

بلوط، ضریب اطمینان بدون اثر پوشش گیاهی در محاسبات ۰/۹ بدست آمده ولی توده نلغزیده بود. نتایج نشان می دهد و وجود جنگل بلوط با ریشه های ۴-۳ متری باعث استحکام خاک شده (افزایش مقاومت برشی) و از لغزش جلوگیری بعمل می آورد. همچنین، پوشش جنگلی بلوط با افزایش تبخیر و تعرق، آب اضافی را دفع نموده و وزن توده را کمتر می نماید. بنابراین در این منطقه قطع جنگل بلوط و تبدیل آن به دیمزار یکی از عوامل بسیار مهم در وقوع لغزش می باشد.

واژه های کلیدی: زمین لغزش، پایداری دامنه، جنگل بلوط، ضریب اطمینان، بیشاپ و استان چهارمحال و بختیاری

#### مقدمه

در سال های اخیر به علت بهره برداری بی رویه و غیر اصولی از طبیعت، شدت تخریب خاک فزونی یافته، بطوریکه هر ساله انواع بلاای طبیعی مانند سیل، خشکسالی، بیابان زایی و حرکت های توده ای کشور را تهدید می کند. یکی از این موارد تخریب، قطع جنگل روی دامنه ها و به دنبال آن ایجاد حرکت های توده ای خاک (خصوصاً از نوع زمین لغزش) می باشد که بصورت نواری شمال، شمال غرب و غرب ایران را در بر می گیرد. یکی از این مناطق استان چهارمحال و بختیاری است که به علت شرایط خاص زمین شناسی، توپوگرافی، اقلیمی و غیره هر ساله بر اثر ایجاد حرکت های توده ای متحمل خسارات زیادی می شود [۱]. بطوریکه در قسمت جنوب و جنوب غرب استان بر اثر قطع جنگل و ایجاد جاده ارتباطی با استان خوزستان لغزش های متعددی در حاشیه جاده صورت گرفته است.



شکل ۱ - دامنه حاوی توده لغزشی

## نقش جنگل بلوط در پیشگیری از زمین لغزش (شهرستان اردل در استان چهارمحال و بختیاری)

علی طالبی<sup>۱</sup>، محمدتقی دستورانی<sup>۲</sup>، محمدحسین ایران نژاد<sup>۳</sup>  
 تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

#### چکیده

عوامل مختلفی نظیر پستی و بلندی، اقلیم، زمین شناسی، تکنونیک، پوشش گیاهی و خصوصیات خاک در ایجاد حرکت های توده ای زمین دخالت دارند که بعضی بصورت طبیعی و بعضی بر اثر دخالت غیر اصولی انسان در طبیعت به وجود می آیند. تخریب و از بین بردن جنگل یکی از عواملی است که باعث تشدید زمین لغزش می شود. جهت بررسی این مهم، در این پژوهش ابتدا دو دامنه با شرایط تقریباً یکسان (در یکی قطع جنگل و دارای لغزش و در دیگری دامنه دارای پوشش جنگلی و پایدار) در شهرستان اردل در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شد. با توجه به مطالعات انجام شده، هر دو دامنه از نظر زمین شناسی در سازند آبرفتی حاوی لایه های ماری و از نظر خاکشناسی، دارای بافت خاک رسی-لومی و کانی رسی غالب اسمکتیت بود. همچنین خواص مکانیک خاک (زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی خاک) در هر دو دامنه تقریباً برابر و در گروه ML-CL قرار می گرفت. از نظر هیدرولوژی و منابع آب نیز حوزه بالا دست دو دامنه مشترک و آب نفوذ یافته در هر دو دامنه برابر ۱۵۲۶۰۰ متر مکعب در سال برآوردن تنها اختلاف عمده این دو دامنه درصد پوشش گیاهی آنها (یکی دامنه منظم و بصورت توده جنگلی با حدود ۴۰ درصد تاج پوشش و دیگری دامنه نامنظم حاوی لغزش بصورت دیمزار و با پوشش گیاهی کمتر از ۵ درصد) بود. پس از تعیین کلیه پارامترهای موثر در لغزش، ضریب اطمینان در دامنه ی با جنگل بلوط قطع شده حدود ۱ بدست آمد (روش بیشاپ) که در نتیجه توده نلغزیده بود، در صورتیکه در دامنه دارای پوشش جنگلی

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد و نویسنده مسئول

talebisf@yazduni.ac.ir

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

(شکل ۱).

ما مطالعه خاصی بر روی اثر جنگل (به ویژه گونه بلوط) در پایداری دامنه ها انجام نگرفته است و با توجه به اینکه در اکثر دامنه های منطقه اردل که جنگل بلوط قطع گردیده پس از گذشت چند سال لغزش به وقوع پیوسته است، انجام این پژوهش ضروری به نظر می رسد.

