پهنه‌بندی فرسایش خندقی به منظو رشناسایی روستاهای در معرض خطر با استفاده ازمدل فازی در حوضه رودخانه گرگر شوشتر

علیرضا حبیبی
محقق پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و دانش آموخته دکتری ژئومورفولوژی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۳/۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۴/۱۵

چکیده

آبکندها نوع توسعه یافته فرسایش آبی بوده، که تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسانی در اثر عدم تعادل در حوضه آبخیز بوجود می‌آید. در این تحقیق فرض بر آن است که با استفاده از تلفیق مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فازی (FUZY) می‌توان مخاطرات خندق‌زایی را برای حوضه رودگرگر پهنه‌بندی کرد. همچنین سطح مخاطرات متوجه سکونتگاه‌های روستایی و تأسیسات زیر بنایی را تعیین نمود. برای آزمون این مفروضات از ۹ لایه موثر در ایجاد آبکندها از ابزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزار ArcGIS نسخه 10.1 استفاده شده است. در این تحقیق کارایی مدل تلفیقی فازی-پایگانی به منظور تولید نقشه‌های پهنه بندی خطر آبکندها به اثبات رسید. به منظور صحت سنجی نتایج مدل از مشاهدات میدانی و نتایج مطالعات قبلی به دقت ارزیابی گردیده است. نتایج نشان داد که مناطق بسیار پرخطر و پرخطر به ترتیب با مساحت‌های ۴۰۰ و ۷۳۲ کیلومتر مربع در مجموع ۶۶ درصد از سطح حوضه را شامل شده است.. این عرصه‌ها در منطقه، شامل ۹۲ سکونتگاه با جمعیتی برابر با ۳۳۴۶۳ نفر بوده و تراکم جمعیتی برابر با ۵۱/۱ نفر در کیلومتر مربع را شامل گردیده است.از بین سکونتگاه مورد بررسی، روستاهای پر جمعیت شلیلی، نورمحمدی و نفت سفید در مناطق پرخطر واقع شده‌اند. نتایج این تحقیق نشان از عدم توجه برنامه ریزی روستایی در استقرار جوامع کوچ نشین با دیدگاه لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی فرسایشی تأثیرگذار داشته است. لذا توصیه جدی حاصل از پهنه‌بندی‌های این تحقیق، دقت فراوان مسئولین ذیربط در استقرار هرگونه جامعه روستایی در مناطق پرخطر معرفی شده است. همچنین توصیه می‌گردد که روش تحقیق حاضر در تعیین عرصه‌های بهینه استقرار سکونتگاه‌های روستایی در دیگر مناطق استان خوزستان اجرا گردد.

کلید واژه‌ها: پهنه بندی، خندق‌زایی، سکونتگاه‌ها روستایی، FUZY-AHP، GIS

مقدمه

فرسایش آبکندی به عنوان مهمترین شکل فرسایش خاک که باعث کاهش توان تولید خاک و ایجاد محدودیت بهره‌برداری در انواع کاربری‌ها شده و باعث خطر جدی برای راه‌ها، حصارها و سازه‌های مختلف می‌نماید.خندق یا

آبکند به کانال یا دره‌ی کوچکی با شیب نسبی تند گفته می‌شود که بوسیله آبهای سطحی بعد از بارش شدید یا در طول ذوب برف در اثر فرسایش آبی ایجاد می‌گردد. فرسایش خاک همواره مورد توجه پژوهشگران از گذشته تا به حال بوده است. از میان انواع مختلف اشکال فرسایش آبی، فرسایش خندقی یکی از عوامل مهم و تهدید کننده‌ی تعادل در منابع زیست‌محیطی، بشری و پایداری آن به شمار می‌رود، به گونه‌ای که این تهدید تنها محدود به ایجاد تغییرات نابهنجار در منظر زمین، تخریب اراضی و از بین رفتن خاک و عدم امکان فعالیت‌های کشاورزی، توسعه روستایی و بهره‌برداری اقتصادی از عرصه‌های منابع طبیعی نمی‌شود، بلکه با رخداد و گسترش این نوع فرسایش جاری شدن سیل و تندآبها و انتقال حجم قابل توجهی از رسوبات و پیامدهای ناشی از آن و غیر قابل استفاده شدن اراضی کشاورزی می‌گردد(قدوسی و همکاران ۱۳۸٤: ۳۸۹-۳۸۲).

می‌توان از آثار تخریبی خندق‌ها افزون بر میزان تولید رسوب، پرشدن و تخریب شبکه‌های آبیاری، از دسترس خارج شدن هرزآبها، تخریب‌جاده ها، پل‌ها، زمین‌های کشاورزی ومراتع، تاسیسات وسکونتگاه‌های روستایی نام برد (احمدی، ۱۳۷٤: ٦۰۵). به طورکلی خاکی که از خندق خارج می‌شود، موجب تشکیل گل و لای در حصارها، راه‌های آبی، آبگیرهای جاده‌ای و پشت سدها می‌شود (قرلی و همکاران، ۱۳۸٤:۳۹۰).

در بررسی ویژگی‌های مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهارمحال بختیاری عوامل ایجاد کننده خندق را به دو بخش عوامل طبیعی مثل شیب و سیل یا عوامل انسانی مانند تغییرکاربری اراضی، تخریب پوشش‌گیاهی، جاده‌سازی، واحداث پل تقسیم می نماید (نکویی مهر و رئیسیان، ۱۳۸٤).

در تحقیقی در جنوب شرق تانزانیا، وقوع فرسایش خندقی را در منطقه‌ای به‌وسعت ۱۳۰۰۰ کیلومترمربع مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ارائه شده در این تحقیق حساسیت واحدهای چشم‌انداز به این نوع فرسایش را با استفاده از متغییرهای مانند آستانه توپوگرافی به‌دست آوردند. نتایج کار آنها نشان داد که خندق‌ها در تمام واحد چشم‌انداز پراکنده‌اند. وقوع این خندق‌ها با زبری سطح خاک، رابطه مثبت اما با تراکم جمعیت رابطه منفی داشته است. در این منطقه وجود جاده‌ها بر وقوع خندق تاثیر زیادی داشته است. این رابطه با حساسیت بالای منطقه به این نوع فرسایش کاملاً منطبق بوده است (آشن و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۳۵-۲۲۵).

عرب قشقایی و همکاران (۱۳۹۰) اقدام به پهنه‌بندی‌فرسایش خندقی درحوضه آبخیز طرود فیروزکوه با استفاده از مدل Multi Class Maps با وزن دهی به عوامل و طبقات‌صورت‌گرفت و نتایج نشان دادکه ۸۸ درصد ازمحدوده خندقی درپهنه ریسک پذیری زیاد و خیلی زیاد قراردارند.همچنین مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) از این روش برای پهنه بندی حساسیت اراضی به فرسایش خندقی در حوضه زواریان استان قم استفاده و گسترش فرسایش خندقی در کاربری های مختلف را محاسبه نموده‌اند.

اسفندیاری درآباد و همکاران (۱۳۹۲) اقدام به بررسی قابلیت فرسایش خندقی با استفاده از مدل منطق فازی (مطالعه موردی: حوضه سد گلستان- رودخانه قرناوه)، برای اجرای مدل از پارامترهای مختلف مانند شیب‌زمین، خاکشناسی، سنگ‌شناسی، شدت فرسایش، کاربری زمین، ارتفاع، جهت شیب، فاصله از شبکه زهکشی، شبکه ارتباطی وبارش استفاده گردیده است. برای پهنه‌بندی از توان‌های مختلف عملگرگامای فازی استفاده شده است.

نتایج نشان داد که گامای ۰/۸ بیشترین قابلیت را نسبت به دو عملگر ۰/۷ و ۰/۹ دارد و نقشه نهایی بدست آمده ۳۸٪ از زمین های منطقه رابا حساسیت‌زیاد و خیلی زیاد برای فرسایش خندقی نشان داده است.

تاسکین (۲۰۰۹، ٤٠٦٧) از مدل‌های پایگانی و منطق فازی برای ارزیابی وضعیت‌های پرخطر استفاده نموده اند. لیاو و همکارش (۲۰۱۱:۲۲۱۱) و هانگ و همکارانش (۲۰۱۱: ۳۵۷۸) از مدل تصمیم‌گیری برای بررسی عوامل محیطی رودخانه شانگ‌های چین استفاده کرده‌اند.

