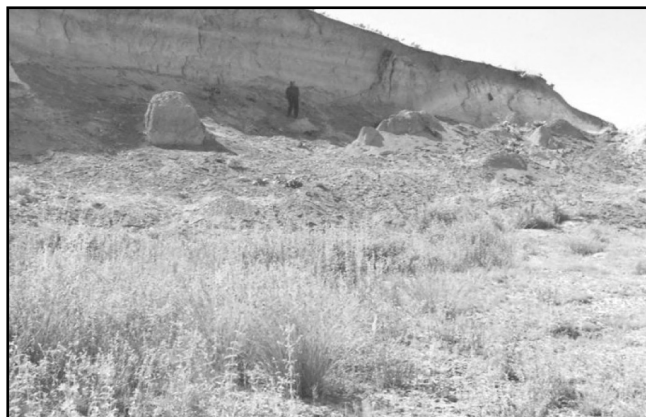


بلوط، ضریب اطمینان بدون اثر پوشش گیاهی در محاسبات ۰/۹ بدست آمده ولی توده نلغزیده بود. نتایج نشان می دهد وجود جنگل بلوط با ریشه های ۴-۳ متری باعث استحکام خاک شده (افزایش مقاومت برشی) و از لغزش جلوگیری بعمل می آورد. همچنین، پوشش جنگلی بلوط با افزایش تبخیر و تعرق، آب اضافی را دفع نموده و وزن توده را کمتر 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 بلایای 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).



شکل ۱ - نمونه ای از توده های لغزشی منطقه مورد مطالعه

## 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: ۱۳۸۹/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۱

### چکیده

عوامل مختلفی نظیر پستی و بلندی، اقلیم، زمین شناسی، تکنیک، 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 بالادست دو دامنه مشترک و آب نفوذ یافته در هر دو دامنه برابر ۱۵۲۶۰۰ مترمکعب در سال برآورد 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 لغزیده بود، در صورتیکه در دامنه دارای پوشش جنگلی

۱ - نویسنده مسئول و استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

talebisf@yazduni.ac.ir

۲ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

۳ - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

پایداری دامنه‌ها انجام نگرفته است و با توجه به اینکه در اکثر دامنه‌های منطقه اردل که جنگل بلوط قطع گردیده پس از گذشت چند سال لغزش به وقوع پیوسته است، انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسید.

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش پس از بررسی‌های مختلف روی لغزش‌های اتفاق افتاده در منطقه، دو دامنه شبیه به هم از نظر خصوصیات مختلف (زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، توپوگرافی و هیدرولوژی) در اطراف روستای گله‌شور (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 زمین‌شناسی، منابع آب، پوشش گیاهی، انجام شده به منظور بررسی خاک‌شناسی 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 نمونه‌های خاک از افق‌های مختلف، آزمایش‌های بافت خاک، PH، EC، گچ، آهک، ماده آلی، نوع کانی‌های رسی و در بخش مکانیک خاک، آزمایش‌های ضریب چسبندگی (C) و زاویه اصطکاک داخلی خاک (Φ) 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 عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۵ و تصاویر ماهواره‌ای 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 دامنه‌های 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 گسیختگی‌های واقعی دامنه‌ها که پارامترهای آن به دقت اندازه‌گیری 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 نتایج آن به شرح زیر می‌باشد.

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 پژوهش‌های انجام شده، می‌توان گفت که اولین مطالعات در زمینه حرکت‌های توده‌ای از دهه ۱۹۶۰ با بررسی نقش پوشش گیاهی در پایداری دامنه‌ها تحت بررسی‌های گسترده قرار گرفته است. اولاقلین [۱۴] در بررسی اثر ریشه‌ای چندگونه گیاه در افزایش مقاومت خاک نشان می‌دهد 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 می‌دهد. رورینگ و همکاران [۱۶] و نوریس و همکاران [۱۲] نشان داده‌اند که ریشه‌های گیاهان با فرو رفتن در خاک‌های مستعد به لغزش مانند ستون‌هایی عمل کرده و موجب استحکام و پایداری خاک دامنه می‌گردد. محققین زیادی از قبیل فیلیپس و واتسون [۱۵]، وو و سایدل [۲۰]، اشمید و همکاران [۱۷]، کلاسنس و همکاران [۱۰] در مطالعات خود بیان کرده‌اند که گیاهان می‌توانند 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 حرکت‌های توده‌ای مربوط به عوامل موثر در بروز زمین لغزش و پهنه‌بندی آن می‌باشد. بطور مثال، زکی زاده [۳] در بررسی‌های 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 می‌داند. سعدالدین [۴] در بررسی عوامل موثر در حرکت‌های توده‌ای در مورد پارامترهای کیفی نشان داد که جهت دامنه، شرایط آب زیرزمینی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی در حرکت‌های مواد دامنه‌ای 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 لغزش‌های مشاهداتی در منطقه دارد.

