

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

....., Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات خارجی

.....، گروه دانشکده دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات داخلی



دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته زمین شناسی (گرایش مهندسی)

عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی خاک‌های لسی استان گلستان

استاد راهنما:

دکتر مجتبی حیدری

اساتید مشاور:

دکتر غلامرضا خانلری

دکتر سهیل گنجه فر

پژوهشگر:

طاهره صالحی

مهر ماه ۱۳۹۰

ساحت قدس مهدوی

تنیس فضیلت و بہترین بقیت

شکوہ توحید و فروغ امید

ذوالفقار عدالت و شکوہ ہدایت

دینہ اسرار و کچنہ انوار

قاموس قرآن و ناموس عرفان

عصارۃ الاوصیاء خلاصۃ الانبیاء

امام السرو العطن، حجت بن الحسن

مولانا اباصالح المہدی (عج)

تقدیم بہ بزرگ استادان زندگی ام

جناب آقای دکتر حدیری

جناب آقای دکتر خانلری

جناب آقای دکتر کعبہ فر

جناب آقای دکتر قبادی

جناب آقای دکتر محمدی

آنان کہ اندیشیدن را بہ من آموختند نہ اندیشہ ہارا.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی شان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهمشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

تقدیرم را چنان زیبا بخارتا همه بدانند که من که رابه خدایی خود بگزیدم و یک مشتت را چنان بخار که خود نخواهی چرا که می دانم که تو جز زیبایی برای من نخواهی و جز

عشق باری بردوشم نمی

گلک کن آن چه را که تو دیر میخواهی من زود نخواهم و آنچه را که تو زود میخواهی من دیر نخواهم

صما نخطه های جدایت را با حس بودنت بر من آسان کردن و مرا همیشه راضی به رضای خود دار

نگذار تا دلنگرانی ها شادی دقایقم را مگو کردند و از لذت یک روز دیگر زنده بودم بجای

سختی راه را بر من سهل کردن و ناموافقانم را با من همراه کن

شادیم را با دوستات تقسیم کن و غم را با بودنت التیام بخش، رویا هایم را تو را بهر باش و امید هایم را تو دود

و مرا توفیق شکر نفس هایی که بر من ارزانی داشتی ده تا سستی را که برایم مقدر داشتی به پایان رسانم

و در آخر نصیبم دان نگاه مهربانت

تشکر و قدردانی

بی‌تردید انجام این تحقیق بدون راهنمایی، مساعدت و تشویق استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر مجتبی حیدری مقدور نبود. بر خود لازم می‌دانم تا از تلاش‌های بی‌شائبه ایشان در هدایت این پروژه صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم. از جناب آقای دکتر سهیل گنجه فر و جناب آقای دکتر غلامرضا خانلری به خاطر زحماتشان در مشاوره این پایان‌نامه، بسیار سپاسگذارم.

از جناب آقای دکتر محمدحسین قبادی و جناب آقای دکتر سید داوود محمدی که زحمت قرائت و داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید بزرگوارم در دانشگاه بوعلی سینا، آقای دکتر آلبانی، آقای دکتر رفیعی، آقای دکتر سپاهی گرو، آقای دکتر خدابخش، آقای دکتر محسنی، خانم دکتر ترکیان، خانم دکتر ایزدی کیان، آقای مهندس نمازی، آقای دکتر معانی جو، آقای دکتر شهبازی، آقای دکتر ساداتی و دکتر براتی سپاسگذارم و امیدوارم که همیشه سربلند باشند.

از خانواده بزرگوارم به خاطر زحمات فراوانی که در مراحل نمونه برداری و مطالعات آزمایشگاهی متحمل شدند، بی‌نهایت سپاسگذارم و از خدای منان آرزوی عمری با عزت همراه با موفقیت در تمام مراحل زندگی را برای آنان مسئلت دارم.

از تمام بزرگواران، از جمله آقایان علی علیپور، آقای اکبری (انبار دار دانشکده)، آقای صمدی، آقای دهنوی (مسئول سایت تحصیلات تکمیلی)، آقای یونسی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان بزرگوارم، خانمها: صدیقه زال آقایی، ریزان اسدی، فهیمه پیروز محمدی، سحر علیپور، اکرم مامنی، الهام پورشیخی، اعظم گلستانی، سمیه علیپور، ثریا دادفر، شکوفه معبودی و آقایان: برزویی، بابا زاده، کارگریان، عبدالوند و سرشاری که در طول مدت تحصیل مرا مورد لطف و عنایت خود قرار دادند صمیمانه سپاسگذارم و آرزومندم در تمام مراحل زندگی موفق و سربلند باشند.



دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله / پایان نامه تحصیلی

عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی خاک‌های لسی استان گلستان

نام و نام خانوادگی: طاهره صالحی

استاد راهنما: دکتر مجتبی حیدری

استاتید مشاور: دکتر غلامرضا خانلری و دکتر سهیل گنجه فر

دانشکده: علوم پایه

گروه آموزشی: زمین شناسی

رشته: زمین شناسی

گرایش: مهندسی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد

تاریخ تصویب: ۱۳۸۷/۱۲/۱۸

تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۷/۴

تعداد صفحات: ۱۶۰

چکیده

در این پژوهش، خاک‌های لسی شمال ایران با مطالعه نمونه‌هایی از استان گلستان مورد ارزیابی قرار گرفته است. ۳۸۸۰ کیلومتر مربع از کل منطقه ۲۱۰۰۰ کیلومتر مربعی در استان گلستان با مصالح لسهایی پوشیده شده است که منشا آنها جنوب چین می‌باشد. این مصالح لسی عمدتاً در سه ناحیه پراکندگی دارند. پتانسیل رمبندگی ارتباط نزدیکی با شدت بارش سالیانه و آب و هوا دارد. سه نوع اقلیم خشک، نیمه خشک و کوهستانی در استان وجود دارد. میزان بارش در شمال استان کمتر از قسمت جنوبی می‌باشد. نمونه‌های دست نخورده بلوکی جهت انجام آزمایشات تهیه شد و خصوصیات فیزیکی - مکانیکی مانند چگالی ذرات جامد خاک، درصد رطوبت اولیه، حدود آتربرگ، دانه بندی ذرات و دانسیته برجا تعیین گردید. پتانسیل رمبندگی در اثر مرطوب کردن نمونه و تحت تنش‌های متفاوت توسط آزمایش تحکیم منفرد اندازه-گیری شد. نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد که خصوصیات خاک‌های لسی استان گلستان مشابه لسهای سایر نقاط جهان می‌باشد. نتایج آزمایشات XRD و میکروسکوپ الکترونی (SEM) نشان می‌دهد که ایلیت و کلریت کانی‌های رسی غالب در این مناطق می‌باشند. در ادامه تحلیل‌های رگرسیونی بر روی داده‌ها انجام شد و نهایتاً بهترین معادله جهت ارزیابی مقدار رمبندگی ارائه گردید. آنالیز آماری تحکیم منفرد نشان می‌دهد متغیرهایی که بیشترین تاثیر را بر روی ضریب رمبندگی دارند شامل درصد رطوبت، وزن واحد حجم خشک، نسبت تخلخل و میزان ذرات سیلتی و ماسه‌ای می‌باشد. پتانسیل رمبندگی یک روند افزایشی، با کاهش درصد رطوبت و درجه اشباع نشان می‌دهد. علاوه بر موارد ذکر شده، ضریب رمبندگی با افزایش دانسیته، کاهش می‌یابد. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که ضرایب رمبندگی از شمال به جنوب استان کاهش می‌یابد به گونه‌ای که دامنه تغییرات ضرایب رمبندگی از ۱۰/۱۸٪ در مناطق شمالی به ۰۶/۱٪ در مناطق جنوبی می‌رسد. در این تحقیق توسط شبکه‌های عصبی، ارتباط بین پارامترهای موثر بر خاک، شرایط بارگذاری و ضریب رمبندگی مورد ارزیابی قرار گرفت و ۳۱ نوع شبکه عصبی با استفاده از داده‌های تجربی، جهت پیش بینی مقدار رمبندگی آموزش داده شد. مقادیر مجموع مربعات خطا در تمامی شبکه‌ها نشان می‌دهد که یک شبکه Feed Forward دو لایه با توابع فعال ساز tansig-purelin با ۵ نورون در لایه اول بهترین شبکه جهت پیش بینی مقدار رمبندگی با پارامترهای فوق می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های رمبنده، لس، شبکه عصبی، آنالیز آماری، گلستان.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات مقدمه
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده	
۳	(۱-۲) مقدمه
۴	(۲-۲) تعریف رمبندگی
۴	(۳-۲) نحوه تشکیل خاک‌های رمبنده
۵	(۴-۲) تاریخچه مطالعات بر روی رمبندگی خاک
۹	(۵-۲) سازوکار پدیده رمبندگی
۹	(۱-۵-۲) از بین رفتن عوامل پیوند دهنده خاک در اثر اشباع شدن
۹	(۲-۵-۲) از بین رفتن نیروی مکش در اثر اشباع شدن
۱۰	(۶-۲) عوامل موثر بر میزان رمبندگی خاکها
۱۰	(۱-۶-۲) درصد رطوبت اولیه (درجه اشباع اولیه)
۱۱	(۲-۶-۲) دانسیته نسبی
۱۲	(۳-۶-۲) دانه بندی و درصد انواع ذرات تشکیل دهنده خاک
۱۳	(۴-۶-۲) میزان تنش وارده به نمونه
۱۵	(۵-۶-۲) عمق نمونه برداری
۱۷	(۶-۶-۲) تنش جانبی
۱۷	(۷-۶-۲) تنش پیش تحکیمی
۲۱	(۸-۶-۲) عوامل سیمان کننده
۲۲	(۹-۶-۲) تاثیر دست خوردگی نمونه
۲۳	(۱۰-۶-۲) جهت یافتگی حفرات بزرگ، متوسط، کوچک و بسیار کوچک
۲۳	(۱-۱۰-۶-۲) تاثیر جهت یافتگی حفرات بزرگ و متوسط
۲۵	(۲-۱۰-۶-۲) تاثیر جهت یافتگی حفرات کوچک و بسیار کوچک
۲۵	(۱۱-۶-۲) تاثیر سن
۲۵	(۱۲-۶-۲) تاثیر هوازدگی
۲۶	(۱۳-۶-۲) نقش نیروی مویینه و نیروی مکش
۲۸	(۱۴-۶-۲) میکروفابریک خاک
۳۰	(۱۵-۶-۲) نقش رس موجود در خاک
۳۰	(۱-۱۵-۶-۲) تاثیر میزان رس موجود در خاک
۳۲	(۲-۱۵-۶-۲) تاثیر نوع کانی رسی
۳۴	(۷-۲) نحوه شناسایی پتانسیل رمبندگی

