دانش مخاطرات/ دورهٔ ۲، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴/ ص ۱۰۵-۱۱۶

پهنه‌بندی لغزش زمین در منطقهٔ کاشتر کامیاران برای کاهش مخاطرات

حسن صدوق ونینی (h-sadough@sbu.ac.ir)
دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

محمدرضا ثروتی (M-sarvati@sbu.ac.ir)
استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

کاظم نصرتی (K_nosrati@sbu.ac.ir)
دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

میترا اسدی*
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

محمد صدیق قربانی (ms_ghorbani@yahoo.com)
استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور

(تاریخ دریافت ۱۳۹۳/۱۰/۲۴- تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۱۱/۲۹)

چکیده

زمین‌لغزش‌ها از مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفولوژیک به‌شمار می‌روند. شناسایی مناطق حساس به خطر زمین‌لغزش از اقدامات اساسی در مدیریت منابع طبیعی و کاهش این مخاطرات است. منطقهٔ کاشتر با مساحت ۲۶ کیلومتر مربع در جنوب غربی استان کردستان در حاشیهٔ شرقی کوه‌های شاهو واقع شده است. به‌منظور پهنه‌بندی، ابتدا پهنه‌های لغزشی با بازدیدهای میدانی بررسی شد که حدود ۲۸ پهنهٔ لغزشی شناسایی شد و پس از پردازش در محیط برنامهٔ GIS به‌صورت یک لایه درآمد. با مبنا قرار دادن نقشهٔ پراکنش زمین‌لغزش‌ها وزن‌دهی به پارامترهای مؤثر در زمین‌لغزش از جمله زمین‌شناسی، شیب جهت شیب، ارتفاع، بافت خاک، کاربری اراضی، فرسایش‌پذیری خاک، فاصله از گسل، تراکم آبراهه‌ها، و فاصله از جاده صورت گرفت. مدل رگرسیون لجستیک در محیط SPSS اجرا شد و نتایج نشان داد که عوامل تأثیرگذار بر وقوع زمین‌لغزش در منطقه به‌ترتیب فاصله از گسل، زمین‌شناسی، فرسایش‌پذیری خاک، جهت شیب و ... است. در نهایت منطقهٔ تحقیق از نظر حساسیت به خطر وقوع زمین‌لغزش به پنج کلاس طبقه‌بندی شد که براساس آن ۶/۲ کیلومتر مربع دارای خطر بسیار زیاد، ۴/۶ کیلومتر مربع دارای خطر زیاد، ۱۹/۳ کیلومتر مربع دارای خطر متوسط، ۷/۹ کیلومتر مربع دارای خطر کم و در نهایت ۶/۵ کیلومتر مربع دارای خطر بسیار کم است.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی خطر، رگرسیون لجستیک، لغزش‌زمین، مخاطرات، منطقهٔ کاشتر.

* نویسندهٔ مسئول ۰۹۱۸۶۵۶۹۹۲۱
E-mail: 67avin@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

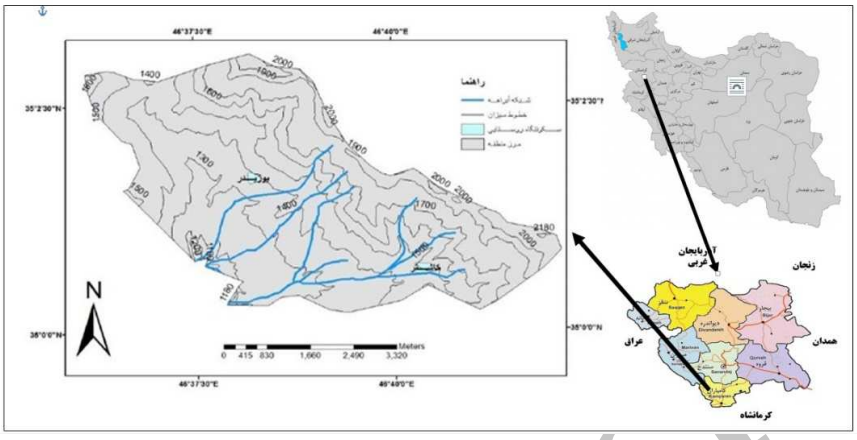
مخاطرات ژئومورفولوژیک از پدیده‌های بالقوه زیانبار به‌شمار می‌روند که یکی از مهم‌ترین آنها، زمین‌لغزش‌ها هستند. سهم خسارات ناشی از حرکات توده‌ای در ایران سالانه ۵۰۰ میلیارد ریال برآورد شده است [۱۹]. زمین‌لغزش به لغزش زمین یا مخلوطی از سنگ و خاک در جهت شیب منجر می‌شود [۱۰]. مقاوم‌سازی و پایداری ساختاری کاهش مخاطرات بر این نکته تأکید دارد که این اقدامات از ابتدا باید در راستای پایداری محیط باشد تا آثار نامطلوب مخاطرات کاهش یابد و هزینه‌ها کمتر شود [۱۶].

