دانشکده فنی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثر ناهمسانی مقاومت برشی در ظرفیت باربری پی‌های سطحی به کمک تئوری فضای تصادفی

از

علی ماهیگیر

استاد راهنما

دکتر رضا جمشیدی چناری

آذر-۱۳۹۱

بسم الله الرّحمن الرّحيم

دانشکده فنی

گروه عمران

مکانیک خاک و پی

بررسی اثر ناهمسانی مقاومت برشی در ظرفیت باربری پی‌های سطحی به کمک تئوری فضای تصادفی

از

علی ماهیگیر

استاد راهنما

دکتر رضا جمشیدی چناری

آذر-۱۳۹۱

تقدیم به روح پرفتوح مادرم:

مادرم، آنکه آفتاب مهرش در آستانه قلبم، همچنان پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد.

تقدیر و تشکر

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای **دکتر رضا جمشیدی چناری** که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است.

معلا مقامت ز عرش برتر باد همیشه تو سن اندیشه ات مظفر باد

همچنین از داوران محترم جناب آقای **دکتر علی قربانی** و جناب آقای **دکتر مهران کریم پور فرد** که زحمت باز خوانی و داوری این مجموعه را بر عهده داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی دارم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست مطالب.....ت

فهرست جدول‌ها.....خ

فهرست شکل‌ها.....د

چکیده فارسی.....ص

چکیده انگلیسی.....ض

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه.....۲

۱-۲- اهداف.....۳

۱-۳- روش انجام تحقیق.....۳

۱-۴- معرفی فصول پایان‌نامه.....۳

فصل دوم: پیشینه موضوع و ادبیات فنی

۲-۱- مقدمه.....۶

۲-۲- تأثیر ناهمگونی خاک.....۶

۲-۲-۱- ناهمگونی فضایی خصوصیات خاک.....۶

۲-۲-۱-۱- مشخصات ناهمگونی خاک.....۶

۲-۲-۱-۲- مدل‌های تصادفی.....۹

۲-۲-۱-۳- ویژگی‌های تصادفی ناهمگونی فضایی خصوصیات خاک.....۱۰

۲-۲-۲- تحلیل تصادفی.....۱۴

۲-۲-۳- تأثیر ناهمگونی خاک بر رفتار ژئوتکنیکی سیستم..... ۱۷
۲-۲-۳-۱- روانگرایی..... ۱۷
۲-۲-۳-۲- جریان آب در خاک ناهمگن..... ۱۸
۲-۲-۳-۳- پایداری شیروانی..... ۱۹
۲-۲-۳-۴- نشست پی‌های عمیق و سطحی..... ۲۰
۲-۲-۳-۵- تأثیر ناهمگنی خاک بر ظرفیت باربری پی‌های سطحی..... ۲۰

فصل سوم: ناهمسانی

۳-۱- مقدمه..... ۲۶
۳-۱-۱- ناهمسانی ذاتی..... ۲۶
۳-۱-۲- ناهمسانی القایی..... ۲۷
۳-۱-۳- ناهمسانی اولیه..... ۲۷
۳-۲- ناهمسانی تنش-کرنش..... ۲۸
۳-۳- معیار گسیختگی اصلاح شده موهر – کلمب..... ۳۲
۳-۳-۱ تصحیح پلاستیک..... ۳۵
۳-۴- ناهمسانی مقاومت برشی زهکشی‌نشده..... ۳۸

فصل چهارم: میدان تصادفی

۴-۱- مقدمه..... ۴۱
۴-۲- انواع میدان تصادفی..... ۴۱
۴-۳- تئوری میدان تصادفی..... ۴۲
۴-۳- ۱- ایستایی..... ۴۳
۴-۳-۲- ارگودیسیتی..... ۴۴

۴-۳-۳- غیرایستایی..... ۴۵
۴-۴- میدان تصادفی گاوسین..... ۴۵
۴-۵- توابع خود هم‌پراکنش و همبستگی..... ۴۶
۴-۶- واریوگرام..... ۵۰
۴-۷- مقیاس نوسان..... ۵۱
۴-۷-۱- اثرات ناهمسانی در مقیاس‌های همبستگی..... ۵۳
۴-۸- تولید میدان تصادفی..... ۵۵
۴-۸-۱- تولید میدان‌های ۲ بعدی هم‌بسته با تکنیک تجزیه ماتریس هم‌پراکنش..... ۵۶
۴-۸-۱-۱- الگوریتم تولید میدان‌های هم‌بسته مورد استفاده..... ۵۷
۴-۸-۱-۲- تجزیه ماتریس..... ۵۵
۴-۸-۱-۲-۱- تجزیه چولسکی..... ۶۲
۴-۸-۲- روش تبدیل فوریه سریع..... ۶۳

