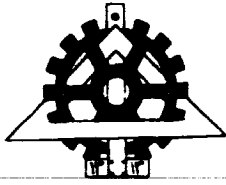
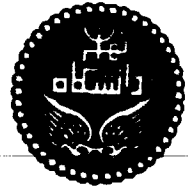


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تهران
دانشکده فنی



۱۳۸۰ / ۱۰ / ۲۱

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد
در
رشته مهندسی عمران ، گرایش مکانیک خاک و پی

بررسی تجربی تاثیر دانه بندی و ابعاد نمونه
برروی مقاومت برشی خاک درشت دانه تهران و شبیه سازی آن
بروش المانهای مجزا (DEM)

تکارش :
015573
احد باقرزاده خلخالی

اساتید راهنما :
دکتر اورنگ فرزانه دکتر علی اصغر میرقاسمی

پائیز ۱۳۸۰

۳۸۷۷۸

(صفحه اول)

موضوع

بررسی کمی. تاثیر. دانش. معرفی. و ایجاد بنویسید در روی
معاوضت برشی. چاک. در دست. رایت. به این. و به این. مازی آن
دروس الهای مجزا (DEM)

توسط

اجرای پروژه زارده حلجلی...

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته... مهندسی عمران... گرایش... مکانیک خاک و پی

از این پایان نامه در تاریخ... ۱۴... ۷... ۸۰... در مقابل

هیئت داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.



- سرپرست کمیته تکمیلات تکمیلی دانشکده:
- مدیر گروه آموزشی:
- نماینده تکمیلات تکمیلی گروه:
- استاد راهنما:
- عضو هیئت داوران:
- عضو هیئت داوران:

تقدیم به بهترین و والاترین وجود؛

مادر دلسوز و مهربانم

تشکر و قدردانی:

به سرانجام رسیدن این پایان نامه ، بدون حمایت های بی شائبه استادان ارجمندم میسر نبوده است . وظیفه خودم می دانم از اساتید گرانقدر ، جناب آقای دکتر فرزانه و آقای دکتر میرقاسمی که در تمامی مراحل انجام پایان نامه با راهنماییهای ارزنده خود و در اختیار گذاشتن منابع مورد نیاز ، مرا مورد لطف خود قرار داده اند ، سپاسگزاری نمایم . انجام این پایان نامه فرصت مغتضی به دست داد تا از مشاوره جناب آقای دکتر قلندر زاده ، بویژه در بخش تجربی تحقیق ، بهره مند گردم ، از ایشان نیز به خاطر کمک های بی دریغ و راهنماییهای بسیار مفیدشان کمال تشکر را دارم . همچنین از آقای دکتر محمدی به جهت معرفی منابع مورد نیاز ، که در بررسی عددی تحقیق بسیار مفید واقع شدند ، سپاسگزاری می نمایم .

بدین وسیله از آقای دکتر فاخر ، دکتر گتمیری و دکتر بهنیا که حق استادی بر اینجانب دارند ، قدردانی می شود . همچنین از آقای دکتر فاخر که با تالیف کتاب (ابزار عمومی تحقیق) دانش پژوهان را در انجام پروژه های تحقیقاتی یاری نموده اند ، سپاسگزاری می نمایم .

همچنین از جناب آقای دکتر طباطبائی که در بخش تجربی ، اینجانب را در هماهنگی های مربوط به آزمایشگاه خاک و پی مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان یاری کردند ، قدردانی می نمایم و از جناب آقای علیزاده ، کارشناس محترم آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی که نهایت همکاری را در راستای انجام آزمایشها با اینجانب داشته اند ، کمال تشکر را دارم .

در پایان نیز از تمام دوستان عزیزم که در رفع موانع و کمک به سرانجام رسانیدن این پایان نامه نسبت به اینجانب لطف داشته اند ، بسیار ممنونم .

عنوان پایان نامه :

" بررسی تجربی و عددی تاثیر دانه بندی و ابعاد نمونه بر روی مقاومت برشی خاک درشت دانه تهران در آزمون برش مستقیم "

چکیده :

یکی از مسائل مهمی که در تعیین پارامترهای مقاومت برشی خاک های درشت دانه با آن روبرو هستیم . اینست که در بسیاری از آزمایشگاههای مکانیک خاک کشور که مجهز به دستگاه برش مستقیم با جعبه بزرگ (۳۰*۳۰ سانتی متر) نیستند ، دانه بندی خاک های نمونه برداری شده با حذف بخشی مهمی از دانه های درشت آن ، اصلاح شده و آزمایش برش مستقیم با جعبه کوچک (۶*۶ سانتیمتر) بر روی آنها انجام داده می شود .

