اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۵، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص ۱۳۸۴-۱۳۷۱

مکان‌یابی احداث سازه‌های پخش سیلاب برای تغذیهٔ منابع آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره (مطالعهٔ موردی:حوضهٔ شهرک صنعتی اشتهارد)

داود نورالهی[۱]، محمود ذاکری نیری[۲*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشتهٔ مهندسی عمران آب و مدیریت منابع آب دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

۲. استادیار دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر*

(تاریخ دریافت ۱۳۹۷/۰۲/۰۱؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۷/۰۶/۱۳)

چکیده

جلوگیری از تخریب و نابودی منابع طبیعی و زیست‌بوم در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که برنامه‌ریزی اصولی و صحیحی در بهره‌برداری و نگهداری آن تدوین شود. به این منظور، ذخیره و بهره‌برداری از رواناب‌ها توسط عملیات پخش سیلاب در مواقع نزول باران‌های شدید در سطح وسیع می‌تواند به افزایش ذخایر آب زیرزمینی و تأمین آب مورد نیاز برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت کمک کند. همچنین، با مهار سیل به عنوان راه‌کار مدیریتی سیل و منابع آب، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بسیاری از پیامدهای منفی زیست‌محیطی را می‌توان کاهش داد. مهم‌ترین و نخستین گام در انجام طرح پخش سیلاب، مکان‌یابی مناطق مستعد برای پخش سیلاب و نفوذ آب به داخل سفره های زیرزمینی است. تحقیق حاضر با کاربرد یکی از روش‌های ارزیابی چندمعیاره (MCDM) به نام ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)، با به‌کارگیری فناوری GIS و مدل Fuzzy به تعیین مناطق مناسب پخش سیلاب به عنوان هدف اصلی در حوضهٔ آبخیز اشتهارد پرداخته است. با بررسی های صورت‌گرفته سه معیار در سطح اول تصمیم‌گیری انتخاب شدند که عبارت‌اند از: منابع آبی و هیدرولوژی، منابع جغرافیایی و منابع اقتصادی و اجتماعی. با توجه به این سه معیار اصلی، ۱۴ لایهٔ اطلاعاتی شامل نفوذپذیری، آبدهی، سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب، شیب، طبقات ارتفاعی، زمین‌شناسی، تراکم زهکشی، فاصله از نقاط روستایی، فاصله از نقاط شهری، فاصله از اماکن فرهنگی و مذهبی و فاصله از زیرساخت‌ها با توجه به اطلاعات قابل دسترس جمع‌آوری شدند. در نهایت، با تلفیق لایه های اطلاعاتی با روش WLC مناطق مناسب برای پخش سیلاب با درجات متفاوت توان مطلوبیت تعیین شد. نتایج بیان‌کنندهٔ آن است که ۱۰/۴۰ درصد مناطق دارای توان زیاد و ۸/۰۶ درصد با توان مناسب هستند و در مجموع می‌توان برای ۱۸/۴۶ درصد از حوضه در اولویت اول برنامه‌ریزی کرد و در مرحلهٔ دوم مناطق با توان متوسط برابر با ۲۰/۰۴ درصد از حوضه قابل برنامه‌ریزی است.

کلیدواژگان: پخش سیلاب، حوضهٔ آبخیز اشتهارد، روش WLC، مکان‌یابی.

* نویسندهٔ مسئول

Email: zakeri@iiau.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آمار موجود نشان می‌دهد ۷۴ درصد از سطح کشور ایران بارندگی سالانهٔ کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر دارد. از ویژگی‌های این مناطق علاوه بر ناچیزبودن مقدار بارندگی سالانه و توزیع نامناسب آن (از نظر زمانی و مکانی)، نبود رودخانه های دائمی که بتواند نیاز آبی را در این مناطق تأمین کند و فقر پوشش گیاهی و همچنین نزول باران‌های شدید و سیل‌آسا است که پیامدهای زیست‌محیطی فراوانی دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهند حتی اگر پهنهٔ کشور در معرض سیلاب‌های بزرگ نیز نباشد، سیلاب‌های کوچک سبب وقوع خسارت‌های فراوان می‌شود [۱] وقوع این آثار روی محیط زیست می‌تواند عناصر مختلف زیست‌محیطی را در دشت سیلابی به صورت کوتاه‌مدت و بلندمدت تغییر دهد که ممکن است در مواردی منفعت و در مواردی دیگر مضراتی را به همراه داشته باشد [۲]. با توجه به اینکه در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران تأمین آب عمدهٔ مورد نیاز بخش های مختلف فقط از طریق منابع آب زیرزمینی امکان‌پذیر است، این منابع از مهم‌ترین عوامل توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی در بسیاری از مناطق کشور به شمار می‌روند. همچنین، این منابع به دلایل متعددی از جمله اینکه همواره در دسترس اند و کمتر در معرض خشکسالی و آلودگی قرار می‌گیرند و نیز به واسطهٔ توزیع مکانی و زمانی مناسب در سطح خشکی‌ها، همواره مورد توجه خاص قرار داشته اند. نکتهٔ درخور توجه اینکه این منابع خدادادی زوال‌ناپذیر نیستند و بهره‌برداری بی‌رویه سبب شده در بیشتر محدوده های مطالعاتی کشور، شاهد افت سطح آب زیرزمینی، افزایش ارتفاع پمپاژ، کاهش آبدهی و در نهایت خشک‌شدن چاه‌ها و قنات ها باشیم و از سوی دیگر به واسطهٔ نفوذ جبهه‌های آب شور از مناطق کویری، تخریب کیفیت آب استحصالی را مشاهده کنیم [۳]. بنابراین با توصیف شرایط یادشده، جلوگیری از تخریب و نابودی منابع طبیعی و زیست‌بوم در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که برنامه‌ریزی اصولی و صحیحی در بهره‌برداری و نگهداری از آن تدوین و اجرا شود. به این منظور، ذخیره و بهره‌برداری از رواناب‌ها توسط عملیات پخش سیلاب در مواقع نزول باران های شدید در سطح وسیع می‌تواند به افزایش ذخایر آب زیرزمینی و تأمین آب مورد نیاز برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت کمک کند. همچنین، با مهار سیل (به عنوان راه‌کار مدیریتی سیل) بسیاری از پیامدهای منفی محیط زیستی را می‌توان کاهش داد. مهار و انحراف رواناب های سطحی و سیلاب‌ها روی پهنه های سطحی آبخوان‌ها، هم‌زمان با ادارهٔ بهینهٔ نزولات آسمانی و سیلاب‌ها و لایه های متخلخل مخازن زیرزمینی به منظور حفاظت و توسعهٔ منابع طبیعی و بهبود کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی برای دستیابی به اهداف چندمنظوره‌ای که توسعهٔ پایدار کشاورزی و احیای منابع تجدیدشونده را به دنبال داشته باشد، با عنوان «پخش سیلاب» نامیده می‌شود [۴].

هدف از مطالعهٔ حاضر، تعیین مکان مناسب برای پخش سیلاب به منظور مهار سیل، تغذیهٔ مصنوعی آب‌های زیرزمینی و بهبود آبخوان های منطقه، ارتقای سطح اقتصادی و اجتماعی منطقه و حفظ چشم‌اندازها و وضعیت طبیعی حوضهٔ آبخیز مطالعه‌شده است. حوضهٔ آبخیز اشتهارد با زمین‌های حاصل‌خیز کشاورزی و وجود شهرک صنعتی، موقعیت ممتازی را از نظر اقتصادی در جنوب استان البرز به وجود آورده است. وقوع بارش‌های سیلابی در منطقه و نیاز به کاهش خطرات و زیان های ناشی از آن در درجهٔ نخست و کم‌آبی و خشک‌شدن تعداد زیادی از قنات‌ها و چاه های منطقه در درجهٔ دوم سبب شده است بخش زیادی از سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده از بین برود و منطقه را با چالش روبه‌رو کرده است. بنابراین، مطالعه در این زمینه را از نظر مدیریتی و اقتصادی توجیه‌پذیر کرده است. از آنجا که مسئلهٔ مکان‌یابی یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[1] است، روش‌های ارزیابی چندمعیاره با ساده‌سازی تعریف راهبردهای تصمیم‌گیری و تسهیل پردازش های مکانی می‌توانند در مسائل مختلف تصمیم‌گیری مکانی به شیوه‌های گوناگون به کار برده شوند [۵]. در پژوهش حاضر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ Fuzzy و روش WLC[2] به شناسایی مناطق مناسب برای احداث سامانهٔ پخش سیلاب با لحاظ عوامل تأثیرگذار زیست‌محیطی پرداخته می‌شود. از آنجا که مکان‌یابی ماهیت مکانی دارد و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری توانمند برای مدیریت و تحلیل داده های مکانی، محیط مناسبی را برای نیل به اهداف یادشده به وجود می‌آورد و با استفاده از سیستم تحلیل مکانی GIS[3] می‌توان به طور جامع‌تر و فراگیرتر از دانش افراد خبره برای تحلیل استفاده کرد [۶] هر چند پیش از این در سطح کشور تلاش‌های پراکنده‌ای برای مهار سیلاب‌ها به صورت بندهای خاکی و غیره صورت پذیرفته، اما مطالعات استفاده از