بررسی دیگر منابع نشان داد که در رابطه با فرسایش خندقی مطالعات زیادی با روش تحقیق‌های گوناگون با اهداف مشخص صورت گرفته است. از جمله این تحقیقات می‌توان به مطالعات مربوط به شرایط ایجاد، رشد و میزان رسوب در مناطق خندقی اشاره نمود که کارهای انجام شده توسط سیدروچوک وهمکاران (۲۰۰۳)، گابریس و همکاران (۲۰۰۳)، والنتین و همکاران (۲۰۰۵)، خطیبی (۱۳۸۳)، جعفری گرزین و همکاران (۱۳۸٤)، عابدینی (۱۳۸٤)، نیکویی‌مهر و امامی (۱۳۸٦)، ثروتی و همکاران (۱۳۸۷) و ثقفی و اسماعیلی (۱۳۸۸) اشاره می‌گردد. اما دسته‌ای دیگر از دانشمندان به مطالعه پهنه‌بندی با استفاده از مدل‌های چند معیاری، تصمیم‌گیری، سنجش از دور و فرمول‌های آماری پرداخته‌اند. می‌توان به کارهای انجام شده توسط کاکمبو و همکاران (۲۰۰۳)، سلیمان‌پور و همکاران (۱۳۸۸)، نگهبان و همکاران (۱۳۹۱)، ملکی و همکاران (۱۳۹۱)، ثروتی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره نمود.

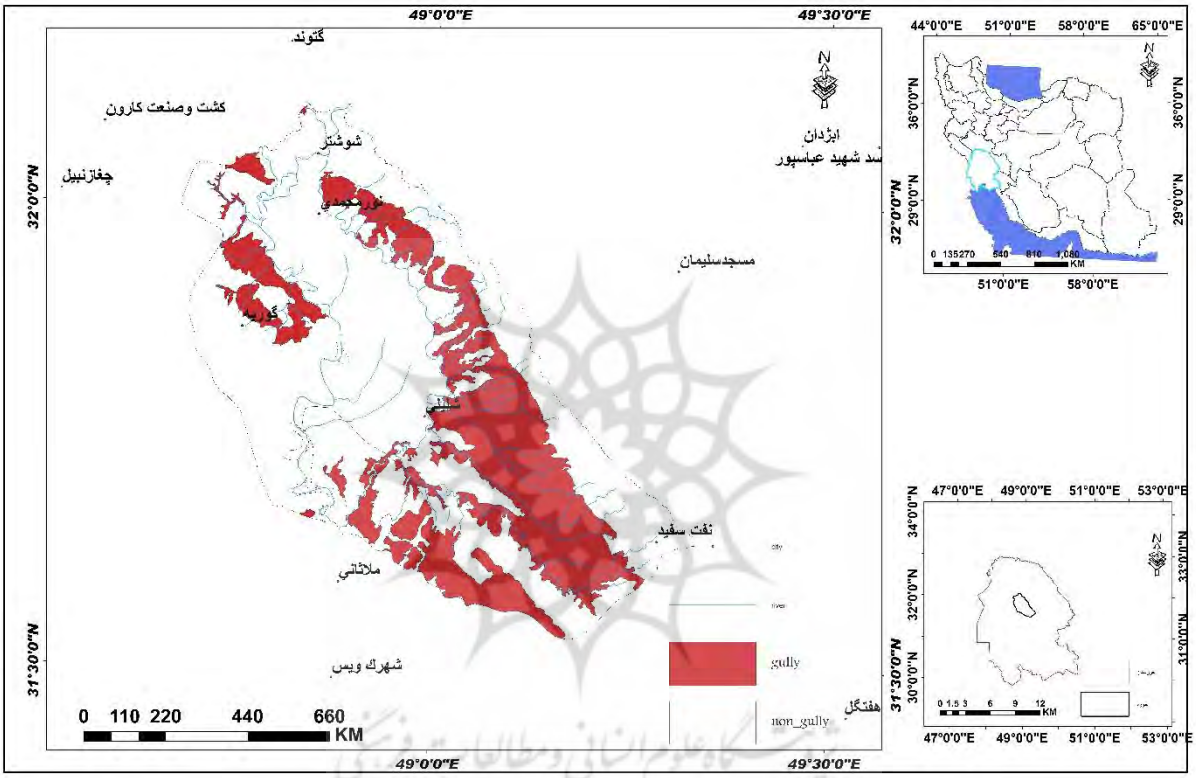
تصمیم‌گیری بر اساس تعداد زیادی از معیارها به‌ویژه زمانی که این معیارها دارای ویژگی‌ها و مقیاس‌های متفاوت، متضاد و با بایکدیگر رابطه معکوس داشته باشند، کاری مشکل است. لذا در چنین شرایطی از تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی استفاده می‌گردد. اساس این نظریه، یک عنصر یا عضو مجموعه است یا نیست. در این تئوری، سخن از عضویت درجه بندی شده مطرح می باشد. پس یک عنصر می تواند تادرجاتی، و نه کاملاً، عضو یک مجموعه باشد. اما در مورد مدل تصمیم گیری سلسله مراتبی (پایگانی) می توان بیان کرد که این مدل از جدیدترین و کاربردی ترین مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره بوده، که امروزه در علوم جغرافیایی کاربرد فراوانی پیدا کرده است. اساس کار در این روش، بر مبنای اولویت بندی (وزن دهی) به شاخص ها و معیارها می‌باشد.

در تحقیق حاضر با تلفیق توانایی دومدل فازی و سلسله مراتبی، برای ارزیابی میزان آسیب پذیری روستاها در برابر تهدید خندق‌ها استفاده شده است. درجغرافیای طبیعی، تحقیقاتی با استفاده از تلفیق این دو مدل در پهنه‌بندی لغزش صورت گرفته است. در زمینه پهنه‌بندی مناطق در معرض خطرخندق در محیط نرم‌افزار GIS کار مهمی صورت نگرفته است. فرض بر آن شد با استفاده از تلفیق این دو مدل می‌توان مخاطرات خندق زایی را برای حوضه رودگرگر پهنه‌بندی کرد.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق استان خوزستان و در فاصله ۸٤/۱٦ کیلومتری مرکز آن و در بین عرض‌های جغرافیائی شمالی ′٦،°۳۲ و ′۳۲،°۳۱ و طول‌های جغرافیائی شرقی ′٤۱،°٤۸ و ′۲۰،°٤۹ واقع شده‌است (شکل ۱). شهرستان شوشتر، نزدیکترین شهر به آن محسوب می‌گردد. مساحت حوضه رود گرگر ۱۷۱۹۳۵/۸ هکتار می‌باشد. حداکثر ارتفاع آن ٦۰۲ متر از سطح دریا است. متوسط درجه حرارت منطقه ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد است. براساس

رده بندی آمبرژه و دومارتن اقلیم منطقه دارای اقلیم بیابانی گرم شدید و خشک می باشد. رطوبت نسبی منطقه ۷۰ درصد که حداکثر آن در دیماه (۷۵٪) و حداقل آن در اردیبهشت و خرداد ماه (٥٦٪) می‌باشد بارش در منطقه بین حداقل ۲٥٦ میلی‌متر تا حداکثر٤١٨/٤ میلی‌متر در شمال حوزه و مناطق کوهستانی محاسبه گردیده است متوسط تبخیر سالانه منطقه ۲۹۳۹ میلیمتر وضریب تغییرات آن از سالی به سال دیگر اندک می‌باشد. گسترده‌ترین سازند زمین‌شناسی منطقه، سازند آغاجاری به وسعت ٤٨٤٥٠ هکتار و سازند گچساران و نهشته‌های کواترنری با٢٨/٨٤، ١٥/٦٨ درصد فراوانی در منطقه رخنمون دارند.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه تحقیق و محدوده پراکنش گالی‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق از مناطق دارای آبکند فراوان می‌باشد. طباطبایی در گزارشی، به عوامل طبیعی تاثیرگذار در بروز فرسایش خندقی دراراضی جنوب شرقی شهرستان شوشتر اشاره می‌نماید. لایه‌های مارنی و گچی در سازندهای میشان و آغاجاری را از علل اصلی شکل‌گیری خندق‌های دانسته است. وی همچنین، رسوبات ریزدانه کواترنر متشکل از ذرات ریزدانه‌ی ماسه، سیلت و رس،پایداری کم خاک، ساختمان ضعیف خاکدانه‌ها، کمبود مواد آلی، وجود املاح گچ و آهک، بارندگی و تبخیر زیاد و دخالت های انسانی مانند چرای مفرط دام‌ها، شخم اراضی در جهت شیب و آبیاری غیر اصولی در اراضی با کشت آبی را از دلایل تاثیرگذار در بروز پدیده‌ی فرسایش‌خندقی در این منطقه اعلام می‌نماید (طباطبایی ۱۳۷۹: ٦٧-٦٣).

