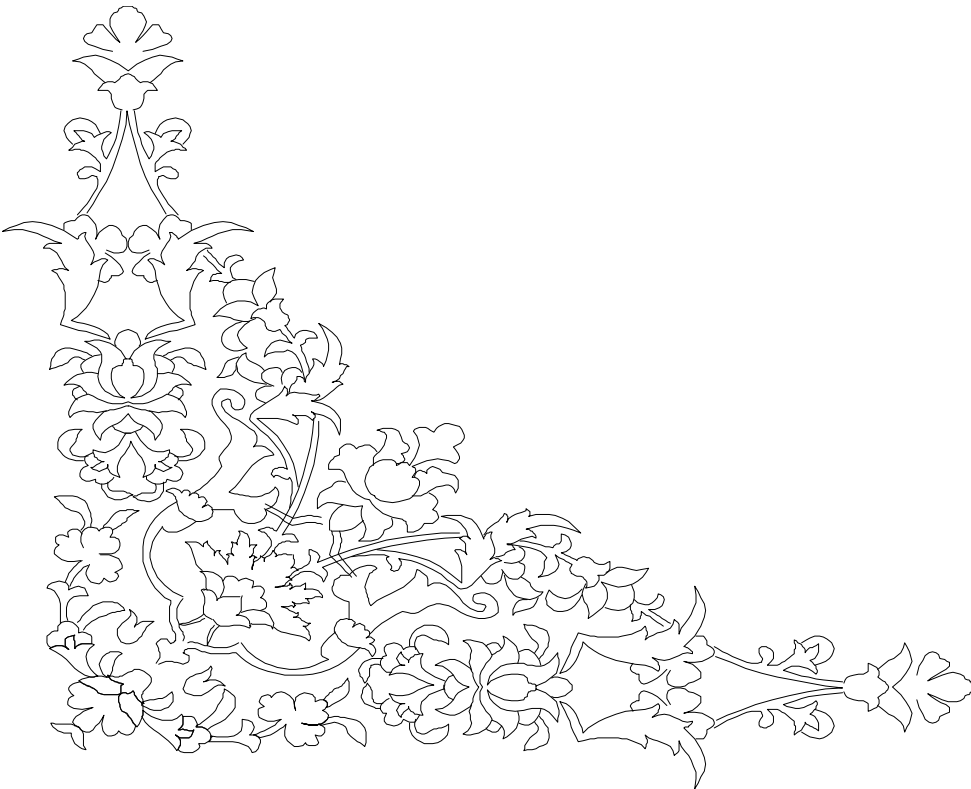


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

مخوان:

بررسی رفتار دیوارهای مسلح شده با ژئوسنتیک

توسط

سانتریفیوژ ژئوتکنیکی

اساتید راهنما:

آقای دکتر حبیب شاه نظری

آقای دکتر مسین صالح زاده

دانشجو:

مسعود زارع دورآبی

زمستان ۸۵

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

حال که کار تهیه این پایان‌نامه را به اتمام رسانده‌ام، بر خود لازم می‌دانم تا مراتب قدردانی و سپاسگزاری خویش را از اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر حبیب شاه نظری و جناب آقای دکتر حسین صالح زاده که انجام این تحقیق در سایه راهنمایی‌های ایشان میسر شده است، اعلام نمایم. از اساتید ارجمند آقایان دکتر نادر شریعتمداری و دکتر علی نورزاد که داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوست عزیزم مهندس امین عسگری نژاد که در تمامی مراحل پایان‌نامه یار و همراه من بوده کمال تشکر را دارم.

در انتها از تمامی دوستان و اساتید گروه ژئوتکنیک دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت که در طول دوران تحصیل و انجام پایان‌نامه مرا یاری نمودند، سپاسگزارم.

مسعود زارع

بهمن ۸۵

چکیده

در این تحقیق ۱۲ آزمایش سانتریفیوژ بر روی مدل‌های دیوار قائم مسلح با ژئوستنتیک انجام شده است. آزمایشها توسط دستگاه سانتریفیوژ مرکز تحقیقات ژئوتکنیک دانشگاه علم و صنعت انجام شده است. پارامترهایی که تاثیر آنها بر روی رفتار دیوارهای مسلح با ژئوستنتیک توسط دستگاه سانتریفیوژ مدلسازی شد شامل: سختی خمشی رویه دیوار مسلح، طول المان مسلح، قابلیت کشش‌پذیری المان مسلح، زاویه اصطکاک بین خاک و المان مسلح بوده است.

