

کاربرد آزمون‌های برجا در ژئوتکنیک

مولفین:

دکتر رسول اجل لونیان

اسناد زمینی، شناسایی مهندسی دانشگاه اصفهان

مهندس مرتضی صداقت

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - کربلا

معاونت برنامه‌ریزی و سیستم‌ها و

موسسه مهندسين مشاور طاهرا

انتشارات قرارگاه سازندگی کربلا

با همکاری جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	اجل لوئیان، رسول، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	کاربرد آزمون های برجا در ژئوتکنیک
مشخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص)، قرب کرپلا، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۴۴۰ص: مصور، جدول، نمودار
شابک	۱۶۰۰۰۰ ریال: 9-5-94337-600-ISBN: 978
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
شناسه افزوده	صداقت، مرتضی
شناسه افزوده	سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص). قرب کرپلا.
شناسه افزوده	موسسه مهندسين مشاور طاهها
شناسه افزوده	سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص). قرب کرپلا.
شماره کتابشناسی ملی	معاونت طرح و برنامه ۳۸۱۴۱۶۴ :



کاربرد آزمون های برجا در ژئوتکنیک

مولفین: دکتر رسول اجل لوئیان، مهندس مرتضی صداقت

ناشر	قرارگاه سازندگی کرپلا
نوبت چاپ	اول
سال چاپ	۱۳۹۴:
قطع	وزیری
شمارگان	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	۱۶۰۰۰۰ ریال
صفحه آرا	آرزو انصاری
چاپخانه	اصیل



ISBN: 978-600-94337-5-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۳۳۷-۵-۹

آدرس: تهران، میدان آرژانتین، خیابان شهید احمد قصیر، کوچه چهارم، پلاک ۱۳ کدپستی: ۱۵۱۴۶۴۷۵۱۱

E-mail: km@qorbkarbala.ir

تلفن: ۸۸ ۵۳۳ ۷۷۴

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶ + تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶ +

پیشگفتار

در عصری که دانشمندان و نظریه‌پردازان آن را عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات نامیده‌اند، رشد دانش بشری آنچنان شتاب فزاینده‌ای گرفته است که لحظه‌ای غفلت، موجب عقب ماندگی جبران ناپذیری برای هر ملت خواهد شد. البته این موضوع قابل ذکر است که دانش همیشه برای افراد ارزشمند بوده است و فرهنگ‌های قوی و متمدن در جوامعی به وجود می‌آمدند که افراد در این جوامع به دانش بها دادند و این اصلاً همچنان به عنوان کلید اصلی گنجینه ثروت‌های یک جامعه باقی مانده است. در دنیای امروز باید ملل مصرفی و تحت سلطه بود و یا اینکه باید با تلاش و کوشش همه جانبه و فراگیر، قله‌های مونوپولیت ایجاد و با عزمی استوار با انحصارگران جهانی و نظام سلطه رقابت کرد. قرارگاه سازندگی کربلا (ق.ک.ب.) وابسته به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) افتخار دارد که از سال ۱۳۶۸ با بیش از دو دهه فعالیت مؤثر، مفید و در اختیار داشتن نیروی انسانی متعهد و توانمند و تجهیزات تخصصی و مدرن و با سرمایه‌های عظیم، سرعت، کاهش قیمت تمام شده و رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی بیش از سدها، روزه مهم عمرانی و صنعتی را در سطح کشور اجرا و به اتمام رسانده است. این گروه مهندسی با تکیه بر مأموریت‌های چشمگیر خود در اجرای پروژه‌های عمرانی و صنعتی بر خود لازم می‌داند تا تجارب به‌دست آمده، سرمایه‌ها و دارایی‌های فکری و معنوی خود را جهت ارتقای سطح آگاهی مدیران اجرایی، کارشناسان و دانش‌پژوهان میهن اسلامی به صورت مدون تقدیم نماید.

