

مقدمه‌ای بر

تحقیقات صحرائی

با تأکید بر آزمون‌های برج

پدیدآورنده

امیرخ سلطانی‌نیا

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی

ارشدک سبزی‌پور

مدرس گروه عمران

مؤسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو

انتشارات مجل

سرشناسه	سبزی پور، ارشک، ۱۳۷۱-
عنوان و نام پدیدآور	مقدمه‌ای بر تحقیقات صحرایی با تأکید بر آزمون‌های برجا
مشخصات نشر	پدیدآورندگان: ارشک سبزی پور، شاهرخ سلطانی نیا
مشخصات ظاهری	تهران: جنگل، جاودانه، ۱۳۹۷
شابک	ص: ۲۰۰، مصور، جدول، نمودار
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا	۹-۹۵۷-۳۱۶-۶۰۰-۹۷۸
یادداشت	بخش اعظم کتاب حاضر اقتباسی از «کاوش‌های صحرایی در مهندسی ژئوتکنیک» تألیف علی قنبری است.
یادداشت	کتابنامه
عنوان دیه	کاوش‌های صحرایی در مهندسی ژئوتکنیک
موضوع	آزمایش‌های صحرایی
موضوع	Field Experiments
موضوع	خاک - آزمایش
موضوع	Soils - Testing
موضوع	مهندسی ژئوتکنیک
موضوع	Geotechnical Engineering
موضوع	ژئوتکنیک
موضوع	Soil Mechanics
شناسه افزوده	سلطانی نیا، ساهرخ، ۱۳۵۶-
شناسه افزوده	قنبری، علی، ۱۳۴۸-
رده‌بندی کنگره	۵۴۰/۴۳۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	۶۳۰/۷۲۴
شماره کتابشناسی ملی:	۵۴۸۴۵۵۳



عنوان کتاب: مقدمه‌ای بر تحقیقات صحرایی با تأکید بر آزمون‌های برجا
پدیدآورندگان: ارشک سبزی پور، شاهرخ سلطانی نیا

ناشر: انتشارات جنگل، جاودانه

ناظر فنی: امین لشکری

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۷

قطع و تیراژ: وزیری، ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۴۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹-۹۵۷-۳۱۶-۶۰۰-۹۷۸

امروزه اهمیت علم مهندسی ژئوتکنیک در شاخه شناسایی عوامل زیرسطحی در پروژه‌های حساس ساخت و ساز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان، یکی از دغدغه‌های اساسی پژوهشگران، اساتید و دانشجویان آگاهی از شرایط ساختگاه پروژه‌های ژئوتکنیکی و بهینه‌سازی فازهای مرتبط با اجرای عملیات از نظر زمان و هزینه می‌باشد. لذا شناسایی‌های اجرایی به عنوان یک حیطه ارزشمند در نیل به اهداف فوق از جمله اهم فعالیت‌های پژوهشگران، مهندسان عمران به ویژه متخصصین ژئوتکنیک می‌باشد. شناسایی‌های ساختگاه مورد بررسی به دلیل پیچیدگی‌های شرایط ژئومورفولوژی منطقه و نیز تثبیت شرایط بارگذاری در منطقه نقطه قوت مطالعات تحقیقات صحرایی می‌باشد. در این میان روش‌های اخذ نمونه‌ها را نمونه‌های قابل اطمینان به منظور اخذ پارامترهای مقاومتی خاک منطقه و نیز شیوه اجرای برخی از آزمون‌های برجای مناسب با اهداف دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

در کتاب حاضر سعی بر آن شده است که اهمیت شناسایی‌های یک ساختگاه ژئوتکنیکی و شیوه انجام آزمون‌های شناسایی و تکمیل بخش نتایج مورد بررسی به خوبی طرح گردد. لذا نوشتار پیش رو مشتمل بر هفت فصل متناسب با نیاز مهندسان می‌باشد که در ابتدا به اصول اولیه شناسایی‌ها و اکتشافات در راستای اخذ نمونه‌های مناسب خاک با تأکید بر ضوابط ارائه شده در آیین‌نامه‌ها پرداخته شده است. در ادامه به انواع روش‌های متداول حفاری و برخی از نمونه‌گیرهای متداول در امر شناسایی ساختگاه‌های ژئوتکنیکی پرداخته شده و روند انجام برخی از آزمون‌های برجای رایج در این راستا بصورت اجمالی بیان شده است. در فصل پایانی نیز اصول اولیه ارزیابی نتایج کسب شده از شناسایی‌ها مورد بحث واقع شده است.