شاخص‌های متعددی (عوامل طبیعی همچون آب‌وهوا، شیب، هم‌دمایی، پوشش گیاهی، ارتفاع، لیتولوژی، حساسیت سنگ به فرسایش، فاصله از گسل، هم‌جهت بودن شیب دامنه با شیب لایهٔ رویی، رطوبت خاک؛ و عوامل انسانی همچون تغییرات کاربری اراضی) بر وقوع زمین‌لغزش تأثیرگذارند [۱،۳،۱۰،۱۲،۱۵،۱۷،۲۱،۲۲]. پتانسیل وقوع زمین‌لغزش تحت تأثیر عوامل انسانی مانند تخریب پوشش گیاهی و حذف شیب در ساخت‌وساز سازه‌ها مانند جاده‌سازی که سبب حذف تکیه‌گاه شیب می‌شود، افزایش می‌یابد [۴]. در استان کردستان پژوهش‌های زیادی در شناسایی عوامل مؤثر در زمین‌لغزش و پهنه‌بندی آن صورت گرفته است [۳،۵،۶،۸]. با توجه به اینکه کردستان از لحاظ وقوع زمین‌لغزش در کشور چهارمین استان است، اهمیت پژوهش در منطقه بیشتر احساس می‌شود. هدف از این مطالعه، شناخت عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش منطقهٔ کاشتر و تهیه نقشهٔ پهنه‌بندی خطر وقوع آن است.

منطقهٔ تحقیق با مساحت ۲۶ کیلومتر مربع در طول ۳۶ َ ۴۶ ْتا ۴۲ َ ۴۶ ْشرقی و عرض ۳۵ ْتا ۳ َ ۳۵ ْشمالی واقع شده است (شکل ۱). حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه به‌ترتیب ۲۲۰۰ (جنوب شرقی منطقه) و ۱۱۶۰ (جنوب غربی) متر است و این امر اختلاف ارتفاعی ۱۰۴۰ متری را نشان می‌دهد. این منطقه جزء حوضهٔ آبخیز خارجی سیروان است و از لحاظ زمین‌شناسی به‌جز جنوب غرب آن که در زاگرس مرتفع قرار دارد، بقیهٔ منطقه در زون سنندج سیرجان واقع شده است. این منطقه با توجه به سازندها و شرایط خاص زمین‌شناسی (وجود سازندهای حساس به لغزش از جمله مارن و شیل) توپوگرافی و فعال بودن گسل‌های منطقه (گسل جدید اصلی زاگرس) و بارش فراوان به‌شکل برف (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر) و دامنه‌های ناپایدار و فعالیت فرایندهای ژئومورفولوژیکی متعدد آب‌وهوایی از جمله مناطق زمین‌لغزش‌خیز استان و کشور است. عوامل انسانی نیز در تشدید ناپایداری‌ها و حرکات توده‌ای (به‌ویژه در نامتعادل کردن دامنه‌ها از طریق جاده‌سازی در مسیر روستای کاشتر به یوزیدر و از بین بردن تکیه‌گاه دامنه) منطقه سهیم‌اند.

Archive of SID

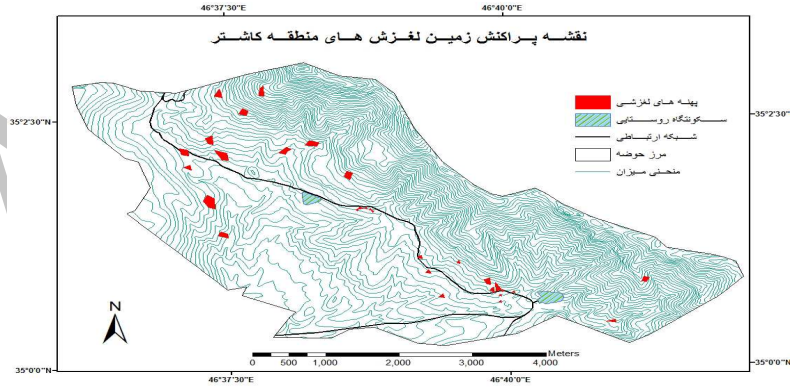
www.SID.ir



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ تحقیق

مواد و روش‌ها

در این روش با استفاده از لایهٔ پراکنش زمین‌لغزش و مقایسهٔ آن با نقشهٔ عواملی که گمان می‌رفت در رویداد زمین‌لغزش سهیم بوده‌اند، تأثیر آنها تعیین شد. به‌منظور پهنه‌بندی خطر در منطقه، عواملی که در سطح منطقه یکنواخت نبوده و دارای ویژگی‌های متفاوتی بوده‌اند، عوامل مؤثر در این پهنه‌بندی در نظر گرفته شدند که عبارت‌اند از زمین‌شناسی (لیتولوژی)، بافت خاک، ارتفاع، عوامل ژئومورفولوژیکی (ارتفاع، شیب و جهت شیب)، فاصله از جاده، فاصله از گسل، تراکم آبراهه‌ها، کاربری اراضی (شکل ۲).



شکل ۲. نقشهٔ پراکنش زمین‌لغزش‌های منطقهٔ کاشتر

www.SID.ir

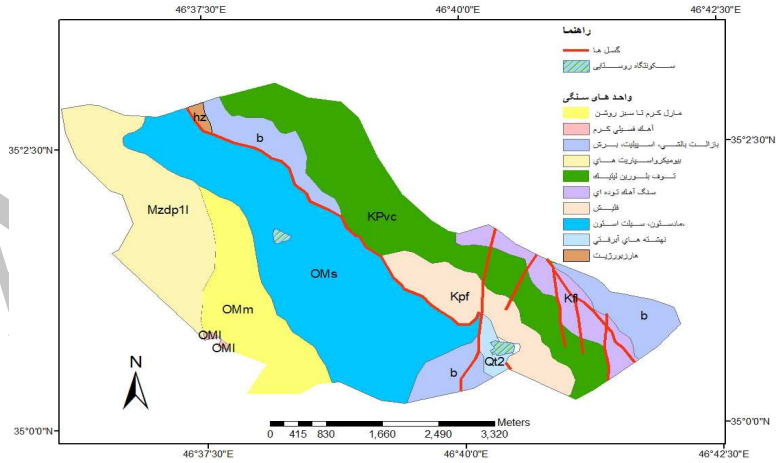
ارتفاع: جهت تهیهٔ متغیر ارتفاع، از نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰ : ۱ سازمان نقشه‌برداری استفاده شد. این نقشه‌ها به مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۱۰ متری تبدیل شدند و از طریق آن لایه طبقات ارتفاعی استخراج شد.

شیب: وجود این عامل به‌صورت بحرانی نقش تأثیرگذار عوامل دیگر را در حرکات توده‌ای تشدید می‌کند. در یک دامنهٔ یک‌شکل با ویژگی‌های مواد برابر، افزایش شیب دامنه بیشترین ضریب تأثیر را در وقوع حرکات توده‌ای دارد [۱۹]. این متغیر یکی از مشتقات لایهٔ DEM است.

جهت شیب: در حالت کلی دامنه‌های شمالی و غربی به‌دلیل برخورداری از برف و رطوبت، عامل مؤثرتری در ایجاد حرکات توده‌ای است. این متغیر نیز یکی از لایه‌های DEM است.

زمین‌شناسی: زمین‌شناسی و ساختار متنوع آن موجب اختلاف در پایداری و مقاومت سنگ‌ها و نیز تنوع جنس خاک می‌شود [۱۸]. نوع سازند زمین‌شناسی هر ناحیه نقش مهمی در گسترش پهنه‌های لغزشی دارد [۲۰]. برای تهیهٔ این لایه، از نقشهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده شده است. این لایه پس از رقومی‌سازی و کلاس‌بندی، در مدل استفاده شده است.

بافت خاک: بافت خاک مناطق لغزشی، اغلب رسی یا رسی لومی است. این بافت موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. به‌منظور تهیهٔ این لایه، درصد رس و سیلت و ماسه را به‌طور جداگانه به‌صورت سه متغیر بررسی کردیم و برای هر کدام نقشهٔ پراکندگی تهیه شد.



شکل ۳. نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ کاشتر

Archive of SID

www.SID.ir

کاربری اراضی: در بسیاری از موارد، مکان‌گزینی این کاربری‌ها به‌اندازه‌ای نامناسب بود که سبب نابسامانی و اختلال در اکوسیستم طبیعی شد [۵]. لایهٔ کاربری اراضی منطقهٔ تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM تهیه شد. جدول ۱ عضویت فازی کاربری‌های منطقه را نشان می‌دهد.

خاک: بیشتر منطقه در مقابل فرسایش مقاومت ضعیفی دارد. این لایه از منابع طبیعی استان گرفته شد.

متغیر فاصله از گسل: خطر رویداد زمین‌لغزش در نواحی‌ای که فاصل« کمتری از گسل دارند، بیشتر است. برای تهیهٔ این متغیر از توابع فاصله[1] بر مبنای حداکثر فاصله[2] و با اندازهٔ سلول‌های ۱۰ متری استفاده شد (شکل ۳).

تراکم آبراهه: آبراهه‌ها به‌دلیل وجود زهکشی آب و دیوارهای پرشیب به‌طور معمول دارای لغزش بیشتری هستند. در این پژوهش برای تهیهٔ این متغیر تراکم آبراهه از تابع density با اندازهٔ سلول‌های ۳۰ متری استفاده شد. جدول ۱ عضویت فازی طبقات تراکم آبراهه را نشان می‌دهد.

فاصله از جاده: احداث جاده و قطع دامنه، همواره پایداری شیب را برهم می‌زند و سبب وقوع و تشدید حرکات دامنه‌ای می‌شود. در پژوهش حاضر، برای تهیهٔ این متغیر از تابع فاصله بر مبنای حداکثر فاصله و با اندازهٔ سلول‌های ۳۰ متری استفاده شد.

