مطالعه رابطه خواص مکانیکی خاک و ایجاد لغزش در مسیر جاده جنگلی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چفرود استان گیلان)

ط. عابدی[۱]، س. ع. حسینی[۲] و ر. نقدی[۳]

چکیده

ساخت جاده های جنگلی در واقع دخالت در طبیعت ناشناخته جنگل است که منجر به بهم زدن تعادل طبیعت منطقه می شود، مطالعه دقیق مشخصات مکانیک خاک می تواند در انتخاب تکنیک های مناسب جاده سازی و اجرای عملیات ساختمانی آن مفید باشد. تحقیق حاضر به دلیل وجود مشکل لغزش در جاده های جنگلی انجام گرفت و هدف، بررسی برخی مشخصات مکانیکی خاک و تأثیر آن بر حرکت های توده ای بود. جهت انجام پژوهش دو منطقه لغزشی کنار جاده در پارسل های ۱۰۵ و ۱۰۷ سری یک حوضه آبخیز چفرود انتخاب شده و سپس به مساحی، اندازه گیری طول، حداقل و حداکثر عرض، ارتفاع تاج و شیب متوسط اقدام شد. برای بررسی خاک تعداد ۴ گمانه حفر گردید (۲ گمانه در مناطق لغزشی و ۲ گمانه در مناطق ثابت به عنوان شاهد) و نمونه ها جهت انجام آزمایش های مکانیک خاک برداشت شدند. آزمایش های خاک شامل حدود آتربرگ، بافت و دانه بندی بود که نتایج آن نشان داد خاک مناطق لغزشی دارای بافت SC و مناطق شاهد CH و CL هستند. به علت وجود ریزدانه در خاک مناطق لغزشی و جذب و نگهداری رطوبت توسط آن که از درصد بالای رطوبت طبیعی خاک منطقه مشخص است و همچنین نامناسب بودن جریان زهکشی خاک و انجام عملیات جاده سازی دچار تحریک و لغزش شده است.

واژه های کلیدی: جاده جنگلی، مکانیک خاک، لغزش، حوزه آبخیز چفرود

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

مقدمه

جاده اساس و پایه اجرای طرح های جنگلداری می باشد، لذا پرداختن به ساخت و طراحی آن به سبب موقعیت ویژه آن دارای اعتبار خاصی است، چرا که پروژه ساخت جاده های جنگلی در واقع دخالت در طبیعت بکر و ناشناخته جنگل بوده و منجر به بهم زدن تعادل طبیعی منطقه می شود. مطالعه جوانب دقیق اختصاصات ژئومورفولوژیکی، زمین شناسی و مکانیک خاک می تواند در انتخاب تکنیک های مناسب جاده سازی و اجرای عملیات ساختمانی مفید واقع شود. مسائل و پدیده های بسیار متعدد در زمینه تأثیر رفتار خاک در ساختمان جاده وجود دارد. از جمله، مسائل مربوط به شرایط پایداری شیروانی های خاکی جاده های موجود در طرحهای جنگلداری شمال ایران (به دلیل قرار گرفتن در مناطق کوهستانی) مطالعه مکانیک خاک نه تنها می تواند از هزینه های احتمالی نگهداری جاده بکاهد بلکه با توجه به این بررسی ها از تخریب اکوسیستم های طبیعی مانند لغزش، رانش و فرسایش خاک جلوگیری نماید (۴).

در دامنه های پر شیب با انجام عملیات خاکبرداری، پایداری کاهش می یابد و چون در بسیاری از شرایط زمین شناسی شیب طبیعی در مرز تعادل قرار دارد، افزایش شیب به احتمال زیاد منجر به حرکات توده ای خاک و یا حتی گسیختگی هایی می شود، بنابراین باید از قبل پیشگیری های لازم در نظر گرفته شود (۱۰). اندازه گیری لغزش برای ارزیابی لغزشها ضروری است و جهت تعیین میزان حساسیت و خطر به کار می رود. اندازه گیری لغزشها به روشهای مختلف از جمله اندازه گیری زمینی یا اندازه گیری با عکسهای هوایی، نقشه های ژئومورفولوژی، مهندسی زمین شناسی و شیب امکانپذیر است (۷). کبیری کوپایی (۹) مشخصات مکانیکی خاک در جنگل آموزشی شصت کلاته با کاربرد در جاده سازی جنگل را مورد بررسی قرار داد. بررسی های آزمایشگاهی شامل تعیین دانه بندی و تعیین حدود آتربرگ انجام گرفت و مشخص گردید که خاک جنگل، ریزدانه و رسی با حد روانی پایین می باشد. احمدی (۳) به بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکت های توده ای (لغزش) در منطقه اردل استان چهارمحال و بختیاری پرداخته و عوامل ایجاد کننده لغزش در منطقه مورد مطالعه را رطوبت و تکتونیک معرفی کرده است. حسینی (۸) در ارزیابی میزان و نوع حرکات توده ای در محدوده جاده های احداث شده در جنگل خیرودکنار، سه نوع حرکت: ریزش، لغزش و سولیفلوکسیون را در مناطق حرکتی مختلف شناسایی نمود و نهایتاً جداول آزمایش های مکانیک خاک و میزان جابجایی خاک برای تجزیه و تحلیل حرکت توده ای و طبقه بندی آنها در منطقه مورد مطالعه بدست آمد. زیزیر (۲۰) با جمع آوری داده ها از ۵ منطقه لغزشی در شمال لیسبون، به تفسیر وضعیت زمین شناسی و ژئومورفولوژی مناطق پرداخته است. تراکم لغزش در شیب های بالای ۲۰ درصد، بیشتر است. اما بزرگ ترین منطقه ناپایدار در شیب های ۱۰ تا ۵۰ درصد است. مهم ترین عوامل دخیل در لغزش ساختار سنگ شناسی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