البته شایان ذکر است که موضوعات ارائه شده در این نوشتار برای بازه وسیعی از

مخاطبان انتخاب شده‌اند و شامل تمام موضوعات هدف مورد بررسی نمی‌باشد. همچنین خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند به یکی از منابع مرتبط با علم شناسایی ساختگاه‌های ژئوتکنیکی به منظور کسب اطلاعات بیشتر در مورد موضوعات مورد بحث در اینجا و همچنین موضوعاتی که ممکن است در کتاب حاضر به آن پرداخته نشده باشد، استفاده نمایند. شایان ذکر است که بخش اعظمی از مطالب ارائه شده در نوشتار حاضر بر پایه مفاهیم ارائه شده از کتاب «کاوش‌های صحرایی در مهندسی ژئوتکنیک» به نوشتار دکتر علی قلی‌ای اقتباس یافته و سعی بر ارائه مفاهیم به زبان هرچه ساده‌تر و البته بر پایه مباحث مقدماتی شده است. لذا مخاطبین کتاب حاضر شامل مهندسين و دانشجویان رشته عمران ژئوتکنیک، زمین‌شناسی و سایر علوم وابسته در مقاطع پایه‌ای کارشناسی و تحصیلات تکمیلی به منظور افزایش درک آنان از موضوع مورد نظر با استفاده از اطلاعات اساسی موجود در مهندسی ژئوتکنیک می‌باشند.

در پایان از همکاری اساتید ارجمند از جمله جناب آقای رسول اجل‌لوئیان و جناب آقای دکتر حسین جواهری که در اسرار ارائه برخی از مباحث یاری رسانده‌اند نهایت قدردانی می‌گردد و امیدواریم ارائه شایسته‌تر مباحث نوشتار حاضر در ویرایش‌های آتی به واسطه نظردهی خوانندگان در ارائه و اصلاح برخی از مطالب خواهیم بود.

ارشک سبزپودر، شاهرخ سلطانی‌نیا

زمستان ۱۳۷۲

فهرست مطالب

فصل اول: اکتشافات و شناسایی ها.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱-۱
۱-۲- برنامهریزی و طرح مطالعات ژئوتکنیکی.....	۱-۲
۱-۲-۱- جایگاه کاوشهای صحرایی ژئوتکنیک در پروژههای مختلف.....	۱-۲-۱
۱-۲-۲- مراحل مطالعات ژئوتکنیک طرح.....	۱-۲-۲
۱-۳- جایگاه مطالعات ژئوتکنیک.....	۱-۳
۱-۳-۱- استفاده از آزمایشات ژئوتکنیک در مراحل مختلف.....	۱-۳-۱
۱-۴- استراتژی نمونه‌گیری.....	۱-۴
۱-۴-۱- الزامات گمانه‌زنی‌های اکتشافی بر پایه مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان.....	۱-۴-۱
۱-۴-۲- گروه‌بندی ساختمان‌ها بر اساس اهمیت.....	۱-۴-۲
۱-۴-۳- شرایط نیاز یا عدم نیاز به گمانه‌زنی.....	۱-۴-۳
۱-۴-۴- تعیین فاصله گمانه‌ها یا چاهک‌های شناسایی.....	۱-۴-۴
۱-۴-۵- عمق گمانه‌های اکتشافی.....	۱-۴-۵
۱-۴-۶- سایر روش‌های پیشنهادی برای تعیین عمق بررسی گمانه‌ها.....	۱-۴-۶
فصل دوم: انواع روش‌های حفاری و دستگاه‌های نمونه‌گیری.....	۲۷
۲-۱- مقدمه.....	۲-۱
۲-۲- اهداف حفاری.....	۲-۲
۲-۳- انواع حفاری.....	۲-۳
۲-۳-۱- چاله‌های آزمایشی.....	۲-۳-۱
۲-۳-۲- حفاری ترانشه اکتشافی.....	۲-۳-۲
۲-۳-۳- گمانه‌های آزمایشی حفر شده در خاک.....	۲-۳-۳
۲-۴- تثبیت جدار گمانه.....	۲-۴

