.
- برای تعیین نوع زمین در ساختگاه هایی که لایه های خاک با سرعت موج برشی معادل خاک های نوع III یا IV و ضخامت بین ۵ تا ۲۰ متر بر روی یک لایه سخت با سرعت موج برشی بیش از ۷۵۰ m/s قرار گرفته و سرعت موج برشی این لایه سخت حداقل سه برابر متوسط سرعت موج برشی لایه فوقانی است.
- در کلیه ساختگاه ها چنانچه عواملی وجود داشته باشد که منجر به ناپایداری زمین گردد.
- صورت وجود ساختگاه بر روی شیب ، انجام مطالعات ویژه و ژئوتکنیکی در جهت کنترل پایداری قبل و بعد از احداث ساختمان در شرایط استاتیکی و شبه استاتیکی الزام می باشد.

۲-۶ نتیجه گیری و توصیه فنی

در این بخش با توجه به موارد مطروحه در بخش های پیشین خصوصا بندهای ۲-۴ و ۲-۵ این دستورالعمل با عناوین گزارش مطالعات ژئوتکنیک و گزارش مطالعات ویژه ساختگاه، نتیجه گیری به منظور ارائه پیشنهادات و توصیه های فنی در ارتباط با احداث سازه در بستر اجرای طرح انجام خواهد شد. ذکر حداقل موارد زیر در این بخش ضروری است.

- نوع سیمان مصرفی با توجه به نتایج آزمایش های شیمیایی
- نوع پی با توجه بارهای سازه ای پیش بینی شده و شناسایی های ژئوتکنیکی صورت گرفته
- تعیین عمق یخبندان
- تعیین سطح آب زیرزمینی و موارد مرتبط با زهکشی و آب بندی پی و سازه
- تعیین ناپایداری های زمین شامل روانگرایی، گسترش جانبی، زمین لغزش، فرونشست و گسلش
- تعیین خاک های مسئله دار شامل خاک های رمنده، واگرا، متورم شونده و غیره
- تعیین سایر موارد مشاهده شده حین عملیات صحرایی از قبیل: حفره ها، فضاها، خلی و قنات ها، انباره های فاضلاب، تغییر وضع سنگ ها یا خاک ها یا مصالح پرکننده، خاک دستی و غیره

۲-۷ پیوست ها

- در این بخش مستندات شناسایی ژئوتکنیکی یا ژئوفیزیکی زمین به شرح حداقل موارد زیر بایست ضمیمه گزارش گردد.
- لوگ گمانه ها

- مستندات آزمایشات آزمایشگاهی
- نتایج آزمایش های برجا
- نتایج آزمون های آزمایشگاهی
- مستندات ذکر شده در بند ۲-۳-۱-۳ این دستورالعمل
- مستندات ذکر شده در بند ۲-۳-۱-۴ این دستورالعمل
- هرگونه عکس و تصاویر مورد استفاده در گزارش
- نتایج تحلیل ها و نمودارهای محاسباتی
- کروکی تایید شده سازمان استان
- کاربرگهای مورد نیاز ابلاغ شده از سوی سازمان استان