و زمین شناسی، ژئومورفولوژی و زاویه شیب، کاربری زمین، وجود لغزش های قدیمی و فعالیت های انسانی (دخالت های انسان بصورت ایجاد برش در شیب های ناپایدار) شناخته شد. بزرگ ترین حرکت ها در رس های ژوراسیک، مارن و سنگ آهک رخ داده است. زیگلر (۲۱) جاده های جنگلی حوزه آموزشی پنگهام در شمال تایلند که در اثر عبور جریانات زیرسطحی از سطح جاده، رسوبگذاری و فرسایش شدید در آن اتفاق افتاده بود، را مورد بررسی قرار داد. وی تغییرات رطوبت خاک را در سه عمق متفاوت (۰، ۲۰ و ۴۰ سانتیمتری) را بررسی کرده و از مقایسه تأثیر کشاورزی، جاده سازی و بارندگی به این نتیجه رسید که فعالیت های کشاورزی سبب تخلیه آب رودخانه شده و رفت و آمد وسایل نقلیه نیز سبب افزایش رسوبگذاری و لغزش در سطح جاده شده است و در فصل بارندگی نیز با بالا آمدن سفره آب زیرزمینی جریان آب به سطح جاده بیشتر می شود. وو و همکاران (۱۸) در مطالعات خود در حاشیه رودخانه یانگتسه ضمن اشاره به روشهای مختلف برداشت مناطق حرکتی به پهنه بندی زمین لغزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره نمودند و با برداشت صحرایی اطلاعات خاک به عنوان مطالعات تکمیلی نتیجه گرفتند که بافت سنگین خاک و شیب بالای دامنه ها عامل اصلی بیشتر لغزشها در منطقه مورد مطالعه می باشد. کراگستد (۱۱) یک طرح کلی از ارزیابی کمی احتمال وقوع لغزش در طراحی جاده های جنگلی برای جنگل های امریکای شمالی ارائه داد. او با استفاده از مقایسه نقاط لغزشی با نقاطی شبیه به این مناطق معادلات رگرسیونی بدست آورد، با استفاده از عوامل مؤثر در ایجاد لغزش مثل شیب، ویژگی های خاک و غیره مدل های زیادی برای احتمال وقوع لغزش در منطقه ارائه داد. لی و همکاران (۱۴) به شناسایی نوع حرکت در مناطق کوهستانی با روش تجربی و استفاده از آزمایشهای مکانیک خاک و به شیوه مدل اطلاعاتی و احتمالات پرداختند. زایچیک (۱۹) با استفاده از درجه شیب و رطوبت نسبی خاک یک مدل پیش بینی خطر لغزش ارائه داد. این مدل برای منطقه ای در هندوراس که به شدت در معرض خطر لغزش قرار داشت به کار برده شد و پایداری آن پیش بینی و بطور تجربی ارزیابی گردید. بورگا (۵) اثر جاده های جنگلی را بر وقوع لغزش در چهار منطقه در شمال ایتالیا مورد مطالعه قرار داد. او از مدلی استفاده کرد که اثر جاده های جنگلی را روی جریانات زیرسطحی دامنه تعیین می کرد. نتایج این بررسی نشان داد که چگونه مسیر جریانات زیرسطحی بوسیله جاده های جنگلی تغییر می نماید و این تغییرات چه تأثیری روی ایجاد لغزش در مناطق شیبدار حساس و مستعد به لغزش و همچنین سیمای طبیعی مناطق جنگلی دارد. والستاد و همکاران (۱۲) با بررسی منطقه لغزشی استورگا در شمال نروژ به این نتیجه رسیدند که با وجود شیب کم منطقه (۱۳ تا ۱۴ درصد) وجود لایه های رس و فشار منفذی بالای خاک منطقه لغزشی و تخلیه نامناسب رطوبت از آن سبب بروز لغزش شده است. گالی و همکاران (۷) به اندازه گیری و نقشه برداری از لغزشهای منطقه Umbria

