

آنالیز خطر زمین لغزش در محیط GIS و کاربرد آن در امر حفاظت آب و خاک

مجید محمدی^۱ حمید رضا پور قاسمی^۱ حمیدرضا مرادی^۲ سادات فیض نیا^۳

- ۱- دانشجویان کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور، خیابان امام خمینی کدپستی: ۴۶۴۱۴ تلفن: ۰۹۱۸۳۶۵۴۸۸۶ و ۰۸-۶۲۵۳۹۰۷-۰۱۲۲ Email: Mohammady_wme@yahoo.com
- ۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، گروه مهندسی آبخیزداری،
- ۳- استاد زمین شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، چهارراه دانشکده، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی

چکیده

فرسایش پدیده ایست که هر ساله باعث هدر رفتن بسیاری از منابع آب و خاک و تخریب منابع طبیعی می شود. استفاده نادرست از منابع، کاربری های نامناسب و عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی باعث افزایش این پدیده شده است. لذا مطالعه این پدیده برای مدیریت هر چه بهتر منابع طبیعی امری ضروری است. مطالعات مربوط به فرسایش امروزه با استفاده از نرم افزارهای GIS با سرعت و دقت بیشتری انجام می شود. یکی از اشکال فرسایش که به عنوان خطری جدی منابع موجود را تهدید می کند زمین لغزش است. در این تحقیق نیز، هدف تهیه نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از GIS در بخشی از حوزه آبخیز هراز است. ابتدا نقشه پراکنش زمین لغزش ها با استفاده از GPS و بازدید های میدانی تهیه، سپس نقشه هر یک از فاکتورهای موثر نیز تهیه شد. در مرحله بعد با استفاده از نرم افزار ILWIS مکان های حساس به زمین لغزش و فاکتورهای موثر در بروز این پدیده مشخص شده، سپس نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در منطقه با استفاده از مدل آماری ارزش اطلاعات در محیط GIS تهیه گردید. تجزیه و تحلیل نقشه ها نشان داد که سازندهای شمشک و پادگانه های آبرفتی، فاصله ۵۰۰ متری از جاده و ۴۰۰ متری از آبراهه، جهت شیب غربی و شمالی، شیب ۵۰-۱۵ درصد، ارتفاع ۲۱۰۰-۱۵۰۰ و کاربری های مسکونی و باغ-کشاورزی بیشترین درصد مساحت لغزش ها را در خود جای داده اند و در مدیریت منطقه باید به این مناطق بیشتر توجه کرد. ارزیابی مدل حاکی از مناسب بودن این مدل برای پهنه بندی زمین لغزش در منطقه است.

واژگان کلیدی: فرسایش، زمین لغزش، پهنه بندی زمین لغزش، سامانه اطلاعات جغرافیایی، ارزش اطلاعات، هراز

مقدمه

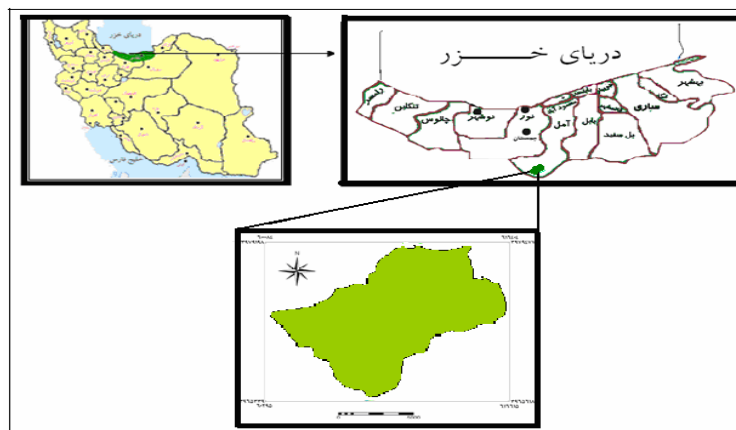
فرسایش و زمین لغزش یکی از پدیده هایی است که استفاده بیش از حد از منابع و تخریب منابع طبیعی باعث تشدید آن شده است. بررسی پدیده زمین لغزش جهت تهیه نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش از یک سو به منظور شناسایی مناطق دارای قابلیت زمین لغزش در محدوده فعالیت های بشری حایز اهمیت بوده و از سوی دیگر جهت شناسایی مکان های امن برای توسعه زیستگاه ها و سکونتگاه های جدید و یا سایر کاربری های آتی انسان نظیر جاده ها، مسیرهای انتقال نیرو و انرژی، نیروگاه ها و غیره در مقیاس های مختلف مورد توجه برنامه ریزان قرار دارد (سفیدگری و همکاران، ۱۳۸۴). بر اساس یک برآورد اولیه، سالانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت های مالی از طریق زمین لغزش بر کشور تحمیل می شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیر قابل بازگشت به حساب آورده نشوند

(کمک پناه، ۱۳۷۳). استراتژی مطالعه زمین لغزش شامل شناخت فرآیند، آنالیز خطر و پیش بینی زمین لغزش در آینده برای کاهش پیشرفت و خسارات ناشی از آن می باشد (Lan و همکاران، ۲۰۰۴). به منظور بررسی زمین لغزش استفاده از مدل های دو متغیره مورد توجه محققین قرار داشته و در سال های اخیر نیز از این مدل ها برای پهنه بندی زمین لغزش استفاده می شود (سیارپور، ۱۳۷۸؛ نیک اندیش، ۱۳۷۸؛ فتاحی اردکانی، ۱۳۷۹؛ کلارستاقی، ۱۳۸۱؛ جلالی، ۱۳۸۱؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۲؛ شیروانی و همکاران، ۱۳۸۴؛ شادفر و همکاران، ۱۳۸۴؛ محمدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Ayalew و همکاران، ۲۰۰۵). در این مطالعات مدل های مختلف جهت پهنه بندی زمین لغزش استفاده شده و در بسیاری از این مطالعات مدل های دو متغیره مانند ارزش اطلاعات به عنوان مدل های مناسب معرفی شدند. تحقیق حاضر در بخشی از حوزه رودخانه هراز صورت گرفته که به خاطر شرایط آب و هوایی، فیزیوگرافی و تغییر کاربری با مشکل زمین لغزش مواجه می باشد. مهمترین جاده تهران-شمال از این حوزه می گذرد و بیش از ۳۵ کارگاه پرورش ماهی در مسیر رودخانه وجود دارد. برای فراهم کردن امنیت مسافران و کاهش خسارات مالی و جلوگیری از تصادفات ناشی از زمین لغزش و وارد آمدن خسارت به منازل و تاسیسات حاشیه جاده انجام مطالعات در زمینه زمین لغزش در طول مسیر این جاده مهم و پر تردد ضروری است. هدف از این تحقیق تهیه نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از مدل ارزش اطلاعات است در منطقه است.

مواد و روش ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از زیر حوزه رودخانه هراز است. این منطقه در دو شیت ۱:۵۰۰۰۰ به نام های سنگلده و رینه و بین طول های جغرافیایی "۳۸°۰۶'۵۲" تا "۲۴°۱۷'۵۲" شرقی و عرض های "۳۹°۳۹'۳۵" تا "۵۷°۱۱'۳۵" شمالی واقع شده و ارتفاع کمینه و بیشینه در منطقه به ترتیب ۱۲۰۰ و ۳۲۹۰ می باشد (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان

داده های مورد نیاز

در ابتدا با بازدیدهای میدانی و ثبت موقعیت لغزش ها با استفاده از GPS، نقشه پراکنش زمین لغزش ها در منطقه تهیه گردید. نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه از سازمان زمین شناسی کشور، نقشه کاربری اراضی منطقه از سازمان جنگل ها و مراتع و نقشه عناصر خطی

شامل جاده و شبکه آبراهه‌ها از روی نقشه زمین شناسی و توپوگرافی منطقه تهیه شد. در مرحله بعد، نقشه های بالا رقومی و نقشه شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی نیز از روی نقشه توپوگرافی تهیه گردید.

محاسبه تراکم سطح لغزش‌ها

برای سنجش نقش هر یک از عوامل بر روی زمین لغزش لازم است مشخص شود که هر یک از عوامل با کلاسه های مختلف چه تاثیری در ایجاد لغزش دارد. ابتدا هر یک از نقشه ها در محیط نرم افزار ILWIS کلاسه بندی شدند، سپس کلیه نقشه‌های عامل با نقشه پراکنش زمین لغزش در محیط ILWIS تلفیق و واحدهای کاری همگن به دست آمد. سپس مساحت لغزش‌ها در هر واحد کاری محاسبه شد.

پهنه بندی زمین لغزش

برای پهنه بندی زمین لغزش از مدل ارزش اطلاعات استفاده شد به این صورت که بعد از محاسبه تراکم سطح لغزش‌ها در کلاسه‌های مختلف عوامل، وزن دهی به هر یک از کلاسه‌ها با استفاده از رابطه ۱ انجام شد:

$$\text{Winf} = \ln[(A/B)/(C/D)] \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

A: مساحت لغزش در هر واحدکاری

B: مساحت هر واحد کاری

C: مساحت کل لغزش

D: مساحت کل منطقه

Winf: وزن ارزش اطلاعات است

جهت محاسبه وزن نهایی، لایه‌های ساخته شده در محیط ILWIS با هم تلفیق و از جمع جبری نقشه‌های وزنی، وزن نهایی بدست آمد. با وارد کردن این وزنها در نقشه، نقشه پهنه بندی خطر لغزش بدست آمد (شادفر و همکاران، ۱۳۸۴).

ارزیابی مدل

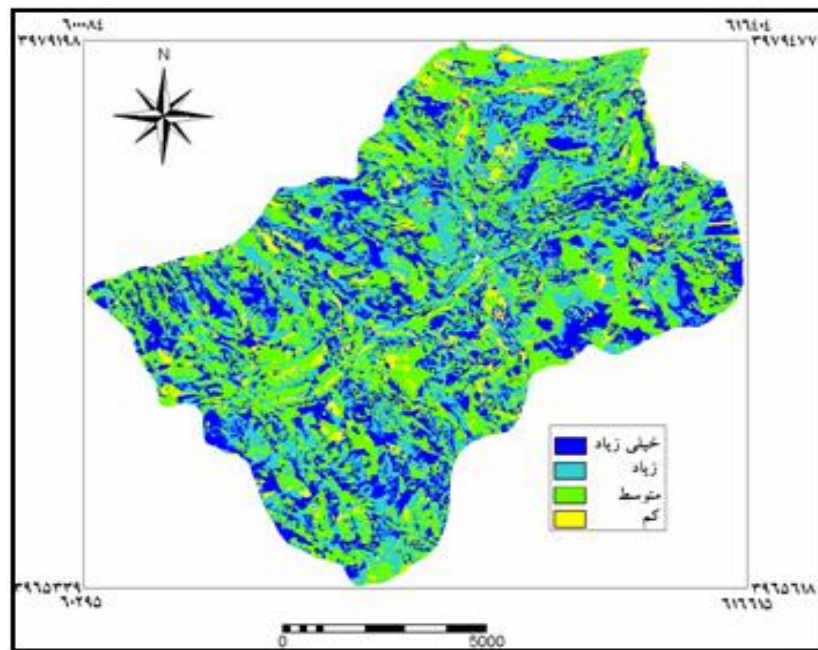
برای تهیه نقشه خطر زمین لغزش از نقشه پراکنش زمین لغزش منطقه استفاده شد، لذا نمی‌توان جهت ارزیابی نقشه‌های پهنه بندی، از نقشه پراکنش لغزش حوزه استفاده کرد (Remendo و همکاران، ۲۰۰۳). جهت رفع این مشکل حدود یک سوم نقاط لغزشی در پهنه بندی استفاده نشده و برای ارزیابی نقشه‌های خطر از این نقاط استفاده شد. به این صورت که یک سوم نقاط لغزشی که در پهنه‌بندی استفاده نشده‌اند را روی نقشه خطر انداخته و مقدار لغزش‌ها در طبقات مختلف خطر محاسبه شد (Ayalew و همکاران، ۲۰۰۵، Komac، ۲۰۰۶، Neuhauser، ۲۰۰۶) در مرحله بعد با استفاده از رابطه ۳ میزان دقت مدل محاسبه گردید.

$$p = \frac{ks}{s} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن p احتمال تجربی، ks مساحت لغزش یافته در رده‌های خطر متوسط به بالا و s مساحت کل لغزش‌های منطقه است. هر چه میزان p بزرگ تر باشد، مدل برای پهنه‌بندی منطقه مناسب‌تر است (فاطمی عقدا و همکاران، ۱۳۸۲).

بحث و نتیجه گیری

نقشه پهنه بندی زمین لغزش با استفاده از مدل‌های ارزش اطلاعات بر اساس رابطه ۱ به دست آمد که در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با مدل ارزش اطلاعات

ارتباط سازندهای زمین شناسی و زمین لغزش نشان داد که در بین سازندهای زمین شناسی، سازند شمشک و پادگانه های آبرفتی بیشترین حساسیت را دارند که با مطالعات شادفر و همکاران (۱۳۸۴)، (Ohlmacher و همکاران، ۲۰۰۶) و (Yamagashi و Ayalew، ۲۰۰۵) همخوانی دارد. همچنین فاصله ۵۰۰ متری از جاده و ۴۰۰ متری آبراهه بیشترین حساسیت را نسبت به لغزش دارند. مطالعات مربوط به جهت شیب نشان داد که شیب غربی بیشترین تاثیر را در وقوع لغزش نسبت به جهت‌های دیگر دارا می‌باشد که با تحقیقات احمدی و همکاران (۱۳۸۴) همخوانی ندارد. مهمترین عامل برای توجیه این امر می‌تواند جهت وزش باد باران آور باشد. در منطقه مورد مطالعه جهت غالب وزش باد باران آور غربی است و لذا دامنه های غربی چون رو به باد قرار دارند، رطوبت بیشتری دریافت نموده، لذا پدیده خاکزایی و ضخامت خاک در آنها بیشتر است. بنابراین علت اصلی آن متفاوت بودن شرایط در دو منطقه کاری می‌باشد. بررسی درصد شیب نیز نشان داد که شیب ۳۰-۵۰ و ۱۵-۳۰ درصد بیشترین حساسیت را نسبت به لغزش دارند که با مطالعات احمدی و همکاران (۱۳۸۴) و شادفر و همکاران (۱۳۸۴) همخوانی دارد. بررسی طبقات ارتفاع نشان داد که طبقات ۱۵۰۰-۱۸۰۰ و ۱۸۰۰-۲۱۰۰ بیشترین حساسیت را نسبت به زمین لغزش دارند. در ارتفاعات بالا بارش معمولاً به صورت برف بوده و غالب بودن پدیده یخبندان در بخش بزرگی از سال باعث کندی پدیده خاکزایی از یک سو و نفوذ از سوی دیگر می‌گردد. در بین کاربری‌های مختلف نیز مناطق مسکونی و باغ-کشاورزی بالاترین حساسیت را به وقوع زمین لغزش دارد. در ارزیابی مدل با استفاده از رابطه ۳ برای مدل ارزش اطلاعات میزان p ، ۰/۴۴ به دست آمد که حاکی از مناسب بودن این مدل برای پهنه بندی زمین لغزش در منطقه است. در مدیریت حوزه های آبخیز باید

محدودیت های طبیعی نظیر زمین لغزش ها مورد توجه قرار گیرند و با توجه به آنکه منطقه مورد مطالعه در مجموع پتانسیل بالایی برای وقوع زمین لغزش دارد پیشنهاد می شود که در هرگونه سرمایه گذاری و احداث سازه ویژگی های لیتولوژیکی و فیزیوگرافی منطقه مدنظر قرار گیرد تا باعث تحریک و افزایش حرکات نگردد.

منابع

- احمدی، ح.، اسماعیلی، ا.، فیض نیا، س.، و شریعت جعفری، م.، ۱۳۸۲- پهنه بندی خطر حرکت های توده ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره (MR) و تحلیل سلسله مراتبی سیستمها (AHP)، مطالعه موردی حوزه آبخیز گرمی چای، مجله منابع طبیعی ایران جلد ۵۶. شماره ۴. ص ۳۳۵-۳۲۳.
- احمدی، ح.، محمد خان، ش.، فیض نیا، س.، و قدوسی، ج.، ۱۳۸۴- ساخت مدل منطقه ای خطر حرکت های توده ای با استفاده از ویژگی های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستمها (AHP)، مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸: ۱۴-۳.
- جلالی، ن.، ۱۳۸۱- ارزیابی تعدادی از روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز طالقان، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- سفیدگری، ر.، غیومیان، ج.، و فیض نیا، س.، ۱۳۸۴- ارزیابی روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، مطالعه موردی حوزه آبخیز دماوند. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ص ۵۸۰-۵۷۴.
- سیارپور، م.، ۱۳۷۸- پهنه بندی پتانسیل خطر زمین لغزش در جنوب خلخال، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۹۳ص.
- شادفر، ص.، یمانی، م.، و نمکی، م.، ۱۳۸۴- پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRE در حوزه چالکرو، مجله آب و آبخیز، ۳: ۶۸-۶۲.
- شیروانی، ک.، غیومیان، ج. و مختاری، ا.، ۱۳۸۴- بررسی و ارزیابی روش های آماری دومتغیره و چندمتغیره در پهنه بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی حوزه رودخانه ماربر). مجله آب و آبخیز، ۲: ۳۶-۴۷.
- فاطمی عقدا، م.، غیومیان، ج. و اشقلی فراهانی، ع.، ۱۳۸۲- ارزیابی کارایی روش های آماری در تعیین پتانسیل خطر زمین لغزش. مجله علوم زمین، ۱۱: ۴۷-۵۸.
- فتاحی، م. ع.، ۱۳۷۹- بررسی و ارزیابی کارایی مدل های پهنه بندی خطر زمین لغزش و تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی
- قدسی پور، س. ح.، ۱۳۸۴- مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ چهارم، ۲۲۰ص
- کلارستانی، ع.، ۱۳۸۱- بررسی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزشها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز شیرین رود ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۴۱ص.
- کمک پناه، ع.، منتظرالقائم، س.، چدنی، ا.، ۱۳۷۳- زمین لغزه و مروری بر زمین لغزه های ایران (جلد اول)، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۶۵ص

محمدی، م.، مرادی، ح. ر.، پورقاسمی، ح. ر.، و داودی، م.، ۱۳۸۶- بررسی ناپایداری دامنه های طبیعی و کاربرد آن در آمایش سرزمین با استفاده از GIS، اولین همایش ملی جغرافیا و آمایش سرزمین، ۹۱-۹۲.
نیک اندیش، ن.، ۱۳۷۸- بررسی نقش عوامل هیدرواقليم در وقوع حرکات توده‌ای در حوزه کارون میانی، رساله دکتری دانشگاه اصفهان

Ayalew, L. & Yamagishi, H, 2005- The Application of GIS – based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda–Yahiko Mountains, central Japan. *Geomorphology* 65:15-31pp.
Ayalew, L., Yamagashi, H., Marui, H. & Kanno, T, 2005- Landslide in Sado Island of japan: part II. GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and verifications. *Engineering Geology*, 81: 432-445.
Komac, M, 2006- A landslide susceptibility model using the Analytical Hiererchy Process method and multivariate statistics in perialpine Sloveni. *Geomorfology* 74: 17-28.
Lan, H.X., Zhou, C.H., Wang, L.J., Zhang, H.Y. & Li, R.H, 2004- Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang Watershed, Yunnan, China. *Engineering Geology* 76: 109-128.
Neuhauser, B. & Terhorst, B., 2006- Landslide susceptibility assessment using “weights of evidence” applied to a study area at the Jurassic escarpment (SW-Germany). *Geomorfology* 1-13.
Ohlmacher, G.C. & Davis, J.C., 2003- Using multiple logistic regression and GIS technology to predict landslide hazard in Northeast Kansas, USA, *Engineering Geology*, 69: 331-343.
Remendo, J., Gonzales, A., Teran, J., Cendrero, A., Fabbri, A. & Chung, C., 2003- Validation of landslide susceptibility maps, examples and applications from a case study in northern Spain, *Natural Hazard*, 437-449.

Landslide hazard analysis in GIS environment and its application in soil and water conservation

Abstract

Erosion is the phenomenon that makes every year losses of water and soil resources. Dishonest use of resource, Fouls land use and incorrect management of natural resource increases this phenomenon. Therefore study of this phenomenon for best management of natural resource is necessary. Today study of erosion carried out rapidly by using GIS software. One of the erosion shapes is landslide that treats resource. Aim of this research is landslide hazard mapping using GIS in part of Haraz watershed. At first by field work landslides distribution map and then effective factors was supplied. At next stage landslide susceptibility site and effective factor characterized using ILWIS software. Then landslide hazard mapping by information value statistic model in GIS environment. Analyze of these maps show that Shemshak formation, fluvial terraces, distance 0-500 to road, distance 0-400 to drainage network, the west and north aspect, 15-50 % of slope, elevate 1500-2100, residential and agriculture-garden land use have the most landslide susceptibility and for management of this region, attention to this region is necessary. Evaluation of this model showed that information value model is suitable for landslide hazard mapping.

Key words: Erosion, Landslide, Landslide zoning, GIS, Information value, Haraz.