در همین راستا و با توجه به ضرورت ثبت و انتشار دانش‌های حاصله از فعالیت‌ها و اجرای پروژه‌های متنوع مهندسی در اختیار و بنا به تدبیر و دستور فرماندهی محترم قرارگاه سازندگی کربلا، حوزه مدیریت دانش به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های معاونت برنامه‌ریزی و سیستم‌ها ایجاد و فعال گردید که تهیه کتب دانش فنی و اجرایی به عنوان بخشی از وظایف آن در حال پیگیری می‌باشد. انشاءاً... که با این اقدامات بتوانیم نقشی مؤثر در خدمت به جامعه علمی و پژوهشی کشور عزیزمان ایفا نماییم و سهمی مفید در تولید انتشار دانش داشته باشیم.

معاونت برنامه‌ریزی و سیستم‌های ق.ک.ب.

احسان پیرولی

مقدمه

از دیر باز بشر توانایی ایجاد سازه‌های مختلفی را بر حسب ضرورت پیدا کرده و با استفاده از شناخت مصالح و محیط پیرامونی خود توانسته آثار ارزشمندی را به وجود آورد. با گذشت زمان و نیاز به شناخت بیشتر شرایط ساختگاه، علم ژئوتکنیک به کمک مهندسان در آمده و با بکارگیری آن قادر شده‌اند تا سازه‌های مهندسی، طرح‌های عمرانی و معدنی و صنعتی را با اطمینان بیشتری به اجرا در آورند.

اولین مرحله از مطالعات ژئوتکنیک، شناسایی و طبقه‌بندی نوع خاک یا سنگ در محل پروژه است. بنابراین نمونه برداری، توصیف سنگ و خاک، انجام آزمایش‌های شاخص و طبقه‌بندی مصالح، با هدف شناسایی اولیه خاک یا سنگ انجام می‌شود. اگر به هر دلیلی عملیات نمونه‌برداری از مصالح صورت نگیرد، تکمیل اطلاعات مورد نیاز طراحی پروژه، مستلزم صرف هزینه و زمان بیشتری می‌شود. آزمون‌های صحرایی به دلیل عدم نیاز به نمونه‌برداری و برقراری شرایط واقعی در محل انجام آزمون، از اهمیت زیادی برخوردارند. این آزمون‌ها بر شرایط عدم دستیابی به نمونه‌های دست نخورده، عدم دستیابی به پارامترهای طراحی از آزمون‌های آزمایشگاهی و محدودیت ابزارهای آزمایشگاهی و توان و انگیزه نیروی انسانی آزمایشگاه‌هاست. بیشتر آزمایش‌ها به صورت زیر می‌باشد:

موسسه مشاور طاه‌ها به عنوان مشاور مهندس پروژه‌های عمرانی قرارگاه سازندگی کربلا در راستای اهداف آبادانی کشور عزیزمان با بکارگیری مهندسانی فنی و تخصصی با استفاده از امکانات و تجهیزات پیشرفته ژئوتکنیکی و آزمایشگاهی گام‌های بسیار مهمی را در زمینه خدمات زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی برداشته و تجارب بسیار ارزشمندی را در این زمینه کسب کرده است. مساحت سازی این دانش و ثبت آن ما را بر آن داشت که مجموعه حاضر را جمع‌آوری نماییم.

لذا در خاتمه از تمامی کارشناسان و متخصصان پر تلاش گروه ژئوتکنیک کربلا و شایان‌ها صحرایی موسسه مشاور طاه‌ها که در به ثمر نشاندن این مجموعه نقش داشته‌اند و به خصوص استاد ارجمند جناب آقای دکتر اجل لوبیان مولف گرانقدر این اثر ارزشمند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

بر خود واجب می‌دانم که از حمایت‌های ارزنده فرمانده محترم قرب کربلا جناب آقای سردار کریمی و معاونت محترم فنی و مهندسی قرب کربلا، آقای مهندس افخمی‌نیا و همچنین مدیریت برنامه‌ریزی و دفتر تحقیق و توسعه موسسه تشکر ویژه نمایم.

امید است که مجموعه حاضر در پاسخ به نیاز عملی و دانشگاهی و جامعه حرفه‌ای کشور در مباحث ژئوتکنیک و کاوش‌های صحرایی، مفید فایده واقع گردد.

مدیرعامل موسسه مهندسی مشاور طاه‌ها

کاظم نوجوان

فهرست

فصل ۱

- ۲۱..... کلیات
- ۲۱..... ۱-۱- مقدمه
- ۲۲..... ۲-۱- آزمون‌های نفوذ در خاک
- ۲۳..... ۳-۱- آزمایش‌های تعیین مقاومت و تراکم در زمین
-

فصل ۲

- ۲۵..... اکتشاف در خاک و سنگ
- ۲۵..... ۱-۲- مقدمه
- ۲۶..... ۲-۲- روش‌های مطالعه مستقیم جهت شناسایی زمین
- ۲۷..... ۳-۲- گمانه‌های اکتشافی
- ۲۸..... ۱-۳-۲- عمق حفاری گمانه
- ۲۹..... ۲-۳-۲- آرایش و تعداد گمانه‌ها
- ۳۰..... ۳-۳-۲- تکنیک‌های حفر گمانه‌ای اکتشافی
- ۳۵..... ۴-۲- کاوش در خاک
- ۳۵..... ۱-۴-۲- حفاری در خاک
- ۴۳..... ۲-۴-۲- نمونه‌برداری در خاک‌ها
- ۵۵..... ۳-۴-۲- توصیف عمومی خاک

- ۵۸ ۵-۲- کاوش در سنگ
- ۵۸ ۱-۵-۲- حفاری و نمونه‌برداری در سنگ
- ۷۰ ۶-۲- گزارش مطالعات ژئوتکنیک
- ۷۰ ۱-۶-۲- نقشه محل گمانه‌ها و چاهک‌ها
- ۷۱ ۲-۶-۲- مقاطع زمین‌شناسی
- ۷۲ ۳-۶-۲- لاگ‌ها

فصل ۳

- ۷۷ آزمایش نفوذ استاندارد
- ۷۷ ۱-۳- مقیاس
- ۸۰ ۲-۳- کاربردها
- ۸۱ ۳-۳- محدودیت‌ها
- ۸۱ ۱-۳-۳- بررسی دلایل عدم تکرارپذیری نتایج SPT
- ۸۲ ۲-۳-۳- بررسی اشکالات ارتباط برقرار سازی SPT
- ۸۳ ۳-۳-۳- عدم وجود مفهوم یکسانی در سراسر محدوده تغییر
- ۸۳ ۴-۳-۳- خطاهای معمول شده در آیرس بران انجام SPT
- ۸۳ ۱-۴-۳- استفاده از مخروط توپر در انجام آزمون
- ۸۵ ۴-۳- تجهیزات آزمایش نفوذ استاندارد
- ۸۵ ۱-۴-۳- SPT
- ۸۵ ۲-۴-۳- تعداد ضربات متوالی
- ۸۵ ۳-۴-۳- ارزش N
- ۸۶ ۴-۴-۳- مجموعه کوبش
- ۸۸ ۵-۴-۳- سیستم سقوط چکش
- ۹۰ ۶-۴-۳- تجهیزات حفاری
- ۹۲ ۷-۴-۳- تجهیزات نمونه‌برداری
- ۹۴ ۵-۳- روش انجام آزمایش نفوذ استاندارد
- ۹۴ ۱-۵-۳- محل و طرز استقرار نمونه‌گیر دو کفه‌ای
- ۹۵ ۲-۵-۳- فرو بردن نمونه‌گیر

- ۹۶ ۳-۵-۳- خروج نمونه‌گیر از گمانه
- ۹۶ ۳-۶- گزارش آزمایش نفوذ استاندارد
- ۹۷ ۳-۶-۱- اطلاعات حفاری
- ۹۸ ۳-۶-۲- مشخصات نمونه
- ۹۸ ۳-۷-۲- عوامل مؤثر در تعداد ضربات N
- ۹۸ ۳-۷-۱- مطالعات اشمرتمن
- ۹۹ ۳-۷-۲- استاندارد ASTM
- ۱۰۰ ۳-۷-۳- استاندارد ICSMFE
- ۱۰۰ ۳-۷-۴- عوامل مؤثر در تعداد ضربات آزمایش نفوذ استاندارد
- ۱۰۱ ۳-۸-۱- تصحیح عدد نفوذ استاندارد
- ۱۰۲ ۳-۸-۱-۱- تصحیح عدد نفوذ استاندارد با توجه به انرژی انتقال یافته به نمونه‌گیر
- ۱۰۲ ۳-۸-۱-۱-۱- مسیر انرژی در آتش SPT
- ۱۰۳ ۳-۸-۱-۲- محاسبه انرژی کوبشی بر ضربه چکش SPT
- ۱۰۳ ۳-۸-۱-۳- انرژی انتقالی از چکش به نمونه‌گیر
- ۱۰۴ ۳-۸-۲- تصحیح انرژی نفوذ
- ۱۰۶ ۳-۸-۳- تصحیح عدد نفوذ استاندارد با توجه به اثر فشار سربار
- ۱۱۰ ۳-۸-۴- تصحیح عدد نفوذ استاندارد با توجه به اثر فشار آب منفذی
- ۱۱۲ ۳-۸-۵- تصحیح عدد نفوذ استاندارد برای عمق‌های کم
- ۱۱۳ ۳-۹-۱- همبستگی نتایج آزمایش SPT با پارامترهای مهندسی
- ۱۱۳ ۳-۹-۱-۱- همبستگی نتایج آزمایش SPT با زاویه اصطکاک داخلی (ϕ)
- ۱۱۵ ۳-۹-۲- تخمین مقدار دانسیته خاک (Dr) از نتایج آزمایش SPT
- ۱۱۹ ۳-۹-۳- استفاده از نتایج آزمایش SPT در محاسبه مدول تنش- کرنش (ES)
- ۱۲۰ ۳-۹-۴- همبستگی نتایج آزمایش SPT با مقاومت زهکشی نشده خاک (qu)
- ۱۲۴ ۳-۹-۵- استفاده از نتایج آزمون نفوذ استاندارد در طبقه‌بندی خاک
- ۱۲۵ ۳-۹-۶- تعیین پتانسیل روانگرایی با استفاده از عدد SPT
- ۱۲۷ ۳-۹-۷- استفاده از نتایج آزمایش نفوذ استاندارد در طرح‌پی‌ها بر روی ماسه
- ۱۲۹ ۳-۹-۸- استفاده از نتایج آزمایش SPT در محاسبه‌ی ظرفیت باربری
- ۱۳۲ ۳-۹-۹- استفاده از نتایج آزمایش SPT در محاسبه‌ی نشست‌پی

- ۱۳۴-۱۰-۹-۳ استفاده از نتایج آزمایش SPT در طرح شمع کوبی ۱۳۴
- ۱۳۵-۱۱-۹-۳ همبستگی بین سرعت موج برشی (Vs) و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) برای خاک‌های ایران ۱۳۵
- ۱۴۰-۱۰-۳ سایر همبستگی‌های موجود بین نتایج آزمایش SPT و برخی پارامترهای مهندسی خاک ۱۴۰
- ۱۴۱-۱۱-۳ تعیین مقدار N طراحی ۱۴۱

فصل ۴

- ۱۴۳-آزمایش نفوذ مخروط ۱۴۳
- ۱۴۳-۱-۴ مقدمه ۱۴۳
- ۱۴۴-۲-۴ کاربردها ۱۴۴
- ۱۴۵-۳-۴ محدودیت‌ها ۱۴۵
- ۱۴۶-۴-۴ انواع مخروط نفوذ ۱۴۶
- ۱۴۶-۱-۴-۴ نفوذسنج مکانیکی ۱۴۶
- ۱۴۹-۲-۴-۴ نفوذسنج الکتریکی ۱۴۹
- ۱۵۱-۳-۴-۴ انواع دیگر نفوذسنج ۱۵۱
- ۱۵۷-۵-۴ طبقه‌بندی مخروط‌های نفوذ از سرعت و اندازه‌گیری مقاومت ۱۵۷
- ۱۵۷-۱-۵-۴ مخروط‌های مدل تفاضلی ۱۵۷
- ۱۵۸-۲-۵-۴ مخروط‌های فشارشی ۱۵۸
- ۱۵۹-۶-۴ تجهیزات آزمایش مخروط نفوذ استاتیکی ۱۵۹
- ۱۶۱-۱-۶-۴ انحراف سنج ۱۶۱
- ۱۶۲-۲-۶-۴ سیستم عمق متر ۱۶۲
- ۱۶۲-۳-۶-۴ سیستم هواگیری ۱۶۲
- ۱۶۲-۴-۶-۴ مبدل برق ۱۶۲
- ۱۶۲-۵-۶-۴ سیستم اعمال نیرو ۱۶۲
- ۱۶۳-۶-۶-۴ میله‌های حفاری ۱۶۳
- ۱۶۳-۷-۶-۴ کاهنده اصطکاک یا چهار پر ۱۶۳
- ۱۶۴-۸-۶-۴ کابل‌ها ۱۶۴
- ۱۶۴-۹-۶-۴ نرم افزار ۱۶۴
- ۱۶۴-۱۰-۶-۴ سیستم ثبت و اندازه‌گیری ۱۶۴

- ۷-۴- فناوری‌های ویژه و احتیاط‌ها ۱۶۶
- ۱-۷-۴- کاهش اصطکاک در طول میله‌های رانش ۱۶۶
- ۲-۷-۴- جلوگیری از خمش میله‌ها در بالای سطح زمین ۱۶۷
- ۳-۷-۴- انحراف نوک ۱۶۷
- ۴-۷-۴- فرسودگی و سایش نوک ۱۶۸
- ۵-۷-۴- فاصله‌ی بین مخروط و غلاف اصطکاکی ۱۶۸
- ۶-۷-۴- وقفه در انجام آزمایش (توقف) ۱۶۹
- ۷-۷-۴- انجام آزمایش در مجاورت گمانه و یا در کف آن ۱۶۹
- ۸-۷-۴- نفوذسنج‌های مکانیکی ۱۷۰
- ۷-۴- نفوذسنج‌های الکتریکی ۱۷۰
- ۸-۴- روش آزمایش مخبر نفوذ استاتیکی ۱۷۰
- ۱-۸-۴- مراحل انجام آزمایش مخروط نفوذ (CPT) ۱۷۲
- ۲-۸-۴- کنترل کیفیت داده‌ها ۱۷۳
- ۹-۴- آزمایش محو فشار آب - نره‌ای ۱۷۴
- ۱-۹-۴- محاسبات و تصحیحات در آزمایش محو فشار آب حفره‌ای ۱۷۵
- ۱۰-۴- تصحیحات مورد نیاز برای آزمایش‌های دریایی ۱۷۹
- ۴-۱۱- تفسیر نتایج آزمایش مخروط نفوذ استاتیکی ۱۸۰
- ۱-۱۱-۴- عوامل مؤثر بر نتایج آزمایش CPT ۱۸۰
- ۲-۱۱-۴- تعیین وضعیت لایه‌بندی در خاک ۱۸۴
- ۳-۱۱-۴- طبقه‌بندی خاک ۱۸۶
- ۴-۱۱-۴- تفسیر خاک‌های ریزدانه ۱۹۱
- ۵-۱۱-۴- تفسیر خاک‌های درشت‌دانه ۲۱۶
- ۶-۱۱-۴- رابطه‌ی بین نتایج آزمایش CPT و نتایج آزمایش SPT ۲۲۷
- ۷-۱۱-۴- تعیین ظرفیت باربری پی‌های سطحی با استفاده از نتایج آزمایش CPT ۲۲۹
- ۸-۱۱-۴- تعیین نشست پی‌های سطحی با استفاده از نتایج آزمایش CPT ۲۳۰
- ۹-۱۱-۴- تعیین ظرفیت باربری پی‌های عمیق با استفاده از نتایج آزمایش CPT ۲۳۴
- ۱۰-۱۱-۴- ضریب اطمینان ۲۴۵
- ۱۱-۱۱-۴- تعیین پتانسیل روانگرایی خاک با استفاده از نتایج آزمایش CPT ۲۴۶

۴-۱۲- آزمایش مخروط نفوذ دینامیکی (DCPT) ۲۴۶

۴-۱۲-۱- روابط تجربی موجود جهت محاسبه‌ی پارامترهای مهندسی با استفاده از نتایج آزمایش DCP ۲۵۰