فصل پنجم: ظرفیت باربری پی‌های سطحی

۵-۱- مقدمه..... ۷۴
۵-۲- مکانیسم خرابی پی‌های سطحی..... ۷۵
۵-۳- روش‌های تحلیل..... ۷۷
۵-۳-۱- روش تعادل حدی..... ۷۸
۵-۳-۱-۱- حالت همگن..... ۷۸
۵-۳-۱-۲- حالت ناهمگن..... ۷۸
۵-۳-۲- روش تحلیل حدی..... ۸۰
۵-۳-۲-۱- حالت همگن..... ۸۰

۵-۳-۲-۲- حالت ناهمگن..... ۸۲
۵-۳-۳- روش مشخصه‌های تنش (روش خطوط لغزش)..... ۸۴
۵-۴- روش‌های عددی در ظرفیت باربری پی‌ها..... ۸۴
۵-۴-۱- روش اجزاء محدود..... ۸۴
۵-۴-۱-۱- حالت همگن..... ۸۵
۵-۴-۱-۲- حالت ناهمگن..... ۸۵
۵-۵- ظرفیت باربری پی‌ها در کاربرد مهندسی..... ۸۷
۵-۵-۱- نکات قابل توجه در طراحی پی..... ۸۷

فصل ششم: مدل‌سازی، تحلیل عددی و نتایج مطالعات

۶-۱- مقدمه..... ۸۹
۶-۲- چهارچوب و روند شبیه‌سازی‌ها..... ۸۹
۶-۳- مشخصات و ابعاد مدل..... ۹۶
۶-۳-۱- ترسیم هندسه مدل..... ۹۶
۶-۳-۲- نحوه تعیین ظرفیت باربری در نرم افزار $FLAC^{2D}$..... ۹۷
۶-۴- تعداد ایده‌آل‌سازی‌ها در تحلیل..... ۹۷
۶-۵- مطالعات پارامتریک و نتایج آن‌ها..... ۹۸
۶-۵-۱- میدان تصادفی در شرایط زهکشی نشده..... ۹۸
۶-۵-۲- میدان تصادفی در شرایط زهکشی شده..... ۱۰۰
۶-۵-۳- ظرفیت باربری درحالت مشخصه..... ۱۰۳
۶-۵-۴- محاسبات پارامتریک ظرفیت باربری درحالت تصادفی..... ۱۰۶
۶-۵-۴-۱- حالت زهکشی نشده..... ۱۰۶
۶-۵-۴-۲- حالت زهکشی شده..... ۱۱۲

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

۷-۱- کلیات..... ۱۱۵

۷-۲- نتایج..... ۱۱۵

۷-۳- ارائه پیشنهادات جهت ادامه مطالعات..... ۱۱۶

پیوست‌ها

پیوست ۱: برنامه محاسبه ظرفیت باربری پی‌های سطحی برای حالت زهکشی نشده در نرم‌افزار $FLAC^{2D}$..... ۱۳۰

پیوست ۲: برنامه محاسبه ظرفیت باربری پی‌های سطحی برای حالت زهکشی شده در نرم‌افزار $FLAC^{2D}$..... ۱۴۰

فهرست جدول‌ها

فصل دوم: پیشینه موضوع و ادبیات فنی

جدول ۲-۱ مقادیر بدست آمده برای مقیاس نوسان و طول همبستگی توسط محققین مختلف..... ۱۴

فصل سوم: ناهمسانی

جدول۳-۱ نسبت مدول یانگ زهکشی نشده در راستای افق به راستای قائم (E_H/E_V) برای رس دست نخورده لندن(وارد و همکاران [۷۱])..... ۳۰