با توجه به اینکه این پژوهش اولین سری آزمایشهای انجام شده توسط سانتریفیوژ در کشور و دانشگاه علم و صنعت می‌باشد، عمده فعالیت‌های انجام شده در راستای این پایان نامه در چند دسته تقسیم بندی می‌شود:

- ۱- تکمیل سیستم اکتساب داده و ابزاربندی دستگاه سانتریفیوژ، شامل کامپیوتر صنعتی کوچک که در شتاب بالا کاربرد دارد، کارت تبدیل داده‌های آنالوگ به دیجیتال و دیتالاگر می‌باشد.
 - ۲- تکمیل سیستم فیلمبرداری شامل دوربین، فرستنده و گیرنده، ساخت سیستم نورپردازی، ساخت پایه‌های دوربین و پروژکتور.
 - ۳- بهینه سازی روش ساخت مدلها برای ایجاد تصاویر مناسب به منظور پردازش تصویر.
 - ۴- انجام آزمایشها و برداشت نتایج و تحلیل آنها.
- این تحقیق نشان داد که ترکیب تکنیک پردازش تصویر با آزمایشهای سانتریفیوژ می‌تواند بسیار موثر باشد و نتایج با ارزشی را می‌توان از تصاویر ضبط شده در طول آزمایش برداشت نمود.
- واژگان کلیدی:** سانتریفیوژ، دیوار خاک مسلح، ژئوستنتیک، پردازش تصویر



فهرست مطالب

فصل اول: شرح مسئله و روش تحقیق.....	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- تعریف مسئله و هدف از تحقیق.....	۲
۳-۱- خلاصه فصول	۳
فصل دوم: اصول مدلسازی سانتریفیوژی و پردازش تصویر.....	۵
الف) مدلسازی سانتریفیوژی.....	۶
۱-۲- سانتریفیوژ: ابزار قدرتمند برای مدلسازی مسائل ژئوتکنیک	۶
۲-۲- تاریخچه استفاده از سانتریفیوژ در مسائل ژئوتکنیکی	۸
۱-۲-۲- مدلسازی با دستگاه سانتریفیوژ ژئوتکنیکی در روسیه.....	۸
۲-۲-۲- مدلسازی با دستگاه سانتریفیوژ ژئوتکنیکی در امریکا.....	۹
۳-۲-۲- مدلسازی با دستگاه سانتریفیوژ ژئوتکنیکی در انگلستان.....	۱۰
۴-۲-۲- مدلسازی با دستگاه گریز از مرکز مکانیک خاک در ژاپن.....	۱۲
۳-۲-۳- اصول کار دستگاه سانتریفیوژ.....	۱۴
۴-۲-۴- قوانین مقیاس برای مدل‌های استاتیکی	۱۷
۵-۲-۵- اثرات مقیاس.....	۲۱
۱-۵-۲-۱- اثرات اندازه ذرات.....	۲۳
۲-۵-۲-۲- میدان شتاب چرخشی	۲۴
۳-۵-۲-۳- اثرات نوع ساخت	۲۵
۶-۲-۶- آزمایش‌های مدل.....	۲۷
ب) پردازش تصاویر دیجیتال در مهندسی ژئوتکنیک.....	۳۰
۷-۲-۷- مقدمه.....	۳۰
۸-۲-۸- تحلیل و پردازش تصاویر دیجیتال.....	۳۰
۹-۲-۹- کاربرد پردازش تصویر دیجیتال در مهندسی عمران.....	۳۲



