

۵۸۸۲۱

بسمه تعالی



دانشگاه بوعلی سینا
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی

۱۳۸۲ / ۱۶۱ / ۱۰

مرکز اطلاعات آمار علمی ایران
تیمبرک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته زمین شناسی مهندسی

تحت عنوان:

پژوهشی ویرگیهای ژئوتکنیکی

خاکهای رسی در ایران

استاد راهنما:

دکتر مجتبی حیدری

استاد مشاور:

دکتر محمد ملکی

۴۸۸۲۱

پژوهشگر:

علی شفیعی

پائیز ۱۳۸۱

به نام خدا

دانشگاه بو علی سینا - همدان

جلسه ارزیابی پایان نامه آقای علی شفیعی

کارشناسی ارشد زمین شناسی گرایش زمین شناسی مهندسی

تحت عنوان:

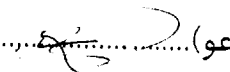
بررسی ویژگیهای ژئوتکنیکی خاک های رَمبند در ایران

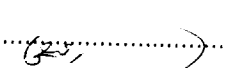
در تاریخ ۱۳۸۱/۱۰/۴ تشکیل گردید و با نمره ارزیابی شد.

هیات داوران:

۱- دکتر مجتبی حیدری (رئیس کمیته).....

۲- دکتر محمد ملکی (استاد مشاور).....استادیار مهندسی عمران

۳- دکتر فرج الله عسکری (استاد مدعو)..........استادیار مهندسی عمران

۴- دکتر بهروز رفیعی (استاد مدعو)..........استادیار زمین شناسی

مرکز اطلاعات مدرک علمی ایران
تهیه مدرک

دی ماه ۱۳۸۱



دانشگاه بوعلی سینا - همدان
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی

عنوان:

بررسی ویژگیهای ژئوتکنیکی خاک های رمبنده در ایران

استاد راهنما: دکتر مجتبی حیدری

استاد مشاور: دکتر محمد ملکی

نگارش: علی شفیعی

تصویب و ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه :

۱- دکتر مجتبی حیدری (رئیس کمیته).....استادیار زمین شناسی مهندسی

۲- دکتر محمد ملکی (استاد مشاور).....استادیار مهندسی عمران

۳- دکتر فرج الله عسکری (استاد مدعو).....استادیار مهندسی عمران

۴- دکتر بهروز رفیعی (استاد مدعو).....استادیار زمین شناسی

تقدیم به:

یاد و خاطره مادر بزرگم: فاطمه

مادر مهربان و فداکار

و

پدر بزرگوارم

تشکر و قدردانی

بنام خداوند جان و خرد

کزین برتر اندیشه برنگذرد

بدینوسیله از جناب آقای دکتر مجتبی حیدری، استاد راهنمای این رساله، به جهت ارائه موضوع، راهکارهای ارزنده و رفع موانع و مشکلات موجود بر سر راه پروژه کمال تشکر و امتنان را دارم.

بدینوسیله از جناب آقای دکتر محمد ملکی، استاد مشاور این رساله، به جهت پذیرش مشاوره، مطالعه دقیق رساله و ارائه نظرات و پیشنهادات ارزنده کمال تشکر و قدردانی را مینمایم.

بدینوسیله از جناب آقای دکتر فرج الله عسگری، داور رساله و عضو هیئت علمی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، به جهت تقبل حضور در جلسه دفاعیه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بدینوسیله از جناب آقای دکتر بهروز رفیعی، داور رساله، به جهت تقبل حضور در جلسه دفاعیه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بدینوسیله از جناب آقای دکتر فروزانی، نماینده تحصیلات تکمیلی، به جهت تقبل حضور در جلسه دفاعیه تشکر و قدردانی مینمایم.

مولف مایل است از کلیه افرادی که بصورت مختلف در اجرای پروژه وی را یاری نمودند تشکر نماید:

مدیر عامل محترم پالایشگاه گاز خانگیان سرخس و آقای مهندس حسینی معصوم از بخش مهندسی پالایشگاه به سبب همکاری برای اخذ نمونه از محوطه پالایشگاه.

آقای مهندس حسن محسنی، به سبب همکاری صمیمانه و فراهم آوردن استفاده از بیش از دویست مقاله در مدت اقامت ایشان در کانادا و نیز مطالعه مقاطع نازک.

آقایان دکتر وحید رضا اوحدی و دکتر محمد مدح خوان به سبب آشنا ساختن اینجانب با مفاهیم پایه مهندسی. آقای مهندس عبدالله سهرابی بیدار، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، به سبب حمایت های اخلاقی و در اختیار قرار دادن برخی مقالات مورد نیاز.

آقای دکتر فرزین قائمی، دانشگاه فردوسی مشهد، به سبب امانت دادن نقشه زمین شناسی سرخس.

مسئولین محترم دانشکده علوم بویژه آقای دکتر زلفی گل و سرکار خانم دکتر دانشخواه به سبب مساعدت های لازم برای انجام امور اداری.

آقای غلامحسین کاظمینی، راننده دانشکده، به سبب حضور در عملیات نمونه گیری و تحمل رنج سفر و شرایط جوی دشوار منطقه.

دوستان گرامی در کوی دانشگاه تهران، آقایان محمد گنج تابش، یحیی صالحی و داریوش لالی به جهت ایفای نقش ارزنده در زمان برگزاری آزمون دکتری زمین شناسی مهندسی و فراهم آوردن شرایط پذیرش اینجانب در این آزمون، در فروردین ماه ۱۳۸۰.

آقای محسن شفیعی فرزام به سبب حضور در عملیات نمونه گیری در قرچک.

آقایان ناسم اعتصام، علی صدر و شایان، نشر صدر، به سبب همکاری صمیمانه و فشرده برای انجام خدمات کامپیوتری و کپی.

کارمندان دانشکده علوم آقایان آزادیان، جمعه، صمدی، امید زاده، خدنگ و خانم گلیمان به سبب همکاری صمیمانه در امور اداری.

دوستان همدوره آقایان بیدختی و عباسفام به سبب کمک در برگزاری مراسم دفاعیه.

آقای منصور ستوده، به سبب همکاری در زمینه آماده سازی اشکال و تصاویر و حمایت اخلاقی ایشان در کل مدت اجرای پروژه.

بدینوسیله کمال قدردانی و تشکر را از تلاشهای والدین گرامی و بزرگوام در تمامی دوران تحصیل بویژه در دوران اجرای پروژه داشته و آرزوی سلامتی و سعادت روز افزون ایشان را دارم.

نام خانوادگی دانشجو: شفیعی

نام: علی

عنوان پایان نامه: بررسی ویژگیهای ژئوتکنیکی خاکهای رمبنده در ایران

استاد راهنما: دکتر مجتبی حیدری

استاد مشاور: دکتر محمد ملکی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: زمین شناسی گرایش: زمین شناسی مهندسی

دانشگاه: بوعلی سینا دانشکده: علوم تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۱/۱۰/۴ تعداد صفحه: ۱۸۰

کلید واژه ها: خاک رمبنده، لس، تحکیم مضاعف اصلاح شده، رمبندگی.

چکیده:

خاکهای رمبنده در زمره خاکهای مسئله دار از نقطه نظر زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک میباشند و وجود آنها در پنج قاره دنیا نیز گزارش شده است.

برای ارزیابی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی خاکهای مورد مطالعه اقدام به انجام آزمایشهای ذیل بر روی نمونه های دست نخورده گردید: آنالیز الک، هیدرومتری، آزمایش نمونه دستی، آزمایش تعیین وزن مخصوص خاکهای ریزدانه، آزمایش تعیین حدود روانی و خمیری، آزمایش تراکمی تک محوری و آزمایش تحکیم مضاعف اصلاح شده. همه آزمایش های فوق بر اساس استاندارد ASTM و در آزمایشگاه ژئوتکنیک دانشگاه بوعلی سینا انجام شده اند.

نتایج حاصل از انجام ۴۹ مورد آزمایش تحکیم مضاعف اصلاح شده بر روی نمونه های دست نخورده تهیه شده از مناطق مورد مطالعه نشان می دهد که پتانسیل رمبندگی نمونه ها به ترتیب از S۳ تا S۲، S۱ و S۴ کاهش می یابد.

