Arshive of SID

دانش مخاطرات / دورهٔ ۳، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۵/ ص ۱۴۱-۱۵۳

پهنه‌بندی خطر وقوع حرکات توده‌ای با استفاده از مدل‌های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRF در حوضهٔ آبخیز زهره

مریم ایلانلو *

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ماهشهر، ماهشهر، ایران

لیلا ابراهیمی (Leilaebrahimi@gmail.com)

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، چالوس، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۹ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴)

چکیده

ایران به‌دلیل ویژگی‌های طبیعی و مورفولوژی خود در معرض بسیاری از مخاطرات طبیعی قرار گرفته است. حرکات توده‌ای و ناپایداری دامنه‌ای، مخاطرات مهمی برای فعالیت‌های انسانی‌اند که اغلب سبب از دست رفتن منابع اقتصادی و خسارت دیدن اموال و تأسیسات می‌شوند. این مسائل لزوم پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای را به‌عنوان اولین مرحلهٔ مدیریت صحیح محیطی این پدیده روشن می‌کند. هدف این پژوهش، پهنه‌بندی خطر وقوع حرکات توده‌ای در حوضهٔ آبخیز زهره در استان فارس است. به این منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی ۱۰ عامل مهم تأثیرگذار در وقوع حرکات توده‌ای از قبیل سنگ‌شناسی، شیب، ارتفاع، نوع استفادهٔ فعلی از زمین، بارش، درجهٔ حرارت، جهت شیب، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از گسل و فاصله از آبراهه تهیه و رقومی شدند. سپس با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و عملیات میدانی، کلیهٔ لغزش‌های موجود در حوضه، شناسایی و به‌صورت نقشه ارائه شدند. از تلفیق متغیرهای مستقل و وابسته، مقدار حرکات توده‌ای در هر کلاس عامل محاسبه شد و وزن‌دهی طبقات براساس روابط موجود در مدل‌های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRF صورت گرفت. در نهایت نقشهٔ پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای با ادغام لایه‌های مختلف وزنی در مدل‌های مختلف حاصل شد. شاخص حرکات توده‌ای در روش ارزش اطلاعاتی در ردهٔ خیلی خطرناک و خطرناک به‌ترتیب ۹۷/۰ و ۱/۶، در روش LNRF (روش گوپتا و جوشی) به‌ترتیب ۳۳/۴ و ۲۷/۴، و در روش تراکم سطح ۷۷/۶ و ۹/۷به‌دست آمد که بیانگر کارایی مطلوب روش ارزش اطلاعاتی نسبت به روش‌های LNRF و تراکم سطح در پهنه‌بندی خطر وقوع حرکات توده‌ای در منطقهٔ تحقیق است.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، حرکات توده‌ای، مدل ارزش اطلاعاتی، مدل تراکم سطح و مدل LNRF، حوضهٔ آبخیز زهره.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۹۹۲۱۰۸۴۳ Email: maryamilanlooniversity.geography@yahoo.com

www.SID.ir

Arshive of SID

بیان مسئله

مخاطرات ژئومورفولوژیکی خروجی هایی هستند از عدم تعادل سیستم های ژئومورفولوژیکی؛ سیستم‌های ژئومورفولوژیکی در محدودهٔ کوهستان از جمله منطقهٔ تحقیق به تعادل نرسیده‌اند، زیرا جوان‌اند و هنوز ارتباط بین فرم‌ها و فرایندها را برقرار نکرده‌اند؛ جاده‌هایی که از مناطق کوهستانی عبور می‌کنند سبب بی‌تعادلی سیستم‌های ژئومورفولوژیکی کوهستان می‌شوند، زیرا جاده بخشی از دامنه را برش می زند و سبب می شود فرایندهایی که در حال تعادل با دامنه بودند، وقتی برش خوردند حالت بی‌تعادلی بگیرند و به‌شکل دیگری عمل کنند که سبب تشدید شیب رُفت‌ها می‌شوند. سیستم‌های تعادل براساس بازخورد مثبت و منفی عمل می‌کنند و وقتی این ارتباط به هم می‌خورد سیستم از حالت تعادل خارج شده و ناپایداری و عدم تعادل ایجاد می‌شود، زیرا بازخورد منفی از بین می‌رود و بازخورد منفی ایجاد خواهد شد که آثار آن به‌صورت انواع حرکت توده‌ای (لنداسلایدها) نظیر لغزش، ریزش و ... خواهد بود و خروجی کار ما با توجه به مطالعاتی که در جاده انجام دهیم مشخص می‌کند که پراکندگی مکانی این پدیده‌ها و مخاطرات ژئومورفولوژیکی آن کجاست [۳].

حرکات توده‌ای، از جمله پدیده‌های مورفودینامیک‌اند که تحت تأثیر عوامل مختلفی در سطح دامنه‌های مناطق کوهستانی به وقوع می‌پیوندند و مهم‌ترین آنها زمین‌لغزش در اشکال مختلف است [۱۳]. امروزه لزوم برنامه‌ریزی مطلوب در زمینهٔ استفاده از زمین و منابع طبیعی یکی از مسائل مهم جوامع بشری است و توجه دانشمندان بسیاری را به خود جلب کرده است. بدون شک شناخت اجزای تشکیل‌دهندهٔ چشم‌انداز طبیعی و فرایندهای تغییردهنده، قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و تأثیر آن بر استفادهٔ مطلوب از زمین، همچنین تأثیرپذیری متقابل آن از نوع کاربری اراضی اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی مناسب خواهد داشت [۲].

تاکنون روش‌ها و مدل‌های متعددی برای پهنه‌بندی حرکات توده‌ای پیشنهاد شده است. روش های تعیینی که در واقع از روش های غیرمستقیم تحلیل خطرند، زمانی کاربرد دارند که شرایط زمین شناسی و ژئومورفیکی به‌نسبت همگنی در کل منطقه برقرار بوده و زمین‌لغزش‌ها ساده و کم‌تنوع باشند. از معایب این روش، ساده‌سازی زیاد آن است. در تحلیل آماری ویژگی‌های رخدادهٔ زمین‌لغزش در منطقه برای پیش‌بینی کمّی خطر آن استفاده می‌شود [۴]. پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای، سطح زمین را به نواحی ویژه و مجزایی از درجات بالفعل یا بالقوه خطر از هیچ تا بسیار زیاد تقسیم می‌کند [۶].

با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و اقلیمی منطقه و دقت زیاد روش‌های آماری و اینکه با روش‌های تجربی و تعیینی ممکن است به جواب‌های قابل قبولی دست پیدا نشود (زیرا هر یک

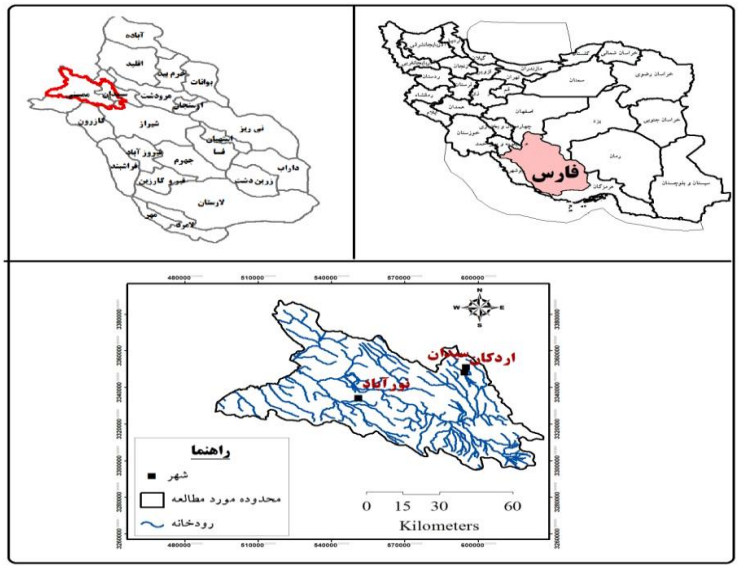
www.SID.ir

Arshive of SID

از روش‌های تجربی برای منطقه خاصی ابداع شده‌اند)، سعی شد در این تحقیق از روش‌های آماری ارزش اطلاعاتی[1]، تراکم سطح[2] و LNRF استفاده شود. در حوضهٔ مورد مطالعه (زهره) وجود پارامترهای لازم و مؤثر برای وقوع حرکات توده‌ای سبب افزایش خطر حرکات توده‌ای در سطح حوضه شده است که عاملی منفی برای کاربری‌های طبیعی و انسانی موجود در منطقه تلقی می‌شود. در این حوضه، پدیده حرکات توده‌ای یکی از مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفولوژیکی است و اراضی شیبدار آن با احتمال زیاد این مخاطره مواجه‌اند. پهنه‌بندی صحیح و اصولی خطر حرکات توده‌ای و عوامل مؤثر در آن می‌تواند در تصمیم‌گیری برای مهار و کاهش خسارات ناشی از آن مفید و مؤثر باشد.

موقعیت منطقهٔ تحقیق

حوضهٔ آبخیز زهره در شمال غرب استان فارس واقع شده است. رودخانهٔ زهره از کوه کنه دوده در فاصلهٔ ۱۴ کیلومتری شمال غربی اردکان سرچشمه گرفته و به‌نام رودخانهٔ اردکان به‌طرف جنوب سرازیر می‌شود و از کنار شهر اردکان یا سپیدان می‌گذرد و به هندیجان وارد می‌شود. مساحت این حوضه در استان فارس ۵۴۵۰۱۴ هکتار است. رودخانهٔ زهره با طول تقریبی حدود ۲۷۵ کیلومتر در سه استان فارس، کهگیلویه و بویراحمد، و خوزستان جریان دارد.



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ تحقیق

1. Information Value
2. Statistical

www.SID.ir

Arshive of SID

روش پژوهش

در این پژوهش با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده و تصاویر هوایی و ماهواره‌ای، مناطق لغزشی شناسایی شد و لایه‌های اطلاعاتی عوامل مؤثر در لغزش تهیه شدند. با بررسی‌های صورت‌گرفته مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تشکیل حرکات توده‌ای در منطقهٔ تحقیق شامل زمین‌شناسی، بارش، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، شیب، فاصله از جاده، جهت شیب، ارتفاع و درجهٔ حرارت شناسایی شد. سپس با امتیازدهی به عوامل مؤثر، پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای صورت گرفت. بدین گونه که پس از تعیین محدودهٔ منطقه، نقشهٔ طبقات ارتفاعی (هیپسومتری)، شیب، جهت شیب و شبکهٔ آبراهه با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و در فضای GIS وارد شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری، از سه روش ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRF در نرم‌افزارهای Spss و Arc/map10.2 استفاده شد. به‌منظور ارزیابی صحت و مقایسهٔ تطبیقی، نقشهٔ پهنه‌بندی استخراج‌شده با نقشهٔ پراکنش حرکات توده‌ای حوضه مقایسه شده و نتایج تحلیل و بررسی شد.

نتایج

برای تعیین عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای هر یک از متغیرهای مستقل با متغیر وابسته (پراکنش حرکات توده‌ای) در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تلفیق شد. در ادامه تأثیر هر یک از عوامل تجزیه‌وتحلیل شد.

نقشهٔ پراکنش حرکات توده‌ای از عکس هوایی منطقه تهیه شد که بر این اساس هفتاد حرکت در منطقه شناسایی شد. بعد از تهیهٔ لایه‌های عوامل مختلف مؤثر بر وقوع حرکات توده‌ای منطقهٔ تحقیق، این لایه‌ها طبقه‌بندی شد. سپس با سه روش ذکرشده نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شد.

پهنه‌بندی حرکات توده‌ای حوضه به‌روش LNRF

این مدل در قالب طرحی با عنوان کاربرد نرم‌افزار GIS در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه در دانشگاه رورکی هند توسط دو استاد گروه زمین‌شناسی این دانشگاه گوپتا و جوشی (۱۳۳۱) به اجرا درآمده است. در این روش از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تشخیص احتمال وقوع زمین‌لغزه در حوضهٔ آبریز رامجانگا که در کوهپایهٔ رشته‌کوه هیمالیا واقع شده، استفاده شده است. تعداد انتخاب عوامل در این روش اختیاری است. در این روش با استفاده از سطح لغزش‌های رخ‌داده در یک واحد بر میانگین لغزش‌های رخ‌داده در کل واحدها اقدام به تهیهٔ

www.SID.ir

Arshive of SID

شاخص سه طبقهٔ ناپایداری کم (صفر)، متوسط (یک) و زیاد (دو) و ارزش میزان خطر وقوع این پدیده شده است. این مدل از رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود.

$$LNRF = \frac{A}{E} \quad (1)$$

که در آن A مساحت حرکات توده‌ای رخداده در یک واحد و E میانگین حرکات توده‌ای رخداده در کل واحدهاست [۹].

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

ردیف	ضریب LNRF		دامنهٔ 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

منبع: [۸].

این روش چون مساحت طبقات عوامل را در نظر نمی‌گیرد، ایراد دارد.

بعد از تهیهٔ عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای منطقه و طبقه‌بندی لایه‌ها هرکدام از عوامل ذکرشده با نقشهٔ پراکنش حرکات توده‌ای قطع داده شد و مقدار حرکات توده‌ای در هر طبقه به‌دست آمد. با استفاده از رابطهٔ ۲ وزن هر طبقه محاسبه می‌شود؛ سپس نقشهٔ هریک از عوامل براساس وزن‌های به‌دست‌آمده از جدول ۲ تولید می‌شود.

جدول ۲. نرخ طبقه‌های عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای به‌روش LNRF

طبقه	لیتولوژی	فاصله از گسل	شیب	ارتفاع	جهت شیب	فاصله از آبراهه	راه ارتباطی	کاربری اراضی	بارش	دما
۱	۰/۲	۱/۴	۰/۱۸	۰/۲۵	۲/۰۵	۱/۴۳	۱/۰۱	۰/۰۰۴	۰	۰/۰
۲	۰/۱	۱/۷	۱/۱۲	۱/۹	۰/۸۵	۱/۱۹	۱/۰۲	۰/۷۶	۰	۲/۸
۳	۰/۶۷	۰/۸	۲/۵	۱/۶	۰/۵۲	۰/۸۱	۰/۶۸	۰/۰۱	۰	۰/۱۰
۴	۱/۶	۰/۰۱	۰/۹	۰/۸	۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۵۷	۳/۲۶	۰/۰۶	
۵	۱/۰۹	۰/۸	۰/۱۳	۰/۳	۰	۱/۰۱	۰/۶۸		۰/۰۸۲	
۶	۳/۴		۰/۰۱						۲/۱۱	
۷	۱/۱۱									

www.SID.ir

Arshive of SID

پهنه‌بندی حرکات توده‌ای حوضه به‌روش ارزش اطلاعاتی

یک روش آماری برای پیش‌بینی فضایی یک رویداد براساس رابطهٔ پارامتر و رویداد است [۷]. این روش توسط یان وین (۱۹۸۸) ارائه شد. در این روش، رخداد رانش زمین، متغیر وابسته؛ و عوامل ذاتی و محیطی متغیرهای مستقل تلقی می‌شوند و میزان اثر هر یک از عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش، مستقل از دیگر ارزیابی می‌شود. تحلیل نهایی پتانسیل ناپایداری برای هر واحد از منطقه، براساس مجموع اثر کلیهٔ عوامل در آن واحد انجام می‌گیرد. سپس وزن‌های واقعی هر رده از لایه‌های اطلاعاتی و ارزش اطلاعاتی هر واحد، به‌واسطهٔ جمع اطلاعاتی محاسبه می‌شود [۱۲]. با این مدل می‌توان متغیرهای کیفی را کمّی کرد و با تغییر متغیر یعنی گرفتن لگاریتم طبیعی LN وزن متغیرهای دارای وزن بسیار کم را نیز می‌توان محاسبه کرد. [۱۵]. در روش بالا، نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل مؤثر از رابطهٔ ۲ دست می‌آید.

$$W\,inf = Ln\left[(A/B)/(C/D)\right] \qquad (۲)$$

که در آن LN لگاریتم طبیعی، A مساحت حرکات توده‌ای هر واحد، B مساحت هر طبقه، C مساحت کل حرکات توده‌ای، D مساحت کل حوضه به هکتار و Winf وزن ارزش اطلاعاتی است [۱۱].

سپس با توجه به نرخ‌های به‌دست‌آمده برای کلاس‌های عوامل مختلف، نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی حرکات توده‌ای به‌دست می‌آید. برای این کار ابتدا لایه‌ها با توجه به نرخ‌های به‌دست‌آمده تهیه می‌شود و سپس با روی هم‌گذاری و جمع کردن ارزش پیکسل‌ها برای عوامل مختلف نقشهٔ نهایی به‌دست می‌آید.

در روش ارزش مطالعاتی نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل از رابطهٔ ۲ به‌دست می‌آید. نتایج مربوط به نرخ طبقه‌های عوامل مختلف در جدول ۳ بیان شده است

پهنه‌بندی حرکات توده‌ای حوضه به‌روش تراکم سطح

این مدل توسط فان وستن در سال ۱۹۹۳ ارائه شد [۱۰]. در این مرحله نقشهٔ پراکنش زمین‌لغزش‌ها با هر یک از نقشه‌های پایه تلفیق می‌شود و براساس روابط ۳ و ۴ وزن هر طبقه به‌دست می‌آید.

$$W_{area} = D_{area} - ۱۰۰ \times \frac{C}{D} \qquad (۳)$$

$$D_{area} = ۱۰۰ \times \frac{A}{B} \qquad (۴)$$

www.SID.ir

Arshive of SID

که در آنها D_{area} تراکم سطح، W_{area} وزن تراکم سطح، A مساحت زمین‌لغزش هر واحد کاری، B مساحت هر واحد کاری، C مساحت کل زمین‌لغزش‌ها و D مساحت کل منطقه است [۱۴].

در روش تراکم سطح نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل از رابطه‌های ۳ و ۴ به‌دست می‌آید نتایج مربوط به نرخ طبقه‌های عوامل مختلف در جدول ۴ بیان شده است.

جدول ۳. نرخ طبقه‌های عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای به روش ارزش اطلاعاتی

طبقه	لیتولوژی	فاصله از گسل	شیب	ارتفاع	جهت شیب	فاصله از آبراهه	راه ارتباطی	کاربری اراضی	بارش	دما
۱	۰/۱۰۴	۰/۵	-۵/۲	-۱/۸۳	۰/۶	۰/۶۹	۰/۰٫۶۳	۰/۱۰	۰	-۶/۸۰
۲	-۲/۲۰	۰/۸	۰/۲۶	۰/۸۱	-۰/۰۵	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۴۴	۰	۲/۷
۳	۰/۱۰۴	-۰/۲۲	۰/۸۳	۰/۶۴	-۰/۹۴	-۰/۱۸	-۰/۱۸	-۱/۷۹	۰	-۳/۱۱
۴	-۰/۵۹	-۳/۸	۰/۸۷	-۰/۵۹	۰/۱۸	-۰/۴۰	-۰/۵۸	-۰/۰۵	-۲/۱۹	۰
۵	۰/۵۰	-۰/۹	۰/۲۶	-۰/۵۹	۰	-۰/۴۹	-۰/۱۸		-۰/۲۵	
۶	۱/۰۱		۰/۲۶						۰/۷۲	
۷	۰/۱۰۴									

جدول ۴. نرخ کلاسه‌های عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای به روش مدل تراکم سطح

کلاس	لیتولوژی	فاصله از گسل	شیب	ارتفاع	جهت شیب	فاصله از آبراهه	راه ارتباطی	کاربری اراضی	بارش	دما
۱	۰/۲۱	۱/۵	-۱/۷	-۱/۵	۱/۵	۱/۸	۱/۶	۰/۲	-۱/۸	-۱/۷۹
۲	-۱/۶	۲/۳	۰/۶	۲/۳	-۰/۱	۱	۰/۹	۱	-۱/۸	۲۷/۵
۳	۰/۲	۰/۴	۲/۴	۱/۷	-۱/۱	-۰/۳	-۰/۳	-۱/۵	-۱/۸	-۱/۷۲
۴	-۰/۴	-۱/۷۵	۲/۶	-۰/۷۹	-۰/۳	-۰/۶	-۰/۸	-۰/۱	-۱/۶	-۱/۸
۵	۱/۷	-۱/۱	۰/۷	-۰/۷۹	-۱/۸	-۰/۷	-۰/۳		-۰/۴	
۶	۳/۹		۰/۷						۱/۹	
۷	۲/۹									

www.SID.ir

Arshive of SID

ارزیابی روش‌های مختلف پهنه‌بندی: برای ارزیابی و طبقه‌بندی نقشه‌های خطر حرکات توده‌ای از شاخص حرکات توده‌ای استفاده شد. شاخص حرکات توده‌ای برای ارزیابی کارایی سه روش پهنه‌بندی استفاده می‌شود که به‌صورت رابطهٔ ۵ به‌دست می‌آید.

$$Li = ((Si / Ai) / (\sum 1n\ (Si / Ai)) * 100 \quad (5)$$

در این رابطه، شاخص حرکات توده‌ای عبارت است از درصد نسبت سطح حرکات توده‌ای در هر پهنه به مساحت آن پهنه تقسیم بر نسبت مجموع حرکات توده‌ای به سطح کل پهنه‌ها. در این رابطه Li عبارت است از شاخص خطر وقوع حرکات توده‌ای در هر پهنهٔ خطر به درصد؛ Si مساحت حرکات توده‌ای در هر پهنهٔ خطر؛ Ai مساحت هر پهنهٔ خطر؛ و N تعداد رده‌های خطر [۵].

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود شاخص حرکات توده‌ای در روش ارزش اطلاعاتی در ردهٔ خیلی خطرناک و خطرناک به‌ترتیب ۹۷/۰ و ۱/۶، در روش LNRF (روش گوپتا و جوشی) به‌ترتیب ۳۳/۴ و ۲۷/۴، و در روش تراکم سطح ۷۷/۶ و ۹/۷ است که بیانگر کارایی زیاد روش ارزش اطلاعاتی نسبت به روش‌های LNRF و تراکم سطح در پهنه‌بندی خطر وقوع حرکات توده‌ای در منطقهٔ تحقیق است.

براساس شاخص حرکات توده‌ای، در روش ارزش اطلاعاتی بیش از ۹۸ درصد، در روش LNRF حدود ۶۰ درصد و در روش تراکم سطح ۸۷ درصد حرکات توده‌ای در طبقه‌های پرخطر و خیلی پرخطر اتفاق افتاده‌اند. بنابراین، روش ارزش اطلاعاتی به لحاظ داشتن سازگاری بیشتر حرکات توده‌ای با پهنه‌های پرخطر و همچنین توانایی در تفکیک طبقه‌های خطر، کارایی بهتری نسبت به دو روش دیگر به‌خصوص روش LNRF دارد. از طرفی براساس این شاخص، نقشه‌های حاصل از هر سه مدل ارائه‌شده دارای دقت مناسب‌اند، زیرا شاخص حرکات توده‌ای نشان می‌دهد که در هر سه مدل بیش از ۶۰ درصد حرکات توده‌ای رخ‌داده در منطقه، در محدودهٔ دو طبقهٔ خطرناک و خیلی خطرناک قرار گرفته‌اند. همچنین در هر سه روش چون مساحت حرکات توده‌ای حوضه مبنای کار قرار می‌گیرند، امکان بررسی بهتری از وضعیت پهنه‌بندی را در حوضه نشان می‌دهند و نقشه‌های تهیه‌شده با شرایط محلی مطابقت بیشتری خواهد داشت.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۵. مقایسهٔ اطلاعات حاصل از تقاطع هریک از نقشه‌های روش‌های پهنه‌بندی با نقشهٔ پراکنش حرکات توده‌ای

روش پهنه‌بندی خطر	پهنهٔ خطر	مساحت (هکتار)	لغزش (هکتار)	Si/Ai	$\sum_{1}^{N}\left(\frac{Si}{Ai}\right)$	Li
LNRF	خیلی خطرناک	۴/۴۲۴۲۲	۱۹۳۱/۱	۰/۰۴۵	۰/۱۳۴۶	۳۳/۴
	خطرناک	۷۹۹۸۳/۸	۳۰۲۵/۸	۰/۰۳۷		۲۷/۴
	متوسط	۱۶۰۴۹۲/۳	۳۶۳۱/۷	۰/۰۴۵		۳۳/۴
	کم‌خطر	۱۴۵۰۳۸/۱	۱۱۰۳/۴	۰/۰۰۶۸		۰/۹۱
	بی‌خطر	۸۹۱۱۹/۸	۷۱/۴	۰/۰۰۰۸		۰/۵۹
ارزش اطلاعاتی	خیلی خطرناک	۱۱۱۱۵/۸	۶۶۳۷/۶	۰/۵۹	۰/۶۰۸۰۳	۹۷/۰
	خطرناک	۱۱۰۴۴۵/۴	۱۹۴۰/۸	۰/۰۱		۱/۶
	متوسط	۱۳۹۳۴۰/۲	۱۰۵۶/۱	۰/۰۰۷		۱/۱
	کم‌خطر	۹۳۲۸۶/۱	۱۲۷/۰۰	۰/۰۰۱		۰/۱
	بی‌خطر	۵۵۸۱۹/۰	۱/۸	۰/۰۰۰۰۳		۰/۰۰۴
تراکم سطح	خیلی خطرناک	۶۱۰۵۱/۴	۵۴۶۸/۱	۰/۰۸	۰/۱۰۳۰۴	۷۷/۶
	خطرناک	۱۳۴۰۵۶/۸	۲۴۶۹/۲	۰/۰۱		۹/۷
	متوسط	۱۴۳۰۷۳/۷	۱۴۳۲/۹	۰/۰۱۰		۹/۷
	کم‌خطر	۱۱۷۰۶۷/۶	۳۹۰/۶	۰/۰۰۳		۲/۹
	بی‌خطر	۶۱۷۸۷/۴	۲/۶	۰/۰۰۰۰۴		۰/۰۳

بحث و نتیجه‌گیری

در منطقهٔ تحقیق احتمال وقوع حرکات توده‌ای بسیار زیاد است؛ ازاین‌رو پهنه‌بندی حرکات توده‌ای اولین گام در مدیریت و کاهش خسارات این پدیده است. در جدول ۶ پراثرترین و کم‌اثرترین کلاس‌های مربوط به هر کدام از عوامل در سه مدل LNRF، ارزش اطلاعاتی و تراکم سطح نشان داده شده است. براساس این جدول، سنگ‌های آهکی و شیل مؤثرترین عامل وقوع حرکات توده‌ای در منطقه‌اند. سازند آسماری جوان‌ترین سنگ مخزن پهنهٔ زاگرس است و به همین دلیل، مطالعات گسترده‌ای دربارهٔ خواص سنگ‌چینه‌ای این سازند انجام گرفته است که شامل سنگ‌آهک‌های

www.SID.ir

Arshive of SID

مقاوم، کرم تا قهوه‌ای با ریخت‌شناسی کوه‌ساز است کـه کمـی میـان‌لایـه‌هـای شـیلی دارد و از نظـر داشتن درزهٔ فراوان شاخص است. وجود درزه‌ها و شکاف‌های زیاد سبب گسیختگی و ناپایداری دامنـه و وقوع حرکات دامنه‌ای در این سازند زمین‌شناسی شده است. در سازند آهک آسماری حرکـت‌هـای توده‌ای اغلب به‌صورت ریزش یا واریزه‌های بلوکی است. بیشترین حرکات تـوده‌ای در فاصـلهٔ ۳۰۰- ۰ متری گسل‌ها دیده می‌شود. عملکرد گسل‌ها در منطقه به‌صورت مسـتقیم (حرکـت ناشـی از انـرژی گسل) و غیرمستقیم (تأثیر لیتولوژی و شیب) سبب رخداد حرکـات تـوده‌ای مـی‌شـود [۱]. نیمـی از حرکات توده‌ای (۵۱/۱ درصد) در شیب ۲۵- ۱۵ و کمترین حرکات توده‌ای نیز در شیب‌هـای بیشـتر از ۴۵ و کمتر از ۱۰ رخ داده است.

جدول ۶. پراثرترین و کم‌اثرترین کلاس‌های هر کدام از عوامل در سه مدل LNRF، ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح

کلاس	LNRF		ارزش اطلاعاتی		تراکم سطح	
	پراثرترین	کم‌اثرترین	پراثرترین	کم‌اثرترین	پراثرترین	کم‌اثرترین
لیتولوژی	آهک و شیل	ردهٔ خامی	آهک و شیل	تاربور	آهک و شیل	تاربور
فاصله از گسل (متر)	۳۰۰-۶۰۰	۹۰۰-۱۲۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۹۰۰-۱۲۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۹۰۰-۱۲۰۰
شیب(درجه)	۱۵-۲۵	۴۵-۶۹	۲۵-۳۵	۰-۱۰	۲۵-۳۵	۰-۱۰
ارتفاع (متر)	۱۱۰۰-۱۵۰۰	۲۳۰۰-۳۶۶۶	۱۵۰۰-۱۱۰۰	۲۳۰۰-۳۶۶۶	۱۵۰۰-۱۱۰۰	۲۳۰۰-۳۶۶۶
جهت شیب	شمال	هموار	شمال	هموار	شمال	هموار
فاصله از آبراهه (متر)	۰-۱۰۰	>۴۰۰	۰-۱۰۰	>۴۰۰	۰-۱۰۰	>۴۰۰
راه ارتباطی (متر)	۱۰۰-۲۰۰	۳۰۰-۴۰۰	۰-۱۰۰	>۴۰۰	۰-۱۰۰	>۴۰۰
کاربری اراضی	مرتع	زمین بایر	زراعت	جنگل	زراعت	جنگل
بارش (میلی‌متر)	۹۰۰-۱۰۰۰	۶۰۰>	۹۰۰-۱۰۰۰	<۶۰۰	۹۰۰-۱۰۰۰	<۶۰۰
دما	۶-۱۲	۰-۶	۶-۱۲	۱۸-۲۴	۶-۱۲	۱۸-۲۴

مطالعات مختلف در سطح حوضه نشان داده است که در شیب هـای طبیعـی افـزایش ناپایـداری به‌شکل لغزش تا درجهٔ شیب معینی به وقـوع مـی‌پیونـدد و بعـد از آن درصـد ناپایـداری هـا کـاهش می‌یابد. علت را می‌توان سختی لیتولوژی تشکیل‌دهندهٔ ایـن دامنـه‌هـا و تغییـر فراینـدهای حرکـات توده‌ای دانست. حوضهٔ بررسی‌شده از لحاظ ارتفاع دارای تنوع زیادی اسـت. ارتفـاع از ایـن نظـر مهـم است که بر مقدار و نوع بارندگی و درجهٔ حرارت مؤثر است. نتایج نشان می‌دهد که منـاطق بـا ارتفـاع

www.SID.ir

Arshive of SID

بیش از ۱۹۰۰ متر، ۴۲ درصد منطقه را در برگرفته‌اند و ۲۴ درصد حرکات توده‌ای رخداده در منطقه در طبقهٔ ارتفاع به‌وقوع پیوسته‌اند. در هر سه مدل جهت شمال مؤثرترین طبقه در وقوع حرکات توده‌ای شناخته شده است که این مسئله به‌دلیل وجود رطوبت در دامنه‌های شمالی است. دامنه‌های رو به شمال به‌علت اینکه مدت کمتری از نور خورشید بهره‌مندند، دمای کمتری دارند و این پدیده موجب کاهش تبخیر و افزایش رطوبت لایه‌ها و افزایش زمین‌لغزش‌ها خواهد شد. بیش از نیمی از منطقه در فاصلهٔ ۴۰۰ متری آبراهه‌های اصلی و فرعی واقع شده است که حرکات توده‌ای رخداده در این فواصل برابر با ۷۹/۷ درصد کل حرکات توده‌ای رخداده شده است. همچنین بیشترین حرکات توده‌ای در فاصله ۰ تا ۱۰۰ متری رخ داده است. در حدود ۵۰/۷ درصد حرکات توده‌ای در فواصل صفر تا ۴۰۰ متر و در حدود ۳۴/۱ درصد حرکات توده‌ای در فواصل بیش از ۴۰۰ متر رخ داده‌اند. کاربری یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعهٔ پایداری دامنه‌ها و پهنه‌بندی خطر آنها در یک ناحیه است. کاربری زمین ویژگی‌های سطحی زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب تغییر ناحیه می‌شود. حرکات توده‌ای رخداده در زمین‌های مرتعی بیشترین میزان و برابر با ۸۱/۷ درصد کل حرکات توده‌ای است. فاکتورهای اقلیمی مانند بارش، دما از نظر ذوب و انجماد در وقوع حرکات توده‌ای اهمیت زیادی دارند. ذوب برف زمستانی و نفوذ تدریجی آن در درز و شکاف سنگ‌ها، و باران سایر فصل‌ها از عوامل مؤثر و مهم در حرکات دامنه‌ای‌اند. ۷۰/۳ درصد حرکات توده‌ای در محدوده‌های همباران ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر رخ داده است. بارش باران و ذوب برف با تأمین آب و افزایش سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و فشار آب منفذی، مهم‌ترین عامل وقوع حرکات توده‌ای است. نوسان دما در هوازدگی فیزیکی تأثیر زیادی دارد. بیش از نیمی از حرکات توده‌ای در مناطق با میانگین دمای ۱۲-۶ درجهٔ سانتی‌گراد رخ داده است.

در این تحقیق روش ارزش اطلاعاتی به لحاظ سازگاری بیشتر حرکات توده‌ای با پهنه‌های خطر زیاد و همچنین توانایی در تفکیک طبقه‌های خطر به‌عنوان مدل مناسب برای حوضه انتخاب شد.

منابع

[۱]. احمدآبادی، علی؛ رحمتی، مریم (۱۳۹۴). کاربرد شاخص‌های کمی ژئومورفومتریک در شناسایی پهنه‌های مستعد زمین‌لغزش با استفاده از مدل SVM (مطالعهٔ موردی: آزادراه خرم‌آباد – پل زال)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال چهارم، شمارهٔ ۳، زمستان.

www.SID.ir

Arshive of SID

[۲]. ایلدرمی، علیرضا؛ روزبهانی، حبیبه (۱۳۹۳). پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها با مدل LNRF و GIS در حوضهٔ کلان ملایر، نشریهٔ علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شمارهٔ ۴۸، تابستان ۱۳۹۳.

[۳]. دهقان، محمود؛ ثروتی، محمدرضا. عشقی، ابوالفضل (۱۳۸۲). ژئومورفولوژی و مخاطرات طبیعی، فضای جغرافیایی، سال سوم، شمارهٔ ۹، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر: ۴۴-۱.

[۴]. پورنادر، مریم؛ احمدی، حسن؛ قدوسی، جمال؛ جعفری، محمدرضا (۱۳۹۱). پهنه‌بندی حرکت‌های توده‌ای و بررسی عوامل مؤثر در وقوع آن در حوزهٔ آبخیز سد ایلام، نشریهٔ مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۴، شمارهٔ ۲.

[۵]. پورهاشمی، سیما؛ امیراحمدی، ابوالقاسم؛ اکبری، الهه (۱۳۹۳). انتخاب مدل مناسب از بین روش‌های آماری دومتغیره جهت پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در محیطGIS (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز بقیع)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک‌سال چهارم، شمارهٔ ۱۵، بهار

[۶]. حاتمی فرد، رامین؛ موسوی، سیدحجت؛ علیمرادی، مسعود (۱۳۹۱). پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS در شهرستان خرم آباد، نشریهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۷، شمارهٔ ۳، پاییز.

[۷]. رحیم‌زاده، زهرا؛ علائی طالقانی، محمود (۱۳۹۴). ارزیابی پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای به‌کمک مدل منطقه‌ای در بخش شمال غرب زاگرس با توجه به زمین‌لغزش‌های حوضهٔ لیله، جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۳۹، تابستان.

[۸]. سرور، جلیل‌الدین؛ رمضانی، بهمن؛ ادهمی، مریم (۱۳۹۱). پهنه‌بندی حرکت‌های توده‌ای از طریق بررسی مدل LNRF ، مطالعهٔ موردی: منطقهٔ نیر به سراب، فصل‌نامهٔ جغرافیای طبیعی، سال پنجم، شمارهٔ ۶۱، تابستان

[۹]. رنجبر، محسن؛ معمار افتخاری، محمد (۱۳۹۱). پهنه‌بندی پدیده لغزش با استفاده از روش LNRF در جادهٔ هراز (از امامزاده هاشم تا لاریجان)، فصلنامهٔ علمی - پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال دهم، شمارهٔ ۳۳، تابستان.

[۱۰]. دلجویی، آزاده؛ حسینی، سید عطاالله؛ معین صادقی، سید محمد (۱۳۹۵)، ارزیابی روش‌های مختلف پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش در اکوسیستم‌های جنگلی، نشریهٔ ترویج . توسعهٔ آبخیزداری، سال چهارم، شمارهٔ ۱۳، تابستان.

[۱۱]. شادفر، صمد؛ یمانی، مجتبی؛ نمکی، محمد (۱۳۹۰). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل‌های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRF در حوضهٔ چالکرود، مجلهٔ مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۳، شمارهٔ ۱.

www.SID.ir

Arshive of SID

[۱۲]. شعبانی، عباد؛ جوادی، محمدرضا؛ زارع خوش‌اقبال، مریم (۱۳۹۳). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش‌های ارزش اطلاعاتی و تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز شلمانرود)، پژوهشنامهٔ مدیریت حوزهٔ آبخیز سال پنجم/ شمارهٔ ۱۰ / پاییز و زمستان.

[۱۳]. عابدینی، موسی؛ فتحی، محمدحسین (۱۳۹۳). پهنه‌بندی حساسیت خطر وقوع زمین‌لغزش در حوضهٔ آبخیز خلخال‌چای با استفاده از مدل‌های چندمعیاره، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال دوم، شمارهٔ ۴، بهار.

[۱۴]. محمدی، مجید؛ مرادی، حمیدرضا؛ پورقاسمی، حمیدرضا (۱۳۸۹). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از تلفیق مدل‌هایAHP و تراکم سطح.

[۱۵]. مقیمی، ابراهیم؛ علوی‌پناه، سید کاظم؛ جعفری، تیمور (۱۳۸۷). ارزیابی و پهنه بندی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش دامنه‌های شمالی آلاداغ (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ زهکشی چناران در استان خراسان شمالی)، پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۶۴. ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب.

www.SID.ir