1. Multi Criteria Decision Making
2. Weighted Liner Combination
3. Gographical Information System

Archive of SID

www.SID.ir

سیلاب‌ها و سازه های پخش سیلاب در قالبی منسجم و علمی از سال ۱۳۶۱ آغاز شده است. دربارهٔ سیلاب و مکان‌های مناسب پخش سیلاب تحقیقات متعدد و چشمگیری در جهان و کشور انجام شده است. تعدادی از کارهای انجام‌شده، به کارکرد و تأثیر عوامل و پارامترهای مؤثر در ایجاد سیلاب اشاره کرده‌اند، بخشی به پارامترهای مؤثر در انتخاب مکان‌های مناسب پخش سیلاب توجه داشته‌اند و تعدادی دیگر نیز ضمن اشاره به پارامترهای تأثیرگذار، روش‌ها و متدهای مختلف پخش سیلاب را بررسی و مطالعه کرده‌اند [۷ و ۸]. بخشی از این مقالات به بررسی رسوب‌گذاری، شرایط خاک و شیب زمین و تأثیر چشمگیر آنها در تعیین عرصهٔ مناسب برای پخش سیلاب پرداخته و بر اهمیت شیب تأکید کرده و شیب کمتر از پنج درصد را برای این عملیات مناسب معرفی کرده‌اند [۹]. فضل‌الله و همکارانش برای تعیین مناطق مناسب به منظور تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی در جنوب هند از تکنولوژی سنجش از دور و GIS استفاده کردند. آنها عوامل زمین‌شناسی، توپوگرافی، گسل‌ها و شکستگی‌ها، آب‌های سطحی، شبکهٔ زهکشی و تراکم آبراهه و شیب را مطالعه کرده و با استفاده از روش گام‌به‌گام به تلفیق نقشه‌ها اقدام کردند. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق آنها بیان می‌کند که مناطق مناسب برای پخش سیلاب، رسوبات کواترنر با شیب کمتر از پنج درصد است [۱۰]. قهاری و پاک‌پرور در پژوهش خود برای شناخت مناطق مستعد گسترش سیلاب از روش تلفیق عوامل مؤثر با استفاده از تکنیک تشکیل لایه‌های اطلاعاتی و سپس پهنه‌بندی در مدل های مکان‌یابی و قابل اجرا در محیط GIS از جمله منطق بولین، مدل شاخص همپوشانی و مدل منطق فازی استفاده کرده‌اند. تکنیک اصلی تحقیق آنها، مقایسهٔ تحلیل نتایج به‌دست‌آمده از این مدل بود. نتایج پژوهش آنها نشان داد مدل فازی با اپراتور جمع بهترین سازگاری را در مقایسه با سایر مدل‌ها برای شناسایی مناطق سیل‌خیز و مستعد برای مهار و گسترش سیلاب دارد [۱۱]. بوستانی و محمدی برای تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز گربایگان، با مقایسهٔ پارامترهای شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت، تراکم زهکشی و هدایت الکتریکی و نیز وزن‌دهی به آنها و استفاده از سامانهٔ GIS، نقشهٔ نهایی حوضه را کلاسه‌بندی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد واحدهای کواترنری مناطق مستعد پخش سیلاب اند. همچنین، از نظر ژئومورفولوژی و کاربری اراضی به‌ترتیب دهانهٔ مخروط‌افکنه‌ها، دشت‌سرها و مراتع کم‌تراکم، مکان‌های کاملاً مناسب برای پخش سیلاب‌اند [۱۲].

منطقهٔ مطالعه‌شده

حوضهٔ شهرک اشتهارد با مساحت ۸۵۴۸ هکتار در بخش اشتهارد از توابع استان البرز در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی شهر کرج واقع شده است. مختصات جغرافیایی آن بین ۳۸ و ۳۵ تا ۵۴ و ۳۵ عرض شمالی و ۱۳ و ۵۰ تا ۲۰ و ۵۰ طول شرقی قرار دارد و بیشترین ارتفاع آن ۱۸۵۰ متر و کمترین ارتفاع آن در خروجی زیرحوضه ۱۱۶۰ است. شکل ۱ نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مطالعه‌شده را نشان می‌دهد. آمار و ارقام بخش هواشناسی و اقلیم نشان می‌دهد میزان بارندگی متوسط سالانه در این حوضه ۲۳۰ میلی‌متر، بیشترین بارندگی ۲۷۰ میلی‌متر و کمترین بارندگی براساس منحنی‌های هم‌باران در منطقه ۱۳۰ میلی‌متر است. اقلیم منطقه با توجه به تقسیم‌بندی سیستم آمبرژه جزء اقلیم سرد و خشک محسوب می‌شود. رژیم رطوبتی Thrmic با مشخصات متوسط دمای سالانهٔ ۱۵ـ ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد حاکم است [۱۳]. از نظر زمین‌شناسی حوضهٔ آبخیز درون زون زمین‌شناسی البرز مرکزی و سازند کرج واقع شده است. منطقهٔ مطالعه شده از نظر پوشش گیاهی شامل گیاهان مرتعی و بوته‌ای بوده و فاقد درختان و درختچه‌های جنگلی است و به طور کلی اراضی منطقه از نظر پوشش گیاهی در وضعیت ضعیف تا متوسط قرار دارد [۱۴]. همچنین، چهارچوب کلی پژوهش در شکل ۲ آورده شده است.

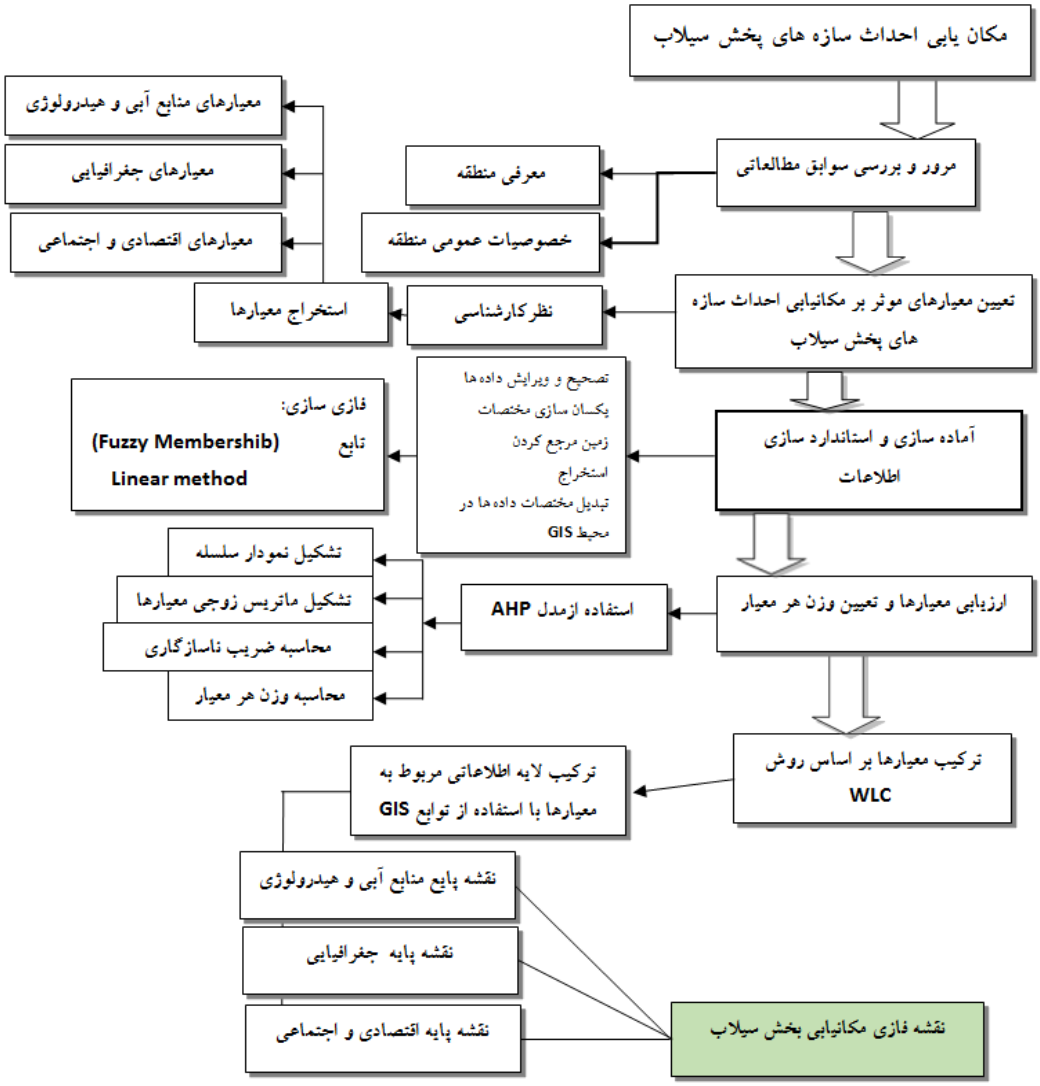
انتخاب و تحلیل پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی

در مطالعهٔ حاضر برای تعیین مکان مناسب به منظور احداث سازه های پخش سیلاب از روش ترکیب وزنی خطی (WLC) استفاده شده است. از نرم‌افزار Arc GIS برای آماده‌سازی نقشه‌ها، اعمال وزن‌ها و تحلیل معیارها، تعیین توابع فازی و ادغام لایه های ایجادشده استفاده شده است. عوامل متعددی در دستیابی به عرصه‌های سیل‌خیز و به دنبال آن غربال‌کردن عرصه های شناسایی‌شده از نظر استعداد مهار و کنترل سیل با هدف پخش سیلاب و جلوگیری از خشک‌سالی و بیابان‌زایی وجود دارد که بررسی تمامی آنها برای انجام تحقیق میسر نیست. در پژوهش حاضر با توجه به تحقیقات صورت‌گرفتهٔ قبلی و مقالات منتشرشده در این زمینه و نیز به انگیزهٔ تکمیل پژوهش های گذشته و تجربیات موجود در خصوص

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱. موقعیت حوضهٔ شهرک صنعتی اشتهارد در کشور و استان البرز



شکل ۲. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

www.SID.ir

جدول ۱. عوامل مؤثر بر پخش سیلاب

معیار اصلی	زیرمعیارها	منابع
منابع آبی و هیدرولوژی	نفوذپذیری	۱۵
	کیفیت آب زیرزمینی (EC)	۱۵
	سطح آب زیرزمینی	۱۵
	آبدهی	۱۵
جغرافیایی	شیب	۱۶
	طبقات ارتفاعی	۱۶
	تراکم زهکشی	۱۶
	زمین‌شناسی	۱۵
اقتصادی و اجتماعی	کاربری اراضی	۱۷
	نزدیکی به شهرها	۱۸
	نزدیکی به روستاها	۱۸
	نزدیکی به اماکن فرهنگی و تاریخی	۱۸
	نزدیکی به جاده‌ها	۱۸
	نزدیکی به زیرساخت‌ها	۱۸

کنترل و بهره‌وری از سیل در کشور، سه عامل اصلی و ۱۴ زیرمعیار از مجموعه عوامل مؤثر در مکان‌یابی پخش سیلاب انتخاب و استفاده شدند که عوامل اصلی عبارت اند از: منابع آبی و هیدرولوژی، عوامل جغرافیایی و عوامل اقتصادی و اجتماعی (جدول ۱).

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از سیستم‌های جامع طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله‌کردن مسئله را به‌صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند و نیز درنظرگرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله ممکن می‌سازد. این فرایند گزینه‌های مختلفی را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. به علاوه، این فرایند بر مبنای مقایسهٔ زوجی بنا نهاده‌شده که قضاوت و محاسبه را آسان می‌کند، همچنین مقدار سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۴؛ ساعتی، ۱۹۸۰).

پس ار تعیین معیارها، از آنجا که در فرایند ارزیابی و مکان‌یابی، همهٔ معیارها اهمیت یکسان ندارند، اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر باید تعیین شود. بنابراین، باید از روش مناسبی برای وزن‌دهی معیارها استفاده شود. در مطالعهٔ حاضر برای وزن‌دهی از روش بررسی منابع علمی و تلفیق وزنی معیارها در مطالعات گذشته استفاده شده است [۱۵].

روش پژوهش

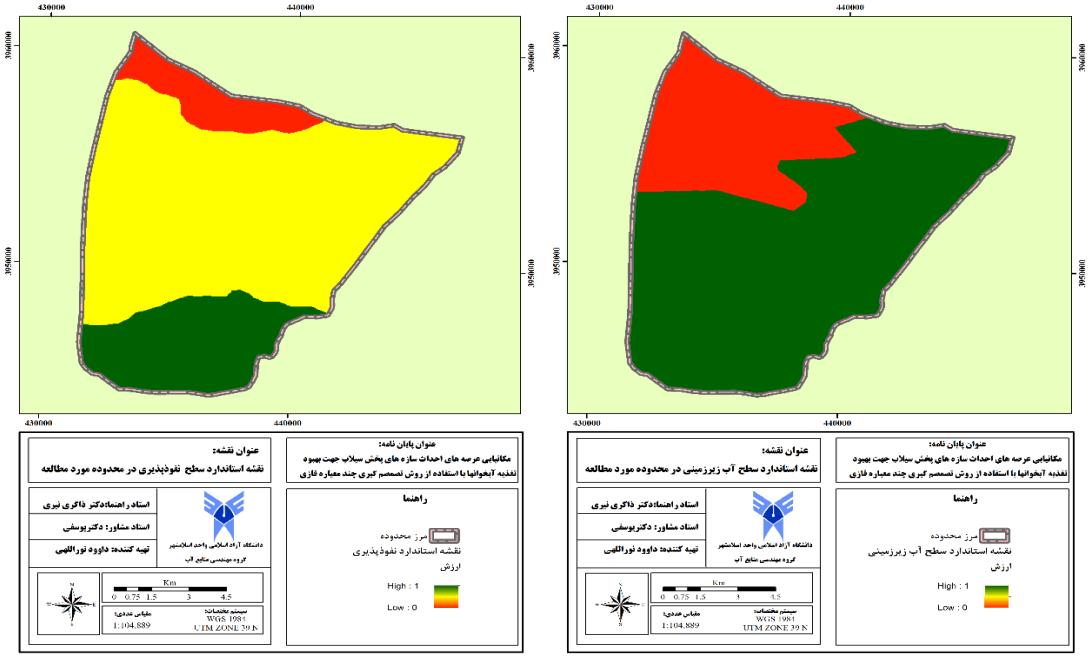
در روش های ارزیابی چندمعیاره برای دستیابی به یک هدف معین باید شاخص‌هایی را تعریف کرد که بر مبنای آنها بتوان به اهداف مطالعه دست یافت. پس از استخراج لایه‌های اطلاعاتی مختلف و تهیهٔ نقشه‌ها، باید آنها را به صورت لایه‌های قابل استفاده در محیط GIS تبدیل کرد تا برای عملیات مکان‌یابی به کار برده شوند. در مرحلهٔ بعد چون هر نقشه معیار محدوده و مقیاس های اندازه‌گیری متفاوتی دارد، برای تحلیل و ارزیابی چندمعیاری، باید مقیاس اندازه‌گیری آنها را همخوان و متناسب با هم کرد. برای همسان‌سازی مقیاس های اندازه‌گیری و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه، از فرایند استانداردسازی معیارها به روش فازی استفاده شد. فازی‌سازی نقشه های معیار در پژوهش حاضر در محیط Arc GIS 10 انجام شده است. به منظور فازی‌کردن نقشه های معیار، ابتدا باید نوع تابع فازی و نقطهٔ آستانه تعیین شود. مرحلهٔ تعیین نقطهٔ آستانهٔ هر معیار به وسیلهٔ توابع فازی و با توجه به دیدگاه‌های تصمیم‌گیرندگان تغییر می‌کند. انتخاب تابع فازی مناسب و تعیین نقطهٔ کنترل[1] مناسب، مرحله‌ای مهم در استانداردکردن معیار است. توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Arc GIS 10 به صورت پیش‌فرض وجود دارند و عبارت‌اند از: توابع S شکل[2]، J شکل[3] و خطی افزایشی[4]، خطی کاهشی[5] و توابع تعریف‌شده توسط کاربر[6] [۱۷]. نوع تابع انتخاب‌شده برای هر معیار با مدل حرفی

1. Control point
2. Sinusoidal, anol User Defined
3. J= Shapeol
4. Linear Increasing
5. Linear Decreasing
6. Users Defined