- ۲-۵- حفاری گمانه‌ها ۳۶
- ۲-۵-۱- تجهیزات سیستم‌های حفاری ۳۶
- ۲-۵-۲- حفاری مته‌ای (حفاری با اوگر) ۳۷
- ۲-۵-۲-۱- اوگرهای دستی (Hand Operator Augers) ۳۸
- ۲-۵-۲-۲- اوگرهای ماشینی ۴۰
- ۲-۵-۳- حفاری دورانی (Rotary Drilling) ۴۶
- ۲-۵-۴- حفاری شستشویی ۴۸
- ۲-۵-۵- حفاری ضربه‌ای ۴۸
- ۲-۵-۶- حفاری چکشی ۴۹
- ۲-۶- مقایسه نحوه عملیات و کارایی روش‌های مختلف حفاری ۵۱
- فصل سوم: نمونه‌گیری از خاک و سنگ** ۵۳
- ۳-۱- مقدمه ۵۴
- ۳-۲- حجم نمونه ۵۴
- ۳-۳- انواع نمونه‌ها و روش‌های نمونه‌گیری ۵۵
- ۳-۴- عوامل مؤثر بر میزان دست‌خوردگی نمونه‌ها ۵۷
- ۳-۴-۱- دست‌خوردگی‌های ناشی از روش وارد کردن نمونه‌گیر در خاک ۶۰
- ۳-۴-۲- دست‌خوردگی‌های ناشی از تغییر وضعیت تدریجی خاک ۶۱
- ۳-۴-۳- دست‌خوردگی‌های زمان حمل و نگهداری نمونه ۶۱
- ۳-۴-۴- دست‌خوردگی‌های ناشی از بردن نمونه برای انجام آزمایش ۶۲
- ۳-۵- محافظت و نگهداری از نمونه‌های دست‌نخورده خاک ۶۲
- ۳-۶- انواع ابزارهای نمونه‌گیری ۶۳
- ۳-۶-۱- نمونه‌گیری دست‌خورده با اوگر ۶۳
- ۳-۶-۲- نمونه‌گیری دست‌خورده با نمونه‌گیرهای جدا شونده ۶۳
- ۳-۶-۳- نمونه‌گیری دست‌نخورده با نمونه‌گیرهای خاص ۶۵
- ۳-۶-۳-۱- نمونه‌گیر جدار نازک ۶۸
- ۳-۶-۳-۲- نمونه‌گیر پیستون ثابت ۷۰
- ۳-۶-۳-۳- نمونه‌گیر پیستون هیدرولیکی ۷۱

۷۲.....	۳-۶-۳-۴- نمونه گیر دو جداره دنیسون
۷۳.....	۳-۶-۳-۵- نمونه گیر پیچر
۷۵.....	فصل چهارم: آزمون های برجای رایج نفوذسنج
۷۶.....	۴-۱- مقدمه
۷۸.....	۴-۲- متداول ترین آزمون های برجای
۷۹.....	۴-۳- آزمون نفوذ استاندارد (SPT)
۸۷.....	۴-۳-۱- اشکالات ساختاری آزمایش SPT
۸۹.....	۴-۳-۲- خطاهای معمول شده در ایران برای انجام آزمایش SPT
۹۰.....	۴-۳-۳- استفاده مستقیم از نتایج برای ارزیابی ظرفیت باربری پی ها
۹۰.....	۴-۴- نفوذسنج مخروطی (CPT)
۹۴.....	۴-۴-۱- روش انجام آزمایش CPT
۹۵.....	۴-۴-۲- انواع CPT
۹۷.....	۴-۴-۳- اصلاح نتایج CPT برای تأثیر میزان سربار
۹۸.....	۴-۴-۴- اطلاعات حاصل از نتایج آزمون CPT
۹۹.....	۴-۵- ارائه همبستگی های مناسب در آزمون های برجای SPT و CPT
۱۰۵.....	۴-۶- ابزار نفوذ وزنی سوئدی (مخروط سوئدی)
۱۰۵.....	۴-۶-۱- نحوه انجام آزمایش نفوذسنج سوئدی
۱۰۶.....	۴-۶-۲- محدوده کاربرد آزمایش نفوذسنج سوئدی
۱۰۶.....	۴-۶-۳- ویژگی های اساسی آزمون نفوذسنج سوئدی
۱۰۷.....	۴-۶-۴- ارزیابی پارامترهای شاخص از نتایج آزمون نفوذسنج سوئدی
۱۰۷.....	۴-۶-۴-۱- تخمین نشست پی ها
۱۰۸.....	۴-۶-۴-۲- تخمین مقاومت برشی رس ها
۱۰۸.....	۴-۶-۴-۳- تخمین زاویه اصطکاک داخلی
۱۰۹.....	۴-۶-۴-۴- همبستگی بین نتایج آزمون نفوذسنج سوئدی و آزمون نفوذ مخروط
۱۰۹.....	۴-۷- آزمون نفوذسنج مکینتاش
۱۱۱.....	۴-۷-۱- محدوده کاربرد ابزار مکینتاش
۱۱۱.....	۴-۷-۲- نتایج قابل استخراج با استفاده از آزمون مکینتاش

