

## کاربرد مدل تحلیل رابطه ای خاکستری و زمین آمار در پهنه بندی زمین لغزش (منطقه مورد مطالعه روستای لیر سیاه علیا شهر دهدز)

علی شجاعیان<sup>۱</sup>، نسرين آتش افروز<sup>۲</sup>، نیلوفر آذربرزین<sup>۳</sup>

۱ عضو هیئت علمی گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران  
۲ کارشناسی ارشد جغرافیا برنامه ریزی و مدیریت توسعه پایدار روستایی، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران  
۳ کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

### چکیده

زمین لغزش یکی از پدیده‌های طبیعی است که در تحول و فرسایش اشکال زمین مشارکت دارد. این پدیده زمانی که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد می‌تواند به حادثه خطرناکی تبدیل شود که موجب خسارات جانی و مالی از جمله تخریب منابع طبیعی، تخریب مناطق مسکونی، از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، جاده‌ها، تخریب پل‌ها، خطوط راه‌آهن، بسته شدن تونل‌ها، شکسته شدن سدها و تخریب دکل‌های برق و ... می‌شود. با توجه به اینکه خطرپذیری جوامع انسانی در مطالعات مربوط به رویداد زمین لغزش کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد در این پژوهش به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش روستای لیر سیاه علیا با استفاده از مدل خاکستری پرداخته شده است. شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری زمین، فاصله از شبکه آبراهه‌ها، توپوگرافی، میزان بارش به عنوان پارامترهای اصلی و مؤثر در پهنه‌بندی زمین لغزش حوضه مورد نظر انتخاب و پس از تهیه لایه داده‌ها، برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش از مدل وزن دهی و تحلیل رابطه‌ی خاکستری در نرم از Arc GIS استفاده شد. نتایج حاصل از مدل وزن دهی و تحلیل رابطه‌ی خاکستری، و تطبیق با لغزش‌های روی داده در حوضه بیانگر آن است که پارامتر کاربری اراضی با بیشترین وزن (۰/۷۰۲۸) و شیب (۰/۷۱۴۲) و شبکه آبراهه‌ها با وزن (۰/۶۸۹۲) کم‌ترین وزن به دست آوردند و سایر شاخص‌ها به ترتیب شامل، بارش، ارتفاع می‌باشد و کمترین وزن متعلق به لایه آبراهه‌ها می‌باشد. پس از هم‌پوشانی لایه‌ها نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در ۵ گروه بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم تهیه شد. بر اساس نتایج به دست آمده پهنه با خطر زمین لغزش بسیار زیاد مساحتی حدود ۲۹۴۷۰۳ مترمربع را دربرمی‌گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** زمین لغزش، پهنه‌بندی، تحلیل رابطه‌ای خاکستری، GIS، روستا لیر سیاه علیا

## ۱- مقدمه

زندگی بشر از ابتدا همواره دستخوش تهدید و یا خطراتی از نوع طبیعی (زلزله، سیل، و آتش سوزی) یا مصنوعی (جنگ) بوده است. در میان این عوامل خطر زلزله همواره جزء سوانحی با بالاترین تعداد تلفات بوده و طبق آمار ۶ درصد تلفات انسانی ناشی از آن بوده است (محمدی و همکاران ۱۳۹۱: ۳۲). یک واقعیت اساسی در مورد این سوانح این است که در مواجهه با چنین سوانحی در لحظه وقوع کار چندانی نمی توان انجام داد، درحالی که اثرات آنها را با برنامه ریزی از قبل می توان خنثی نمود یا به حداقل رساند (Undro, ۱۹۷۶). زمین لغزشها یکی از مهمترین پدیده های مخرب طبیعی هستند که در مناطق کوهستانی مشکلات جدی بوجود می آورند (Intarawichian N. and Dasananda S., ۲۰۱۰)، حرکات توده ای و به ویژه زمین لغزش یکی از مهم ترین بلا یای طبیعی است. وجود عواملی همچون مستعدبودن شرایط ناهمواریها، بهره برداریهای بی رویه از جنگلها، رعایت نکردن اصول فنی احداث و نگهداری جاده های جنگلی و روستایی، عدم اعمال مدیریت صحیح و بهره برداری غیر اصولی از منابع موجود باعث تشدید آن شده است (پور قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۱۰). زمین لغزه ها که می توانند باعث تخریب جنگلها، مراتع، اراضی زراعی، مسدود نمودن رودخانه ها و تشکیل سدهای طبیعی یا تغییر مسیر آنها (که با خطر شکسته شدن بعدی و با ایجاد فرسایش کناری در سوی دیگر رودخانه و خالی نمودن پنجه دامنه های مقابل همراه هستند)، تشدید اثر عوامل فرساینده در اثر بهم زدن استحکام طبیعی زمین و افزایش میزان رسوب در پشت سدها و دریاچه های طبیعی، سرریز آب در دامنه های ساحلی دریاچه های طبیعی و دریاچه های پشت سدها، آسیب رساندن به سازه های اجرا شده به منظور طرح های حفاظت خاک و آبخیزداری در محل های وقوع زمین لغزه می گردند. همچنین در پروژه های عمرانی، همچون انتخاب مسیر احداث بزرگراهها و راههای اصلی و فرعی کوهستانی، انتخاب محل احداث سدهای خاکی، بتنی و آب بندها و کانال های انتقال آب، احداث تونل های عبور و مرور و طرح هایی همچون توسعه جنگلها و منابع طبیعی درگرو مطالعه پایداری شیب های طبیعی منطقه است که می توانند متأثر از لغزشها باشند (عظیم پور، ۷۱: ۱۳۸۸). هرساله هزاران هکتار از خاک های کشاورزی و مرتعی مرغوب بر اثر رویداد پدیده زمین لغزش در آن ها، از قدرت باروری خارج می گردند و واریزه های بسیاری به درون آبراهه ها حمل می شوند. در اثر عملکرد فرسایش آبی بر روی توده های لغزشی که با بهم ریختن مواد تشکیل دهنده دامنه ها و سبب تبدیل آن ها از مصالح توده ای به مصالح منفصل و سست می شود و در نتیجه عملکرد عوامل فرساینده و افزایش رسوب زایی تسهیل می شود. نوع زمین لغزه ها می تواند از نظر میزان جابجایی مواد و میزان بهم ریختگی مواد نوع نهشته های درگیر شده، میزان تفاوت درجه بندی حساسیت سنگها و موقعیت زمین لغزه ها نسبت به شبکه های آبراهه ای منطقه و فاصله زمین لغزه های رخ داده با آبراهه ها و رتبه بندی آبراهه ها در شدت فرسایش بر روی زمین های لغزیده شده متفاوت باشند (خطیبی، ۱۳۸۷، ۱۹۹). وجود عواملی از قبیل مستعد بودن ناهمواری ها از نظر منشا ساختمانی و دینامیک، قطع درختان و بهره برداری های بی رویه از جنگلها، رعایت نکردن اصول فنی در نگهداری جاده ها جنگلی و روستایی، عدم مدیریت صحیح و بهره برداری غیر اصولی از منابع موجود سبب شده است که هر ساله خسارت های زیادی بر سکونتگاه ها و فعالیت های انسانی و منابع طبیعی تحمیل شود (شمسی پور، ۱۳۸۹، ۵۴). زمین لغزش هر ساله در بسیاری از مناطق دنیا باعث کشته و مجروح شدن افراد زیادی میشود که این امر ضرورت توجه به این پدیده خطرناک را نمایان می سازد در ایران نیز مورد خسارات ناشی از حرکات توده ای مطالعاتی صورت گرفته که طبق گزارش، خسارات مربوط به ۴۹۰۰ زمین لغزش از با نک اطلاعاتی تا پایان شهریورماه ۱۳۸۶، ۱۲۶۸۹۳ میلیارد ریال برآورد گردیده است (پورقاسمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۱۰). پهنه بندی لغزش ها یکی از روش هایی است که می توان به کمک آن مناطق بحرانی را تعیین کرده واز نقشه های پهنه بندی به دست آمده در برنامه ریزی ها استفاده کرد (عظیم پور، ۱۳۸۸، ۷۱). زمین لغزشها در پهنه های مختلف زاگرس و از جمله منطقه مورد مطالعه، با توجه به موقعیت زمین شناسی و مورفولوژی، سالیانه خسارات زیادی را به بار می آورند. با توجه به اهمیت و نقش این پدیده در پایداری دامنه ها، اراضی کشاورزی و توسعه نواحی شهری و روستایی و ... در پژوهش حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر ایجاد زمین لغزش و شواهد موجود در منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است.

## ۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

روستا لیر سیاه علیا از جمله مناطقی که به دلیل بارندگی نسبتاً فراوان و به دلیل کوهستانی بودن منطقه و تغییر کاربری به شدت مستعد زمین لغزش می باشد. و در برخی مناطق این منطقه شواهدی از وقوع زمین لغزش مشاهده شده است. در این بین استفاده از مشاهدات زمینی از طریق نقشه برداری زمینی یکی از روش های تهیه نقشه های آسیب پذیری است که دارای مشکلات متعددی می باشد. سرعت کم جمع آوری اطلاعات بدلیل دشوار بودن و یا عدم امکان دسترسی به تمامی مناطق آسیب دیده از مهمترین مشکلات مطرح در این زمینه هستند. تصاویر هوایی و ماهواره ای یکی دیگر از راه های تهیه این نقشه هاست. نتایج تحقیقات و مطالعات انجام شده نشان می دهد که رویکرد به فناوری های نوین می تواند برای شناسایی مناطق خطر پذیر، مناسب باشند. در حال حاضر می توان از روش ها و مدل های تصمیم گیری چند معیاره سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و به صورت تلفیقی در امر تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش و آگاهی از مناطق پرخطر موجود استفاده نمود. که از جمله نیازهای اساسی در امر مدیریت بحران است که مدیران بر اساس آن اقدام به تصمیم گیری می کنند. در جهت رسیدن به مدیریت کارا و مناسب در هنگام وقوع بحران زمین لغزش، نیاز است که قبل از وقوع، به شناسایی و برنامه ریزی آن پرداخته شود تا تمام جوانب بحران سنجیده شود و راهکارها و نقشه های مقابله با آن در اختیار مدیران قرار گیرد. به همین دلیل تحقیق و پژوهش در این زمینه قبل از وقوع بحران ضرورت انکار ناپذیری دارد.

## ۳- پیشینه ی تحقیق

ارومیه ای و همکاران در سال ۱۳۸۴ مقاله ای تحت عنوان پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبریز سد بالایی سیاه بیشه توسط ارومیه ای و همکاران با استفاده عوامل مؤثر در ناپایداری شیب ها در منطقه مورد بررسی با توجه به شرایط محیطی: جنس سنگ ها و خاک ها، فاصله از گسل، میزان شیب دامنه ها، فاصله از محور جاده و پراکندگی آبراهه ها تشخیص داده شد. لایه های اطلاعاتی پارامترهای مؤثر در ناپایداری شیب ها با تهیه شدند. در پایان نقشه پهنه بندی منطقه قسمتهای مستعد لغزش را در پنج رده تهیه گردید (ارومیه ای و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۲۵).

امیر احمدی در سال ۱۳۸۹ به پهنه بندی خطر زمین لغزش چلاو آمل با استفاده از روش AHP و GIS حوضه پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که به ترتیب عوامل زمین شناسی، خاک شناسی، عناصر خطی، شیب، بارش، کاربری اراضی و ارتفاع به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر زمین لغزش شناسایی شدند (امیر احمدی، ۱۳۸۹، ۱۸۱).

فرداد و همکاران در سال ۱۳۹۰ در مورد پهنه بندی حساسیت خطر زمین لغزش با روشهای منطق فازی و شبکه عصبی نمودند و به این نتیجه رسیدند که در روش فازی با دخالت نظر کارشناس خبره و انتخاب بهینه عملگر فازی جوابی بهینه و منطبق بر محیط طبیعی حاصل می شود (فرداد و همکاران، ۱۳۹۰، ۱).