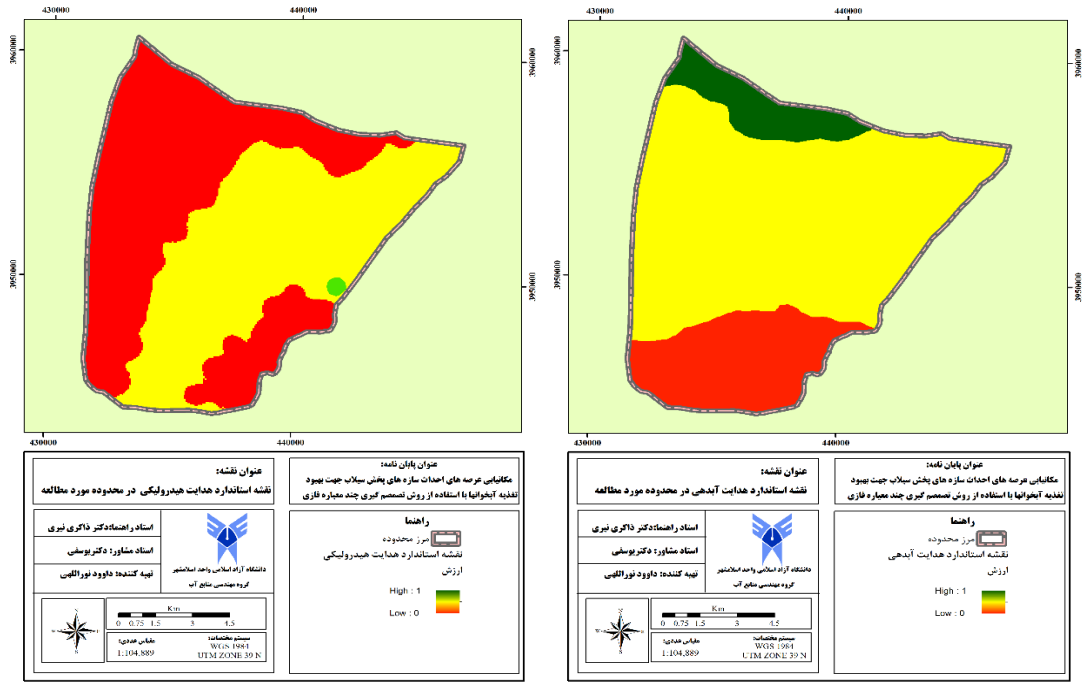
Archive of SID

www.SID.ir

نوشته‌شده برای آن معیار تطابق دارد. در پژوهش حاضر با توجه به مدل حرفی نوشته‌شده برای معیارها، از توابع خطی کاهشی و افزایشی استفاده شده و نقشه‌ها دوباره کلاسه‌بندی شد که در آنها عدد بزرگ‌تر نشان‌دهندهٔ مطلوبیت بیشتر است. حد آستانهٔ ۱ برای تمامی لایه‌ها با طیفی بین صفر تا یک در محیط نرم‌افزار Arc GIS10 فازی شدند که در این نقشه‌ها درجهٔ عضویت بالاتر، نشان‌دهندهٔ مطلوبیت بیشتر است. (شکل‌های ۳ تا ۹ نقشه های فاکتور تهیه‌شده برای معیارهای مکان‌یابی در احداث سازه‌های پخش سیلاب را نشان می‌دهند).

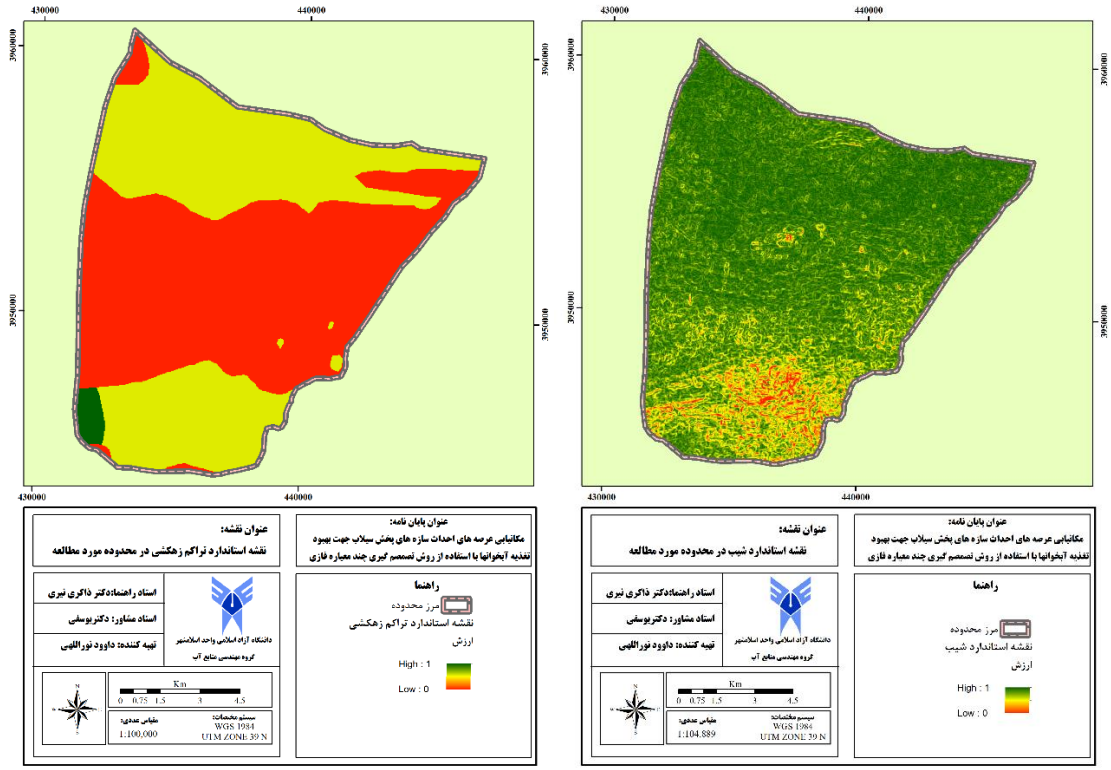


شکل ۳. نقشه‌های نفوذپذیری و سطح آب زیرزمینی

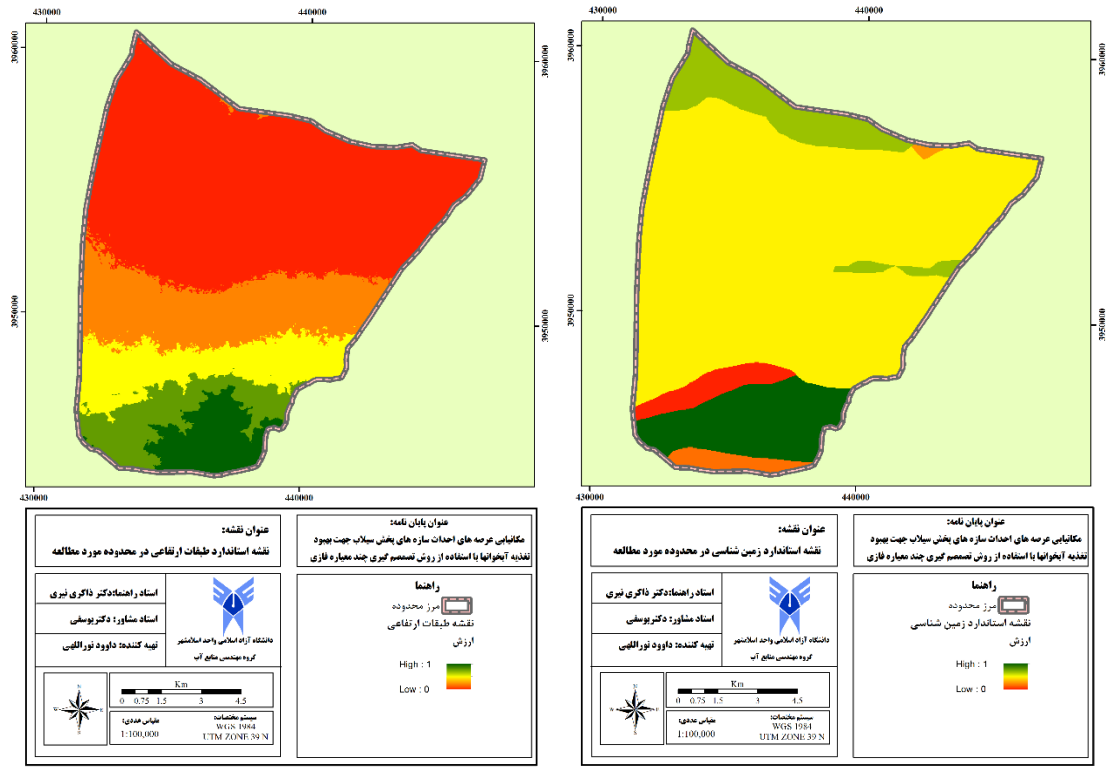


شکل ۴. نقشه‌های کیفیت آب و آبدهی حوضه

www.SID.ir

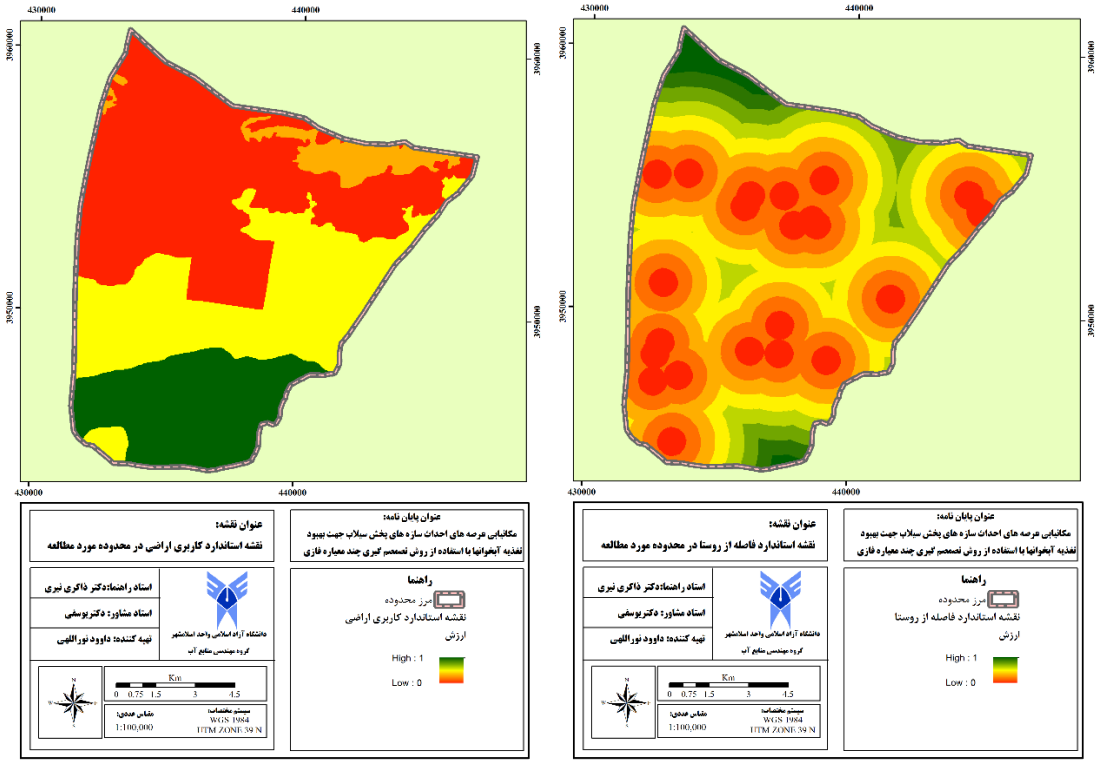


شکل ۵. نقشه‌های شیب و تراکم زهکشی

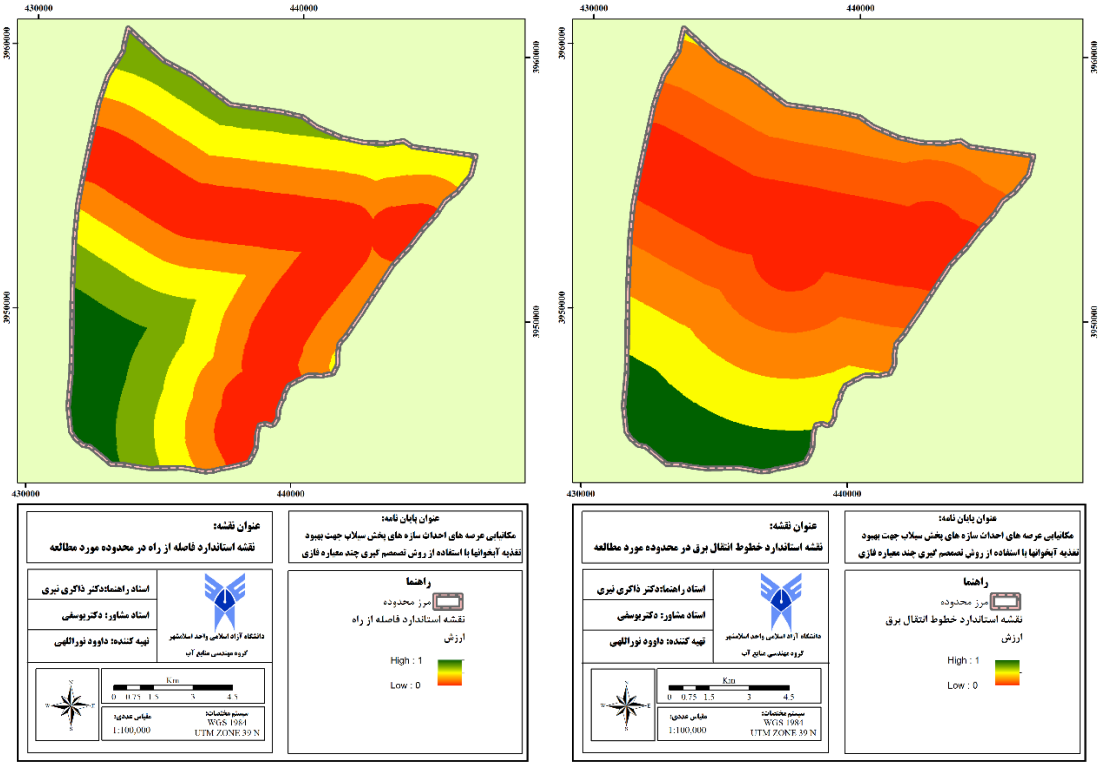


شکل ۶. نقشه‌های طبقات ارتفاعی و زمین‌شناسی

www.SID.ir

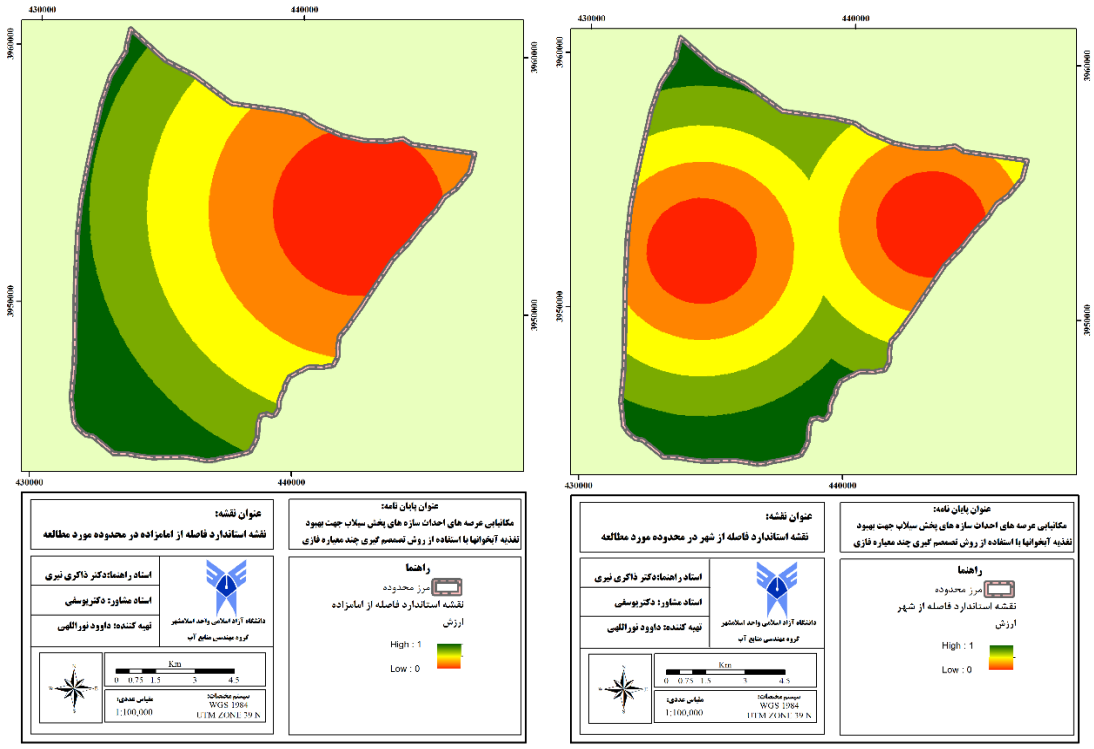


شکل ۷. نقشه‌های کاربری اراضی و نزدیکی به اماکن روستایی



شکل ۸. نقشه‌های نزدیکی به راه‌ها و تأسیسات انرژی

www.SID.ir



شکل ۹. نقشه‌های نزدیکی به شهرها و اماکن تاریخی و فرهنگی

جدول ۲. وزن‌های نهایی معیارها و زیرمعیارها

معیار اصلی	وزن نهایی	زیرمعیارها	وزن نهایی
منابع آبی و هیدرولوژی	۰/۳۳۲۵	نفوذپذیری	۰/۴۱۶۱
		کیفیت آب زیرزمینی	۰/۲۸۲۸
		سطح آب زیرزمینی	۰/۱۱۲
		آبدهی	۰/۱۸۹
جغرافیایی	۰/۵۲۷۸	شیب	۰/۴۳۳
		طبقات ارتفاعی	۰/۲۸۹۳
		تراکم زهکشی	۰/۱۷۱۵
		زمین‌شناسی	۰/۱۰۶۲
اقتصادی و اجتماعی	۰/۱۳۹۶	کاربری اراضی	۰/۳۱۵۹
		نزدیکی به اماکن شهری	۰/۱۳۷۴
		نزدیکی به اماکن روستاها	۰/۱۵۶۱
		نزدیکی به اماکن فرهنگی و تاریخی	۰/۰۵۶۵
		نزدیکی به خطوط انتقال برق	۰/۰۹۳۲
		نزدیکی به جاده‌ها	۰/۲۴۰۹

