پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره‌ی ۱، تابستان ۱۳۹۱
صص. ۵۸-۴۷

پهنه‌بندی مناطق متأثّر از خطر زمین‌لغزش در جادّه‌ی تبریز ــ مرند با استفاده از سنجش از دور و GIS

شهرام روستایی* ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
حسن احمدزاده ـ دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۱۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵

چکیده

جادّه‌ی تبریز ـ مرند یکی از شریان‌های مهمّ ارتباطی کشور است که افزون‌بر ارتباطات داخلی، برای ارتباطات برون‌مرزی نیز اهمّیّت زیادی دارد. این جادّه که روی سازندهای سست و نیمه‌سست کواترنری واقع شده است، هرازچندگاهی لغزش زمین را تجربه می‌کند. هدف این مقاله، شناسایی پهنه‌های در معرض لغزش است که با به‌کارگیری داده‌های مختلفی همچون لیتولوژی، شیب دامنه‌ها، کاربری اراضی، پوشش زمین، فاصله از عوارض خطّی (جادّه، رودخانه و گسل) و هم‌پوشانی آنها، مخاطرات طبیعی تهدیدکننده‌ی حریم اتوبان و خطّ ریلی تبریز ـ مرند را با تأکید بر زمین‌لغزش و با بهره‌گیری از قابلیّت‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج ارزیابی نشان داد که ساختار خاصّ زمین‌شناختی، شرایط اقلیم محلّی و نیز تراکم نهشته‌های کواترنری (در هر دو طرف جادّه) در کنار عامل گرادیان شیب، از عوامل اصلی بروز زمین‌لغزش است که ساخت‌وسازهای انسانی آن را تشدید می‌کند. همچنین مشخّص شد که مناطق قرار گرفته در پهنه با خطر بالا، منطبق بر مناطقی است که در آنها زمین‌لغزش رخ داده است.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات طبیعی، زمین‌لغزش، زمین‌شناسی، جادّه‌ی تبریز ـ مرند، سنجش از دور و GIS.

مقدمه

در جهان امروز یکی از ارکان مهمّ توسعه‌ی اقتصادی، جادّه‌ها یا سازه‌های خطّی با بازدهی مناسب هستند که به‌دلیل طولانی‌بودن و عبور از مناطق با ویژگی‌های لیتولوژیکی متفاوت، بیش از سازه‌های متمرکز تحت تأثیر مخاطرات محیطی

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۱۳۴۴۱۰ E-mail: roostaei@tabrizu.ac.ir

قرار می‌گیرند و موجب خسارات جانی و مالی زیادی می‌شوند. این خسارت‌ها ممکن است نتیجه‌ی حذف یا بی‌توجّهی به شاخص‌های زمین‌شناختی و ژئومورفولوژیکی مؤثّر بر این سازه‌ها، هنگام انتخاب مسیر یا رعایت‌نکردن حریم آنها باشد. در سال‌های گذشته مدیریت و نگهداری راه‌ها به حرفه‌ای تخصّصی تبدیل شده است و در این راستا پهنه‌بندی مخاطرات احتمالی و شناسایی مناطق پُرخطر ضرورت یافته است.

جادّه و شبکه‌ی ریلی مسیر تبریز ـ مرند که بیشتر بر روی سازندهای کواترنری سست و نیمه‌سست واقع شده است، در فصول بارندگی، حرکات دامنه‌ای را متحمّل می‌شود که لازم است قسمت‌های مخاطره‌آمیز آن در مسیر شناسایی شده و نسبت به اِعمال عملیّات حفاظتی و مراقبتی اقدامات لازم انجام گیرد. بنابراین هدف کلّی این پژوهش، پهنه‌بندی و شناسایی مناطق در معرض خطر زمین‌لغزش در مسیر جادّه‌ی تبریز ـ مرند است و اهداف جزئی پژوهش عبارت‌اند از:

۱ – شناسایی عوامل مؤثّر بر وقوع زمین‌لغزش در منطقه‌ی مورد مطالعه؛

۲ – پهنه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر وقوع زمین‌لغزش؛

۳ – معرّفی مناطق بحرانی وقوع زمین‌لغزش.

بسیاری از زمین‌لغزش‌ها در دوره‌ی ترانشه‌زنی در بزرگراه‌ها، راه‌آهن‌ها و کانال‌ها روی می‌دهد. تخریب جادّه‌ها، بزرگراه‌ها، خطوط انتقال نیرو، تخریب گسترده‌ی منابع طبیعی، رسوب‌زایی بالا و سریع و سرعت روند پُرشدن مخازن سدها و بستر رودخانه‌ها از رسوبات، تخریب ساختمان‌های فنّی و مناطق مسکونی و غیره، ازجمله خسارات ناشی از بروز زمین‌لغزش‌هاست. متغیّرهایی همچون شرایط مورفوتکتونیک، هیدروژئولوژیکی، وضعیّت توپوگرافی و مورفولوژی، وضعیّت آب‌وهوایی و هوازدگی، تراکم پوشش گیاهی و کاربری اراضی بر پایداری شیب و وقوع زمین‌لغزش، تأثیر می‌گذارند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵: ۹). سیر فزاینده‌ی خسارات ناشی از حوادث طبیعی (به‌ویژه زمین‌لغزش) مسئله‌ی پیش‌بینی و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و تعیین مناطقی که از نظر وقوع بلایای طبیعی پتانسیل بالایی دارند، اهمّیّت دارد.

