دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش‌های ارزش اطلاعاتی و تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شلمانرود)

عباد شعبانی[1]، محمدرضا جوادی[2] و مریم زارع خوش اقبال[3]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه منابع طبیعی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران
۲- استادیار، گروه منابع طبیعی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران، (نویسنده مسوول: javadi.desert@gmail.com)
۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۵

چکیده

زمین لغزش نوعی حرکت دامنه‌ای است که منجر به جابجایی مواد سطحی دامنه‌های پر شیب می‌گردد. دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز تحت تأثیر شرایط محیطی و اقلیم مرطوب دارای پتانسیل بالایی از لحاظ وقوع زمین لغزش می‌باشند. از جمله این مناطق، حوزه‌ی آبخیز شلمانرود است که در شهرستان لنگرود قرار داشته و حدود ۴۲ لغزش در آن ثبت گردیده است. در این تحقیق برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش از دو مدل رگرسیون دو متغیره (ارزش اطلاعاتی) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. در ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS لایه‌های رقومی شامل کاربری اراضی، طبقات شیب، لیتولوژی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه و فاصله از گسل تهیه گردید. سپس نقشه پهنه‌بندی خطر با کمک دو روش مورد نظر در ۵ طبقه (پهنه با خطر نسبی ناچیز، خطر نسبی کم، خطر نسبی متوسط، خطر نسبی زیاد و خطر نسبی خیلی زیاد) بدست آمد. به منظور ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی مورد نظر، نقشه پهنه‌بندی حاصل از هر یک از آنها با نقشه پراکنش زمین لغزش (شاخص زمین لغزش) مقایسه گردید. نتایج نشان داد که مدل رگرسیون دو متغیره (ارزش اطلاعاتی) نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی روش مناسب‌تری می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که در وقوع زمین لغزش، عوامل کاربری اراضی (باغات چای)، سنگ شناسی و طبقه شیب (۴۵ تا ۶۰ درصد) تاثیر قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر عوامل دارند.

واژه‌های کلیدی: زمین لغزش، ارزش اطلاعاتی، تحلیل سلسله مراتبی، شلمانرود

مقدمه

زمین لغزش عمدتاً بر اساس تلفیقی از فرآیندهای مختلف در مناطقی که توپوگرافی کوهستانی و لیتولوژی رسوبی دارند رخ می‌دهد (۲۲). این حرکات ممکن است به صورت آرام و کند صورت گرفته (چند میلی‌متر در سال) و یا ناگهانی و سریع به وقوع بپیوندد (۱۶۰ کیلومتر در ساعت) که در بسیاری موارد حوادث تأسف باری را موجب می‌شود (۱۵). وقتی مواد دامنه قادر نباشد در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

برابر نیروی جاذبه مقاومت کنند، زمین لغزش صورت می‌گیرد. علت کاهش مقاومت سازندهای سطح زمین می‌تواند عوامل داخلی یا خارجی باشند، علل داخلی معمولاً شامل شرایط ذاتی و بنیادین، نظیر جنس مواد و لایه‌هایی مانند رس‌ها می‌باشد که با افزایش میزان آب، مقاومت برشی آنها کاهش می‌یابد، می‌باشند (۱۲). نیروهای خارجی که موجب افزایش تنش برشی دامنه‌ها می‌شوند معمولاً به نوع بهم ریختگی (که امکان دارد طبیعی یا حاصل کار انسان باشد) مانند حذف حایل و حامی جانبی یا زیرین، افزایش شیب دامنه و تنش‌های انتقالی زمین بر اثر زمین لرزه و عبور دائم وسایل نقلیه‌ی سنگین بستگی دارد (۱۳). استان گیلان به دلیل واقع شدن در منطقه‌ی البرز تحت تأثیر شرایط محیطی موجود قرار گرفته که لغزش‌های فراوان در آن به وقوع پیوسته است. این پدیده به قدری گسترده است که تعدادی از روستاها و حتی شهرهای این استان روی لغزش‌های قدیمی واقع شده و یا در حال فعالیت مجدد بنا شده و یا این که در حاشیه لغزش‌ها قرار دارند. حوزه آبخیز شلمانرود با توجه به شرایط خاص آب و هوایی و فیزیوگرافی، همواره در معرض پدیده لغزش قرار دارد و شناخت عوامل موثر بر این حرکات و ارائه روشی مناسب برای پیش‌بینی زمین لغزش و اولویت‌بندی مناطق مختلف حوزه به لغزش امری ضروری به نظر می‌رسد. در ارتباط با پهنه‌بندی خطر زمین لغزش درکشور،تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشند:

احمدی و همکاران (۲) در مطالعه‌ای به پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در حوزه آبخیز گرمی چای پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی به دلیل برخورداری از متغیرهای بیشتر و کلاسه بندی اصولی نسبت به روش رگرسیون چند متغیره از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. همچنین آنها بیان نمودند که مهمترین عوامل در وقوع زمین لغزش‌ها در منطقه عوامل سنگ شناسی، شیب، کاربری اراضی، عناصر خطی، بارش، جهت و ارتفاع می باشد.

شادفر و همکاران (۲۱) در مطالعه خود به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش (AHP) در حوزه آبخیز چالکرود پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که حدود ۸۵ درصد از زمین لغزش‌ها در پهنه‌بندی با خطر بالا قرار گرفتند.

ملکی و قربانپور (۱۶) در مطالعه ای به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوزه چرمله شهرستان سنقر با استفاده از چهر روش تراکم سطح، ارزش اطلاعاتی و وزن متغیرها پرداختند. نتایج نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی بیشترین تناسب را با زمین لغزش‌های مشاهده شده در منطقه داشته است.

محمدی و همکاران (۱۸) در پژوهشی به ارزیابی کارایی مدل‌های عامل اطمینان، ارزش اطلاعاتی و فرآیند سلسله مراتبی در حوزه آبخیز هراز پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

داد که مدل‌های عامل اطمینان، تحلیل سلسله مراتبی و ارزش اطلاعاتی به ترتیب بیشترین دقت را در تهیه نقشه خطر زمین لغزش در منطقه مورد نظر داشته‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان داد که عوامل سنگ شناسی، فاصله از جاده،شیب،فاصله از آبراهه، کاربری اراضی و ارتفاع مهترین عوامل موثر در ایجاد وقوع زمین لغزش در منطقه محسوب می شوند.

امیر احمدی و همکاران (۵) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز چلاو آمل پرداختند و بیان نمودند که عوامل زمین شناسی، خاکشناسی، عناصر خطی، شیب، بارش، کاربری اراضی و ارتفاع به ترتیب اولویت قرار دارند.

لان و همکاران (۱۴) پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش را در حوزه‌ی آبخیز جیائوجیانگ[1] ژاپن بررسی نمودند. ایشان وزن پارامترهای موثر در وقوع زمین لغزش را با روش قضاوت کارشناسی در تحلیل سلسله مراتبی تهیه نمودند و با آنالیز همپوشانی در محیط GIS نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش منطقه‌ی مورد مطالعه را در چهار طبقه‌ی آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم به دست آوردند (۱۴).

با توجه به اهمیت مسایل مرتبط با زمین لغزش‌ها در سطح کشور و در حوزه آبخیز شلمانرود، هدف اصلی این پژوهش تدوین یک مدل کمی برای پیش‌بینی خطر بالقوه زمین لغزش در ناحیه مورد مطالعه است تا بتوان بر اساس استعداد بالقوه خطر، زمین لغزش را بر مبنای درجات پهنه‌بندی نموده و در سایر برنامه‌ریزی‌ها و نحوه استفاده از آن استفاده نمود.

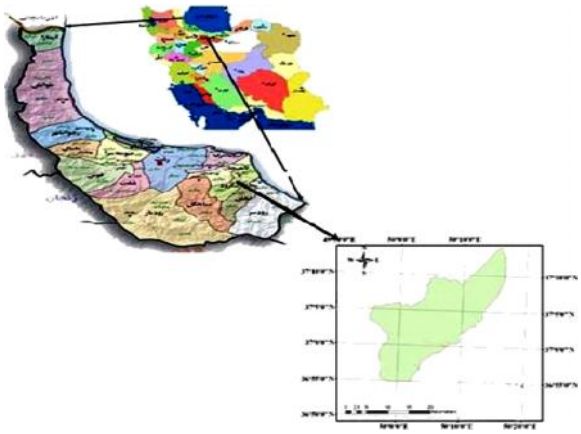
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز شلمانرود در شرق استان گیلان و در بین شهرهای لنگرود و رودسر و همچنین در بین مختصات جغرافیایی ″۱۵ ′۵۵ °۴۹ و ″۳۰ ′۱۸ °۵۰ طول شرقی و ″۵۵ ′۵۴ °۳۶ و ″۲۵ ′۱۳ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. مساحت حوزه آبخیز شلمانرود ۴۹۵/۵ کیلومتر مربع می‌باشد این منطقه، بخشی از دامنه‌های شمالی البرز مرکزی است که از دو قسمت کوهستانی و دشتی تشکیل شده است. زیر حوزه‌های اصلی آن شیشارستان، بارکیلی رود و بلوردکان می‌باشد. ارتفاع متوسط آن ۵۲۳/۵ متر و اقلیم منطقه از نوع بسیار مرطوب معتدل تا سرد است. بر اساس رابطه خطی بین ارتفاع (H) و بارندگی (P)، (P=1350/5-0/28H)، مقدار متوسط بارندگی سالانه این حوزه ۱۳۰۲/۹ میلی‌متر می‌باشد. از نظر سنگ شناسی نیز از واحدهای مربوط به دوران‌های زمین‌شناسی اول و دوم کواترنر تشکیل یافته است.

