



دستورالعمل مطالعات ژئوتکنیک و بررسی‌های زمین‌شناسی

۱- هدف از انجام مطالعات

هدف از انجام مطالعات ژئوتکنیک در این پروژه را می‌توان بطور کلی در موارد زیر خلاصه کرد:

- موقعیت یابی و تشریح لایه های مختلف خاک
- تعیین نوع و جنس خاک
- تعیین خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی لایه های خاک
- تعیین تراز نسبی سطح آب زیر زمینی در صورت برخورد با آن
- تعیین خصوصیات مهندسی لایه های زیر سطحی
- تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک و بررسی نشست در آن
- تعیین فشارهای جانبی خاک
- تعیین ضریب واکنش بستر
- ارائه ضرایب زلزله
- ارائه پیشنهادات و توصیه های فنی در ارتباط با اجرای بهینه مطالعات

۲- روند انجام مطالعات:

برای انجام این مطالعات بهتر است ابتدا روش و استراتژی انجام کار مشخص گردد. در این زمینه توجه به موارد زیر لازم است:

- مشخص نمودن روش ها و راهکارهای مطالعات اولیه کتابخانه‌ای
- بازدید صحرائی از محدوده طرح
- بررسی مراحل مختلف انجام مطالعات ژئوتکنیک و زمان اجرای مطالعات
- ارائه برنامه زمان بندی
- ارائه پیشنهادات و توصیه های فنی در ارتباط با اجرای بهینه مطالعات

۲-۱- جمع آوری اطلاعات و مدارک:

حداقل اطلاعات و مدارکی که باید قبل از شروع مطالعات ژئوتکنیک جمع آوری شود، به شرح زیر می‌باشد:

- گرد آوری کلیه داده‌ها، گزارش‌ها و مدارک موجود در خصوص شرایط آب و هوایی، جغرافیایی، زمین‌شناسی، ریخت‌شناسی و ... در محدوده طرح.
- گرد آوری کلیه نقشه‌های مورد نیاز شامل نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی محدوده طرح با مقیاس مناسب
- تهیه کروکی ساختگاه جهت جانمایی چاهک‌ها و گمانه‌ها
- تهیه نقشه جانمایی فونداسیون‌ها در محدوده طرح مورد نظر (شامل محل دقیق قرارگیری سازه‌ها)

۳- مطالعات کتابخانه‌ای:

پیش از شروع عملیات مطالعاتی باید مقدمات کار به شرح زیر فراهم گردد:

- بررسی امکان بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی با توجه به اهداف پروژه
- بررسی داده‌ها و مدارک جمع‌آوری شده همراه با خطاهای احتمالی موجود در آنها
- بررسی جانمایی سازه‌ها با توجه به نقشه‌ها و مدارک موجود

۴- بازدید صحرایی:

در یک مطالعه ژئوتکنیک پیش از شروع کار، انجام بازدید صحرایی ضروری است. در این بازدید موارد زیر مشخص می‌گردد:

- ارزیابی اولیه خصوصیات هندسی لایه‌های خاک و عوارض زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی منطقه
- عکسبرداری از ساختگاه و عوارض موجود در آن
- ارزیابی سطح آب زیرزمینی با توجه به وجود چاه، ترانشه و یا تحقیقات محلی
- ارزیابی اولیه جنس خاک و میزان تراکم و مقاومت آن جهت تعیین روش حفاری
- ارزیابی اولیه خصوصیات مهندسی ساختگاه

۵- تحلیل مقدماتی:

در تحلیل مقدماتی، با توجه به مجموعه اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل، اقدامات زیر انجام می‌گیرد:

- مقایسه نتایج مطالعات دفتری اولیه با نتایج بازدید صحرایی
- تحلیل اولیه عوامل نامطلوب در پایداری ساختگاه و عملکرد سازه‌ها
- تحلیل اثر عوامل محیطی (زلزله، سیلاب و...) در خصوصیات ژئوتکنیکی محل سازه‌ها

۶- برنامه ریزی مطالعات و آزمایش‌های مورد نیاز:

پس از مراحل فوق، نوبت به برنامه‌ریزی برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز می‌رسد. در یک برنامه جامع مطالعات ژئوتکنیک، حداقل باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرند:

- انتخاب روش‌های انجام مطالعات صحرایی
- مشخص کردن نوع حفاری (ماشینی یا دستی)
- تعداد و عمق گمانه‌ها و چاهک‌ها (تعداد و عمق گمانه‌ها با توجه به مساحت زمین، نوع خاک، مشخصات پست و میزان بارهای وارده تعیین می‌شود).
- موقعیت قرار گرفتن گمانه‌ها و یا چاهک‌ها
- تعیین عمق خاکبرداری و خاکریزی
- بررسی محدودیت‌های زمانی انجام کار صحرایی
- انتخاب آزمایش‌های مورد نیاز آزمایشگاهی
- انتخاب نحوه گردآوری داده‌ها و نمودارهای حاصل از انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی
- جمع‌بندی اطلاعات صحرایی و داده‌های آزمایشگاهی
- نتیجه‌گیری کلی و ارائه گزارش نهایی



۷- عملیات صحرائی:

مجموعه عملیات صحرائی مطالعات ژئوتکنیک با توجه به نوع خاک و شرایط ساختگاه به شرح زیر می‌باشد:

- حفر چاهک‌های اکتشافی و یا گمانه‌های ماشینی
- نمونه برداری دستخورده جهت انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی
- نمونه برداری دست نخورده جهت انجام آزمایش‌های مکانیکی
- نمونه برداری از آب زیر زمینی در صورت برخورد با آن
- نمونه برداری از سنگ در صورت برخورد به آن
- آزمایش دانسیته صحرائی به منظور تعیین وزن مخصوص و رطوبت طبیعی خاک
- آزمایش نفوذ استاندارد (SPT)
- آزمایش تعیین نفوذ پذیری خاک
- آزمایش بارگذاری صفحه‌ای
- آزمایش برش پره
- انجام سایر آزمایش‌های صحرائی با توجه به شرایط پروژه

۸- آزمایش‌های آزمایشگاهی:

آزمایش‌های آزمایشگاهی به عنوان دقیقترین ابزار مطالعات ژئوتکنیک در سه بخش آزمایش‌های فیزیکی، آزمایش‌های مکانیکی و آزمایش‌های شیمیایی به شرح زیر باید انجام گیرند:

۸-۱- آزمایش‌های فیزیکی:

این آزمایش‌ها برای تعیین خصوصیات فیزیکی خاک جهت استفاده در آزمون‌های مکانیکی، تحلیل‌ها و توصیه‌های فنی، انجام می‌شوند.

- آزمایش دانه بندی
- آزمایش هیدرومتری
- آزمایش تعیین حدود اتربرگ
- آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک
- آزمایش تعیین وزن مخصوص جامد خاک (Gs)
- آزمایش تعیین وزن مخصوص طبیعی خاک
- تعیین طبقه بندی خاک بر اساس روش متحد (unified)

۸-۲- آزمایش‌های مکانیکی:

این آزمایش‌ها برای تعیین خصوصیات مکانیکی خاک جهت استفاده در تحلیل‌ها و توصیه‌های فنی، انجام می‌شوند.

- آزمایش برش مستقیم

- آزمایش تحکیم
- آزمایش مقاومت فشاری تک محوری
- آزمایش مقاومت فشاری سه محوری
- آزمایش تراکم خاک
- آزمایش تعیین وزن مخصوص حداقل

۸-۳- آزمایش های شیمیایی:

این آزمایشها 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 کل خاک
- آزمایش تعیین هدایت الکتریکی
- آزمایش تعیین مواد آلی
- آزمایش تعیین میزان گچ

آزمایشها و تحلیل ها باید مطابق با استانداردهای معتبر ملی مانند استانداردهای معاونت نظارت راهبردی رئیس جمهوری، وزارت نیرو و بین المللی مثل DIN, BS, ASTM انجام گیرند.

۹- جمع بندی، تحلیل نتایج داده ها و ارایه گزارش نهایی:

پس از انجام کلیه عملیات مربوط به مطالعات ژئوتکنیک، ضروری است مشاور مربوطه، جمع بندی و تحلیل خود از نتایج مطالعات را نیز به شرح زیر ارائه نماید:

- شرح کامل عملیات حفاری
- توصیف لایه های مختلف خاک و تعیین خصوصیات مهندسی آنها
- تحلیل آزمایش های صحرایی و ارایه نمودارها و جداول مربوطه
- تشریح نظری خاک و تهیه پروفیل های طولی و عرضی در صورت نیاز
- شرح آزمایش های آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده
- تعیین پارامترهای معرف رفتار خاک شامل زاویه اصطکاک داخلی، چسبندگی، وزن مخصوص طبیعی خاک،
- درصد رطوبت خاک، مدول الاستیسیته و ضریب پواسون
- تعیین ظرفیت باربری مجاز پی های سطحی با عرض (B) و نسبت های طول به عرض (L/B) مختلف بر اساس مقاومت برشی مجاز و نشست مجاز و با ارایه نمودارهای مربوطه
- ارایه روابط لازم جهت تعیین ضریب واکنش بستر قائم (K_s) برای پی های سطحی با عرض (B) و نسبت های طول به عرض (L/B) مختلف
- تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، نوع سیمان مصرفی و توصیه های لازم از آیین نامه بتن ایران (آبا)



- تعیین تراز آب زیرزمینی
- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک
- تعیین نوع زمین و شتاب مبنای طرح با توجه به آیین نامه ۲۸۰۰ ایران در مورد طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله
- تعیین عمق یخبندان خاک
- ارائه توصیه‌های فنی لازم (با توجه به شرایط پروژه)
- بررسی لایه‌های خاک از نظر ملاحظات خاص ژئوتکنیکی مانند پتانسیل روانگرایی، رمبندگی و تورم

مراجع:

- اصول مهندسی ژئوتکنیک ، جلد اول - مکانیک خاک نوشته براجا، ام. داس ، ترجمه شاپور طاحونی
- فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه (مرحله شناسایی) نشریه شماره ۱۹۹ سازمان برنامه و بودجه
- فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه (مرحله توجیهی) نشریه شماره ۲۰۰ سازمان برنامه و بودجه
- فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه (مرحله تفصیلی) نشریه شماره ۲۳۸ سازمان برنامه و بودجه
- آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)
- آیین نامه بتن ایران (آبا)