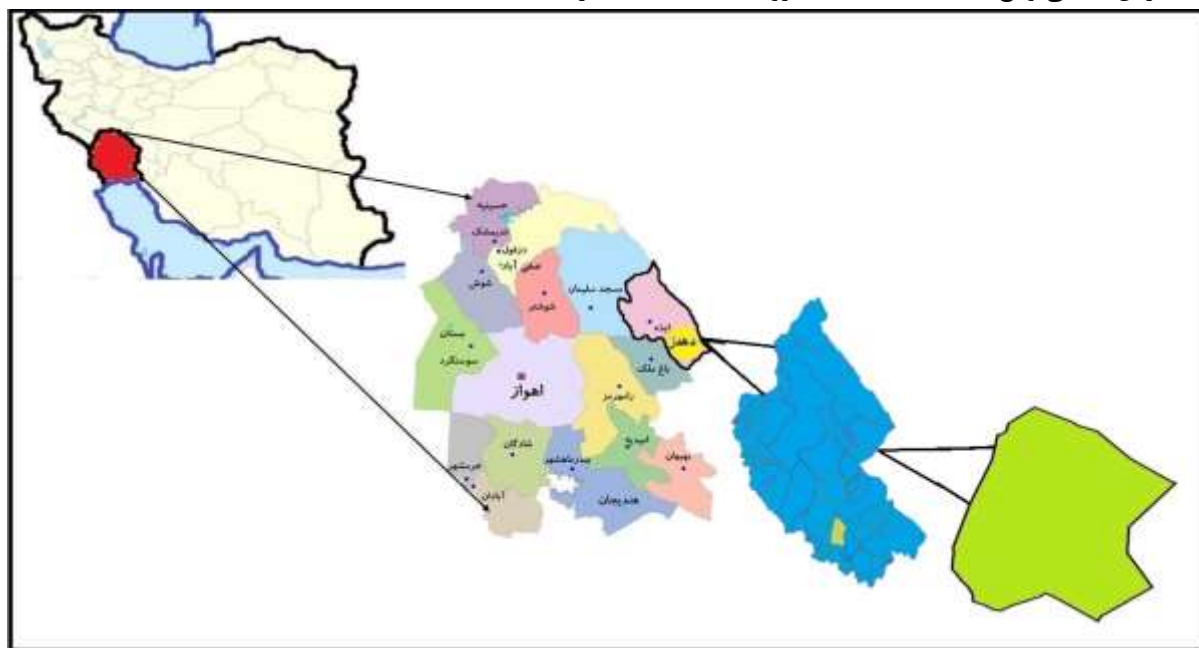
کوروش شیرانی در سال ۱۳۹۱ در مقاله ای تحت عنوان پهنه بندی پتانسیل خطر زمین لغزش به روش تحلیل سلسه مراتبی (AHP) و رگرسیون چند متغیره (MR) از مدل های تصمیم گیری چند معیاری (MADM) مطالعه موردی: سراب حوضه کارون شمالی به پهنه بندی زمین لغزش اقدام نموده است. تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده نشان داد، هر دو روش، دارای دقت یکسانی در جداسازی پهنه های رده های خطر با شاخص زمین لغزش مشخص می باشند. اما روش سلسله مراتبی مبتنی بر داده های رگرسیونی، بر پایه شاخص مجموع کیفیت که به عنوان شاخص صحت از آن یاد می گردد، دارای مطلوبیت بیشتری می باشد. این مسئله ناشی از بکارگیری تمامی متغیرهای ۵۴ متغیر ناشی از عملکرد ذاتی و همزمان تمامی پدیده های طبیعی و دخیل در رخداد زمین لغزش می باشد. براساس روش آماری چند متغیره، فقط ۳۰ متغیر از مجموع ۵۴ متغیر در سطح ۹۵٪ و ۹۹٪ معنی دار بوده و مابقی اختلاف معنی داری ندارند. ضریب ۲ برای معادله رگرسیون ۵۷٪ به دست آمد که کاملاً قابل قبول می باشد (شیرانی، ۱۳۹۱، ۱۸۵).

ملکیان و همکاران در سال ۱۳۹۲، در مقاله ای با عنوان کاربرد و مقایسه مدل های تحلیل خوشه بندی خاکستری و آنالیز سلسله مراتبی در مکان یابی عرصه های مناسب پخش سیلاب حوزه آبخیز گربایگان، از مدل آنالیز خوشه بندی خاکستری

(GCA)، و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردیده است. نتایج به دست آمده به پهنه بندی سیلاب بر اساس مدل آنالیز خوشه ای خاکستری پرداخته است (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۲، ۳۵).  
 محققینی از جمله بیسکوجیت در سال (۲۰۱۰)، به ارزیابی پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و محققینی از جمله بیسکوجیت رگرسیون لجستیک پرداخته و بعد از پهنه بندی خطر زمین لغزش با هر دو روش لجستیک و روش شبکه عصبی مصنوعی به این نتیجه رسیده است که نتایج حاصل از روش شبکه عصبی مصنوعی از روش لجستیک بهتر و دقیق تر است، در این مطالعه ۹۸٪ از لغزشهای رخ داده در واحدهایی با سازندهای زمین شناسی حساس به هوازدهی، زمین به پهنه بندی خطر زمین لغزش با روش شبکه عصبی بدون پوشش و شیب بالا رخ داده است.  
 شیوان در سال (۲۰۱۰)، به پهنه بندی خطر زمین لغزش با روش شبکه عصبی مصنوعی پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک مدل قابل اطمینان جهت پهنه بندی خطر زمین لغزش است و در این مطالعه عوامل شیب، جهت شیب، سنگ شناسی به عنوان عوامل موثر در زمین لغزش شناسایی شدند. (Shivani C., 2010).

#### ۴- معرفی محدوده مورد مطالعه

روستا لیر سیاه علیا در مختصات جغرافیایی  $50^{\circ} 17' 51''$  تا  $50^{\circ} 19' 21''$  طول شرقی و  $31^{\circ} 36' 17''$  تا  $38^{\circ} 21' 31''$  عرض شمالی واقع شده است. مساحت روستا 578.51 هکتار است.



شکل شماره ۱: محدوده مورد مطالعه

#### ۵- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر نوع، توصیفی- تحلیلی و از لحاظ هدف، کاربردی- عملی می باشد. ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش پیمایشی و کتابخانه ای است که اطلاعات و داده های آن از طریق جمع آوری نظرات کارشناسان و منابع آماری استان جمع آوری می شود. برای جمع آوری متغیرهای پژوهش از منابع آماری گوناگون استفاده خواهد شد در نهایت این اطلاعات و داده ها با مدل رابطه ای خاکستری مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.



شکل شماره ۲: نمودار عامل های مورد مطالعه در پهنه بندی زمین لغزش لیرسیاه علیا

### ۵-۱- روش تحلیل رابطه‌ای خاکستری

تحلیل رابطه‌ای خاکستری<sup>۱</sup> را نخستین بار، دنگ<sup>۲</sup> مطرح کرد. این تئوری برای حل مسائل مبهم و مسائلی که داده‌های گسسته و اطلاعات ناقص دارند به کار می‌رود. این تئوری با استفاده از اطلاعات نسبتاً کم و با تغییرپذیری بسیار در معیارها، خروجی-های رضایت بخش و مطلوبی را ایجاد می‌کند. تئوری خاکستری، همچون تئوری فازی، یک مدل ریاضی اثربخش برای حل مسائل نامشخص و مبهم است (Deng, J. L, 1982). این تئوری در زمینه‌های بسیار، نظیر حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره، با نام تحلیل رابطه‌ای خاکستری به کار گرفته شده است. تحلیل رابطه‌ای خاکستری جزئی از تئوری خاکستری، است که برای حل مسائلی به کار می‌رود که از روابط پیچیده‌ای بین عوامل و متغیرهایشان برخوردارند (Mora'n, J, 2006 و همکاران). تئوری سیستم‌های خاکستری، الگوریتمی است که روابط غیرقطعی اعضای یک سیستم با یک عضو مرجع را تحلیل می‌کنند و قابلیت استفاده در حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره را داراست. جزئیات فرایند تحلیل رابطه‌ای خاکستری به این شرح است: ایجاد رابطه خاکستری<sup>۳</sup>: زمانی که واحدهای اندازه‌گیری عملکرد شاخص‌های مختلف متفاوتند، ممکن است تأثیر برخی از شاخص‌ها نادیده گرفته شود. همچنین زمانی که برخی شاخص‌های عملکرد از دامنه گسترده‌ای برخوردارند، ممکن است چنین اتفاقی روی دهد. همچنین اگر هدف یا جهت این شاخص‌ها تفاوت داشته باشند، نتایج نادرست در تحلیل‌ها به وجود می‌آید (Huang, J. T., & Liao, Y. S. 2003). بنابراین، تبدیل کلیه ارزش‌های عملکردی هر گزینه به یک سری مقایسه‌ای در فرایندی مشابه نرمالیزه کردن، ضروری به نظر می‌رسد. این پردازش، گام ایجاد روابط خاکستری در تئوری سیستم‌های خاکستری نامیده می‌شود.