لطف ا... زاده و همکاران (۱۳۹۰) اشاره دارند که در اثر پیشروی آبکندها اهالی روستای حدام در سال ١٣٨٤، مجبور به کوچ به جای دیگر شده‌اند ولی هم اکنون نیز روستای جدید الحداث در معرض تخریب مجدد آبکند قرار

دارد. همین موضوع اهمیت استفاده از تحقیق حاضر در پهنه بندی برای روستاهای جدید الحداث آینده را به خوبی گوشزد می‌نماید. لازم به ذکر است که این آبکند از نوع فعال بوده به طوری که در بعضی نقاط ارتفاع راس با کف آن به بیش از ۱۰ متر بالغ می‌شود. رودخانه گرگر در مواقع کم آبی به شدت شور و تجمع نمک در مسیر رودخانه مشهود می‌باشد در بعضی نقاط در کف آبکند مبادرت به کشت گندم و ذرت می‌کنند. عمده اراضی آبکندی در مراتع رها شده و عرصه‌های اراضی منابع طبیعی واقع شده است.

شکل۲: تخریب جاده ها و خطوط انتقال نیرو و زمین های کشاورزی در منطقه تحقیق

خاک این محدوده در سطح دارای بافت Sandy Loam و Loam می‌باشد. درصد رس در خاک این منطقه از ۱۰ تا ۱۱ درصد متغیر است. در صد لای بین ۳۱ تا ٤۰ درصد و شن از ٤۱ تا ۵۹ درصد متغیر است. درصد سدیم قابل تبادل (ESP) بین ۵ تا ۱۷ متغیر می‌باشد. مقدار SAR بین ۲٦ تا ۱۰۰ در نوسان بوده و EC آن بین ۲٤ تا ۷۷ می‌باشد. مقدار pH خاک بین ۷ و ۸ در نوسان بوده ولی مقدار مواد آلی در حد بسیار پایینی قرار گرفته است. CEC بین ۸ تا ۲۱ در نوسان است. مقدار آهک موجود در نمونه‌های خاک زیاد و بین ۵۲ تا ٥٤ در نوسان است. در این منطقه می‌توان به دو دسته عوامل طبیعی و انسانی در بوجود آمدن آبکندها اشاره کرد. عوامل طبیعی شامل بارندگی با شدت زیاد، املاح زیاد موجود در خاک، خصوصیات ذاتی خاک، سازند زمین‌شناسی منطقه بوده و عوامل انسانی به تخریب پوشش گیاهی و عدم مدیریت صحیح اراضی، عملیات عمرانی از جمله جاده سازی، حفر و لوله‌گذاری برای مصارف نفت و گاز اشاره می‌گردد.

عمده خسارات آبکندها در این منطقه را می‌توان به زمین‌های کشاورزی، تاسیسات شرکت نفت و گاز، راه‌ها و پل‌های ارتباطی از جمله پر شدن مخازن و سدها ارتباط داد. گر چه نمی‌توان برای بعضی از اجزای صدمه دیده منابع طبیعی قیمت گذاشت ولی خساراتی که از طریق کنش خاک و انتقال آن به پشت سدها، رودخانه‌ها و دریاها به جا می‌گذارد رقم نجومی خواهد بود. در این ناحیه هم خسارات وارد شده در اثر ایجاد و گسترش آبکندها شامل تخریب مزارع اطراف جاده های دسترسی و صدمات زیاد به پایه‌های لوله های صنایع نفت گاز مشاهده می‌شود.

با توجه به اظهار نظر مسئولین شرکت نفت فاز ۲ بید زرد، حدود ٤۰۰ کیلومتر لوله های این شرکت در معرض کنده شدن و غیر قابل استفاده شدن بوده که اگر هزینه‌های قطع گاز و سایر مسائل مرتبط را در نظر نگیریم و فقط هزینه‌های کندن، جاگذاری، خرید و حمل و نقل لوله‌های نفت و گاز را در نظر بگیریم برای هر متر این لوله‌گذاری‌ها هزینه‌ها در سال ۸۹ حدود ۹۵۰۰۰ تومان هزینه بر می دارد که کل هزینه ۳۸ میلیارد تومان بالغ می‌شود. در خصوص شبکه‌های برق و مخابرات نیز این خسارت‌ها بسیار زیاد خواهد بود. خسارت‌های زیر بنایی مثل شبکه‌های مواصلاتی مانند راه‌های اصلی و فرعی بنابه اظهار نظر مسئولین، ۲۸۵ کیلومتر از جاده های اصلی و فرعی در معرض تخریب و یا در حال تخریب می‌باشد و هزینه ساخت یک کیلومتر جاده درجه ۱ اسفالته روستایی ۷۰ میلیون تومان (۱۳۸۹)، جاده درجه ۲ شوسته (جاده یک طرفه هر ۷۰۰ متر یک دور برگردان و هر ۳۵۰ متر یک گریز گاه) ۲۵ میلیون تومان، و جاده درجه ۳ روستایی ۱۰ میلیون تومان می‌باشد. هزینه نگهداری آن معمولاً ۱۵٪ هزینه ساخت بر آورد می‌گردد (لطف الله زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به بازدید های میدانی اکثر جاده‌های در حال تخریب یا در معرض تهدید از نوع درجه ۱روستایی محسوب می‌شود. بنابراین خسارات ریالی آبکند در این محدوده در بخش راه ها، ۱۹ میلیارد تومان تخمین زده می‌شود. در این ناحیه عملیات زیادی جهت مهار آبکندها، صورت گرفته است. از جمله این عملیات کاشت درختان گز، اکالیپتوس در سطح وسیع به همراه درخت کاری می‌باشد. عملیات آبخیز داری از جمله ایجاد چپر و گابیون نیز به فراوانی صورت گرفته است. ولی متاسفانه در اکثر مناطق، گسترش و کنش آبکند به حدی بوده که اکثر درختان را از ریشه کنده و تقریباً هیچ بند، چپر یا گابیون سالم به جا نمانده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه برای پهنه بندی مناسب سکونتگاه‌های در معرض خطر آبکند، کل سکونتگاه‌های منطقه به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شده است. مطالعه انجام شده، نشان می‌دهد که بیشتر سکونتگاه‌ها منطقه با فاصله اندکی از رودهای منطقه قرار دارند. لایه‌های مورد استفاده در مدل فازی پایگانی شامل دو دسته طبیعی و انسانی می‌باشد. نقشه شیب زمین، بارش، پوشش گیاهی، لیتولوژی، تراکم زهکشی را به عنوان لایه‌های طبیعی در نظر می‌گیریم. نقشه‌های فاصله از رودخانه، فاصله از سکونتگاه‌های روستایی، فاصله از راه‌ها روستایی و کاربری فعلی اراضی در دسته عوامل انسانی قرار گرفته است. برای تهیه نقشه پراکنش آبکندها، محدوده مناطقی که دارای مورفولوژی آبکند بوده، با استفاده ازعکس‌های هوایی ۱:٤۰۰۰۰ و داده های ماهواره‌ای چند طیفی سنجنده +ETM سال ۲۰۰۰۷ و تصاویر مربوط به Google Earth به همراه بازدیدهای میدانی مورد شناسایی و جداسازی قرار گرفته است. دو محدوده بزرگ آبکند شناسایی شده است. شبکه زهکشی رودخانه‌ها با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی[1] (DEM) تصاویر ماهواره‌ای ASTER با قدرت تفکیک ۳۰ متر و نقشه‌های توپوگرافی منطقه با بهره‌گیری از ابزار ArcHydro در محیط ArcGIS 10.1 تهیه گردید. در این مطالعه از لایه پوشش گیاهی NDVI[2]، تهیه شده در پژوهشکده

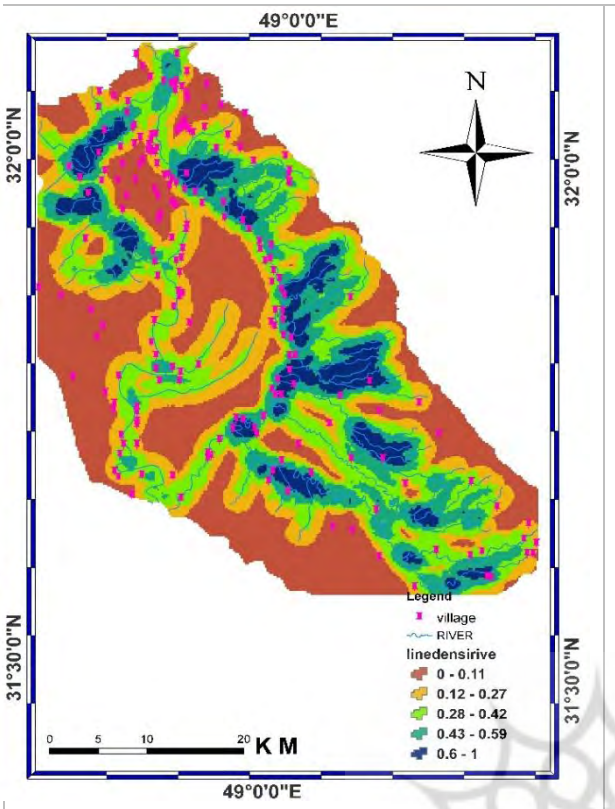
[1] Digital Elevation model
[2] Normalized Difference Vegetation Index

آبخیزداری استفاده شده است. لایه شیب نیز از اطلاعات DEM منطقه استخراج گردید. لایه بارش بر اساس اطلاعات هواشناسی (دوره ۱۳۶۲-۱۳۹۲) استخراج شده با روش درونیابی و مدل کریجینگ تهیه گردیده است. لایه‌های فاصله خطر آبکندها از سکونتگاه‌ها، لایه فاصله از راه‌های روستایی و لایه حریم خطر رودخانه با استفاده از ابزار آنالیز فضایی[1] و دستور فاصله اقلیدسی[2] در نرم‌افزار ArcGIS 10.1 استخراج گردیده است. همچنین با استفاده از ابزار تراکم زهکشی[3] موجود در نرم‌افزار، لایه تراکم زهکشی حوضه تهیه گردیده است. سپس لایه‌های سنگ‌شناسی و کاربری اراضی بر اساس روش کمی‌سازی داده‌های کیفی در مدل فازی، کمی و با تابع فازی بین ۰ تا ۱ امتیاز دهی شده اند. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به کمک نرم‌افزار Expert Choice با تعیین وزن کارشناسی از برآوردهای تعدیل شده در پاسخ‌های پرسشنامه با استفاده از جدول وزن دهی ساعتی، وزن نهایی مشخص می‌گردد (شکل ٤ و٥). نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر آبکندها براساس روش شکست‌های طبیعی[4] تهیه و طبقه‌بندی گردیده است (شکل ٦). به منظور سنجش و ارزیابی، مابین داده‌های مرتبط با سکونتگاه‌های روستایی حوضه و نقشه حاصل از اجرای مدل، با استفاده از تکنیک[5] دو نقشه بر همدیگر انطباق داده شده است. نتایج حاصل از انطباق نقشه‌های فوق در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس نتایج موجود، ترکیب مختلف از تقابل کلاسه‌های نقشه‌ها وجود دارد، که به وسیله ماتریس حاصل شده میزان انطباق‌ها مشخص وهشدارهای لازم ارائه گردید.

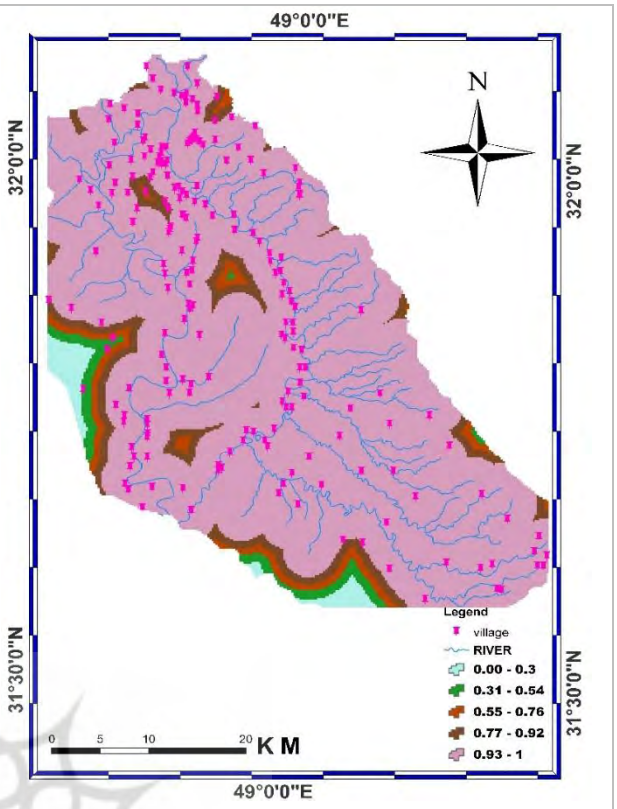
نتایج و بحث

بدلیل مقیاس متفاوت هر یک از معیارها لازم بود تا لایه‌ها را بی بعد نماییم. منظور از بی بعد سازی داده‌ها تبدیل آنها به اعدادی بین صفر و یک می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از قابلیت fuzzy membership در محیط ۱ ArcGIS 10. اقدام به تهیه نه نقشه بر اساس نوع تابع خطی افزایشی یا کاهشی گردیده است (شکل ۳). برای این منظور لایه‌های لیتولوژی و کاربری اراضی که به صورت کیفی بوده با امتیازدهی بین ۱ تا ۹ کمی می‌گردند. برای اجرای آن سازندهای لیتولوژی و کاربری اراضی حساس مانند مناطق بایر یا مراتع با پوشش کم که دارای توانایی بالقوه آبکند بوده، از امتیاز بالاتری برخوردار می‌گردد. سپس در محیط Arc GIS با دستور خطی افزایشی نقشه‌ها فازی سازی شده، حاصل گردیده است. نقشه‌های مانند نقشه شیب زمین، بارش، فاصله از سکونتگاه‌های روستایی، تراکم زهکشی رودخانه‌ها که ماهیت کمی دارند به صورت مستقل و با استفاده از تابع Small تهیه گردید.

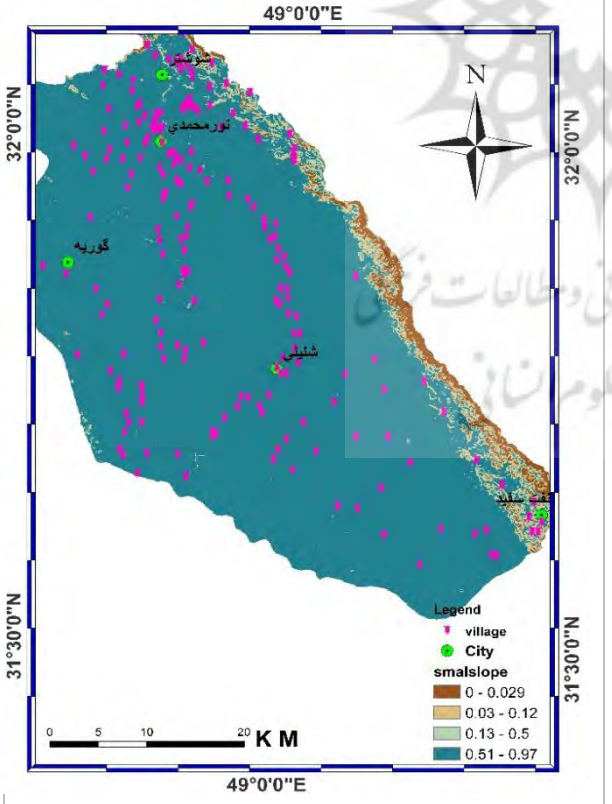
[1] Special analysis tools
[2] Euclidean Distance
[3] Density
[4] Natural break
[5] CrossTabulate area



