نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۱۴۴-۱۲۹

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 129-144

مقاله علمی -پژوهشی

انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان برای تأمین آب کشاورزی با استفاده از تلفیق منطق بولین و فازی (مطالعه موردی حوزه آبخیز قویجق)

علی حشمت پور[۱]* و یوسف محمدیان[۲]

چکیده

تأمین آب مورد نیاز در مراحل مختلف رشد گیاه همواره یکی از دغدغه‌های کشاورزان است. پراکنش نامنظم مکانی و زمانی بارندگی، کشاورزان را برای تأمین آب مورد نیاز اراضی کشاورزی با مشکل مواجه می‌کند به‌طوری‌که بخش عمده‌ای از بارندگی‌ها در فصول غیر زراعی می‌بارد و بدون ذخیره‌سازی از دسترس خارج می‌شود؛ بنابراین یکی از راهکارهای مدیریت منابع آب در مناطق شمالی کشور ایجاد آب‌بندان است. در این مطالعه با توجه به خصوصیات منطقه هفت معیار زمین‌شناسی، شیب، عمق خاک، میزان آبدهی زیرحوزه‌ها، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه شناسایی و انتخاب شدند. در ادامه با بهره‌گیری از منطق بولین مناطقی که برای احداث آب‌بندان بدون محدودیت است تعیین شد. سپس با استفاده از روش منطق فازی مناطق بدون محدودیت برای انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان اولویت‌بندی گردید. نتایج روش بولین نشان داد که ۴/۳ درصد منطقه برای احداث آب‌بندان مستعد است. با تجزیه‌وتحلیل مناطق مستعد به روش فازی، ۰/۴ درصد از محدوده جزء مناطق نسبتاً خوب، ۲ درصد مناطق خوب و ۱/۹ درصد جزء مناطق بسیار خوب برای احداث آب‌بندان به دست آمد. همچنین به‌کارگیری این دو منطق نشان داد که قسمت‌های جنوب غربی منطقه مکان‌های مناسبی برای احداث آب‌بندان قابل‌استفاده است.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، تصمیم‌گیری چند معیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کشاورزی، مکان‌یابی

مقدمه

عوامل اصلی کم‌آبی در کشور را می‌توان به رشد جمعیت، توسعه شهری، تولید محصولات زراعی، استفاده نادرست از منابع آب و تغییرات آب‌وهوایی نسبت داد. همچنین خشک‌سالی‌های مکرر و برداشت بیش‌ازحد آب‌های سطحی و زیرزمینی از طریق شبکه بزرگی از زیرساخت‌های هیدرولیک و چاه‌های عمیق، وضعیت بحرانی آب کشور را تشدید کرده است. از نشانه‌های این وضعیت خشک شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین، تخریب کیفیت آب، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و طوفان گردوغبار بیشتر است (مدنی و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس تجزیه‌وتحلیل داده‌های ملی، ایران از آب‌های زیرزمینی بیشتر از آنچه که بتوان به‌طور طبیعی تغذیه کرد، استفاده می‌کند. درست همان‌گونه که هر سال چاه‌های بیشتری زمین را بهره‌برداری می‌کنند، دبی کلی آن‌ها کاهش می‌یابد. در سراسر کشور، سطح آب زیرزمینی به‌طور متوسط تقریباً نیم متر در سال افت می‌کند (Andrews, 2021). سازمان محیط‌زیست سرعت استفاده از منابع آب زیرزمینی در ایران را در قیاس با استاندارد جهانی سه برابر بیشتر تخمین می‌زند. این برداشت بی رویه عامل خشکیدن ۲۹۷ دشت از ۶۰۰ دشت ایران است. مطابق گزارش شرکت آب و فاضلاب و دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران تا شهریور ۱۳۹۴ ۴۰ درصد از شبکه آب کشور فرسوده اعلام شد. ۱۳ درصد از کل هدر رفتن آب ایران تا این تاریخ به‌موجب

[۱] دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گنبدکاووس، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران (*- نویسنده مسئول: (Emeil:Heshmatpoura@gmail.com
[۲] دانش‌آموخته، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گنبدکاووس، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸
تاریخ برداشت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳

همین فرسودگی بوده است. بحران کم‌آبی و اثرات منفی آن بر تولیدات کشاورزی یکی از مشکلاتی است که کشاورزان همواره با آن مواجه بوده‌اند. با توجه به شرایط جغرافیایی هر منطقه، تدابیر ویژه‌ای برای برون‌رفت از این مشکل اندیشیده شده که به‌عنوان مثال، حفر قنات در مناطق بیابانی و خشک ازجمله آن‌ها است. در استان‌های شمالی به علت بارش فراوان و پراکنش نامنظم آن، امکان مهار ۱۰۰ درصدی وجود ندارد، از این‌رو ساخت آب‌بندان در سراسر منطقه شمال یکی از راهکارهای مؤثر برای استفاده بهتر از منابع آبی است. همچنین هماهنگی آب‌بندان‌ها با بافت بومی و زیستی استان، سرمایه‌گذاری روستائیان در ساخت، بهره‌برداری سریع، اشتغال‌زایی مستقیم، قابلیت ساخت در همه مناطق استان و تبخیر کم آب آن‌ها، فقط گوشه‌ای از مزیت ساخت آب‌بندان‌ها در مقایسه با ساخت سد در استان گلستان است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵). وجود آب‌بندان‌ها موجب تغذیه سفره‌های زیرزمینی و جبران آب از دست‌رفته شده و موجب جلوگیری از شور شدن آب های شیرین و تغذیه لایه‌های کم آب و یا فاقد آب مستعد می گردد، این موضوع مخصوصاً در زمان خشک‌سالی نمایان است (مهرابی، ۱۳۹۰). از سویی دیگر در مناطقی که سفره‌های زیرزمینی در حال خشک شدن هستند و جمع‌آوری آب باران به‌طور فزاینده‌ای قابل پیش‌بینی نیست، استفاده از روش‌های مدیریتی بهره‌برداری از منابع آبی موجود و در دسترس را باید موردتوجه قرار داد. ازجمله روش‌های مدیریتی بهره‌برداری بهینه از منابع آب استفاده از آب بندان‌های سنتی بوده که در شمال کشور از گذاشته‌های دور توانسته‌اند نقش مهمی در تنظیم جریان آب و انطباق آن با مصرف ایفا کنند. آب‌بندان‌ها سازه‌های سنتی کوچکی هستند که از مدت ها پیش توسط بهره‌برداران بومی شمال کشور، جهت مهار رواناب‌های سطحی و ذخیره‌سازی آب رودخانه‌ها و زهکش‌های طبیعی در فصول غیر زراعی و بعضاً درآمدهای جانبی نظیر پرورش ماهی و ماکیان ابداع و مورد استفاده قرار گرفتند (توکلی و همکاران، ۱۴۰۰). در این رابطه یافته‌های پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که آب‌بندان‌ها نقش مهمی در ذخیره‌سازی آب، حفظ و توسعه تنوع زیستی گیاهی و جانوری، مهار سیل و فرسایش، پالایش آب، کانون‌های گردشگری، تثبیت آب و هوای محلی و به‌ویژه تعدیل درجه حرارت، تأمین غذا و تولید فرآورده‌های شیلاتی و پرندگان و ارزش‌های اکولوژیک و اقتصادی به‌حساب آید (بقراط و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین بررسی نقش منابع آبی در زندگی بومیان در اراضی تالابی حوزه رودخانه مکونگ در کامبوج نشان می‌دهد که در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه پتانسیل اقتصادی تالاب‌ها باید به‌درستی مدیریت‌شده و حفاظت قانونی برای دستیابی به اهداف اقتصادی و توسعه انجام شود (بقراط و همکاران، ۱۳۹۰). در همین ارتباط خیراندیش و احمدی (۱۳۹۲)، رابرت و همکاران (۲۰۰۴) و مجنونیان (۱۳۷۷) به این نتیجه رسیدند که احداث آب‌بندان به‌عنوان یک منبع عمده در تأمین آب کشاورزی است که باعث تنوع زیستی کشت و افزایش تولید محصولات کشاورزی شده و در نتیجه در رونق اقتصادی و اجتماعی تأثیر قابل‌توجهی به همراه دارد. از این‌رو یکی از مشکلات مهم در توسعه و ایجاد آب‌بندان‌ها تعیین مکان مناسب می‌باشد؛ زیرا احداث سازه در مکان‌های بدون بررسی و تجزیه‌وتحلیل با شکست و هزینه‌های گزاف همراه خواهد بود. این موضوع به دلیل تأثیر عوامل بسیاری شامل معیارهای فیزیکی و اقتصادی و اجتماعی در مکان‌یابی است (خیرخواه زرکش وهمکاران، ۱۳۸۷). همچنین جستجو برای انتخاب مکان‌های مناسب در پهنه‌های وسیع با استفاده از روش‌های سنتی بسیار زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد. سامانه اطلاعات جغرافیایی یک سامانه رایانه‌ای متشکل از سخت افزار، نرم افزار، داده و کاربردها است که قادر است داده های مکان‌دار را به‌طور رقومی کسب، نگهداری، بازیابی، مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل نموده و به‌طور متنی و گرافیکی ارائه نماید (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۱). در همین راستا به مطالعاتی که در خصوص مکان‌یابی طرح‌های آبخوان‌داری با سیستم اطاعات جغرافیایی همراه با بکارگیری معیارهای تأثیرگذار در ایران و جهان انجام‌گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

احمدی و همکاران (۱۳۹۵) به‌منظور انتخاب مکان‌های مناسب جهت احداث آب‌بندان از تلفیق سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. به این منظور جهت تعیین مکان‌های مناسب احداث آب‌بندان، مدل بولین و جهت اولویت‌بندی مناطق مناسب، فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و روش کپلند را بکار بردند. در این مطالعه پنج معیار اصلی هیدرومتئولوژی، ژئومورفولوژی، فنی ساخت، کشاورزی و اقتصادی–اجتماعی در نظرگرفته شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستم پشتیبان

تصمیم‌گیری و به‌کارگیری هم‌زمان روش تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان ابزاری توانمند و منعطف برای کاستن از پیچیدگی‌های موجود در شناسایی محدوده‌های مناسب به همراه بازدیدهای میدانی نقش مؤثری در افزایش دقت، کاهش هزینه و تعیین مکان مناسب احداث آب‌بندان ایفا می‌کنند. در تحقیقی دیگر هایلی و سوریاباگاوان چهار معیار رواناب، ویژگی‌های زیست محیطی، اجتماعی–اقتصادی و زمین‌شناسی در نظر گرفتند. سپس با به‌کارگیری روش تصمیم‌گیری چند معیاره (ادغام فرآیندهای سلسله مراتبی با رویکرد منطق فازی) و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران پرداختند. نتیجه این مطالعه، اهمیت مدل‌سازی مکانی را در ارزیابی مکان‌های بالقوه جمع‌آوری آب باران تأکید می‌کند (Haile and Suryabhagavan, 2019). در تحقیقی دیگر جهت انتخاب مکان‌های بهینه پخش سیلاب، فرجی‌سبکبار و همکاران (۱۳۹۳) از تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده نموده‌اند. در این مطالعه نه معیار مؤثر شیب، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، ژئولوژی، قابلیت نفوذ، ضخامت آبرفت، هدایت الکتریکی، توپوگرافی، تراکم زهکشی را در نظر گرفتند. نتیجه حاصل از ادغام دو سامانه را توان بالا در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بیان کردند. استان گلستان از استان‌های شمالی ایران است، وضعیت منابع آبی گلستان در شرایط خوبی قرار نداشته و با شروع فصل گرما تنش آبی در این استان شمالی تشدید می‌شود، از طرفی یکی از نیازهای اساسی کشاورزی گلستان رفع مشکل کم‌آبی است. لذا ضرورت دارد که مسئولان راهکارهای جدی برای این مسئله بیندیشند. ازجمله راهکارهای مدیریتی که برای مقابله با بحران آب انجام‌شده می‌توان به تغییر الگوی کشت، خشکه‌کاری برنج، کشت فرا سرزمینی اشاره کرد؛ اما کشاورزان به‌ندرت از این راهکارها استقبال کردند. وجود آب‌بندان‌ها می‌تواند مسئله کمبود آب کشاورزی را جبران کند، همچنین این سازه‌ها از دیر باز تاکنون مورد استقبال کشاورزان بومی شمال کشور می‌باشد. هدف تحقیق حاضر، جنبه کمک به سیاست‌گذارن و تصمیم گیرندگان برای انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان جهت جمع‌آوری و ذخیره آب‌های سطحی به منظور تأمین آب در بخش کشاورزی در منطقه موردمطالعه می‌باشد.

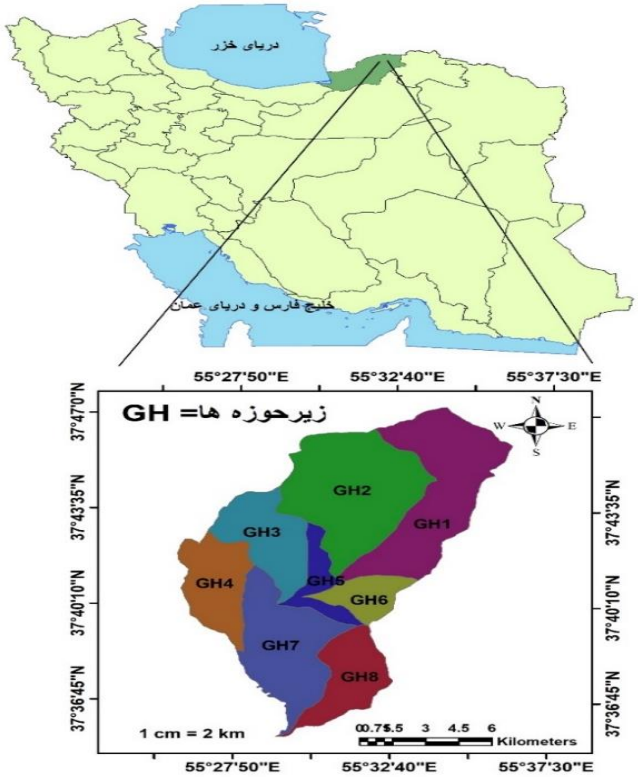
موارد روش

منطقه مورد مطالعه

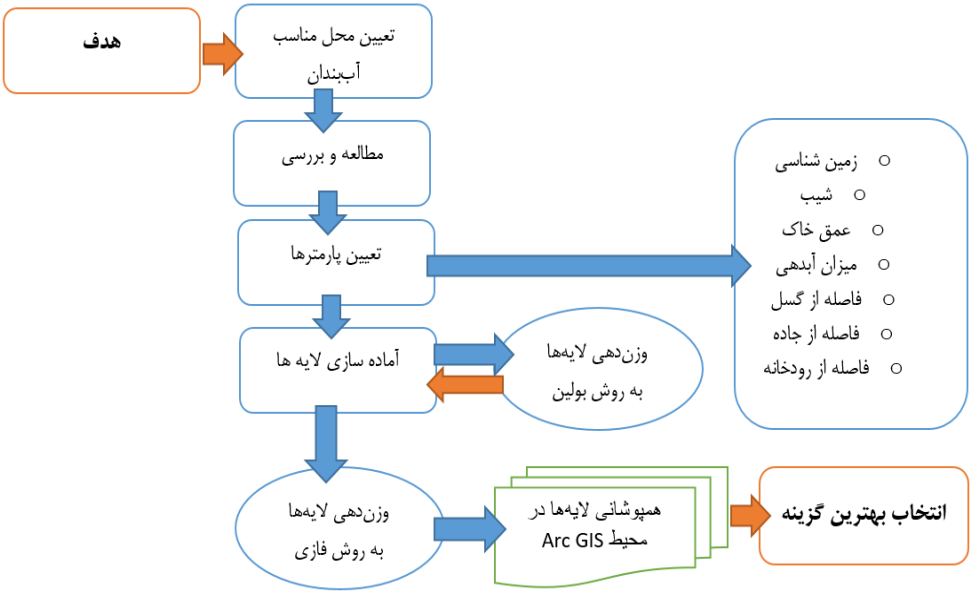
حوزه آبخیز قویجق در محدوده مابین ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه و ۲۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۲۵ دقیقه و ۵۷ ثانیه و ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول شرقی در استان گلستان واقع شده است و دارای مساحت ۱۷۱/۲۵ کیلومترمربع می‌باشد (شکل ۱). این منطقه با توجه به شبکه‌های هیدروگرافی، به ۸ زیرحوزه که دارای سطوح متفاوت می‌باشد، تقسیم شده است؛ که از این ۸ زیرحوزه، ۶ زیرحوزه هیدرولوژیک و ۲ زیرحوزه غیرهیدرولوژیک می‌باشند. اقلیم منطقه بر طبق روش دومارتن نیمه‌خشک و بر اساس روش آمبرژه نیمه مرطوب و متوسط بارندگی سالانه بین ۳۹۸ و ۴۷۰ میلی‌متر در نوسان است. این حوزه از شمال مشرف است به رشته‌کوه‌های خالدنبی و از جنوب اراضی روستای یلی بدراق و از شرق هم‌مرز حوزه آبخیز شوردره و از غرب به حوزه آبخیز کال آجی ختم می شود. رودخانه اصلی این حوزه دارای ۳۱/۴۳ کیلومتر طول است و از قسمت‌های کوهستانی شمال حوزه منشأ گرفته و از جنوب حوزه خارج می‌گردد و متوسط آبدهی سالانه ۴۶۲۵۲/۸ مترمکعب است.

داده‌های پژوهش

در این مطالعه داده‌های منطقه مورد استفاده شامل ویژگی‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی، بیولوژیکی از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان تهیه گردید. این داده‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای لندست TM شماره ۳۴–۱۶۲، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، بازدیدهای صحرایی و نرم‌افزارهای رایانه‌ای سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام گرفته است. همچنین نقشه مدل رقومی ارتفاعی منطقه در این مطالعه از تأسیسات ماهواره‌ای آلاسکا ASF با دقت ۱۲/۵ متری دریافت شد؛ و نقشه شیب منطقه از این مدل استخراج گردید. مراحل انجام تحقیق حاضر را می‌توان در نمودار زیر خلاصه نمود (شکل ۲):



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- روند جریانی تحقیق

تعیین معیارها و تعیین وزن واحده در اجرای مدل بولین

در این پژوهش با استفاده از مطالعات انجام شده و خصوصیات منطقه هفت عامل تأثیرگذار در مکان‌یابی شامل زمین‌شناسی، شیب، عمق خاک، میزان آبدهی زیرحوزه‌ها، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه شناسایی و انتخاب شدند. برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها منطق بولین (منطق صفر ویک)، منطق همپوشانی (روی هم گذاری)، منطق احتمالات، ضریب همبستگی، شبکه‌های عصب مصنوعی، منطق فازی (منطق تشکیک)، تحلیل سلسه مراتبی و FAHP (احمدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). در این پژوهش از منطق بولین و منطق فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی، به منظور مکان‌یابی و انتخاب مناسب‌ترین پهنه جهت احداث آب‌بندان بکار گرفته شد. بدین منظور، ابتدا با بررسی و مطالعات انجام‌شده، اقدام به تعیین محدوده‌های مؤثر در مکان‌یابی احداث آب‌بندان شد (جدول ۱). در این مرحله با استفاده از روش بولین معیارها به دو بخش نامناسب (صفر) و مناسب (یک) تقسیم شدند. سپس معیارها در نرم‌افزار Arcmap10.8 و با استفاده از ابزار Reclassify محدودهای مناسب کد یک و مناطق نامناسب کد صفر را دریافت نمودند. نتیجه این بخش در شکل‌های (۳ الی ۹) قابل‌مشاهده می‌باشد.

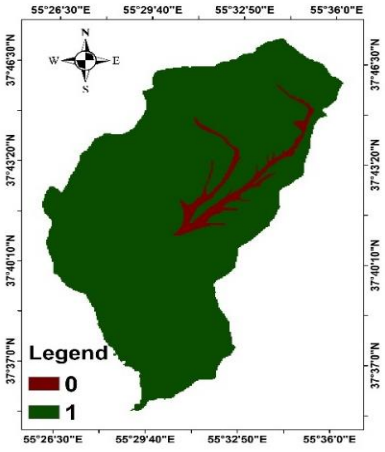
جدول ۱- تعیین محدوده‌های مؤثر در هر لایه اطلاعاتی در اجرای مدل بولین

عوامل	محدوده نامناسب (صفر)	محدوده مناسب (یک)	منبع
زمین‌شناسی	TRH- ksg1	Pa-L-AT-TRL -ksr	اداره کل منابع طبیعی گلستان
شیب (درصد)	بیشتر از ۵	بین ۰ تا ۵	روهینا و همکاران (۱۳۹۹)
عمق خاک (سانتیمتر)	کمتر از ۷۰	بیشتر از ۷۰	نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۵)
میزان آبدهی زیر حوزه ها (مترمکعب)	G1,G2,G3,G4,G6,G8 (هیدرولوژیک)	G5,G7 (غیر هیدرولوژیک)	اداره کل منابع طبیعی گلستان
فاصله از گسل (متر)	کمتر از ۵۰۰	بیشتر از ۵۰۰	روهینا و همکاران (۱۳۹۹)
فاصله از رود خانه (متر)	کمتر از ۲۰۰	بین ۲۰۰ تا ۷۰۰	احمدی و همکاران (۱۳۹۵)
فاصله از جاده (متر)	بیشتر از ۱۰۰	کمتر از ۱۰۰	احمدی و همکاران (۱۳۹۵)

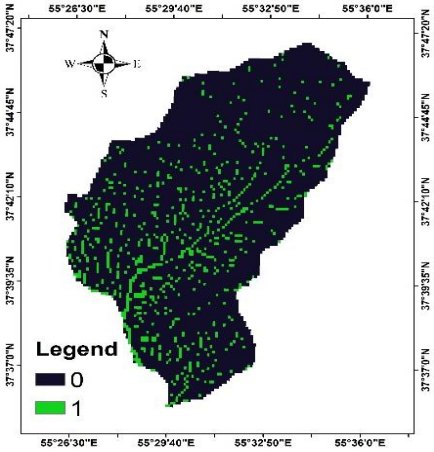
pa–خاک‌های قدیمی، L– لس خالص، AT–سازنداتامیر، TRL– تراس ها و رسوبات آبرفتی با فرسایش کم و متوسط، ksr– سازند سنگانه، TRH–

تراس ها و رسوبات آبرفتی با فرسایش زیاد، ksg1–سازند سرچشمه

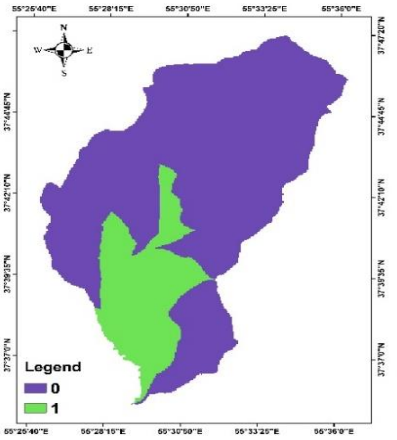
بعد از عملیات وزن دهی معیارها، جهت ادغام یک لایه درلایه دیگر از ابزار Raster Calculator و به‌کارگیری عملگر شرطی AND (حداقل سازی ریسک) به عمل آمد. طبق این عمل با واردکردن لایه‌های ورودی در این ابزار یک لایه نهایی به دست می‌آید که در آن فقط پیکسل‌هایی که در تمام لایه‌ها ارزش عددی یک را دریافت نموده‌اند به عنوان مناطق مناسب لحاظ می‌گردد. شکل (۱۵) نقشه نهایی حاصل از همپوشانی معیارها را به روش بولین نشان می‌دهد.



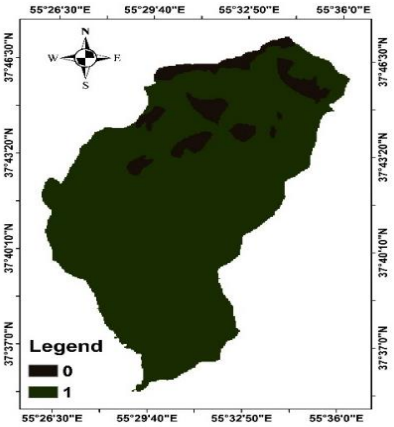
شکل ۳- نقشه استانداردسازی شده زمین‌شناسی



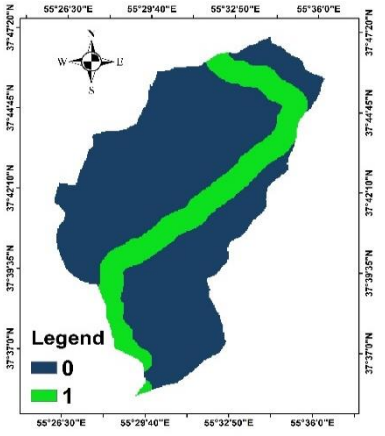
شکل ٤- نقشه استانداردسازی شده شیب



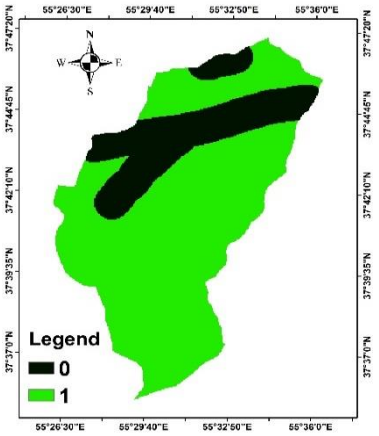
شکل ۵- نقشه استانداردسازی شده میزان آبدهی زیر حوزه‌ها



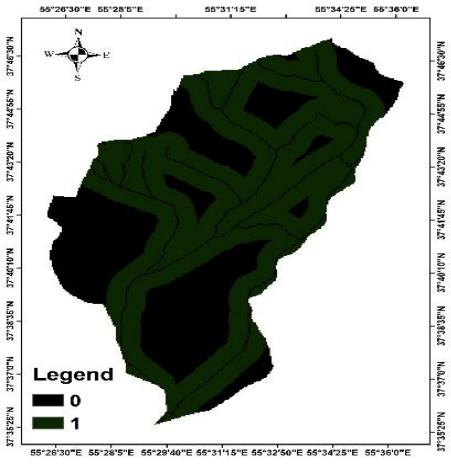
شکل ٦- نقشه استانداردسازی شده عمق خاک



شکل ۷- نقشه استانداردسازی شده فاصله از رودخانه



شکل ۸- نقشه استاندارسازی شده فاصله از گسل



شکل ۹- نقشه استانداردسازی شده فاصله از جاده

اعداد فازی

برای انجام مقایسه‌ها نیاز به تعریف اعداد فازی و مقیاس‌های فازی می‌باشد (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۳). یک راهکار ساده برای فازی‌سازی داده‌ها استفاده از طیف‌های استاندارد است. برای فازی سازی عبارات کلامی خبرگان از طیف لیکرت ۵ درجه یا هفت درجه می‌توانید استفاده کنید (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳). در این مطالعه از اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه برای تبدیل متغیر های کلامی خبرگان استفاده شد. جدول (۲) اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه

مقدار فازی	تعریف	عدد فازی مثلثی
۱	خیلی کم	(۰، ۰، ۰/۲۵)
۲	کم	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)
۳	متوسط	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
۴	زیاد	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
۵	خیلی زیاد	(۰/۷۵، ۱، ۱)

ارزش‌گذاری معیارها به روش فازی

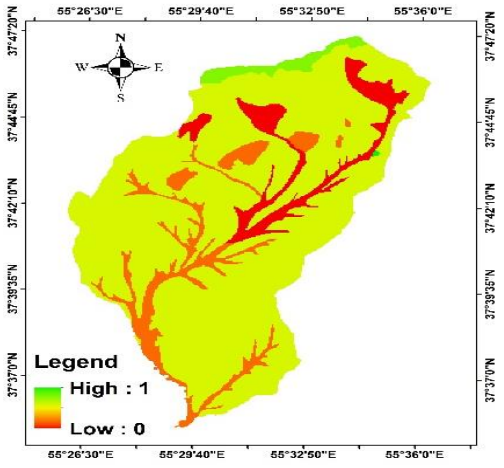
تصمیم‌گیری فرایند انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌ها می‌باشد. تقریبا در چنین مسائلی، معیارهای چندگانه فراوانی برای ارزیابی گزینه‌ها وجود دارد؛ یعنی برای بسیاری از این مسائل تصمیم‌گیرنده می‌خواهد به بیش از یک هدف در انتخاب گزینه‌ها دست یابد ضمن اینکه محدودیت‌های موجود محیط فرایند و منابع را در نظر داشته باشد. معمولا چندین راه حل پارتو وجود دارد که به‌عنوان کاندیدای راه حل نهایی تصمیم‌گیری معرفی می شوند. مسئله‌ای که وجود دارد نحوه انتخاب راه حل نهایی توسط تصمیم‌گیرنده از بین راه حل‌های بهینه پارتو می‌باشد. منطق فازی (Fuzzy) در اغلب مواقع می‌تواند بر اساس ورودی ها بهترین تصمیم را تولید کند زیرا این منطق بر اساس تصمیم‌گیری های انسانی پایه‌ریزی شده است. در واقع منطق فازی به نوعی مدل توسعه‌یافته منطق ارسطویی یا منطق بولین است. در شرایطی که نمی‌دانیم کدام تصمیم درست است یا نادرست، منطق فازی می‌کوشد با ارائه یک پیشنهاد منعطف و ارزشمند برای هر موقعیتی یک عدم قطعیت تعیین کند؛ به همین دلیل به منطق فازی، منطق مشکک نیز گفته می‌شود زیرا نتایج آن بر اساس شک و تردید ایجاد شده است. بعد از وزن‌دهی معیارها به روش منطق بولین محدوده‌های موثر به مقادیری بین ۱ تا ۵ (۱: کم اهمیت، ۵: پر اهمیت) طبقه‌بندی شدند (جدول ۳).

جدول ۳- ارزش‌گذاری محدوده‌ها قابل قبول بر اساس منطق فازی

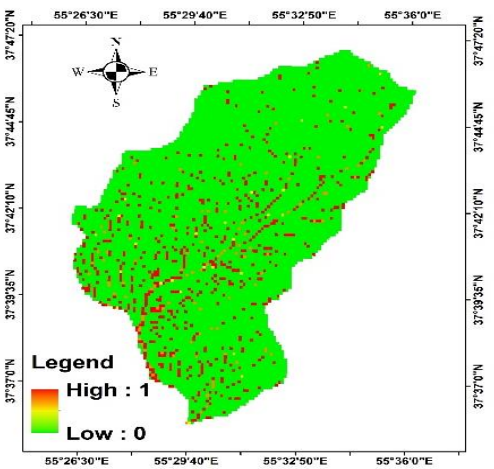
عوامل	امتیاز				
	۵	۴	۳	۲	۱
زمین‌شناسی	**pa**	**AT**	**L**	**TRL**	**KSR**
شیب	کمتر از ۱ درصد	۲ درصد	۳ درصد	۴ درصد	۵ درصد
عمق خاک	–	–	–	–	–
میزان آبدهی	–	–	–	–	–
فاصله از گسل	بیشتر از ۹۰۰	۸۰۰–۹۰۰	۷۰۰–۸۰۰	۶۰۰–۷۰۰	۵۰۰–۶۰۰
فاصله از رود خانه	۳۰۰–۲۰۰	۴۰۰–۳۰۰	۵۰۰–۴۰۰	۶۰۰–۵۰۰	۷۰۰–۶۰۰
فاصله از جاده	۲۰۰–۱۰۰	۳۰۰–۲۰۰	۴۰۰–۳۰۰	۵۰۰–۴۰۰	۶۰۰–۵۰۰

عملیات فازی سازی

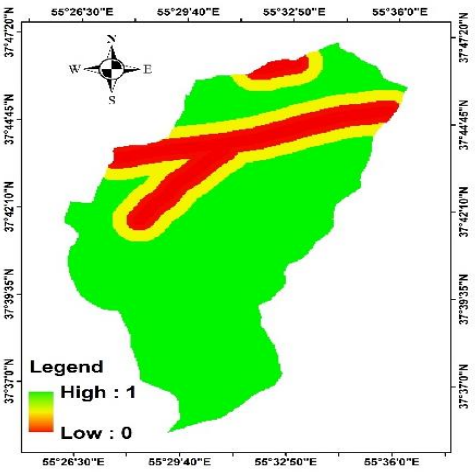
عملیات فازی سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع و عضویت مربوط از جمله Sigmoidal، J-shape، Linear، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهد (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۳). با استفاده از ابزار Fuzzy Membership و بکارگیری روش خطی Linear در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی وزن‌دهی معیارها به روش فازی اعمال گردید. در روش Linear مقادیری که کمتر از ارزش کمینه باشند فاقد درجه عضویت خواهند بود و مقادیری که بالای ارزش بیشینه باشند کاملاً درجه عضویت می‌گیرند و ارزش یک دریافت می‌کنند. این عمل باعث می‌شود که معیارها به مقادیر بین صفر تا یک تبدیل شوند، شکل‌های (۱۰ تا ۱۴) نتیجه وزن‌دهی معیارها به روش فازی را نشان می‌دهد.



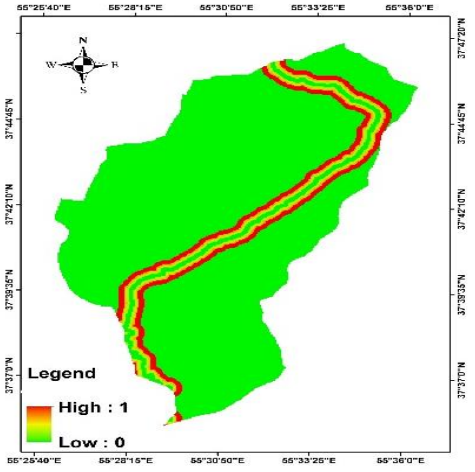
شکل ۱۰- نقشه فازی شده زمین‌شناسی



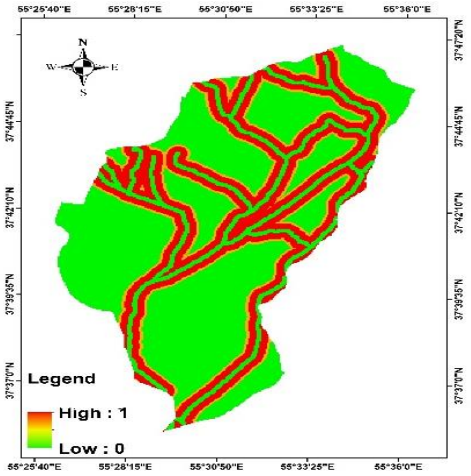
شکل ۱۱- نقشه فازی شده شیب



شکل ۱۲- نقشه فازی شده فاصله از گسل



شکل ۱۳- نقشه فازی شده فاصله از رودخانه



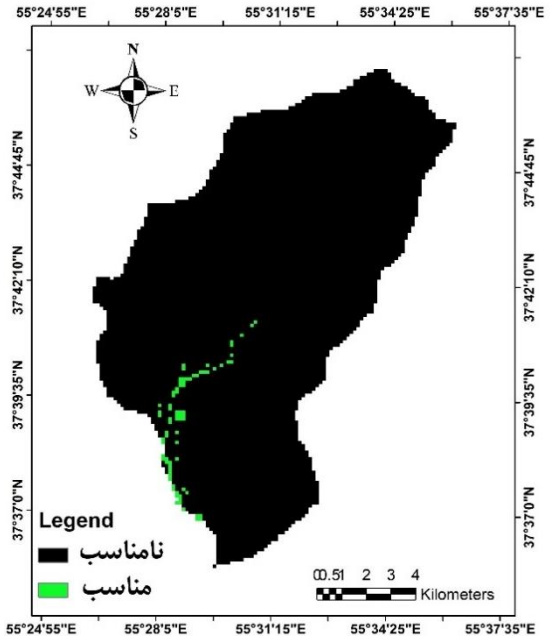
شکل ١٤- نقشه فازی شده فاصله از جاده

تلفیق لایه‌های فازی با لایه نهایی منطق بولین

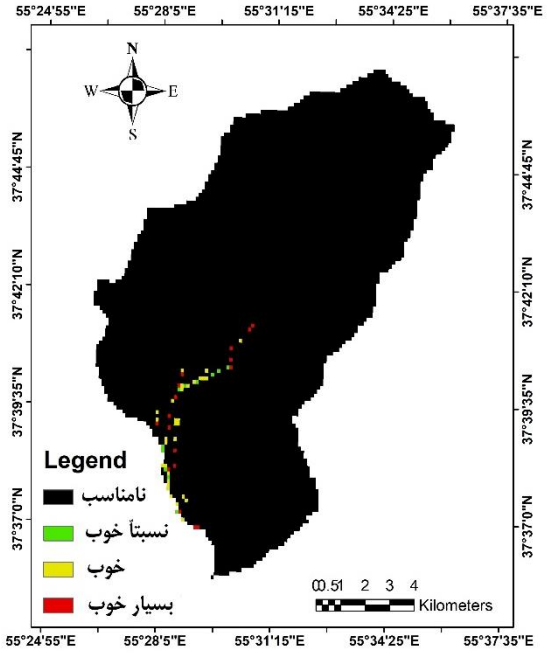
در یک تصمیم‌گیری چندمعیاره ممکن است از روش‌های مختلفی استفاده شود که نتایج آن‌ها همیشه یکسان نباشد؛ بنابراین، انتخاب بهینه همیشه مشخص نیست. دراین شرایط روش‌های مختلفی مانند روش میانگین نمره، روش بوردا و روش کوپلند برای ترکیب نتایج و ارائه یک پاسخ منحصر به فرد برای مسئله مفید هستند (Dortaj et al., 2020). در این مطالعه برای انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان از روش منطق بولین و منطق فازی بکارگرفته شد. در مرحله اول، ابتدا مناطق مستعد احداث آب‌بندان به روش بولین شناسایی شد. سپس اولویت‌بندی این مناطق به روش فازی انجام گردید. در پژوهش انجام شده احمدی و همکاران (۱۳۹۵) در مکانیابی احداث آب‌بندان برای شناسایی مناطق مستعد، روش بولین را بکار گرفتند؛ اما برای اولویت‌بندی این مناطق از روش کوپلند استفاده شده است. برای فهم اطلاعات بیشتر از مناطق مناسب احداث آب‌بندان، به اولویت‌بندی این مناطق به روش فازی اقدام شد. نتایج نشان داد که بین مناطق مناسب انتخاب شده توسط روش بولین و فازی تطابق وجود دارد ولی منطق فازی علاوه بر تعیین مناطق

مناسب اولویت بندی نیز انجام داده است. علاوه بر این تعیین مکان‌های مناسب احداث آب‌بندان همراه با بازدیدهای میدانی کاری پیچیده، زمان‌بر، پرهزینه و همراه با خطا و اشتباه می‌باشد. در این راستا بکارگیری روش منطق بولین و فازی درکنار سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب تسهیل مراحل کار، کاهش هزینه و زمان و افزایش دقت نتایج می‌گردد؛ که در تایید این مطلب، می‌توان به تحقیقات مهدوی و همکاران (۱۳۹۰)، فرخ زاده و همکاران (۱۳۹۸) و امیری و همکاران (۱۴۰۰) درمورد استفاده از روش منطق بولین و فازی همراه با سیستم اطلاعات جغرافیایی، برای شناسایی مکان‌های مناسب تغذیه مصنوعی و منابع آب زیر زمینی اشاره نمود. در این مطالعه به معیار فاصله از گسل با توجه به خصوصیات منطقه حریم حفاظتی حداقل ۵۰۰ متری مناسب دانسته شد در حالیکه در مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) حریم حفاظتی ۲۰۰ متری را درنظر گرفتند. همچنین عامل محدودکردن مناطق مستعد احداث آب‌بندان در یک محدوده در این مطالعه زیرحوزه‌های هیدرولوژیک است (با توجه به شکل ۴)؛ زیرا منطقه مورد مطالعه دارای رودخانه‌های فصلی می‌باشد و ممکن است در تأمین آب، آب‌بندان‌ها در فصل گرما با مشکل مواجه شود بنابراین بهره گرفتن از آب بارندگی‌ها در رفع این مشکل کمک کند. از طرفی اکثر بارندگی‌ها در منطقه مورد مطالعه به صورت رگباری بوده و تبدیل به رواناب می‌شود، زیر حوزه‌های هیدرولوژیک رواناب‌های حاصل از بارندگی‌ها را جمع و به زیرحوزه‌های غیرهیدرولوژیک هدایت می‌کنند؛ بنابراین، احداث آب‌بندان در حوزه‌های غیرهیدرولوژیک نسبت به زیر حوزه‌های هیدرولوژیک ارجحیت پیدا می‌کند. از طرفی می‌توان استنباط کرد که احداث آب‌بندان در حوزه‌های غیرهیدرولوژیک می‌تواند مواقع بارندگی‌های رگباری آب را در خود ذخیره کند و از شدت گرفتن سیلاب کاسته شود. در مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) معیار فاصله از مراکز جمعیتی در محدودیت مکان احداث آبندان نقش موثر داشت. نتایج روش منطق بولین و فازی نشان داد که در قسمت جنوب غربی منطقه که عمدتا دارای عمق خاک بالا، فاصله ایده‌آل از رودخانه، جاده، گسل، درصد شیب مناسب و مهم‌ترین آن‌ها زیر حوزه‌های غیرهیدرولوژیک دارد شناسایی شده است. لذا برای توسعه طرح های آبخوان‌داری در اولویت قرار می گیرند و مکان مناسبی جهت احداث آب‌بندان هستند. همچنین بکارگیری این دو روش برای احداث آب‌بندان می‌تواند اطلاعات بیشتری در اختیار مدیران قرار دهد و آنان را در انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان یاری نماید. روش استفاده شده در این پژوهش را می‌توان به عنوان یک روش تصمیم گیری چندمعیاره برای مکانیابی احداث آب‌بندان معرفی و پشنهادکرد.

فازی به عنوان یک روش مبتنی بر منطق فازی، برای حل مسائلی که به تصمیم‌گیری در محیط‌های پویا و پیچیده مربوط است استفاده می‌شود. پس‌ازآن که پنج معیار زمین‌شناسی، شیب، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه و فاصله از جاده به روش عضویت دهی فازی وزن‌دهی شدند، در این مرحله لایه‌های فازی شده با لایه نهایی به دست آمده از منطق بولین برای ادغام با یک دیگر در ابزار Fuzzy Overlay فراخوانده شدند. سپس برای همپوشانی لایه‌ها از عملگر اشتراک فازی AND به عمل آمد. این عملگر معادل با عملگر AND بولین (اشتراک منطقی) در مقادیر مجموعه کلاسیک (۱ و ۰) است (احمدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). بعد از عملیات همپوشانی، منطقه مورد مطالعه به چهار کلاس مناطق نامناسب، نسبتا خوب، خوب و بسیار خوب طبقه بندی شد، نتیجه این بخش در شکل (۱۶) ارائه گردید.



شکل ۱۵- محدوده‌های مستعد احداث آب‌بندان به روش بولین فازی



شکل ١٦- اولویت‌بندی مناطق مستعد احداث آب‌بندان به روش

نتایج و بحث

نتایج روش اول (روش بولین)

بعد از تهیه نقشه‌های مورد نیاز، تلفیق نقشه‌ها بر اساس منطق بولین انجام گرفت. شکل (۱۵) نقشه مناطق بدون محدودیت برای احداث آب‌بندان را نشان می‌دهد. همچنین در جدول (۴) مساحت مناطق مناسب و نامناسب به دست آمده به روش بولین را نشان می‌دهد. طبق این جدول، از ۱۷۱/۲۵ کیلومترمربع ۱۶۴/۰۵ کیلومترمربع (۴/۳ درصد) برای احداث آب‌بندان مناسب می‌باشد.

جدول ٤- مساحت و درصد نقشه نهایی منطقه موردمطالعه براساس منطق بولین

شاخص تناسب	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
نامناسب	۱۶۴/۰۵	۹۵/۷
مناسب	۷/۲	۴/۳

نتایج روش دوم (روش فازی)

قبل از آنکه برای احداث آب‌بندان در مناطق بدون محدودیت تلاشی صورت گیرد، مکان گزینی و تعیین مناسب‌ترین منطقه برای احداث آب‌بندان امری ضروری است. از طرفی انتخاب مناسب ترین مکان احداث آب‌بندان با بازدیدهای میدانی کاری پیچیده، زمان‌بر، پرهزینه و همراه با خطا و اشتباه می‌باشد. برای این مهم از روش منطق فازی استفاده شده است. دلیل انتخاب این روش،

یکی تهیه لایه‌های وزن‌دار و همچنین اعمال وزن‌ها در مرحله طبقه‌بندی و همچنین مرحله نهایی تلفیق نقشه‌ها می‌باشد.

جدول (۵) مساحت طبقه‌بندی مناطق بدون محدودیت به روش فازی را نشان می‌دهد. براساس این جدول، از ۴/۳ درصد مناطق بدون محدودیت، ۰/۴ درصد از محدوده به عنوان مناطق نسبتاً خوب و ۲ درصد از محدوده به عنوان خوب و ۱/۹ درصد به عنوان محدوده بسیار خوب مشخص گردید.

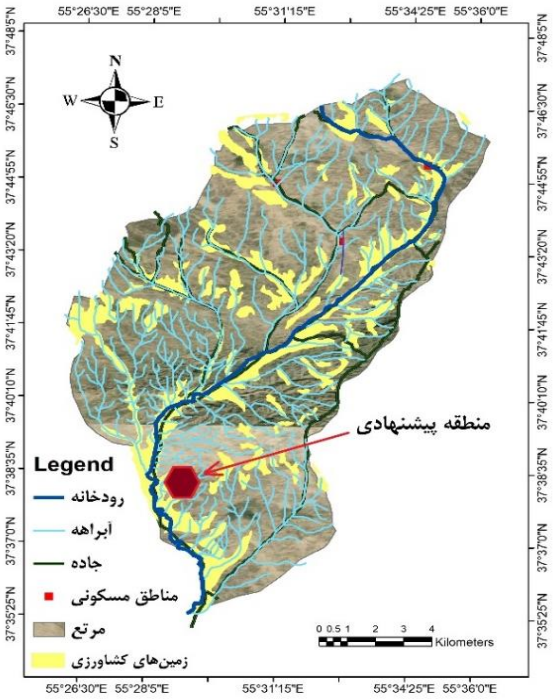
جدول ۵- مساحت و درصد نقشه نهایی منطقه موردمطالعه براساس منطق فازی

شاخص تناسب	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
نامناسب	۱۶۴/۰۵	۹۵/۷
نسبتاً خوب	۰/۷	۰/۴
خوب	۳/۳	۲
بسیار خوب	۳/۲	۱/۹

در یک تصمیم‌گیری چندمعیاره ممکن است از روش‌های مختلفی استفاده شود که نتایج آن‌ها همیشه یکسان نباشد؛ بنابراین، انتخاب بهینه همیشه مشخص نیست. در این شرایط روش‌های مختلفی مانند روش میانگین نمره، روش بوردا و روش کوپلند برای ترکیب نتایج و ارائه یک پاسخ منحصربه‌فرد برای مسئله مفید هستند (Dortaj et al., 2020). در این مطالعه برای انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان از روش منطق بولین و منطق فازی بکارگرفته شد. در مرحله اول، ابتدا مناطق مستعد احداث آب‌بندان به روش بولین شناسایی شد. سپس اولویت‌بندی این مناطق به روش فازی انجام گردید. در پژوهش انجام شده احمدی و همکاران (۱۳۹۵) در مکان‌یابی احداث آب‌بندان برای شناسایی مناطق مستعد، روش بولین را بکار گرفتند؛ اما برای اولویت‌بندی این مناطق از روش کوپلند استفاده شده است. برای فهم اطلاعات بیشتر از مناطق مناسب احداث آب‌بندان، به اولویت‌بندی این مناطق به روش فازی اقدام شد. نتایج نشان داد که بین مناطق مناسب انتخاب‌شده توسط روش بولین و فازی تطابقت وجود دارد ولی منطق فازی علاوه بر تعیین مناطق مناسب اولویت‌بندی نیز انجام داده است. علاوه بر این تعیین مکان‌های مناسب احداث آب‌بندان همراه با بازدیدهای میدانی کاری پیچیده، زمان‌بر، پرهزینه و همراه با خطا و اشتباه می‌باشد. در این راستا بکارگیری روش منطق بولین و فازی درکنار سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب تسهیل مراحل کار، کاهش هزینه و زمان و افزایش دقت نتایج می‌گردد؛ که در تایید این مطلب، می‌توان به تحقیقات مهدوی و همکاران (۱۳۹۰)، فرخ زاده و همکاران (۱۳۹۸) و امیری و همکاران (۱۴۰۰) درمورد استفاده از روش منطق بولین و فازی همراه با سیستم اطلاعات جغرافیایی، برای شناسایی مکان‌های مناسب تغذیه مصنوعی و منابع آب زیرزمینی اشاره نمود. در این مطالعه به معیار فاصله از گسل با توجه به خصوصیات منطقه حریم حفاظتی حداقل ۵۰۰ متری مناسب دانسته شد در حالیکه در مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) حریم حفاظتی ۲۰۰ متری را در نظر گرفتند. همچنین عامل محدود کردن مناطق مستعد احداث آب‌بندان در یک محدوده در این مطالعه زیرحوزه‌های هیدرولوژیک است (با توجه به شکل ۴)؛ زیرا منطقه مورد مطالعه دارای رودخانه‌های فصلی می‌باشد و ممکن است در تأمین آب، آب‌بندان‌ها در فصل گرما با مشکل مواجه شود بنابراین بهره گرفتن از آب بارندگی‌ها در رفع این مشکل کمک کند. از طرفی اکثر بارندگی‌ها در منطقه مورد مطالعه به صورت رگباری بوده و تبدیل به رواناب می‌شود، زیر حوزه‌های هیدرولوژیک رواناب‌های حاصل از بارندگی‌ها را جمع و به زیرحوزه‌های غیرهیدرولوژیک هدایت می‌کنند؛ بنابراین، احداث آب‌بندان در حوزه‌های غیرهیدرولوژیک نسبت به زیر حوزه‌های هیدرولوژیک ارجحیت پیدا می‌کند. از طرفی می‌توان استنباط کرد که احداث آب‌بندان در حوزه‌های غیرهیدرولوژیک می‌تواند مواقع بارندگی‌های رگباری آب را در خود ذخیره کند و از شدد گرفتن

سیلاب کاسته شود. در مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) معیار فاصله از مراکز جمعیتی در محدودیت مکان احداث آبندان نقش موثر داشت. نتایج روش منطق بولین و فازی نشان داد که در قسمت جنوب غربی منطقه که عمدتا دارای عمق خاک بالا، فاصله ایده‌آل از رودخانه، جاده، گسل، درصد شیب مناسب و مهم‌ترین آن‌ها زیر حوزه‌های غیرهیدرولوژیک دارد شناسایی‌شده ا ست. لذا برای تو سعه طرح‌های آبخوان‌داری در اولویت قرار می گیرند و مکان مناسبی جهت احداث آب‌بندان هستند. همچنین به‌کارگیری این دو روش برای احداث آب‌بندان می‌تواند اطلاعات بیشتری در اختیار مدیران قرار دهد و آنان را در انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان یاری نماید. روش استفاده‌شده در این پژوهش را می‌توان به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مکانیابی احداث آب‌بندان معرفی و پشنهاد کرد.

پس از تعیین محدوده‌های مستعد احداث آب‌بندان اقدام به بررسی محدوده به وسیله گوگل ارث شد. سپس مناسب‌ترین پهنه برای احداث آب‌بندان در منطقه مورد مطالعه تعیین و پیشنهاد گردید (شکل ۱۷). پیش‌بینی می‌شود، سالانه حدود ۳۸۱۳۷/۵ مترمکعب آب در منطقه پیشنهادی جمع‌آوری گردد (با توجه به وسعت و میزان آبدهی زیر حوزه‌های هیدرولوژیک). کشت محصولات منطقه مورد مطالعه با توجه به محبوبیت کشت به ترتیب گندم، جو و گلزا است. انتظار می‌رود، با احداث آب‌بندان در منطقه مورد مطالعه تنوع کشت، کیفیت و عملکرد محصولات افزایش یابد و منجر به رونق و توسعه اقتصادی و اجتماعی گردد. این مطالعه بهترین مکان را برای احداث آب‌بندان پیشنهاد کرد، اما تصمیم نهایی ممکن است تحت تاثیر نیروهای سیاسی و افکار عمومی باشد.



شکل ۱۷- موقعیت مکان پیشنهادی (حوزه آبخیز قویجق)

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر برای انتخاب بهترین مکان احداث آب‌بندان ترکیب منطق بولین و فازی را بکار برد. ابتدا با بررسی خصوصیات منطقه نسبت به تعیین معیارهای موثر در مکان‌یابی شد. هفت معیار زمین‌شناسی، شیب، عمق خاک، میزان آبدهی زیرحوزه‌ها، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه شناسایی و انتخاب شدند. سپس با مطالعه و به کمک کارشناسان خبره محدوده‌های مستعد برای احداث آب‌بندان تعیین شد. به کمک منطق بولین

مناطق بدون محدودیت برای احداث آب‌بندان شناسایی گردید. نتایج نشان داد جنوب غربی منطقه مورد مطالعه برای احداث آب‌بندان مناسب می‌باشد. همچنین برای فهم اطلاعات بیشتر از مناطق مناسب احداث آب‌بندان، به اولویت‌بندی این مناطق به روش فازی اقدام شد. نتیجه وزن‌دهی به روش بولین نشان داد که ۴/۳ درصد منطقه برای احداث آب‌بندان مناسب می‌باشد. همچنین با ارزیابی مناطق مناسب به روش فازی نتیجه شد، ۰/۴ درصد از محدوده به عنوان مناطق نسبتاً خوب و ۲ درصد از محدوده جزء مناطق خوب و ۱/۹ درصد جزء مناطق بسیار خوب تعیین شدند. نتیجه به‌کارگیری این دو منطق با سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب تسهیل مراحل کار و افزایش دقت نتایج گردید. لذا می‌توان به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مکانیابی احداث آب‌بندان معرفی و پشنهاد کرد. با توجه به فرسایش‌پذیری منطقه و گل‌آلودشدن رودخانه در مواقع سیلابی احداث سازه‌های رسوب‌گیر در مسیر رودخانه و خط انتقال آب به آب‌بندان‌ها به‌منظور جلوگیری از ورود رسوب اقدام نموده و عمر بهره‌برداری از آب‌بندان ها را افزایش داد. با توجه به شرایط فیزیوگرافی منطقه ساخت آب‌بندان‌های کوهپایه‌ای پیشنهاد می‌شود. همچنین با احداث آب بندان‌های بزرگ، فرصت‌های زیادی جهت ایجاد محیط گردشگری و اشتغال‌زایی فراهم گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشگاه گنبدکاووس و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری گرگان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احمدی، س.ح.، حشمت پور، ع. سیدیان، س.م. و کمکی، چ. ب. ۱۳۹۵. مکان‌یابی احداث آب‌بندان با روش تحلیل سلسله مراتبی (در منطقه شمال شهر گرگان)،پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گنبدکاووس.

احمدی زاده، س.ر.، حاجی‌زاده، ف. و ضیائی، م. ۱۳۹۰. ارائه مدل جدید تلفیقی مکان‌یابی مبتنی بر منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (نمونه موردی شهرک صنعتی بیرجند). پژوهش‌های محیطزیست، ۲(۴): ۶۱-۷۴.

امیری، ح.، شفیعی،ی. فخرایی راد، آ. و کشاورز،ح. ۱۴۰۰. پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش منطق فازی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز داراب فارس). مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در برنامه‌ریزی. ۱۲(۳): ۶۲-۴۵

بقراط، ت.، لطیفی، ص. امیر نژاد، ح. و سلیمانی، ک. ۱۳۹۰. نقش ویژگی‌های آب‌بندان بر عملکرد محصول برنج در شرق مازندران پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ۲ (۴): ۲۸-۱۶.

بقراط، ت.، امیر نژاد، ح. و لطفی،ص. ۱۳۸۷. بررسی نقش آب بندان ها (تالاب‌های مصنوعی) شرق مازندران در پرورش آبزیان،اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب،زابل.

توکلی، ع.ر.، فتاحی، ا.ع. رسان نژاد، ح. ابراهیمی،م. و داداری، ع. ۱۴۰۰. معرفی آبندان: سازه های آبی مبتنی بر دانش بومی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،۳۶.

حبیبی، آ.، ایزدیار، ص. و سرافزاری، ا. ۱۳۹۳. تصمیم‌گیری چند معیاره، ۱، رشت، کتیبه گیل، ۱۶۸.

حیدریان،پ.، رنگزن، گ. ملکی، س. تقی‌زاده، ا. و عزیزی قلاتی، س. ۱۳۹۳. مکان یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل های Fuzzy-AHP و Fuzzy-TOPSIS در محیط GIS: مطالعه موردی شهر پاکدشت استان تهران. مجله بهداشت و توسعه. ۳(۱): ۶.

خیراندیش، م. و احمدی، س.ح. ۱۳۹۲. بررسی اقتصادی ایجاد آب‌بندان بر توسعه کشاورزی منطقه محمدآباد گرگان. همایش ملی مدیریت منابع طبیعی.

خیرخواه زرکش، م.م.، ناصری، ح.ر. داوودی، م.ه. و سلامی، ه. ۱۳۸۷. استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه های کرکس – نطنز. پژوهش و سازندگی، ۲۱(۲): ۱۰۱-۹۳.

روهینا، آ.، احمدی، ح. معینی، ا. و شهریور، ع. ۱۳۹۹. مکان‌یابی مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی با استفاده از منطق بولین

و روش AHP در آبخیز امامزاده جعفر گچساران. مجله پژوهش‌های آبخیزداری.

فرخ زاده، ب.، فولادی،م. و یوسفی مهیار، م. ۱۳۹۸. توسعه روش فازی بهبودیافته در پتانسیل‌یابی مکان‌های مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱۳ (۴۴): ۲۷-۱۷.

فرجی‌سبکبار، ح.، حیسن‌پور، س. ملکیان، آ. و کیانی آلرده. ۱۳۹۳. مقایسه کارایی مدل‌های MCDM در مکان‌یابی پخش سیلاب در محیط GIS مطالعه موردی: حوضه آبریز گربایگان. نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸ (۴۹): ۱۹۰-۱۶۷.

مجنونیان، ه. ۱۳۷۷. طبقه‌بندی و حفاظت تالاب‌ها. سازمان حفاظت محیطزیست، ۱، دایره سبز، ۱۷۶.

مخدوم، م.، جعفرزاده، ه. درویش صفت، ع. و مخدوم، ع. ۱۳۹۱. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیطزیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS).۶، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۴.

مدنی، ک.، آقاکوچک، ا. و میرچی، ع. ۱۳۹۶. خشکسالی اقتصادی – اجتماعی ایران: چالش‌های یک ملت ورشکسته آبی (ورشکستگی اقتصادی – اجتماعی آب در ایران)، ترجمه شهره صدری خانلو، فصلنامه صنوبر.

مهرابی، ع. ۱۳۹۰. نقش مدیریت سنتی آب در مشارکت مردمی و سطوح تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب، همایش بین‌المللی سنتی مدیریت منابع آب، یزد.

مهدوی، ع.، نوری امام زاده‌یی، م. مهدوی نجف‌آبادی، ر. و طباطبائی، س.ح. ۱۳۹۰. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره های زیرزمینی به روش منطق فازی در حوضه آبریز دشت شهرکرد. علوم آب‌وخاک. ۱۵ (۵۶): ۶۳-۷۸.

نورمحمدی، پ.، حقی زاده، ع. طهماسبی پور، ن. و زینی وند، ح. ۱۳۹۵. شناسایی مکان‌های دارای پتانسیل استحصال آب باران حوضه‌ی آبخیز سراب صیدعلی الشتر با استفاده از دو روش NRCS-CN و سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) مبتنی بر GIS. مجله اکوهیدرولوژی. ۳(۲): ۲۷۸-۲۹۱.

Andrews, M. 2021.Iran is draining its aquifers dry. Nature (594-476).

Dortaj, A., Maghsoudy, S., Ardejani, F. D. and Eskandari, Z. 2020. A hybrid multi-criteria decision making method for site selection of subsurface dams in semi-arid region of Iran. Groundwater for Sustainable Development, 10: 100284.

Haile, G. and Suryabhagavan, K. V. 2019. GIS-based approach for identification of potential rainwater harvesting sites in Arsi Zone, Central Ethiopia. Modeling Earth Systems and Environment, 5: 353-367.

Robert, L., Ehricch, Jr., Steele Kendi, P.P. 2004. Mainstreaming the wise use of wetlands using international and national instruments.The Science of Total Environment. (214):221-237.

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 129-144

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۱۴۴-۱۲۹

Selecting the Best Location for Constructing a Reservoir for Agricultural Water Supply Using a Combination of Boolean and Fuzzy Logic (Case Study: Qoyijq Watershed)

A. Heshmatpoor[1]* and Y. Mohammadian[2]

Abstract

Providing the required water at different stages of plant growth has always been a major concern for farmers. The irregular spatial and temporal distribution of rainfall creates challenges for farmers in providing the required water for agricultural lands. A significant portion of rainfall occurs during non-agricultural seasons and is lost without storage. Therefore, one of the effective water resource management strategies in northern regions of the country is the construction of Ab-Bandans (traditional water reservoirs). In this study, seven geological criteria, slope, soil depth, sub-basin discharge rate, distance from fault, distance from road, and distance from river were identified and selected according to the characteristics of the region. Then, using Boolean logic, the areas that are unconstrained for constructing water dams were determined. Then, using the fuzzy logic method, unconstrained areas were prioritized to select the best location for reservoir construction. The results of the Boolean method showed that 4.3% of the region is susceptible to constructing water dams. Further analysis of the identified suitable areas using the fuzzy method showed that 0.4% of the area was categorized as relatively suitable, 2% as suitable, and 1.9% as highly suitable for constructing reservoir. Also, using these two logics showed that the southwestern parts of the region are suitable places for reservoir construction.

Keywords: Agriculture, Geographic Information System, Multi-criteria Decision-making, Site Selection, Water Crises

[1] Associate Professor, Department of Range and Watershed management, Faculty of Natural Resources Gonbad Kavous, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran (*Corresponding Author: Heshmatpoura@gmail.com)
[2] Graduated with M.Sc in watershed management, Faculty of Natural Resources Gonbad Kavous, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
Received: 23 Mar 2024
Accepted: 26 Jun 2024