1- Xiaojiang watershed

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز شلمانرود در ایران و استان گیلان

روش تحقیق

در بازدیدهای میدانی، موقعیت منطقه و مساحت لغزش‌های رخ داده در منطقه با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی[1] ثبت و نقشه پراکنش زمین لغزش تهیه گردید. همزمان نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه از سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه کاربری اراضی منطقه از سازمان جنگل‌ها و مراتع و نقشه عناصر خطی شامل گسل، جاده و شبکه آبراهه از روی نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه تهیه شد. بعد از تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش‌های منطقه، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز (زمین‌شناسی، کاربری اراضی، شیب، فاصله از جاده، فاصله از گسل و فاصله از آبراهه) استخراج و کلاسه بندی شدند. پس از تعیین درصد زمین لغزش در کلاسه‌های مختلف، کمی کردن عوامل موثر و وزن‌دهی به طبقات بر اساس مدل ارزش اطلاعات و تحلیل سلسله مراتبی انجام شد.

روش ارزش اطلاعاتی[2]

این روش توسط یان و ین (۱۹۸۸) به نقل از محمدی و همکاران (۱۸) ارائه شد. در این روش، رخداد رانش زمین به عنوان متغیر وابسته و هر یک از عوامل ذاتی و محیطی به عنوان متغیرهای مستقل تلقی می‌شوند و میزان اثر هر یک از عوامل موثر در وقوع زمین لغزش، مستقل از دیگر ارزیابی می‌گردد. تحلیل نهایی پتانسیل ناپایداری برای هر واحد از منطقه، بر اساس مجموع اثر کلیه ی عوامل در آن واحد انجام می‌شود (۱۹). سپس وزن‌های واقعی هر رده از لایه‌های اطلاعاتی و ارزش اطلاعاتی هر واحد، به واسطه‌ی جمع مقادیر ارزش برای عوامل مختلف آن لایه‌ی اطلاعاتی محاسبه می‌گردد. ارزش اطلاعاتی عوامل مختلف، از تقسیم درصد سطحی لغزشی پارامتر به درصد سطحی لغزشی متوسط منطقه و محاسبه لگاریتم نپر (Ln) آن نسبت بدست می‌آید. عدد حاصله را ارزش اطلاعاتی تراکم لغزش‌ها می‌نامند.

1- GPS

2- Information value

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

در روش فوق نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل موثراز رابطه‌ی ۱ بدست می‌آید.

رابطه (۱) $Winf = Ln (A/B/C/D)$

که در آن:

Winf: نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل

A: تعداد زمین لغزش در هر طبقه

B: مساحت هر کلاس (کیلومتر مربع)

C: تعداد کل زمین لغزش‌های حوزه

D: مساحت کل حوزه (کیلومتر مربع)

سپس با توجه به نرخ‌های بدست آمده برای کلاس‌های عوامل مختلف، نقشه نهایی پهنه‌بندی زمین لغزش بدست می‌آید. برای این کار ابتدا لایه‌ها با توجه به نرخ‌های بدست آمده تهیه شده و سپس با روی هم‌گذاری و جمع کردن ارزش پیکسل‌ها برای عوامل مختلف نقشه نهایی بدست می‌آید (۸).

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از سیستم‌های تصمیم‌گیری برای معیارهای چندگانه می‌باشد که بر پایه دانش کارشناسی استوار و توسط توماس ساعتی طراحی گردیده است. در تحلیل سلسله مراتبی امکان فرموله کردن مسئله و در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی وجود دارد. در این فرآیند می‌توان گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی پارامترها وجود دارد. تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای مقایسات زوجی بوده که قضاوت را آسان و دقت محاسبات را بالا می‌برد (۱۳). همچنین یکی از مزایای بالای این روش محاسبه نرخ سازگاری بوده که با مشخص شدن آن امکان تجدید نظر در قضاوت‌ها به وجود می‌آید. ورودی روش تحلیل سلسله مراتبی ماتریس مقایسه زوجی بوده که درلایه‌های آن میزان اهمیت نسبی معیارها را بیان می‌کند. در این روش مقایسه‌ها، برای بدست آوردن وزن معیارها و اولویت‌های مربوط به کلاس‌های مختلف معیارها انجام می‌شود. تصمیم‌گیرنده ابتدا باید همه موارد مربوطه را ارزیابی و مقایسه نماید. سپس نتایج را با یک مقیاس استاندارد به مقادیر کیفی تبدیل کند. روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها بر پایه‌ی مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه استوار است (۹). بکارگیری این مدل با استفاده از GIS مستلزم مراحل زیر می‌باشد:

الف- بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌ها در منطقه

در این راستا با کارهای میدانی با استفاده از پرسشنامه زمین لغزش‌های موجود در منطقه، عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌ها شناسایی می‌شوند (۲).

ب- اولویت‌بندی عوامل موثر

چون درجه اهمیت عوامل موثر در ایجاد زمین لغزش‌ها متفاوت بوده، شناسایی و اولویت‌بندی درست عوامل الزامی است که بخشی از این کار به وسیله پرسشنامه صورت گرفته و بخش دیگر نیز با مقایسه تک تک هر کدام از عوامل با یکدیگر انجام می‌گردد. لایه‌های اطلاعاتی برای تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش‌ها بعد از مختصات‌دار نمودن نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و غیره

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

توسط نرم‌افزار Arc GIS اقدام به تهیه لایه‌های مورد نیاز به شرح زیر شد.

- تهیه لایه اطلاعاتی، شیب، فاصله از رودخانه و جاده از مدل رقومی نقشه توپوگرافی منطقه در محیط Arc GIS.
- تهیه لایه اطلاعاتی لیتولوژی و فاصله از گسل از نقشه‌های زمین شناسی سازمان زمین شناسی.
- تهیه لایه‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی و کاربری اراضی.

بعد از تهیه تمام لایه‌های موثر در زمین لغزش‌های حوزه، وزن هر کدام از عوامل موثر در زمین لغزش‌های حوزه با توجه به درجه اهمیت آنها تعیین می‌شود. بیشترین وزن به لایه‌ای قرار می‌گیرد که نقش بیشتری در وقوع زمین لغزش داشته باشد (۱۶). مقدار وزن بین ۹-۱ می‌باشد. یعنی عامل بسیار ضعیف عدد۱و برای عامل بسیار موثر وزن عددی ۹ تعلق می‌گیرد (۱۴). پس از وزن‌دهی و نهایی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی که به صورت لایه‌های وزنی درآمده اند، برای تلفیق کلیه لایه‌ها با هم، لایه‌های وکتوری در محیطArc GIS به لایه‌های رستری تبدیل می‌شود که در این مرحله نقشه نهایی در پنج گروه تولید می‌گردد (۲۴).

جدول ۱- مقایسات زوجی

ترجیهات	مقدار عددی
کاملاً مرجح	۹
ترجیح خیلی قوی	۷
ترجیح قوی	۵
کمی ترجیح	۳
ترجیح یکسان	۱
ترجیهات بین فواصل فوق	۸،۶،۴،۲

لایه‌های اطلاعاتی زمین شناسی

یکی از عوامل اصلی در رخداد حرکت‌های توده‌ای، نوع مصالح درگیر است و در تمامی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، این عامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه نیز خصوصیات سنگ شناسی منطقه مورد نظر مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۳).

لایه اطلاعاتی شیب

شیب، یکی از عوامل اصلی در وقوع زمین لغزش است و اکثر مدل‌ها این ویژگی را در خود لحاظ کرده‌اند. نقشه شیب از مدل رقومی ارتفاع حوزه در محیط نرم‌افزار Arc GIS. تهیه و سپس نقشه طبقات شیب از روی آن و در ۵ طبقه استخراج شد (شکل ۴).

لایه اطلاعاتی کاربری اراضی

نقشه کاربری اراضی منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM سال ۱۹۹۸ تهیه شد. ابتدا تصحیحات لازم روی تصاویر رقومی انجام شد و سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده و تعریف نمونه‌های تعلیمی برای سیستم، نقشه کاربری اراضی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

حوزه تهیه گردید (شکل ۵). نمونه‌های تعلیمی بر اساس شناخت کافی از منطقه، برای سیستم تعریف شد.

لایه اطلاعاتی فاصله از گسل

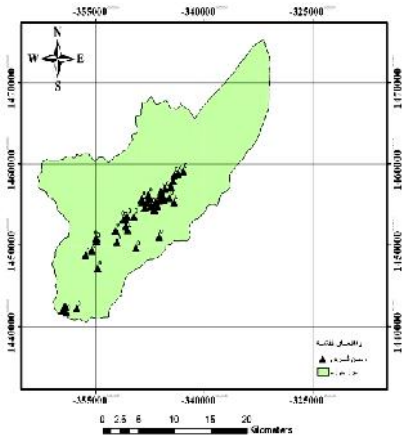
فاصله ازگسل از جمله عامل مهم در ایجاد زمین می‌باشد. ابتدا نقشه خطی گسل‌های منطقه از نقشه زمین‌شناسی استخراج و بعد با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS نقشه فاصله از گسل تهیه شد. سپس، این نقشه با استفاده از نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها به ۵ طبقه کلاسه‌بندی گردید (شکل ۶ و ۷).

لایه اطلاعاتی فاصله از آبراهه

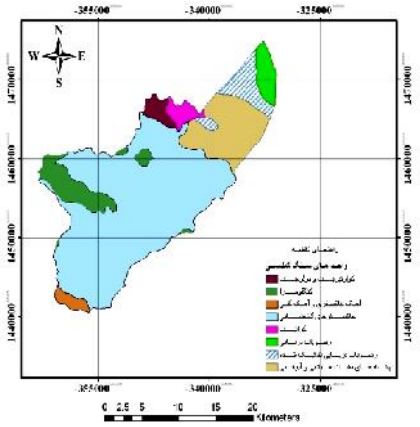
نقشه فاصله از آبراهه با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه و در پنج طبقه کلاس‌بندی شد (شکل ۸ و ۹).

لایه اطلاعاتی فاصله از جاده

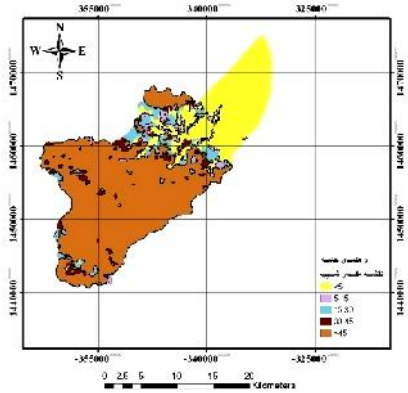
این نقشه با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه و در پنج طبقه کلاس‌بندی شد (شکل ۱۰ و ۱۱).



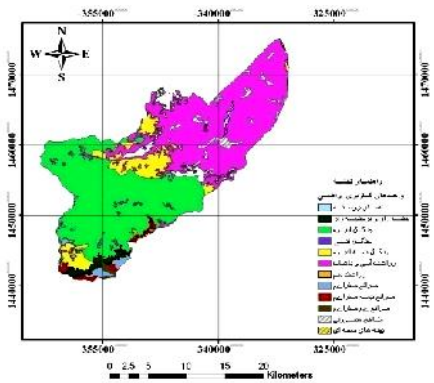
شکل ۲- نقشه پراکنش زمین لغزش در حوزه آبخیز شلمانرود



شکل ۳- نقشه واحدهای سنگ‌شناسی در حوزه آبخیز شلمانرود

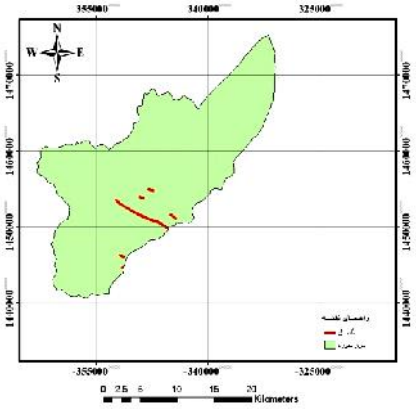


شکل ۴- نقشه طبقات شیب درحوزه آبخیز شلمانرود

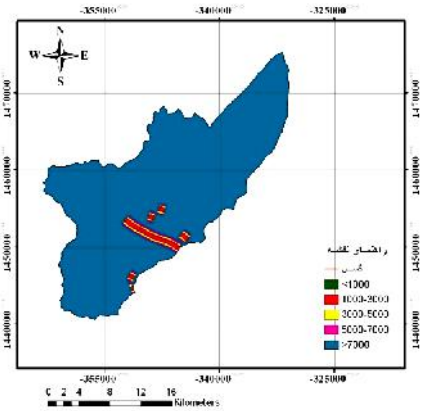


شکل ۵- نقشه کاربری اراضی در حوزه آبخیز شلمانرود

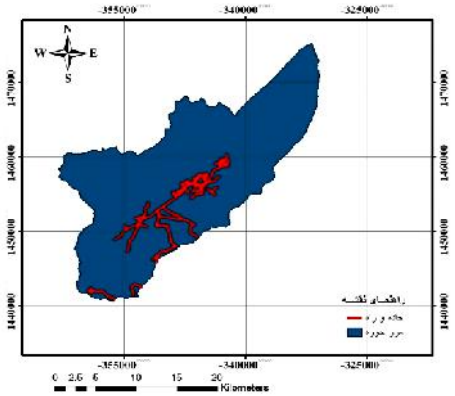
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]



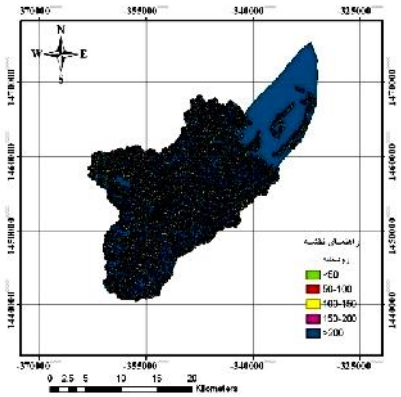
شکل ۶- نقشه پراکنش گسل در حوزه آبخیز شلمانرود



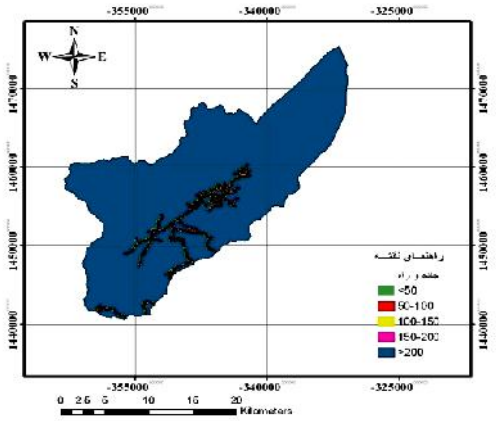
شکل ۷- نقشه فاصله از گسل در حوزه آبخیز شلمانرود



شکل ۸- نقشه فاصله از رودخانه در حوزه آبخیز شلمانرود



شکل ۹- نقشه عناصر خطی (راه و جاده) در حوزه آبخیز شلمانرود



شکل ۱۰- نقشه فاصله ازعناصر خطی (راه و جاده) در حوزه آبخیز شلمانرود

نتایج و بحث

اولین قدم در تهیه نقشه پهنه‌بندی تعیین تعداد گروه‌های خطر است. معمولاً موارد زیر در تعیین تعداد گروه‌ها بایستی مد نظر قرار گیرد (۱۲). در مقیاس‌های کوچک (مقیاس‌های ملی و منطقه‌ای) نیازی نیست که دقت نقشه‌ها در حد تفکیک درجات خطر نزدیک به هم باشند. بنابراین سعی می‌گردد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

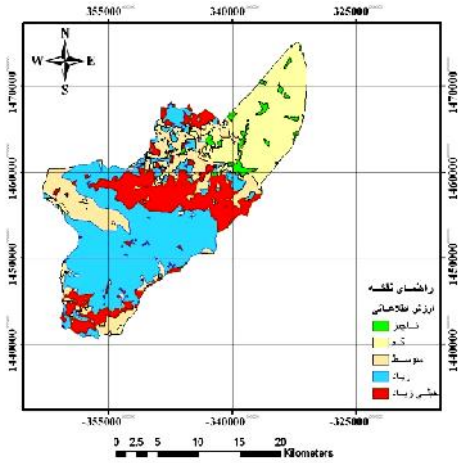
که تعداد گروه‌ها فرد بوده و از پنج فراتر نرود. این عمل باعث می‌گردد همواره یک گروه (گروه خطر متوسط) در میانه‌ی گروه‌های دیگر قرار گرفته و آنالیزهای مربوطه در سیستم اطلاعات جغرافیایی، آسان‌تر انجام گیرد. در این مطالعه با توجه به مطالب فوق، نقشه‌های حاصله به پنج پهنه‌ی خطر، بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و ناچیز طبقه‌بندی شد.

۱) نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر زمین لغزش به روش ارزش اطلاعاتی

خطر ناچیز و کم در این روش مساحتی حدود ۲۳ درصد حوزه و خطر متوسط حدود ۴۵ درصد حوزه را در بر می‌گیرد. همچنین خطر زیاد و خیلی زیاد نیزحدود ۳۱ درصد از محدوده مورد نظر را شامل می‌شود (شکل ۱۲).

جدول۲- مساحت و درصد طبقات خطر زمین لغزش در روش ارزش اطلاعاتی

ردیف	طبقه	مساحت (Km^2)	درصد
۱	ناچیز	۸/۷۴	۱/۷
۲	پایین	۱۰۷	۲۱/۵
۳	متوسط	۲۲۳/۷۳	۴۵/۱۵
۴	زیاد	۱۰۱/۲۷	۲۰/۴
۵	خیلی زیاد	۵۴/۷۶	۱۱/۲۵
	جمع کل	۴۹۵/۵	۱۰۰



شکل ۱۱- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حاصل از روش ارزش اطلاعاتی

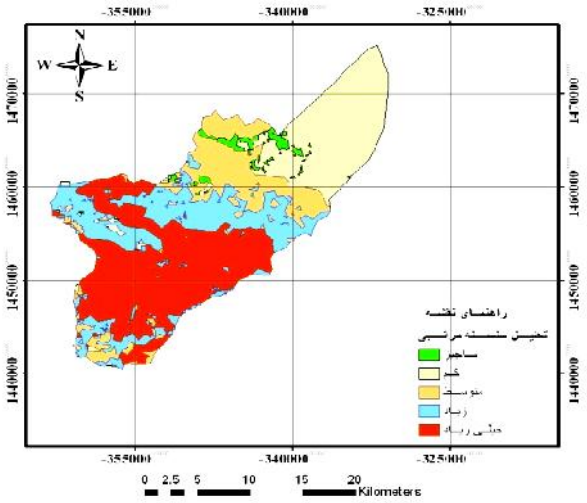
۲) نتایج حاصل از خطر زمین لغزش به روش تحلیل سلسله مراتبی

در این روش، سطوح با خطر ناچیز و کم زمین لغزش حدود ۲۶ درصد از حوزه، خطر متوسط حدود ۱۶ درصد از مساحت حوزه، پهنه خطر زیاد حدود ۲۳ درصد و پهنه خیلی زیاد حدود ۳۴ درصد از وسعت حوزه را در بر می‌گیرد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۳- مساحت و درصد طبقات خطر زمین لغزش از روش تحلیل سلسله مراتبی

ردیف	طبقه	مساحت (Km^2)	درصد
۱	ناچیز	۹/۵۸	۱/۹
۲	پایین	۱۱۹/۷۹	۲۴/۲
۳	متوسط	۸۱/۲۹	۱۶/۴
۴	زیاد	۱۱۴/۲۱	۲۳/۱
۵	خیلی زیاد	۱۷۰/۶۲	۳۴/۴
	جمع کل	۴۹۵/۵	۱۰۰



شکل ۱۲- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی

هرساله پدیده زمین لغزش در مناطق مختلف کشور آسیب های قابل توجهی را به مناطق مختلف (مسکونی- اراضی کشاورزی- باغات)، راه‌های ارتباطی و منابع طبیعی وارد می‌کند (۲۲). بنابراین ضروری است تا مطالعات ویژه‌ای درباره شناخت عوامل موثر در وقوع و راه‌های کاهش خسارت آن انجام شود. تهیه نقشه پهنه‌بندی با صحت بالا، نتیجه کلیه مراحل جمع آوری اطلاعات و شناسایی پارامترهای موثر، وزن‌دهی و امتیازدهی به پارامترها و نحوه تلفیق و رده بندی مقادیر خطر می باشد (۲۰). بر اساس مشاهدات میدانی، ۴۲ مورد زمین لغزش کوچک تا بزرگ در منطقه شناسایی گردید. از میان عوامل دخیل تنها شش عامل موثر در فرآیند پهنه‌بندی دخالت داده شد که عبارت بودند از کاربری اراضی، شیب، سنگ‌شناسی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده و فاصله از گسل.

شاخص لغزش به دست آمده در رده‌های خطر زیاد و خیلی زیاد برای روش رگرسیون دو متغیره (ارزش اطلاعاتی) به ترتیب ۲۸/۲، ۲۸/۸ و برای روش تحلیل سلسله مراتبی به ترتیب ۱۷/۱، ۲۴/۴ محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که از رده‌ی خطر پایین تا رده‌ی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

خطر خیلی زیاد میزان شاخص لغزش، افزایش یافته است. میزان دقت نتایج پیش‌بینی شده در روش رگرسیون دو متغیره (ارزش اطلاعاتی) ۰/۸۱ بود و نرخ ناسازگاری در روش تحلیل سلسله مراتبی ۰/۰۷ برآورد گردید. با توجه به موارد ذکر شده روش رگرسیون دو متغیره (ارزش اطلاعاتی) از دقت بالاتری نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی در منطقه مورد مطالعه برخوردار است.

نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیقات فیض‌نیا و همکاران (۷)، مصفایی (۱۷)، جباری (۱۱)، زارع (۲۳)، حق‌شناس (۱۰) مبنی بر عدم توانایی روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان روش برتر و نخست در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش نسبت به سایر روش‌های مورد مطالعه مطابقت دارد. در ارتباط با مهمترین عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه مشخص شد که سه عامل کاربری اراضی، لیتولوژی و طبقات شیب زیاد بیشترین اثر را دارند. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیقات محمدی و همکاران (۱۸)، احمدی و همکاران (۲)، شادفر و همکاران (۲۱)، فیض نیا و همکاران (۷)، احمدی و محمدخان (۴)، عبدالخانی و همکاران (۱) مبنی بر تاثیرگذار بودن عامل شیب، لیتولوژی و کاربری اراضی بر وقوع زمین لغزش‌ها مطابقت دارد.

منابع

1. Abdolkhani, E. and A. Jamali. 2009. GIS Application and AHP Method for land slide hazard zoning and effective factors Comparison on its phenomenon, (A Case study: Menshad watershed of Yazd).Geographical conference. 29-34 pp. (In Persian)
2. Ahmadi, H. and S. Mohammadchan. 2003. Investigation of some parameters of mass movements, (A Case study: Taleghn watershed).Iranian Journal of Natural Resources, 55: 455-436. (In Persian)
3. Ahmadi, H., A. Esmali, S. Feiznia and M. Shariat Jafari. 2003. The made area model zoning of mass movements hazard using Multiple Regresion and AHP methods, (A Case study: Garmi Chay watershed). Iranian Journal of Natural Resources, 56: 323-331. (In Persian)
4. Ahmadi, H., S. Mohammadchan, S. Feiznia and J. Ghodosi. 2006. The made area model mass movements hazard using quality characteristics and AHP methods, (A Case study: Taleghn watershed). Iranian Jornal of Natural Resources, 58: 3-14. (In Persian)
5. Amir Ahmadi, H., H. Kamrani and M. Sadeghi. 2010. Landslide hazard zonation using AHP Method, (A Case study: Chelav watershed of Amol). Journal of Geographic, (27): 25-37. (In Persian)
6. Fatemi Aghda, M., J. Ghaiomian and A. Eshgheli Farahani. 2004. Evaluation efficiency statistics methods in determined Landslide hazard potential. Journal of Geosciences, 11(47-48): 28-47. (In Persian)
7. Feiznia, S., H. Ahmadi and M. Hassanzadeh Nafoti. 2002. Landslide hazard zoning Shalmanroud watershed in Guian province, Iranian Journal of Natural Resources, 54 (3): 207-219. (In Persian)
8. Gee, M.D. 1991. Classification of landslide hazard zonation methods and a test of

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

predictive capability, Landslides, Bell (ed.), Balkema, Rotterdam. 947- 952 pp.
9. Ghodsipour, H. 2006. Discussion about multi criteria decision and AHP, publication Amir Kabir Industry University, 220 pp.
10. Haghshenas, A. 1995. Landslide hazard zonation and its relationship with sediment production in Taleghan Region, M.Sc. Thesis, Watershed Management, Tarbiat Modarres University, 183 pp. (In Persian)
11. Jabari, E. 2008. Land slide hazard zoning In Posht Tang watershed of Sarpolezahab. Journal of Geographic Researchs, (59): 55-67 pp. (In Persian)
12. Klarestaghi, A. 2003. Investigation effective parameters in Landslide occurs and Landslide hazard zoning in Shirinroud of Sari, M.Sc. Thesis, Watershed Management, Tehran University, 141 pp. (In Persian)
13. Komac, M. 2006. A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in prialpine Slovenia, Geomorphology, (74): 17-28.
14. Lan, H.X., C.H. Zhou, L.J. Wang, H.Y. Zhang and R.H. Li. 2004. Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang Watershed, Yunnan, China. Engineering Geology, (76): 109-128.
15. Lee, S. 2007. Application and verification of fuzzy algebraic operators to landslide susceptibility mapping, Environmental Geology, (52): 615-623.
16. Maleki, A. and A. Ghorbanpour. 2008. Landslide hazard zonation In Chemleh Watershed of Songhour. Journal of Geographic and Development, (12): 181-198. (In Persian)
17. Mosafaeei, J. 2006. Efficiency of statistical and empirical models for Landslide hazard zonation In Alamout Watershed, M.Sc. Thesis, Watershed Management, Gorgan University, 102 pp. (In Persian)
18. Mohammadi, M., H. Moradi, S. Feiznia and H. Pourghasemi. 2009. Assessment of two variate Regresion and AHP methods efficiency for Land slide hazard zoning, (A Case study: Haraz watershed) Iranian Journal of Natural Resources, 62: 539-551. (In Persian)
19. Mohammadi, M., H. Moradi, S. Feiznia and H. Pourghasemi. 2009. Ranking of effective factors on Land slide and Land slide hazard zoning maps using two variate Regresion and AHP methods, (Case study: Haraz watershed) Journal of Earth Sciences, 74: 27-32. (In Persian)
20. Neuhauser, B. and B. Terhorst. 2006. Landslide Susceptibility Assessment Using Weights-of-Evidence Applied to a Study Area at the Jurassic Escarpment (SW-Germany), Geomorphology, 1-13.
21. Shadfar, S., M. Yamani and M. Namaki. 2006. Landslide hazard zoning using information value, area intensity and AHP models in Chalakrood watershed, Journal of, Water and Watershed, (3):118-128. (In Persian)
22. Shariat Jafari, M. 1997. Landslide (principal and basic of natural slopes stable) Sazeh publication, 218 pp. (In Persian)
23. Zare, M. 2010. Land slide hazard zoning using some methods (A Case study: Vaz Watershed), M.Sc. Thesis, Watershed Management, Tehran University, 120 pp. (In Persian)
24. Yalcin, A. 2008. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations, Catena, (72): 1-12.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

Landslide Hazard Zonation using Information Value and Analytical Hierarchy Process (AHP) Methods (A Case Study: Shalmanrood Watershed)

Ebad Shabani[1], Mohammad Reza Javadi[2] and Maryam Zare Khosh Eghbal[3]

1- Former M.Sc. Student, Natural Resources Faculty, Islamic Azad University of Noor Branch, Noor, Iran

2- Assistant Professor, Natural Resources Faculty, Islamic Azad University of Noor Branch, Noor, Iran (Corresponding author: m_Javadi@iaunour.ac.ir)

3- Assistant Professor, Islamic Azad University of Astara Branch

Received: September 4, 2012 Accepted: May 15, 2013

Abstract

Landslide is a type of hillside movement which leads to the movement of surface materials in gradient hillsides. In Northern hillsides of Alborz mountain range, by resean of occurring local condition and humid climate, can be observed a high land slide hazard potential as compared with the other parts. Among of these regions is Shalmanrood watershed that, it was located in Langrood city and over 42 land slide were recorded in this area. In this study, For Land slide hazard zonation two regression and Analytical hierarchy Process (AHP) methods were applied. At first, Using ARC GIS Software the information layers containing of land use, slope, lithology, distance from road, distance from river, distance from fault were provided and then, the land slide hazard maps with applying two mentioned methods, were provided on five classes (very low, low, medium, high and very high hazard zone). Order to assessment of two applied methods in this study, the land slide hazard zonation map from each method was compared with land slide scattering map (Land slide index). Results showed that, two varieties regression method is more suitable than AHP method. Also, Result showed that land use (garden of tea). Lithology and slope (45-65%) were effective factors on the land slide hazard occurring.

Keywords: landslide, Information value method, Analytical hierarchy Process method, Shalmanrood

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-12]