بطورکلی با کاهش درصد رطوبت اولیه خاک، افزایش تنش در لحظه اشباع شدن نمونه، افزایش نسبت تخلخل خاک و کاهش وزن واحد حجم خشک خاک، پتانسیل رمبندگی افزایش می یابد.

درستی اغلب معیارهای موجود در زمینه ارزیابی میزان پتانسیل رمبندگی خاک در پژوهش حاضر مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت و نتایج بدست آمده مؤید درستی آنها است.

معیار جدید ارائه شده در این پژوهش عبارتست از: $M_r = \frac{\%W_0}{\%W_{sat}}$ که در آن $\%W_0$: درصد رطوبت

اولیه خاک و $\%W_{sat}$: درصد رطوبت خاک در حالت اشباع می باشد و این معیار نسبت رطوبت نامگذاری شده و با M_r نمایش داده می شود. در پژوهش حاضر معیار مذکور جهت تعیین پتانسیل رمبندگی ۴۹ نمونه مورد مطالعه بکار رفت. مقایسه نتایج بدست آمده از این معیار و معیارهای موجود نشان دهنده اعتبار معیار پیشنهادی می باشد. محدوده مقادیر به دست آمده در معیار جدید محدود به صفر و یک می باشد.

در این پژوهش یک طبقه بندی جدید بر اساس نتایج به دست آمده از معیار پیشنهادی و نتایج آزمایش تحکیم مضاعف اصلاح شده ارائه شده است و بر اساس آن خاکها از نظر پتانسیل رمبندگی به ۴ دسته طبقه بندی شده اند، بطوریکه خاک دارای نسبت رطوبت کمتر از ۰/۱ به عنوان خاک شدیداً رمبنده، خاک دارای نسبت رطوبت بیش از ۰/۸۵ خاک غیر رمبنده، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ بعنوان خاک با پتانسیل رمبندگی متوسط و مقادیر بین ۰/۵ و ۰/۸۵ بعنوان خاک با پتانسیل رمبندگی پایین شناخته می شود.

فهرست علائم بکار رفته:

e : نسبت تخلخل اولیه خاک	σ : تنش کل (Kpa)
$\Delta\varepsilon$: کرنش اضافی در اثر غرقاب کردن (%)	U_a : فشار هوای منفذی (Kpa)
ε : کرنش در تنش مشابه پیش از غرقاب کردن (%)	U_w : فشار آب منفذی (Kpa)
e_c : نسبت تخلخل بحرانی	K : نسبت تنش های اصلی
i_{cz} : ضریب رمبندگی تحت وزن خود خاک	P_{cw} : تنش پیش تحکیمی (Kpa)
h_z : ارتفاع اولیه نمونه در دستگاه تحکیم تحت تنش برجا	P_{ow} : تنش مؤثر سربار خاک (Kpa)
h_{rs} : ارتفاع اولیه نمونه در دستگاه تحکیم در حالت اشباع	P_s : تنش رمبندگی (Kpa)
h_i : ارتفاع اولیه نمونه	δ_{rs} : ضریب رمبندگی تحت وزن خود خاک
W_{sat} : درصد رطوبت خاک در حالت اشباع	γ_d : وزن واحد حجم خشک خاک (Kn/m^3)
n_0 : پوکی اولیه	W_o : درصد رطوبت اولیه خاک
n_v : پوکی نهایی	E : مدول یانگ (Kpa)
X : مقدار نسبت صفحه بارگذاری پس از اشباع خاک (mm)	q_u : مقاومت تراکمی تک محوری (Kpa)
D : اندازه ضلع صفحه مربعی (mm)	ε_u : کرنش محوری (%)
Δ : مدول تراکم پذیری خاک (mm/m)	G : فاکتور نهشتگی زمین شناسی
e_n : نسبت تخلخل خاک در حالت طبیعی	σ_c : نیروی مویینه
L_i : شاخص روانی	R : شعاع متوسط دانه ها
W_n : درصد رطوبت خاک در حالت طبیعی	T_T : نیروی کشش سطحی
W_L : درصد رطوبت خاک در حد روانی	PI : شاخص خمیری
W_P : درصد رطوبت خاک در حد خمیری	δ_s : ضریب رمبندگی
\bar{X} : میانگین رمبندگی	Δ_c : کاهش نسبت تخلخل خاک پس از اشباع
S : انحراف معیار	e_c : نسبت تخلخل اولیه خاک
COV : ضریب تغییر	e_{LL} : نسبت تخلخل در حد روانی
n_t : تعداد آزمایش تحکیم مورد نیاز در یک محل	i_c : شاخص رمبندگی
G_s : جرم مخصوص خاک	m : درصد رطوبت اولیه خاک
C : چسبندگی خاک (Kpa) یا (Psi)	Sr : درجه اشباع
ϕ : زاویه اصطکاک داخلی خاک (درجه)	PL : حد خمیری
D : قطر نمونه بکار رفته در آزمایش تراکمی تک محوری (mm)	e_0 : نسبت تخلخل اولیه
H : ارتفاع نمونه بکار رفته در آزمایش تراکمی تک محوری (mm)	e_{PL} : نسبت تخلخل در حد خمیری
M_r : نسبت رطوبت	e_{LL} : نسبت تخلخل در حد روانی
	γ_{do} : وزن واحد حجم خشک خاک (Kn/m^3)
	γ_{dLL} : وزن واحد حجم خشک خاک در حد روانی (Kn/m^3)
	C_{col} : ضریب رمبندگی
	Δh : تغییر ارتفاع نمونه پس از غرقاب کردن در دستگاه تحکیم
	h : ارتفاع اولیه نمونه در دستگاه تحکیم

