٨٧/١/١٠١٧٠٥
٨٧/١٠/٢١

بسم الله الرحمن الرحيم

١٠٨٢٩٤

دانشکده فنی

گروه عمران

گرایش مکانیک خاک وپی

ارزیابی تاثیرعدم قطعیت داده ها بر ارتباط عدد SPT با ویژگیهای خاکهای چسبنده، با استفاده از روش مونت کارلو و SVD

از :

فاطمه ابراهیمی علویکلایی

استادان راهنما :

دکتر فرزین کلانتری

دکتر نادر نریمان زاده

استاد مشاور:

دکتر مهیار عربانی

۱۳۸۷/۸۰/۱۳

تیر ۸۷

۱۰۸۲۹۴

تقدیم به

خانواده عزیز و همسر فداکارم که همیشه حامی و مشوق من بوده اند و هرگز مرا تنها نگذاشتند .

با سپاس و ستایش از درگاه خداوند منان و با تقدیر از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر کلانتری به دلیل حمایت ها و زحمات بی دریغ ایشان و همچنن با تشکر صمیمانه از آقای دکتر نریمان زاده و دانشجوی مقطع دکترای ایشان جناب آقای جمالی که همواره مرا از راهنماییشان بهره مند ساختند .

۱۳۸۷/۱۰/۱۳

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
چکیده فارسی	ض
چکیده انگلیسی	ط
فصل اول - اهداف و کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۳
۱-۲ اهداف	۴
۱-۳ ساختار پایان نامه	
فصل دوم - خاک های چسبنده و مقاومت برشی آنها	
۲-۱ مقدمه	۵
۲-۲ خاکهای چسبنده و خصوصیات آنها	۶
۲-۲-۱ ترکیب و ساختمان کانی های رس	۶
۲-۲-۲ شناسایی صحرایی خاکهای چسبنده	۷
۲-۲-۳ طبقه بندی و شناسایی خاک در آزمایشگاه	۸
۲-۲-۴ معیارهای دیگر شناسایی و طبقه بندی خاکهای چسبنده	۹
۲-۳ مقاومت برشی خاکهای چسبنده و عوامل موثر بر آن	۱۰
۲-۳-۱ تاثیر پارامترهای مختلف بر مقاومت برشی زهکشی نشده خاک رس	۱۱
۲-۳-۱-۱ رابطه بین مقاومت برشی زهکشی نشده و فشار سربار موثر	۱۱
۲-۳-۱-۲ تأثیر سرعت تغییر شکل نسبی بر مقاومت برشی زهکشی نشده	۱۲
۲-۳-۱-۳ تاثیر دما بر مقاومت برشی رس ها	۱۴
۲-۳-۱-۴ اثر درصد رطوبت بر مقاومت برشی خاک های رسی	۱۵

۲-۳-۱-۵ اثر تاریخچه تنش بر مقاومت برشی زهکشی نشده ۱۶
۲-۳-۱-۶ تاثیر درجه اشباع بر مقاومت برشی زهکشی نشده ۱۸
۲-۳-۱-۷ تأثیر خاصیت خمیری بر مقاومت برشی ۱۹
۲-۳-۱-۸ حساسیت و مشخصه های تیکسوتروپی رس ها ۲۲
۲-۴ نتیجه گیری ۲۳

فصل سوم - آزمایش نفوذ استاندارد و نتایج بدست آمده از آن دررابطه با خاک های ریزدانه

۳-۱ مقدمه ۲۴
۳-۲ مراحل انجام آزمایش ۲۵
۳-۳ تاریخچه آزمایش نفوذ استاندارد ۲۶
۳-۴ اجزا و اصطلاحات بکار رفته در آزمایش نفوذ استاندارد ۳۰
۳-۵ مراجع اصلی در فرایند آزمایش نفوذ استاندارد ۳۱
۳-۶ ضوابط اجرای آزمایش و نمونه گیری ۳۱
۳-۷ دلایل استاندارد نمودن آزمایش نفوذ ۳۲
۳-۸ عوامل عدم دقت SPT ۳۲
۳-۹ روشهای اصلاح SPT-N ۳۴
۳-۹-۱ اصلاح انرژی ورودی بارمیستر(Burmister) ۳۴
۳-۹-۲ اصلاح Lacroix & Horn (1973) ۳۵
۳-۹-۳ اصلاح Side-by-Side ۳۵
۳-۹-۴ اصلاح SPT-N استاندارد شده ۳۶
۳-۹-۴-۱ تاثیر قطر گمانه و میله و اغتشاشات سوراخ گمانه ۴۲
۳-۹-۴-۲ تاثیر طول میله ۴۳
۳-۹-۴-۳ تاثیر پوشش داخلی نمونه گیر ۴۴

۳-۹-۴-۴ تاثیر قطر گمانه ۴۴
۳-۹-۴-۵ تاثیر ضربه چکش ۴۵
۳-۹-۴-۶ تاثیر سفره آب زیر زمینی ۴۸
۳- ۱۰ معایب آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) ۴۹
۳- ۱۱ مزایای آزمایش نفوذ استاندارد ۵۴
۳-۱۲ تعیین اصطکاک جداری با استفاده از اندازه گیری گشتاور در آزمایش نفوذ استاندارد ۵۴
۳-۱۳ موارد استفاده SPT ۵۵
۳-۱۳-۱ تراکم نسبی خاکهای درشت دانه ۵۵
۳-۱۳-۲ تخمین ظرفیت باربری خاک دانه ای با استفاده از SPT-N ۵۶
۳-۱۳-۳ تخمین ظرفیت باربری پی های سطحی بر حسب نتایج SPT ۵۷
۳-۱۳-۴ تعیین زاویه اصطکاک داخلی خاک ۵۹
۳-۱۳-۵ روابط بین عدد N-SPT و خصوصیات مهندسی خاکهای ریزدانه ۶۰
۳-۱۳-۶ رابطه بین مقدار N-SPT و مقاومت فشاری زهکشی نشده (q_u) ۶۰
۳-۱۳-۷ رابطه بین مقدار N-SPT و مقاومت برشی زهکشی نشده (Su) ۶۳
۳-۱۳-۸ رابطه ضریب کشسانی خاک (Es) با عددSPT ۶۶
۳-۱۴ نتیجه گیری ۶۸

فصل چهارم - معرفی شبکه های عصبی و تشریح الگوریتم شبکه عصبی از نوع GMDH

۴- ۱ مقدمه ۶۹
۴-۲ بررسی اجمالی ساختار مغز ۷۰
۴-۳ طراحی سیستم ۷۰
۴-۳-۱ مدل اساسی یک نرون ۷۱
۴-۴ شبکه های عصبی ۷۲

۴-۴-۱ مزیتهای شبکه های عصبی ۷۶
۴-۴-۲ محدودیت های شبکه عصبی ۷۶
۴-۵ انواع شبکه های عصبی ۷۷
۴-۵-۱ شبکه عصبی پرسپترون ساده ۷۷
۴-۵-۲ شبکه پرسپترون تک لایه ۷۷
۴-۵-۳ شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ۷۷
۴-۵-۴ شبکه کوهنن ۷۹
۴-۵-۴-۱ ساختار اساسی ۸۰
۴-۶ معرفی شبکه‌های عصبی از نوع GMDH و الگوریتم آن ۸۱
۴-۶-۱ مقدمه ۸۱
۴-۶-۲ تشریح ماهیت شبکه‌های عصبی از نوع GMDH ۸۲
۴-۶-۳ الگوریتم GMDH ۸۲
۴-۶-۳-۱ مبانی ریاضی الگوریتم GMDH ۸۳
۴-۶-۳-۲ مدل سازی سیستم های جزئی ۸۵
۴-۶-۴ کاربرد SVD در طراحی شبکه عصبی GMDH ۸۷
۴-۶-۵ شبکه‌های عصبی GMDH ۸۹
۴-۶-۵-۱ ویژگی های عمومی شبکه‌های GMDH ۸۹
۴-۶-۵-۲ طراحی ساختارهای گوناگون برای شبکه‌های GMDH ۹۰
۴-۷ نتیجه گیری ۹۳

فصل پنجم - الگوریتم ژنتیک وکاربردآن دربهینه سازی شبکه های عصبی

۵-۱ مقدمه ۹۵
۵-۲- اصول محاسبات الگوریتم های تکاملی ۹۵

۵-۳ الگوریتم ژنتیک ۹۷
۵-۳-۱ ویژگی های الگوریتم ژنتیک ۹۷
۵-۳-۲ واژگان الگوریتم ژنتیک ۹۸
۵-۳-۳ نقاط ضعف الگوریتم ژنتیک ۹۹
۵-۳-۴ عملگرهای اصلی الگوریتم ژنتیک ۹۹
۵-۴ الگوریتم های انتخاب ۱۰۰
۵-۵ پیمایش برازندگی ۱۰۱
۵-۶ کاربرد الگوریتم ژنتیک در طراحی شبکه‌های عصبی ۱۰۲
۵-۷ شبکه های عصبی با ساختار مرسوم و ساختار عمومی ۱۰۲
۵-۷-۱ معرفی ژنتیکی شبکه‌های عصبی از نوع CS-GMDH ۱۰۲
۵-۷-۲ عملگرهای ژنتیکی برای تکثیر شبکه های CS-GMDH ۱۰۳
۵-۷-۳ معرفی ژنتیکی شبکه‌های عصبی از نوع GS-GMDH ۱۰۵
۵-۷-۴ عملگرهای ژنتیکی برای تکثیر شبکه‌های GS-GMDH ۱۰۶
۵-۸ نتیجه گیری ۱۰۷

فصل ششم - نامعینی ها و تحلیل احتمالاتی

۶-۱ مقدمه ۱۰۸
۶-۲ بهینه سازی چند هدفی ۱۰۹
۶-۲-۱ مقدمه ۱۰۹
۶-۲-۲ مفاهیم بهینه سازی چند هدفی ۱۱۰
۶-۳ نامعینی احتمالاتی ۱۱۲
۶-۳-۱ توزیع احتمالاتی و تابع چگالی احتمالاتی ۱۱۳
۶-۳-۲ توزیع نرمال ۱۱۴

۶-۳-۳ تابع توزیع تجمعی ۱۱۴
۶-۴ میانگین و واریانس ۱۱۵
۶-۵ تحلیل احتمالاتی ۱۱۶
۶-۵-۱ متغیرهای تصادفی ۱۱۶
۶-۵-۱-۱ احتمال شکست برای متغیرهای تصادفی ۱۱۶
۶-۵-۲ فرآیندهای تصادفی ۱۱۸
۶-۵-۲-۱ احتمال شکست برای فرآیندهای تصادفی ۱۱۸
۶-۶ نمونه برداری و شبیه سازی مونت کارلو ۱۲۰
۶-۶-۱ روش نمونه برداری همرسلی ۱۲۳
۶-۷ نتیجه گیری ۱۲۵

فصل هفتم - نتایج حاصل از مدلسازی و آنالیز حساسیت

۷-۱ مقدمه ۱۲۶
۷-۲ جمع آوری و حذف داده های مخدوش ۱۲۷
۷-۲-۱ تعیین داده های نهایی ۱۲۸
۷-۳ تعیین رابطه بین پارامترها ۱۳۳
۷-۳-۱ تحلیل تعینی داده ها ۱۳۴
۷-۳-۲ تحلیل احتمالاتی داده ها ۱۴۴
۷-۴ مقایسه نتایج بدست آمده از رابطه حاصل ازاین مطالعه با نتایج ارائه شده توسط سایر محققین ۱۵۶
۷-۵ آنالیز حساسیت ۱۶۳
۷-۵-۱ نتایج حاصل از سایر تحقیقات صورت گرفته در زمینه آنالیز حساسیت رابطه بدست آمده ازتحلیل تعینی ۱۶۳
۷-۵-۲ آنالیز حساسیت رابطه بدست آمده از تحلیل احتمالاتی ۱۶۵
۷-۵-۲-۱ بررسی تأثیر درصد رطوبت بر رابطه عدد $SPT\text{-}N_{field}$ و مقاومت برشی زهکشی نشده رس ها(Su) ۱۶۵

۷-۵-۲-۲ بررسی تأثیر میزان سربار موثر و خصوصیت خمیری بر رابطه عدد $SPT\text{-}N_{field}$ و مقاومت برشی زهکشی نشده رس ها ۱۶۷

۷-۶ ارائه روابط و نمودارهایی برای محاسبه Su برحسب N_{SPT} با استفاده از نتایج آنالیز حساسیت ۱۷۰

۷-۷ نتیجه گیری ۱۷۸

فصل هشتم - نتیجه گیری و پیشنهاد

۸-۱ مقدمه ۱۸۰

۸-۲ نتیجه گیری ۱۸۱

۸-۳ پیشنهاد برای ادامه تحقیقات ۱۸۲

مراجع ۱۸۳

پیوست ۱۸۷

فهرست جداول

عنوان	شماره صفحه
جدول ۲-۱- رده بندی خاکهای ریزدانه با استفاده از نتایج آزمایش تک محوری ، q_u (CFEM,1992)	۱۱
جدول ۲-۲- رده بندی خاکهای ریزدانه بر اساس حساسیت (Holtz & Kovacs ,1981)	۱۱
جدول ۲-۳- طبقه بندی خاکهای ریز دانه بر اساس تراکم و سختی در محل (French ,2000)	۱۲
جدول ۳- ۱- طبقه بندی نوع خاک و مقاومت آن با استفاده از تعداد ضربات SPT، Peck et al. (1953)	۲۸
جدول ۳- ۲- تخمین زاویه اصطکاک و چسبندگی خاک با استفاده از تعداد ضرباتSPT ، Karol (1960)	۲۹
جدول ۳- ۳- مقادیر Erb توصیه شده	۳۸
جدول۳- ۴- معرفی برخی ازمتداولترین روشهای اصلاح تنش سربار	۳۸
جدول ۳- ۵- مقادیر ER_r در کشورهای مختلف	۳۹
جدول ۳-۶- مقادیر ضرایب اصلاح	۴۰
جدول ۳- ۷- اصلاحات تقریبی عدد N	۴۳
جدول ۳-۸- مقادیر نسبت انرژی چکش های مختلف	۴۷
جدول ۳- ۹- تراکم نسبی خاکهای درشت دانه بر حسب مقدارN	۵۵
جدول۳- ۱۰- روابط تقریبی بین نتایج SPT وبرخی از پارامترهای خاک دانه ای	۵۶
جدول ۳- ۱۱- روابط بین SPT-N و qu بر حسب نوع خاک در خاکهای ریزدانه	۶۱
جدول ۳- ۱۲- رابطه SPT-N ، q_c و نوع خاک (Terzaghi and Peck, 1967)	۶۲
جدول ۳- ۱۳- رابطه وضعیت خاک چسبنده ، مقاومت برشی زهکشی نشده ونتایجSPT	۶۳
جدول ۳- ۱۴- رابطه SPT-N ، Su در خاکهای ریزدانه	۶۵
جدول ۳- ۱۵- رابطه بین SPT-N و S_u	۶۶
جدول ۳- ۱۶- مقادیرمدول کشسانی خاک	۶۷
جدول ۳- ۱۷- روابط مربوط به مدول کشسانی خاک	۶۷
جدول ۷-۱- جدول مشخصات داده های استفاده شده	۱۲۹

جدول ۷-۲- میزان خطا وتعداد نرونهای بکاررفته درشبکه ها با تعداد لایه های پنهان مختلف ۱۳۵

جدول ۷- ۳- نتایج حاصل از تحلیل تعینی بهمراه خطای مربوط به مدلسازی و پیش بینی هر کروموزوم ۱۳۸

جدول ۷- ۴- مقایسه خطای مدلسازی و پیش بینی حاصل از دو روش GMDH-deterministic و SVD ۱۴۳

جدول ۷-۵- نتایج حاصل از تحلیل احتمالاتی بر روی کروموزوم های بدست آمده از تحلیل تعینی ۱۴۵

جدول ۷-۶- نتایج بدست آمده از تحلیل GMDHrobust بر روی جدول اصلی داده های آزمایشگاهی ۱۴۸

جدول ۷-۷- مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل بهترین نقاط حاصل از تحلیل تعینی و تحلیل احتمالاتی بر روی تعدادی از جداول تولید شده شده ۱۵۳

جدول ۷- ۸- مقایسه خطای مدلسازی و پیش بینی حاصل از روش های GMDH-deterministic و SVD و GMDH-robust ۱۵۶

جدول ۷-۹- روابط بین Su و Su^* در حالت $SPT\text{-}N_{field}$ ۱۶۱

فهرست شکل ها

عنوان **شماره صفحه**

شکل ۲-۱- کانی های رس : مونموریونیت ، ایلیت ، کائولینیت ۷

شکل ۲-۲- نمودار خمیری ۸

شکل۲- ۳- رابطه مقاومت برشی زهکشی نشده برحسب نسبت پیش تحکیمی حاصل از آزمایش برش مستقیم برای ۵ نوع رس(C. C. Ladd and R. Foot 1974) ۱۲

شکل ۲-۴- تاثیرسرعت تغییرشکل نسبی بر روی مقاومت برشی زهکشی نشده ۱۳

شکل ۲-۵- تغییرات مقاومت فشاری محدود نشده کائولینیت با دما(M. A. Sherif & C. M. Burrous 1969) ۱۴

شکل۲-۶- منحنی تغییرات میزان درصدرطوبت نسبت به مقاومت خاک در لحظه گسیختگی برای خاک رس ویلد براساس آزمایشات فشاری (D. J. Henkel 1960) ۱۵

شکل ۲-۷- منحنی تغییرات میزان درصدرطوبت نسبت به$(\sigma_1-\sigma_3)_{Failure}$ برای خاک رس ویلد براساس آزمایشات کششی(D. J. Henkel 1960) ۱۶

شکل۲- ۸- رابطه مقاومت برشی واندیس روانی ۱۶

شکل۲- ۹- نمودارتنش- کرنش خاک دررس های عادی و بیش تحکیم یافته ۱۷

شکل۲- ۱۰- منحنی تغییرات پارامترβ به ازای تغییرات نسبت بیش تحکیم یافتگی(Ladd, 1977) ۱۷

شکل۲- ۱۱- تغییرات پوش تنش کل باتغییرات درجه اشباع اولیه بدست آمده از آزمایشات زهکشی نشده برروی رس های غیر آلی(کاساگرانده وهرشفیلد ۱۹۶۰) ۱۸

شکل۲-۱۲- پوش گسیختگی موهردرآزمایش زهکشی نشده : a- حالت۱۰۰درصداشباع b- حالت نیمه اشباع ۱۹

شکل۲-۱۳- رابطه بین$Sin\phi$ ونشانه خمیری برای خاکهای رسی عادی تحکیم یافته(T.C.Kenney 1959) ۲۰

شکل۲-۱۴- ضریب تبدیل مقاومت برش پره به مقاومت درمحل(L.Bjerrum 1972) ۲۱

شکل۲-۱۵- رابطه نسبتτ_f/σ'_v ونشانه خمیری دررس های عادی تحکیم یافته ۲۱

شکل۲-۱۶- رابطه مقاومت برشی با خاصیت خمیری (Bjerrum,1972) ۲۲

شکل ۳- ۱- مراحل انجامSPT ۲۶

شکل ۳- ۲- ابعاد و طرح اولیه نمونه گیر کوبشی ۲۷

شکل ۳- ۳- نمونه گیر قاشقی دونیم شونده ۲۹

شکل ۳-۴- مقطعی ازیک نمونه گیر دوکفه ای استاندارد ۳۰

شکل ۳- ۵- سه نوع کفشک (نوع لبه تیز جهت نمونه گیری خاکهای ریزدانه و کفشک با لبه ضخیم تر جهت نمونه برداری در خاکهای دانه ای) ۳۰

شکل ۳- ۶- مقادیر N در مقابل تنش موثر قائم نرمال شده ۴۰

شکل ۳- ۷- تاثیر طول میله در یک چکش ایمنی (after Sehmertmaon & Palacios, 1979) ۴۴

شکل ۳-۸- چکش های متداول جهت اجرای SPT ۴۵

شکل ۳-۹- چکش های SPT : a) استاندارد قدیمی b) donut c) trip ۴۶

شکل ۳-۱۰- محدودیت SPT ۵۰

شکل ۳- ۱۱- ناحیه تحت تاثیر فشار ۵۱

شکل ۳-۱۲- آشفتگی نمونه بدلیل ایجاد تنش کششی ۵۲

شکل ۳- ۱۳- راست : نمونه گیری توسط لوله جدار نازک - چپ : نمونه گیری بوسیله نمونه گیر کوبشی ۵۲

شکل ۳- ۱۴- تغییرات تراکم نسبی باعدد نفوذ استاندارد ۵۵

شکل ۳- ۱۵- رابطه بین Pl و Cu ، N ۶۳

شکل ۳- ۱۶- رابطه بین Es و N درماسه ها(D´ Appolonia . 1970) ۶۶

شکل ۴- ۱- نمایش شماتیکی یک نرون بیولوژیکی ۷۰

شکل ۴- ۲- الگویی از یک واحد پردازش شبکه عصبی ۷۱

شکل ۴-۳- مدل نرون ارائه شده توسط McCulloch-Pitts ۷۲

شکل ۴-۴- برخی از توابع کنترل ۷۲

شکل ۴-۵- مثالی از شبکه عصبی ۷۴

شکل ۴-۶- ساختار پرسپترون چندلایه با نرون‌های پنهان tansig و نرون‌های خروجی با تابع خطی ۷۸