جدول۳-۲ نسبت ناهمسانی E_H/E_V و G_{HH}/G_{VH} برای مصالح مختلف..... ۳۰

جدول ۳-۳ ناهمسانی مقاومت برشی در خاکهای چسبنده[۷۹]..... ۳۹

فصل چهارم: میدان تصادفی

جدول ۴-۱ مشخصات اختصاری میدان‌های تصادفی..... ۴۴

جدول۴-۲- مدل‌های خودهمبستگی یک بعدی [۸۰]..... ۵۰

فصل ششم: مدل‌سازی، تحلیل عددی و نتایج مطالعات

جدول ۶-۱- مقادیر درنظرگرفته شده برای پارامترهای فرض شده..... ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

فصل دوم: پیشینه موضوع و ادبیات فنی

شکل ۲-۱- عدم قطعیت در تخمین ویژگی خاک [۴].....۷

شکل ۲-۲- ناهمگونی ذاتی در خاک [۵].....۸

شکل ۲-۳- تغییرات مقاومت نفوذ مخروط CPT در راستای قائم و افقی [۹].....۹

شکل ۲-۴- نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی مربوط به ضریب تغییرات مقاومت برشی زهکشی نشده در برابر میانگین آن [۳].....۱۱

شکل ۲-۵- تعیین ضریب تغییرات مقاومت برشی خاک [۱۷].....۱۱

شکل ۲-۶- روند تغییرات ضریب تغییرات مقاومت برشی زهکشی نشده در برابر میانگین آن [۱۸].....۱۲

شکل ۲-۷- اثر COV_{Cu} بر یک شیروانی با F.S=۱/۴۷.....۲۰

شکل۲-۸-مقایسه میان نتایج شبیه‌سازی مونت کارلو و مشخصه برای حالت میانگین و ۹۵درصد :الف)فشار- نشست ب)فشار- چرخش [۵۴].....۲۲

شکل ۲-۹- نمونه‌ای از شبکه تغییر شکل یافته. نواحی تیره خاک ضعیف‌تر را نشان می‌دهند[۵۲].....۲۳

شکل ۲-۱۰- رابطه میان $p(N_C < 5.14F)$ و F برای خاک با ضریب تغییرات COV_{Cu} برابر با الف)۱۲.۵٪ ب)۲۵٪ ج)۵۰٪ د)۱۰۰٪ [۵۲].....۲۴

فصل سوم: ناهمسانی

شکل ۳-۱- پوش گسیختگی متناظر با مدل اصلاح شده موهر – کلمب.....۳۳

شکل ۳-۲ نواحی استفاده شده برای تعریف قانون جریان در معیار تسلیم موهر –کلمب اصلاح شده.....۳۵

شکل۳-۳ مراحل اجرای معیار تسلیم اصلاح شده موهر کلمب در نرمافزار $FLAC^{2D}$.....۳۸

فصل چهارم: میدان تصادفی

شکل ۴-۱- انواع میدان تصادفی الف) سری تصادفی ب) روند شبکه‌ای پ) روند زمان مکان ج) روند تفکیک تصادفی فضا ج) الگوی تصادفی نقاط[۸۱].....۴۲

شکل۴-۲- تغییرات پسماند وموقعیت نمونه‌گیری SPT [۸۰].....۴۷

شکل۴-۳- داده های SPT در فواصل جدایی(δ) الف) ۲۰ متر ب) ۴۰ متر ج) ۱۰۰ متر د) ۲۰۰ متر[۸۰]..... ۴۸

شکل ۴-۴- تابع خودهمبستگی برای داده‌های شکل ۵-۳ [۸۰]..... ۴۸

شکل ۴-۵- تاثیر ساختار خودهمبستگی روی تغییرات پسماند[۸۰]..... ۴۹

شکل ۴-۶- (الف) تابع خودهمبستگی برای داده‌های مقاومت حاصل از ازمایش وین بر روی رس دریایی خلیج جیمز[۸۴]، (ب) نیمه واریوگرام برای این داده‌ها[۸۰]..... ۵۱

شکل ۴-۷- ایده‌آل‌سازی $X(t)$ برای دو مقیاس نوسان متفاوت [۸۷]..... ۵۲

شکل۴-۸ - فاصله افقی و عمودی المان‌های خاک..... ۵۴

شکل۴-۹- نمونه المان‌بندی توده خاک..... ۵۵

شکل ۴-۱۰ - مثالی از میدان تصادفی ساختگی توسط تکنیک تجزیه ماتریس [۹]..... ۵۷

شکل ۴-۱۱-مراحل مورد استفاده برای تولید میدان هم‌بسته مورد نیاز در تحلیل تصادفی..... ۶۰

شکل ۴-۱۲- میانگین، واریانس و هم‌پراکنش روند گاوس- مارکو حاصل از ۲۰۰۰ واقعی‌سازی[۸۷]..... ۶۴

شکل ۴-۱۳- روش بالا به پایین LAS برای تولید روند تصادفی [۹۳]..... ۶۶

شکل ۴-۱۴- تابع نمونه یک روند با $B(\tau)=e^{-\frac{|\tau|}{z}}$ [۹۳]..... ۶۷

شکل ۴-۱۵- LAS یک بعدی با مرحله i (بالا) و i+1 (پایین) [۱۹]..... ۶۸

شکل ۴-۱۶- مقایسه هم‌پراکنش واقعی و الگوریتمی میان خانه‌های مجاور یک خانه اولیه برای طول میانگین‌گیری مؤثر متغیر $2D/\theta$ [۹۳]..... ۷۰

شکل ۴-۱۷- مقایسه توابع هم‌پراکنش واقعی و تخمینی برای $\theta=4$ برای متوسط ۲۰۰ واقعی‌سازی[۹۳]..... ۷۰

شکل ۴-۱۸- LAS دوبعدی [۸۲]..... ۷۱

شکل ۴-۱۹- تابع نمونه تولیدی توسط LAS دوبعدی الف) $\theta=0.50$ ، ب) $\theta=4$ [۸۲]..... ۷۲

فصل پنجم: ظرفیت باربری پی‌های سطحی

شکل ۵-۱- ابعاد و اشکال پی‌های گسترده [۹۸]..... ۷۵

شکل ۵-۲- شکل شماتیک نمودار بار – نشست..... ۷۶

شکل ۵-۳- مکانیسم گسیختگی یک پی: الف)گسیختگی برشی کلی ب)گسیختگی برشی محلی ج)گسیختگی پانچ[۹۸].....۷۷

شکل ۵-۴- انواع گسیختگی و ظرفیت باربری درحالت تعادل حدی a) بلوک نیم دایره b) بلوک ربع دایره c) بلوک مثلثی [۹۹].....۷۸

شکل ۵- ۵- نمایی از یک دایره لغزش [۱۰۱].....۷۹

شکل ۵-۶- شکل بی بعد معیار گسیختگی پیشنهادی توسط ریموند [۱۰۱].....۸۰

شکل ۵-۷- روش کران بالا تحلیل حدی ظرفیت باربری a) بلوک نیم دایروی،b) بلوک ربع دایروی وc) بلوک مثلثی [۹۹].....۸۱

شکل۵-۸- کران پایین تحلیل حدی ظرفیت باربری خاک رسی، حوزه تنشa)۱ ساق b)۳ ساق [۹۹].....۸۱

شکل۵-۹- تحلیل حدی کران پایین با ۹ ساق[۹۹].....۸۲

شکل۵- ۱۰- ضرایب تصحیح برای پی‌های صلب و منعطف و نسبت آن‌ها [۱۰۳].....۸۳

شکل ۵-۱۱- ضرایب تصحیح برای پی در حالت وجود ناحیه کم مقاومت [۱۰۳].....۸۳

شکل ۵-۱۲- ظرفیت باربری پی معطف بر رس سخت و نرم [۱۱۲].....۸۵

شکل ۵-۱۳- متوسط ضریب ظرفیت باربری به صورت تابعی از ضریب همبستگی و ضریب تغییرات مقاومت برشی زهکشی نشده[۵۵].....۸۶

فصل ششم: مدل‌سازی، تحلیل عددی و نتایج مطالعات

شکل ۶ -۱- نمایش متدلوژی بکاررفته.....۹۱

شکل ۶-۲- مدل تفاضل محدود به‌کارگرفته شده در این مطالعه.....۹۶

شکل ۶-۳ - نمودار بار- جابجایی در یک ایده‌آل‌سازی.....۹۷

شکل ۶-۴- چگونگی تغییرات میانگین ظرفیت باربری با تعداد ایده‌آل‌سازی در شبیه‌سازی مونت‌کارلو.....۹۸

شکل ۶- ۵- توزیع محدود زاویه اصطکاک نرمالیزه شده در بازه $[0,1]$ [۲۶] ۱۰۱

شکل ۶-۶ - مثال خصوصیات الف) کاملاً همبسته مثبت ب) کاملاً همبسته منفی ج) غیر همبسته خاک.....۱۰۲

