



دانشکده مهندسی
گروه مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

تعیین فاصله زمانی بهینه بین مرحله اختلاط و تراکم برای درصدهای مختلف بکار رفته آهک جهت تثبیت خاک

نگارش:

محسن غفاری

استاد راهنما:

دکتر مسعود اولی پور

استاد مشاور:

مهندس سید عبدالله حسینی دهدشتی

بهار ۱۳۸۹

بِناَمِ خِدا

نظر هیئت داوران

استاد راهنما : جناب آقای دکتر مسعود اولی پور

تاریخ و امضا

استاد داور : جناب آقای

تاریخ و امضا

تعهد نامه

بدینوسیله اینجانب محسن غفاری تعهد می‌نمایم که مطالب ارائه شده در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی و تحقیق اینجانب می‌باشد و قبلاً برای احراز هیچ مدرک دیگری ارائه نشده است. رجوع به دست‌آوردهای دیگران که در این پایان‌نامه از آنها استفاده شده مطابق مقررات ارجاع داده شده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده مهندسی عمران دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: محسن غفاری

امضاء:

تاریخ:

قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از استادان عزیزم آقایان دکتر مسعود اولی‌پور و مهندس سیدعبداله حسینی -
دهدشتی به واسطه حمایت و راهنمایی‌های ارزشمندشان و همچنین کلیه دوستانی که در دوران
تحصیل مرا یاری نموده‌اند به خصوص آقایان حامد کریمیان ، محمد شهبازی ، مهدی مستعار و احسان
یزدانی تشکر و قدردانی نمایم.

فهرست مطالب

.....چکیده

فصل اول

.....مقدمه ۱

..... ۱-۱ تعریف موضوع ۱

..... ۲-۱ طبقه بندی روشهای بهبود کیفیت و مقاومت خاک ۲

..... ۳-۱ تعریف مسأله ، شرح و روش اجرا ۲

..... ۴-۱ تقسیمات موضوعی پروژه ۳

فصل دوم

.....پیشینه تحقیق (مروری بر خاکهای رسی، تثبیت با آهک و اجرا) ۴

..... ۱-۲ خاکهای رسی ۵

..... ۱-۲-۱ لایه تتراهیدرال ۵

..... ۲-۱-۲ لایه اوکتاهیدرال ۶

..... ۳-۱-۲ کانیهای رس ۷

۱۳	..... ذره رس ۴-۱-۲
۱۴	..... ساختار خاک‌های رسی ۵-۱-۲
۱۶	..... تقویت و اصلاح خاک ۲-۲
۱۷	..... کوبیدن و فشرده کردن خاک ۱-۲-۲
۱۸	..... پایدارسازی به کمک تثبیت ۲-۲-۲
۱۸	..... روش‌های مکانیکی ۱-۲-۲-۲
۲۰	..... روش‌های شیمیایی ۲-۲-۲-۲
۲۰	..... آهک ۳-۲-۲
۲۲	..... مقایسه آهک زنده و هیدراته در تثبیت خاک ۱-۳-۲-۲
۲۲	..... واکنش‌های شیمیایی خاک و آهک ۴-۲-۲
۲۴	..... واکنش‌های بلندمدت (stabilization soil) ۱-۴-۲-۲
۲۷	..... واکنش‌های کوتاه مدت (soil Modification) ۲-۴-۲-۲
۲۸	..... عوامل موثر بر واکنش‌های بین خاک و آهک ۵-۲-۲
۲۸	..... فواید استفاده از آهک جهت تثبیت ۶-۲-۲
۲۹	..... طرح خاک تثبیت شده با آهک ۷-۲-۲
۳۰	..... روش‌های به دست آوردن حداقل میزان آهک جهت اصلاح خاک ۱-۷-۲-۲

۳۲	.....اجرای تثبیت خاک با آهک.....۸-۲-۲
۳۴	.....آماده کردن خاک.....۱-۸-۲-۲
۳۸	.....پخش آهک.....۲-۸-۲-۲
۴۲	.....معاینه و محاسن روش‌های مختلف پخش آهک.....۳-۸-۲-۲
۴۵	.....روش‌های اختلاط خاک و آهک.....۴-۸-۲-۲
۵۰	.....تراکم و کوبیدن مخلوط خاک و آهک.....۵-۸-۲-۲
۵۱	.....عمل آوردن.....۶-۸-۲-۲
۵۲	.....کنترل کیفیت.....۷-۸-۲-۲
۵۵	.....غیریکنواختی مشخصات.....۸-۸-۲-۲

فصل سوم

۵۷	.....آماده سازی نمونه‌ها و آزمایش‌ها.....
۵۸	.....۱-۳ آماده سازی خاک مورد نظر جهت ساخت نمونه‌ها.....
۵۸	.....۱-۱-۳ مقدار رطوبت اولیه خاک و تثبیت کننده.....
۵۹	.....۲-۱-۳ اختلاط خاک با آهک.....
۵۹	.....۱-۲-۱-۳ وسیله اختلاط.....
۵۹	.....۲-۲-۱-۳ عملیات اختلاط.....
۵۹	.....۳-۲-۱-۳ درصد اختلاط.....

۶۰ ۳-۱-۲-۴ زمان بین اختلاط و تراکم: (Mellowing Time) ۶۰

۶۰ ۳-۱-۳ ساخت نمونه‌ها و نمونه‌گیری ۶۰

۶۳ ۳-۱-۴ خارج کردن نمونه‌ها از قالب ۶۳

۶۴ ۳-۱-۵ مراقبت و نگهداری نمونه‌ها و زمان عمل‌آوری ۶۴

۶۵ ۳-۲ آزمایش‌ها ۶۵

فصل چهارم

۶۶ نتایج آزمایشگاهی ۶۶

۶۷ ۴-۱ ترکیب شیمیایی خاک و آهک شکفته استفاده شده ۶۷

۶۸ ۴-۲ طبقه بندی و دانه بندی خاک ۶۸

۶۹ ۴-۳ محاسبه چگالی ویژه ۶۹

۶۹ ۴-۴ بدست آوردن PH خاک و حداقل آهک لازم ۶۹

۷۰ ۴-۵ نتایج آزمایش پروکتور استاندارد ۷۰

۷۱ ۴-۶ نتایج حدود اتربرگ ۷۱

۷۴ ۴-۷ نتایج آزمایش مقاومت تک محوری ۷۴

۸-۴ نتایج آزمایش برش (C) ۷۸

فصل پنجم

خلاصه و نتیجه‌گیری ۸۰

۱-۵ بررسی و خلاصه نتایج ۸۱

۲-۵ پیشنهادات اجرایی ۸۳

منابع و مراجع

منابع و مراجع ۸۴

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ لایه تتراهیدرال ۶
- شکل ۲-۲ اوکتاهیدرال ۶
- شکل ۳-۲ لایه اوکتاهیدرال ۷
- شکل ۴-۲ ورقه کائولی نایت ۸
- شکل ۵-۲ ذرات کائولی نایت با روی هم قرار گرفتن ورقه ها تشکیل می شود ۸
- شکل ۶-۲ ذرات کائولی نایت ۸
- شکل ۷-۲ تصویر میکروسکوب الکترونیکی از کانی کائولی نایت ۹
- شکل ۸-۲ کانی ایلایت ۱۰
- شکل ۹-۲ ذره ایلایت به صورت صفحه با شکل نامنظم ۱۰
- شکل ۱۰-۲ تصویر میکروسکوب الکترونیکی از کانی ایلایت ۱۱
- شکل ۱۱-۲ مونت موریلونایت ۱۲
- شکل ۱۲-۲ تصویر میکروسکوب الکترونیکی از کانی مونت موریلونایت ۱۳
- شکل ۱۳-۲ در مونت موریلونایت کلسیم فاصله بین ورقه ها با آب و کاتیون ها پر می شود ۱۳
- شکل ۱۴-۲ تراکم دینامیکی ۱۹
- شکل ۱۵-۲ شناورسازی به همراه لرزاندن ۱۹
- شکل ۱۶-۲ زهکش عمودی ۱۹
- شکل ۱۷-۲ انواع آهک ۲۱

