

## بررسی وارزیابی روش‌های آماری دو متغیره در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (مطالعه موردی: بخشی از کارون جنوبی)

مژگان انتظاری: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران\*  
زهرا ایزدی: کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۶/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۲۲، صص ۲۱۴-۲۰۵

### چکیده

در این تحقیق سعی شده است، حوضه رودخانه مازیر، در جنوب شهرستان سمیرم، به وسعت ۱۴۳۸ کیلومتر مربع، به دلیل ناپایداری شدید دامنه‌ها و رخداد پدیده زمین لغزش، با استفاده از روش‌های آماری دو متغیره پهنه بندی گردد، تا بدین وسیله بتوان از بسیاری از خسارات جانی و مالی پیشگیری کرد. لذا ابتدا با جمع آوری اطلاعات مورد نیاز از پراکندگی لغزش‌ها در منطقه، ضمن تهیه نقشه پراکندگی زمین لغزش‌ها، اقدام به تهیه ۶ لایه اطلاعاتی عامل شامل: شیب، جهت شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از جاده و میزان بارندگی گردید. سپس نقشه هر یک از این شش عامل با نقشه پراکندگی زمین لغزش‌ها قطع داده شد و نقشه وزنی هر عامل به دست آمد. پس از جمع جبری نقشه‌های وزنی هر شش عامل با همدیگر، نقشه خطر زمین لغزش در هر دو روش آماری دو متغیره ایجاد و در رده‌های مناسب خطر طبقه بندی گردید. در نهایت میزان صحت و دقت نقشه‌ها (P,QS) در هر دو روش تعیین شد. براساس تجزیه و تحلیل انجام گرفته، مشخص گردید که روش ارزش اطلاعات نسبت به تراکم سطح ازدقت و صحت بیشتری برخوردار می باشد. لذا در پهنه بندی خطر زمین لغزش توصیه می گردد، از این روش استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: زمین لغزش، پهنه بندی خطر زمین لغزش، کارون جنوبی، روش آماری دو متغیره

### ۱- مقدمه

تأثیر قرار دهد. این پدیده از جمله متداول ترین پدیده‌های طبیعی تغییر شکل دهنده سطح زمین می باشد، که در تمامی دوران‌های زمین شناسی به وقوع پیوسته است این پدیده امروزه مورد توجه محققین بخصوص جغرافی دانان قرار گرفته است و به دلیل مقابله با این بلیه طبیعی و کاهش خطرات ناشی از آن اهمیتی دو چندان یافته است.

زمین لغزش پدیده ای طبیعی است که از پائین افتادن و یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی در امتداد دامنه‌ها رخ می دهد. سرعت عملکرد و وسعت آن‌ها غالباً پدیده‌های دیدنی و فاجعه باری را به وجود می آورد و ممکن است ده‌ها و صدها هزار مترمکعب سنگ و خاک را یکجا تحت

مطالعات صحرایی و استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه و نقشه کاربری اراضی، به کمک نرم افزار (Ilwis) انجام گرفت. سپس داده‌های به دست آمده وارد نرم افزار (Ilwis) گردید و شش لایه اطلاعاتی شیب، جهت شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از جاده و میزان بارندگی تهیه گردید. این لایه‌ها جداگانه هرکدام با نقشه پراکندگی لغزش‌ها قطع گردید و وزن هر لایه به روش ارزش اطلاعات و تراکم سطح در جداول مربوطه جداگانه به دست آمد. سپس با جمع جبری هر شش لایه در هر دو روش نقشه‌های پهنه بندی تهیه گردید و در نهایت میزان صحت و دقت آن‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

#### ۱-۴- موقعیت منطقه

حوضه رودخانه ماربر بین  $31^{\circ} 15'$  تا  $30^{\circ} 45'$  عرض شمالی و  $51^{\circ} 21'$  تا  $52^{\circ}$  طول شرقی، در جنوب استان اصفهان واقع شده است. این منطقه از سمت غرب به شهرستان لردگان در چهار محال بختیاری، از سمت شرق به استان فارس و از سمت جنوب به استان کهگیلویه و بویر احمد محدود می‌گردد. وسعت این حوضه  $1438$  کیلومتر مربع و حداکثر ارتفاع حوضه  $4000$  متر و حداقل آن  $1900$  متری باشد. منطقه مورد مطالعه در سلسله جبال زاگرس در زون زاگرس مرتفع جای گرفته است. این محدوده از دیدگاه زمین‌ساختی فعال و پرتحرک است و رژیم ساختاری غالب متأثر از فعالیت گسل‌های راندگی و تا اندازه‌ای راست لغز است. روندساختارهای خطی و محور چین خوردگی عمدتاً هم امتداد با امتداد شمال غرب - جنوب شرق زاگرس است.