### مواد و روش ها

در این پژوهش پس از بررسی های مختلف روی لغزش های اتفاق افتاده در منطقه، دو دامنه شبیه به هم از نظر خصوصیات مختلف (زمین شناسی، خاک شناسی، توپوگرافی و هیدرولوژی) در اطراف روستای گله شور (۱۱۰ کیلومتری جنوب غربی شهرکرد) یکی دارای لغزش و در دیگری بدون لغزش دارای پوشش جنگل بلوط انتخاب گردید کلیه مطالعات لازم شامل درصد شیب و جهت، نوع اقلیم، سازندهای زمین شناسی، منابع آب، پوشش گیاهی، انجام شده به منظور بررسی خاک شناسی و مکانیک خاک انجام گردید به طوری که ۵ نقطه پیرامون توده لغزش یافته و ۳ نقطه در دامنه حاوی جنگل بلوط انتخاب شد و پس از حفر پروفیل و برداشت نمونه های خاک از افق های مختلف، آزمایش های بافت خاک، PH، EC، گچ، آهک، ماده آلی، نوع کانی های رسی و در بخش مکانیک خاک، آزمایش های ضریب چسبندگی (C) و زاویه اصطکاک داخلی خاک ( $\Phi$ ) به روش برش مستقیم در شرایط تحکیم نشده - زهکشی نشده (UU)، وزن مخصوص تر و خشک، نفوذپذیری، درصد رطوبت، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری در آزمایشگاه [۲] انجام گردید.

در بخش پوشش گیاهی نیز پس از تهیه عکس های هوایی سال ۱۳۳۵ و تصاویر ماهواره ای ۱۳۸۵ و تجزیه و تحلیل آنها روند تخریب پوشش گیاهی (جنگل بلوط) مطالعه گردید. شایان ذکر است در این ۵۰ سال که عامل غیر طبیعی به جز قطع جنگل وجود نداشته است.

در بخش منابع آب و هیدرولوژی نیز پس از تجزیه و تحلیل آمار بارندگی و تعیین خصوصیات هیدرولوژیکی خاک، میزان رواناب از روش شماره منحنی (CN) در سطح بالادست دو دامنه محاسبه و در نهایت حجم آب نفوذ یافته به دو دامنه تعیین گردید.

پس از آماده شدن نتایج آزمایشات مختلف جهت تحلیل پایداری در دامنه های مورد نظر از روش بیشاپ [۹] استفاده شد. این روش در قالب بسته نرم افزاری STABLE جهت ارزیابی پایداری لغزش کاربرد داشته به ویژه روی گسیختگی های واقعی دامنه ها که پارامترهای آن به دقت اندازه گیری شده باشند دقت بالایی دارد، بطوریکه خطای حاصل از روش بیشاپ بطور متوسط یک درصد است [۳].

### نتایج

جهت انجام این پژوهش مطالعات مختلفی صورت گرفت که

بطور کلی، پوشش گیاهی به دو صورت در زمین لغزش اثرگذار است: کاهش دادن رطوبت خاک از طریق تبخیر و تعرق و افزایش ضریب چسبندگی خاک از طریق رشد ریشه (مورد اول برای لغزشهای سطحی در مناطق با بارندگی یکنواخت زیاد موثر نیست) [۹]. با مروری در پژوهش های انجام شده، می توان گفت که اولین مطالعات در زمینه حرکت های توده ای از دهه ۱۹۶۰ با بررسی نقش پوشش گیاهی در پایداری دامنه ها تحت بررسی های گسترده قرار گرفته است. اولاقلین [۱۴] در بررسی اثر ریشه ای چندگونه گیاه در افزایش مقاومت خاک نشان می دهد که ریشه سوزنی برگان مانند کاج در یک خاک گراول سیلتی چسبندگی ظاهری خاک را بین ۱۲-۶ کیلو پاسکال و ریشه یونجه در یک خاک لوم رسی سیلتی ۹/۸-۴/۸ کیلو پاسکال افزایش می دهد. رورینگ و همکاران [۱۶] و نوریس و همکاران [۱۲] نشان داده اند که ریشه های گیاهان با فرورفتن در خاک های مستعد به لغزش مانند ستون هایی عمل کرده و موجب استحکام و پایداری خاک دامنه می گردد. محققین زیادی از قبیل فیلیپس و واتسون [۱۵]، وو و سایدل [۲۰]، اشمید و همکاران [۱۷]، کلاسنس و همکاران [۱۰] در مطالعات خود بیان کرده اند که گیاهان می توانند از طریق تبخیر و تعرق آب موجود در خاک، باعث پائین آوردن سطح ایستایی، افزایش اصطکاک و افزایش درجه چسبندگی خاک شده و مقاومت برشی خاک را افزایش دهند.

در ایران مطالعه خاصی روی اثر ریشه گیاه در پایداری صورت نگرفته، بیشتر پژوهشات انجام شده در زمینه حرکت های توده ای مربوط به عوامل موثر در بروز زمین لغزش و پهنه بندی آن می باشد. بطور مثال، زکی زاده [۳] در بررسی های خود تخریب پوشش گیاهی (توده جنگلی راش - بلوط) را باعث تغییر سیکل هیدرولوژی به صورت کاهش تبخیر و تعرق در بالادست و افزایش آب زیرزمینی در سطح منتهی به توده لغزشی می داند. سعدالدین [۴] در بررسی عوامل موثر در حرکت های توده ای در مورد پارامترهای کیفی نشان داد که جهت دامنه، شرایط آب زیرزمینی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی در حرکت های مواد دامنه ای بطور معنی دار موثر هستند. نیازی [۸] از طریق بررسی ۱۳ عامل موثر در لغزش (از جمله شاخص تفاوت پوشش گیاهی) به منظور پهنه بندی خطر زمین لغزش نشان داد که روش تراکم سطح بیشترین همبستگی را با لغزش های مشاهداتی در منطقه دارد.