پهنه‌بندی و تهیهٔ نقشهٔ خطر در این پژوهش، بر مبنای تلفیق زمین‌لغزش‌های منطقه با معیارهای دخیل در زمین‌لغزش‌های منطقه است. برای تهیهٔ نقشهٔ پراکنش زمین‌لغزش‌ها، در ابتدا با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب GPS موقعیت زمین‌لغزش‌های منطقه به‌صورت پلیگونی برداشت شد و پس از پردازش در محیط برنامهٔ GIS به‌صورت یک لایه درآمد. لایهٔ به‌دست‌آمده از پهنه‌بندی زمین‌لغزش مهم‌ترین لایهٔ مورد استفاده در پژوهش حاضر، متغیر وابسته در اجزای مدل رگرسیون لجستیک است. پراکنش رویدادهای زمین‌لغزش منطقهٔ مورد بررسی در شکل ۴ نشان داده شده است.

تحلیل داده‌ها و بحث

پس از جمع‌آوری داده‌ها، نیاز بود که همهٔ لایه‌های مورد مطالعه در پهنه‌بندی زمین‌لغزش به‌صورت رستری تبدیل شوند و طبقه‌بندی آنها نیز انجام گرفت. در ادامه، لایهٔ پهنه‌بندی زمین‌لغزش با همهٔ لایه‌های آماده‌شده همپوشانی[3] شد. هدف از این کار مشخص شدن حد تأثیر هر یک از طبقات متغیرها در وقوع زمین‌لغزش‌هاست. با این همپوشانی یا به‌عبارتی تلفیق لایهٔ

1. Distance
2. Maximum Distance
3. Overly

Archive of SID

www.SID.ir

زمین‌لغزش با لایه‌های دوباره‌طبقه‌بندی‌شده، تعداد پیکسل‌های زمین‌لغزش اتفاق افتاده در هر کدام از طبقات هر یک از متغیرها محاسبه شد و با استفاده از رابطهٔ نسبت فراوانی، وزن هر یک از طبقات به‌دست آمد (جدول ۱).

$$FR = A/B \quad (1)$$

در این رابطه، A درصد پیکسل‌های لغزشی؛ B درصد پیکسل‌های فاقد لغزش؛ و FR نسبت فراوانی است. در انتهای این بحث شایان ذکر است که تحلیل رستری همهٔ متغیرهای مورد استفاده در قالب شبکهٔ سلول‌های با ابعاد ۳۰ متری انجام گرفت.

جدول ۱. فازی‌سازی برخی از متغیرها

عامل	کلاس	تعداد پیکسل لغزشی	درصد پیکسل لغزشی	تعداد پیکسل فاقد لغزشی	درصد پیکسل فاقد لغزشی	FR	عضویت فازی
شیب	۰-۵	۶	۲/۶۶	۲۱۸۳	۷/۵۶	۰/۳۵	۰/۲۲
	۵-۱۵	۱۰۱	۴۴/۸۸	۱۰۷۸۴	۳۷/۳۷	۱/۲۰	۰/۷۵
	۱۵-۲۵	۱۰۳	۴۵/۸۸	۸۳۱۷	۲۸/۸۲	۱/۵۸	۱
	۲۵-۳۵	۱۵	۶/۶۶	۶۴۰۱	۲۲/۱۸	۰/۳۰	۰/۱۸
	۳۵-۵۰	۰	۰	۹۴۳	۳/۲۶	۰	۰
ارتفاع	۱۱۶۹-۱۳۰۰	۱۱	۴/۸۸	۴۰۹۲	۱۴/۱۸	۰/۳۴	۰/۲۰
	۱۳۰۰-۱۵۰۰	۱۵۲	۶۷/۸۸	۱۱۳۲۸	۳۹/۲۶	۱/۷۲	۱
	۱۵۰۰-۲۲۰۰	۶۲	۲۷/۵۵	۱۳۰۲۸	۴۵/۷۷	۰/۶۰	۰/۳۴
جهات شیب	شمال	۲۶	۱۱/۵۵	۴۱۹۴	۱۴/۵۱	۰/۷۹	۰/۵۸
	شمال شرق	۷	۳/۱۱	۳۱۱۹	۱۰/۷۹	۰/۲۸	۰/۲۱
	شرق	۳۸	۱۶/۸۸	۳۶۲۱	۱۲/۵۳	۰/۳۴	۰/۹۸
	جنوب شرق	۲۰	۸/۸۸	۳۰۸۸	۱۰/۶۸	۰/۸۳	۰/۶۰
	جنوب	۴۹	۲۱/۷۷	۴۵۸۹	۱۵/۸۷	۱/۳۷	۱
	جنوب غرب	۲۴	۱۰/۶۶	۳۱۶۵	۱۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۷۱
	غرب	۳۹	۱۷/۳۳	۳۹۱۸	۱۳/۵۵	۱/۲۷	۰/۹۳
	شمال غرب	۲۲	۹/۷۷	۲۹۷۹	۱۰/۳۰	۰/۹۴	۰/۶۹
کاربری اراضی	زراعت دیم	۳۱	۱۳/۷۷	۴۰۴۵	۱۴/۱۵	۰/۹۷	۰/۷۴
	مراتع متراکم	۰	۰	۲۸۱	۰/۹۸	۰	۰
	زراعت آبی و باغات	۱	۰/۴۴	۵۸۰	۲/۰۲	۰/۲۱	۰/۱۶
	مراتع نیمه‌متراکم	۱۵	۶/۶۶	۶۳۸۵	۲۲/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۲
	جنگل نیمه‌انبوه	۱۷۸	۷۹/۱	۱۷۳۳۷	۶۰/۶۶	۱/۳۰	۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱. فازی‌سازی برخی از متغیرها