شناخت عوامل مختلف موثر در وقوع زمین لغزش‌ها به منظور برنامه‌ریزی و انجام کارهای اصولی در مناطق حساس به زمین لغزش یکی از اهداف این پژوهش است و دوم شناسایی مناطق با خطر زیاد و خطر کم از نظر وقوع زمین لغزش می‌باشد تا بتوان با شناسایی مناطق با خطر زیاد، شدت عمل زمین لغزش را در این مناطق کم کرده و از آثار زیان بار آن را تا حد زیادی کاهش داد. بنابراین امروزه نیاز مبرم به تهیه نقشه‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش در نقاط حساس با دامنه‌های ناپایداری باشد زیرا این پدیده هر ساله خسارات جانی و مالی فراوانی به بار می‌آورد. برای تحقیق در این زمینه، روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله آنها، روش‌های آماری است که توسط محققین نتایج قابل قبولی را در بر داشته است. لذا حوضه رودخانه ماربر، به روش‌های آماری دو متغیره شامل ارزش اطلاعات و تراکم سطح پهنه بندی می‌گردد.

#### ۱-۲- سابقه تحقیق

از روش آماری دو متغیره و چند متغیره به ترتیب ون وستن (۱۹۹۷)، حق شناس (۱۳۷۵)، سعدالدین (۱۳۷۶)، اشقلی فراهانی (۱۳۸۰)، سفیدگری (۱۳۸۱)، شیرانی (۱۳۸۲) و فیض نیا (۱۳۸۳) و از روش آماری چند متغیره به ترتیب گوزنی (۲۰۰۰)، سارولی (۲۰۰۱)، مورات (۲۰۰۲)، پژم (۱۳۷۵) و از روش آماری دو متغیره نیک اندیش (۱۳۷۸) و فتاحی (۱۳۷۹) هر دو از این روش استفاده کردند و به نتایج قابل قبول با دقت بالا دست یافتند.

#### ۱-۳- روش تحقیق

برای پهنه بندی خطر زمین لغزش، ابتدا نقشه پراکندگی لغزش‌ها در منطقه تهیه گردید. این امر با

۲- بحث

۲-۱- بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌های

منطقه

۲-۱-۱) شیب

شیب یکی از عوامل بسیار موثر در وقوع لغزش می باشد که مطالعات صورت گرفته در این زمینه حاکی از این مطلب است که بیشترین سطح در منطقه

مربوط به شیب‌های بین (۱۲ تا ۰ درصد) بوده و وسعتی در حدود ۴۲۲ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است. در مرتبه دوم شیب‌های بین ۱۲ تا ۲۵ درصد، وسعتی در حدود ۳۹۱ کیلومتر مربع به خود اختصاص داده اند. بیشترین میزان لغزش‌ها مربوط به رده (۰-۱۲٪) می باشد.

(جدول ۱): میزان لغزش در رده‌های مختلف شیب

Area (مساحت به مترمربع)	Npix (تعداد پیکسل)	رده‌های شیب
۴۲۲۸۵۷۸۰۰	۴۶۹۸۴۲	۰-۱۲٪
۳۹۱۸۱۶۰۰۰	۴۳۵۴۰۰	۱۲-۲۵٪
۳۷۸۲۶۶۴۰۰	۴۲۰۲۹۶	۲۵-۴۵٪
۲۴۴۶۶۱۴۰۰	۲۷۱۸۴۶	۴۵ به بالا

۲-۱-۲) جهت شیب

بیشترین وسعت جهت شیب، در جهت جنوب با وسعت در حدود ۴۰۱ کیلومتر مربع می باشد. اما

کمترین آن در جهت شمال به وسعت ۳۲۳ کیلومتر مربع می باشد. بیشترین میزان لغزش‌ها در جهت جنوب واقع شده است.

(جدول ۲): میزان لغزش در رده‌های مختلف جهت شیب

Area (مساحت به مترمربع)	Npix (تعداد پیکسل)	رده‌های جهت شیب
۳۲۳۸۳۹۸۰۰	۳۵۹۸۲۲	N
۳۷۷۳۹۹۷۰۰	۴۱۹۳۳۳	E
۴۰۱۵۲۲۴۰۰	۴۴۶۱۳۶	S
۳۳۴۸۸۳۷۰۰	۳۷۲۰۹۳	W

۲-۱-۳) لیتولوژی

منطقه مورد مطالعه دارای لیتولوژی متنوعی بوده و عمدتاً سازندها مربوط به دوره مزوزوئیک می باشند. سازند

Plc-b (سازند بختیاری) بیشترین رخنمون را در منطقه به وسعت ۲۷۷ کیلومتر مربع بخود اختصاص داده است و سپس سازند KI\_d (سازند داریان) به وسعت ۲۶۶ کیلومتر مربع دارای رخنمون می باشد. بیشترین میزان لغزش‌ها مربوط به سازند Plc-b می باشد.

(جدول ۳): میزان لغزش در رده‌های مختلف لیتولوژی

Area (مساحت به مترمربع)	Npix (تعداد پیکسل)	رده‌های لیتولوژی
۵۰۳۵۰۰	۵۶۱۵	Em-l,d-as,ja
۲۷۹۰۰۰۰	۳۱۰۰۰	Em-l,d-as,ja-landslide
۱۶۴۷۰۰	۱۸۳	Gl-s

۸۹۹۱۰۰	۹۹۹	Jl-su
۳۴۴۲۵۰۰	۳۸۲۵	Jld-n
۱۸۸۰۶۴۰۰	۲۰۸۹۶	Ke-sh,m-pd,gu
۴۳۶۹۵۰۰	۴۸۵۵	Kh-b
۳۰۱۲۳۱۸۰۰	۳۳۴۷۰۲	Kl-dr
۳۲۲۸۳۰۰	۳۵۸۷	Kl-dr-landslide
۱۸۸۴۶۰۰	۲۰۹۴	Kl-f
۱۱۸۲۰۶۰۰	۱۳۱۳۴	Kl-il
۱۲۱۳۴۸۸۰۰	۱۳۴۸۳۲	Kl-is
۲۰۰۹۷۰۰	۲۲۳۳	Kl-is-landslide
۹۵۶۸۴۴۰۰	۱۰۶۳۱۶	Kl-sr
۳۳۹۲۳۷۰۰	۳۷۶۹۳	Kl-t
۳۱۰۵۵۴۰۰	۳۴۵۰۶	Klm-1
۱۲۹۶۰۰۰	۱۴۴۰	Klm-gv-landslide
۸۱۹۴۵۹۰۰	۹۱۰۵۱	Km-kz
۸۹۹۷۳۰۰	۹۹۹۷	Kml-ga
۱۳۱۶۲۴۱۰۰	۱۴۶۲۴۹	Ksh-gu
۲۶۸۰۰۲۰۰	۲۹۷۷۸	m-m,c-ra
۲۱۸۴۳۰۰	۲۴۲۷	Mam-g
۴۳۶۹۸۶۰۰	۴۸۵۵۴	Pee-c,m-kn
۲۸۱۱۱۷۷۰۰	۳۱۲۳۵۳	Pl-c-b
۳۲۴۴۵۰۰	۳۶۰۵	Pl-c-b-landslide
۴۹۸۸۷۰۰	۵۵۴۳	Ps-fr
۹۶۳۹۰۰	۱۰۷۱	pz
۱۷۱۹۲۷۰۰	۱۹۱۰۳	qal
۲۷۶۲۱۰۰	۳۰۶۹	qd
۱۳۳۶۲۸۴۰۰	۱۴۸۴۷۶	Qt1
۸۷۴۸۹۰۰	۹۷۲۱	Qt2
۲۵۶۲۹۳۰۰	۲۸۴۷۷	Qt3

سنگ، ( mix (dryfarming\_follow مخلوطی از زمین‌های با کشت آبی، ( mix (dryfarming\_follow\_poorrande مخلوطی از زمین‌های با کشت آبی و مرتع فقیر،

۲-۱-۴) کاربری اراضی رده‌های کاربری اراضی به قرار ذیل می‌باشند: (Poorange) مرتع فقیر، (Modrange) مرتع متوسط، (goodrange) مرتع خوب، (Agri) زراعت، (Bagh) باغ، (Urban) زمین‌های شهری، (Rock)

همچنین کمترین وسعت مربوط به رخنمون سنگی (Rock) به وسعت ۴ کیلومتر مربع می‌باشد. اما بیشترین سطح لغزش یافته در رده (Moderange) واقع شده است.

زمینهای با کشت آبی و مرتع متوسط. رده (Moderange) که مرتع با تراکم متوسط بوده دارای وسعت ۵۸۷ کیلومتر مربع بوده و بیشترین وسعت منطقه را به خود اختصاص داده است.

(جدول ۴): رده‌های مختلف کاربری اراضی

Area (مساحت به مترمربع)	Npix (تعداد پیکسل)	رده‌های کاربری اراضی
۸۸۳۱۷۰۰۰	۹۸۱۳۰	Agri
۱۱۴۸۲۲۰۰	۱۲۷۵۸	Bagh
۹۰۳۴۳۸۰۰	۱۰۰۳۸۲	Goodrange
۳۹۲۱۳۹۰۰	۴۳۵۷۱	Mix(dry farming_follow)
۲۶۱۴۲۳۰۰	۲۹۰۴۷	Mix(dry farming_follow_modrange)
۱۴۶۳۰۴۰۰	۱۶۲۵۶	Mix(dry farming_follow_poorange)
۴۵۱۸۰۹۰۰	۵۰۲۰۱	Mix(midrange_dry farming_follow)
۵۸۷۴۸۳۱۰۰	۶۵۲۷۵۹	Modarange
۴۸۹۸۱۶۹۰۰	۵۴۴۲۴۱	Poorange
۴۷۴۶۶۰۰	۵۲۷۴	Rouk
۴۰۲۸۷۶۰۰	۴۴۷۶۴	Urban

۲-۱-۵) فاصله از جاده  
 بیشترین وسعت رده فاصله از جاده تا ۱۵۰۰ متری به مساحت ۷۶۱ کیلومتر مربع است که بیشترین میزان لغزش‌ها را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است این عامل که ناشی از عملکرد انسان است، باعث ناپایداری دامنه‌ها و وقوع لغزش در منطقه گردیده است.

(جدول ۵): میزان لغزش در رده‌های مختلف فاصله از جاده

Area (مساحت به مترمربع)	Npix (تعداد پیکسل)	رده‌های فاصله از جاده
۷۶۱۵۸۱۰۰	۸۴۶۲۰۹	۱۵۰۰-۰
۳۸۷۸۳۹۷۰۰	۴۳۰۹۳۳	۳۵۰۰-۵۰۰
۲۸۸۲۱۷۸۰۰	۳۲۰۲۴۲	۳۵۰۰ به بالا

حالی که کمترین میزان بارندگی مربوط به شمال غرب، غرب و جنوب غرب می باشد. بیشترین سطح لغزش‌ها مربوط به رده بارندگی (۰ تا ۵۰۰) میلی متری می باشد.

۲-۱-۶) میزان بارندگی با توجه به نقشه بارندگی سالیانه منطقه می توان بیان کرد که بیشترین سطح، مربوط به رده بارندگی سالیانه بین (۰-۵۰۰) میلی متر می باشد که از شمال شرق، شرق و جنوب شرق حوضه را در بر گرفته است.

(جدول ۶): میزان لغزش در رده‌های مختلف بارندگی

Area (مساحت به مترمربع)	NPix (تعداد پیکسل)	رده‌های بارندگی
۷۱۴۱۲۳۹۰۰	۷۹۳۴۷۱	mm۵۰۰-۰
۵۱۰۶۳۲۱۰۰	۵۶۷۳۶۹	mm۷۰۰-۵۰۰
۲۱۲۸۸۹۶۰۰	۲۳۶۵۴۴	mm۷۰۰<

$Wi =$  وزن مربوط به طبقه مشخص از یک پارامتر  
 $Densclass =$  تراکم زمین لغزش در منطقه مشخص از یک پارامتر  
 $Densmap =$  زمین لغزش در کل حوضه  
 $Npix(Si) =$  پیکسل یا مساحت زمین لغزش‌های اتفاق افتاده هر رده از پارامتر  
 $Npix(Ni) =$  تعداد پیکسل‌ها یا مساحت کل هر رده از پارامتر

در منطقه مورد مطالعه از شش عامل برای پهنه بندی خطر زمین لغزش بهره گرفته شده است که عبارتند از: مقدار شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، لیتولوژی، میزان بارندگی و فاصله از جاده. در منطقه مورد نظر برای محاسبه وزن هر عامل، ابتدا متغیرهای (رابطه ۱) جداگانه، محاسبه گردید و در نهایت نقشه وزنی هر لایه اطلاعاتی تهیه گردید. سپس با جمع جبری نقشه وزنی هر شش عامل و طبقه بندی نقشه نهایی به رده‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، بالا، خیلی بالا، اقدام به پهنه بندی خطر لغزش در

۲-۲) به کار گیری و معرفی روش آماری دو متغیره در منطقه مورد مطالعه

همان طور که بیان شد در روش آماری دو متغیره، برای محاسبه وزن نقشه‌ها و پهنه بندی خطر زمین لغزش، از دو روش ارزش اطلاعات و تراکم سطح استفاده گردیده که در ادامه به بررسی آن‌ها پرداخته شده است.

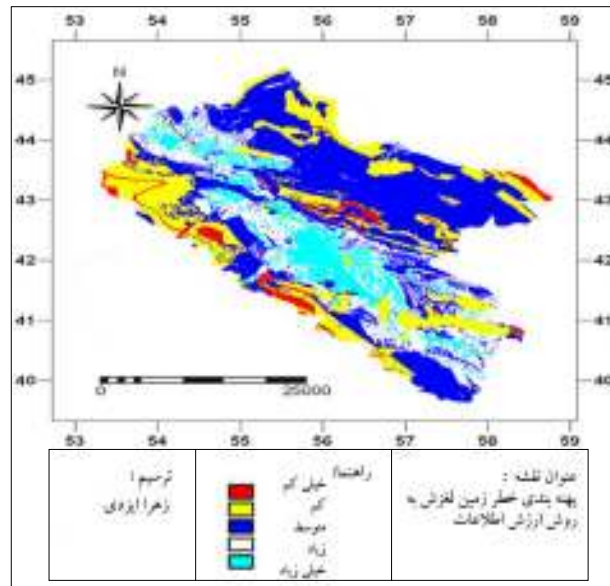
۲-۲-۱) ارزش اطلاعات:

در این روش با انتخاب یک پیکسل با اندازه مشخص به عنوان مبنای واحد زمین‌ی و رابطه پارامترهای (عوامل) موثر در وقوع زمین لغزش با پراکندگی زمین لغزش‌ها، اقدام به ارزیابی خطر زمین لغزش نموده و بر اساس این ارزیابی وزن و سهم هر یک از طبقات و واحدهای پارامتر (عامل) موثر در وقوع زمین لغزش طبق رابطه زیر محاسبه می گردد (شیرانی، ۱۳۸۳: ۶۹).

(رابطه ۱)

$$Wi = \ln(Densclass/Densmap) = \ln(Npix(Si)/Npix(Ni)) / (\sum Npix(Ni))$$

منطقه مورد مطالعه در روش ارزش اطلاعات گردید (شکل ۱).  
 لازم به ذکر است که در جریان محاسبه ستون وزن و نقشه وزنی، پارامترهایی که نقش موثری در وقوع زمین لغزش دارند با مقادیر مثبت، و پارامترهایی که بی تأثیرند مقادیر صفر و برای طبقات نقشه پارامتر، که نقش منفی در وقوع زمین لغزش دارند یا به عبارتی در پایداری موثرند با مقادیر منفی نمایش داده می شوند.



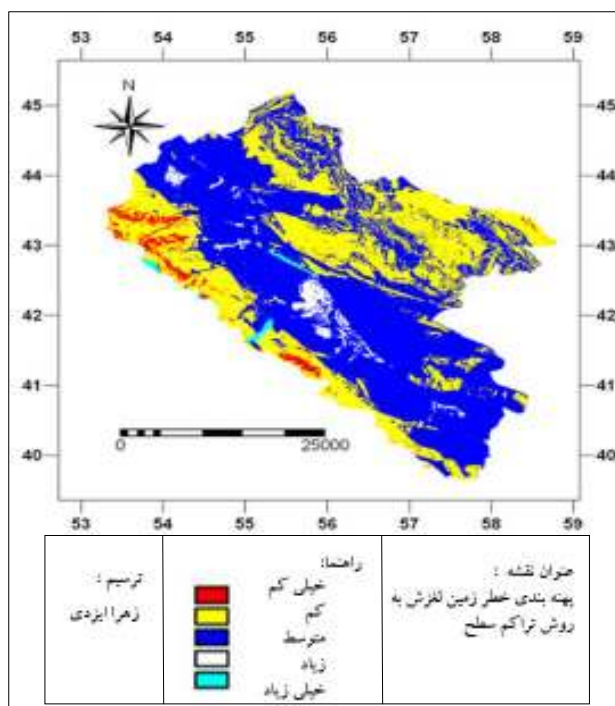
(شکل ۱) پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش ارزش اطلاعات

۲-۲-۲) تراکم سطح  
 در این روش همانند روش ارزش اطلاعات از طریق روابط زیر برای هر نقشه عامل یا پارامتر تراکم لغزش محاسبه می گردد و سپس همانند روش ارزش اطلاعات اقدام به پهنه بندی زمین لغزش می گردد.

$$D = \frac{N_{pix}(S_{xi})}{N_{pix}(X_i)}$$
 (رابطه ۲)

$$W = 1000 * (D - \frac{\sum N_{pix}(S_{xi})}{\sum N_{pix}(X_i)})$$
 (رابطه ۳)

$D =$  تراکم زمین لغزش در هر رده از هر پارامتر یا متغیر I ام از عامل J ام  
 $W =$  وزن متغیر هر رده از هر پارامتر  
 $N_{pix}(S_{xi}) =$  مساحت لغزش‌های اتفاق افتاده در هر رده یا متغیر xi  
 $N_{pix}(x_i) =$  مساحت هر رده یا متغیر xi  
 سپس با جمع جبری نقشه‌های وزنی برای شش عامل، نقشه وزن نهایی تهیه گردید و بر اساس هیستوگرام، رده‌های خطر تعیین و طبقه بندی صورت گرفت (شکل ۲).



(شکل ۲): پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش تراکم سطح

### ۳-۲) تعیین میزان صحت و دقت نقشه‌ها

حال جهت بررسی و تجزیه و تحلیل و تعیین میزان دقت و صحت روش‌های استفاده شده در تعیین پتانسیل خطر لغزش از دو رابطه دقت روش (P) و صحت روش (QS) استفاده می‌گردد. تا با مقایسه میزان صحت و دقت دو نقشه وزن نهایی در روش ارزش اطلاعات و تراکم سطح، بهترین روش انتخاب گردد. این روابط به قرار ذیل می‌باشد.

دقت روش (P): عبارت است از مساحت لغزش یافته در پهنه‌های خطر متوسط به بالا به مساحت آن پهنه‌ها. رابطه زیر بیانگر این تعریف است:

$$P=KS/S$$

$P$  = دقت روش در پهنه‌های متوسط به بالا

$KS$  = مساحت سطح لغزش یافته در پهنه‌های خطر

متوسط به بالا

$S$  = مساحت پهنه‌های خطر مربوطه

صحت روش بر اساس نسبت تراکم طبق فرمول زیر به دست می‌آید.

درصد مساحت / درصد زمین لغزش‌ها  $DR=$

$$QS=\sum(DR-1)^2*Area(\%)$$

درصد زمین لغزش‌ها عبارت است از نسبت مساحت

زمین لغزش‌ها در هر رده خطر نسبت به مساحت

زمین لغزش‌ها در منطقه و درصد مساحت عبارت است

از نسبت مساحت رده خطر به مساحت کل منطقه.

$i$ : رده خطر

$n$ : تعداد رده‌های خطر

در نهایت میزان صحت و دقت نقشه‌های پهنه بندی

منطقه مورد مطالعه با استفاده از دو رابطه اشاره شده

تعیین گردید. (جدول ۶ و ۵)



(جدول ۵): میزان صحت و دقت به روش ارزش اطلاعات

Information value	%S	DR	(DR-1)2	%S*(DR-1)2	P	QS
خیلی کم	۳/۶۱۵	صفر	۱	۳/۶۱۵	۰/۹۵	۰/۹۶
کم	۳۰/۷۰۳	۰/۱۴۱	۰/۷۳۷	۲۲/۶۴۸		
متوسط	۳۴/۵۷۴	۰/۷۳۷	۰/۰۶۹	۲/۳۸۶		
زیاد	۲۰/۴۴۳	۱/۶۹۰	۰/۴۷۶	۹/۷۴۰		
خیلی زیاد	۱۰/۶۶۱	۳/۳۴۱	۵/۴۸۰	۵۸/۴۳۳		

(جدول ۶): تعیین میزان دقت و صحت به روش تراکم سطح

Density Area	%S	DR	(DR-1)2	%S*(DR-1)2	P	QS
خیلی کم	۲/۱۸۲	۰/۱۳۹	۰/۷۳۹	۱/۶۱۴	۰/۹۴	۰/۹۰
کم	۳۶/۲۰۸	۰/۲۵۷	۰/۵۵۰	۱۹/۹۳۹		
متوسط	۵۸/۴۵۳	۱/۲۴۳	۰/۰۵۹	۳/۴۵۴		
زیاد	۲/۵۷۷	۵/۱۸۰	۱۷/۴۷۴	۴۵/۰۳۸		
خیلی زیاد	۰/۵۷۸	۷/۵۰۹	۴۲/۳۷۵	۲۴/۴۹۶		

خطوط برق و گاز و غیره را در مناطق پایدار به لغزش اقدام نمود و خسارات را به حداقل رساند.

۲- نقشه تهیه شده حاصل از روش ارزش اطلاعات نقشه مناسبی برای پهنه بندی منطقه می باشد که قابل استناد و بهره گیری در امور اجرایی منطقه جهت بهره گیری در امر مدیریت منطقه می باشد.

۳- با توجه به عوامل مورد بررسی، می توان بیان داشت که بیشترین لغزش‌ها در شیب‌های (۱۲- ۲۵ درصد) در جهت جنوب شرق در سازند داریان با میزان بارندگی (۵۰۰-۷۰۰ میلی متر) در Moderange با فاصله (۱۵۰۰-۰ متری) از جاده رخ می دهد.

۴- عمده دامنه‌های ناپایدار در منطقه که دارای شرایط وقوع لغزش هستند در حواشی رودخانه ماربریه وقوع می پیوندند و در حد امکان باید از آن دوری کرد.

۵- قسمت‌های شرق و جنوب شرق منطقه دارای دامنه‌های پایدار با کمترین میزان لغزش می باشد.

در روش ارزش اطلاعات میزان (P و QS) به ترتیب (۹۵٪ و ۹۶٪) و در روش تراکم سطح (۹۰٪ و ۹۴٪) می باشد. همان طور که گفته شد هر چه میزان این دو پارامتر بیشتر باشد دقت و صحت نقشه‌ها بالاتر می باشد. در واقع (P) میزان دقت نقشه را نشان می دهد که در رده‌های بالا هرچه بیشتر باشد دقت نقشه مربوطه بیشتر است و به واقعیت نزدیک تر است و هر چه میزان (QS) بیشتر باشد، صحت نقشه برای مجموع کل رده‌ها بیشتر است و نهایتاً صحت کل مدل مورد استفاده بیشتر است. همان طور که در (جدول ۶) مشخص است میزان دقت (P) در روش ارزش اطلاعات بالاتر از تراکم سطح است. همین طور میزان (QS) صحت بالای نقشه پهنه بندی لغزش منطقه را نشان می دهد.

### ۳) نتیجه گیری

۱- با بهره گیری از نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش، می توان نسبت به طراحی شبکه راهها، ابنیه‌های فنی،

## منابع

- اشقلى فراهانى، ع. (۱۳۸۰) ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقه رودبار با استفاده از تئوری فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت معلم تهران
- پژم، م. (۱۳۷۵) پهنه بندی خطر حرکت‌های توده ای در حوضه آبخیز الموت رود، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- حق شناس، ابراهیم. (۱۳۷۵) پهنه بندی خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در منطقه طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس
- سعدالدین، ا. (۱۳۷۶) بررسی اثرات هیدروژئومورفولوژیک بر حرکات توده ای مواد دامنه ای در حوضه آبخیز چاشم-خطیرکوه سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس
- سفیدگری، ر. (۱۳۸۱) ارزیابی روشهای پهنه بندی خطر زمین لغزش در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (مطالعه موردی حوضه آبخیز دماوند) پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۸ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه رودخانه ماربر
- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۷، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه رودخانه ماربر
- سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۷۲، عکسهای هوایی ۱:۴۰۰۰۰ منطقه رودخانه ماربر
- شیرانی، کورش، ۱۳۸۴، بررسی و ارزیابی روشهای آماری دو متغییره و چند متغیره در پهنه بندی خطر لغزش، نشریه علمی پژوهشی آب و آبخیزداری، شماره ۲
- شیرانی، کورش، ۱۳۸۳، ارزیابی مهمترین روشهای پهنه بندی خطر زمین لغزش به منظور انتخاب روشی مناسب برای جنوب استان اصفهان منطقه سمیرم، وزارت جهاد کشاورزی
- فاطمی عقدا، محمود، ۱۳۸۲، ارزیابی کارایی روشهای آماری در تعیین پتانسیل خطر زمین لغزش، نشریه علوم زمین، شماره ۴۷-۴۸
- فتاحی اردکانی، م. ع. (۱۳۷۹) بررسی و ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش و تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه آبخیز لتیان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری. مرکز آموزش عالی اما خمینی
- محمودی فرج الله، ۱۳۸۰، ژئومورفولوژی دینامیک، پیام نور
- نیک اندیش، ن. (۱۳۷۸) بررسی عوامل هیرواقلم در وقوع حرکات توده ای در حوضه کارونی میانی، پایان نامه دکترا دانشگاه اصفهان
- C.J.van Westen and R.Soeters. Geography Information Systems in Slope Instability Zonation. 1995.
- Guzzetti,F.Comparing Landslide Maps:A Case Study in the Upper Tiber River Basin,Central Italy,Enviromental Management.2000
- Murat Ercanogla.Assessment of Land slide Susceptibility for a Landslide Pron Area(North of Yenice,NW Turkey)by Fuzzy Approach,Environmental geology.2002
- Saro Lee.Statistical Analysis of Landslid Susceptibility at Yoging,Korea,Enviromented Geology,2001

## Assessment of landslide zonation by Binary statistical method

M. Entezari, Z. Izadi

Received: September 21, 2011 / Accepted: August 12, 2012, 59-62 P

### Extended Abstract

#### 1- Introduction

Landslide is a natural phenomenon that occurs due to falling down or movement of sediments materials along the hillsides. Velocity and wideness of the phenomenon cause attractive & tragedy one, which can affect on thousands of cubic meter of soil & stone. This phenomenon is the most Common natural earth change phenomena that occur in the geological period which is nowadays known as natural disaster.

In present decade its importance is considered to deal with natural disaster and to reduce its risk. One of the important objectives of this research is to identify different parameters in landslides of sensitive area.

This project also aims to identify high risk area and low risk area of landslide in order to reduce harmful effects landslide. Therefore, nowadays we need to provide landslide hazard

zonation in sensitive areas with unstable hillside because every year it causes huge damages. Therefore, research is necessary for which different methods that give acceptable results by the researchers such as systematic or map query from which statistical method is chosen. In this research, Marbor river basin is zoned by using two variants statistical method which includes value of information and density area

#### 2-Methodology

In order to prepare the hazard zonation landslide map, it is necessary first to prepare the distribution map of landslide in the region. This is done by field study and using geological maps, topographic maps, digital elevation model

(DEM) and land use maps using Ilwis software. The obtained data is then transferred to Ilwis software and six information layers such as slope, lithology, rainfall, land use, and distance from roads were used. These layers were then intersected, and classified landslide hazard zonation map with 2 statistical method.

---

#### Author(s)

M. Entezari (✉)  
Assistant Professor of Geomorphology, University of Isfahan,  
Isfahan, Iran  
E-mail: [entezary54@yahoo.com](mailto:entezary54@yahoo.com)  
Z. Izadi  
MA.. of Geomorphology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

### 3- Discussion

This research attempts to zonate the Marbor River domain in the south of Semirom city with an area of 1438 km<sup>2</sup> using Binary statistical method because of increasing instability of the slopes and landslide phenomena, to prevent it from human and financial damages. Therefore, by collecting required information on landslides dispersion in the region, landslide dispersion map is provided by preparing six informative layers which includes slope, aspect, lithology, landuse, distance from the road, and precipitation rate. These layers were then intersected, and classified landslide hazard zonation map with Binary statistical method. These methods contain:

#### 1) Information Value

This method is based upon the following formula:

$$W_i = \ln(\text{Densclass}/\text{Densmap}) = \ln\left(\frac{N_{\text{pix}}(S_i)/N_{\text{pix}}(N_i)}{N_{\text{pix}}(S_i)/\sum N_{\text{pix}}(N_i)}\right)$$

where,  
 $W_i$  = the weight given to a certain parameter class (e.g. a rock type, or a slopeclass).

Densclas = the landslide density within the parameter class.

Densmap = the landslide density within the entire map.

$N_{\text{pix}}(S_i)$  = number of pixels, which contain landslides, in a certain parameter class.

$N_{\text{pix}}(N_i)$  = total number of pixels in a certain parameter class.

#### 2) Density Area

$$D = N_{\text{ix}}(S_{xi})/N_{\text{pix}}(X_i)$$

$$W = 1000 * (D - (\sum N_{\text{pix}}(S_{xi}) / \sum N_{\text{pix}}(X_i)))$$

Afterwards, we analyzed the accuracy and precision of each method (P, QS).

For the analyses and accuracy of the used method, two equations of accuracy and precision are used which are P method and QS method, and to compare the accuracy and precision of

the two maps in linear regression and audit analysis, the best method is chosen. These relations are shown:

(P) method's accuracy: Area of land slide in medium and high hazard zone is divided by their area as shown by the correlation:

$$P = KS/S$$

where, P is method's accuracy in medium and high hazard zones, KS is the landslide area in medium and high hazard zone and S is the related hazard zones area

The (QS) method's Precision is obtained by density ratio as shown in this equation:

$$DR = \text{percent of landslide} / \text{percent of area}$$

$$QS = \frac{(DR-1)^2 * \text{Area}(\%) }{2}$$

The result showed the Infomation value is better than other method for this region.

### 4-Conclusion

1. Using hazard zonation map of landslide we can design road networks, technical structures, power lines, gas, etc, in sustainable zones and reduce damage

2. Map prepared by Information value method is an appropriate for Landslide hazard zonation in this area

3- The factors studied show maximum of landslide Have occurred in 12-25 slope, South East, Daryan formation, 500-700 rainfall and and with 0-1500 metter distance to road.

4- Avoid building structures near the river. because in this area has high potential for occurrence landslide.

5- East and South East region have minimum potential for occurrence landslide.

**Keywords:** landslide, South Karoun, landslide hazard zonation, Binary statistical method

## References

- Oshgholi Farahani (2001). Evaluating instability hazard of piedmonts in Rodbar area using fuzzy theory. Master thesis of geology, Tehran Tarbyat-Moallem University.
- Pajm, M. (1996). Mass movement hazard zonation in Alamot river basin, Master thesis of watershed management, Tehran University.
- Haghshenas, A. (1996). Landslide hazard zonation and its relationship with producing sediment in Taleghan area. Master thesis, Tehran Tarbyat-modarres University.
- Sadeddin, A. (1997). Effect of hydro-geomorphologic indicators on piedmont mass movement of (Chashm-khatir) basin Semnan Mountain. Master thesis, Tehran Tarbyat-Modarres University.
- Sefidgari, R. (2002). Evaluating methods of landslide hazard zonation at scale of 1:50000. Master thesis, Tehran Tarbyat-Moallem University
- Geology maps 1:100000, (1998). Marbor River, Geology Organization Iran
- Topography maps 1:50000, (1999). Marbor River. Geographical organization of army
- Air photos (1993). Marbor area, survey organization of Iran
- Shirani, K. (2004). Evaluating of landslide hazard zonation methods in order to select the best method for Semrom area in south of Esfahan. Ministry of Agronomy.
- Shirani, K. (2005). Evaluating two variate and multivariate of landslide zonate. Scientific journal of water and watershed, no.2.
- Aghda Fatemi, M. (2003). Evaluating usage of statistical methods in identifying landslide. Earth Science Magazine, no. 47-48.
- Ardakani Fattahi, M. (2000). Evaluating usage of landslide hazard zonation models and Remote sensing techniques and GIS in Latian basin. Master Thesis, Imam Khomeni University
- Mahmodi, F. (2001). Dynamic geomorphology. Payam Noor.
- Nikandish, N. (1999). Study the effect of hydro climatic factors on mass movement in middle Karon basin. Ph. D thesis, Isfahan University.
- Westen C. J. van and R. Soeters (1995). Geography Information Systems in Slope Instability Zonation.
- 16-Murat Ercanogla (2002). Assessment of Landslide Susceptibility for a Landslide Prone Area (North of Yenice, NW Turkey) by Fuzzy Approach. Environmental geology
- Guzzetti, F. 2000. Comparing Landslide Maps: A Case Study in the Upper Tiber River Basin, Central Italy. Environmental Management.
- Saro Lee. Statistil (2001). Analysis of Landslide Susceptibility at Yoging, Korea. Environmental Geology