- ۱۰-۲- کاربرد پردازش تصویر دیجیتال در مهندسی ژئوتکنیک ۳۳
- ۱-۱۰-۲- اندازه گیری شکل و خصوصیات شکل هندسی میکروسکوپی مصالح ۳۳
- ۲-۱۰-۲- تحلیل رفتار نمونه های خاکی، مدل ها و سازه های اصلی ۳۴
- ۱۱-۲- کاربرد پردازش تصویر برای اندازه گیری جابجایی در مدل های سانتریفیوژ ژئوتکنیکی ... ۳۶
- ۱۲-۲- تکنیکهایی برای نشانه گذاری نقاط بر روی نمونه های خاکی، مدل ها و مدل های اصلی .. ۳۸
- ۱-۱۲-۲- مهر کردن شبکه بر روی مدلها و نمونه های خاک چسبیده ۳۸
- ۲-۱۲-۲- نشانه گذاری روی مدل ها و نمونه های اصلی خاک دانه ای ۴۰
- فصل سوم: مدلسازی دیوارهای خاک مسلح با سانتریفیوژ ۴۵**
- ۱-۳- سازه های نگهبان ۴۶
- ۲-۳- سیستم های پایدارسازی به صورت خارجی و داخلی ۴۷
- ۳-۳- سازه های نگهبان خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک ها (GRS) ۴۹
- ۴-۳- پایداری سازه های نگهبان GRS ۵۰
- ۱-۴-۳- پایداری خارجی ۵۰
- ۲-۴-۳- پایداری داخلی ۵۱
- ۵-۳- قوانین مقیاسی حاکم بر رفتار شیپهای مسلح شده در وضعیت خرابی ۵۳
- ۱-۵-۳- قوانین مقیاسی حاکم بر جنبه های دیگر رفتار شیب های مسلح ۵۶
- ۶-۳- مرور کلی بر تحقیقات انجام شده ۵۹
- ۱-۶-۲- نکات استنتاج شده ۶۹
- فصل چهارم: ساخت مدلها و انجام آزمایش سانتریفیوژ ۷۱**
- ۱-۴- دستگاه سانتریفیوژ ۷۲
- ۱-۱-۴- مشخصات کلی دستگاه ۷۲
- ۲-۴- جعبه مدل ۷۴
- ۳-۴- برنامه آزمایشات ۷۵
- ۴-۴- خاک مورد استفاده در مدلها ۷۷
- ۵-۴- المانهای مسلح دیوارهای مدل ۷۸
- ۱-۵-۴- شبکه پلاستیکی ۷۸
- ۲-۵-۴- شبکه آلومینیمی ۸۰



- ۳-۵-۴- صفحات پلاستیک نازک ۸۰
- ۴-۵-۴- صفحات پلاستیکی نازک زیر شده ۸۱
- ۶-۴- ساخت رویه مدل های دیوار خاک مسلح ۸۳**
- ۱-۶-۴- رویه پلاستیکی نازک (رویه بسیار انعطاف پذیر) ۸۴
- ۲-۶-۴- رویه پرسپکس (رویه انعطاف پذیر) ۸۵
- ۳-۶-۴- رویه طلق پلکسی گلاس (رویه صلب) ۸۶
- ۷-۴- ساخت مدل ۸۸**
- ۱-۷-۴- استقرار رویه و المان مسلح متصل به آن در جعبه ۸۸
- ۲-۷-۴- ریختن خاک لایه اول ۸۹
- ۳-۷-۴- ریختن لایه ماسه سفید رنگ ۹۰
- ۴-۷-۴- گذاشتن نقاط نشانگر ۹۱
- ۵-۷-۴- تکرار مراحل قبلی و صاف کردن سطح بالای مدل ۹۳
- ۸-۴- مراحل کاری قبل از شروع آزمایش مدل ساخته شده ۹۵**
- ۱-۸-۴- اندازه گیری ابعاد مدل ساخته شده ۹۵
- ۲-۸-۴- اندازه گیری وزن مدل ۹۵
- ۳-۸-۴- قرار دادن جعبه در سبد سانتریفیوژ ۹۵
- ۴-۸-۴- برقراری تعادل بازوهای سانتریفیوژ ۹۶
- ۵-۸-۴- ایزار بندی ۹۶
- ۶-۸-۴- اتصال دوربین به جعبه ۱۰۰
- ۷-۸-۴- تنظیم سیستم روشنایی ۱۰۱
- ۸-۸-۴- بازرسی محوطه سانتریفیوژ ۱۰۱
- ۹-۴- روش انجام آزمایش ۱۰۲**
- ۱-۹-۴- مرحله اول شتابدهی (مرحله تراکم مدل دیوار خاک مسلح) ۱۰۲
- ۲-۹-۴- مرحله دوم شتابدهی ۱۰۴
- فصل پنجم: تکنیکهای برداشت نتایج از آزمایشهای سانتریفیوژ انجام شده ۱۰۸**
- الف) پردازش تصویری ۱۰۹**
- ۱-۵- تولید تصویر ۱۱۱
- ۱-۱-۵- شبکه مربعی مرجع ۱۱۱