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

واقع در مرکز ایتالیا پرداختند. بدین ترتیب آنها جزئیاتی از وضعیت ژئومورفولوژیکی لغزشها، موقعیت، نوع و فراوانی آنها و اطلاعات آماری مربوط به شیبهای لغزشی منطقه را بدست آوردند و نقشه لغزشها را تهیه کردند. نودت و همکاران (۱۵) با ترکیب ویژگیهای ژئو مورفولوژیکی و ژئو فیزیکی به ارزیابی لغزشهای روستای Bosco Piccolo (منطقه Basilicata واقع در جنوب ایتالیا) پرداختند و برای واسنجی اقدام به حفر گمانه نمودند. مساحت این لغزش ۴ هکتار و عمق آن ۲۰ متر بود، منطقه دارای تشکیلات رسی- مارنی بوده و نتایج نشان داد این لغزش پس از ذوب شدید برف طی افزایش درجه حرارت در یک دوره کوتاه که در اثر آن حجم زیادی از برفها ذوب شدند، اتفاق افتاد. لیبورگ و همکاران (۱۳) با بررسی چرخه آب و خاک در لغزشهای منطقه Vence واقع در جنوب شرق فرانسه به این نتیجه رسیدند که بارش بارانهای سنگین در خاکهای رسی- شنی روی سنگ بستر مارنی بیشترین فراوانی لغزشها را نشان داد. آبیب و همکاران (۱) لغزشهای ارتفاعات و حاشیه دره ها را در اتیوپی مورد بررسی قرار دادند. ارتفاع زیاد، توپوگرافی ناهموار، بالا آمدگی های دوره پلیو کواترنری، ایجاد افق رسی در لایه های رسوبی، شبکه متراکم گسیختگی های تکتونیکی و گسلها، لایه ضخیم آبرفتی روی برآمدگیهای آتشفشانی، لایه ضخیم خاک واریزه ای و واریزه های آبرفتی در شیبهای تند و بارندگیهای سنگین تابستانه را از عوامل ایجاد کننده انواع مختلف حرکتهای توده ای معرفی کردند.

با توجه به اینکه در جاده های جنگلی حوزه مدیریت جنگلهای شفارود و به خصوص در این سری، مجری طرح به دلیل شرایط جابجایی توده ای خاک در حاشیه جاده به اطلاعاتی در زمینه نحوه حرکت خاک در ترانشه ها و مطالعات وضعیت مکانیکی خاک و ارزیابی لغزش نیاز اجرایی داشته، لذا نتایج این تحقیق برای جاده موجود و میزان استفاده در امر حمل و نقل در آینده می تواند مجری را در برنامه ریزی آینده یاری نماید.

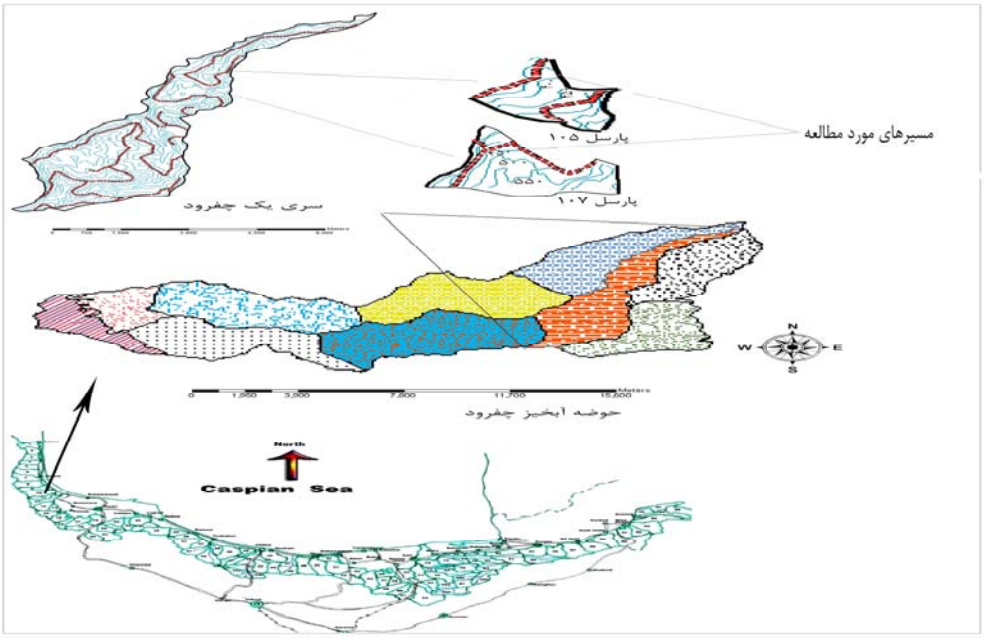
مواد و روشها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

