
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۰۲۷۲۸



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش مهندسی

ارزیابی عوامل ایجاد زمین لغزش های جاده ای در منطقه پادنای سمیرم و ارائه

راهکارهای مناسب جهت تثبیت آنها

استادان راهنما:

دکتر اکبر قاضی فرد

دکتر همایون صفایی

استادان مشاور:

مهندس کورش شیرانی

دکتر رضا اکبری

پژوهشگر:

علیرضا عنایتی مقدم

بهمن ماه ۱۳۸۶

۱ ۰ ۷ ۲ ۸



۱۳۸۷ / ۱۶ / ۰۵

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش مهندسی

آقای علیرضا عنایتی مقدم

تحت عنوان

ارزیابی عوامل ایجاد زمین لغزش های جاده ای در منطقه پادنا ی سمیرم و ارائه راهکارهای

مناسب جهت تثبیت آنها

۱۳۸۷ / ۱۶ / ۱۱۱۵

در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۱۵ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضا	با مرتبه ی علمی دانشیار	دکتر اکبر قاضی فرد	۱- استاد راهنمای اول پایان نامه
امضا	با مرتبه ی علمی استادیار	دکتر همایون صفائی	۲- استاد راهنمای دوم پایان نامه
امضا	با مرتبه ی علمی مربی	مهندس کورش شیرانی	۳- استاد مشاور پایان نامه
امضا	با مرتبه ی علمی مربی	دکتر رضا اکبری	۴- استاد مشاور پایان نامه
امضا	با مرتبه ی علمی استادیار	دکتر رسول اجل لوئیان	۵- استاد داور داخل گروه
امضا	با مرتبه ی علمی استادیار	دکتر عبدالله سیف	۶- استاد داور خارج گروه
امضای مدیر گروه			

میان گذشته و امروز هر چه می نگرم جز گستره ای بیکرانه نیست و این
بیکرانگی را، پدرم! مادرم! از آینه ی وجود شما دریافته ام.
اکنون حاصل سال های آموختنم را لغت به لغت به شما تقدیم
می نمایم؛ همانگونه که زندگی ام را واژه به واژه از شما آموخته ام.

به نام خدای خوب که دست مهربانش همواره بر گاهواره ی قلب های ماست و آرامان می کند.
اکنون که به یاری خداوند منان این پژوهش به پایان رسیده است بر خود لازم می دانم که از استادان
بزرگوار و محترمی که مرا در انجام این پژوهش یاری نموده اند مراتب سپاس و قدردانی خویش را در
حد همین مجال و بضاعت اندک صمیمانه ابراز دارم.

از جناب آقای دکتر اکبر قاضی فرد و جناب آقای دکتر همایون صفایی که همواره در طول انجام
این پژوهش مرا از راهنماییهای استادانه خویش بهره مند نمودند کمال قدردانی را ابراز می نمایم. همچنین
جناب آقای مهندس کورش شیرانی رئیس بخش آبخیزداری مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع
طبیعی و جناب آقای دکتر رضا اکبری رئیس بخش پژوهش اداره راه و ترابری که با در اختیار قرار دادن
امکانات و اطلاعات موجود در زمینه های مختلف و همچنین تجارب، اندوخته ها و شاید از همه مهمتر
فرصت های گرانبهای خویش مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس حسن نیا رئیس محترم اداره راه و ترابری استان اصفهان که با قرار دادن
امکانات لازم در انجام پایان نامه مرا یاری نمودند کمال تشکر را ابراز می دارم.

از جناب آقای مهندس عابدینی که سهم به سزائی در پیشبرد این پایان نامه داشتند و در انجام
مطالعات ژئوالکتریک از راهنماییها و تجارب گرانبهایشان استفاده کردم تشکر فراوان دارم.

از استادان گروه زمین شناسی به ویژه آقایان دکتر اجل لوئیان، دکتر هاشمی و همچنین دکتر پسندی
نهایت سپاس را دارم.

همچنین لازم می دانم از دوست گرامی جناب آقای مهندس احمد نصر آزادانی که صمیمانه مرا در
انجام مراحل مختلف تحقیق، یاری نموده است قدردانی می نمایم.

از همکلاسی های عزیزم مهندس حسین اکبری، مجتبی حیدری، سعید گنج خانی، محسن غلامی،
سعید پرنیان، کریم یوسفی و همچنین از دوستان خوبم آقایان نبوی، سلیمانی، دریس و نظری که مرا در
انجام مطالعات میدانی یاری نمودند قدردانی می نمایم. از تلاش ها و مساعدت خانم ساکتی،
خانم ابن نصیر، خانم شاه پیری و خانم سبک خیز نهایت تشکر و سپاس را دارم.