سچوارزا و همکاران [۱۸] با بررسی نقش ریشه درختان در یک منطقه جنگلی در ایتالیا نشان دادند در دامنه های با پوشش درختی ضریب پایداری به ۱/۸ میرسد در حالیکه این ضریب در دامنه های بدون درخت ۰/۹۸ برآورد گردیده است.

همانطور که از نتایج پژوهش ها بر می آید، پوشش گیاهی در بیشتر موارد می تواند با افزایش تبخیر و تعرق، رطوبت دامنه را کاهش داده و پایداری دامنه را افزایش دهد. نظر به اینکه در کشور

نتایج آن به شرح زیر می باشد.

#### وضعیت پستی و بلندی

شیب متوسط حوزه با توجه به نقشه توپوگرافی حدود ۳۲/۶ درصد بود که نشان دهنده یک منطقه کوهستانی می باشد (شیب دامنه لغزش یافته ۲۴ درصد (قبل از لغزش) و شیب دامنه پایدار ۳۴ درصد بود). در ضمن هر دو دامنه دارای جهت شمالی می باشند.

#### وضعیت اقلیمی

میانگین بارندگی بیست ساله حوزه ۶۸۰ میلی متر و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال حدود ۴۱ میلی متر و دمای متوسط سالانه ۱۲/۴ درجه سانتی گراد محاسبه گردید که بر این اساس اقلیم منطقه در روش آمبرژه نیمه مرطوب سرد و در روش دومارتن نیمه مرطوب محسوب می شود.

#### وضعیت زمین شناسی و تکنونیک

منطقه مورد مطالعه از سه سازند آهک کرتاسه، کنگلومرای بختیاری و آبرفت کواترنر تشکیل یافته که دامنه های مورد مطالعه روی آبرفت دوران چهارم که حاوی لایه های مارنی است واقع گردیده است. لایه های مارنی فوق تابع لایه بندی زاگرس بوده و متحمل حرکات تکنونیک گردیده است. از نظر تکنونیک منطقه مذکور جزء بخش روراند زاکرس می باشد که دارای گسل های فراوانی بوده و از ویژگی های آن زمین لرزه هایی با بزرگی ۴-۵ ریشتر و در موارد معدودی بزرگتر یا مساوی ۷ می باشد [۶]. در ضمن در بررسی آمار داده های لرزه ای به مرکزیت لردگان (۴۰ کیلومتری منطقه) زمین لرزه هایی با شدت ۵ ریشتر به وقوع پیوسته که جهت بررسی پایداری دامنه ها در محاسبات وارد گردیده است [۷].

#### وضعیت ژئومورفولوژی

از این نظر حوزه مورد مطالعه یک حوزه کوهستانی بوده رخساره های مختلف در آن دیده می شود. در دو دامنه مورد بررسی

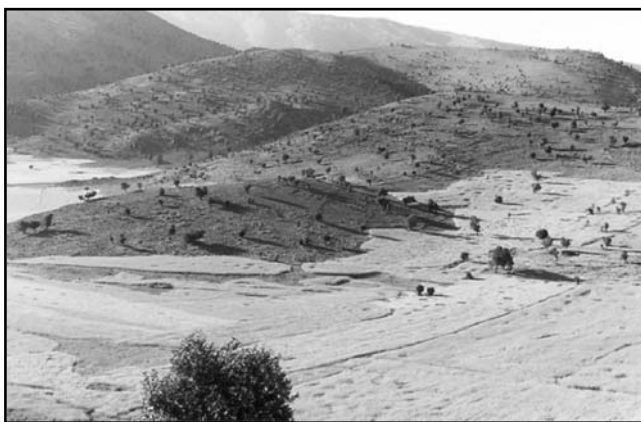
یکی رخساره توده لغزشی (شکل ۱) و یکی رخساره دامنه منظم با پوشش جنگل بلوط (شکل ۲) می باشد. در واقع حساسیت سازندهای مارنی، وجود درز و شکاف در بالادست، هم جهت بودن شیب طبقات با شیب توپوگرافی و تبدیل اراضی جنگلی به اراضی دیم در افزایش پتانسیل حرکت های توده ای منطقه مؤثر است.

#### وضعیت منابع آب

در بالا دست دامنه های مورد مطالعه سطحی حدود ۱۵۰ هکتار (به صورت یک واحد هیدرولوژیک) وجود دارد که با توجه به آمار بارندگی سال ۱۳۷۳ از ابتدای سال آبی (مهرماه) تا فروردین سال بعد (وقوع لغزش) حدود ۷۱۵ میلی متر بارندگی داشته که با توجه به روش شماره منحنی (CN)، میزان رواناب برآورد گردیده و آب نفوذ یافته در حدود ۱۰۲ میلی متر و در واقع حجم آب نفوذ یافته حدود ۱۵۲۶۰۰ متر مکعب برآورد گردیده است که این مقدار آب (با توجه به میزان حد روانی و حد خمیری در مطالعات مکانیک خاک) می تواند خاک را به حالت اشباع در آورده و مقاومت برشی خاک را کاهش دهد.