در نتیجه این اصلاح دانه بندی ، درصد ریز دانه خاک افزایش یافته و بخاطر حساسیت زیاد این بخش از خاک (ریزتر از الک ۲۰۰) به تغییرات رطوبت ، مقاومت برشی از خاک بمیزان زیادی تابع شرایط رطوبت و سرعت آزمایش می شود و مقادیر اندازه گیری شده تفاوت زیادی نسبت به مقاومت برشی واقعی خاک نشان می دهند .

در تحقیق حاضر ، بررسی تاثیر دانه بندی و ابعاد نمونه بر روی خاک درشت دانه تهران مدنظر گرفته تا با تعیین خطای ناشی از روش های متداول اصلاح (موازی یا حذفی) بر روی این خاک ، زمینه برای تعیین هر چه دقیق تر پارامترهای مکانیکی خاک (C , ϕ) فراهم گردد. تا اینکه در صورت دستیابی به نتایج جامع ، طراحی ها از دید مهندسی دقیق و اقتصادی باشند . به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر ، بررسی فوق بدو صورت تجربی و عددی به موازات یکدیگر انجام گرفته است . که در بررسی تجربی ، نمونه ای از خاک درشت دانه تهران تهیه و با شرایط از قبل تعیین شده تحت آزمایش برش مستقیم قرار

گرفت. در حالیکه در بررسی عددی، شبیه سازی آزمون برش مستقیم بروش المانهای مجزا (*DEM*) اجرا گردید و سپس نمونه ای تقریباً مشابه نمونه تهیه شده طی بررسی های تجربی مدل و توسط برنامه تغییر یافته *ELLIPSE*، که طی تحقیق حاضر به منظور شبیه سازی آزمایش برش مستقیم اصلاح گردید، مورد تحلیل قرار گرفت.

بعد از انجام بررسیهای تجربی و عددی، تاثیر عوامل مختلفی نظیر سطح تنش، تراکم، دانه بندی و ابعاد نمونه بر روی آزمایش برش مستقیم در محدوده مطالعات انجام گرفته، تعیین و ارائه گردیده اند.

تحقیق حاضر نشان داد که اصلاح دانه بندی تاثیر بسیار زیادی بر پارامترهای مکانیکی نمونه ها دارد. همچنین اصلاح دانه بندی به روش موازی نسبت به اصلاح حذفی نتایجی بسیار دور از واقعیت را می دهد. در حقیقت با اصلاح دانه بندی، رفتار و پارامترهای مکانیکی نمونه به شدت تحت تاثیر بخش ریز دانه، که طی اصلاح دانه بندی افزایش می یابند، قرار می گیرد. این مورد در خصوص نمونه های با اصلاح موازی شدت بیشتری دارد.

بنابراین انجام آزمایشهای برش با جعبه کوچک توصیه نمی گردد لیکن با توجه به محدودیت های موجود، انجام آزمایشهای فوق بر روی دانه بندی های با اصلاح حذفی مقادیر پارامترهای مکانیکی نزدیکتری نسبت به واقعیت را می دهد.

فهرست :بخش اول :

فصل اول : اصول روش المانهای مجزا

- ۱-۱- مروری بر روش های شبیه سازی محیط های دانه ای
- ۱-۲- المانهای مجزا (DEM)
- ۱-۳- خلاصه فصل

فصل دوم : روش المانهای مجزا با ذرات بیضی شکل

- ۱-۲- مقدمه
- ۲-۲- الگوریتم روش المانهای مجزا با ذرات بیضی شکل
- ۳-۲- محل تقاطع دو بیضی
- ۴-۲- نمو سرعت های تماسی بین دو بیضی
- ۵-۲- تانسور تنش و کرنش
- ۶-۲- خلاصه فصل

