پهنه‌بندی اراضی مستعد پخش سیلاب با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی: جنوب دشت کاشان)

زهرا فیضی[۱]، امیررضا کشتکار[۱*]، آرش ملکیان[۲] و هدی قاسمیه[۳]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۴/۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵)

چکیده

کمبود بارندگی و همچنین نزول بارش‌هایی با شدت نسبتاً زیاد در مدت کوتاه از ویژگی‌های مناطق خشک دنیا ازجمله ایران است که به وقوع سیلاب‌های عظیم و مخرب که هرساله موجب بروز خسارات جانی و مالی فراوان می‌باشد، منجر می‌گردد. مشکل کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا باعث شکننده شدن شرایط زیستی در این مناطق شده است. باتوجه به کاهش مداوم میزان سرانه آب و اهمیت تأمین غذایی افراد جامعه، ضروری است که آب‌های سطحی به‌کمک روش‌هایی از جمله سد سازی و یا روش‌های تغذیه مصنوعی مهار گردند. در این تحقیق، هفت عامل شیب، نفوذپذیری سطحی، قابلیت انتقال آب در آبرفت، کیفیت آبرفت، کاربری اراضی، حجم رواناب و ضخامت لایه هوادار به‌عنوان عوامل مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی جنوب دشت کاشان درنظر گرفته شدند. پس از تهیه لایه‌های رقومی موردنظر، با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن هرکدام از معیارها تعیین گردید. در نهایت نقشه‌های وزندار حاصل و با یکدیگر ادغام و نتایج آن نشان داد که پارامتر کاربری اراضی با وزنی معادل ۲۲٪ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و به‌عنوان اولویت‌های اول در مکان‌یابی پخش سیلاب مطرح گردید. پارامترهای حجم رواناب، نفوذپذیری، شیب، عمق لایه هوادار، ضریب انتقال و کیفیت آبرفت به‌ترتیب اولویت های دوم تا هفتم را به خود اختصاص دادند.

کلمات کلیدی: پخش سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی، دشت کاشان

۱. گروه آموزشی مدیریت مناطق بیابانی، مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران

۲. گروه آموزشی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. گروه آموزشی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی:keshtkar@ut.ac.ir

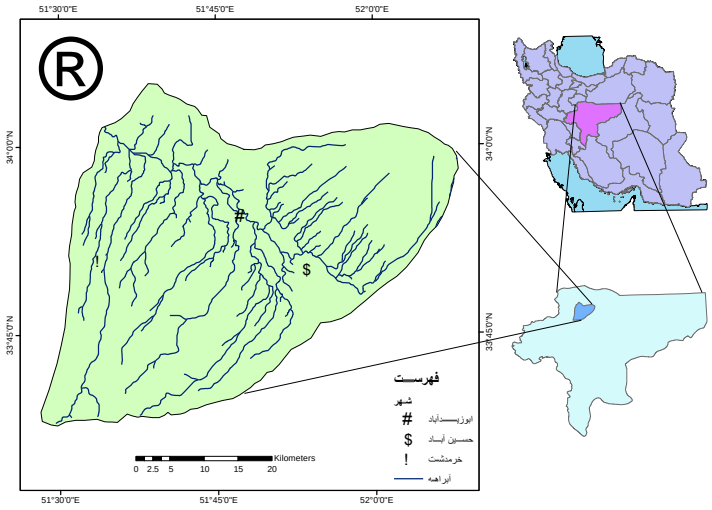
مقدمه

کشور ایران بنا به موقعیت خاص جغرافیایی و ناهمواری‌های بسیار پراکنده و تأثیر عواملی از قبیل ورود توده‌های هوای خارجی، جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌شمار می‌رود (۴). در بسیاری از مناطق کشور تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف تنها از منابع آب زیرزمینی امکان‌پذیر است. لذا این منابع از مهم‌ترین عوامل توسعه اقتصادی و اجتماعی این مناطق به‌شمار می‌رود. از طرف دیگر به‌دلیل عدم اجرای روش‌های مناسب جهت افزایش ذخایر آب زیرزمینی شاهد افت بیش از حد این منابع در مناطق مختلف کشور هستیم. براساس آمار منتشر شده از ۶۰۹ دشت کشور، ۲۹۶ دشت در وضعیت بحرانی قرار دارند (۲۱)، لذا به‌منظور جبران افت سطح آب ناشی از بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی علاوه بر اجرای طرح‌های مهار آب رودخانه‌های دائمی، برنامه‌ریزی و اجرای روش‌های مهار و بهره‌برداری از آب رودخانه‌های فصلی و خشکه رودها، استفاده بهینه از منابع آب‌های سطحی و سیلاب‌ها در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و تأمین آب مورد نیاز در بخش کشاورزی، شرب و صنعت همواره به‌عنوان عامل مؤثر و مهم تلقی و از ضروریات غیرقابل انکار جهت بهره‌وری بهینه منابع طبیعی تجدید شونده به‌شمار می‌روند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور به‌علت عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی تجدید شونده، نه تنها بهره‌برداری بهینه از منابع آبی صورت نمی‌پذیرد بلکه این عامل حیات بخش به‌صورت یک بلای طبیعی در آمده و سالیانه باعث خسارات مالی و جانی زیادی گردیده است. درحالی‌که می‌توان با اتخاذ راهبردهای کارآمد و با صرف هزینه‌های کمتر و کمترین زیان‌های محیط زیستی، برای دستیابی به اهداف چند منظوره، از سیلاب‌ها استفاده نمود (۵). در حال حاضر عملیات پخش سیلاب بر آبخوان‌ها یکی از روش‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. از سوی دیگر تعیین مکان‌های مناسب با استفاده از روش‌های سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و باعث بروز خطا می‌شود.

به‌منظور دستیابی به نتایج کارآمد و مفید، شناسایی و تعیین عوامل مؤثر برای شناخت مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی، بسیار مهم و ضروری است. در زمینه پهنه‌بندی مناطق مناسب جهت پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی در ایران و جهان تحقیقات زیادی در منابع علمی داخلی و خارجی منتشر شده است که از جمله می‌توان به مطالعات اصغری پور دشت برزگ در شمال اندیمشک (۲)، امیری و یعقوبی در علی‌آباد دمق- ایلام (۴)، جمالی و همکاران در حوزه آبخیز میانکوه یزد (۶)، حکمت پور و همکاران در دشت ورامین (۹)، مهدوی و همکاران در حوزه آبخیز دشت شهرکرد (۱۸)، حسن‌پور و همکاران در دشت فسا (۸)، زرچشم و همکاران در حوزه ماکشید استان سیستان و بلوچستان (۱۱)، زکی‌زاده و ملکی‌نژاد (۱۲)، کریمی و همکاران در چرداول استان ایلام (۱۶)، ملکیان و همکارن حوزه آبخیز ایور استان خراسان شمالی (۱۷)، کریشنامورتی و سرینی‌وارز در حوضه مارودایر هند (۲۷)، ساراف و چودوهوری در حوضه مادیا پرادش هند (۳۳)، سرکانگار و همکاران در زیرحوضه رودخانه کانهان هند (۳۴)، شریف و همکاران در منطقه جازن عربستان سعودی (۳۵)، دهمرده‌قلعه‌نو و همکاران در حوضه هامون سیستان (۲۵)، مرادی دشت‌پاگردی و همکاران در منطقه چهارمحال و بختیاری (۲۹)؛ اشاره نمود که در ادامه برخی از آنها به‌طور مختصر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. آل‌شیخ و همکاران (۳) در تحقیقی به مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز سمل اهرم بوشهر پرداختند. هدف آنها تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و به‌کار بردن لایه‌های اطلاعات محیطی نظیر شیب، بافت خاک، نفوذپذیری، عمق آبرفت و غیره در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌منظور مدیریت اراضی و جلوگیری از فرسایش خاک بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مدل ضرب فازی بهترین مدل تلفیقی برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد استفاده می‌باشد. امیری و یعقوبی (۴) در تحقیقی به ارزیابی عرصه‌های پیشنهادی پخش سیلاب در علی‌آباد دمق- ملایر پرداختند. به‌منظور ارزیابی عرصه‌های پیشنهادی برای پخش سیلاب، از فاکتورهایی از جمله شیب

توپوگرافی، نفوذپذیری، قابلیت انتقال، هدایت الکتریکی آب و وضعیت لیتولوژی منطقه استفاده و به‌علت در دسترس نبودن پارامترهای هیدرودینامیک، به حفاری چاهک‌ها و آزمایش نفوذپذیری به‌روش استوانه مضاعف در عرصه و آزمایش پمپاژ در سفره آب زیرزمینی اقدام نمودند. نتایج حاصل نشان داد که عرصه‌های پیشنهادی پخش سیلاب با داشتن نفوذپذیری ۵/۷ سانتی‌متر بر ساعت، شیب توپوگرافی ۲/۴۲٪ و ضخامت آبرفت ۶۰-۲۵ متر دارای شرایط مناسبی برای پخش سیلاب است. زرچشم و همکاران (۱۱) به تعیین مناطق مناسب عملیات پخش سیلاب در حوزه آبخیز ماکشید استان سیستان و بلوچستان با تلفیق سنجش از دور و سیستم پشتیان تصمیم‌گیری پرداختند. در این تحقیق چهار معیار اصلی شامل خصوصیات سیلاب، وضعیت نفوذپذیری، کاربرد آب در منطقه و خسارات سیلاب مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه شاخص حجم سیلاب از معیار اصلی خصوصیات سیلاب و نیاز آبی شرب و کشاورزی از معیار اصلی کاربرد آب به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی پخش سیلاب در حوضه مورد مطالعه شناخته شد. کریمی و همکاران (۱۶) به مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی در حوزه آبخیز چرداول استان ایلام با استفاده از مدل منطق بولین پرداختند. آنها در پژوهش خود از شاخص‌هایی از قبیل شیب، کاربری اراضی، سنگ‌شناسی، بارندگی، شبکه آبراهه و ضخامت آبرفت استفاده نمودند. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین عرصه‌ها برای پخش سیلاب منطبق بر شیب کمتر از ۶ درصد، دارای رسوبات نفوذپذیر با ضخامت آبرفت بالا، فاصله کمتر از ۵۰ متری از شبکه زهکشی، کاربری با قابلیت انتقال بالا و بارندگی بیشتر از ۵۵۰ میلی‌متر می‌باشد. خاشعی و همکاران (۱۰) به بررسی کاربرد تحلیل سلسله مراتبی فازی در تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران دشت بیرجند پرداختند. در این پژوهش از روش لامبدای ماکزیمم و ترکیب روش‌های فازی و FAHP استفاده شد. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین قسمت‌های سطح دشت از نظر جمع‌آوری آب باران بیشتر در قسمت شرقی دشت واقع شده‌اند و مقایسه نتایج به‌دست آمده از روش FAHP با موقعیت سازه‌های احداث شده در سطح دشت نیز حاکی از این بود که این سازه‌ها در طبقه خوب واقع شده‌اند. افتخاری اهندانی و همکاران (۱) به شناسایی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب تغذیه آب زیرزمینی در حوزه آبخیز گلبهار (خراسان رضوی) پرداختند.

در این پژوهش از یک مدل مفهومی بارندگی-رواناب استفاده و سپس با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS نقشه پتانسیل رواناب و تغذیه آب زیرزمینی تولید و در ادامه اولویت‌بندی مناطق مناسب تغذیه مصنوعی انجام شد. نتایج نشان داد که زیرحوضه‌هایی از نظر اقتصادی دارای شرایط مناسب‌تری برای استحصال آب هستند که از نظر مجموع آب قابل جمع‌آوری دارای مقادیر بیشتری بوده و هزینه استقرار کمتری دارند. همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند و مفید برای تهیه، پردازش، تلفیق لایه‌ها و استخراج داده‌ها از لایه‌های تهیه شده و آنالیز و مدیریت داده‌های مکانی معرفی گردید. کریشنامورتی و سرینیوالس (۲۷) در تحقیقی که با هدف تعیین مناطق مناسب برای تغذیه آب‌های زیرزمینی در جنوب هند انجام شد، از فن‌آوری سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده نمودند. در این تحقیق عوامل زمین‌شناسی، توپوگرافی، گسل‌ها و شکستگی‌ها، منابع آب‌های سطحی، شبکه زهکشی، تراکم آبراهه و شیب مورد بررسی قرار گرفت و سپس وزن هریک از عوامل را براساس اهمیت آن تعیین و پس از تلفیق عوامل با یکدیگر، نقشه مناطق مستعد تغذیه مشخص گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مناطق مناسب برای پخش سیلاب، رسوبات کواترنر و مناطق با شیب کمتر از پنج درصد است. شریف و همکاران (۳۵) با استفاده از سیستم جغرافیایی و سیستم پشتیبان تصمیم‌گیر به تعیین مناسب‌ترین مناطق تغذیه مصنوعی در منطقه جازن عربستان صعودی پرداختند. فاکتورهای مورد استفاده شامل نقشه‌های بارش مازاد، شیب، ضریب رواناب، پوشش اراضی، کاربری اراضی و ساختار خاک بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اراضی با شیب چهار تا هشت درصد



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی در استان اصفهان و ایران

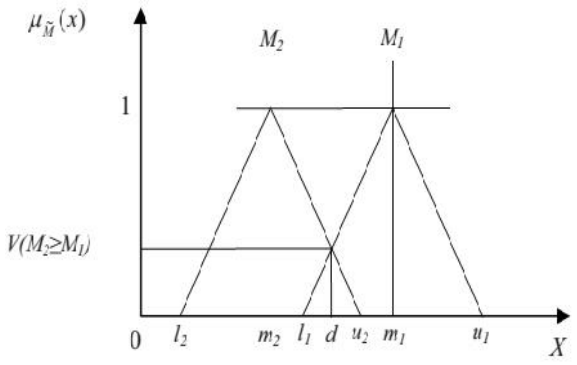
و خاک شنی لومی تا سیلتی لومی و بارش ۱۰۰ تا ۲۷۰ میلی‌متر، اراضی مناسب پخش سیلاب می‌باشند. سارگونکار و همکاران (۳۴) در پژوهشی به مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از مدل منطق بولین و فازی پرداختند. در این مطالعه فاکتورهای شیب، نفوذپذیری، ضخامت آبرفت، کاربری و کیفیت آبرفت استفاده و نتایج نشان داد که تکنیک‌های تجزیه و تحلیل مکانی می‌توانند ابزار مناسبی برای مکان‌یابی پخش سیلاب باشند. دشت کاشان نیز از جمله مناطق خشک و بیابانی ایران می‌باشد که از نظر منابع آبی دارای محدودیت بسیار زیادی است. با توجه به استمرار خشکسالی‌های اخیر و به تبع آن کاهش چشمگیر منابع آبی قابل دسترس، افت شدید سطح آبخوان های دشت کاشان ناشی از افزایش سطح زیر کشت باغات و اراضی زراعی که شدیداً وابسته به منابع آب زیرزمینی بوده از یک سو، و افزایش رواناب‌های سطحی و وقوع سیلاب‌های ناگهانی ناشی از کاهش شدید پوشش گیاهی طبیعی منطقه از سوی دیگر، ضرورت تحقیق در زمینه تغذیه منابع آب زیرزمینی با استفاده از کنترل رواناب‌های سطحی را در منطقه مطالعاتی دو چندان نموده است. لذا در همین راستا، تحقیق حاضر به بررسی عوامل مؤثر در شناسایی مناطق مستعد پخش سیلاب و تعیین اراضی مناسب با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی فازی در محدوده جنوبی دشت کاشان پرداخته است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه بخشی از دشت کاشان واقع در جنوب دشت کاشان در محدوده ابوزیدآباد که در شمال استان اصفهان و جنوب‌غرب استان تهران و در حاشیه دریاچه نمک با مساحت ۱۹۰۰ کیلومتر مربع و بین طول‌های جغرافیایی ۴۷ ″۲۷ ° ۵۱ تا ۰۷° ″۰۸ ° ۵۲ شرقی و ۱۸° ″۳۷ ° ۳۳ تا ۱۸ ″۳۷ ° ۳۴ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). محدوده مطالعاتی در حوزه آبخیز درجه یک فلات مرکزی ایران و در حوزه آبخیز درجه دو دریاچه نمک واقع شده است و از جنوب به نطنز و کوه کرکس، از غرب به قمصر و برزک، از شرق به بادرود و کوه یخاب و از شمال به کاشان و آران و بیدگل و محدوده دریاچه نمک و کویر مرکزی محدود می‌شود. اقلیم منطقه باتوجه به‌روش دومارتن، خشک می‌باشد (۲۰). متوسط بارندگی و متوسط دمای سالانه ایستگاه محمدآباد به‌ترتیب ۱۲۲ میلی‌متر و ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

روش تحقیق

در این تحقیق پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی پایه مورد نیاز،



شکل ۲. درجه امکان(۱۱) V (M₂ ñ M₁)

برای شناسایی مناطق مستعد پخش سیلاب در حوزه مطالعـاتی از فرایند تحلیل سلسـله مراتبـی فـازی اسـتفاده گردیـد. در فراینـد مکان‌یابی پس از تبیین اهداف کلی، بیان مقاصد، اهداف عملیـاتی مکان‌یابی و تهیه گزینه‌های مختلف برای رسیدن به مکـان بهینـه، ارزیابی صورت می‌گیرد تا براساس شایستگی هریک از گزینه‌هـا، گزینه مطلوب یا برتر انتخاب شود (۷). برای سـنجش شایسـتگی نسبی هریک از گزینه‌هـا، معمـولاً از معیارهـا اسـتفاده مـی‌شـود. انتخاب مکان مناسب برای پخـش سـیلاب یـا بـه عبـارت دیگـر مکان‌یابی نیز از این قاعده مستثنی نیست.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

تکنیک‌های تجزیه و تحلیل چندمعیاره، ابزاری قوی در ارتباط با تصمیم گیری در مسائل پیچیده ای که در آنها جنبه‌های فنـاوری شده، اقتصادی، محیطی و اجتماعی می‌باید در نظر گرفته شوند، هستند(۳۱). تحلیل توسعه‌ای یکی از ساده‌ترین و متـداول‌تـرین روش‌های تحلیل چند معیاره فازی است که مبتنی بر اسـتفاده از اعداد فازی مثلثی و مقایسه‌های زوجـی بـوده و توسـط چانـگ (۲۴) توسعه یافته است. در ایـن روش پـس از تشـکیل سلسـله مراتب تصمیم‌گیری، باتوجه به میزان اهمیت هر معیار یک عـدد فازی مثلثی به آن اختصـاص مـی‌یابـد و مـاتریس‌هـای مقایسـه زوجی برای هر سطح از سلسله مراتـب ایجـاد مـی‌شـود. عـدد فازی مثلثی نوع خاصی از اعداد فازی اسـت کـه بـا اسـتفاده از سه‌تایی مرتب (m، u و ۱) و رابطه تعریف می‌گردد. در هر عدد فازی مثلثی ۱ حد پایینی، u حـد بـالایی و m نیـز مقـدار میانـه است (۲۶، ۲۸، ۳۶).

$$m\tilde{}\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-i}{m-i}, & i\le x\le m\\ \dfrac{u-x}{u-m}, & m\le x\le u\\ 0, & \text{otherewise}\end{cases} \qquad [۱]$$

مراحل مختلف روش تحلیل توسعه‌ای چانگ بـه صـورت ذیـل است (۱۳، ۱۴، ۲۴):

گام ۱: مقدار ترکیبی فازی S_k نسبت به معیار i ام بـا اسـتفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$S_k=\sum_{j=1}^{n}M_{kj}*\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}M_{ij}\right]^{-1} \quad i=1,2,\ldots,n. \qquad [۲]$$

که در آن (×) به معنی ضرب گسترده دو عدد فازی اسـت و هریک از اعداد فازی به‌دست آمده، نشان دهنده وزن نسبی یـک معیار (یا گزینه) نسبت به یک معیار دیگر می‌باشد.

گام ۲: در این گام درجه بزرگی S_k به دست می‌آید. به طوری‌که اگـر M_1 و M_2 دو عـدد فـازی مثلثـی باشـد درجـه بزرگـی $M_2 = (i_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (i_1, m_1, u_1)$ بـا اسـتفاده از رابطـه ۳ تعریف می‌شود.

$$m\tilde{}\mu(x)=\begin{cases}1, & m_2\ge m_1\\ \dfrac{u_1-i_2}{(u_1-m_1)-(m_2-i_2)}, & \text{otherewise}\\ 0, & u_1\ge i_2\end{cases} \qquad [۳]$$

در رابطه فوق،

$M_1=(l_1, m_1, u_1)$, $M_2=(l_2, m_2, u_2)$, $u(d)=V(M_2\ge M_1)$

می‌باشد و همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌گردد، d مختصات بالاترین نقطه تقاطع بین u_{M2} و u_{M1} است.

جدول۱. مقیاس زبانی و فازی مورد استفاده در مقایسات زوجی (۲۲)

مقیاس زبانی	عدد فازی مثلثی معادل	معکوس عدد فازی مثلثی معادل
اهمیت یکسان	۱, ۱, ۱	۱, ۱, ۱
برتری ضعیف	۲, ۲/۳, ۱	۱, ۳/۲, ۲/۱
برتری متوسط	۲/۵, ۲, ۲/۳	۳/۲, ۲/۱, ۵/۲
برتری قوی	۳, ۲/۵, ۲	۲/۱, ۵/۲, ۳/۱
برتری بسیار قوی	۲/۷, ۳, ۲/۵	۵/۲, ۳/۱, ۷/۲
برتری مطلق	۴, ۲/۷, ۳	۳/۱, ۷/۲, ۴/۱

گام ۳: درجه امکان یک عدد فازی محدب از درجه امکان k عدد فازی محدب $(i = ۱,۲,\ldots,k)M_i$ بیشتر است. این مفهوم به صورت ذیل قابل تعریف است.

$$V(M^{3}M_{۱}, M_{۲},\ldots M_K) = V\left(M^{3}M_{۱}\right)V\left(M^{3}M_{۲}\right) \text{ and}\ldots\text{and} V\left(M^{3} M_K\right) = MinV\left(M^{3}M_K\right), \quad i = ۱,۲,\ldots, k. \qquad [۴]$$

چنانچه رابطه ذیل مفروض گردد:

در این صورت برای $k^{1}I; k = ۱,۲,\ldots,n$ بردار وزن با استفاده از رابطه ۵ به‌دست می‌آید.

$$d'(A) = \min V\left(S_i {}^{3}S_k\right) \qquad [۵]$$

گام ۴: پس از نرمال‌سازی w' ، بردار وزن نرمال شده مطابق رابطه ۶ محاسبه می‌گردد که در آن W یک عدد غیرفازی است.

$$W = \left(d\left(A_{۱}\right), d\left(A_{۲}\right),\ldots d\left(A_n\right)\right)^{T} \qquad [۶]$$

لازم به یادآوری است که سازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که بایستی همواره در فرآیند تصمیم‌گیری لحاظ شود. سازگاری قضاوت‌ها در فرآیند مذکور با محاسبه نسبت سازگاری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

روش اجرایی مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی برای منطقه مطالعاتی به شرح ذیل بوده است (۱۳، ۲۲):

(۱) ایجاد ساختار سلسله مراتبی؛

(۲) مقایسه دوبه‌دوی المان‌های ساختار سلسله مراتبی؛

(۳) محاسبه وزن‌های نسبی و نهایی؛

(۴) آزمایش سازگاری؛ و

(۵) رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها.

مقایسه دو به دو عوامل با استفاده از مقیاسی که از مطلوبیت یکسان تا کاملاً مطلوب‌تر طراحی شده، انجام می‌گیرد. بدین منظور از جدول ارائه شده توسط کرمن و همکاران (۲۶) استفاده گردید (جدول ۱). برای انجام این کار تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی که معمولاً از مقایسه گزینه‌ها یا شاخص‌های i ام نسبت به گزینه‌ها یا شاخص‌های j ام استفاده می‌کنند (۱۹). در نظرات شفاهی که برای شاخص‌های کیفی به کار می‌روند، یک نکته باید درنظر گرفته شود چنانچه اگر اهمیت عنصر i بر j برابر n باشد، اهمیت j بر i برابر ۱/n است (۱۳، ۱۵). پس از مقایسه زوجی، با بدست آوردن وزن نسبی و نهایی هریک از معیارها امتیاز نهایی هریک از معیارها تعیین می‌گردد.

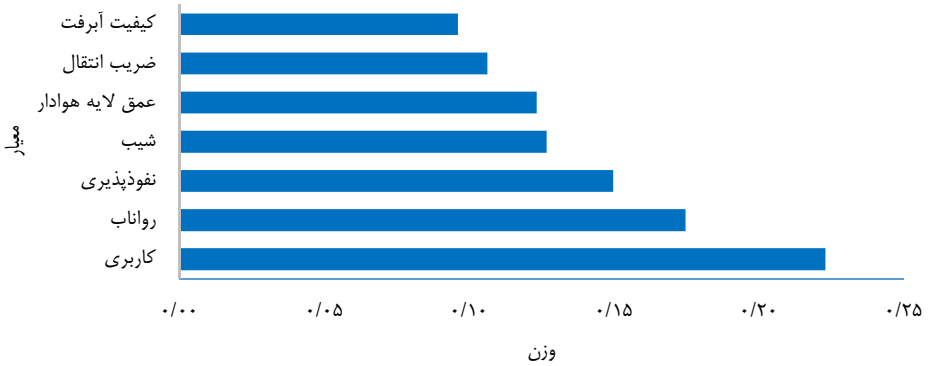
پس از وزندهی به معیارها می‌بایست نرخ ناسازگاری (Ir) تعیین شود. طبق دانش و تجربیات حاصل از عملی کردن‌های مختلف تحلیل سلسله مراتبی، ساعتی و وارگاس (۳۰-۳۲) پیشنهاد کردند که اگر نرخ ناسازگاری از مقدار "۰/۱" تجاوز کند، نیاز است که ماتریس مقایسه بازنگری شود (۱۵). سپس کلیه وزن‌های به‌دست آمده درمحیط نرم افزار Arc Gis9.3 برروی نقشه‌های مربوطه اعمال و نقشه‌های نهایی برای هر معیار تهیه گردید. در نهایت با تلفیق لایه‌ها در نرم‌افزار Arc Gis9.3 نقشه نهایی مکان‌یابی به‌دست آمد.

نتایج و بحث

تحقیق حاضر در پی نظرخواهی از متخصصان با هدف

جدول۲. وزن نهایی معیارهای انتخابی در مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب

کیفیت آبرفت	ضریب انتقال	عمق لایه هوادار	شیب	نفوذپذیری	حجم رواناب	کاربری	معیار
۰/۰۹۶	۰/۱۰۶	۰/۱۲۳	۰/۱۲۷	۰/۱۵۰	۰/۱۷۵	۰/۲۲۳	وزن نرمال



شکل۳. وزن نهایی معیارهای انتخابی در مکان‌یابی پخش سیلاب جنوب دشت کاشان

مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در جنوب دشت کاشان و تعیین اهمیت و الویت عوامل مختلف در امر مکان‌یابی صورت گرفت. در این تحقیق به‌منظور تعیین عرصه‌های مناسب پخش سیلاب، عوامل شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت لایه هوادار، توانایی انتقال آب در آبرفت، کیفیت آبرفت و کاربری مورد بررسی قرار گرفت و لایه‌های رقومی هر یک از عوامل با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی وزندهی شد. درنهایت به‌کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد پخش سیلاب تهیه شد.

پس از تعیین هدف و تشکیل ماتریس مقایسه، به‌منظور محاسبه وزن نسبی معیارها و نیز تعیین سهم هریک در انتخاب مؤثرترین معیار جهت عملیات پخش سیلاب از روابط زیر استفاده گردید.

$C_1 = (6/5, 9/17, 12) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_2 = (4/63, 6/5, 9/83) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_3 = (4/73, 6/33, 9/67) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_4 = (5/17, 7/67, 11) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_5 = (4/07, 5/5, 8/17) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_6 = (9, 12, 15) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

$C_7 = (4/07, 6/83, 8/67) \times (0/026, 0/019, 0/013)$

باتوجه به درجه ارجحیت محاسبه شده برای هر معیار خواهیم داشت:

$W' = (W'_1, W'_2, W'_3, W'_4, W'_5, W'_6, W'_7)$

$W' = (0/48, 1, 0/43, 0/67, 0/55, 0/57, 0/78)$

پس از نرمال کردن W'، وزن معیارها به‌صورت ذیل به‌دست آمد.

$W = (0/106, 0/223, 0/096, 0/15, 0/123, 0/127, 0/175)^T$

بدین‌ترتیب، براساس مقایسات زوجی انجام شده، وزن هریک از معیارها مطابق جدول (۲) تعیین گردید.

براساس محاسبات انجام شده، پس از بازبینی ماتریس‌های مقایسه زوجی ناسازگار و وزندهی مجدد، حداکثر نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی برای اعداد میانی برابر ۰/۰۹ و برای میانگین هندسی حدود بالا و پایین اعداد مثلثی برابر ۰/۰۳ (کمتر از ۰/۱) به‌دست آمد. لذا قضاوت‌های انجام گرفته سازگار بوده و

استفاده از آن‌ها در ادامه فرآیند انتخاب بلامانع بود.

ارزش نسبی وزن معیارها

معیار حجم رواناب

برآورد حجم رواناب حاصل از بارش‌های جوی، شالوده مطالعات بسیاری از طرح‌های مختلف توسعه و بهره‌برداری از منابع آب را تشکیل می‌دهد. نخستین گام برای برنامه‌ریزی مهار و تغذیه سفره در هر منطقه، بررسی میزان رواناب حوضه به‌منظور اولویت‌بندی مناطق در ارزش‌گذاری است (۲۲). در این مطالعه با استفاده از مدل تجربی سازمان حفاظت خاک آمریکا استفاده گردید. از نظر رواناب باید حجم قابل قبولی در منطقه ایجاد شده که عملیات پخش سیلاب مقرون به‌صرفه باشد بنابراین حجم رواناب بیش از ۴۷۰۰ مترمکعب به‌عنوان طبقه مناسب درنظر گرفته شد.

معیار شیب

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب و تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی، شیب است که نقش مهمی در کنترل عواملی مانند سیل و نفوذپذیری دارد (۸). براساس تجربیات محققان داخلی و خارجی مناسب‌ترین شیب برای پخش سیلاب درحد صفر تا دو الی سه درصد است (۸ و ۲۸). نتایج نشان داد که بیشتر مناطق مناسب در شیب‌های ۵-۲ درصد قرار گرفته است که نشان دهنده تأثیر به‌سزای این عامل در اجرای طرح‌های پخش سیلاب می‌باشد و با نتایج زکی‌زاده و ملکی‌نژاد (۱۲) و بیمال (۲۳) مبنی بر اینکه عرصه‌های با شیب کمتر از ۶ درصد جهت پخش سیلاب مناسب می‌باشند همخوانی داشت.

معیار ضخامت لایه غیراشباع

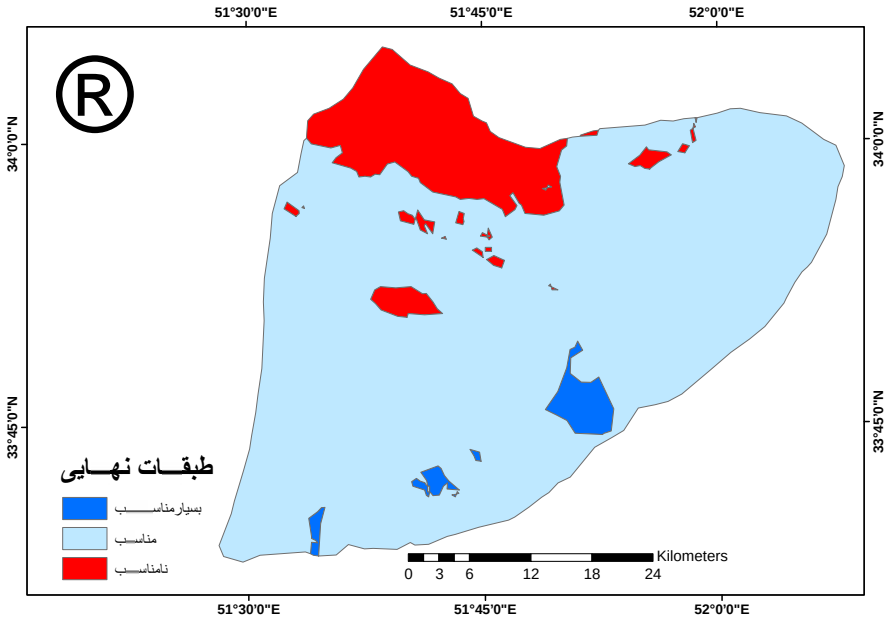
یکی از عوامل تأثیرگذار در تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی، قسمت غیراشباع آبرفت است. از نظر تئوری میزان ضخامت لایه هوادار با میزان ذخیره آب دارای رابطه مستقیم می‌باشد بنابراین با افزایش ضخامت این لایه میزان ذخیره آب نیز افزایش می‌یابد. با بررسی نتایج مربوط به معیار ضخامت لایه غیراشباع و بهره‌گیری از دیدگاه‌های کارشناسی و مطالعات پیشین، مشخص شد که زون مربوط به طبقه بیشتر از ۸۰ متر اولویت اول را در مکان‌یابی پخش سیلاب دارند. نتایج این تحقیق با یافته‌های حاصل از پژوهش‌های امیری (۴) و مهدوی (۱۸) همخوانی داشت.

معیار کیفیت آبرفت

به‌منظور تعیین کیفیت آبرفت، کیفیت آب زیرزمینی بررسی گردید. کیفیت آب زیرزمینی تعیین کننده میزان مواد شیمیایی و بیولوژیکی رسوبات بوده و در تشخیص آب برای مصارف معین، اهمیت به سزایی دارد (۸). با بررسی معیار کیفیت آب زیرزمینی و طبقه‌بندی معیار کیفی از لحاظ پارامتر هدایت الکتریکی صورت گرفت. در نهایت طبقه کیفی ۱۰۰۰-۰ میکروموس بر سانتی‌متر به‌عنوان مناسب‌ترین طبقه انتخاب گردید چرا که با افزایش میزان هدایت هیدرولیکی از کیفیت آبرفت و به دنبال آن از کیفیت آب کاسته شده و استفاده از آب با کیفیت کمتر خود نیازمند صرف هزینه‌های بالا جهت قابل بهره‌برداری کردن آن می‌باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج حاصل از مطالعات امیری (۴) و مهدوی (۱۸) مطابقت داشت.

معیار نفوذپذیری سطحی

تأثیر این عامل در کاهش تبخیر و تعرق نمایان می‌شود، به‌نحوی که اگر نفوذپذیری پایین باشد، در شیب‌های کم آب در روی سطح زمین باقی‌مانده تبخیر آن باعث افزایش املاح می‌شود (۴). نتایج حاصل نشان داد که نفوذپذیری بیش از ۴۵ میلی‌متر بر ثانیه مناسب‌ترین کلاس جهت پخش سیلاب می‌باشد که با نتایج محمدنور (۲۸) نیز مطابقت داشت.



شکل۴. مناطق مستعد پخش سیلاب در جنوب دشت کاشان با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی

معیار ضریب انتقال

توانایی انتقال آب در آبرفت، یکی از ضرایب هیدرودینامیکی است که نشان‌دهنده‌ی حرکت آب در محیط متخلخل است. این ضریب با نفوذپذیری، تخلخل، آبدهی سفره، افت ویژه، دبی ویژه و ضریب ذخیره آبخوان نسبت مستقیم دارد (۱۹). بر اساس نتایج حاصل مناطق دارای قابلیت انتقال ۶۰۰ – ۳۰۰ متر مربع در ثانیه به‌عنوان عرصه‌های مناسب جهت پخش سیلاب تعیین گردید.

معیار کاربری اراضی

در زمینه مهار و گسترش سیلاب، نوع بهره‌برداری از زمین دارای اهمیت خاصی می‌باشد. وجود مناطق مسکونی، بخش کشاورزی، باغات و کفه‌های نمکی و مواردی از این قبیل باعث ایجاد محدودیت در اجرای برنامه پخش سیلاب می‌گردد. از میان انواع کاربری‌های مختلف تنها مراتع ضعیف از نظر پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شدند تا منابع پوشش گیاهی طبیعی منطقه نیز تخریب نگردند. بررسی‌ها نشان داد که نتایج حاصل با نتایج افتخاری (۱۸) و مهدوی (۱) نیز همخوانی داشت.

به‌منظور ترسیم نقشه‌های وزندار، وزن‌های نرمال به‌دست آمده برای هر معیار از ابزار Spatial Analyst Tools در نرم‌افزار Arc Gis9.3 به نقشه رستری هرکدام از معیارها اضافه و درنتیجه نقشه وزن‌دار مطابق شکل شماره (۴) تولید گردید.

نتیجه‌گیری

تاکنون تحقیقات گوناگونی درخصوص تعیین عوامل مؤثر در مکان‌یابی و تعیین عرصه‌های مستعد و مناسب اجرای سیستم‌های پخش سیلاب صورت گرفته است که در همین راستا تحقیق حاضر به تعیین درجه اهمیت و میزان تأثیرگذاری هفت عامل مهم مورد بررسی با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی پرداخته است. استفاده از مدل مذکور با استفاده از مقادیر فازی این امکان را میسر ساخت تا شرایط لازم به‌منظور کاهش میزان عدم‌قطعیت و افزایش میزان اطمینان در تعیین دقیق‌تر درجه تأثیرگذاری و الویت هر یک از این هفت عامل مهیا گردد.

باتوجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، پارامتر کاربری

اراضی با وزنی معادل ۲۲٪ بیشترین وزن را به‌خود اختصاص داده و به‌عنوان اولویت‌های اول در مکان‌یابی پخش سیلاب مطرح گردید. پارامترهای حجم رواناب، نفوذپذیری، شیب، عمق لایه هوادار، ضریب انتقال و کیفیت آبرفت به‌ترتیب اولویت های دوم تا هفتم را به‌خود اختصاص دادند.

همچنین براساس نتایج حاصل از تلفیق لایه‌ها و وزن نهایی حاصل از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی محدودهٔ شمال‌غربی تا جنوب‌شرقی منطقه با مساحت ۱۶۲۵ کیلومترمربع برای عملیات پخش سیلاب در کلاس مناسب، بخش کوچکی در جنوب شرق و جنوب منطقه با مساحت ۵۳ کیلومتر مربع در کلاس بسیار مناسب و بخش شمال غربی و همچنین بخش کوچکی در مرکز منطقه با مساحت ۲۲۲ کیلومترمربع در کلاس نامناسب قرار گرفته است.

منابع مورد استفاده

۱. افتخاری‌اهندانی، س.، و. بردی‌شیخ.، ن. نورا.، س ج. طباطبایی‌یزدی و د. اخضری. ۱۳۹۳. شناسایی واولویت‌بندی مکان‌های مناسب تغذیه آب زیرزمینی در سیستم حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گلبهار، خراسان رضوی)، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک ۱۲(۳): ۳۰-۱.

۲. اصغری‌پور دشت بزرگ، ن.، م ر. ثروتی و ف. عظیمی. ۱۳۹۰. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی در شمال اندیمشک. فصلنامه جغرافیایی سرزمین ۸(۳۲):۱۱۲-۹۹.

۳. آل شیخ، ع ا.، م ج. سلطانیو ح. هلالی. ۱۳۸۰. کاربرد GIS در مکان‌یابی عرصه‌های پخش سیلاب. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۶۷: ۳۸-۲۲.

۴. امیری، م. و ب. یعقوبی. ۱۳۸۵. ارزیابی عرصه پیشنهادی پخش سیلاب در علی آباد دمق- ملایر. زمین شناسی ایران ۴(۲): ۸۹- ۹۹.

۵. تقوایی ابریشمی، ع ا. ۱۳۸۵. همزیستی با سیل با بررسی روش‌های بهره‌وری از سیلاب. کارگاه فنی همزیستی با سیلاب. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۶. جمالی، ع ا.، پ. عشوریو ص. زارع‌کیا. ۱۳۸۹. تعیین و اولویت‌بندی پهنه‌های مناسب پهش سیلاب برای تغذیهٔ قنات، چاه‌ها و چشمه‌ها در مناطق خشک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز میان‌کوه یزد). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۷(۱): ۱۱۴-۱۰۶.

۷. چابک بلداجی، م.، م. حسن‌زاده نفوتیو ز. ابراهیمی خوسفی. ۱۳۸۹. مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) (مطالعه موردی حوزه آبخیز عشق آباد طبس). مجله علمی- پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران ۱۳(۴): ۳۸-۳۱.

۸. حسن‌پور، س.، ا. شعبانیو س. رحیمی. ۱۳۹۰. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب دشت فسا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). همایش ملی ژئوماتیک ، اردیبهشت ۱۳۹۰.

۹. حکمت‌پور،م.، س. فیض‌نیا.، ح. احمدیو ا. خلیل پور. ۱۳۸۶. پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی در دشت ورامین به‌کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS). محیط‌شناسی ۳۳(۴۲): ۸-۱.

۱۰. خاشعی‌سیوکی، ع.، ا. اکبرپور.، ا. کشاورزو ح. فروغی‌فر. ۱۳۹۲. کاربرد تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران (مطالعه موردی: دشت بیرجند). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک۲۰(۶): ۱۰۶-۸۷.

۱۱. زرچشم، م ر.، م. خیرخواه زرکشو د. قاسمیان. ۱۳۹۰. تلفیق GIS و سامانه پشتیان تصمیم‌گیری جهت تعیین مناطق مناسب عملیات پخش سیلاب (منطقه موردی حوزه آبخیز ماشکید استان سیستان و بلوچستان). همایش ملی ژئوماتیک اردیبهشت ۱۳۹۰.

۱۲. زکی‌زاده، ف. و ح. ملکی‌نژاد. ۱۳۹۱. مکان‌یابی مناطق مناسب برای پهش سیلاب با استفاده از GIS و مدل ریاضی بولین. اولین کنفرانس ملی سامانه‌های آبگیر باران، مشهد مقدس، ۲۲ تا ۲۳ آذرماه ۱۳۹۱.

۱۳. زنجیرچی، م. ۱۳۹۳. *فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی*. انتشارات صانعی شهمیرزادی، تهران.

۱۴. سقایی، ع. و ع. خلیلو. ۱۳۸۹. به‌کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تئوری فازی در آنالیز SWOT. فصلنامه مدیریت ۲۶: ۱-۱۴.

۱۵. قدسی‌پور، ح. ۱۳۸۳. *مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره*. انتشارات دانشگاه امیر کبیر، تهران.

۱۶. کریمی، ح.، ب. ناصریو ف ا. نادری. ۱۳۹۲. تعیین عرصه‌های مناسب برای پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی در حوزه آبخیز چرداول استان ایلام با استفاده از مدل منطق بولین. نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران ۲۱: ۷۶-۷۱.

۱۷. ملکیان، آ.، ح. علی‌پور.، م م. خیرخواه‌زرکشو س. قره‌چلو. ۱۳۹۳. کاربرد سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری در مکان‌یابی پخش سیلاب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ایور استان خراسان شمالی). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۶۹: ۱۷۷- ۱۶۵.

۱۸. مهدوی، ع.، م ر. نوری امامزاده‌یی.، ر. مهدوی‌نجف‌آبادی و س ح. طباطبائی. ۱۳۸۹. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی به‌روش منطق فازی در حوزه آبریز دشت شهرکرد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۵۶: ۷۶- ۶۳.

۱۹. مهندسی مشاور آب‌پویش بنا. ۱۳۹۱. گزارش نهایی مطالعه بیلان منابع آب محدوده‌ی مطالعاتی کاشان (سال آبی ۹۱-۱۳۹۰).

۲۰. مهندسی مشاور آبساران. ۱۳۸۹. گزارش نهایی مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌های شهرستان‌های کاشان و آران و بیدگل. مطالعات پایه، گزارش هیدرولوژی ۵: ۷۳-۱.

۲۱. وزارت نیرو. ۱۳۹۳. شرکت مدیریت منابع آب ایران، آمار و اطلاعات منابع آب زیرزمینی دشت کاشان.

۲۲. یزدانی‌مقدم، ی. ۱۳۹۱. مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب با رهیافت AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی در دشت کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشدآبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان.

23. Bimal Nepal, O. M. P and Y. Alper Murat. 2010. A fuzzy AHP approach to prioritization of cs attributes in target planning for automotive product development. J. Expert Systems With Applications 37: 6775- 6786.
24. Chang, D. Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. J. Operational Res. 95: 649-655.
25. Dahmardeh Ghaleno. M. R., M. Saberiand, A. Lalozaei. 2013. Studying the effects of flood water spreading on changes of topsoil and vegetation (case study: Hamun Region of Sistan,Iran). J. Agric. and Crop Sci. 5(7): 712-717.
26. Kahraman, C., U. Cebeci and D. Ruan. 2004. Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP, The case of Turkey. J. Production Economics 87: 171-184.
27. Krishnamurthy. J. and G. Srinivals. 1996. An approach to demarcate groundwater potential zones through remote sensing and geograghical information system, J. Remote Sens 17: 1867- 1884.
28. Mohamad Noor. N. M., I. Amalina, A. Sabri, M. Suzuri Hitam and H. Haji Ali. 2012. Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) approach for evaluating tourism islands in Terengganu. Malaysia 62-66.
29. Moradi Dashtpagerdi. M., A. Nohegar, H. Vagharfard, A. Honarbakhss, V. Mohamoodinejad, A. Noroozi and D. Ghonchehpoor. 2013. Application of spatial analysis techniques to select the most suitable areas for flood spreading, J. Water Resour Manage 27: 3071-3084.
30. Saaty, T. L. and L. G. Vargas. 1991. Prediction, Projection and Forecasting, Kluwer Academic. Boston.
31. Saaty, T. L. and L. G. Vargas. 2000. Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process, Kluwer Academic Publishers. Boston.

32. Saaty, T. L and L. G. Vargas. 2006. Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, Springer. New York.
33. Saraf, A. K. and P. R. Choudhury. 1998. Integrated remote sensing and GIS for ground water exploration and identification of artificial recharge sites, J. Remote Sens 19: 1825-1841.
34. Sargaonkar. A., B. Rathi and A. Baile. 2011. Identifying potential sites for artificial groundwater recharge in sub-watershed of River Kanhan, India. J. Environ. Earth Sci. 16(5): 1099-1108.
35. Shereif H. M., A. A. Alazba and M. T. Amin. 2014. Identification of potential sites for groundwater recharge using a GIS-based decision support system in Jazan Region-Saudi Arabia. J. Water Resour. Manage. 28: 3319-3340.
36. Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy sets. J. Inf Cont. 8(2): 338-353.

Fuzzy AHP Application for Flood Spearding Site Selection (Case Study: South of Kashan Plain)

Z. Feyzi[1], A.R. Keshtkar[1*], A. Malekian[2] and H. Ghasemieh[3]

(Received: May 03-2015; Accepted: March 05-2016)

Abstract

Shortage of rainfall and also relatively high intensity precipitations in short-term are characteristics of arid regions of the world, such as central of Iran. Studies have indicated that massive flooding causes great loss of life and properties every year. Also, Water scarcity in arid and semiarid regions of the world will cause fragile living conditions in these areas. Therefore, it is needed to reduce runoff rates using actions such as dam construction or artificial recharge techniques. In this study, seven factors were applied such as the slope, surface permeability, transmissibility in alluvium, alluvial quality, land use, runoff volume and thickness of the unsaturated layer to determine suitable areas and site selection for flood spreading and artificial recharge in south of Kashan plain. After preparing the digital layers, criteria weights were determined using Fuzzy AHP. The weighted maps were acquired and merged together. Results indicated that land use criterion with the greatest weight (0.22) was determined as the first priority in the site selection for flood speading. The parameters of runoff volume, permeability, slope, depth of the unsaturated layer, alluvial quality, and transfer coefficient were accounted as the second to seventh priorities.

Keywords: Flood spreading, Fuzzy AHP model, GIS, Kashan plain.

1. Desert Management Dept., International Desert Research Center (IDRC), Univ. of Tehran, Tehran, Iran.
2. Dept. of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, Univ. of Tehran, Tehran, Iran.
3. Dept. of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natur. Resour. and Geo Sci., Kashan Univ., Kashan, Iran
*: Corresponding Author, Email: keshtkar@ut.ac.ir