عامل	کلاس	تعداد پیکسل لغزشی	درصد پیکسل لغزشی	تعداد پیکسل فاقد لغزشی	درصد پیکسل فاقد لغزشی	FR	عضویت فازی
	۰-۱۵۰	۵۵	۲۴/۴۴	۵۳۰۸	۱۸/۳۶	۱/۳۳	۱
	۱۵۰-۴۰۰	۴۳	۱۹/۱۱	۵۵۸۰	۱۹/۳۰	۰/۹۹	۰/۷۴
فاصله از	۴۰۰-۷۵۰	۴۰	۱۷/۷۷	۵۳۷۲	۱۸/۵۸	۰/۹۵	۰/۷۱
گسل	۷۵۰-۱۲۰۰	۴۰	۱۷/۷۷	۴۷۸۹	۱۶/۵۷	۱/۰۷	۰/۸
	۱۲۰۰-۲۰۰۰	۳۷	۱۶/۴۴	۵۱۵۶	۱۷/۸۰	۰/۹۲	۰/۶۹
	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۱۰	۴/۴۴	۲۴۷۸	۸/۵۷	۰/۵۱	۰/۳۸
	۰-۵۰	۶۸	۱/۳۳	۴۹۸۳	۱۷/۲۳	۰/۰۷۸	۱
	۵۰-۱۰۰	۴۴	۰/۷۳	۵۹۲۵	۲۰/۴۹	۰/۰۳۵	۰/۴۶
فاصله از جاده	۱۰۰-۲۰۰	۸۳	۱/۰۲	۷۹۷۹	۲۷/۵۹	۰/۰۳۷	۰/۴۷
	۲۰۰-۵۰۰	۳۰	۰/۴۴	۶۷۴۲	۲۳/۳۱	۰/۰۱۸	۰/۲۴
	۵۰۰-۲۰۰۰	۰	۰	۳۰۵۷	۱۰/۵۷	۰	۰
	بازالت	۱۰	۴/۴۴	۲۸۹۰	۱۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۰۳
	هارزبورژیت	۱۰	۴/۴۴	۹۰	۰/۳۱	۱۴/۲۴	۱
	سنگ‌آهک	۸	۳/۵۵	۱۴۶۱	۵/۰۶	۰/۷	۰/۰۵
	فلیش	۵	۲/۲۲	۲۱۲۴	۷/۳۶	۰/۳۰	۰/۰۲۱
سنگ‌شناسی	توف بلورین	۵	۲/۲۲	۵۷۲۷	۱۹/۸۴	۰/۱۱	۰
	بیومیکرواسپاریت	۶۸	۳۰/۲۲	۴۱۳۷	۱۴/۳۴	۲/۱	۰/۱۴
	آهک فسیلی نرم	۰	۰	۴۲	۰/۱۴	۰	۰
	مارل	۸	۳/۵۵	۳۱۰۲	۱۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۰۲۳
	مارن ماسه‌ای	۱۱۱	۴۹/۳۳	۸۶۹۸	۳۰/۱۴	۱/۶۳	۰/۱۱

در پژوهش حاضر، از مدل رگرسیون لجستیک به‌منظور تحلیل ارتباط فضایی بین رخداد زمین‌لغزش و عوامل مؤثر در این رویداد استفاده شد که هدف اصلی این کار، یافتن بهترین مدل برای تشریح روابط میان حضور یا نبود متغیر وابسته (زمین‌لغزش) و مجموعهٔ گروه‌هایی از متغیرهای مستقل در رویداد زمین‌لغزش است. شکل عمومی معادلهٔ رگرسیون لجستیک به‌صورت معادلهٔ ۲ است.

$$P = \frac{۱}{۱+e^{-z}} \qquad (۲)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در این معادله، p احتمال رویداد حادثه (در این پژوهش زمین‌لغزش)؛ و z پارامتر یـا فـاکتور خطی است و از معادله ۳ به‌دست می‌آید؛ e نیز عدد ثابت ۲/۷۱۸ است.

$$z = \log it\left(p\right) = Ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = C_0 + C_1X_1 + ...C_nX_n \qquad (۳)$$

که C0 عرض از مبدأ یا ضریب ثابت مدل؛ و Xn،…،X2،X1 ضرایب مربوط به متغیـر مسـتقل Cn،…،C2،C1 هستند. با تغییر مقدار z از ∞- تا ∞+ احتمال وقوع زمین‌لغزش (P) به‌صـورت S از ۰ تا ۱ تغییر می‌کند که هر چه به عدد یک نزدیک‌تر باشد، احتمال وقوع زمین‌لغزش بیشتر و هر چه به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، احتمال وقوع آن کمتر خواهد بود. کـاربرد مـدل رگرسـیون لجستیک برای شناسایی عوامل مؤثر در رویداد زمین‌لغـزش بـه دو حالـت حضـور و نبـود ایـن رویداد یا به‌عبارتی صفر و یک است؛ بنابراین به پهنه‌های لغزشی عدد یک و به پهنه‌هـایی فاقـد زمین‌لغزش عدد صفر داده شد. استفاده از این پهنه‌ها در اجرای مدل، نیازمنـد تبـدیل آنهـا بـه لایهٔ نقطه‌ای است. پس از ایجاد این لایه، با استفاده از روش ایجاد نقاط تصادفی[1]، ۵۰۰۰ نقطـه برای پهنه‌های با عدد یک و ۲۵۰۰۰ نقطه برای پهنه‌های با عدد صـفر ایجـاد و بـا هـم ترکیـب شدند. علت ایجاد این تعداد زیاد نقاط، انتخاب نقاط دارای بیشترین پوشش روی پهنه‌ها بود. بـا توجه به مساحت بیشتر پهنه‌های بدون لغزش نسبت به پهنـه‌هـای دارای لغـزش، تعـداد نقـاط ایجادشده برای پهنه‌های بدون زمین‌لغزش بیشتر بود. در ادامه، از طریق ابزار نقـاط متقـاطع[2] و براساس لایه‌های رستری مربوط به عوامل مـؤثر در پهنـه‌هـای زمـین‌لغـزش، ارزش لایـه‌هـای رستری طبقه‌بندی‌شده (که همان مقدار عضویت فـازی بـرای هـر کـدام از طبقـات متغیرهـای مستقل است) به لایهٔ نقطه‌ای صفر و یک اختصاص داده شد. لایهٔ جدید بـه‌دسـت‌آمـده شـامل نقاطی است که هرکدام از آنها دارای ویژگی‌های لایه‌های رستری مـورد اسـتفاده اسـت. از ایـن لایه برای اجرای مدل احتمال وقوع زمین‌لغزش در منطقهٔ کاشتر بهره گرفته شد؛ اجـرای مـدل براساس متغیر وابسته (زمین‌لغزش) و متغیرهای مستقل (عوامل مؤثر در رخـداد زمـین‌لغـزش) انجام گرفت. ازآنجا که متغیرهای مستقل به‌صورت لایه‌های گسسته (طبقه‌بندی‌شده) هسـتند، این طبقه‌بندی برای مدل نیز تعریف شد تا ضریب هر کدام از طبقات به‌صورت مجـزا بـه‌دسـت آید و احتمال وقوع زمین‌لغزش در هر طبقه محاسبه شود.

1. Generate Random Points
2. Intersect Point Tool

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده از مدل رگرسیون لجستیک، ضریب مثبت β به این معناست که آن متغیر نقش بیشتری در وقوع زمین‌لغزش دارد و برعکس ضریب منفی β نشان‌دهندهٔ همبستگی ضعیف متغیر مستقل با متغیر وابسته (زمین‌لغزش) است [۱۷]. پس از اعمال ضرایب به‌دست‌آمده از مدل به طبقات متغیرهای مستقل، پارامتر خطی Z تهیه و در معادلهٔ اصلی رگرسیون لجستیک (معادلهٔ ۳) جای‌گذاری شد. جدول ۲ ضرایب به‌دست‌آمده از مدل رگرسیون لجستیک منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

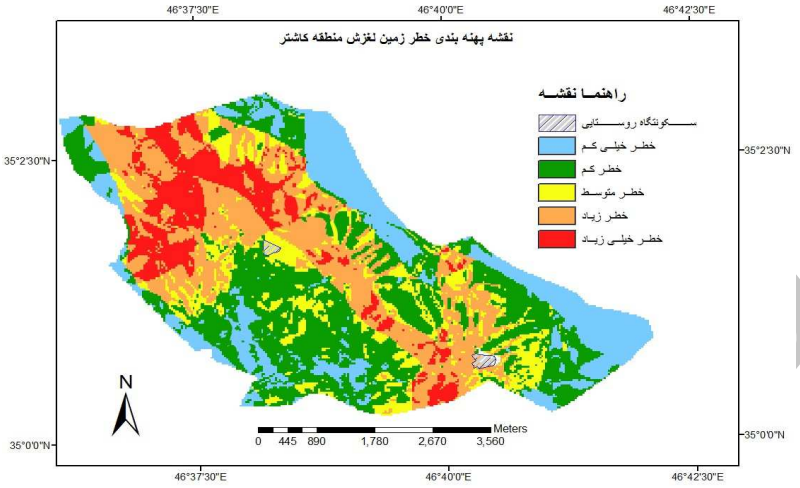
بعد از آماده‌سازی لایه‌های عامل و تهیهٔ نقشهٔ پراکنش زمین‌لغزش که به ارزش صفر و یک رسیده شد، براساس خروجی مدل رگرسیون نقشهٔ پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به پنج کلاس خطر خیلی کم (۵/۰۶)، کم (۷/۹)، متوسط (۳/۱۹)، زیاد (۶/۴) و خیلی زیاد (۲/۹) در واحد کیلومتر مربع طبقه‌بندی شد که به‌ترتیب ۱۹/۸۶، ۳۱، ۱۲/۵۵، ۲۵/۱۳ و ۱۱/۴۱ درصد از مساحت کل حوضه را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۴).