فهرست کلی

صفحه	عنوان
الف.....	تقديم
ب.....	تشکر و قدردانی
ج.....	چکیده
د.....	فهرست علائم بکار رفته
ه.....	فهرست مطالب
ک.....	فهرست جداول
ل.....	فهرست اشکال و نمودارها
ع.....	مقدمه

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ع	مقدمه
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات
	فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
۹	۱-۲) مقدمه
۹	۲-۲) سازوکار پدیده رمبندگی
۹	۱-۲-۲) سازوکار پدیده رمبندگی از نقطه نظر میکرومکانیکی
۹	۱-۱-۲-۲) از بین رفتن عوامل پیوند خاک در اثر اشباع شدن
۱۰	۲-۱-۲-۲) از بین رفتن نیروی مکش در اثر اشباع شدن
۱۱	۳-۱-۲-۲) پراکندگی رس موجود در خاک
۱۲	۴-۱-۲-۲) مقاومت جدار کششی حفرات بزرگ موجود در ساختار خاک های رمبنده
۱۲	۲-۲-۲) سازوکار پدیده رمبندگی از نقطه نظر ماکرومکانیکی
۱۲	۱-۲-۲-۲) نظریه نرم شوندگی شعاعی
۱۲	۲-۲-۲-۲) مرطوب شدن
۱۴	۱-۲-۲-۲-۲) سازوکار افزایش درصد رطوبت ناشی از فعالیتهای انسانی
۱۶	۲-۲-۲-۲-۲) تغییر حجم: اشباع کامل در مقابل مرطوب شدن بخشی
۱۸	۳-۲) عوامل موثر بر میزان رمبندگی خاکها
۱۸	۱-۲-۲) درصد رطوبت اولیه (درجه اشباع اولیه)
۲۱	۲-۲-۲) دانسیته نسبی
۲۳	۳-۲-۲) دانه بندی و درصد انواع ذرات تشکیل دهنده خاک
۳۰	۴-۲-۲) میزان تنش وارده به نمونه
۳۲	۵-۲-۲) عمق نمونه گیری
۳۳	۶-۲-۲) تنش جانبی
۳۴	۷-۲-۲) تنش پیش تحکیمی
۳۸	۸-۲-۲) عوامل سیمان کننده
۴۰	۹-۲-۲) تاثیر دستخوردگی نمونه
۴۱	۱۰-۳-۲) جهت یافتگی حفرات بزرگ، متوسط، کوچک و بسیار کوچک
۴۱	۱-۱۰-۳-۲) تاثیر جهت یافتگی حفرات بزرگ و متوسط

۴۳	.....	تأثیر جهت یافتگی حفرات کوچک و بسیار کوچک (۲-۱۰-۳-۲)
۴۳	.....	تأثیر سن (۱۱-۳-۲)
۴۴	.....	تأثیر هوازدگی (۱۲-۳-۲)
۴۴	.....	نقش نیروی موئینه و مکش (۱۳-۳-۲)
۴۷	.....	میکروفابریک و میکرواستراکچر خاک (۱۴-۳-۲)
۵۱	.....	نقش رس موجود در خاک (۱۵-۳-۲)
۵۱	.....	تأثیر میزان رس موجود در خاک (۱-۱۵-۳-۲)
۵۳	.....	میزان فعالیت کانی رسی (۱-۱-۱۵-۳-۲)
۵۴	.....	تأثیر نوع کانی رسی (۲-۱۵-۳-۲)
۵۶	.....	معیارهای رمبندگی خاک (۴-۲)
۵۶	.....	معیار ابلف، ۱۹۴۸ (۱-۴-۲)
۵۶	.....	معیار کلونجر، ۱۹۵۸ (۲-۴-۲)
۵۶	.....	معیار گیس و بارا، ۱۹۶۲ (۳-۴-۲)
۵۷	.....	معیار دنیسف، ۱۹۶۴ (۴-۴-۲)
۵۷	.....	معیار فدا، ۱۹۶۶ (۵-۴-۲)
۵۸	.....	معیار فوکز و بست، ۱۹۶۹ (۶-۴-۲)
۵۸	.....	معیار هندی، ۱۹۷۳ (۷-۴-۲)
۵۸	.....	معیار زار و وایزمن، ۱۹۷۳ (۸-۴-۲)
۵۸	.....	معیار جیننگز و نایت، ۱۹۷۵ (۹-۴-۲)
۶۱	.....	معیار لین و وانگ، ۱۹۸۸ (۱۰-۴-۲)
۶۱	.....	معیار ارائه شده در پژوهش حاضر، ۱۳۸۱ (۱۱-۴-۲)
۶۲	.....	مراحل مقدماتی ارزیابی پتانسیل رمبندگی خاک (۵-۲)
۶۲	.....	گردآوری اطلاعات (۱-۵-۲)
۶۲	.....	بررسی های ناحیه ای (۲-۵-۲)
۶۲	.....	روشهای صحرائی (۳-۵-۲)
۶۲	.....	آزمایش نمونه دستی (۱-۳-۵-۲)
۶۳	.....	آزمایش بارگذاری صفحه (۲-۳-۵-۲)
۶۴	.....	آزمایش نفوذ استاندارد SPT (۳-۳-۵-۲)
۶۴	.....	روشهای آزمایشگاهی (۴-۵-۲)
۶۴	.....	تعیین تخلخل بحرانی خاک (۱-۴-۵-۲)

۲-۴-۵-۲) تعیین حدروانی و مقایسه رطوبت خاک در حدروانی و رطوبت طبیعی خاک	۶۵
۲-۴-۵-۳) آزمایش تحکیم مضاعف	۶۹
۲-۴-۵-۱) حداقل تعداد آزمایش لازم جهت تعیین ویژگیهای رمبندگی خاک یک محل	۷۱
۲-۴-۵-۴) معیار براساس حدروانی و دانسیته خشک خاک در محل	۷۳
۲-۴-۵-۵) معیار بر اساس وزن حجمی خاک	۷۴
۲-۶-۶) ویژگی های عمومی و ژئوتکنیکی خاکهای رمبنده بویژه لس ها	۷۵
۲-۶-۱) مشخصات عمومی لس ها	۷۵
۲-۶-۲) ترکیب کانی شناسی لس ها	۷۷
۲-۶-۳) ترکیب دانه بندی خاک	۷۷
۲-۶-۴) نفوذپذیری	۷۹
۲-۶-۵) جرم مخصوص	۷۹
۲-۶-۶) چگالی خشک	۸۰
۲-۶-۷) نسبت تخلخل و پوکی	۸۰
۲-۶-۸) خواص خمیری	۸۰
۲-۶-۹) فعالیت	۸۱
۲-۶-۱۰) مقاومت برشی	۸۲
۲-۶-۱۱) مقاومت تک محوری	۸۳
۲-۶-۱۲) رفتار در آزمایش سه محوری	۸۶
۲-۶-۱۳) تحکیم	۸۸
۲-۷-۷) نحوه تشکیل نهشته های لسی	۹۱
۲-۷-۱) شرایط لازم برای تشکیل نهشته های لس	۹۱
۲-۷-۲) نحوه تشکیل ذرات در اندازه غباری توزیع لس	۹۲
۲-۷-۳) ساز و کارهای احتمالی ایجاد مصالح در حد سیلت	۹۳
۲-۷-۴) سیستم های باد حمل کننده غبار	۹۶
۲-۷-۵) نهشته شدن غبار و تجمع لس	۹۷
۲-۸-۸) نحوه تشکیل و تکامل لس های رمبنده	۱۰۰
۲-۸-۱) مرحله لسی شدن	۱۰۰
۲-۸-۲) مرحله شکل گیری	۱۰۱
۲-۸-۳) مرحله توسعه	۱۰۲
۲-۸-۴) مرحله از بین رفتن	۱۰۴
۲-۸-۵) مرحله رسی شدن	۱۰۴

۱۰۶	..... (۹-۲) خلاصه فصل دوم
	فصل سوم: زمین شناسی، نحوه گسترش و توزیع خاکهای رمبنده بویژه لس ها در ایران با نگرش ویژه به مناطق مورد مطالعه
۱۰۸	..... (۱-۳) مقدمه
۱۰۹	..... (۲-۳) گسترش، مشخصات، منشاء و طبقه بندی لس های کواترنر پسین در ایران
۱۱۲	..... (۳-۳) ویژگیهای لس های مورد مطالعه از نظر زمین شناسی
۱۱۳	..... (۴-۳) منشاء لس های مورد مطالعه
۱۱۴	..... (۵-۳) نتایج و شواهد حاصل از مطالعه مقاطع نازک تهیه شده از نمونه های اخذ شده
۱۱۸	..... (۶-۳) خلاصه فصل سوم
	فصل چهارم: ویژگیهای ژئوتکنیکی خاک های مناطق مورد مطالعه
۱۲۰	..... (۱-۴) محل نمونه برداری و نحوه انتخاب آن
۱۲۰	..... (۲-۴) وسایل و نحوه تهیه نمونه های بزرگ دست نخورده خاک (نمونه گیری بلوکی)
۱۲۱	..... (۳-۴) نحوه برش نمونه دست نخورده از دیواره ترانشه ها
۱۲۴	..... (۴-۴) مشخصات عمومی آبرفت و لس های مورد مطالعه
۱۲۵	..... (۵-۴) برنامه آزمایش جهت تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی خاکهای مورد مطالعه
۱۴۱	..... (۶-۴) انجام آزمایش نمونه دستی در محل نمونه برداری جهت ارزیابی اولیه پتانسیل رمبندگی خاک
۱۴۳	..... (۷-۴) ترکیب دانه بندی خاک
۱۴۴	..... (۸-۴) درصد کرینات
۱۴۴	..... (۹-۴) خواص خمیری
۱۴۶	..... (۱۰-۴) طبقه بندی مهندسی خاکهای مورد مطالعه
۱۴۶	..... (۱۱-۴) جرم مخصوص
۱۴۷	..... (۱۲-۴) چگالی خشک
۱۴۷	..... (۱۳-۴) نسبت تخلخل و پوکی
۱۴۸	..... (۱۴-۴) فعالیت
۱۴۸	..... (۱۵-۴) شاخص روانی
۱۴۹	..... (۱۶-۴) مقاومت تراکمی تک محوری
۱۵۰	..... (۱۷-۴) تحکیم مضاعف اصلاح شده

۱۵۲.....	۱۸-۴) نتایج انجام آزمایشات تحکیم مضاعف اصلاح شده بر روی نمونه های مورد مطالعه
۱۵۸.....	۱۹-۴) رابطه بین درصد رطوبت اولیه نمونه ها و مقدار ضریب رمبندگی
۱۵۸.....	۲۰-۴) رابطه بین تنش اعمال شده به نمونه ها در لحظه غرقاب شدن و مقدار درصد رمبندگی
۱۶۰.....	۲۱-۴) رابطه بین عمق نمونه گیری و مقدار ضریب رمبندگی
۱۶۰.....	۲۲-۴) رابطه بین وزن واحد حجم خشک و مقدار ضریب رمبندگی
۱۶۱.....	۲۳-۴) رابطه بین نسبت تخلخل نمونه ها و مقدار ضریب رمبندگی
۱۶۱.....	۲۴-۴) پیشنهاد یک معیار جدید و نیز یک طبقه بندی جدید در پژوهش حاضر
۱۶۳.....	۲۵-۴) بررسی و مقایسه معیارهای رمبندگی در ارتباط با نمونه های مورد مطالعه و نیز معیار و طبقه بندی جدید ارائه شده در پژوهش حاضر
۱۶۴.....	۲۶-۴) خلاصه فصل چهارم

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۶۶.....	۱-۵) نتیجه گیری
۱۶۹.....	۲-۵) پیشنهادات
۱۷۱.....	منابع و مأخذ

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۲): درصد مواد تشکیل دهنده خاک جهت بررسیهای آزمایشگاهی.....	۲۴
جدول (۲-۲): تقسیم بندی لس ها بر اساس میکروفابریک خاک.....	۵۰
جدول (۳-۲): اجزاء تشکیل دهنده خاک مورد آزمایش.....	۵۴
جدول (۴-۲): شاخص تعریف شدت مشکل رمبندگی.....	۶۱
جدول (۵-۲): مقادیر q_{11} و E برای نمونه‌های با نسبت $\frac{D}{H}$ (قطر به ارتفاع) متفاوت.....	۸۳
جدول (۶-۲): برخی از ویژگیهای ژئوتکنیکی خاک‌های لس از نقاط مختلف دنیا و با منشأ متفاوت.....	۹۰
جدول (۱-۴): درصد کربنات کلسیم موجود در نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۴
جدول (۲-۴): حدود روانی، خمیری و شاخص خمیری نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۵
جدول (۳-۴): طبقه بندی مهندسی نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۶
جدول (۴-۴): مقادیر جرم مخصوص نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۶
جدول (۵-۴): مقادیر چگالی خشک نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۷
جدول (۶-۴): نسبت تخلخل و پوکی نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۷
جدول (۷-۴): فعالیت نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۸
جدول (۸-۴): شاخص روانی نمونه های مورد مطالعه.....	۱۴۸
جدول (۹-۴): مشخصات و نتایج آزمایش های مقاومت تراکمی تک محوری انجام شده بر روی نمونه های مورد مطالعه.....	۱۵۰
جدول (۱۰-۴): مشخصات نمونه S_1 و آزمایشات تحکیم مضاعف اصلاح شده انجام شده.....	۱۵۲
جدول (۱۱-۴): مشخصات نمونه S_2 و آزمایشات تحکیم مضاعف اصلاح شده انجام شده.....	۱۵۳
جدول (۱۲-۴): مشخصات نمونه S_3 و آزمایشات تحکیم مضاعف اصلاح شده انجام شده.....	۱۵۵
جدول (۱۳-۴): مشخصات نمونه S_4 و آزمایشات تحکیم مضاعف اصلاح شده انجام شده.....	۱۵۶
جدول (۱۴-۴): میزان ضریب رمبندگی خاک های مورد مطالعه تحت تنش استاندارد (دو کیلوگرم بر سانتیمتر مربع).....	۱۵۷
جدول (۱۵-۴): طبقه بندی ارائه شده بر اساس معیار جدید و طبقه بندی نمونه های مورد مطالعه بوسیله طبقه بندی پیشنهاد شده.....	۱۶۲
جدول (۱۶-۴): بررسی معیارهای موجود در زمینه ارزیابی میزان پتانسیل رمبندگی خاک.....	۱۶۴