دانشگاه قم
دانشکده فنی و مهندسی
پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران
گرایش ژئوتکنیک

عنوان:

بررسی تاثیر آلاینده گازوئیل بر پارامترهای ژئوتکنیکی خاک رسی ایلیت

اساتید راهنما:
دکتر علی‌محمد رجبی
دکتر حسن قاسم زاده

نگارنده:
حسین صافحیان

تابستان ۹۵

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه قم
دانشکده فنی و مهندسی
پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران
گرایش ژئوتکنیک

عنوان:

بررسی تاثیر آلاینده گازوئیل بر پارامترهای ژئوتکنیکی خاک رسی ایلیت

اساتید راهنما:
دکتر علی‌محمد رجبی
دکتر حسن قاسم زاده

نگارنده:
حسین صافحیان

تابستان ۹۵

«صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد»

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر(عجل الله تعالی فرجه الشریف)

جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم: رشته:

تحت عنوان: .....

با حضور هیأت داوران در محل دانشگاه قم در تاریخ: / / تشکیل گردید.

در این جلسه، پایان نامه با نمره (به عـدد ..... ، بـه حـروف .....) و

با درجه: عالی ○ بسیار خوب ○ خوب ○ قابل قبول ○ مورد دفاع قرار گرفت.

نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبه علمی	امضاء
	استاد راهنما		
	استاد مشاور		
	استاد ناظر		
	استاد ناظر		
	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی		

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده
نام و امضاء

مدیر امور آموزش و تحصیلات تکمیلی
نام و امضاء

مدیریت تحصیلات تکمیلی

« تعهد نامه اصالت پایان‌نامه / رساله »

اینجانب آقای/خانم: ..... به شماره دانشجویی: ..... دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد☐ دوره دکتری☐ رشته ..... که در تاریخ ...../...../.....۱۳ از پایان‌نامه/رساله خود تحت عنوان:"....." با کسب نمره ..... و درجه ..... دفاع نموده‌ام، بدین وسیله متعهد می‌شوم:

۱- این پایان‌نامه/ رساله حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه، کتاب، مقاله و....) استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و رویه موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده‌ام.

۲- این پایان‌نامه/ رساله قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین‌تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳- چنانچه بعد فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب، ثبت اختراع و.... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.

۴- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می‌پذیرم و دانشگاه قم مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی اینجانب هیچ‌گونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی متعهد:

تاریخ و امضاء:

صحت امضای دانشجو مورد تأیید است.

ناظر و نماینده تحصیلات تکمیلی

نام و نام خانوادگی: .....

تاریخ و امضاء:

تقدیم به:

خانواده‌ی عزیزم که در تمام مراحل زندگی، یار و همراه من بوده‌اند.

تقدیر:

پس از سپاس از خداوند مهربان که لطف و کرمش همیشه شامل این بنده حقیر بوده است، بر خود لازم می‌دانم که صمیمانه و خاضعانه تشکر و قدردانی به‌عمل آورم از:

- اساتید گرانقدرم آقایان دکتر علی‌محمد رجبی و دکتر حسن قاسم‌زاده؛ که همواره در حل مشکلات مرا راهنمایی نمودند و به انجام رسیدن این پایان نامه مرهون زحمات بی‌دریغ ایشان می‌باشد.
- از جناب آقای دکتر مرادی مدیر عامل شرکت زمین، فیزیک، پویا و مسؤولین آزمایشگاه این شرکت، که امکانات لازم برای انجام آزمایشات را در اختیار بنده قرار دادند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم.
- از شرکت سوراوجین عقیق برای در اختیار قرار دادن خاک مورد نیاز، تشکر می‌نمایم.

و در نهایت از خانواده‌ام که مشوق بنده بودند، بسیار سپاسگزارم.

در پایان از کلیه‌ی عزیزانی که در انجام این پایان نامه مرا یاری نمودند، کمال تشکر را دارم و موفقیت را برایشان، از خداوند متعال درخواست می‌کنم.

چکیده:

آلودگی خاک‌ها به مواد نفتی یکی از مهم‌ترین مخاطرات زیست محیطی در سراسر جهان به شمار می‌آید. امروزه با گسترش صنعت نفت، احتمال نشت مواد نفتی به داخل خاک زیاد می‌باشد. این پدیده علاوه بر خسارات زیست محیطی، باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک می‌شود. یکی از آسیب‌های ناشی از آلودگی نفتی خاک، تغییر رفتار ژئوتکنیکی آن است. هر چند روش‌های متعددی برای پاکسازی خاک‌های آلوده معرفی شده است، اما این روش‌ها هزینه‌بر بوده و دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. از این رو در صورت مطالعه دقیق رفتار ژئوتکنیکی خاک‌های آلوده، استفاده از این خاک‌ها در همان محل و یا در سایر پروژه‌های عمرانی، اقتصادی به نظر می‌رسد.

هر چند تاکنون مطالعاتی بر روی تأثیر آلاینده‌های نفتی بر روی خاک‌های درشت‌دانه انجام شده است؛ اما به دلیل رفتار پیچیده‌ی خاک‌های رسی در حضور سیال منفذی، مطالعات کمتری بر روی این نوع خاک‌ها تحت تاثیر آلودگی ناشی از مواد نفتی انجام گرفته است. از این رو، در این تحقیق رفتار ژئوتکنیکی خاک رسی خالص ایلیت در حضور آلاینده‌ی گازوئیل مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور در این مطالعه، از آزمایش‌های تراکم استاندارد و تحکیم یک بعدی برای بررسی اثر آلاینده‌ی گازوئیل بر ویژگی‌های تراکم و تحکیم‌پذیری این نوع خاک استفاده شده است. هم‌چنین به منظور بررسی چگونگی تغییر خواص مقاومتی خاک آلوده از آزمایش‌های برش مستقیم و مقاومت فشاری محصور نشده استفاده گردیده است. در ادامه به منظور مطالعه ویژگی‌های ریز ساختاری خاک آلوده در مقایسه با حالت طبیعی خاک، از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) استفاده شده است. در این تحقیق خاک رس مورد مطالعه، با درصدهای وزنی مختلف گازوئیل، آلوده و به مدت هفت روز نگه‌داری و عمل‌آوری شد. سپس آزمایش‌های مورد نظر بر روی خاک اعمال شدند. نتایج آزمایشات تراکم و تحکیم نشان می‌دهند که با افزایش درصد آلاینده، وزن مخصوص خشک بیشینه و رطوبت بهینه، کاهش یافته و میزان تحکیم‌پذیری خاک افزایش می‌یابد. هم‌چنین در آزمایش برش مستقیم با افزایش درصد آلاینده، چسبندگی و زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک کاهش یافته و در نتیجه مقاومت برشی خاک آلوده نسبت به خاک غیرآلوده، کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش مقاومت فشاری محصور نشده نشان می‌دهد که با افزایش درصد آلاینده، مقاومت تک‌محوری خاک، روند کاهشی دارد. هم‌چنین نتایج آزمایش میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، نشان دهنده‌ی کاهش سطح ویژه‌ی خاک، در اثر افزایش آلودگی می‌باشد، که خود می‌تواند روند تغییرات پارامترهای مورد بررسی در خاک را توجیه نماید.

واژه‌های کلیدی: خاک آلوده، ایلیت، گازوئیل، پارامترهای ژئوتکنیکی

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل ۱: کلیات ۱

۱-۱- پیشگفتار ۲

۱-۲- اهمیت و ضرورت انجام پژوهش ۳

۱-۳- اهداف پژوهش ۳

۱-۴- نوآوری پژوهش ۴

۱-۵- ساختار فصول پایان‌نامه ۴

فصل ۲: ادبیات فنی و مروری بر تحقیقات پیشین ٦

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- خاک ۷

۲-۲-۱- تعریف خاک ۷

۲-۲-۲- طبقه بندی خاک ۷

۲-۳- کانی‌های رسی ۹

۲-۳-۱- انواع کانی‌های رسی ۱۱

۲-۳-۱-۱- کانی کائولینیت ۱۱

۲-۳-۱-۲- کانی ایلیت ۱۲

۲-۳-۱-۳- کانی مونت موریلونیت ۱۳

۲-۳-۲- سطح مخصوص خاک ۱۴

۲-۳-۳- لایه‌ی دوگانه ۱۴

۲-۳-۴- ظرفیت تبادل کاتیونی ۱۵

۲-۳-۵- بافت خاک‌های رسی ۱۶

۲-۴- آلاینده‌های خاک ۱۷

۲-۴-۱- هیدروکربن‌ها ۱۷

۲-۴-۱-۱- نفت و فرآورده‌های نفتی ۱۸

۲-۴-۱-۲- گازوئیل ۱۹

۲-۵- نحوه‌ی آلودگی خاک ۲۰

۲-۶- مروری بر تحقیقات گذشته ۲۱

۲-۶-۱- پارامترهای مقاومت برشی ۲۲

۲-۶-۲- مقاومت فشاری تک محوری ۲۶
۲-۶-۳- حدود اتربرگ ۲۷
۲-۶-۴- تراکم پذیری ۲۹
۲-۶-۵- تحکیم پذیری ۳۰
۲-۶-۶- نفوذپذیری ۳۲
۲-۷- جمع‌بندی ۳۳

فصل ۳: مواد و روش‌ها ۳٤
۳-۱- مقدمه ۳۵
۳-۲- خاک مورد مطالعه ۳۵
۳-۳- آلاینده‌ی مورد مطالعه ۳۷
۳-۴- آزمایشات تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه ۳۷
۳-۴-۱- تعیین درصد رطوبت خاک ۳۸
۳-۴-۲- آزمایش حدود اتربرگ ۴۰
۳-۴-۲-۱- حد روانی ۴۱
۳-۴-۲-۲- حد خمیری ۴۲
۳-۴-۳- آزمایش تعیین Gs ۴۳
۳-۴-۴- آزمایش دانه‌بندی خاک ۴۴
۳-۴-۵- تعیین pH ۴۵
۳-۴-۶- تعیین ترکیبات شیمیایی ۴۶
۳-۵- نحوه‌ی تهیه‌ی نمونه‌های آلوده ۴۶
۳-۶- نحوه‌ی انجام آزمایش‌های موضوع تحقیق ۴۸
۳-۶-۱- آزمایش تراکم ۴۹
۳-۶-۲- آزمایش تحکیم ۵۱
۳-۶-۳- آزمایش مقاومت فشاری محصور نشده (تک‌محوری) ۵۲
۳-۶-۴- آزمایش برش مستقیم ۵۵
۳-۶-۵- آزمایش میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ۵۸

فصل ٤: تجزیه و تحلیل نتایج ٦١
۴-۱- مقدمه ۶۲
۴-۲- آزمایشات انجام شده ۶۲
۴-۳- نتایج آزمایشات شناسایی خاک و گازوئیل ۶۲

۴-۴- نتایج آزمایش‌ها..... ۶۵
۴-۴-۱- نتایج آزمایش میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)..... ۶۵
۴-۴-۲- آزمایش تراکم..... ۶۹
۴-۴-۳- آزمایش تحکیم..... ۷۰
۴-۴-۴- آزمایش برش مستقیم..... ۷۲
۴-۴-۴-۱- تعیین مدت زمان عمل‌آوری نمونه‌ها..... ۷۲
۴-۴-۴-۲- تاثیر افزایش گازوئیل بر نتایج آزمایش‌های برش مستقیم..... ۷۳
۴-۴-۴-۳- تاثیر افزایش رطوبت بر نتایج آزمایش‌های برش مستقیم..... ۷۸
۴-۴-۵- آزمایش مقاومت فشاری محصور نشده (تک‌محوری)..... ۸۰
۴-۵- جمع بندی..... ۸۲

فصل ۵: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات **۸۴**
۵-۱- مقدمه..... ۸۵
۵-۲- نتیجه‌گیری..... ۸۵
۵-۳- پیشنهادات و زمینه‌های ادامه تحقیق..... ۸۷

منابع **۸۸**
منابع..... ۸۹

پیوست **۹۳**
پیوست ۱: روابط استفاده شده..... ۹۴
پ۱-۱: رابطه آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک..... ۹۴
پ۱-۲: رابطه آزمایش تعیین G_S..... ۹۴
پ۱-۳: روابط آزمایش حدود اتربرگ..... ۹۴
پ۱-۴: روابط آزمایش تراکم استاندارد..... ۹۵
پ۱-۵: روابط آزمایش تحکیم..... ۹۵
پ۱-۶: رابطه آزمایش برش مستقیم..... ۹۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) حدود جداکننده اندازه ذرات خاک ۸
جدول (۲-۲) درصد عناصر تشکیل دهنده‌ی نفت خام ۱۹
جدول (۲-۳) سوخت‌های به دست آمده از نفت خام ۱۹
جدول (۴-۱) آزمایشات انجام شده ۶۲
جدول (۴-۲) مشخصات خاک ایلیت مصرفی ۶۳
جدول (۴-۳) آنالیز شیمیایی خاک ۶۴
جدول (۴-۴) مشخصات گازوئیل مورد استفاده ۶۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۲-۱) واحد چهار وجهی سیلیسیوم-اکسیژن ۱۰
شکل (۲-۲) صفحه‌ی سیلیکا ۱۰
شکل (۲-۳) واحد هشت وجهی آلومینیم یا منیزیم ۱۰
شکل (۲-۴) صفحه‌ی گیبسیت ۱۱
شکل (۲-۵) ساختار کانی کائولینیت ۱۱
شکل (۲-۶) عکس گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی از کانی کائولینیت ۱۲
شکل (۲-۷) ساختار کانی ایلیت ۱۲
شکل (۲-۸) عکس گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی از کانی ایلیت ۱۳
شکل (۲-۹) ساختار کانی مونت موریلونیت ۱۳
شکل (۲-۱۰) عکس گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی از کانی مونت موریلونیت ۱۴
شکل (۲-۱۱) لایه‌ی دوگانه ۱۵
شکل (۲-۱۲) انواع بافت خاک ۱۶
شکل (۲-۱۳) تاثیر مقدار گازوئیل و آب بر روی چسبندگی کائولینیت ۲۴
شکل (۲-۱۴) تاثیر مقدار گازوئیل و آب بر روی زاویه اصطکاک کائولینیت ۲۴
شکل (۲-۱۵) تاثیر مقدار گازوئیل بر روی پارامترهای مقاومت برشی نمونه های خاک ۲۵
شکل (۲-۱۶) تاثیر میزان نفت بر مقاومت فشاری تک محوری خاک CL ۲۶
شکل (۲-۱۷) تاثیر مقدار گازوئیل بر مقاومت برشی زهکشی نشده کائولینیت ۲۷
شکل (۲-۱۸) مشخصات خمیری رس آلوده با درصدهای مختلف گازوئیل ۲۸
شکل (۲-۱۹) منحنی های تراکم برای نمونه های CL ۲۹
شکل (۲-۲۰) نمونه های تحکیم برای ماسه تمیز و آلوده ۳۱
شکل (۲-۲۱) تاثیر مقدار گازوئیل بر پارامترهای تحکیم کائولینیت ۳۲
شکل (۳-۱) مراحل انجام پژوهش ۳۵
شکل (۳-۲) موقعیت معدن خاک ایلیت ۳۷
شکل (۳-۳) محل معدن و دستگاه های سنگ شکن ۳۷
شکل (۳-۴) ترازو و گرمخانه‌ی مورد استفاده ۴۰

شکل (۳-۵) وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایش جام کاساگرانده ۴۲
شکل (۳-۶) نحوه‌ی ایجاد شیار در جام کاساگرانده ۴۲
شکل (۳-۷) لوازم آزمایش هیدرومتری..... ۴۵
شکل (۳-۸) دستگاه pH سنج استفاده شده..... ۴۶
شکل (۳-۹) تعدادی از نمونه‌های آلوده‌ی آماده شده ۴۸
شکل (۳-۱۰) وسایل آزمایش تراکم استاندارد..... ۵۰
شکل (۳-۱۱) دستگاه‌های تحکیم استفاده شده..... ۵۲
شکل (۳-۱۲) نمونه‌های آزمایش تحکیم..... ۵۲
شکل (۳-۱۳) قالب آزمایش تک‌محوری..... ۵۳
شکل (۳-۱۴) تعدادی از نمونه‌های آماده شده برای آزمایش تک محوری..... ۵۴
شکل (۳-۱۵) نمونه‌ی گسیخته شده در آزمایش تک‌محوری..... ۵۵
شکل (۳-۱۶) دستگاه برش مستقیم دیجیتالی استفاده شده..... ۵۷
شکل (۳-۱۷) جعبه‌ی برش آماده شده برای شروع آزمایش..... ۵۷
شکل (۳-۱۸) قطعات جعبه‌ی برش و نمونه‌ی آماده شده..... ۵۸
شکل (۳-۱۹) ساختمان شماتیک یک میکروسکوپ نیروی اتمی..... ۵۹
شکل (۳-۲۰) نمونه‌ی آماده شده برای عکسبرداری..... ۵۹
شکل (۳-۲۱) میکروسکوپ استفاده شده..... ۶۰
شکل (۴-۱) منحنی دانه‌بندی خاک ایلیت..... ۶۳
شکل (۴-۲) توپوگرافی خاک با ۵ درصد آب..... ۶۵
شکل (۴-۳) توپوگرافی خاک با ۵ درصد گازوئیل..... ۶۶
شکل (۴-۴) توپوگرافی خاک با ۱۰ درصد گازوئیل..... ۶۶
شکل (۴-۵) توپوگرافی خاک با ۲۰ درصد گازوئیل..... ۶۷
شکل (۴-۶) مقطع عرضی خاک با ۵ درصد آب..... ۶۷
شکل (۴-۷) مقطع عرضی خاک با ۵ درصد گازوئیل..... ۶۸
شکل (۴-۸) مقطع عرضی خاک با ۱۰ درصد گازوئیل..... ۶۸
شکل (۴-۹) مقطع عرضی خاک با ۲۰ درصد گازوئیل..... ۶۹
شکل (۴-۱۰) منحنی‌های تراکم خاک تمیز و آلوده به درصدهای مختلف گازوئیل..... ۷۰
شکل (۴-۱۱) نمودار e-logP در نمونه‌های با درصدهای مختلف گازوئیل..... ۷۱

شکل (۴-۱۲) مقدار شاخص فشردگی بر حسب درصد گازوئیل..... ۷۱
شکل (۴-۱۳) نمودار مقاومت برشی بر حسب زمان ۷۳
شکل (۴-۱۴) نمودار تنش برشی بر حسب تغییر مکان افقی در درصدهای مختلف آلودگی در تنش قائم ۵۰kPa..... ۷۴
شکل (۴-۱۵) نمودار تنش برشی بر حسب تغییر مکان افقی در درصدهای مختلف آلودگی در تنش قائم ۱۰۰kPa..... ۷۴
شکل (۴-۱۶) نمودار تنش برشی بر حسب تغییر مکان افقی در درصدهای مختلف آلودگی در تنش قائم ۱۵۰kPa..... ۷۵
شکل (۴-۱۷) تاثیر درصد گازوئیل بر مقاومت برشی در تنش‌های نرمال مختلف ۷۵
شکل (۴-۱۸) تأثیر درصد آلاینده بر چسبندگی خاک ایلیت..... ۷۶
شکل (۴-۱۹) تأثیر درصد آلاینده بر زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک ایلیت..... ۷۶
شکل (۴-۲۰) درصد تغییرات چسبندگی بر حسب افزایش گازوئیل در خاک ایلیت..... ۷۷
شکل (۴-۲۱) درصد تغییرات زاویه‌ی اصطکاک داخلی بر حسب افزایش گازوئیل در خاک ایلیت..... ۷۷
شکل (۴-۲۲) تأثیر درصد گازوئیل و آب بر چسبندگی خاک ایلیت..... ۷۹
شکل (۴-۲۳) تأثیر درصد گازوئیل و آب بر زاویه‌ی اصطکاک داخلی خاک ایلیت..... ۷۹
شکل (۴-۲۴) نمودار مقاومت فشاری محصور نشده بر حسب کرنش محوری در درصدهای مختلف آلودگی..... ۸۱
شکل (۴-۲۵) اثر گازوئیل بر مقاومت فشاری تک‌محوری..... ۸۲

فصل ۱:

کلیات