فصل سوم : برنامه المانهای مجزا با ذرات بیضی شکل

- ۱-۳- مقدمه
- ۲-۳- برنامه *Autodisc*
- ۳-۳- آرایه *A*
- ۴-۳- الگوریتم برنامه *ELLIPSE*
- ۵-۳- فایل های ورودی و خروجی برنامه *ELLIPSE*
- ۶-۳- تشریح عملکرد سابروتین های برنامه *ELLIPSE*
- ۷-۳- طریقه استفاده از برنامه *ELLIPSE*
- ۸-۳- خلاصه فصل

فصل چهارم : تغییرات انجام یافته بر روی برنامه *ELLIPSE*

- ۱-۴- مقدمه

۲-۴- برنامه *Autodisc*

۳-۴- آرایه *A*

۴-۴- تغییرات انجام گرفته بر روی سابروتین های برنامه *ELLIPSE*

۵-۴- طریقه استفاده از برنامه *ELLIPSE*

۶-۴- خلاصه فصل .

فصل پنجم : مدلسازی آزمونها و بررسی نتایج

۱-۵- مقدمه

۲-۵- انتخاب نمونه ها

۳-۵- مراحل مدل کردن آزمایش برش مستقیم

۴-۵- ارائه نتایج و مقایسه آنها

۵-۵- مقایسه نمونه ها و نتیجه گیری

۶-۵- ارائه پیشنهادها

بخش دوم :

فصل اول : مطالعه مقاومت برشی خاکهای دانه ای و مروری بر تحقیقات انجام گرفته

۱-۱- مفهوم مقاومت برشی

۲-۱- آزمایش برش مستقیم

۳-۱- مطالعات انجام گرفته بر روی خاکهای دانه ای در آزمون برش مستقیم

۴-۱- مبنای محاسبه زاویه اصطکاک داخلی خاک از نتایج آزمون برش مستقیم

۵-۱- کرنش مسطح و زاویه اصطکاک برش مستقیم

۶-۱- اتساع و لزوم فرض آن در تاثیر بر نتایج آزمایش برش مستقیم و پارامترهای موثر بر آن

۷-۱- روشهای اعمال اتساع در روابط و فرضیات آزمایش

۸-۱- خلاصه فصل

فصل دوم : عوامل موثر بر پارامترهای مقاومت برشی خاکها (بخصوص خاکهای دانه ای)

۱-۲- مقدمه

۲-۲- معیار گسیختگی موهر- کولمب

- ۱-۲- مفهوم ساده اصطکاک و چسبندگی خاک
- ۲-۲- عوامل موثر بر مقاومت برشی خاکهای دانه ای
- ۳-۲- بررسی پارامترهای مقاومت برشی خاکهای درشت دانه
- ۴-۲- تاثیر دانه بندی و ابعاد نمونه بر مقاومت برشی خاکهای درشت دانه
- ۷-۲- خلاصه فصل

فصل سوم: معرفی آزمایشهای برش بزرگ و کوچک و تعیین شرایط آزمایش در تحقیق

- ۱-۳- مقدمه
- ۲-۳- آزمایش برش مستقیم
- ۳-۳- نمونه گیری و انجام آزمایشهای شناسائی اولیه
- ۴-۳- راه اندازی و کالیبراسیون دستگاههای برش مستقیم
- ۵-۳- آزمایشهای برش مستقیم کوچک برای تعیین شرایط اولیه آزمایش

فصل چهارم: نتایج آزمایشهای برش مستقیم و بحث بر روی نتایج

- ۱-۴- آزمایشهای برش مستقیم با جعبه کوچک
- ۲-۴- آزمایشهای برش مستقیم با جعبه بزرگ
- ۳-۴- مقایسه آزمایشهای برش مستقیم

فصل پنجم: نتیجه گیری نهائی از مطالعه تجربی تحقیق

ارائه نتایج نهائی از بررسیهای انجام گرفته در این بخش از تحقیق

بخش سوم:

نتیجه گیری نهائی از تحقیق با در نظر گرفتن بررسیهای تجربی و عددی

* لازم به توضیح است که بدلیل حجیم بودن پیوستها و نتایج این تحقیق تمام آنها در پایان نامه قابل ارائه نبود ، بدین خاطر پیوستها بصورت کامل در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی جهت استفاده علاقه مندان موجود می باشد.

مقدمه

بخش اعظم کوهپایه و دشت منطقه تهران را خاکهای درشت دانه آبرفتی دوران چهارم تشکیل می‌دهد. محاسبه ظرفیت باربری پی ساختمانها، ضریب ایمنی پایداری دیواره گودبرداریها و نیروهای وارد بر دیوارهای حائل، تونل‌ها و سازه‌های زیرزمینی، مستلزم تعیین دقیق پارامترهای مقاومت برشی این خاکهاست. یکی از مشکلاتی که در این راه وجود دارد، این است که در بسیاری از آزمایشگاه‌های مکانیک خاک، بعلت نبودن دستگاه برش مستقیم با جعبه بزرگ، دانه‌بندی نمونه‌های این نوع خاکها را با حذف بخش بسیار مهمی از دانه‌های درشت، "اصلاح" کرده و آزمایش برش مستقیم با جعبه کوچک را بر روی این دانه‌بندی تغییر یافته انجام می‌دهند. در اثر این تغییر، مقادیر آزمایشگاهی ϕ و C با مقادیر واقعی این پارامترها به اندازه قابل ملاحظه‌ای اختلاف پیدا می‌کند. تحقیق درباره حدود تاثیر دانه‌بندی و ابعاد نمونه در نتایج آزمایش‌های برش مستقیم می‌تواند نقش مفید و موثری در حذف خطای آزمایش برش کوچک ایفا کرده و به مهندسان طراح و ژئوتکنیک در انتخاب درست پارامترهای طراحی کمک کند.

در تحقیق حاضر، بررسی تاثیر دانه‌بندی و ابعاد نمونه بر روی خاک درشت دانه تهران مدنظر قرار گرفته و به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر، بررسی فوق به دو صورت تجربی و عددی. به موازات یکدیگر، انجام گرفته است. که در بررسی عددی تاثیر عوامل ذکر شده (دانه‌بندی و ابعاد نمونه)، از روش المان مجزا (DEM) بهره گرفته شده است. مطالب و جزئیات مربوط به بررسی عددی تحقیق حاضر در بخش اول پایان‌نامه ارائه گردیده است. از روش دیگری که در این پروژه به همراه قسمت عددی بهره گرفته شد. بررسی آزمایشگاهی موضوع تحقیق بود. که مهمترین بخش تحقیق را به دلیل اندازه‌گیری تجربی پارامترهای مورد بحث شامل می‌شود.

در بخش نخست تحقیق، براساس روش المانهای مجزا، برنامه کامپیوتری ELLIPSE به منظور مدل نمودن آزمون برش مستقیم اصلاح گردید و بعد از کنترل نتایج برنامه اصلاح شده، آزمونهای برش مستقیم با دانه‌بندی‌های درشت و ریز متناسب با ابعاد جعبه‌های برش فرضی، مدل و توسط این برنامه تحلیل گردیدند. به منظور تشریح این قسمت از تحقیق، بخش اول با عنوان "بررسی عددی تاثیر دانه‌بندی و ابعاد نمونه بر روی خاک درشت دانه تهران در آزمون برش مستقیم" در قالب شش فصل تنظیم و ارائه گردیده است که محتوی فصول یاد شده، بطور خلاصه به قرار زیر می‌باشد:

در فصل اول، اصول روش المانهای مجزا توضیح داده می‌شود و در فصل دوم، طریقه استفاده از روش المانهای مجزا برای ذرات بیضی شکل ارائه می‌گردند، چرا که در این تحقیق برای ساخت مجموعه ذرات (نمونه) از ذرات بیضی شکل استفاده شده است. در فصل سوم این بخش، برنامه‌های مورد استفاده در تحقیق معرفی و اصول حاکم بر تحلیل برنامه کامپیوتری ELLIPSE که در این پروژه بکار گرفته شده، بیان گردیده‌اند. در فصل چهارم، جزئیات مربوط به اصلاح برنامه کامپیوتری ELLIPSE به منظور استفاده در این پروژه آمده است و بالاخره، در فصل پنجم، آزمونهای مدل شده برش مستقیم تشریح و نتایج حاصل از آنالیز ارائه و بررسی شده‌اند. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی مطالعات انجام گرفته در این قسمت از تحقیق در فصل ششم بطور خلاصه ارائه گردیده است.

اما در بخش دوم تحقیق، نمونه خاکی از کارگاه تونل رسالت تهیه گردید و بعد از انجام آزمایشهای شناسائی و مقدماتی، با انجام دو نوع اصلاح در دانه‌بندی نمونه اخذ شده، به روشهای اصلاح حذفی و موازی، آزمایش برش مستقیم در دو جعبه بزرگ (۱۵ × ۳۰ × ۳۰) و کوچک (۶ × ۶ × ۲) بر روی نمونه‌های با دانه‌بندی اصلاح شده انجام گرفت. لازم به توضیح است که بخش مطالعه تجربی موضوع پایان‌نامه، طرح تحقیقی مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان بود و بدین خاطر آزمونهای برش با جعبه بزرگ در آزمایشگاه خاک و پی این مرکز انجام گرفتند، اما آزمونهای برش کوچک در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی دانشگاه تهران، با راه‌اندازی سیستم قرائت کامپیوتری انجام گرفتند.

با توجه به تحقیقات گذشته، دو پارامتر بسیار مهمی که روی رفتار خاکهای دانه‌ای، تأثیر بسزائی دارند، فشار محدودکننده (Confining Stress) و تراکم نمونه می‌باشند، که در آزمون برش مستقیم، سربار قائم نقش فشار محدودکننده را به عهده دارد. محققین مختلف، تراکم نمونه را با پارامترهای متفاوتی در نظر گرفته‌اند، که از آن جمله می‌توان نسبت تختخل (e)، دانسیته (یا چگالی) نسبی (D_r) و درصد تراکم ($\gamma_d/\gamma_{d_{max}}$) اشاره کرد. در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن نتایج تحقیقات گذشته، از پارامتر درصد تراکم ($\gamma_d/\gamma_{d_{max}}$) به منظور مقایسه رفتار نمونه‌ها بهره گرفته شد. البته لازم به ذکر است که دانسیته نسبی معادل درصد تراکم نمونه‌ها نیز در این پروژه گزارش شده‌اند و دلیل اولویت درصد تراکم به دانسیته نسبی، توصیه آئین‌نامه ASTM برای نمونه‌های با ریزدانه بیشتر از ۱۲ درصد می‌باشد، که در کدهای مربوط به آزمایشهای تعیین ماگزیم و مینیم وزن مخصوص خاک ($\gamma_{d_{min}}$ ، $\gamma_{d_{max}}$) آمده است.

کل بررسیها و مطالعات انجام گرفته در بخش دوم پایان‌نامه بطور خلاصه در پنج فصل گردآوری و به قرار ذیل ارائه شده‌اند:

در فصل نخست این بخش، مقاومت برشی خاکهای دانه‌ای مورد بررسی قرار گرفته و خلاصه‌ای از تحقیقات قبلی انجام گرفته بر روی خاکهای مشابه ارائه گردیده است. در فصل دوم، عوامل مؤثر بر مقاومت برشی خاکهای درشت دانه (خاکهای دانه‌ای) معرفی و تأثیر هر یک از این عوامل با توجه به سوابق مطالعاتی در دسترس، بیان گردیده‌اند. آزمایشهای برش مستقیم بزرگ و کوچک در فصل سوم تشریح و شیوه تعیین شرایط حاکم بر آزمایشهای برش مستقیم برای انجام این تحقیق در فصل یاد شده، آمده است. در فصل چهارم نیز، نتایج حاصل از آزمایشهای برش مستقیم کوچک و بزرگ جداگانه ارائه و بحث بر روی این نتایج بیان گردیده است و بالاخره نتیجه‌گیری کلی از بخش دوم تحقیق (مطالعه تجربی) با عنوان فصل پنجم گردآوری شده است.

لازم به توضیح است، بخش سوم نیز در راستای تنظیم مطالب تحقیق حاضر، ارائه شده است، که در حقیقت مقایسه مطالعات انجام گرفته در دو بخش اول و دوم را در بر می‌گیرد.

بخش اول

” بررسی عددی تاثیر دانه بندی و ابعاد نمونه
بر روی مقاومت برشی خاک درشت دانه تهران “

سرفصل ها :

- فصل اول - اصول روش المانهای مجزا
- فصل دوم - روش المانهای مجزا با ذرات بیضی شکل
- فصل سوم - برنامه المان های مجزا با ذرات بیضی شکل
- فصل چهارم - تغییرات انجام یافته بر روی برنامه *ELLIPSE*
- فصل پنجم - مدلسازی آزمایشها و نتیجه گیری