جادّه‌ی تبریز ـ مرند روی سازندهای سست و نسبتاً سست زمین‌شناسی همچون آبرفت‌ها، رس و مارن قرار گرفته است (نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه). از سویی سیلان‌های خاکی در خاک‌های سیلتی و رسی بیشتر در طیّ یک بارش و یا پس از بارش‌های سنگین روی می‌دهد (شریعت جعفری، ۱۳۷۵: ۵۱). بنابراین، مجموعه‌ی این عوامل در کنار همجواری با گسل اصلی تبریز و آبراهه‌ها و دخل و تصرّف انسانی در محیط، هرازچندگاهی سبب حرکات دامنه‌ای در کنار جادّه‌ی تبریز ـ مرند می‌شود.

پیشینه‌ی تحقیق

در ارتباط با پیشینه‌ی مطالعاتی در محدوده‌ی مورد مطالعه، مختاری در سال ۱۳۸۸ با انجام یک طرح پژوهشی در دانشگاه تبریز، اشکال مورفولوژیکی را در ارتباط با قابلیّت‌های اکوتوریسمی‌گردنه‌ی پیام بررسی کرد و سیستم‌های رودخانه‌ای، پریگلاسیر، تراورتن‌زایی و فعّالیت‌های انسانی را به‌عنوان فرایندهای مورفوژنز فعّال و به‌وجودآورنده‌ی

ریزمکان‌های ژئومورفولوژیک منطقه (گردنه‌ی پیام) معرّفی کرده است. همین پژوهشگر در سال ۱۳۸۴ در مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی ژئومورفولوژیکی بخشی از مسیر راه تبریز ـ مرند در گردنه‌ی پیام در شمال‌غرب ایران" سعی کرده تا رابطه‌ی فرایندهای ژئومورفولوژیکی را با مهندسی راه‌سازی تبیین کند و در این ارتباط مشخّص کرد که جادّه‌ی تبریز ـ مرند از زمین‌هایی گذر می‌کند که از ویژگی‌های آن، ارتفاع زیاد، گسترش نهشته‌های سطحی کواترنر، دامنه‌های ناپایدار و فعّالیّت فرایندهای ژئومورفولوژیکی متعدّد است. علاوه‌براین، وقوع سیلاب‌ها و روانه‌های خرده‌سنگی، حرکات توده‌ای، وجود گسل‌های فعّال، فرسایش قهقرایی و عملکرد نادرست انسان در بهره‌برداری از امکانات منطقه، اجرای طرح‌های عمرانی همچون راه‌سازی را با مشکلاتی مواجه ساخته است.

در ارتباط با موضوع مورد مطالعه، هم در داخل و هم در خارج از کشور مطالعات زیادی انجام شده است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

اوکاک اوغلو و همکاران (۲۰۰۱)، در ناحیه‌ی داگوی ترکیه در غرب دریای سیاه، به مطالعه‌ی دینامیک حرکات توده‌ای پیچیده‌ی ناشی از بارش‌های سنگین پرداختند. تحلیل داده‌های بارش برای دوره‌های بلندمدّت و کوتاه‌مدّت روزانه و ساعتی این پژوهشگران، آشکارا نشان می‌دهد که بارش سنگین به‌عنوان عاملی محرّک در زمین‌لغزش نقش دارد و پس از آن توپوگرافی، شیب لایه‌بندی مارن، تراکم زیاد درختان و افق خاک ضخیم روی زمین مارنی، نقش مؤثّری در وقوع انواع زمین‌لغزش‌ها داشته‌اند.

گابت و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از داده‌های بارش و بار رسوبی روزانه‌ی حوضه‌ی آناپورنای هیمالایای نپال، به آثار بارش و ویژگی‌های شیب دامنه در شروع زمین‌لغزش‌ها در دوره‌ی بارش‌های موسمی این حوضه پی بردند. آنها دریافتند، هنگامی که طیّ دوره‌ی بارش‌های موسمی، آستانه‌ی بارش به بیش از ۸۶۰ میلی‌متر برسد، حرکات لغزشی رخ خواهد داد.

طلایی دولق و غیومیان (۱۳۸۰) در شناخت و بررسی عوامل مؤثّر در لغزش‌خیزی روستاهای جنوب‌غرب خلخال، به‌این نتیجه دست یافتند که وجود رس در سازندهای حسّاس منطقه با جذب آب و اثر خاصیّت تورّم و خمیری به‌عنوان یکی از عوامل اصلی حرکات دامنه‌ای است.

مهرنهاد (۱۳۸۰)، نقش زمین‌ساخت جنبا در ایجاد زمین‌لغزش‌های منطقه‌ی بهاباد را بررسی کرد و به‌این نتیجه رسید که وجود گسل‌های لرزه‌زا و جوان در شرق دشت بهاباد و گسل دهبنان در غرب آن، نشان از زمین‌ساخت جنبای منطقه است و زمین‌لغزش‌های مورد مطالعه را می‌توان نتیجه‌ی عملکرد گسل‌های فوق و زلزله‌های حاصل از حرکات آنها به‌شمار آورد.

