Archive of SID

اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۹، ص ۲۶۱-۲۵۱

مکان‌یابی پخش سیلاب با تلفیق مدل‌های AHP و Fuzzy با استفاده از روش WLC در GIS (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد)

حسین یوسفی[۱]، حجت‌الله یونسی[۲*]، بابک شاهی‌نژاد[۲]، آزاده ارشیا[۳]، حافظ میرزاپور[۴]، یزدان یاراحمدی[۵]

۱. دانشیار دانشکدهٔ علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۲. استادیار گروه مهندسی آب، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۳. کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۴. دانشجوی دکترای آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

۵. دانشجوی دکترای علوم و مهندسی آبخیز، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

(تاریخ دریافت ۱۳۹۸/۰۸/۱۵؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۸/۱۲/۱۹)

چکیده

مکان‌یابی مناطق مناسب برای احداث سازه‌های پخش سیلاب و نفوذ آب به داخل سفره‌های زیرزمینی با هدف ذخیرهٔ رواناب‌ها و افزایش ذخایر آب زیرزمینی به منظور تأمین آب مورد نیاز برای اهداف مختلف و نیز کنترل خسارت های ناشی از سیل، اهمیت و ضرورت زیاد این مطالعات را برای حفاظت از منابع طبیعی و انسانی نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر، تلاش شده است تا مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد ارائه شود. به این منظور پارامترهای کاربری اراضی، ارتفاع، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، رده‌های خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی و ضخامت غیراشباع در محیط ArcGIS10.5 تهیه و بررسی شدند. ابتدا پارامترهای مد نظر با استفاده از روش Fuzzy بین صفر و یک قرار گرفتند و سپس، با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، مقایسهٔ زوجی متغیرها به‌صورت طبقه‌بندی کمی، صورت گرفت و سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice که اصول آن بر اساس روش AHP استوار است، وزن هریک از معیارها به دست آمد. پارامترهای فاصله از مناطق مسکونی، کاربری اراضی و ضخامت غیراشباع مؤثرترین معیارها در مطالعهٔ حاضر بودند. درنهایت، با استفاده از تکنیک‌های ArcGIS10.5 و با ترکیب خطی-وزنی، مکان‌یابی برای پخش سیلاب انجام شد. نتایج نشان داد طبق نقشهٔ نهایی پخش سیلاب، ۱۳/۹۹ درصد از حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد، مطلوبیت مناسب و ۲۶/۰۴ درصد مطلوبیت متوسط برای احداث سازه‌هایی با هدف پخش سیلاب دارد. این مناطق را می‌توان در برنامه‌ریزی‌های اقدامات لازم برای پخش سیلاب در این منطقه در نظر گرفت.

کلیدواژگان: روش AHP، مدل Fuzzy، مکان‌یابی، مهار سیل، GIS.

* نویسندهٔ مسئول

Email: yonesi.h@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، عمدهٔ تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع سبب افت سطح آب زیرزمینی و حتی خشک شدن چاه‌ها و قنات‌ها شده است [۱]. بنابراین، باید برنامه‌ریزی اصولی و صحیح در بهره‌برداری و نیز ذخیرهٔ آب‌های زیرزمینی، تدوین و اجرا شود. ذخیره و بهره‌برداری از رواناب‌ها به‌وسیلهٔ عملیات پخش سیلاب، هنگام بارش‌های شدید و وسیع، می‌تواند سبب افزایش ذخایر آب زیرزمینی و نیز مهار سیل شود. مهار و انحراف سیلاب روی پهنه‌های سطحی آبخوان‌ها به‌منظور حفاظت و توسعهٔ منابع طبیعی و بهبود کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در اصطلاح «پخش سیلاب» نام دارد [۲]. تغذیهٔ مدیریت‌شدهٔ آبخوان‌ها، یکی از اقدامات مهم عملی برای جلوگیری از کاهش سطح آبخوان‌هاست [۳]. اهمیت این کار در کشور ایران بیشتر به این دلیل است که بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع آب و خشک‌سالی‌های پی‌درپی، سطح آب آبخوان‌های آزاد را با افت شدیدی مواجه کرده است. پخش سیلاب، ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش تغذیهٔ مصنوعی است که از قدیم در کشورهای مختلف ازجمله ایران رواج داشته است. مناطقی از کشور در سال‌های اخیر درگیر سیلاب با خسارت‌های زیاد بودند و باید این مناطق در اولویت مطالعاتی همچون مطالعهٔ حاضر قرار گیرند.

بوستانی و محمدی برای تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز گربایگان با مقایسهٔ پارامترهای شیب، کاربری اراضی، ارتفاع، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، قابلیت انتقال، تراکم زهکشی، ضخامت آبخوان و هدایت الکتریکی و نیز وزن‌دهی به لایه‌ها در محیط GIS، نقشهٔ نهایی منطقه را کلاسه‌بندی کردند. خلاصهٔ نتایج مطالعاتشان این بود که مناطق با کاربری اراضی مراتع و واحدهای کواترنری، بیش از سایر مناطق، مناسب پخش سیلاب‌اند [۴]. چاودری و همکاران با استفاده از سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک MCDM، مناطق مناسب برای تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی را تعیین کردند. پژوهشگران یادشده از معیارهای شیب، قابلیت انتقال، ضریب زهکشی، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان دهندهٔ کارایی مناسب روش یادشده برای هدف تغذیهٔ سفره‌های زیرزمینی بود [۵]. کوثر در مطالعهٔ خود به بررسی عواملی همچون رسوب‌گذاری، خاک و شیب زمین و تأثیر چشمگیر این عوامل بر در تعیین عرصهٔ مناسب پخش سیلاب پرداخت و بیان داشت که مناطق با شیب کمتر از ۵ درصد برای این عملیات مناسب‌اند [۶]. زاهدی و همکاران در مطالعه‌ای به مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب با استفاده از منطق فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ای پرداختند و از ۱۰ معیار برای مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق مستعد پخش سیلاب در دشت مشهد استفاده کردند. این عوامل کاربری اراضی، شیب، ضخامت آبرفت، فاصله از چاه، فاصله از قنات، فاصله از روستا، افت سطح ایستابی، ضریب هدایت هیدرولیکی، هدایت الکتریکی و تراکم زهکشی بودند. عملیات وزن‌دهی معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و منطق فازی انجام شد. از بین ۱۰ عامل، مؤثرترین‌ها بر پخش سیلاب، معیار ضخامت آبرفت و معیار شیب شناخته شدند [۷]. نور الهی و ذاکری نیری در مطالعه‌ای مکان‌یابی احداث سازه‌های پخش سیلاب برای تغذیهٔ آب زیرزمینی را با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره در حوضهٔ شهرک صنعتی اشتهارد انجام دادند. آنها در مطالعهٔ یادشده از روش فازی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند و با به‌کارگیری تکنیک‌های GIS به تعیین مناطق مناسب پخش سیلاب پرداختند و ۱۲ لایه را برای بررسی و در نهایت، ترکیب لایه‌ها در نظر گرفتند. نتایج پژوهش آنها بیان‌کنندهٔ آن بود که درمجموع ۱۸ درصد از مناطق، مناسب احداث سازه‌های پخش سیلاب بودند و ۲۰ درصد در طبقهٔ متوسط قرار داشتند [۸].

حافظی مقدس و همکاران در دشت شهرکرد با استفاده از فناوری GIS و روش AHP و پارامترهای شیب، کاربری اراضی، ژئومورفولوژی، فاصله از آبراهه، بافت خاک و سنگ‌شناسی به مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیهٔ آب زیرزمینی پرداختند [۹]. حسن‌زاده و همکاران در مطالعه‌ای به مکان‌یابی پخش سیلاب با استفاده از روش SMCE در حوضهٔ پدوا در شهرستان بم پرداختند. در مطالعهٔ یادشده عواملی همچون نزدیکی به جاده، گسل، قنات، چاه و رودخانه، شیب، زمین‌شناسی و کاربری اراضی بررسی شدند. تلفیق لایه‌ها در نرم‌افزار ILWIS انجام شد که نتیجهٔ آن

www.SID.ir

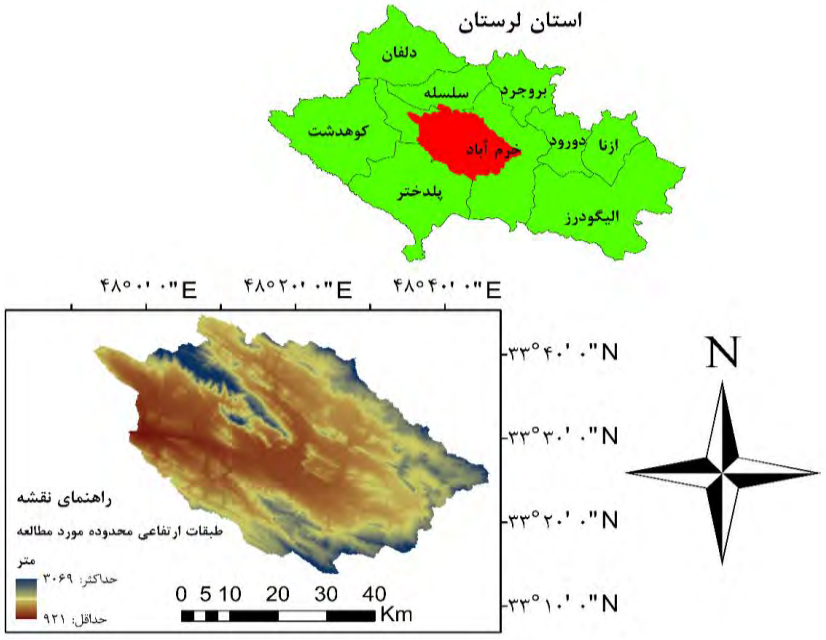
Archive of SID

نقشهٔ شاخص مرکب از صفر و یک بود و منطقهٔ مناسب پخش سیلاب، مساحتی معادل ۵۶۲۶ هکتار را شامل می‌شود که ۷۵ درصد از این حوضه را تشکیل می‌دهد [۱۰]. درمجموع، با توجه به مطالعات انجام‌شده می‌توان گفت که تلفیق روش‌های کارشناسی و فازی می‌تواند نتایج قابل قبولی در این نوع مطالعات در بر داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع پخش سیلاب با اهداف مهار سیل و نفوذ رواناب به لایه‌های زیرزمینی و ذخیرهٔ آب، مطالعات بسیاری با روش‌های مختلف در این زمینه انجام شده است. هدف از مطالعهٔ حاضر، ارائهٔ نقشهٔ مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد با استفاده از مدل Fuzzy و بهره‌گیری از روش AHP و تکنیک‌های GIS است. این حوضه جزء مناطقی است که در سیل‌های اخیر سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ درگیر خسارت‌های ناشی از سیل شد و مطالعات مختلف مربوط به سیلاب برای کنترل و مهار آن در این منطقه ضرورت دارد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعه‌شده

شهرستان خرم‌آباد، استان لرستان، با مساحت ۲۴۲۴/۳۹ کیلومتر مربع در ناحیهٔ غربی کشور واقع شده است. از نظر جغرافیایی در مختصات ۴۷ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۷دقیقهٔ طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۳ دقیقهٔ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد در ایران و استان لرستان

روش پژوهش

تعیین و تهیهٔ پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی پخش سیلاب

در پژوهش حاضر پارامترهای مختلف مؤثر در مکان‌یابی پخش سیلاب، پارامترهای کاربری اراضی، ارتفاع، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، رده‌های خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی و ضخامت غیراشباع مد نظر قرار گرفتند. ابتدا نقشه‌های پارامترهای مد نظر در محیط ArcGIS10.5 ساخته شدند و سپس، با استفاده از روش فازی بین صفر و یک قرار گرفتند و نیز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و بهره‌گیری از نرم‌افزار ArcGIS10.5 و با ترکیب خطی-وزنی، مکان‌های مناسب برای احداث سازه‌های پخش سیلاب در نقشهٔ نهایی مشخص شدند.