#### وضعیت پوشش گیاهی

منطقه مورد بررسی بصورت توده جنگلی بوده و در واقع جزئی جنگل های بلوط غرب با گونه غالب آن *Quercus brantii* می باشد. با توجه به بررسی های انجام شده میزان تاج پوشش در محدوده توده لغزش یافته در حدود ۵۰ سال پیش (عکس هوایی ۱۳۳۵) در حدود ۳۵ درصد بوده که بتدریج بر اثر تبدیل به اراضی دیم و جاده سازی، در سال ۱۳۸۵ به کمتر از ۵ درصد رسیده است (شکل ۳). این در حالی است که در دامنه پایدار میزان تاج پوشش در سال ۱۳۳۵ از حدود ۶۰ درصد به ۴۰ درصد در سال ۱۳۸۵ رسیده است. اگرچه در این دامنه نیز قطع و تخریب جنگل صورت گرفته ولی همین ۴۰ درصد پوشش جنگلی دامنه را پایدار نگهداشته است (شکل ۲). شایان ذکر است در دامنه پایدار احتمالاً به علت شیب بیشتر و نامناسب بودن جهت برای زراعت دیم تخریب کمتری روی داده است [۵].



شکل ۳- تبدیل جنگل به دیمزار در منطقه اردل

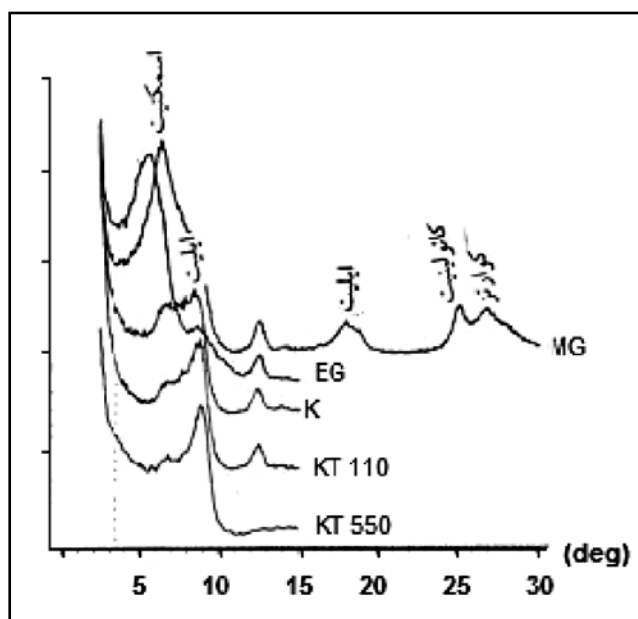
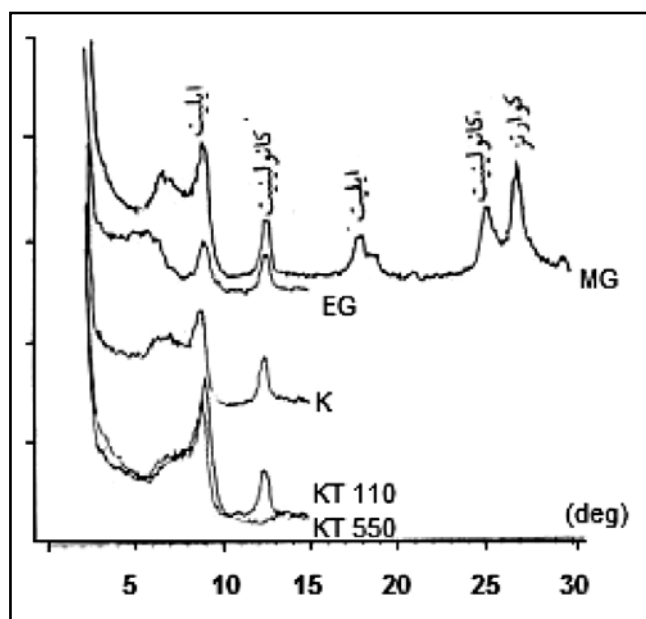


شکل ۲- دامنه منظم دارای پوشش جنگلی بلوط

جدول ۱ - مشخصات پروفیل های شاهد خاک در دو دامنه مورد بررسی

ماده آلی (درصد)	اسیدیته	آهک (درصد)	گچ (درصد)	شوری (دسی زیمنس بر متر)	بافت خاک رس سیلت ماسه (درصد)	پارامترهای اندازه گیری محل نمونه برداری
۱/۲۱	۷/۶	۵۱	ندارد	۰/۴-۰/۶	۳۶ ۳۱ ۳۳	رخساره دامنه لغزش یافته
۲/۳۵	۷/۶۵	۶۷	ندارد	۰/۳-۰/۶	۲۴ ۴۰ ۳۶	رخساره دامنه منظم (جنگل بلوط)

همانطور که دیده می شود دو دامنه از نظر خصوصیات خاک تقریباً یکسان می باشند.



شکل ۴ - مشخصات کانی های رسی موجود در نیمرخ خاک دامنه لغزش یافته

(سمت چپ: از سطح تا عمق ۱۷۰ سانتیمتر، سمت راست: از عمق ۱۷۰ تا ۳۲۰ سانتیمتر)

MG: نمونه اشباع شده با منیزیم، KT 110: اشباع با پتاسیم تا حرارت ۱۱۰، KT 110: اشباع با پتاسیم تا حرارت ۱۱۰، EG: نمونه تیمار شده با اتیلن گلیکول، K: نمونه اشباع شده با پتاسیم، KT 550: اشباع با پتاسیم تا حرارت ۵۵۰ (واحد پیک ها بر حسب نانومتر).

#### روند تغییرات کانی های رسی در دو دامنه

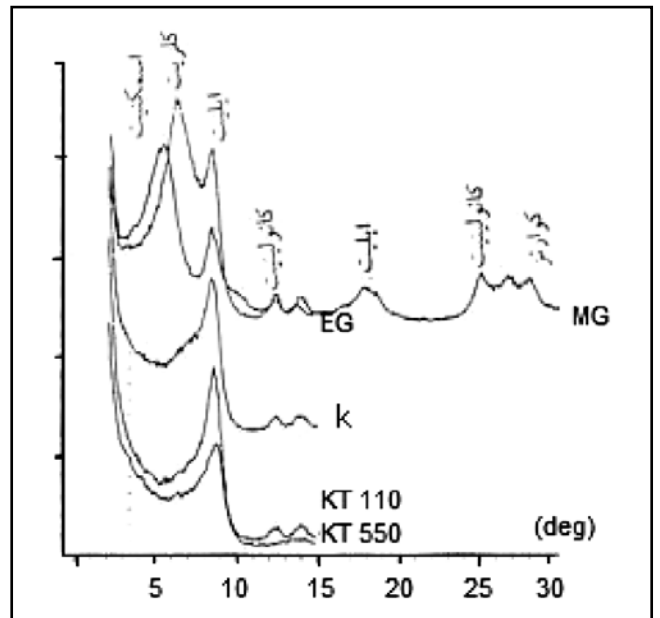
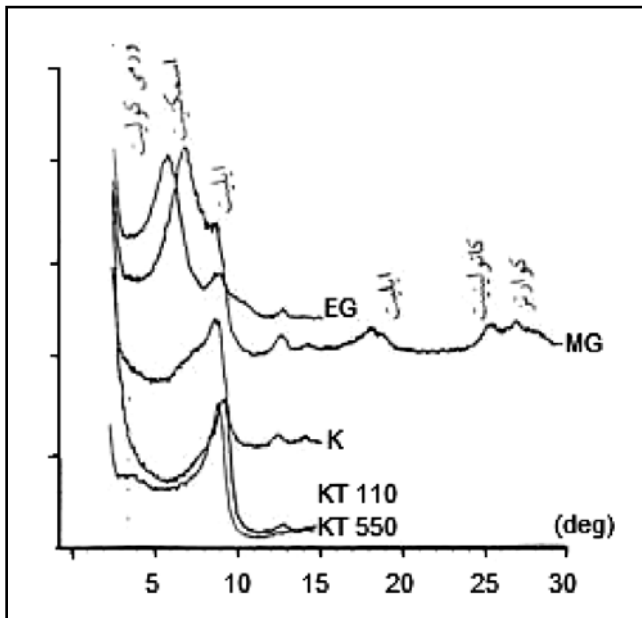
در نیمرخ خاک توده لغزیده (شکل ۴) با افزایش عمق از افق سطحی به لایه بعدی مقدار کانی ایلیت نسبت به کانی ورمی کولیت افزایش نشان می دهد. کانی غالب در بخش رس درشت ایلیت و کائولینیت و در بخش رس ریز اسمکتیت و ورمی کولیت می باشد. بنابراین با نفوذ رطوبت رس های اسمکتیت منبسط شده و با کوچکترین تغییر در مدیریت غیر اصولی این اراضی باعث ایجاد لغزش لایه های خاک می شود [۱۱ و ۱۳].

در نیمرخ خاک دامنه دارای پوشش جنگلی بلوط (شکل ۵) افق سطحی کانی اسمکتیت بیشتری نسبت به پروفیل قبلی داشته ولی

#### وضعیت خاک منطقه

با توجه به مطالعات انجام شده منطقه مورد بررسی از نظر منابع اراضی جزء واحد تپه های جنگلی بوده دارای افق مشخصه سطحی مالیک<sup>۱</sup> و افق تحت الارض کلسیک<sup>۲</sup> و آرژیلیک<sup>۳</sup> می باشد. نتایج خواص فیزیکی و شیمیایی خاک ۵ نقطه پیرامون دامنه دارای لغزش و ۳ نقطه در دامنه پایدار حاوی پوشش جنگلی بلوط در جدول ۱ نشان داده شده است.

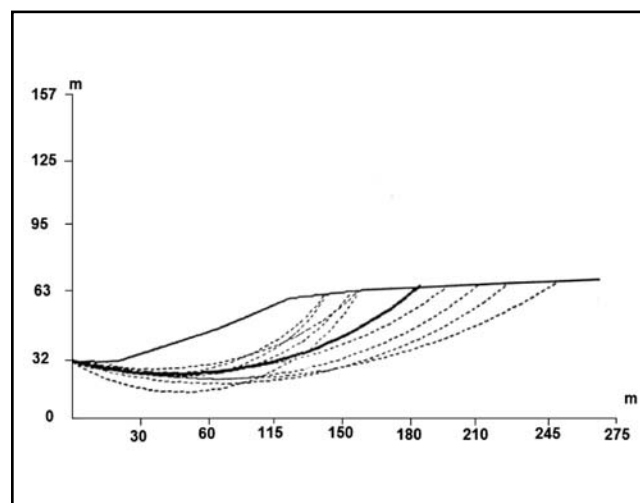
- 1- Mollic
- 2- Calsic
- 3- Argilic



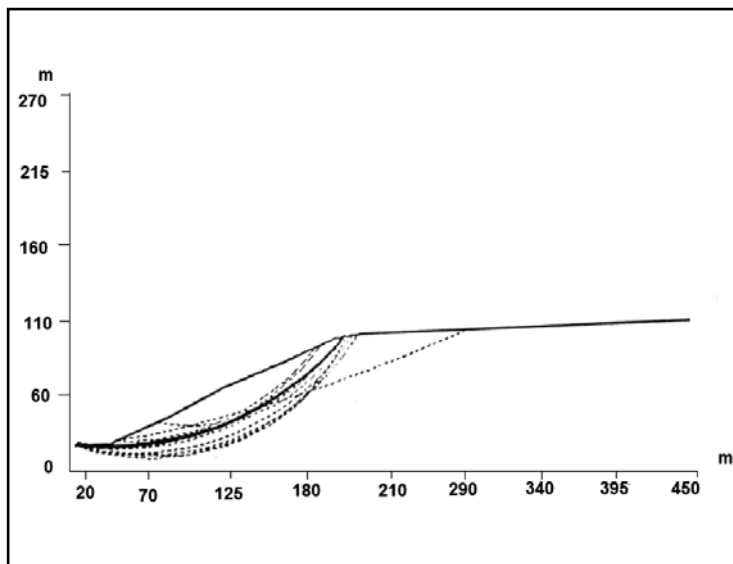
شکل ۵- مشخصات کانی‌های رسی موجود در پروفیل دامنه منظم، بدون لغزش (بالا: از سطح تا عمق ۱۵۰ سانتیمتر، پایین: از عمق ۱۵۰ تا ۳۰۰ سانتیمتر)

جدول ۲- مشخصات مکانیکی خاک در دو دامنه مورد بررسی

نوع خاک	اندیکس خمیری (درصد)	حد روانی (درصد)	میزان رطوبت (درصد)	نفوذپذیری (سانتیمتر بر ثانیه)	وزن مخصوص خشک (گرم بر سانتیمتر مکعب)	وزن مخصوص تر (گرم بر سانتیمتر مکعب)	زاویه داخلی خاک (درجه)	ضریب چسبندگی (سانتیمتر مربع / کیلوگرم)	پارامترهای اندازه گیری نمونه برداری
ML-Cl	۱۸/۵	۴۸/۶	۱۷/۴	$1/6 \times 10^{-4}$	۱/۳-۱/۶	۱/۵-۱/۸	۲۲-۳۵	۰/۳-۰/۶	رخساره لغزش یافته
ML-Cl	۱۳/۲	۴۰/۴	۹/۹	$23/8 \times 10^{-4}$	۱/۲-۱/۶	۱/۳-۱/۸	۲۶-۳۲	۰/۴-۰/۵	رخساره دامنه منظم



شکل ۶- نیمرخ سطوح لغزش برآورد شده در دامنه لغزشی



شکل ۷- نیمرخ سطوح لغزش فرضی در دامنه دارای پوشش جنگلی بلوط در صورت حذف اثر پوشش گیاهی

بوده، تنها تفاوت، پوشش گیاهی روی آنهاست، که در یکی جنگل بلوط قطع شده و به اراضی دیم تبدیل شده و دیگری بصورت دامنه منظم حاوی جنگل بلوط می باشد. شایان ذکر است دامنه حاوی توده لغزش در شیب ۲۴ درصد و دامنه حاوی جنگل بلوط در شیب ۳۴ درصد واقع شده ولی جالب است با این اختلاف شیب باز هم در دامنه بدون پوشش جنگلی لغزش ایجاد گردیده است.

نکته مهم دیگر این است که با توجه به عمق لغزش ۲۴ متر در سال ۱۳۸۵، حجم آن (به صورت ربعی از یک بیضی وار) معادل ۱۷۲۷۰۰ مترمکعب بر آورد گردید، که با حد خمیری (درصد ۳۰/۱) و حد روانی (درصد ۴۸/۶) بطور تقریب معادل ۵۲۰۶۹ متر مکعب آب مورد نیاز می باشد تا توده به حد خمیری و حدود ۸۳۹۳۲ مترمکعب آب نیاز است تا به حد روانی برسد. با توجه به بررسی های انجام گرفته در مورد وضعیت آب حدود ۱۵۲۰۰۰ مترمکعب آب وارد توده شده که این مقدار آب به راحتی حد رطوبت توده را به حد روانی و بیشتر رسانیده و باعث لغزش توده گردیده است. اما با همین شرایط در دامنه پایدار حتی با اینکه در شیب بیشتری واقع شده (۳۴ درصد) ولی به علت وجود جنگل، ریشه های بلوط (۳-۴ متری) آب اضافی خاک را جذب نموده و بصورت تبخیر و تعرق دفع کرده است و از لغزش توده جلوگیری نموده است. در دامنه دارای لغزش درصد رطوبت ۱۷/۴ درصد ولی در دامنه پایدار حدود ۹/۹ درصد می باشد، یعنی با اینکه وجود جنگل مانع برخورد قطرات باران به سطح خاک شده و آب را نفوذ می دهد ولی به علت ظرفیت نگهداری بیشتر در لایه سطحی توده جنگلی آب به لایه های پایین تر نرفته و آب باقی مانده نیز توسط ریشه جذب شده و دفع گردیده است. در نتیجه حجم کمتری از آب به لایه های پائینی رسیده و از حرکت توده جلوگیری شده است، هرچند که ضریب اطمینان آن بدون اثر پوشش گیاهی ۰/۹ بدست

کانهای موجود در بخش رس درشت افق دوم یکسان می باشد. کانی اسمکتیت کانی غالب در بخش رس ریز می باشد. بطور کلی می توان نتیجه گرفت که میزان و نوع کانی های رسی در این دو دامنه تقریباً یکسان می باشد (مقایسه شکل های ۴ و ۵) و آنچه که باعث لغزش در یکی از دامنه ها شده، نوع مدیریت استفاده از این اراضی است.

#### خصوصیات مکانیک خاک

پس از نمونه برداری از پروفیل های حفر شده در دامنه حاوی لغزش (۵ نقطه) و در دامنه پایدار (۳ نقطه) و انجام آزمایش های مختلف مکانیک خاک روی نمونه ها با نتایج جدول ۲ بدست آمد. همانطور که دیده می شود خاک دو دامنه از نظر خواص مکانیکی تقریباً یکسان بوده و هر دو در گروه ML-CL قرار دارند.

پس از تعیین پارامترهای فوق جهت تحلیل پایداری از روش تغییر یافته بیشاپ استفاده شد. با توجه به رابطه بیشاپ و لزوم استفاده از روش آزمون و خطا و حجم محاسبات از بسته نرم افزار STABLE استفاده گردید و در نهایت برای هر دو دامنه سطح لغزش در ۱۰ حالت بحرانی ترسیم گردید. ضریب اطمینان برای توده لغزیده ۱/۰۵ و برای دامنه دارای پوشش جنگلی بلوط با حذف اثر پوشش گیاهی ۰/۹۳ محاسبه شد (شکل ۶ و ۷).

#### بحث و نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده و نتایج آزمایشات مختلف استنباط می شود که دو دامنه مورد مطالعه از نظر اقلیم، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، تکتونیک، منابع آب، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نوع کانی های رسی، خصوصیات مکانیک خاک و در نهایت از نظر کلیه عوامل موثر در حرکت های توده ای مشابه

آمده است.

سچوارزا و همکاران [۱۸] نیز با بررسی نقش ریشه درختان در یک منطقه جنگلی در ایتالیا نشان دادند که در دامنه‌های با پوشش درختی ضریب پایداری به  $1/8$  و در دامنه‌های بدون درخت به  $0/98$  می‌رسد که تاییدکننده نتایج این پژوهش می‌باشد.

همان‌طور که در اکثر منابع عنوان می‌شود عامل مهم و اساسی در ایجاد حرکت‌های توده‌ای ابتدا وجود رطوبت می‌باشد در منطقه مورد نظر نیز عامل اصلی وجود رطوبت است (بارندگی سالیانه حدود  $715$  میلی‌متر) اما در دامنه‌هایی که پوشش جنگلی با ریشه‌های عمیق وجود دارد آب ورودی به دامنه به راحتی توسط ریشه‌ها جذب شده و به علت نفوذپذیری بهتر خاک سطحی این منطقه و افزایش نگهداشت سطحی، آب به لایه‌های پایین‌تر نمی‌رسد. بنابراین معلوم می‌شود که حفظ و حمایت از پوشش جنگلی در منطقه زاگرس می‌تواند در جلوگیری از حرکت‌های توده‌ای موثر باشد. در منطقه مورد مطالعه (استان چهارمحال و بختیاری شهرستان اردل) هر کجا که پوشش جنگلی قطع و اراضی به دیمزار تبدیل شده معمولاً روی آن لغزش صورت گرفته است. البته عوامل جانبی دیگری نیز باعث تشدید لغزش‌های فوق می‌گردند از جمله تکنونیک، شیب، کانی‌های رسی و جاده‌سازی و فعالیت عمرانی در منطقه، که این عوامل پس از تخریب جنگل و تبدیل به اراضی دیم تاثیرشان شدت یافته و باعث تشدید حرکت‌های توده‌ای می‌شوند.

بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که پوشش جنگلی بلوط عامل مهمی در پایدار ماندن دامنه‌های زاگرس می‌باشد و هرگونه تغییر غیراصولی در مدیریت آنها می‌تواند دامنه‌ها را مستعد لغزش نماید. شایان ذکر است در ادامه این پژوهش به منظور تعیین تفاوت کشش می‌توان با حفر پروفیل در کنار پایه اصلی درختان و نمونه برداری از ریشه آنها اثر ریشه درخت را در افزایش مقاومت مکانیکی خاک بررسی نمود.

## منابع

- ۱- پدram، ح. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی زمین لغزه روستای چلو در استان چهارمحال و بختیاری. گزارش علمی مؤسسه زلزله شناسی و مهندسی زلزله. ۵۵ صفحه.
- ۲- رحیمی، ر. ۱۳۷۸. مکانیک خاک. انتشارات دانش و فن. ۵۲۲ صفحه.
- ۳- زکی زاده، ح. ۱۳۷۳. بررسی عوامل مؤثر در حرکت توده‌ای حوزه آبخیز دریاچه ولشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۷۰ صفحه.
- ۴- سعدالدین، ا. ۱۳۷۴. بررسی اثر عوامل هیدروژئومورفولوژیک بر حرکت‌های توده‌ای مواد دامنه‌ای خطیرکوه سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۳ صفحه.

۵- طالبی اسفندارانی، ع. ۱۳۷۵. عوامل مؤثر در ایجاد لغزش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

۶- مؤسسه زلزله شناسی و مهندسی زلزله. ۱۳۷۱. گزارش زلزله اسفند سال ۷۰ لردگان. ۷۵ صفحه.

۷- مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران. ۱۳۸۰. داده‌های لرزه نگاری به مرکزیت لردگان.

۸- نیازی، ی. ۱۳۸۷. پیش‌بینی زمین لغزش با استفاده از مدل آماری دو متغیره، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۱۷۴ صفحه.

9- Bishop, A. W. 1955. The use of the slip circle in the stability analysis of slopes, *Geotechnique*. 5. 7-17.

10- Claessens, L., Schoorl, J. M. and Veldkamp, A. 2007. Modeling the location of shallow landslides and their effects on landscape dynamics in large watersheds: An application for Northern New Zealand. *Geomorphology*. 87. 16-27.

11- Grim, R.E. 1996. Clay mineralogy. 2nd edition, McGraw-Hill book company. New York.

12- Norris, J. E., Cammeraat, L. H. Stokes, A. and Spanos, I. 2006. The use of vegetation to improve slope stability. *Geotechnical and Geological Engineering*. 24. 427-428.

13- Oeberg, A. L., and Saellfors, G. 1997. Determination of shear strength parameters of unsaturated silts and sand based on the water retention curve, *Geotechnical Testing Journal*. 20 (1), 40-48.

14- Oloaghlin, C.L. 1981. Tree roots and slope stability. forest research institute. No 104.

15- Philips, C. J. and Watson A. J. 1994. Structural tree root research in New Zealand: a review, *Landscape Research Science Series*. No. 7. 71 p. Lincoln. New Zealand.

16- Roering, G., Schmidt, K. M., Stock, J. D., Dietrich, W. E. and Montgomery, D. R. 2003. Shallow landsliding, root reinforcement, and the spatial distribution of trees in the Oregon Coast range. *Canadian Geotechnical Journal*. 40. 237-253.

17- Schmidt, K. M. Roering, J. J., Stock, J.D., Dietrich, W.E., Montgomery, D.R., and Schaub,

doi:10.1016/j.ecoleng.2009.06.014

19- Sidle, R. C. and H. Ochiai. 2006. Landslides: Processes, Prediction, and Land Use, Water Resources Monograph Series., vol. 18. AGU. Washington, D. C.

20- Wu, W. and Sidle, R. C. 1995. A distributed slope stability model for steep forested hillslopes, Water Resource Research. 13. 2097-2110.

T., 2001. The variability of root cohesion as an influence on shallow landslide susceptibility in the Oregon Coast Range, Canadian Geotechnical Journal. 38, 995-1024.

18- Schwarz M., F. Pretic, F. Giadrossich, P. Lehmann and Orb D. 2009, Quantifying the role of vegetation in slope stability: A case study in Tuscany (Italy), Ecological Engineering,



*Abstract*

## The Role of Oak Forest on landslide prevention (Case study: Ardal, Chahar Mahal and Bakhtiari province)

A. Talebi<sup>1</sup>, M.T. Dastorani<sup>2</sup> and M.H. Irannezhad<sup>3</sup>

Many factors like topography, climate, geology, tectonic, vegetation, soil properties,... are effective for occurring mass movements, that some of them are natural and some are created due to human activities. Deforestation and degradation of forests is one of the factors that aggravate the landslide occurrence and creates mass movements directly. To investigate this important problem, in this research, two hillslopes with the same conditions (from view points of geology, pedology, topography and climate) in the field (Ardal township- Chahar Mahal & Bakhtiari province) were selected as one of them includes deforestation (unstable) and another one has been covered by oak forest and is stable. Based on the studies, both hillslopes have been located in alluvial formation with marl layers and soil texture in both of them is also clay-loam that dominant mineral clay is esmectite. From point of view of soil mechanical properties (internal friction angle and soil cohesion), both hillslopes are the same and they classified in ML-CL groups. From the hydrology view point, water resources in upstream of both hillslopes are common and the rate of infiltrated water is 152600 cubic meters per year. The most difference of these hillslopes is the vegetation percent as one of them has been covered by oak forest with 40 percent canopy and the other one (unstable hillslope) has less than 5 percent canopy. After determining the all effective parameters in landslide, it was specified that in landslidy hillslope, the factor of safety is equal 1 (Bishop method) and hillslope has been slid. On the other hand, in hillslope with oak trees, the rate of safety factor (without considering the effect of tree roots) has been obtained equal to 0.9 and hillslope is stable yet. Then, it can be concluded that oak trees with 3-4 root depth, have increased the soil strength and its consolidation. Furthermore, oak forest has been able to extract the further water and decrease the mass weight through increasing the evapotranspiration. Finally, it can be concluded that in Zagros region, deforestation and cutting the oaks is one of the important factors for occurring landslides.

**Keywords:** *Lndslides, Hillslope Stability, Oak forest, Safety Factor, Bishop, CHhahar Mahal and Bakhtiari Pronince*

1- Assistant professor, Faculty of Natural Recources, Yazd University, talebisf@yazduni.ac.ir

2- Associate professor, Faculty of Natural Recources, Yazd University

3- Assistant professor, Faculty of Natural Recources, Yazd University