

ارزیابی و مطالعه زمین لغزش، نوع و میزان جابجایی آن در حاشیه جاده جنگلی (مطالعه موردی؛ حوزه آبخیز تجن مازندران)

سید عطا اله حسینی^{۱*}، نجمه محمدی سوادکوهی^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۲۸

چکیده

حرکت‌های توده‌ای همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب خسارت‌های اقتصادی به راه‌ها، خطوط آهن، خطوط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبیاری و آبرسانی، جنگل‌ها و مراتع و مناطق مسکونی می‌شوند. برای جلوگیری از افزایش هزینه‌ها و خطرات مربوط به زمین‌لغزش، شناسایی و طبقه‌بندی آن و عوامل مؤثر در شکل‌گیری آن در مناطق جنگلی ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های متعددی نیز برای طبقه‌بندی زمین‌لغزش وجود دارد که با توجه به خصوصیات خاک و اندازه‌گیری میزان حرکت خاک بر روی دامنه، زمین‌لغزش را طبقه‌بندی می‌کند و جهت جلوگیری از گسترش آن‌ها راهکار ارائه می‌دهد. محدوده لغزشی مورد مطالعه به طول ۵۰۰ متر و عرض ۷۰ متر واقع در سری امره ۱ جنگل شرکت چوب و کاغذ مازندران (حوزه آبخیز تجن) می‌باشد. ابتدا در چند نوبت برداشت نقاط ارتفاعی (عملیات ترازیابی به وسیله دوربین تئودولیت) از ۱۲ نقطه (بین دو نقطه ثابت در دو سمت منطقه لغزشی و در طول مسیر جاده) در دو فصل مرطوب و خشک انجام گرفت. به منظور بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک توده لغزش یافته، نمونه‌های خاک در منطقه لغزشی، از عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر برداشت شد. با توجه به نوع مواد و بافت خاک تشکیل دهنده و میزان رطوبت، نوع حرکت زمین لغزش مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که مناطق حرکتی از خاک‌هایی رسی با خاصیت خمیری (CL) با درصد رطوبت طبیعی ۴۹ و منطقه شاهد از لای ارتجاعی (ML) با درصد رطوبت طبیعی ۴۰ می‌باشد. چنانچه رطوبت حد روانی بستگی زیادی به فراوانی ذرات رس در خاک دارد، بالا بودن این درصد نشان می‌دهد که مقدار رس در خاک‌های این منطقه بالا است. در نهایت چنین نتیجه‌گیری می‌شود که علت لغزش این منطقه اشباع بودن زیاد خاک می‌باشد، ضمن اینکه این منطقه به دلیل شرایط زمین و خاک، مستعد لغزش بوده و با انجام عملیات تعبیه لوله انتقال نفت و بر هم خوردن سیستم زهکشی خاک، رطوبت در منطقه تجمع یافته و فاقد عملکرد تخلیه مناسب می‌باشد.

کلمات کلیدی: زمین لغزش، جاده جنگلی، مکانیک خاک، ترازیابی، رطوبت خاک

۱- دانشیار گروه آموزشی جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانش آموزنده کارشناسی ارشد مهندسی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*- نویسنده مسئول مقاله: A.Hosseini@sanru.ac.ir

مقدمه

مناطق جنگلی ایران به طور عمده کوهستانی، با فعالیت زمین ساختی و لرزه خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزشها داراست. حرکت‌های توده‌ای همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب خسارت‌های اقتصادی به راه‌ها، خطوط آهن، خطوط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبیاری و آبرسانی، جنگل‌ها و مراتع و مناطق مسکونی می‌شود. بر اساس گزارش کمیته ملی کاهش بلایای طبیعی وزارت کشور در سال ۱۳۷۳، سهم خسارات سالانه ناشی از حرکت‌های توده‌ای در ایران، ۵۰ میلیارد تومان برآورد گردیده است (شجاع و همکاران، ۱۳۸۶). جنگل محیطی است حساس به خطرهای لغزش و رانش و حرکت‌های توده‌ای خاک. در تهیه پروژه راه‌های جنگلی لازم است به این نکته توجه زیادی مبذول شود؛ چرا که در صورت وجود پدیده لغزش و رانش و به ویژه حرکت‌های توده‌ای، حفاظت و نگهداری راه طراحی شده بسیار پرهزینه و اغلب نامقدور است. زمین لغزش و ریزش‌های سنگی نمونه‌هایی از حرکات توده‌ای زمین می‌باشند و عبارتند از حرکت کلی و عمقی تمام قشر خاک بر روی سطح زمین مادری. زمین لغزش در جاده‌های جنگلی از جنبه‌های مختلفی باعث بروز خسارت‌های مستقیم و غیر مستقیم می‌گردد؛ خسارت‌هایی نظیر ایجاد محدودیت در مدیریت و بهره برداری از جنگل، نابودی و تخریب رویشگاه (ساریخانی و گرجی ۱۳۸۲).

مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور در مورد بررسی علت‌های زمین لغزش صورت گرفته است. با وجود این مطالعات دقیقی در ارتباط با دخالت‌های بعد از ساخت در عرصه‌های جنگلی و تأثیرشان بر وقوع لغزش انجام نشده است.

سامست^۱ (۱۹۷۳) مطالعات وسیعی بر روی وضعیت مکانیک خاک‌های جنگلی انجام داد به این نتیجه رسید که وضعیت مکانیک خاک مؤثرترین عامل در پایداری یا

نایداری زمین است. پاسکوال^۲ (۲۰۰۱) به بررسی گسترده‌ای در مورد علت‌ها و اثرات زمین لغزش در نپال پرداخت و عوامل مؤثر در زمینی لغزش را به دو دسته عوامل انسانی و طبیعی تقسیم کرد. رولرسون^۳ (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای که به منظور تهیه نقشه راهنمای مناطق مستعد لغزش در کانادا انجام داد، با یک بررسی نیمه کیفی که شامل اندازه‌گیری‌های زمینی و دفتری بود به این نتیجه رسید که بیشترین لغزش‌ها مربوط به مناطق قطع درخت و ساخت جاده می‌باشد. ساریخانی و گرجی (۱۳۸۲) به بررسی حرکت‌های توده‌ای در راه‌های جنگلی و روش‌های مبارزه با آن پرداخت و به این نتیجه رسید که برای مبارزه تکنیکی با پدیده حرکت‌های توده‌ای به مطالعات هیدرولوژی و مکانیک خاک از منطقه لغزشی نیاز است. شجاع و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به تعیین قابلیت‌های مکانیکی خاک جنگل در سری گرازبن خیرود کنار برای عملیات جاده سازی و بهره‌برداری به این نتیجه رسید که عوامل مؤثر در نایداری زمین جنگل‌های کوهستانی را خاک، مشخصات زمین‌شناسی، عوامل توپوگرافی، پوشش گیاهی و آب و هوا ذکر نمود. عابدی و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص وضعیت زمین لغزش در حوزه آبخیز چفرود گیلان به تحقیق پرداختند و نتایج نشان داد که درصد رطوبت طبیعی بالای مناطق لغزشی نسبت به مناطق شاهد از سطح تا عمق نمونه‌های خاک باعث حرکت توده‌ای خاک شده است.

از زمان قبل از انقلاب اسلامی تا سال ۱۳۸۴ مجموعاً ۳ لوله نفتی از منطقه جنگل‌های حوزه تجن عبور نمودند که از مجموع این سه لوله، جدیدترین لوله مربوط به طرح ملی انتقال نفت ترکمنستان به تهران است که احداث آن از سال ۷۹ شروع شده است و در مجموع ۴۰ کیلومتر طول آن از داخل عرصه جنگلی حوزه تجن رود ساری عبور می‌کند. مسیر عبوری از سری‌های داخل عرصه جنگلی از ساری به سمت ورسک می‌باشد.

محدوده لغزشی مورد مطالعه به طول ۵۰۰ متر و عرض ۷۰ متر واقع در سری امره ۱ جنگل شرکت چوب و کاغذ مازندران می باشد. سری امره ۱ در محدوده طول شرقی از $36^{\circ} 25' 30''$ تا $36^{\circ} 05' 05''$ و عرض شمالی $36^{\circ} 27' 00''$ تا $36^{\circ} 08' 05''$ در حدود ۱۰ کیلومتری محل مدیریت شرکت صنایع چوب و کاغذ قرار دارد. این سری در آبخیز شماره ۷۳ قرار گرفته که از شمال به سری پهنه کلا و زمین های مزروعی، از جنوب به سری آق مشهد، از مشرق به سری امره ۲ و از مغرب به سری ارزفون محدود می باشد. وسعت کل سری در حدود ۱۱۲۷ هکتار و دارای ۱۷ پارسل می باشد. محدوده پراکنش ارتفاعی سری از ۳۰۰ تا ۹۰۰ متر است. در سری امره ۱ عرصه ای که در آن حرکت توده ای به وقوع پیوسته انتخاب و در روی ۱۲ نقطه عملیات تراز یابی انجام شد.

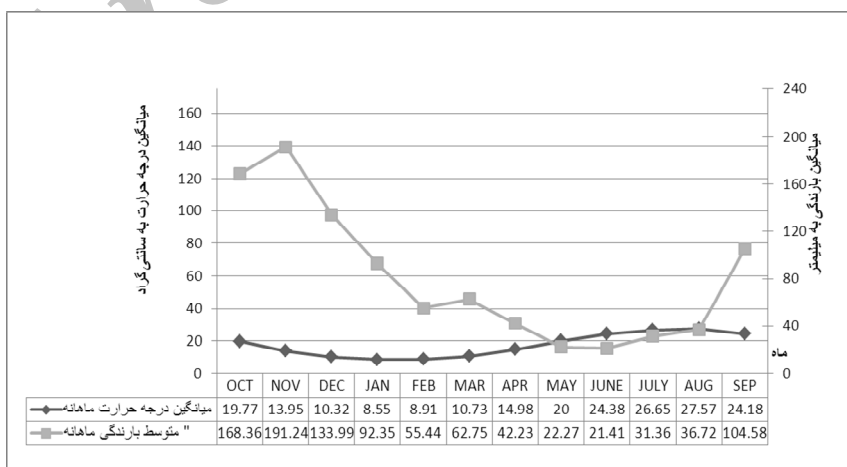
وضعیت اقلیمی منطقه

با توجه به آمار ۱۰ ساله اخیر ایستگاه هواشناسی قراخیل، وضعیت اقلیمی مورد نظر قرار گرفت (جدول ۱). فصل خشک براساس روش گوسن یا منحنی آمبروترمیک در منطقه ماه های اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد است اقلیم منطقه در روش آمبروزه معتدل، نیمه مرطوب می باشد (شکل ۱).

در بخش هایی از سری امره ۱ شرکت صنایع چوب و کاغذ به خاطر لوله گذاری های عمیق در یک منطقه حساس به لغزش و لرزش های متناوب این لوله ها بخش وسیعی از جاده از بین رفته است در نتیجه در این قسمت لوله نفت به دلیل رانش کاملاً از خاک بیرون آمده است. برای جلوگیری از افزایش هزینه ها و خطرات مربوط به زمین لغزش، شناسایی و طبقه بندی آن و عوامل مؤثر در شکل گیری آن در مناطق جنگلی ضروری به نظر می رسد. برای شناسایی این پدیده مطالعاتی از قبیل شناخت سنگ بستر، بافت، دانه بندی، رطوبت و حدروانی و حدخمیری خاک مورد نیاز است. روش های متعددی نیز برای طبقه بندی زمین لغزه وجود دارد که با توجه به خصوصیات خاک و اندازه گیری میزان حرکت خاک بر روی دامنه، زمین لغزه را طبقه بندی می کند و جهت جلوگیری از گسترش آنها راهکار ارائه می دهد. با توجه به اینکه به طور عمده از سال ۱۳۸۲ در این منطقه لغزش بوجود آمده است، این مطالعه با هدف مشخص نمودن پارامترهای مؤثر در ایجاد و تشدید لغزش در منطقه و ارائه راهکار مناسب برای جلوگیری از ادامه این لغزش به منظور جلوگیری از خسارات بیشتر انجام گرفت.

مواد و روش ها

مشخصات جغرافیایی منطقه



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه- دوره آماری ۱۳۸۰-۱۳۷۰

میانگین کل بارندگی سالانه (میلیمتر)	حداقل میزان باران (میلیمتر)	حداکثر میزان باران (میلیمتر)	میانگین درجه حرارت (سانتی گراد)	حداقل دما (سانتی گراد)	حداکثر دما (سانتی گراد)
۷۲۷	مرداد ماه (۲۹)	آبان ماه (۹۹)	۱۶/۲	دی (۳)	تیر و مرداد (۳۰)

- وضعیت خاک شناسی و زمین شناسی

سازندهای زمین شناسی این سری مربوط به نهشته‌های دوران سوم (دوران پالئوژن و نئوژن) بوده و اغلب از رسوبات میوسن تا پلیوسن تشکیل یافته است. واحدهای سنگی در منطقه R-F2 و R-F3 است که به طور دگر شیب بر روی رسوبات دوره کرتاسه فوقانی قرار گرفته‌اند. تنوع رسوبات و سنگ‌ها در بخش‌ها به قدری است که تفکیک آنها امری مشکل می‌باشد. ولی قسمت اعظم سنگ‌های تشکیل دهنده این سری عبارتند از ماسه سنگ دانه ریز آهکی، مارن و آهک همچنین رسوبات ریز به ترتیب فراوانی در داخل آنها مشاهده می‌شود: آرژیلیت‌های آهکی، لایه‌های خالص آهکی، لوم اشلهای آهکی (آهک‌های صدفدار) و مارن (طرح جنگلداری سری ۱ امره. ۱۳۸۲).

- پوشش گیاهی

در این سری تیپ‌های اصلی ممرزستان، ممرز کلهوستان، راشستان، ممرز و لیلکستان، توسکا کلهوستان می‌باشد. در محدوده‌ایی که لغزش در آن بررسی گردید، تیپ غالب ممرزستان بود (طرح جنگلداری سری ۱ امره. ۱۳۸۲).

روش پژوهش

ابتدا با بازدید از منطقه لغزشی در سری امره ۱، در چند نوبت به طور ثابت، برداشت نقاط ارتفاعی (عملیات تراز یابی به وسیله دوربین تئودولیت) از ۱۲ نقطه مابین دو منطقه ثابت و فاقد حرکت در دو سمت منطقه حرکتی و در طول مسیر جاده در دو فصل پیاپی مرطوب و خشک انجام گرفت (جدول ۲). برداشت‌های انجام شده به دلیل بررسی

تأثیر میزان بارش در دو فصل انجام شده؛ یکی در فصل زمستان که بارندگی تقریباً برابر با مقدار متوسط خود در منطقه می‌باشد و یکی در اردیبهشت ماه که در حد کمینه است.

جهت بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک توده لغزشی، نمونه‌های خاک در ۳ نقطه روی منطقه لغزشی انجام پذیرفت. نمونه‌ها پس از کنار زدن لایه هوموس (۱۰ سانتی متر اولیه روی خاک که همراه با لاشبرگ بودند)، از سطح زیر لاشبرگ در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر (تا رسیدن به سنگ بستر) از منطقه مورد مطالعه برداشته شدند (محمودی سوادکوهی و همکاران، ۱۳۹۱) و جهت آزمایشات دانه‌بندی و رطوبت خاک به آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک ارسال شدند. مطالعات خاک شامل تعیین حد خمیری و روانی، منحنی دانه‌بندی و میزان رطوبت می‌باشد.

پس از برداشت میزان ارتفاع نقاط تراز یابی شده در مدت زمان معلوم، میزان جابجایی نسبی منطقه مورد محاسبه قرار گرفت. همچنین با توجه به نوع مواد و بافت خاک تشکیل دهنده و میزان رطوبت نوع حرکت و زمین لغزه مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفت. وارنز (۱۹۸۴) نوعی طبقه‌بندی را ارائه نمود که در عین سادگی، براساس ویژگی‌هایی استوار بود که پس از رویداد یک لغزش نیز حفظ و با گذشت زمان کمتر دستخوش تغییر می‌شد. بدین ترتیب این طبقه جدید قادر به دسته‌بندی حرکت براساس جدول وارنز در سال ۱۹۸۴ طبقه‌بندی می‌شود.

سپس به کمک فرمی پرسشنامه‌ای که حاوی دیدگاه‌های کارشناسان بود اقدام به نظر سنجی از کارشناسان معاونت

نتایج حاصل از عملیات ترازیبی

نتایج حاصل از عملیات ترازیبی به ترتیب مربوط به فصل زمستان و بهار حاصل شد و براساس نتایج عملیات ترازیبی در دو مرحله، اختلاف ارتفاع ناشی از حرکت توده‌ای در عرصه محاسبه گردید (جدول ۳، ۴ و ۵) که اعداد برحسب متر بیان شده‌اند:

$$1/37 = (-4/84) - 3/47 \text{ - اختلاف ارتفاع (متر)}$$

طبقه‌بندی نوع حرکت

بر طبق طبقه‌بندی وارنز (۱۹۸۴) حرکت این منطقه از نوع لغزشی چرخشی و آهسته می‌باشد.

بحث

همانگونه که شجاع و مجنونیان (۱۳۸۱) عوامل مؤثر در ناپایداری زمین جنگل‌های کوهستانی را خاک، مشخصات زمین‌شناسی، عوامل توپوگرافی، پوشش گیاهی و آب و هوا و کلاستاقی (۱۳۸۶) نیز ۹ فاکتور شیب، جهت، ارتفاع از دریا، میزان بارندگی، کاربری زمین، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از زهکش اصلی عنوان نمودند. در مورد عوامل طبیعی به اختصار به عوامل زیر اشاره می‌شود:

اقلیم و رطوبت

نتایج مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۸۰) نشان داده است که بیشترین استعداد حرکت در اقلیم‌های مرطوب است. در این منطقه نیز نقش اساسی بارندگی در حرکت زمین مشخص می‌گردد. توجه به شکل شماره ۱ این نکته را مشخص می‌سازد که فصل مرطوب با بارندگی زیاد و طولانی بوده که این خود استعداد حرکت را مشخص می‌کند.

برداشت‌های صورت گرفته یکی در فصل خشک و دیگری در فصل مرطوب می‌باشد. همچنین رطوبت طبیعی خاک در سه نمونه تقریباً برابر با حد خمیری مطابق

راهسازی شرکت صنایع چوب و کاغذ و کارشناس مقیم اداره کل منابع طبیعی ساری و همچنین مطالعه گزارش شرکت از لغزش در منطقه از سال ۱۳۸۲ و بازدید‌های مشترک شرکت صنایع چوب و کاغذ، شرکت ملی نفت و اداره کل منابع طبیعی ساری شد.

تجزیه و تحلیل به صورت توصیفی از نتایج حاصل از آزمایشگاه مکانیک خاک و مجموع نظرات کارشناسان به انجام رسید.

نتایج

آزمایش‌های فنی و مکانیکی خاک:

براساس نمونه‌گیری از خاک عرصه در سه نقطه شامل یک منطقه شاهد، منطقه حرکتی نسبتاً خشک و منطقه حرکتی نسبتاً مرطوب مشخص شد که مناطق حرکتی از رس با خاصیت خمیری (CL) منطقه شاهد از لای ارتجاعی (MH) می‌باشد (جدول ۲). اندکس خمیری^۱، توام با حد روانی^۲ به عنوان شاخص خواص مکانیک خاک به کار می‌رود.

چون در عرصه جنگل‌های استان مازندران وجود خاک رس باعث ایجاد خاصیت خمیری می‌شود بنابراین انتظار می‌رود، مخلوطی که حاوی ماسه ریز و سیلت رس باشد و عمدتاً خاک رس، شاخص خمیری بالاتری از مخلوطی مشابه دارد که عمده مصالح متشکله آن سیلت یا ماسه دانه‌ریز باشد. همچنین انتظار می‌رود مخلوط اولی با تغییرات درصد رطوبت تغییر حجم بیشتری پیدا کند و همچنین این مخلوط وقتی که مرطوب باشد در مقایسه با مخلوطی که از نظر خاک رس لاغرتر باشد، مقاومت بیشتری از دست می‌دهند. خاکی که پلاستیک نیست یعنی ضریب پلاستیسیته آن برابر صفر است، کمتر تحت تأثیر رطوبت قرار خواهد گرفت تا خاک‌های رس و حتی نوع لاغر آن (احتشامی ۱۳۷۴).

- 1 - Plastic Limit
- 2 - Liquid Limit

لرزش‌های متناوب این لوله‌ها بخش وسیعی از جاده به دلیل مستعد بودن منطقه به لغزش از بین رفته است که در این قسمت لوله نفت به دلیل رانش کاملاً از خاک بیرون آمده است که مجدداً برای جلوگیری از رانش بیشتر اقدام به شمع کوبی در داخل خاک و جلوگیری از پارگی لوله نمودند. در اوایل جاده ورودی به جنگل در اثر انباشته کردن خاک‌های حاصل از گودبرداری‌ها و مسطح کردن مناطق و از همه مهم‌تر هموار کردن یک تپه ۷ هکتاری به ارتفاع ۲۵ متر و انتقال خاک‌های آن به کناره‌های جاده مناطق وسیعی به دلیل همین انباشتگی خاک و وزن حاصل از آن و عدم وجود زهکش مناسب در آن از بین رفته و مستعد برای رانش گردیده است. در محل لوله گذاری در بالادست این منطقه به دلیل هم جهت بودن لوله نفت با دره جهت آب تغییر پیدا کرده است. با توجه به نظر کارشناسان مجرب که دارای سابقه کار طولانی در شرکت می‌باشند، لغزش در جاده مرز پارسل ۱۱ و ۱۲ قبل از لوله گذاری‌ها و از زمان احداث این جاده یعنی در فاصله سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۶۲ وجود نداشته است. همچنین در مکاتبات بسیار زیادی که مابین شرکت نفت و شرکت صنایع چوب و کاغذ انجام شده و بازدید منطقه توسط کارشناسان اداره کل منابع طبیعی ساری، همگی به اتفاق این نکته را خاطر نشان کردند که عمده‌ترین دلیل ایجاد رانش‌ها و گسل‌های بزرگ و کوچک حفر کانال عبور لوله نفت ۳۲ اینچی و دپوی خاک مازاد حاصل از خاکبرداری در مناطق مستعد حرکت و رانش و همچنین عدم مراقبت و اجرای تمهیدات لازم برای حفظ وضعیت مطلوب از سوی عوامل اجرایی شرکت نفت بوده است. تثبیت‌های غیر اصولی و بدون مطالعات دقیق: عملیات تثبیت انجام شده در این محدوده به طول تقریبی ۱۰۰ متر و حداقل عمق ۶ متر و حداکثر عمق ۹ متر که با ۷۰۰ متر مکعب سنگ قلوهای پر شده است، در چندین شاخه ممتد در سال ۱۳۸۲ احداث گردیده است. در همین نقطه دو زهکش سطحی با لوله انجام شد که آنها نیز نتایج خوبی نداد. در بالا دست هم کانال انحرافی احداث شد اما چون

می‌باشد که نشانگر رطوبت نسبتاً بالای خاک‌های منطقه است.

سازندهای زمین شناسی و خاک

نتایج مطالعه شجاع نشان می‌دهد که خاک در ایجاد ناپایداری در عرصه‌های جنگل‌های کوهستانی نقش مستقیم دارد. خاک‌هایی که دارای مقدار قابل توجهی عناصر ریز دانه هستند، با جذب و نگهداری آب زیاد پایداری خود را از دست می‌دهند و به تدریج و در اثر وزن خود شروع به جاری شدن می‌کنند. با توجه به منحنی‌های دانه‌بندی و چنین نتیجه‌گیری می‌شود که خاک منطقه دارای مواد ریز دانه بالایی است، لذا پس از بارندگی شدید متورم شده و سریعاً به میزان رطوبت بالا می‌رسد. وجود زمین‌های حرکتی و روانه‌های گلی در عرصه استعداد لغزش را بوجود آورده است. بدلیل مرطوب بودن هوا و ریزش فراوان باران رس تورم حاصل کرده و سنگین می‌شود، در نتیجه از سطوح بالاتر به پایین حرکت کرده و روانه‌های گلی را ایجاد می‌کند که باعث حرکت زمین شده و لغزش را سبب می‌گردد. وجود مارن و غیر قابل نفوذ بودن آن نیز به تشدید لغزش کمک می‌کند. همچنین واحد سنگی R-F3 موجود در منطقه ریزشی و لغزشی است. با توجه به تعداد محدود نمونه‌های خاک نمی‌توان نتیجه‌گیری قطعی نمود، اما به نظر می‌رسد در قسمت‌هایی که واحد زمین شناسی MH بود، لغزش صورت گرفته است.

از جمله عوامل انسانی نیز عوامل زیر قابل توجه است:

عملیات لوله گذاری: همانگونه که در مطالعات احمدی و همکاران (۱۳۸۰) و پاسکوال (۲۰۰۱) ذکر شده است دست کاری‌های غیر طبیعی نظیر مسدود کردن زهکش طبیعی و محل عبور آب زیر زمینی و نفوذ آن به داخل توده باعث افزایش وزن مواد دامنه شده و موجب بروز لغزش می‌گردد. در منطقه مورد مطالعه بخاطر لوله گذاری‌های عمیق در یک منطقه حساس به لغزش و

در حین اجرای عملیات تثبیت در منطقه اولاً محدوده دقیق منطقه تحت لغزش را تعیین کرده و سپس با اعمال مطالعات مشابه دوره‌ای در حین اجرای عملیات تثبیت میزان کاهش در سرعت لغزش کنترل گردد. بدیهی است در صورت تشخیص صحیح و کارشناسانی روش تثبیت، به مرور زمان باید سرعت لغزش کاهش یابد در غیر این صورت بایستی جهت جلوگیری از هرگونه اتلاف هزینه‌های سنگین تثبیت، جهت تجدید نظر در روش کار اقدام نمود.

به نظر می‌رسد برای کلیه محدوده‌های دارای استعداد لغزش باید اقدام به تهیه نقشه خطر ریسک لغزش با استفاده از روش‌های پهنه‌بندی موجود، نمود. در مرحله اول قبل از هرگونه عملیات حفاظتی، در منطقه لغزشی اقدام به مطالعه دقیق خاک گردد تا واحدهای خاک MH و CL شناسایی شود. در صورتی که روند لغزش به همین شیوه در منطقه ادامه یابد احتیاج به زهکش‌های ممتد است و در غیر این صورت می‌توان از زهکش‌های موضعی استفاده نمود. اگر عمق لایه غیر قابل نفوذ بیشتر از ۲ متر باشد، از نظر اقتصادی گود کردن برای استفاده از زهکش مقرون به صرفه نیست اما در صورت بالاتر بودن لایه غیر قابل نفوذ، گود کردن برای رسیدن به واحد غیر قابل نفوذ لازم است.

در عبور از مسیر جاده‌ها از ارتفاع ۶۵۰ متری از سطح دریا به پایین خودداری گردد و در صورت اجبار در موقع اجرای پروژه جاده از هرگونه عملیات مکانیکی در عمق جلوگیری کرده و از ایجاد جاده‌های عریض خودداری گردد. همچنین سعی شود که شیب لایه‌های سنگی با شیب ترانشه‌ها هم جهت نباشد. پرهیز از خاکبرداری و خاکریزی‌های انبوه، صرف نظر کردن از مناطق گسلی، ایجاد سیستم زهکشی مناسب، تثبیت بیولوژیک بوسیله گیاهان و ایجاد دیواره‌های چوبی بوسیله چوب‌های جنگلی و گابیون بندی نیز توصیه می‌گردد.

ارتفاع آب بالاتر بود و در جهت شیب لوله‌های نفت سرازیر می‌شود، تأثیری برای جلوگیری از لغزش نداشت. کما اینکه عملیات‌های تثبیت به دلیل ریختن خاک در شیب خاکریزی و ایجاد اضافه وزن باعث تشدید لغزش نیز گردیده است.

تخریب پوشش گیاهی: همانطور که رلرسون (۲۰۰۳) ثابت کرد، بیشترین لغزش‌ها معمولاً در مناطق ساخت جاده و قطع درخت صورت می‌گیرد. در نتیجه تخریب پوشش گیاهی چون موجب نفوذ بیشتر آب در عرصه‌های مستعد می‌شوند، موجب افزایش لغزش می‌گردد. در محدوده مورد مطالعه، به دلیل وجود لغزش هیچ گونه برداشتی صورت نگرفته است. در نتیجه نمی‌توان به عامل تغییر کاربری و تخریب پوشش گیاهی به عنوان عامل مؤثر در لغزش این محدوده توجه داشت.

نهایتاً چنین نتیجه‌گیری می‌شود که علت لغزش این منطقه اشباع بودن زیاد خاک است، ضمن اینکه این منطقه به دلیل شرایط زمین و خاک مستعد لغزش بوده و با انجام عملیات لوله‌گذاری و بر هم خوردن سیستم زهکشی خاک، رطوبت در منطقه تجمع یافته و بخوبی تخلیه نمی‌گردد. لذا همانگونه که حسینی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعات خود نتیجه گرفت، باید در اجرای هر گونه عملیات عمرانی در جنگل، با توجه به حساسیت‌های بسیار زیادی که اینگونه عرصه‌ها دارند به شناخت خصوصیات مکانیکی خاک توجه بیشتری داشت و برای آن سرمایه‌گذاری ویژه‌ای نمود.

پیشنهادات

در مورد منطقه مورد مطالعه که وقوع لغزش بعد از احداث جاده بوده است، دو راه حل وجود دارد، یک تغییر مسیر و دیگری تثبیت. تثبیت هزینه و تخریب کمتری در عرصه ایجاد می‌کند. ضمن اینکه شرایط تغییر مسیر همیشه از نظر توپوگرافیک همیشه ممکن نیست (ساریخانی و گرجی ۱۳۸۲).

تشکر و سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری بی شائبه آقایان مهندس اریمی کارشناس ناظر بهره‌برداری، زلیکانی کارشناس ناظر جاده سازی، رفیعی مدیر بخش بهره‌برداری، مرحوم ریسی مدیر بخش راهسازی و تمام همکاران ایشان در بخش جنگل شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران، آقای مهندس تقوی کارشناس بخش ژئو تکنیک اداره کل فنی و

مکانیک خاک استان مازندران و آقای مهندس بیگلربیگی کارشناس سابق شواری عالی جنگل و سرکار آقای مهندس یادگارنژاد که در مسیر نگارش با تمام وجود در جهت پیشبرد آن کمک نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. در آخر از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که در جهت در اختیار گذاشتن شرایط و امکانات برای انجام این تحقیق را فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

جدول ۲- مشخصات نقاط برداشت شده (ترازیابی)

شماره نقطه	مشخصات	شماره نقطه	مشخصات
۱	نقطه ثابت روی سنگ (لبه دره)	۷	نقطه ثابت برای ارتباط با ایستگاه بعد
۲	روی لبه حرکت	۸	اول جاده از سمت شروع حرکت (شمال)
۳	پایین لبه حرکت	۹	لبه گوشواره
۴	روی منطقه حرکتی (کنده ممرز)	۱۰	روی جاده
۵	انتهای منطقه حرکتی	۱۱	روی جاده
۶	بالای لبه حرکت (منطقه ثابت)	۱۲	نقطه ثابت (درخت کلهو)

جدول ۳- مشخصات مکانیکی خاک منطقه حرکتی

منطقه	حد خمیری LI	حد روانی PI	اندکس خمیری ^۱	درصد رطوبت طبیعی	طبقه‌بندی یونیفاید
شاهد	۲۴	۳۰			
حرکتی نسبتاً خشک	۵۴	۳۵	۴۱		MH لای ارتجاعی
	۴۱	۲۶	۳۶		CL رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه
حرکتی نسبتاً مرطوب	۴۴	۱۸	۴۹		CL رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه

^۱ اندکس خمیری برابر است با تفاضل حد روانی و حد خمیری.

جدول ۴- ترازیبی اولیه (زمستان)

ایستگاه	شماره نقاط	دید عقب	دید وسط	دید جلو	اختلاف ارتفاع (متر)
S1	۱	۰/۹۳	-	-	-
	۲	-	۰/۱۴	-	+
	۳	-	۱/۲۸	-	۱/۱۴
	۴	-	۰/۲۶	-	۱/۰۲
	۵	-	۳/۹۳	-	۳/۶۷
	۶	-	۰/۴۸	-	۳/۴۵
S2	۷	۰/۱۹	-	۴/۵۶	۴/۰۸
	۸	-	۱/۹۴	-	۱/۷۵
	۹	-	۳/۹۶	-	۲/۰۲
	۱۰	-	۳/۳	-	۰/۶۶
	۱۱	-	۳/۹۳	-	۰/۶۳
	۱۲	-	-	۱/۴	۲/۵۳
		مجموع			۱۳/۲۹
		اختلاف ارتفاع			-۴/۸۴

جدول ۵- ترازیبی نهایی (فصل بهار)

ایستگاه	شماره نقاط	دید عقب	دید وسط	دید جلو	اختلاف ارتفاع
S1	۱	۲/۶۴	-	-	-
	۲	-	۰/۴۳	-	+
	۳	-	۳/۴۷	-	۳/۰۴
	۴	-	۰/۹۲	-	۲/۵۵
	۵	-	۴/۲۲	-	۳/۳
	۶	-	۰/۷۷	-	۳/۴۵
S2	۷	۰/۴۵	-	۳/۹۸	۳/۲۱
	۸	-	۰/۳۵	-	۰/۱
	۹	-	۳/۵	-	۳/۱۵
	۱۰	-	۵	-	۱,۵
	۱۱	-	۴/۷۶	-	۰/۲۴
	۱۲	-	-	۲/۵۸	۲/۱۸
		مجموع			۱۴/۲۰
		اختلاف ارتفاع			-۳/۴۷

منابع

- گیلان). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. شماره ۱: ۱۷-۳۰.
- طرح جنگلداری سری ۱ امره. ۱۳۸۲. شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۴۱۲ صفحه.
- محمدی سوادکوهی، ن. حسینی، س.ع. ۱۳۹۱. تأثیر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک بر زمین لغزش‌های موجود در حاشیه جاده‌های جنگلی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تجن). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. در حال چاپ، ۱۲ص.
- کلارستاقی، ع. حبیب نژاد، م. احمدی، ح. ۱۳۸۶. مطالعه وقوع زمین لغزش‌ها در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و جاده‌سازی مطالعه موردی حوزه آبخیز تجن، ساری. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۲: ۹۱-۸۱.
- Pascual, T. 2001: A Report on the causes and Effects of landslides in Dhurch, Nepal. University of London. 235p.
- Rollerson, T. 2003: Klačawa Landslide Hazard mapping pilot project. Geological society of America (GSA). 219p.
- Varnes, D. J. 1984. Landslide hazard zonation: A review of Principles and Practice, UNESCO, France, 63p.
- احمدی، ح. ط. اسفندرانی، ع. ۱۳۸۰. بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکت‌های توده‌ای، منطقه اردل استان چهارمحال و بختیاری، مجله منابع طبیعی، جلد ۵۴، شماره ۴. ۳۲۰-۳۳۰.
- احتشامی، م. ۱۳۷۴. راهسازی، طرح هندسی و زیر سازی آن، جلد دوم، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۳۸۵ صفحه.
- حسینی، س.ع. ساریخانی، ن. و مجنونیان. ب. ۱۳۸۳. مطالعه پدیده زمین لغزه و طبقه‌بندی آن در جنگل خیرود کنار (نوشهر- استان مازندران). پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال دوم، شماره دوم، ۳۲-۳۹.
- ساریخانی، ن. و گرجی، م. ۱۳۸۲. بررسی امکانات تثبیت زمین لغزه در جاده‌های جنگلی. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۱. ۲۹-۳۸.
- شجاع، ر. مجنونیان، ب. ساریخانی، ه. ۱۳۸۶. تعیین قابلیت‌های مکانیک خاک جنگل سری گرازین خیرود کنار برای عملیات جاده‌سازی و بهره‌برداری. مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۶۰، شماره ۲. ۵۳۷-۵۴۴.
- عابدی، ط. حسینی، س.ع. نقدی، ر. ۱۳۸۹. مطالعه رابطه خواص مکانیک خاک و ایجاد زمین لغزش در مسیر جاده‌های جنگلی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سری چفروود

Research Journal of
Forest Science and Engineering

Vol. 1, No. 3, Autumn 2011

Assessment and Studying Landslide, its type and displacement along Forest Road Edge (Case study: Tajan Watershed-Mazandaran)

S. A. O. Hosseini*¹, N. M. Savadkuhi²

Abstract

Mass movements have caused important economic impacts in most of the provinces of Iran affecting roads, railroads, communication systems, irrigation and water channels, residential areas, forests and rangelands. Preventing the increase of costs and risks relating to land slide, it is necessary to identify and classify it and find the factors forming it in forests. There are several methods for landslide classification that are based on soil characteristics and movement on slopes and suggest techniques preventing its spreading. The landslide studied in this research is 500 meters in length and 70 meters in width located in Mazandaran Wood and Paper Co. forest (Tajan watershed, Mazandaran, Iran). First, some height measurements were performed by Teodolit Digital camera in 12 points (between two permanent points on both sides of the landslide and along the road) in both dry and wet seasons. Also, soil samples were obtained from the landslide at 20-40 cm depths. The landslide and its movement were classified due to soil components and its texture and natural moisture. The results showed that movement areas had soil with Low plasticity Clay (CL) and the control area had Medium plasticity Loam (ML) with 49 and 40 percent humidity, respectively. As the liquid limit is related to clay percent in soil, its high content showed that the amount of clay was high in this region. It was concluded that the reason of the landslide was soil satiation. Meanwhile, regarding to the specific soil condition in this area, it is susceptible to landslide and because of operations such as oil transmission pipe disturbed the drainage system, humidity was accumulated in soil and has lack of proper drainage.

Keywords: Landslide, Forest Road, Soil Mechanic, Leveling, Soil Moisture

1- Associate Prof. - Forestry Dep. - Sari Agricultural sciences and Natural Resources University

2- M. Sc. Graduated of ForeEngineering - Sari Agricultural sciences and Natural Resources University

*Corresponding author: A.Hosseini@sanru.ac.ir