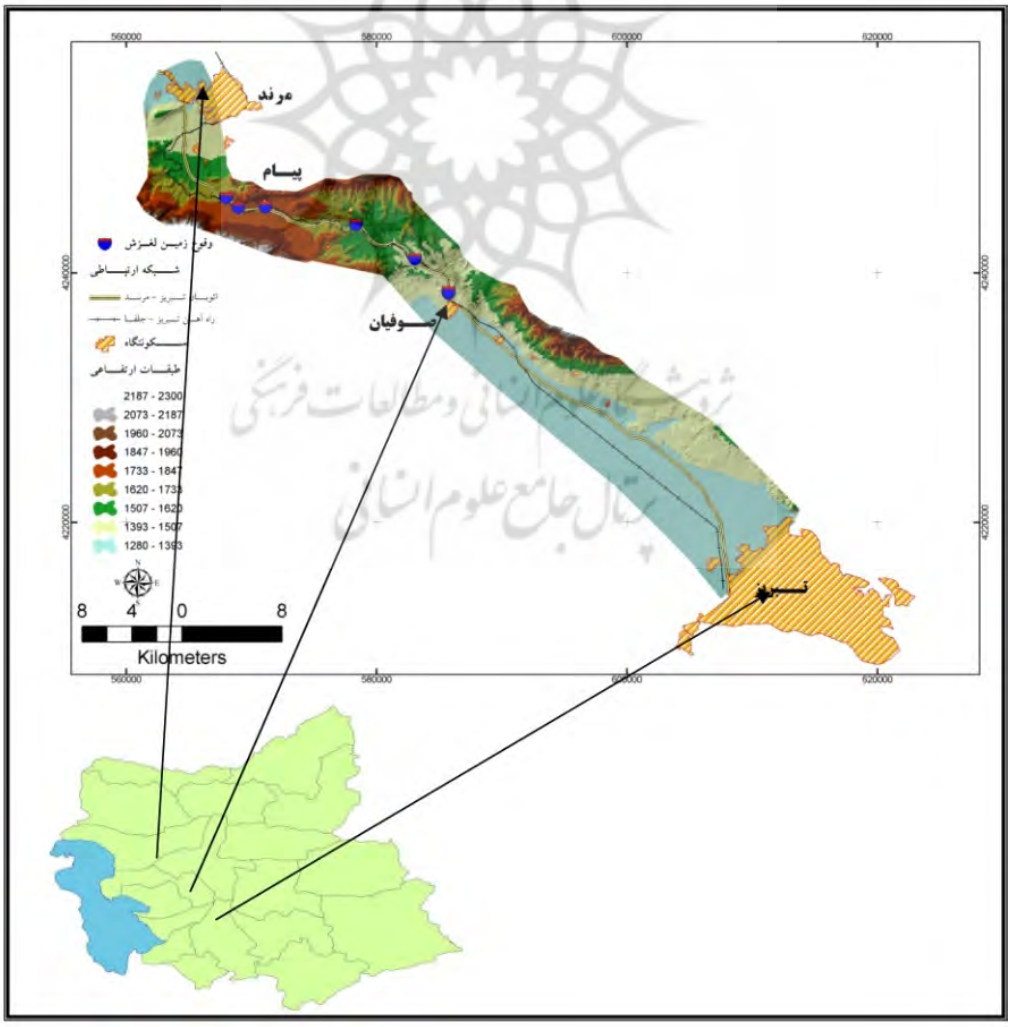
شادفر و همکاران (۱۳۸۴)، زمین‌لغزش در حوضه‌ی لاکتراشان تنکابن را با استفاده از مدل LNRF [1] مورد پهنه‌بندی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که مدل LNRF کارایی بسیار خوبی برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش،

1. Landslide Nominical Risk Factor

به‌ویژه در نواحی مرطوب تا نیمه‌مرطوب دارد. در این پژوهش عوامل لیتولوژی (رس، سیلت با لایه‌هایی از ماسه‌سنگ زغال‌دار)، شیب ۳۰ تا ۴۰ درجه و جهت شیب شمال‌غربی به‌دلیل دریافت رطوبت زیادتر از دریای خزر، بیشترین تأثیر را در رخداد زمین‌لغزش‌های حوضه داشته‌اند.

معرّفی محدوده‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه (شکل شماره‌ی ۱) در استان آذربایجان‌شرقی در فاصله‌ی میان '۱۰ °۳۸ تا '۲۵ °۳۸ عرض شمالی و '۴۵ °۴۵ تا '۱۰ °۴۶ طول شرقی واقع شده است. طول محور مورد مطالعه در حدود ۶۵ کیلومتر و عرض ۵ کیلومتر انتخاب شده است که مسیر حمل و نقل و راه‌آهن سراسری در این محدوده قرار گرفته و بزرگراه تبریز ـ بازرگان نیز در حال احداث است. از نظر توپوگرافی، می‌توان منطقه را به دو بخش عمده تقسیم کرد. جاده‌های ارتباطی و راه‌آهن در حاشیه‌ی این رودخانه‌ها احداث شده‌اند و همواره تحت تأثیر سیلاب‌ها و ناپایداری دامنه‌ها هستند.



شکل ۱. نقشه‌ی موقعیّت محدوده‌ی مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در این پژوهش روش هم‌پوشانی لایه‌ها استفاده شد و نتایج تجزیه و تحلیل‌ها با واقعیّت‌های زمینی ارزیابی شده است. برای تهیّه‌ی لایه‌های مورد نیاز و مؤثّر در وقوع زمین‌لغزش از ابزار، نقشه‌های پایه و داده‌های زیر به‌کار گرفته شده است:

۱ – نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری (برای تهیّه‌ی نقشه شیب و جهت شیب دامنه‌ها)؛

۲ – نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی (برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیرامون گسل‌ها و سازندهای مختلف)؛

۳ – تصاویر ماهواره‌ای SPOT-5 (برای تهیّه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی و نقشه‌ی تراکم پوشش گیاهی)؛