در پایان برای همه استادان بزرگوار و دوستان گرامی که به نوعی همراه و مشوق من در انجام این
تحقیق بوده اند اما نامشان فراموش گردیده است از خداوند متعال آرزوی توفیق روز افزون دارم.

تو خشنود باشی و ما رستگار

خدایا چنان کن سرانجام کار

علیرضا عنایتی مقدم _ بهمن ماه ۱۳۸۶

چکیده

زمین لغزش یکی از پدیده های طبیعی است که از پایین افتادن و یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد در امتداد دامنه ها رخ می دهد. این پدیده به عنوان یکی از بلایای طبیعی، امروزه مورد توجه است. در ایران نیز هر ساله، زمین لغزش های فراوانی به وقوع می پیوندد که خسارات جانی و مالی بسیاری را در پی دارد.

بر این اساس، در پژوهش حاضر، زمین لغزش های منطقه ی پادنا ی سمیرم با وسعت ۷۰ کیلومتر مربع مورد بررسی قرار گرفته است. محدوده مورد مطالعه بین طول های جغرافیایی $51^{\circ} 33'$ تا $51^{\circ} 39'$ و عرض های جغرافیایی $30^{\circ} 56'$ تا $30^{\circ} 59'$ قرار دارد. جاده سرباز - دشتبال با طول ۱۰ کیلومتر در منطقه پادنا واقع است. با استفاده از عکس های هوایی، نقشه های زمین شناسی، داده های ماهواره ای و بررسی های صحرایی، نقشه پراکنش زمین لغزش ها تهیه گردید. همچنین برای پهنه بندی خطر زمین لغزش از سایر منابع اطلاعاتی نظیر نقشه های موضوعی موجود، هفت عامل مؤثر در وقوع زمین لغزش شامل لیتولوژی، شیب، فاصله از جاده، فاصله از گسل، پوشش گیاهی، فاصله از آبراهه، بارندگی سالیانه بررسی و شناسایی گردید. به منظور بالا بردن دقت، سرعت و سهولت آنالیز، تمامی اطلاعات وارد سیستم GIS و نرم افزار Ilwis گردید. به کمک روش های آماری دو متغیره (ارزش اطلاعات و تراکم سطح) نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش تهیه شد. بر اساس این نقشه ها در حدود ۸۸٪ از کل گستره ی طرح در پهنه ای با خطر بسیار بالایی باشد. در نهایت مشخص گردید که پارامترهای لیتولوژی، فاصله از جاده، شیب و بارندگی از مهمترین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش می باشند.

سپس جهت بررسی دقیق توده لغزشی (نوع لیتولوژی و ضخامت آن)، از روش ژئوالکترونیک استفاده گردید. به کمک شواهد صحرایی موجود و نیز تفسیر مقاطع حاصل از روش ژئوالکترونیک، جنس توده لغزشی، مارن هوازده با ضخامتی در حدود ۵۰ متر ارزیابی گردید. آزمون های مکانیک خاک بر روی نمونه مارن هوازده انجام گرفت. شاخص خمیری آهک ماری سازند گورپی در حدود ۱۱ می باشد که آنرا در رده ی ML قرار می دهد. نتایج حاصل از آزمون سه محوری UU، مقاومت بسیار پایین توده ($Cu = 25 \text{ KN/m}^2$ و $\phi_u = 0^{\circ}$) را نشان می دهد. با استفاده از نرم افزار Geo-Slope ضریب اطمینان در مقابل لغزش برای این توده مارنی در حدود ۰/۲۲ بدست آمد.

در نهایت راهکارهایی از قبیل جابجایی جاده به مسیر پیشنهادی، مدیریت منابع طبیعی همچون بهبود پوشش گیاهی، زهکشی آب های سطحی، استفاده از گابیون و یا قطعات سنگی بزرگ در محل تماس دامنه ها با رودخانه پیشنهاد گردیده و لازم است با اجرای برنامه های مدیریتی، از وقوع زمین لغزش های تنها راه روستایی منطقه پادنا ی سمیرم، کاسته می شود.

واژه های کلیدی: پادنا، سمیرم، پهنه بندی، ژئوالکترونیک، مکانیک خاک.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۱-۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱-۱	اهمیت مطالعات زمین لغزش	۳
۳-۱-۱	سابقه تحقیق	۶
۴-۱-۱	موقعیت جغرافیایی منطقه	۹
۵-۱-۱	راه های دسترسی به منطقه	۱۱
۶-۱-۱	شرایط آب و هوایی منطقه	۱۲
۷-۱-۱	اهداف تحقیق	۱۳
۸-۱-۱	روش تحقیق	۱۴
۱-۸-۱-۱	مرحله اول- جمع آوری اطلاعات	۱۴
۲-۸-۱-۱	مرحله دوم- مطالعات صحرایی	۱۴
۳-۸-۱-۱	مرحله سوم- مطالعات دفتری و آزمایشگاهی	۱۴

فصل دوم: زمین شناسی

۱-۲-۱	زمین شناسی عمومی منطقه	۱۵
۲-۲-۱	زمین شناسی محلی	۱۹
۳-۲-۱	چینه شناسی و سنگ شناسی	۲۰
۱-۳-۲-۱	سازند فهلیان	۲۰
۲-۳-۲-۱	سازند گدوان	۲۰
۳-۳-۲-۱	سازند داریان	۲۱
۴-۳-۲-۱	سازند سروک	۲۲
۵-۳-۲-۱	سازند ایلام	۲۲
۶-۳-۲-۱	سازند ایلام - سروک	۲۲
۷-۳-۲-۱	سازند گورپی	۲۳
۸-۳-۲-۱	سازند بختیاری	۲۳

عنوان	صفحه
۹-۳-۲- سازندهای کواترنری	۲۳
۴-۲- زمین شناسی ساختمانی	۲۴
۱-۴-۲- گسل دنا (دینار)	۲۴
۲-۴-۲- گسل بیده	۲۵
۳-۴-۲- گسل دشتبال - سرپاز	۲۵
۵-۲- لرزه خیزی منطقه	۲۶
۶-۲- منابع آب در منطقه	۲۷
۷-۲- پوشش گیاهی منطقه	۲۸

فصل سوم: مروری بر متون گذشته

۱-۳- زمین لغزش	۲۹
۲-۳- توصیف ظاهری اجزا مختلف یک لغزش	۳۲
۳-۳- عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش	۳۵
۱-۳-۳- عوامل زمین شناسی	۳۵
۲-۳-۳- عوامل ریخت شناسی	۳۵
۳-۳-۳- عوامل انسانی	۳۵
۴-۳- انواع طبقه بندی های زمین لغزش	۴۱
۵-۳- انواع زمین لغزش ها	۴۴
۱-۵-۳- ریزش	۴۴
۲-۵-۳- واژگونی	۴۵
۳-۵-۳- جریان	۴۶
۴-۵-۳- لغزش	۴۸
۵-۵-۳- خزش	۵۰
۶-۵-۳- حرکت های پیچیده	۵۱
۶-۳- خطرات و سوانح ناشی از وقوع زمین لغزش	۵۱
۷-۳- روش های پایدار سازی زمین لغزش	۵۲

عنوان	صفحه
۱-۷-۳- تغییر شکل دامنه	۵۲
۲-۷-۳- زهکشی آب های سطحی	۵۳
۳-۷-۳- زهکشی آب های داخل دامنه	۵۴
۴-۷-۳- احداث سازه های پایدار کننده	۵۸
۸-۳- مطالعات سنجش از دور	۶۴
۹-۳- پهنه بندی خطر زمین لغزش	۶۶
۱-۹-۳- تعریف پهنه بندی	۶۶
۲-۹-۳- انتخاب مقیاس پهنه بندی خطر زمین لغزش	۶۷
۳-۹-۳- روش های مختلف پهنه بندی زمین لغزش	۶۹
۱-۳-۹-۳- روش های ابتکاری یا تجربی	۶۹
۲-۳-۹-۳- روش های آماری	۶۹
۳-۳-۹-۳- روش های تعیینی	۶۹
۴-۹-۳- روش آماری دو متغیره	۷۱
۱-۴-۹-۳- روش ارزش اطلاعاتی	۷۲
۲-۴-۹-۳- روش تراکم سطح	۷۲
۵-۹-۳- کاربرد سیستم های اطلاعات جغرافیایی	۷۳
۱۰-۳- مطالعات ژئوفیزیکی	۷۴
۱-۱۰-۳- مقدمه	۷۴
۲-۱۰-۳- مقاومت سنجی الکتریکی (ژئوالکتریک)	۷۴
۳-۱۰-۳- مقاومت ویژه ظاهری و گمانه الکتریکی	۷۶
۱۱-۳- مطالعات مکانیک خاک	۷۸
۱-۱۱-۳- مقدمه	۷۸
۲-۱۱-۳- طبقه بندی خاک	۷۸
۱-۲-۱۱-۳- آزمایش دانه بندی	۷۹
۲-۲-۱۱-۳- آزمایش هیدرومتری	۸۰
۳-۱۱-۳- استاندارد تعیین حدود آتربرگ	۸۰