- ۱-۲-۵- نقاط هدف..... ۱۱۲
- ۱-۳-۵- خطوط هدف..... ۱۱۳
- ۱-۴-۵- نورپردازی..... ۱۱۴
- ۲-۵- سیستم دریافت و ضبط تصاویر..... ۱۱۶
- ۱-۲-۵- دوربین فیلمبرداری و سیستم فرستنده و گیرنده..... ۱۱۶
- ۲-۲-۵- کارت تبدیل داده های آنالوگ به دیجیتال و نرم افزار ضبط فیلم..... ۱۱۹
- ۳-۵- انتخاب تصاویر مناسب..... ۱۱۹
- ۴-۵- پردازش تصویر..... ۱۱۹
- ۱-۴-۵- تعیین تاثیر تحذب تصاویر..... ۱۲۰
- ۲-۴-۵- تعیین مختصات نقاط هدف و تاج دیوار مدل..... ۱۲۲
- ۳-۴-۵- محاسبه تغییر مکان تاج و توزیع کرنش در توده خاک مسلح..... ۱۲۲
- ب) ثبت نتایج بر روی طلق شفاف..... ۱۲۵
- ج) استفاده از LVDT برای ثبت تغییر مکان افقی رویه..... ۱۲۷
- فصل ششم: تحلیل نتایج آزمایشهای مدل‌های دیوار خاک مسلح..... ۱۲۹
- ۱-۶- بررسی تغییرات سختی رویه دیوار بر رفتار مدل‌های دیوار خاک مسلح..... ۱۳۱
- ۱-۱-۶- تاثیر تغییرات سختی رویه مدل‌های دیوار مسلح بر تغییر مکان افقی تاج مدلها..... ۱۳۲
- ۲-۱-۶- تاثیر تغییرات سختی رویه مدل‌های دیوار مسلح بر تغییر مکان قائم تاج مدلها..... ۱۳۳
- ۲-۶- بررسی تغییرات طول المان مسلح بر رفتار مدل‌های دیوار خاک مسلح..... ۱۳۵
- ۱-۲-۶- تاثیر تغییرات طول المان مسلح بر تغییر مکان افقی تاج مدلها..... ۱۳۶
- ۲-۲-۶- تاثیر تغییرات طول المان مسلح بر تغییر مکان قائم تاج مدلها..... ۱۳۸
- ۳-۶- بررسی قابلیت کشش پذیری المان مسلح بر رفتار مدل‌های دیوار خاک مسلح..... ۱۳۹
- ۱-۳-۶- تاثیر کشش پذیری المان مسلح بر روی تغییر مکان افقی تاج مدل‌های دیوار خاک مسلح..... ۱۴۰
- ۲-۳-۶- تاثیر کشش پذیری المان مسلح بر تغییر مکان قائم تاج مدل‌های دیوار مسلح با ژئوگرید..... ۱۴۱
- ۴-۶- بررسی تاثیر تغییرات زبری المان مسلح بر روی رفتار دیوارهای مدل خاک مسلح..... ۱۴۲
- ۱-۴-۶- تاثیر زبری المان مسلح بر تغییر مکان افقی تاج مدل‌های دیوار ژئوتکستایل..... ۱۴۲
- ۲-۴-۶- تاثیر تغییرات زبری المان مسلح بر تغییر مکان قائم تاج دیوار ژئوتکستایل..... ۱۴۳
- ۵-۶- تعیین ضریب اطمینان مدل‌های دیوار خاک مسلح با روشهای تحلیلی..... ۱۴۴



فصل هفتم: نتایج و پیشنهادات	۱۴۹
۷-۱- مقدمه	۱۵۰
۷-۲- نتایج	۱۵۰
۷-۳- پیشنهادهایی برای ادامه تحقیقات	۱۵۲
فهرست منابع	۱۴۶
پیوست ۱: محاسبه چسبندگی ظاهری خاک ماسه ای نیمه اشباع	۱۵۱
پیوست ۲: محاسبه کرنش های خاک در پردازش تصویری	۱۵۳