شکل ۶-۷ - المان بندی مورد استفاده برای تحلیل شالوده در حالت مشخصه.....۱۰۳

شکل۶-۸- تغییرات q' به ازای مقادیر $A.F_M$ در زاویه اصطکاک ۱۰ درجه.....۱۰۴

شکل۶-۹- تغییرات q' به ازای مقادیر A.F در زاویه اصطکاک ۲۰ درجه..... ۱۰۵

شکل ۶-۱۰- تغییرات N_C به ازای مقادیر زاویه اصطکاک در $\nu=0$ و $\nu=0.5$..... ۱۰۶

شکل ۶-۱۱- مش بندی تفاضل محدود مورد استفاده برای تحلیل‌های تصادفی..... ۱۰۶

شکل ۶-۱۲- نحوه توزیع چسبندگی درجهت قائم در المان‌ها به ازای $\mu_{cuv}=25$ kPa $COV_{Cuv}=10\%$..... ۱۰۷

شکل ۶-۱۳- تاثیر ناهمسانی مکانیکی و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی $\mu_{cuv}=25$ kPa..... ۱۰۸

شکل ۶-۱۴- تاثیر ناهمسانی مکانیکی و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی $\mu_{cuv}=50$ kPa..... ۱۰۹

شکل ۶-۱۵- تاثیر ناهمسانی ناهمگنی و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی..... ۱۱۰

شکل ۶-۱۶- تاثیر ناهمسانی ناهمگنی و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی..... ۱۱۰

شکل ۶-۱۷- تاثیر نسبت مدول برشی به مدول یانگ در جهت قائم و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی..... ۱۱۱

شکل ۶-۱۸- تاثیر نسبت مدول برشی به مدول یانگ در جهت قائم و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی..... ۱۱۱

شکل ۶-۱۹- تاثیر ناهمسانی مکانیکی و ضریب تغییرات روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی در حالت زهکشی شده
الف) $\rho=-1$ ب) $\rho=0$..... ۱۱۲

شکل ۶-۲۰- تاثیر ناهمسانی ناهمگنی و ضریب تغییرات و همبستگی روی میانگین ظرفیت باربری پی‌های سطحی در حالت زهکشی شده..... ۱۱۳

چکیده

بررسی اثر ناهمسانی مقاومت برشی در ظرفیت باربری پی‌های سطحی به کمک تئوری فضای تصادفی

علی ماهیگیر

پیدایش طبیعی نهشته‌های طبیعی منجر به شکل‌گیری ناهمسانی و ناهمگنی در خصوصیات آنها می‌شود. هدف اصلی این مطالعه مدل کردن لایه خاک دارای مقاومت ناهمسان و دارای تغییرات فضایی با استفاده از تئوری میدان تصادفی و با به کارگیری روش عددی تفاضل محدود است تا میزان تاثیر آنها را روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی تخمین بزنند. در این مطالعه مقاومت برشی زهکشی نشده و زهکشی شده خاک به عنوان یک متغیر فضایی در نظرگرفته شده و فرض شده که دارای یک توزیع لوگ نرمال و ساختار فضایی همبسته در سرتاسر محیط داشته باشد. دو نوع ناهمسانی چسبندگی در محاسبات درنظرگرفته شده است. نخست ناهمسانی مکانیکی چسبندگی که با تعمیم مدل همسان موهر-کلمب به حالت ناهمسان لحاظ شده و دوم ناهمسانی ناهمگنی که به تفاوت در ساختار همبستگی چسبندگی خاک در راستای افق و قائم مربوط می‌شود و با یک تابع ناهمسان همبستگی ویژه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشاندهنده اهمیت مولفه‌های مختلف ناهمسانی و تغییرات تصادفی پارامترهای مقاومت برشی است.

تاثیر ناهمسانی مکانیکی بر روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی برای پارامترهای مختلف مقاومت (ν و φ) مورد بررسی قرار گرفت. ناهمسانی مکانیکی با ثابت فرض کردن سایر پارامترها نشان داده شد که تاثیر افزایشی روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی دارد. چگالی مقاومت که در پارامتر ν فرموله شده و همچنین زاویه اصطکاک داخلی خاک نیز چنانچه از مطالعات مقالات انتظار می‌رفت نشان داده شده که تاثیر مشابهی روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی دارند.

ضریب تغییرات مقاومت برشی زهکشی نشده و زهکشی شده نشان داده شدکه موجب عدم قطعیت در نتایج ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌شود و همچنین میانگین ظرفیت باربری نهایی را کاهش می‌دهد. ناهمسانی ناهمگنی نیز ثابت گردید که موجب افزایش ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌شود اگرچه این مقدار افزایش خیلی زیاد نیست. این یعنی که نادیده گرفتن تغییرات فضایی خصوصیات خاک منجر به تخمین بیش از اندازه ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌شود.

کلید واژه: ظرفیت باربری ،پی‌های سطحی، مقاومت برشی، تئوری میدان تصادفی، ناهمسانی

Abstract

Evaluation of the effect of anisotropy in shear strength on bearing capacity of shallow foundation using random field theory
Ali Mahigir

Naturally occurred soil deposits cause heterogeneity and anisotropy in their strength properties. The main purpose of this study is to model soil stratum with anisotropy consideration and spatially varying shear strength using random field theory coupled with finite difference numerical analysis to evaluate their effect on the bearing capacity of shallow foundations. In the present study, drained and undrained shear strength of soil are considered as stochastic variable and assumed to be log-normally distributed and spatially correlated throughout the domain. Two types of anisotropy of cohesion are incorporated in analyses. First, mechanical anisotropy of cohesion was taken into account by generalizing the conventional isotropic Mohr-Coulomb failure criterion to anisotropic one, and the second is, heterogeneity anisotropy associated with difference in correlation structure of cohesion data in horizontal and vertical directions considered by a special anisotropic correlation function. Results showed the importance of different component of anisotropy and the stochastic variation of shear strength parameters.

The effect of mechanical anisotropy, was investigated on the bearing capacity of shallow foundation for different strength parameters (ν and φ). It was shown that the mechanical anisotropy, has an increasing effect on bearing capacity while maintaining other parameters constant. Strength density formulized in a dimensionless form, ν and internal friction angle showed a similar effect on bearing capacity as expected from literature review.

The coefficient of variation of the drained and undrained cohesion were shown to induce uncertainty in bearing capacity results while decreasing the mean ultimate bearing capacity. Heterogeneity anisotropy was found to increase the bearing capacity of shallow foundation, However the extent of improvement is not too much. This means that neglecting the spatial variability of soil properties leads to an overestimation in the bearing capacity prediction.

Key words: Bearing capacity, Shallow foundation ,Shear strength, Random field theory , Anisotropy

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

عدم قطعیت در مسائل ژئوتکنیکی با توجه به ماهیّت مصالحی چون خاک، سنگ و بتن غیر قابل اجتناب میباشد. بنابراین یکی از اهداف مهندسین ژئوتکنیک اتخاذ روش‌های تحلیل و طراحی منطقی برای درنظرگرفتن عدم قطعیت در طراحی‌ها می‌باشد. اساس بیشتر روش‌های طراحی فعلی در مهندسی ژئوتکنیک براساس تجربه بوده و فاقد زمینه علمی مناسب می‌باشد.

در تحلیل‌های سنتی ژئوتکنیکی از یک ضریب منحصربه‌فرد استفاده می‌شود که این ضریب به طور ضمنی شامل تمامی منابع عدم قطعیت ذاتی و تغییرپذیری در طراحی‌های ژئوتکنیکی می‌باشد. برای مثال در تحلیل پی به روش ترزاقی، مقاومت نهایی خاک بدست آمده بوسیله معادله ظرفیت باربری ترزاقی، تقسیم بر یک ضریب ایمنی شده تا میزان بارگذاری مجاز برای طراحی مشخص شود. با این حال تحلیل‌های آماری ژئوتکنیکی به روش علمی‌تر برای درنظرگرفتن تاثیر تغییرپذیری خصوصیات خاک پیشنهاد شدند. این بدین معنی است که برای مسائل ظرفیت باربری پی‌های سطحی چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی خاک متغیرهای تصادفی درنظرگرفته شدند که می‌توانند در قالب توابع چگالی احتمال بیان شوند.

فرآیند شکل‌گیری نهشته‌های طبیعی موجب پیدایش ناهمگونی ذاتی و ناهمسانی در خصوصیات آن‌ها می‌شود. ناهمگونی ذاتی خاک که یکی از منابع اصلی عدم قطعیت در سیستم‌های ژئوتکنیکی می‌باشد توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. فون و کولهاوی[۱] ناهمگونی ذاتی خاک را بوسیله بوسیله یکسری آزمایشات درجا در قالب ضریب تغییرات (C.O.V) بیان کردند.

یکی از مهمترین مباحث ژئوتکنیکی ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌باشد. عدم شناخت و اطلاعات مناسب و در نتیجه طراحی-های نادرست منجر به نشست و یا فروپاشی پی‌های سطحی می‌شود. برای بدست آوردن ظرفیت باربری پی‌های سطحی روش‌های مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش تعادل حدی، روش تحلیل حدی، روش خطوط مشخصه تنش و روش‌های عددی مانند روش اجزاء محدود و تفاضل محدود نام برد. در اکثر این روش‌های کلاسیک فرض بر همگن و همسان بودن خصوصیات خاک در کل محیط می‌باشد، در حالیکه با فرض ناهمسانی و ناهمگنی خصوصیات خاک مکانیزم گسیختگی و نتیجتاً ظرفیت باربری پی تغییر خواهد کرد.

محققین با ارائه تحلیل‌های منطقی و روشهای طراحی مناسب در دهه‌های اخیر تلاش کرده‌اند تا عدم قطعیت موجود در خصوصیات خاک را در نظر بگیرند. یک طراحی مهندسی مطلوب باید کارایی مناسبی را با تامین سطوح ایمنی مطلوب ارائه دهد. بنابراین با مقایسه هزینه آسیب و هزینه سطوح ایمنی بالاتر، برنامه‌های مهندسی مفاهیم خطر و قابلیت اطمینان را در تعریف سطوح ایمنی مربوط بکار بردند. بنابراین برای تامین سطح ایمنی کافی و مناسب روش‌های طراحی مطلوبی باید بکار برد.

۱-۲ - اهداف

اثر ناهمگونی فضایی و ناهمسانی خاک روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی در دو حالت زهکشی شده و زهکشی نشده در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی این مطالعه مشخص کردن میزان اثر تغییرپذیری خاک روی ظرفیت باربری نهایی پی‌های سطحی می‌باشد. ناهمسانی خاک به دو بخش تقسیم شد. نخست ناهمسانی مکانیکی که بیانگر یکسان نبودن چسبندگی خاک در دو جهت افق و قائم می‌باشد و با تعمیم معیار گسیختگی سنتی موهر– کلمب به حالت ناهمسان درنظرگرفته شد و دوم، ناهمسانی مربوط به طول همبستگی چسبندگی خاک در دو جهت افق و قائم می‌باشد. ناهمگونی چسبندگی خاک نیز با استفاده از ضریب تغییرات چسبندگی که به نوعی بیانگر درجه تغییرپذیری خاک است، مورد ارزیابی قرارگرفت. مطالعه پارامتریک گسترده‌ای که شامل مجموعه‌ای از ضریب تغییرات چسبندگی، نسبت ناهمسانی مکانیکی و نسبت ناهمسانی ناهمگنی روی ظرفیت باربری پی انجام شد. نتایج حاکی از تاثیر قابل ملاحظه افزایش نسبت ناهمسانی مکانیکی و همچنین ضریب تغییرات روی ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌باشد.

۱-۳ - روش انجام تحقیق

روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو در ترکیب با تولید میدان تصادفی همبسته در تحلیل تفاضل محدود به کاربرده شده است. برای تولید میدان تصادفی همبسته از روش تجزیه چولسکی استفاده شده است. از زبان برنامه‌نویسی FISH در نرم‌افزار $FLAC^{2D}$ V.5 برای تولید میدان تصادفی، ایجاد و خودکارسازی تحلیل‌های تصادفی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو استفاده شده است. این نرم‌افزار یک برنامه تفاضل محدود چند منظوره با قابلیت تغییر شکل‌های بزرگ، المان‌های کرنش مسطح، همراه با تحلیل‌های غیر خطی می‌باشد.

۱-۴ - معرفی فصول پایان‌نامه

این پایانامه شامل ۷ فصل می‌باشد. فصل اول مقدمه‌ای بر زمینه، هدف، روش و ترتیب این مطالعه است.