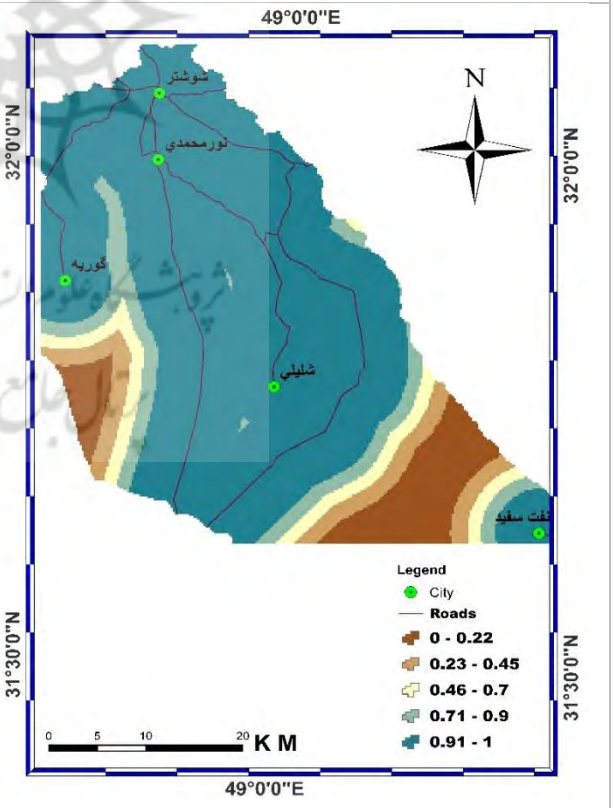
لایه فازی سازی شده تراکم زهکشی



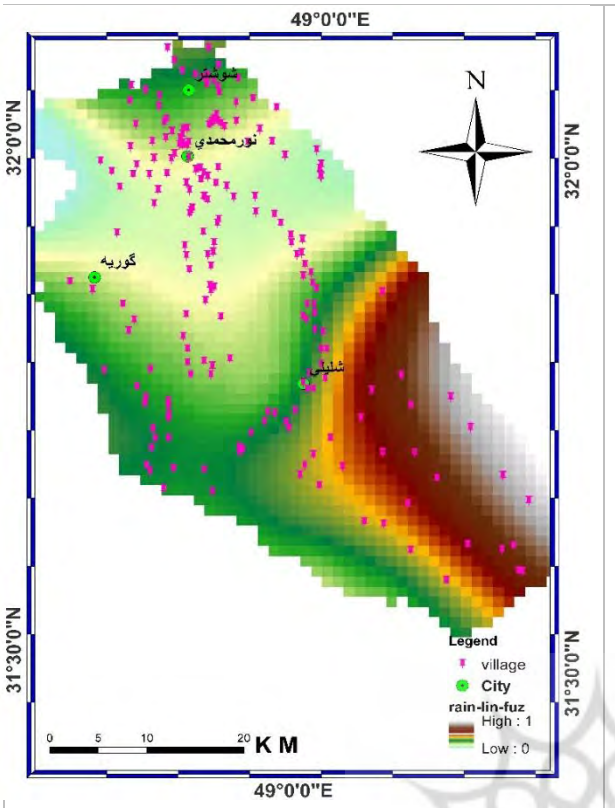
لایه فازی سازی شده فاصله ازرودخانه



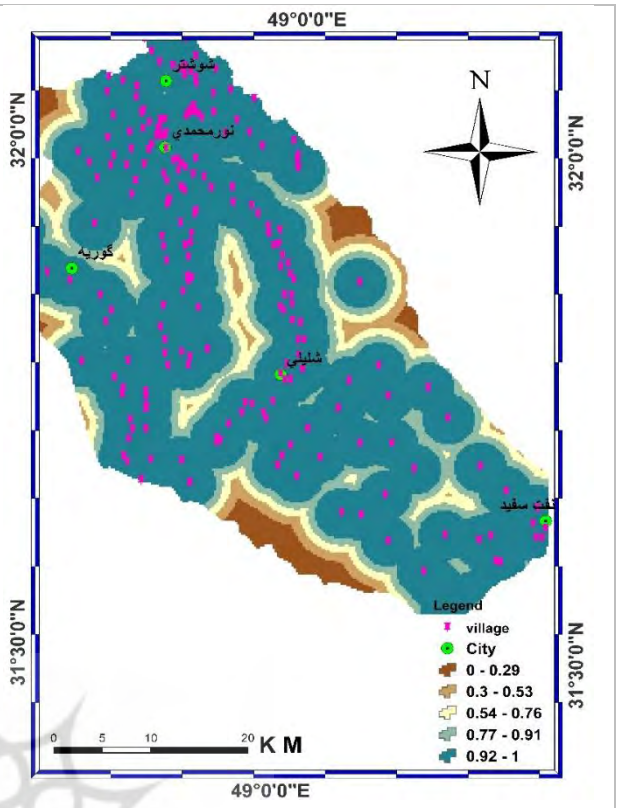
لایه فازی سازی شده شیب



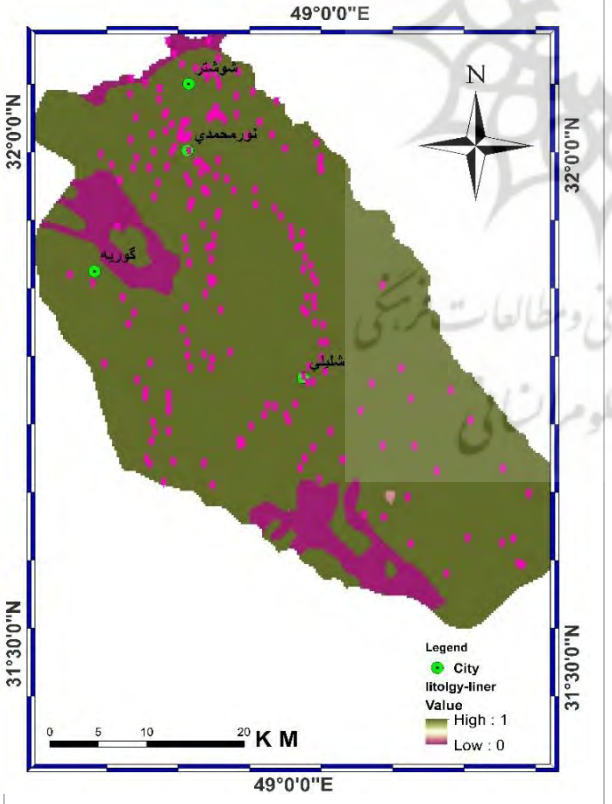
لایه فازی سازی شده فاصله از راه ارتباطی



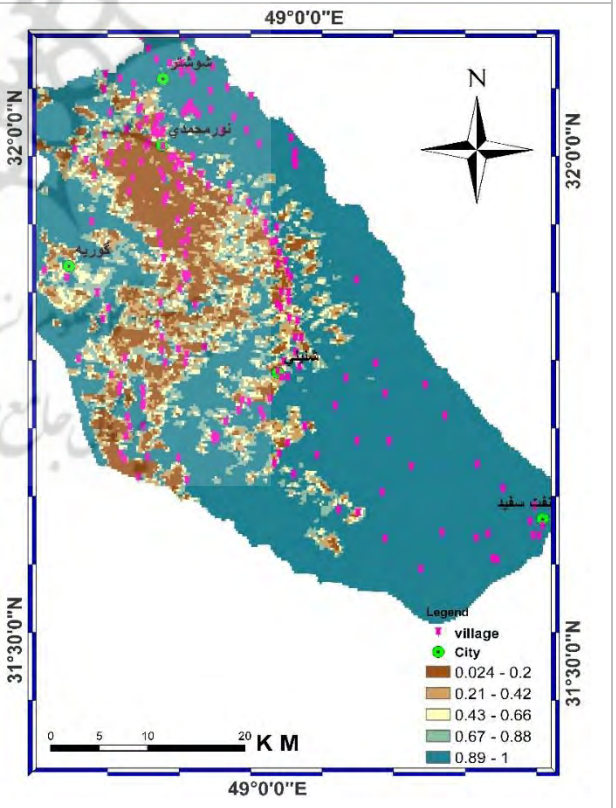
لایه فازی سازی شده بارش



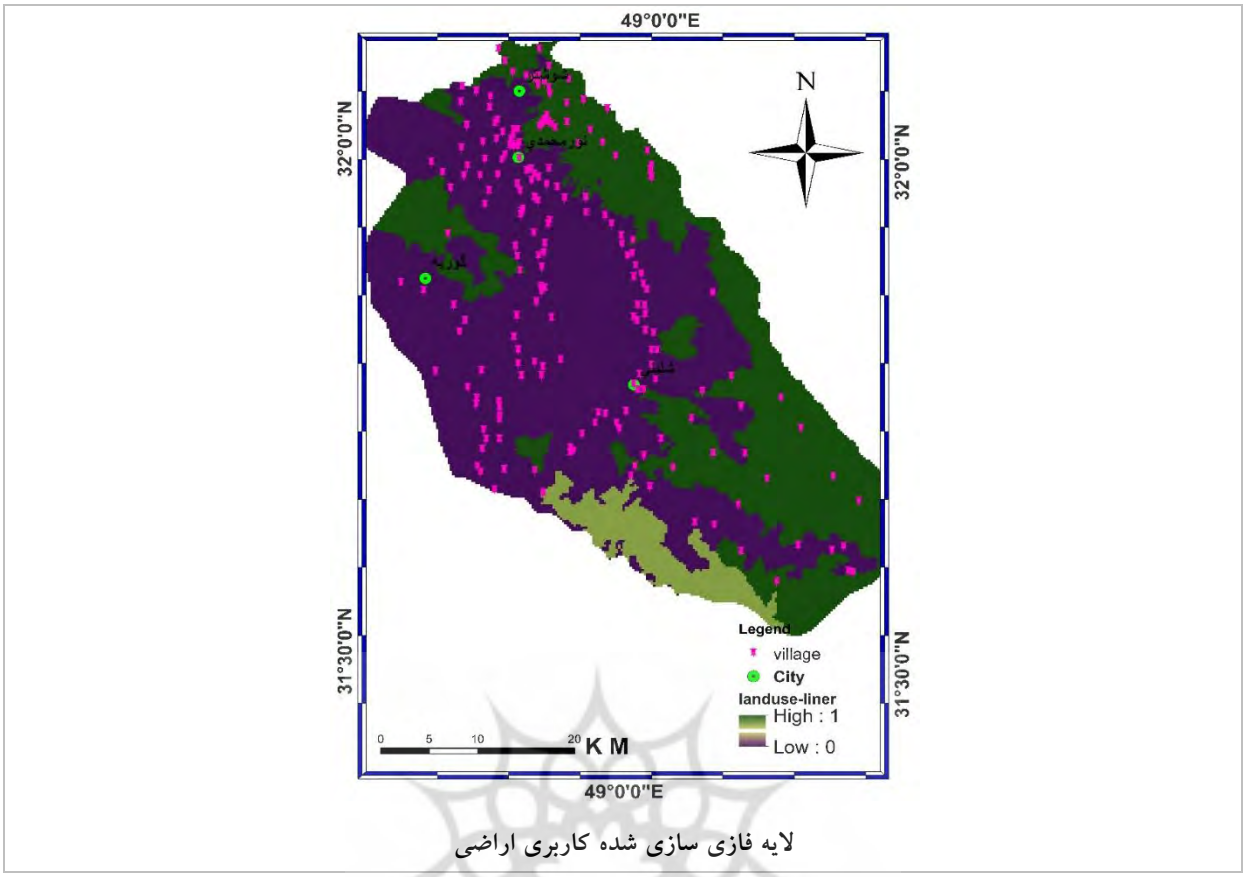
لایه فازی سازی شده فاصله روستایی



لایه فازی سازی شده لیتولوژی



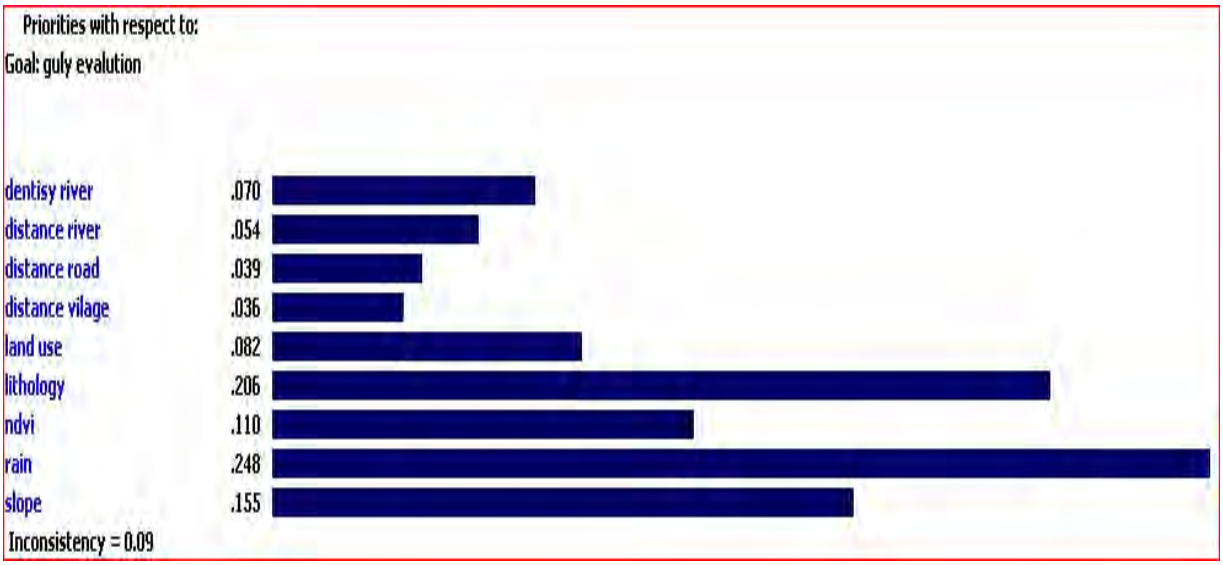
لایه فازی سازی شده پوشش گیاهی (NDVI)



لایه فازی سازی شده کاربری اراضی

شکل ۳: لایه های فازی سازی شده منطقه تحقیق

سپس با استفاده از روش سلسله مراتبی (پایگانی)، اقدام به تعیین وزن لایه‌ها و معیارها گردید. برای این منظوراز روش مقایسه دو به دو برای نه لایه تهیه شده، استفاده شده است. روش مقایسه دو به دو به دلیل داشتن مبنای نظری قوی، دقت بالا و سهولت استفاده، دارا بودن ارزش و اعتبار و درستی و دقت در نتیجه یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش‌هاست (Malczewski, ۱۹۹۹). در تحقیق حاضر برای پهنه‌بندی دقیق فرسایش خندقی، استفاده از مدل پایگانی و تلفیق آن با مدل فازی بوده، در آن ماتریس مقایسه‌ای توسعه داده شده و لایه‌ها به‌صورت زوجی مقایسه می‌گردد و وزن (ارزش) نسبی آنها با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ بیان می‌شود (Saaty, 1980 به نقل از قنواتی، ۱۳۸۵، ۵۱-٦٨). برای تعیین درجه دقت وصحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده شده است. این شاخص برمبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه شده است. بر اساس این شاخص، اگر سازگاری معادل0.1 یا کمتر باشد، وزن دهی صحیح بوده و درغیراینصورت وزن های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدد باید انجام شود (کرم، ۱۳۸۳ به نقل از قنواتی، ۱۳۸۵). باتوجه به اینکه شاخص سازگاری 0.09 بدست آمده (شکل ٤)، نشان‌دهنده دقت و صحت وزن‌دهی به معیارها است



شکل ٤: وزن دهی به معیارها در نرم‌افزار Expert Choice

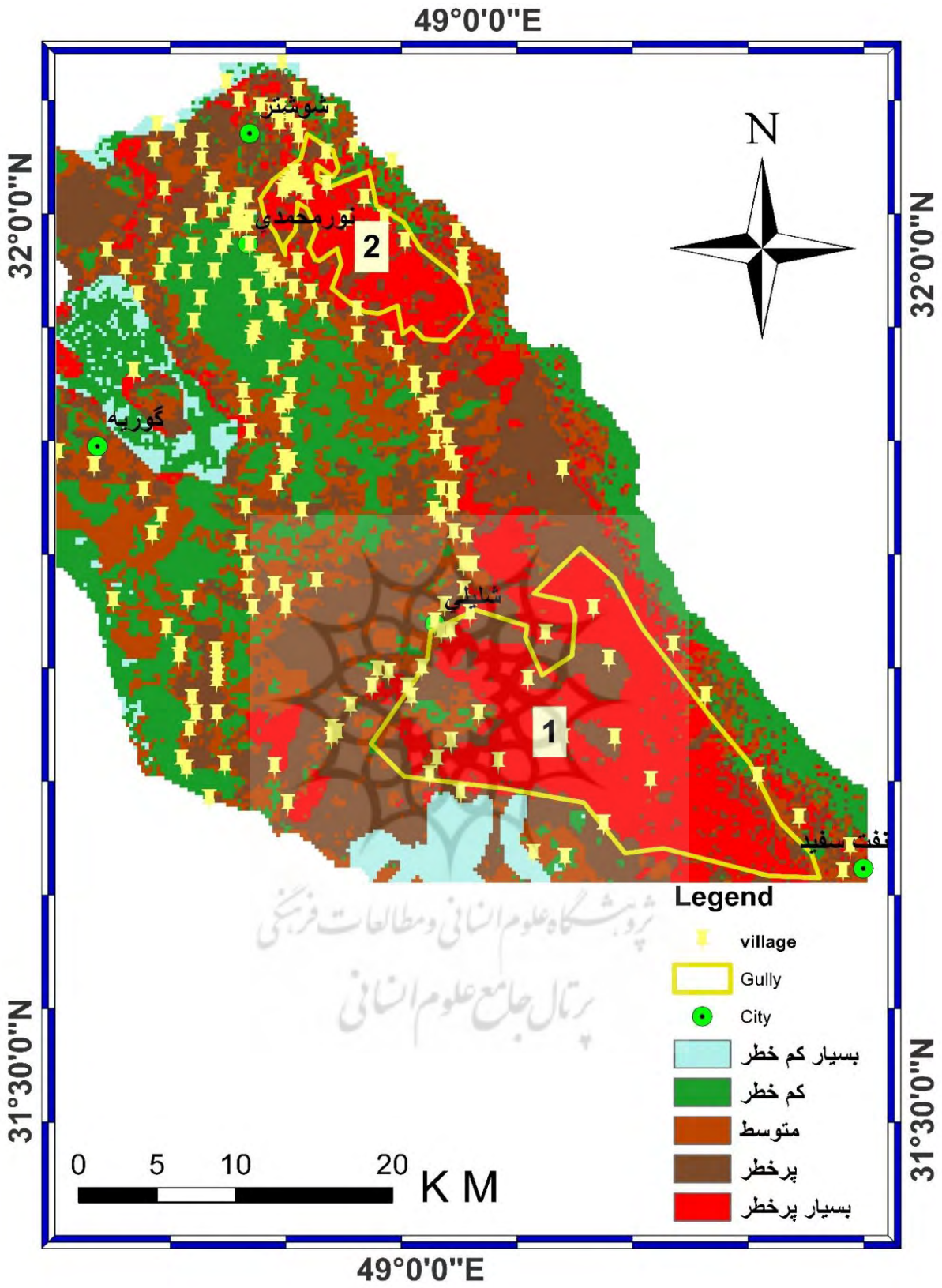
با استفاده از spatial analyze و دستور Raster Calculate نتایج را از به کمک معادله زیر محاسبه و نقشه پهنه‌بندی فرسایش خندقی تهیه گردید. در نهایت نقشه را به پنج طبقه براساس روش شکست طبیعی طبقه‌بندی نموده و نقشه نهایی پهنه بندی پتانسیل آبکندحاصل گردید (شکل ٥).

+ (فاصله از روستا* 0.036) + (فاصله از راه * 0.039) + (فاصله از رودخانه* 0.054) + (تراکم زهکشی رودخانه * 0.070)
(شیب * 0.155) + (بارش* 0.248) + (پوشش گیاهی * 0.110) + (زمین شناسی * 0.206) + (کاربری اراضی * 0.082)

در منطقه این تحقیق دو محدوده آبکند اصلی شناسایی شده است. که محدوده شماره یک با مساحت ۲۷۱٦۸/۳ هکتاردارای آبکند معروف ملاثانی در نزدیکی روستاهای حدام و شجرات بوده است در شکل ٦ جزء مناطق بسیار پرخطر بوده و در نقشه پهنه بندی نشان داده شده است.

توسعه سکونتگاه‌ها در اراضی کم شیب پایین دست است که خود با افزایش پوشش گیاهی (لایه پوشش گیاهی NDVI) همراه بوده است. نقشه نهایی بخوبی اهداف متصور در این مطالعه را تحقق بخشید که در آن مخاطرات آبکند زایی که متوجه سکونتگاه‌های روستایی حوضه گرگر است، در پنج منطقه بسیار پر خطر، پر خطر، متوسط، کم و بسیار کم خطر طبقه‌بندی شده‌اند.

نقشه پهنه بندی پتانسیل آبکند تطابق خوبی با لایه لیتولوژی دارد. مناطق تحت پوشش سازند آغاجاری به دلیل عدم وجود پوشش خاک حاصلخیز دارای حداقل سکونتگاه‌ها بوده است. از طرفی لایه طبقات ارتفاعی نشان دهنده



شکل ۵: پهنه‌بندی پتانسیل خندق زایی با مدل FUZZY-AHP وآبکند معرف ملاثانی در محدوده۱

جدول ۱: گستره و درصد پراکندگی مناطق در معرض خطرآبکند زایی در حوضه رودخانه گرگر

طبقه‌بندی مخاطرات‌سیل	مساحت	درصد پراکندگی	سکونتگاه‌ها و تاسیسات	مناطق مسکونی	درصد پراکنش روستاها	جمعیت (نفر)	درصد	تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)
بسیار کم خطر	۱۱/۲۰	۰,٦٥	۲	۲	۱/٤۷	۲۷۲	۰/۵۱	۲٤/۲۹
کم خطر	۷۱/۰۱	٤/۱۳	٦	۲	۱/٤۷	۱۰۱	۰/۱۹	۱/٤۲
متوسط	۵۰۵/۳٦	۲۹/۳۹	٦۲	٤۰	۲۹/٤۱	۱۹۷۰۷	۳٦/۸۱	۳۹
زیاد	۷۳۱/۷۱	٤۲/۵٦	۹۰	۷۱	۵۲/۲۱	۲۸۷۱۷	۵۳/٦۳	۳۹/۲۵
بسیار پر خطر	٤۰۰/۰۹	۲۳/۲۷	۳۷	۲۱	۱۵/٤٤	٤۷٤٦	۸/۸٦	۱۱/۸٦

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق دلالت به توانمندی مدل انتخاب شده در روش این تحقیق در بررسی مخاطرات آبکند زایی برای ۱۳٦ روستای مستقر در حوزه دارد. این تحقیق نشان داد که مناطق بسیارپرخطر (٤/۰۹ کیلومتر مربع) و پرخطر(۷۳۱/۷۱ کیلومتر مربع) در مجموع بالغ بر ٦٦ درصد از کل سطح حوضه را شامل شده است. این عرصه‌ها در منطقه، شامل ۹۲ سکونتگاه با جمعیتی برابر با ۳۳٤٦۳ نفر هستند.و تراکم جمعیتی برابر با ۵۱/۱ نفر در کیلومتر مربع را شامل می شود. که هرگونه توسعه و برنامه‌ریزی نیاز به دقت فروان می باشد چون این مناطق با این جمعیت زیاد از لحاظ مباحث مرتبط با مهاجرت و کوچ‌نشینی درخور توجه بوده و اقدامات سریع مسئولان را می‌طلبد. مناطق متوسط خطر با مساحتی درحدود ۵۰۵/۳٦ کیلومتر مربع دارای ٤۰ روستای دارای سکنه و جمعیتی برابر با ۱۹۷۰۷ نفر ودرحدود ۳۷ درصد جمعیت کل حوضه را دارا می‌باشد و تراکم جمعیتی برابر با ۳۹ نفر در کیلومتر مربع می‌باشد. که این طبقه دارای استعداد بالقوه برای توسعه آبکندها را دارد. سطوح کم خطر و بسیار کم خطر (۸۲/۲ کیلومتر مربع) و تراکم جمعیت ۲۵ نفر در هر کیلومتر مربع است. پس می‌توان نتیجه گرفت که این حوضه در شرایط بسیار بحرانی قراردارد و دومحدوده جدا شده در منطقه تحقیق (شکل ۵) با مساحتی برابر با ۳٤۵۷۰/٦۹ هکتار تقریب قابل قبولی از دقت مدل فازی – پایگانی را نشان دهد زیرا رویهم اندازی دو نقشه حاصل از اجرای مدل فازی – پایگانی و نقشه برداشت شده از کارمیدانی مشخص کرد که آبکند ملاثانی در طبقه پرخطر قرار گرفته است. اگرچه محققان ایران مدل فازی- پایگانی را در پهنه‌بندی حرکات توده‌ای و زمین‌لغزش و زمین‌لرزه به خوبی آزموده‌اند، لیکن در پهنه‌بندی مخاطرات خندق زایی تاکنون اجرا نشده و تحقیق حاضر از آن جهت نوآورانه است که آن را در موضوع پهنه‌بندی مخاطرات خندق زایی آزموده است. نویسندگان این تحقیق، توصیه اجرای روش تحقیق حاضر را برای پهنه‌بندی مخاطرات آبکند متوجه سکونتگاه‌ها به‌ویژه روستایی در دیگر مناطق کشور می‌نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود معیار نفوذپذیری خاک در حوزه‌هایی که دارای پوشش خاک بر روی بستر سخت سنگی هستند، به معیارهای استفاده شده در مدل افزوده شود. با توجه به اینکه بیشترین مناطق آبکندی در اراضی مرتعی و مارنی واقع شده‌اند می توان نتیجه گرفت که مناطق آبکندی در مراتع بسیار ضعیف و رها شده صورت می‌گیرد. که در این خصوص چرای بیش از حد دام از این مراتع را نمی‌توان از نظر دور داشت. عملیات عمرانی و عدم دقت در

مسائل فنی باعث ایجاد آبکندهای فراوان شده از جمله جاده سازی‌های نامناسب، احداث پل‌های ارتباطی و عدم تعبیه زهکش‌های مناسب در این مسیر باعث بوجود آمدن مشکلات عدیده‌ای شده است. با توجه به صنعتی بودن و نفت خیزی استان، نصب و لوله‌گذاری و احداث تاسیسات مرتبط، روند آبکندی شدن این مناطق را تسریع کرده است.

منابع

۱- احمدی، حسن، (۱۳۷٤): ژئومورفولوژی کاربردی جلد اول، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- اسفندیاری درآباد. ف.، هشتی جاوید. ا.، فتحی. م.، (۱۳۹۲): بررسی قابلیت فرسایش خندقی بااستفاده از مدل منطق فازی (مطالعه موردی: حوضه سد گلستان- رودخانه قرناوه). دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی. ۷ و۸ آبان. تهران. دانشگاه خوارزمی.

۳- ثروتی، م.ر.، قدوسی، ج.، دادخواه، م. (۱۳۸۷): عوامل موثر در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس‌ها، پژوهش و سازندگی، شماره ۷۸، صص. ۳۳-۲۰.

٤- ثروتی. م.ر.، قهرودی تالی. م.، گل کرمی. ع.، نجفی. ا.، (۱۳۹۳): آستانه های ژئومورفولوژیکی خندق زایی در حوضه آبخیز کچیک، شمال شرق استان گلستان. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. سال چهاردهم. شماره ۳۲، بهار. صص ۲٤۹-۲۳۱.

۵- ثقفی. م، اسماعیلی. ر.، (۱۳۸۸): تحلیل‌های مورفومتری عوامل تشکیل و تحول ابکندها در حوضه آبریز شاخن (استان خراسان جنوبی)، نشریه جغرافیا و توسعه - شماره ۱۵- پائیز. صص/۱۵۰- ۱۳۳.

٦- جعفری گرزین، ب.، دومهری، ع.ر.، صفایی، م. فاحمدیان، ح. (۱۳۸٤): معرفی مدل‌های برای پیش بینی رشد حجم خندق در حوضه سرخ آباد مازندران، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۵، صص ۱۱۷-۱۰۹.

۷- خطیبی، م. (۱۳۸۳): تحلیل و بررسی نقش عوامل توپوگرافی و مورفوژنز در خندق زایی، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ٤۹ فصص. ۷۰-۵۳.

۸- رضوانی، م. سجاسی قیداری، ح. صادق لو، ط. (۱۳۹۰): سنجش درجه روستاگرایی با استفاده از مدل تاپسیس فازی (مطالعه موردی: روستاهای دهستان مرکزی شهرستان خدابنده). پژوهش‌های روستایی شماره ۵، ص ۳۱-۱.

۹- سلیمان پور. م.، صوفی. م.، احمدی. ح.، (۱۳۸۸): تعیین عوامل موثر بر گسترش آبکندها در منطقه کنار تخته استان فارس. مجله آب و خاک جلد۲۳. شماره ۱. بهار. صص ۱٤۱-۱۳۱.

۱۰- طباطبایی، سید محمود رضا، (۱۳۷۹): بررسی تغییرات فرسایش خندقی در استان خوزستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، صص ۷۷-۶۳.

۱۱- عابدینی، م. (۱۳۸٤): پژوهش در وقوع فرسایش خندقی ارتفاعات جنوب غرب دشت هادی شهر در شمال غرب آذربایجان شرقی از طریق روش‌ها و تکنیک‌های جدید، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ٦، صص ۱۳۳-۱۱۳.

۱۲- عرب قشقایی. ز.، نیککامی. د.، شادفر. ص.، معینی. ا.، (۱۳۹۰): پهنه‌بندی‌فرسایش خندقی درحوضه آبخیز طرود فیروزکوه. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی- پژوهشی، سال هشتم، شماره ۳۱، پائیز. صص. ۱۱۹-۱۰۷.

۱۳- قرلی، ح.، فتاحی، م.م. (۱۳۸٤): بررسی خصوصیات اقلیمی و مورفولوژیکی آبکندها، مجموعه مقالات همایش ملی فرسایش و رسوب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران، صص .۳۹۳-۳۹۰.

۱٤- قدوسی. ج، داوری. م (۱۳۸٤): تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رخداد فرسایش خندقی و مرفولوژی خندق‌ها سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، صص ۳۸۹-۳۸۲.

۱۵- قنواتی. ع، (۱۳۸۹): پهنه‌بندی خطر لغزش در حوضه جاجرود با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی. مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، زمستان ۱۳۸۹; ۱٦(۱۹):۵۱-٦۸.

۱٦- کرم، امیر (۱۳۸۳): کاربرد مدل ترکیب خطی وزین در پهنه بندی وقوع زمین لغزش، جغرافیا و توسعه، شماره ٤ زاهدان.

۱۷- لطف الله زاده. د، ارشم. ع، بیات. ر، نبی پی لشکریان. س. (۱۳۹۱): گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی ویژگی‌های مورفو- کلیماتیک آبکندهای استان خوزستان. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

۱۸- ملکی. ا.، میلادی. ب.، (۱۳۹۱): شبیه‌سازی مناطق مستعد خندق‌زایی با استفاده از روش SPI در حوضه رودخانه مرگ.پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۳، زمستان، صص. ۳۸-۲۳.

۱۹- مقصودی. م، شادفر. ص، عباسی. م، (۱۳۹۱): پهنه‌بندی حساسیت اراضی به فرسایش خندقی در حوضه زواریان استان قم. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۲. پائیز. صص. ۵۲-۳۵.

۲۰- نکوئی مهر. م، رئیسیان. ر. (۱۳۸٤): بررسی ویژگی‌های مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهارمحال بختیاری، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

۲۱- نیکویی مهر، م.، امامی، ن. (۱۳۸٦): مهم‌ترین ویژگی‌های شکل شناسی خندق ها در طبقه بندی مورفو کلیماتیک تحت تاثیر فرسایش خندقی (مطالعه موردی: استان چهارمحال وبختیاری)، پژوهش و سازندگی، شماره ۷۷، صص ۹۲-۸٤.

۲۲- نگهبان. س.، رحیمی. ا، رحیمی هرآبادی. س.، (۱۳۹۱): بررسی استعداد فرسایش خندقی با استفاده از ضریب اقلیمی هیدروترمال (مورد مطالعه: سه حوضه بیاخی، پالنگان و هزارکانیان در استان کردستان. فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال پنجم شماره ۱٦، تابستان صص.۱۰۱-۸۹.

23- Achten, W., Dondeyne, S., Mugogo, S., Kafiriti, E., Poseen, J., Deckers, B., (2008): Gully Erosion In South Eastern Tanzania: Spatial Distribution and Topographic Thresholds, Zeitschrift Fur Geomorphology, Vol. 52, No. 2, Pp. 225-235.

24- Gabris, G., Kertesz, A., Zambo, L., (2003); Land use Change and Gully Formation over the Last200 Year in Hilly Catchment, Elsevier, Vol. 50, No. 2-4, Pp. 151-164.

25- Huang Ivy B. Et Al., (2011): Multi-Criteria Decision Analysis In Enviromental Sciences: Ten Years Of Applications And Trends , Science Of The Total Environment, Vol.409, Issue 19 , Pp 3578 -3594.
26- Kakembo, V., Eta al., (2003): Topographic Thresholds In Gully Development On The Hillslopes Of Communal Area In Ngqushwa Local Municipality ,Eastern Cape,South Africa,Department Of Gepscience,Nelson Mandela Metropolitan University,Port Elizabeth,South Africa.
27- Liao Zhenliang Et Al., (2011):River Enviromental Decision Support System Development For Suzhou Greek In Shanghai, Journal Of Eniromental Management, Vol. 92, Issue9, Pp 2211 – 2221.
28- Malczewski. J. (1999): GIS & Multicriteria Decision Analysis. Jhon Weily & sons. Newyork. VSA, pp: 198- 204
29- Sidrochuk, A., (2003): Gully Erosion Modeling and Landscape Response in Mbulozi River Catchment of Swaziland, Catena, Vol. 50, Pp. 507- 522.
30- Taskin Gumus Alev, (2009): Evalution Of Hazardous Waste Transportation Firms By Using A Two Step Fuzy –AHP And Topsis Methodology ,Expert Systems With Applications, Vol. 36, Issue 2, Part 2, Pp 4067-4074.
31- Valenti, C., Poesen, J., Yong, L., (2005): Gully Erosion Impact, Factor and Control, Catena, Vol. 63, No. 2-3, PP. 132- 153.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی