پهنه بندی حرکت‌های توده‌ای از طریق بررسی مدل LNRF
مطالعه موردی: منطقه نیر به سراب

جلیل الدین سرور
استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی رشت
بهمن رمضانی
استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی رشت
مریم ادهمی*
کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۳/۳۰

چکیده
کشور ما ایران به علت کوهستانی بودن و به لحاظ موقعیت خاص جغرافیایی در معرض بسیاری از مخاطرات طبیعی قرار گرفته است و به علت واقع شدن در کمربند زلزله و خط گسل‌های اصلی بعضی از نقاط کشورمان به حرکات شدید زمین که تشدید کننده خطر بروز لغزش زمین است، بسیار مستعد هستند. پژوهش حاضر در منطقه نیر به سراب واقع در استان اردبیل با هدف اصلی مشخص کردن عوامل موثر در حرکات توده‌ای و شناسایی نواحی مستعد حرکت‌های توده‌ای و پهنه بندی زمین لغزش و میزان نقش این عوامل در وقوع حرکت‌های توده‌ای با تعیین وزن جهت کاستن زیان‌های ناشی از آن صورت گرفته است. از بین عوامل موثر در وقوع حرکت‌های توده‌ای عوامل لیتوژی، فاصله از گسل، شیب، سطوح ارتفاعی و میزان بارش به عنوان موثرترین عوامل طبیعی در این پژوهش انتخاب گردید. با استفاده از ابزارهایی نظیر: نقشه‌های زمین شناسی، توپوگرافی و عکس‌های هوایی در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار GIS، مکان‌های لغزشی روی نقشه ثبت شد و مناطق پایدار و ناپایدار مشخص گردید. نقشه‌های پژوهش به صورت رقومی و لایه بندی در آمد و برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده (از طریق بررسی متغیرهای موثر) از مدل LNRF به عنوان ابزار مفهومی پژوهش استفاده شد. در خاتمه با وزن دادن به عوامل موثر و جمع جبری آنها، مشخص گردید، ۷۵ درصد لغزش‌ها در واحد سنگی M^t و گدازه‌های پیروکسن آندزیتی و آبرفت‌های جدید رخ می‌دهد، پس از آن شیب زیاد، گسل‌ها و میزان بارندگی بالای ۶۰۰ میلی-متر و ارتفاعات بیشتر از ۱۸۰۰ متری و اراضی مرتعی در وقوع لغزش‌ها تاثیر می‌گذارند. در نهایت بخش جنوبی منطقه بالاترین ناپایداری را دارد. و سایر مناطق ناپایداری متوسط تا کم داشته و همچنین (با وزن دهی به عوامل موثر و جمع جبری آنها) نقشه پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای با همپوشانی نمودن لایه‌های مختلف تهیه گردید.

واژگان کلیدی: حرکت‌های توده‌ای، زمین لغزش، پهنه بندی، منطقه نیر به سراب اردبیل، GIS، LNRF.

* نویسنده مسئول : ۰۹۱۴۱۵۴۷۸۸۰
E-mail: mariya.adhami17@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

لغزش زمین نتیجه حرکت مواد در روی دامنه است که در اثر عامل آب و نیروی ثقل ایجاد می‌گردد(احمدی،۱۳۷۴)، و در اثر آن توده‌ای از مواد سنگی و خاک به طرف پایین دامنه جابه جا می‌شود(دیوس و همکاران، ۲۰۰۶). این پدیده در سطح کره زمین خسارت‌های فراوانی در طول تاریخ بر جای گذاشته است که از جمله مهم ترین آنها می‌توان به؛ زمین لغزش در لوس آنجلس که در آن ۱۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند، زمین لغزش واردلن در نروژ که در سال ۱۸۹۳ اتفاق افتاد و ۵۵ میلیون متر مکعب خاک را جابه جا نمود و در اثر آن ۱۱۱ نفر جان خود را از دست دادند. در کشور ما ایران زمین لغزش‌ها همیشه مشکل آفرین بوده‌اند. ایران با توپوگرافی عمدتا کوهستانی، فعالیت زمین ساختی و لرزه خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش‌ها را دارد. این پدیده همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب خسارت‌های اقتصادی فراوانی به صنعت، جنگل‌ها و مراتع، مزارع و خانه‌های مسکونی می‌شود. به عنوان مثال تخریب بخشی از شهر گرمی در استان اردبیل در پی بارندگی‌های مهر ماه ۱۳۷۴ و رانش زمین، حرکت زمین در شهرک ولیصر تبریز نمونه‌های از لغزش در منطقه آذربایجان است(شریعت جعفری، ۱۳۷۵). در سال ۱۳۸۴ در جاده بین شهر اردبیل و سراب در منطقه صائین زمین لغزه نسبتا بزرگی رخ داد در طی این حادثه یک نفر کشته شد (هاشمی طباطبایی، ۱۳۸۴) و ۱۰ دستگاه اتومبیل آسیب دید. در این حادثه ۴۰۰ متر از طول جاده اردبیل – سراب به کلی از بین رفت و حدود۱/۱ کیلومتر آسیب دید که جمعا ۸۰۰۰ میلیون ریال خسارت ببار آورده است(مددی، ۱۳۸۹). با توجه به حجم عظیم خسارت‌های جانی و مالی که در بالا به برخی از آنها اشاره شد، مطالعه این پدیده ژئومورفولوژی و آگاهی از پایداری دامنه‌ها به منظور جلوگیری از کاهش خطرها و خسارت‌های ناشی از آن لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

پیشنیه پژوهش

در زمینه موضوع مورد مطالعه تحقیقات زیادی در سطح بین المللی و ایران انجام شده که ذکر همه آنها موجب طولانی شدن مطلب خواهد شد؛ بنابراین فقط به چند مورد از آنها اشاره می گردد. حسن زاده(۲۰۰۰)، برای مکان یابی خطر زمین لغزش، از روش رگرسیون چند متغیره و تکنیک GIS با استفاده از چهار لایه اطلاعاتی سنگ شناسی، زاویه شیب، بارندگی و کاربری استفاده نمود و به نتایج موفقیت آمیزی دست یافت. اسمعلی(۱۳۸۱)، پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای را با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره و تحلیل سلسله مراتبی در حوضه آبخیز گرمی چای انجام داده است. شادفر صمد(۱۳۸۶)، برای بررسی علل رویداد زمین‌لغزش حوضه چاکرود استان مازندران از مدل‌های آماری دو متغیره LNRF، بولین، و تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزار و متغیرهای موثر در وقوع زمین لغزش به روش تحلیلی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. سارکا و کانونگو (۲۰۰۳)، در پژوهشی در منطقه دارجیلینگ هیمالیا با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS دریافتند که وقوع زمین لغزش‌ها با برخی از عوامل از قبیل جاده، تراکم زهکشی و گسل در ارتباط می‌باشد. جرارد و گاردنر(۲۰۰۲)، به بررسی ارتباط بین زمین لغزش و تغییر کاربری اراضی حوضه زهکشی لیخوکولا در تپه ماهورهای میانی نپال در شمال کاتماندو پرداختند. پژوهشات آنها نشان داد که بیشترین رابطه معناداری، بین گسیختگی‌های بزرگ روی تراس‌های رها شده و جنگل‌های تخریب یافته وجود دارد.

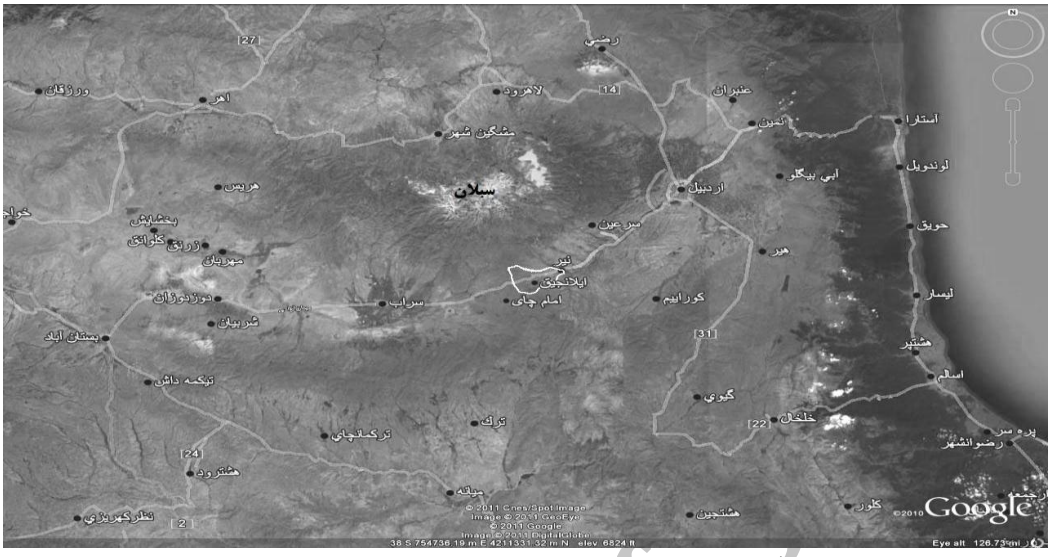
معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال‌غرب ایران در منطقه آذربایجان و در غرب استان اردبیل و جنوب‌غربی شهر نیر واقع شده است. این منطقه عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۸ درجه را اشغال کرده است. در این منطقه جاده اردبیل– سراب از یک ناحیه کوهستانی عبور می‌نماید که به گردنه صائین معروف است. این منطقه را سر شاخه‌های بالخلی چای زهکشی می‌نماید، که خود از زیر حوضه‌های قره سو، دره

Archive of SID

www.SID.ir

رود و ارس به شمار می‌آید. این منطقه عمدتا از سنگ‌های آذرآواری دوران سوم و نهشته‌های آبرفتی دوران چهارم تشکیل شده مقدار بارندگی سالانه منطقه ۴۳۱/۳ میلی‌متر و در فصل زمستان اغلب بارش‌ها به صورت برف می‌باشد. به لحاظ ارتفاع زیاد و کوهستانی بودن از آب و هوای نیمه مرطوب سرد برخودار است



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه (منبع : گوگل ارث)

روش‌ها

در این مطالعه یکی از مدل‌های متداول در پهنه‌بندی زمین‌لغزه استفاده شده، که عبارت است از مدل LNRF. این مدل در قالب طرحی با عنوان کاربرد نرم افزار GIS در پهنه‌بندی خطر زمین لغزه در دانشگاه رورکی هند توسط دو استاد گروه زمین‌شناسی این دانشگاه گوپتا و جوشی (۱۹۹۰) به اجرا درآمده است. در این روش از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تشخیص احتمال وقوع زمین‌لغزه در حوضه آبریز رامجانگا در قسمت پایین رشته کوه هیمالیا واقع گردیده، استفاده شده است. تعداد انتخاب عوامل در این روش اختیاری می‌باشد. گوپتا و جوشی در ابتدا عوامل موثر در زمین لغزش‌ها را شناسایی کردند و سه عامل لیتولوژی، کاربری اراضی و فاصله از گسل را مورد استفاده قرار دادند. سپس با استفاده از سطح لغزش‌های رخ داده در هر یک از واحدهای همگن از نظر مقادیر عوامل موثر در زمین لغزش و تقسیم آن بر متوسط وقوع زمین لغزش در کل واحدها اقدام به تهیه شاخص تعیین میزان خطر وقوع زمین لغزش می‌شود. در وقوع حرکات توده‌ای عوامل متعدد طبیعی و انسانی نقش دارند، که عبارتند از:

۱- توپوگرافی زمین (به ویژه ارتفاع و شیب زمین) ارتفاع زمین در محدوده مورد مطالعه از ۱۵۰۰ متر تا نزدیک به ۲۷۰۰ متر برآورد شد. حدود ۷ درصد وسعت ارتفاعات بالای ۲۲۰۰ متر است و ۶۵ درصد سطح منطقه بین ۲۰۰۰-۱۵۰۰ متری و حدود ۲۸ درصد بین ۲۲۰۰-۲۰۰۰ متری مساحت دارد. شیب اراضی از صفر تا بیش از ۴۰ درصد متغیر است. حدود ۳۲ درصد اراضی شیب بیش از ۲۰ درصد دارند. نزدیک به همین میزان بین ۲۰-۱۰ درصد و حدود ۳۸/۶ درصد اراضی دامنه‌ها بین صفر تا ۱۰ درصد شیب دارند.

۲- شرایط زمین شناسی و سنگ مادر: محدوده مورد مطالعه در یک منطقه آتشفشانی واقع شده است. سنگ‌های ریولیتی، گدازه‌های آندزیتی به وسعت حدود ۳۰ درصد استعداد زیادی برای لغزش دارند. سایر سازندهای منطقه را پادگانه‌های آبرفتی قدیم و جدید (حدود ۲۶ درصد) تشکیل می‌دهند. آهک‌های چرت دار، توف برشی، تراکی آندزیت‌ها، توده‌های آدرین میکرودیوریت و گابروها در مقابل حرکات لغزشی مقاوم ترند. گسل‌ها با اثراتی که در لیتولوژی و سازندهای منطقه بر جای گذاشته اند نیز نقش موثری در ایجاد حرکت‌های دامنه‌ای محدوده نیر- سراب ایفا می‌کنند. به

Archive of SID

www.SID.ir

نحوی که وجود گسل‌های اصلی و تعداد بیشتر آنها در محدوده جنوبی و شرقی و شمال‌غربی موجب رخداد لغزش‌های بیشتر در این محدوده‌ها شده است.

۳- میزان بارندگی: در محدوده مورد مطالعه به تناسب ارتفاع از سطح زمین مقدار بارندگی بین ۴۰۰ تا ۷۳۰ میلی‌متر متغیر است. قریب به ۴۲ درصد بارندگی‌ها بیش از ۷۰۰ میلی‌متر، حدود ۴۸ درصد بارندگی بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر و ۱۰ درصد نیز بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر است. که می‌توان به نسبت سایر نقاط کشور این منطقه را محدوده‌ای نیمه مرطوب سرد تلقی کرد. ذوب برف زمستانی و نفوذ آن در درز و شکاف سنگ‌ها که تدریجا انجام می‌شود. و باران سایر فصل‌ها از عوامل موثر و مهم در حرکات دامنه ای می باشند. اغلب لغزش‌ها در محدوده‌های همباران ۵۵۰ تا ۶۵۰ میلی‌متر رخداده است.

۴- پوشش گیاهی: براساس اسناد و نقشه‌های موجود بیش از ۶۱ درصد وسعت محدوده مورد مطالعه را گیاهان مرتعی پوشش می‌دهد، ۳۷ درصد را اراضی زراعی و محدوده کمی در مسیر آبراهه و چشمه‌ها و دره‌ها را باغ‌ها به خود اختصاص داده‌اند. این نوع پوشش ضمن نفوذ آب به داخل خاک، در مقابل حرکت‌های توده‌ای قدرت تثبیت کمی دارد.

۵- خاک‌های منطقه: آزمایش‌هایی که بر روی چند نمونه از سازندهای سطحی منطقه صورت گرفت نشان می‌دهد که عمدتا بافت خاک‌های منطقه از نوع لومی- رسی می‌باشد، در بعضی قسمت‌ها نیز دارای بافت لومی- شنی هستند. هچنین آزمایش‌های و بازدیدهایی که از منطقه به عمل آمده نشان‌دهنده این است که به علت شیب زیاد دامنه خاک به مفهوم واقعی در روی آنها تشکیل نشده و چسبندگی مواد خیلی کم است. ظرفیت اشباع از آب خاک‌های منطقه به خصوص در دامنه‌های پرشیب که کاربری مرتع دارند، بین ۵۰ تا ۶۰ درصد بدست آمده است. با توجه به نتایج آزمایش‌های فوق، می‌توان گفت که خطر زمین لغزش در بخش‌های مختلف منطقه یکسان نیست.

۶- عوامل انسانی: علاوه بر عوامل طبیعی ذکر شده در بالا، عوامل انسانی به ویژه، برنامه‌های عمرانی نظیر: احداث جاده در روی دامنه‌ها بدون ایجاد حفاظ، عبور دادن دکل‌های فشار قوی برق، لوله کشی گاز و آب، کشت و زرع روی دامنه‌ها خصوصا کشت روی شیب‌های بالای ۲۰ درصد، افزایش تعداد دام و استفاده بیش از ظرفیت مراتع نیر- سراب که منطقه‌ای کشاورزی دامپروری است، از دیگر عوامل موثر در حرکت‌های توده‌ای منطقه مورد مطالعه است.

در این پژوهش مکان‌ها و پراکنش لغزش‌ها با استفاده از نقشه و عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی مشخص شد (شکل۳). از مهم‌ترین عوامل موثر در حرکات توده‌ای متغیرهای لیتولوژی، فاصله از گسل، سطوح ارتفاعی، میزان بارش، کاربری اراضی و شیب، انتخاب شدند سپس نقشه عامل جهت تجزیه تحلیل و پهنه بندی خطر لغزش در منطقه و با استفاده از مدل LNRF[1]، وزن دهی و ارزش هریک از متغیرها در وقوع این پدیده تعیین گردید. در این روش با استفاده از سطح لغزش‌های رخداده در یک واحد بر میانگین لغزش‌های رخداده در کل واحدها اقدام به تهیه شاخص سه طبقه ناپایداری کم (صفر)، متوسط (یک) و زیاد (دو) و ارزش میزان خطر وقوع این پدیده شده است. این مدل از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$LNRF = \frac{A}{E}$$

دراین‌رابطه:

A: مساحت حرکت‌های توده‌ای رخداده در یک واحد بر حسب هکتار

E: میانگین حرکت‌های توده‌ای رخداده در کل واحدها بر حسب هکتار

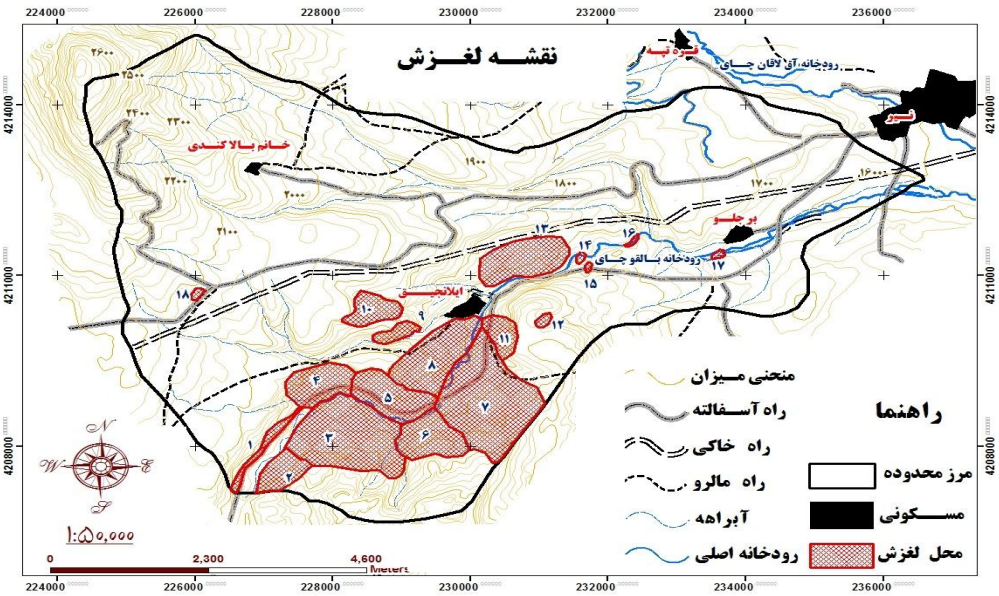
[1] .Landslide Numerical Risk Factor

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: وزن واحدها براساس وسعت حرکت‌های توده‌ای طبق مدل LNRF

ردیف	ضریب LNRF		دامنه تغییرات LNRF	وزن	ناپایداری
۱	۰	۰/۶۷	LNRF >۰/۶۷	۰	کم
۲	۰/۶۷	۱/۳۳	۰/۶۷ >LNRF>۱/۳۳	۱	متوسط
۳	۱/۳۳	۱/۳۳>	۱/۳۳ >LNRF	۲	زیاد



شکل ۳: نقشه پراکنش لغزش‌های منطقه مورد مطالعه(منبع: نگارندگان)

یافته‌های پژوهش

لیتولوژی

نوع سازندها و لیتولوژی، یکی از عوامل تاثیر گذار بر وقوع حرکت‌های توده‌ای می باشد(پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور). براساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب سنگ بستر منطقه از نوع گدازه‌های ریولیتی و داسیتی و در ارتفاعات بالا دست آن بازالتی است. محل وقوع زمین لغزش نیز از سنگ‌های آذرآواری تشکیل شده است. واحد سنگی Q^{b1} گدازه‌های آندزیتی، بازالتی و اسکوری و Q^{t1} پادگانه‌های آبرفتی قدیمی با مساحت ۴۹/۳ درصد از کل منطقه بیشترین رخنمون‌های سنگی منطقه را دارا است. عمده تشکیلات این واحد گدازه‌های آندزی بازالتی، آندزیتی به همراه اسکوری و پادگانه‌های آبرفتی قدیمی است. همان گونه که مشاهده می‌شود بیشترین مساحت لغزش‌ها در M^{r} ریولیت و ریوداسیت و pl^{at} گدازه‌های آندزیتی، پیروکسن آندزیتی رخ داده است. نتایج نشان می‌دهد که ۵۰/۲۲ درصد لغزش‌ها در گدازه‌های آندزیت و بازالت روی داده است(جدول ۲).

Archive of SID

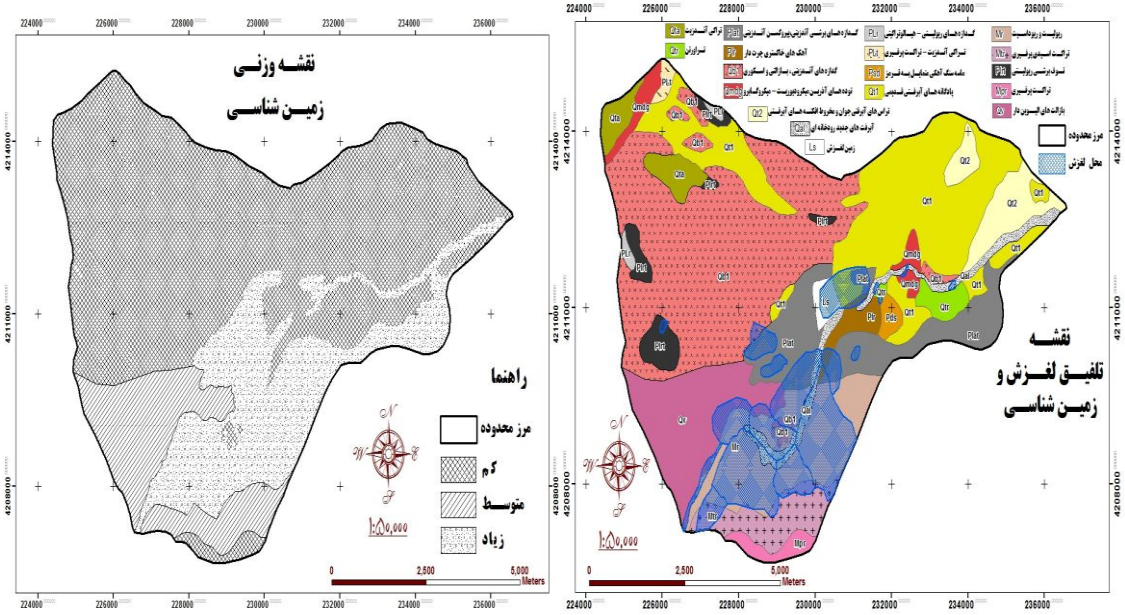
www.SID.ir

جدول ۲: مساحت حرکت‌های لغزشی (هکتار) در واحدهای لیتولوژی و محاسبه وزن هر سطح

لیتولوژی	مساحت طبقات		مساحت لغزش‌ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
تراکیت پرفیری	۶۲/۷	۱/۱	۰/۰	۰/۰	۰	۰	کم
ریولیت و ریوداسیت	۵۸۰/۵	۱۰/۰	۴۶۹/۰	۵۴/۳	۹/۸	۲	زیاد
تراکیت اسیدی پرفیری	۲۲۳/۷	۳/۸	۵۲/۸	۶/۱	۱/۱	۱	متوسط
کنگلومرا، ماسه سنگ، آهک ماسه‌ای	۳۴/۰	۰/۶	۰/۴	۰/۰	/۰۰۰۸۳	۰	کم
گدازه‌های آندزیتی، پیروکسن آندزیتی	۵۵۳/۰	۹/۵	۱۱۳/۰	۱۳/۱	۲/۳۵	۲	زیاد
گدازه‌های ریولیتی هیالوتراکیتی	۸۳/۶	۱/۴	۱۶/۲	۱/۹	۰/۳۳	۰	کم
آهک چرت دار	۱۳/۷	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰	۰	کم
توف برشی ریولیتی	۱۳۷/۱	۲/۴	۲/۷	۰/۳	۰/۰۵۶	۰	کم
تراکی آندزیتی، تراکیت پرفیری	۲۲/۰	۰/۴	۰/۰	۰/۰	۰	۰	کم
آبرفت‌های جدید رودخانه‌ای	۱۶۳/۸	۲/۸	۷۳/۶	۸/۵	۱/۵۳	۲	زیاد
گدازه‌های آندزیتی، بازالتی و اسکوری	۱۶۶۳/۱	۲۸/۶	۲۰/۸	۲/۴	۰/۴۳	۰	کم
توده‌های آذرین میکرودیوریت و گابرو	۹۷/۶	۱/۷	۱/۱	۰/۱	۰/۰۲۲	۰	کم
پادگانه‌های آبرفتی قدیمی	۱۲۰۴/۹	۲۰/۷	۳۱/۹	۳/۷	۰/۶۶	۰	کم
تراس‌ها ومخروطه افکنه‌های جوان	۲۱۵/۸	۳/۷	۰/۰	۰/۰	۰	۰	کم
تراکی آندزیت	۱۴۳/۳	۲/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۰۱۴	۰	کم
تراورتن	۶۷/۹	۱/۲	۰/۷	۰/۱	۰/۰۱۴	۰	کم
بازالت‌های الیوین دار	۵۱۱/۷	۸/۸	۵۶/۸	۶/۶	۱/۱۸	۱	متوسط
جمع	**۵۸۲۲/۳**	**۱۰۰/۰**	**۸٦٤/٥**	**۱۰۰/۰**			

Archive of SID

www.SID.ir



(منبع: نگارندگان)

شکل ۵: نقشه وزنی لیتولوژی **شکل٤:** نقشه تلفیق لایه‌های لیتولوژی و حرکات لغزشی

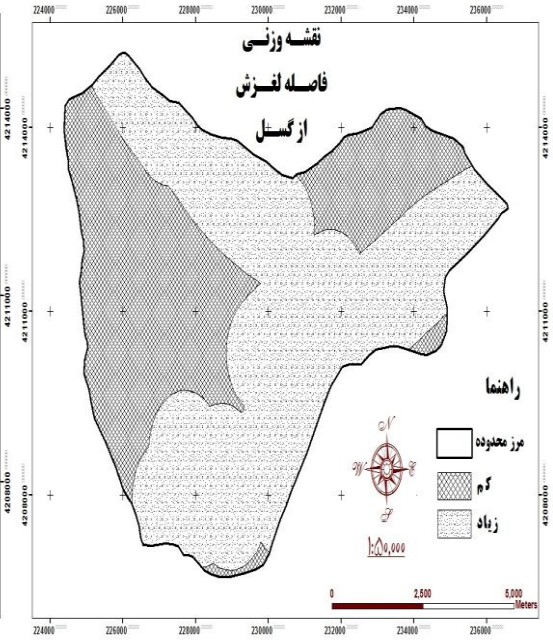
- فاصله از گسل

در منطقه مورد مطالعه گسل‌های فراوانی با امتدادهای گوناگون دامنه را متاثر ساخته اند و درز و شکست‌هایی را سبب شده‌اند؛ به طوری که فراوانی چشمه‌ها در این منطقه ادعای فوق را مورد تایید قرار می‌دهد. زیرا در مناطق و مکان‌هایی که چشمه فراوان باشد، به احتمال زیاد گسل نیز فراوان است و دلیل بر تکتونیزه بودن منطقه می‌باشد. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین حرکت‌های توده‌ای با ۳۴/۵ درصد از کل مساحت منطقه در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری گسل رخ داده است و با دور شدن از گسل‌های اصلی تاثیر آنها در وقوع حرکت‌های دامنه‌ای کاهش یافته و ناپایداری دامنه‌ها نیز کمتر می‌شود. در بخش جنوب منطقه با تراکم گسل‌ها، ناپایداری بیشتری در دامنه‌ها را شاهد هستیم.

جدول ۳. مساحت حرکت‌های لغزشی (هکتار) در فاصله از گسل و محاسبه وزن هر سطح

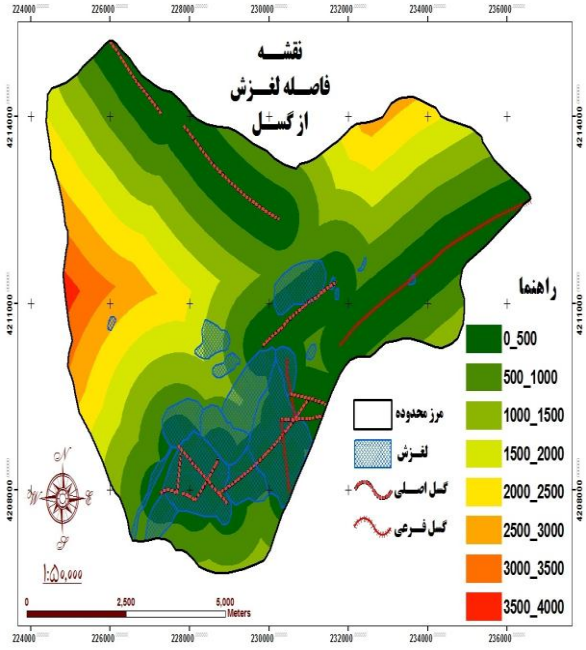
فاصله M	مساحت طبقات		مساحت لغزش‌ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
۰–۵۰۰	۲۰۰۶/۲	۳۴/۵	۶۳۲/۱	۷۳/۱	۵/۸	۲	زیاد
۵۰۰–۱۰۰۰	۱۴۰۵/۲	۲۴/۱	۱۸۸/۲	۲۱/۸	۱/۷	۲	زیاد
۱۰۰۰–۱۵۰۰	۸۸۴/۴	۱۵/۲	۳۶/۸	۴/۳	۰/۳	۰	کم
۱۵۰۰–۲۰۰۰	۶۵۳/۶	۱۱/۲	۴/۷	۰/۵	۰/۰۴	۰	کم
۲۰۰۰–۲۵۰۰	۴۹۳/۲	۸/۵	۰	۰	۰	۰	کم
۲۵۰۰–۳۰۰۰	۲۶۰/۴	۴/۵	۲/۷	۰/۳	۰/۰۲	۰	کم
۳۰۰۰–۳۵۰۰	۱۰۴/۴	۱/۸	۰	۰	۰	۰	کم
۳۵۰۰–۴۰۰۰	۱۵/۰	۰/۳	۰	۰	۰	۰	کم
جمع	۵۸۲۲/۳	۱۰۰	۸٦٤/۰	۱۰۰			

www.SID.ir



(منبع: نگارندگان)

شکل٦: نقشه وزنی فاصله از گسل



شکل۷: نقشه تلفیق فاصله از گسل و حرکات لغزشی

- شیب

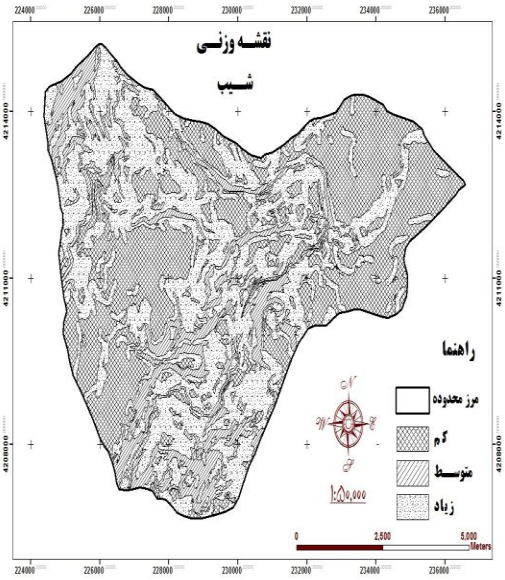
یکی از عوامل موثر برای وقوع زمین لغزه شیب می‌باشد زیرا هر چه شیب زمین بیشتر باشد عمل لغزش سریع تر خواهد بود(رفاهی، ۱۳۷۵). با توجه به مطالعات انجام گرفته در این منطقه ۶۳ درصد حرکات توده‌ای در طبقه شیب ۲۰-۳۰ درصد اتفاق افتاده که ۴۶/۳ درصد از مساحت کل منطقه را در بر گرفته است. در این طبقات شیب دامنه‌ها دارای ناپایداری زیاد می‌باشد (جدول ۴).

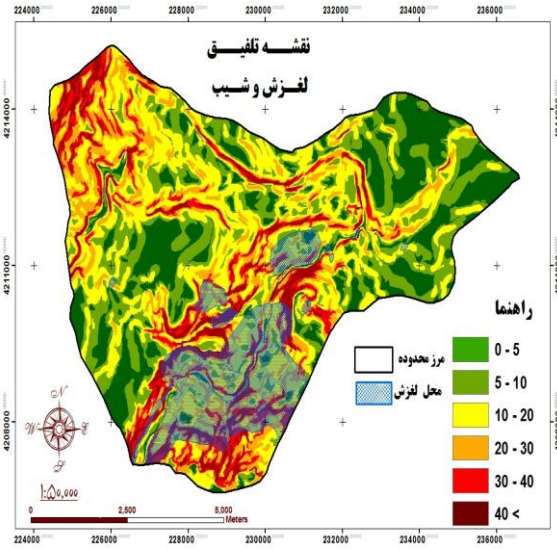
جدول ٤: مساحت حرکت‌های لغزشی (هکتار) در طبقات شیب و محاسبه وزن هر سطح

شیب به درصد	مساحت طبقات		مساحت لغزش‌ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
۰-۵	۱۰۰۵/۶	۱۷/۳	۱۸/۴	۲/۱	۰/۱۳	۰	کم
۵-۱۰	۱۲۳۸/۱	۲۱/۳	۸۱/۵	۹/۴	۰/۵۷	۰	کم
۱۰-۲۰	۱۷۵۶/۹	۳۰/۲	۳۲۹/۵	۳۸/۱	۲/۳۰	۲	زیاد
۲۰-۳۰	۹۳۴/۶	۱۶/۱	۲۱۵/۴	۲۴/۹	۱/۵۰	۲	زیاد
۳۰-۴۰	۴۵۸/۱	۷/۹	۱۰۷/۷	۱۲/۵	۰/۷۵	۱	متوسط
۴۰>	۴۲۹/۰	۷/۴	۱۱۲/۱	۱۳/۰	۰/۷۸	۱	متوسط
جمع	۵۸۲۲/۳	۱۰۰/۰	۸٦٤/٥	۱۰۰			

Archive of SID

www.SID.ir





(منبع: نگارندگان)

شکل ۹: نقشه وزنی شیب **شکل ۸:** نقشه تلفیق لایه‌های شیب و حرکت‌های لغزشی

- سطوح ارتفاعی

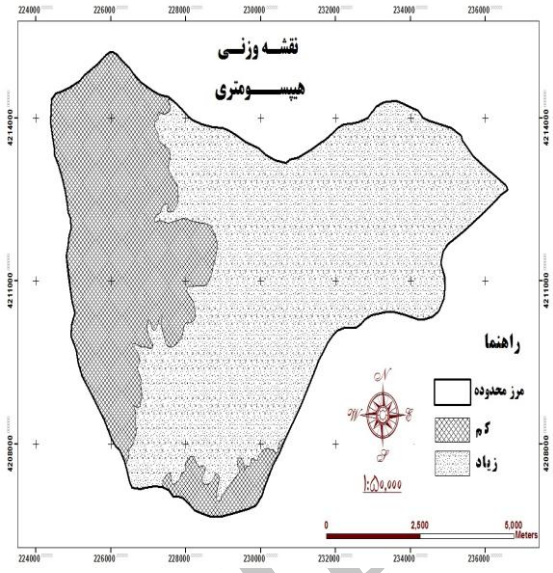
ارتفاع از عوامل مهم کنترل کننده ناپایداری یک دامنه می‌باشد. در دو دامنه مشابه و با مقدار شیب ثابت دامنه‌ای که مرتفع تر است از پتانسیل ناپایداری بیشتری برخوردار است(جعفری، ۱۳۸۷). سطوح ارتفاعی منطقه از ۱۵۹۰ متر در خروجی منطقه تا ۲۶۵۸ متر در ارتفاعات منطقه متغیر است طبقات ارتفاعی منطقه به ۵ طبقه تقسیم شده است(شکل ۱۱). ارتفاع متوسط وزنی منطقه ۱۹۱۴/۱ متر برآورد شده و در هر طبقه ارتفاعی مساحت حرکت‌های رخ داده برآورد و در جدول (۵) ارایه شده است. بیشترین حرکت‌های دامنه‌ای در ارتفاع ۲۰۰۰–۱۸۰۰ متر رخ داده است.

جدول۵. مساحت حرکات لغزشی (هکتار) در سطوح ارتفاعی و محاسبه وزن هر سطح

ارتفاع M	مساحت طبقات		مساحت لغزش ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
۱۵۹۰–۱۸۰۰	۲۰۱۹/۸	۳۴/۷	۳۳۴/۴	۳۸/۷	۱/۹۳	۲	زیاد
۱۸۰۰–۲۰۰۰	۱۸۱۳/۱	۳۱/۱	۵۱۸/۸	۶۰/۰	۳/۰۰	۲	زیاد
۲۰۰۰–۲۲۰۰	۱۵۹۹/۱	۲۷/۵	۱۱/۴	۱/۳	۰/۰۷	۰	کم
۲۲۰۰–۲۴۰۰	۳۰۲/۱	۵/۲	۰	۰	۰	۰	کم
۲۴۰۰–۲۶۵۸	۸۸/۳	۱/۵	۰	۰	۰	۰	کم
جمع	۵۸۲۲/۳	۱۰۰/۰	۸٦٤/٥	۱۰۰			

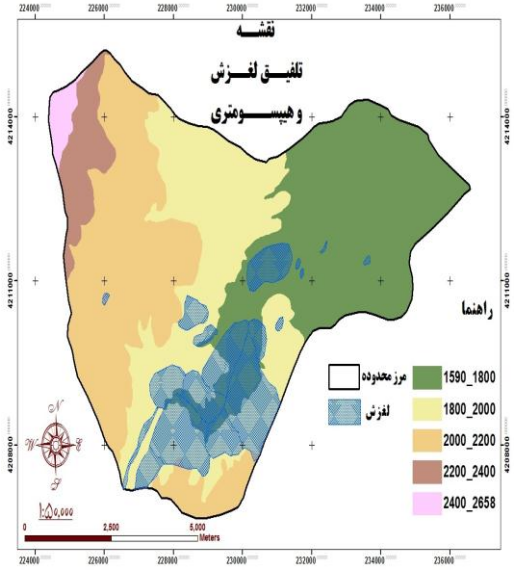
Archive of SID

www.SID.ir



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱۰: نقشه وزنی طبقات ارتفاعی



شکل ۱۱: نقشه تلفیق لایه‌های ارتفاعی و حرکت‌های لغزشی

- میزان بارش

بارندگی یکی از مهم ترین عامل تعیین کننده اقلیم و چرخه آب در منطقه و یکی از عوامل موثر در لغزش لایه‌های زمین می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه متوسط بارندگی ۴۳۱/۳ میلی‌متر و بیشترین بارش در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و کمترین بارندگی در مرداد اتفاق می‌افتد و بارش‌های فصل زمستان در استان از نوع برف است. برای بررسی رابطه بین بارندگی و حرکت‌های توده‌ای، نقشه میزان بارش از آمار ایستگاه‌های بارانسجی پیرامون منطقه استفاده شده و پس از درون یابی به ۶ سطح همباران تقسیم شد(شکل ۱۳) و (جدول ۶) نشان می‌دهد که بیشترین حرکت‌های توده‌ای در طبقه بارندگی ۶۰۰–۶۵۰ میلی‌متر رخ داده است.

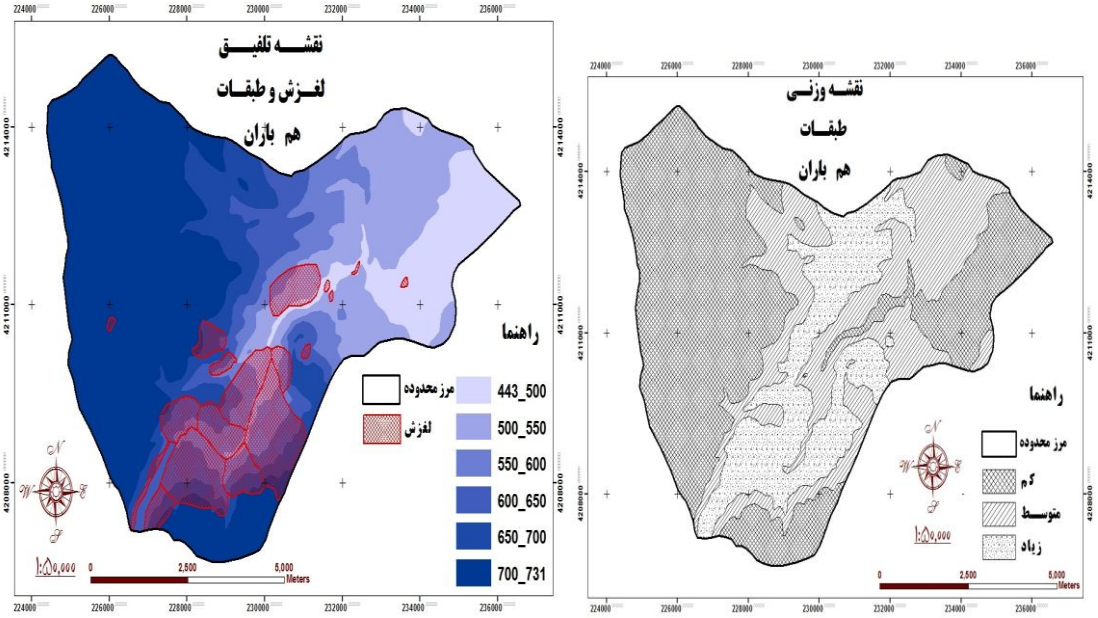
جدول ٦: مساحت حرکت‌های لغزشی(هکتار) در میزان بارندگی و محاسبه وزن هر سطح

بارش mm	مساحت طبقات		مساحت لغزش‌ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
۴۴۳–۵۰۰	۵۹۶/۶	۱۰/۲	۱۰/۳	۱/۲	۰/۶	۰	کم
۵۰۰–۵۵۰	۹۵۸/۰	۱۶/۵	۱۲۹/۰	۱۴/۹	۰/۷۱	۱	متوسط
۵۵۰–۶۰۰	۵۷۴/۳	۹/۹	۲۴۹/۳	۲۸/۸	۱/۴	۲	زیاد
۶۰۰–۶۵۰	۶۲۳/۴	۱۱	۲۶۸	۳۱/۰	۱/۵	۲	زیاد
۶۵۰–۷۰۰	۶۵۷/۸	۱۱/۳	۱۵۹	۱۸/۴	۰/۸۸	۱	متوسط
۷۰۰–۷۳۱	۲۴۱۲/۳	۴۱/۴	۴۹/۵	۵/۷	۰/۲۷	۰	کم
جمع	**۵۸۲۲/۳**	**۱۰۰**	**۸٦٤/٥**	**۱۰۰**			

(منبع: نگارندگان)

Archive of SID

www.SID.ir



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱۲: نقشه وزنی میزان بارش **شکل ۱۳:** نقشه تلفیق لایه‌های میزان بارش (mm) و حرکت‌های لغزشی

- پوشش گیاهی

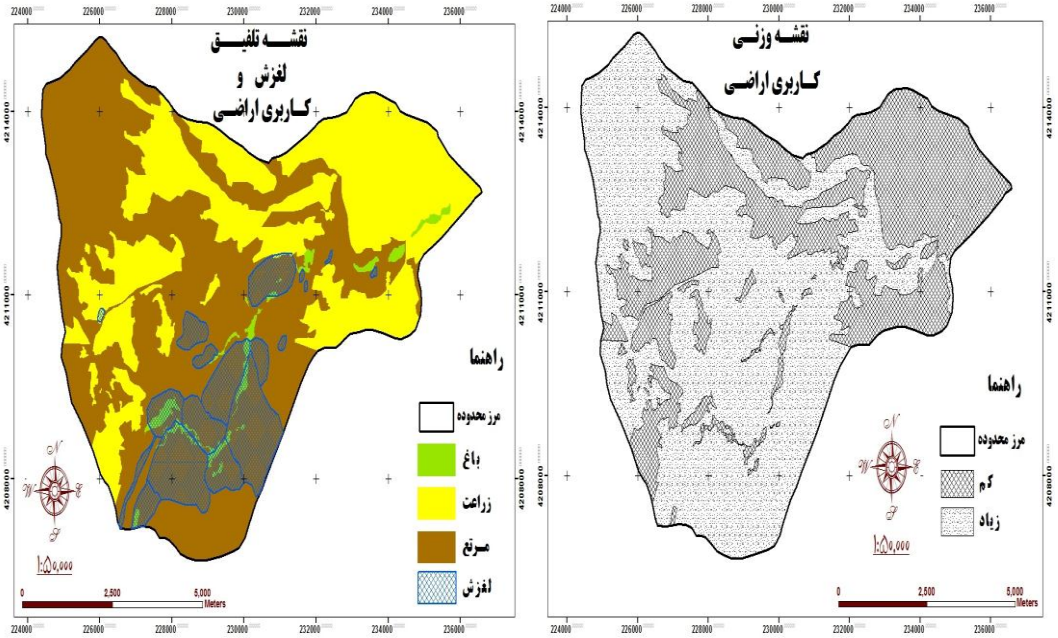
پوشش زمین مجموع تمام عواملی است که با حایل شدن در بین خاک و قطره‌های باران باعث جلوگیری از جدایی ذره‌های خاک و فرسایش آن می‌شود. پوشش گیاهی در منطقه حرکت‌های دامنه‌ای را به تاخیر می‌اندازد و گاهی موجب تثبیت دامنه می‌گردد(اصغری مقدم، ۱۳۷۸). زمین‌های منطقه مورد مطالعه عمدتا ۳ نوع کاربری دارند که عبارتند از: ۱- مرتع: بخش زیادی از منطقه به علت کوهستانی بودن، عمق کم خاک و شیب زیاد زیر پوشش مرتع هستند. ۲- زمین زراعی، ۳- باغ. نتایج تلفیق لایه لغزش با لایه کاربری در شکل (۱۵) و جدول (۷) دیده می‌شود.

جدول ۷: مساحت حرکت‌های لغزشی (هکتار) در اراضی پوشش گیاهی و محاسبه وزن هر سطح

کاربری	مساحت طبقات		مساحت لغزش‌ها		LNRF	وزن	ناپایداری
	هکتار	درصد	هکتار	درصد			
باغ	۱۱۱/۵	۱/۹	۶۰/۴	۷/۰	۰/۲	۰	کم
زراعت	۲۱۵۶/۷	۳۷/۰	۴/۴	۰/۵	۰/۰۱۵	۰	کم
مرتع	۳۵۵۴/۱	۶۱/۰	۷۹۹/۷	۹۲/۵	۲/۸	۲	زیاد
جمع	**۵۸۲۲/۳**	**۱۰۰**	**۸٦٤/٥**	**۱۰۰**			

(منبع: نگارندگان)

www.SID.ir



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱۴: نقشه وزنی کاربری اراضی **شکل ۱۵:** نقشه تلفیق کاربری اراضی و حرکت‌های لغزش

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر برای تعیین نواحی مستعد حرکت‌های توده‌ای و ناپایداری دامنه‌ها در منطقه نیر به سراب عوامل موثر مورد مطالعه قرار گرفت. و با استفاده از مدل LNRF میزان و ارزش تاثیر هریک تعیین شد. با توجه به داده‌ها در جداول وزنی چنین استنباط می‌شود که، از بین سازندها، واحد سنگی M^{r} ریولیت و ریوداسیت ، Pl^{at} گدازه‌های آندزیتی، پیروکسن آندزیتی، Q^{al} آبرفت‌های جدید رودخانه‌ای مستعد وقوع حرکت‌های توده‌ای هستند و ۷۵ درصد لغزش‌ها در این واحد سنگی اتفاق افتاده است. با وجود مقاومت بالای این سنگ‌ها عوامل دیگری از قبیل شیب زیاد و وجود گسل، بر ناپایداری‌ها تاثیر گذاشته و باعث وقوع زمین لغزش‌های فراوان در این منطقه شده است. بیشترین میزان لغزش‌ها (۷۳/۱ درصد) در فاصله ۵۰۰ متری از گسل‌ها اتفاق افتاده و با دور شدن از گسل، میزان لغزش در منطقه کاهش یافته است. اغلب ناپایداری‌ها در منطقه در دامنه‌هایی رخ داده که شیب آنها بین ۳۰–۲۰ درصد بوده و ۴۶/۳ درصد از مساحت منطقه را اشغال کرده است. در شیب‌های ۱۰–۰ درصد کمترین میزان لغزش در منطقه وجود داشته است. بیشترین میزان لغزش در بین طبقات بارندگی ۶۵۰–۶۰۰ میلیمتر رخ داده است(۳۱ درصد) و در طبقات بارندگی ۵۰۰–۴۴۳ میلی‌متر که ۱۰/۲ درصد از مساحت کل منطقه را شامل می‌شود، کمترین لغزش صورت گرفته است. بیشترین حرکت‌ها در ارتفاعات ۲۰۰۰–۱۸۰۰ به وقوع پیوسته است. نتایج بدست آمده از نقشه‌های وزنی پوشش گیاهی نشان می‌دهد که کمترین میزان وقوع حرکت‌ها در اراضی زراعی رخ داده و یکی از علل آن می‌تواند وجود شیب‌های کم و توپوگرافی ملایم در این اراضی باشد. حدود ۹۲ درصد از کل مساحت حرکت‌های توده‌ای در اراضی مرتعی رخ داده است. بنابراین اراضی مرتعی مستعد ناپایداری هستند. با تلفیق نقشه پهنه‌بندی و نقشه پراکندگی حرکت‌های توده‌ای (شکل۱۶) مشاهده می‌شود که حرکت‌های توده‌ای در مناطقی با ناپایداری زیاد رخداده است. و میزان وزن و ارزش هر یک از واحدها با استفاده از مدل مورد استفاده با یک‌دیگر تطابق دارند. با توجه به داده‌های بدست آمده که در جدول(۸) و نقشه پهنه‌بندی، نشان داده می‌شود خطر ناپایداری در منطقه از ناپایداری کم تا زیاد می‌باشد. بخش جنوب منطقه بیشترین وسعت ناپایداری را دارد. به طور کلی می‌توان گفت منطقه از پتانسیل ناپایداری نسبتا بالایی برخوردار است.

به طور کلی با بررسی نوشتارها و مقالات موجود می‌توان نتیجه گرفت که هر روش با توجه به شرایط خاص و متغیرهای مستقل هر منطقه برای آن محدوده مناسب است چنانچه، رحمان شریفی و همکار، روش نیلسن را برای حوضه

Archive of SID

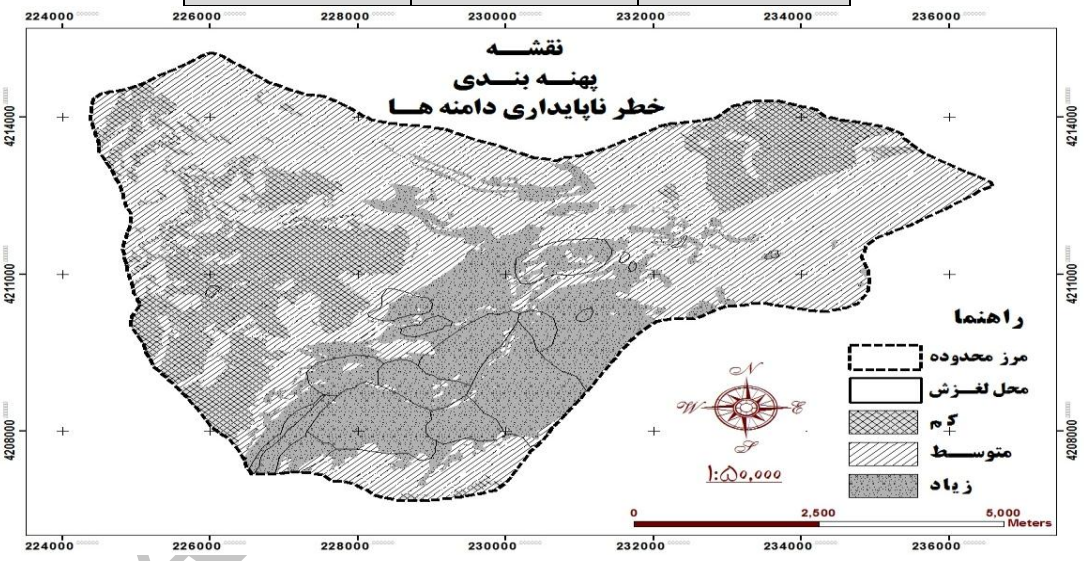
www.SID.ir

آبخیز چاشم سمنان، شیرانی و همکار، روش ارزش اطلاعاتی را برای دز علیا، شیرانی و همکاران روش دو متغیره (تراکم سطح) را برای حوضه علیای سمیرم، فاطمی و همکاران، روش تراکم سطح را برای بخشی از شمال کشور(رودبار) و ... مناسب تر می‌دانند.

در این پژوهش نیز با توجه به شرایط و ویژگی‌های متغیرهای مستقل محدوده نیر- سراب روش LNRF برای پهنه بندی لغزش‌ها بهتر و مناسب تر تشخیص داده شد.

جدول ۸: مساحت طبقات پایدای دامنه‌های منطقه(منبع: نگارندگان)

مقدار حساسیت در کل حوضه		
حساسیت	**مساحت**	**درصد**
کم	۱۳۷۰/۴	۲۳/۵
متوسط	۲۹۰۹/۹	۵۰/۰
زیاد	۱۵۴۲/۰	۲۶/۵
کل	**۵۸۲۲/۳**	**۱۰۰**



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱۶: نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل LNRF

منابع

۱- اصغری مقدم، محمد رضا، (۱۳۷۸): جغرافیای طبیعی شهر ۱، ژئومورفولوژی، تهران: انتشارات مسعی.

۲- اسمعلی، آباذر، (۱۳۸۱): پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه گرمی چای و ارایه مدل منطقه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳- احمدی، حسن (۱۳۷۴): ژئومورفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.

۴- اینترنت، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور. www. Ndir.ir

۵- ثروتی، محمد رضا، (۱۳۸۱): زئومورفولوژی منطقه‌ای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهران.

۶- جعفری، تیموری (۱۳۸۷): ارزیابی و پهنه بندی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش در دامنه شمالی آلاداغ (مطالعه موردی: حوضه زهکشی چناران در استان خراسان شمالی)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره۶۴، ص۵۳- ۷۵

www.SID.ir

۷- حفیظی، عباسی و همکاران. (۱۳۸۸): بررسی زمین‌لغزش گردنه صائین اردبیل به منظور تامین ایمنی راه با روش ترموگرافی الکتریکی دو بعدی و سه بعدی، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۱، صفحه ۱۷-۲۸.
۸- حسن زاده، محمد حسن، (۱۳۷۹): پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز شلمانرود، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر سادات فیض نیا، آبخیزداری دانشگاه تهران.
۹- رفاهی، حسینقلی، (۱۳۷۵): فرسایش آبی و کنترل آن، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ صفحه.
۱۰- روزبهانی، حبیبه، (۱۳۸۷): بررسی حرکات توده‌ای حوضه آبخیز سد کلان ملایر پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر جلیل الدین سرور، دانشگاه آزاد اسلامی رشت.
۱۱- سازمان جغرافیایی ارتش (۱۳۶۱): نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ لای و امام چای، چاپ اول.
۱۲- شادفر، صمد، یمانی، مجتبی(۱۳۸۶): پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز جلیسان با استفاده از مدل LNRF . مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره۶۲، ص۱۱-۲۳.
۱۳- شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵): زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، تهران، انتشارات سازه.
۱۴- شیرانی کوروش، و همکاران (۱۳۸۴): بررسی عوامل موثر در زمین لغزش با استفاده از روش متغیر مجازی در تحلیل‌های آماری چند متغیره، مجموعه مقالات کنفرانس بلایای طبیعی و مخاطرات ژئومورفولوژیک، دانشگاه تبریز. شماره ثبت ۹۶۱، صفحه ۹۵.
۱۵- صباغی، هاله، (۱۳۸۸): ردیابی شواهد مورفولوژیک تغییرات آب و هوایی کواترنر در حوضه آبخیز سردابه، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر رسول صمدزاده، دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل.
۱۶- مددی، عقیل(۱۳۸۹): استادیار گروه جغرافیا، بررسی ناپایداری ژئومورفولوژیک گردنه صائین با استفاده از روش آنبالاگان، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۳۷، ص ۹۴-۷۷
۱۷- مختاری، داود. (۱۳۸۴): گزارش مقدماتی از زمین‌لغزش ۱۳۸۴/۳/۱۶ در مسیر جاده نیر به سراب، استان اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر خیام، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.
۱۸- مهندسین مشاور برآیند(۱۳۸۴): گزارش مقدماتی زمین لغزه واقع در مسیر راه اردبیل- سراب استان اردبیل، وزارت راه و ترابری: اداره کل راه و ترابری استان اردبیل.
۱۹- مهندسین مشاور طرح راه و ابنیه (۱۳۸۴): گزارش بررسی عملکرد زمین شناسی محور اردبیل- سراب، اداره راه و ترابری استان اردبیل.
۲۰- وزرات نیرو، موسسه تحقیقات منابع آب (تماب)، بخش آنالیز آمار و اطلاعات، گزارش ایستگاه‌های تبخیرسنجی اردبیل، نیر، سرعین، کورائیم.
۲۱- وزرات صنایع و معادن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، برگ۱۰۰۰۰۰: ۱ نقشه‌های زمین‌شناسی سراب و مشکین شهر.
۲۲- هاشمی طباطبائی، سعید (۱۳۸۴): گزارش مقدماتی زمین لغزش محور مواصلاتی نیر- سراب، بخش ژئوتکنیک، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

23- Dai, F.C. Lee, C. F (2002): Landslide Characteristic and Slope Instability Modeling Using GIS, Landaus Island, Hong Kong, Geomorphology, Vol. 42, pp. 213-228.
24- Lydia Elena Espizuajorge Daniel Bengochea, (2002): Land Slide Hazard and Risk Zonation Mapping in The Rio Grande Basin, Central Andes of Mendoza, Argentina, Mountain Research and Development, Vol. 22, No2, pp: 177-185.
25- John Mathew, V. K. Jha and G. S. Rawat, (2007): Weights of Evidence Modeling for Landslide hazard Zonation Mapping in Part of Bhagirathi Valley, Uttarakhand, Current Science, Vol. 92, No. 5.
26- Wu Jingkun, Ruan Qiuqi, Wang Adigun (1991): Landslide Hazard Remote Sensing Information System، GIS Development. Net, Aars, Acres Agriculture/Vegetation.

Archive of SID

www.SID.ir