نتایج

نتایج وزن‌دهی

وزن‌ها در هر سطح برای اجزای مختلف آن سطح و با درنظرگرفتن المان‌های سطح بالاتر محاسبه می‌شوند که به آنها وزن نسبی گفته می‌شود. سپس، وزن نهایی هر گزینه با تلفیق وزن های نسبی به دست می‌آید. اولویت‌بندی گزینه‌ها (زیرمعیارها) با توجه به وزن نهایی آنها انجام می شود [۱۶]. در نهایت، اوزان محاسباتی جدول ۲ که توسط نرم‌افزار Arc

Archive of SID

www.SID.ir

GIS محاسبه شده بود، روی ورودی‌های نقشه‌ها اعمال شده و در مرحلهٔ تلفیق از آنها استفاده شد.

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی

برای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در تحقیق حاضر از روش ترکیب خطی وزن‌دار WLC، یکی از روش‌های متداول در ارزیابی چندمعیاره که کاربرد وسیعی در GIS دارد، استفاده شد. روش ترکیب خطی وزن‌دار WLC بعد از مطالعات فراوان روی روش پژوهش‌های پیشین و همچنین به علت سازگاری نتایج روش یادشده با روش OWA[1] (روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی) که علاوه بر وزن‌های معیار استفاده‌شده در روش WLC از وزن‌های درجه‌ای نیز استفاده می‌کند، انتخاب شده است. طبق نظر موسوی (۱۳۷۹) و به نقل از هاپکینز (۱۹۷۷) روش یادشده بهترین راه برای تلفیق چندمعیاره و ارزیابی چندمنظوره در محیط GIS است. در این روش هر فاکتور استاندارد فازی در وزن متناظر با آن فاکتور ضرب شده و نتایج تمامی فاکتورها با یکدیگر جمع و بر تعداد فاکتورها تقسیم می‌شود.

$$S = \frac{\sum w_i x_i}{n_i} \qquad (۱)$$

که در آن S = مطلوبیت، w_i = وزن عامل i و x_i = ارزش فازی عامل i و n_i = تعداد معیار است [۱۸]. نتیجهٔ اعمال وزن‌ها و ترکیب نقشه های فازی با استفاده از مدل WLC در محیط نرم‌افزار Arc GIS نقشه‌های فازی است که درجات مطلوبیت را براساس ارزش‌هایی در محدودهٔ صفر تا یک برای کل منطقه تعریف می‌کند که عدد بزرگ‌تر نشان‌دهندهٔ مطلوبیت بیشتر است. به منظور ترکیب لایه های مربوط به منابع آبی با روش WCL در محیط Arc GIS ابتدا لایه‌ها با توجه به شرایط و اولویت‌های وزنی با رابطهٔ ۲ ترکیب شده و نقشهٔ پایهٔ ۱ منابع آبی و هیدرولوژی تهیه شد.

رابطهٔ ۲: {(نفوذپذیری*۰/۴۱۶۱)+(هدایت الکتریکی*۰/۲۸۲۸)+(آبدهی*۰/۱۸۹)+(سطح آب زیرزمینی *۰/۱۱۲)}

در مرحلهٔ دوم به منظور ترکیب لایه های مربوط به عوامل جغرافیایی با رابطهٔ ۳ ترکیب و نقشهٔ پایهٔ ۲ جغرافیایی تهیه شد.

رابطهٔ ۳: {(شیب*۰/۴۳۳)+(طبقات ارتفاعی*۰/۲۸۹۳)+(تراکم زهکشی*۰/۱۷۱۵)+(زمین‌شناسی*۰/۱۰۶۲)}

در مرحلهٔ سوم لایه‌های مربوط به عوامل اقتصادی و اجتماعی بر اساس رابطهٔ ۴ ترکیب و نقشهٔ پایهٔ ۳ تهیه شد.

رابطهٔ ۴: ۶/ {(کاربری اراضی*۰/۳۱۵۹)+(نزدیکی به نقاط روستایی*۰/۱۵۶۱)+(نزدیکی به نقاط شهری* ۰/۱۳۷۴)+(نزدیکی به راه‌ها*۰/۲۴۰۹)+(نزدیکی به خطوط انتقال برق *۰/۰۹۳۲) +(نزدیکی به اماکن فرهنگی و تاریخی *۰/۰۵۶۵)}

در مرحلهٔ بعد نقشه‌های پایهٔ تهیه‌شده توسط رابطهٔ ۵ و با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده به روش WCL تلفیق و نتیجهٔ آن نقشه فازی‌شده است که مطلوبیت حوضه را براساس ارزشی بین صفر تا یک نشان می‌دهد.

رابطهٔ ۵: {(نقشهٔ پایهٔ ۱*۰/۳۳۲۵)+(نقشهٔ پایهٔ ۲*۰/۵۲۷۸)+(نقشهٔ پایهٔ ۳*۰/۱۳۹۶)}

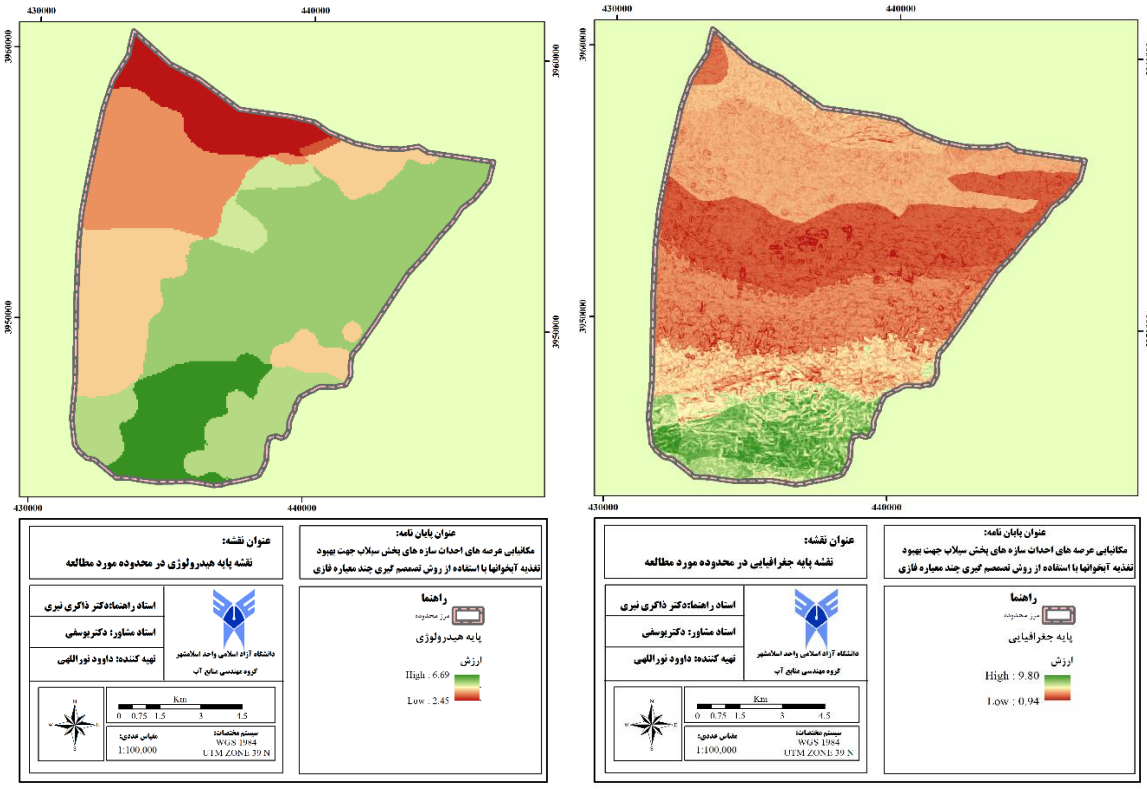
پس از تهیهٔ نقشه فازی نهایی برای مدیریت بهتر منطقه و دسته‌بندی اطلاعات، اقدام به رتبه‌بندی مطلوبیت‌ها که در نهایت منطقهٔ مطالعه شده در چند طیف با توان (مناسب تا نامناسب) برای بخش سیلاب رتبه‌بندی شد. در مرحلهٔ بعدی با توجه به محدودیت های قابل پیش‌بینی در حوضه و بعد از انجام مطالعات میدانی و تشخیص محدودیت‌ها، نقشهٔ نهایی با حذف مناطق دارای محدودیت از نقشهٔ مطلوبیت پخش سیلاب تهیه شد. در حوضهٔ مطالعه‌شده از نظر محدودیت‌های قابل پیش‌بینی محدودیت خاصی وجود نداشت و در اینجا فقط با حذف کاربری های صنعتی و زراعت آبی از نقشه که مالکیت آن از نوع خصوصی است، نقشهٔ اولویت‌بندی برای مناطق مستعد احداث سازه‌های پخش سیلاب تهیه شد.

