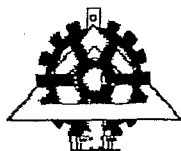


کتابخانه جامعہ اسلامیہ
کراچی

۹۶۲۲۹



دانشکده فنی دانشگاه تهران

بررسی رفتار ماسه‌های مخلوط با ریزدانه غیرچسبنده تحت بارگذاری فشاری و کششی یکنواخت سه محوری تناوبی

نگارش
علیرضا احمدی

استاد راهنما
دکتر عباس قلندرزاده

پایان نامه جهت دریافت
کارشناسی ارشد

در رشته : عمران
گرایش : خاک و پی

تیر ۸۷
دانشگاه تهران

کتابخانه اساتید دانشکده فنی
تیر ۸۷

۸۱۱۳۱/۸۷

۹۷۳۲۹

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب عسری تأیید می‌کند که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کاپی حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: عسری
امضاء: عسری

تقدیم به

پدر و مادر

عزیز

که همواره مشوق و راهنمای من
در تمامی مراحل زندگی بودند

چکیده

یکی از مهمترین پدیده‌های مربوط به زلزله، پدیده روانگراییست که باعث کاهش شدید مقاومت خاک می‌شود. این پدیده برای اولین بار توسط ترزاقی در سال ۱۹۲۵ گزارش شد و از آن به بعد محققان زیادی بر روی این پدیده در ماسه‌ها کار کردند. قدم بعدی در این راستا، یافتن تأثیر ریزدانه بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه‌ها است که هنوز به یک جواب واحد با توجه به حجم زیاد تحقیقات صورت گرفته از نحوه تأثیر آن نرسیده‌ایم، یکی از اهداف این تحقیق یافتن جوابی برای این سؤال است که ریزدانه چه تأثیری بر روی مقاومت خاک دارد. همچنین در این قسمت به بازبینی معیار تغییرشکلی (D.A.) برای تخمین روانگرایی اولیه در خاکهای حاوی ریزدانه پرداخته‌ایم.

هدف دیگر این تحقیق که میتوان آنرا هدف اصلی نیز برشمرد، بررسی نحوه تأثیر ناهمسانی القایی بر روی پارامترهای مقاومتی و تغییرشکلیست. این ناهمسانی بخاطر اختلاف تنشهای اصلی تحکیمی رخ می‌دهد و از آنجا که اکثر نهشته‌های طبیعی بصورت ناهمسان تحکیم یافته‌اند مورد توجه می‌باشد. تحقیقات نشان داده که درنظر نگرفتن تأثیر این ناهمسانی در نتایج میتواند باعث گمراهی در شناسایی مقاومت خاک در مقابل روانگرایی شود. با وجود تحقیقات زیادی که در این زمینه بر روی ماسه‌ها انجام شده است، هنوز برای خاکهای حاوی ریزدانه تأثیر این ناهمسانی دیده نشده و مقالات محدودی از آن در دست است. این تحقیق به بررسی این ناهمسانی و چگونگی تأثیر آن بر روی ترکیبات ماسه و سیلت می‌پردازد تا شناخت بهتری از تأثیر این نوع ناهمسانی در خاکهای حاوی ریزدانه بدست آوریم. در قسمت دیگری از این تحقیق سعی در تدقیق ضریب تصحیح تنش برشی اولیه (k_α) با استفاده از تعریف پارامتری جدید به نام rc (reversal coefficient) شده است تا یکمک این پارامتر و پارامتر نسبت تنش تحکیمی (k)، بهتر بتوانیم

مقادیر k_α را تخمین بزنیم.

تشر و قدردانی

با تقدیر فراوان از اساتید محترم دانشگاه تهران که مرا در دوره کارشناسی ارشد یاری نمودند تا از نادانسته های خود بکاهم.

و با سپاس از استاد گرامی جناب آقای دکتر قلندرزاده که معلم اخلاق و دانش من بودند و بدون راهنمایی ها و کمک ایشان این تحقیق به ثمر نمیرسید.

و همچنین با سپاس از دیگر دوستان، بویژه آقایان محمد آبادی، هادی بهادری و مجتبی میرجلیلی که مرا در این امر یاری رساندند.

شماره صفحه	فهرست مطالب
۱.....	۱- مقدمه
۳.....	۲- بررسی ادبیات فنی
۳.....	۱-۲- مقدمه
۳.....	۲-۲- تاریخچه پدیده روانگرایی
۳۶.....	۳-۲- مفاهیم موجود
۳۸.....	۴-۲- فاکتورهای موثر بر پتانسیل روانگرایی
۳۸.....	۱-۴-۲- اثر روش ساخت نمونه
۴۳.....	۲-۴-۲- اثر بارگذاری و تکنیک های ضبط داده
۴۴.....	۳-۴-۲- اثر متغیرهای اولیه
۵۰.....	۴-۴-۲- اثر جهت بارگذاری و سیستم تنش
۵۳.....	۵-۴-۲- اثر تاریخچه کرنش
۵۴.....	۵-۲- تأثیر وجود ریزدانه بر روی روانگرایی ماسه ها
۵۴.....	۱-۵-۲- نتایج حاصل از آزمایشهای برجا
۵۵.....	۲-۵-۲- نتایج حاصل از آزمایشهای سه محوری تناوبی و مونوتونیک
۷۱.....	۶-۲- روشهای ارزیابی پتانسیل روانگرایی
۷۱.....	۱-۶-۲- روشهای مبتنی بر نتایج آزمایشهای برجا
۷۵.....	۲-۶-۲- روشهای مبتنی بر نتایج آزمایشهای سه محوری تناوبی
۷۶.....	۳-۶-۲- تعیین ضریب اطمینان در مقابل روانگرایی
۷۶.....	۱-۳-۶-۲- تعیین ضرایب تصحیح بزرگای زلزله (MSF)
۷۷.....	۲-۳-۶-۲- ضریب تصحیح برای تنشهای سربار وارد بر خاک مورد ارزیابی
۷۸.....	۳-۳-۶-۲- ضریب تصحیح برای تنشهای برشی در حالت استاتیکی
۸۱.....	۳- معرفی دستگاه، نحوه انجام آزمایشها و معرفی مصالح
۸۱.....	۱-۳- هدف
۸۱.....	۲-۳- تئوری آزمایش
۸۲.....	۳-۳- ابزار و وسایل متعلق به دستگاه سه محوری

فهرست مطالب

شماره صفحه

۱۲.....	۱-۳-۳- سلول دستگاه سه محوری.....
۸۴.....	۲-۳-۳- کفه پایین دستگاه و سری بالایی آن.....
۸۵.....	۳-۳-۳- بورد دستگاه.....
۸۵.....	۴-۳-۳- جک اعمال بار.....
۸۶.....	۵-۳-۳- سیستم اندازه‌گیری و مدار کنترلی.....
۸۶.....	۱-۵-۳-۳- معرفی مفهوم کنترل بسته و اندازه گیری.....
۸۷.....	۲-۵-۳-۳- معرفی اجزای مدار کنترلی.....
۸۷.....	۱-۲-۵-۳-۳- سنسورها.....
۸۷.....	۲-۲-۵-۳-۳- شیرهای کنترل سیستم پنوماتیکی (EP).....
۸۸.....	۳-۲-۵-۳-۳- سلول بار.....
۸۹.....	۴-۲-۵-۳-۳- سنسورهای اندازه گیری فشار آب حفرهای.....
۹۰.....	۵-۲-۵-۳-۳- جابجایی سنج (LVDT).....
۹۰.....	۶-۳-۳- دیتالاگر.....
۹۱.....	۱-۶-۳-۳- کالیبراسیون سنسورها.....
۹۲.....	۷-۳-۳- غشاء و سایر تجهیزات نمونه سازی.....
۹۳.....	۴-۳- نحوه انجام آزمایش.....
۹۵.....	۱-۴-۳- صفحه مقادیر اولیه.....
۹۵.....	۲-۴-۳- صفحه اشباع.....
۹۹.....	۳-۴-۳- صفحه تحکیم.....
۹۹.....	۱-۳-۴-۳- تعریف انیزوتروپی.....
۱۰۴.....	۴-۴-۳- مرحله بارگذاری.....
۱۰۴.....	۱-۴-۴-۳- منوی بارگذاری رندم.....
۱۰۵.....	۲-۴-۴-۳- منوی بارگذاری مونوتونیک.....
۱۰۵.....	۳-۴-۴-۳- منوی بارگذاری تناوبی.....
۱۰۷.....	۵-۳- محاسبه و چک کردن دقت دستگاه در هنگام بارگذاری.....

۶-۳- نحوه نرمالیزه کردن تنشها در آییننامه‌های مختلف.....	۱۰۸
۷-۳- کنترل و محاسبه نسبت تخلخل نمونه‌ها.....	۱۰۹
۱-۷-۳- روابط مورد استفاده در محاسبه نسبت تخلخل نمونه‌ها.....	۱۱۰
۸-۳- مصالح مورد استفاده.....	۱۱۱
۱-۸-۳- معرفی ماسه و سیلت سیلیسی شماره ۱۶۱ فیروزکوه و مقایسه آن با دو ماسه استاندارد شناخته شده.....	۱۱۱
۱-۱-۸-۳- مقدمه.....	۱۱۱
۲-۱-۸-۳- مصالح مورد استفاده در بررسی حاضر.....	۱۱۲
۴- تجزیه و تحلیل آزمایشها و ارائه نتایج.....	۱۱۶
۱-۴- معرفی ونحوه انتخاب معیار مقایسه در درصدهای مختلف سیلت.....	۱۱۶
۲-۴- بررسی تأثیر سیلت بر روی ماسه خالص.....	۱۱۸
۱-۲-۴- بررسی تأثیر سیلت بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه خالص.....	۱۱۸
۲-۲-۴- بررسی تأثیر سیلت بر روی رفتار تغییر شکلی ماسه خالص.....	۱۲۰
۳-۴- بررسی تأثیر فشار تحکیمی بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی.....	۱۲۲
۴-۴- نتایج حاصل از آزمایشهای برش مستقیم.....	۱۲۴
۵-۴- بررسی تأثیر ناهمسانی القایی بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی.....	۱۲۶
۱-۵-۴- معیار سنجش وقوع روانگرایی در پارامتر بازگشت تنشهای (IC) متفاوت.....	۱۲۶
۲-۵-۴- مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه خالص.....	۱۲۹
۱-۲-۵-۴- تحکیم ناهمسان فشاری.....	۱۲۹
۲-۲-۵-۴- تحکیم ناهمسان کششی.....	۱۳۳
۳-۲-۵-۴- محاسبه ضریب تصحیح مربوط به برشهای اولیه.....	۱۳۶
۳-۵-۴- مقاومت در مقابل روانگرایی مخلوط ماسه و سیلت.....	۱۴۰
۱-۳-۵-۴- ماسه با ۱۵٪ سیلت.....	۱۴۱
۲-۳-۵-۴- ماسه با ۳۰٪ سیلت.....	۱۴۲
۳-۳-۵-۴- ضریب تصحیح برای برش اولیه در صورت وجود سیلت.....	۱۴۳

فهرست مطالب

شماره صفحه

۶-۴- تخمین خطوط حالت در درصد سیلتهای مختلف بکمک آزمایشهای تناوبی	۱۴۳
۱-۶-۴- تخمین خطوط حالت در ماسه خالص	۱۴۳
۱-۱-۶-۴- تخمین خطوط حالت پایدار فشاری و کششی	۱۴۵
۲-۱-۶-۴- تخمین خطوط تغییر فاز فشاری و کششی	۱۴۶
۳-۱-۶-۴- تخمین خطوط تغییر فاز اولیه فشاری و کششی	۱۴۶
۲-۶-۴- تخمین خطوط حالت در مخلوط ماسه و سیلت	۱۴۸
۵- جمع بندی و ارائه پیشنهادات	۱۵۰
فهرست مراجع	۱۵۲

پیوست ۱

پیوست ۲

فهرست جداول

شماره صفحه

جدول ۱-۲) مشخصات شکست جریانی و جابجایی تناوبی (۳۸).....	۲۷
جدول ۲-۲) طبقه بندی رفتار ماسه‌ها توسط محمد و دوبری (۲۰).....	۴۵
جدول ۳-۲) طبقه بندی رفتار ماسه‌ها با رفتار انقباضی توسط محمد و دوبری (۲۰).....	۴۶
جدول ۳-۱) مقادیر k در شرایط تحکیم متفاوت.....	۱۰۰
جدول ۳-۲) زمان تقریبی تحکیم در صورت استفاده از ریزدانه.....	۱۰۳
جدول ۳-۳) مشخصات فیزیکی ماسه فیروزکوه و ماسه‌های استاندارد تیورا و سنجنایاما.....	۱۱۳
جدول ۳-۴) مقادیر حدود کاساگرانده و نشانه خمیری برای خاک مورد آزمایش.....	۱۱۵
جدول ۴-۱) مقادیر نشانه خلأ، تراکم نسبی، نشانه خلأ اسکلت ماسه و سیلت در درصد های مختلف سیلت.....	۱۱۸
جدول ۴-۲) مقادیر نشانه خلأ و تراکم نسبی در ۰ و ۳۰ درصد سیلت برای فشارهای تحکیمی متفاوت.....	۱۲۳
جدول ۴-۳) تأثیر درصد سیلت بر روی دامنه کرنش تناوبی موجب روانگرایی.....	۱۲۷
جدول ۴-۴) مشخصات آزمایشهای با IC بزرگتر از یک در نمونه‌های ماسه‌ای.....	۱۳۱
جدول ۴-۵) مقادیر تعداد سیکل و ضریب تصحیح α بر اساس بزرگای زلزله.....	۱۳۸
جدول ۴-۶) زوایای خطوط SSL_{com} , SSL_{ext} در نسبت بازگشت تنشهای متفاوت.....	۱۴۵
جدول ۴-۷) زوایای خطوط PTL_{com} , PTL_{ext} در نسبت بازگشت تنشهای متفاوت.....	۱۴۶
جدول ۴-۸) زوایای خطوط $IPTL_{com}$, $IPTL_{ext}$ در نسبت بازگشت تنشهای متفاوت برای ۱۵٪ سیلت.....	۱۴۸
جدول ۴-۹) زوایای خطوط $IPTL_{com}$, $IPTL_{ext}$ در نسبت بازگشت تنشهای متفاوت برای ۳۰٪ سیلت.....	۱۴۹

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۲-۱) مفهوم تخلخل بحرانی در آزمایش برش مستقیم کاساگرانده (۱۰)..... ۴
- شکل ۲-۲) مفهوم تخلخل بحرانی در آزمایش روسکو (۹)..... ۵
- شکل ۲-۳-الف) نمونه آزمایشهای (۱۹۶۹) سید و لی (۲۷)..... ۶
- شکل ۲-۳-ب) نمونه دیگری از آزمایشهای (۱۹۶۹) سید و لی (۲۷)..... ۷
- شکل ۲-۴) تقسیم بندی انواع رفتار ماسه‌ها در نتیجه آزمایشهای کاسترو (۱۰)..... ۷
- شکل ۲-۵) معرفی خطوط P, L توسط کاسترو (۱۰)..... ۸
- شکل ۲-۶) معرفی خط $\bar{\sigma}_c$ توسط کاسترو (۱۰)..... ۸
- شکل ۲-۷) معرفی خطوط حالت توسط کاسترو (۱۰)..... ۹
- شکل ۲-۸) نمونه ای از آزمایشهای تناوبی کاسترو (۱۰)..... ۹
- شکل ۲-۹) بررسی اثر غیر همسانی در آزمایشهای کاسترو (۱۰)..... ۱۰
- شکل ۲-۱۰) جمع بندی آزمایشهای کاسترو (۱۰)..... ۱۰
- شکل ۲-۱۱) تشریح دو مفهوم روانگرایی و جابجایی تناوبی توسط کاسترو (۱۱)..... ۱۲
- شکل ۲-۱۲) اشکال وارده از طرف کاسترو بر آزمایشهای تناوبی بخاطر بوجود آمدن شرایط کششی در آزمایشگاه (۱۱)..... ۱۳
- شکل ۲-۱۳) توضیح تفاوت روانگرایی و جابجایی تناوبی (۱۲)..... ۱۳
- شکل ۲-۱۴-الف) رفتار تناوبی ماسه شل توپورا در آزمایشهای برشی و پیچشی ایشیهارا (۳۸)..... ۱۶
- شکل ۲-۱۴-ب) مسیر تنش ماسه شل توپورا در آزمایشهای برشی و پیچشی ایشیهارا (۳۸)..... ۱۶
- شکل ۲-۱۵) جمع بندی اسلادن از اثر تخلخل و تنش همه جانبه در خط حالت (۲۹)..... ۱۸
- شکل ۲-۱۶) نحوه ارتباط رفتار تناوبی و مونوتونیک منجر به روانگرایی (۲۷)..... ۱۹
- شکل ۲-۱۷) موقعیت خطوط حالت در بررسیهای گوزمن و همکاران (۱۴)..... ۲۱
- شکل ۲-۱۸) خط حالت در بررسی های جفریس و بین (۵)..... ۲۳
- شکل ۲-۱۹-الف) رفتار ماسه اشباع در شرایط متفاوت e و σ'_v (۱۸)..... ۲۴
- شکل ۲-۱۹-ب) رفتار ماسه اشباع در شرایط متفاوت e و σ'_v (۱۸)..... ۲۴
- شکل ۲-۲۰-الف) خطوط مشخصه ماسه توپورا (۱۸)..... ۲۵
- شکل ۲-۲۰-ب) خطوط مشخصه ماسه توپورا (۱۸)..... ۲۴
- شکل ۲-۲۰-پ) خطوط مشخصه ماسه توپورا (۱۸)..... ۲۶

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۲-۲۱) ارائه مفهوم خط Qss (۱۸) ۲۷
- شکل ۲-۲۲) خطوط مشخصه ماسه توپورا (۳۹) ۲۹
- شکل ۲-۲۳) مفهوم R_C (۳۹) ۳۰
- شکل ۲-۲۴) انواع رفتار ماسه (۴۶) ۳۰
- شکل ۲-۲۵) رفتارهای متفاوت ماسه در تخلخلها و تنش‌های اولیه متفاوت (۴۶) ۳۱
- شکل ۲-۲۶) بررسی منحنی حالت توسط آزمایش‌های مختلف (۴۶) ۳۱
- شکل ۲-۲۷) طبقه‌بندی رفتار ماسه‌ها (۴۶) ۳۲
- شکل ۲-۲۸) طبقه‌بندی خطوط حالت مختلف ماسه‌ها (۴۶) ۳۳
- شکل ۲-۲۹) تفاوت گسیختگی جریان و جابجایی تناوبی (۴۶) ۳۳
- شکل ۲-۳۰) منحنی برآورد پتانسیل روانگرایی (۴۶) ۳۴
- شکل ۲-۳۱) خطوط مشخصه ماسه توپورا (۴۷) ۳۵
- شکل ۲-۳۲) چارت مشخصه رفتار روانگرایی ماسه‌ها (۲۶) ۳۷
- شکل ۲-۳۳) انواع رفتار ماسه (۲۶) ۳۹
- شکل ۲-۳۴) انواع روش‌های تهیه نمونه ماسه‌ای (۱۸) ۴۰
- شکل ۲-۳۵) مقایسه روش‌های مختلف تهیه نمونه (۳۳) ۴۰
- شکل ۲-۳۶) اختلاف رفتار نمونه دست نخورده با نمونه دوباره ساخته شده در شرایط اولیه یکسان
(۱۵) ۴۱
- شکل ۲-۳۷-الف) مقایسه روش‌های مختلف تهیه نمونه (۴۳) ۴۳
- شکل ۲-۳۷-ب) مقایسه روش‌های مختلف تهیه نمونه (۴۳) ۴۳
- شکل ۲-۳۷-پ) نحوه تأثیر تماس دانه‌های درشت و ریز در نوع رفتار خاک (۴۳) ۴۳
- شکل ۲-۳۸) مقایسه تکنیک‌های اندازه‌گیری داده (۳۳) ۴۴
- شکل ۲-۳۹) اثر ناهمسانی و تخلخل در رفتار ماسه‌ها (۳۳) ۴۷
- شکل ۲-۴۰) بررسی رفتار تناوبی کششی ماسه (۳۳) ۴۷
- شکل ۲-۴۱) بررسی رفتار تناوبی فشاری ماسه (۳۳) ۴۸
- شکل ۲-۴۲) بررسی رفتار تناوبی ماسه در حالت فشاری (۴۵) ۴۹
- شکل ۲-۴۳) بررسی رفتار تناوبی ماسه در حالت ایزوتروپ و کششی (۴۵) ۴۹

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۲-۴۴) اثر ناهمسانی بر رفتار ماسه (۳۳)..... ۵۰
- شکل ۲-۴۵) اثر ناهمسانی بر رفتار ماسه (۴۵)..... ۵۰
- شکل ۲-۴۶) اثر ناهمسانی بر رفتار ماسه (۴۵)..... ۵۰
- شکل ۲-۴۷) اثر جهت بارگذاری بر رفتار ماسه (۳۳)..... ۵۱
- شکل ۲-۴۸) عدم وابستگی حالت پایدار و حالت مجازی به مسیر تنش (۳۳)..... ۵۱
- شکل ۲-۴۹) اثر تنش تحکیمی بر رفتار ماسه (۳۳)..... ۵۲
- شکل ۲-۵۰) اثر جهت تنش‌ها و تنش میانی بر رفتار ماسه (۳۳)..... ۵۲
- شکل ۲-۵۱) اثر پیش‌کرنش بر رفتار ماسه (۳۳)..... ۵۳
- شکل ۲-۵۲) اثر عدم حصول شرایط زهکشی نشده به طور کامل (۳۳)..... ۵۴
- شکل ۲-۵۳) گرافهای محاسبه CRR بر حسب نتایج بدست آمده از آزمایشهای برج (۳۲)..... ۵۵
- شکل ۲-۵۴) منحنی‌های مسیر تنش برای مخلوط ماسه وسیلت در تنشهای همه‌جانبه متفاوت (۴۲)..... ۵۶
- شکل ۲-۵۵) تأثیر تراکم نسبی اولیه بر روی خطوط SSL در ۱۲ و ۶٪ سیلت (۴۲)..... ۵۷
- شکل ۲-۵۶) عدم تطابق خطوط SSL, CSL در تنشهای همه‌جانبه پایین (۴۲)..... ۵۷
- شکل ۲-۵۷) تصویری شماتیک از تعریف نسبت تخلخل بین دانه‌ای (۳۱)..... ۵۷
- شکل ۲-۵۸) فلوچارت معرفی شده توسط سوانایگام برای مقایسه مقاومت در درصد سیلتهای متفاوت (۳۱)..... ۵۸
- شکل ۲-۵۹) تأثیر ریزدانه بر روی مقاومت در برابر روانگرایی (۳)..... ۵۹
- شکل ۲-۶۰) نحوه تأثیر فشار تحکیمی بر مقاومت در برابر روانگرایی (۳)..... ۶۰
- شکل ۲-۶۱) تأثیر نحوه نمونه سازی بر روی مقاومت در برابر روانگرایی (۳)..... ۶۰
- شکل ۲-۶۲) نمودار تغییر شکل حجمی نسبت به تنش مؤثر همه‌جانبه (۴۱)..... ۶۱
- شکل ۲-۶۳) تأثیر مقدار ریزدانه بر روی فاصله بین درشت دانه‌ها (۴۱)..... ۶۱
- شکل ۲-۶۴-الف) مقدار نسبت تخلخل ماکزیمم و مینیمم ماسه سیلت دار مونتری (۲۳)..... ۶۲
- شکل ۲-۶۴-ب) منحنی دانه بندی ماسه مونتری و یاتسویله و سیلت یاتسویله (۲۳)..... ۶۲
- شکل ۲-۶۵) گرافهای مقاومت سه محوری و مقدار سیلت الف) برای ماسه مونتری ب) برای ماسه یاتسویله (۲۳)..... ۶۲
- شکل ۲-۶۶) تأثیر سیلت بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی در $D_r=30\%$ (۲۳)..... ۶۳
- شکل ۲-۶۷) تصویری شماتیک از نحوه قرار گیری دانه‌ها و نسبت تخلخل معادل مربوطه (۳۲)..... ۶۳

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۲-۶۸) نحوه تأثیر ریزدانه بر نسبت ضریب تحکیم (۳۲) ۶۵
- شکل ۲-۶۹) تأثیر مقدار ریزدانه برروی مقاومت در برابر روانگرایی در e_s , e_f ثابت (۴۰) ۶۶
- شکل ۲-۷۰) تأثیر درصد سیلت برروی خطوط CSL (۷) ۶۷
- شکل ۲-۷۱) تعریف متغیرهای خط CSL (۷) ۶۷
- شکل ۲-۷۲) تأثیر روشهای مختلف نمونه‌سازی بر روی خط SSL مخلوط‌های ماسه و سیلت (۲۱) ۶۷
- شکل ۲-۷۳) تأثیر فشار تحکیمی برروی مقاومت ماکزیمم و باقیمانده (۲۱) ۶۹
- شکل ۲-۷۴) خطوط SSL برای آزمایشهای استاتیکی و دینامیکی (۲۱) ۶۹
- شکل ۲-۷۵) دیاگرام شماتیک تأثیر شرایط تحکیم و بازگشت تنش بر روی نحوه رفتار نمونه (۱۶) ۷۱
- شکل ۲-۷۶) نحوه تأثیر نسبت تنش تحکیمی بر مقاومت برشی سه محوری (۱۶) ۷۱
- شکل ۲-۷۷) تعیین ضریب کاهش تنش (k_σ) بر اساس عمق لایه مورد بررسی و بزرگی زلزله طرح (۲) ۷۳
- شکل ۲-۷۸) تخمین مقاومت در مقابل روانگرایی بکمک $(N_1)_{60}$ (۲) ۷۴
- شکل ۲-۷۹) مقادیر ضرایب تصحیح مقیاس بزرگای زلزله (یود و نوبل، ۱۹۷۷) (۲) ۷۷
- شکل ۲-۸۰) منحنیهای پیشنهادی برای تخمین ضریب تصحیح تنشهای سربار بالا (K_σ) (۲) ۷۸
- شکل ۲-۸۱) تغییرات ضریب اصلاح K_σ با نسبت تنش برشی استاتیکی (α) یا تنش نرمال اولیه (۲) ۷۹
- شکل ۲-۸۲) اثر همزمان فشار مؤثر همه‌جانبه و برش استاتیکی بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی (۳۳) ۷۹
- شکل ۲-۸۳) منحنی ارزیابی پتانسیل روانگرایی و اثر ضریب تصحیح (۳۳) ۸۰
- شکل ۳-۱) شمایی از دستگاه سه محوری سه محوری ۸۱
- شکل ۳-۲) شماتیک ابزار و وسایل مورد نیاز برای دستگاه سهمحوری سه محوری کنترل تنش (۳۰) ۸۲
- شکل ۳-۳) استفاده از لینییر بال در بالا و پایین میله اعمال بار برای کاهش اصطحکاک (۱۹) ۸۳
- شکل ۳-۴) سلول های سه محوری مورد استفاده ۸۳
- شکل ۳-۵) سری بالای نمونه ۸۴
- شکل ۳-۶) کفه زیز نمونه و شیرهای متصل به آن ۸۴
- شکل ۳-۷) مورد دستگاه ۸۵
- شکل ۳-۸) جک دستگاه ۸۶
- شکل ۳-۹) شیر های کنترل سیستم پنوماتیکی (EP) ۸۸
- شکل ۳-۱۰) سلول بار ۸۹

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۳-۱۱) سنسور سنجش فشار آب حفرهای ۹۰
- شکل ۳-۱۲) سنسور جابجایی سنج (LVDT) ۹۰
- شکل ۳-۱۳) تصویر دیتالاگر ۹۱
- شکل ۳-۱۴) غشا و قالب وسایر تجهیزات مورد استفاده برای انجام آزمایش ها ۹۲
- شکل ۳-۱۵) حد اکثر تغییر شکل‌های مجاز برای راد دستگاه (۳۰) ۹۴
- شکل ۳-۱۶) صفحه مقادیر اولیه ۹۵
- شکل ۳-۱۷) شمایی از منوی اشباع ۹۶
- شکل ۳-۱۸) پیش‌فشار مورد نیاز برای درجات مختلف اشباع بدون در نظر گرفتن Co_2 (۱۹) ۹۷
- شکل ۳-۱۹) صفحه تحکیم ۹۹
- شکل ۳-۲۰) تعریف پارامتر rc ۱۰۱
- شکل ۳-۲۱) گرافهای $N - q_d$ در شرایط یکسان k در دو rc متفاوت ۱۰۱
- شکل ۳-۲۲) گرافهای $CSR-K$ در rc های ثابت که از رابطه (۳-۵) بدست آمده است ۱۰۳
- شکل ۳-۲۳) منوی بارگذاری رندم ۱۰۴
- شکل ۳-۲۴) منوی بارگذاری مونوتونیک ۱۰۵
- شکل ۳-۲۵) منوی بارگذاری سه محوری ۱۰۶
- شکل ۳-۲۶) دیاگرام موهر کولمب در صورت تحکیم ایزوتروپ (۱۹) ۱۰۶
- شکل ۳-۲۷) در صورت تحکیم انیزوتروپ (سیلور ۱۹۷۶) (۱۹) ۱۰۷
- شکل ۳-۲۸) فرم های قابل قبول و غیر قابل قبول در اعمال بار سه محوری (۱۹) ۱۰۸
- شکل ۳-۲۹) منحنی‌های دانه‌بندی ماسه فیروزکوه و ماسه‌های استاندارد تیورا و سنجنایاما ۱۱۳
- شکل ۳-۳۰) میکروسکوپی ماسه فیروزکوه ۱۱۴
- شکل ۳-۳۱-الف) عکس SEM از ماسه فیروزکوه ۱۱۴
- شکل ۳-۳۱-ب) عکس SEM از سیلت فیروز ۱۱۴
- شکل ۳-۳۲) گراف e_{max}, e_{min} برای درصد سیلتهای متفاوت ۱۱۵
- شکل ۴-۱) نمودارهای $D - e_{sc}$ در درصد سیلتهای مختلف ۱۱۷
- شکل ۴-۲) مقایسه بین نمودارهای $CSR-N$ در درصد سیلتهای مختلف ۱۱۸
- شکل ۴-۳) مقایسه بین نمودارهای $CSR-SP$ در تعداد سیکل منجر به روانگرایی متفاوت ۱۱۹

فهرست اشکال

شماره صفحه	
۱۲۰	شکل ۴-۴) روشی تقریبی برای محاسبه درصد سیلت بحرانی
۱۲۱	شکل ۴-۶) منحنی های هیستریزیس برای ماسه خالص (ش.ت.۱۱)
۱۲۲	شکل ۴-۷) منحنی های هیستریزیس برای مخلوط ماسه با ۷۰٪ سیلت (ش.ت.۸۲)
۱۲۳	شکل ۴-۸) تأثیر فشار تحکیمی بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه و مخلوط ماسه و ۳۰٪ سیلت
۱۲۴	شکل ۴-۹) تأثیر فشار تحکیمی بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی در مخلوط ماسه و ۳۰٪ سیلت
۱۲۵	شکل ۴-۱۰) نتایج آزمایش برش مستقیم برای ماسه
۱۲۵	شکل ۴-۱۱) نتایج آزمایش برش مستقیم برای مخلوط ماسه و ۱۵٪ سیلت
۱۲۶	شکل ۴-۱۲) نتایج آزمایش برش مستقیم برای مخلوط ماسه و ۳۰٪ سیلت
۱۲۷	شکل ۴-۱۳) سنجش زمان شروع روانگرایی در ماسه در صورت بازگشت تنش (ش.ت.۱۰)
۱۲۸	شکل ۴-۱۴) سنجش زمان شروع روانگرایی در ماسه در صورت عدم بازگشت تنش در مدکشی (ش.ت.۳)
۱۲۸	شکل ۴-۱۵) سنجش زمان شروع روانگرایی در ماسه در صورت عدم بازگشت تنش در مد فشاری (ش.ت.۱۸)
۱۳۰	شکل ۴-۱۶) نمودارهای CSR-N در rc های متفاوت برای ماسه خالص
۱۳۰	شکل ۴-۱۷) تأثیر K و CSR بر روی پتانسیل روانگرایی
۱۳۱	شکل ۴-۱۸) تأثیر rc های بالاتر از یک بر مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه (ش.ت.۳۵)
۱۳۲	شکل ۴-۱۹) تأثیر rc های بالاتر از یک بر مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه (ش.ت.۲۸)
۱۳۲	شکل ۴-۲۰) تأثیر rc های بالاتر از یک بر مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه (ش.ت.۳۶)
۱۳۳	شکل ۴-۲۱) نمودارهای CSR-N در k های متفاوت برای ماسه خالص
۱۳۴	شکل ۴-۲۲) تأثیر $rc=0$ بر مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه (ش.ت.۳)
۱۳۴	شکل ۴-۲۳) تأثیر $rc<0$ بر مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه (ش.ت.۱)
۱۳۵	شکل ۴-۲۴) نمودارهای CSR-N در تحکیمهای ناهمسان کششی
۱۳۶	شکل ۴-۲۵) نمودارهای آزمایشی با $rc = 0.25$ (ش.ت.۷)
۱۳۸	شکل ۴-۲۶) نمودار ضریب تصحیح برش اولیه برای زلزله‌های با بزرگای $8/5$ ریشتر معادل با ۲۶ سیکل هارمونیک

شکل ۴-۲۷) نمودار ضریب تصحیح برش اولیه برای زلزله‌های با بزرگای ۸ ریشتر معادل با ۲۱ سیکل هارمونیک.....	۱۳۹
شکل ۴-۲۸) نمودار ضریب تصحیح برش اولیه برای زلزله‌های با بزرگای ۷/۵ ریشتر معادل با ۱۵ سیکل هارمونیک.....	۱۳۹
شکل ۴-۲۹) نمودار ضریب تصحیح برش اولیه برای زلزله‌های با بزرگای ۶/۷۵ ریشتر معادل با ۱۰ سیکل هارمونیک.....	۱۴۰
شکل ۴-۳۰) نمودارهای CSR-N برای rc های متفاوت در ۱۵٪ سیلت.....	۱۴۱
شکل ۴-۳۱) نمودارهای CSR-N برای rc های متفاوت در ۳۰٪ سیلت.....	۱۴۲
شکل ۴-۳۲) نمودارهای rc - K _{rc} برای تعداد سیکلهای منجر به روانگرایی متفاوت برای ۱۵٪ سیلت.....	۱۴۳
شکل ۴-۳۳) نمودارهای rc - K _{rc} برای تعداد سیکلهای منجر به روانگرایی متفاوت برای ۳۰٪ سیلت.....	۱۴۳
شکل ۴-۳۴) تعریف خطوط SSL, PTL, IPTL در نمودارهای مسیر تنش.....	۱۴۳
شکل ۴-۳۵) تعریف خطوط حالت در آزمایش سه محوری همسان انجام شده (ش.ت.۹).....	۱۴۵
شکل ۴-۳۶) یکتا نبودن خطوط IPTL _c بازای نسبت فشار تحکیمی متفاوت.....	۱۴۷
شکل ۴-۳۷) شیب خطوط IPTL برای rc های متفاوت در نمودارهای مسیر تنش.....	۱۴۹
شکل ۴-۳۸) مقایسه بین شیب خطوط IPTL در قسمت فشاری و کششی برای rc های متفاوت و در درصد سیلتهای مختلف.....	۱۴۹

۱-مقدمه

یکی از مسائلی که از دیر باز در مهندسی ژئوتکنیک مطرح بوده است رفتار لرزه‌ای ماسه‌های اشباع می‌باشد پدیده‌های مختلفی در نهشته‌های ماسه‌ای اشباع در حین زلزله بوجود می‌آید که نشست زمین^۱، گسترش جانبی^۲، بیرون‌زدگی سازه‌های زیرزمینی و جوشش ماسه‌ها از آن دسته‌اند.

تمام موارد فوق اهمیت بررسی رفتار ماسه‌های اشباع را بیان می‌کند لذا در بررسی ادبیات فنی ابتدا به ذکر خاستگاه‌های این بحث پرداخته می‌شود و در ادامه مطالعات آزمایشگاهی و طبقه‌بندی رفتارهای مختلف و عوامل مؤثر بر هر نوع رفتار تحت بارگذاری‌های گوناگون اعم از استاتیکی و دینامیکی در ماسه‌های اشباع بررسی خواهد شد.

از مسائل جدیدی که به این مبحث اضافه شده است یافتن تأثیر ریزدانه بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه‌ها است که هنوز به یک جواب واحد با توجه به حجم زیاد تحقیقات صورت گرفته نرسیده‌ایم که این بخاطر اختلاف نتایج بدست آمده از تستهای برجا و آزمایشگاهی است، در حالیکه خود تستهای آزمایشگاهی نیز بعضاً همدیگر را نقض میکنند. یکی از اهداف این تحقیق یافتن تأثیر سیلت بر روی مقاومت در مقابل روانگرایی ماسه‌هاست.

از آنجا که بارگذاری ناشی از زلزله بسیار سریع است و امکان زهکشی در حین بارگذاری وجود ندارد لذا مطالعه رفتار برشی تحت شرایط اشباع و زهکشی نشده انجام می‌گیرد.

در راستای بررسی رفتار خاکهای اشباع در شرایط زهکشی نشده مطالعات فراوانی انجام گرفته است این مطالعات امروزه به یکسری متد مهندسی برآورد پتانسیل روانگرایی انجامیده است. برای برآورد پتانسیل روانگرایی که از مهمترین مطالعات ژئوتکنیک لرزه‌ای در یک منطقه است باید ابزاری فراهم باشد که بتوان با آن پتانسیل را سنجید. روابط و گراف‌هایی برای ماسه‌های گوناگون توسط محققین مختلف برای این کار تهیه شده‌اند. اما از آنجا که یکی از پارامترهای بسیار با اهمیت فابریک خاک و انیزوتروپی ذاتی خاکهای دانه‌ای محتمل برای روانگرایی می‌باشد لذا استفاده چشم‌بسته از گراف‌های موجود چه بسا ما را به خطا پیش برد. لذا تمام مناطقی که این مطالعات برای آنها حائز ارزش است می‌بایست خاک مورد نظر منطقه را مورد ارزیابی قرار دهند. از آنجا که کشور ما از لرزه‌خیزترین مناطق جهان بشمار می‌رود مطالعات پهنه‌بندی و اثرات ساختگاه در پروژه‌ها چندی است اهمیت بسزایی پیدا کرده است. از آنجا که روابط روانگرایی برای خاکهای کشور تعریف و استخراج نشده و از طرفی ابزار مناسب آزمایشی نیز وجود ندارد لذا یکی از اهداف این تحقیق مشخص کردن گرافها و روابط مربوط به روانگرایی تحت اثر متغیرهای

^۱ - Ground Subsidence

^۲ - Lateral Spreading

گوناگون برای ماسه فیروزکوه است. نگرش دیگری که وجود دارد در زمینه تهیه مدل‌های رفتاری است برای ارائه مدل رفتاری و استفاده از آن در نرم‌افزارها و نهایتاً کمک‌گیری از این نرم‌افزارها در محاسبات پروژه‌ها نیاز به تست‌ها و آزمایشات فراوان روی رفتار خاکها در آزمایشگاه‌های مکانیک خاک می‌باشد. رفتار بدست آمده و داده متناظر آن در صورتی که این نوع آزمایشات تداوم یابد می‌تواند پشتوانه خوبی برای تهیه مدل‌های رفتاری باشد.

هدف دیگر این تحقیق که میتوان آنرا هدف اصلی نیز برشمرد، بررسی نحوه تأثیر ناهمسانی القایی بر روی پارامترهای مقاومتی و تغییرشکل‌یست. این ناهمسانی بخاطر اختلاف تنشهای اصلی تحکیمی رخ می‌دهد و از آنجا که اکثر نهشته‌های طبیعی بصورت ناهمسان تحکیم یافته‌اند مورد توجه می‌باشد. تحقیقات نشان داده که در نظر نگرفتن تأثیر این ناهمسانی در نتایج میتواند باعث گمراهی در شناسایی مقاومت خاک در مقابل روانگرایی شود. مطالعه این نوع ناهمسانی برای ماسه‌ها در تحقیقات محققان پیشین آمده است و تأثیر شدید آن بر پارامترهای مقاومتی گزارش شده است در حالیکه هنوز برای خاکهای حاوی ریزدانه تأثیر این ناهمسانی دیده نشده و مقالات محدودی از آن در دست است. در این تحقیق سعی بر آن است تا به بررسی این ناهمسانی و چگونگی تأثیر آن بر روی ترکیبات ماسه و سیلت بپردازیم تا شناخت بهتری از تأثیر این نوع ناهمسانی در خاکهای حاوی ریزدانه بدست آوریم.