عنوان	صفحه
۱-۳-۱۱-۳-آزمون تعیین حد روانی.....	۸۱
۲-۳-۱۱-۳-آزمون تعیین حد خمیری.....	۸۲
۴-۱۱-۳-مقاومت برشی خاک.....	۸۲
۵-۱۱-۳-استاندارد تعیین مقاومت فشاری سه محوری.....	۸۴
۶-۱۱-۳-نفوذ پذیری خاک.....	۸۵

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۱-۴-پهنه بندی خطر زمین لغزش.....	۸۷
۱-۱-۴-مقدمه.....	۸۷
۲-۱-۴-پراکنش زمین لغزش های موجود در منطقه مورد مطالعه.....	۸۸
۳-۱-۴-داده های حاصل از نقشه ی توپوگرافی.....	۸۹
۱-۳-۱-۴-نقشه ی شیب.....	۸۹
۲-۳-۱-۴-نقشه ی فاصله از آبراهه.....	۹۲
۳-۳-۱-۴-نقشه ی فاصله از جاده.....	۹۲
۴-۳-۱-۴-نقشه ی کاربری اراضی.....	۹۳
۴-۱-۴-داده های حاصل از تصاویر ماهواره ای.....	۹۴
۱-۴-۱-۴-نقشه ی لیتولوژی.....	۹۴
۲-۴-۱-۴-نقشه ی فاصله از گسل.....	۹۴
۵-۱-۴-داده های حاصل از آمار بارش در منطقه.....	۹۶
۱-۵-۱-۴-نقشه ی هم بارش سالیانه.....	۹۶
۶-۱-۴-بررسی پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش های آماری دو متغیره.....	۹۷
۱-۶-۱-۴-تهیه ی نقشه ی پهنه بندی به روش ارزش اطلاعاتی.....	۹۸
۲-۶-۱-۴-تهیه ی نقشه ی پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش تراکم سطح.....	۱۰۸
۲-۴-ژئوالکتریک.....	۱۱۱
۱-۲-۴-مقدمه.....	۱۱۱
۲-۲-۴-زمین شناسی منطقه ی مورد مطالعه.....	۱۱۳

عنوان	صفحه
۳-۲-۴- شرایط توپوگرافی منطقه ی مورد مطالعه	۱۱۴
۴-۲-۴- شرایط آب و هوایی منطقه ی مورد مطالعه	۱۱۴
۵-۲-۴- وضعیت آب های زیرزمینی و سطحی	۱۱۵
۶-۲-۴- موقعیت محدوده ی انجام کاوش های ژئوالکتریکی	۱۱۵
۷-۲-۴- روش مورد استفاده برای انجام آزمایش ژئوالکتریک	۱۱۶
۸-۲-۴- آرایش پروفیل و سونداژهای الکتریکی	۱۱۷
۹-۲-۴- بررسی مقاومت الکتریکی در هر سونداژ	۱۱۹
۳-۴- مطالعات مکانیک خاک	۱۲۳
۱-۳-۴- مقدمه	۱۲۳
۲-۳-۴- آزمون های برجا	۱۲۳
۱-۲-۳-۴- تعیین درصد رطوبت (ASTM D2216-80)	۱۲۳
۲-۲-۳-۴- تعیین وزن مخصوص در محل به روش مخروط ماسه ای (ASTM D1556-64)	۱۲۴
۳-۳-۴- آزمون های آزمایشگاهی	۱۲۵
۱-۳-۳-۴- آزمون دانه بندی خاک به روش هیدرومتری (ASTM D422-63)	۱۲۵
۲-۳-۳-۴- آزمون های حدود آتبرگ	۱۲۶
۳-۳-۳-۴- آزمون چگالی ویژه ی خاک (ASTM D 854-83)	۱۳۰
۴-۳-۳-۴- آزمون تعیین درصد کربنات کلسیم (کلسیمتری) و ماده ی آلی	۱۳۱
۵-۳-۳-۴- آزمون تعیین نفوذ پذیری با بار افتان	۱۳۲
۶-۳-۳-۴- آزمون مقاومت برشی به روش برش مستقیم (ASTM D 2080-72)	۱۳۲
۷-۳-۳-۴- آزمون سه محوره ی تراکم نیافته، زهکشی نشده (UU) (ASTM D 2850-87)	۱۳۵
۴-۴- ارزیابی پایداری شیروانی توده ی لغزشی در منطقه ی مورد مطالعه	۱۳۷
۵-۴- ارائه راهکار جهت تثبیت توده لغزشی	۱۳۹

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۱-۵- نتایج حاصل از مطالعات پهنه بندی خطر زمین لغزش	۱۴۷
۱-۱-۵- لیتولوژی	۱۴۷

عنوان	صفحه
۵-۱-۲- شیب	۱۴۹
۵-۱-۳- فاصله از جاده	۱۴۹
۵-۱-۴- فاصله از آبراهه	۱۵۰
۵-۱-۵- فاصله از غسل	۱۵۱
۵-۱-۶- کاربری اراضی	۱۵۱
۵-۱-۷- بارندگی سالیانه	۱۵۲
۵-۲- نتایج حاصل از مطالعات ژئوالکتریک	۱۵۴
۵-۳- نتایج حاصل از انجام آزمایش های مکانیک خاک	۱۵۶
۵-۴- نتایج حاصل از ارزیابی پایداری شیروانی توده ی لغزشی	۱۵۷
۵-۵- جمع بندی نتایج	۱۵۸
۵-۶- پیشنهادات	۱۵۹
منابع و مآخذ	۱۶۱

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه ی پادناى سمیرم (جاده سرباز _ دشتبال) ۱۰
- شکل ۲-۱- راه دسترسی و جاده مورد مطالعه ۱۱
- شکل ۱-۲- تقسیم بندی حوضه‌های رسوبی - ساختاری ایران ۱۷
- شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه پادناى سمیرم ۲۱
- شکل ۱-۳- تجزیه نیروی وزن بر روی دامنه ۳۱
- شکل ۲-۳- نمایی طرح گونه برای توصیف اجزا و ابعاد لغزش ۳۲
- شکل ۳-۳- تأثیر شیب در نوع حرکت مواد ریزشی بر روی دامنه ۴۵
- شکل ۴-۳- مکانیزم و نحوه ی وقوع ریزش ۴۵
- شکل ۵-۳- واژگونی در شیب های سنگی ۴۶
- شکل ۶-۳- انواع واژگونی در مواد سنگی ۴۶
- شکل ۷-۳- بهمن واریزه ۴۷
- شکل ۸-۳- جریان واریزه ۴۷
- شکل ۹-۳- جریان خرده سنگ ۴۸
- شکل ۱۰-۳- جریان خاک و گل ۴۸
- شکل ۱۱-۳- لغزش انتقالی ۴۹
- شکل ۱۲-۳- لغزش بلوکی ۴۹
- شکل ۱۳-۳- گسترش جانبی ۴۹
- شکل ۱۴-۳- لغزش چرخشی ۵۰
- شکل ۱۵-۳- خزش در توده خاک چسبنده ۵۱
- شکل ۱۶-۳- تغییر شکل دامنه به منظور دستیابی به پایداری بیشتر در برابر زمین لغزش ۵۵
- شکل ۱۷-۳- روش های زهکشی سطحی و جلوگیری از نفوذ آب به داخل دامنه ۵۵
- شکل ۱۸-۳- روش های مختلف زهکشی آب داخل دامنه ۵۸
- شکل ۱۹-۳- سازه ها و وسایل نگهدارنده دامنه ها ۶۲
- شکل ۲۰-۳- سازه ها و وسایل نگهدارنده دامنه ها ۶۳
- شکل ۲۱-۳- روش نقشه برداری و پهنه بندی خطر زمین لغزش برای مناطق بزرگ ۶۶

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۲۲- نحوه آرایش الکتروودها در آرایه شلومبرژه..... ۷۷
- شکل ۳-۲۳- آزمایش هیدرومتری - چگالی سنج (هیدرومتر) ۸۰
- شکل ۳-۲۴- حدود آتبرگ ۸۱
- شکل ۳-۲۵- آزمایش حد مایع..... ۸۱
- شکل ۳-۲۶- دایره مور و پوش گسیختگی ۸۲
- شکل ۳-۲۷- تصویر شماتیک دستگاه برش مستقیم..... ۸۳
- شکل ۳-۲۸- دواير مور تنش کل و پوش گسیختگی در آزمایش تحکیم نیافته زهکشی نشده ۸۴
- شکل ۳-۲۹- آزمایش نفوذ پذیری با هد متغیر ۸۶
- شکل ۴-۱- پراکنش زمین لغزش ها در منطقه مورد مطالعه ۸۹
- شکل ۴-۲- نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه..... ۹۰
- شکل ۴-۳- نقشه مدل ارتفاعی رقومی ۹۰
- شکل ۴-۴- نقشه طبقات شیب منطقه مورد مطالعه ۹۱
- شکل ۴-۵- نقشه طبقات فاصله از آبراهه ۹۲
- شکل ۴-۶- نقشه طبقات فاصله از جاده ۹۳
- شکل ۴-۷- نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی ۹۳
- شکل ۴-۸- نقشه واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه ۹۴
- شکل ۴-۹- گسل های شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه ۹۵
- شکل ۴-۱۰- نقشه طبقات فاصله از گسل ۹۶
- شکل ۴-۱۱- نقشه طبقات هم بارش سالیانه ۹۷
- شکل ۴-۱۲- نقشه وزنی شیب ۹۹
- شکل ۴-۱۳- نقشه وزنی فاصله از آبراهه ۱۰۰
- شکل ۴-۱۴- نقشه وزنی فاصله از جاده ۱۰۱
- شکل ۴-۱۵- نقشه وزنی کاربری اراضی ۱۰۲
- شکل ۴-۱۶- نقشه وزنی واحد های سنگی ۱۰۳
- شکل ۴-۱۷- نقشه وزنی فاصله از گسل ۱۰۴
- شکل ۴-۱۸- نقشه وزنی بارندگی سالیانه ۱۰۵

عنوان

صفحه

- شکل ۴-۱۹- نمودار درصد مساحت تجمعی وزن ها در روش ارزش اطلاعاتی ۱۰۶
- شکل ۴-۲۰- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش ارزش اطلاعاتی ۱۰۶
- شکل ۴-۲۱- نمودار مقادیر شاخص زمین لغزش چهار پهنه خطر در روش ارزش اطلاعاتی ۱۰۷
- شکل ۴-۲۲- نمودار مقادیر تراکم نسبی زمین لغزش چهار پهنه خطر در روش ارزش اطلاعاتی ۱۰۸
- شکل ۴-۲۳- نمودار درصد مساحت تجمعی وزن ها در روش تراکم سطح ۱۰۹
- شکل ۴-۲۴- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش تراکم سطح ۱۰۹
- شکل ۴-۲۵- نمودار مقادیر شاخص زمین لغزش چهار پهنه خطر در روش تراکم سطح ۱۱۰
- شکل ۴-۲۶- نمودار مقادیر تراکم نسبی زمین لغزش چهار پهنه خطر در روش تراکم سطح ۱۱۰
- شکل ۴-۲۷- محل وقوع لغزش و موقعیت قرارگیری آن نسبت به جاده ۱۱۳
- شکل ۴-۲۸- توده لغزشی انتخاب شده جهت انجام مطالعات ژئوالکتریک ۱۱۶
- شکل ۴-۲۹- نمایی از دستگاه ژئوالکتریک ۱۱۷
- شکل ۴-۳۰- محل انجام سونداژ الکتریکی در نقطه A_2 بر روی توده لغزشی ۱۱۹
- شکل ۴-۳۱- موقعیت توده لغزشی و پروفیل ژئوالکتریک به همراه محل سونداژها ۱۲۰
- شکل ۴-۳۲- سطح لغزش با شیب ۶۵ درجه بر روی پرتگاه اصلی بالاتر از محل سونداژ A_2 ۱۲۰
- شکل ۴-۳۳- نمودار سونداژ الکتریکی در محل A_1 ۱۲۱
- شکل ۴-۳۴- نمودار سونداژ الکتریکی در محل A_2 ۱۲۱
- شکل ۴-۳۵- نمودار سونداژ الکتریکی در محل A_3 ۱۲۱
- شکل ۴-۳۶- نمودار سونداژ الکتریکی در محل A_4 ۱۲۱
- شکل ۴-۳۷- مقطع حاصل از تفسیر سونداژهای ژئوالکتریکی ۱۲۲
- شکل ۴-۳۸- محل نمونه برداری از سطح لغزش جهت انجام آزمون های آزمایشگاهی ۱۲۳
- شکل ۴-۳۹- محل انجام آزمایش مخروط ماسه بر روی سطح لغزش ۱۲۴
- شکل ۴-۴۰- منحنی دانه بندی خاک مارن به روش هیدرومتری ۱۲۶
- شکل ۴-۴۱- منحنی جریان جهت تعیین حد مایع (LL) ۱۲۷
- شکل ۴-۴۲- محل قرارگیری خاک مارن منطقه در نمودار خمیری ۱۲۹
- شکل ۴-۴۳- محل قرارگیری خاک مارن منطقه در نمودار شاخص چسبندگی ۱۳۰
- شکل ۴-۴۴- منحنی تغییر مکان افقی بر حسب تنش برشی به ازاء تنش قائم (0.355 kg/cm^2) ۱۳۳

عنوان

صفحه

- شکل ۴-۴۵- منحنی تغییر مکان افقی بر حسب تنش برشی به ازاء تنش قائم (kg/cm^2) ۰/۷۵۵ ۱۳۳
- شکل ۴-۴۶- منحنی تغییر مکان افقی بر حسب تنش برشی به ازاء تنش قائم (kg/cm^2) ۱/۵۵۵ ۱۳۳
- شکل ۴-۴۷- منحنی تغییرات تنش برشی (τ) بر حسب تنش قائم (σ_n) در حالت اشباع ۱۳۳
- شکل ۴-۴۸- محاسبه ضریب ایمنی با استفاده از نتایج حاصل از برش مستقیم ۱۳۴
- شکل ۴-۴۹- نتایج حاصل از آزمایش سه محوری UU ۱۳۶
- شکل ۴-۵۰- وضعیت ناپایداری شیب مورد مطالعه ۱۳۸
- شکل ۴-۵۱- رودخانه ماربر و جاده ی مواصلاتی در نزدیکی آن ۱۳۹
- شکل ۴-۵۲- حرکت مآندری رودخانه ماربر و تخریب دامنه های مجاور آن ۱۴۰
- شکل ۴-۵۳- لغزش های موجود در حاشیه رودخانه در نقاط فرسایشی ناشی از مآندر ۱۴۰
- شکل ۴-۵۴- تخریب جاده ناشی از زیر شویی توسط رودخانه ۱۴۱
- شکل ۴-۵۵- ایجاد دامنه هایی با شیب تند در هنگام بهسازی و تعریض جاده ۱۴۱
- شکل ۴-۵۶- تجمع آب های سطحی و آب ناشی از ذوب برف و بارش های بهاری ۱۴۲
- شکل ۴-۵۷- کاهش پوشش گیاهی در اثر چرای بی رویه ۱۴۳
- شکل ۴-۵۸- قرارگیری روستای دشتبال بر روی توده لغزشی ۱۴۳
- شکل ۴-۵۹- زمین لغزش های حاشیه ی جاده ۱۴۴
- شکل ۴-۶۰- تصویر شمانیک از جاده، لوله زهکش زیر آن و قطعات سنگی در پنجه ۱۴۴
- شکل ۴-۶۱- لغزش موجود در کیلومتر ۲ جاده سرباز دشتبال و مسیر انحرافی ۱۴۵
- شکل ۴-۶۲- کاهش برخورد دامنه با رودخانه با حذف قوس های ناشی از مآندر ۱۴۶
- شکل ۵-۱- نمودار مقادیر وزنی واحدهای سنگی ۱۴۸
- شکل ۵-۲- نمودار مقادیر وزنی طبقات شیب ۱۴۹
- شکل ۵-۳- نمودار مقادیر وزنی طبقات فاصله از جاده ۱۵۰
- شکل ۵-۴- نمودار مقادیر وزنی طبقات فاصله از آبراهه ۱۵۰
- شکل ۵-۵- نمودار مقادیر وزنی طبقات فاصله از گسل ۱۵۱
- شکل ۵-۶- نمودار مقادیر وزنی طبقات کاربری اراضی ۱۵۲
- شکل ۵-۷- نمودار مقادیر وزنی طبقات بارندگی سالیانه ۱۵۲

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۱۶	جدول ۱-۲- تقسیم بندی حوضه های رسوبی - ساختاری ایران.....
۳۰	جدول ۱-۳- سرعت حرکت در انواع گسیختگی های دامنه ای.....
۴۲	جدول ۲-۳- انواع روش های پهنه بندی به همراه عوامل در نظر گرفته شده در هر روش.....
۴۳	جدول ۳-۳- طبقه بندی گسیختگی های دامنه ای.....
۴۴	جدول ۴-۳- طبقه بندی حرکات توده ای دامنه ای.....
۶۸	جدول ۵-۳- تقسیم بندی مقیاس پهنه بندی خطر زمین لغزش.....
۶۸	جدول ۶-۳- تقسیم بندی مقیاس پهنه بندی خطر زمین لغزش.....
۷۰	جدول ۷-۳- انواع روش های پهنه بندی به همراه عوامل در نظر گرفته شده در هر روش.....
۶۸	جدول ۸-۳- مقاومت ویژه الکتریکی انواع آب ها و سنگ های معمول.....
۷۸	جدول ۹-۳- حدود جدا کننده اندازه دانه های خاک در طبقه بندی های مختلف.....
۷۹	جدول ۱۰-۳- اندازه الک های استاندارد آمریکایی.....
۹۹	جدول ۱-۴- رده های مختلف شیب در منطقه مورد مطالعه.....
۱۰۰	جدول ۲-۴- طبقات فاصله از آبراهه.....
۱۰۱	جدول ۳-۴- طبقات فاصله از جاده.....
۱۰۲	جدول ۴-۴- رده های کاربری اراضی.....
۱۰۳	جدول ۵-۴- واحدهای لیتولوژی در منطقه مورد مطالعه.....
۱۰۴	جدول ۶-۴- طبقات فاصله از غسل.....
۱۰۵	جدول ۷-۴- طبقات بارندگی سالیانه.....
۱۰۷	جدول ۸-۴- آستانه پهنه های خطر پائین، متوسط، بالا و بسیار بالا در روش ارزش اطلاعاتی.....
۱۰۹	جدول ۹-۴- آستانه پهنه های خطر پائین، متوسط، بالا و بسیار بالا در روش تراکم سطح.....
۱۱۸	جدول ۱۰-۴- فاصله بین الکترودهای جریان و پتانسیل در آرایش شلومبرژه بر حسب متر.....
۱۱۹	جدول ۱۱-۴- مختصات جغرافیایی و ارتفاع نقاط سونداژ.....
۱۲۵	جدول ۱۲-۴- نتایج حاصل از آزمون مخروط ماسه بر روی مارن منطقه.....
۱۲۶	جدول ۱۳-۴- نتایج آزمایش هیدرومتری.....
۱۲۷	جدول ۱۴-۴- نتایج حاصل از آزمون حد روانی (LL).....

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱۵- نتایج حاصل از آزمون حد خمیری (PL).....	۱۲۸
جدول ۴-۱۶- شاخص های نشان دهنده رفتار خاک مارن.....	۱۲۹
جدول ۴-۱۷- نتایج آزمایش تعیین چگالی دانه ها.....	۱۳۰
جدول ۴-۱۸- نتایج آزمون کلسیمتری.....	۱۳۱
جدول ۴-۱۹- نتایج آزمایش تعیین درصد ماده آلی.....	۱۳۱
جدول ۴-۲۰- نتایج آزمایش نفوذ پذیری.....	۱۳۲
جدول ۴-۲۱- مقدار پارامترهای مورد استفاده در تحلیل پایداری شیب.....	۱۳۷
جدول ۴-۲۲- مقادیر ضریب اطمینان دامنه مورد مطالعه در چهار روش مختلف.....	۱۳۸

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

زمین از دیرباز به عنوان یکی از جلوه‌های طبیعت و نیز نشانه ای از قدرت بی پایان الهی مورد توجه انسان‌ها بوده است؛ به گونه ای که بشر همواره کوشیده است در پی کشف و شناسایی ناشناخته‌های این گستره‌ی عظیم بر آید و به جایی رسیده است که اکنون به جرأت می‌توان گفت زمین دیگر در مهار و اختیار انسان است. همانطور که زمین انسان‌ها را از نعمت آب، غذا و به طور کلی تکیه گاهی امن برخوردار نموده؛ اما گاه نیز موجبات نگرانی او را فراهم آورده است و این خود دلیل دیگری برای تعامل هر چه بیشتر انسان با زمین بوده است. از جمله عوامل تهدید کننده‌ی انسان‌ها در دوران‌های مختلف تاریخ زمین لغزش بوده است.

به طور کلی بلایای طبیعی همواره به عنوان بزرگ‌ترین دشمن انسان، باعث کشته و نیز بی‌خانمان شدن میلیون‌ها نفر در سراسر جهان بوده و هست. اهمیت این موضوع تا جایی است که دهه‌ی اخیر را به عنوان دهه‌ی مقابله با بلایای طبیعی و کاهش خسارات ناشی از آن معرفی کرده اند.