فهرست اشکال

- شکل ۲-۱۸ تصویر میکروسکوب الکترونیکی از خاک تثبیت شده با آهک ۲۴
- شکل ۲-۱۹ نمودار تعیین درصد اولیه آهک اختلاط ۳۲
- شکل ۲-۲۰ پخش آهک شکفته توسط کامیون‌های کمپرسی ۳۹
- شکل ۲-۲۱ پخش آهک زنده توسط کامیون‌های کمپرسی ۴۰
- شکل ۲-۲۲ پخش دوغاب آهک ۴۲
- شکل ۲-۲۳ اختلاط با استفاده از تیغه‌گریدر ۴۶
- شکل ۲-۲۴ اختلاط با استفاده از مخلوط‌کن دوار ۴۷
- شکل ۲-۲۵ ماشین شخم‌زن دیسکدار ۴۹
- شکل ۲-۲۶ پخش قیر محافظت ۵۲
- شکل ۲-۲۷ تغییر رنگ محلول فنل‌فتالین ۵۳
- شکل ۳-۱ خشک کردن خاک ۵۸
- شکل ۳-۲ نمونه با زمانهای تاخیر مختلف ۶۰
- شکل ۳-۳ جزئیات چکش و قالب تراکم ویژه ۶۱
- شکل ۳-۴ تلق حلقوی برای سهولت خروج نمونه ۶۲
- شکل ۳-۵ ترازو اندازه‌گیری ۶۲
- شکل ۳-۶ جک جهت خروج نمونه‌ها از قالب ۶۳
- شکل ۳-۷ مراقبت و نگهداری نمونه‌ها ۶۴
- شکل ۴-۱ منحنی دانه‌بندی ۶۸
- شکل ۴-۲ نتایج آزمایش PH خاک تثبیت شده ۶۹

فهرست اشکال

- شکل ۳-۴ نتایج آزمایش پروکتور استاندارد ۷۰
- شکل ۴-۴ تغییرات LL با طول عمر نمونه ۷۲
- شکل ۵-۴ تغییرات PI- عمر نمونه ۴ ساعت ۷۳
- شکل ۶-۴ تغییرات PI- عمر نمونه ۲۸ روز ۷۳
- شکل ۷-۴ نتایج آزمایش تک محوری Soil ۷۴
- شکل ۸-۴ نمونه گسیخته شده با ۴٪ آهک- عمر نمونه از چپ به راست : ۴ ساعت - ۲۸ روز ۷۵
- شکل ۹-۴ نمونه گسیخته شده با ۷٪ آهک- عمر نمونه از چپ به راست : ۴ ساعت - ۲۸ روز ۷۵
- شکل ۱۰-۴ تغییرات q_u آهک ۴٪ ۷۶
- شکل ۱۱-۴ تغییرات q_u آهک ۷٪ ۷۶
- شکل ۱۳-۴ تصویر میکروسکوپی از راست به چپ : Soil+Lime (۲۸ day) – Natural Soil ۷۷
- شکل ۱۶-۴ تغییرات مقاومت برشی (C) ۷۸

فهرست جداول

جدول ۱-۲ اشکال مختلف ذره رس	۱۴
جدول ۲-۲ انواع فابریک خاک رس	۱۵
جدول ۱-۴ ترکیب شیمیایی آهک شکفته	۶۷
جدول ۲-۴ ترکیب شیمیایی خاک	۶۷
جدول ۲-۴ نتایج آزمایش توده‌ویژه	۶۹

چکیده پایان نامه

نام خانوادگی: غفاری	نام: محسن	
عنوان پایان نامه: تعیین فاصله زمانی بهینه بین مرحله اختلاط و تراکم برای درصد‌های مختلف بکار رفته آهک جهت تثبیت خاک		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران	گرایش: مکانیک خاک و پی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۲/۱۳	تعداد صفحه: ۹۰
کلید واژه ها: تثبیت- آهک - زمان تاخیر بین اختلاط و تراکم - مقاومت فشاری تک‌محوری- خاک		
چکیده: <p>یکی از مشکلاتی که در پروژه‌های عمرانی با آن روبرو می‌شویم کیفیت و خواص نامطلوب مهندسی خاک و بستر موجود است. تثبیت خاک و بهبود کیفیت خواص مهندسی آن ، از روش‌های گوناگونی مانند عملیات مکانیکی و یا اضافه کردن مواد شیمیایی به خاک امکان پذیر است. تثبیت خاک بستگی به ویژگی‌های خاک و مشخصات پروژه دارد. استفاده از مخلوط‌های خاک و آهک یکی از روش‌هایی است که در بسیاری از موارد سبب افزایش مقاومت خاک و بهبود کیفیت مهندسی آن شده و به راحتی امکان ایجاد پروژه را برآورد خواهد ساخت و نیازی به جابجایی منبع موجود در محل پروژه ندارد. در کشور ما، بخصوص در استان خوزستان در بیشتر پروژه‌ها وجود بسترهای رسی مشکلات فراوانی را بوجود آورده است. در این تحقیق سعی شده که راه‌حل‌های موجود جهت مقابله با این مشکلات را بهتر کرد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تغییرات ایجاد شده در پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک‌های رسی شهر اهواز (منطقه زیتون) بر اثر تثبیت با آهک است. به طور معمول حین عملیات تثبیت در پروژه‌های عمرانی ، پس از پایان مرحله اختلاط خاک با آهک و شروع عملیات تراکم مخلوط وقفه‌های زمانی بدیالی مانند خرابی ماشین‌آلات ، وسعت پروژه ، زمان استراحت نیروهای انسانی و ... به وجود می‌آید. یکی از عوامل موثر بر روی خصوصیات مهندسی خاک تثبیت شده با آهک ، زمان تاخیر بین مرحله اختلاط و تراکم خاک است. برای تحقیق خاک رس مربوط به شهر اهواز تهیه شده و سپس نمونه‌هایی با صفر، ۴ و ۷ درصد آهک (نسبت به وزن خشک خاک) آماده شده‌است. در هنگام آماده کردن نمونه‌ها ، زمان بین مرحله اختلاط و تراکم را به ترتیب صفر ، ۱۵ ، ۳۰ ، ۶۰ ، ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه انتخاب شده‌است. نمونه‌ها با طول عمر ۴ ساعت ، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز آماده شده و سپس آزمایش‌های نظیر تست تک‌محوری ، مقاومت برشی و حدود اتربرگ انجام داده و نتایج را با هم مقایسه کرده تا بتوانیم بهترین زمان بین مرحله اختلاط و تراکم را بدست آوریم. برای نمونه ۴٪ و ۷٪ آهک با عمر نمونه ۴ ساعت و ۲۸ روز ، با کاهش زمان تاخیر بین اختلاط و تراکم PI کاهش می‌یابد . با افزایش طول عمر نمونه‌های تثبیت شده ، با کاهش زمان تاخیر بین اختلاط و تراکم ، مقاومت تک‌محوری افزایش می‌یابد . در مورد نمونه‌های تثبیت شده، با طول عمر ۲۸ روز، بیشترین مقدار مقاومت برشی در زمان تاخیر بین اختلاط و تراکم ۱۵ دقیقه است . با افزایش طول عمر نمونه‌های تثبیت شده ، با کاهش زمان تاخیر بین اختلاط و تراکم ، مقدار مقاومت برشی افزایش می‌یابد .</p>		

فصل اول:

مقدمه

مقدمه

۱-۱ تعریف موضوع

با توسعه مناطق شهری و نیاز به امکانات زیربنایی و ساختمانی، ملزم به استفاده روز افزون از مصالح مدرن هستیم و همین امر سبب جایگزین شدن مصالح با کیفیت، سهل‌الوصول و مقرون به صرفه به جای مصالح سنتی و پرهزینه شده‌است.

استفاده از مخلوط‌های خاک و آهک یکی از روش‌هایی است که در بسیاری از موارد سبب افزایش مقاومت خاک و بهبود کیفیت مهندسی آن شده و به راحتی امکان ایجاد پروژه را برآورد خواهد کرد و نیازی به جابجایی منابع موجود در محل پروژه ندارد.

یکی از مشکلاتی که عموماً در پروژه‌های عمرانی با آن روبرو می‌شویم کیفیت و خواص نامطلوب مهندسی خاک و بستر موجود است.

برای پروژه‌هایی که در مکان‌هایی با مشکلات ناشی از خاک موجود قرار دارند، می‌توان از راه‌حل‌های زیر استفاده کرد :

(۱) جابجایی محل پروژه: اغلب در مورد پروژه‌های بزرگ نظیر راه‌ها و یا مکان‌های توسعه‌ای مقدور نمی‌باشد.

(۲) طراحی سازه ای متناسب با شرایط در محل که ممکن است هزینه‌های پروژه را افزایش دهد.

(۳) تعویض خاک بستر: این عمل با توجه به هزینه بالای عملیات خاک‌برداری و مسائل ترافیکی نیز هزینه بالایی دارد.

۴) تلاش برای بهسازی خاک موجود: این روش سبب می‌شود که هزینه‌های ناشی از سایر روش‌های بالا کاهش یافته و عملیات عمرانی پروژه را در زمان کمتری انجام دهیم.

۲-۱ طبقه بندی روشهای بهبود کیفیت و مقاومت خاک:

انتخاب یکی از روش‌های اصلاح و بهبود خواص مهندسی خاک به عوامل بسیاری وابسته است که

می‌توان به چند نمونه زیر اشاره کرد:

۱- حجم و وسعت بهسازی مورد نیاز

۲- نوع خاک و خواص مهندسی و شرایط زهکشی

۳- هزینه و منابع مالی

۴- در دسترس بودن تجهیزات مناسب و نیروی متخصص

۵- تأثیر زیست محیطی بر مکان‌ها مجاور

۶- سازه‌ها و پروژه‌های عمرانی مجاور

۷- عمر طرح

۳-۱ تعریف مسأله ، شرح و روش اجرا

تثبیت خاک و بهبود کیفیت و خواص مهندسی از راه‌های گوناگون مانند عملیات مکانیکی و یا

اضافه کردن مواد شیمیایی به خاک امکان‌پذیر است. تثبیت خاک بستگی به نوع و ویژگی‌های خاک و مشخصات پروژه دارد.

در کشور ما، بخصوص در استان خوزستان در بیشتر پروژه‌ها وجود بسترهای رسی مشکلات فراوانی را

بوجود آورده‌است و استفاده از آهک جهت تثبیت خاک یکی از روش‌های بهبود خواص مهندسی آن

است. به طور معمول حین عملیات تثبیت در پروژه‌های عمرانی، پس از پایان مرحله اختلاط خاک با

آهک و شروع عملیات تراکم مخلوط وقفه‌های زمانی بدلیل خرابی ماشین‌آلات ، وسعت پروژه ، زمان استراحت نیروهای انسانی و ... به وجود می‌آید. در تحقیق حاضر، اثر تاخیر زمانی بین مرحله اختلاط و تراکم خاک تثبیت شده با آهک بر تغییرات ایجاد شده در پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک‌های رسی شهر اهواز بررسی شده‌است.

برای تحقیق خاک رس مربوط به شهر اهواز انتخاب شده و سپس نمونه‌هایی خاک با ۰ ، ۴ و ۷ درصد آهک (نسبت به وزن خشک خاک) آماده و تثبیت شده‌است.

برای نمونه‌ها زمان تاخیر بین مرحله اختلاط و تراکم را به ترتیب ۰ ، ۱۵ ، ۳۰ ، ۶۰ ، ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه انتخاب شده‌است . نمونه‌ها را با طول عمر ۴ ساعت ، ۷ ، ۱۴ و ۲۸ روز آماده و عمل‌آوری می‌کنیم .

بر روی نمونه‌های آماده‌شده آزمایش‌های نظیر تست تک‌محوری ، مقاومت‌برشی و حدود اتربرگ انجام داده و سپس نتایج را با هم مقایسه کرده تا بتوان بهترین زمان بین مرحله اختلاط و تراکم را بدست آوریم.

۱-۴ تقسیمات موضوعی پروژه:

فصل اول : مقدمه

فصل دوم : پیشینه تحقیق

فصل سوم : روش‌های آماده‌سازی نمونه‌ها و آزمایش‌ها

فصل چهارم : نتایج آزمایشگاهی

فصل پنجم : خلاصه و نتیجه‌گیری پیشنهادات

فصل دوم:

پیشینه تحقیق

(مروری بر خاک‌های رسی، تثبیت با آهک و اجرا)