بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی
گروه مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران- گرایش مکانیک خاک و پی

تاثیر استفاده از لایه‌ی ماسه‌ای در جلوگیری از بالازدگی کانال‌های انتقال آب

نگارش:
نصرالله ظفرزاده

اساتید راهنما:
دکترجعفر بلوری بزاز
دکتراحسان سیدی حسینی‌نیا

بهار ۱۳۹۱

تاییدیه

گواهی می‌شود که این پایان‌نامه تاکنون برای احراز یک درجه علمی ارائه نگردیده و تمامی مطالب به جز در مواردی که نام مرجع آورده شده است، نتیجه کار پژوهشی دانشجو می‌باشد.

امضا دانشجو: نصراله ظفرزاده تاریخ:

امضا اساتید راهنما: دکتر جعفربلوری و دکتر احسان سیدی حسینی‌نیا تاریخ:

تصویب‌نامه پایان‌نامه کارشناسی ارشد

پایان‌نامه حاضر تحت عنوان:

تاثیر استفاده از لایه‌ی ماسه‌ای در جلوگیری از بالازدگی کانال‌های انتقال آب

که توسط **نصراله ظفرزاده**، دانشجوی **کارشناسی ارشد خاک و پی**، تهیه و به هیات داوران ارائه گردیده است، مورد تایید تحصیلات تکمیلی گروه مهندسی عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی می‌باشد.

تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۳/۸ نمره: درجه ارزشیابی:

اعضای هیات داوران:

نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه علمی	امضا
دکتر جعفر بلوری بزاز	استاد راهنما	دانشیار	
دکتر احسان سیدی حسینی‌نیا	استاد راهنما	استادیار	
دکتر محمد غفوری	استاد مشاور	استاد	
دکتر سید محمود حسینی	استاد مدعو	استاد	
دکتر محمدرضا جعفرزاده	نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	استاد	

تقدیر و تشکر

بدینجانب بر خود میدانم که از زحمات بی دریغ، تلاش های بی وقفه و راهنمایی های ارزشمند

اساتید گرامی جناب آقای دکتر **بلوری بزاز** و جناب آقای دکتر **سیدی حسینی نیا**

در راستای انجام این تحقیق، در طول این مدت تشکر و قدردانی کنم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ بیان مسئله ۲
۱-۳ اهداف پژوهش ۳
۱-۴ محدودیت‌ها و روش انجام پژوهش ۳
۱-۵ معرفی فصل‌های پایان‌نامه ۴

فصل‌دوم: ارزیابی و روش‌های کاهش تورم خاک

۲-۱ مقدمه ۶
۲-۲ کانی شناسی خاک‌های رسی ۶
۲-۲-۱ کائولینیت ۸
۲-۲-۲ ایلیت ۹
۲-۲-۳ مونت‌موریلونیت ۹
۲-۳ ظرفیت تبادل کاتیون کانی‌های رسی ۱۰
۲-۴ ساختمان ذرات رس ۱۲
۲-۵ سطح مخصوص یا سطح ویژه خاک(SSA) ۱۲
۲-۶ مکانیزم تورم در خاک‌های رسی ۱۲
۲-۷ نشانه‌های صحرایی تورم خاک ۱۳
۲-۷-۱ توپوگرافی منطقه ۱۴
۲-۷-۲ عمق آب زیرزمینی ۱۵
۲-۷-۳ درصد رطوبت ۱۵
۲-۷-۴ رنگ خاک ۱۶
۲-۷-۵ وزن مخصوص و سختی خاک ۱۶
۲-۷-۶ بارندگی و تبخیر ۱۷
۲-۷-۷ الگوی طبیعی زهکشی ۱۸
۲-۷-۸ ترک خوردن زمین ۱۸
۲-۷-۹ خرابی ابنیه‌های موجود ۱۸
۲-۸ عوامل تاثیرگذار بر تورم خاک ۲۰
۲-۸-۱ تاثیر مشخصات خاک بر پتانسیل تورم ۲۰
۲-۸-۲ تاثیر وضعیت تنش بر تورم ۲۰

۲-۸-۳ تاثیر شرایط محیطی بر تورم ۲۱
۲-۹ روش‌های اندازه‌گیری مستقیم پتانسیل تورم ۲۱
۲-۹-۱ آزمایش تورم آزاد ۲۱
۲-۹-۲ آزمایش تورم با سربار ۲۲
۲-۹-۳ آزمایش تورم با حجم ثابت ۲۳
۲-۱۰ مطالب تکمیلی در بررسی رفتار خاک‌های متورم شونده ۲۴
۲-۱۰-۱ توضیحی تکمیلی در مورد عدم کرنش جانبی در آزمایش تورم ۲۴
۲-۱۰-۲ مقایسه نتایج حاصل از نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده ۲۶
۲-۱۱ روش‌های غیرمستقیم ارزیابی پتانسیل تورم ۲۸
۲-۱۱-۱ مقدمه ۲۸
۲-۱۱-۲ حدود اتربرگ ۲۹
۲-۱۱-۳ انقباض خطی(روش آلتمیر) ۳۰
۲-۱۱-۴ درجه فعالیت خاک ۳۰
۲-۱۱-۵ رابطه‌ی Işık Yilmaz ۳۱
۲-۱۱-۶ نشانه تورم آزاد و اصلاح شده ۳۲
۲-۱۲ روش‌های کاهش تورم خاک ۳۴
۲-۱۲-۱ پیش مرطوب کردن و یا غرقاب نمودن ۳۵
۲-۱۲-۲ کنترل تراکم ۳۶
۲-۱۲-۳ تثبیت خاک ۳۷
۲-۱۲-۳-۱ نثبیت با آهک ۳۸
۲-۱۲-۳-۲ تثبیت با سیمان ۴۱
۲-۱۲-۳-۳ تثبیت با خاکسترهای آتشفشانی ۴۲
۲-۱۲-۴ جایگزینی خاک ۴۳

فصل‌سوم: مقدمه‌ای بر خاک‌های گچی

۳-۱ مقدمه ۵۰
۳-۲ پراکنش و گسترش خاک‌های گچی در جهان ۵۱
۳-۳ پراکنش خاک‌های گچی در ایران ۵۲
۳-۴ وسعت خاک‌های گچی در ایران ۵۳
۳-۵ پراکنش خاک‌های گچی در قالب واحدهای فیزیوگرافی ۵۵
۳-۶ منشا گچ ۵۸
۳-۶-۱ چگونگی تشکیل کانی گچ ۵۸
۳-۷ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های گچی ۶۰
۳-۷-۱ خصوصیات فیزیکی خاک‌های گچی ۶۰

۳-۷-۱-۱ وزن مخصوص ۶۰
۳-۷-۱-۲ نفوذپذیری ۶۰
۳-۷-۱-۳ بافت ۶۰
۳-۷-۲ خواص شیمیایی خاک‌های گچی ۶۱
۳-۷-۲-۱ حلالیت گچ ۶۱
۳-۷-۲-۲ ظرفیت تبادل کاتیونی ۶۱
۳-۸ بررسی مشخصات مکانیکی خاک حاوی سولفات کلسیم ۶۲
۳-۹ اثر گچ بر سازه‌های مهندسی ۶۳

فصل چهارم: آزمایش‌ها و تحلیل نتایج

۴-۱ مقدمه ۶۵
۴-۲ مصالح مورد استفاده در این پژوهش ۶۶
۴-۳ آزمایش دانه‌بندی ۶۶
۴-۳-۱ دانه‌بندی خاک ۶۷
۴-۳-۲ دانه‌بندی ماسه ۶۸
۴-۴ آزمایش تعیین چگالی دانه‌های خاک (Gs) ۶۹
۴-۵ آزمایش حدود اتربرگ ۶۹
۴-۶ نشانه خمیری ۷۰
۴-۷ آزمایش تعیین وزن مخصوص طبیعی ۷۰
۴-۸ آزمایش‌های شیمیایی انجام شده بر روی نمونه ۷۱
۴-۸-۱ اندازه‌گیری مقدار pH خاک ۷۲
۴-۸-۲ تعیین میزان مواد انحلال‌پذیر نمونه خاک(TDS) ۷۳
۴-۸-۳ اندازه‌گیری یون سولفات خاک ۷۴
۴-۹ آزمایش ادومتر برای تعیین تورم ۷۶
۴-۹-۱ روش A ۷۷
۴-۹-۲ روش B ۷۸
۴-۹-۳ روش C ۷۸
۴-۹-۴ پتانسیل و فشار تورم ۷۹
۴-۹-۵ نحوه‌ی ساخت نمونه‌ها ۸۲
۴-۹-۶ تاثیر ضخامت لایه ماسه‌ای در کاهش میزان تورم
در سربارهای مختلف ۸۶
۴-۹-۷ تاثیر تراکم لایه‌ی ماسه‌ای در کاهش تورم خاک
در سربارهای مختلف ۹۲
۴-۹-۸ بررسی نموداردرصد تورم در برابر لگاریتم زمان ۹۶

۴-۹-۹ بررسی تاثیر استفاده از لایه‌ی ماسه‌ای در یک مدل آزمایشگاهی بزرگ مقیاس ۱۰۰

فصل‌پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه ۱۰۷

۵-۲ نتایج ۱۰۸

۵-۳ پیشنهادات ۱۱۰

منابع ۱۱۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

فصل دوم

۲-۱ چهاروجهی سیلیس و ورقه چهاروجهی سیلیکا ۷

۲-۲ هشت‌وجهی آلومین و ورقه هشت‌وجهی گیبسیت ۸

۲-۳ ساختمان اتمی کائولینیت ۸

۲-۴ ساختمان اتمی ایلیت ۹

۲-۵ ساختمان اتمی مونت‌موریلونیت ۱۰

۲-۶ شکل کانی‌های رس ۱۰

۲-۷ غلظت یون‌ها در مجاورت سطح رس ۱۳

۲-۸ تورم لایه‌ی رسی ۱۳

۲-۹ ساختمان گیلگای ۱۵

۲-۱۰ آسیب سازه در اثر بلندشدگی سطح زمین ۱۹

۲-۱۱ آسیب ستون بتن مسلح در اثر تورم سطح زمین ۱۹

۲-۱۲ نوع ترک‌های ایجاد شده در خیابان در اثر تورم سطح زمین ۱۹

۲-۱۳نمونه‌ای از خرابی دال کف در اثر تورم خاک ۱۹

۲-۱۴ آزمایش تورم آزاد ۲۲

۲-۱۵ آزمایش تورم با سربار ۲۲

۲-۱۶ آزمایش تورم با حجم ثابت ۲۳

۲-۱۷ رفتار تورمی قائم درشرایط بارگذاری سه‌محوری و ادومتر ۲۵

۲-۱۸ مقادیر اندازه‌گیری شده تورم در واقعیت و مقادیر تخمین زده‌شده‌ی تورم در شرایط سه‌محوری و ادومتر ۲۵

۲-۱۹ تعیین فشار تورم بدون تصحیح ۲۷

۲-۲۰ تعیین فشار تورم با تصحیح خطاهای ناشی از عدم صلبیت دستگاه و نمونه‌گیری ۲۸

۲-۲۱ نمودار طبقه‌بندی برای پتانسیل تورم بر اساس میزان فعالیت ۳۱

۲-۲۲ رابطه‌ی درصد تورم با مقدار CEC و LL ۳۲

۲-۲۳ نمودار پیشنهادی برای تخمین پتانسیل تورم بر اساس دو مقدارCEC و LL ۳۲

۲-۲۴ رابطه‌ی بین تورم آزاد، میزان رطوبت طبیعی و حدمایع ۳۳

۲-۲۵ رابطه‌ی بین حداکثر وزن مخصوص خشک و پتانسیل تورم ۳۷

۲-۲۶ تغییرات حدمایع، نشانه‌ی خمیری و حدانقباض رس مخلوط شده با آهک ۳۹
۲-۲۷ ضخامت و وسعت بالشتک ماسه‌ای ۴۵
۲-۲۸ رابطه‌ی دانه‌بندی و تورم نسبی برای نمونه‌های مختلف ۴۵
۲-۲۹ نمودار زمان-بلندشدگی برای پانل‌های انتقال آب با ضخامت‌های مختلف لایه ۴۷
۲-۳۰ رابطه‌ی بین پتانسیل تورم و درصد سیمان برای لایه‌ی خاکستر آتشفشانی با دانسیته خشک *1Mg/cu.m* ۴۸
۲-۳۱ رابطه‌ی بین میزان بلندشدگی و نسبت ضخامت‌ها به ازای درصدهای مختلف آهک ۴۸

فصل سوم

۳-۱ گسترش خاک‌های گچ‌دار در ایران ۵۵
۳-۲ درصد رطوبت در خاک حاوی سولفات کلسیم ۶۲
۳-۳ وزن مخصوص خشک ماکزیمم در خاک حاوی سولفات کلسیم ۶۳
۳-۴ تغییرات فشار تورم در برابر درصد سولفات کلسیم ۶۳

فصل چهارم

۴-۱ نمودار دانه‌بندی خاک متورم‌شونده ۶۸
۴-۲ نمودار دانه‌بندی ماسه ۶۹
۴-۳ محلول بافر به همراه pH متر ۷۲
۴-۴ محلول خاک و آب مقطر که بر روی شعله در حال خشک شدن است ۷۳
۴-۵ کروزه‌ی حاوی محلول که درداخل کوره قرار گرفته است ۷۵
۴-۶ شکل تورم بر حسب زمان ۷۷
۴-۷ نمونه نمودار روش A ۷۷
۴-۸ نمونه نمودار روش B ۷۸
۴-۹ نمونه نمودار روش C ۷۹
۴-۱۰ نمایش شماتیک قالب تورم ساخته شده ۸۰
۴-۱۱ نحوه‌ی اشباع کردن و اعمال سربار بر نمونه ۸۲
۴-۱۲ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه با وزن مخصوص $1/5\ gr/cm^3$ ۸۷
۴-۱۳ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه با وزن مخصوص $1/6\ gr/cm^3$ ۸۷
۴-۱۴ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه با

وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۶۵ ..... ۸۸
۴-۱۵ مقدارکاهش درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۵ ..... ۸۹
۴-۱۶ مقدارکاهش درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۶ ..... ۹۰
۴-۱۷ مقدارکاهش درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۶۵ ..... ۹۰
۴-۱۸ مقدارکاهش درصد تورم در برابر نسبت $\frac{tc}{tc+ts}$ برای ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۵ ..... ۹۱
۴-۱۹ مقدارکاهش درصد تورم در برابر نسبت $\frac{tc}{tc+ts}$ برای ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۶ ..... ۹۱
۴-۲۰ مقدارکاهش درصد تورم در برابر نسبت $\frac{tc}{tc+ts}$ برای ماسه
با وزن مخصوص gr/cm^3 ۱/۶۵ ..... ۹۲
۴-۲۱ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه به
ازای $p_c/p_s=0.10$ ۹۳
۴-۲۲ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه به
ازای $p_c/p_s=0.20$ ۹۳
۴-۲۳ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه به
ازای $p_c/p_s=0.30$ ۹۴
۴-۲۴ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه به
ازای $p_c/p_s=0.45$ ۹۴
۴-۲۵ مقدار درصد تورم در برابر ضخامت‌های مختلف ماسه به
ازای $p_c/p_s=0.70$ ۹۵
۴-۲۶ نمودار درصد تورم-زمان برای ضخامت های مختلف خاک
متورم شونده و $p_c/p_s=0.1$ ۹۶
۴-۲۷ نمودار درصد تورم-زمان برای ضخامت های مختلف خاک
متورم شونده و $p_c/p_s=0.2$ ۹۷
۴-۲۸ نمودار درصد تورم-زمان برای ضخامت های مختلف خاک
متورم شونده و $p_c/p_s=0.3$ ۹۷
۴-۲۹ نمودار درصد تورم - زمان برای ضخامت های مختلف خاک
متورم شونده و $p_c/p_s=0.45$ ۹۸
۴-۳۰ نمودار درصد تورم - زمان برای ضخامت های مختلف خاک
متورم شونده و $p_c/p_s=0.7$ ۹۸

۴-۳۱ تصویر کانال مورد استفاده در آزمایش بزرگ مقیاس ۱۰۲
۴-۳۲ تصویر لایه‌ی ماسه‌ای که بر روی خاک متورم‌شونده قرار می‌گیرد ۱۰۲
۴-۳۳ آماده شدن نمونه برای انجام آزمایش ۱۰۳
۴-۳۴ محل‌های نمونه برداری برای تعیین درجه‌ی اشباع خاک ۱۰۳
۴-۳۵ نمایش شماتیک آزمایش ۱۰۴
۴-۳۶ نحوه‌ی اندازه‌گیری مقدار تورم ۱۰۵
۴-۳۷ مقدار درصد تورم در برابر نسبت لایه ماسه‌ای به خاک
متورم‌شونده برای آزمایش بزرگ مقیاس..... ۱۰۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

فصل دوم

۲-۱ بازه‌ی مقادیر ظرفیت تبادل کاتیون کانی‌های رسی ۱۱

۲-۲ داده هایی برای تخمین مقدارتغییرحجم احتمالی ۱۷

۲-۳ طبقه بندی خاک های متورم شونده با نشانه ی خمیری ۳۰

۲-۴ روش آلتمیر برای تخمین درجه تورم ۳۰

۲-۵ پتانسیل تورم برپایه نشانه تورم آزاد اصلاح شده ۳۴

۲-۶ مقدار حجمی سیمان مورد نیازبرای تثبیت موثرانواع خاک ۴۲

۲-۷ بیشترین مقداربلندشدگی پی های واقع برلایه ۴۷

فصل سوم

۳-۱ گسترش خاک‌های گچی در استان‌های مختلف ایران بر حسب هکتار ۵۴

۳-۲ چگونگی انتقال کانی گچ از مبدا تشکیل تا اراضی همجوار ۵۹

فصل چهارم

۴-۱ مشخصات دانه بندی ماسه به کار رفته در این تحقیق ۶۹

۴-۲ خواص فیزیکی و خمیری خاک متورم شونده ۷۱

۴-۳ نتایج آزمایش های شیمیایی انجام گرفته بر روی خاک متورم شونده ۷۵

۴-۴ نتایج آزمایش تورم آزاد و فشار سربار انجام شده بر روی نمونه
خاک متورم شونده ۸۲

۴-۵ مشخصات نمونه‌های آزمایش کوچک مقیاس ۸۳

۴-۶ مشخصات آزمایش بزرگ مقیاس ۱۰۳

چکیده

از دیرباز وجود خاک‌های گچی در ناحیه‌ی جنوب غربی مشهد (رضاشهر) مشکلاتی نظیر تورم و نشست را به دنبال داشته است. خاک‌های گچی نمونه‌ای از خاک‌های متورم شونده است. تورم در این خاک‌ها نتیجه تشکیل یک غشای نازک آب به دور ذرات خاک است. انیدریت یا سولفات کلسیم خشک نیز با جذب آب به ژیپس یا سولفات کلسیم آبدار($CaSo_4,2H_2O$) تبدیل گشته و در طی این فرآیند افزایش حجم قابل توجهی پیدا می‌نماید. در بسیاری از موارد انیدریت و مصالح رسی با هم مخلوط شده و هر دو متورم می‌شوند. در این مطالعه خواص تورمی خاک‌های گچی این منطقه شامل درصد گچ، میزان تورم، وزن مخصوص خشک و همچنین تاثیر استفاده از لایه‌ی ماسه‌ای به ضخامت و تراکم‌های مختلف در کاهش میزان تورم خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این آزمایش‌ها، خاک متورم شونده دارای تراکم و درصد رطوبت طبیعی است. خاک مورد بررسی خاکی رسی با خاصیت خمیری کم (CL) است که حدود ۶ درصد گچ هم در آن مشاهده می‌شود. ضخامت خاک متورم شونده در طول کلیه آزمایش‌ها ثابت می‌باشد. ماسه‌ی مورد استفاده در این تحقیق ماسه‌ی فیروزکوه است که دارای دانه‌بندی ریز و یکنواخت می‌باشد. ضخامت این لایه نیز به عنوان درصدی از ضخامت خاک متورم شونده در نظر گرفته شده است. سربار اعمال شده به نمونه، درصدی از فشار تورم می‌باشد. با توجه به کم بودن مقدار فشار تورم در خاک‌های این منطقه، مسئله‌ی تورم بیشتر برای سازه‌های سبک مثل کانال‌های انتقال آب مشکل آفرین است. با توجه به این مسئله، یک سری آزمایش بزرگ مقیاس نیز انجام شده است. برای انجام آزمایش‌های بزرگ مقیاس از یک کانال انتقال آب از جنس ورق گالوانیزه استفاده شده است و تاثیر لایه‌ی ماسه‌ای در این مدل نیز مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به آزمایش‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که در کلیه‌ی حالت‌های بارگذاری، بهترین ضخامت برای لایه‌ی ماسه‌ای بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ برابر ضخامت خاک متورم شونده می‌باشد. همچنین، هرچه تراکم لایه‌ی ماسه‌ای کمتر باشد میزان کاهش تورم بیشتر است. در آزمایش‌های بزرگ مقیاس نیز چنین روندی مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، استفاده از یک لایه‌ی ماسه‌ای مابین خاک و سازه‌ی مورد نظر می‌تواند از جنبه‌های گوناگون نظیر کاهش اثرات تورمی و اقتصادی مفید باشد.

واژگان کلیدی: لایه‌ی ماسه‌ای، خاکهای متورم شونده، تورم، فشار تورم

۱

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

خواص مکانیکی اغلب خاک‌ها با افزایش رطوبت و اشباع شدن تغییر می‌کند. در برخی از خاک‌ها در اثر افزایش رطوبت، پدیده‌هایی بروز می‌کند که در بعضی از مواقع منجر به خسارت‌های عمده در پروژه‌های عمرانی می‌گردد. از جمله این گونه خاک‌ها می‌توانیم به خاک‌های متورم شونده[۱]، خاک‌های واگرا[۲]، خاک‌های رمبنده[۳] و همچنین خاک‌های حاوی مقدار زیادی املاح حساس در مقابل آب مثل گچ و نمک را نام برد. گستردگی خاک‌های متورم شونده و پیچیدگی رفتار آنها در اثر تماس با آب، بیش از سایر خاک‌های حساس است.

مسئله خاک‌های متورم شونده تا اواخر سال ۱۹۳۰ ناشناخته بود. برای اولین بار در سال ۱۹۳۸ اداره آبادانی ایالات متحده[۴] مشکلات خاک‌های متورم شونده را در علوم مهندسی شناسایی نمود. در حدود سال ۱۹۴۰ استفاده بیشتر از دال‌های واقع شده بر روی زمین، مشکلات رویارویی سازه‌ها با مسایل خاک‌های متورم‌شونده و همچنین ایجاد ترک در

1.Expansive soil

2.Dispersive

3.Collapsible

4. the U.S. Burean of Reclamation

ساختمان‌ها که به علت تغییر شکل‌های ناهمسان به وجود می‌آیند بیشتر شد.

خاک‌های متورم شونده خاک‌هایی هستند که به سبب جذب آب، ازدیاد حجم یافته و اصطلاحا متورم می‌شوند. فشار ناشی از تورم در خاک‌های متورم‌شونده، می‌تواند موجب تخریب پوشش کانال‌های آبیاری و کف‌سازی گردد. علت اصلی تورم اغلب خاک‌های متورم‌شونده وجود کانی‌های ویژه و مقدار رس می‌باشد. در حالی که علت تورم بعضی خاک‌های ریزدانه حضور گچ می‌باشد. خاک‌های آهکی حاوی سولفات کلسیم نیز تغییرات حجمی مشابهی را داشته و بر اثر اشباع شدن متورم می‌شوند. مقدار تورم یک خاک رسی بستگی کاملی به نوع کانی‌های رسی و پیوندهای مولکولی موجود آن دارد. در حال حاضر کانی‌های مونت‌موریلونیت به عنوان متورم‌شونده‌ترین کانی رسی شناخته می‌شود. تورم در خاک‌های گچی نیز به دلیل تشکیل یک غشای آب به دور ذرات خاک است. سولفات کلسیم با جذب آب به ژیپس یا سولفات کلسیم آبدار ($CaSo_4, 2H_2O$) تبدیل شده که در طول این فرآیند حجم آن تا ۶۰ درصد افزایش می‌یابد.

می‌توان گفت که خاک‌های قابل تورم در جهت کاملا مخالف با عمل تحکیم عمل می‌کنند. یعنی این خاک‌ها به جای از دست دادن آب وکاهش حجم، آب را جذب کرده و افزایش حجم پیدا می‌کنند. پدیده‌ی تورم پدیده‌ای است برگشت پذیر، یعنی خاک بعد از از دست دادن رطوبت منقبض شده و با کاهش حجم مواجه می‌شود. پس ضروری است که در هنگام بررسی پدیده تورم به پدیده انقباض هم توجه کافی شود. دونالدسون[1] در پی تحقیقاتی که در سال ۱۹۷۰ بر روی پراکندگی این گونه خاک‌ها انجام داد اعلام کرد، که این خاک‌ها در هجده کشور از جمله ایران وجود دارند. مباحث مربوط به خاک‌های متورم‌شونده همواره در مجامع علمی مطرح بوده و هست به طوریکه در هر چهار سال یکبار سمینار بین‌المللی تحت عنوان خاک‌های متورم شونده توسط انجمن بین‌المللی مکانیک خاک و مهندسی پی برگزار می‌گردد.

۱-۲ بیان مسئله

خاک‌های رسی معمولا دارای مقاومت و ظرفیت باربری کم و مشکلات تورمی هستند. اگر در خاک رس، گچ نیز وجود داشته باشد، باعث به وجود آمدن مشکلاتی از جمله کاهش مقاومت و افزایش تورم خاک رس می‌شود. علت این پدیده، واکنش شیمیایی بین کانی‌های خاک رس و گچ است که باعث به وجود آمدن کانی‌هایی در خاک می‌شود که در صورت

1.Donaldson

وجود آب، این محصولات متورم شده و از مقاومت خاک می‌کاهند. خاک‌های گچی در ایران گسترش فراوانی دارند بگونه‌ای که تقریبا تمامی استان‌های کشور از وجود این کانی بی‌نصیب نمانده‌اند.

در رابطه با ساخت و نگهداری سازه‌های آبی و سیستم‌های آبرسانی و یا سازه‌های عمرانی سبک، که در محیط خاک‌ها و یا تشکیلات زمین‌شناسی گچدار اجرا می‌شوند، دو مشکل اساسی وجود دارد: الف- خوردگی بتن توسط سولفات کلسیم. ب- فرونشست و یا تورم سازه‌های هیدرولیکی. نفوذ آب از شکاف‌های موجود در بتن سازه‌های هیدرولیکی و تاسیسات آبرسانی موجب اشباع شدن لایه‌های گچی زیرین می‌شود. بنابراین سازه‌ها و پوشش‌هایی که از اراضی گچدار عبور می‌نمایند اغلب به واسطه تورم لایه‌های زیرین در معرض شکسته شدن و تخریب دائم قرار دارند.

تبلور گچ از محل نفوذ کرده در بتن سازه‌های مختلف، که با افزایش حجم همراه است، موجب از هم پاشیده شدن بتن و تخریب پی این سازه‌ها می‌شود. لایه‌های سطحی منطقه‌ی جنوب غربی مشهد(رضاشهر) متشکل از خاک‌های رسی و گچی می‌باشند. پس از بررسی‌های اولیه و نتایج مطالعات ارائه شده در این زمینه یکی از خواص مهم این خاک-ها این است که حتی در صورت وجود تراکم طبیعی و نبود سربار کافی، به شدت با جذب آب متورم می‌شوند. این پدیده باعث بروز ترک و شکستگی در کانال‌ها می‌شود. در این تحقیق به بررسی تورم در خاک‌های این منطقه پرداخته و تاثیر استفاده از یک لایه‌ی ماسه‌ای با تراکم‌های مختلف، در زیر سربارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۱-۳ اهداف پژوهش

در این پژوهش سعی شده است تا تاثیر استفاده از یک لایه ماسه‌ای برای کاهش میزان تورم در خاک‌های متورم شونده مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا با انجام آزمایش‌های متعدد موضوعات زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

۱ -تاثیر ضخامت لایه ماسه‌ای در کاهش مقدار تورم

۲ -تاثیر تراکم لایه‌ی ماسه‌ای بر مقدار کاهش تورم

۳ -تاثیر سربار وارده بر نمونه بر مقدار تورم.

۱-۴ محدودیت‌ها و روش انجام پژوهش

محدودیت‌ها و روش انجام تحقیقات در این پژوهش به شرح زیر می‌باشد.

۱ -این پژوهش بر روی مشخصات مکانیکی و خواص تورمی یک نمونه خاک از منطقه جنوب غربی مشهد

(منطقه‌ی رضاشهر) انجام شده است.

۲ -آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش به دو قسمت کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس تقسیم می‌شود. آزمایش‌های کوچک مقیاس بر روی قالب‌های پلاستیکی ساخته شده به شکل استوانه با قطر ۷۵ میلیمتر و ارتفاع ۱۴۰ میلیمتر و آزمایش‌های بزرگ مقیاس هم بر روی دو کانال گالوانیزه که مقطع آن به شکل ذوزنقه می‌باشد انجام شده‌است. اندازه ضلع پایین ذوزنقه ۲۰۰ میلیمتر و ضلع بالای آن نیز ۳۵۰ میلیمتر و شیب دیواره‌ی ۱:۱ و طول هر یک از کانال‌ها هم ۳۰۰ میلیمتر می‌باشد.

۳ -برای یکسان‌سازی خطای اندازه‌گیری مقدار تورم در تمامی آزمایش‌ها از گیج‌هایی با دقت یکسان (۰/۰۱ میلیمتر) استفاده شده است.

۴ -کلیه آزمایش‌ها در محیط و درجه حرارت آزمایشگاه که تقریبا ۲۲ درجه می‌باشد انجام شده است.

۵ -آب مورد استفاده در این پژوهش آب شرب شهر مشهد می‌باشد.

۶ -در تمامی آزمایش‌های انجام شده تراکم خاک متورم شونده یکسان و برابر $1/6\ gr/cm^3$ و میزان رطوبت نیز برابر با رطوبت طبیعی در نظر گرفته شده است.

۱-۵ معرفی فصل‌های پایان‌نامه

فصل‌های موجود در این پایان‌نامه به شرح زیر می‌باشد:

- فصل اول: کلیات
- فصل دوم: ارزیابی و روش‌های کاهش تورم خاک

در این فصل با توجه به اینکه رس یکی از عوامل اصلی تورم خاک می‌باشد کلیاتی راجع به خاک رس، ویژگی‌های خاک‌های متورم‌شونده و روش‌های اندازه‌گیری و کاهش تورم در خاک‌های متورم شونده بیان می‌گردد.

- فصل سوم: مقدمه‌ای بر خاک‌های گچی

در این فصل با توجه به اینکه گچ نیز در خاک منطقه وجود دارد کلیاتی راجع به خاک‌های گچی، ویژگی‌ها، پراکنش و وسعت خاک‌های گچی در ایران بیان می‌گردد.

- فصل چهارم: آزمایش‌ها و تحلیل نتایج

در فصل چهارم این پایان‌نامه، به کلیه‌ی فعالیت‌ها و آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش پرداخته شده و سپس نتایج آنها مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد.

- فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در فصل آخر نتایج کلی جمع‌آوری و مورد بحث قرار گرفته است و همچنین پیشنهادهای لازم جهت ادامه دادن مسیر این تحقیق و کار در زمینه‌های بعدی آمده است.