۴ – داده‌های ایستگاه هواشناسی تبریز و مرند (آنالیز میزان بارندگی‌ها)؛

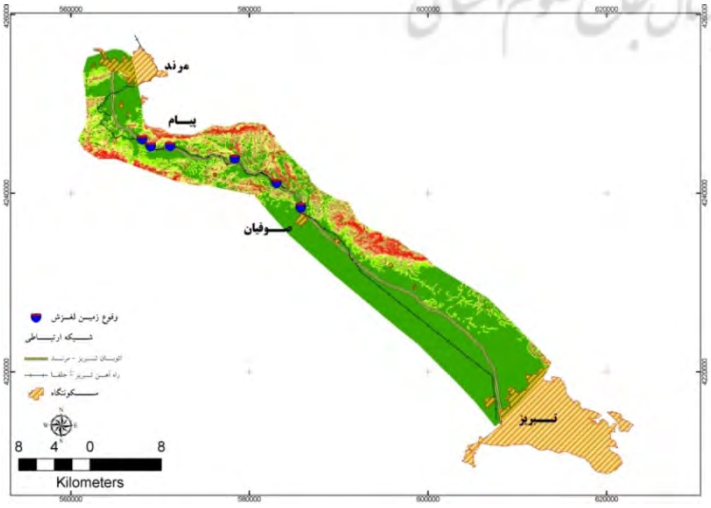
۵ – دستگاه GPS (برداشت نقاطی که در آنجا زمین‌لغزش رخ داده است).

اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و بررسی‌های میدانی به‌دست آمده است. واحدهای زمین‌شناسی که در توزیع لغزش‌ها نقش عمده‌ای دارند، بررسی شده‌اند. داده‌های مربوط به کاربری اراضی و تراکم پوشش گیاهی منطقه نیز، به‌وسیله‌ی تصاویر ماهواره‌ای و بررسی‌های میدانی به‌دست آمد. داده‌های اقلیمی هم از ایستگاه‌های تبریز و مرند جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌های تحقیق

مدل ارتفاع رقومی (DEM)

مدل ارتفاع رقومی منطقه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تهیّه شده است. این مدل مبنایی برای استخراج نقشه‌های شیب، جهت شیب و تعیین طبقات ارتفاعی منطقه‌ی مورد مطالعه است. دو عامل شیب و ارتفاع از عوامل مهمّ کنترل‌کننده‌ی ناپایداری یک دامنه هستند. تغییر هر کدام از آنها می‌تواند مقاومت برشی را کاهش داده و موجب ناپایداری دامنه شود. ارتفاع و گرادیان شیب می‌تواند درنتیجه‌ی فرسایش یا عملیّات حفاری تغییر کند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵: ۱۳). اختلاف ارتفاع در محدوده‌ی مورد مطالعه ۱۰۰۰ متر است و کمابیش ۲۰ درصد محدوده‌ی مطالعاتی، شیبی بین ۲۰ تا ۶۰ درصد دارد. در این محدوده، بیشتر زمین‌لغزش‌ها در ارتفاع ۱۹۰۰–۱۶۰۰ متر و بین شیب‌های ۶۰– ۲۵ درصد روی داده‌اند (شکل شماره‌ی ۲).



شکل ۲. نقشه‌ی شیب منطقه

دما و بارش

از آنجاکه بارش‌های جوّی چه به‌شکل برف یا باران، نقش عمده‌ای در تحوّلات ژئومورفولوژیکی، به‌ویژه در وقوع حرکت‌های توده‌ای دارند؛ شناخت ویژگی‌های بارندگی در مطالعه‌ی محیط‌های طبیعی از اهمّیّت خاصّی برخوردار است. بر اساس آمار موجود، میانگین بارش سالانه‌ی مرند در سال‌های (۸۳-۱۳۵۷)، حدود ۲۴۳/۴ میلی‌متر است که در این میان، اردیبهشت با میانگین بارش ماهانه‌ای در حدود ۴۲/۴ میلی‌متر و شهریور با میانگین بارندگی ماهانه‌ی ۴/۸ میلی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بارش را داشته‌اند. در ایستگاه تبریز نیز، مجموع میانگین بارندگی، حدود ۳۲۷ میلی‌متر است. مطالعات در مورد برف نشان می‌دهد، اگر درجه‌حرارت در حدود ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد یا کمتر باشد، ریزش‌های جوّی به‌شکل برف خواهد بود.

از نظر توزیع فصلی نیز، فصل بهار با ۴۰/۶ درصد، بیشترین مقدار بارندگی را داشته و پس از آن فصل پاییز و زمستان، به‌ترتیب با ۲۸/۴ و ۲۱/۸ درصد از کلّ بارش سالانه، در مراتب بعدی قرار دارند. کمترین مقدار بارندگی نیز با ۹/۲ درصد به فصل تابستان اختصاص دارد.

