دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

بررسی وقوع خطر زمین‌لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در محیط GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز الموت‌رود)

محمود اسلامی[۱]، صمد شادفر[۲]، علی محمدی ترکاشوند[۳] و ابراهیم پذیرا[۴]

۱- دانشجوی دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران
۲- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، تهران، (نویسنده مسوول: shadfar@scwmri.ac.ir)
۳ و ۴- دانشیار و استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، گروه خاک‌شناسی، تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۳
صفحه ۱۱۷ تا ۱۳۱

چکیده

یکی از بلایای طبیعی که با توجه به ساختار زمین‌شناسی، وضعیت مورفولوژیکی و زلزله‌خیزی، به وفور در ایران رخ می‌دهد و به جان و مال مردم خسارت وارد می‌کند، زمین‌لغزش است. حوزه آبخیز رودبار الموت در شرق استان قزوین، یک منطقه کوهستانی است که دارای استعداد زیاد در بروز انواع زمین‌لغزش‌ها می‌باشد و به‌علت فعال بودن آنها، هر ساله نیز شاهد سیر صعودی فراوانی وقوع زمین‌لغزش بوده و باعث وارد آمدن خسارت به اراضی مرتعی، زمین‌های زراعی و مناطق مسکونی می‌گردد. در این پژوهش بررسی زمین‌لغزش با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) انجام گردیده است. فاکتورهای خاک، زمین‌شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، پارامترهای خطی شامل (فاصله از آبراهه، فاصله از گسل، فاصله از جاده)، حساسیت سنگ‌ها به عوامل فرساینده، بارندگی و کاربری اراضی به عنوان عوامل مؤثر در لغزش انتخاب و با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چند لایه و الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که آرایش ۱-۷-۱۱ با تابع فعال سیگموئید بهترین ساختار برای بررسی پدیده زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. آموزش و آزمون و اعتبار سنجی مدل به ترتیب با ۱۵، ۱۵و ۷۵ درصد داده‌ها که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند انجام گردید. پس از بهینه شدن ساختار شبکه، اطلاعات استاندارد شده منطقه در اختیار شبکه قرارگرفت. بر اساس نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با مدل شبکه عصبی مصنوعی، به ترتیب ۲/٦، ۱۰/۷، ۱۷/۱، ٦٤/۳ و ۵/۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرارگرفت. شبکه با نسبت یادگیری ۰/۵ و تعداد ۷ نورون در لایه پنهان دارای کمترین مقدار خطا در آزمایش (RMSe=0.0321) بود.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم پس انتشار خطا، پارامترهای خطی، ساختار پرسپترون، کاربری اراضی، ANN

مقدمه

زمین‌لغزش به‌عنوان یکی از انواع حرکت‌های توده‌ای شامل حرکت تند مواد سنگی، خاکی یا مجموع هر دو در روی دامنه به سمت پایین تحت تأثیر نیروی جاذبه است (۳). این پدیده در زمینه جانی، مالی و منابع طبیعی سالانه خسارات فراوانی درپی داشته است. درمقایسه با انواع مخاطرات طبیعی همچون آتشفشان و سیل، زمین‌لغزش آسیب‌های قابل توجهی را بوجود آورده است (۱۱). زمین‌لغزش‌ها را با توجه به سرعت حرکت مواد به انواع مختلفی مانند سقوط، واژگونی، لغزش‌ها، گسترش جانبی، روانه‌ها و زمین لغزش‌های پیچیده تقسیم می‌کنند (۳۳). Xilin و همکاران (۳۴) در تحقیقی دریافتند که زمین‌لغزش به عوامل مختلفی بستگی دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به مواردی چون شیب، زمین‌شناسی، بارندگی، پوشش‌گیاهی، زلزله، کاربری اراضی، شبکه‌ی راه‌ها، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها اشاره نمود. صفوی (۲۵) در مطالعه‌ای حوزه آبخیز دماوند را از نظر حساسیت زمین‌لغزش پهنه‌بندی کرد. او در این مطالعه عوامل شیب، فاصله از شبکه زهکشی، واحدهای سنگ‌شناسی و جهت دامنه را به‌عنوان عوامل مؤثر در زمین‌لغزش مد نظر قرارداد. Raghuvanshi و همکاران (۲۲) با روش شبکه‌بندی و GIS تحقیقاتی را در غرب اتیوپی انجام دادند. آنها فاکتورهای شیب، جهت شیب، شکل شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و سطح آب زیرزمینی را به عنوان عوامل مؤثر در زمین‌لغزش در نظر گرفتند. عوامل مؤثر در لغزش به دو دسته عوامل زمینه‌ساز مانند شرایط زمین‌شناختی، ژئومورفولوژیکی و فرآیندهای فیزیکوشیمیایی خاک و عوامل آغازگر مانند بارندگی و فرآیندهای انسان ساخت می‌توان تقسیم نمود (۴). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تقسیم‌بندی زمین به مناطق مجزا و رتبه‌بندی این مناطق بر اساس درجه واقعی یا پتانسیل خطر ناشی از بروز زمین لغزش است این نقشه‌ها میزان قابلیت یا استعداد وقوع زمین‌لغزش را در قسمت‌های مختلف اراضی نشان می‌دهد و آن را با مقادیر مختلف خطر بیان می‌کند (۲۷). روش‌های متعددی برای پهنه‌بندی زمین لغزش ابداع شده است. محمدی و همکاران (۱۸) عنوان نمودند که عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش در هر منطقه متفاوت است به همین جهت در هر منطقه مدلی خاص بیش‌ترین دقت را داشته و به طور قطع نمی‌توان مدلی را برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش مناسب دانست. Nilsen و همکاران (۲۱) عنوان نمودند که قابلیت اعتماد به نقشه پهنه‌بندی تا حد زیادی به کیفیت داده‌های در دسترس، مقیاس مطالعه و انتخاب یک روش مناسب بستگی دارد. شناخت دقیق‌تر این پدیده و عوامل مؤثر در وقوع آن، پهنه‌بندی و ارزیابی با روش‌های مختلف به‌منظور دستیابی به روشی مناسب می‌تواند باعث کاهش خسارت‌های ناشی از این پدیده گردد. شیرانی و سیف (۲۸) معتقدند که ارزیابی، مدل مناسب و منطبق با

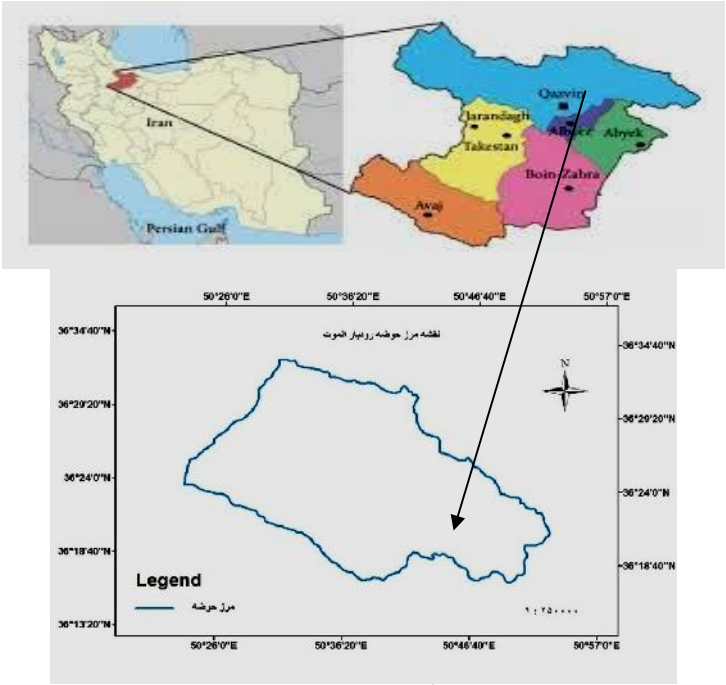
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

منطقه مورد مطالعه با بهره‌گیری از شاخص‌هایی مانند نسبت تراکم و دقت تفکیک بین پهنه‌ها خطر از بین مدل‌های مورد استفاده پهنه‌بندی را معرفی می‌کند. استراتژی مطالعه زمین‌لغزش شامل شناخت فرآیند، تجزیه خطر و پیش‌بینی زمین‌لغزش درآینده برای کاهش پیشرفت و خسارات ناشی از آن است (۱۴). شبکه عصبی مصنوعی یکی از مدل‌هایی است که با الگوبرداری از شبکه عصبی مغز انسان طراحی شده‌است. این شبکه‌ها قادرند تا پدیده‌های پیچیده و ناشناخته را به‌خوبی بررسی نمایند (۱۶،۱۵). این مدل با بررسی سابقه و خصوصیات زمین‌لغزش‌های قبلی در منطقه قادر است که احتمال وقوع زمین‌لغزش‌ها را در آینده نشان دهد (۱۰). در ایران پژوهش‌گرانی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی نموده‌اند که از آن جمله می‌توان به رجبی و فیض‌الله پور (۲۳)، سوری و همکاران (۲۹)، مرادی و همکاران (۱۹)، وحیدنیا و همکاران (۳۲) اشاره نمود، با توجه به اهمیت بالای مخاطرات طبیعی به‌ویژه پدیده زمین‌لغزش در ساختار ژئومورفولوژیکی ایران، استفاده از روش‌های نوین از جمله هوش مصنوعی در بررسی زمین‌لغزش مورد تاکید می‌باشد. به همین منظور در منطقه رودبار الموت، برای اولین بار از مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز رودبار الموت با مساحت کل ۷۲۱۴۵ هکتار در شرق استان قزوین قرار گرفته است. بلندترین نقطه حوضه ۴۱۰۱ متر و پایین‌ترین نقطه آن ۱۰۸۱ متر از سطح آب‌های آزاد ارتفاع دارند. به‌طور متوسط ارتفاع منطقه ۲۵۷۴ متر است. از نظر تقسیمات کشوری جزء استان قزوین و شهرستان قزوین می‌باشد. این حوضه در مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۵۴ ثانیه عرض شمالی قرار دارد (۸). شکل شماره ۱ موقعیت این حوضه را در استان قزوین و ایران نشان می‌دهد.



شکل ۱– موقعیت حوزه آبخیز رودبار الموت در ایران و استان قزوین

Figure 1. Position of the Roudbar Alamut Basin in Qazvin province and Iran

روش تحقیق

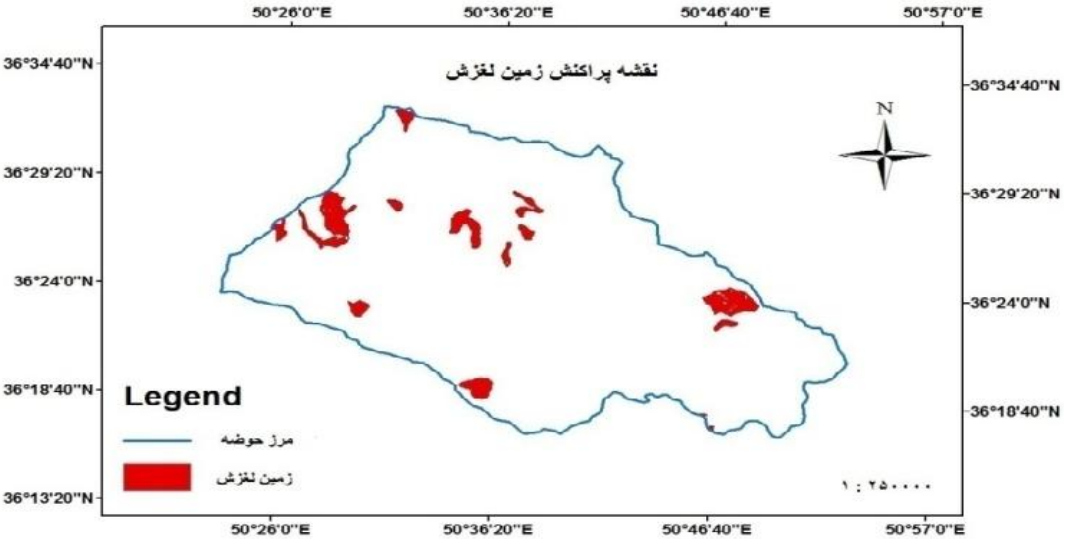
ابتدا با استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه توپوگرافی منطقه، مدل رقومی ارتفاع تهیه گردید. با بهره‌گیری از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، تفسیر عکس‌های هوایی تهیه و با مطالعات میدانی به وسیله GPS نقشه پراکنش زمین‌لغزش راست آزمایی گردید. شکل شماره ۲ نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های حوضه را نشان‌می‌دهد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل ۲- نقشه پراکنش زمین‌لغزش منطقه مورد مطالعه
Figure 2. Landslide distribution map of the study area

داده‌های ورودی این پژوهش شامل خاک، سنگ‌شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، حساسیت سنگ و خاک به عوامل فرساینده، بارندگی و کاربری اراضی بودند. که از طریق مطالعات میدانی، نقشه‌های زمین‌شناسی، DEM و سایر نقشه‌های مورد نیاز در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) آماده شدند.

لایه‌های سنگ‌شناسی و خاک

نقشه واحدهای سنگی منطقه با بهره‌گیری از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قزوین تهیه شد. واحد سنگی Mm.s.l که بیشتر سطح حوضه را در بخش میانی پوشانده است، حدود ۵۰ درصد از زمین‌لغزش‌ها در آن رخ داده است. شامل کنگلومرها و برش‌ها می‌باشد که با توجه به میزان سختی سیمان، انواع مختلفی دارند. رسوبات ریز دانه قرمز رنگ یکی از انواع آن است که در سمت جنوبی الموت‌رود مشاهده می‌شود. واحد سنگی Ebv شامل تشکیلات گچی می‌باشد و به دلیل خاصیت انحلال گچ، اشکال مورفولوژیکی خاص را بوجود آورده‌است. واحد سنگی Cb اغلب محتوی ماسه سنگ و شیل بوده که در میان لایه‌های آهک و دولومیت توده‌ای قرار گرفته‌اند و چون مدت طولانی در معرض فرسایش قرار داشته‌اند اغلب اشکال ملایم با خط‌الرأس‌های پهن و دامنه‌های منظم را بوجود آورده‌اند (۵). نقشه خاک منطقه با استفاده از نقشه خاک‌های ایران تهیه شد. در این حوضه سه رده خاک انتی سول، این‌سپتی‌سول و مولی‌سول دیده می‌شود. رده خاک‌های جوان یا انتی‌سول در بخش میانی حوضه و در دو طرف خط القعر رودخانه الموت‌رود گسترش یافته‌اند فرسایش شدید خاک در این بخش، از تشکیل و تکامل خاک جلوگیری نموده‌است. با افزایش فاصله از بخش میانی حوضه، خاک‌های کمی تحول یافته (این‌سپتی‌سول) تشکیل شده‌است. بیش از ۸۵ درصد لغزش‌ها در دو رده خاک‌های انتی‌سول و این‌سپتی‌سول به وقوع پیوسته است. رده خاک‌های مولی سول که با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی خاص بوجود می‌آیند در بخش‌های شمالی حوضه و در مناطق بسیار مرتفع دیده می‌شوند.

داده‌های حاصل از DEM

نقشه‌های شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع در محیط GIS تهیه گردید. لایه شیب در پنج طبقه کمتر از ۵، ۱۰- ۵، ۲۰-۱۰، ۴۰-۲۰ و بیشتر از ۴۰ درصد و نقشه جهت شیب در هشت طبقه جهات اصلی و فرعی و نقشه طبقات ارتفاعی در چهار طبقه کمتر از۱۵۰۰، ۲۵۰۰- ۱۵۰۰، ۳۵۰۰-۲۵۰۰، ۴۵۰۰-۳۵۰۰ و بیشتر از۴۵۰۰ متر طبقه‌بندی شدند.

لایه‌های عوارض خطی

با بهره‌گیری از شیپ فایل‌های آبراهه‌ها، گسل‌ها و جاده‌های ایران، نقشه‌های فاصله از آبراهه، گسل و جاده در منطقه مورد مطالعه، در محیط GIS با استفاده از دستور Euclidean Distance تهیه گردید.

نقشه کاربری اراضی

با استفاده از نقشه کاربری اراضی استان قزوین با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه کاربری اراضی منطقه تهیه و با بازدید میدانی تکمیل گردید. مراتع متوسط و فقیر با ۶۸٪ دارای بیشترین سطح کاربری و ۴۹٪ لغزش‌ها نیز در این کاربری اتفاق افتاده است.

نقشه بارندگی: با استفاده از نقشه منحنی‌های همباران به مقیاس ۲۵۰۰۰۰: ۱ نقشه بارندگی در پنج طبقه کمتر از ۴۰۰، ۵۰۰-۴۰۰، ۶۰۰-۵۰۰، ۷۰۰-۶۰۰ و بیشتر از ۷۰۰ میلی‌متر آماده گردید.

بعد از پردازش اولیه، نقشه‌ها به حالت رستری تبدیل گردیدند. در این حالت سطح حوضه به اجزا (پیکسل) ۵۰×۵۰ متر مربع تقسیم گردید. تعداد پیکسل‌های هر طبقه و نیز تعداد پیکسل کل حوضه از طریق جدول توصیفی نقشه های هر عامل تعیین گردید. درصد پیکسل‌های لغزشی و غیرلغزشی در هر طبقه از عوامل، نسبت فراوانی سطوح لغزشی به غیر لغزشی هر یک از طبقات عوامل مؤثر در زمین‌لغزش تعیین گردید. کلیه نسبت‌های مربوط به طبقات هر عامل را به صورت نزولی مرتب نموده و به آنها کدهایی از مجموعه اعداد طبیعی اختصاص داده شد. چون داده‌های خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه عصبی می‌گردند (۸). به همین جهت کلیه داده‌های خام استاندارد شدند. هدف از استاندارد سازی، تبدیل داده‌ها به اعدادی بین صفر و یک است (۱۵). برای نرمال سازی از رابطه شماره (۱) استفاده شد.

$$Z = \frac{Xi - Xmin}{Xmax \quad Xmin}$$ رابطه (۱)

که در آن:

Z = هر داده استاندارد شده،

x_i = هر داده غیر استاندارد،

x_{min} = کوچکترین مقدار داده‌ها،

X_{max}= بزرگترین مقدار داده‌ها،

کدهای استاندارد شده، برای استفاده در نرم افزار Matlab در قالب جدول اکسل در آمد. با تهیه دو نقشه لغزشی و غیر لغزشی دو ستون به اطلاعات جدول اکسل اضافه گردید. در تحقیق حاضر ازشبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چند لایه و الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا و تابع فعال غیر خطی مشتق‌پذیر سیگموئیدی، رابطه شماره (۲) استفاده گردید.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$ رابطه (۲)

بعد از نوشتن برنامه در محیط نرم‌افزار Matlab و ساختن شبکه و انجام مدل‌سازی شبکه، داده‌ها ترانهاده گردید. جهت انتخاب نمونه‌ها برای مرحله آموزش و آزمایش از روش تصادفی استفاده گردید. برای انتخاب تصادفی نمونه‌ها، در محیط نرم افزار متلب برنامه‌ای تنظیم گردید. در این تحقیق به صورت تصادفی ۷۰ ٪ داده های لغزشی و غیر لغزشی برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفت و از ۱۵٪ داده‌ها برای آزمایش شبکه و از ۱۵٪ داده‌های باقی‌مانده جهت اعتبارسنجی استفاده شد. با مطلوب بودن نتایج پیش‌بینی خطر وقوع زمین‌لغزش توسط شبکه، برای سایر نقاط منطقه مورد مطالعه نیز صورت گرفت. داده‌های حاصل از نرم‌افزار متلب به نرم‌افزار ArcGIS منتقل و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تهیه و در پنج کلاس خطر طبقه‌بندی گردید.

ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی

به منظور ارزیابی مدل شبکه عصبی از مجذور میانگین مربعات خطا (RMSe) و ضریب همبستگی استفاده شد که با بهره‌گیری از روابط شماره (۳) و (۴) تعیین می‌گردد.

$$RMSe=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\frac{(obs-pre)^2}{n}}$$ رابطه (۳)

رابطه (۴)

$$R=\frac{\sum_{i=1}^{n}(obs-\overline{obs})(pre-\overline{pre})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(obs-\overline{obs})^2\ \sum_{i=1}^{n}(pre-\overline{pre})^2}}$$

که در این روابط، RMSe: جذر میانگین مربعات خطا، obs: مقدار مشاهدات، pre: مقادیر پیش‌بینی و n: تعداد کل داده‌ها در مراحل آموزش و آزمایش و R: ضریب همبستگی می‌باشد. هر چقدر مقدار RMSe کوچکتر و R بزرگتر باشد نشان‌دهنده دقیق‌تر بودن پاسخ‌ها و نزدیک‌تر بودن مقادیر مشاهدات با مقدار پیش‌بینی‌ها می‌باشد.

نتایج و بحث

جهت تعیین نسبت تراکمی سطوح لغزشی به سطوح غیر لغزشی، نقشه پراکنش زمین‌لغزش با نقشه عوامل مؤثر در رویداد زمین‌لغزش تلفیق گردید. نتایج حاصل از این تلفیق در جدول ۱ و شکل‌های ۳ تا ۱۳ شامل نقشه‌های عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش ارائه شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

جدول ۱- نتایج حاصل از تلفیق نقشه پراکنش زمین‌لغزش با نقشه عوامل مؤثر در لغزش

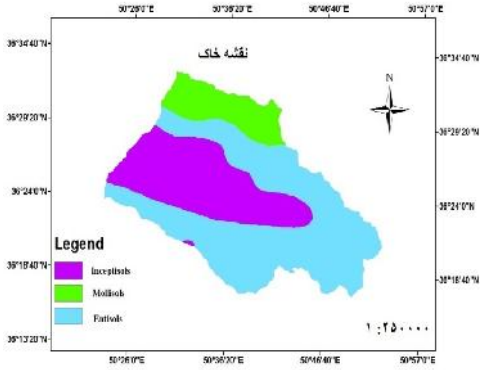
Table 1. Results of the integration of the landslide distribution map with the map of factors influencing landslide

لایه	طبقه	درصد پیکسل لغزشی	درصد پیکسل غیر لغزشی	نسبت فراوانی	کد
خاک	Entisols	۴۷/۴۱	۵۶/۴۴	۰/۸۴۰	۲
	Inceptisols	۴۸/۰۹	۳۰/۵۵	۱/۵۷۴	۳
	Mollisols	۴/۵۰	۱۳/۰۱	۰/۲۷۵	۱
سنگ شناسی	Pgkc	۴/۸۱	۰/۸۶	۵/۵۹۳	۶
	Qa.bv	۰	۰/۹۴	۰	۱
	Pr	۰	۱/۵۹	۰	۱
	Ek	۴/۰۰	۱۸/۴۱	۰/۲۱۷	۲
	Ekgy	۰	۱/۲۸	۰	۱
	Ebv	۳۳.۸۶	۲۵.۲۲	۱/۳۴۲	۴
	TRjs	۰	۲/۲۵	۰	۱
	Mm.s.l	۴۹/۰۹	۳۴/۵۹	۱/۴۱۹	۵
	Cb	۸/۲۴	۱۴/۸۶	۰/۵۵۴	۳
شیب	<۵	۰	۱/۰۱	۰	۱
	۵-۱۰	۷/۵۸	۲/۵۳	۲/۹۹۶	۵
	۱۰-۲۰	۲۶/۳۶	۹/۴۱	۲/۸۰۱	۴
	۲۰-۴۰	۳۹/۹۵	۳۱/۸۲	۱/۲۵۵	۳
	>۴۰	۲۶.۱۱	۵۵.۲۳	۰/۴۳۷	۲
جهت شیب	Flat	۰	۰/۰۱	۰	۱
	N (337.5-22.5)	۳/۹۸	۱۲/۷۶	۰/۳۱۲	۲
	N E (22.5-67.5)	۷.۶۹	۱۰.۹۵	۰/۷۰۲	۴
	E (67.5-112.5)	۸/۳۴	۸/۴۳	۰/۹۸۹	۶
	S E (112.5-157.5)	۱۶/۵۵	۱۰/۶۵	۱/۵۴۴	۸
	S (157.5-202.5)	۲۶/۲۱	۱۳/۹۳	۱/۸۸۱	۹
	S W (202.5-247.5)	۲۱/۱۵	۱۶/۴۶	۱/۲۸۵	۷
	W (247.5-292.5)	۱۱/۵۸	۱۴/۴۹	۰/۷۹۹	۵
	NW (292.5-337.5)	۴/۵۰	۱۲/۳۲	۰/۳۶۵	۳
طبقات ارتفاع	<۱۵۰۰	۷/۵۹	۱۰/۴۷	۰/۷۲۵	۲
	۱۵۰۰-۲۵۰۰	۵۳/۷۹	۴۳/۵۵	۱/۲۳۵	۴
	۲۵۰۰-۳۵۰۰	۳۷/۳۰	۴۱/۴۳	۰/۹۰۰	۳
	>۳۵۰۰	۱/۳۲	۴/۵۵	۰/۲۹۰	۱
فاصله از آبراهه	<۵۰	۲/۶۹	۶/۰۲	۰/۴۴۷	۱
	۵۰ -۱۰۰	۱/۵۸	۳/۴۷	۰/۴۵۵	۲
	۱۰۰-۲۰۰	۳/۴۵	۷/۴۵	۰/۴۶۳	۳
	۲۰۰-۴۰۰	۷/۶۳	۱۴/۵۹	۰/۵۲۳	۴
	>۴۰۰	۸۴/۶۵	۶۸/۴۷	۱/۲۳۶	۵
فاصله از جاده	<۱۰۰۰	۲۳/۸۵	۹/۲۵	۲/۵۷۸	۵
	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۷/۶۴	۸/۹۴	۱/۹۷۳	۴
	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۹/۱۲	۹/۲۱	۰/۹۹۰	۳
	۳۰۰۰ -۴۰۰۰	۳/۷۵	۹/۴۱	۰/۳۹۸	۱
	>۴۰۰۰	۴۵/۶۴	۶۳/۱۹	۰/۷۲۲	۲
حساسیت سنگ به فرسایش	بسیار مقاوم	۳۳/۸۶	۲۵/۲۳	۱/۳۴۲	۲
	مقاوم	۰	۰/۹۴	۰	۱
	متوسط تا مقاوم	۱۷/۰۵	۰/۷۹	۲۱/۵۸۲	۴
	متوسط	۴۹/۰۹	۳۲/۶۲	۱/۵۰۵	۳
	متوسط تا ضعیف	۰	۳۹/۱۵	۰	۱
	بسیار ضعیف	۰	۱/۲۸	۰	۱
بارندگی	>۴۰۰	۰/۰۸	۵/۰۶	۰/۰۱۶	۱
	۴۰۰-۵۰۰	۴۱/۲۵	۱۵/۰۰	۲/۷۵	۵
	۵۰۰-۶۰۰	۹/۶۹	۲۱/۶۸	۰/۴۴۷	۲
	۶۰۰-۷۰۰	۱۷/۰۴	۱۶/۰۹	۱/۰۵۹	۴
	۷۰۰-۸۰۰	۳۱/۹۴	۴۲/۱۷	۰/۷۵۷	۳
فاصله از گسل	<۵۰۰	۱۰/۷۳	۱۶/۷۹	۰/۶۳۹	۲
	۵۰۰ -۱۰۰۰	۶/۸۸	۱۳/۶۳	۰/۵۰۵	۱
	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۳/۳۹	۲۲/۲۷	۱/۰۵۰	۴
	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۴۱/۸۹	۲۸/۸۱	۱/۴۵۴	۵
	>۴۰۰۰	۱۷/۱۱	۱۸/۵۰	۰/۹۲۵	۳
کاربری اراضی	agri-bagh	۵/۶۸	۴/۵۴	۱/۲۵۱	۶
	Goodrange	۰	۰/۷۳	۰	۱
	goodrange-x	۲/۷۹	۴/۲۵	۰/۶۵۶	۳
	Bagh	۰	۰/۴۵	۰	۱
	Woodland	۰	۰/۵۳	۰	۱
	Agri	۵/۸۲	۰/۲۱	۲۷/۷۱۴	۹
	agri-x	۰	۰/۲۴	۰	۱
	modrange-x	۲۰/۷۱	۲۱/۴۲	۰/۹۶۷	۴
	bagh-x	۶/۳۷	۰/۵۴	۱۱/۷۹۶	۸
	Bareland	۰	۰/۰۰۰۴	۰	۱
	Poorrange	۳/۹۲	۳/۷۵	۱/۰۴۵	۵
	Rock	۰	۰/۴۷	۰	۱
	poorrange-x	۲۷/۱۷	۱۴/۲۰	۱/۹۱۳	۷
	Modrange	۲۷/۵۳	۴۸/۷۳	۰/۵۶۵	۲

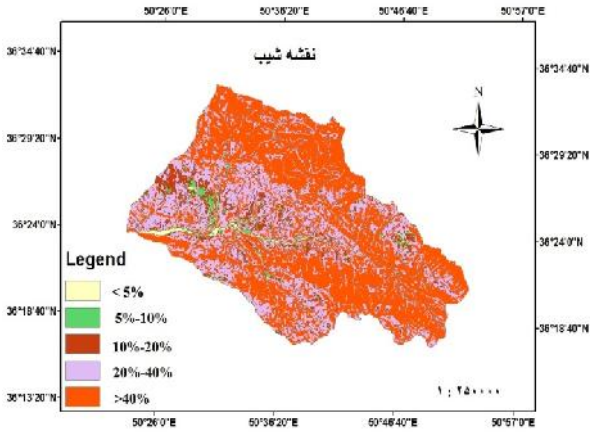
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

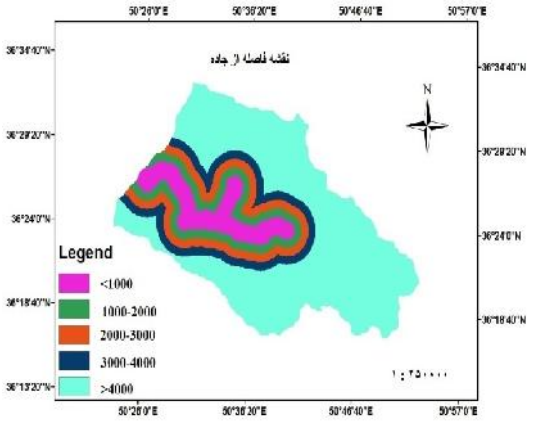
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل ۳- نقشه رده‌های خاک حوزه آبخیز الموت
Figure 3. Alamoot watershed soil orders map

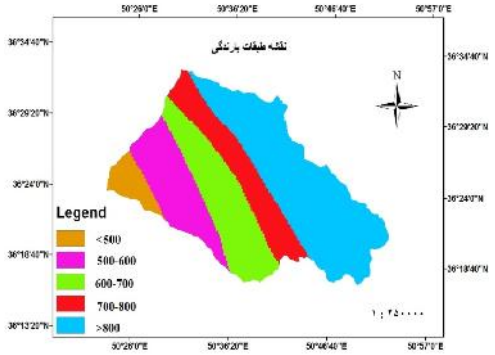


شکل ۴- نقشه شیب حوزه آبخیز الموت
Figure 4. Alamoot watershed slope map

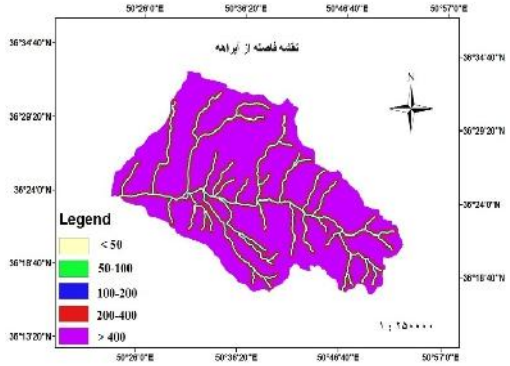


شکل ۵- نقشه فاصله از جاده حوزه آبخیز الموت
Figure 5. Alamoot watershed distance from road map

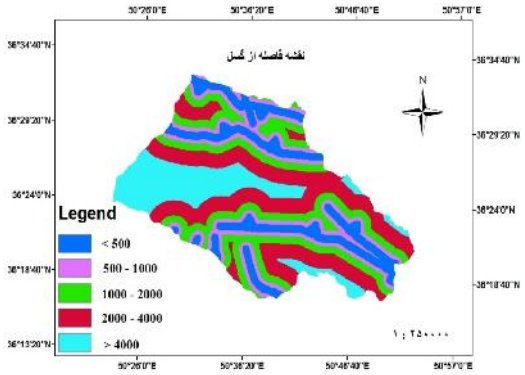
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل ۶- نقشه طبقات بارندگی حوزه آبخیز الموت

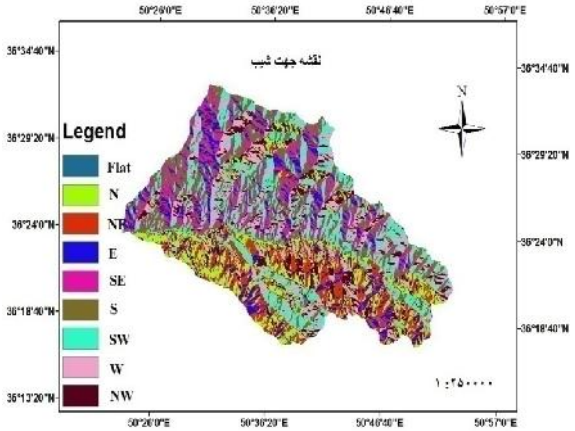


شکل ۷- نقشه فاصله از آبراهه حوزه آبخیز الموت
Figure 7. Alamoot watershed distance from river map

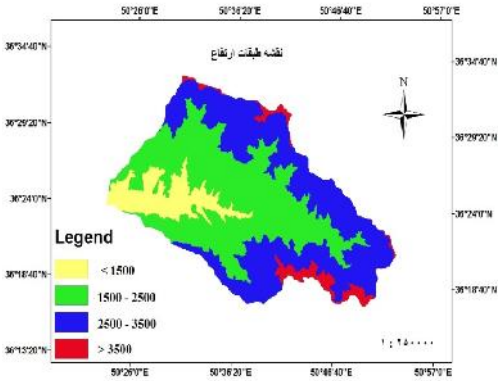


شکل ۸- نقشه فاصله از گسل حوزه آبخیز الموت
Figure 8. Alamoot watershed distance from fault map

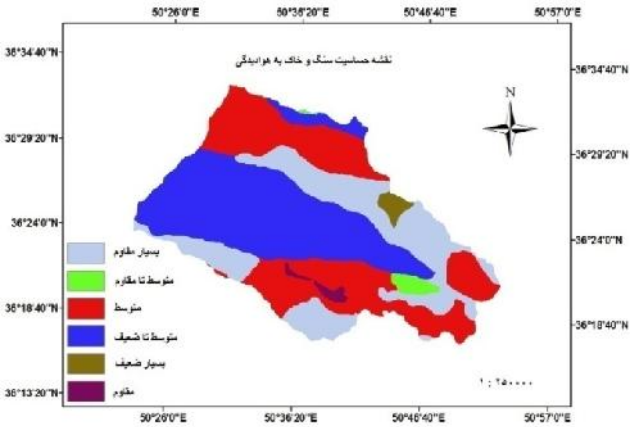
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل ۹- نقشه جهت شیب حوزه آبخیز الموت
Figure 9. Alamoot watershed aspect map

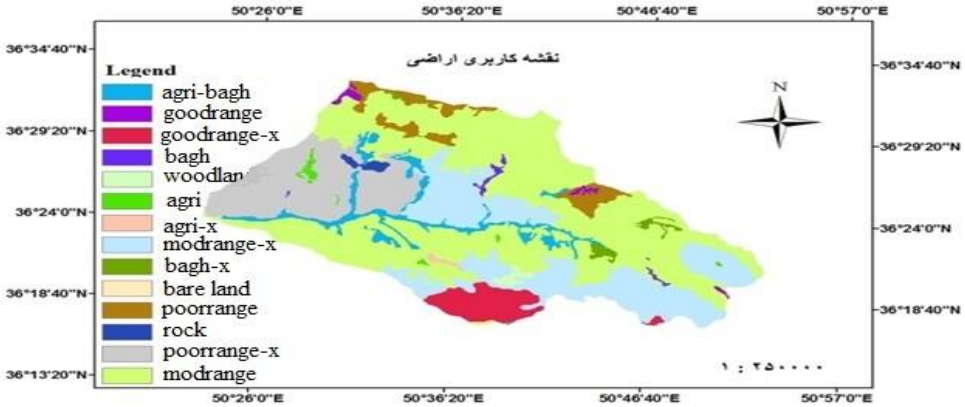


شکل ۱۰- نقشه طبقات ارتفاع حوزه آبخیز الموت
Figure10. Alamoot watershed height classes map

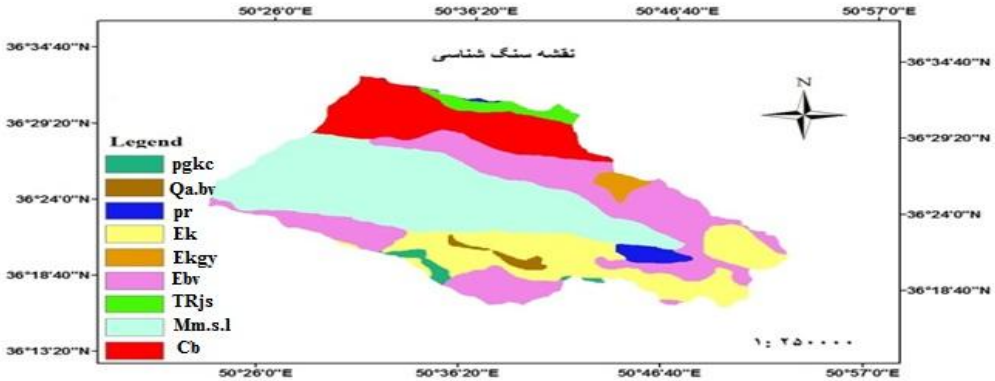


شکل ۱۱- نقشه حساسیت سنگ و خاک به هوادیدگی حوزه آبخیز الموت
Figure 11. Alamoot watershed rock and soil sensitivity map

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل ۱۲- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز الموت
Figure 12. Alamoot watershed land use map



شکل ۱۳- نقشه سنگ شناسی حوزه آبخیز الموت
Figure 13. Alamoot watershed lithology map

نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی مصنوعی

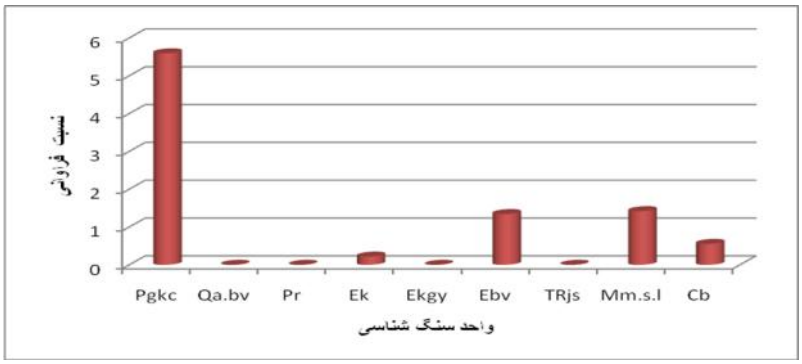
در این تحقیق از داده‌های ۲۸۸۱۹۵ پیکسل شامل، ۱۲۹۶۶ و ۲۷۵۲۲۹ به ترتیب پیکسل لغزشی و غیرلغزشی استفاده گردید. با نسبت $\frac{2}{3}$ و $\frac{1}{3}$ از پیکسل‌ها و به‌صورت تصادفی جهت آموزش و آزمایش شبکه انتخاب شدند. آماره‌های حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

شکل ۱۴- نمودار تغییرات مقادیر RMSE و تعداد نرون لایه پنهان با نسبت یادگیری LR=0.5
Figure 14. Chart of changes in RMSE values and number of hidden layer with learning ratio LR = 0.5

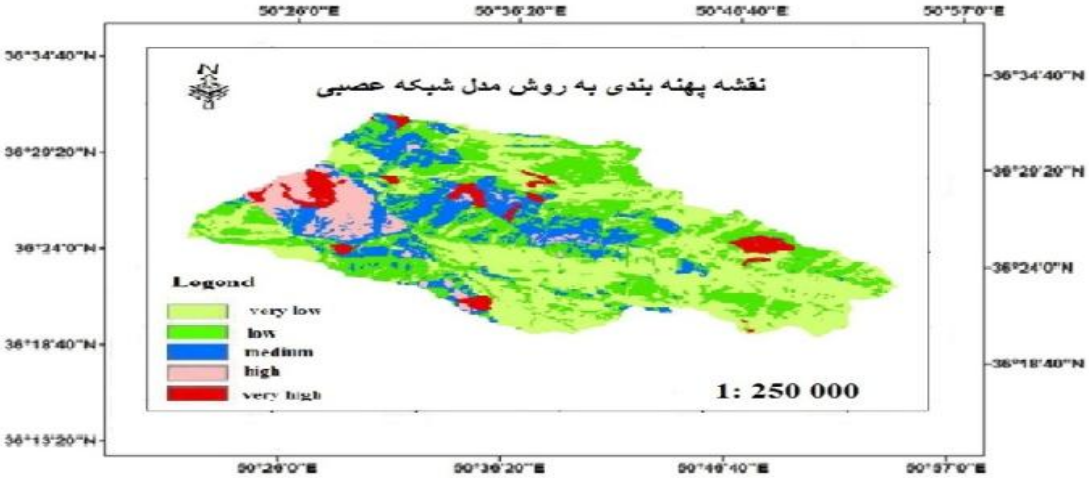
جدول ۲- درصد مساحت پهنه‌های خطر زمین‌لغزش در حوضه رودبارالموت
Table 2. Percentage of landslide hazard zones area in Roodbar Alamot basin

پهنه خطر	مبنای تقسیم‌بندی	تعداد پیکسل	درصد مساحت
خیلی کم	۰ – ۰/۲	۷۵۶۳	۲/۶
کم	۰/۲ – ۰/۴	۳۰۹۷۸	۱۰/۷
متوسط	۰/۴ – ۰/۶	۴۹۱۶۷	۱۷/۱
زیاد	۰/۶ – ۰/۸	۱۸۵۲۴۹	۶۴/۳
خیلی زیاد	۰/۸ – ۱	۱۵۲۳۸	۵/۳

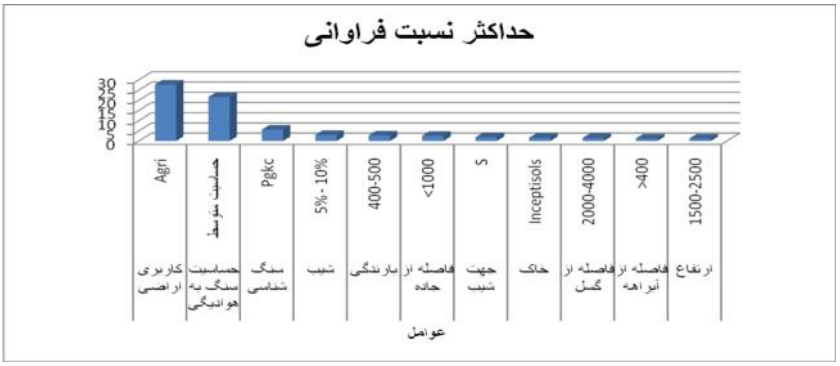


شکل ۱۵- رابطه بین نسبت فراوانی زمین‌لغزش با واحدهای سنگ‌شناسی
Figure 15. Relationship between the frequencies of landslides and lithology units

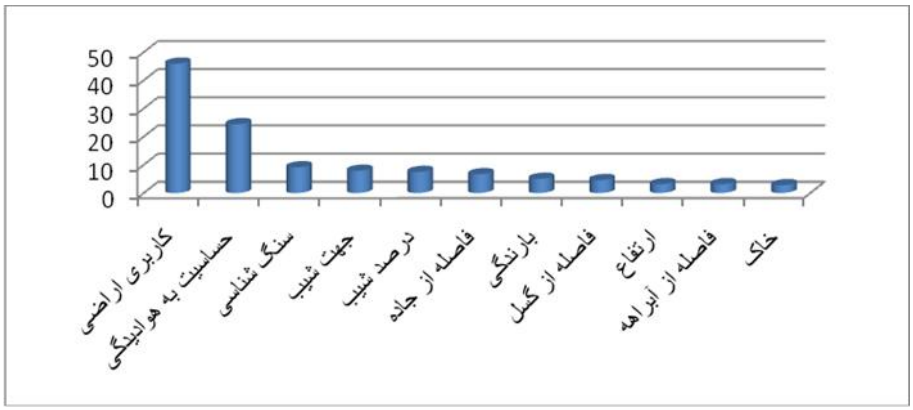
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]



شکل۱۶- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه رودبار الموت با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی
Figure 16. Landslide hazard zonation map in Roodbar Alamut Basin using Artificial Neural Network method



شکل ۱۷- حداکثر نسبت فراوانی طبقات عوامل مختلف
Figure 17. Maximum frequency ratio of different factor categories



شکل ۱۸- مجموع نسبت فراوانی طبقات عوامل
Figure 18. Total frequency ratio of factor categories

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

جدول ۳- آماره‌های حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی

Table 3. Artificial neural network statistics

نوع شبکه عصبی	قانون یادگیری	نسبت یادگیری	تابع انتقال	ساختار	R^2	RMSE
پرسپترون چند لایه	لونبرگ مارکوت	۰/۵	سیگموئید	۱-۷-۱۱	۰/۹۹۱۰	۰/۰۳۲۱

در این تحقیق ۱۱ عامل خاک، لیتولوژی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاع، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، کاربری اراضی، بارندگی و حساسیت سنگ و خاک به فرسایش برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس شاخص حساسیت به فرسایش که از مجموع فراوانی کلاس‌های هر عامل تعیین می‌گردد. هرچه این شاخص بزرگتر باشد نشان‌دهنده تاثیر بیشتر آن در رخداد زمین‌لغزش است. نتایج نشان می‌دهد که عوامل کاربری اراضی، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش و لیتولوژی با مجموع فراوانی ۴۵/۹۱ و ۲۴/۴۳ و ۹/۱۳ بیشترین همبستگی را با لغزش‌های منطقه دارند. نتایج پژوهش‌های مرادی و همکاران (۱۹) و حسن‌زاده و همکاران (۱۲) تأثیر زیاد کاربری اراضی را تأکید می‌کند. زارع و همکاران (۳۶) یکی از دلایل عمده وقوع لغزش‌ها در حوزه آبخیز واز را تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به باغات بیان نموده است.

مطالعه تغییر کاربری اراضی مراتع با پوشش متوسط تا فقیر بیش از ۸۵ درصد سطح حوضه را تشکیل می‌دهند. در این اراضی حدود ۸۰ درصد لغزش‌ها رخ داده است. بر اساس گزارش‌های موجود میزان چرای دام سنگین بوده و زمان بهره‌برداری در تمام طول سال که شرایط آب و هوایی میسر باشد صورت می‌گیرد و از سوی دیگر زادآوری گیاهان مرتعی کم می‌باشد (۵). اراضی با کاربری زراعی و باغ مجموعاً ۷ درصد از سطح حوضه را در بر می‌گیرد ولی در این طبقات حدود ۲۰ درصد لغزش‌ها اتفاق افتاده است. از نظر تاثیر در زمین‌لغزش نیز این طبقات دارای بیشترین وزن می‌باشد. در طبقات فاقد پوشش گیاهی مانند صخره‌های سنگی، لغزشی ثبت نشده است و مؤید این نکته است که زمین‌لغزش‌های این حوضه بیشتر از نوع لغزش خاکی می‌باشند. که با یافته‌های حاصل از گزارش بانک اطلاعاتی دفتر زمین‌لغزش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری (۷) مطابقت دارد. بررسی ارتباط بین عامل شیب با زمین‌لغزش نشان می‌دهد که ۸۵ درصد حوضه دارای شیب بیشتر از ۲۰ درصد می‌باشد و در این طبقات، ۷۵ درصد لغزش‌های حوضه رخ داده است. طبقه شیب ۱۰ تا ۲۰ درصد با وجود سطحی حدود ۱۰ درصد، از وزن بالا در بین سایر طبقات شیب برخوردار است. با توجه به سطح و وزن طبقات، این طبقه دارای بیشترین پتانسیل زمین‌لغزش در منطقه می‌باشد که با یافته‌های طیبا و همکاران (۳۱)، یمانی و همکاران (۳۵)، سوری و همکاران (۳۰) و سلمان ماهینی و عابدیان (۲۶) مطابقت دارد.

واحدهای سنگی Pgkc، Mm.s.l، Ebv و Cb به‌ترتیب دارای بیشترین نسبت تراکمی در بین واحدهای سنگی حوضه می‌باشند و از نظر سطوح لغزشی نیز حدود ۹۵ درصد لغزش‌ها در این واحدها رخ داده‌است. اهمیت زیاد عامل زمین‌شناسی با یافته‌های مصطفایی و اونق (۲۰)، صدوق و همکاران (۲۴)، حجازی (۱۳)، امیراحمدی و همکاران (۲) عابدینی و ستایشی (۱) مطابقت دارد. درصورتی که نتایج پژوهش مقیمی و همکاران (۱۷) تأثیر عامل زمین‌شناسی را در ایجاد زمین لغزش کم ارزیابی می‌کنند. خاک به عنوان عامل تشدید کننده نیز با تاثیری که بر روی عوامل دیگر از جمله پوشش گیاهی و کاربری اراضی دارد، نقش مهم خود را در وقوع لغزش ایفا می‌کند، که تأثیر آن را در عامل حساسیت سنگ و خاک به عوامل فرساینده نشان می‌دهد که در مرتبه دوم اهمیت عوامل مؤثر در لغزش‌های منطقه قرار دارد. بر اساس نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با مدل شبکه عصبی مصنوعی، به ترتیب ۲/۶، ۱۰/۷، ۱۷/۱، ۶۴/۳ و ۵/۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفت. قرار گرفتن حدود ۷۰ درصد از سطح منطقه در کلاس‌های خطر زیاد و خیلی زیاد مؤید این موضوع است که منطقه از نظر رخداد زمین لغزش نیاز به توجه دارد و در برنامه‌های توسعه شهری و روستایی جهت احداث زیرساخت‌ها و تغیر در کاربری اراضی دقت بیشتری گردد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

منابع

1. Abedini, M. and H. Setayeshi. 2014. Landslide hazard zonation with hierarchical analysis model (case study: Golgeh watershed). Geography and Planning, 49: 139-165 (In Persian).
2. Amirahmadi, A., M. Mohammadnia and L. Solgi. 2015. Preparation of landslide sensitivity map using frequency ratio and analytical hierarchy process compilation model. Applied Geomorphology of Iran, 5: 45-58 (In Persian).
3. Crosta, B.G. 2009. Dating, triggering, modeling and hazard assessment of large landslides. Geomorphology, 103: 1-4.
4. Emami, S. N., A. Jalalian and A. Khosravi. 2016. The Role of Soil Chemical and Physical Characteristics in Landslide Occurrence (Case Study: Afsar Abad Area in Chaharmahal and Bakhtiari Province), Journal of Watershed Management Research, 7(13): 182-192 (In Persian).
5. Forests, Range and Watershed Management Organization. 1996. Combined report of erosion and sedimentation of Alamoutrood basin, 87 pp (In Persian).
6. Forests, Range and Watershed Management Organization. 2010. Jutan Watershed Executive Studies, Geology, Geomorphology, Pedology, Land Capability and Vegetation, 196 pp (In Persian).
7. Forests, Range and Watershed Management Organization .2016. Iran Landslides Database Report, 135 pp (In Persian).
8. Ghahramani, S. and M.R. Servati. 2009. Study of geomorphology and erosion in Alamout River basin. Land Geographic Quarterly, 45-61 (In Persian).
9. Golabi, M.R., A.M. Akhondali and F. Radmanesh. 2013. Comparing the performance of different artificial neural networks algorithms in modeling the rainy season, case study: selected stations in Khozestan province. Journal of Geographical Sciences and Applied Research, 30: 151-169 (In Persian).
10. Gomez, H., T. Kavzoglu and P. Mather. 2002. Artificial neural networks in landslide hazard zonation in the Venezuelan Andes, Abstracts of 15th International Conference on Geomorphology, Geomorph. Uni, 22(4): C-76.
11. Guzzetti, F. 2005. Landslide hazard and risk assessment. Dissertation. Anungo, D.P. Arora, M.K. Gupta, R.P. Sarkar, S. 2008. Landslide risk assessment using concepts of danger pixels and fuzzy set theory in Darjeeling Malayas.Landslides, 5: 407-416.
12. Hasanzadeh, M.H., M. Chabok and Z. Ebrahimi. 2012. Landslide hazard zonation using SMCE model, Case study: shalmanrood basin. Water and soil conservation, 19(1): 99-116 (In Persian).
13. Hejazi, S.A. 2014. Landslide hazard zonation in Ahar city, goyjabel Basin using geographic information system (GIS). Geography and Planning Journal, 50: 135-152 (In Persian).
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. Menhaj, M.B. 2002. Fonundations of neural networks. Amirkabir University Press, 715 pp (In Persian).
16. Misaghi, F. 2002. Simulation of rainfall-runoff for river rotating using artificial neural networks. M. Sc., Tarbiat Modares University, 46 pp (In Persian).
17. Moghimi, E., S. Bagheri and T. Safarzadeh. 2012. Landslide hazard zonation using entropy model, Case study: Northwest Zagros. Journal of Natural Geography Research, 79: 77-90 (In Persian).
18. Mohammadi, M., H.R. Moradi, S. Feiznia and H.R. Pourghasemi. 2009. Prioritize the factors affecting the landslide and prepared a risk map using the information value and AHP models, Haraz watershed. Earth Science, 74: 27-32 (In Persian).
19. Moradi, H.R., A.R. Sepahvand and P. Abdolmaleki. 2012. Investigating the effect of number of input factors on the accuracy value of artificial neural network for landslide hazard zonation: Case study: Haraz watershed. Pasture and Watershed Management, 65(2): 231-243 (In Persian).
20. Mostafaei, J. and M. Ownegh. 2011. Assessment and prediction of landslide risk using regression model and analytical hierarchy process, Case study: Alamoot Basin. Engineering and Watershed Management, 3(3): 149-159 (In Persian).
21. Nilsen, T.H., F.H. Wright, C. Vlasic and W. Spangle. 1979. Relative slope stability and landuse planning in the San Francisco Bay region. California: U.S Geological Survey Professional.
22. Raghuvanshi, T.K., L. Negassa and P.M. Kala. 2015. GIS based grid overlay method versus modeling approach-a comparative study for landslide hazard zonation (LHZ) in Meta Robi District of West Showa Zone in Ethiopia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 18: 235-250.
23. Rajabi, M. and M. Feizolahpoor. 2014. Landslide hazard zonation of Givchay River basin using multi-layer perceptron model of back-propagation type. Geography and Development, 36: 161-180 (In Persian).
24. Sadoogh, H., A.R. Azimpoor, A. Dallaloghlo and M.R. Servati. 2009. Evaluation of AHP Model in Landslide hazard zonation, (Case Study: Ahar Chay Basin). Geographic Space Magazine, 9(26): 71-87 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

25. Safavi, S.M. 1997. Assessment of the landslide hazard in the Damavand Basin. M.Sc. Thesis, IITC, Enschede, the Netherland (In Persian).
26. Salman-Mahini, A. and S. Abedian. 2013. Landslide hazard zonation using the potential risk index for environmental planning. Environmental Management and Planning, 8(2): 5-16 (In Persian).
27. Shariat Jafari, M. 2006. Foundations and principal of sustainability natural systems. Tehran Sazeh, Tehran. Iran (In Persian).
28. Shirani, C. and A. Saif. 2012. Landslide hazard zonation using statistical methods in Pishkouh area, Fereydon-shahr. Earth Sciences, 85: 149-158 (In Persian).
29. Souri, S., G.R. Lashkaripoor, M. Ghafori and T. Farhadian Nezhad. 2011. Landslide hazard zonation using artificial neural network model in Nogian basin. Geological Engineering, 5(2): 1269-1286.
30. Souri, S., S. Baharvand and T. Farhadian Nezhad. 2013. Landslide hazard zonation using fuzzy logic, Case study: Cham Sangar basin. Journal of RS and GIS Natural Resources, 4(4): 47-60 (In Persian).
31. Tayeba, A.R., M. Dadashi, S.F. Noorbakhsh, A.A. Jamali and A. Hasanabadi. 2015. Landslide hazard zonation using the Multi-criteria Land scale assessment (SMCE) Case study: Chahar-Mahal and Bakhtiari Province Bonn Basin. Geography and Environmental Planning, 26(1): 105-116 (In Persian).
32. Vahidnia, M.H., A. Alesheikh, A. Alimohammadi and F. Hosseini. 2009. Landslide hazard zonation Using Quantitive Methods in GIS. International Journal of Civil Engineering, 7(3): 176-189 (In Persian).
33. Varnes, D.J. 1984. Landslide Hazard Zonation: A Riview of Principles and Practice, Unaited Nations Educationnal, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), France.
34. Xilin, L., S. Wang and X. Zhang. 1992. Influence of geologic factors on landslide in zhaotong, Yunnan province, China. Environmental Geology and Water Sciences, 19: 17-20.
35. Yamani, M., A.A. Shamsipoor, A. Goorabi and M. Rahmati. 2014. Determine the boundary of landslide hazard zonation in the path Khorram Abad-PaulZal freeway with analytical hierarchy process-Fuzzy Method. Journal of Applied Geosciences Research, 32: 27-44 (In Persian).
36. Zare, M., A.R. Moghaddamnia, S. Tali Khoshk and H. Salmani. 2015. Landslide Hazard Assessment by using Neuro-Fuzzy Technique in VazWatershed. Journal of Watershed Management Research, 6(11): 101-110 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]

[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]

Application of Artificial Neural Network in Study Phenomenon of Landslide and Risk Modeling using Geographic Information System (GIS), Case Study: Alamoot Rood Watershed

Mahmood Eslami[1], Shadfar Samad[2], Ali Mohammadi Torkashvand[3] and Ebrahim Pazira[4]

1- Ph.D. Student of Physics and Soil Conservation, Department of Pedology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran
2- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, (Corresponding author: shadfar@scwmri.ac.ir)
3 and 4- Associate Professor and Professor, of Department Pedology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran
Received: December 24, 2017 Accepted: July 25, 2018

Abstract

One of the natural disasters that occurs in abundance in Iran, due to the geological structure, morphological and seismic conditions, and damages the lives and property of people is a landslide. Roodbar Alamoot watershed in the east of Qazvin province is a mountainous region with a high potential for occurrence of landslides. Because of their active status, there is also a growing trend of landslide occurrence and damage to rangeland, agricultural lands and residential areas. In this research, landslide survey was conducted using Artificial Neural Network model (ANN). Soil, geology, slope, aspect, elevation classes, linear parameters including distance from the river, distance from the fault, distance from the road, sensitivity of the rocks to erosion, rainfall and land use as factors affecting landslide. Using artificial neural network model with the multiple-layer perceptron structure and back propagation learning algorithm, landslide hazard zonation was performed. The results showed that the arrangement of 11-7-1 with active sigmoid function is the best structure for studying the phenomenon of landslide in this study area. The training, test and validation of the model were performed with 15, 15 and 75 Percentage of data that randomly selected. After optimizing the network structure, standardized information was provided to the network. Based on the results of landslide hazard zonatin with Artificial Neural Network model, respectively, 6.2, 10.7, 17.1, 64.3 and 5.3 percent of the area placed in the very low, low, moderate, high and very high risk classes. The network has 0.5 learning ratio, 7 neurons in the hidden layer and the least amount of error in the experiment (RMSe = 0.0321)

Keywords: ANN, Back Propagation Learning Algorithm, Land Use, Linear Parameters, Perceptron Structure

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1398.10.19.17.0]
[DOI: 10.29252/jwmr.10.19.117]