- ۴-۸- آزمون نفوذ مخروط دینامیکی ۱۱۲
- ۴-۸-۱- طریقه انجام آزمایش با کاوشگرهای دینامیکی ۱۱۳
- ۴-۸-۲- روابط تجربی بین نتایج آزمون کاوشگر دینامیکی و مشخصات خاک ۱۱۴
- ۴-۸-۳- مزایا و کاربردهای آزمون کاوشگر دینامیکی ۱۱۵
- فصل پنجم: آزمون‌های سنجش مقاومت و تغییر شکل پذیری خاک ۱۱۷
- ۵-۱- مقدمه ۱۱۸
- ۵-۲- آزمایش برش پره ۱۱۹
- ۵-۲-۱- تجهیزات آزمایش ۱۲۰
- ۵-۲-۱- روش انجام آزمایش ۱۲۱
- ۵-۲-۳- همبستگی‌ها و رآورد مشخصات خاک از آزمون برش پره ۱۲۲
- ۵-۳- آزمایش بارگذاری ۱۲۵
- ۵-۳-۱- تجهیزات انجام آزمایش ۱۲۶
- ۵-۳-۲- روش انجام آزمایش ۱۲۷
- ۵-۳-۳- روش معمول انجام آزمایش رگذیری و فحه در کشور ایران ۱۲۹
- ۵-۳-۴- خطاهای معمول در انجام آزمون ۱۲۹
- ۵-۳-۵- همبستگی‌ها و تعیین خصوصیات خاک با استفاده از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه ۱۳۰
- ۵-۳-۵-۱- تعیین ظرفیت باربری ۱۳۰
- ۵-۳-۵-۲- تعیین محاسبه نشست پی ۱۳۱
- ۵-۳-۵-۳- محاسبه مدول الاستیسیته ۱۳۲
- ۵-۳-۵-۴- تعیین مقاومت برشی یا ظرفیت باربری خاک‌های چسبنده ۱۳۲
- ۵-۳-۵-۵- محاسبه مدول عکس‌العمل بستر ۱۳۳
- ۵-۴- آزمون پرسومتر ۱۳۴
- ۵-۴-۱- تجهیزات آزمون پرسومتر ۱۳۵
- ۵-۴-۲- انواع پرسومترها و تجهیزات وابسته ۱۳۶
- ۵-۴-۲-۱- پرسومترهای پیش حفاری شده (PBP) ۱۳۷
- ۵-۴-۲-۲- پرسومترهای خود حفار (SBP) ۱۳۸
- ۵-۴-۲-۳- پرسومترهای تغییر مکانی (FDP) ۱۳۹

۱۴۰.....	۵-۴-۳- مراحل انجام آزمایش پرسیومتری
۱۴۲.....	۵-۴-۴- تفسیر نتایج و استخراج پارامترهای مهندسی از آزمایش پرسیومتری
۱۴۶.....	۵-۴-۵- کاربردهای آزمایش پرسیومتری
۱۴۷.....	۵-۴-۶- مزایای آزمایش پرسیومتری
۱۴۷.....	۵-۴-۷- معایب آزمایش پرسیومتری
۱۴۸.....	۵-۵- آزمون دیلاتومتری
۱۴۸.....	۵-۵-۱- تجهیزات آزمون دیلاتومتری
۱۵۰.....	۵-۵-۲- روش انجام آزمایش دیلاتومتری
.....	۵-۵-۳- هبستگی های ارائه شده در برآورد مشخصات خاک به واسطه اصلاح نتایج آزمون دیلاتومتری
۱۵۱.....	فصل ششم: آزمون های صحرائی تعیین نفوذپذیری
۱۵۸.....	۶-۱- مقدمه
۱۵۹.....	۶-۲- تعیین نفوذپذیری در تله های گلی با آزمایش فشار آب (لورژان)
۱۵۹.....	۶-۲-۱- روش انجام آزمایش
۱۶۲.....	۶-۳- تعیین نفوذپذیری صحرائی در خاک با استفاده از آزمون لوفران
۱۶۳.....	۶-۳-۱- روش انجام آزمایش
۱۶۵.....	۶-۳-۱-۱- روش بار آبی ثابت
۱۶۶.....	۶-۳-۱-۲- روش بار آبی افتان
۱۶۸.....	۶-۳-۱-۳- آزمایش بار آبی خیزان (پمپاژ)
۱۶۹.....	۶-۴- تعیین نفوذپذیری صحرائی با استفاده از آزمایش پمپاژ
۱۷۱.....	فصل هفتم: ارائه نتایج آزمون ها و مشاهدات نهایی طرح
۱۷۲.....	۷-۱- مقدمه
۱۷۲.....	۷-۲- پروفیل ها
۱۷۶.....	۷-۳- نقشه های ارائه مفاهیم (Maps)
۱۷۹.....	۷-۴- مدل های سه بعدی
۱۸۱.....	۷-۵- انیمیشن ها
۱۸۳.....	منابع مورد استفاده