دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مقایسه روش‌های مورا و وارسون و رگرسیون چندمتغیره در پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز کن

م. ر. جوادی[۱]، ه. طهرانی پور[۲]، ش. ع. غلامی[۳] و م. ع. فتاحی اردکانی[۴]

۱- استادیاردانشگاه آزاداسلامی واحد نور، نویسنده مسئول: javadi.desert@gmail.com
۲ و ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۴- کارشناس ارشد آبخیزداری سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری

چکیده

شناخت نواحی مستعد وقوع زمین‌لغزش یکی از اقدامات اولیه در مدیریت منابع‌طبیعی و برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای و عمرانی است. با توجه به اهمیت تشخیص مناسب‌ترین روش برآورد صحیح خطر زمین‌لغزش، در این تحقیق میزان کارایی دو روش‌پهنه بندی خطر زمین‌لغزش شامل روش مورا و وارسون و روش رگرسیون چند متغیره مقایسه گردید. بدین منظور ابتدا محدوده‌های لغزشی با استفاده از عکسهای هوائی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و برداشت‌های صحرایی صورت گرفته توسط GPS در محیط نرم‌افزاری ARCGIS ترسیم گردید. در این تحقیق، به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه‌ی مورد مطالعه با کاربرد روش‌های مورا و وارسون و رگرسیون چندمتغیره، اقدام به تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی موثر در هر روش و سپس اقدام به وزن‌دهی لایه‌ها و پهنه‌بندی منطقه‌ی تحقیق گردید. ارزیابی نتایج حاصل از مدل‌های پهنه بندی خطر زمین‌لغزش با بهره‌گیری از نمایه جمع کیفی (Qs) و معیار ضریب همبستگی، حکایت از تناسب بیشتر نتایج مدل رگرسیون چندمتغیره در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه مورد مطالعه دارد. بر این اساس منطقه‌ی مورد مطالعه مشتمل بر شش طبقه خطر زمین‌لغزش می‌باشد. بدین ترتیب با انتخاب بهترین روش پهنه‌بندی، می‌توان برای مدیریت پهنه‌های آبخیز و مقابله با خطر زمین‌لغزش با صرف هزینه و زمان کمتر به نتایج مطلوب‌تری دست یافت.

واژه‌های کلیدی: زمین‌لغزش، روش مورا و وارسون، رگرسیون چندمتغیره، حوزه آبخیز کن

مقدمه

ناپایداری دامنه‌های طبیعی، یکی از پدیده‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی است که در تغییر شکل ظاهری سطح زمین نقش موثری دارد و زمانی که از فعالیت‌های انسانی تاثیر پذیرد، پدیده‌ای خطرناک می‌باشد (۲). زمین لغزش به حرکت نسبتاً سریع مواد دامنه، اعم از خاک و سنگ اطلاق می‌گردد که

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

تحت تاثیر مستقیم نیروی ثقل به طرف پایین صورت می‌گیرد (۱۰). طبق این تعریف، خزش (به علت کند بودن حرکت آن)، فرونشست (به علت دامنه‌ای نبودن آن)، پدیده های مرتبط با یخ زدگی و توده های حرکت کرده توسط آب یا باد (به علت مستقیم نبودن تاثیر ثقل در حرکت آنها) زمین‌لغزش محسوب نمی‌گردد. این تعریف انواع مختلف حرکات توده‌ای از قبیل ریزش، لغزش، جریان‌های واریزه ای گلی، واژگونی و غیره را شامل می‌گردد (۵).

برهم زدن گستره سیستم آب و خاک در طبیعت، تخریب جاده‌ها، بزرگراه‌ها، مناطق مسکونی، خطوط انتقال انرژی، سازه‌های مهندسی، تخریب پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی، رسوبزایی، تسریع فرسایش و انتقال گسترده رسوبات به پشت سدها از جمله خسارات و خطرات مستقیم ناشی از این پدیده است.

کشور ایران بدلیل شرایط خاص زمین‌شناسی، توپوگرافی و آب و هوایی از کشورهای مهم زمین‌لغزش‌خیز است و سالانه خسارات قابل توجهی بر اثر بروز زمین‌لغزه گزارش می‌شود.

با توجه به رخداد زمین‌لغزش با ابعاد بزرگ، کنترل و علاج بسیاری از موارد از توان بشر خارج بوده و از این رو نیاز به سیستم‌های مدیریتی و پیشگیری روز به روز بیشتر احساس می‌شود. یکی از راه‌های کاهش خسارت زمین‌لغزش‌ها، شناسایی مناطق دارای پتانسیل ناپایداری می‌باشد (۹). شناسایی پهنه‌های دارای پتانسیل خطر زمین‌لغزش به روش‌های مختلفی انجام می‌شود (۴). کریمی سنگ‌چینی (۵) خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز چهل چای را با مدل آماری چندمتغیره رگرسیون گام به گام به منظور مدیریت خطر و خسارت زمین‌لغزش مورد ارزیابی قرار داد.

تاکنون بسیاری از روش‌های بهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش توسط محققین با هم مقایسه شده‌اند. به طوریکه سوری و همکاران (۷) با بررسی روشهای مختلف آماری و تجربی پهنه بندی خطر زمین لغزش روش موراوارسون را برای محدوده حوزه آبخیز کشوری (نوژیان) در استان لرستان مناسب تشخیص ندادند. سفیدگری (۸)، با مقایسه روش‌های آماری دو متغیره (ارزش اطلاعاتی)، آماری چندمتغیره، کاناگاوا، حائری- سمیعی، حائری- سمیعی اصلاح شده و تحلیل پراکنش زمین‌لغزش‌ها در منطقه دماوند استان تهران، روش آماری چند متغیره را به عنوان روش با بالاترین میزان دقت مشخص نمود. مصفایی (۶)، با استفاده از مدل‌های آماری و موراوارسون کارایی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش را در حوزه آبخیز الموت بررسی نموده و مدل رگرسیون چندمتغیره را به عنوان بهترین روش مشخص نمود. اشقلی فراهانی (۱)، روش‌های تئوری فازی، آماری دومتغیره، آماری چندمتغیره خطی، حداقل مربعات وزن‌دار، تحلیل ممیزی لجستیک با داده‌های گسسته و پیوسته و منطق فازی را به منظور ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقه رودبار مورد استفاده قرار داد و در نهایت مشخص نمود که روش رگرسیون لجستیک بالاترین میزان دقت را دارد. حسن‌زاده (۳)، با روش آماری چندمتغیره اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز شلمان‌رود نمود و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

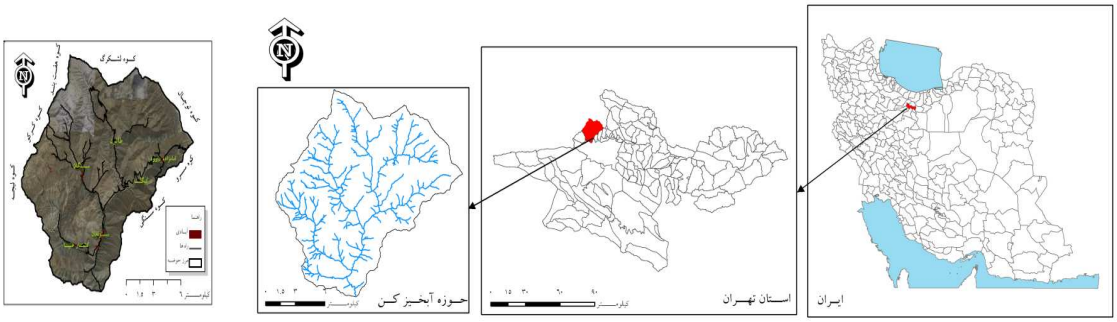
پس از چک کردن آن با نقشه پراکنش زمین لغزش‌های آن، مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن رضایت‌بخش بوده است. نظر به نتایج تحقیقات محققین مختلف مشخص می‌گردد که در هر یک از مناطق روش خاصی برای بررسی خطر زمین‌لغزش مناسب‌تر می‌باشد.

در حوزه آبخیز کن نیز به دلیل اهمیت آن از لحاظ موقعیت جغرافیایی که در شمال‌غرب تهران واقع شده و اجرای طرح‌های مختلف اقتصادی از جمله ساختمان‌سازی و راهسازی و در نتیجه ارزشمند شدن اراضی، با تجاوز به اراضی ملی و تغییر کاربری اراضی، سیمای کلی منطقه تغییر یافته است. کلیه این مسائل موجب ناپایداری بیشتر دامنه‌ها شده و بدین ترتیب وقوع انواع زمین‌لغزش و بروز خطرات ناشی از آنها، بررسی مناطق مستعد زمین لغزش از نظر وسعت و شدت آنها را حایز اهمیت نموده است، در این تحقیق برای تعیین روش مناسب برای برآورد خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز کن، دو روش پهنه‌بندی مورا و وارسون و رگرسیون چندمتغیره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

- مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کن با مساحت ۲۰۴۰۲ هکتار در فاصله بین ´۱۰ °۵۱ تا ´۲۳ °۵۱ طول شرقی و ´۴۶ °۳۵ تا ´۵۸ °۳۵ عرض شمالی و در شمال‌غرب شهرستان تهران قرار دارد. مهمترین رودخانه منطقه رودخانه سولقان است که بعد از دریافت آب از چند شاخه فرعی مثل کیگا، رندان، سنگان و عبور از روستای سولقان و دریافت آب از شاخه فرعی‌کشار در پایین دست سولقان، در محل روستای کن، به نام رودخانه کن نامیده شده و به دشت تهران وارد می‌شود. شیب و ارتفاع متوسط حوزه به ترتیب ۵۸ درصد و ۲۴۱۶ متر از سطح تراز دریا می‌باشد. موقعیت حوزه آبخیز کن در ایران و استان تهران در شکل (۱) آورده شده است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در ایران و استان تهران.

برای تهیه نقشه توزیع مکانی کلاس خطر زمین لغزش در ابتدا بایستی پارامترهای مؤثر در ایجاد ناپایداری دامنه‌ها در منطقه را تعیین و لایه‌های مورد نظر را

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

تهیه نمود. بنابراین به منظور تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش و مقایسه روش‌های مورد نظر، مراحل زیر مورد انجام قرار گرفت.

- تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز

بدین منظور از یک سو اقدام به تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها در منطقه مورد مطالعه براساس تفسیر عکس‌های هوائی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ (تهیه شده در دهه ۱۳۴۰) و ۱:۵۰۰۰۰ (تهیه شده در دهه ۱۳۳۰)، نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی و پایش میدانی با استفاده از GPS گردید و از سوی دیگر لایه‌های اطلاعاتی مدل رقومی ارتفاع، طبقات شیب، سنگ شناسی، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، طبقات ارتفاعی، اختلاف ارتفاع نسبی، همباران متوسط سالانه، همباران حداکثر ۲۴ ساعته، ضریب تجمعی میانگین بارندگی و حداکثر شتاب افقی زمین با بهره گیری از نرم افزار Arc GIS 9/3 تهیه گردید.

برای تهیه نقشه‌های فاصله از آبراهه، پستی و بلندی، شیب و طبقات ارتفاعی از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیائی ارتش استفاده شده است. به طوریکه در ابتدا نقشه‌های منحنی میزان و نقاط ارتفاعی و آبراهه استخراج شد و سپس با روش درون‌یابی، اقدام به تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاع گردید و نقشه شیب و طبقات ارتفاعی و پستی و بلندی منطقه تهیه شد. در تهیه این نقشه‌ها از پیکسل سایز ۱۰ متری بهره گرفته شده است. با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS علاوه بر نقشه‌های مذکور، لایه‌های فاصله از آبراهه نیز تهیه و به علاوه مقادیر طول آنها محاسبه گردید.

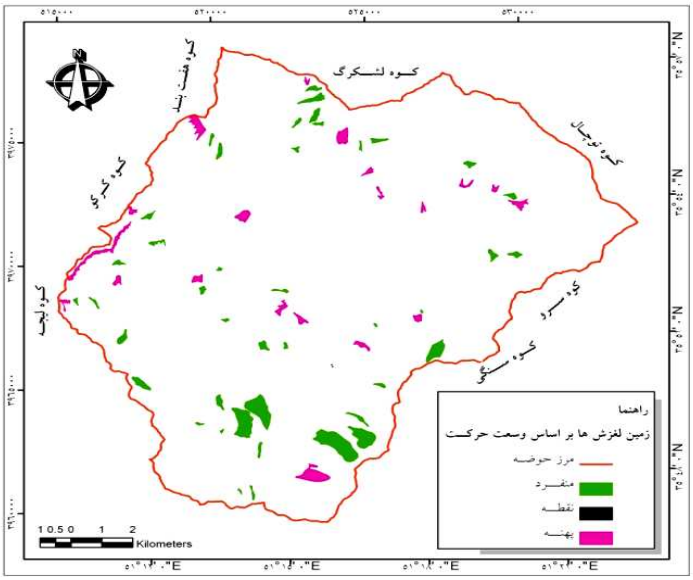
نقشه همباران ماهانه و سالانه با استفاده از آمار بارندگی ماهانه و سالانه ایستگاههای منطقه مطالعاتی تهیه گردید. بدین صورت که مقدار بارندگی در هر ایستگاه طی دوره مشترک آماری از سالنامه آماری هواشناسی استخراج و از طریق روابط گرادیان بارندگی بدست آمده لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه شد. نقشه‌های زمین شناسی، گسل و درزه‌های حوزه آبخیز کن با استفاده از نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰ :۱ تهران تهیه و با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی تدقیق گردید. بدین ترتیب مهمترین گسله‌های منطقه و پراکنش آنها شامل گسله امامزاده داوود، راندگان پورکان وردیج، گسله کیگا، گسله رندان، گسله کشار، گسله عقیل مشخص گردیدند. خردشدگی و تراکم درزه‌ها و همچنین بیشترین زمین‌لغزش‌ها عمدتا در نواحی گسله‌ای منطقه دیده شده است. در خصوص برآورد مقدار زلزله، بزرگی زمین لرزه‌ای که در اثر گسلش بخشی از درازای گسل ایجاد می‌شود به طول قسمت گسلش یافته و همچنین به بیشترین جابجایی نسبی آن بستگی دارد. بدین ترتیب بزرگی زلزله با استفاده از روابط بربریان و خادمی تعیین گردید.

- تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها

در محدوده حوزه آبخیز کن شرایط ناپایداری دامنه‌ها به صورت پدیده‌های

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

ریـزش، لغـزش و جریـان حـاکم اسـت بـه طوریکه بـا اسـتفاده از عکسـهای هـوائی بـا مقیاسـهای ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و انجـام بازدید صحرائی و با استفاده از جـی.پـی.اس نقشه پراکنش زمین لغـزش‌هـا در محـدوده مورد مطالعه تهیه گردید (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها در حوزه آبخیز کن براساس وسعت حرکت.

- تهیه نقشه خطـر زمـین‌لغـزش بـه روش رگرسیون چندمتغیره

این روش رابطـه یـک متغیـر وابسـته و مجموعـه‌ای از متغیرهـای مسـتقل را بطـور همزمان مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهـد. متغیر وابسته مرتبط با نقشه پراکنش زمـین لغزش هـا و متغیرهـای مسـتقل مـرتبط بـا لایه‌های اطلاعـاتی شـیب، زمـین شناسـی، فاصله از آبراهـه، فاصـله از گسـل، حـداکثر شتاب زلزله، حداکثر بارنـدگی ۲۴ سـاعته و طبقات ارتفاعی می‌باشد. بـرای تهیـه مـدل رگرسیون چند متغیره از روش گام بـه گـام استفاده گردید. بـه طوریکـه از بـین عوامـل مذکور، چهار متغیـر وابسـته، شـامل زمـین شناسی (واحدهای سنگی)، طبقات ارتفاعی، حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته و شـتاب زلزلـه بعنوان عوامل مؤثر (اشکال ۳ تـا ۶) توسـط مدل رگرسیون خطی چند متغیـره معرفـی گردید (معادله ۱):

$$Y= 3/680- 0/149\ (P1) + 0/282\ (P2) - 0/149\ (P3) - 0/171\ (P4)$$

که در آن:

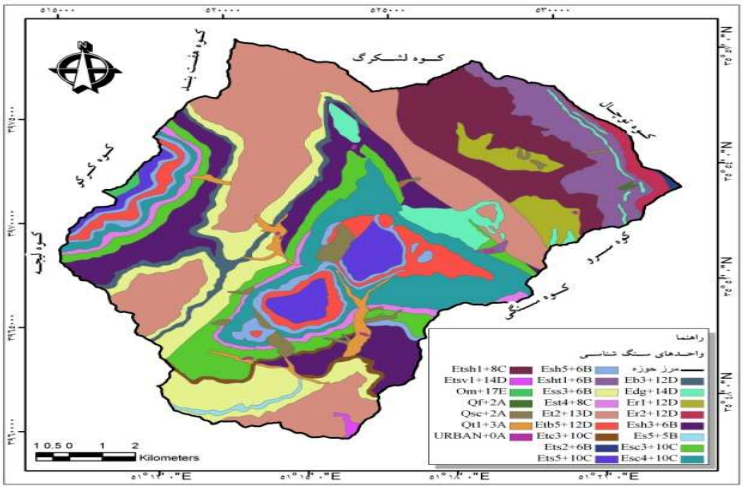
P1: هیپسومتری (متر)

P2: زمین شناسی

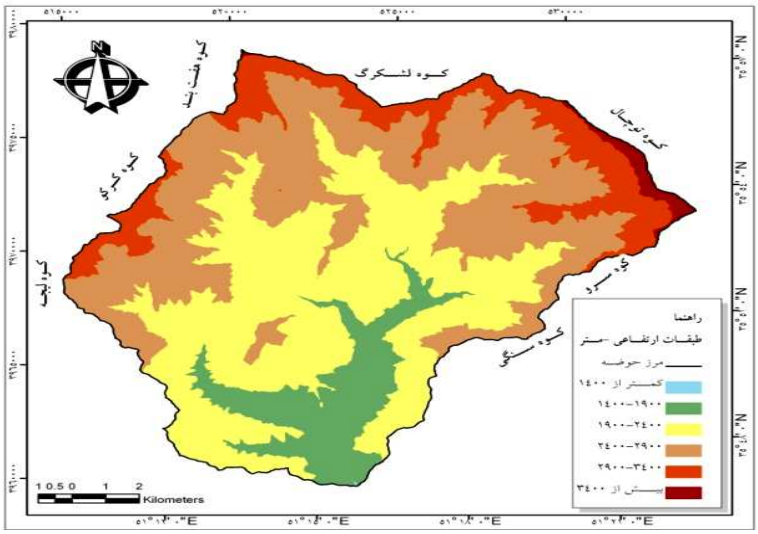
P3: حـداکثر بـارش ۲۴ سـاعته (برحسـب میلی‌متر)

P4: شتاب زلزله (g)

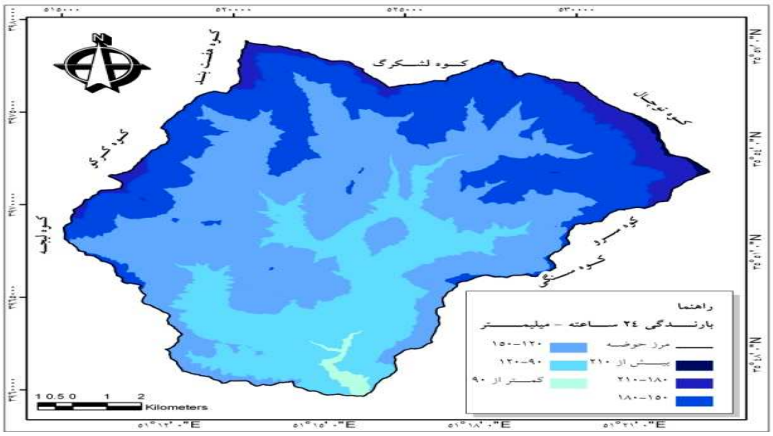
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۳- نقشه زمین شناسی حوزه آبخیز کن.

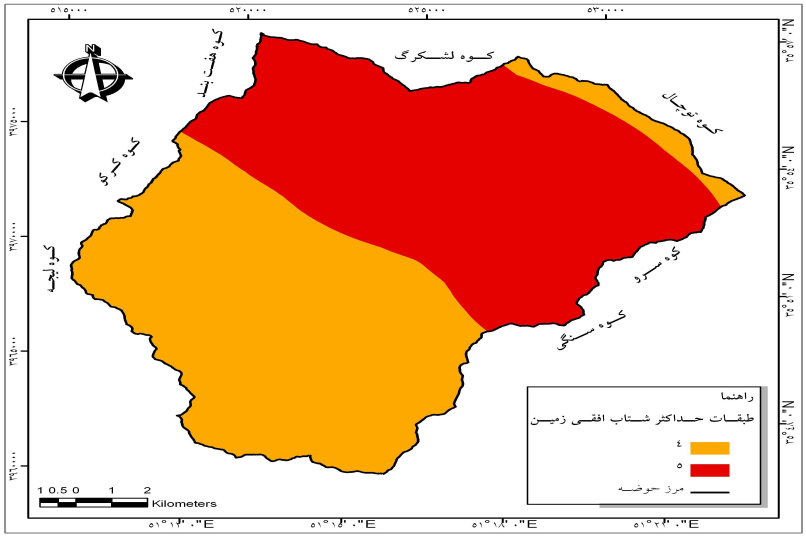


شکل ۴- نقشه هیپسومتری حوزه آبخیز کن.



شکل ۵- نقشه بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله حوزه آبخیز کن.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۶- نقشه حداکثر شتاب افقی زمین به (g) درحوزه آبخیز کن.

- تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش به روش مورا و وارسون

در این مدل،سه عامل اختلاف ارتفاع نسبی (Sr) (۶ کلاس)، شرایط لیتولوژی (Sl) (۵ کلاس) و رطوبت خاک (Sh) (۵ کلاس) به عنوان عوامل مؤثر در استعداد گسیختگی دامنه مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌علاوه دو عامل شدت لرزه در مقیاس مرکالی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله Te (۱۰ کلاس) و شدت بارندگی Tp (۵ کلاس) نیز به عنوان عوامل محرک در نظر گرفته شده‌اند که معادله کلی محاسبه درجه خطر گسیختگی دامنه عبارت است از (معادله ۲):

$$HL = (Sr .Sl .Sh). (Te + Tp)$$

HL: عدد درجه خطر گسیختگی دامنه

- وزن‌دهی به عوامل موثر در روش مورا و وارسون

پستی و بلندی نسبی: برای این عامل در مدل شش طبقه ۷۵>، ۱۷۶-۷۵، ۳۰۰-۱۷۵، ۵۰۰-۳۰۰، ۸۰۰-۵۰۰، ۸۰۰< در نظر گرفته شده است. به طوریکه پس از محاسبه پستی و بلندی نسبی در هر سلول شبکه، امتیاز شاخص پستی و بلندی (SR) تعیین شد (شکل ۷).

لیتولوژی: مواد سنگی از لحاظ مقاومت در برابر عوامل لغزش به پنج رده با حساسیت پایین، ملایم، متوسط، بالا و بسیار بالا تقسیم‌بندی شده‌اند. مقاوم‌ترین مواد سنگی در رده ۱ و ضعیف‌ترین آن‌ها در رده ۵ جای دارند. امتیاز لیتولوژی هر واحد شبکه با توجه به واحد سنگی قرار گرفته در آن از جدول مربوطه قرائت می شود (شکل ۸).

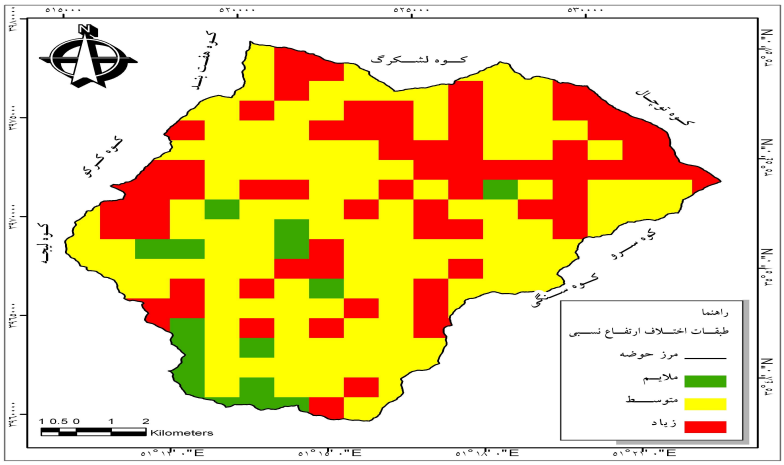
بارندگی: تأثیر میزان بارندگی در ناپایداری دامنه‌ها، به شرایط اقلیمی، توپوگرافی، ساختارهای زمین‌شناسی و نفوذپذیری مواد سازنده بستگی دارد. در این مدل، پس از وزن‌دهی بارندگی ماهانه در سه رده ۱۲۵>، ۲۵۰-۱۲۵ و ۲۵۰< و جمع‌بندی ضرایب مذکور، ضرایب بارندگی سالانه در پنج کلاس حساسیت بدست آمد (شکل ۹).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

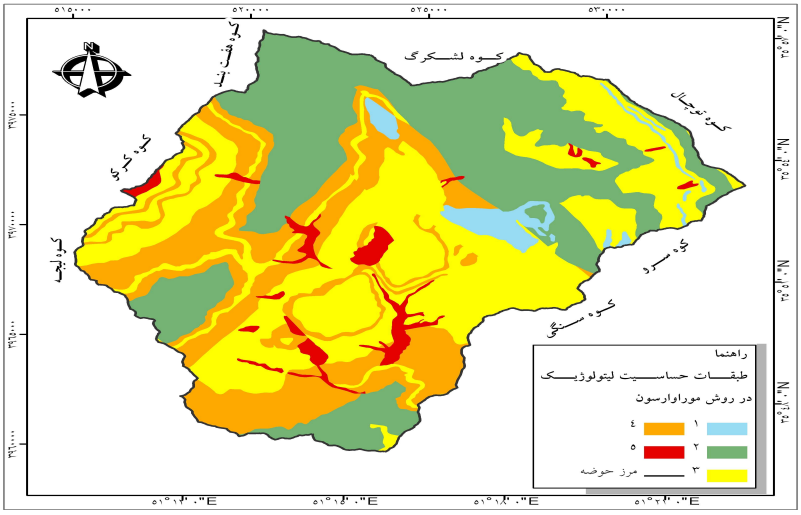
زمین‌لرزه: این عامل تأثیر به‌سزایی در ناپایداری دامنه‌ها دارد. به‌منظور بررسی تأثیر عامل زلزله در پهنه‌بندی پتانسیل خطر زمین‌لغزش ابتدا با استفاده از رابطه بین طول مؤثر گسل ها و بزرگی امواج سطحی بدست آمد و برای بدست آوردن حداکثر شتاب افقی، از بزرگی امواج سطحی برای هر گسل و رابطه میرایی ارائه شده توسط خادمی استفاده گردید. سپس تاثیرشدت لرزه (در مقیاس مرکالی) بعنوان یک عامل محرک در ایجاد زمین لغزشها براساس منطق حاکم در روش مورا و وارسون مشخص گردید (شکل ۶).

شدت بارندگی:

با استفاده از حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، شدت بارندگی تعیین می‌شود و سپس براساس مقدار آن در یکی از پنج طبقه ۵۰>، ۹۰-۵۰، ۱۳۰-۹۰، ۱۷۵-۱۳۰، ۱۷۵< قرار می‌گیرد (شکل ۵).



شکل ۷- نقشه اختلاف ارتفاع نسبی حوزه آبخیز کن.



شکل ۸- نقشه حساسیت لیتولوژیک در روش مورا و وارسون در حوزه آبخیز کن.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

- نحوه ارزیابی و مقایسه روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش

پس از پهنه بندی خطر زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه براساس پارامترهای به کار گرفته شده در هر روش، اقدام به ارزیابی روش های پهنه بندی خطر گردید. بدین منظور ارزیابی با استفاده از ضریب همبستگی، نمایه جمع کیفی (Qs) و نقشه پراکنش زمین لغزش های رخداده در منطقه مورد مطالعه صورت پذیرفت.

در روش ضریب همبستگی، بین طبقات مختلف خطر بدست آمده از نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش و درصد سطحی زمین‌لغزش رخداده در هر یک از آنها ارتباط خطی در نظر گرفته می‌شود. در خصوص نمایه جمع کیفی نقشه خطر با صحت بالا نقشه‌ای است که جدایش بهتری بین مناطق با تراکم خطر متفاوت زمین‌لغزش را ایجاد نماید. بدین ترتیب بالاتر بودن مقدار (Qs) نشان‌دهنده دقت بالاتر نقشه پهنه‌بندی شده ی خطر زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه است.

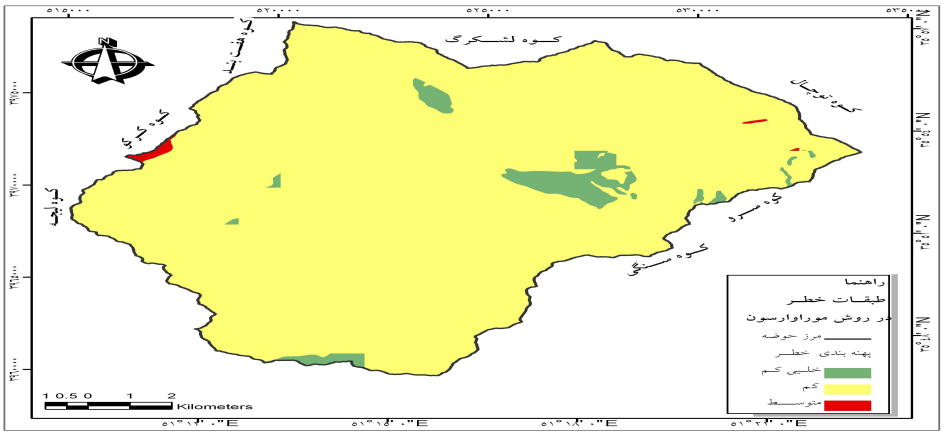
در خصوص روش سوم نیز نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با نقشه پراکنش زمین لغزش‌های منطقه تقاطع داده شد و نمودار درصد سطحی لغزش هر یک از طبقات مختلف خطر بررسی گردیده است. هرچه میزان درصد سطحی لغزش در طبقات با خطر بالا بیشتر باشد و روند تغییرات درصد سطح لغزش از طبقات کم خطر به سمت طبقات با خطر بالا افزایش یابد نشان دهنده این است که روش پهنه‌بندی خطر زمین لغزش مناسب تر می‌باشد.

نتایج و بحث

- برآورد خطر زمین لغزش به روش مورا و وارسون

براساس روش مورا و وارسون، منطقه‌ی مورد مطالعه به سه طبقه‌ی خطر زمین‌لغزش مشتمل بر خیلی‌کم، کم و متوسط طبقه‌بندی شده است. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش براساس روش مورا و وارسون در شکل (۹) ارائه شده است.

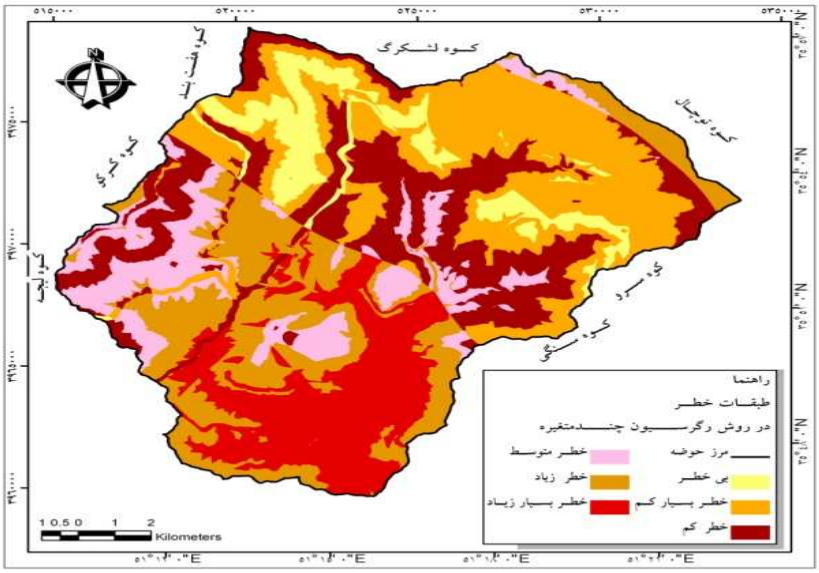
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]



شکل ۹- نقشه طبقات خطر زمین‌لغزش براساس روش مورا و وارسون.

- برآورد خطر زمین لغزش به روش رگرسیون چندمتغیره

براساس روش رگرسیون چند متغیره، منطقه‌ی مورد مطالعه به ۶ طبقه‌ی خطر زمین‌لغزش مشتمل بر بی‌خطر (طبقه ۱)، خطر بسیار کم (طبقه ۲)، خطر کم (طبقه۳)، خطر متوسط (طبقه ۴)، خطر زیاد (طبقه ۵)، خطر بسیار زیاد (طبقه ۶) طبقه‌بندی شده است. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش براساس روش رگرسیون چند متغیره در شکل (۱۰) ارائه شده است.

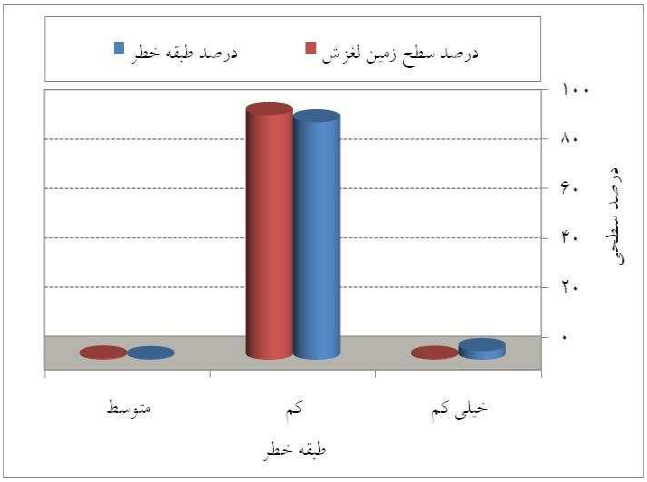


شکل ۱۰- نقشه‌ی طبقات خطرزمین لغزش براساس روش رگرسیون چند متغیره.

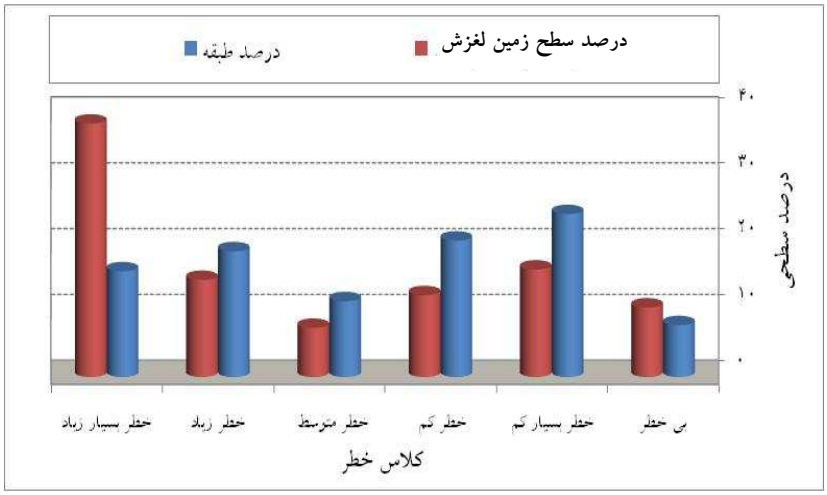
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

- ارزیابی و مقایسه روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش

برای ارزیابی صحت نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و بررسی توانایی هر یک از روش های مورا و وارسون و چندمتغیره از روش های ارزیابی نمایه جمع کیفی (Qs) و معیار ضریب همبستگی بهره گرفته شد. نمودار درصد سطحی زمین لغزش در طبقات مختلف خطر زمین‌لغزش براساس روش مورا و وارسون (شکل ۱۱) و براساس روش رگرسیون چند متغیره (شکل ۱۲) ارایه گردیده است.



شکل ۱۱- نمودار درصد سطحی زمین لغزش در طبقات مختلف خطر زمین‌لغزش براساس روش مورا و وارسون.



شکل ۱۲- نمودار درصد سطحی لغزش در طبقات مختلف خطر زمین‌لغزش براساس روش رگرسیون چند متغیره.

در روش مورا و وارسون سطح زمین لغزش‌ها در پهنه کم‌خطر تقریبا قابل توجه می‌باشد. لذا نتایج بیانگر این است که روش مورا و وارسون در منطقه قابل

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

توصیه نمی‌باشد نتایج ارزیابی روش‌ها با استفاده از نمایه جمع کیفی (Qs) و معیار ضریب همبستگی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش

روش پهنه بندی	Qs	τ
مورا و وارسون	۰/۰۲۹	-۰/۱۴۹
چند متغیره	۰/۴۰۹	۰/۳۳۳

نظر به اینکه بیشتر بودن مقادیر نمایه جمع کیفی (Qs) و ضریب همبستگی (τ) بیانگر تناسب بیشتر روش مربوطه برای محدوده مورد مطالعه می‌باشد، همانطور که در جدول (۱) آورده شده است، مقایسه دو روش پهنه بندی با استفاده از شاخص نمایه جمع کیفی (Qs)و ضریب همبستگی (τ) نشان میدهد، که روش رگرسیون چندمتغیره پهنه‌های خطر زمین‌لغزش را بهتر از روش مورا و وارسون از هم متمایز می‌کند.

بدین ترتیب مشخص می‌شود که پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش رگرسیون چندمتغیره در حوزه مورد مطالعه روش بهتر و کاربردی‌تری بوده و با ضریب اطمینان بیشتری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج حاصل از بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه مبتنی بر روش‌های مختلف ارزیابی، گویای این واقعیت است که روش رگرسیون چندمتغیره روش مناسب‌تری برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. براساس مدل مورا و وارسون در مقایسه با نتایج سایر محققین ملاحظه می‌شود که نتایج این تحقیق با نتایج سوری و همکاران (۷)، حسن‌زاده (۳)، سفیدگری (۸) و مصفایی (۶) همخوان است. این مسئله بیانگر این است که با توجه به شرایط حاکم در حوزه آبخیز، روش پهنه‌بندی رگرسیون چندمتغیره برای آن حوزه مناسب ترین روش می‌باشد. بدین‌ترتیب با این روش، پهنه‌بندی خطر و در نتیجه مدیریت خطر با صحت و درستی بهتری صورت خواهد پذیرفت.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

منابع:

1. Eshgheli Farahani, A. 2001. Landslide hazard assessment using fuzzy theory in Rudbar region. Geology engineering master thesis. Tarbiat Moalem University.
2. Fatemi Aghda, M., J. Ghaiomian and A. Eshgheli Farahani. 2003. Assessment of efficiency of statistical methods in landslide hazard zonation. Geology science journal. Iranian National Geological Survey.
3. Hasanzade Nafati, M. 2000. Landslide hazard zonation in Shalmanrud watershed area. Watershed Management Engineering, M.Sc. Thesis Natural Resources Faculty, Tehran University. 125 pp.
4. Karam, A. and F. Mahmodi. 2005. Quantitive modeling and landslide zonation in folded Zagros (Case study: Sarkhoon watershed area in charmahal-bakhtiari province). Geographi investigation. 23-37.
5. Karimi Sagchini, E. 2010. Landslide Zonation by using multi variation statistical method and GIS in Chelchai Basin in Golestan province, Forest and Rangeland Journal. pp: 45-54.
6. Mosafaie, J. 2006. Comparing efficiency of Experimental and Statistical models in landslide zonation in Alamoot watershed area and presenting hazard management program. M.Sc. Thesis Agriculture and Natural Resources University of Gorgan.130 pp.
7. Soori, S. 2010. evaluation of landslide hazard zonation in Keshvari basin. The 5th international Symposium of Geology and Environment, Tehran. pp:171-176.
8. Sefidgary, R. 2002. Assessment of landslide hazard zonation methods in the scale of 1:50000 (Case study: Damavand watershed). Watershed Management Engineering M.Sc. Thesis Natural Resources Faculty, Tehran University. 130 pp.
9. Soters, R. and C.J. Van Westen. 1996. Landslide: Investigation and Mitigation Tranportation Reserch Board(TRB), special report247, A. Keeith Turner and Robert Schoster (Eds.), National Academy Press, 673 pp.
10. Varnes, D.J. 1984. Landslides Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice, UNESCO, Paris, 63 pp.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]

Comparing Methods of Mora and Varson and Multivariate Regression in Zoning Landslide Hazard of Kan Watershed

M.R. Javadi[1], H. Tehranipour[2], Sh.A. Gholami[3] and M.A. Fatahi Ardakani[4]

1- Assistant Professor, Islamic Azad University of Nour Branch
(Corresponding author: javadi.desert@gmail.com)
2 and 3- M.Sc. Student and Assistant Professor Islamic Azad University of Nour Branch
4- M.Sc. of Forest and Rangelands and Watershed Management Institute of Iran

Abstract:

Identifying areas with different potential to landslide occurrence is one of the primitive actions in natural resources management. In view of importance of recognizing appropriate method to estimate landslide, in this research, the efficiency of two methods of landslide hazard zonation including methods of Mora and Varson and Multivariate regression were compared. In this research, first, layer of landslide was created in Arc GIS using aerial photographs with scales of 1:20000 and 1:50000, field monitoring and GPS. To zone landslide hazard in research area using methods of Mora and Varson and Multivariate regression, efficient layers for each method were created. After creating and weighting each layer, research area zonation to be done. Assessment of results of different models using quality sum index (Qs) and correlation coefficient shows that Multivariate regression is the best model in zonation of research area from the view point of the landslide hazard. According to the Multivariate regression, research area was separated to six classes of landslide hazard. Therefore we can manage the basins and fighting with landslide hazard by less cost and time By selecting the best method.

Keywords: Landslide, Mora and Varson's method, Multivariate regression, Kan Watershed

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-04]