فهرست جداول

- جدول ۱-۲: روابط مقیاسی حاکم بر پارامترهای معمول در مدلسازی سانتریفیوژ..... ۲۱
- جدول ۲-۲: کاربردهای پردازش تصویر در مهندسی عمران..... ۳۳
- جدول ۳-۲: کاربرد پردازش تصویر در مهندسی ژئوتکنیک: اندازه گیری شکل و خصوصیات شکل هندسی میکروسکوپی مصالح..... ۳۴
- جدول ۲-۴: کاربرد پردازش تصویر در مهندسی ژئوتکنیک: تحلیل رفتار نمونه های خاکی، مدلها و سازه های اصلی..... ۳۵
- جدول ۱-۳: ضرایب مقیاس برای مدلسازی سازه های خاک مسلح..... ۵۷
- جدول ۱-۴: مشخصات مدل های دیوار خاک مسلح مورد آزمایش..... ۷۳
- جدول ۲-۴: مشخصات رویه های استفاده شده در مدل های دیوار خاک مسلح..... ۷۸
- جدول ۳-۴: مشخصات رویه های استفاده شده در مدل های دیوار خاک مسلح..... ۸۴
- جدول ۱-۶: مشخصات مدل های دیوار مسلح به منظور بررسی پارامتر سختی رویه..... ۱۳۲
- جدول ۲-۶: مشخصات مدل های دیوار مسلح به منظور بررسی تغییرات طول المان مسلح..... ۱۳۵
- جدول ۳-۶: مشخصات مدل های دیوار مسلح به منظور بررسی تغییرات نوع المان مسلح..... ۱۳۹
- جدول ۴-۶: مشخصات مدل های دیوار مسلح به منظور بررسی تغییرات زبری المان مسلح..... ۱۴۲
- جدول ۵-۶: محاسبه ضریب اطمینان برای مدل های دیوار ژئوگرید..... ۱۴۶



فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: نمایی از دستگاه گریز از مرکز دانشگاه کالیفرنیا - دیویس ۱۰
- شکل ۲-۲: دستگاه گریز از مرکز دانشگاه کمبریج - انگلستان ۱۲
- شکل ۳-۲: سانتریفیوژ ژئوتکنیکی PWRI در ژاپن ۱۳
- شکل ۴-۲: نمایی از یک سانتریفیوژ با یک بازو ۱۴
- شکل ۵-۲: وضعیت قرار گیری بازو در حال چرخش سانتریفیوژ ۱۵
- شکل ۶-۲: مفهوم مدلسازی سانتریفیوژی ۱۶
- شکل ۷-۲: تنشهای اولیه در یک مدل سانتریفیوژ در مقایسه با سازه متناظر ۱۸
- شکل ۸-۲: مقایسه تغییرات تنش با عمق در یک مدل سانتریفیوژ و سازه اصلی متناظر آن ۱۹
- شکل ۹-۲: مفهوم مدلسازی مدل (Modeling of Model) ۲۲
- شکل ۱۰-۲: استفاده از قیفهایی برای ساخت خاکریزها در حالت چرخش سانتریفیوژ ۲۶
- شکل ۱۱-۲: رابطه بین پیکسل ها و سطوح روشنایی ۳۱
- شکل ۱۲-۲: مثالی از شبکه کپی شده بر روی سطح مدل رسی ۳۹
- شکل ۱۳-۲: آزمایش سانتریفیوژ یک شیب رسی ۴۱
- شکل ۱۴-۲: بردارهای جابجایی برای مدل شیب ماسه‌ای ۴۳
- شکل ۱۵-۲: مدل شیب ماسه‌ای مسلح شده توسط لایه‌های ژئوتکستایل ۴۴
- شکل ۱-۳: نمونه‌هایی از سیستمهای دیوار نگهدارنده ۴۸
- شکل ۲-۳: شکلهای خرابی سازه‌های نگهدارنده GRS قطعه‌ای ۵۲
- شکل ۳-۳: تعادل حدی یک شیب خاکی مسلح با استفاده از یک سطح گسیختگی دایره‌ای ۵۴
- شکل ۴-۳: نیازهای مقیاسی برای المان مسلح در مدل و نمونه اصلی ۵۸
- شکل ۵-۳: تحلیل تنش برای دیوار نگهدارنده خاک مسلح ۶۰
- شکل ۶-۳: مقادیر F_T و F_F در وضعیت خرابی مدل‌های دیوار نگهدارنده خاک مسلح ۶۳
- شکل ۷-۳: ماکزیمم بار المان مسلح به صورت تابعی از عمق برای مدل‌های سانتریفیوژی ۶۵