شکل۴-۷- یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان ۷۹

شکل۴-۸- ساختاراساسی شبکه عصبی کوهنن ۸۱

شکل ۵-۱- ساختمان اصلی یک الگوریتم تکاملی ۹۷
شکل ۵-۲- ساختار شبکه عصبی از نوع CS-GMDH ۱۰۳
شکل ۵-۳- عملیات پیوند بر روی دو کروموزوم شبکه عصبی CS-GMDH با طول مختلف ۱۰۴
شکل ۵-۴- ساختار شبکه عصبی قبل و بعد از پیوند ۱۰۴
شکل ۵-۵- اعمال عملگر جهش بر شبکه CS-GMDH ۱۰۵
شکل۵-۶- کروموزوم مربوط به شبکه عصبی نوع GS-GMDH ۱۰۵
شکل ۵-۷- نحوه ترکیب دو نرون با طولهای متفاوت در شبکه عصبی نوع GS-GMDH ۱۰۶
شکل ۵-۸- عملگر پیوند از نوع شبکه GS-GMDH ۱۰۶
شکل ۵-۹- نحوه اعمال عملگرپیوند بر روی شبکه عصبی از نوع GS-GMDH ۱۰۷
شکل ۵- ۱۰- اعمال عملگر جهش بر شبکه GS-GMDH و تبدیل آن به شبکه CH-GMDH ۱۰۷
شکل ۶-۱- مجموعه نقاط بهینه Pareto Front ۱۱۱
شکل ۶-۲- ناحیه Pareto بین ۰ و ۲ ۱۱۲
شکل ۶-۳- نامعینی کراندار و نامعینی احتمالاتی ۱۱۳
شکل ۶-۴- احتمال بدست آمده با استفاده از مساحت زیر تابع *f(x)* ۱۱۳
شکل ۶-۵- نمودار توزیع نرمال ۱۱۴
شکل ۶- ۶- منحنی PDF و CDF ۱۱۵
شکل ۶- ۷- منحنی تابع توزیع احتمالاتی و نواحی شکست ۱۱۸
شکل ۶- ۸- نمایی از فرآیند تصادفی *x(h)* ۱۱۹
شکل ۶- ۹- فرآیند شبیه سازی به روش مونت کارلو ۱۲۱
شکل ۶-۱۰- اعداد تصادفی تولید شده بین صفر و یک ، برای ۱۰۰ و ۵۰۰ نمونه ۱۲۹
شکل ۶-۱۱- نقاط و نمونه های تولید شده توسط : الف) روش مونت کارلو ب) روش همرسلی ۱۲۵
شکل ۷-۱- منحنی بدست آمده از پالایش داده ها و مقایسه مقدار واقعی مقاومت برشی با مقدار محاسبه شده برای آن ۱۲۸
شکل ۷-۲- توزیع جغرافیایی داده ها ۱۳۱

شکل ۷-۳- نمودار خمیری داده های مورداستفاده جهت مدلسازی وپیش بینی ۱۳۲

شکل۷-۴- پراکندگی $SPT\text{-}N_{60}$ ، Su ، PI ، σ' و w با عمق ۱۳۳

شکل ۷-۵- نمودار نقاط پرتوحاصل از تحلیل Deterministic ۱۳۶

شکل ۷- ۶- ساختارشبکه GS-GMDH با ۱ لایه پنهان ۱۳۷

شکل ۷- ۷- ساختارشبکه GS-GMDH با ۲ لایه پنهان ۱۳۷

شکل ۷- ۸- ساختارشبکه GS-GMDH با ۳ لایه پنهان ۱۳۷

شکل ۷-۹- ساختارشبکه GS-GMDH با ۴ لایه پنهان ۱۳۸

شکل ۷- ۱۰- نمودار نقاط پارتوحاصل از تحلیل Deterministic ۱۳۹

شکل ۷-۱۱- ساختار GS-GMDH کروموزوم شماره ۱ با سه لایه پنهان ۱۴۰

شکل ۷-۱۲- نتایج مدلسازی وپیش بینی شبکهGS-GMDH به ازای کروموزوم شماره ۱ با سه لایه پنهان ۱۴۰

شکل ۷-۱۳- ساختار GS-GMDH کروموزوم شماره ۲۳ با سه لایه پنهان ۱۴۱

شکل ۷-۱۴- نتایج مدلسازی وپیش بینی شبکهGS-GMDH به ازای کروموزوم شماره ۲۳ با سه لایه پنهان ۱۴۱

شکل ۷-۱۵- مقایسه مقادیر مقاومت برشی بدست آمده از روش SVD و روش GMDH-deterministic با مقادیر واقعی Su ۱۴۳

شکل ۷-۱۶- نتایج آنالیز بهترین کروموزوم بدست آمده از GMDH deterministic بر روی جداول شماره ۱۶، ۲۷ ، ۳۳، ۶۲ و ۷۷ ۱۴۷

شکل ۷-۱۷- ساختار GS-GMDH کروموزوم شماره ۲۱ حاصل از تحلیل احتمالاتی با سه لایه پنهان ۱۵۱

شکل ۷-۱۸- نتایج آنالیزکروموزوم شماره ۲۱ بدست آمده از تحلیل احتمالاتی بر روی جداول شماره ۱۶، ۲۷ ، ۳۳، ۶۲ و ۷۷ ۱۵۳

شکل ۷-۱۹- نمودار پراکندگی مقدار Su^* و Su حاصل از نتایج آزمایشات ژئوتکنیکی ۱۵۵

شکل ۷- ۲۰- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Sanglerat (1972) ۱۵۷

شکل ۷-۲۱- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Terzaghi &Peck (1967) ۱۵۷

شکل ۷-۲۲- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Sowers (1979) ۱۵۸

شکل ۷-۲۳- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Nixon (1982) ۱۵۸

شکل ۷-۲۴- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Sivrikaya &b Toghrol (2002) ۱۵۹

شکل ۷-۲۵- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Stroud (1974) ۱۵۹

شکل ۷-۲۶- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Decourt (1990) ۱۶۰

شکل ۷-۲۷- نمودار پراکندگی مقادیر Su آزمایشگاهی و Su حاصل از رابطه Sivrikaya &b Toghrol (2006) ۱۶۰

شکل ۷-۲۸- مقایسه پراکندگی داده ها با روابط ارائه شده در مورد ارتباط $SPT\text{-}N_{field}$ با Su ۱۶۱

شکل ۷-۲۹- نمودار ارائه شده جهت تعیین رابطه بین $SPT\text{-}N_{60}$ و مقاومت برشی زهکشی نشده با در نظر گرفتن تاثیر سربار (Ardalan,2006) ۱۶۴

شکل ۷-۳۰- پراکندگی $SPT\text{-}N_{60}$ ، Su ، PI ، σ' و w با عمق در داده های مربوط به رابطه Ardalan(2006) ۱۶۴

شکل ۷-۳۱- نحوه تأثیر درصد رطوبت بر رابطه عدد $SPT\text{-}N_{field}$ و Su به ازای سربارهای ۵۰ و ۲۰۰ کیلو پاسکال و شرایط خمیری مختلف ۱۶۶

شکل ۷-۳۲- تغییرات $SPT\text{-}N_{field}$ وSu تحت مقادیر مختلف تنش های سربار ۱۶۸

شکل ۷-۳۳- نمودارهای مربوط به نحوه تغییرات S_u به $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری مختلف به ازای سربار موثر برابر۵۰ کیلوپاسکال ۱۷۱

شکل ۷-۳۴- نمودارهای مربوط به نحوه تغییرات S_u به $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری مختلف به ازای سربار موثر برابر ۱۰۰ کیلوپاسکاال ۱۷۲

شکل ۷-۳۵- نمودارهای مربوط به نحوه تغییرات S_u به $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری مختلف به ازای سربار موثر برابر۱۵۰ کیلوپاسکال ۱۷۳

شکل ۷-۳۶- نمودارهای مربوط به نحوه تغییرات S_u به $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری مختلف به ازای سربار موثر برابر۲۰۰ کیلوپاسکال ۱۷۴

شکل ۷-۳۷- نمودارهای ارائه شده جهت تخمین Su بر حسب $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری و سربارهای مختلف ۱۷۵

شکل ۷-۳۸- رابطه $\frac{Su}{\sqrt{\sigma'_o}}$ و $SPT\text{-}N_{field}$ در شرایط خمیری مختلف ۱۷۶

شکل ۷-۳۹- نسبت مقادیر اندازه گیری شده Su به مقادیر برآورد شده برای آن ($S_{u(e)}/S_{u(m)}$) در مقابل احتمال تجمعی ۱۷۷

چکیده

ارزیابی تاثیر عدم قطعیت داده ها بر ارتباط عدد SPT با ویژگی های خاک های چسبنده ، با استفاده از روش مونت کارلو و SVD

فاطمه ابراهیمی علویکلایی

معمولا" بدلایل مختلفی از قبیل عدم دقت در نمونه برداری و نگهداری نمونه ها، کالیبره نبودن وسایل آزمایشگاهی و ... در نتایج آزمایشات خطا وجود دارد که موجب می شود تا داده های مورد استفاده جهت تعیین مقاومت برشی خاک، داده هایی دقیق نباشند. این موضوع به صورت بحث عدم قطعیت مطرح می شود. هدف پایان نامه حاضر تعیین مقاومت برشی خاک چسبنده CL با در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای تاثیرگذار بر آن می باشد. سعی بر این است که با در نظر گرفتن نامعینی هایی برای سیستم، طراحی بگونه ای انجام گیرد که دارای توانایی خوبی در مقابل این نامعینی ها باشد . به این نوع طراحی برای سیستم های نامعین، طراحی مقاوم گفته می شود.

در این مطالعه از شبکه های عصبی GMDH که توسط الگوریتم ژنتیک بهینه شده ، برای مدل سازی و پیش بینی استفاده شده است. در مرحله اول داده های مورد استفاده از بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران جمع آوری و اصلاح شدند، در دومین مرحله با استفاده از روش بی بعد سازی و SVD پالایش داده ها انجام گرفت، سپس آنالیز عدم قطعیت بکمک روش مونت کارلو و SVD انجام شد به این ترتیب که به هر یک از داده ها یک توزیع احتمالاتی اختصاص داده شد و نتایج آن که شامل طراحی یک مدل مقاوم در تعیین رابطه بین مقاومت برشی خاک با درصد رطوبت طبیعی، حدود اتربرگ، تنش موثر سربار و SPT-N می باشد، ارائه گردید. در ادامه با استفاده از مدل بدست آمده جهت بررسی میزان و نحوه تاثیر پارامترهای ورودی بر خروجی شبکه، آنالیز حساسیت صورت گرفته و در نهایت با استفاده از نتایج آنالیز حساسیت روابط و نمودارهایی در این زمینه ارائه شده است. نتایج حاصله نشان می دهد که در یک رطوبت ثابت با افزایش تنش سربار به ازای SPT-N مشخص مقاومت برشی زهکشی نشده افزایش می یابد و در یک SPT-N مشخص، با افزایش درصد رطوبت مقاومت برشی زهکشی نشده کاهش می یابد. با افزایش PI در یک مقدار ثابت تنش موثر، مقاومت برشی زهکشی نشده نیز افزایش می یابد که با زیاد شدن سربار موثر، نرخ این افزایش نیز زیاد می گردد. در همه موارد، افزایش مقاومت برشی زهکشی نشده رس ها (Su) همراه با افزایش عدد SPT می باشد.

کلید واژه : آزمایش نفوذ استاندارد ، ضرایب اصلاح SPT ، خاک های ریزدانه ، مقاومت برشی زهکشی نشده ، همبستگی ، عدم قطعیت داده ، روش مونت کارلو ، SVD

Abstract

The Evaluation of the Effect of Uncertainty of Data on the Relation of SPT Values with the Characteristics of Cohesive Soils Using Monte Carlo Simulation and SVD Methods

Fateme Ebrahimi Alavikolaee

There are usually errors in the results of experiments due to errors of users, lack of accuracy in sampling and maintenance of samples, bad condition of laboratory equipments and ,etc , that will cause the data used for determination of shear strength of soil not to be definite. This subject is introduced as uncertainty. The aim of this research is to determine the shear strength of the cohesive soil CL with regard to uncertainty in parameters affecting that. It is tried to make the design considering the indeterminacy for the system , so that it can have good ability in facing with these uncertainties. This kind of design for undetermined systems is called robust design.

In this research GMDH neural network wich has been optimized by the genetic algorithm, is used for modeling and prediction. At the first step the necessary datas has been gathered from the Iranian Geotechnical Database. Then datas is refined by means of SVD and non-dimensioning method. Therefore uncertainty analyze is carried out using the monte carlo and SVD method. In this way a probability distribution is given to each data then the results including to design a robust controller to nominate the relationship between Su with natural moisture content, Atterberg limits, effective overburden stress and SPT-N, is represented. Sensitivity analysis of the obtained model is carried out to study the influence of input parameters on model output and eventually some relationship and diagrams has been represented. The final result shows that in a constant moisture content, for a certain SPT-N, with increasing the overburden stress, the undrained shear strength will increases and in the given SPT-N and overburden stress, increasing the moisture content increases the Su. Also increasing PI in a constant effective stress, the undrained shear strength will be increased and the ratio of this increasing will grow with increasing the effective overburden. In all of the cases increasing the undrained shear strength of clays was together with increase of the SPT-N.

Keywords : Standard Penetration Test; SPT corrections factors; Fine-grained soils; Undrained shear strength; Correlation; Uncertainty of Data; Monte Carlo Method; SVD