نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۱، شماره ۱، ۱۳۹۸، صفحات ۲۶۴-۲۷۲

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 11, Issue 1, 2019, Pages 264-272
DOI: 10.22092/ijwmse.2019.118748

گزارش فنی

مقایسه کارآمدی مدل‌های نیلسون اصلاح شده و اثر نسبی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سد پارسیان، استان فارس

حسن مقیم*[۱] و مسعود نجابت[۲]

[۱] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان و [۲] استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶

چکیده

حوزه آبخیز سد پارسیان در استان فارس، با توجه به شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی خود، از دیدگاه خطر وقوع زمین-لغزش از پتانسیل بالایی برخوردار است. وقوع زمین‌لغزش در این حوضه، معمولاً با خسارت‌های زیادی همراه بوده، علاوه براین، رسوب‌زایی قابل ملاحظه‌ای را باعث می‌شود. از این‌رو، به‌منظور مدیریت و مهار بهینه این پدیده، دو مدل پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در این حوضه توان‌سنجی شد. نخست، نقشه‌های پراکنش زمین‌لغزش‌ها، شیب، زمین-شناسی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، جاده‌ها، آبراهه‌ها، گسل‌ها، هم‌باران و هم‌ارتفاع تهیه شد و سپس با استفاده از دو مدل نیلسون اصلاح شده و اثر نسبی، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش انجام شد. به‌منظور مقایسه دو مدل و تعیین مدل کارآمدتر و مناسب‌تر برای حوضه، از دو تحلیل آماری جمع مطلوبیت و ضریب همبستگی استفاده شد. با توجه به نتایج پژوهش، مدل اثر نسبی با جمع مطلوبیت ۱/۰۰ و ضریب همبستگی ۰/۹۴۱ از مقبولیت و تناسب بالاتری برای پهنه-بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز سد پارسیان برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل آماری، حرکت توده‌ای، رسوب زایی، مدل‌های تجربی، GIS

مقدمه

زمین‌لغزش‌ها از جمله پدیده‌های طبیعی هستند که تحت تأثیر عوامل مختلف باعث ایجاد خسارت‌های جانی و مالی زیادی می‌شوند. از این‌رو، این پدیده به‌عنوان یکی از بلایای طبیعی همواره مورد توجه انسان بوده است. وجود لغزش یا احتمال وقوع آن، می‌تواند بیشتر فعالیت‌های عمرانی و اجرایی از جمله فعالیت‌های جاده‌سازی، شهرسازی، سازه‌های آبی، عملیات آبخیزداری و منابع طبیعی، نهرهای آبرسانی، دکل‌های انتقال برق و غیره را تحت تأثیر قرار دهد. در کشورهای توسعه یافته، معمولا بیش از آغاز هرگونه فعالیت اجرایی و عمرانی، شرایط و وضعیت منطقه در رابطه با زمین‌لغزش و پتانسیل وقوع آن مورد بررسی قرار می‌گیرد تا بدین‌وسیله از خسارت‌های احتمالی در این زمینه جلوگیری به عمل آید (Heybati و همکاران، ۲۰۱۴). از دیدگاه آبخیزداری و منابع طبیعی، پدیده زمین‌لغزش در حوزه‌های آبخیز از جهات گوناگونی تأثیرگذار است. اما متأسفانه، این اثربخشی منفی بوده، در جهت تخریب زمین‌های کشاورزی، تولید رسوب، تخریب مراتع و جنگل‌ها و

* مسئول مکاتبات: hassan_moghim@yahoo.com

تخریب و از بین رفتن تأسیسات ساخته شده است (Moghim، ۲۰۱۱). با توجه به این‌که تعیین زمان به‌وقوع پیوستن زمین‌لغزش‌ها با علم و دانش کنونی بشر امکان‌پذیر نمی‌باشد، از این‌رو می‌توان با شناسایی پهنه‌های حساس به زمین‌لغزش و درجه‌بندی خطر آن‌ها، تا حد زیادی از خطرات ناشی از زمین‌لغزش‌ها جلوگیری کرده، به‌طور نسبی آن‌ها را مدیریت کرد. معمولاً، به‌منظور مدیریت و مهار هر چه بیشتر این پدیده، در گام نخست، اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه مورد مطالعه می‌شود. برای پهنه-بندی خطر زمین‌لغزش، از روش‌های تجربی و آماری مختلفی استفاده می‌شود. به‌منظور انتخاب روش مناسب‌تر و کارآمدتر در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در یک منطقه هدف، معمولاً از دو یا چند روش تجربی و آماری مختلف استفاده شده و نتایج به‌دست آمده با یکدیگر مقایسه و روش مناسب‌تر و کارآمدتر مشخص و انتخاب می‌شود. Nasrazadani و Shirini (۲۰۰۹) در حوزه آبخیز دز علیا در فریدون‌شهر اصفهان، با استفاده از دو مدل ارزش نسبی و تراکم سطح، اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش کرده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش پهنه‌بندی ارزش اطلاعاتی نسبت به روش تراکم سطح برای منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر بوده و ارجحیت دارد. Alimohammadi و همکاران (۲۰۰۹) در حوزه آبخیز سیدکلاته رامیان استان گلستان، با بهره‌گیری از دو روش تجربی مورا-وارسون[1] و حائری-سمیعی و مدل آماری اثر نسبی، اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش کردند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، روش نسبی نسبت به دو روش دیگر، مناسب‌تر و کارآمدتر معرفی شد. Eskandari و Nejabat (۲۰۱۴) نیز در حوزه آبخیز تنگ شول استان فارس، از دو روش تحلیل سلسله مراتبی و رگرسیون چند متغیره استفاده کرده، بیان داشتند که روش رگرسیون چند متغیره نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی از کارآمدی بهتری برخوردار است. Heybati و همکاران (۲۰۱۴) در شهرستان ممسنی استان فارس با به‌کارگیری مدل نیلسون اصلاح شده، اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین-لغزش کرده، مقبولیت این روش را برای منطقه مذکور اثبات کردند. Yalcin (۲۰۰۹) نقشه خطر زمین‌لغزش را در ترکیه با بهره‌گیری از روش‌های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و تحلیل سلسله مراتبی انجام داده، نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی نسبت به دیگر مدل‌ها در منطقه مطالعاتی از دقت بالاتری برخوردار است. همچنین، Ahmadi و همکاران (۲۰۰۹)، Karimi و همکاران (۲۰۱۱)، Geraei و Karimi (۲۰۰۹) و Yamani و Mohammadia (۲۰۱۰) نیز در مناطق و حوزه‌های آبخیز مختلف به این امر اقدام نموده‌اند. در این پژوهش، به‌منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز سد پارسیان، از دو روش آماری اثر نسبی و روش تجربی نیلسون اصلاح شده استفاده شده است تا کارایی آن‌ها در آن منطقه تعیین و مقایسه شود.

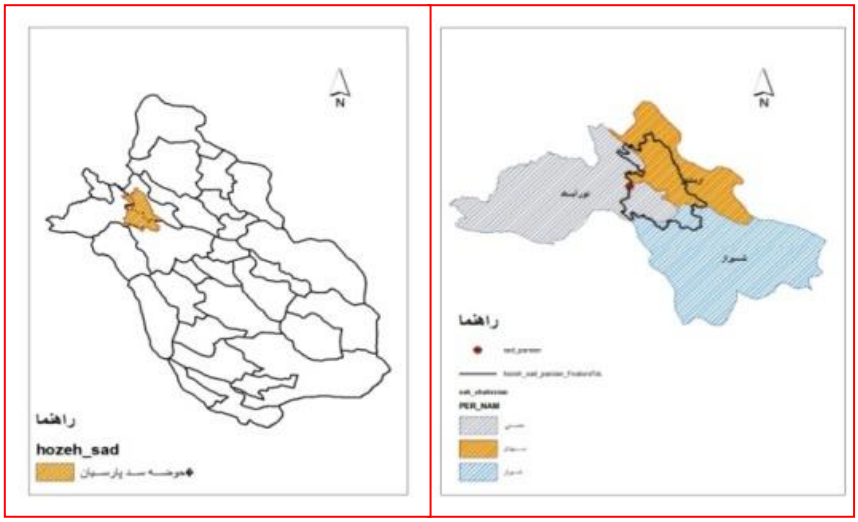
مواد و روش‌ها

معرفی حوزه آبخیز مورد مطالعه: این پژوهش در حوزه سد پارسیان واقع در استان فارس انجام شده است. مساحت این حوزه آبخیز ۲۰۰۷۸۴/۶۵ هکتار می‌باشد و بین طول‌های جغرافیایی ″۵۱ ′۴۲ °۵۱ تا ″۳۸ ′۱۸ °۵۲ و بین عرض‌های جغرافیایی ″۵۶ ′۴۶ °۲۹ تا ″۰۹ ′۲۳ °۳۰، واقع شده است. حوزه آبخیز پارسیان در سه شهرستان شیراز، ممسنی و سپیدان واقع در استان فارس گسترش دارد. سد پارسیان یا گورک، یکی از سدهای در دست ساخت در استان فارس است که بر روی رودخانه فهلیان جانمایی شده است. مختصات محل ساخت این سد، طول ″۰۳ ′۴۸ °۵۱ و عرض ″۳۲ ′۰۳ °۳۰ بوده، سد از جنس بتنی، طراحی شده است. این سد و پیرو آن حوزه آبخیز آن در شرق شهر نورآباد واقع بوده، فاصله سد تا شهر نورآباد حدود ۸۰ کیلومتر می‌باشد. شکل ۱، موقعیت حوزه آبخیز سد پارسیان را در استان فارس و همچنین، چگونگی گسترش آن در سه شهرستان مذکور را نمایش می‌دهد.

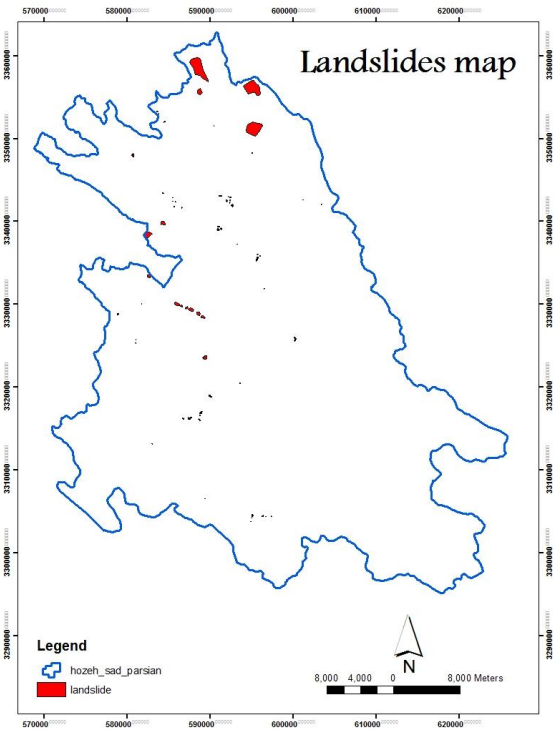
داده‌ها و اطلاعات: در این پژوهش، به‌منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سد پارسیان از دو مدل اثر نسبی و نیلسون اصلاح شده استفاده

[1] Mora-varson

شده است. در همین رابطه، جهت سنجش و مقایسه میزان مقبولیت و ارجحیت این دو روش و تعیین روش مناسب‌تر و کارآمدتر پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه مذکور از دو تحلیل آماری جمع مطلوبیت و ضریب همبستگی کمک گرفته شده است. در این راستا، ابتدا با توجه به نقشه‌های مورد نیاز مدل‌های مورد استفاده، تعداد نه شیت نقشه شامل نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، جاده‌ها، آبراهه‌ها، گسل‌ها، هم‌باران و هم‌ارتفاع از طریق بازدیدهای میدانی، بررسی تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و اطلاعات کتابخانه‌ای موجود، تهیه شد. از نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ نیز به‌عنوان نقشه‌های پایه استفاده شده است. علاوه بر این، نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های حوضه (نقشه ۲) از طریق بانک اطلاعات زمین‌لغزش‌های استان فارس، بررسی تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدیدهای میدانی تهیه شد.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز سد پارسیان در استان و شهرستان‌ها



شکل ۲- نقشه پراکنش زمین‌لغرش‌های حوزه آبخیز سد پارسیان

کوهستانی بودن منطقه به‌ویـژه در نـواحی شـمال شرقی حوضه از جمله مشکلات تهیـه نقشـه پـراکنش زمین‌لغزش حوضه مـی‌باشـد. نقشـه پـراکنش حوضـه شامل ۹۶ زمین‌لغزش به‌وقوع پیوسته است.

مدل‌های مورد استفاده در پژوهش

مدل نیلسون اصلاح شده: از دسته مدل‌های تجربی بـه‌شـمار مـی‌آیـد. اسـاس ایـن مـدل بـر دو نقشـه زمین‌شناسی و شیب اسـتوار اسـت. دو نقشـه شـیب و زمین‌شناسی بر اسـاس جـدول ۱ (Moghim، ۲۰۱۱)، طبقه‌بندی داخلی شده، بـر اسـاس رونـد نمـای ۱، در سامانه GIS با یک‌دیگر تلفیق و نقشه پهنه‌بندی خطـر زمین‌لغزش تهیه شد. سپس، درجه هر پهنه بر اسـاس جدول ۱، مشخص شـد. شـایان ذکـر اسـت، در مـدل نیلسون اصلاح شده، طبقات داخلـی بـه هفـت طبقـه تقسیم شده است که به‌خاطر هم‌خوانی بیشتر با مـدل اثر نسبی، به پنج طبقه کاهش یافته است (جدول ۲).

جدول ۱- اصول کار در روش اصلاح شده نیلسون

ویژگی واحد سنگی	مقدار شیب (درصد)			
	> ۵	۵-۱۵	۱۵-۳۰	> ۳۰
	I	III		IVa
واحدهای سنگی با نهشته‌های زمین لغزشی ناچیز یا بدون زمین‌لغزش	پایدار	نسبتاً پایدار		نسبتاً مطرح برای سنگ افت (ریزش)
واحدهای سنگی مستعد لغزش	I پایدار	II عموماً پایدار	IVb نسبتاً ناپایدار	V ناپایدار
نهشته‌های سطحی مستعد روانگرایی	**VII** مطرح برای روانگرایی			
نهشته‌های زمین‌لغزش	**V** ناپایدار			**VI** خیلی ناپایدار

جدول۲- تبدیل طبقه‌بندی هفت‌گانه مدل نیلسون به پنج طبقه

I	خیلی کم
II	کم
III	متوسط
IVa	زیاد
IVb	
V	
VI	خیلی زیاد
VII	

روند نمای الگوی تلفیق دو نقشه شیب و زمین-شناسی و تولید نقشه LHZ(n) به قرار زیر است.

Slop, geology and landslide layers→UNION→ $LHZ_{(n)}$map→Classification map with 5 classes.

مدل اثر نسبی[1]: در ایـن مـدل، نقشـه‌هـای مختلـف منطقه شامل نقشه‌های زمین‌شناسی، شـیب، کـاربری اراضی، پوشش گیاهی، جاده‌ها، آبراهه‌ها، گسل‌ها، هم-بـاران و هـم‌ارتفـاع، بـه‌طـور جداگانـه بـا نقشـه زمین‌لغزش‌های منطقه (شکل ۲) هم‌پوشانی می‌شوند.

به‌طور کلی، مبنای این مدل، بر این اصل استوار اسـت که "اگر واحدی بیشتر از سهمی که در پوشش منطقه دارد، در زمین‌لغزش سهیم باشد، در بـروز ایـن پدیـده نقـش مثبتـی دارد" (Alimohammadi و همکـاران، ۲۰۰۹؛ Naveen و همکـاران، ۲۰۱۱؛ Neelakntan و Yuvaraj، ۲۰۱۲؛ Soleimanpour، ۲۰۱۲). مـدل اثـر نسبی که یک مدل آماری دو متغیره می‌باشد، در شش مرحلـه بـه شـرح زیـر تعریـف شـده اسـت (Alimohammadi و همکـاران، ۲۰۰۹؛ Naveen و

[1] Relative effect model

همکـــاران، ۲۰۱۱؛ Neelakntan و Yuvaraj، ۲۰۱۲؛ Soleimanpour، ۲۰۱۲). مرحلـــــه اول) محاســـــبه مساحت هر یـک از واحـدهای نقشـه و تقسـیم آن بـه مساحت کل و تعیین درصد پوشش هر واحـد نقشـه از مساحت کل حوضه (رابطه ۱).

$$C = a / A \times 100 \quad (۱)$$

کـه در آن، a مسـاحت یـک واحـد در نقشـه، A مساحت کل حوضه و C درصد پوشش هر واحد از کل حوضه می‌باشد. مرحله دوم) هم‌پوشانی نقشه‌های تهیه شده با نقشه پراکنش منطقه و تعیین درصد لغزش در هر واحد بر اساس رابطه (۲).

$$S = sid / SID \times 100 \quad (۲)$$

کـه درآن، S درصـد لغـزش هـر واحـد، sid مسـاحت لغزش در هر واحد نقشه و SID مسـاحت لغـزش‌هـای کل حوضه می‌باشد. مرحلـه سـوم) لگـاریتم گـرفتن از نسبت درصد لغزش در هر واحد بر درصد پوشـش هـر واحد از کل حوضه و تعیین تابع اثـر نسـبی (R.E.) بـا استفاده از رابطه ۳.

$$RE. = Log\left[\left(S/C\right)+\varepsilon\right] \quad (۳)$$

که در آن، ε عددی بسیار کوچک بـوده کـه صـرفاً برای صفر نشدن رابطه داخل پرانتز آمده اسـت، چـون صفر مطلق در طبیعت وجود نـدارد (Alimohammadi و همکـــاران، ۲۰۰۹؛ Naveen و همکـــاران، ۲۰۱۱؛ Neelakntan و Yuvaraj، ۲۰۱۲). بدین ترتیـب، بـرای هر واحد از عواملی که به توان به نقشـه درآینـد، یـک عدد R.E. وجود خواهد داشت. شایان ذکـر اسـت، هـر چه عدد R.E. از حالت R.E.، دورتر باشد، تـأثیر واحـد بیشتر خواهد بود. مرحله چهارم) محاسـبه وزن نهـایی هر نقشه بر اساس مجموع R.E.هـای طبقـات داخلـی آن. مرحله پنجم) بر اساس جمع R.E.ها و وزن نهـایی نقشه، طبقه‌های خطـر زمـین‌لغـزش بـرای هـر نقشـه تقسیم‌بندی می‌شود. (کمینه و بیشـینه مقـدار R.E. و طبقه‌بندی به پنج گروه یا دسته. مرحله ششـم) تولیـد نقشه نهایی خطر زمین‌لغزش بر اساس تلفیق نقشه‌ها.

با توجـه بـه مراحـل ذکـر شـده، تعـداد نـه نقشـه زمین‌شناسی، شیب، پوشش گیـاهی، کـاربری اراضـی، جاده، آبراهه، گسل‌هـا، هـم‌بـاران و هـم‌ارتفـاع، طبـق مراحل مدل، در سامانه GIS بـا هـم تلفیـق شـد و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حـوزه آبخیـز سد پارسیان در مدل اثر نسبی تولید شد. در جدول ۴، مجموع مقادیر R.E. برای هر یک از نقشه‌های نـه‌گانـه در مدل اثر نسبی ارائه شده است. به‌منظور ارزیـابی دو روش اثر نسبی و نیلسون اصلاح شـده، از تحلیـل‌هـای آماری جمع مطلوبیت[1] (Qs) و ضریب همبستگی[2] (R) استفاده شده اسـت. بـدین‌صـورت کـه هـر یـک از دو تحلیل آماری برای هر دو مدل محاسبه شده و سـپس مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

تحلیل آماری جمع مطلوبیت: نشان‌دهنـده درسـتی یا مطلوبیت عملکرد روش در پیش‌بینی خطـر زمـین-لغزش در منطقه است. مقدار این شاخص بـرای روش-های مختلف در گستره صفر تا هفت قرار می‌گیرد. اگر چـه از نظـر تئـوری، حـدی بـرای آن وجـود نـدارد (Alimohammadi و همکـــــاران، ۲۰۰۹؛ Shirini و Seyf، ۲۰۱۲؛ Yamani و Mohammadia، ۲۰۱۰). در ارزیابی روش‌ها، هر چه مقـدار شـاخص آمـاری جمـع مطلوبیت بزرگ‌تر باشد، روش از درستی یـا مطلوبیـت بیشتری در تفکیک برخوردار است. جمع مطلوبیـت از رابطه (۴)، به‌دست آمده است.

$$Qs = \sum\left(\left(Dr-1\right)^2 \times S\right) \quad (۴)$$

که در آن، Qs مجموع مطلوبیت، Dr نسبت تراکم، S نسبت مساحت هر رده خطر به مساحت کل حوضـه (Solimanpour، ۲۰۱۲؛ Alimohammadi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Shirini و Seyf، ۲۰۱۲) . در این رابطه مقـدار نسبت تراکم از رابطه (۵)، محاسبه می‌شود.

$$Dr = \left(si / ai\right) / \left(S / A\right) \quad (۵)$$

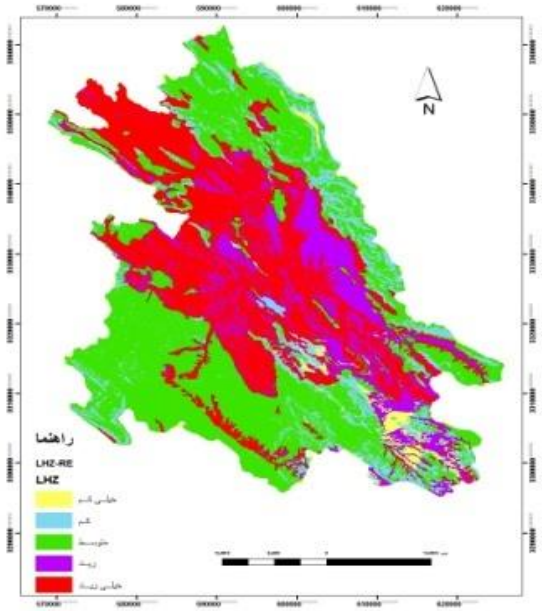
کـــه درآن، Dr نســـبت تـــراکم، si مســـاحت زمین‌لغزش‌ها در پهنـه مـورد نظـر، ai مسـاحت پهنـه مورد نظر، S مساحت کل زمین‌لغزش‌های حوضـه و A مسـاحت کـل حوضـه اسـت (Solimanpour، ۲۰۱۲؛ Alimohammadi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Shirini و Seyf، ۲۰۱۲).

[1] Sum of quality
[2] Correlation coefficient

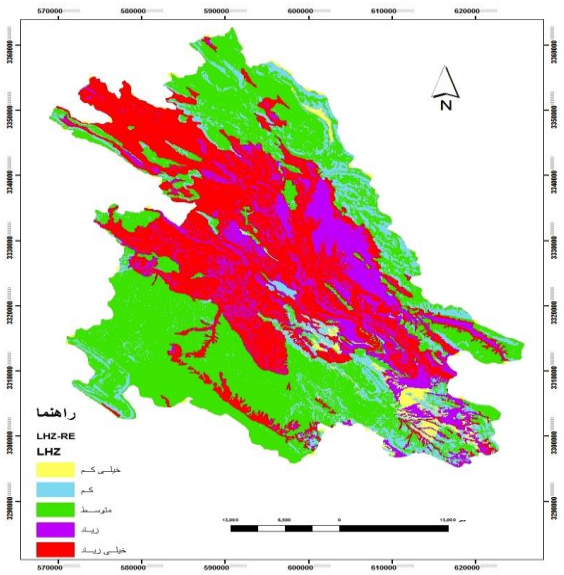
تحلیل آماری ضریب همبستگی: یکی دیگر از راه‌کارهای شناسایی نقشه‌های خطر، استفاده از ضریب همبستگی است. در صورتی‌که بین مقادیر خطر به‌دست آمده و تعداد یا درصد سطحی زمین‌لغزش‌ها در واحدهای منطقه ارتباط خطی در نظر گرفته شود، مقایسه ضرایب همبستگی به‌دست آمده بین مقدار خطر و درصد حرکت‌های توده‌ای (زمین‌لغزش‌ها) در هر یک از نقشه‌ها، بیانگر صحت هر یک از نقشه‌های به‌دست آمده است، به‌گونه‌ای که ضریب همبستگی بالاتر، نشانگر نقشه‌های خطر صحیح‌تر است (Solimanpour، ۲۰۱۲).

نتایج و بحث

نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سد پارسیان حاصل ازکاربرد مدل نیلسون اصلاح شده در شکل ۳ و اطلاعات برآمده از نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در مدل نیلسون اصلاح شده در جدول ۴، ارائه شده است. شکل ۴، نیز نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سد پارسیان در مدل اثر نسبی را نمایش می‌دهد. همچنین جدول ۵، نتایج نهایی به‌دست آمده از شکل ۳ را ارائه داده است. شکل‌های ۵ و ۶، به‌ترتیب ضریب همبستگی مدل نیلسون اصلاح شده و اثر نسبی را نمایش می‌دهند.



شکل ۳- پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه سد پارسیان در مدل نیلسون اصلاح شده



شکل ۴- پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه سد پارسیان در مدل اثر نسبی

جدول ۳- مشخصات طبقه‌های مختلف نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش نیلسون اصلاح شده

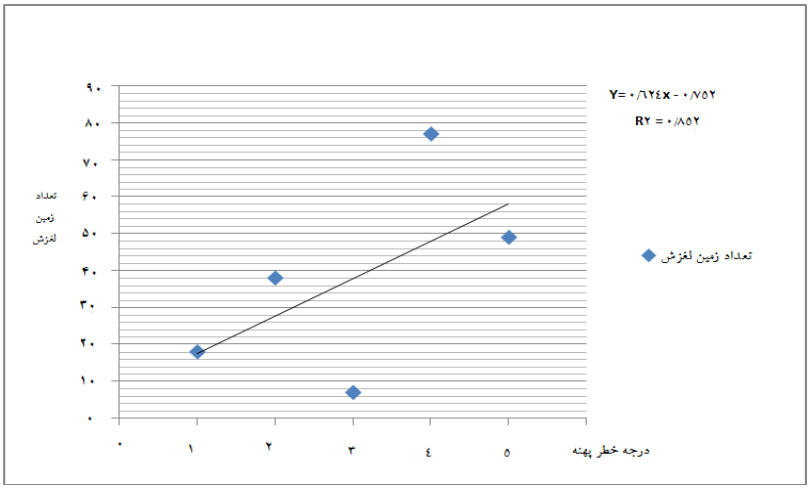
ردیف	کد پهنه	شرح توصیفی	مساحت پهنه (هکتار)	درصد از کل	مساحت زمین‌لغزش (هکتار)
۱	I	خیلی کم	۳۰۳۴۱/۴۳	۱۵/۱۰	۱۶/۹۶
۲	II	کم	۵۰۱۵۹/۲۵	۲۴/۹۷	۶۵/۴۷
۳	III	متوسط	۲۹۱۳۸/۲۶	۱۴/۵۴	۱۸۷/۵۸
۴	IV	زیاد	۶۶۲۱۱/۶۷	۳۲/۹۶	۳۵۲/۹۸
۵	V	خیلی زیاد	۲۵۰۲۴/۰۵	۱۲/۴۶	۳۴۶/۴۴

جدول ۴- مجموع مقادیر .R.E یرای هریک از نقشه‌های نه‌گانه در مدل اثر نسبی

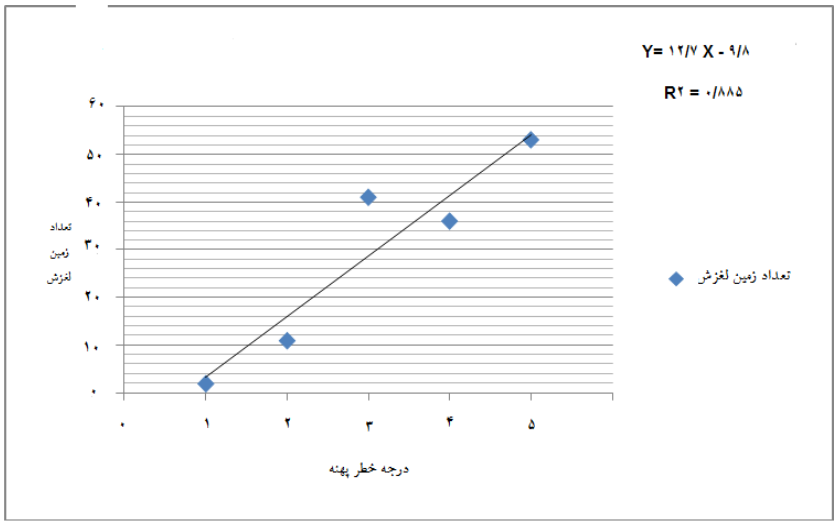
ردیف	نام نقشه	مجموع *R.E* نقشه)
۱	زمین‌شناسی	۵/۹۸
۲	هم‌باران	۶/۵۹
۳	پوشش گیاهی	۱
۴	هیپسومتریک	۳/۵۵
۵	کاربری اراضی	۹/۱۱
۶	شیب	۱/۸۴
۷	گسل	۰/۵۶
۸	جاده	۰/۵۳
۹	رودخانه و آبراهه‌های اصلی	۰/۷۷

جدول ۵- مشخصات طبقه‌های مختلف نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش اثر نسبی

ردیف	کد پهنه	شرح توصیفی	مساحت پهنه (هکتار)	درصد از کل	مساحت زمین‌لغزش (هکتار)
۱	I	خیلی کم	۴۰۸۹/۷۸	۲/۰۴	۰/۰۱۳
۲	II	کم	۲۵۲۴۲/۴۵	۱۲/۵۷	۱۰۴/۹۲
۳	III	متوسط	۷۹۵۰۶/۳۶	۳۹/۵۸	۴۵۸/۶۹
۴	IV	زیاد	۲۹۶۶۹/۵۳	۱۴/۷۷	۸۷/۳۳
۵	V	خیلی زیاد	۶۹۳۶۶/۷۶	۳۱/۰۵	۳۴۸/۶۹



شکل ۵- نمودار ضریب همبستگی برای مدل نیلسون اصلاح شده



شکل ۶- نمودار ضریب همبستگی برای مدل اثر نسبی

نتیجه‌گیری

نتایج اعمال تحلیل‌های آماری را با توجه به جدول ۶، می‌توان به شرح زیر توضیح داد.

الف- از دیدگاه شاخص آماری جمع مطلوبیت، مدل اثر نسبی با جمع مطلوبیت ۱/۰۰، از مقدار جمع مطلوبیت بالاتری نسبت به مدل نیلسون اصلاح شده برخوردار می‌باشد. از این‌رو، مقبولیت و ارجحیت این مدل در حوزه آبخیز سد پارسیان از دیدگاه تحلیل آماری جمع مطلوبیت، بارز است.

ب- از دیدگاه تحلیل آماری ضریب همبستگی نیز از میان دو مدل اثر نسبی و نیلسون اصلاح شده، مدل اثر نسبی با ضریب همبستگی ۰/۹۴۱، از میزان همبستگی بالاتری نسبت به مدل نیلسون اصلاح شده برخوردار است. از این‌رو، مقبولیت و ارجحیت مدل اثر نسبی از این نظر نیز مشخص است.

جدول ۶- نتایج تحلیل‌های آماری

مدل	جمع مطلوبیت	ضریب همبستگی
اثر نسبی	۱	۰/۹۴۱
نیلسون اصلاح شده	۰/۶۷	۰/۹۲۵

با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که مدل اثر نسبی برای انجام پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز سد پارسیان از مقبولیت و ارجحیت بالاتری برخوردار می‌باشد. این نتیجه با نتیجه Alimohammadi و همکاران (۲۰۰۹) در حوزه آبخیز سیدکلاته رامیان استان گلستان هم‌خوانی دارد.

منابع مورد استفاده

1. Amadi, H., A. Esmali, S. Feizniaand and M. Shariat Jafari. 2004. Mass movement hazard zonation with two multiple regression and analytical hierarchy process methods, case study: Germichay Watershed. Journal of Natural Resources, 56(4): 323-336 (in Persian).
2. Alimohamadi, S., A. Pashayi Aval, S. Shatayi Jouybari and L. Parsayi. 2009. Efficiency evaluation of Sayed Kalateh Ramian Basin. Journal of Water and Soil Conservation, 16(1): 59-78 (in Persian).
3. Bhattacharya, S.K. 2012. Zonation mapping techniques of the landslide hazard in Darjeeling hills, West Bengal. Indian Journal of Geo-Analyst, 2(1): 111-117.
4. Eskandari, M. and M. Nejabat. 2014. Hazard zonation occurrence of mass movement with multiple regression method and analytical hierarchy process, case study: Tang-e-Shoul Watershed, Fars Province. MSc Thesis, Islamic Azad University, Arsenjan Branch, 125 pages.

5. Geraei, P. and H. Karimi. 2009. Appointment of landslide hazard zonation method suitable in Ilam dam Watershed. Journal of Research Geography, 96: 16278-16251 (in Persian).
6. Heybati, Z., H. Moghim, M.H. Tizmaghz and H.R. Shamsizadeh. 2014. Landslide hazard of Mamasani township by GIS spatial analysis modified Nilsson model framework. 32nd National and 1st International Geosciences Congress.
7. Karimi, H., F. Naderi, A. Morshedi and M. Nikseresht. 2011. Landslide hazard zonation using GIS in Cherdavel, Ilam. Journal of Applied Geology, 7(4): 319-332 (in Persian).
8. Moghim, H. 2011. Application of geology in watershed management and natural resources. 1st Edition, Eram Shiraz Press, 511 pages.
9. Mosaffaie, J., M. Ownegh, M. Mesdaghi and M. Shariat Jafari. 2009. Comparing the efficiency of statistical and empirical landslide hazard zonation models in Alamout Watershed. Journal of Water and Soil Conservation, 16(4): 43-61 (in Persian).
10. Nasrazadani, A. and K. Shirani. 2009. Assessment and comparing bivariate statistical zonation methods using GIS, case study: Doz-e-Oliya Watershed. Geomatic 88th Congress of Tehran.
11. Naveen Raj, T., V. Rammohan, S. Backiaraj and S. Muthusamy. 2011. Landslide hazard zonation using the relative effect method in south-eastern part of Nilgiris, Tamil Nadu, India. International Journal of Engineering Science and Technology, 3(4): 3260-3266.
12. Neelakantan, R. and S. Yuvaraj. 2012. Relative effect-based landslide hazard zonation mapping in parts of Nilgiris, Tamil Nadu, South India. Arab Journal Geosciences, 12: 693-697.
13. Shirani, K. and A. Seyf. 2012. Landslide hazard zonation by using statistical methods (Pishkuh region in Fereydonshahr County). Journal of Geosciences, 22(85): 149-259 (in Persian).
14. Soleimanpour, S.M. 2012. Principles and fundamentals of mass movements (booklet). Islamic Azad University, Arsenjan Branch, 156 pages.
15. Yalcin, A. 2009. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistic in Adasen, Turkey, comparisons of results and confirmations. Catena, 72: 1-12.
16. Yamani, M. and A. Mohammadi. 2010. Landslide zonation using quantity methods in Tonekabon Watershed. Journal of Geography and Development, 19: 83-98 (in Persian).
17. Zare, M., H. Ahamadi and Sh. Golami. 2012. Landslide hazard zonation and assessment using certainty factor, valuing information and AHP models in Eyedkalateh Ramiyan Watershed. Journal of Watershed Management and Engineering, 5(17): 15-22 (in Persian).

DOI: 10.22092/ijwmse.2019.118748

Efficiency assessment of Modified Nilsson and Relative Effect models in landslide hazard zonation, case study: Parsian dam Watershed

Hassan Moghim[*1] and Masoud Nejabat[2]

[1] PhD Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran and
[2] Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran

Received: 18 December 2014 Accepted: 06 May 2015

Abstract

From the viewpoint of landslide occurrence, Parsian dam Watershed is one of the high risk regions for landslide hazard based on its geological and climatological conditions. Landslide occurrence usually makes huge damages and also high amount of sediments. Landslide control and management is planned according to Landslide Hazard Zonation (LHZ) that is obtainable through empirical models. The aim of this research was to assess the efficiency of two empirical models, Modified Nilsson and Relative Effect in LZH. First, prepared maps such as landslide distribution, slope, geology, land use, land cover, roads, drainages, faults, isohyet and hypsometric were imported into GIS environment and then the landslide hazard zonation was carried out by applying Modified Nilsson and Relative Effect models. Capability assessment of two models and determination of the more efficient one were evaluated using two statistical analysis methods namely quality summation (Q_s) and correlation coefficient (R). Comparison of results from above two models with real map of happened landslides at Parsian dam Watershed showed that the relative effect model with quality summation of 1.00 and correlation coefficient of 0.941, is more efficient for landslide hazard zonation in Parsian dam Watershed.

Keywords: Empirical models, GIS, Mass movements, Relative effect model, Statistical analysis

[*] Corresponding author: hassan_moghim@yahoo.com