- شکل ۳-۸: فشار خاک ایجاد شده در g ۵۰ در مدل‌های دور از خرابی کششی ۶۷
- شکل ۴-۱: نمایی از سانتریفیوژ دانشگاه علم و صنعت ایران ۷۴
- شکل ۴-۲: جعبه مقاوم استفاده شده در آزمایشات ۷۳
- شکل ۴-۳: اشکال مختلف مدل‌های دیوار مسلح ساخته شده ۷۷
- شکل ۴-۴: شبکه پلاستیکی استفاده شده به عنوان مدل ژئوگرید نرم ۸۰
- شکل ۴-۵: شبکه آلومینیمی به عنوان مدل ژئوگرید سخت ۸۰
- شکل ۴-۶: صفحه نایلونی به عنوان مدل ژئوستتیک ۸۲
- شکل ۴-۷: آغشته کردن سطح صفحه نایلونی با یک لایه چسب ۸۲
- شکل ۴-۸: ریختن ماسه بر روی صفحه نایلونی که با چسب آغشته شده برای زبر کردن آن ۸۲
- شکل ۴-۹: وضعیت قرار گیری لایه پلاستیک زبر شده ۸۳
- شکل ۴-۱۰: اتصال المان مسلح به رویه پلاستیک نازک توسط منگنه ۸۵
- شکل ۴-۱۱: اتصال المان مسلح به رویه پرسپکس توسط منگنه ۸۶
- شکل ۴-۱۲: رویه پلکسی گلاس بریده شده و نوارهایی از همان جنس برای اتصال المان مسلح ۸۷
- شکل ۴-۱۳: اتصال المان‌های مسلح به رویه پلکسی گلاس توسط چسب قوی ۸۷
- شکل ۴-۱۴: استقرار رویه و المان مسلح در جعبه مدل ۹۰
- شکل ۴-۱۵: پهن کردن لایه المان مسلح ۹۰
- شکل ۴-۱۶: قرار دادن دانه‌های یونولیت به عنوان نقاط نشانگر ۹۲
- شکل ۴-۱۷: تنظیم نقاط نشانگر با شبکه مرجع رسم شده بر روی دیواره ۹۲
- شکل ۴-۱۸: نمایی کلی از یک مدل ساخته شده ۹۳
- شکل ۴-۱۹: وضعیت قرارگیری نقاط و خطوط هدف در نمای جانبی مدل ۹۴
- شکل ۴-۲۰: قرار دادن جعبه مدل در سبد سانتریفیوژ ۹۶
- شکل ۴-۲۱: اتصال سیستم ثبت داده و جعبه باتری به بازوی سانتریفیوژ و اتصال حسگرها به آن ۹۷
- شکل ۴-۲۲: وارد کردن تنظیمات مربوط به کالیبراسیون حسگرها و ذخیره اطلاعات ۹۸
- شکل ۴-۲۳: وارد کردن تنظیمات مربوط به کالیبراسیون حسگرها و ذخیره اطلاعات ۹۸
- شکل ۴-۲۴: وضعیت قرار گیری دو LVDT در جعبه مدل ۹۹
- شکل ۴-۲۵: وضعیت قرار گیری دو LVDT در جعبه مدل ۹۹
- شکل ۴-۲۶: وضعیت قرار گیری دوربین فیلمبراری نسبت به جعبه مدل ۱۰۴
- شکل ۴-۲۷: سیستم روشنایی برای افزایش کیفیت تصاویر آزمایش ۱۰۴
- شکل ۴-۲۸: ثبت تغییر مکان نقاط هدف و خطوط نشانگر بعد از مرحله تراکم مدل ۱۰۴



- شکل ۴-۲۹: نمایی از مرحله آزمایش مدل ۱۰۴
- شکل ۴-۳۰: وضعیت یکی از مدلها بعد از آزمایش ۱۰۵
- شکل ۴-۳۱: اندازه‌گیری ارتفاع تاج مدل بعد از آزمایش ۱۰۶
- شکل ۴-۳۲: اندازه‌گیری فاصله سطح گسیختگی از محل اولیه رویه ۱۰۶
- شکل ۴-۳۳: ثبت تغییر مکان نقاط و خطوط هدف بر روی طلق شفاف بعد از مرحله دوم آزمایش ۱۰۷
- شکل ۵-۱: فرایند پردازش تصویری انجام شده برای مدل‌های سانتریفیوژی دیوار خاک مسلح ۱۱۰
- شکل ۵-۲: شبکه مرجعی که بر روی دیواره شیشه‌ای ترسیم شده است ۱۱۱
- شکل ۵-۳: قرار دادن نقاط هدف در وجه جانبی مدل ۱۱۲
- شکل ۵-۴: ریختن ماسه سفید رنگ به عنوان خطوط هدف ۱۱۳
- شکل ۵-۵: سیستم نورپردازی روش دوم ۱۱۵
- شکل ۵-۶: دوربین و سیستم گیرنده مورد استفاده در آزمایشات ۱۱۷
- شکل ۵-۷: پایه دوربین ساخته شده برای نصب آن به جعبه ۱۱۸
- شکل ۵-۸: دستگاه گیرنده برای دریافت تصاویر به صورت بی سیم ۱۱۸
- شکل ۵-۹: روابط بدست آمده برای حذف تاثیر تحذب در مختصات نقاط هدف ۱۲۱
- شکل ۵-۱۰: نمودار تغییر مکان افقی تاج در مدل دیوار Geogrid3 ۱۲۳
- شکل ۵-۱۱: نمودار تغییر مکان قائم تاج در مدل دیوار Geogrid3 ۱۲۳
- شکل ۵-۱۲: ثبت موقعیت نقاط و خطوط هدف بر روی طلق شفاف قبل از شروع آزمایش ۱۲۵
- شکل ۵-۱۳: ثبت موقعیت نقاط و خطوط نشانگر بر روی طلق شفاف در انتهای آزمایش ۱۲۵
- شکل ۵-۱۴: نمونه ای از نتایج ثبت شده بر روی طلق شفاف ۱۲۶
- شکل ۵-۱۵: مقایسه نتایج حاصل از پردازش تصویری و نتایج LVDT ۱۲۷
- شکل ۵-۱۶: وضعیت قرار گیری دو LVDT در مدل Geogrid7 قبل از شروع آزمایش ۱۲۹
- شکل ۵-۱۷: وضعیت قرار گیری دو LVDT در مدل Geogrid7 در انتهای آزمایش ۱۲۹
- شکل ۶-۱: نمودار تغییر مکان افقی تاج مدل‌های دیوار مسلح در شتاب‌های مختلف سانتریفیوژ برای بررسی تاثیر سختی رویه ۱۳۳
- شکل ۶-۲: نمودار تغییر مکان قائم تاج مدل‌های دیوار مسلح در شتاب‌های مختلف سانتریفیوژ برای بررسی تاثیر تغییرات سختی رویه ۱۳۵
- شکل ۶-۳: نمودار تغییر مکان افقی تاج مدل‌های دیوار مسلح در شتاب‌های مختلف سانتریفیوژ برای بررسی تاثیر تغییرات طول المان مسلح-دیوارهای با رویه انعطاف‌پذیر ۱۳۶
- شکل ۶-۴: نمودار تغییر مکان افقی تاج مدل‌های دیوار مسلح در شتاب‌های مختلف سانتریفیوژ برای



- ۱۳۷..... بررسی تاثیر تغییرات طول المان مسلح-دیوارهای با رویه صلب
- شکل ۵-۶: نمودار تغییر مکان قائم تاج مدلهای دیوار مسلح در شتابهای مختلف سانتریفیوژ برای
- ۱۳۸..... بررسی تاثیر تغییرات طول المان مسلح-دیوارهای با رویه انعطاف پذیر
- شکل ۶-۷: نمودار تغییر مکان قائم تاج مدلهای دیوار مسلح در شتابهای مختلف سانتریفیوژ برای
- ۱۴۱..... بررسی تاثیر کشش پذیری المان مسلح
- شکل ۶-۸: نمودار تغییر مکان افقی تاج مدلهای دیوار مسلح در شتابهای مختلف سانتریفیوژ برای
- ۱۴۳..... بررسی تاثیر زبری المان مسلح
- شکل ۶-۹: نمودار تغییر مکان قائم تاج مدلهای دیوار مسلح در شتابهای مختلف سانتریفیوژ برای
- ۱۴۴..... بررسی تاثیر زبری المان مسلح
- شکل ۶-۱۰: شکل شماتیک مدل دیوار مسلح با سطح خرابی رانکین و توزیع تنش مثلثی
- ۱۴۷..... شکل ۶-۱۱: موقعیت سطح گسیختگی مدل دیوار Geogrid2
- ۱۴۸..... شکل ۶-۱۲: موقعیت سطح گسیختگی مدل دیوار Geogrid3
- ۱۵۲..... شکل پ-۱-۱: برقراری تعادل نیروها در گوه گسیختگی
- ۱۵۵..... شکل پ-۲-۱: مفهوم کرنش مستقیم و کرنش برشی
- ۱۵۵..... شکل پ-۲-۲: دایره مور کرنش
- ۱۶۳..... شکل پ-۲-۳: ابعاد اولیه و تغییر مکان یافته المان مثلثی
- ۱۵۹..... شکل پ-۲-۴: دایره مور کرنش برای المان مورد نظر

فصل اول

شرح مسئله و روش تحقیق

شرح مسئله و روش تحقیق

۱-۱- مقدمه

هزینه بالای اجرای دیوارهای نگهدارنده و به طور کلی روشهای کلاسیک معمول، مهندسان طراح را به استفاده از روشهای دیگر پایدارسازی سوق داد. در ابتدا دیوار خاک مسلح تنها به دیوارهای مسلح شده که روش مسلح سازی در آنها با نوارهای فلزی گالوانیزه و خاکهای پرکننده دانه‌ای مرغوب و نماسازی به کمک پانل‌های پیش ساخته بود، اطلاق می‌شد. سپس با شروع مطالعات بر روی استفاده از مواد جدید در مسلح نمودن خاک مانند پلیمرها، استفاده از آنها در دیوارهای خاک مسلح به مرور زمان افزایش یافت. اما ملاحظه شد که نامعلوم بودن رفتار دیوار خاک مسلح منجر به طراحی محافظه کارانه می‌شود و یک فهم بهتر از رفتار این دیوارها می‌تواند ما را به طراحی اقتصادی‌تر سوق دهد، تا سازه‌های مسلح رقابت بیشتری با سازه‌های معمول نگهبان داشته باشند.

۱-۲- تعریف مسئله و هدف از تحقیق

اگر چه تحقیقات قابل توجهی در مورد دیوارهای خاک مسلح در سطح تنش کارکرد انجام شد، اما شناخت ما در مورد رفتار چنین سازه‌هایی در خرابی کم است. این مطلب اصولاً به خاطر سختی و دشواری و قیمت بالای مربوط به آزمایشهای نمونه‌های با مقیاس واقعی است. از طرف دیگر نتایج آزمایشات بر روی مدل‌های کوچک مقیاس در شتاب ۱g مشکوک است زیرا رفتار خاک وابسته به سطح تنش است و بزرگی تنش در مقیاس اصلی و مدل دیوار خیلی متفاوت است.



دستگاه سانتریفیوژ محیط کنترل شده‌ای را فراهم می‌کند که نمونه واقعی می‌تواند در مدل‌های کوچک مقیاس با حفظ حالت تنش مطالعه شود. در این تحقیق ۱۲ آزمایش با استفاده از سانتریفیوژ بر روی مدل‌های دیوار خاک مسلح با ژئوستتیک انجام شده است. هدف، بررسی پارامتریک بر روی رفتار دیوارهای خاک مسلح می‌باشد. مدل‌ها شامل دیوارهای مسلح با لایه‌های ژئوگرید و ژئوتکستایل بودند. پارامترهایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند شامل: سختی رویه دیوار، طول، قابلیت کشش - پذیری و زبری سطح المان مسلح بوده است.

۱-۳- ساختار پایان‌نامه

مجموعه حاضر در هفت فصل و دو پیوست ارائه شده است:

فصل اول شامل مقدمه، تعریف مسئله و هدف از تحقیق می‌باشد.

در فصل دوم ابتدا اصول مدلسازی با سانتریفیوژ مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس اصول پردازش

تصویری به عنوان روشی برای برداشت نتایج از مدل‌ها تشریح می‌شود.

در فصل سوم کلیاتی در مورد دیوارهای مسلح ارائه شده، سپس اصول مدلسازی دیوارهای خاک

مسلح تشریح شده و در انتها نیز تحقیقاتی که در مورد مدلسازی سانتریفیوژی دیوارهای خاک مسلح

انجام شده، مورد بررسی واقع می‌شود.

در فصل چهارم ابتدا برنامه آزمایشهای شرح داده شده، سپس روش ساخت مدل‌ها و آزمایش آنها با

دستگاه سانتریفیوژ به صورت گام به گام ارائه می‌شود.

در فصل پنجم روشهای برداشت نتایج از مدل‌ها که شامل پردازش تصویری، نتایج ثبت شده بر روی

طلق شفاف و نتایج ابزاربندی می‌باشد تشریح می‌شود

در فصل ششم تحلیل نتایج برداشت شده از مدل‌ها شامل تاثیر هر یک از پارامترها بر روی رفتار

دیوار مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



در فصل هفتم نیز نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی برای ادامه تحقیقات ارائه می‌شود.

در ادامه نیز فهرست منابع و مراجع این پژوهش ارائه خواهد شد. محاسبات مربوط به چسبندگی

خاک در پیوست ۱ و روش محاسبه کرنش در پردازش تصویری در پیوست ۲ تشریح می‌شود.

فصل دوم

اصول مدلسازی سانتریفیوژ

و

پردازش تصویر