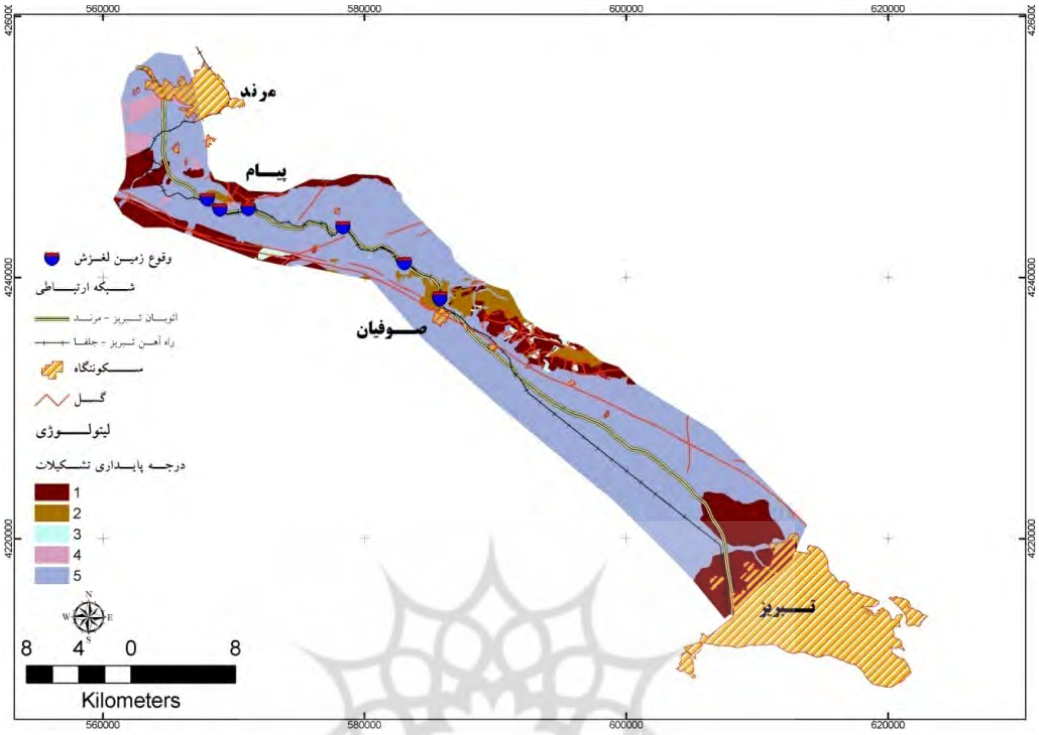
با آگاهی از موارد مذکور می‌توان گفت که شرایط طبیعی منطقه، مجال کافی را برای فعّالیّت‌های مورفوژنز مهیا می‌کند، نوسان درجه‌حرارت و بارندگی‌های ناشی از توده هوای مدیترانه‌ای، زمینه‌ی مناسبی را برای پیدایش نهشته‌های سطحی ضخیم نفوذپذیر فراهم آورده و آب کافی در فصول مرطوب، سطح لغزشی فعّالی را در دامنه‌ها به‌وجود می‌آورد.

تکتونیک و زمین‌ساخت منطقه

شرایط تکتونیکی و وجود گسل عاملی محرک[1] در بروز حرکات دامنه‌ای به‌شمار می‌رود (Cruzier, 1986). گسل بزرگ تبریز، عمده‌ترین واقعه‌ی تکتونیکی چشمگیر منطقه است که با شروع از جنوب‌غرب میانه با جهت جنوب‌شرقی ـ شمال‌غربی با انحنای به‌نسبت قوی در ارتباط با سهند و در موازات آنتی کلیناریوم‌ها و سنکلیناریوم اوّلیّه، به‌سوی مرند ـ خوی پیش می‌رود (وقار موسوی، ۱۳۶۹: ۵۶-۵۴).

گسل شمال تبریز تا کوه‌های مورومیشو به‌طور مشخّصی ادامه دارد؛ ولی چگونگی ادامه‌ی آن به‌سوی باختر، به‌دلیل نبودن رخنمون مشخّص نشده است (نبوی، ۱۳۵۵: ۷۲). هرچند نشانه‌ای از فعّالیّت گسل تبریز در ۷۶ سال گذشته دیده نمی‌شود؛ ولی امکان حرکت آن همراه با زمین‌لرزه‌های ویرانگر همیشه وجود دارد (بربریان، ۱۹۷۶: ۳۴). به‌همین دلیل فعّالیّت تکتونیکی این گسل تا دوره‌ی کنونی ادامه داشته و سبب ایجاد گسله، شکستگی و برآمدگی‌هایی شده است و بارها در اثر فعّالیّت این گسل، رانش زمین در منطقه روی داده است. ساختار زمین‌شناسی این منطقه شامل واحدهای رسوبی مارن، رس، کنگلومرای نیمه‌متراکم و در بیشتر بخش‌ها پادگانه‌های آبرفتی کهن و جدید و دشت‌های آبرفتی است که مربوط به اواخر دوران سوم و چهارم هستند. این رسوبات سست و ریزدانه که بیشتر از رس، مارن، شیل و در برخی موارد، موادّ هوازده و آبرفتی جدید و قدیم تشکیل یافته‌اند، در حدود ۷۰ درصد پهنای محدوده‌ی مورد مطالعه را پوشش می‌دهند (شکل شماره‌ی ۳).