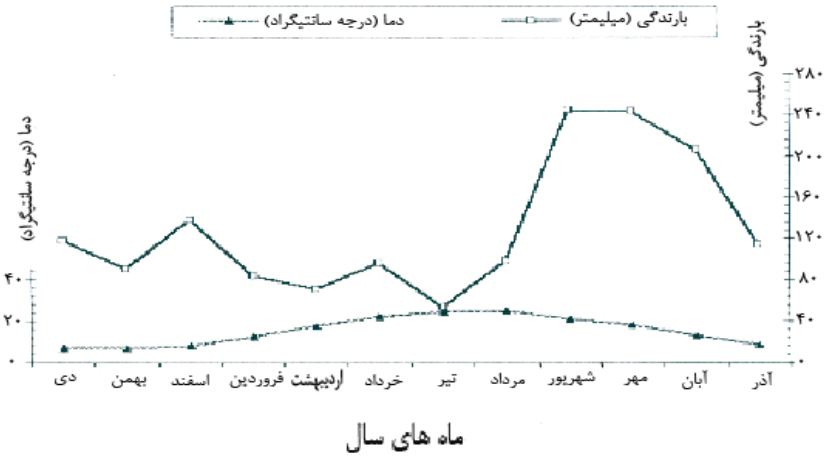
سری وزن با مساحت ۱۷۶۰ هکتار اولین سری از حوزه آبخیز چفرود می باشد که تحت نظر جنگلداری فومن و اسالم واقع گردیده و مختصات جغرافیایی آن ″۴۰ ′۹ °۴۸ و ″۳۰ ′۵ °۴۹ طول شرقی و ″۵ ′۲۴ °۳۷ و ″۰ ′۳۰ °۳۷ عرض شمالی می باشد. از نظر ارتفاعی بین ۱۵۰ تا ۷۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. در این تحقیق پارسلهای ۱۰۵ و ۱۰۷ از این سری مجموعاً به مساحت ۱۳۵ هکتار که در سالهای اخیر دارای مشکلات حرکت های توده ای و فعال بودن زمین لغزش های قابل ملاحظه، بعنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند (شکل ۱). در منطقه مورد مطالعه هیچ نوع ایستگاه هواشناسی وجود ندارد به همین دلیل از آمار ایستگاه پیلمبرا به عنوان نزدیکترین ایستگاه به حوزه آبخیز استفاده شده است در شکل ۲ منحنی آمبروترمیک ایستگاه پیلمبرا (۱۳۸۳-۱۳۷۴) نشان داده شده، منطقه فاقد فصل

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

خشک است. جنگل دانه زاد ناهمسال نامنظم و تیپ آن پهن برگ آمیخته است. جهت عمومی پارسلها، شمالی که در محدوده ارتفاعی ۳۰۰ تا ۷۰۰ متر از سطح دریا واقع شده اند. شیب غالب جنگل ۵۰٪-۲۰٪ می باشد. موجودی جنگل ۲۲۰ مترمکعب در هکتار است که گونه غالب آن ممرز است. نوع سنگ مادر آهک ناخالص، مخلوط سنگهای آذرین با لایه های کنگلومرا و شیست قهوه ای تا سیاه و تیپ خاک جنگل قهوه ای جنگلی است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و جاده های مورد بررسی.



شکل ۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه پیلمبرا (۱۳۸۳-۱۳۷۴).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

جاده های موجود گزارش گردیده است. بنابراین جاده های موجود در پارسلهای ۱۰۵ و ۱۰۷ (مسیر های ۱۰ چفرود در پارسل ۱۰۵ و ۳۱ سیاهکش در پارسل ۱۰۷) که در سال ۱۳۸۲ احداث شده اند، از نظر مشکلات لغزش و حرکات توده ای مورد ارزیابی قرار گرفته و در هر پارسل بزرگترین نقاط حرکتی (مناطقی که از نظر سطح لغزش قابل ملاحظه بودند) بعنوان مناطق مورد بررسی انتخاب شدند. به این ترتیب که پس از مساحی، طول، حداقل و حداکثر عرض و ارتفاع تاج مناطق حرکتی اندازه گیری شده و تعداد چهار گمانه جهت تهیه نمونه خاک روی مناطق حرکتی و ثابت (به عنوان شاهد) حفر شد. عمق گمانه ها با توجه به وضعیت سنگ بستر متفاوت و نمونه های خاک شامل ۸ نمونه بود که در شهریور سال ۱۳۸۴، به این ترتیب که از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر اول خاک یک نمونه و ۱۰ سانتیمتر آخر که روی سنگ بستر قرار می گیرد نیز یک نمونه در هر منطقه (حرکتی و شاهد) برداشت شد و در نهایت ۴ نمونه از نقاط لغزشی و ۴ نمونه نیز از مناطق شاهد (ثابت) تهیه شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایشات مکانیک خاک شامل تعیین حدود آتربرگ (حد روانی، حد خمیری، حد انقباض و شاخص های مربوط به آنها)، بافت، دانه بندی و درصد رطوبت طبیعی خاک جهت تعیین نوع خاک درگیر حرکت انجام شد.

نتایج و بحث

پس از انجام عملیات مساحی، مشخصات مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ تنظیم گردید.

اندازه گیری لغزشها برای اهداف مختلفی به کار می روند از جمله نشان دادن وضعیت و نوع لغزش در یک منطقه، نشان دادن عوامل مؤثر بر لغزشها مثل زمین لرزه، بارندگی شدید یا ذوب برفها، نشان دادن فراوانی حرکتهای توده ای، توزیع لغزش در مناطق مختلف، ریزش شیبها و بدست آوردن اطلاعات لازم برای تعیین مناطق حساس به لغزش که بوسیله آنها می توان میزان حساسیت منطقه به لغزش را پیش بینی کرده و نقشه های آنها را تهیه کرد (۷).

جدول ۱- مشخصات مناطق لغزشی مورد مطالعه

مشخصات	مسیر ۱۰ چفرود	مسیر ۳۱ سیاهکش
پارسل	۱۰۵	۱۰۷
مساحت (مترمربع)	۴۶۷/۱۶	۲۳۲/۸۸
شیب متوسط (درصد)	۷۵	۵۵
طول (متر)	۲۲/۵	۱۰
حداکثر عرض (متر)	۳۲/۵	۳۷/۵
حداقل عرض (متر)	۱۳	۱۷
ارتفاع تاج (متر)	۳/۸۰	۲/۷۰

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

نتایج مربوط به آزمایش های مکانیک خاک نیز در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده اند.

جدول ۲- وضعیت دانه بندی و بافت خاک در پارسل ۱۰۵ (مسیر ۱۰ چفرود)

بافت خاک	درصد درشت دانه	درصد ریز دانه	عمق گمان (سانتیمتر)	مشخصات نمونه
CH	۳	۹۷	۲۰ -۳۰	شاهد
CL	۹	۹۱	۱۴۰ -۱۵۰	
SC	۵۳/۴	۴۶/۶	۲۰-۳۰	لغزشی
SC	۶۷/۱	۳۲/۹	۱۰۰ -۱۱۰	

جدول ۳- مشخصات دانه بندی و بافت خاک پارسل ۱۰۷ (مسیر ۳۱ سیاهکش)

بافت خاک	درصد درشت دانه	درصد ریز دانه	عمق گمانه (سانتیمتر)	مشخصات نمونه
CH	۲۱/۳	۷۸/۷	۲۰-۳۰	شاهد
CH	۲۵/۵	۷۴/۵	۱۳۵-۱۴۵	
SC	۵۳/۸	۴۶/۲	۲۰-۳۰	لغزشی
SC	۵۰/۸	۴۹/۲	۶۵-۸۰	

علائمی نظیر وجود بریدگی، زخم و خاک های لخت و عاری از پوشش گیاهی، نبودن درختان کهن و قطور، وجود درختان جوان (اغلب توسکا) و تمایل شدید درختان در جهت های مختلف (بیشتر به سمت دره) را از علائم مناطق لغزشی در جنگل های شمال کشور عنوان شده است (۱۷) که تمامی این علائم در منطقه مورد مطالعه وجود داشتند. با توجه به مشخصات بافت و دانه بندی (جداول ۲ و ۳) و همچنین شکل جابجایی خاک، نوع حرکت، لغزش معرفی شد. پدیده لغزش، نتیجه حرکت مواد در روی دامنه است که در اثر آب و نیروی ثقل ایجاد می گردد، سازندی که پدیده لغزش را به وجود می آورد دانه درشت تر از سولیفلکسیون است. از ویژگی های لغزش ها، وجود سطحی است که در امتداد آن، برش یا بریدگی توده رخ داده و توده لغزیده در امتداد آن از محل اصلی خود جدا می شود. در مناطق کوهستانی در اثر یخ زدگی قشر سطحی مواد ریزدانه و ذوب آن در فصول گرم پدیده لغزش ایجاد می نماید (۲). حرکت رو به پایین و به سمت خارج است و مواد جابه جا شده دارای مرزهای تعریف شده هستند (۱۶). نتایج آزمایش های مکانیک خاک در مسیر ۱۰ (پارسل ۱۰۵) نشان داد میزان رطوبت طبیعی در منطقه شاهد و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

لغزشی با افزایش عمق، کاهش یافته و این نشان می دهد که رطوبت در سطح بیشتر از عمق است و این امر در منطقه شاهد به این صورت مشهود است که خاک سطحی دارای بافت رسی با حد روانی بالا و خاک عمق، رس با حد روانی پایین می باشد، بنابراین مقادیر حد روانی، حد خمیری و حد انقباض نیز در سطح بیشتر است. در منطقه لغزشی بافت خاک در سطح و عمق شن همراه با رس است و به ترتیب از سطح به عمق دارای ۴۶/۶ و ۳۲/۹ درصد ریزدانه است (جدول ۲).

نتایج آزمایش های مکانیک خاک در مسیر ۳۱ (پارسل ۱۰۷) نیز به این ترتیب نشان داد که میزان رطوبت طبیعی در منطقه شاهد و لغزشی با افزایش عمق، افزایش یافته و این امر بیان می کند که رطوبت در عمق بیشتر از سطح است و لایه های رس که در اعماق خاک بطور پراکنده وجود دارند دارای رطوبت بیشتری بوده و از آنجایی که رس رطوبت خود را به کندی از دست می دهد، وجود رطوبت زیاد در عمق باعث ناپایداری بیشتر خاک می شود. نتایج حاصل از منطقه شاهد نشان داد که خاک سطح و عمق دارای بافت رسی با حد روانی بالا می باشد، بنابراین مقادیر حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری از سطح به عمق افزایش می یابد. اما حد انقباض از سطح به عمق کاهش یافته است و حد انقباض درصد رطوبتی از خاک است که اگر رطوبت خاک از آن مقدار کمتر باشد تغییر حجمی به علت تغییر رطوبت در خاک رخ نمی دهد. در منطقه لغزشی بافت خاک در سطح و عمق شن همراه با رس است و به ترتیب از سطح به عمق ۴۶/۲ و ۴۹/۲ درصد ریزدانه دارد (جدول ۳).

با توجه به درصد ریزدانه خاک ها، طول مدتی که رطوبت در آن خاک به صورت خمیری باقی می ماند بیشتر است و خاک در اثر عبور و مرور تغییر شکل داده و با افزایش رطوبت به حالت روان درمی آید (معیار شاخص روانی) (جداول ۴ و ۵). بنابراین خاک منطقه مورد مطالعه از نظر کیفیت و قابلیت عبور و مرور بسیار ضعیف بوده و نیاز به زهکشی و تثبیت دارد، والستاد (۱۲) نیز عامل وجود لایه های رس و تخلیه نامناسب رطوبت را از عوامل ناپایداری در منطقه مورد مطالعه خود معرفی کرده است.

جدول ۴- مشخصات مکانیک خاک پارسل ۱۰۵ (مسیر ۱۰ چفرود)

مقاومت در حالت خشکی	درجه خمیری	رطوبت طبیعی (٪)	شاخص روانی (٪)	شاخص خمیری (٪)	حد انقباض (٪)	حد خمیری (٪)	حد روانی (٪)	عمق گمانه (سانتیمتر)	مشخصات نمونه
زیاد	خمیری	۵۴/۲۹	۱/۰۷	۲۹/۵۰	۱۶/۶۹	۲۲/۸۰	۵۲/۳۰	۲۰-۳۰	شاهد
زیاد	خمیری	۵۷/۶۸	۱/۰۳	۳۶/۶۰	۱۶/۱۸	۲۹/۹۰	۵۶/۵۰	۱۳۵-۱۴۵	
زیاد	خمیری	۴۹/۵۷	۱/۱۷	۲۵/۴۰	۱۳/۷۰	۱۹/۸۰	۴۵/۲۰	۲۰-۳۰	لغزشی
زیاد	خمیری	۵۰/۶۰	۱/۰۶	۲۶/۶۰	۱۵/۴۱	۲۲/۴۰	۴۹	۶۵-۸۰	

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

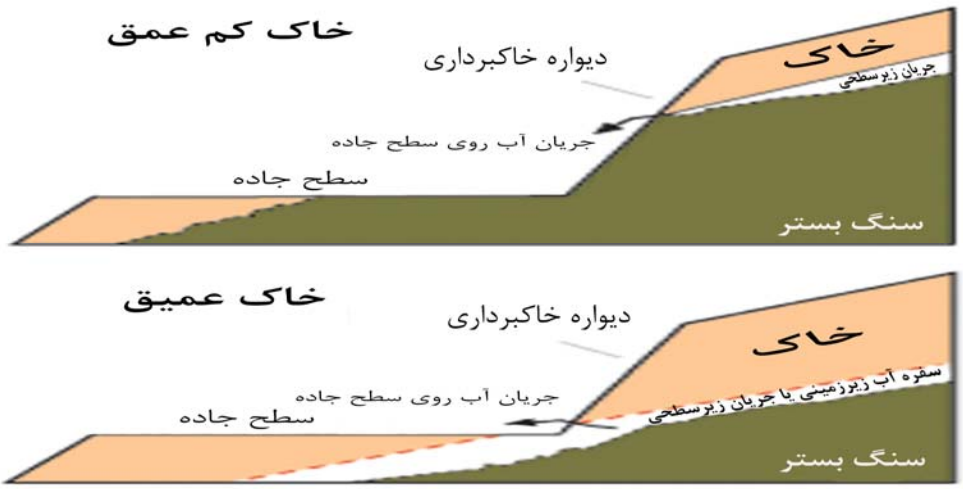
جدول ۵ - مشخصات مکانیک خاک پارسل ۱۰۷ (مسیر ۳۱ سیاهکش)

مقاومت در حالت خشکی	درجه خمیری	رطوبت طبیعی (٪)	شاخص روانی (٪)	شاخص خمیری (٪)	حد انقباض (٪)	حد خمیری (٪)	حد روانی (٪)	عمق گمانه (سانتیمتر)	مشخصات نمونه
زیاد	خمیری	۵۵/۹۷	۱/۱۰	۳۰	۱۷/۷۲	۲۳/۱۰	۵۳/۱۰	۲۰-۳۰	شاهد
زیاد	خمیری	۵۱/۷۷	۱/۱۲	۲۶/۸۰	۱۵/۴۸	۲۱/۶۰	۴۸/۵۰	۱۴۰-۱۵۰	
زیاد	خمیری	۵۳/۲۹	۱/۱۳	۲۸/۸۰	۱۳/۲۱	۲۰/۶۰	۴۹/۴۰	۲۰-۳۰	
زیاد	خمیری	۵۲/۴۰	۱/۰۷	۲۸	۱۵/۱۰	۲۲/۵۰	۵۰/۵۰	۱۰۰-۱۱۰	لغزشی

با عنایت به اطلاعات تشریح پارسل و عمق خاک (نقشه های زمین شناسی و خاکشناسی) در منطقه مورد مطالعه و عمق گمانه های حفر شده تا رسیدن به سنگ بستر چنین نشان داد که سنگ بستر منطقه مخلوط سنگ های آذرین با لایه های آهکی کنگلومرا است و لایه های رس به صورت صفحات گسسته در اعماق مختلف خاک پراکنده بوده و در نتیجه با نفوذ رطوبت به آنها و به دلیل لغزنده بودن این لایه غیر قابل نفوذ، خاک روی آن سر خورده و موجب جابجایی خاک می گردد که نتایج تحقیق حسینی (۸) و آبیب و همکاران (۱) این مسئله را تأیید می نماید. همچنین لیبورگ و همکاران (۱۳) وجود بارندگی در مناطق لغزشی دارای خاکهای شنی- رسی را گزارش داده اند.

با وجود خاک سست منطقه و با توجه به اینکه خاک مناطق لغزشی از نوع SC بوده و مطابق معیارهای فنی طراحی شیب شیروانی در نشریه ۱۳۱ سازمان برنامه و بودجه (۶) در این نوع خاک ها شیب شیروانی های خاکبرداری ۱:۲ قابل قبول بوده ولی شیب شیروانی خاکبرداری منطقه لغزشی پارسل ۱۰۵، ۳:۴ و پارسل ۱۰۷، ۴:۵ می باشند اما در مناطق شاهد شیب شیروانی ۱:۲ رعایت شده است. که این عامل روی ایجاد حرکت های توده ای نقش بسزایی در منطقه دارد. مطابق تحقیق بورگا (۵) احداث جاده و انجام عملیات خاکبرداری سبب قطع جریان رواناب و جریانات زیرسطحی دامنه شده و این جریانات بصورت رواناب در سطح دامنه خاکبرداری و روی جاده جاری شده و سبب ناپایداری شیب شیروانی خاکبرداری می گردد که این امر در منطقه مورد مطالعه بصورت شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده است و یکی از عوامل محرک در ایجاد لغزش می باشد. نودت و همکاران (۱۵) طراحی سیستم زهکشی را یکی از عوامل مهم و مؤثر در مقاومت شیبها با خاک رسی- مارنی معرفی کرده اند. همچنین آبیب و همکاران (۱) کاهش خطر لغزش را در وهله اول بستگی به زهکشی شیبها دانسته اند. جوی های کناری نیاز به پاک شدن دارد تا آب به خوبی در آن جریان یابد و سطح جاده خشک نگه داشته شود،

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۳- شمایی مشابه وضعیت ورود آب های زیر سطحی به سطح جاده در منطقه مورد مطالعه.

کبیری کوپایی (۹) در جاده های جنگلی شصت کلاته این عامل را یکی از عوامل مهم در جلوگیری از لغزش جاده های جنگلی معرفی کرده است. کراگستد (۱۱) در ارائه مدل جهت پیش بینی احتمال وقوع لغزش در جاده های جنگلی، در منطقه مورد مطالعه دو عامل شیب (m) و دخالت در طبیعت (جاده سازی) (n) را به صورت m×n دخالت داد یعنی این دو عامل کاملاً به هم وابسته و غیر قابل تفکیک هستند بطوریکه در شیب بالاتر از ۳۰ درصد، عملیات جاده سازی سبب بروز لغزش شده است در مورد مناطق مورد مطالعه در این تحقیق شیب متوسط در مسیر ۱۰، ۷۵ درصد و در مسیر ۳۱، ۵۵ درصد می باشد، که احداث جاده بدون رعایت اصول شیب های شیروانی عامل محرک ایجاد لغزش بوده است. اما در مناطق شاهد ممکن است بدلیل رعایت شیب شیروانی متناسب با شیب دامنه این مشکل بروز نکرده است. بطوریکه زیزیر (۲۰) نیز دخالت انسان ها بصورت ایجاد برش در شیب های ناپایدار را از عوامل ایجاد لغزش در منطقه مورد مطالعه خود بیان کرده است. با توجه به پیچیدگی مسئله حرکت های توده ای نمی توان بطور قطعی در مورد آنها بحث کرد و بنظر می رسد عوامل دیگری غیر از عوامل مورد بررسی در این تحقیق نیز در وقوع و تشدید این مشکل در منطقه مورد مطالعه تأثیر گذار بوده که نیاز به بررسی دقیق تر است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مدیریت شرکت سهامی جنگل شفارود و دانشکده فنی دانشگاه گیلان بی نهایت تشکر و قدردانی می شود.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

منابع

1. Abebe B., F. Dramis, G. Fubelli, M. Umer and A. Asrat. 2010. Landslides in the Ethiopian highlands and the Rift margins. Journal of African Earth Sciences 56: 131-138.
2. Ahmadi, H. 2000. Applied geomorphology (water erosion), Tehran University Publication, 688 pp.
3. Ahmadi, H. and A.T. Esfanderani. 2001. Investigation of effective factors on mass movement (Landslide) case study: Ardal, Chahar mahal and bakhtiari). Journal of Iranian Natural Resources. 54(4): 323-329.
4. Amanzadeh, B. 1996. Investigation of soil mechanical characteristics in forest planning of Rek (Talesh) by using in road construction. Msc thesis of forestry, University of Guilan, 105 pp.
5. Borga, M. 2005. Evaluating the influence of forest road on shallow landsliding. Ecological modeling. 187: 85-98.
6. Bureau of Research and Technical Criteria of Planning and Budget Organization. 1994. Guidline of plan, implementation and utilization of forest roads. Review 131. Publication of Planning and Budget, 175 pp.
7. Galli, M., F. Ardizzone, M. Cardinali, F. Guzzetti and P. Reichenbach. 2008. Comparing landslide inventory maps. Geomorphology 94: 268-289.
8. Hosseini, S.A., N. Sarikhani and B. Majnunian. 2004. Landslide Studying and its Classification in Kheyrudkenar Forest (Nowshahr-Mazandaran Province). Khazar Bulletin of Agriculture and natural resources. 2(2): 25-37.
9. Kabiri Koupaei, K. 1998. Determination of soil mechanical characteristics of research and educational forest of Shast kalate by considering to forest road construction. Msc thesis of forestry, University of Agriculture and Natural Resources of Gorgan, 105 pp.
10. Komak panah, A. 1994. Descriptive methods at the investigation of natural slop stability. Copy 3. Publication of international Institute of Earthquake engineering and Seismology. 411 pp.
11. Krogstad, F. 2001. Incorporating landslide probability into operations planning. The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium, 71-77.
12. Kvalstad, T.R. and L. Anderson. 2005. The Storegga slide: evaluation of triggering sources and slide mechanics. Marine and Petroleum Geology 22: 245-254.
13. Lebourg, T., M. hernandez, S. Zerathe, S.El. Bedoui, H. Jomard and B. Fresia. 2010. Landslides triggered factors analysed by time lapse electrical survey and ultidimensional statistical approach. Accepted manuscript, Engineering Geology doi: 10. 1016.
14. Lee, S., T. Choi and K. Min. 2002. Land slide susceptibility analysis and verification using the Bayesion probability model. Environmental Geology. 43, 120-131.
15. Naudet, V., M. Lazzari, A. Perrone, A. Loperte, S. Piscitelli and V. Lapenna. 2008. Integrated geophysical and geomorphological approach to investigate the snowmelt-triggered landslide of Bosco Piccolo village (Basilicata, southern Italy). Engineering Geology 98: 156-167.
16. Parsa, A. 2003. Evaluation of slope movement in Guilan area and recommendation

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

for stabilization. Msc thesis of civil engineering, University of Guilan, 127 pp.
17. Sarikhani, N. 1999. Recipe of forest road construction projects. Management and Planning Organization. Review 148. 200 pp.
18. Wu, S., L. Shi, R. Wang and R. Xu. 2001. Zonation of the Landslide hazards in the Foreservior region. Engineering Geology. 59, 51-57.
19. Zaitchik, B.F. 2003. Appling a GIS slope-stability model to site-specific landslide prevention in Honduras. JIF 2003. No. 1 volume 58.
20. Zêzere, J.L. 1999. Landslide in the north of Libson region (Portugal): Conditioning and triggering factores, Phys. Chem. Earth (A) 24, 10: 925-934.
21. Ziegler, A.D. and T.W. Giabelluca. 2000. Runoff generation on unpaved road, path, and agricultural land in northern Thailand. Earth surface processes and landform 25(5): 519-534.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]

Study of Relationship Between Soil Mechanical Characteristic and Landslide in Forest Road Route (Case Study: Chafroud Watershed Guilan Prov.)

T. Abedi[1], S.A. Hoseini[2] and R. Naghdi[3]

Abstract

Road construction in forest area is interfering in natural environment of forest and it is caused to derange it. So, studying of soil mechanic and its characteristics is a need. It is useful to choose the suitable road construction technique. This research was carried out because of landslide problem in forest road. Investigation of some mechanic characteristics of soil and its effect on mass movement was studied. For this research two zones of road side were selected in two parcels (No. 105 and 107) were located on Chafroud district in Guilan Province. Then surveying, Length measuring, Min. and Max. Width, height and slope of soil movement in two zones were measured. Four boreholes were dug (two in moved area and two in stable area) and the soil samples were sent to soil mechanic laboratory. Some mechanical testes like soil texture, liquid and plastic limits (Aterberg Limits) were done and so the results show that in moved soil the texture was SC and for stable area were CL and CH. The process of moisture changing in soil was investigated. Absorption of moisture with fine soil, undesirable drainage and stimulation of road construction cause landslide in study area.

Keywords: Forest Road, Soil Mechanic, Landslide, Chafroud watershed

1- Former M. Sc. Student, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

2- Assistant professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

3- Assistant professor, College of Natural Resources, University of Guilan

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-07]