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

همانطور که از نتایج پژوهش‌ها بر می‌آید، پوشش گیاهی در بیشتر موارد می‌تواند با افزایش تبخیر و تعرق، رطوبت دامنه را کاهش داده و پایداری دامنه را افزایش دهد. نظر به اینکه در کشور ما مطالعه خاصی بر روی اثر جنگل (به ویژه گونه بلوط) در

### 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 تکتونیک

منطقه مورد مطالعه از سه سازند آهک کرتاسه، کنگلومرای بختیاری و آبرفت کواترن تشکیل یافته که دامنه‌های مورد مطالعه روی آبرفت دوران چهارم که حاوی لایه‌های مارنی است واقع گردیده است. لایه‌های مارنی فوق تابع لایه بندی زاگرس بوده و متحمل حرکات تکتونیکی گردیده است. از نظر تکتونیکی منطقه مذکور جزء بخش رورانده زاگرس می باشد که دارای گسل‌های فراوانی بوده و از ویژگی‌های آن زمین لرزه‌هایی با بزرگی ۴-۵ ریشتر و در موارد معدودی بزرگتر یا مساوی ۷ می باشد [۶]. در ضمن در بررسی آمار داده‌های لرزه‌ای به مرکزیت لردگان (۴۰ کیلومتری منطقه) زمین لرزه‌هایی با شدت ۵ ریشتر به وقوع پیوسته که جهت بررسی پایداری دامنه‌ها در محاسبات وارد گردیده است [۷].

### وضعیت ژئومورفولوژی

از این نظر حوزه مورد مطالعه یک حوزه کوهستانی بوده رخساره‌های 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

### وضعیت منابع آب

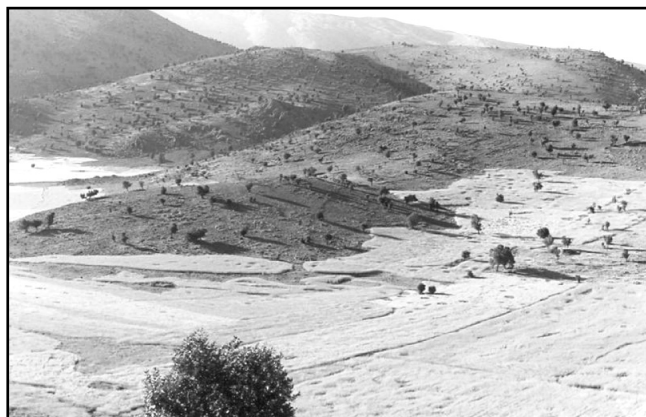
در بالا دست دامنه‌های مورد مطالعه سطحی حدود ۱۵۰ هکتار (به صورت یک واحد هیدرولوژیک) وجود دارد که با توجه به آمار بارندگی سال ۱۳۷۳ از ابتدای سال آبی (مهرماه) تا فروردین سال بعد (وقوع لغزش) حدود ۷۱۵ میلی متر بارندگی داشته که با توجه به روش شماره منحنی (CN)، میزان رواناب برآورد گردیده و آب نفوذ یافته در 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 جنگل‌های بلوط غرب با گونه غالب آن *Quercus brantii* می باشد. با توجه به بررسی‌های 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]

### وضعیت خاک منطقه

با توجه به مطالعات انجام شده منطقه مورد بررسی از نظر منابع

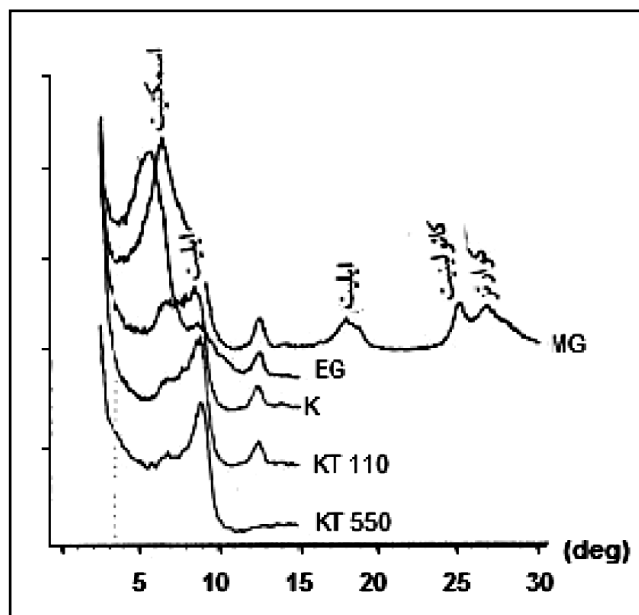
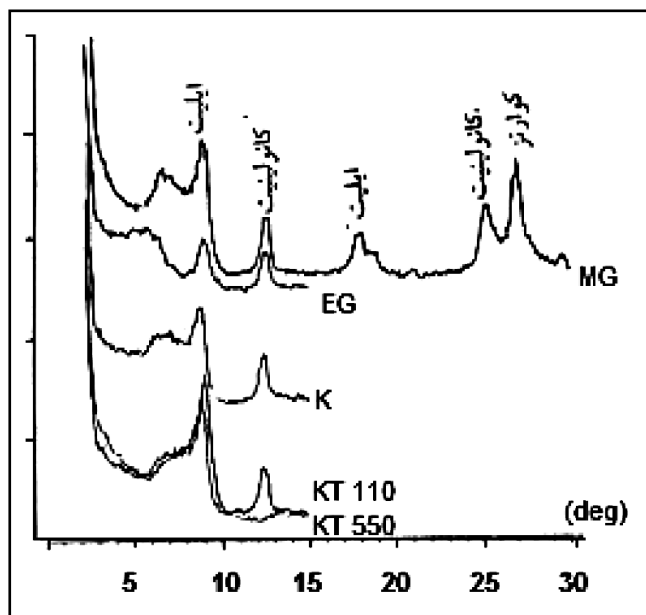


شکل ۳- تبدیل جنگل به دیمزار در منطقه اردل



شکل ۲- دامنه منظم دارای پوشش جنگلی بلوط

ماده آلی (درصد)	اسیدیته	آهک (درصد)	گچ (درصد)	شوری (دسی زیمنس برمتر)	بافت خاک (درصد)			پارامترهای اندازه گیری محل نمونه برداری
					ماسه	سیلت	رس	
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)



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، EG: نمونه تیمار شده با ایتلین گلیکول، K: نمونه اشباع شده با پتاسیم، KT 550: اشباع با پتاسیم تا حرارت ۵۵۰ (واحد اوج ها بر حسب نانومتر).

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 کانی های موجود در بخش رس درشت افق دوم یکسان می باشد. کانی اسمکتیت کانی غالب در بخش رس ریز می باشد.

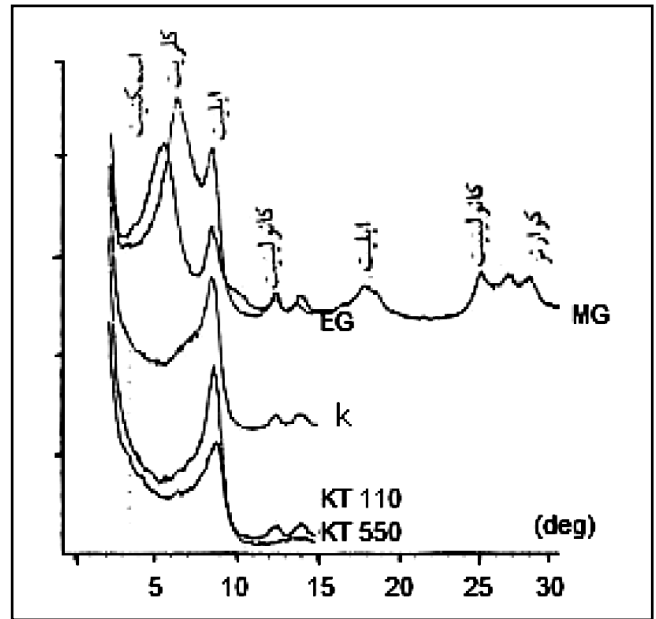
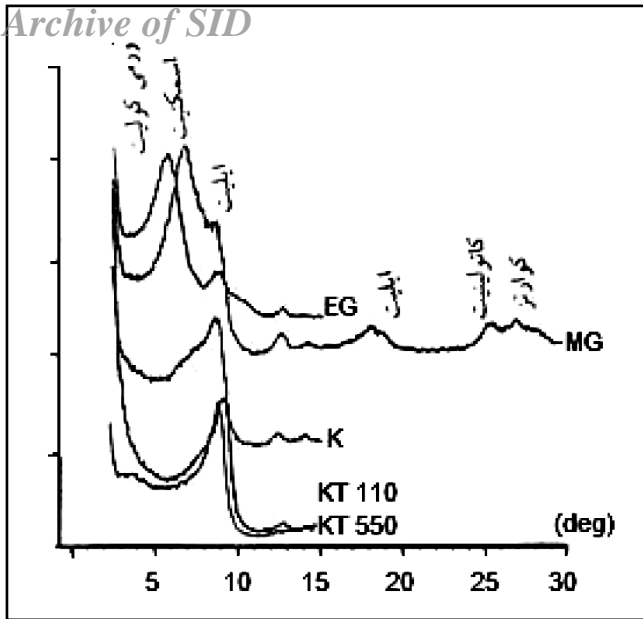
بطور کلی می توان نتیجه گرفت که میزان و نوع کانی های رسی در این دو دامنه تقریباً یکسان می باشد (مقایسه شکل های ۴ و ۵) و آنچه که باعث لغزش در یکی از دامنه ها شده، نوع مدیریت استفاده از این اراضی است.

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.

#### 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

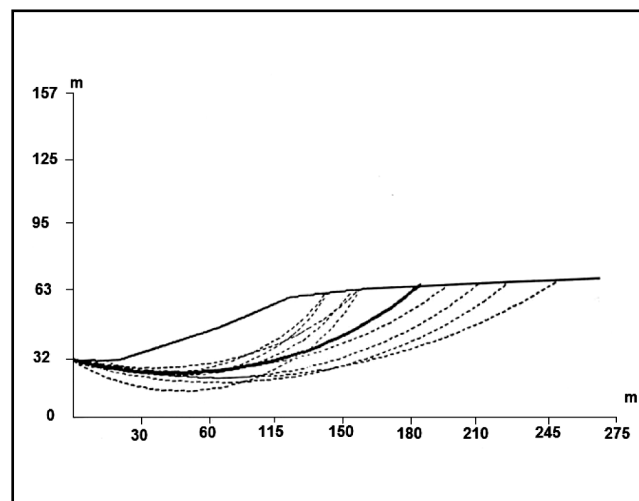
- 1- Mollic
- 2- Calsic
- 3- Argilic



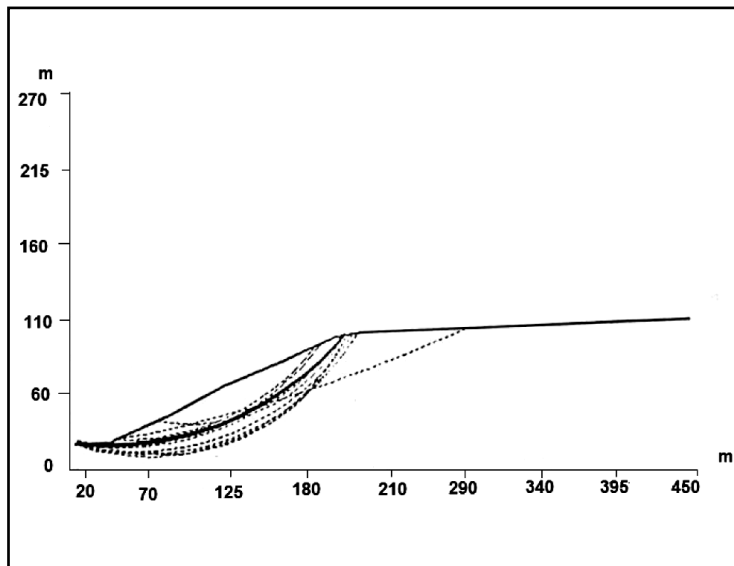
شکل ۵- مشخصات کانی‌های رسی موجود در پروفیل دامنه منظم، بدون لغزش (بالا: از سطح تا عمق ۱۵۰ سانتیمتر، پایین: از عمق ۳۰۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر)

جدول ۲- مشخصات مکانیکی خاک در دو دامنه مورد بررسی

نوع خاک	انديکس خميري (درصد)	حد رواني (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-CI	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-CI	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

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 پایینی رسیده و از حرکت توده جلوگیری شده است، هرچند که ضریب اطمینان آن بدون اثر پوشش گیاهی ۰/۹ بدست آمده است.

سجوارزا و همکاران [۱۸] نیز با بررسی نقش ریشه درختان در یک منطقه جنگلی در ایتالیا نشان دادند که در دامنه های با پوشش درختی ضریب پایداری به ۱/۸ و در دامنه های بدون درخت به ۰/۹۸ می رسد که تاییدکننده نتایج این پژوهش می باشد.

همان طور که در اکثر منابع عنوان می شود عامل مهم و اساسی در ایجاد حرکت های توده ای ابتدا وجود رطوبت می باشد در منطقه

### 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 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

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, 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*,

مورد نظر نیز عامل اصلی وجود رطوبت است (بارندگی سالیانه حدود ۷۱۵ میلی متر) 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 تکنیک، 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- پدرام، ح. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی زمین لغزه روستای چلو در استان چهارمحال و بختیاری. گزارش علمی موسسه 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، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۷۰ صفحه.
- ۴- سعدالدین، ا. ۱۳۷۴. بررسی اثر عوامل هیدروژئومورفولوژیک بر حرکت‌های توده‌ای مواد دامنه‌ای خطیر کوه سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۳ صفحه.
- ۵- طالبی اسفندارانی، ع. ۱۳۷۵. عوامل مؤثر در ایجاد لغزش. پایان نامه 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. پیش بینی زمین لغزش با استفاده از مدل

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.

doi:10.1016/j.ecoleng.2009.06.014

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