Archive OF SID

جغرافیا و توسعه- شماره ۱۹- پاییز ۱۳۸۹
وصول مقاله : ۱۳۸۷/۱۰/۲۳
تأیید نهایی : ۱۳۸۸/۸/۴
صفحات : ۹۸-۸۳

پهنه‌بندی زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن با استفاده از مدل‌های کمّی

دکتر مجتبی یمانی
دانشیار جغرافیا دانشگاه تهران

ابوطالب محمدی
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تهران

سعید نگهبان
دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست دانشگاه تهران

چکیده

زمین‌لغزش نوعی حرکت دامنه‌ای است که منجر به جابجایی مواد سطحی دامنه‌های پرشیب می‌شود. دامنه‌های شمالی رشته‌کوه البرز تحت تأثیر شرایط محیطی و اقلیم مرطوب دارای پتانسیل بالایی ازلحاظ وقوع حرکات دامنه‌ای نسبت به سایر نقاط کشور است. حوضه‌ی تحت بررسی (حوضه توتکابن) در شهرستان رودبار قرار دارد. ثبت بیش از ۱۰۰ لغزش دراین حوضه طیّ بررسی‌های میدانی نشان‌دهنده‌ی استعداد بالای این حوضه جهت وقوع لغزش می‌باشد. هدف این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر، پهنه‌بندی زمین‌لغزش و همچنین مشخص کردن پتانسیل مناطق مختلف این حوضه از لحاظ وقوع لغزش جهت کاستن خسارات ناشی از آن بوده است.

پس از ثبت لغزش‌های موجود و انتقال آن بر روی نقشه اقدام به مشخص کردن مناطق ناپایدار با توجه به متغیّرهای ضخامت رسوب، جهت دامنه، شیب، فاصله از آبراهه، پوشش گیاهی، سنگ‌شناسی و ارتفاع شده است. برای این منظور از سه مدل امتیازدهی متغیّرهای مؤثر، ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی و تراکم سطح استفاده شده است.

ابزار اصلی کار تحقیق استفاده از نرم‌افزارILWIS و تکنیک کار مقایسه میزان تأثیرگذاری متغیّرها با استفاده از روش‌های ذکر شده بوده است، نتایج تحقیق از طریق ارائه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی در قالب نرم‌افزار مذکور و تجزیه و تحلیل پهنه‌های در معرض مخاطره به نتایج پهنه با خطر نسبی خیلی کم، خطر نسبی کم، خطر نسبی متوسط و بالاخره پهنه‌های با احتمال وقوع زیاد و خطر خیلی زیاد تقسیم شده است، و مشخص شده که مناطق بخش‌شرقی و شمال‌غربی حوضه دارای بیشترین پتانسیل زمین‌لغزش و مناطق‌شمالی و جنوبی آن خطر کمی را جهت وقوع زمین‌لغزش داشته و پایدار می‌باشند. بدیهی است برنامه‌ریزی برای منطقه به ویژه در راستای احداث سازه‌هایی نظیر راههای ارتباطی بناها و ساخت و سازهای مسکونی و روستایی باید با توجه به ضریب پایداری دامنه‌ها صورت پذیرد.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش، حوضه توتکابن، روش تراکم سطح، شهرستان رودبار، حرکات دامنه‌ای.

www.SID.ir

Archive OF SID

مقدمه

زمین‌لغزش عمدتاً بر اساس تلفیقی از فرآیندهای مختلف در مناطقی که توپوگرافی کوهستانی و لیتولوژی رسوبی دارند رخ می‌دهد *(حافظی‌مقدس، ۱۳۷۴: ۱۰؛ شریعت‌جعفری، ۱۳۷۵: ۴۵)*. این حرکات ممکن است به صورت آرام و کند صورت گرفته (چند میلیمتر در سال) و یا ناگهانی و سریع به وقوع بپیوندد (۱۶۰کیلومتر در ساعت) که در بسیاری موارد حوادث تأسف‌باری را موجب می‌شود *(Selby,1995:124;Lee,2004:95)* وقتی مواد دامنه قادر نباشند دربرابر نیروی جاذبه مقاومت کنند، زمین‌لغزش صورت می‌گیرد. علت کاهش مقاومت سازندهای سطح زمین می‌تواند عوامل داخلی یا خارجی باشند، علل‌داخلی معمولاً شامل شرایط ذاتی و بنیادین، نظیر جنس‌مواد و لایه‌هایی مانند رس‌ها که با افزایش میزان آب، مقاومت برشی آنها کاهش می‌یابد، می‌باشند.

نیروهای خارجی که موجب افزایش تنش برشی دامنه می‌شود معمولاً به نوع به‌هم ریختگی (که امکان دارد طبیعی یا حاصل کار انسان باشد) مانند حذف حایل و حامی جانبی یا زیرین، افزایش بار دامنه و تنش‌های انتقالی زمین بر اثر زمین‌لرزه و عبور دائم وسایل نقلیه‌ی سنگین بستگی دارد *(کوک و دورکمپ، ۱۳۷۷: ۱۵۸؛ اونق، ۱۳۸۲: ۱۵)*.

امروزه مطالعات علمی و جامع در مورد زمین‌لغزش، یکی از مهمترین موارد تحقیقاتی است که خود حاکی از درجه اهمیت در بین علوم و توجه روزافزون دولت‌ها به این موضوع می‌باشد. تهیه‌ی مدل‌ها و روش‌های گوناگون جهت مطالعه‌ی زمین‌لغزش‌ها و پهنه‌بندی آنها توسط محققین علم زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی گواه این مطلب است که در سطح جهان بر روی خطرات زمین‌لغزش‌ها مطالعات زیادی انجام گرفته است. در میان مطالعات مختلف انجام شده درسطح جهان، برخی‌موارد که به ارایه‌ی روش‌هایی جهت پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌ها پرداخته‌اند، عبارتند از: مدل ریگر (۱۹۷۴)، مدل استیو سنون (۱۹۷۷)، مدل توصیفی کروزیر (۱۹۷۷)، مدل کمی کیفر و همکاران (۱۹۸۷) و مدل شارما (۱۹۹۵) *(صالحی‌پور، ۱۳۸۰: ۸۷)*.

در کشور ایران نیز مطالعات مربوط به مدل‌سازی و پهنه‌بندی زمین‌لغزش بسیار جوان است و عمدتاً به اوایل دهه‌ی گذشته بازمی‌گردد. توجه به عمران و سازندگی کشور پس از جنگ همگام با افزایش آگاهی از خسارات سوانح طبیعی و به ویژه لغزش‌ها باعث شد که سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی توجه خاصی به این مسأله داشته باشند *(گورابی، ۱۳۸۲: ۱۴۲)*. با توجه به این که پهنه‌ی‌البرز مستعد وقوع‌لغزش می‌باشد، تعدادی‌از مطالعات فوق در البرز انجام گرفته است. ازطرفی محققینی چون حسن‌زاده نفوتی(۱۳۷۹)،امیری‌چله‌بری(۱۳۷۷)، حافظی‌مقدس(۱۳۷۲)، لیاقت (۱۳۷۳)، محمدخان (۱۳۸۰)، حق‌شناس (۱۳۷۴)، صالحی‌پور (۱۳۸۰) و اونق(۱۳۸۲)،

www.SID.ir

Archive OF SID

در زمینه‌ی بررسی مربوط به زمین‌لغزش‌ها و مدل‌سازی و پهنه‌بندی آنها در سطح دانشگاهی تحقیقاتی در کشور انجام داده‌اند. دامنه‌های شمالی رشته‌کوه البرز دارای پتانسیل بالایی از لحاظ وقوع حرکات دامنه‌ای نسبت به سایر نقاط کشور است. در این میان استان گیلان به دلیل واقع شدن در منطقه‌ی البرز تحت تأثیر شرایط محیطی و اقلیم مرطوب همواره از پتانسیل بالایی از این دیدگاه برخوردار است.

استان گیلان به دلیل واقع شدن در منطقه‌ی البرز تحت تأثیر شرایط محیطی موجود قرار گرفته که لغزش‌های فراوان در آن به وقوع پیوسته است. این پدیده به قدری گسترده است که تعدادی از روستاها و حتی شهرهای این استان بر روی لغزش‌های قدیمی واقع شده و یا در حال فعالیت مجدد بنا نهاده شده و یا این که در حاشیه‌ی لغزش‌ها قرار دارند. به‌گونه‌ای که پس از حادثه‌ی زلزله ۳۱خرداد ۱۳۶۹رودبار، تعدادی از روستاها تحت تأثیر لغزش قرارگرفته و نابود شدند و تعدادی نیز به واسطه‌ی همین امر تغییر مکان داده‌اند که متأسفانه در پاره‌ای از نقاط مجدداً سکونتگاهها بر روی محلّ لغزش‌ها بنا نهاده شده‌اند. حوضه‌ی توتکابن از جمله حوضه‌های بسیار فعال در زمینه‌ی زمین‌لغزش می‌باشد. این امر بدان لحاظ حائز اهمیت است که بدانیم کدامیک از بخش‌های این حوضه پتانسیل بیشتری جهت زمین‌لغزش دارند، تا با شناسایی و معرفی آنها، مکان‌گزینی فعالیت‌های انسانی در سطح این حوضه با دقت و توجه بیشتر نسبت به بستر فعالیت انجام‌گرفته و توسعه‌ی منطقه در مکان‌های پایدار و مقاوم صورت بگیرد. ثبت بیش از ۱۰۰ لغزش در این حوضه طی بررسی‌های میدانی نشان‌دهنده‌ی استعداد بالای این حوضه جهت وقوع لغزش، می‌باشد.

هدف این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر و مشخص کردن پتانسیل مناطق مختلف این حوضه از لحاظ وقوع لغزش، جهت کاستن خسارات ناشی از آن است.

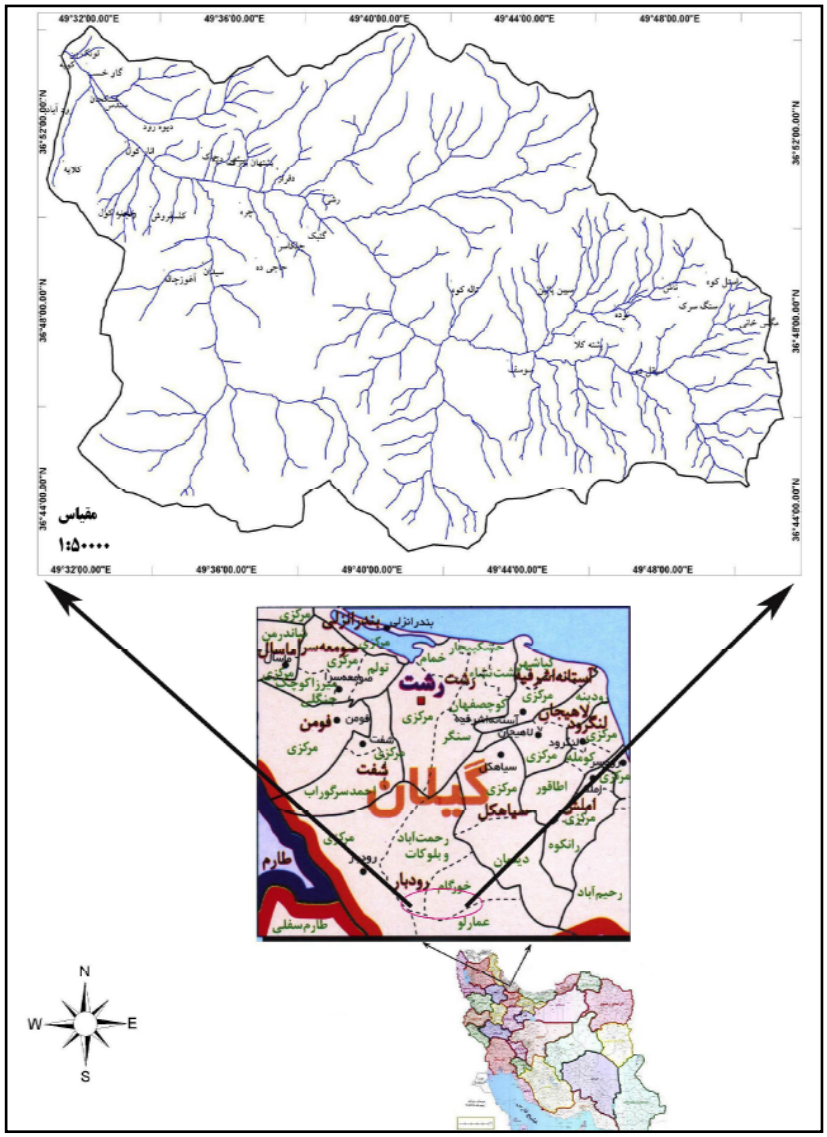
موقعیت محدوده تحت بررسی

حوضه‌ی آبخیز توتکابن در استان گیلان، جنوب شهرستان رشت و شمال شرقی شهرستان رودبار قرار دارد (شکل شماره ۱). این حوضه در طول جغرافیایی ´۵۵ و °۳۶ الی ´۴۰ و °۳۶ و عرض جغرافیایی ´۳۰ و °۴۹ الی ´۵۵ و °۴۹ قرار دارد. حوضه‌ی مذکور با مساحت ۴۳۴/۹ کیلومتر مربع از شمال به حوضه‌ی دیلمان و از شرق و جنوب به حوضه‌ی آبریز شاهرود و از غرب به رودخانه‌ی سفیدرود منتهی می‌شود. رودخانه‌ی توتکابن از دو رودخانه‌ی دیگر به نام رودخانه‌ی سیدان و عمارلو تشکیل شده است که این رودخانه در حوالی روستای دشتویل به هم می‌پیوندند و رودخانه‌ی توتکابن را تشکیل می‌دهند *(امیری‌چله‌برد، ۱۳۷۷: ۵۴)*. در حوزه‌ی

www.SID.ir

Archive OF SID

آبریز توتکابن دو شهر به نام توتکابن و برەسر و تعدادی روستا با جمعیّت و مساکن ۴ تا ۲۵۰ خانوار تشکیل شده‌اند. کوه درفک با ارتفاع ۲۷۲۰ متر در ضلع شمالی حوضه بزرگترین کوه منطقه می‌باشد *(نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جیرنده)*.



شکل ۱ : موقعیت حوضه‌ی آبخیز

مأخذ: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توتکابن

www.SID.ir

Archive OF SID

مواد و روش‌ها

جهت مطالعه‌ی بهتر و دقیق تر تعداد و پراکنش لغزش‌ها از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای لندست و IRS سال ۲۰۰۴ به عنوان ابزار مشاهده‌ی غیر مستقیم استفاده شده و سپس جهت مطالعات بعدی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شیت اسطلخ جان، دیلمان، جیرنده، لوشان و نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جیرنده نیز استفاده شد.

به‌منظور برداشت‌های میدانی از لغزش‌های موجود ضمن استفاده از نقشه‌ها و عکس‌های فوق از دستگاه موقعیت باب جغرافیایی(*GPS*)، دوربین فیلم‌برداری، دوربین عکاسی، شیب‌سنج و قطب‌نما استفاده گردید

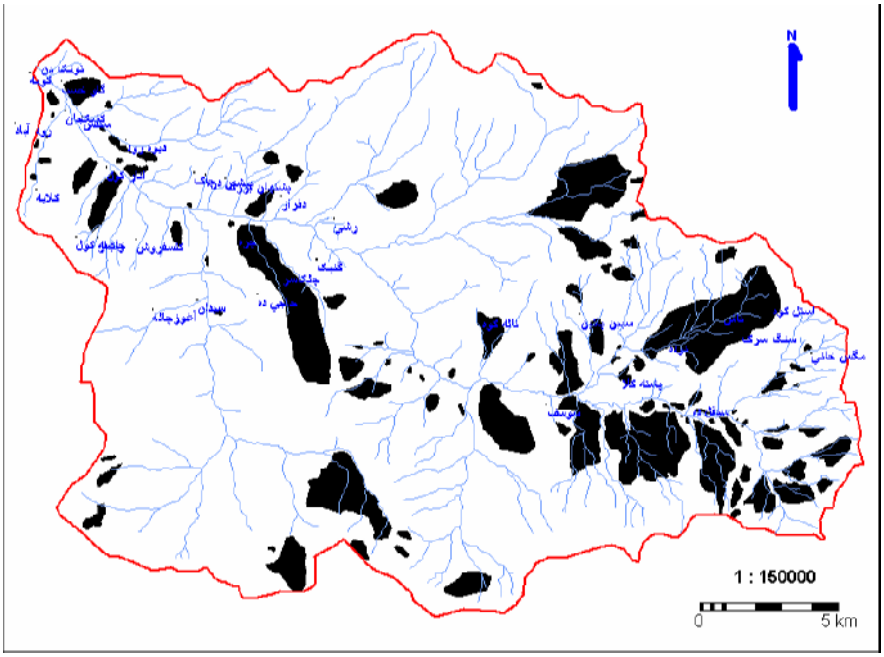
از متغیّرهایی مانند شیب، ارتفاع و طبقات ارتفاعی، جهت دامنه‌ها و جهت جریان، فاصله از آبراهه‌ها، سنگ‌شناسی حوضه، ضخامت رسوب و خاک، پوشش گیاهی در این تحقیق جهت پهنه بندی خطر زمین‌لغزش استفاده شده است .

پس از تهیه‌ی نقشه عامل از متغیّرهای مورد استفاده جهت تجزیه و تحلیل و پهنه‌بندی خطر لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن؛ نقشه‌های مزبور، متناسب با هر یک از مدل‌های (امتیازی، ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح) جهت پهنه‌بندی با یکدیگر همپوشانی داده شده و نقشه‌ی اولیه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش برای روش‌های فوق تهیه گردید، سپس با محاسبات آماری و تهیه گراف و توزیع فراوانی واحدهای زمین‌لغزش (در این تحقیق جهت دقت بالا، واحدهای زمین‌لغزش به‌صورت پیکسل در نظر گرفته شده است) از نقشه‌های مذکور، حدود طبقات خطر برای هریک از روش‌های پهنه‌بندی مشخص شد. در تمام روش‌ها ۵ طبقه‌ی خطر تعیین شده است تا نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه گردد. طبقات خطر اختصاص داده شده عبارتند از: خطر خیلی زیاد، خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم، خطر خیلی کم .

با انجام بررسی‌های آزمایشگاهی و مطالعات میدانی، نقشه عاملی از پهنه‌های زمین‌لغزشی حوضه‌ی توتکابن، که نتیجه‌ی برآیند عملکرد متغیّرهای مستقل ارتفاع، جهات شیب، عملکرد آبراهه‌ها، شیب توپوگرافی و ساختمانی، سنگ‌شناسی و سایر متغیّرهای مؤثر در زمین‌لغزش (متغیّر وابسته) می‌باشند، به کمک نرم‌افزار الویس تهیه گردید (شکل شماره ۲). نقشه‌ی اخیر دارای دو ارزش صفر و یک می‌باشد، که صفر معرف مناطق بدون زمین‌لغزش (کمتر از سایر مناطق حوضه) و یک معرف واحدهای دارای زمین‌لغزش (زمین‌لغزش بیشتر نسبت به دیگر مناطق حوضه) است .

www.SID.ir

Archive OF SID



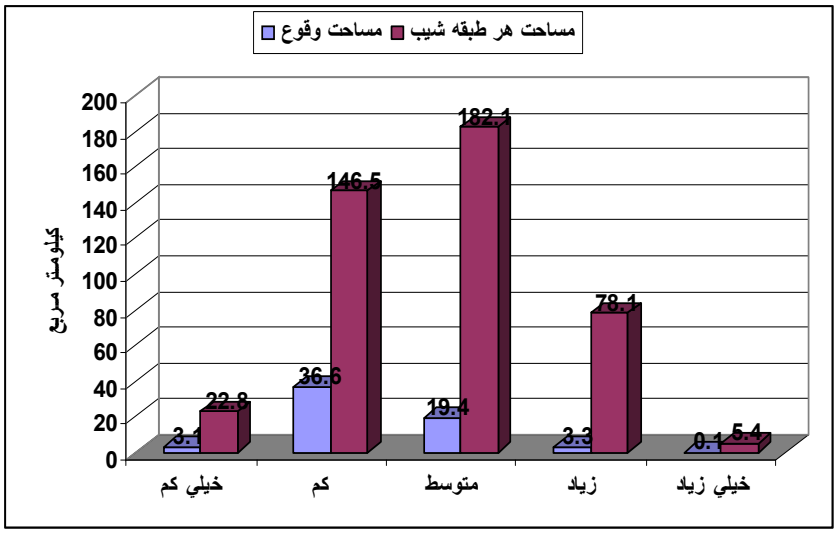
شکل ۲ : پراکنش لغزش‌های اتفاق افتاده در حوزه‌ی آبخیز توتکابن

منبع: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی توتکابن و عکس‌های ماهواره لندست و IRS

برای تحلیل ارتباط متغیّرهای مستقل انتخاب شده با متغیّر وابسته (زمین‌لغزش)، از روش ترکیب نقشه‌ها و جداول متقاطع استفاده شده است. در این روش نقشه وقوع و عدم وقوع زمین‌لغزش حوضه با ارزش‌های صفر و یک با نقشه‌های مختلف متغیّرهای مستقل، که در گروهها و رده‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی حوضه و نظر کارشناسی طبقه‌بندی و به کمک نرم‌افزار، با یکدیگر ترکیب شده و سپس نتایج حاصل در نمودارهای مختلف جهت تجزیه و تحلیل متغیّرها و میزان نقش و عملکرد هریک در زمین‌لغزش مورد بررسی قرار گرفته است.

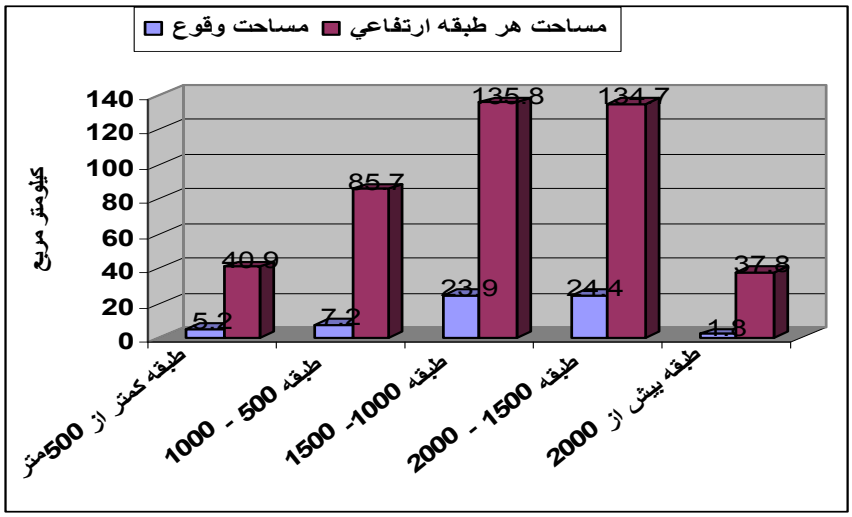
www.SID.ir

Archive OF SID



شکل ۳: پراکنش لغزش در طبقات شیب در حوضه‌ی آبخیز توتکابن به کیلو متر مربع

منبع: نگارنده



شکل ۴: پراکنش لغزش بین خطوط تراز در حوضه آبخیز توتکابن

منبع: نگارنده

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول ۱: پراثرترین وکم اثرترین کلاس‌های مربوط به هرکدام از عوامل

متغیّرها	پراثرترین	کم‌اثرترین
طبقات ارتفاعی	1000-1500	کمتر از ۲۰۰۰
پوشش گیاهی	زراعی دیم	زراعی آبی
زمین‌شناسی	QT1	KII
ضخامت رسوب	کمتر از ۱۵	بیشتر از ۱
فاصله از آبراهه	بیشتر از ۱۵۰	کمتر از ۶۰۰
شیب	۶-۱۴	کمتر از ۴۰
جهت دامنه	N - NE	S - SE

منبع: نگارنده

در جدول شماره‌ی ۱پراثرترین و کم اثرترین کلاس‌های مربوط به هر یک از متغیّرها آورده شده است. این جدل براساس موقعیت کنونی لغزش‌ها جهت نشان دادن تأثیر متغیّرهای مختلف در ایجاد زمین‌لغزش در منطقه‌ی مورد مطالعه تهیه شده است، بر این اساس در متغیّر طبقات ارتفاعی بیشترین لغزش در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر وکم‌ترین لغزش در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر مشخص شده است ، اراضی زراعی دیم بیشترین لغزش در متغیّر پوشش گیاهی و کمترین لغزش در اراضی زراعی آبی می‌باشد، واحد Qt1 در متغیّر زمین‌شناسی پراثرترین واحد و واحد Kii کم‌اثرترین واحد شناخته شده است، متغیّر ضخامت رسوب پراثرترین طبقه مربوط به ضخامت بیش از ۱۵ متر وکم‌اثرترین طبقه ضخامت کمتر از یک متر شناخته شده است، در متغیّر فاصله از آبراهه بیشترین لغزش در فاصله کمتر از ۱۵۰ متری و کمترین لغزش در فاصله‌ی بیش از ۶۰۰ متری قرار دارد، شیب ۶ تا ۱۴ درجه در متغیّر شیب پراثرترین محیط لغزشی و شیب بیش از ۴۰ درجه کم‌اثرترین محیط لغزشی را در برگرفته است، بیشترین اثر لغزش در متغیّر جهت دامنه، مربوط به جهات شمال- شمال شرقی و کم‌اثرترین مربوط به جهات جنوب- جنوب شرقی می‌شود.

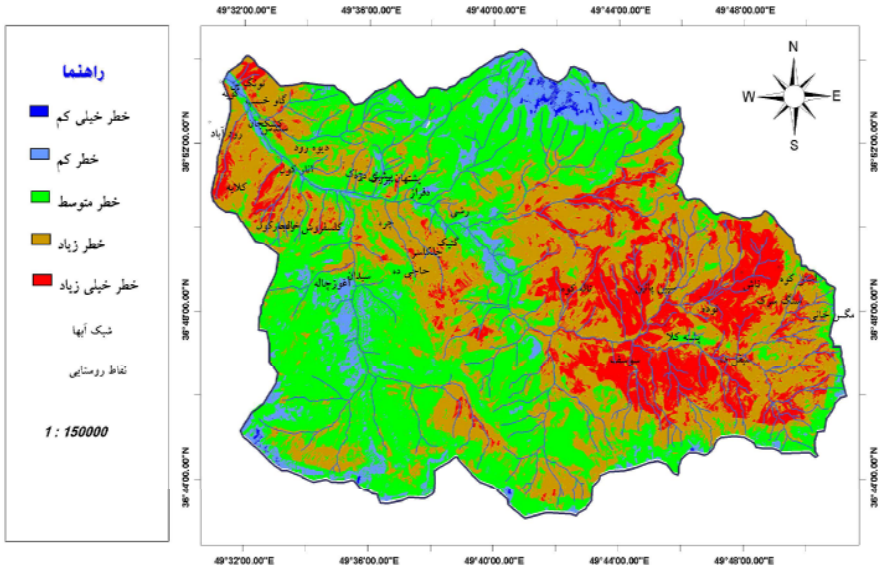
www.SID.ir

Archive OF SID

تحلیل و نتایج

پهنه‌بندی زمین‌لغزش با استفاده از مدل وزنی (امتیازی)

روش وزن‌دهی، خود به سه دسته؛ وزن‌دهی کور، وزن‌دهی بینا، و وزن‌دهی بعد از رویداد، تقسیم می‌گردد. در این تحقیق، به منظور حصول نتیجه‌ی مطلوب‌تر، از ترکیبی از روش‌های فوق استفاده گردیده است. بدین صورت که، علاوه بر نظر کارشناسی، با مطالعه میدانی حوضه، کیفیت تأثیر متغیّرهای انتخابی (پوشش‌گیاهی، فاصله از آبراهه، ضخامت رسوب، شیب حوضه، جهت دامنه و...) در حوضه‌ی رتبه‌بندی و همچنین پهنه‌های زمین‌لغزشی فعال کنونی مورد توجه قرار گرفته است. در روش مورد استفاده متغیّرهای مستقل، با توجه به دامنه‌ی تغییرات و موارد فوق، از نظر کیفی و کمّی به پنج دسته با امتیازهای خیلی کم با امتیاز یک، کم با امتیاز دو، متوسط با امتیازسه، زیاد با امتیاز چهار و خیلی زیاد با امتیاز پنج تقسیم گردیده‌اند. سپس برای هر یک از متغیّرها نقشه‌ی عامل خاص تهیه و سرانجام نقشه‌های عامل با یگدیگر همپوشانی و نقشه‌ی خطراولیه تهیه و درنهایت با توجه به دامنه‌ی تغییرات، نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر به روش وزنی ارایه گردیده است *(اونق، ۱۳۸۲: ۱۲۴؛ لیاقت،۱۳۷۳: ۱۵۴) (شکل شماره ۵).*



شکل ۵ : پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن به روش امتیازی

منبع: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توتکابن و عکس‌های ماهواره‌ای لندست و IRS

www.SID.ir

Archive OF SID

پهنه‌بندی زمین‌لغزش با استفاده از مدل ارزش اطلاعاتی

در روش ارزش اطلاعاتی نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل مؤثر از رابطه‌ی ۱ به‌دست می‌آید: *(فتاحی‌اردکانی، ۱۳۷۹: ۱۰۵)*

رابطه‌ی ۱ $Winf= \ln(A/B/ C/D)$

Winf: نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل؛

A : تعداد زمین‌لغزش در هر طبقه؛

B : مساحت هر کلاس (کیلومتر مربع)؛

C : تعداد کل زمین‌لغزش‌های حوضه؛

D : مساحت کل حوضه (کیلومتر مربع)؛

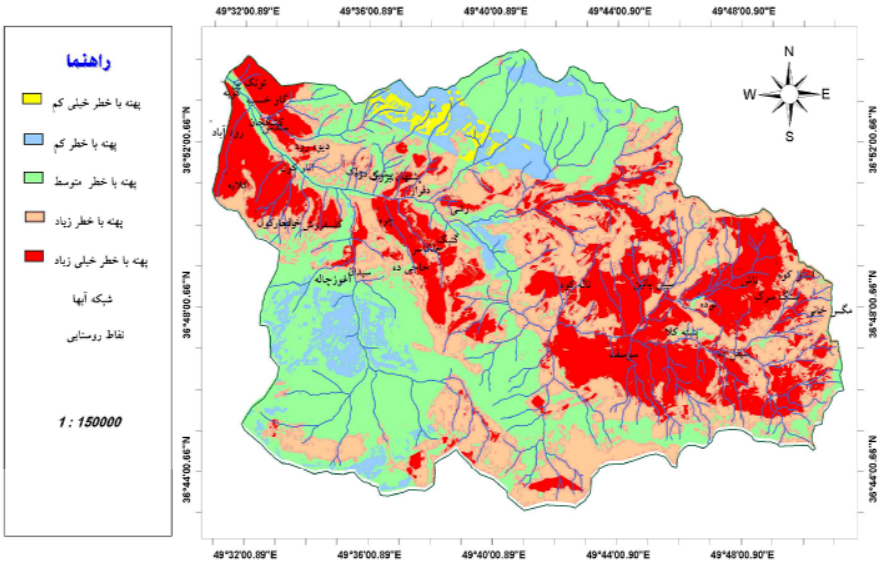
در جدول شماره‌ی ۲ نرخ مربوط به هر کلاس از طریق فرمول فوق آمده است. با توجه به نرخ‌های به‌دست آمده برای کلاس‌های عوامل مختلف نقشه‌ی نهایی پهنه‌بندی زمین‌لغزش به‌دست می‌آید. برای این کار ابتدا لایه‌ها با توجه به نرخ‌های به‌دست آمده تهیه شده و سپس با روی هم‌گذاری و جمع کردن ارزش پیکسل‌ها برای عوامل مختلف نقشه نهایی به‌دست می‌آید برای کلاسه‌بندی نقشه‌ی نهایی از نمودار فراوانی تجمعی پیکسل‌ها استفاده شده است *(شکل شماره ۶)*.

جدول ۲ : نرخ کلاس‌های عوامل وقوع زمین لغزش در حوضه آبخیر توتکابن به روش ارزش اطلاعاتی

طبقه	ضخامت رسوب	پوشش گیاهی	فاصله از آبراهه	زمین‌شناسی	جهت دامنه	شیب	ارتفاع
۱	-۳.۶۹	-۰.۴۹	-۰.۱۱	-۲۱.۹	-۰.۷۱	-۰.۰۵	-۰.۱۳
۲	-۱.۱۳	-۱.۲۴	-۰.۲۷	-۰.۵۹	۰.۲	۰.۵۵	-۰.۰۵
۳	-۱.۶۵	-۰.۲۹	-۰.۰۷	۰.۵۱	۰.۳۱	-۰.۳	۰.۲
۴	۰.۲	-۰.۰۸	۰.۰۴	-۰.۰۲	-۱.۳۱	-۱.۲۲	۰.۲۳
۵	۱	۰.۵۵	۰.۱۲	۱.۴۹	۰.۳۴	-۱.۶۷	-۱.۰۹

www.SID.ir

Archive OF SID



شکل ۶ : پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن به روش ارزش اطلاعاتی

منبع: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توتکابن و عکس‌های ماهواره‌ای لندست و IRS

پهنه‌بندی لغزش با استفاده از مدل تراکم سطح

نرخ مربوط به هر یک از کلاس‌های مختلف در این روش از رابطه‌ی ۲ به دست می‌آید *(فتاحی اردکانی، ۱۳۷۹: ۱۱۲)*

$$Wa=1000\ (A/B)-1000(\overline{C/D})$$ رابطه‌ی ۲

Wa: نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل؛

A : تعداد زمین‌لغزش در هر طبقه؛

B : مساحت هر کلاس (کیلومتر مربع)؛

C : تعداد کل زمین‌لغزش‌های حوضه؛

D : مساحت کل حوضه (کیلومتر مربع)؛

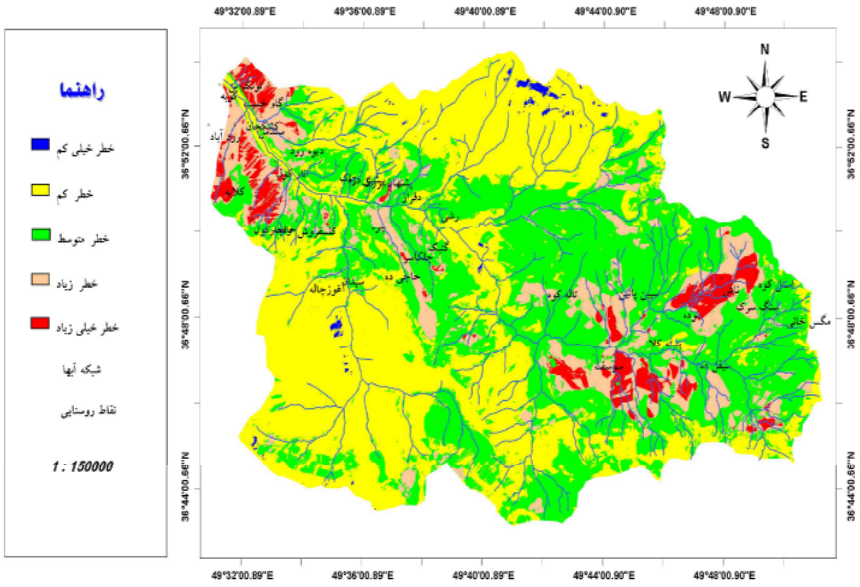
در جدول شماره‌ی ۳ نرخ مربوط به هر طبقه از طریق فرمول فوق آمده است. برای به دست آوردن نقشه‌ی نهایی پهنه‌بندی در روش تراکم سطح مانند روش ارزش اطلاعاتی عمل می‌شود (شکل شماره ۷).

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول ۳ : نرخ کلاس‌های عوامل وقوع زمین لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن به روش تراکم سطح

عامل کلاس	ارتفاع	شیب	جهت	زمین شناسی	فاصله از آبراهه	پوشش گیاهی	ضخامت رسوب
۱	-۰.۹۵	-۰.۳۹	-۴/۷۵	-۳۱.۷۵	۱.۰۴	-۲.۰۲	۱.۸۴
۲	-۳.۳۰	۵.۹۱	۱/۸۹	۵.۴۳	۰.۳۳	-۳.۱۵	-۵.۴۴
۳	۱.۸۰	-۲.۰۹	۲.۹۵	-۴.۹۲	-۰.۶۱	۵.۹۶	۱۳.۹۲
۴	۲.۰۷	-۵.۶۶	-۷/۷۳	۲۷.۶۲	-۱.۹۱	-۵.۷۰	-۷.۸۱
۵	-۵.۳۳	-۶.۵۱	۳/۱۸	-۰.۱۶	-۰.۸۷	-۰.۶۴	-۶.۴۹



شکل ۷ : پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز توتکابن به روش تراکم سطح

منبع: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توتکابن و عکس‌های ماهواره‌ای لندست و IRS

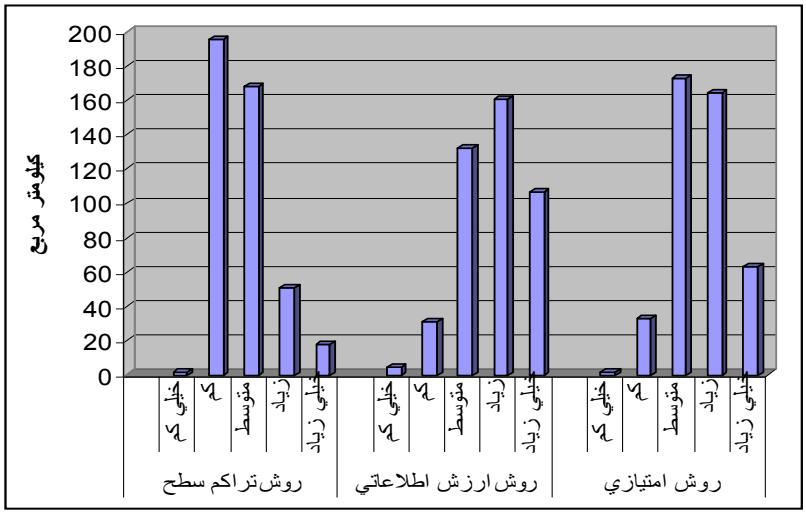
نتیجه‌گیری

مقایسه روش‌های پهنه‌بندی

در اینجا به مقایسه روش‌های پهنه‌بندی که در این مقاله به آنها اشاره شد، پرداخته می‌شود.

www.SID.ir

Archive OF SID



شکل ۸ : مقایسه میزان خطر لغزش به دست آمده از سه روش

منبع: نگارنده

جدول ۴: مقایسه سه روش پهنه‌بندی تعیین خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیر توتکابن

روش پهنه‌بندی	کلاس‌های خطر	مساحت (کیلومتر مربع)
روش تراکم سطح	خطر خیلی زیاد	۱۷.۸
	خطر زیاد	۵۰.۳۲
	خطر متوسط	۱۶۸.۶۷
	خطر کم	۱۹۶.۱
	خطر خیلی کم	۱.۵۹
روش ارزش اطلاعاتی	خطر خیلی زیاد	۱۰۶.۵
	خطر زیاد	۱۶۰.۸۴
	خطر متوسط	۱۳۲
	خطر کم	۳۰.۷۲
	خطر خیلی کم	۴.۵
روش امتیازی	خطر خیلی زیاد	۶۳.۴۲
	خطر زیاد	۱۶۴.۲۷
	خطر متوسط	۱۷۳.۱۳۲
	خطر کم	۳۲.۳۵
	خطر خیلی کم	۱.۳

منبع: نگارنده

www.SID.ir

Archive OF SID

با توجه به جدول شماره‌ی ۴ که مقایسه روش‌های پهنه‌بندی صورت گرفته در حوضه‌ی توتکابن می‌باشد مشخص می‌گردد که در روش امتیازی ۶۳/۴۲ کیلومتر مربع از حوضه در منطقه خطر خیلی زیاد قرار گرفته درحالی‌که روش ارزش اطلاعاتی ۱۰۶/۵ کیلومترمربع از حوضه را در منطقه‌ی خطر خیلی زیاد قرارداده است. مساحت به‌دست آمده در روش تراکم سطح فاصله‌ی زیادی با دو روش فوق یعنی ۱۷/۸ کیلومتر مربع از حوضه در منطقه‌ی خطر خیلی زیاد قراردارد. بنابر جدول و نمودار فوق در روش‌های ارزش اطلاعاتی و امتیازی مساحت مناطق خطرزیاد تقریباً نزدیک به هم بامساحت‌های به ترتیب ۱۶۰/۸۴و۱۶۴/۲۷ کیلومترمربع قرار گرفته درصورتی‌که در روش تراکم سطح ۵۰/۳۲ کیلومتر مربع از حوضه در منطقه‌ی خطر زیاد قرار دارد.

به‌طور کلی زمین‌لغزش نوعی حرکت دامنه‌ای است که منجر به جابجایی مواد سطحی دامنه‌های پرشیب می‌شود. امروزه وقوع لغزش‌ها خسارت‌هایی از قبیل از بین رفتن مناطق مسکونی، افزایش میزان فرسایش خاک، پر شدن سریع مخازن سدها، تخریب راه‌های ارتباطی و پل‌ها، کاهش حاصلخیزی خاک و مشکلات بسیار زیاد دیگر را نیز در بردارد. داشتن اطلاعات کافی درخصوص مناطقی که مستعد حرکات دامنه‌ای است جهت کاهش خسارات جانی و مالی الزامی است. کشور ایران به‌دلیل توپوگرافی ناهموار آن هرساله شاهد وقوع حرکات دامنه‌ای است که خسارت‌های فراوانی بر جا می‌گذارد.

نتایج بررسی زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن نشان می‌دهد که، در متغیّر طبقات ارتفاعی بیشترین لغزش درارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر وکم‌ترین لغزش درارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر مشخص شده است، اراضی زراعی دیم بیشترین لغزش در متغیّر پوشش گیاهی و کمترین لغزش در اراضی زراعی آبی می‌باشد، واحد Qt1 در متغیّر زمین‌شناسی پراثرترین واحد و واحد Kii کم‌اثرترین واحد شناخته شده است، متغیّر ضخامت رسوب پراثرترین طبقه مربوط به ضخامت بیش از ۱۵ متر و کم‌اثرترین طبقه ضخامت کمتر از یک‌متر شناخته شده است، در متغیّر فاصله از آبراهه بیشترین لغزش در فاصله‌ی کمتر از ۱۵۰ متری و کمترین لغزش در فاصله‌ی بیش از ۶۰۰ متری قرار دارد، شیب ۶ تا ۱۴ درجه در متغیّر شیب پراثرترین محیط لغزشی و شیب بیش از ۴۰ درجه کم اثرترین محیط لغزشی را در بر گرفته است، بیشترین اثر لغزش در متغیّر جهت دامنه، مربوط به جهات شمال- شمال‌شرقی و کم‌اثرترین مربوط به جهات جنوب- جنوب شرقی می‌شود.

www.SID.ir

Archive OF SID

به طور کلی نتایج حاصل از بررسی و پهنه‌بندی زمین‌لغزش در حوضه‌ی آبخیز توتکابن نشان می‌دهد که قسمت‌های شرقی و شمال‌غربی حوضه بیشترین پتانسیل را برای وقوع زمین‌لغزش دارا بوده و ناپایدار هستند، درحالی‌که خطر وقوع زمین‌لغزش درقسمت‌های شمالی و جنوبی حوضه، بسیار کم و ناچیز می‌باشد. در نتیجه مناطق شمالی و جنوبی حوضه بهترین پتانسیل توسعه فعالیت‌های انسانی را دارا بوده در حالی‌که قسمت‌های شرقی و شمال شرقی حوضه، به دلیل ناپایداری زمین، پتانسیل بسیار کمی را جهت توسعه‌ی فعالیت‌های انسانی دارا هستند. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده شهرها و روستاهایی که به‌ویژه در سمت جنوب شرقی شهر توتکابن واقع شده‌اند در دایره‌ی خطر خیلی‌زیاد و زیاد وقوع زمین‌لغزش قرار دارند و بهتر است که ساخت اماکن مسکونی و اداری و هرگونه تأسیسات متوقف گردد.

بعضی از مسیرهای ارتباطی اصلی در دایره‌ی خطر خیلی زیاد و زیاد قرار دارند. تغییر مسیر تعدادی از مسیرهایی که نگهداری آنها هزینه‌ی بالایی داشته و نسبت به سایر مسیرها از آمد و شد بالایی برخوردار است پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱- امیری‌چله‌بری، بهبود (۱۳۷۷). زلزله ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ منجیل و رودبار و عملکرد آن بر روی مرفولوژی منطقه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده جغرافیا. دانشگاه تهران.

۲- اونق، محمد (۱۳۸۲). مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه نرماب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده جغرافیا. دانشگاه تهران.

۳- حافظی‌مقدس، ناصر (۱۳۸۰). پهنه بندی خطر زمین‌لغزش در مناطق زلزله‌خیز مطالعه موردی: زمین‌لغزه‌های تحریک شده در زلزله ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ رودبار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۴- حق‌شناس، ابراهیم. (۱۳۷۴). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در حوضه آبخیز طالقان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۵- حسن‌زاده نفوتی، محمد(۱۳۷۹). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه‌ی آبخیز شلمان‌رود،پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

۶- شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵). زمین لغزش، انتشارات سازه.

۷- صالحی، علی (۱۳۷۷). تحلیل چندمتغیّره آماری احتمال وقوع زمین‌لغزش با استفاده از سنجش از دور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

www.SID.ir

Archive OF SID

۸- صالحی‌پور میلانی، علیرضا (۱۳۸۰). بررسی پارامترهای هیدرومرفیک مؤثر در حرکات دامنه‌ای حوضه‌آبخیز قورچای با استفاده ازGIS، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد.دانشکده جغرافیا. دانشگاه تهران.

۹- فتاحی‌اردکانی،محمدعلی (۱۳۷۹). بررسی و ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه آبخیز سد لتیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مرکز آموزش امام خمینی.

۱۰- گورابی، ابوالقاسم (۱۳۸۲). پهنه‌بندی ریزش در حوضه‌ی آبخیز درکه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده جغرافیا. دانشگاه تهران.

۱۱- لیاقت، سیروس (۱۳۷۳). مطالعه پایداری زمین‌لغزش‌های ناشی از زمین‌لرزه ۳۱ خرداد ۱۳۶۹، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۲- محمدخان،شیرین (۱۳۸۰). ارائه مدل منطقه‌ای پهنه‌بندی خطر حرکات دامنه‌ای مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

۱۳- محمودی، فرج الله (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی ساختمانی، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۱۴- محمودی، فرج الله (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک بیرونی، انتشارات تهران.

۱۵- محمودی،فرج‌الله (۱۳۷۶).تحول ناهمواری‌ایران درکواترنر، مجله‌پژوهش‌های جغرافیایی.شماره ۲۳.

۱۶- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جیرنده.

۱۷- سازمان هواشناسی کشور، آمار و اطلاعات ایستگاههای هواشناسی منجیل و رشت.

۱۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ جیرنده، لوشان، توتکابن.

19- Lee, E . M.(2004) . Landslid risk assessment. London :Thomas telford.

20- Selby, M. J, (1995). Slope and Slope Processes: Publication No.1 of The wiakato Branch of the New Zealand Geographical Society.

www.SID.ir