جدول ۲. ضرایب به‌دست‌آمده از مدل رگرسیون لجستیک

عوامل	بتا	خطای استاندار	والد	درجهٔ آزادی	سطح معناداری	Exp(B)
ارتفاع	۰/۳۳۷	۰/۲۸۵	۱/۳۹۷	۱	۰/۲۳۷	۱/۴
فاصله از گسل	۵/۳۳۶	۰/۶۶۶	۶۴/۱۲۰	۱	۰	۲۰۷/۶۹۵
فاصله از جاده	۰/۶۸۶	۰/۲۹۶	۵/۳۷۸	۱	۰/۰۲۰	۱/۹۸۶
شیب	۱/۳۹۴	۰/۳۰۴	۲۱/۰۴۸	۱	۰	۴/۰۳۳
تراکم آبراهه	۱/۲۴۳	۰/۲۴۰	۲۶/۷۷۹	۱	۰	۳/۴۶۵
کاربری	۱/۲۹۱	۰/۳۴۲	۱۴/۲۷۹	۱	۰	۳/۶۳۵
زمین‌شناسی	۲/۴۴۶	۰/۴۲۹	۳۲/۵۶۵	۱	۰	۱۱/۵۴۰
فرسایش‌پذیری خاک	۲/۴۲۷	۰/۷۹۴	۹/۳۳۴	۱	۰	۱۱/۳۲۶
جهت شیب	۱/۴۸۶	۰/۳۲۴	۲۱/۰۴۷	۱	۰	۴/۴۲۱
ماسه	-۰/۲۸۱	۰/۵۱۰	۰/۳۰۳	۱	۰/۵۸۲	۰/۷۵۵
رس	۰/۸۳۹	۰/۳۲۰	۶/۸۷۱	۱	۰	۲/۳۱۴
سیلت	۱/۱۳۴	۰/۲۶۳	۱۸/۵۷۰	۱	۰	۳/۱۰۹
عدد ثابت	-۱۷/۲۱۵	۱/۱۸۱	۲۱۲/۴۰۶	۱	۰	۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴. نقشهٔ پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقهٔ کاشتر

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل نشان داد که طیف بیشترین موارد مشاهده‌شده برای وقوع زمین‌لغزش‌ها شیب‌های ۲۰-۱۵ درجه و ارتفاع طبقه ۱۵۰۰ -۱۳۰۰ متر است. علت اینکه در طبقات بالای شیب (۵۰ - ۳۵ و ۳۵ - ۲۵) و ارتفاعات بالاتر منطقه، پهنه‌های لغزشی کم است، وجود توف‌های بلورین و بازالت در این شیب‌ها و در نتیجه مقاومت آنها در مقابل هر گونه حرکات توده‌ای از جمله زمین‌لغزش است.

شیب‌های شمالی و شمال شرقی کمترین مساحت را در منطقه دارند و همچنین به‌علت اینکه بیشتر بارش منطقه به‌صورت برف است، دامنه‌هایی که در آنها فاصلهٔ زمانی بین بارش و ذوب برف کمتر است، تأثیر بیشتری در وقوع زمین‌لغزش دارند. به این دلیل نتایج زمین‌لغزش‌ها تمرکز کمتری را در دامنه‌های شمالی و تمرکز بیشتری را در دامنه‌های جنوبی و غربی نشان می‌دهند. همچنین فرسایش‌پذیری بیشتر خاک سبب افزایش وقوع لغزش‌ها شده است و از لحاظ بافت خاک نیز در جاهایی که بیشترین مقدار سیلت وجود دارد، لغزش‌های بیشتری قابل مشاهده است و در مورد پوشش گیاهی زمین، زمین‌لغزش‌ها بیشتر در جنگل‌های نیمه‌متراکم که در چند سال اخیر در حال تبدیل به زمین کشاورزی هستند رخ داده‌اند؛ که این مسئله اهمیت تخریب جنگل و تغییر کاربری- پوشش را در وقوع زمین‌لغزش‌ها نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

با تحلیل فاصله از جاده مشخص شد که بیشترین زمین‌لغزش‌ها در فاصلهٔ ۵۰ متری از جاده رخ داده است و در مورد فاصله از گسل نیز به‌وضوح مشخص شد که با فاصله گرفتن از گسل‌ها از تعداد زمین‌لغزش‌ها کاسته شده است، به‌طوری‌که بیشترین لغزش‌ها در فاصلهٔ ۱۵۰ متری از گسل‌ها به‌وقوع پیوسته‌اند. این در حالی است که براساس نتایج به‌دست‌آمده در نزدیک‌ترین منطقه به محدودهٔ مطالعاتی ما که توسط حسین زاده و همکاران (مسیر سنندج-دهگلان) با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک انجام گرفته است [۵]، مهم‌ترین عامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه، فاصله از جاده بوده و فاصله از گسل تأثیر بسیار کمتری در وقوع این مخاطره طبیعی نسبت به عوامل دیگر داشته است. این مسئله نشان می‌دهد که پارامترهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش حتی در مناطق مشابه هم ممکن است تفاوت داشته باشند. ازاین‌رو به هیچ استانداردی برای عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش نیاز نیست.

منابع

[۱]. آدابی، محمدحسین؛ موسوی حرمی، سیدرضا (۱۳۷۷). نقش لیتولوژی (سنگ‌شناسی) در رانش زمین در شمال شرق ایران، مجلهٔ تحقیقات جغرافیایی زمستان ۱۳۷۷، شماره ۵۱: ۷۵-۸۹.

[۲]. احمدی، حسن (۱۳۶۷). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول.

[۳]. باخویشی، کاوه؛ (۱۳۸۳). مطالعهٔ حرکات دامنه‌ای (با تأکید بر زمین‌لغزش) در جادهٔ مریوان - کامیاران از سه‌راه دگاگا تا کامیاران ، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

[۴]. ثروتی، محمدرضا (۱۳۸۱). ژئومورفولوژی منطقه‌ای ایران، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

[۵]. حسین‌زاده، محمدمهدی؛ محمدرضا ثروتی، عادل منصوری، بابک میرباقری، سعید خضری پهنه بندی ریسک وقوع حرکات توده ای با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک مطالعه موردی: محدوده مسیر سنندج – دهگلان.

[۶]. خالدی درویشیان، عبدالواحد؛ فدائی، نامق؛ غلامی، لیلا (۱۳۸۶). بررسی علل ایجاد زمین‌لغزش روستای دگاگا در استان کردستان.

Archive of SID

www.SID.ir

[۷]. رجائی، عبدالحمید (۱۳۷۳). کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، انتشارات قومس، تهران.

[۸]. رستم‌پور، اسماعیل (۱۳۸۲). عوامل مؤثر بر حرکات دامنه‌ای حوضهٔ رودخانه سقز، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی.

[۹]. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸۳). گزارش اول، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها، گروه مطالعهٔ امور زمین‌لغزش‌ها.

[۱۰]. شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵). زمین‌لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، انتشارات سازه.

[۱۱]. شمیرانی، احمد (۱۳۵۷). مقدمه‌ای برژئودینامیک دامنه‌ی کوهستان‌ها، مجله علوم زمین، شماره ۲ فصل اول: ۳۰-۱.

[۱۲]. شمیرانی، احمد (۱۳۵۸). بررسی کلی انواع حرکات دامنه‌ای، مجلهٔ علوم زمین، شماره ۲ فصل دوم، ۳۰ ـ ۱.

[۱۳]. گزارش نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تیژتیژ، ۱۳۸۵.

[۱۴]. گزارش نقشهٔ منابع و قابلیت اراضی استان کردستان، ۱۳۶۰.

[۱۵]. متولی، ص (۱۳۷۴)، مکانیسم فرسایش حرکات توده‌ای و روش پیشگیری و مبارزه با آن در حوضهٔ آبخیز و از بخش چمستان نور، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

[۱۶]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۳). دانش مخاطرات، تهران :انتشارات دانشگاه تهران.

[17]. Akgun،A.Serhat، D.Fikri،B.2007. Landslide susceptibility mapping for a landslide-prone area (Findikli،NE of Turkey) by likelihood-frequency ratio and weighted linear combination models. Environ Geol 54:1127–1143.

[18]. Ayalew،l. and Yamagishi،H. (2005): The application of GIS-based Logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yaahiko Mountains،central Japan،Geomorphology 65،15-31.Chang،K.T.Chiang،S.H.Hsu،M.L. 2007. Modeling typhoon- and earthquake-induced landslides in amountainous watershed using logistic regression،Geomorphology 89: 335–347

[19]. Dai،F.C. and Lee،C.F. (2002): Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS،Lantau،Hong Kong. Geomorphology 42،213-228.

[20]. Lee،S،Pradhan،B.2006.Probabilistic landslide hazards and risk mapping on penang Island،Malaysia،J.Earth Syst. Sci. 115،No. 6،December 2006،pp.661-672.

[21]. Ohlmacher،G.C.Davis،J.C.2003. Using multiple logistic regression and GIS technology to predict landslide hazard in northeast Kansas،USA،Engineering Geology 69: 331–343.

[22]. Sezer،E. A.Pradhan،B.Gokceoglu،C.2011. Manifestation of an adaptive neuro-fuzzy model on landslide susceptibility mapping: Klang valley،Malaysia. Expert Systems with Applications 38: 8208–8219.

Archive of SID

www.SID.ir