۳۴	۱-۷-۲) تشخیص رمبندگی بر مبنای معیار زمین شناسی
۳۴	۱-۱-۷-۲) دسته بندی عوامل موثر بر رمبندگی خاک‌های طبیعی
۳۶	۲-۷-۲) آزمون صحرایی شناسایی پتانسیل رمبندگی خاک
۳۶	۱-۲-۷-۲) آزمایش نمونه دستی
۳۶	۲-۲-۷-۲) آزمایش بارگذاری صفحه
۳۷	۳-۲-۷-۲) آزمایش نفوذ استاندارد
۳۸	۳-۷-۲) آزمون‌های آزمایشگاهی شناسایی پتانسیل رمبندگی خاک
۳۸	۱-۳-۷-۲) تعیین تخلخل بحرانی خاک
۳۸	۲-۳-۷-۲) تعیین حد روانی و مقایسه رطوبت خاک در حد روانی و رطوبت طبیعی
۴۲	۳-۳-۷-۲) آزمایش تحکیم مضاعف
۴۳	۴-۳-۷-۲) آزمایش تحکیم منفرد
۴۴	۸-۲) معیارهای رمبندگی خاک
۴۴	۱-۸-۲) معیار ابلف، ۱۹۴۸
۴۵	۲-۸-۲) معیار کلونجر، ۱۹۵۸
۴۵	۳-۸-۲) معیار گیبس و بار، ۱۹۶۲
۴۵	۴-۸-۲) معیار دنیسف، ۱۹۶۴
۴۵	۵-۸-۲) معیار فدا، ۱۹۶۶
۴۶	۶-۸-۲) معیار فوکز و بست، ۱۹۶۹
۴۶	۷-۸-۲) معیار هندی، ۱۹۷۳
۴۶	۸-۸-۲) معیار زار و وایزمن، ۱۹۷۳
۴۶	۹-۸-۲) معیار جنینگز و نایت، ۱۹۷۵
۴۸	۱۰-۸-۲) معیار لین و وانگ، ۱۹۸۸
۴۹	۹-۲) خلاصه فصل دوم