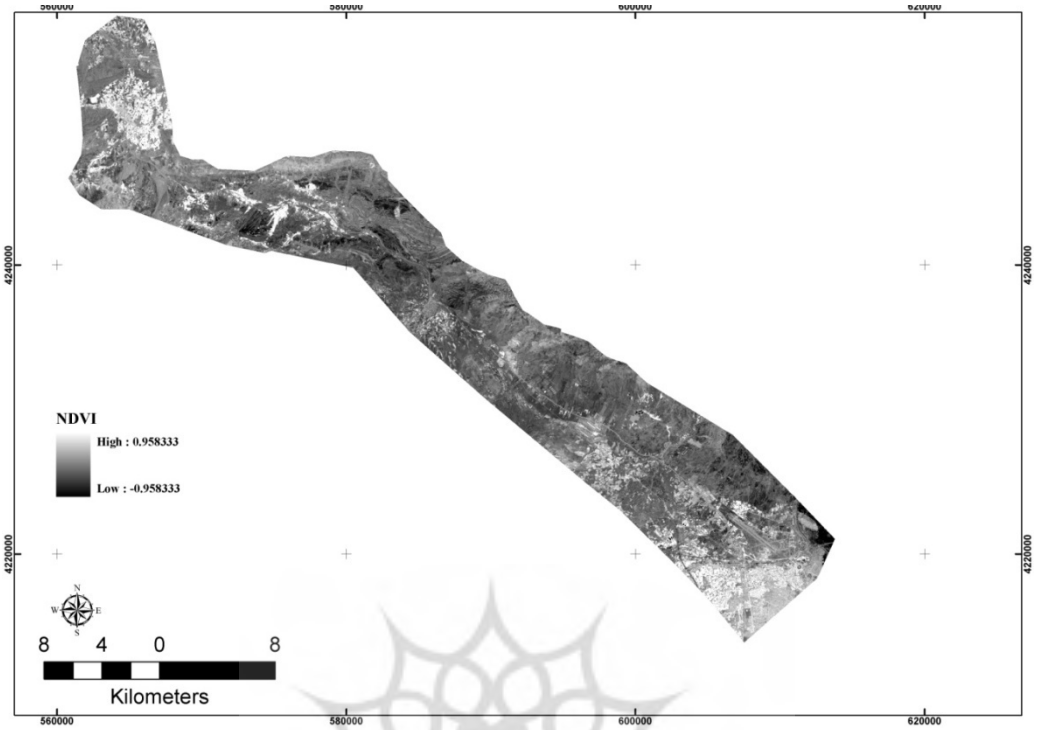
1. Trigger



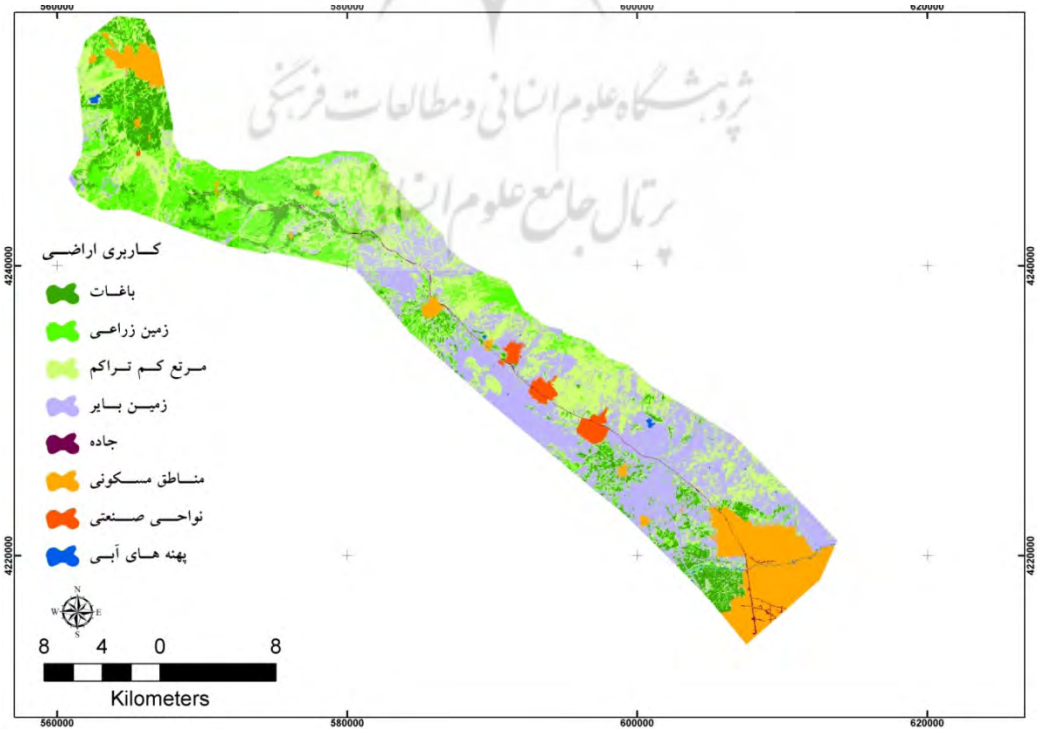
شکل۳. نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه و میزان ناپایداری آن در برابر حرکات دامنه‌ای (درجه پایداری از ۱ به ۵ افزایش می‌یابد)

کاربری اراضی و تراکم پوشش گیاهی

برای تهیّه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی و شاخص NDVI منطقه‌ی مورد مطالعه، از تصاویر ماهواره‌ی SPOT-5 استفاده شده است. براین اساس، شاخص پوشش گیاهی منطقه بین ۰/۹۶+ تا ۰/۹۶− تعیین شد (شکل شماره‌ی ۴). بر اساس شاخص NDVI مناطقی که اعداد نزدیک به ۱+ را نشان دهند پوشش گیاهی متراکم دارند و هرچه این رقم به‌سمت ۱− پیش رود، به‌همان اندازه از میزان پوشش گیاهی کاسته می‌شود. نقشه‌ی کاربری اراضی نیز نشان می‌دهد که به‌موازات محور تبریز ـ مرند، علاوه‌بر مناطق مسکونی و صنعتی، باغ‌ها، مزارع و مراتع، بیشتر نواحی بایر و زمینی بدون کاربری است (شکل شماره‌ی ۵). تغییر در تراکم پوشش گیاهی و کاربری زمین از عواملی است که می‌تواند در ناپایداری شیب مؤثّر باشد. تأثیر این تغییر، گاهی با گذشت طولانی زمان و گاهی در مدّت زمان کوتاهی موجب افزایش تنش‌های برشی و ناپایداری شیب می‌شود. یکی از بارزترین تغییر کاربری زمین، تبدیل زمین‌ها و نواحی شیب‌دار به زمین‌های کشاورزی و مرتعی و تغییر شیوه‌ی کشت، احداث جادّه و بزرگراه در سطوح شیب‌دار و تبدیل سطوح شیب‌دار به مناطق مسکونی و صنعتی است. این تغییر کاربری‌ها همراه با باربرداری، بارگذاری، تغییر هندسه‌ی شیب، ورود فاضلاب به داخل شیب و افزایش فشار آب منفذی، ایجاد لرزش و موارد مشابه، موجب افزایش تنش‌های برشی و ناپایداری شیب دامنه‌ای می‌شود (شریعت جعفری، ۱۳۷۵: ۱۷-۱۶).



شکل ٤. نقشه‌ی شاخص پوشش گیاهی (NDVI) محدوده‌ی مورد مطالعه



شکل۵. نقشه‌ی کاربری اراضی محدوده‌ی مورد مطالعه

پهنه‌بندی ناپایداری‌های منطقه

منطقه‌ی بین صوفیان و مرند به‌دلیل شیب زیاد دامنه‌های جنوبی که به آبراهه و جادّه‌ی اصلی منتهی می‌شود، تحت تأثیر بارش‌های زمستانی و بهاری ناپایدار می‌شوند و نیروی ثقل عامل اصلی وقوع حرکات دامنه‌ای و ریزش مواد هوازده در منطقه است. البتّه، عبور جادّه و راه‌آهن از پای دامنه‌ها و در امتدا رودخانه و برش ایجاد شده در پای دامنه‌ها، ناپایداری مسیر را تشدید کرده و سیلاب‌های فصلی هم می‌تواند مزید بر علّت باشد.

عبور گسل بزرگ تبریز از منطقه‌ی مطالعاتی، عامل دیگری است که بر ناپایداری دامنه‌ها تأثیر گذاشته است و هنگام تحرّک این گسل و وقوع زلزله در منطقه، امکان تخریب جادّه و راه‌آهن بالا بوده و خسارات زیادی را به این شریان‌های حیاتی وارد خواهد ساخت.

سازوکار لغزش‌های منطقه

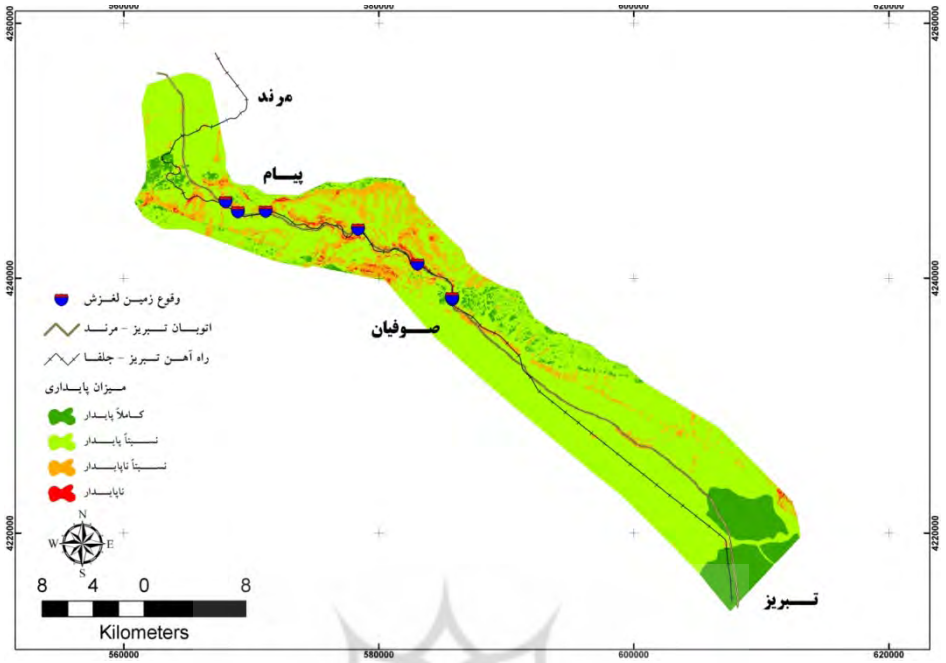
اگرچه وقوع لغزش در یک منطقه، درکُل با شدّت و میزان بارش کنترل می‌شود، اما تفاوت‌های محلّی و ناحیه‌ای مانند توپوگرافی، ساختار زمین‌شناسی، عوامل مورفولوژی، پوشش گیاهی و عوامل اقلیمی نیز، در ابعاد زمین‌لغزش‌ها مؤثرند (روستایی و احمدزاده، ۱۳۸۴). براساس تجزیه و تحلیل متغیّرهای شیب ناهمواری، نوع دامنه، ساختار زمین‌شناسی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و فاصله از پدیده‌های خطّی (گسل، جادّه و آبراهه) این نتیجه به‌دست آمد که عامل ناهمواری و گرادیان شیب متناسب با وضعیّت لیتولوژیکی منطقه، از عوامل اصلی ناپایداری شمرده می‌شوند و تعریض شانه‌ی جادّه آن را تشدید می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

در مسیر جادّه‌ی تبریز ـ مرند نقاطی که در آنها لغزش صورت گرفته، با GPS برداشت شده و روی لایه‌های مختلف هم‌پوشانی شدند، این نقاط نشان می‌دهد که مناطق مذکور با پهنه‌های مستعدّ وقوع زمین‌لغزش منطبق با نقشه‌ی نهایی است و این صحّت ارزیابی را بیان می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که یک درصد از محدوده‌ی مطالعه شده در این پژوهش، در محدوده‌ی پهنه‌ی ناپایدار و ۱۱/۶ درصد نیز در محدوده‌ی پهنه‌ی نسبتاً ناپایدار واقع شده است (جدول شماره‌ی ۱ و شکل شماره‌ی ۶).

جدول ۱. درصد پهنه‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه

پهنه‌ها	وسعت تحت اشغال (هکتار)	درصد تحت اشغال
کاملاً پایدار	۵۵۳۷/۷	۱۲/۰۳
نسبتاً پایدار	۳۴۶۷۸	۷۵/۳۸
نسبتاً ناپایدار	۵۳۳۱/۲	۱۱/۶
ناپایدار	۴۵۵/۷	۱



شکل ٦. نقشه‌ی پهنه‌بندی میزان ناپایداری دامنه‌ای در منطقه

شکل ۷. تصویر نمونه‌ای از ناپایداری دامنه‌ای در منطقه

عکس از نگارنده، بهار ۱۳۸۹

منابع

Babakhani. et al., 1990, **Explanation of Geology Map of Ahar,** Geological Survey of Iran.

Berberyan, M., 1976, **Continental deformation in Plateau of Iran,** Geological Survey of Iran, No. 52.

Blochl, A. and Braun, B., 2005, **Economic Assessment of Landslide Risks in the Swabian Alb, Germany – research Framework and First Results of Homeowners' and Experts' Surveys,** Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 5, PP. 389-396.

Cruzier, M.J., 1986, **Landslides: Causes, Consequences & Environment, Routledge,** London & New York.

Esmali, A., 2005, **Using GIS & RS in Mass Movements Hazard Zonation (A Case Study in Germichay Watershed)**, Natural Resources Faculty, Tehran University, Karaj, Iran.

Gabet, E. J., Burbank, D. W. and Putkonen, J. K., 2004, **Rainfall Thresholds for Landsliding in the Himalayas of Nepal**, Geomorphology, Vol. 63, PP.131-143.

Geological Survey of Iran, **Geology Maps of Marand in 1:100000 Scales.**

Geological Survey of Iran, **Geology Maps of Tabriz - Poldasht in 1:250000 Scales.**

Geological Survey of Iran, **Geology Maps of Tabriz in 1:100000 Scales.**

Kelarestaghi, A., 2004, **Investigation of Effective Factors on Landslides Occurrence and Landslide Hazard Zonation – Case Study Shirin Rood Drainage Basin**, Sari, Iran.

McGregor, F.M., & Thompson D.A., 1995, **Geomorphology and Land Management in a Changing Environment**, John Wiley & Sons.

Mehrnahad, H., 2001, **Evaluation of Role of Dynamic Tectonic in Landslide Generation in Behabad Region,** 2nd Conference of Geology Eng and Environment of Iran, University of Tarbeyat Modares, PP. 267-277.

Mogimi, E., et al., 2008, **Evaluation and Zonation of Effective Factors in Landslide Occurrence in Northern Slopes of Aladagh,** Geographical Research, No. 64, PP. 53-75.

Mokhtari, D., 2008, **Geomorphological Evaluation in Part of Tabriz-Marand Road in Payam Ghaut,** North-west of Iran, Journal of Moderes-e Ulum-e Ensani, No. 43, PP.133-156.

Mokhtari, D., 2009, **Identification of Active Morphogenic forms in Payam Ghaut and Evaluation of its Ecotourism Potential,** Tabriz University Research Project.

Nabavi, M.H., 1976, **Go to the Geology of Iran**, Publication of Geological Survey of Iran.

National Cartographic Center of Iran, **Topography Maps of Study Area in 1:25000 Scale.**

Ocakoglu, F. Gokeeoglu, C., and Ercanoglu, M., 2002, **Dynamics of a Complex Massmovement Triggered by Heavy Rainfall: A Case Study from NW Turkey**, Geomorphology, Vol. 42, PP. 329-341.

Ohmori, H. & Sugai, T., 1994, **Morphometrical Characteristics of Landslide Masses and Their Geomorphological Implications**, Trans. Japan. Geomorph, Union, Vol. 15, PP.1-16.

Roostaei, SH., Ahmadzadeh, H., 2005, **GIS-based Zonation of Environmental Hazards Influence Upon Linear Structures (Case Study Tabriz-Mianeh Area),** Internasional

Conference of Geo Hazard and Natural Disasters, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Roostaei, SH., Khayyam, M., 1998, **Morphometric Analyses and Geomorphological Concepts of Lanslides,** Journal of Humanities and Social Science, University of Tabriz, Vol. 5, No. 1, 2, 3, 4.

Shadfar, S., Norouzi, A. A., Goddosi, J., Geyomiyan, J., 2005, **Landslide Risk Zonation in Laktrashan Basin,** Journal of Soil and Water Protection, No.1, PP.1-10.

Sharieat Jafari, M., 1996, **Landslide (Foundations and Principles of Natural Slope Stability),** Publication of Sazeh.

Talaei Dolag, R., Geyomiyan, J., 2001, **Recognition and Evaluation of Landslide Factors in South- west of Khalkhal,** 2nd Conference of Geology Eng and Environment of Iran, University of Tarbeyat Modares.

Vegar-e Mosavi, A., 1990, **Geomorphological Evolution of Tabriz Plain,** M.A. Thesis, University of Tabriz.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی