

## مطالعه وقوع زمین لغزش‌ها در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و جاده‌سازی مطالعه موردی حوزه آبخیز تجن، ساری

عطا... کلارستانی\* - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

محمود حبیب نژاد - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

حسن احمدی - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

دریافت مقاله ۱۳۸۴/۸/۲۲ تا ۱۳۸۵/۱۱/۲۵

### چکیده

شناخت عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌ها یکی از مهمترین و ضروری‌ترین اقدامات جهت پیشگیری و کاهش خسارات زمین لغزش می‌باشد. در این تحقیق بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی و جاده‌سازی در بخشی از حوزه آبخیز تجن به مساحت ۷۰۸/۰۸ کیلومتر مربع در جنوب شهرستان ساری مورد مطالعه قرار گرفت. در عرصه تحقیق ۶۸ زمین لغزش با عملیات میدانی و تفسیر عکس‌های هوایی شناسایی گردید و موقعیت آن‌ها توسط GPS برداشت و در محیط GIS تبدیل به نقشه گردید. همچنین برای هر یک از زمین لغزش‌ها پرسشنامه‌ای در حین انجام عملیات میدانی تکمیل گردید. برای ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش پس از تهیه نقشه کاربری اراضی و اصلاح آن با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۳، تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌های تکمیل شده و در نهایت با به کارگیری از تکنیک‌های GIS مشخص گردید که ۳۵/۲۴ درصد زمین لغزش‌ها با مساحت ۳۴/۸۱ هکتار در مناطقی اتفاق افتاده که تغییر کاربری از اراضی جنگلی به اراضی زراعی دیم و باغ در روی دامنه‌های شیبدار صورت گرفته است. همچنین پس از تهیه نقشه شبکه راه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و تکمیل آن با کمک عکس‌های هوایی و به کارگیری از تکنیک‌های GIS مشخص گردید که بیشترین تراکم وقوع زمین لغزش حداکثر تا فاصله ۷۵ متر از مرکز جاده با تعداد ۲۱ زمین لغزش و تراکم ۰/۲۱۹ (تعداد در کیلومتر مربع) می‌باشد. همچنین روند کاهش تعداد زمین لغزش با فاصله گرفتن از جاده بیانگر اثر جاده‌سازی در وقوع زمین لغزش‌ها می‌باشد.

**کلیدواژه‌ها:** تفسیر عکس‌های هوایی، تغییر کاربری اراضی، زمین لغزش، جاده‌سازی، حوزه آبخیز تجن.

### مقدمه

زمین لغزش‌ها یکی از انواع مخرب فرسایش خاک می‌باشند که هر ساله موجب ایجاد خسارتهای مالی و جانی سنگین در مناطق جنگلی شمال کشور می‌گردند که بعضاً جبران این خسارتهای ناممکن نمی‌باشد و یا به صرف وقت و هزینه زیادی نیاز می‌باشد. برای درک بهتر موضوع می‌توان به زمین لغزش ایجاد شده در یونگای پرو

اشاره کرد که موجب مدفون شدن چندین روستا گردید و حدود ۲۵۰۰۰ نفر را از بین برد (شریعت جعفری، ۱۳۷۹). همچنین زمین لغزش در رزنبرگ سوئیس در سال ۱۸۰۶ بیش از ۴۷۵ نفر را از بین برد (شریعت جعفری، ۱۳۷۹). امروزه وقوع زمین لغزش ها بیشتر تحت تأثیر عوامل انسانی است تا اینکه جنبه طبیعی داشته باشد. از جمله عوامل طبیعی موثر در وقوع زمین لغزش ها می توان به عواملی همچون بارندگی، سنگ شناسی، شیب و مانند آن اشاره کرد (احمدی، ۱۳۸۵). به عنوان نمونه در اثر بارندگی های شدید ۴ روزه که در مهرماه ۱۳۷۴ در منطقه کتول آباد گرمی در استان اردبیل اتفاق افتاد، زمین لغزش بزرگی اتفاق افتاد که موجب تخریب ۲۵۰ واحد مسکونی و خسارت های مرتبط با آن گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲). اما از جنبه عوامل انسانی موثر در وقوع زمین لغزش ها مهمتر از همه می توان به نقش تغییر کاربری اراضی از جنگل به اراضی زراعی و در نهایت وقوع زمین لغزش ها اشاره داشت. پوشش درختی می تواند هم از لحاظ تبخیر و تعرق بالایی که دارد آب موجود در خاک را به هوا پالایش نموده و باعث کم کردن اثر رطوبت در خاک می گردد، چرا که رطوبت موجود در توده خاک یکی از عوامل مهم در رسیدن توده به حالت اشباع و وقوع زمین لغزش ها می باشد. همچنین پوشش درختی می تواند با ریشه های عمیق و پیوسته ای که دارد باعث تثبیت و تحکیم توده خاک روی دامنه های شیبدار می گردد. در این تحقیق نقش تغییر کاربری اراضی و جاده سازی در وقوع زمین لغزش ها مورد بررسی قرار گرفته است. در این خصوص تحقیقات مختلفی با اهداف متفاوت به انجام رسیده است که برخی از آن ها به شرح زیر می باشد:

حسن زاده نفوتی (۱۳۷۹) در حوزه آبخیز شلمانرود در استان گیلان با به کارگیری از امکانات GIS عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها را به منظور پهنه بندی خطر بررسی نمود. نامبرده به این نتیجه رسید که تغییر کاربری اراضی از جنگل به اراضی زراعی دیم و چای کاری از مهم ترین عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها بوده است. احمدی و همکاران (۱۳۸۱) در تحقیقی در حوزه آبخیز گرمی چای با استفاده از تکنیک GIS و تجزیه و تحلیل آماری، عامل کاربری اراضی را از عوامل مهم و موثر در وقوع حرکات توده ای بدست آورد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲). سا و مازاری (۱۹۹۶) در هند به بررسی نقش عوامل انسانی در وقوع زمین لغزش ها پرداختند. نامبردهگان به این نتیجه رسیدند که روند افزایشی وقوع زمین لغزش ها با عواملی همچون جاده سازی، رشد توریسم و افزایش فشار جمعیت در ارتباط بوده است. لارسن و پارکس (۱۹۹۷) طی تحقیقی در منطقه جنگلی کوهستانی به بررسی ارتباط مکانی وقوع زمین لغزش ها با جاده ها پرداختند. صفایی (۱۳۸۰) طی تحقیقی با بررسی ۱۰۰ مورد زمین لغزش استان مازندران طی سال های ۷۸-۱۳۶۸ نقش پوشش گیاهی جنگلی در جلوگیری از وقوع زمین لغزش ها را بررسی کرده به این نتیجه رسیدند که ۳۳ درصد لغزش های استان در مناطق جنگلی که به نوعی مورد تخریب قرار گرفته اند بوقوع پیوسته است. ویراستینگ (۱۹۹۸) طی تحقیقی در کشور سریلانکا پس از انجام تجزیه و تحلیل های آماری عامل تغییر کاربری اراضی را از عوامل اصلی در وقوع زمین لغزش ها عنوان داشت. حبیبی بی بالانی (۱۳۸۱) در تحقیقی به نقش حفاظتی و حمایتی گونه های درختی جنگلی و غیر جنگلی بر روی شیبها پرداخت. نامبرده برای شیبهای مختلف گونه های درختی و درختچه ای مختلف را بمنظور پایداری شیب بررسی نموده و در نهایت گونه های مناسب را پیشنهاد نموده است. سرکار و کانونگو (۲۰۰۳) در تحقیقی در

منطقه دارجیلینگ هیمالیا با استفاده از تکنیک های RS و GIS دریافتند که وقوع زمین لغزش ها با برخی از عوامل زمینی از قبیل جاده، تراکم زهکشی و گسل در ارتباط می باشد (Sarkar. S, Kanungo. D. P, 2003). در مجموع می توان اظهار داشت که امروزه با به کارگیری از تکنیک های RS و GIS می توان تجزیه و تحلیل های مناسبی از عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها و در نهایت مدل سازی پهنه بندی زمین لغزش ها به انجام رساند. از این موارد می توان به تحقیقاتی هم چون حسن زاده نفوتی (۱۳۷۹)، کلارستاقی (۱۳۸۱)، سفیدگری (۱۳۸۱)، ناگارجان و همکاران (۱۹۹۸)، سرکار و کانونگو (۲۰۰۳) اشاره کرد. هدف از این تحقیق نیز ارزیابی خطر وقوع زمین لغزش ها در ارتباط با انجام برخی فعالیت های انسانی از جمله تغییر در کاربری زمین و ساخت راه های ارتباطی می باشد. همچنین اثر سنگ شناسی در وقوع زمین لغزش ها نیز مورد بررسی قرار گرفت.

### معرفی منطقه مورد مطالعه

عرصه تحقیق در قسمت هایی از حوزه آبخیز سد تجن به مساحت ۷۰۸/۰۸ کیلومتر مربع و در محدوده جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳ دقیقه و ۱۸ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه دارای تپ غالب کوهستان و کوهپایه می باشد ولی در بعضی از مناطق حوزه دارای اراضی دشتی و مسطح می باشد که مساحت کمی از حوزه را شامل می شود. بیشتر سطح منطقه از جنگل های نیمه انبوه پوشیده شده است که دارای گونه هایی همچون بلوط، افرا، راش، ممرز، توسکا و انجیلی است. جنگل های منطقه مورد

مطالعه تحت بهره‌برداری شرکت های چوب و کاغذ مازندران و چوب فریم می باشد. متوسط بارندگی سالانه حوزه ۶۹۶/۷ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالانه منطقه ۱۲/۵ درجه سانتی گراد می باشد. بر اساس روش دومارتن اقلیم منطقه، مرطوب به دست آمده است. واحدهای زمین شناسی منطقه عمدتاً از سازندهای دوران مزوزویک و سنوزویک (۹۷ درصد از سازندهای منطقه را شامل می شود) بوده که به خاطر فراوانی رسوبات مارن، شیل، سیلت و رس است که در صورت حذف پوشش گیاهی بسیار حساس به فرسایش و وقوع حرکات توده‌ای می‌باشند. شبکه راه های حوزه شامل راه های ارتباطی آسفالت و شوسه بین روستاها و نیز راه آسفالت اصلی بین شهرستان ساری و منطقه دودانگه می باشد. علاوه بر آن از آنجایی که از دیرباز در منطقه طرح های جنگلداری به اجرا در آمده و تحت بهره برداری می باشد. در قسمت های زیادی از منطقه در اراضی جنگلی نیز به خاطر ایجاد مسیرهای چوبکشی مبادرت به احداث جاده گردیده است.

### مواد و روش‌ها

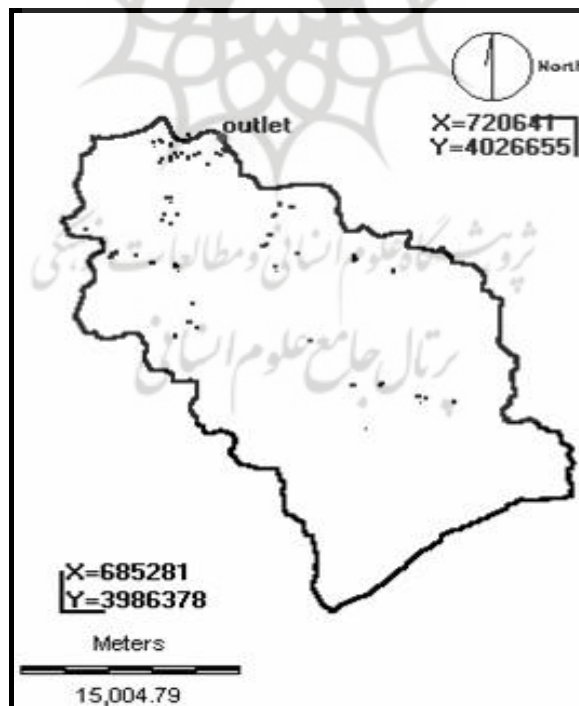
در ابتدا با بررسی و تفسیر عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۳ و نیز انجام عملیات میدانی زمین لغزش های منطقه شناسایی شد. پس از شناسایی برای هر یک از زمین لغزش ها در طی انجام عملیات میدانی که در بهار ۱۳۸۱ به انجام رسید مورفومتری و برداشت برخی از عوامل موثر در قالب پرسشنامه ای تکمیل گردید. همچنین موقعیت مکانی هر یک از زمین لغزش ها با استفاده از GPS مدل گارمین ثبت گردید و سپس وارد محیط GIS گردید تا نقشه پراکنش زمین لغزش ها بدست آید.

به منظور ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها ابتدا نقشه کاربری اراضی تهیه شد (شکل ۳). این نقشه با استفاده از نقشه پایه کاربری اراضی سال ۱۳۷۵ و با انجام اصلاحات و تکمیل آن توسط عملیات میدانی و تفسیر عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۳ تهیه گردید. همچنین بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در رابطه با موقعیت مکانی هر یک از زمین لغزش ها در حین عملیات میدانی در پرسشنامه تکمیل گردید. به این منظور اطلاعاتی نظیر کاربری زمین (محل لغزش) در ۲۰ سال قبل، کاربری زمین در هنگام وقوع زمین لغزش و کاربری زمین پس از وقوع زمین لغزش (هنگام برداشت صحرائی) بدست آمده و وارد پرسشنامه گردید. سپس اطلاعات بدست آمده بصورت کد و بصورت فایل ضمیمه جدولی به نقشه کاربری اراضی در محیط GIS وارد شد تا قابلیت تجزیه و تحلیل اطلاعات در محیط GIS ممکن گردد. در نهایت با روی هم اندازی نقشه پراکنش زمین لغزش ها و نقشه کاربری اراضی اصلاح شده (شکل ۳) و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی موجود در پرسشنامه‌ها، نقش تغییر کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین بمنظور بررسی نقش سازندهای زمین شناسی در وقوع زمین لغزش ها، ابتدا از نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه استفاده گردید. لازم به ذکر است که در زمان انجام تحقیق نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه به طور کامل تهیه نشده بود. بدین ترتیب با استفاده از نقشه های فوق، مطالعات فتوژئولوژی و عملیات تکمیلی زمینی نقشه سنگ شناسی منطقه در محیط GIS تهیه گردید. سپس با روی هم اندازی نقشه های پراکنش زمین لغزش ها

و نقشه سنگ شناسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات پرسشنامه ای از وضعیت سنگ شناسی برداشت شده در صحرا در نهایت اثر سنگ ها و سازندهای مختلف در وقوع زمین لغزش ها بررسی شد. در خصوص اثر جاده سازی در وقوع زمین لغزش ها، ابتدا نقشه راه های حوزه با استفاده از نقشه های توپوگرافی و تفسیر عکس های هوایی و اصلاح و تکمیل آن به کمک عملیات میدانی تهیه شد. سپس این نقشه به همراه اطلاعات موجود در پرسشنامه ها وارد محیط GIS گردید و در نهایت نقشه طبقات فاصله از جاده از آن تهیه گردید (شکل ۴). همچنین با تلفیق نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ورقه ساری با اطلاعات بدست آمده از بازدیدهای صحرائی نقشه سنگ شناسی منطقه (شکل ۶) تهیه گردید. سپس با روی هم اندازی نقشه پراکنش زمین لغزش و نقشه های طبقات فاصله از جاده و سنگ شناسی اثر جاده سازی و نوع سنگ در وقوع زمین لغزش ها مورد بررسی قرار گرفت. در انجام مراحل مختلف این تحقیق از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزارهای Arc/View 3.2، Arc/GIS 9، Idrisi 2 استفاده شده است.

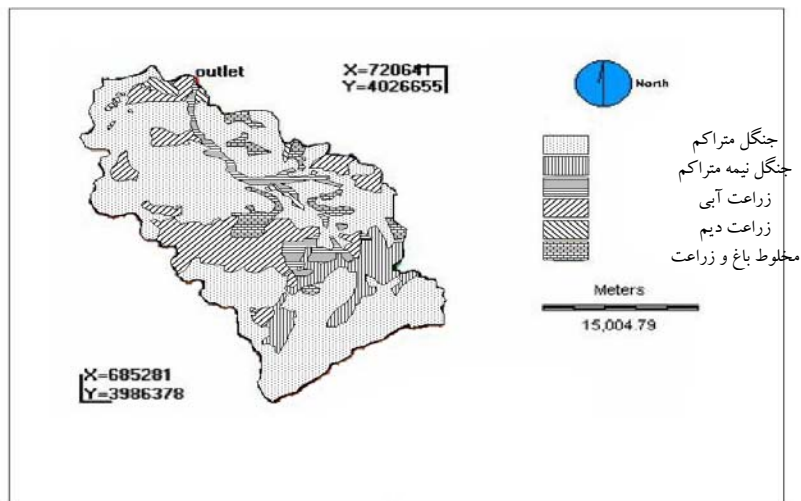
### بحث و نتیجه گیری

پس از تفسیر عکس های هوایی سال ۱۳۷۳ منطقه و با انجام عملیات میدانی گسترده در منطقه ۶۸ زمین لغزش شناسایی گردید. سپس موقعیت آن ها توسط GPS برداشت گردید و در محیط GIS تبدیل به نقشه پراکنش زمین لغزش ها گردید (شکل ۲).

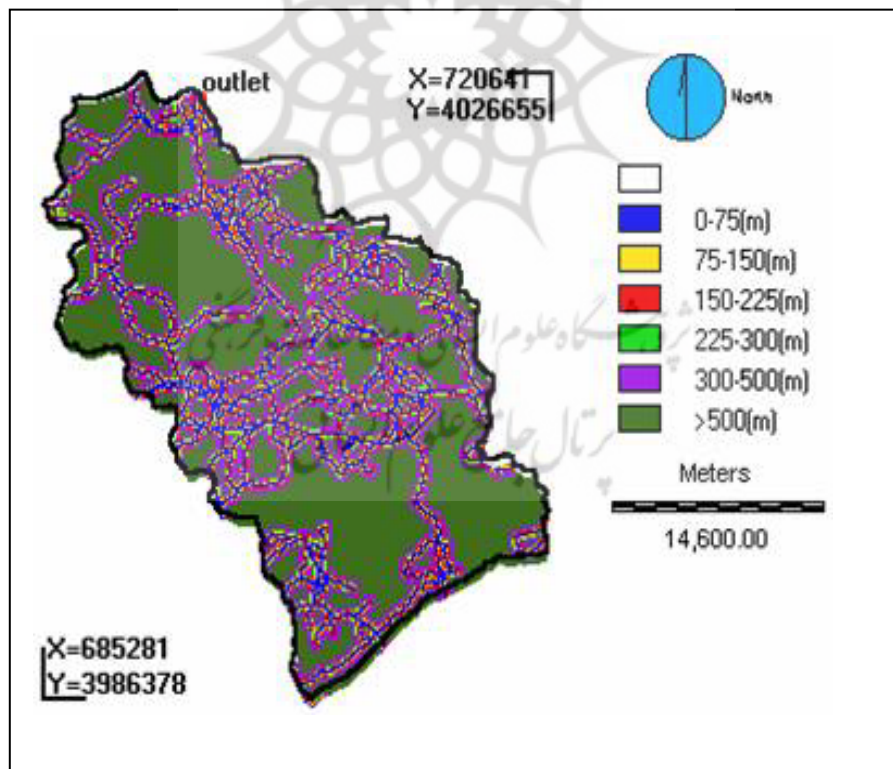


شکل ۲ نقشه پراکنش زمین لغزش های منطقه مورد مطالعه

هم چنین همانگونه که در بخش روش بررسی آمده است نقشه های کاربری اراضی اصلاح شده و طبقات فاصله از جاده به دست آمد (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳ نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه



شکل ۴ نقشه طبقات فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه

پس از تهیه نقشه های مربوطه با استفاده از امکانات روی هم اندازی و قطع دادن در محیط GIS نتایج این تحقیق بدست آمد. پس از روی هم اندازی نقشه کاربری اراضی اصلاح شده با اطلاعات پرسشنامه و نقشه پراکنش زمین لغزش ها اثر انواع تغییرات کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها بدست آمد که در جدول ۱ بطور کامل آمده است.

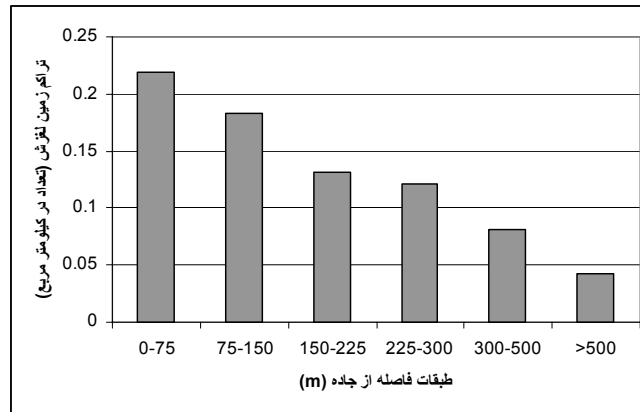
جدول ۱ اثر انواع تغییرات کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها

	جنگل بدون تغییر	جنگل به زراعت دیم	جنگل به باغ	جنگل به جاده	زراعت به جاده	زراعت به زراعت	جنگل به اراضی رها شده	زراعت به اراضی رها شده	مرتب به زراعت
فراوانی وقوع زمین لغزش	۲	۱۸	۶	۱۲	۶	۸	۶	۸	۲
درصد فراوانی	۲/۹۴۱	۲۶/۴۱۷	۸/۸۲۴	۱۷/۶۴۷	۸/۸۲۴	۱۱/۷۶۵	۸/۸۲۴	۱۱/۷۶۵	۲/۹۴۱
مساحت (هکتار)	۱/۵۸	۲۶/۲۶	۸/۵۵	۱۴/۵۹۹	۷/۷۶۴	۹/۰۵۱	۸/۲۱۴	۸/۱۵۱	۱/۹

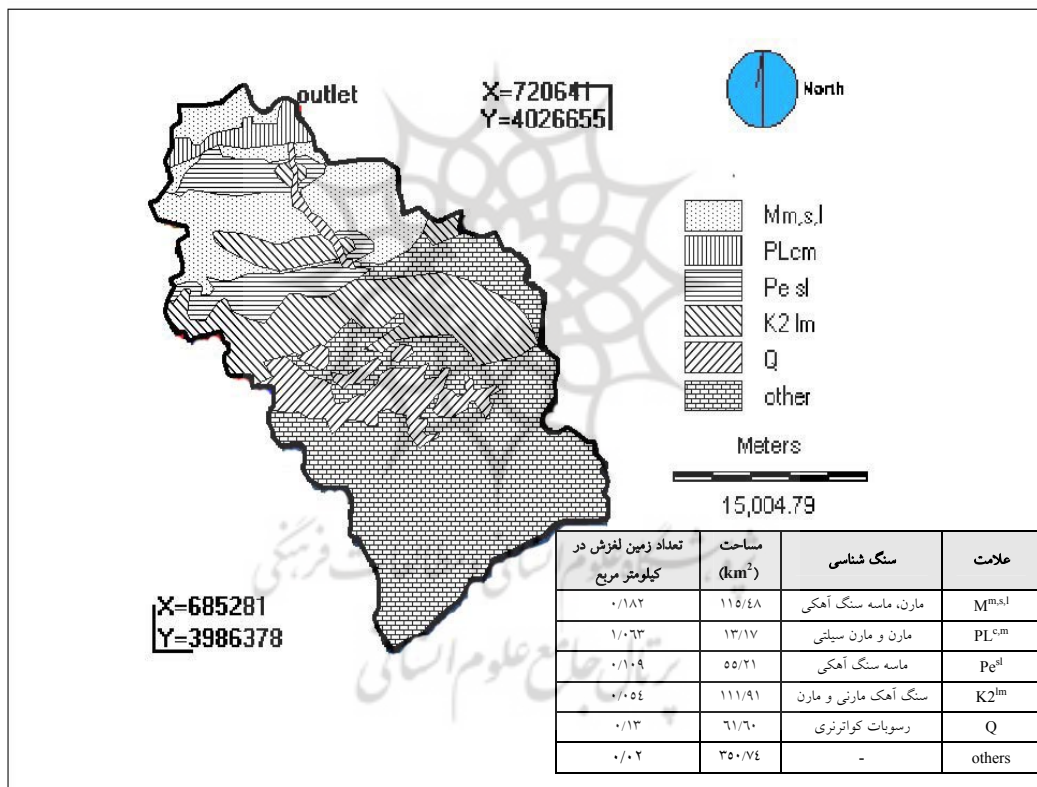
هم چنین پس از روی هم اندازی نقشه های سنگ شناسی و نقشه طبقات فاصله از جاده اصلاح شده با اطلاعات پرسشنامه با نقشه پراکنش زمین لغزش ها نتایج زیر حاصل شد که در جدول ۲ و شکل ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۲ ارتباط مکانی وقوع زمین لغزش ها و طبقات فاصله از جاده

طبقات فاصله از جاده (متر)	فراوانی	مساحت زمین لغزش ها (هکتار)	درصد مساحت	مساحت کلاس (هکتار)	درصد مساحت	تراکم زمین لغزش (تعداد در کیلومتر مربع)
۰-۷۵	۲۱	۲۷/۰۴۴	۳۱/۴۲۱	۹۶۰۹	۱۳/۵۷۱	۰/۲۱۹
۷۵-۱۵۰	۱۰	۱۱/۹۸۳	۱۳/۹۲۲	۵۴۵۵	۷/۷۰۴	۰/۱۸۳
۱۵۰-۲۲۵	۹	۱۱/۹۹۸	۱۲/۷۷۸	۶۸۱۷	۹/۶۲۷	۰/۱۳۲
۲۲۵-۳۰۰	۵	۶/۲۱۰	۸/۱۵۶	۴۱۴۹	۵/۸۶	۰/۱۲۱
۳۰۰-۵۰۰	۹	۱۰/۷۹۹	۱۲/۵۴۷	۱۱۰۶۲	۱۵/۶۲۳	۰/۰۸۱
>۵۰۰	۱۴	۱۸/۲۲۶	۲۱/۱۷۶	۳۳۷۱۶	۴۷/۶۱۸	۰/۰۴۲
جمع	۶۸	۸۶/۰۷	۱۰۰	۷۰۸۰۸	۱۰۰	



شکل ۵ اثر فاصله از جاده در وقوع زمین لغزش ها



شکل ۶ نقشه سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه

پس از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اثر تغییرات کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها همانگونه که در جدول ۱ آمده است مشخص گردید که تعداد ۲۴ زمین لغزش (۳۵/۲۴ درصد) با مساحت ۳۴/۸۱ هکتار در مناطقی بوقوع پیوسته که تغییر کاربری اراضی از جنگل به باغ و زراعت دیم روی دامنه های شیبدار صورت گرفته است که این موضوع بیانگر نقش عامل انسانی در وقوع زمین لغزش ها می باشد. در این خصوص حسن زاده



نفوتی (۱۳۷۹) نیز به نتایج مشابهی در مورد تغییر کاربری جنگل و تبدیل آن به اراضی زراعی و چای کاری و وقوع زمین لغزش دست یافته بود. همچنین ویراستینگ (۱۹۹۸)، و اسمعلی عوری (۱۳۸۱) به نتایج مشابه با تحقیق حاضر در خصوص اثر تغییر کاربری اراضی در وقوع زمین لغزش ها دست یافتند. با این شرایط می توان اذعان داشت که امروزه وقوع زمین لغزش ها بیشتر انسان ساز بوده تا این که تحت تاثیر عوامل طبیعی اتفاق افتد. هر چند وجود شرایط طبیعی مناسب از عوامل اصلی محسوب می گردد ولی وجود عوامل انسانی باعث تشدید فرایندهای طبیعی و وقوع زمین لغزش ها می گردد. این بحث در خصوص بلایای طبیعی دیگر نظیر سیل نیز مصداق دارد. اطلاعات بدست آمده بیانگر این است که در مجموع ۵۷/۶۲ درصد زمین لغزش ها در اثر تغییر کاربری جنگل بوقوع پیوسته است. صفایی (۱۳۸۰) به این نتیجه رسید که ۳۳ درصد زمین لغزش ها در استان مازندران در اثر تغییر کاربری جنگل بوقوع پیوسته است.

در خصوص اثر جاده سازی در وقوع زمین لغزش ها نیز باید اشاره داشت که در حوزه های آبخیز شمالی کشور بمنظور بهره برداری از جنگل و احداث شبکه راه های دسترسی برای عملیات چوب کشی از جنگل و نیز به منظور احداث راه برای ساکنین حوزه آبخیز، اقدام به احداث جاده های بیشماری گردیده است که باید اذعان داشت که بسیاری از این جاده ها از اصول طراحی و اجرای مناسبی برخوردار نمی باشد. در این خصوص می توان به استفاده از تکنیک GIS در زمینه مسیریابی مناطق مناسب عبور جاده و شبکه دسترسی با هدف کاهش وقوع زمین لغزش ها اشاره داشت.

در خصوص اثر جاده سازی در وقوع زمین لغزش ها نیز نتایج این تحقیق بیانگر این است که احداث جاده نقش بسزایی در وقوع زمین لغزش داشته است. وقوع ۲۱ زمین لغزش با تراکم ۰/۲۱۹ در فاصله ۷۵ متر از مرکز جاده بیانگر این موضوع می باشد. همچنین همانطور که از شکل ۵ بر می آید هر چقدر که از مرکز جاده فاصله گرفته می شود تراکم زمین لغزش ها کاهش می یابد که این موضوع نیز بیانگر این است که جاده سازی با وقوع زمین لغزش ها ارتباط مستقیم دارد. سرکار و کانونگو (۲۰۰۳) نیز به نتایج مشابه با این تحقیق ولی در فاصله ۱۵۰ متر از مرکز جاده در منطقه دارجیلینگ هیمالیا که منطقه ای با پتانسیل وقوع زمین لغزش بسیار بالا و شناخته شده در دنیا می باشد دست یافتند. همچنین سا و مازاری (۱۹۹۶) نیز به توسعه شبکه جاده ای به عنوان عاملی در جهت افزایش وقوع زمین لغزش ها اشاره داشتند. لارسن و پارکس (۱۹۹۷) نیز در یک منطقه جنگلی کوهستانی افزایش نرخ وقوع زمین لغزش از ج به ع را در یک نوار ۸۵ متری در مقایسه بین منطقه ای که جاده سازی صورت گرفت و منطقه ای که جاده سازی صورت نگرفته بود نشان دادند. بنابراین نتایج حاصل از مطالعات محققین دیگر با تحقیق حاضر مشابهت زیادی دارد.

بیشترین تأثیر در ایجاد زمین لغزش های منطقه در درجه اول اهمیت مربوط به واحد زمین شناسی PL<sup>cm</sup> می باشد که همانطور که در راهنمای شکل ۶ آمده این واحد زمین شناسی به سبب داشتن رسوبات مارن و مارن سیلتی حساسیت بالایی به وقوع زمین لغزش دارد. در مجموع نتایج نشان داد که رسوبات مارنی و سیلتی در سطح حوزه آبخیز موزد نظر حساس ترین رسوبات در ایجاد زمین لغزش می باشند. احمدی و فیض نیا (۱۳۸۵) نیز به پتانسیل بالای این رسوبات در وقوع حرکات توده ای در البرز شمالی اشاره نمودند.

در مجموع اینکه علیرغم تأثیر برخی عوامل طبیعی نظیر نوع سنگ در وقوع حرکات توده‌ای، با توجه به تحقیق حاضر مشخص شد که تغییر کاربری اراضی و تبدیل جنگل به اراضی دیم، باغ و احداث جاده می تواند تا حد زیادی به وقوع حرکات توده ای کمک نماید. نتایج این تحقیق می تواند به مدل های پهنه بندی خطر حرکات توده‌ای با ارائه عوامل کمی فاصله از جاده و تغییر کاربری اراضی از یک کاربری خاص به کاربری دیگر کمک کند. در نهایت این که روند تخریب و تغییر کاربری جنگل های شمال کشور چنانچه با این روند افزایشی ادامه پیدا کند، در آینده شاهد وقوع خطرات انسانی و طبیعی بی شماری همچون زمین لغزش ها و سیلاب های مخرب نظیر سیل گلستان و نکاء خواهیم بود.

### منابع

- ۱- احمدی، حسن، (۱۳۸۵)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۲- احمدی، حسن، سادات. فیض نیا، (۱۳۸۵)، سازندهای دوره کواترنر، انتشارات دانشگاه تهران
- ۳- احمدی، حسن، اباذر اسمعیلی عوری، سادات فیض نیا، محسن شریعت جعفری. (۱۳۸۲)، پهنه بندی خطر حرکات توده ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره و تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۴.
- ۴- حبیبی بی بالائی. ق، (۱۳۸۱)، نقش حفاظتی و حمایتی گونه های درختی جنگلی و غیر جنگلی بر روی شیبها، مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد، سال هشتم، شماره ۴.
- ۵- حسن زاده نفوتی. محمد، (۱۳۷۹)، پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز شلمانرود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۶- درویش صفت. علی اصغر، (۱۳۸۰)، جزوه درس سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشگاه تهران.
- ۷- سفیدگری. رضا، (سال) ارزیابی روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز دماوند، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۸- شریعت جعفری. محسن، (۱۳۷۵)، زمین لغزش، مبانی و اصول پایداری شیب های طبیعی، انتشارات سازه.
- ۹- صفایی، مهرداد، (۱۳۸۰)، نقش پوشش گیاهی در تثبیت زمین لغزش ها، مجموعه مقالات همایش زلزله و لغزش در استان مازندران.
- ۱۰- فیض نیا. سادات، عطاالله کلارستاقی، حسن احمدی، مهرداد صفایی، (۱۳۸۳)، بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرین رود، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره ۱.
- ۱۱- کلارستاقی، عطا... (۱۳۸۲)، نقش پوشش گیاهی جنگلی در جلوگیری از وقوع زمین لغزش ها، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت پایدار جنگل های شمال، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس.
- ۱۲- مهندسین مشاور خزر، (۱۳۷۳)، مطالعه جامع حوزه آبخیز تجن، گزارشات هواشناسی و زمین شناسی.
- 13- Ertek. T. A, 2000, An anthropogenic triggering of a land slide, Ariklar land slide (NW Turkey).
- 14- Kelarestaghi. A, Feiznia. S, Ahmadi. H, 2003, Evaluation of two methods for landslide hazard zonation, Proc. Int. Symposium "25 years assessment of erosion" Gent, Belgium.

- 15- Kelarestaghi. A, 2003, Investigation of anthropogenic causing landslide in Saghandi kola, Northern of Iran, Map Asia Conference, Kualalampor, Malaysia
- 16- Larsen .M. C, Parks. J. E, 1997, How wide is a road? The association of roads and mass wasting in a forested Montana environment, Earth Surface Processes and Landforms, Vol: 22, pp: 835-848
- 17- Nagarajan. R. M, Anupam. A, Roy. M. V, 1998, Temporal remote sensing date GIS application in landslide hazard zonation of Western Chat, Indian International journal of Remote Sensing, Vol: 19, No: 4, pp: 573-585
- 18- Ohta. T, Hachinohe. S, Noguchi. T, 1999, Evaluation of rockfall disaster by geomorphometry using DEMS, Railway Technical Research Institute
- 19- Sah. M. P, Mazari. R. K, Anthropogenically accelerated mass movement, Kulu Valley, Himachal Pradesh, India, Geomorphology, No: 20, pp: 123-138
- 20- Sarkar. S, Kanungo. D. P, 2003, landslides in relation to terrain parameters, A remote sensing and GIS approach, [www.gisdevelopment.net](http://www.gisdevelopment.net)
- 21- Van Vestern. C. J, Soeters. R, 1997, GISSIZ, Geographic information system in slope instability zonation, ITC, Netherlands
- 22- Weerastinghe. K. M, 1999, Integration of causative factors for landslide hazard mapping in Serilanka.