به منظور ارزیابی صحت اولویت‌های مکانی سامانهٔ پخش سیلاب تعیین‌شده توسط مدل تلفیق WLC، نقشهٔ نهایی با سامانهٔ پخش سیلاب اجراشده در حوزه که توسط سازمان جنگل‌ها و مراتع در منطقهٔ مطالعاتی احداث شده بود، مقایسه شد.

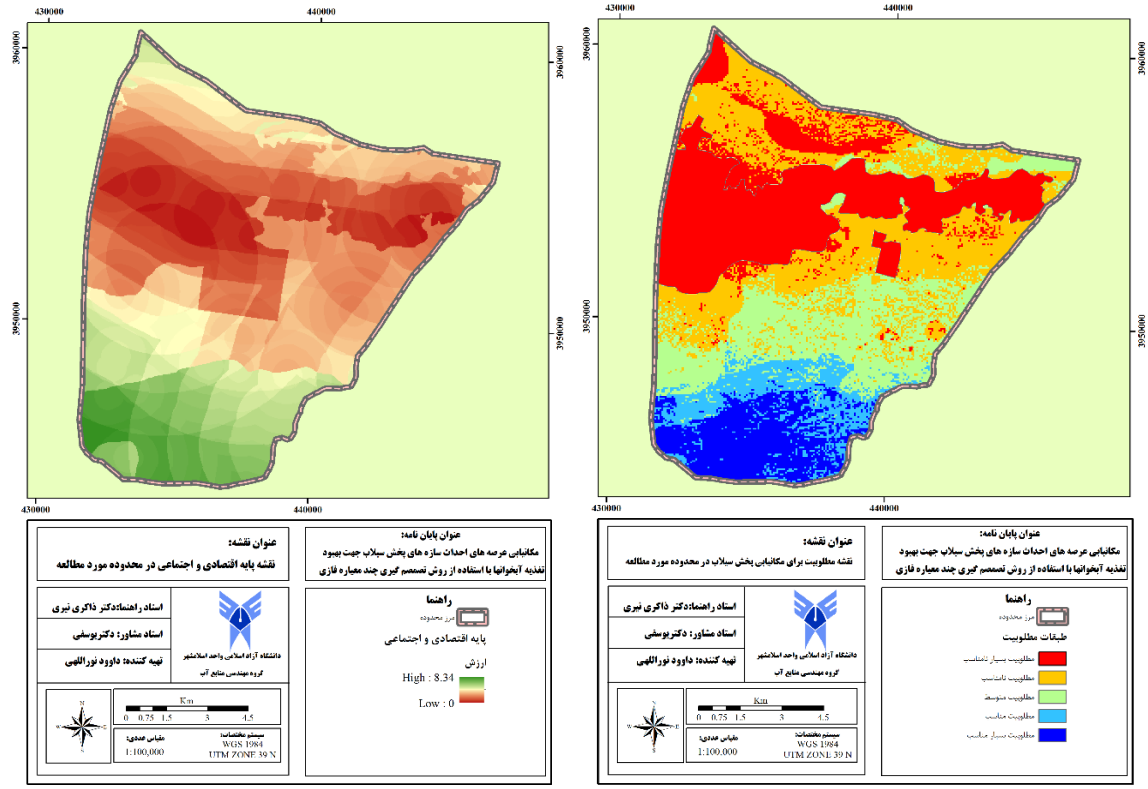
1. Ordered Weighted Average

Archive of SID

www.SID.ir



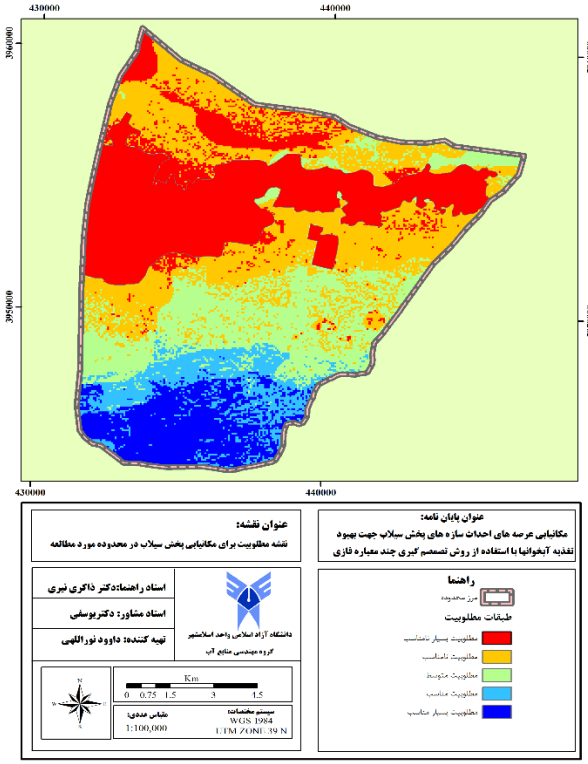
شکل ۱۰. نقشهٔ پایهٔ منابع آبی و هیدرولوژی و نقشهٔ پایهٔ جغرافیایی



شکل ۱۱. نقشهٔ فازی مکان‌یابی بخش سیلاب

شکل ۱۲. نقشهٔ پایهٔ اقتصادی و اجتماعی

www.SID.ir



شکل ۱۳. نقشهٔ مطلوبیت برای مکان‌یابی بخش سیلاب

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با طی روندی هدفمند و استفاده از مدل Fuzzy به صورت مرحله‌به‌مرحله به معرفی راه‌کاری مناسب برای رسیدن به تصمیم‌گیری مکانی برای انتخاب محل مستعد احداث سازه های پخش سیلاب پرداخته است. با بررسی‌هایی که صورت گرفت، سه نوع معیار در سطح اول تصمیم‌گیری انتخاب شدند که عبارت بودند از: منابع آبی و هیدرولوژی، عوامل جغرافیایی و اقتصادی و اجتماعی. با توجه به این معیارهای اصلی، ۱۴ لایهٔ اطلاعاتی از حوضهٔ آبخیز اشتهارد جمع‌آوری و طبقه‌بندی شدند. پس از تعیین اهداف و معیارهای تأثیرگذار روی مسئله، باید از آنها طی یک مدل تصمیم‌گیری برای انتخاب محل های مناسب استفاده می‌شد. ابتدا برای وزن‌دهی به معیارها، از روش بررسی منابع علمی و تلفیق وزنی معیارها در مطالعات گذشته استفاده شده است. در مرحلهٔ بعد به علت هم‌مقیاس‌نبودن لایه های اطلاعاتی، اقدام به استانداردسازی لایه به منظور همپوشانی آنها بر اساس منطق فازی شد و برای همهٔ لایه‌ها درجات مطلوبیتی بین صفر و یک برای تمامی منطقه بر اساس فازی‌ساز نرم‌افزار Arc GIS تعریف شد. پس از تعیین وزن و استانداردکردن نقشه‌ها، اقدام به تلفیق نقشه‌ها به روش WLC شد. بعد از تهیهٔ نقشهٔ نهایی، محدودیت‌های ممکن بررسی شد. در نهایت، با برطرف‌کردن محدودیت‌های قابل پیش‌بینی برای پخش سیلاب، نقشهٔ نهایی قابلیت اراضی تهیه شد. همچنین، به منظور بررسی صحت نتایج به‌دست‌آمده، نتیجهٔ نهایی با طرح اجراشده در منطقه مقایسه شد که نتایج بیان‌کنندهٔ صحت استفاده از این معیارها برای مکان‌یابی پخش سیلاب بود. بهترین نتیجهٔ تحقیق حاضر، مکان‌یابی اراضی پخش سیلاب به منظور کنترل سیل و پیامد های مخرب آن و نیز نفوذ آب های به‌دست‌آمده از آن به زمین و تغذیهٔ مصنوعی آبخوان‌های حوضه با استفاده از مدل Fuzzy و نرم‌افزار Arc GIS است. جدول ۳ نشان می‌دهد بیشتر مناطق کاملاً مناسب و مناسب و حتی متوسط برای بخش سیلاب از نظر زمین‌شناسی در واحدهای کواترنر (Qt3) قرار گرفته‌اند و دلیل آن را می‌توان فعالیت رودخانه های فصلی و شریانی که از ارتفاعات جنوبی طرح منشأ می‌گیرند و همچنین شیب کم مناطق پایین‌دست (قسمت‌های میانی و شمالی

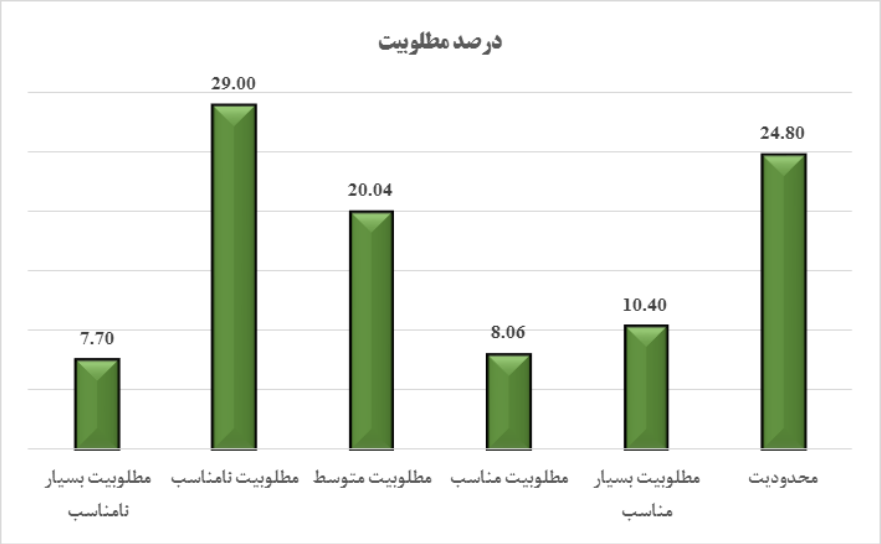
Archive of SID

www.SID.ir

حوضه) که رسوباتی را به جا می‌گذارند که سیمانی نشده و به صورت منفصل‌اند، دانست. این رسوبات را نهشته‌های کواترنری می‌گویند که نفوذپذیری متوسط تا خوب دارند و این نتیجه با یافته های قبلی همچون [۱۱] هماهنگی دارد. از نظر شیب، عرصه‌های مستعد در شیب صفر تا سه درصد قرار گرفته که با نتایج پژوهش [۸ و ۹] که عرصهٔ مناسب را برای پخش سیلاب در شیب کمتر از سه درصد می‌دانند، منطبق است. با بررسی ارتباط نتایج نهایی با کاربری اراضی معلوم شد که برای ۲۲/۵ درصد از اراضی حوضه در اولویت اول و ۱۵/۵۴ درصد در اولویت دوم می‌توان عملیات پخش سیلاب را انجام داد که شامل اراضی مرتعی کم‌تراکم خواهد بود. با بررسی دقیق نتایج معلوم شد که بیشتر معیارهای انتخابی برای مکان‌یابی پخش سیلاب در مناطق مناسب برآورده شده‌اند که بیان می‌کند که استفاده از روش Fuzzy و مدل تلفیق WCL با سیستم اطلاعات جغرافیایی در امر مکان‌یابی پخش سیلاب برای تغذیهٔ مصنوعی کاملاً درست انتخاب شده و برای این روش کاملاً مناسب است و مطابقت دارد.

جدول ۳. مساحت کلاس اراضی مستعد پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز شهرک صنعتی اشتهارد

قابلیت	مساحت قابلیت (هکتار)	درصد قابلیت
مطلوبیت بسیار نامناسب	۱۱۵۱/۹۳۳۵۲۹	۷/۷۰
مطلوبیت نامناسب	۴۴۰۲/۷۳۵۸۱۵	۲۹/۰۰
مطلوبیت متوسط	۳۰۴۱/۵۵۳۸۷	۲۰/۰۴
مطلوبیت مناسب	۱۲۲۴/۱۶۶۳۲۴	۸/۰۶
مطلوبیت بسیار مناسب	۱۵۷۸/۰۷۵۲۸۳	۱۰/۴۰
محدودیت	۳۶۴۵/۲۸۹۱۸	۲۴/۸



شکل ۱۴. درصد مساحت کلاس اراضی مستعد پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز شهرک صنعتی اشتهارد

www.SID.ir

منابع

[1]. DAMAB(Basic Studies Department of Water Resources). Report of the plains country's ban. ABFA and Technical Office, Ministry of Energy. 2015. Tehran, Iran(In Persian).

[2]. Lotfollahzadeh D, ZarehMehrjerdi M, Kamali K. Investigation the effects of floodwater spreading on some soil properties at Sarchahan station, Hormozgan province. Pajouhesh & Sazandegi. 2007;76: 82-87 (In Persian).

[3]. Saadati H, Khayyam M. Survey of Flood water Spreading on quantitative changes of Vegetation Cover and Groundwater Recharge by Remote Sensing and GIS in Tasouj Aquifer in East Azarbayjan.Territory. 2009;5(19): 1-10) (In Persian).

[4]. Barkhordari J, Tireh Shabankareh K, Mehrjerdi MZ, Khalkhali M. Study of water spreading effects on quantitative and qualitative changes of pastural cover: A case study in station of Sarchahan water spreading (Hormozgan province). Watershed Researches in Pajouhesh & Sazandegi. 2009;82: 65-72 (In Persian).

[5]. Monavari M, Moravati M, Hassani A, Farshchi P, Rossta Z. Environmental effects of artificial recharge of aquifers in Yazd (Case Study: Yazd-Ardekan plain drainage basins). Journal of Environmental Sciences and Technology. 2012; 14(2): 27-36. (In Persian).

[6]. Javadi MR, Baghery M, Vafakhah M, Gholami SA. Effect of Flood Spreading on Physical Soil Properties (A Case Study: Delijan Flood Spreading). Journal of Watershed Management Research. 2014; 5(9): 119-129 (In Persian).

[7]. Mahdavi SK, Azaryan A, Javadi M, Mahmoodi J. Effects of flood spreading on some physic-chemical properties and soil fertility (Case study: Band-E Alikhan area, Varamin). Journal of Rangeland. 2016; 1(10):68-81(In Persian).

[8]. Kheirkhah Z.M. Decision Support System for Floodwater Spreading Site Selection in Iran..Ph.D thesis, Wageningen University, the Netherlands, 2005; 90-8504-256-9.

[9]. Kowsar S.A. Desertification Control through Floodwater Harvesting: The Current State of Know-How. In C. Lee & T. Schaaf (Eds.), The Future of Drylands. 2008. p. 229-241

[10]. Fazloula R, Sharifi F, Behnia A. An Investigation of Flood Spreading Effects on Artificial Recharge of Moosian Plain. Iranian J. Natural Res. 2006; 59(1): 57-74 (In Persian).

[11]. Ghahari GR, Pakparvar M. Effect of floodwater spreading and consumption on groundwater resources in Gareh Bygone Plain. Iranian Journal Of Range and Desert Research. 2007;14(3):368-390(In Persian).

[12]. Boostani F, Mohhamadi H. Valuing water from spreading the FASA Grbaygan. Environmental Sciences and Technology, 2010;12(3):45-60 (In Persian).

[13]. Soleimanpour SM, SalimiKouji R, Zare M. The effect of flood spreading operations groundwater resources Grbaygan Fasa. The Ninth National Conference on Watershed Management Science and Engineering Iran. 2013; Yazd (In Persian).

[14]. Viskarami K, Payamani A, Shahkarami A, Sepahvand A. The Effects of Water spreading on Groundwater Resources in Kohdasht Plain. J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour. Water and Soil Sci. 2013;17(65):153-161 (In Persian).

[15]. Pakparvar M, Walraevens K, Cheraghi SAM, Ghahari G, Cornelis W, Gabriels D, Kowsar SA. Assessment of groundwater recharge influenced by floodwater spreading: an integrated approach with limited accessible data. Hydrological Sciences Journal. 2017; 62(1): 1-18.

[16]. Banihabib ME, Jamali FS. Determining approaches for controlling debris flows in an urban river. The third national conference on flood management and engineering with the approach of urban floods. 2015. (In Persian).

[17]. Ataei M. Multi criteria decision making. Shahrood University of Technology. 2009. (In Persian).

[18]. Zaremehrjerdi M, Mahdian MH, Barkhordari J. Investigation the effect of floodwater spreading on soil infiltration in the Charcahan, Hormozgan. Iran-Watershed Management Science & Engineering. 2013;7(20):1-8 (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir