Archive of SID

جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال دهم، شماره ۳۳، تابستان ۱۳۹۱

پهنه‌بندی پدیده لغزش با استفاده از روش LNRF در جاده هراز (از امامزاده‌هاشم تا لاریجان)

دکتر محسن رنجبر[۱] و محمد معمار افتخاری[۲]

چکیده

زمین لغزش همواره به عنوان یکی از مخاطرات محیطی برای فعالیت‌های انسانی محسوب شده است. از این رو مطالعه و شناخت عوامل به‌وجودآورنده، و دست‌یابی به مکانیسم‌هایی جهت کنترل آنها جزء اهداف کاربردی محسوب می‌گردد. پهنه‌بندی لغزش یکی از روش‌هایی است که می‌توان به کمک آن مناطق بحرانی را تعیین کرده و از نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمده در برنامه‌ریزی‌ها استفاده کرد. در این تحقیق، هدف، بررسی علل رویداد زمین لغزش و ارزیابی میزان وقوع این پدیده از طریق مدل‌های ریاضی و کمی در جاده هراز از امامزاده‌هاشم تا لاریجان است. از آنجا که در این منطقه زمین لغزش‌های فراوانی اتفاق می‌افتد و خسارات‌هایی به اراضی، مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی وارد می‌کند، بنابراین، هدف شناخت عوامل مسبب و تشدیدکننده و سرانجام پهنه‌بندی زمین لغزش از طریق مدل کمی بوده است. برای دستیابی به این هدف ابتدا عوامل مهم و تأثیرگذار در پدیده لغزش از قبیل شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، گسل فاصله از جاده، کابری زمین و ... بررسی شده و در نرم‌افزار ILWIS رقومی شده‌اند. سپس با استفاده از عکس‌های هوایی و بازدید میدانی با استفاده از GPS کلیه لغزش‌های موجود در حوضه شناسایی و به روی نقشه منتقل گردیده‌اند. پس از تعیین وسعت و درصد زمین لغزش‌ها در کلاس‌های مختلف، کمی کردن عوامل مؤثر و وزن‌دهی به طبقات با توجه به پارامترهای مدل LNRF صورت پذیرفته است و نقشه‌های عوامل بر اساس مقادیر وزنی تهیه شده است. در نهایت، با اعمال نقشه‌های عوامل وزنی ساخته شده در مدل فوق طبقه‌بندی آنها بر اساس نقاط شکست نمودار تجمعی فراوانی وزن داده‌ها، نقشه پهنه‌بندی نهایی زمین لغزش به دست آمده است.

کلیدواژگان: زمین لغزش، پهنه بندی، ارزیابی مدل، تراکم سطح و LNRF .

---

۱ . دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری
۲. کارشناس ارشد ژئومرفولوژی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زمین لغزش‌ها هرساله خسارت‌های زیادی را به عرصه‌های منابع طبیعی، زمین‌های کشاورزی، زیرساخت‌های اقتصادی و همچنین خسارت‌های جانی، وارد می‌نمایند. رشد و توسعه شهرها به سوی زمین‌های با شیب بیشتر، تغییر کاربری زمین‌ها و انجام عملیات‌های عمرانی، سبب تغییر در شرایط طبیعی این زمین‌ها و تشدید پدیده زمین لغزش شده است. از این رو، توجه به این پدیده، شناسایی، پیش‌بینی و کنترل آن به عنوان یکی از انواع مخاطرات محیطی در مدیریت پایدار حوضه‌های آبخیز، امری ضروری به نظر می‌رسد.

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش‌ها داراست. زمین‌لغزش در ایران بعنوان یک مخاطره طبیعی، سالیانه خسارات جانی و مالی فراوانی به کشور وارد می‌سازد. اگر برای بلایای طبیعی دیگر احتمال وقوع هر از چندگاهی قائل شویم، پتانسیل وقوع پدیده لغزش در کشور را باید هر لحظه در نظر گرفت. احداث جاده، با توجه به در دسترس قرار دادن قسمت‌های جدیدی از محیط طبیعی به سازندگان و استفاده‌کنندگان از آن، و همچنین تغییرات عمده در چشم‌انداز محیط طبیعی، تغییرات و خساراتی را در منطقه در پی خواهد داشت که این تغییرات و صدمات در درازمدت به صورت‌های گوناگون در محیط طبیعی و محیط زیست منطقه تأثیرگذار خواهد بود. در مناطق کوهستانی و شیب‌دار، احداث راه‌های جدید و یا بهسازی راه‌های ساخته شده، می‌تواند شرایط را برای بروز و یا تشدید حرکات توده‌ای (از عوامل دینامیکی ژئومورفولوژی) در دامنه‌های مجاور جاده فراهم سازد، که این خود هم به لحاظ مخاطرات جاده‌ای و هم به لحاظ تغییر و تخریب در محیط زیست مسئله‌ساز خواهد بود.

بررسی‌ها و مطالعات متعددی طی سال‌های اخیر در زمینه زمین لغزش در داخل کشور و در سطوح مختلف صورت گرفته است. از پژوهش‌های دانشگاهی در سطح کارشناسی ارشد و دکتری تا طرح‌های تحقیقاتی از سوی مراکز، سازمان‌ها و نهادهای مختلف. در هر یک از این پژوهش‌ها منطقه یا حوضه‌ای از کشور مورد مطالعه قرار گرفته است. تا قبل از سال ۱۳۶۹ مطالعات و تحقیقات محدودی در ارتباط با زمین لغزش در کشور صورت پذیرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات مذکور به صورت گزارش‌هایی از لغزش‌های به وقوع پیوسته، خسارت ناشی از آن و یا بررسی‌های موردی توسط ارگانهای ذیربط بوده است. (فرهادی نژاد-۱۳۸۳؛ جلالی، ۱۳۸۱؛ حق شناس، ۱۳۷۴؛...).

مواد و روش‌ها

این تحقیق عموماً از روش تحلیلی و با استناد به مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای انجام شده است. در این تحقیق علاوه بر مطالعات کتابخانه‌ای، از اسناد و مدارک متعدد از جمله نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و نیز نرم‌افزار Gis و spss جهت ترسیم نقشه‌های مختلف منطقه مورد مطالعه از عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و مطالعات میدانی جهت تهیه نقشه مکانی زمین لغزشها استفاده نموده و داده‌های اقلیمی با استفاده از نرم‌افزار spss تجزیه و تحلیل شده است. به طور کلی برای انجام این تحقیق مراحل زیرطی شده است:

- بازدید میدانی به منظور شناسایی مقدماتی منطقه تعیین مرز دقیق حوضه.
- رقومی نمودن نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس و ساختن مدل رقومی ارتفاعی (Dem) به منظور تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی شیب، جهت شیب و راههای ارتباطی.
- تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی سنگ‌شناسی و فاصله از گسل با استفاده از نقشهٔ زمین‌شناسی و عکس‌های هوائی.
- استخراج لایهٔ کاربری اراضی از روی تصاویر ماهواره‌ای ETM+ مربوط به سال ۲۰۰۲. عکس‌های هوایی و بازدید میدانی.
- طبقه‌بندی انواع لایه‌ها با استفاده از منحنی فراوانی تجمعی.
- تهیهٔ نقشهٔ پراکنش زمین لغزشها با استفاده از تفسیر عکس‌های هوائی به منظور مشخص کردن موقعیت مکانی زمین لغزشها بر روی عکس‌ها و تکمیل پرسشنامهٔ ثبت اطلاعات ویژگی‌های زمین لغزشها.
- استفاده از GPS جهت برداشت نقاط و وارد نمودن آنها به محیط excel و تهیهٔ نقشهٔ پلی‌گونی از زمین لغزشها به منظور تکمیل نقشهٔ پراکنش زمین لغزشها.
- تعیین وسعت و درصد زمین لغزشها در کلاس‌های مختلف.
- وزن‌دهی به کلاس‌های مختلف عوامل مؤثر در زمین لغزش بر اساس پارامترهای مدلهای

www.SID.ir

Archive of SID

.LNRF

- تهیهٔ نقشه‌های عوامل بر اساس مقادیر وزنی برای کلیهٔ متغییرهای تأثیرگذار.
- اعمال ستون‌های وزنی ساخته شده در مدلهای مختلف پهنه بندی خطر زمین لغزش.

قلمرو تحقیق

جاده هراز از حد فاصل دو شهر بومهن و رودهن از جاده فیروزکوه منشعب شده و پس از عبور از بالادست دره مشاء، آبعلی، گردنه امامزاده‌هاشم، پلور، آب‌اسک، رینه و لاریجان را پشت‌سر می‌گذارد و در نهایت، به شهر آمل متصل می‌شود. این جاده در حوضه استحفاظی استان تهران و استان مازندران قرار گرفته است. جاده هراز یکی از چهار محور ارتباطی شهر تهران به شمال ایران است. فقط در ایام نوروز نزدیک به ۴ میلیون نفر، یعنی حدود ۳۰ درصد از مسافران نوروزی استان مازندران، از طریق این جاده وارد استان می‌شوند.

تصویر۱. جاده ارتباطی هراز بر روی تصویر ماهواره‌ای

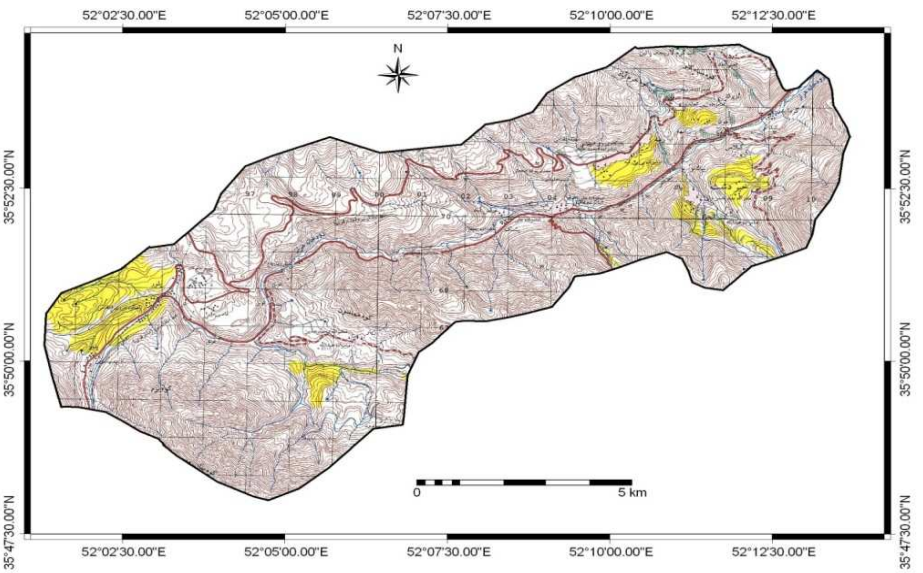
www.SID.ir

Archive of SID

نقشه۱. جاده ارتباطی هراز بر روی نقشه

بررسی فاکتورهای تأثیر گذار در زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش شش عامل از مجموعه عوامل تأثیرگذار در وقوع زمین لغزش بررسی شده است و نقش هر عامل در حوضه مورد مطالعه، به صورت مستقل بررسی و سنجیده شده و ارتباط آنها با میزان زمین لغزش‌های رخ داده در حوضه، مورد مطالعه قرار گرفته است.



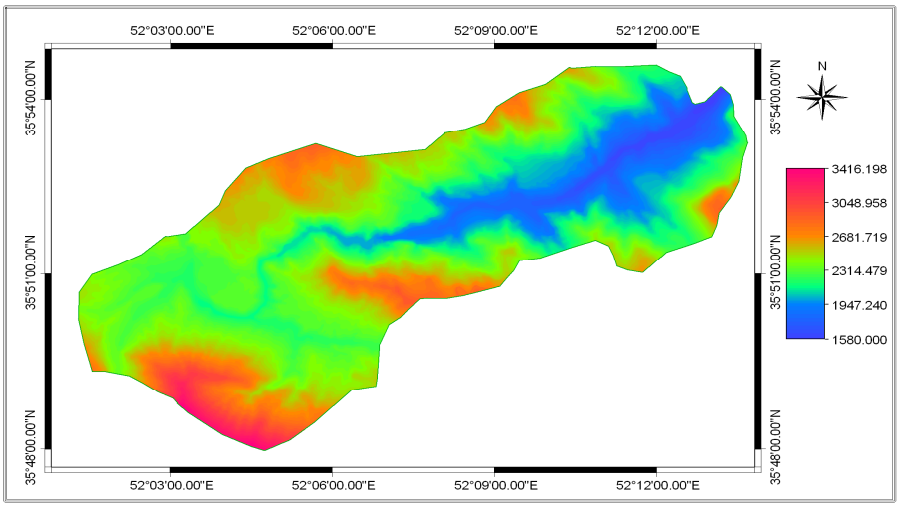
نقشه۲. توپوگرافی حوضه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

شیب

در بررسی توزیع طبقات شیب در منطقه مورد مطالعه مشخص شد که یک رابطه خطی میان افزایش شیب و افزایش زمین لغزش وجود ندارد، بلکه با افزایش شیب تا حد مشخصی میزان لغزش افزایش یافته و پس از آن از میزان لغزش‌ها کاسته شده است.



نقشه۳. مدل رقومی ارتفاعی حوضه مورد مطالعه

جدول۱. وسعت و درصد کلاس‌های مختلف شیب و لغزش‌های رخ داده در هر طبقه

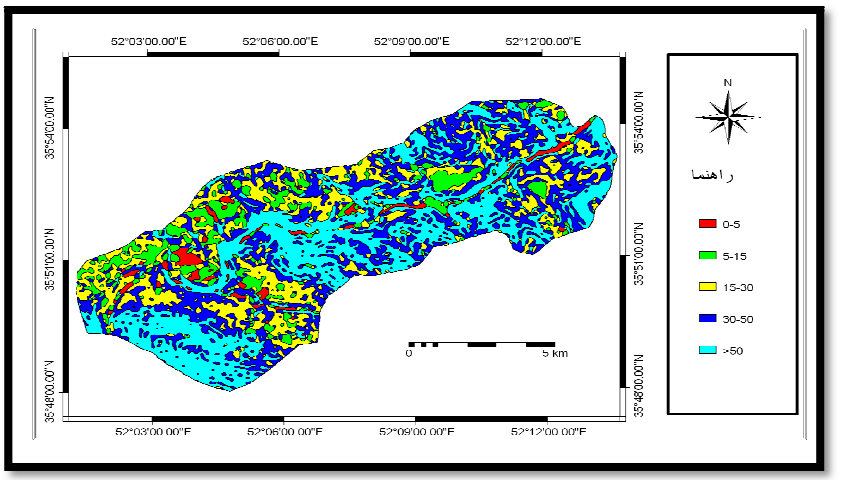
شیب (درصد)	مساحت طبقات شیب		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
۰–۵	۳۰۷/۱۰	۲/۸۳	۰	۰
۵–۱۵	۱۱۳۸/۷۸	۱۰/۵۰	۱۰/۶۹	۵/۰۱
۱۵–۳۰	۲۲۶۸/۲۲	۲۰/۹۲	۶۰/۴۶	۲۸/۳۷
۳۰–۵۰	۳۲۴۱/۳۴	۲۹/۸۹	۸۳/۷۹	۳۹/۳۲
۵۰<	۳۸۸۸/۸۵	۳۵/۸۶	۵۸/۳	۲۷/۳۰
جمع	**۱۰۸۴۴/۳۰**	**۱۰۰**	**۲۱۳/۱۲**	**۱۰۰**

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول ۱ می‌توان دریافت که از ۱،۴۴۵/۸۸ هکتار از مساحت منطقه مورد مطالعه که معادل ۱۳/۳۳ درصد از کل منطقه است، دارای شیب صفر تا ۱۵ درصد و کمترین میزان زمین لغزش‌ها در این مناطق رخ داده است. بیشترین میزان زمین لغزش‌ها در شیب‌های ۱۵ تا ۵۰ درصد رخ داده و در این بازه شیب‌های ۳۰ تا ۵۰ درصد، بیشترین میزان لغزش‌های رخ داده در منطقه را دارند. مناطق دارای شیب ۱۵ تا ۵۰ درصد ۵،۵۰۹/۵۶ هکتار از مساحت کل منطقه را شامل شده که معادل ۵۰/۸۱ درصد از کل منطقه است و ۶۷/۶۹ درصد از کل زمین لغزش‌های رخ داده، در این مناطق به وقوع پیوسته است.

۳۹/۳۲ درصد از زمین لغزش‌های رخ داده در طبقه شیب ۳۰ تا ۵۰ درصد بوده که ۳۲۴۱/۳۴ هکتار از مساحت حوضه را شامل می‌شود. همچنین مشاهده می‌شود که در طبقه شیب بالاتر از ۵۰ درصد میزان شیب کاهش یافته وبه ۲۷/۳۰ درصد می‌رسد.



نقشه۴. توزیع طبقات شیب در منطقه مورد مطالعه

جهت شیب

از آنجایی که چین خوردگی‌ها و روند ارتفاعات در حوضه مورد مطالعه از مورفولوژی رشته کوه البرز پیروی می‌کند و امتداد غربی- شرقی دار، بنابراین دامنه‌های شیب‌دار عموماً در جهت عمود بر روند چین خوردگی‌ها یعنی در جهت جنوب – شمال قرار دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

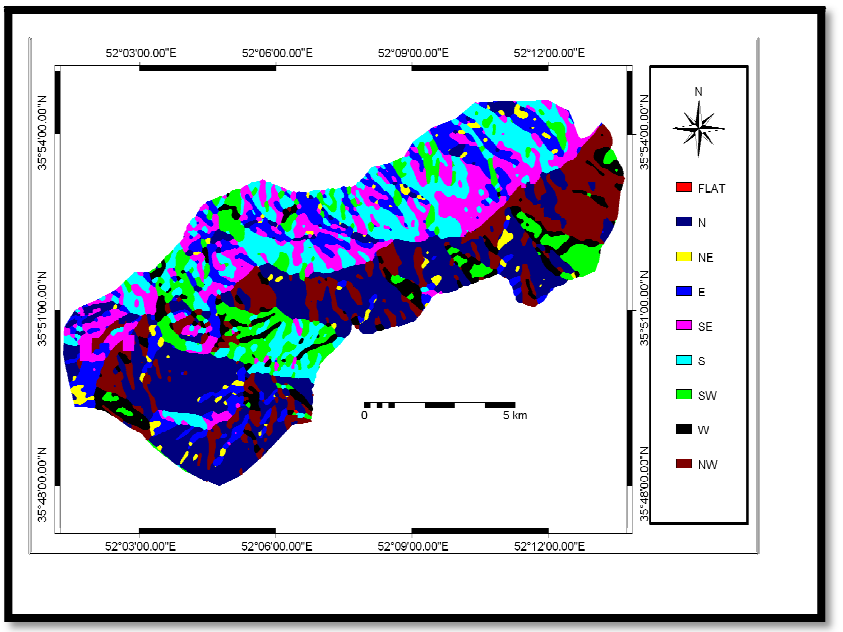
جدول ۲. توزیع طبقات جهت شیب و سطح لغزشها

جهت شیب	مساحت طبقات		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
Flat	۱/۳۷	۰/۰۱	۰	۰
N	۲۷۷۱/۵۵	۲۵/۵۶	۸۹/۲۰	۴۱/۸۵
NE	۲۱۰/۱۸	۱/۹۴	۰/۱۲	۰/۰۶
E	۱۲۷۹/۵۶	۱۱/۸۰	۷/۴۷	۳/۵۱
SE	۱۵۰۸/۴۳	۱۳/۹۱	۳/۱۲	۱/۴۶
S	۱۶۵۲/۶۴	۱۵/۲۴	۰	۰
SW	۱۱۲۰/۵۰	۱۰/۳۳	۸/۵۴	۴/۰۱
W	۶۹۹/۶۹	۶/۴۵	۱/۷۲	۰/۸۱
NW	۱۶۰۰/۳۸	۱۴/۷۶	۱۰۲/۹۵	۴۸/۳۱

بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه دارای شیب به سمت شمال می‌باشد و مساحتی بالغ بر ۲،۷۷۱/۵۵ هکتار را به خود اختصاص داده که ۲۵/۵۶ درصد از کل مساحت منطقه را شامل می شود. همچنین بیشترین میزان زمین لغزش‌ها در زمین‌هایی با جهت شیب شمال غربی رخ داده است. ۴۸/۳۱ درصد زمین لغزش‌های رخ داده شده در مساحتی بالغ بر ۱۶۰۰/۳۸ هکتار در شیب‌های با جهت شمال غربی رخ داده است.

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه۵. پراکنش جهت شیب در حوضه مورد مطالعه

فاصله از جاده

احداث جاده در مناطق کوهستانی معمولاً از شرایط ژئومورفولوژیکی و توپوگرافی تبعیت می‌نماید. مناسب‌ترین مسیرهای پیش‌بینی شده برای راه‌سازی در این مناطق، بیشتر در خط‌القعر و در امتداد مسیر رودخانه‌ها در نظر گرفته شده است. در فواصلی در طول این مسیرها برای احداث جاده، کوتاه‌تر شدن فاصله و تعریز جاده، در قطعاتی از مسیر اقدام به کوه‌بری و احداث ترانشه می‌گردد، عامل نگهدارنده از پای دامنه برداشته شده و وضعیت تعادلی تنش در شیب‌های مشرف به جاده به هم می‌خورد و در نتیجه استعداد انواع جنبش‌های دامنه‌ای از لغزش، سنگ‌ریزش و سنگ لغزش و واژگونی سنگ افزایش می‌یابد. در طول فواصلی از راهای درجه یک کوهستانی، برای تثبیت دامنه‌ها، پس از احداث ترانشه و کوه‌بری اقدام به احداث دیوار حائل می‌گردد که این امر مستلزم صرف هزینه است. با احداث دیوارهای نگه دارنده پتانسیل ناپایداری در بسیاری از موارد کاهش می‌یابد و در برخی موارد هم به دلیل اجرای نادرست طرح، چندان مؤثر واقع نمی‌شود (حائری-۱۳۷۶).

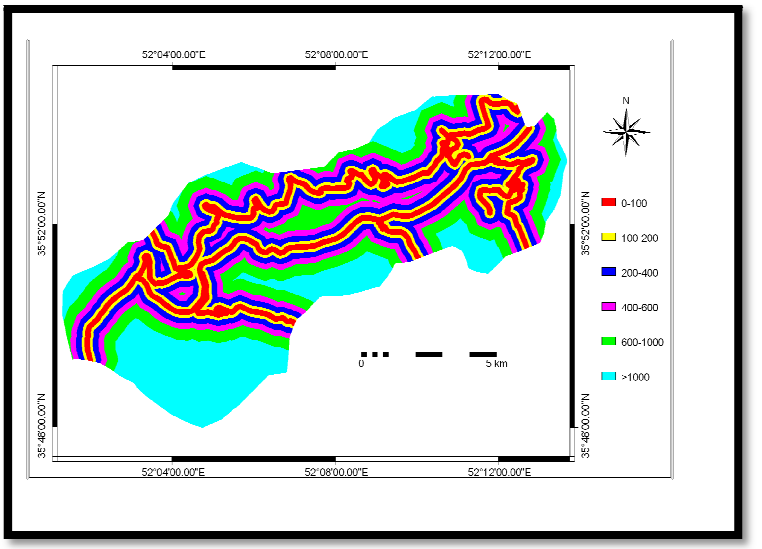
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. توزیع طبقات جاده و سطح لغزشها

طبقات جاده	مساحت طبقات		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
۰–۱۰۰	۱۳۹۶/۷۴	۱۲/۸۸	۱۸/۴۹	۸/۶۸
۱۰۰–۲۰۰	۱۲۱۴/۰۲	۱۱/۲۰	۲۷/۴۴	۱۲/۸۸
۲۰۰–۴۰۰	۲۰۲۶/۲۷	۱۸/۶۹	۷۲/۳۵	۳۳/۹۵
۴۰۰–۶۰۰	۱۵۵۵/۱۴	۱۴/۳۴	۵۲/۶۵	۲۴/۷۰
۶۰۰–۱۰۰۰	۱۹۹۵/۲۳	۱۸/۴۰	۴۲/۱۹	۱۹/۸۰
۱۰۰۰<	۲۶۵۶/۸۹	۲۴/۵۰	۰	۰
جمع	**۱۰۸۴۴/۳۰**	**۱۰۰**	**۲۱۳/۱۲**	**۱۰۰**

با توجه به جدول فوق ۴۲/۷۷ درصد از کل منطقه در فاصله تا ۴۰۰ متری از جاده واقع شده است که میزان زمین لغزش رخ داده شده در این فواصل برابر ۵۵/۵۱ درصد کل لغزش‌های رخ داده شده است. همچنین بیشترین میزان لغزش‌ها در فاصله ۲۰۰ تا ۴۰۰ متری از جاده به میزان ۳۳/۹۵ درصد اتفاق افتاده است. با افزایش فاصله از جاده میزان لغزش‌ها کاهش می‌یابد به طوری که در فواصل بیش از ۱۰۰۰ متر این میزان به صفر درصد کاهش یافته است.



نقشه۶. توزیع طبقات ارتفاعی جاده در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

کاربری زمین

کاربری یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعه پایداری دامنه‌ها و پهنه‌بندی خطر آنها در یک ناحیه است. کاربری زمین ویژگی‌های سطحی زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب تغییر رفتار آن در مقابل فرآیندهای زمین‌شناسی حاکم بر منطقه از جمله هوازدگی و فرسایش می‌شود و در نتیجه ویژگی‌های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (ارومیه‌ای و صفایی ۱۳۷۷). در مواردی تغییر ناآگاهانه کاربری اراضی، سبب آسیب‌پذیری محیط در برابر انواع لغزش می‌شود. میزان و شدت این آسیب‌پذیری به طور مستقیم با نوع و چگونگی تغییرات انجام شده در رابطه است (احمدی-۱۳۷۶).

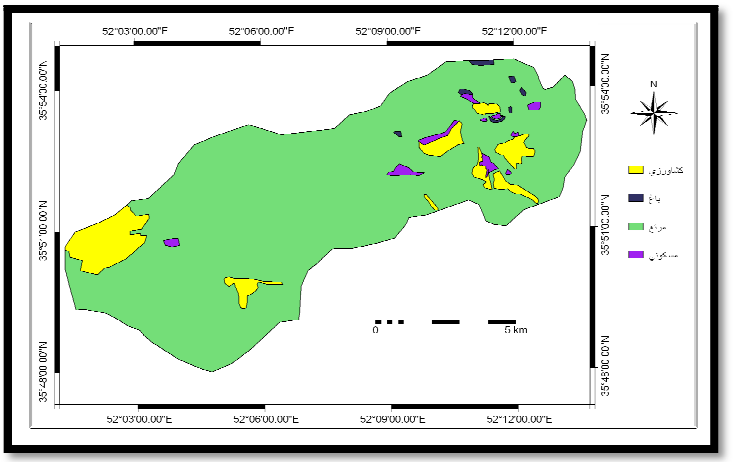
جدول۴. توزیع کاربری و سطح لغزش‌ها

کاربری	مساحت طبقات		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
کشاورزی	۸۶۰/۳۵	۷/۹۳	۳۵/۳۷	۱۶/۶۰
باغ	۴۴/۳۶	۰/۴۱	۰	۰
مرتع	۹۸۰۶/۴۶	۹۰/۴۳	۱۷۵/۴۷	۸۲/۲۳
مناطق مسکونی	۱۳۳/۱۸	۱/۲۳	۲/۲۸	۱/۰۷

با توجه به جدول۴ مشاهده می‌کنیم که مراتع با مساحتی برابر ۹۸۰۶/۴۶ هکتار که ۹۰/۴۳ درصد مساحت کل منطقه را شامل می‌شود، بیشترین کاربری را به خود اختصاص داده است. همچنین میزان لغزش‌های رخ داده در زمین‌های مرتعی، بیشترین میزان و برابر با ۸۲/۲۳ درصد از کل لغزش‌ها است. پس از زمین‌های مرتعی، زمین‌های کشاورزی با مساحت ۸۶۰/۳۵ هکتار، ۱۶/۶۰ درصد از لغزش‌های رخ داده در منطقه را در خود جای داده است. در کاربری‌های باغی میزان لغزش صفر درصد و در مناطق مسکونی ۱/۰۷ درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه۷. توزیع کاربری زمین در حوضه مورد مطالعه

فاصله از گسل

با استفاده از نقشه زمین‌شناسی، گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه استخراج گردید و با استفاده از روند تغییرات هیستوگرام منحنی طبقه‌بندی گردید.

جدول۵. توزیع طبقات فاصله از گسل و سطح لغزشها

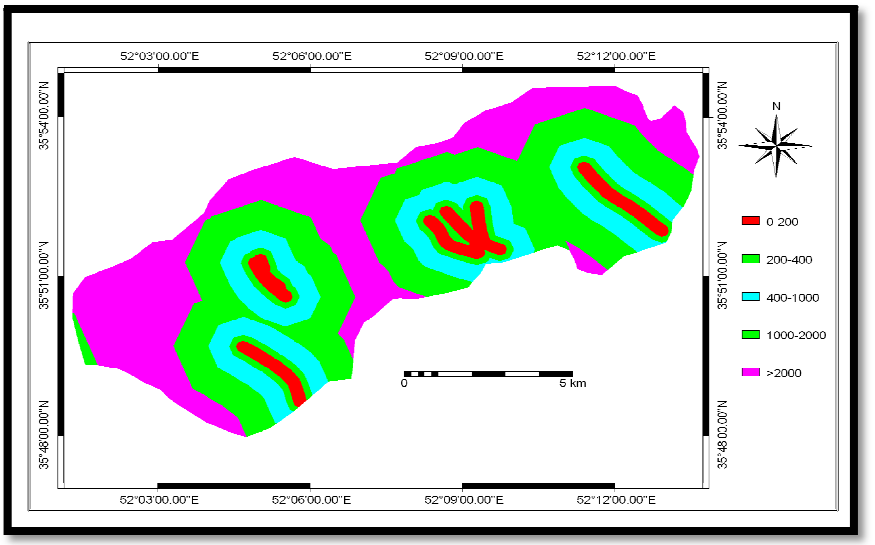
فاصله از گسل	مساحت طبقات		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
۰–۲۰۰	۵۹۰/۸۹	۵/۴۵	۶۴/۰۶	۳۰/۰۶
۲۰۰–۴۰۰	۶۰۴/۸۸	۵/۵۸	۴۰/۴۹	۱۹
۴۰۰–۱۰۰۰	۱۹۸۵/۶۶	۱۸/۳۱	۶۶/۰۲	۳۰/۹۸
۱۰۰۰–۲۰۰۰	۳۸۴۴/۳۵	۳۵/۴۵	۸/۳۷	۳/۹۳
۲۰۰۰<	۳۸۱۸/۵۲	۳۵/۲۱	۳۴/۱۶	۱۶/۰۳

با توجه به وجود گسل‌های متعدد در حوضه مورد مطالعه و پراکندگی آنها و با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود که ۵۹۰/۸۹ هکتار از زمین‌های حوضه مورد مطالعه که ۵/۴۵ در صد از کل مساحت حوضه را شامل می‌شود در فاصله تا ۲۰۰ متری از گسل‌ها واقع شده‌اند

www.SID.ir

Archive of SID

که در این فاصله میزان لغزش‌های رخ داده شده برابر ۳۰/۰۶ درصد از کل لغزش‌هاست که این خود بیانگر ارتباط بین وجود گسل‌ها وقوع لغزش است.



نقشه۸. توزیع طبقات فاصله از گسل در منطقه مورد مطالعه

سنگ‌شناسی

جنس زمین و نوع سنگ‌ها از عوامل مهم و تأثیرگذار در پدیده لغزش است. سنگ‌ها به واسطه تفاوت در جنس رسوبات تشکیل‌دهنده و شرایط و دوران شکل‌گیری، مقاومت‌های مختلفی را در مقابل نیروهای خارجی از خود نشان می‌دهند. با توجه به اطلاعات جدول۶ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان لغزش‌ها در سنگ‌های شیل و ماسه سنگ مربوط به سازند شمشک است که مربوط به ژوراسیک است. این سنگها در وسعتی ۱۲۴۵/۱۴ کیلومترمربعی گسترش داشته که ۱۱/۴۸ درصد از مساحت کل حوضه را شامل می‌شود. میزان لغزش‌های رخ داده در این پهنه برابر ۵۳/۱۶ درصد کل لغزش‌های رخ داده در کل حوضه است. مساحت لغزش‌های رخ داده در این سازند ۱۱۳/۲۹ کیلومترمربع است. همچنین سازند مبارک ۵۰/۸۲ کیلومترمربع از حوضه را تشکیل داده که ۰/۴۷ درصد از کل مساحت حوضه است. در این مساحت میزان لغزش‌های رخ داده برابر ۱۳/۸۶ درصد است. با توجه به وسعت کم این سازند درصد لغزش رخ داده به نسبت مساحت تقریباً بالا است. با توجه به سستی و منفصل بودن ذرات این رسوبات و همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

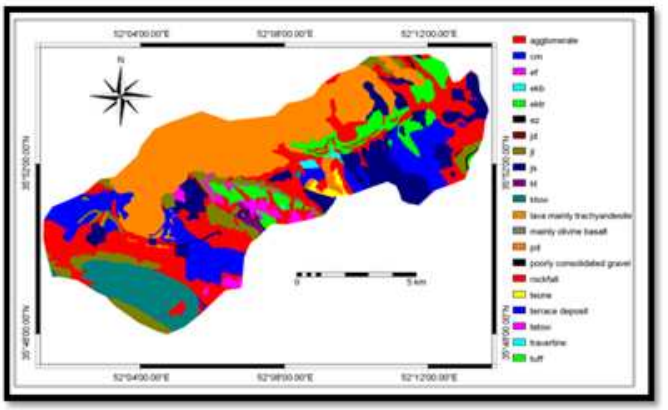
مقاومت کم آن در مقابل فرسایش آبی، از جمله دلایل وقوع لغزش در این نوع رسوبات است. از نظر میزان لغزش رخ داده، تراس‌های رودخانه‌ای در رده سوم قرار دارند که حدود ۱۲/۲۸ از زمینهای منطقه را تشکیل می‌دهد. از کل مساحت حوضه را تشکیل داده‌اند و لغزش‌های رخ داده در این مساحت ۱۰/۲۸ درصد کل لغزش‌های رخ داده در حوضه است.

جدول۶. پراکندگی سنگهای تشکیل‌دهنده منطقه مورد مطالعه

سنگ شناسی	مساحت طبقات		مساحت زمین لغزش‌ها	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد
Agglomerate	۴۱/۷۰	۰/۳۸	۰	۰
Cm	۵۰/۸۲	۰/۴۷	۲۹/۵۴	۱۳/۸۶
Ef	۱۵۶/۷۷	۱/۴۵	۱/۵۶	۰/۷۳
Ekb	۳/۵۱	۰/۰۳	۰	۰
Ektr	۱۹۲/۹۶	۱/۷۸	۰/۲۷	۰/۱۳
Ez	۱۹/۹۷	۰/۱۸	۰	۰
Jd	۱۹/۳۴	۰/۱۸	۰	۰
J1	۷۴۳/۸۵	۶/۸۶	۷/۱۸	۳/۳۷
Js	۱۲۴۵/۱۴	۱۱/۴۸	۱۱۳/۲۹	۵۳/۱۶
Kt	۶۷/۵۳	۰/۶۲	۰	۰
Ktow	۸۱۵/۸۴	۷/۵۲	۰	۰
Lava	۲۹۱۸/۱۱	۲۶/۹۱	۰	۰
Basalt	۲۴/۶۸	۰/۲۳	۰	۰
Pd	۷۲/۱۶	۰/۶۷	۱/۹۱	۰/۹۰
Gravel	۴/۸۳	۰/۰۴	۰	۰
Rockfall	۲۴۳۵/۷۸	۲۲/۴۶	۰/۲۰	۰/۰۹
Teon	۵۷/۶۴	۰/۵۳	۰/۰۶	۰/۰۳
Terace deposit	۱۳۳۲/۰۶	۱۲/۲۸	۲۱/۹۰	۱۰/۲۸
Tetow	۶۲/۶۶	۰/۵۸	۱۸/۷۶	۸/۸۰
Travertan	۳۹/۷۸	۰/۳۷	۰	۰
Tuff	۵۳۹/۱۵	۴/۹۷	۱۸/۴۶	۸/۶۶

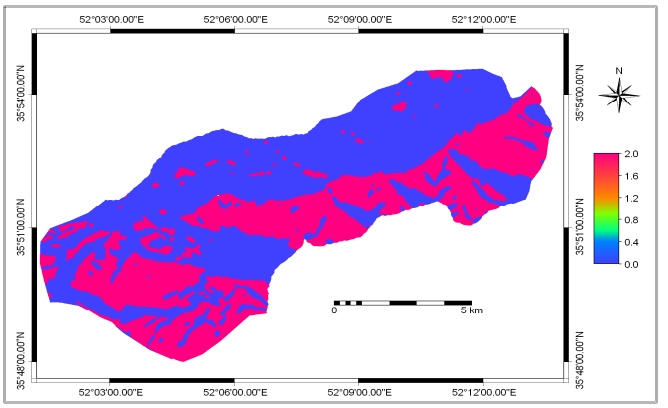
www.SID.ir

Archive of SID

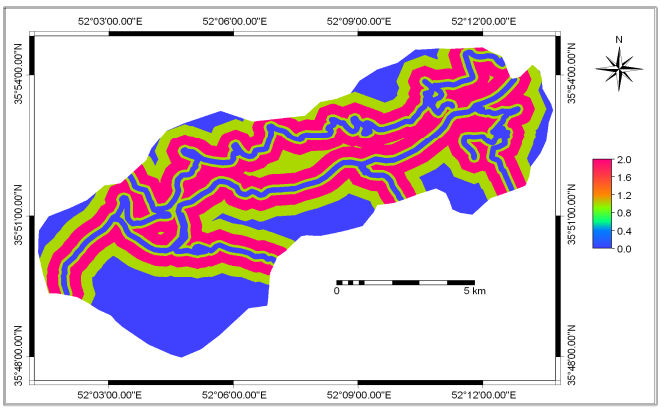


نقشه۹. پراکندگی سنگ‌های تشکیل‌دهنده منطقه مورد مطالعه

نقشه‌های وزنی عوامل مؤثر در زمین لغزش



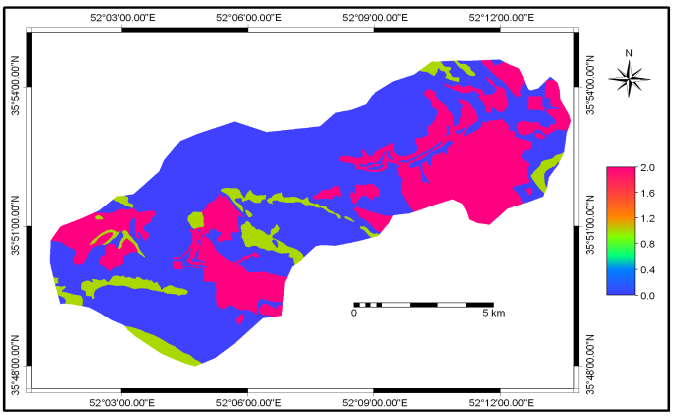
نقشه۱۰. وزنی جهت شیب در مدل LNRF



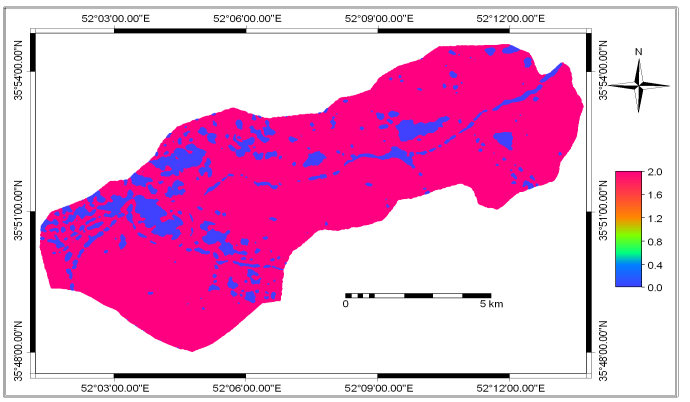
نقشه۱۱. وزنی فاصله از جاده در مدل LNRF

www.SID.ir

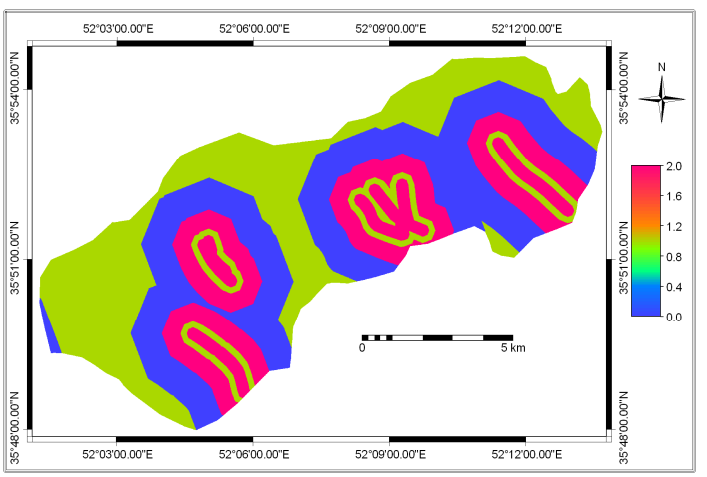
Archive of SID



نقشه۱۲. وزنی سنگ‌شناسی در مدل LNRF



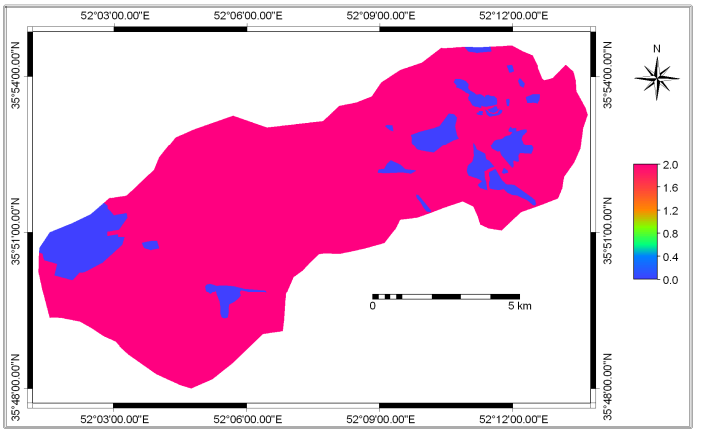
نقشه۱۳. وزنی شیب در مدل LNRF



نقشه۱۴. وزنی فاصله از گسل در مدل LNRF

www.SID.ir

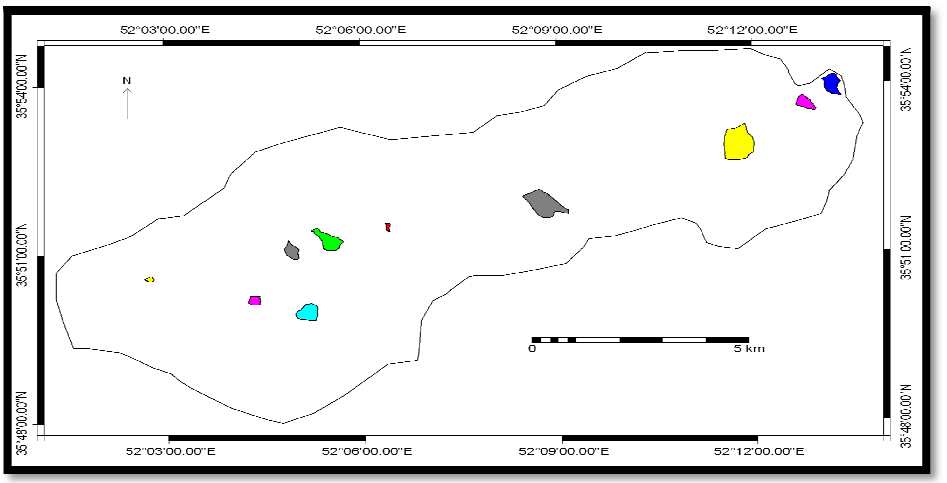
Archive of SID



نقشه۱۵. وزنی کاربری زمین در مدل LNRF

زمین لغزش درمنطقه حوضه مورد مطالعه

جهت تهیه نقشه زمین لغزش‌ها در حوضه مورد مطالعه، عکس‌های هوایی منطقه تهیه گردید. عکس‌ها ژئورفرنس و ارتوفتو شده و لغزش‌های قابل تشخیص از آنها استخراج شد. در سایر موارد با مطالعات گسترده میدانی و استفاده از GPS، با ثبت موقعیت نقاط در تغییر شکستها در مناطقی که لغزش رخ داده بود و انتقال نقاط برداشت شده به محیط نرم‌افزار EXCEL و سپس به نرم‌افزار ILWIS و انجام کارهای تطبیقی، نقشه زمین‌لغزش‌های رخ داده در منطقه مورد مطاله به دست آمد.



نقشه۱۶. پراکنش زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

پهنه‌بندی زمین لغزش به روش کوپتا ـ جوشی (Cupta – Joshi)

کوپتا و جوشی در سال ۱۹۹۰ یک روش آماری دو متغیره ارائه دادند. به طوری که پس از قطع دادن نقشه‌های عامل با نقشهٔ پراکنش زمین لغزش‌ها، LNRF برای هر واحد یک نقشه محاسبه می‌گردد (فرهادی نژاد، ۱۳۸۳).

رابطهٔ ۴-۳-۱

$$LNRF = \frac{\text{لغزش رخ داده در یک واحد از نقشهٔ عامل}}{\text{میانگین لغزش رخ داده در کل واحدهای نقشهٔ عامل}}$$

Weight = ۰	LNRF < ۰/۶۷
Weight = ۱	۰/۶۷ < LNRF < ۱/۳۳
Weight = ۲	LNRF > ۱/۳۳

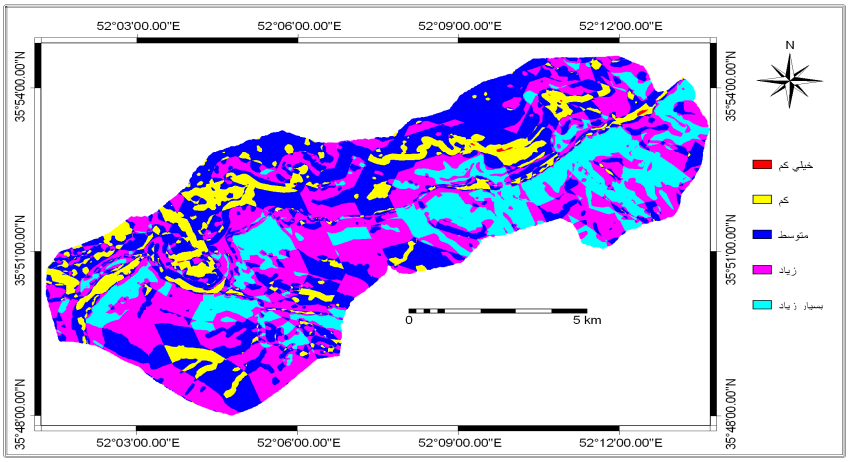
و بدین شکل وزن برای هر نقشه عامل، محاسبه و از جمع جبری نقشه‌های عامل ترسیم شده (ساخته شده) بر اساس وزن، نقشه پهنه‌بندی (به صورت وزن) بدست می‌آید. با طبقه‌بندی نقشهٔ مذکور نقشهٔ پهنه‌بندی نهایی حاصل می‌گردد. نقشهٔ حاصله براساس نقاط عطف منحنی تجمعی فراوانی وزن‌ها طبقه‌بندی شده است.

جدول۷. درصد و مساحت طبقات نقشهٔ پهنه‌بندی زمین لغزش به روش LNRF

لغزش (درصد)	مساحت لغزش(هکتار)	درصد طبقات	مساحت طبقه (هکتار)	طبقات پهنه‌بندی
۰	۰	۰/۰۷	۷/۵۶	خیلی کم
۰/۶۱	۱/۳۰	۱۱/۳۶	۱۲۳۱/۷۸	کم
۳/۶۲	۷/۷۱	۳۴/۲۵	۳۷۱۴/۵۶	متوسط
۱۲/۶۳	۲۶/۹۲	۳۵/۰۳	۳۷۹۸/۵۸	زیاد
۸۳/۱۴	۱۷۷/۱۸	۱۹/۲۹	۲۰۹۱/۸۱	بسیار زیاد

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه۱۷. پهنه‌بندی زمین لغزش به روش LNRF

محاسبه وزن هر یک از عوامل شش‌گانه بررسی شده، در مدل LNRF برای حوضه مورد مطالعه

با توجه به توضیحات بالا و به کار بردن هر یک از فرمول‌های ذکر شده برای مدل‌های استفاده شده در این پژوهش جهت به دست آوردن وزن هر یک از عوامل، وزن هر یک از عوامل شش‌گانه به صورت مجزا در مدل LNRF در نقشه‌های فوق به دست آمد.

نتیجه‌گیری

از بررسی متغیرهای مؤثر در بروز زمین لغزش و تجزیه و تحلیل نمودارها، جداول، مدل‌های پهنه‌بندی، ارزیابی مدل‌ها و عملیات میدانی، نتایج زیر بدست آمد:

- به‌طور کلی شرایط طبیعی حوضه مورد مطالعه مانند تکتونیک، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و ... بستر مناسبی را برای وقوع زمین لغزش به وجود آورده است.
- بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، حدود ۱۴۴/۲۵ هکتار از لغزش‌ها (معادل ۶۹.۶۷ درصد کل لغزش‌ها) در طبقات شیب ۱۵ تا ۵۰ درصد رخ داده است و در این میان طبقه ۳۰ تا ۵۰ درصد بیشترین میزان یعنی ۳۹/۳۲ درصد میزان لغزش‌ها را داراست. در شیب‌های بسیار زیاد معمولاً جنس مصالح، سنگی است و از استحکام و مقاوت بیشتری برخوردار است. نتیجه اینکه شیب یک رابطه خطی با لغزش ندارد. بدین معنا که با افزایش شیب، میزان لغزش افزایش پیدا نمی‌کند. در حوضه مورد مطالعه در شیب‌های بیشتر از ۵۰ درصد میزان

www.SID.ir

Archive of SID

زمین لغزش‌ها کاهش پیدا می‌کند.

- با توجه به تنوع سنگ‌شناسی منطقه و حساسیت متفاوت واحدهای سنگی به زمین لغزش، جنس سنگ نقش مؤثری در وقوع زمین لغزش در حوضه موردنظر دارد. اکثر لغزش‌های فعال حوضه بر روی سازند شمشک (شیل و ماسه سنگ به سن ژوراسیک) با ۵۳/۱۶ درصد کل لغزش‌ها، سازند مبارک (سنگ آهک توده‌ای سیاه رنگ) با ۱۳/۸۶ درصد از کل لغزش‌ها و همچنین در پادگانه‌های آبرفتی با ۱۰/۲۸ درصد کل لغزش‌ها اتفاق افتاده است.
- بررسی‌ها نشان داده که بیشترین میزان لغزش‌ها با مساحتی در حدود ۱۷۵/۴۷ هکتار (۸۲/۲۳ درصد کل لغزش‌های رخ داده شده) در کاربری از نوع مرتع اتفاق افتاده است. درصد بالای لغزش در مناطق مرتعی از طرفی ناشی از وسعت بسیار زیاد این کاربری (۹۸۰۶/۴۶ هکتار از کل مساحت حوضه) و همچنین قرار گرفت این واحد بر روی تشکیلات سازند شمک، سازند مبارک و همچنین پادگانه‌های آبرفتی است.
- از انطباق گسل‌ها با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها، این نتیجه حاصل شد که حدود ۳۰/۰۶ درصد از لغزش‌ها در فاصله تا ۲۰۰ متری از گسل‌ها رخ داده است که این خود مبین وجود ارتباط مستقیم میان این دو پدیده است.
- بیشترین فراوانی جهت شیب را در حوضه به ترتیب جهت شمال به میزان ۲۵/۵۶ درصد و جهت جنوب به میزان ۱۵/۲۴ درصد دارا می‌باشند. بیشترین میزان لغزش‌ها در جهت شمال با ۴۱/۸۵ درصد و در جهت شمال غربی با ۴۸/۳۱ درصد رخ داده است که نشان‌دهنده این است شیب‌های شمالی و شمال غربی به دلیل برخورداری از رطوبت بیشتر (رابطه زمین لغزش با اقلیم) دارای استعداد و حساسیت بیشتری هستند.
- احداث جاده نیز یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در ایجاد و بروز زمین لغزش است. احداث جاده با از بین بردن تکیه‌گاه در شیب‌ها، دامنه را نسبت به حرکات دامنه‌ای حساس کرده و در صورت مساعد بودن شرایط زمین‌شناسی و ... وقوع زمین لغزش حتمی است. در حوضه مورد مطالعه ۵۵/۵۱ درصد از لغزش‌ها در فاصله تا ۴۰۰ متری از جاده رخ داده است که این میزان برابر نیمی از کل لغزش‌های رخ داده در حوضه است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. احمدی، حسن (۱۳۷۴)، «ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی)» نتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ دوم؛

۲. ارومیه‌ای، علی و مهرداد صفایی (۱۳۷۷)، «کاربری زمین و تأثیر آن در ناپایداری دامنه‌ها در حوضه نکارود» خلاصه مقالات هفدهمین گردهمایی علوم زمین، وزارت معادن و فلزات، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور؛

۳. اسمعلی عوری، اباذز (۱۳۸۱)، «پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه گرما چای و ارائه مدل منطقه‌ای» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران؛

۴. اشقلی فراهانی، ع (۱۳۸۰)، «ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقه رودبار با استفاده از روش فازی» پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت معلم؛

۵. پژوهشکده حمل و نقل (۱۳۸۶)، دستورالعمل ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های حمل و نقل جاده‌ای، وزارت راه و ترابری؛

۶. جلالی، نادر (۱۳۷۵)، «ارزیابی تعدادی از روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه طالقان» گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز حفاظت خاک و آبخیزداری؛

۷. حائری، سیدمحسن و امیرحسین سمیعی (۱۳۷۶)، «روش جدید پهنه‌بندی مناطق شیب دار در برابر خطر زمین لغزش با تکیه بر بررسی‌های پهنه‌بندی استان مازندران» نشریه علوم زمین، سال ششم، شماره ۲۳؛

۸. حق شناس، ابراهیم (۱۳۷۴)، «پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس؛

۹. درویش‌زاده، علی، ۱۳۸۳ «زمین شناسی ایران» انتشارات امیرکبیر.

۱۰. رنجبر محسن، روغنی فاطمه (۱۳۸۸)، «پهنه‌بندی حرکات توده‌ای با استفاده از مدل **ahp**»، نشریه چشم‌انداز زاگرس؛

۱۱. شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵)، «زمین لغزش (مبانی و اصول ناپایداری شیب‌های طبیعی» انتشارات سازه، چاپ اول؛

۱۲. شادفر، صمد، (۱۳۸۵)، «بررسی عوامل مؤثر بر زمین لغزش و پهنه‌بندی آن با استفاده از **GIS** در حوزه آبخیز پلتان» سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان مناطق آزاد قشم؛

۱۳. شادفر، صمد، یمانی، مجتبی و محمد نمکی (۱۳۸۴)، «پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل‌های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و **LNRF** در حوزه چالکرود» نشریه علمی-پژوهشی

www.SID.ir

Archive of SID

آب و آبخیز، شماره ۳؛

۱۴. فرهادی نژاد، طاهر (۱۳۸۳)، «ارزیابی روشهای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه سرخاب» گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان لرستان؛

۱۵. فاطمی عقدا، سید محمود، جعفر غیومیان و عقیل فراهانی (۱۳۸۲)، «ارزیابی کارایی روشهای آماری در تعیین پتانسیل خطر زمین لغزش» فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سال یازدهم، شماره ۴۷-۲۸؛

۱۶. مهدی‌فر، م (۱۳۷۶)، «پهنه‌بندی خطر زمین لغزش منطقه خورش رستم (جنوب غربی شهرستان خلخال)» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس؛

۱۷. نیک اندیش، نسرین (۱۳۷۸)، «بررسی نقش عوامل هیدرو اقلیم در وقوع حرکات توده‌ای در حوضه کارون میانی با توجه به نقش رسوب‌زایی آنها» پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه اصفهان؛

18. **Raffi A, J, Degraff & J.P calpin, 1999, land slide loss reduction: A guide for the king stom metropolitan, Jamaica, Geomorphology;**
19. **Crozier, M, 1999, land slide, Applid geology: prin ciples and practice;**
20. **Anbalagan, R, 1992, land slide hazard evalution and zonation mapping in mountainous terrain engineering;**
21. **Lulseged, A, H, Yamagishi, N, Ugawa, Land slide susceptibility mapping using GIS based weighted liner combination, the case in Tsugawa, area of agano river, niigata prefectare, Japan, land slide.**

www.SID.ir