منطق فازی

نظریهٔ مجموعهٔ فازی و منطق فازی ابتدا در سال 1965 توسط لطفی عسگرزاده ریاضی‌دان ایرانی در دانشگاه برکلی آمریکا ارائه شد. نظریهٔ وی تا کنون گسترش زیادی یافته است، به‌طوری که امروزه در زمینه‌های مختلف علوم از

www.SID.ir

Archive of SID

جمله الکترونیک، رایانه، اقتصاد و علوم اجتماعی کاربرد دارد [11]. مفهوم اصلی در نظریهٔ مجموعهٔ فازی عضویت جزئی است. در منطق فازی، میزان عضویت یک‌دریک مجموعه با مقداری در بازهٔ یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود. درجهٔ عضویت معمولاً با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند به‌صورت خطی، غیرخطی، پیوسته و یا ناپیوسته باشد. در مدل فازی به هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوطه برای هدف مد نظر است و می‌توان نقشهٔ فاکتور را به‌گونه‌ای تهیه کرد که مقدار هر پیکسل شامل اهمیت نسبی فاکتور مربوطه در مقایسه با سایر فاکتورهای مکان‌یابی نیز باشد. پس از تشکیل نقشه‌های مربوط به هر یک از فاکتورها، مقادیر عضویت موجود در آنها به کمک عملگرهای فازی با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از فنون معروف تصمیم‌گیری چندمنظوره است که نخستین‌بار توسط توماس ال ساعتی عراقی‌الاصل در دهۀ ۱۹۷۰ ابداع شد. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای حل مسائل غیر ساختاری در موقعیت‌های مختلف تصمیم‌گیری، از تصمیم های شخصی ساده تا تصمیم‌های پیچیدهٔ اقتصادی کاربرد دارد.

فرایند بر سه اصل استوار است: ساختار مدل، قضاوت گزینه‌ها و معیارها، نتیجه‌گیری از اولویت‌ها دو مسئلهٔ مهمی که در تحلیل سلسله‌مراتبی وجود دارد یکی ثبات و سازگاری و دیگری مدت‌زمانی است که صرف قضاوت‌ها در یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری پیچیده و به‌ویژه در حالی که تعداد گزینه‌ها زیاد می‌شود، است [۱۲].

در تحقیق حاضر برای آنکه وزن‌دهی معیارها با ذهن و طبیعت بشری مطابقت داشته باشد، از روش AHP استفاده شد. به دلیل اینکه هر یک از متغیرها تأثیر متفاوتی روی پخش سیلاب دارند و متغیرهای مؤثر بیش از یک فاکتور است و ارجحیت فاکتورها نسبت به هم سنجیده می‌شوند، از روش مقایسهٔ زوجی استفاده شد. در روش مقایسهٔ زوجی، معیارها دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه شدند و اهمیت آنها نسبت به یکدیگر بر اساس نظر کارشناسی تعیین شد [۱۳].

در روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای وزن‌دهی معیارها و گزینه‌ها از روش مقایسهٔ زوجی استفاده می‌شود. در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن نسبی عناصر با محاسبهٔ وزن عناصر از طریق مقایسهٔ زوجی هر سطح نسبت به عنصر مربوطه در سطح بالاتر تعیین می‌شود. با تلفیق وزن‌های نسبی معیارها، وزن نهایی هر گزینه که برابر است با مجموع حاصل‌ضرب وزن هر معیار در وزن گزینهٔ مربوط به آن معیار مشخص می‌شود [۱۴]. بر همین اساس، برای مقایسهٔ زوجی متغیرها به‌صورت طبقه‌بندی کمی بین ۱ تا ۹ از نظر کارشناسی استفاده شد و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice که اصول آن بر اساس روش AHP استوار است، وزن هریک از معیارها به دست آمد.

ترکیب لایه‌های فازی معیارها و تهیهٔ نقشهٔ نهایی

روش ترکیب خطی- وزنی WLC[1] ساده‌ترین روش برای جمع‌بندی و ترکیب معیارهای استانداردشده با توجه به وزن آنهاست. نمرهٔ کل به‌عنوان مجموعی از پارامترها و وزن آن به دست می‌آید [۱۵]. پس از تهیهٔ نقشهٔ فازی برای هر یک از پارامترها (که در لایه‌های فازی‌شدهٔ معیارها، به هریک از پیکسل‌ها ارزشی بین صفر تا یک تعلق گرفت)، بر اساس روش (WLC) با استفاده از تکنیک AHP، وزن‌های تهیه‌شده در این لایه‌ها ضرب و از حاصل جمع آنها شاخص و نقشهٔ نهایی مناطق مستعد پخش سیلاب به دست آمد (رابطهٔ ۱)

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i . \mu_i \qquad (۱)$$

که در این رابطه μ_i تابع عضویت و w_i وزن اختصاص داده‌شده به هریک از پارامترهاست.

نتایج

پارامترهای استفاده‌شده در مکان‌یابی پخش سیلاب

کیفیت آب

از آنجا که هدایت الکتریکی نشان‌دهندهٔ میزان املاح در آب است، می‌توان از آن به‌عنوان شاخص کیفی آب استفاده کرد [۱۶] در پژوهش حاضر برای تهیهٔ لایهٔ هدایت الکتریکی محدودهٔ مطالعه‌شده از اطلاعات کیفی ۱۲ چاه مشاهده‌ای با

1. Weighted Linear Combination

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین آمار ۱۰ ساله استفاده شد (اطلاعات مربوط به چاه‌ها از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه شد). به این‌ترتیب که اطلاعات ثبت‌شده در پارامتر EC چاه‌های مشاهده‌ای به‌صورت لایه‌ای وارد نرم‌افزار ARC GIS10.5 شد و سپس به روش IDW، پراکنش هدایت الکتریکی به دست آمد. همچنین، از روش‌های مختلف کریجینگ نیز استفاده شد، اما در روی نقشه بریدگی‌ها و قطع‌شدگی‌هایی ایجاد می‌شد، بنابراین با انجام روش‌های مختلف در نهایت برای این مطالعه از روش وزن‌دهی معکوس فاصله استفاده شد.

شیب

یکی از عوامل مؤثر در مکان‌یابی عرصه‌های مستعد پخش سیلاب و تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی شیب است که تأثیر بسیار زیادی بر کنترل عواملی مانند سیل و نفوذپذیری دارد [۱۶]. به‌طور کلی، تأثیر شیب در توانایی ماندن آب به‌اندازهٔ کافی روی سطح زمین است تا بتواند در زمین نفوذ کند و معمولاً شیب‌های تند نشان‌دهندهٔ سرعت زیاد آب است (لایهٔ شیب با دستور SLOPE در نرم‌افزار ARC GIS تهیه شد(.

طبقات ارتفاع

طبقات ارتفاع از دیگر فاکتورهای مؤثر در پخش سیلاب است که کارکرد مهمی در ضریب رواناب و نفوذپذیری و میزان آنها دارد. این فاکتور گرادیان هیدرولیکی برای حرکت آب زیرزمینی و محل تشکیل آبخوان کارکرد مؤثر دارد. به بیانی، در ارتفاع زیاد نفوذ آب به درون زمین کمتر و رواناب بیشتر است (ارتفاع منطقه از ماهوارهٔ استر دانلود شده و در ARC GIS ساماندهی شد([۱۷].

تراکم زهکشی

تراکم زهکشی برابر است با طول کل رودخانه‌ها در حوضهٔ زهکشی، تقسیم بر مساحت حوضهٔ زهکشی. مطالعات نشان می‌دهند نوع شبکهٔ زهکشی هر منطقه توسط لیتولوژی واحدهای زمین‌شناسی، توپوگرافی و ساختارهای تکتونیکی و زمین‌شناسی منطقه کنترل می‌شود. بر این اساس، آبراهه‌ها کارکرد انتقال رواناب را داشته و با نفوذپذیری زمین رابطهٔ عکس دارند (لایهٔ رودخانه از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه شد و در نرم‌افزار ARC GIS تراکم زهکشی استخراج شد) [۵].

خاک

با توجه به اینکه یکی از پارامترهای مهم در مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب نفوذپذیری سطحی است، بنابراین نقشهٔ بافت خاک، ضروری به نظر می‌رسید (لایهٔ خاک از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه شد).

ضخامت غیراشباع

هرچه ضخامت بخش غیراشباع بیشتر باشد، میزان ذخیرهٔ آب زیرزمینی در آن بیشتر می‌شود. در مطالعهٔ حاضر، لایهٔ ضخامت غیراشباع با استفاده از روش IDW در محیط ArcGIS10.5 تهیه شد (اطلاعات مربوط به چاه‌ها از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه شد).

کاربری اراضی

نوع بهره‌برداری از زمین در امکان مهار و گسترش سیلاب اهمیت فراوان دارد. از میان کاربری‌های مختلف، مراتع از نظر تغذیهٔ مصنوعی و پخش سیلاب مناسب‌ترند (لایهٔ کاربری اراضی از ماهوارهٔ لندست ۸ با استفاده از روش حداکثر ماکزیمم و نقاط تعلیمی گوگل ارث، طبقه‌بندی انجام شد) [۱۶].

فاصله از مناطق مسکونی و جاده و رودخانه

هرچه فاصله از مناطق مسکونی و جاده و رودخانه بیشتر باشد، برای اجرای پروژه‌های پخش سیلاب مناسب‌تر است (اطلاعات خاک، جاده‌ها، رودخانه و مناطق مسکونی از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه و فواصل آنها در نرم‌افزار ArcGIS استخراج شد).

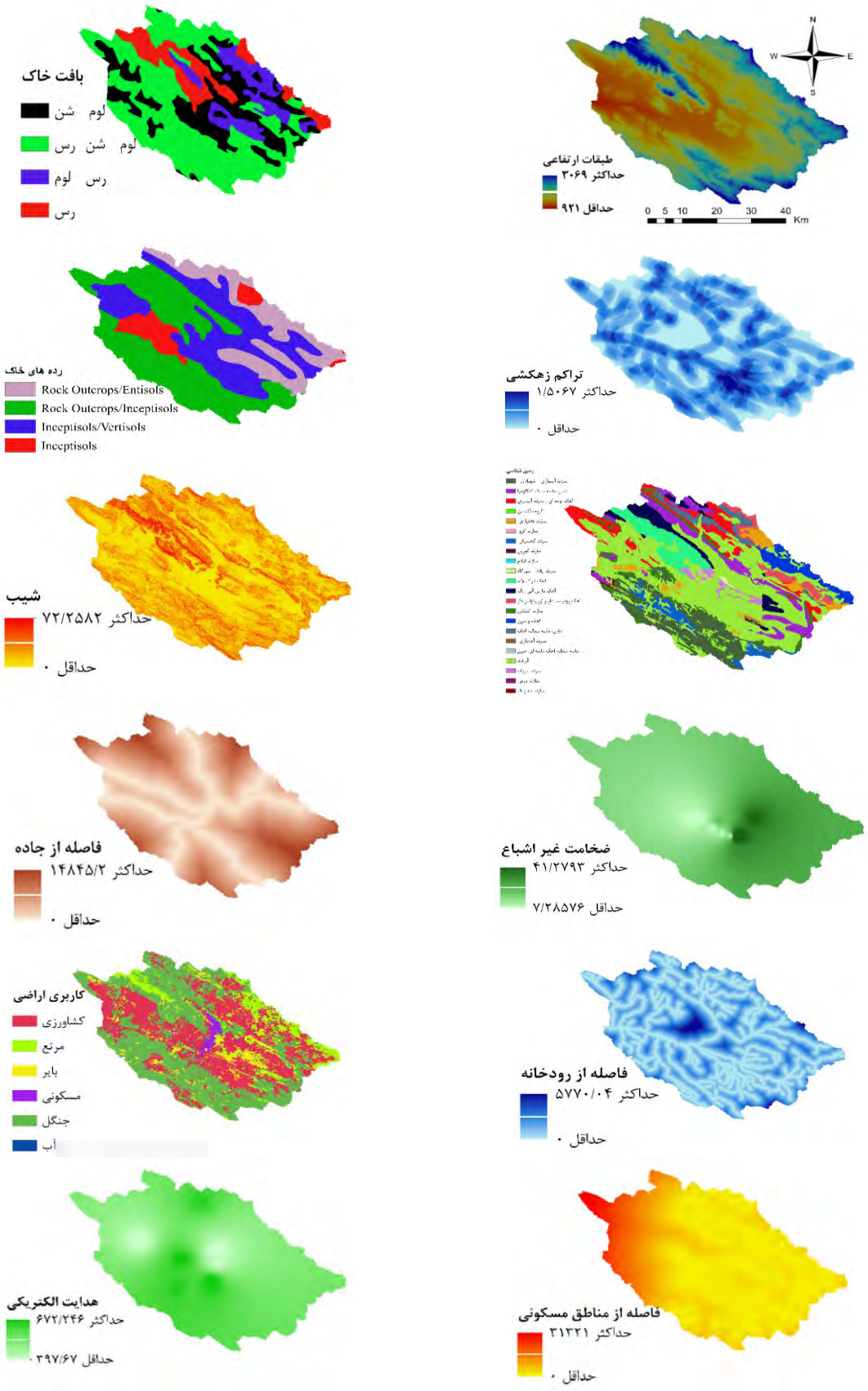
زمین‌شناسی

خصوصیات زمین‌شناسی ازجمله خصوصیات فیزیکی حوضهٔ آبخیز است که در نفوذ و هدایت آب به داخل خاک اهمیت زیادی دارد. سازندهای زمین‌شناسی مختلف آب را به‌طور یکسان نفوذ نمی‌دهند. معمولاً سازندهای کارستی به واسطهٔ حضور سنگ‌های انحلال‌پذیر مانند ژیپس و آهک توانایی درخور توجهی از نظر نگهداری و انتقال حجم بسیار زیادی از آب را دارند. همچنین، به دلیل گسترش درخور توجه آنها در سطح زمین، همواره برای فعالیت‌های آبی مورد توجه قرار گرفته‌اند (لایهٔ زمین‌شناسی از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان تهیه شد).

پارامترهای استفاده شده برای مکان‌یابی پخش سیلاب در شکل ۲ آورده شده است.

www.SID.ir

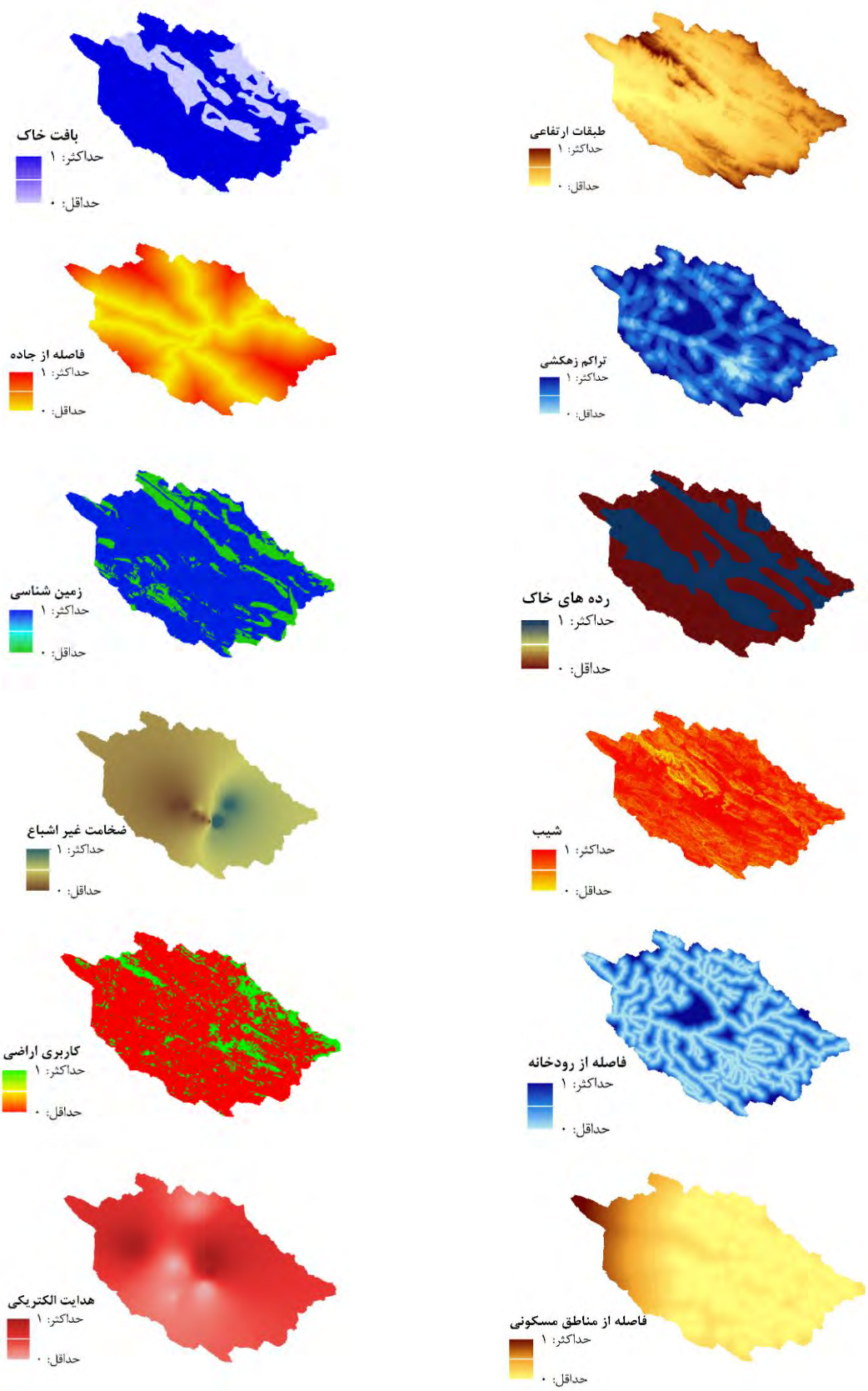
Archive of SID



شکل ۲. پارامترهای مؤثر در پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. استانداردسازی معیارها با استفاده از منطق فازی در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد

www.SID.ir

Archive of SID

فازی‌سازی و تلفیق لایه‌ها: برای انجام تصمیم‌گیری به روش فازی بعد از تهیهٔ نقشهٔ عوامل مؤثر، شامل کاربری اراضی، ارتفاع، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، رده‌های خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی و ضخامت غیراشباع تابع عضویت خطی با توجه به رفتار هر عامل به‌صورت افزایشی یا کاهشی انتخاب شد و در محیط ArcGIS 10.5 این فرایند بر لایه‌ها اعمال و نقشه‌های وزنی فازی تهیه شد.

استانداردسازی معیارها با استفاده از منطق فازی

معیارهای یادشده پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی به نقشه‌های معیار تبدیل شدند. چون هر نقشه معیار و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی دارد، برای تحلیل و ارزیابی چندمعیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آنها را با یکدیگر همخوان و متناسب کرد. برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه از فرایند استانداردسازی معیارها استفاده شد.

در استانداردسازی داده‌ها، کلیهٔ مقادیر و ارزش‌های لایه‌های نقشه‌ای به دامنهٔ یکسانی برای مثال، بین صفر تا یک تبدیل می‌شوند فرایند استانداردسازی در روش فازی از طریق قالب‌بندی مقادیر و ارزش‌ها به شکل یک مجموعه عضویت عملی می‌شود. در این حالت بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد. این عملیات در محیط ArcGIS 10.5 انجام گرفت. البته، استانداردسازی لایه‌های کیفی خاک، کاربری اراضی و زمین‌شناسی به گونهٔ دیگری صورت می‌گیرد که در قسمت فرایند سلسله‌مراتبی به آن پرداخته می‌شود (شکل ۳).

در نرم‌افزار Expert choice هدف به‌عنوان اصلی‌ترین شاخهٔ تحلیل سلسله‌مراتبی و معیارها به‌عنوان زیرشاخه هستند. تبدیل موضوع یا مسئلهٔ بررسی‌شده به ساختاری سلسله‌مراتبی، مهم‌ترین قسمت فرایند سلسله‌مراتبی محسوب می‌شود [۱۸] زیرا در این قسمت با تجزیهٔ مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی آنها را به شکل ساده، که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند [۱۹]. درجهٔ اهمیت در مقایسهٔ دودویی از درجهٔ اهمیت ۱ تا ۹ تقسیم می‌شود که اهمیت هر درجه در جدول ۱ ارائه شده است. تعداد ۱۲ گزینهٔ منتخب در مقایسه با هریک از معیارها به‌صورت جفت-جفت با تشکیل ماتریس مقایسهٔ زوجی به روش AHP مقایسه شدند و وزن‌های نسبی هریک به دست آمد. وزن نهایی گزینه‌ها که نشان‌دهندهٔ اولویت هر یک در مقایسه با هدف مکان مناسب پخش سیلاب است در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. درجهٔ اهمیت در مقایسهٔ دو دویی در فرایند سلسله‌مراتبی

میزان اهمیت	برابر	برابر تا متوسط	متوسط	متوسط تا قوی	قوی	قوی تا بسیار قوی	بسیار قوی	بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی	فوق‌العاده قوی
درجه‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

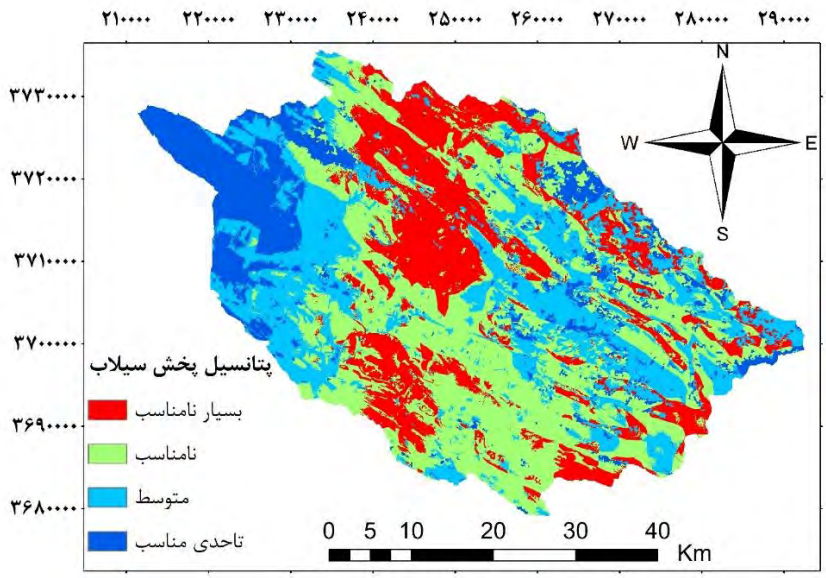
جدول ۲. ماتریس مقیاس زوجی ۱۲ معیار مؤثر

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	وزن نسبی معیار
۱		۲	۲	-۲	-۳	-۲	۲	-۵	۲	-۲	۲	۳	./۰۷
۲			۲	-۲	-۲	۲	۲	-۵	۲	۱	۱	۳	./۰۷۱
۳				-۲	-۳	-۲	۳	-۴	۲	-۲	-۲	-۲	./۰۴۹
۴					-۲	۲	۲	-۳	۳	۲	۲	۳	./۱۰۴
۵						۳	۴	-۳	۳	۲	۲	۳	./۱۴
۶							۳	-۴	۲	۲	۲	۳	./۰۸۲
۷								۷	۲	-۲	-۲	۳	./۰۳۹
۸									۴	۳	۳	۵	./۲۴۷
۹										-۲	-۲	۳	./۰۳۷
۱۰											۱	۳	./۰۷۲
۱۱												۳	./۰۶۴
۱۲													./۰۲۵

۱. تراکم زهکشی، ۲. زمین‌شناسی، ۳. هدایت الکتریکی، ۴. ضخامت غیراشباع، ۵. کاربری اراضی، ۶. فاصله از رودخانه، ۷. فاصله از جاده، ۸. فاصله از مناطق مسکونی، ۹. شیب، ۱۰. بافت خاک، ۱۱. رده‌های خاک، ۱۲. طبقات ارتفاعی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مطلوبیت مناطق پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد با تلفیق مدل‌های AHP و Fuzzy

جدول ۳. مساحت طبقات روش ترکیب خطی- وزنی

طبقه	بسیار نامناسب	نامناسب	متوسط	تا حدی مناسب
مساحت (کیلومترمربع)	۵۵۵/۴۶۹۲	۸۹۸/۱۹۱۹	۶۳۱/۴۳۶۴	۳۳۹/۲۹۴۶
درصد	۲۲/۹۱	۳۷/۰۴۸	۲۶/۰۴	۱۳/۹۹

با توجه به جدول ۲، اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی پخش سیلاب بر مبنای روش AHP به‌صورت؛ ۱. فاصله از مناطق مسکونی، ۲. کاربری اراضی، ۳. ضخامت غیراشباع، ۴. فاصله از رودخانه، ۵. بافت خاک، ۶. زمین‌شناسی، ۷. تراکم زهکشی، ۸. رده‌های خاک، ۹. هدایت الکتریکی، ۱۰. فاصله از جاده، ۱۱. شیب و ۱۲. طبقات ارتفاعی است. در ادامه، برای تلفیق لایه‌ها از ترکیب خطی-وزنی استفاده شد و به چهار قسمت: تا حدی مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب تقسیم شد (شکل ۴). در جدول ۳ نیز مساحت هر طبقه ارائه شده است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از ترکیب لایه‌ها، فاصله از مناطق مسکونی که از معیارهای مهم و مؤثر انتخابی در مطالعهٔ حاضر بود با توجه به نقشهٔ نهایی با واقعیت سازگار است و هرچه فاصله از محل سکونت مردم بیشتر باشد، برای احداث سازه به‌منظور پخش سیلاب مناسب‌تر است. از نظر کاربری اراضی مناطق شامل مراتع و جنگل‌ها، بیش از بقیهٔ کاربری‌ها مستعد احداث سازه‌ها با هدف پخش سیلاب و نفوذ آب در لایه‌های زیرزمینی هستند. از نظر شیب نیز مناطقی که شیب کمتری دارند، جزء مناطق مناسب برای نیل به هدف مطالعهٔ حاضر هستند. به‌طور کلی، نقشهٔ نهایی از تلفیق لایه‌های مختلف مؤثر که در مطالعهٔ حاضر ۱۲ پارامتر بودند، تهیه شد. بررسی روابط هر یک از عوامل مختلف در نقشهٔ نهایی با هدف پخش سیلاب و نفوذ آب و مهار سیل نشان می‌دهد نقشهٔ نهایی به واقعیت در طبیعت نزدیک است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف یافتن مکان‌های مستعد پخش سیلاب در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد انجام شد. به این منظور، از روش Fuzzy و نیز روش تحلیل سلسله‌مراتبی بهره گرفته شد. برای اینکه وزن‌دهی معیارها با ذهن و طبیعت بشری مطابقت داشته باشد، از روش AHP استفاده شد. تفاوت پژوهش حاضر با پژوهش‌های صورت‌گرفته در گذشته، متعدد و متنوع بودن پارامترهای استفاده شده، تلفیق روش تحلیل سلسله مراتبی و مدل Fuzzy با استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

از روش WLC و استفادهٔ آنها در یافتن مکان‌های مستعد احداث سازه‌های پخش سیلاب است. در مطالعهٔ حاضر ۱۲ لایه و به بیانی ۱۲ پارامتر مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد با هدف احداث سازه‌های پخش سیلاب در نظر گرفته شد. لایه‌های مؤثر در محیط ArcGIS10.5 ساخته شدند، شامل کاربری اراضی، ارتفاع، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، رده‌های خاک، بافت خاک، هدایت الکتریکی و ضخامت غیراشباع. تعداد لایه‌ها در این‌گونه مطالعات با توجه به دسترسی به اطلاعات در منطقه می‌تواند متفاوت باشد و مهم این است که لایه‌های اصلی و مهم همانند مطالعهٔ حاضر مد نظر قرار گیرند. تابع عضویت خطی با توجه به رفتار هر عامل به‌صورت افزایشی یا کاهشی انتخاب شد و در محیط ArcGIS10.5 این فرایند بر لایه‌ها اعمال و نقشه‌های وزنی فازی تهیه شد. پس از تهیهٔ نقشهٔ فازی برای هر یک از پارامترها (که در لایه‌های فازی‌شده معیارها، به هریک از پیکسل‌ها ارزشی بین صفر تا یک تعلق گرفت) بر اساس روش)WLC(با استفاده از تکنیک AHP، وزن‌های تهیه‌شده در این لایه‌ها ضرب و از حاصل جمع آنها شاخص و نقشهٔ نهایی مناطق مستعد پخش سیلاب به دست آمد. نتایج اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی پخش سیلاب بر مبنای روش AHP در این حوضهٔ مطالعه‌شده به این‌صورت بود که معیارهای فاصله از مناطق مسکونی و کاربری اراضی و ضخامت غیراشباع بیشترین امتیاز و مؤثرترین معیارها را داشتند. در مطالعهٔ [۷] نیز ضخامت غیراشباع از مؤثرترین عوامل اثرگذار شناخته شده است. درنهایت، به‌منظور تلفیق لایه‌ها از ترکیب خطی-وزنی استفاده شد و منطقهٔ مطالعه شده به چهار قسمت شامل تا حدی مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب از نظر پخش سیلاب کلاسه‌بندی شد. نتایج به دست آمده از ترکیب لایه‌های مؤثر (نقشه نهایی) نشان می‌دهد مناطق دارای کاربری اراضی مراتع و جنگلی در طبقات مناسب و متوسط برای احداث سازه با هدف پخش سیلاب قرار گرفتند که این نتیجه با واقعیت نیز برای رسیدن به هدف پخش سیلاب و نفوذ رواناب برای تغذیهٔ آب زیرزمینی مطابقت دارد و با نتایج مطالعهٔ [۴] و نیز مطالعهٔ [۸] مطابقت دارد. در منطقهٔ حاضر، طبق نقشهٔ نهایی مناطقی که شیب زیاد دارند، اغلب در طبقات بسیار نامناسب و نامناسب قرار گرفتند و شیب‌های کم در طبقات مناسب و متوسط قرار گرفتند که این نتیجه نیز با واقعیت امر در طبیعت برای هدف مطالعهٔ حاضر مطابقت دارد و نیز با مطالعهٔ [۵] و [۶] و [۸] نیز همخوانی دارد. از نظر ارتفاعی نیز منطقه مناسب و بعد از آن منطقه متوسط در مناطق کم‌ارتفاع حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد قرار دارند و این نتیجه نیز با واقعیت امر در طبیعت برای نیل به هدف مطالعهٔ حاضر سازگار است. به‌طور کلی، در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد و با استفاده از مدل و روش‌های مطالعهٔ حاضر، طبق نقشهٔ نهایی مناطق مستعد برای احداث سازه‌هایی با هدف پخش سیلاب، ۱۳/۹۹ درصد از مناطق در طبقهٔ مناسب و ۲۶/۰۴ درصد از مناطق در طبقهٔ متوسط قرار گرفتند و می‌توان این مناطق را برای تصمیم‌گیری به مدیران و برنامه‌ریزان معرفی کرد.

منابع

[1]. 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).

[2]. 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).

[3]. Poveda B. Farmland appraisal based on the analytic network process. J. Glob. Optim. 2008; 42: 143-155.

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

[5]. Chowdhury A, Jaha M. K, Chowdary V. M. Delineation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district, West Bengal, using RS & GIS and MCDM techniques. J. Environ. Earth Sci. 2010; 59: 1209-1222.

[6]. 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; 229-241.

www.SID.ir

Archive of SID

[7].Zahedi A, Jahanbakhsh F, Talebi A. Identification of flood prone areas using fuzzy logic and network analysis process (Case study: Mashhad). Journal of Water and Soil Sciences (Agriculture and Natural Sciences and Technologies). 2016; 6 (76): 185-196. (In Persian).

[8].Nourollahi D, Zakeri Nairi M. Locating construction of flood spreading structures for feeding groundwater resources using multi criteria evaluation method (Case study: Eshtehard Industrial Estate Basin). Journal of Ecohydrology, 2018; 5 (4): 1371-1384. (In Persian).

[9].Hafezimoghaddas N, Laskaripoor G, Khalaji J. Site selection of groundwater artificial recharge using AHP method and GIS, case study: Shahrekord Plain. 1st International Congress of Irrigation and Drainage, Ferdosi University, Mashhad, Iran; 2015. (In Persian).

[10]. Hassanzadeh Nafooti M, Jamali A, TEimouri M. Flood Spill Location Using Multi Criteria Evaluation (Case Study: Padua Basin in Bam City). Journal of Watershed Management Science and Engineering of Iran. 2018; 12 (40): 125-128. (In Persian).

[11]. Khashayi A, Ghahreman B, Kouchakzadeh M. Evaluation of aquifer water extraction potential by fuzzy hierarchical analysis process (Case study: Neyshabour plain). Iranian Journal of Water Research. 2011; 5 (90): 171-180. (In Persian).

[12]. Dagdeviren M, Yavuz S, Kılınc N. Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 2009; 36(4), 8143-8151.

[13]. Ghodsi Pour H. Analytical Hierarchy Process. Amirkabir University of Technology Publications, 2016; 222 p. (In Persian).

[14]. Saeedi M, Abbasi AS, Sarpak M. Locating the appropriate landfill for hazardous waste using GIS site prioritization and hierarchical analysis (AHP) techniques. Environmental Science and Technology, Volume 11, Number One, Spring Special Issue, 2009; 231-241. (In Persian).

[15]. Fazelniya G, Hakimdust S, Balyani Y. Comprehensive Guideto GIS: ublishers Azad pyma, 2012; 145-146.

[16]. Noahgar A, Riahi F, Kamangar M. Determination of Suitable Areas of Flood Spreading Using Sustainable Groundwater Resources Approach (Case Study: Sarakhon Plain). Journal of Environmental Studies, 2016; 42 (1): 33-48. (In Persian).

[17]. Mahmoodi J, Qureshi Najafabadi S, Vafaeinejad A , Muridi A, Khazaei S. Potential Assessment of Groundwater Resources Using a Combined Approach to Particle Swarm Optimization Algorithm and Spatial Information System (Case Study: Mehran Plain, Ilam). Journal of Ecohydrology, 2017; 4 (4): 1213-1199. (In Persian).

[18]. Cimren E,Catay B, Budak E. Developement of selection system using AHP International Journal of Advanced Manufaturing Technology, 2007; 35 363-376.

www.SID.ir