فصل سوم: مشخصات عمومی، زمین شناسی و منشا خاکهای لسی استان گلستان

۵۰	۱-۳) موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی
۵۱	۲-۳) هواشناسی و اقلیم
۵۳	۳-۳) هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی
۵۳	۱-۳-۳) هیدرولوژی
۵۵	۲-۳-۳) ژئوهیدرولوژی
۵۶	۴-۳) زمین ریخت شناسی
۵۷	۵-۳) چینه شناسی
۵۹	۶-۳) زمین شناسی کواترنر
۶۰	۱-۶-۳) رسوبات بستر رودخانه ها (Rd)
۶۰	۲-۶-۳) پادگانه های آبرفتی (At)

۶۰	۳-۶-۳) مخروط افکنه ها (Fc)
۶۱	۳-۶-۴) دشت های سیلابی (Fp)
۶۱	۳-۶-۵) واریزه ها (Sc)
۶۱	۳-۶-۶) بادرفت ها (Ls)
۶۱	۳-۶-۷) رسوبات ساحلی (Db)
۶۲	۳-۶-۸) رسوبات دلتایی (Ds)
۶۲	۳-۶-۹) رسوبات جلگه ای
۶۲	۳-۶-۱۰) دشت ماسه ای (SF)
۶۳	۳-۷) گسترش لس در ناحیه شمالی ایران
۶۴	۳-۸) ویژگی های لس های مورد مطالعه از نظر زمین شناسی
۶۶	۳-۹) منشأ لس های مورد مطالعه
۶۹	۳-۱۰) خلاصه فصل

فصل چهارم: مطالعات کانی شناسی و شیمیایی خاک های لسی استان گلستان

۷۰	۴-۱) کلیات
۷۲	۴-۲) نتایج آزمایش های کانی شناسی و تجزیه شیمیایی لس های مورد مطالعه
۷۲	۴-۲-۱) نتایج حاصل از مطالعه مقاطع نازک تهیه شده از نمونه های اخذ شده
۷۶	۴-۲-۲) نتایج آزمایش های پراش پرتو X (XRD)
۸۰	۴-۲-۳) نتایج آزمایش های میکروسکپ الکترونی (SEM)
۸۳	۴-۳) نتایج آزمایش های شیمیایی
۸۳	۴-۳-۱) اندازه گیری مقدار آهک (Caco3) در نمونه رسوبی (کلسیمتری)
۸۴	۴-۳-۲) اندازه گیری pH خاک
۸۶	۴-۴) خلاصه فصل

فصل پنجم: ویژگیهای ژئوتکنیکی خاک های لسی استان گلستان

۸۷	۵-۱) محل نمونه برداری و نحوه انتخاب نمونه ها
۸۹	۵-۲) وسایل و نحوه تهیه نمونه های دست خورده و دست نخورده خاک (نمونه گیری بلوکی)
۸۹	۵-۳) نحوه برش نمونه بلوکی دست نخورده از دیواره ترانشه ها
۹۱	۵-۴) مشخصات عمومی لس های مورد مطالعه
۹۱	۵-۵) برنامه آزمایش جهت تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی خاکهای مورد مطالعه
۹۲	۵-۵-۱) آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک
۹۳	۵-۵-۲) آزمایشات دانه بندی و هیدرومتری
۹۴	۵-۵-۳) آزمایشات تعیین حدود آتربرگ (حد روانی و حد انقباض)
۹۵	۵-۵-۴) آزمایش تعیین چگالی (Gs)
۹۶	۵-۵-۵) آزمایش تعیین دانسیته خاک در محل به روش مخروط ماسه

۹۷	۵-۵-۶) آزمایش تحکیم منفرد
۱۰۳	۵-۶) مطالعه تاثیر عوامل زمین شناسی، ژئوتکنیکی و محیطی بر روی ضریب رمبندگی با روابط همبستگی (بر اساس تحلیل‌های احتمالاتی)
۱۰۵	۵-۷) خلاصه فصل

فصل ششم: ارزیابی رمبندگی خاکهای لسی استان گلستان توسط شبکه های عصبی

۱۰۶	۶-۱) مقدمه
۱۰۶	۶-۲) مفهوم شبکه‌های عصبی
۱۰۹	۶-۳) آشنایی با مدل نورون و معماری شبکه‌های عصبی
۱۰۹	۶-۳-۱) نورون با یک ورودی اسکالر
۱۱۰	۶-۳-۲) توابع انتقال
۱۱۰	۶-۳-۱-۱) تابع انتقال Hard limit
۱۱۰	۶-۳-۲-۲) تابع انتقال خطی یا (purelin)
۱۱۱	۶-۳-۳-۳) تابع انتقال Log Sigmoid
۱۱۱	۶-۳-۴-۴) تابع انتقال رقابتی Compet
۱۱۱	۶-۳-۵-۵) تابع انتقال Hard limit متقارن
۱۱۲	۶-۳-۶-۶) تابع انتقال خطی مثبت
۱۱۲	۶-۳-۷-۷) تابع انتقال Radial Basis
۱۱۲	۶-۳-۸-۸) تابع انتقال satlin
۱۱۳	۶-۳-۹-۹) تابع انتقال satlins
۱۱۳	۶-۳-۱۰-۱۰) تابع انتقال Softmax
۱۱۳	۶-۳-۱۱-۱۱) تابع انتقال tansifmoid
۱۱۳	۶-۳-۱۲-۱۲) تابع انتقال Triangular Basis
۱۱۴	۶-۳-۳-۳) نورون با یک بردار ورودی
۱۱۵	۶-۴-۴) معماری شبکه‌های عصبی
۱۱۵	۶-۴-۱) ورودی ها و لایه ها
۱۱۶	۶-۴-۲) شبکه‌های چند لایه
۱۱۸	۶-۴-۳) انواع بردارهای ورودی
۱۱۸	۶-۵) انواع شبکه‌ها
۱۱۸	۶-۶) روش‌های آموزش
۱۱۸	۶-۷) انواع شبکه های عصبی متداول
۱۱۹	۶-۷-۱) شبکه های پس انتشار
۱۲۰	۶-۷-۲) معماری شبکه‌های پس انتشار
۱۲۱	۶-۷-۱-۱) شبکه‌های Feedforward
۱۲۱	۶-۷-۲-۲) ایجاد یک شبکه feedforward

۱۲۲	Backpropagation الگوریتم‌های (۳-۲-۷-۶)
۱۲۳	۸-۶ پارامترهای موثر در ارزیابی رمبندگی خاکهای استان گلستان توسط شبکه‌های عصبی
۱۲۵	۹-۶ نحوه آموزش شبکه‌های عصبی در پژوهش حاضر
۱۲۵	۱۰-۶ نتایج روش شبکه عصبی با استفاده از نرم افزار MATLAB
۱۲۵	۱-۱۰-۶ شبکه عصبی (آموزش همه ورودیها به جز ۵ نمونه شاهد)
۱۲۸	۲-۱۰-۶ نتایج حاصل از آموزش شبکه‌های عصبی
۱۳۵	۱۱-۶ خلاصه فصل

فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۳۶	۱-۷ نتیجه گیری
۱۳۹	۲-۷ پیشنهادات

۱۴۰	فهرست منابع
-----	-------------

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲	جدول (۱-۲): درصد مواد تشکیل دهنده خاک جهت بررسی‌های آزمایشگاهی
۲۹	جدول (۲-۲): تقسیم بندی لس ها بر اساس میکروفابریک خاک
۳۳	جدول (۳-۲): اجزا تشکیل دهنده‌ی خاک مورد آزمایش
۴۸	جدول (۴-۲): شاخص تعریف شدت مشکل رمبندگی
۵۵	جدول (۱-۳): تقسیم بندی آبخوان‌های گستره مطالعاتی
۵۸	جدول (۲-۳): ویژگی‌های چینه ای سازندها و واحدهای زمین شناسی در استان گلستان
۶۸	جدول (۳-۳): مقایسه ستون چینه شناسی رسوبات کواترنر در شرق دریای خزر با ستونهای چینه شناسی شوروی و اروپا
۷۹	جدول (۱-۴): نتایج آزمایشات کانی شناسی لس های استان گلستان به روش XRD
۸۲	جدول (۲-۴): درصد وزنی اکسیدهای موجود در خاک های لسی استان گلستان
۸۳	جدول (۳-۴): درصد وزنی اکسیدهای موجود در خاک های لسی استان گلستان
۸۵	جدول (۴-۴): تغییرات درصد فراوانی کربنات کلسیم و مقدار pH در اعماق مختلف لس های استان گلستان
۸۷	جدول (۱-۵): مختصات جغرافیایی نمونه های مورد مطالعه
۹۲	جدول (۲-۵): مقادیر درصد رطوبت نمونه های مورد مطالعه
۹۳	جدول (۳-۵): طبقه بندی یونیفاید خاک‌های مورد مطالعه
۹۴	جدول (۴-۵): مقادیر حدود آتربریگ نمونه های مورد مطالعه
۹۵	جدول (۵-۵): مقادیر G_s نمونه های مورد مطالعه
۹۶	جدول (۶-۵): مقادیر دانسیته بر جای خاک برای نمونه های مورد مطالعه
۹۷	جدول (۷-۵): خصوصیات فیزیکی-مکانیکی خاکهای مورد مطالعه
۱۰۱	جدول (۸-۵): مقادیر ضریب رمبندگی برای نمونه های مورد مطالعه و تعیین مساله دار بودن خاکها بر اساس معیار جنینگ و نایت

- جدول (۵-۹): مقادیر ضرایب رمبندگی در آزمایش تحکیم مضاعف تحت فشار سربار ۱۰۲
- جدول (۶-۱): پارامترهای موثر در پیش بینی رمبندگی خاک‌های لسی استان گلستان ۱۲۴
- جدول (۶-۲): تعداد لایه‌ها، نوع توابع، دقت آموزش، تعداد دوره‌های تکرار و مجموع مربعات خطا ۱۳۰
- جدول (۶-۳): نمایش نتایج حاصل از شبکه ۹ در مرحله تست اعتبار ۱۳۲
- جدول (۶-۴): نمایش نتایج حاصل از شبکه ۱۴ در مرحله تست اعتبار ۱۳۲
- جدول (د-۱): نتایج دانه بندی خاک‌های مورد مطالعه بر اساس طبقه بندی متحد (unified) ۱۵۷
- جدول (د-۲): نتایج دانه بندی خاک‌های مورد مطالعه بر اساس طبقه بندی آشتو (AASHTO) ۱۵۸

فهرست شکل‌ها و نمودارها

صفحه	عنوان
۵	شکل (۱-۲): گستره خاک‌های رمبنده
۱۰	شکل (۲-۲): ارتباط بین درجه اشباع اولیه خاک و میزان کاهش درجه تخلخل آن
۱۱	شکل (۳-۲): رابطه بین دانسیته نسبی خاک و درصد رمبندگی خاک
۱۲	شکل (۴-۲): منحنی توزیع دانه بندی اجزا تشکیل دهنده خاک
۱۳	شکل (۵-۲): تأثیر نسبت درصدهای مختلفی از ذرات ماسه و سیلت بر رمبندگی خاک
۱۴	شکل (۶-۲): رابطه بین تنش موثر قائم و ضریب رمبندگی
۱۵	شکل (۷-۲): ارتباط بین میزان تنش وارده به خاک و رمبندگی خاک
۱۶	شکل (۸-۲): رابطه بین عمق نمونه و ضریب رمبندگی آن
۱۸	شکل (۹-۲): ارتباط بین تنش پیش تحکیمی و تنش رمبندگی خاک‌ها
۱۹	شکل (۱۰-۲): منحنی تحکیم خاک در رطوبت طبیعی و رطوبت اشباع
۲۰	شکل (۱۱-۲): رابطه بین $(P_{ow}, P_{ew}, \bar{\sigma}_{zs})$ با عمق نمونه
۲۱	شکل (۱۲-۲): رابطه بین $(P_{ow}, P_{ew}, \bar{\sigma}_{zs})$ با عمق نمونه
۲۱	شکل (۱۳-۲): عوامل استحکام و پایداری ساختمان خاکهای رمبنده
۲۳	شکل (۱۴-۲): نتایج آزمایش فشاری تک محوری
۲۴	شکل (۱۵-۲): ارتباط بین ضریب رمبندگی خاک لس و درصد حفرات بزرگ و متوسط
۲۴	شکل (۱۶-۲): ارتباط میکروفابریک خاک با تنش رمبندگی آن
۲۷	شکل (۱۷-۲): تنش کششی ایجاد شده بین دو ذره کروی شکل از جنس ماسه
۳۰	شکل (۱۸-۲): تاثیر میکروفابریک بر رمبندگی خاکهای لس
۳۱	شکل (۱۹-۲): ارتباط بین درصد رس موجود در خاک و درصد رمبندگی خاکهای دارای ذرات با ابعاد مختلف
۳۱	شکل (۲۰-۲): ارتباط بین حداکثر رمبندگی و اجزا تشکیل دهنده خاک
۳۳	شکل (۲۱-۲): تاثیر کانی شناسی رس‌ها بر روی میزان رمبندگی خاک
۳۵	شکل (۲۲-۲): ارزیابی میزان رمبندگی نهشته های طبیعی
۴۰	شکل (۲۳-۲): لس‌های پایدار
۴۰	شکل (۲۴-۲): لس‌های پایدار که در صورت اشباع شدن ناپایدار می‌شوند
۴۱	شکل (۲۵-۲): تغییر وضعیت ناپایداری لس‌ها با گذشت زمان و تغییر رژیم آب‌های زیرزمینی
۴۱	شکل (۲۶-۲): تشخیص لس‌های ناپایدار و پایدار را با استفاده از رطوبت خاک در محل و رطوبت در حد روانی خاک (ایالت آیووا در آمریکا) نشان می‌دهد
۴۲	شکل (۲۷-۲): تشخیص لس‌های ناپایدار و پایدار را با استفاده از رطوبت خاک در محل و رطوبت در حد روانی خاک (ایالت آیووا در آمریکا) نشان می‌دهد

- شکل (۲-۲۸): آزمایش تحکیم مضاعف (منحنی تحکیم در حالت اشباع و درصد رطوبت طبیعی) ۴۳
- شکل (۲-۲۹): آزمایش تحکیم منفرد ۴۴
- شکل (۲-۳۰): آزمایش تحکیم مضاعف ۴۷
- شکل (۳-۱): موقعیت استان گلستان و محدوده مطالعاتی طرح ۵۰
- شکل (۳-۲): سهم گسترش پهنه های سنگی و خاکی ۵۰
- شکل (۳-۳): نقشه طبقه بندی اقلیم استان گلستان ۵۱
- شکل (۳-۴): میزان بارش و تبخیر سالانه در گستره مطالعاتی ۵۲
- شکل (۳-۵): نقشه هم باران استان گلستان ۵۲
- شکل (۳-۶): سهم حجم آبهای سطحی و زیر زمینی در استان ۵۳
- شکل (۳-۷): پراکندگی رودخانه ها در استان گلستان ۵۴
- شکل (۳-۸): شمایی از تقسیم بندی ژئومورفولوژی پهنه مطالعاتی ۵۷
- شکل (۳-۹): شمای کلی از زمین شناسی گستره استان گلستان ۵۹
- شکل (۳-۱۰): نقشه زمین شناسی خاکهای استان گلستان ۶۳
- شکل (۳-۱۱): نمایی از دیواره های قائم تشکیل شده توسط خاکهای لسی در آلاگل ۶۴
- شکل (۳-۱۲): نمایی از دیواره های قائم تشکیل شده توسط خاکهای لسی در تنگلی ۶۴
- شکل (۳-۱۳): نمایی از خاکهای لسی سه راهی گنبد کلاله ۶۵
- شکل (۳-۱۴): نمایی از خاکهای لسی حاشیه سد گلستان ۱ ۶۵
- شکل (۳-۱۵): نمایی از خاکهای لسی روستای سید میران ۶۶
- شکل (۳-۱۶): نمایی از خاکهای لسی آق امام ۶۶
- شکل (۴-۱): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۱ ۷۳
- شکل (۴-۲): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۱ ۷۳
- شکل (۴-۳): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۲ ۷۴
- شکل (۴-۴): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۲ ۷۴
- شکل (۴-۵): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۳ ۷۵
- شکل (۴-۶): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۳ ۷۵
- شکل (۴-۷): مقطع کانی شناسی لس های تیپ ۳ ۷۶
- شکل (۴-۸): نمودار XRD خاکهای لسی سید میران در عمق ۱ متری ۷۶
- شکل (۴-۹): نمودار XRD خاکهای لسی علی آباد در عمق ۲ متری ۷۷
- شکل (۴-۱۰): نمودار XRD خاکهای لسی آق امام در عمق ۱ متری ۷۷
- شکل (۴-۱۱): نمودار XRD خاکهای لسی گنبد کلاله در عمق ۲ متری ۷۷
- شکل (۴-۱۲): نمودار XRD خاکهای لسی سد گلستان ۱ در عمق ۲ متری ۷۸
- شکل (۴-۱۳): نمودار XRD خاکهای لسی تنگلی در عمق ۱ متری ۷۸

- شکل (۴-۱۴): نمودار XRD خاک‌های لسی آلاگل در عمق ۱ متری ۷۸
- شکل (۴-۱۵): تصویر SEM از خاک لسی سید میران ۸۰
- شکل (۴-۱۶): تصویر SEM از خاک لسی سید میران ۸۰
- شکل (۴-۱۷): تصویر SEM از خاک لسی علی آباد (برفتان) ۸۰
- شکل (۴-۱۸): تصویر SEM از خاک لسی علی آباد (برفتان) ۸۰
- شکل (۴-۱۹): تصویر SEM از خاک لسی آق امام ۸۰
- شکل (۴-۲۰): تصویر SEM از خاک لسی گنبد کلاله ۸۰
- شکل (۴-۲۱): تصویر SEM از خاک لسی سد گلستان ۱ ۸۱
- شکل (۴-۲۲): تصویر SEM از خاک لسی تنگلی ۸۱
- شکل (۴-۲۳): تصویر SEM از خاک لسی آلاگل ۸۱
- شکل (۴-۲۴): پل رسی لس‌های استان گلستان ۸۱
- شکل (۴-۲۵): حفرات ماکروسکوپی موجود در خاک لسی استان گلستان ۸۱
- شکل (۴-۲۶): ساختار نیمه پایدار خاک‌های لسی گلستان ۸۱
- شکل (۴-۲۷): نمودار تغییرات درصد فراوانی مقدار کربنات کلسیم در اعماق مختلف لس‌های استان گلستان ۸۴
- شکل (۴-۲۸): نمودار تغییرات pH در اعماق مختلف لس‌های استان گلستان ۸۵
- شکل (۵-۱): موقعیت نمونه‌ها در روی نقشه ۸۸
- شکل (۵-۲): زمین لغزشهایی با وسعت بیش از ۱ کیلومتر در لس‌های برفتان ۸۸
- شکل (۵-۳): پله‌های لغزش موجود در خاک‌های لسی برفتان (علی آباد) ۸۸
- شکل (۵-۴): نحوه تهیه نمونه بلوکی دست نخورده ۹۰
- شکل (۵-۵): نحوه تهیه نمونه بلوکی دست نخورده ۹۰
- شکل (۵-۶): حفرات ماکروسکوپی موجود در نمونه آلاگل ۹۱
- شکل (۵-۷): منحنی‌های دانه بندی به روش تر و هیدرومتری در مناطق مورد مطالعه ۹۳
- شکل (۵-۸): دسته بندی لس‌های استان گلستان بر اساس پلاستیسته آنها ۹۴
- شکل (۵-۹): نمایی از مغزه‌های تهیه شده از نمونه‌ها جهت انجام آزمایش تحکیم منفرد ۹۸
- شکل (۵-۱۰): نمایی از مغزه‌های تهیه شده از نمونه‌ها جهت انجام آزمایش تحکیم منفرد ۹۸
- شکل (۵-۱۱): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی تنگلی در اعماق متفاوت ۹۹
- شکل (۵-۱۲): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی آلاگل با اعماق متفاوت ۹۹
- شکل (۵-۱۳): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی سدگلستان در اعماق متفاوت ۹۹
- شکل (۵-۱۴): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی گنبدکلاله در اعماق متفاوت ۱۰۰
- شکل (۵-۱۵): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی آق امام در اعماق متفاوت ۱۰۰
- شکل (۵-۱۶): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی برفتان در اعماق متفاوت ۱۰۰
- شکل (۵-۱۷): منحنی‌های تحکیم منفرد خاک‌های لسی سید میران در اعماق متفاوت ۱۰۱