فصل ۵

آزمایش بارگذاری صفحه ۲۵۵

۵-۱- مقدمه ۲۵۵

۵-۲- تجهیزات آزمایش بارگذاری صفحه ۲۵۹

۵-۱-۱- ابزار بارگذاری ۲۵۹

۵-۲-۲- صفحه‌ی آزمایش ۲۶۰

۵-۲-۳- ابزار اندازه‌گیری نشست ۲۶۱

۵-۳- روش مایش ۲۶۲

۵-۳-۱- پیش‌بار ۲۶۲

۵-۳-۲- روش‌های بارگذاری و باربرداری ۲۶۳

۵-۴- نتایج آزمایش ۲۶۶

۵-۵- محاسبات ۲۶۷

۵-۵-۱- مدول الاستیسیته‌ی خاک ۲۶۷

۵-۵-۲- ظرفیت باربری ۲۷۰

۵-۵-۳- ضریب واکنش بستر یا فنریته خاک (K_s) ۲۷۲

۵-۵-۴- مقاومت برشی زهکشی نشده در خاک‌های چسبناک ۲۷۴

۵-۵-۵- روابط موجود در برآورد مقاومت مجاز زمین برای بی‌های سطحی بر اساس

پارامترهای ژئومکانیکی (ϕ و C) و آزمون بارگذاری صفحه ۲۷۴

۵-۵-۶- روابط موجود در برآورد میزان نشست شالوده‌ها ۲۷۶

۵-۵-۷- ضریب برجهندگی خاک بستر روسازه‌های آسفالتی ۲۸۴

۵-۵-۷-۱- نحوه‌ی انجام آزمایش بارگذاری صفحه ای استاتیکی مکرر ۲۸۴

۵-۵-۷-۲- تحلیل نتایج و تعیین ضریب باربری خاک ۲۸۸

۵-۵-۷-۳- تخمین ضریب برجهندگی طرح خاک بستر ۲۸۹

۵-۷- تهیه‌ی گزارش ۲۹۴

پیوست ۵-۱: تصاویری مربوط به نحوه‌ی اجرای آزمایش بارگذاری صفحه‌ای ۲۹۵

فصل ۶

۲۹۷	آزمایش برش پره
۲۹۷	۱-۶- مقدمه
۲۹۹	۲-۶- کاربردها
۳۰۰	۳-۶- محدودیت‌ها
۳۰۰	۴-۶- تجهیزات آزمایش برش پره‌ای
۳۰۱	۵-۶- پره
۳۰۲	۶-۶- رادها یا میله‌های انتقال گشتاور
۳۰۲	۷-۶- سرگوشه
۳۰۳	۸-۶- روش انجام آزمایش برش پره‌ای
۳۰۴	۹-۶- گزارش آزمایش برش پره‌ای
۳۰۴	۱۰-۶- عوامل مؤثر بر نتایج آزمایش برش پره
۳۰۴	۱۱-۶- نوع خاک
۳۰۴	۱۲-۶- ناهمسانی مقاومت خاک
۳۰۵	۱۳-۶- شکل پره
۳۰۶	۱۴-۶- آهنگ چرخش
۳۰۶	۱۵-۶- تأخیر در انجام آزمایش و بررسی اثرات تکیه بر روی
۳۰۷	۱۶-۶- تفسیر نتایج آزمایش برش پره
۳۱۰	۱۷-۶- همبستگی نتایج آزمایش برش پره‌ای با پارامترهای مهندسی
۳۱۰	۱۸-۶- مقاومت برشی زهکشی نشده (Su)
۳۱۲	۱۹-۶- حساسیت
۳۱۳	۲۰-۶- نسبت پیش‌تحکیم (O.C.R.)
۳۱۳	۲۱-۶- مقاومت برشی بسیج شده
۳۱۵	۲۲-۶- مقایسه‌ی نتایج حاصل از آزمایش برش پره‌ای و آزمایش سه محوری
۳۱۵	۲۳-۶- مقایسه‌ی نتایج حاصل از آزمایش برش پره‌ای و مخروط نفوذ استاتیکی
۳۱۶	۲۴-۶- استفاده از کاغذ مخصوص جهت محاسبه‌ی گشتاور پیچشی

فصل ۷

۳۱۷	آزمایش پرسیموتر
-----	-----------------

- ۱-۷- مقدمه ۳۱۷
- ۲-۷- اجزای پرسیومتر ۳۱۸
- ۱-۲-۷- سوند ۳۱۹
- ۲-۲-۷- واحد کنترل ۳۱۹
- ۳-۲-۷- لوله‌های رابط ۳۱۹
- ۳-۷- انواع پرسیومتر ۳۲۰
- ۱-۳-۷- پرسیومتر پیش حفاری شده ۳۲۰
- ۲-۳-۷- پرسیومتر خودحفار (SBP) ۳۲۴
- ۳-۱-۷- پرسیومترهای رانشی ۳۲۶
- ۴-۷- آزمایش به وسیله پرسیومتر پیش حفاری شده ۳۳۱
- ۱-۴-۷- برگما ۳۳۱
- ۲-۴-۷- روش آزمایش ۳۳۵
- ۵-۷- آزمایش به وسیله پرسیومتر خودحفار ۳۳۶
- ۱-۵-۷- انتخاب تجهیزات مناسب ۳۳۶
- ۲-۵-۷- روش آزمایش ۳۳۶
- ۶-۷- کالیبراسیون ۳۳۷
- ۱-۶-۷- کالیبراسیون فشار (P_c) ۳۳۷
- ۲-۶-۷- کالیبراسیون حجم (V_c) ۳۳۸
- ۳-۶-۷- تصحیح تغییرات دما و افت سربار ۳۳۹
- ۴-۶-۷- تأثیرات هیدرواستاتیک ۳۳۹
- ۷-۷- نتایج ۳۴۰
- ۱-۷-۷- اصلاح نتایج ۳۴۰
- ۲-۷-۷- ترسیم نتایج ۳۴۰
- ۳-۷-۷- تحلیل نتایج ۳۴۲
- ۸-۷- گزارش ۳۴۴
- ۹-۷- ذکر چند مثال کاربردی از آزمون پرسیومتر در نقاط مختلف ۳۴۵
- ۱-۹-۷- ارتباط بین عدد نفوذ استاندارد، مدول پرسیومتر و فشار حدی در استانبول ۳۴۵
- ۲-۹-۷- ارزیابی عددی و تجربی مدول تغییر شکل گریزهای به شدت درزه‌دار و

۳۶۶	پرسیده، توسط آزمون پرسیومتر در آنکارا.....
۳۶۷	۳-۹-۷- تفسیر آزمون پرسیومتر در خاک‌های چسبنده در مناطق مختلف الجزایر
۳۶۹	پیوست ۷-۱- نمونه نتایج آزمایش پرسیومتر.....
۳۷۱	پیوست ۷-۲- تصاویر آزمایش پرسیومتر.....
۳۷۲	پیوست ۷-۳- پارامترهای حاصل از آزمایش‌های پرسیومتر و کیفیت آن‌ها در مصالح مختلف (کلارک، ۱۹۹۵).....
۳۷۳	پیوست ۷-۴- مقایسه‌ی داده‌های آزمون پرسیومتر با داده‌های آزمون‌های SPT، CPT و آزمایش‌های.....

فصل ۸

۳۷۵	آزمایش دیلاتو خری.....
۳۷۵	۸-۱- مقدمه.....
۳۷۶	۸-۲- انواع دیلاتومتر.....
۳۷۶	۸-۲-۱- دیلاتومتر اسوانه‌ای.....
۳۸۷	۸-۲-۲- دیلاتومتر تیغه‌ای.....
۳۹۶	۸-۳- تعیین خصوصیات خاک با استفاده از نتایج آزمایش دیلاتومتر.....
۳۹۹	۸-۳-۱- پارامترهای دیلاتومتر.....
۴۰۱	۸-۳-۲- تعیین خصوصیات خاک.....
۴۱۳	۸-۴- ارتباط میان نتایج حاصل از آزمایش دیلاتومتر و د در آزمون‌های برجا.....
۴۱۳	۸-۴-۱- ارتباط میان نتایج آزمایش دیلاتومتر و نتایج آزمایش پرسیومتر.....
۴۱۳	۸-۴-۲- ارتباط میان نتایج آزمایش دیلاتومتر و نتایج آزمایش خروج نفوذ.....
۴۱۴	۸-۴-۳- ارتباط میان نتایج آزمایش دیلاتومتر و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد.....
۴۱۵	پیوست ۸-۱: تصویر شماتیک از دستگاه دیلاتومتر همراه با جدول استاندارد و یک نمونه نتیجه‌ی استخراج شده.....
۴۱۹	منابع.....
۴۱۹	منابع فارسی.....
۴۱۹	منابع لاتین.....
۴۲۵	واژه‌نامه.....