بنابراین به منظور ایجاد اعداد خاکستری و به علت تطابق بیشتر و تدقیق نتایج، از اعداد موجود در جدول شماره ۱ استفاده شده است.

1. Grey Relational Analysis (GRA)
2. Deng
3. Grey Relational Generating

جدول شماره ۱. مقیاس اعداد خاکستری (دباغی و همکاران، ۱۳۸۹، ۷۲)

مقیاس عدد خاکستری	متغیر زبانی
(۱،۰)	خیلی ضعیف
(۱،۴)	ضعیف
(۴،۶)	متوسط
(۶،۹)	خوب
(۹،۱۰)	خیلی خوب

در یک مسأله تصمیم‌گیری چند شاخصه که دارای  $m$  گزینه و  $n$  شاخص است،  $i$  امین گزینه را می‌توان به صورت  $Y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{in})$  بیان نمود، به طوری که عبارت  $y_{ij}$  از ارزش عملکردی شاخص  $j$  برای گزینه  $i$ . عبارت  $Y_i$  را می‌توان به کمک یکی از روابط (۱)، (۲) و (۳) به سری مقایسه‌ای  $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{in})$  تبدیل نمود.

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - \text{Min}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\}}{\text{Max}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\} - \text{Min}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\}} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} = \frac{\text{Min}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\} - y_{ij}}{\text{Max}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\} - \text{Min}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\}} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} = \frac{|y_{ij} - y_j^*|}{\text{Max}\{\text{Max}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\} - y_{ij}^*, y_j^* - \text{Min}\{y_{ij}, i=1, 2, \dots, m\}\}} \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

رابطه (۱) برای شاخص "هرچه بزرگ‌تر، بهتر"، رابطه (۲) برای شاخص "هرچه کوچک‌تر، بهتر" و رابطه (۳) برای حالتی که هر چه به ارزش مطلوب  $y_j^*$  نزدیک‌تر باشد بهتر است، مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعریف سری‌های هدف مرجع<sup>۴</sup>: پس از ایجاد روابط خاکستری با استفاده از معادلات (۱)، (۲) و (۳)، تمامی ارزش‌های عملکردی در مقیاس [۰ و ۱] قرار می‌گیرند. اگر برای یک شاخص  $j$  در گزینه  $i$ ، ارزش  $x_{ij}$  که از فرایند ایجاد رابطه خاکستری ایجاد شده، برابر با ۱ بوده یا از ارزش مربوط به هر گزینه دیگری به ۱ نزدیکتر باشد، بدین معناست که عملکرد گزینه  $i$  در شاخص  $j$  از سایر گزینه‌ها بهتر است. بنابراین، اگر برای گزینه‌ای تمامی ارزش‌های عملکردی، یک باشد، این گزینه، بهترین انتخاب خواهد بود. این مقاله، سری مرجع هدف را به صورت  $X_j = (x_{.1j}, x_{.2j}, \dots, x_{.ij}, \dots, x_{.nj}) = (1, 1, \dots, 1, \dots, 1)$  تعریف می‌کند و آنگاه به جستجوی گزینه‌ای می‌پردازد که سری‌های مقایسه‌ای‌اش، نزدیک‌تر به این سری هدف باشند.

محاسبه ضریب رابطه‌ای خاکستری: ضریب رابطه‌ای خاکستری برای تعیین نزدیکی  $x_{ij}$  به  $x_{.j}$  مورد استفاده قرار می‌-

## 1. Reference Sequence Definition

گیرد. هرچه ضریب رابطه‌ای خاکستری، بزرگ‌تر باشد  $x_{ij}$  به  $x_{.j}$  نزدیک‌تر است. ضریب رابطه‌ای خاکستری را با استفاده از رابطه (۱۳) می‌توان محاسبه نمود:

$$\gamma(x_{.j}, x_{ij}) = \frac{\Delta Min + \zeta \Delta Max}{\Delta_{ij} + \zeta \Delta Max} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

(۴) در رابطه (۱۳)،  $\gamma(x_{.j}, x_{ij})$  ضریب رابطه‌ای خاکستری میان  $x_{.j}$  و  $x_{ij}$  را نشان می‌دهد که در آن:

$$\Delta_{ij} = x_{.j} - x_{ij}$$

$$\Delta Min = \min\{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$$

$$\Delta Max = \max\{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$$

$$\zeta \in [0, 1] = \text{ضریب تشخیص}$$

هدف از به کارگیری ضریب تشخیص، گسترش یا محدود ساختن دامنه ضریب رابطه خاکستری است.

محاسبه رتبه رابطه‌ای خاکستری: پس از محاسبه تمامی ضرائب رابطه‌ای خاکستری  $\gamma(x_{.j}, x_{ij})$ ، رتبه رابطه‌ای خاکستری را با استفاده از رابطه (۱۴) می‌توان محاسبه نمود:

$$\Gamma(x_{.i}, x_i) = \sum_{j=1}^n w_{j\gamma} (x_{.j}, x_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

رابطه (۵)، رتبه رابطه‌ای خاکستری را بین  $x_i$  و  $x_{.i}$  نشان می‌دهد. در واقع، این عبارت، میزان همبستگی سری مرجع هدف و سری مقایسه‌ای را نشان می‌دهد.  $w_{j\gamma}$ ، وزن شاخص  $j$  است که معمولاً به قضاوت تصمیم‌گیرنده یا به ساختار مساله پیشنهادی بستگی دارد. به علاوه،  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$  (Fung, C. P. 2003). همان‌طور که پیشتر ذکر شد، بر روی هر شاخص، سری مرجع هدف، نشان‌دهنده بهترین عملکردی است که در میان سری‌های مقایسه‌ای قابل حصول است. بنابراین، اگر یک سری مقایسه‌ای برای یک گزینه، بالاترین رتبه رابطه‌ای خاکستری را با سری مرجع هدف داشته باشد، بدین معناست که این سری مقایسه‌ای، دارای بیشترین شباهت با سری مرجع هدف است و لذا این گزینه، بهترین انتخاب است.

## ۶- عوامل موثر در ایجاد زمین لغزش شهر دهدز

### ۶-۱- شیب دامنه

شیب در شکل هیدروگراف و ظرفیت نفوذ پذیری خاک موثر است. هرچه شیب بیشتر باشد بیشتر تحت تاثیر فرسایش قرار می‌گیرد. پدیده زمین لغزش عموماً در شیب‌های بیش از ۲۵ درصد و بخصوص شیب‌های بالای ۴۰ درصد جلوه نموده‌اند. بنابراین، شیب دامنه‌ها در ظهور پدیده‌های ریزش و لغزش به عوان یک عامل لازم (و نه یک عامل قطعی و کافی) عمل می‌نماید (مه‌دوی ۱۳۸۵، ۲۰۷). بیشترین درصد از مساحت حوضه را شیب ۳۰-۶۰ درصدی‌ترین مساحت منطقه را تشکیل می‌دهد. جهت تحلیل ارتباط این عامل با رویداد زمین لغزش لایه شیب براساس درجه و در ۶ طبقه تهیه گردید، و به شیب بالامتياز کمتر و شیب پایین امتياز بالا داده شده است.

### جدول شماره ۲. تقسیمات شیب در منطقه

مساحت	شیب ۰-۵٪	شیب ۵-۱۲٪	شیب ۳۰-۲۰٪	شیب ۶۰-۳۰٪	>۶۰٪	مساحت کل
ha	۰	۰.۱۵	۷.۸	۱۵۱.۵	۱۳.۵	۱۹۹۹.۵

### ۶-۲- جهت شیب

جهت شیب نقش موثری در پتانسیل لغزش دارند. تغییر شیب دامنه‌ها ممکن است بطور طبیعی یا بطور مصنوعی ایجاد شده باشند (احمدی ۱۳۷۴، ۷). در محدود مورد مطالعه مساحتی در حدود ۱۵۲/۷ هکتار جهت شیب در جهت غرب، و مساحتی

حدود ۱۱۳/۹ هکتار در جهت جنوب شرق و کمترین مساحت ۰/۱ در هکتار در جهت شمال می باشد. با توجه به تغییر میزان تابش خورشید در جهت‌های مختلف که موجب تغییر در میزان رطوبت و دمای عرصه می‌شود، جهت جغرافیائی در بروز زمین لغزش منطقه تأثیر می‌گذارد.

#### ۳-۶- بارش

بارندگی‌های در منطقه در ظهور پدیده‌های ریزش و لغزش نقش مهمی را ایفا می‌نماید. میانگین سالانه بارش ۵۸۹/۶ میلی‌متر در سال است. بنابراین با توجه به نوع متغیر برای فازی سازی از تابع خطی استفاده گردید بدین ترتیب که به مناطق دارای بارش کمتر امتیاز نزدیک به ۱ و مناطق با بارش بالا امتیاز نزدیک به صفر تعلق می‌گیرد.

#### ۴-۶- کاربری زمین

کاربری زمین از عواملی است که می‌تواند در جهت ناپایداری شیب موثر واقع شود. یکی از موارد بارز تغییر کاربری زمین، تبدیل زمین‌ها و نواحی شیب دار جنگلی به زمین‌های کشاورزی و مرتعی است (صدوق ۱۳۸۹، ۳۶). مردم ساکن این مناطق بطور سنتی از این جنگل‌ها جهت تامین چوب‌آلات مورد نیاز ساختمانی، هیزمی، دامداری و حتی کشاورزی استفاده بعمل آورده‌اند که این بهره‌بردارها در گذشته با شدت زیادی انجام شده که نتایج آن تخریب جنگل‌ها و کاهش سطح آنها بوده است. بطور کلی تنها نقش فعالیت انسانی در حرکات توده‌ای مهم نیست بلکه نوع فعالیت‌های انسانی (کاربری زمین) بسیار مهم است.



شکل شماره ۳. لغزش در سازند آغاچاری و بختیاری لیر سیاه



شکل شماره ۴. تخریب جنگل و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی لیرسیاه علیا



### ۶-۵- ارتفاع

روستا لیر سیاه علیا تقریباً از کلیه جهات به ارتفاعات محدود می‌شود قسمتهایی از شمال و جنوب حوضه را دشت‌ها و اراضی هموار تشکیل می‌دهند. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۰۰۰ متر و حداقل ارتفاع ۸۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. محدوده ارتفاعی ۱۲۰۰-۸۰۰ متر بیشترین مساحت از سطح حوضه را تشکیل می‌دهد. (گزارش زمین شناسی دهدز، ۱۳۸۴، ۲۰) بنابراین هرچه ارتفاع بالاتر امتیاز کمتر صفر و هرچه مناطق دارای ارتفاع کمتر امتیاز یک داده شده است.

### ۶-۶- آبراه‌ها

به دلیل عمل زیر بری دامنه‌ها که به طور طبیعی توسط آبراه‌ها و یا به طور مصنوعی توسط انسان هنگام احداث جوی‌ها و کانال‌های آب صورت می‌گیرد (صدوق، ۳۶: ۱۳۸۹) آبراه‌ها بعنوان یک عامل محرک در ناپایداری دامنه‌ها محسوب می‌شوند. وجود آبراه‌ها در پای دامنه‌های لغزشی باعث فرسایش مواد و عاملی برای ایجاد لغزشهای بعدی است (Mutreja, K N. 1994)

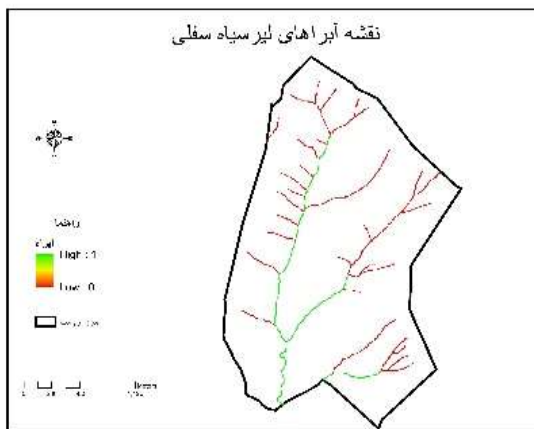
### ۶-۷- توپوگرافی

توپوگرافی منطقه مورد مطالعه بصورت کوهستانی جنگلی می‌باشد.، بیشترین شیب بین شیب ۶۰-۳۰ درصد می‌باشد و بالاترین ارتفاع منطقه ۱۲۰۰ متر می‌باشد.

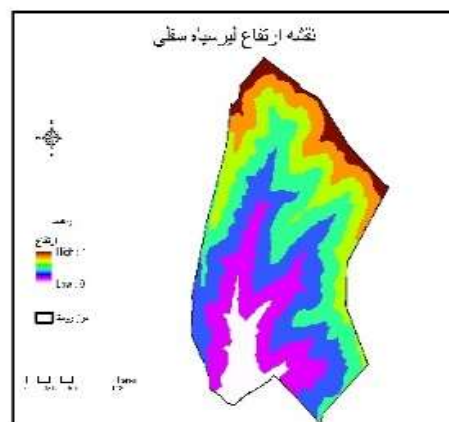
### ۷- تعریف توابع عضویت پارامترها

هدف از تعریف تابع عضویت برای فاکتورها، وزن دهی تدریجی و پیوسته به آن فاکتورهاست. در این حالت وزن هر پیکسل براساس مقدار تابع عضویت آن پیکسل در مجموعه فازی مناسب فاکتور مورد نظر بدست می‌آید. انتخاب توابع عضویت به منظور پهنه بندی لغزش زمین اهمیت به سزایی دارد (عفتی، ۵، ۱۳۹۰) لذا با توجه به ماهیت هر فاکتور تابع عضویت هر لایه در بخش fuzzy mbership تعیین گردید. بدین ترتیب که در پژوهش حاضر برای تمام لایه‌ها که ماهیت پیوسته دارند تابع Liner تعریف گردید بدین ترتیب که با افزایش مقادیر درجه عضویت آن افزایش و یا برعکس با کاهش معیار درجه عضویت کمتر می‌شود. و در ادامه نقشه‌های استانداردسازی براساس وزن‌های مدل خاکستری، عوامل موثر در زمین لغزش لیرسیاه علیا می‌باشد.

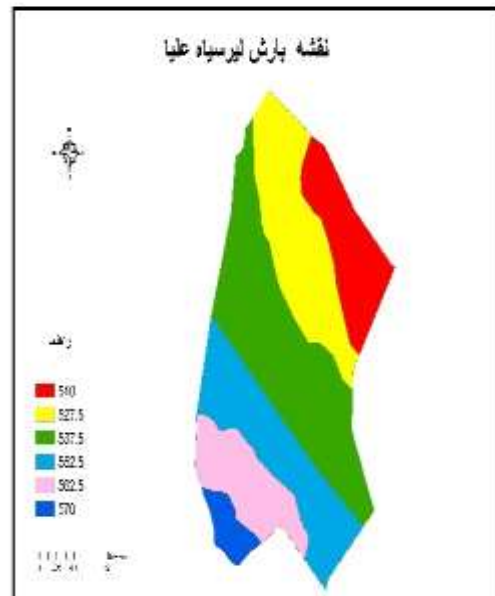
شکل شماره ۶. فاصله از آبراه‌ها



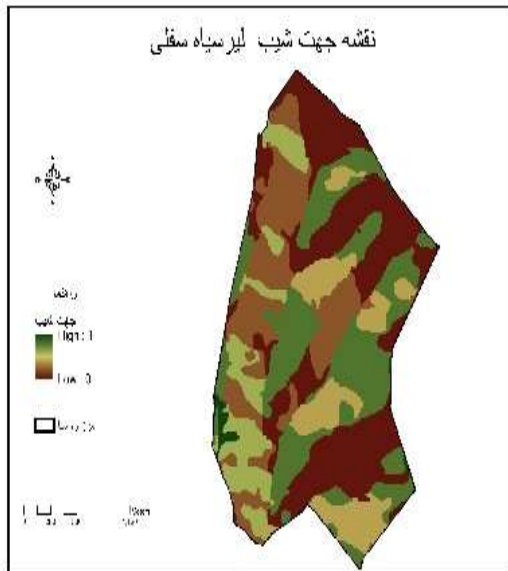
شکل شماره ۵. طبقات ارتفاعی



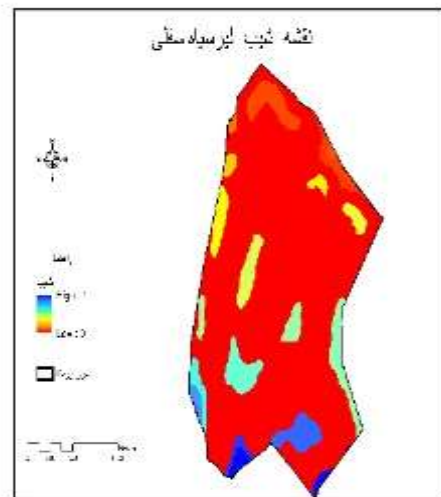
شکل شماره ۷. پراکندگی بارش حوضه



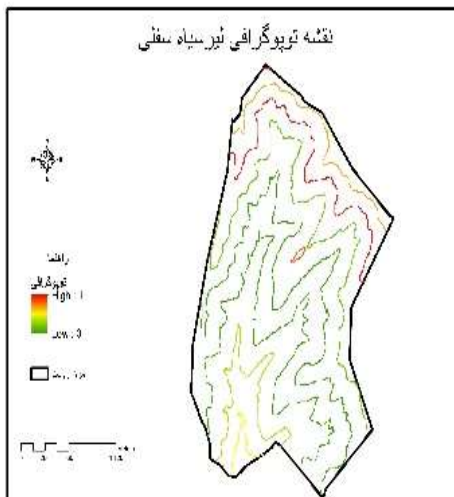
شکل شماره ۸. جهت شیب حوضه



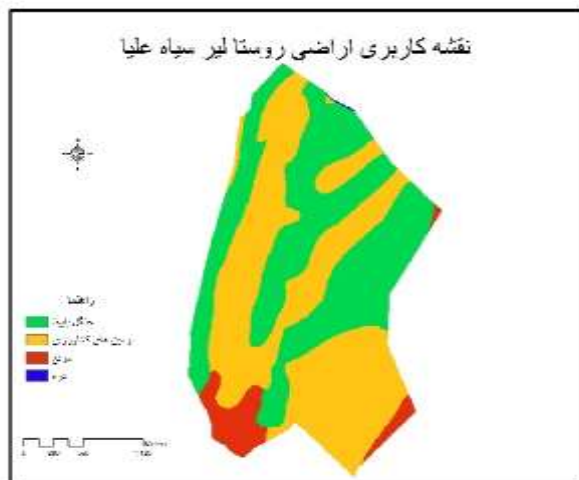
شکل شماره ۹. شیب



شکل شماره ۱۰. توپوگرافی حوضه



شکل شماره ۱۱. کاربری اراضی حوضه



نتایج حاصل از تحلیل رابطه ای خاکستری

جدول شماره ۳. ضریب رابطه ای خاکستری روستای لیر سیاه علیا

شاخص	روستای لیر سیاه علیا
جهت شیب	۰/۶۶۶
کاربری اراضی	۰/۶۵۶
بارش	۰/۷۰۵۹
ارتفاع	۰/۷۰۵۹
شیب	۰/۶۸۷
پوشش گیاهی	۰/۶۶۶
آبراه	۰/۶۲۲

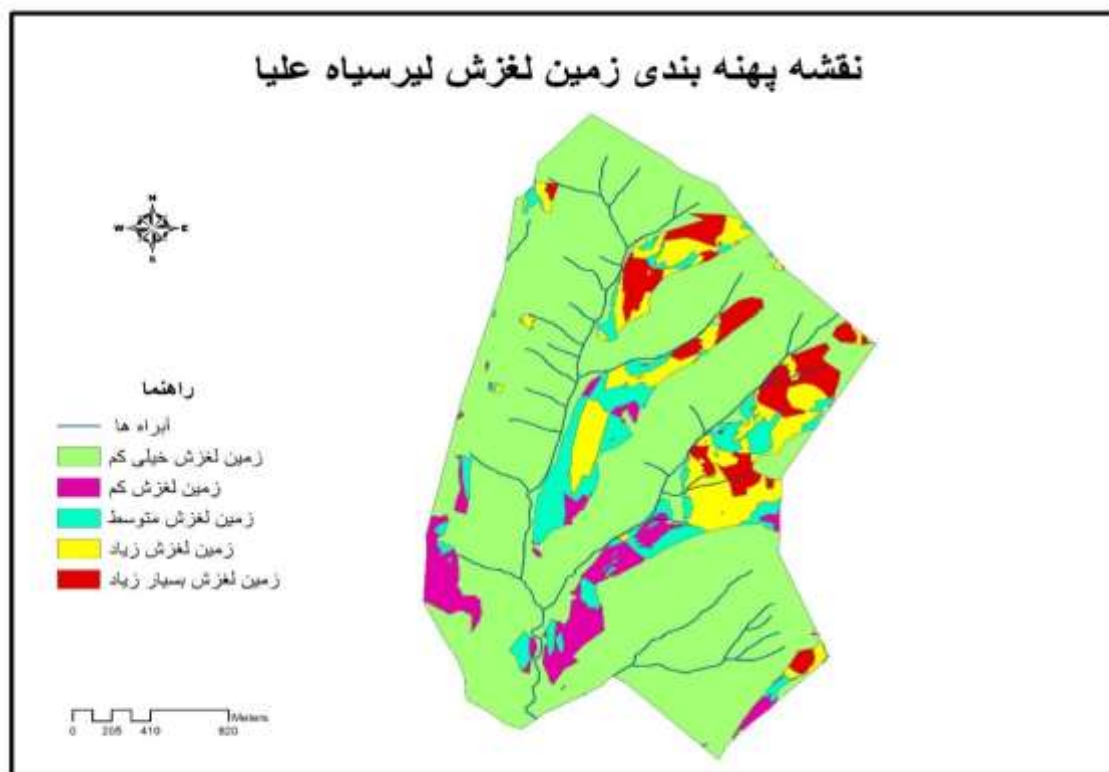
جدول شماره ۴. رتبه رابطه ای خاکستری هر شاخص

لیر سیاه علیا	شیب	جهت شیب	کاربری اراضی	بارش	ارتفاع	آبراه
رتبه رابطه ای خاکستری	۰/۷۱۴۲	۰/۷۱۳۷	۰/۷۰۲۸	۰/۷۱۱۱	۰/۶۹۹۲	۰/۶۸۹۲

بنابراین مدل تحلیل رابطه ای نتایج بهتری را در رابطه با برآورد وزن معیارها فراهم می آورد. بدین ترتیب می توانیم در هر سیستمی مشخصه ها دارای بیشتری هستند، یافته و از بین فاکتورهای مورد بررسی، فاکتور های با بیشترین اهمیت و مطلوبیت را که قادر به تشریح و شناسایی نماییم (کریمی و صادقی مقدم، ۱۳۹۳، ۱۴۰). همچنین مطالعه و پیاده سازی مدل پهنه بندی عرصه های مستعد زمین لغزش از قطیعت های موجود و رسیدن به نتایج منطقی تر، از دیگر دلایل استفاده از نظریه نظری نظام های خاکستری و مدل تحلیل رابطه ای خاکستری می باشد (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۵).

۷-۱- هم پوشانی لایه های اطلاعاتی

بعد از اینکه هریک از نقشه ها را با استفاده از وزن های تحلیل رابطه ای خاکستری تهیه شد، با استفاده از همپوشانی لایه ها در محیط GIS نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش روستا لیر سیاه علیا تهیه گردید که طبقات خطر هریک از مناطق بدست آمد (شکل شماره ۱۲).



شکل شماره ۱۲. نقشه پهنه بندی زمین لغزش لیرسیاه علیا

#### ۸- بحث و نتیجه گیری

زمین لغزه (رانس زمین) حاصل فرآیندهای متنوع و پیچیده ای است که در اغلب مناطق با توپوگرافی بالا بوقوع می پیوندد. وجود عواملی همچون مستعد بودن شرایط ناهمواریها، بهره برداری های بی رویه از جنگلها، رعایت نکردن اصول فنی احداث و نگهداری جاده های جنگلی و روستایی عدم اعمال مدیریت صحیح و بهره برداری غیر اصولی از منابع موجود باعث تشدید آن شده است. زمین لغزش هر ساله در بسیاری از مناطق دنیا باعث کشته و مجروح شدن افراد زیادی میشود که این امر ضرورت توجه به این پدیده خطرناک را نمایان می سازد. با بررسی های انجام شده و با استفاده از نتایج بدست آمده در مدل تحلیل رابطه ای خاکستری در منطقه مورد مطالعه آثاری مبنی بر تخریب در اثر عوامل طبیعی در سطح وسیع مشاهده نمی شود ولی تخریب در اثر قطع یکسره، احداث جاده، چرای شدید، کوبیدگی خاک، فرسایش های سطحی و شیاری، تبدیل جنگلها به مرتع و زراعت در تمام عرصه های با شیب کمتر از ۶۰٪ مشاهده می گردد. نتایج حاصل تحلیل رابطه ای خاکستری نقشه پهنه بندی زمین لغزش به صورت نقشه آرایه شده است (شکل ۱۰)

با توجه نقشه پهنه بندی بدست آمده، و براساس ۷ عامل موثر بر زمین لغزش در قالب لایه های مختلف اطلاعاتی سطوح با ریسک خیلی زیاد تا خیلی کم شناسایی شدند، و شامل مناطق با خطر زمین لغزش بسیار کم که مساحت ۴۳۰۵۶۸ متر مربع شامل می شود و مناطق با زمین خطر زمین لغزش کم مساحت ۲۹۵۰۳۳ مترمربع، مناطق با خطر زمین لغزش متوسط دارای مساحتی حدود ۴۲۲۷۴۶ متر مربع می باشد، مناطق با خطر زمین لغزش زیاد مساحت ۴۶۵۴۳۱ متر مربع، مناطق با خطر

زمین لغزش خیلی زیاد مساحتی حدود ۲۹۴۷۰۳ متر مربع را شامل می شود. که در قسمت جنوبی شرق حوضه علی رغم وجود رودخانه بعلت شیب اندک لغزش کم می باشد. و بیشترین خطر متوجه مناطق شرق، مرکز، شمال شرق می باشد. جاهایی که شیب بیشتر و تراکم آبراهه ها بهم رسیده اند، شاهد خطرپذیری مناطق می باشیم. بنابراین اگر تمهیداتی برای کنترل آبراهای سطحی در حوضه ایجاد نگردد این مناطق کم کم به مناطق پر خطر تبدیل می شود.

## منابع

۱. احمدی حسن (۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد یک، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. ارومیه ای، علی، غبومیان، جعفر، باقری، حمید، حاجی حسنی، حمید رضا (۱۳۸۴)، پهنه بندی خطر زمین لغزش در محدوده حوضه آبریز سدبالایی سیاه بیشه، نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۱۳۸۴.
۳. امیر احمدی، ابوالقاسم (۱۳۸۹)، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مطالعه موردی حوضه آبخیز چلاو آمل، فصلنامه علمی-پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال هشتم، شماره
۴. پورقاسمی، حمید رضا، مرادی، حمیدرضا، محمدی، مجید، مصطفی زاده، رئوف، گلی جیرنده، عباس (۱۳۹۱)، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از تئوری بیژین، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم، شماره شصت و دوم.
۵. دباغی، آزاده، ملک، امیر مهدی، شفیعی، ملک (۱۳۸۹)، معرفی ابزار خاکستری در ارزیابی فرهنگ سازمانی GOCAI و پیاده سازی آن در معاونت مهندسی و ساختار و بهره وری شرکت ملی نفت ایران (۱۳۸۹)، فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت و منابع انسانی در صنعت، سال چهارم، شماره ۱۳.
۶. شرکت ملی نفت ایران (۱۳۸۴)، گزارش مطالعات زمین شناسی، آب شناسی و ژئوفیزیک پروژه تأمین آب تلمبه خانه های شماره ۴ و ۵ دهدز تهیه شده توسط مهندسین مشاور زمین آراء فارس.
۷. شمسی پور، علی اکبر، شیخی، محمد (۱۳۸۹)، پهنه بندی مناطق حساس و آسیب پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس، با روش طبقه بندی فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فصلنامه پژوهش های جغرافیا طبیعی، شماره ۷۳
۸. شیرانی، کورش، هاشمی جزی، محمد رضا، نیک نژاد، علی، رخشا، سلیمان (۱۳۹۱)، پهنه بندی پتانسیل خطر زمین لغزش به روش تحلیل سلسله مراتبی AHP و رگرسیون چند متغییره (MR) مطالعه موردی سراب حوضه رودخانه کارون شمالی، نشریه مرتع و آبخیزداری (مجله منابع طبیعی)، دوره ۶۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱.
۹. صدوق، حسن - آرایش احمدی سرائی، سمیرا (۱۳۸۷) پهنه بندی خطر زمین لغزش در باغ های چای (جنوب لاهیجان و لنگرود) فصلنامه جغرافیا، شماره ۱۷
۱۰. عظیم پور، علیرضا و همکاران (۱۳۸۸) ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه بندی خطر زمین لغزه (حوضه آبریز اهرچای) فصلنامه فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۶
۱۱. عفتی، میثم محمد علی رجیبی (۱۳۹۰) ارائه روش نوین جهت شناسایی نقاط حادثه خیز جاده ای با استفاده از GIS و استنتاج فازی (مطالعه موردی محور کوهین-لوشان)، نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره اول، شماره ۲
۱۲. فرداد، مهدی، آلتیخ، علی اصغر، حکیم پور، فرشاد و علیرضا وفایی نژاد (۱۳۹۰)، پهنه بندی حساسیت خطرزمین لغزش با روش های منطق فازی (Fuzzy) شبکه عصبی Neural Network در GIS، مطالعه موردی منطقه مال خلیفه، پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران
۱۳. کریمی، تورج، صادقی مقدم، محمدرضا (۱۳۹۳)، مجموعه های راف و مجموعه های خاکستری، چاپ اول، انتشارات، موسسه کتاب مهربان نشر.
۱۴. ملکیان، آرش، حسن پور، سیروس، فرجی سبکیار، حسنعلی، سید کاظم علوی پناه، رحیمی، سعید (۱۳۹۲)، کاربرد و مقایسه مدل های تحلیل خوشه بندی خاکستری و آنالیز سلسله مراتبی در مکان یابی عرصه های مناسب پخش سیلاب حوزه آبخیز گربایگان، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال هفتم، شماره ۲۰.

۱۵. مهدوی، مسعود، کریم زاده، حسن (۱۳۸۵) پهنه بندی بخش مرکزی شهرستان ورزقان برای مکان یابی مراکز خدمات روستایی با استفاده از GIS، فصلنامه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۵.

16. Deng, J. L., (1982) "Control problems of grey system" *Systems and Control letters*, 1, 288-294.
17. Fung, C. P. (2003) "Manufacturing process optimization for wear property of fiber-reinforced polybutylene terephthalate composites with grey relational analysis" *Wear*, 254, 298-306.
18. Intarawichian, N., Dasananda, S., (2010). "Analytical hierarchy process for landslide susceptibility mapping in Lower Mae Chaem watershed, Northern Thailand", *Suranaree J. Sci. Technol.*, Vol. 17(3), pp. 277-292.
19. Huang, J. T., & Liao, Y. S. (2003) "Optimization of machining parameters of Wire-EDM bases on grey relation and statistical analysis" *International Journal of Production Research*, 41, 1707-1720
20. Mora'n, J., Granada, E., Mi'guez, J. L., & Porteiro, J. (2006) "Use of grey relational analysis to assess and optimize small biomass boilers" *Fuel Processing Technology*, 87, 123-127
21. Biswajeet P. (2010), Landslide susceptibility assessment and factor effect analysis: backpropagation artificial neural networks and their comparison with frequency ratio and bivariate logistic regression modeling Original Research Article, *Environmental Modeling & Software*, Volume 25, Issue 6, Pages 747-759.
22. Shivani C. (2010), Landslide Susceptibility Zonation through ratings derived from Artificial Neural Network Original Research Article. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information*, Volume 12, Issue 5, October 2010, Pages 340-350
23. Undro, Guidelines for disaster prevention vol 1, pre-Disaster physical planning of
24. human settlements . 1976
25. Mutreja, K N. 1994 . *Applied Hydrology* (Third Print). Published by Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.