

## مطالعه و ارزیابی زمین لغزش و تاثیر آن بر وضعیت رویشگاه (مطالعه موردی: سری خال خیل)

سمانه محمدزایی\*، سید عطاءاله حسینی<sup>۲</sup>، مهران نصیری<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار گروه مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

smohammadzaei@yahoo.com

### چکیده

کشور ایران به دلیل داشتن وضعیت جغرافیایی خاص و شرایط متنوع زمین شناسی و اقلیمی، با بلایای طبیعی گوناگون از جمله پدیده زمین لغزش روبرو است، که در بعضی نقاط کشور بخصوص در حوزه‌های آبخیز شمال کشور به طور گسترده و فراوان مشاهده می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی اثر پدیده زمین لغزش بر برخی عوامل مهم رویشگاه می‌باشد. منطقه مورد مطالعه سری خال خیل در حوزه آبخیز شماره ۷۰ و در ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان ساری واقع می‌باشد. ابتدا با بازدید از منطقه لغزشی شیب و جهت شیب، طول و عرض مسیر حرکت و ارتفاع از سطح ژئوئید مورد برداشت قرار گرفت. سپس به مطالعه کمی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه حرکتی و منطقه فاقد حرکت، وضعیت خاکشناسی و سنگ بستر و وضعیت زهکش‌ها در منطقه پرداخته شد و در پایان پروفیل‌های عرضی در محل نصب کالورت‌ها با نرم افزار RoadEng طراحی شد. نتایج این بررسی نشان داد از نظر وضعیت کمی گونه‌های گیاهی در منطقه فاقد حرکت، دارای کمیت بالاتری هستند و گونه‌های گیاهی در منطقه حرکتی موجود در بالای شیب نسبت به پایین شیب وضعیت کمی با ارزش پایین‌تری دارند. همچنین با توجه به اینکه سنگ مادر منطقه از نوع مارن، آهک مارنی و آهک ماسه‌ای همراه با کنگلومرای آهکی می‌باشد، وجود لایه مارن سبب کاهش نفوذپذیری هرزآب‌ها شده است، از طرفی دیگر به دلیل بالا بودن سطح آبروهای عرضی نسبت به جریان آبراهه‌ها، آبراهه‌ها از مسیر خود منحرف شده و با نفوذ آب به زیر ساختمان جاده باعث شسته شدن خاک و تسهیل روند حرکت توده‌ای شده‌اند.

**کلمات کلیدی:** بلایای طبیعی، زمین لغزش، کالورت، سری خال خیل

## مقدمه

امروزه کاهش صدمات زیست محیطی ناشی از اقدامات عمرانی در اکوسیستم‌های طبیعی مانند اکوسیستم‌های جنگلی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، تا آنجا که تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان کارهای عمرانی در اکوسیستم‌های جنگلی را به فکر بکارگیری راهکارهایی برای به حداقل رساندن اینگونه صدمات انداخته است. یکی از پدیده‌هایی که در اکوسیستم‌های جنگلی موجب ایجاد صدمات زیست محیطی قابل توجه می‌گردد، حرکات توده‌ای می‌باشد. حوزه‌های شمالی کشور از جمله مناطقی هستند که میزان درصد زمین لغزش آنها به طور نسبی زیاد است (رنجبر م، ۱۳۹۱). پدیده زمین لغزش در نتیجه حرکت مواد در روی دامنه، در اثر آب و نیروی ثقل ایجاد می‌گردد. نیروهای درونی و بیرونی از عوامل موثر بر زمین لغزش‌ها هستند. همچنین زمین لغزش‌ها رابطه نزدیکی با اقلیم منطقه دارند. آنها معمولاً در منطقه‌ای با زمین شناسی سست، شیب تند و بارندگی زیاد آشکار می‌گردند. از مهم‌ترین عوامل تشدید لغزش و رانش در جنگل‌های شمال ایران طراحی نامناسب و نحوه استفاده و ساخت جاده‌های جنگلی است که علاوه بر تخریب طبیعت و از بین رفتن خاک، هزینه نگهداری و ترمیم جاده‌های جنگلی را به صورت تصاعدی بالا می‌برد (حسینی س. و حجتی م، ۱۳۸۹، دومهری ر، ۱۳۸۲).

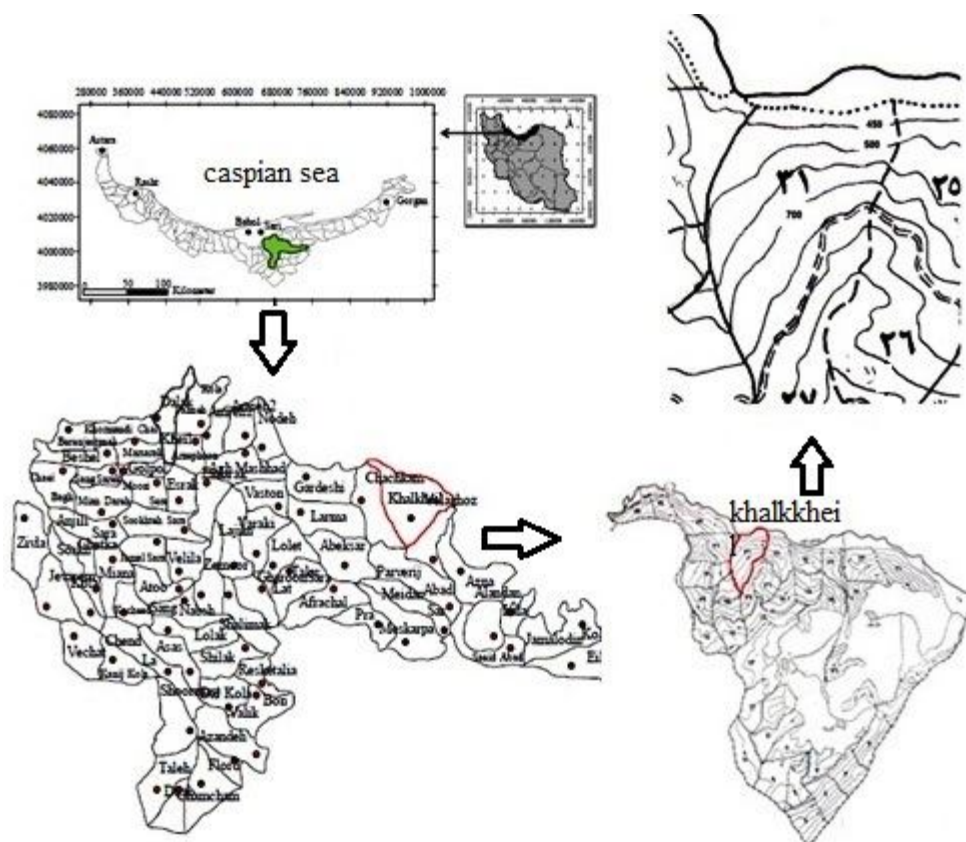
باتوجه به اینکه حرکات توده‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی صدمات زیادی را از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی وارد می‌کند، ضرورت پرداختن به این پدیده‌ها کاملاً مشهود است. از جمله مواردی که بایستی در بررسی حرکات توده‌ای به آنها توجه نمود: ۱. علایم و نشانه‌های قبل از وقوع حرکات توده‌ای ۲. صدمات حاصل از بروز این گونه پدیده‌ها ۳. راهکارهای جبران صدمات حرکات توده‌ای. پژوهشگران زیادی در این زمینه تحقیقاتی انجام داده‌اند و به نتایج مختلفی دست پیدا کرده‌اند:

(حسینی ع، ۱۳۷۳) طی مطالعه‌ای در جنگل‌های خیرودکنار نوشهر عوامل موثر بر لغزش و رانش‌های کنار جاده جنگلی را بافت خاک، رطوبت خاک، حدود آتبرگ در خاک، نوع سنگ بستر، عمق خاک، شیب دامنه و میزان بارندگی عنوان نموده است. (کلارستاقی ع، ۱۳۸۱) عواملی مانند جهت دامنه و فاصله از گسل و فاصله از شبکه هیدروگرافی را دارای تاثیر کم در زمین لغزش‌ها عنوان نموده است. (دومهری ر، ۱۳۸۲) شرایط زمین شناسی و وضعیت توپوگرافی و آب و هوا و جهت دامنه را از عوامل مهم لغزش دانسته است. (Zitchic B., 2003) عوامل رطوبت نسبی خاک و شیب را مهم‌ترین دلایل لغزش‌های تدراس عنوان نمود و یک مدل پیش بینی خطر لغزش ارائه داد. (Valstad T. et al., 2005) با بررسی منطقه لغزشی استورگا در شمال نروژ به این نتیجه رسیدند که با وجود شیب کم منطقه (۱۳ تا ۱۴ درصد) وجود لایه‌های رس و فشار بالای خاک منطقه لغزشی و تخلیه نامناسب رطوبت از آن سبب بروز لغزش شده است. (Komac M. & Gerald F., 2006) با انجام مطالعه‌ای در اسلوانی به این نتیجه دست یافتند که شیب، خصوصیات سنگ شناسی، ناهمواری زمین و نوع پوشش گیاهی از عوامل مهم در وقوع زمین لغزش‌ها می‌باشند و اهمیت سایر عوامل فضایی بسته به نوع لغزش متفاوت است. (Romondo J. et al., 2007) در منطقه باوجوبا در شمال اسپانیا با استفاده از GIS رابطه بین فاکتورهای مربوط به زمین لغزش را بدست آوردند، ایشان در نهایت توانستند یک ارزیابی کمی از میزان خطر زمین لغزش ارائه نمایند. برای جلوگیری از افزایش هزینه‌ها و خطرات مربوط به زمین لغزه، شناسایی و طبقه‌بندی آن و عوامل موثر در شکل‌گیری آن در مناطق جنگلی ضروری به نظر می‌رسد. برای شناسایی این پدیده مطالعاتی از قبیل شناخت سنگ بستر و وضعیت خاکشناسی منطقه، پوشش گیاهی، وضعیت آبروها و غیره مورد نیاز است. این مطالعه با هدف مطالعه و ارزیابی زمین لغزش و تاثیر آن بر وضعیت رویشگاه انجام گرفت.

## مواد و روش ها

### - مشخصات جغرافیایی منطقه

جنگل‌های سری خال خیل با مساحت ۲۴۱۴ هکتار در حوزه آبخیز شماره ۷۰ و در ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان ساری قرار دارد. بر اساس تقسیمات انجام شده سری ۳ از بخش ۲ جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران را تشکیل می‌دهد. این سری از لحاظ تقسیمات کشوری در حوزه شهرستان ساری و از لحاظ استحقاقی در حوزه اداره منابع طبیعی ساری- کیاسر قرار دارد. در این بررسی پارسل ۳۱ از این سری به مساحت ۸۱/۵۶ هکتار که در سالهای اخیر دارای مشکلات حرکت‌های توده‌ای است بعنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. محل حرکت توده‌ای در بالای پارسل ۳۱ و مرز پارسل‌های ۳۱ و ۲۷ می‌باشد.



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه

### - پوشش گیاهی

در این قطعه ممرز گونه اصلی را تشکیل می‌دهد که در نیمه شرقی به صورت خالص ظاهر گردیده است. گونه‌های همراه عبارت است از: انجیلی، راش، بلوط، آزاد، نمدار، افرا و شیردار با زیر اشکوب از گیل و ولیک. پایه‌های راش و شیردار در جبهه‌های مرطوب شمالی با شیب نسبتاً زیاد و پایه‌های بلوط بیشتر روی یال‌ها قرار گرفته‌اند. در غرب پارسل تیپ ممرز انجیلی قرار دارد. تاج

پوشش در این پارسل ۷۵-۸۵ درصد است و اکثر درختان در مراحل سنی میانسال تا سالمند قرار دارند و جنگل عمدتاً دو اشکوبه است.

### - وضعیت خاکشناسی و زمین شناسی

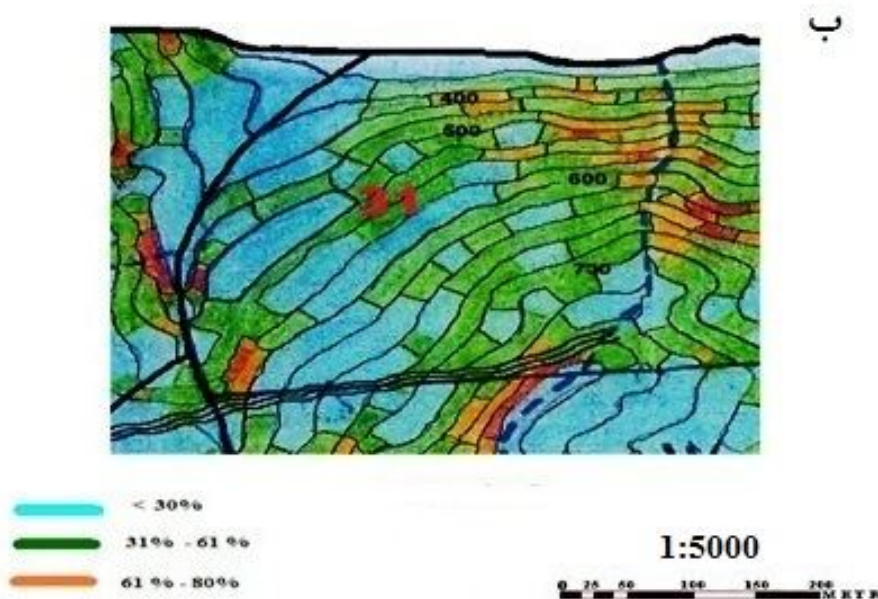
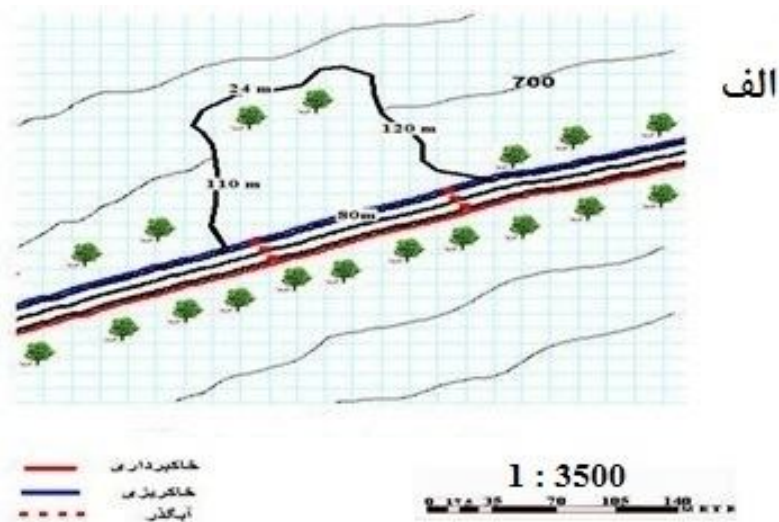
نوع سنگ مادر منطقه با توجه به تشریح پارسل از نوع مارن، آهک مارنی و آهک ماسه‌ای همراه با کنگلومرای آهکی می‌باشد. سنگ مادر از لحاظ تراکم سخت بوده و بیرون زدگی سنگی در آن مشاهده شده است. عمق خاک منطقه عمیق و نیمه عمیق و از نوع قهوه‌ای جنگلی با pH قلیایی می‌باشد و از نظر پستی و بلندی، ناهمواری منطقه یکنواخت است. ساختمان خاک به صورت لایه‌ای سطحی با دانه‌بندی درشت همراه است و از نظر نوع بافت خاک، لایه سطحی لومی رسی و لایه تحتانی رسی سیلتی مشاهده شد. میزان نفوذپذیری خاک منطقه هم متوسط است. از نظر سابقه حرکت توده‌ای در این منطقه، علاوه بر این لغزش در گذشته هم لغزشی در این پارسل رخ داده است.

### روش انجام پژوهش

در این تحقیق به منظور بررسی پدیده زمین لغزش در پارسل ۳۱ سری ۳ خال خیل بعد از تهیه نقشه توپوگرافی منطقه و انجام مطالعات عمومی بر روی آن و جمع‌آوری اطلاعات لازم، ۷ عامل به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا با بازدید از منطقه لغزشی شیب و جهت شیب با استفاده از قطب نما و شیب‌سنج تعیین شد. با توجه به روش‌های معمول و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری کشور با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، منطقه مورد نظر به سه کلاسه شیب تفکیک و تقسیم بندی شد. طول مسیر حرکت، عرض مسیر حرکت، شیب منطقه رانشی و ارتفاع از سطح ژئوئید مورد برداشت قرار گرفت. گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در منطقه مشابه فاقد حرکت توده‌ای مورد مشاهده و با وضعیت گونه‌های درختی و درختچه‌ای در منطقه حرکتی مورد مقایسه قرار گرفت. ویژگی‌های منطقه از لحاظ خاکشناسی و سنگ بستر مورد بررسی قرار گرفت، همچنین برای بررسی خاک منطقه از نقشه پروفیل خاک هم استفاده شد. سپس به مطالعه وضعیت زهکش‌ها (جوی کناری و آبروهای عرضی) در ابتدا و انتهای منطقه حرکتی پرداخته شد و پروفیل‌های عرضی در محل نصب کالورت‌ها با نرم افزار RoadEng طراحی شد. در تمام زمان انجام مشاهدات قربان منطقه با سابقه کار ۱۰ سال همراه محقق این مطالعه بود.

### نتایج

با بازدیدهایی که از منطقه بعمل آمد، شیب منطقه رانشی ۷۰ درصد و ارتفاع آن از سطح ژئوئید ۷۲۴ متر تعیین شد. با توجه به شکل ۲ عرض منطقه رانشی بر روی جاده ۸۰ متر و در پایین شیب منطقه حرکتی ۲۴ متر و طول آن عمود بر پارسل ۳۱ در سمت راست ۱۲۰ و در سمت چپ ۱۱۰ متر می‌باشد (شکل ۲ الف). همچنین با توجه به شکل ۲، ۴۵/۱۱ هکتار از منطقه دارای شیب ۶۰-۳۰ درصد و ۰/۶۲ هکتار از منطقه دارای شیب بیش از ۸۰ درصد است. طبق بررسی انجام شده با نقشه‌های موجود، بیش از ۵۸ درصد جاده عبوری از پارسل ۳۱ روی شیب‌هایی با کلاسه شیب ۳۱ تا ۶۰ درصد طراحی شده است و شیب طولی جاده در محدوده حرکت توده‌ای ۷ درصد می‌باشد (شکل ۲ ب).



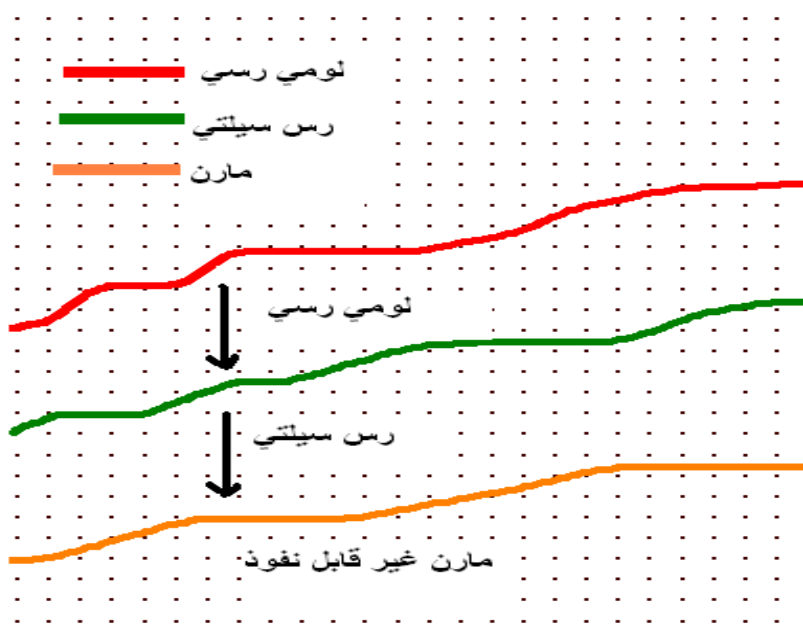
شکل ۲ - موقعیت نقطه لغزشی سری خال خیل (الف) نقشه شیب پارسل ۳۱ (ب)

گونه‌های درختی و درختچه‌ای که در منطقه حرکتی و منطقه فاقد حرکت مورد مشاهده قرار گرفت در جدولی به شرح زیر تنظیم گردید (جدول ۱). از نظر وضعیت کمی گونه‌های گیاهی در منطقه فاقد حرکت، دارای کمیت بالاتری هستند و گونه‌های گیاهی در منطقه حرکتی موجود در بالای شیب نسبت به پایین شیب وضعیت کمی با ارزش پایین‌تری دارند به دلیل اینکه در شیب‌های زیاد امکان استقرار گونه‌ها کمتر است. با توجه به اینکه گونه راش، یک گونه با ارزش است، در منطقه فاقد حرکت مشاهده شد و در منطقه حرکتی گونه‌های رطوبت‌پسند مثل پلت و آزاد مشاهده شد.

جدول ۱ - تعدادی از گونه‌های گیاهی در منطقه حرکتی و فاقد حرکت

گونه های درختی در منطقه حرکتی		گونه های درختی در منطقه فاقد حرکت
پایین شیب	بالای شیب	راش، شیردار، فرقیون، کوله خاس
شیردار، انجیلی، ممرز، بلوط، آزاد	نهال های پلت و شیردار	

نتایج بدست آمده بعد از مشاهده منطقه از لحاظ ویژگی‌های خاکشناسی و سنگ بستر به این صورت بود که سنگ مادر مارن بصورت پیوسته بوده و نفوذ آب در آن صورت نمی‌گیرد (شکل ۳)، لذا آب در بین لایه خاک و سنگ بستر باعث اسفنجی شدن خاک در آن ناحیه شده و باعث تسهیل حرکت توده‌های خاک در مناطقی با این خصوصیات می‌گردد.



شکل ۳ - نقشه پروفیل خاک

از نشانه‌های لغزش و حرکت در شیب فعال مانند صدمات دیواره خاکریز، بالا آمدن زیرسازی جاده، خم شدن یا کج شدن درختان، ظهور و پیدایش آب زیرزمینی خارج شده و ماندن آب در جوی کناری جاده را می‌توان در منطقه مورد مطالعه مشاهده کرد (شکل ۴).

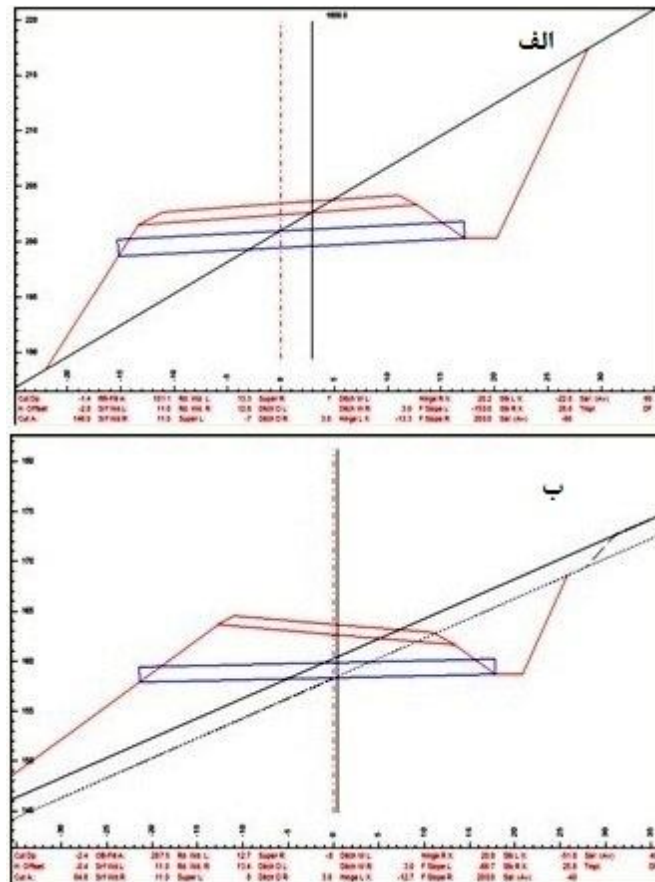




شکل ۴ - نمایی از حرکت توده ای خاک کنار جاده و نشانه های آن

بعد از بررسی هایی که از جوی کناری بعمل آمد، از جمله اشکالات مشاهده شده در طراحی و ساخت آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. عدم اعمال اصول فنی در پیاده سازی جوی کناری
۲. عدم اعمال اصول فنی در پیاده سازی عرض جوی کناری (عرض جوی کناری در طول جاده متفاوت می باشد).
۳. عدم انجام عملیات نگهداری: لزوم انجام عملیات نگهداری در محل بدلیل انتقال شاخه و برگ از پارسل ۲۷ و از روی ترانشه خاکبرداری به جوی کناری، کاملاً محسوس است. جوی کناری در منطقه مورد مطالعه به علت گرفتگی ناشی از ریزش خاک دامنه و برگ درختان قادر به هدایت آب جمع شده نمی باشد. همچنین تعداد ۲ آبروی عرضی در ابتدا و انتهای حرکت توده ای موجود می باشد (شکل ۶). همانطور که در تصاویر پروفیل ها نشان داده شده است، عمق لوله گذاری برای آبروهای عرضی کم بوده و دهانه خروجی آبروی عرضی روی دیواره خاکریز قرار دارد که این وضعیت خاکشویی را تشدید می کند (شکل ۵). با توجه به شکل کم بودن شیب لوله، انباشته شدن رسوب و برگ درختان را در داخل مجاری لوله تسهیل می کند.



شکل ۵ - پروفیل عرضی در پیکه مربوط به احداث کانال عرضی در انتهای منطقه حرکت توده ای (الف)  
 پروفیل عرضی در پیکه مربوط به احداث کانال عرضی در ابتدای منطقه حرکت توده ای (ب)



شکل ۶ - نمایی از آبروی عرضی و جوی کناری



## بحث و نتیجه گیری

اولین گام برای طراحی مسیر شناسایی مناطق مستعد فرسایش و جلوگیری از احداث جاده در این مناطق می باشد. با توجه به وجود نشانه های لغزش و رانش در سال های اخیر، در منطقه مورد مطالعه هیچ نوع عملیات حفاظت و نگهداری انجام نشده است و با وضع موجود، بارندگی و شرایط بد جوی، باعث کاهش مقاومت برشی و پایداری توده خاک شده و وقوع لغزش و رانش را تشدید می کند. نتایج فوق با نتایج بدست آمده از مطالعه (احمدی ح.، طالبی اسفندرانی ع.، ۱۳۸۰) همخوانی دارد، نتایج ایشان نشان داد که بیشترین استعداد حرکت در اقلیم های مرطوب است. شیب های ۶۰-۳۰ درصد بیشترین لغزش ها را در منطقه ایجاد می کنند (کوهیما ا. و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج حاصل از بررسی ها نشان داد (شکل ۲)، ۴۵/۱۱ هکتار از منطقه دارای شیب ۶۰-۳۰ درصد است، که در این شیب ها خطر وقوع زمین لغزش جدی تر می باشد. طبق اطلاعات موجود در تشریح پارسل، لایه سطحی خاک از نوع لومی رسی و خاک ناحیه تحتانی آن رسی سیلتی می باشد، بنابراین می توان گفت که نفوذپذیری لایه ای خاک در قسمت خاکریز جاده (محل وقوع حرکت توده ای) از بالا به پایین کاهش می یابد و موجبات حرکت توده ای خاک در منطقه را فراهم می آورد، که با نتایج (حسینی ع.، ۱۳۷۳) همخوانی دارد، ایشان چنین نتیجه گرفت به دلیل وجود سنگ مادر آهکی با لایه غیر قابل نفوذ، بالا بودن درصد رطوبت و با وجود سنگینی بار بر روی منطقه، خاک منطقه حرکت می کند. خاک های دارای بافت CH و CL با چسبندگی و رطوبت زیاد در ایجاد ناپایداری در عرصه جنگل های کوهستانی نقش مستقیم دارند. چنین خاک هایی که دارای مقدار قابل توجهی عناصر ریزدانه هستند، با جذب و نگهداری حجم بالایی از آب، پایداری خود را از دست می دهند و بتدریج و در اثر وزن خود شروع به جاری شدن می کنند (مجنونیان ب. و همکاران، ۱۳۸۶). اطلاعات خاکشناسی منطقه نشان می دهد، نفوذ آبی که از زیرسازی جاده به خاک سمت خاکریز انتقال یافته، یکی از عوامل موثر در وقوع حرکت توده ای در سمت خاکریز بوده است. نکته حائز اهمیت در مورد بررسی های انجام شده این است که طراحان جاده به نظر کارشناس که بعد از بررسی وضعیت خاک، به نامناسب بودن خاک محل برای احداث جاده اشاره کرده است، بی توجه بوده و علی رغم نامناسب بودن محل از لحاظ وضعیت زمین شناسی و خاک شناسی اقدام به طراحی و احداث جاده نموده اند. با توجه به مشاهداتی که در محل صورت گرفته است و نیز اظهارات قربان منطقه می توان به این جمع بندی رسید که تعدادی از درختان در پارسل های ۲۷ و ۳۱ قبل از احداث جاده در محل مورد نظر خم و یا کج شده بودند، ولی طراحان جاده علی رغم مشاهده این وضعیت اقدام به طراحی و ساخت جاده در محل نموده اند. بدلیل انتقال شاخه و برگ از پارسل ۲۷ و از روی ترانشه خاکبرداری به جوی کناری و نیز عدم انجام عملیات نگهداری جوی کناری (به ویژه پاک کردن آن)، جوی کناری و آبروهای زهکشی نتوانسته اند نقش خود را بعنوان زهکش جاده ایفا کنند، در نتیجه آب در جوی کناری تجمع پیدا کرده است و انتقال آب به بخش زیرسازی جاده موجب حرکت آن به سمت خاکریز می گردد. نتایج فوق با نتایج بدست آمده از مطالعه (حسینی ع.، ۱۳۷۳) همخوانی دارد. ایشان بیان داشت به دلیل عدم دقت در زهکشی منطقه و وجود سطح غیر قابل نفوذ در بعضی مناطق، آب حاصل از بارندگی به صورت مختلف باعث از بین رفتن ذرات خاک و در نتیجه با از بین رفتن مقاومت برشی خاک به خصوص از پایین دامنه، گسیختگی منطقه را باعث گردید و لذا در اثر نیروی ثقل، خاک از بالا به پایین دامنه جابجا گردید. نهایتاً چنین نتیجه گیری می شود عواملی همچون احداث جاده در منطقه حساس به لغزش، عدم دقت در زهکشی مناسب منطقه و عدم مراقبت و نگهداری صحیح از آنها، بارندگی های مداوم در منطقه، وجود لایه مارن در منطقه و عدم نفوذ هرز آب ها، موجبات لغزش و رانش در منطقه را فراهم آورده اند و در پایان از دلایل اصلی حرکت توده ای در منطقه مورد مطالعه می توان به بالا بودن سطح آبرو های عرضی نسبت به منطقه حرکت توده ای اشاره کرد که

باعث هدایت جریان آب از آبروها به دیواره خاکریز (مناطق میانی حرکت توده ای) که این عمل سبب شسته شدن خاک شده و روند حرکت توده‌ای را تسهیل کرده است.

## منابع

- احمدی ح، طالبی اسفندرانی ع، (۱۳۸۰). بررسی عوامل موثر در ایجاد حرکت‌های توده‌ای، مجله منابع طبیعی، جلد ۵۴، شماره ۴. دانشگاه تهران.
- حسینی ع، (۱۳۷۳). بررسی پدیده زمین لغزه در جاده‌های جنگلی کوهستانی، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۸ ص.
- حسینی س. و حجتی م، (۱۳۸۹). پیامد حرکت توده‌ای و زمین لغزش در جاده‌های جنگلی (استان مازندران). همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۱۰ ص.
- دومهری ر، (۱۳۸۲). بررسی مناطق لغزش در حوزه آبخیز لند زمزم سوادکوه، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مازندران، ۲۴ ص.
- رنجبر م، (۱۳۹۱). عوامل موثر در وقوع حرکات توده‌ای در حوزه گرگانرود با استفاده از مدل AHP، فصلنامه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال دهم، شماره ۳۵، ۱۶ ص.
- مجنونیان ب، شجاع ر. و سبحانی ه، (۱۳۸۶). تعیین قابلیت‌های مکانیک خاک جنگل سری گرازین خیرود کنار برای عملیات جاده‌سازی و بهره‌برداری. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۶۰ (۲)، صفحات ۵۴۴-۵۳۷.
- کلارستاقی ع، (۱۳۸۱). بررسی عوامل مؤثر بر زمین لغزش‌ها و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرین رود ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۱۴۱ ص.
- کوهیما ا، حبیبی اربطانی و، صادقی سنگ‌دهی ع. و مزیدی م، (۱۳۸۶). بررسی عوامل موثر بر ایجاد لغزش و اثرات آن بر تولید رسوب حوزه‌های آبخیز استان گلستان، چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، ۷ ص.

- Zaitchik, B.F. 2003. Applging aGIS slop- stability model to site specific land slide prevention in Honduras. JIF 2113 No I Volume 58p.
- Kvalstad, T.,R. Lars Anderson And D. Alexander. 2005. The storegga slide evaluation of triggering sources and slide mechanics. Marine and petroleum Geology, Volume 22, Issues 1-2, January-February 2005, Pages 245-256.
- Komac, M. and F. Gerald. 2006. A Landslide suscepility model using the an Analytical hierarchy process method and multivariate statisticsim perialpine slovenia Geomorphology, vol74:17-28. pp
- Romondo, j. Bonachea. j, cendrene. A, 2007, Quantitatitre landslide risk assessment and mapping on the basis of resen occurrences Geomorphology.