کاربرد سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری در مکان‌یابی پخش سیلاب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ایور استان خراسان شمالی)

آرش ملکیان[۱]، حمید علی پور[۲*]، میرمسعود خیرخواه زرکش[۳] و سعید قره چلو[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۱۲)

چکیده

تعیین مکان‌های مناسب با دقت و سرعت مورد نیاز جهت پخش سیلاب از اهمیت بسیاری برخوردار است. هدف اصلی این تحقیق تهیه، استفاده و ارزیابی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری برمبنای تکنیک‌های GIS و RS به‌منظور شناسایی و اولویت بندی نواحی مناسب پخش سیلاب، در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این مطالعه منطقه مناسب برای پخش سیلاب براساس چهار معیار اصلی، هشت زیر معیار و بیست و چهار شاخص انتخاب گردید در نهایت ۵ سناریو تهیه و ارزیابی گردید (یک سناریو براساس ارزش نسبی برابر برای ۴ معیار، و چهار سناریو براساس تفاوت آشکار یکی از معیارهای اصلی). مقایسه میانگین مطلوبیت در بین پنج سناریو نشان دهنده آن است که زیرحوزه ۱ در ۳ سناریو(ارجحیت نفوذ، ارجحیت کاربرد آب و برابری تمامی معیارهای اصلی) دارای میانگین مطلوبیت بالاتری بوده لذا در میان ۲ زیرحوزه در این سناریوها دارای ارجحیت بیشتری نسبت به دیگر زیرحوزه می‌باشد. از بین ۲ زیرحوزه منطقه ایور، با توجه به میانگین مطلوبیت آنها، زیرحوزه ۱ و از بین سناریوهای اجرا شده، سناریوی ۱ (ارجحیت معیار اصلی نفوذ) به‌عنوان اولویت اول انتخاب گردیدند. اولویت دوم برای مکان‌یابی پخش سیلاب متعلق به زیرحوزه ۲ و با سناریوی ۱ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، DSS، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، حوزه آبخیز ایور

۱. گروه مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد
۳. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران
۴. گروه بیابان زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alipor.hamid@gmail.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

مقدمه

مهار سیلاب و پخش آن به‌وسیله عملیات مکانیکی به نحوی که بتواند در بهبود رشد و نمو گیاهان زراعی، پوشش گیاهی مراتع و تغذیه آبخوان‌ها مؤثر واقع شود، پخش سیلاب نامیده می‌شود(۱۰). این روش ساده ترین و کم‌هزینه ترین روشی است که از زمان‌های قدیم در کشورهای مختلف از جمله ایران رواج داشته است. پخش سیلاب بیشتر در مناطقی که دارای شیب ۱ تا ۳ درصد می‌باشند، امکان‌پذیر است. در اکثر مناطق آب‌های سطحی با سرعت زیادی از مسیل‌های کوهستانی به‌سمت دشت سرازیر شده و به‌علت تمرکز در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها فرصت کمی برای نفوذ پیدا می‌کنند. برای حل این مشکل با ایجاد یک بند انحرافی برروی آبراهه، آب را به‌طرف کانال‌هایی که برروی خطوط تراز دامنه ها کشیده شده هدایت می‌کنند که می‌تواند در خاک نفوذ کرده و سفره‌های آب زیرزمینی را تغذیه کند. مهم‌ترین مزیت این روش هزینه نسبتاً کم آن برای ساخت و نگهداری می‌باشد (۲). در حال حاضر پخش سیلاب بر آبخوان‌ها یکی از روش‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌رود و تعیین مکان‌های مناسب با دقت و سرعت مورد نیاز جهت پخش سیلاب از اهمیت بسیاری برخوردار است (۸). تصمیم‌گیری یکی از اساسی‌ترین موضوعاتی است که همواره بشر، حتی در زندگی روزمره خود با آن روبرو می‌باشد. برای انجام یک کار خاص، ممکن است ما با گزینه‌های مختلفی مواجه باشیم که از بین آنها باید بهترین گزینه را انتخاب نماییم. در واقع تصمیم‌گیری، به چگونگی انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های ممکن می‌پردازد. به‌طوری که گزینه منتخب بتواند بیشترین سود و موفقیت را به‌همراه داشته باشد. اصول روش‌های تصمیم‌گیری در این است که اطلاعات موجود از سیستم را به‌شکل مجموعه عوامل تأثیرگذار در میزان کارایی سیستم تبدیل می‌کند و با مشخص کردن نقش هرکدام از این عوامل کارایی سیستم را ارتقاء می‌بخشد. سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، مدل‌هایی هستند که ورودی آنها انواع مختلفی از اطلاعات و خروجی آنها راه‌حل‌های متعدد برای حل مسأله موجود می‌باشد(۲۱). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط توماس ال ساتی ریاضی‌دان مشهور آمریکایی(۱۹۷۰) مطرح شد. در روش AHP فرد تصمیم‌گیرنده باید برای هرجفت از معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری یک مقایسه انجام دهد که این قیاس در مرحله اول به شکل توصیفی و در مرحله بعد به شکل کمیتی در یک مقیاس از عدد۱ تا ۹ انجام می‌شود و درنهایت از این قیاس جفتی ماتریسی به‌دست می‌آید و وزن‌ها یا اولویت‌ها برای معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری استخراج می‌گردد که به‌شکل اعداد نسبی می‌باشند(۱۶). در تحقیقی به پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی در دشت ورامین استان تهران به کمک GIS و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) پرداختند(۲). به مقایسه مدل منطق فازی با سایر مدل‌های مفهومی سازگار با GIS در مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب با کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای +ETM پرداخت(۳). در تحقیقی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و سنجش از دور محل‌های مناسب برای اجرای عملیات پخش سیلاب در استان زنجان را از طریق پارامترهایی چون خصوصیات، ضریب ذخیره، ضریب قابلیت انتقال، ضخامت تعیین کرد(۵). با ترکیب GIS و ساختار تصمیم گیری چند معیاره برای پخش آب در اردن شمالی نشان دادند که منطقه دارای پتانسیل زیادی برای ساختن مخازن برداشت آب می‌باشد(۱۱). به تحقیقی به‌عنوان استفاده مختلط از مدلسازی آب‌های زیر زمینی و آنالیز پتانسیل منطقه برای مدیریت آب زیر زمینی پرداختند(۱۲). در تحقیقی با استفاده از تکنیک‌های GIS بهترین مناطق را جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های ساحلی جنوب ایران شناسایی کردند(۱۳). در تحقیقی به‌عنوان افزایش تغذیه آبخوان آبرفتی به‌وسیله سدهای طبیعی مبنی بر توصیف چند نظمی در کوشکک خوزستان با بررسی مطالعات هیدرومترولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی به این نتیجه رسیدن که این مناطق دارای ظرفیت نفوذپذیری خوب و مناسب برای مکان یابی تغذیه مصنوعی می‌باشند(۱۵). بعد از توسعه یک DSS برای

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

مکان‌یابی مناطق مناسب پخش سیلاب در ایران، به مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب با استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم-گیری در دشت ورامین استان تهران پرداخت(۱۶). در تحقیقی دیگر با عنوان سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی پخش سیلاب با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌کاربرد هم‌زمان DSS و GIS تأکید کردند(۱۷). به کمک DSS و GIS و تجزیه و تحلیل پنج عامل مناطق مناسب پخش سیلاب را تعیین نمودند(۹). در تحقیقی به مکان‌یابی پخش سیلاب با استفاده از روش AHP در منطقه عشق آباد طیس پرداختند(۱). هدف اصلی این تحقیق تهیه، استفاده و ارزیابی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری بر مبنای تکنیک‌های GIS و RS به-منظور شناسایی و اولویت‌بندی نواحی مناسب پخش سیلاب، در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز ایور با مساحتی در حدود ۵۵۰۰ هکتار، در استان خراسان شمالی، شهرستان جاجرم و در فاصله طول جغرافیایی ۵۶ درجه و۸ دقیقه و۵۸ ثانیه تا۶ ۵ درجه و۱۵ دقیقه و۵۳ ثانیه وعرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و۳ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۴ دقیقه و۲۶ ثانیه واقع شده است. منابع آب سطحی شامل جریان آب رودخانه وزهکش اصلی حوزه است و جریان آن غیر دائمی است. منابع آب زیرزمینی نیز شامل یک چاه عمیق و نیمه عمیق می‌باشد. در بین این منابع آبی فقط قنات ایور و قنات نقد آبی داخل حوزه مطالعاتی قرار گرفته‌اند وبقیه در اطراف روستا وعمدتاً جنوب روستا قرار گرفته‌اند. شغل اصلی مردم منطقه کشاورزی، دامداری و قالی بافی است. از نظر طبقه بندی اقلیمی دومارتن اقلیم منطقه خشک ارزیابی می‌شود.میزان متوسط سالانه بارندگی در حوزه ایور برابر ۱۶۸ میلی‌متر می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۴/۱، متوسط حداقل درجه حرارت سالیانه۷/۸، متوسط حداکثر درجه حرارت سالیانه ۲۲/۱، حداقل مطلق سالیانه ۸/۱- در دی ماه و حداکثر مطلق سالیانه۴۰/۱ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه می‌باشد. باد غالب منطقه شرقی و به میزان ۱۷/۳ درصد از کل بادها می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه استان و ایران را نشان می‌دهد

در این تحقیق نقشه توپوگرافی حوضه مورد تحقیق با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ که از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده بود در محیط Arc GIS زمین مرجع شد و خطوط ارتفاعی برروی آن رقومی گردید. سپس با تهیه DEM منطقه و بستن مرز حوضه در روی نقشه و کلاسه‌بندی آن، نقشه طبقات ارتفاعی حاصل شد. نقشه شیب نیز از نقشه DEM منطقه به‌دست آمد. نقشه آبراهه ها و قنات‌های موجود در منطقه از نقشه‌های توپوگرافی و بازدید صحرایی و برای به‌دست آوردن نقشه حجم رسوب در منطقه از روش MPSIAC استفاده شد. نقشه نفوذپذیری سطحی حوزه آبخیز ایور براساس گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حاصل شده و در محیط Arc GIS رقومی گردید. نقشه زمین‌شناسی از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور به‌دست آمد. هم‌چنین از تصاویر ماهواره‌ای لندست+ETM سال۲۰۰۲ و داده‌های مربوط به تعداد قنوات استفاده شد. در این حوضه مجموعه واحدهای سنگی و رسوبی از ژوراسیک، کرتاسه و کواترنر وجود دارد. نرخ رشد جمعیت در منطقه مورد مطالعه برطبق اسناد و آثار مکتوب (مطالعات اقتصادی – اجتماعی) طبق رابطه یک محاسبه، طبقه‌بندی و اهمیت نسبی هر کلاس براساس نظر کارشناسی تعیین گردید.

$$Pt= p_0(1+r)\ x \qquad [1]$$

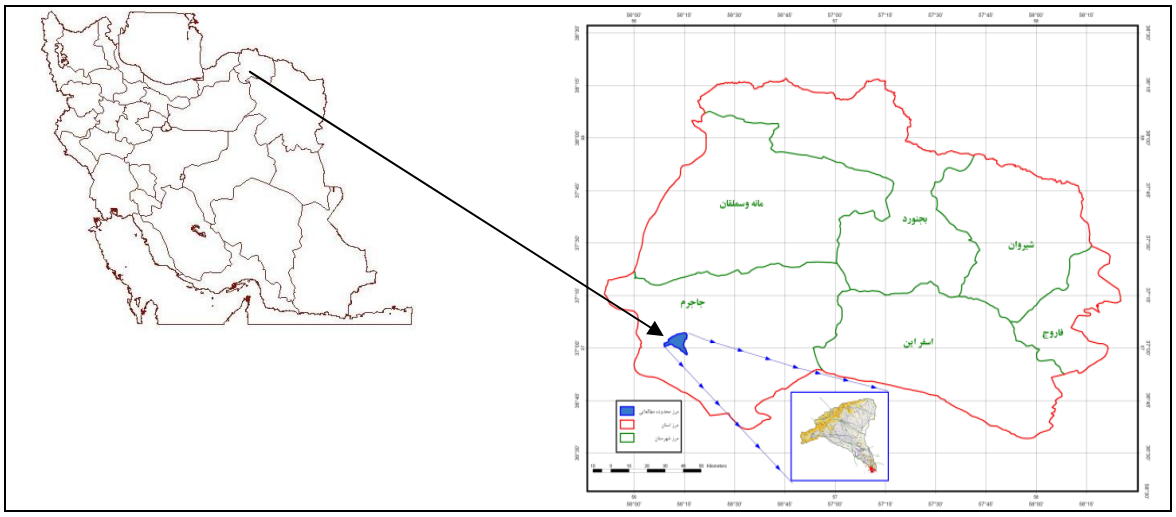
Pt= جمعیت بعد از X سال P۰=جمعیت اولیه r= نرخ رشد جمعیت (درصد) X= فاصله سال‌های آمارگیری. میزان بیکاری برطبق مطالعات اقتصادی و اجتماعی صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه در زیرحوزه‌های مختلف مشخص گردید

$$R = 1-\left(\frac{AJ}{JR}\right)*100 \qquad [2]$$

R= شاخص بیکاری AJ= جمعیت شاغل (تعداد شغل موجود) JR= جمعیت فعال (تعداد نیازهای شغلی). در روش AHP (فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) فرد تصمیم‌گیرنده باید برای هر جفت از معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری یک مقایسه انجام

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه برروی نقشه استان و ایران

دهد که این قیاس در مرحله اول به شکل توصیفی و در مرحله بعد به‌شکل کمّیتی در یک مقیاس ازیک تا نه مطابق با جدول ۱ (۲۰) انجام می شود و درنهایت از این قیاس جفتی ماتریسی به‌دست می‌آید. به‌واسطه مقایسه زوجی در روش AHP از طریق قضاوت‌هایی که به‌صورت شفاهی، عددی یا حتی گرافیکی انجام می‌گیرد، وزن‌ها یا اولویت‌ها برای معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری استخراج می‌گردد که به‌شکل اعداد نسبی می‌باشند.

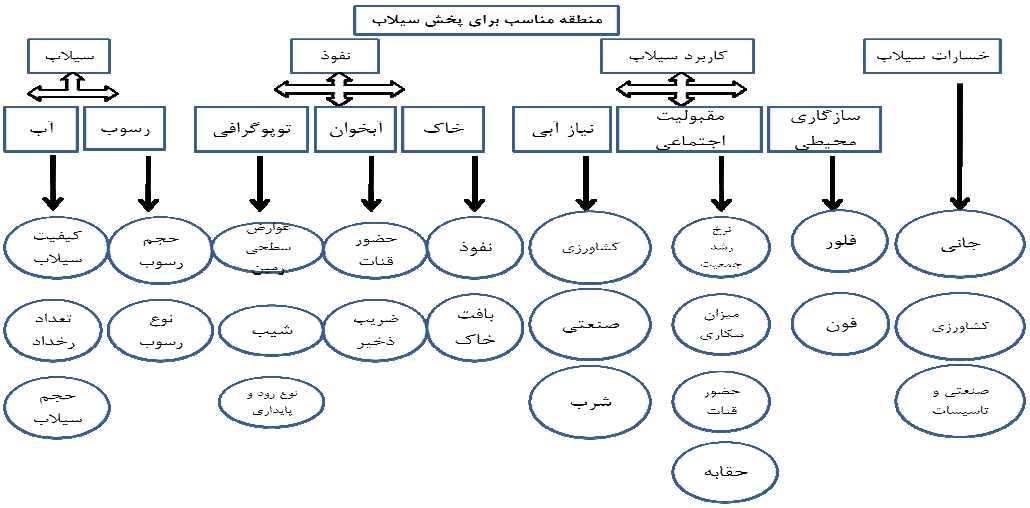
انتخاب منطقه مناسب به‌صورت یک سری عملیات انجام می‌گیرد که به‌طور خلاصه شامل: مرحله (۱) برای هریک از شاخص‌ها و زیر شاخص‌های موردنظر کلاس‌های ارزشی تعیین شده و اهمیت‌های نسبی آنها تعیین می‌گردد. مرحله (۲) با استفاده از نقشه‌های پایه منطقه (حاصل از سنجش از دور)، یک نقشه شایستگی از شاخص‌های اصلی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه می‌شود. مرحله (۳) نقشه‌های شایستگی برای هر زیرمعیار ایجاد می‌گردند. این نقشه‌های ترکیبی به‌کمک نقشه‌های ایجاد شده از شاخص‌های اصلی در مرحله (۲) تهیه می‌شوند. اهمیت شاخص‌های اصلی گوناگون با استفاده از AHP (مقایسه جفتی شاخص‌ها) تعیین می‌گردند. مرحله (۴) نقشه‌های مختلف برای زیر معیارها به‌صورت یک نقشه شایستگی از معیارهای اصلی برروی یکدیگر قرار می‌گیرند. ارزش زیرمعیارهای مختلف نیز با استفاده از مقایسه جفتی AHP تعیین می‌گردد. سپس نقشه وزن‌دهی شده و ترکیبی حاصل، با استفاده از مدول SMCE-GIS در محیط GIS تهیه می‌شود. مرحله (۵) درنهایت، شایستگی کلی مناطق مختلف با استفاده از ترکیب وزنی شایستگی‌های نسبی تخمین زده می‌شود. براساس نظر تصمیم‌گیرندگان، کارشناسان و ذی‌نفعان، ارزش نسبی برای چهار معیار اصلی به‌دست می‌آید. در نهایت ۵ سناریو تهیه و ارزیابی خواهد گردید (یک سناریو براساس ارزش نسبی برابر برای ۴ معیار، و چهار سناریو براساس تفاوت آشکار یکی از معیارهای اصلی). طبقه‌بندی و وزن‌های ترجیحی برای برخی از شاخص‌ها و زیرمعیارها بر مبنای متون علمی صورت گرفته است و برای باقی شاخص‌ها و زیرمعیارها براساس مصاحبه با کارمندان موسسه حفاظت آب و خاک و آبخیزداری و دیگر متخصصان مراکز دانشگاهی صورت گرفت. نظرات کارشناسی حاصل نیز می‌تواند براساس مصاحبه با کارمندان منطقه‌ای، مدلسازی، مشاهدات صحرایی و تجربه اصلاح و تعدیل گردد(۱۶). جدول ۱ .تعیین ارزش معیارها نسبت به یکدیگر توسط نظرات کارشناسی و شکل ۲ .درخت تصمیم گیری معیار اصلی، زیرمعیار و شاخص‌ها برای پخش سیلاب و جدول ۲ .شاخص‌های اصلی زیرمعیار آب، رسوب وزیرمعیارهای معیار اصلی سیلاب واهمیت نسبی آنها را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

جدول ۱. تعیین ارزش معیارها نسبت به یکدیگر توسط نظرات کارشناسی

ترجیحات	ارزش عددی
کاملاً ارجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی ارجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲ و ۴ و ۶ و ۸



شکل۲. درخت تصمیم‌گیری معیار اصلی، زیرمعیار و شاخص‌ها برای پخش‌سیلاب

جدول ۲. شاخص‌های اصلی زیرمعیار آب، رسوب وزیرمعیارها معیار اصلی سیلاب واهمیت نسبی آنها

شاخص اصلی زیرمعیارآب	حجم سیلاب	تعداد رخداد سیلاب	کیفیت سیلاب	اهمیت نسبی
حجم سیلاب	۱	۳	۵	۰/۶
تعداد رخداد سیلاب	۱/۳	۱	۴	۰/۲
کیفیت سیلاب	۱/۵	۱/۴	۱	۰/۰۹
شاخص اصلی زیرمعیاررسوب	حجم رسوب	نوع رسوب		اهمیت نسبی
حجم رسوب	۱	۳		۰/۷
نوع رسوب	۱/۳	۱		۰/۲
زیرمعیارمعیار اصلی سیلاب	آب	رسوب		اهمیت نسبی
آب	۱	۲		۰/۶
رسوب	۱/۲	۱		۰/۳

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

نتایج و بحث

در این تحقیق عوامل زیادی مانند شیب، حجم سیلاب، کیفیت سیلاب، نفوذپذیری و مورد بررسی قرار گرفتند و لایه‌های ایجاد شده از لحاظ اهمیت برای اجرای طرح پخش سیلاب طبقه‌بندی شدند. درنهایت به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد پخش سیلاب برای حوزه آبخیزایور در ۵ سناریوی مختلف تهیه شد. تحقیق حاضر در پی نظرخواهی از متخصصان متعدد، به‌منظور بررسی کاربرد سامانه پشتیبان تصمیم گیری جهت تعیین مناطق مناسب پخش سیلاب در حوزه آبخیز ایور استان خراسان شمالی و تعیین اهمیت عوامل مختلف در امر مکان‌یابی صورت گرفت. کنترل نرخ ناسازگاری قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان براساس روابط ریاضی و با استفاده از نرم افزار Expert Choice صورت گرفت. پس از وارد کردن شاخص‌ها، زیرمعیارها و معیارها در این نرم افزار میزان نرخ ناسازگاری آن‌ها برای تعیین درستی ماتریس‌های مقایسه زوجی، محاسبه گردید. نرخ ناسازگاری اگر کمتر از ۰/۱ باشد می‌توان نتیجه گرفت که سطح مطلوبی از سازگاری در قایسات زوجی وجود داشته است و در غیر این‌صورت این نرخ نشان‌دهنده قضاوت ناسازگاری و خطا می‌باشد(٦، ۷، ۱۴، ۱۸، ۱۹ و ۲۰). هدف روش‌های تصمیم‌گیری، اخذ قضاوت‌های افراد درباره داده‌های مسأله، پردازش آنها و تولید نتایجی است که بیانگر این قضاوت‌ها درقالب مقادیر عددی باشند. این نتایج وارد محاسبات کنترلی می‌شوند تا سازگاری قضاوت‌ها نیز اندازه‌گیری گردد. درنتیجه مقادیری که از طریق این روش‌ها وارد GIS می‌شود قابل اطمینان خواهند بود و می‌توان آنها را به‌عنوان اوزان پارامترها مورد استفاده قرار داد. با توجه به موقعیت منطقه مورد مطالعه و آمار و اطلاعات موجود از ۴ معیار اصلی، ۸ زیرمعیار و ۲۴ شاخص در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد.

معیار اصلی سیلاب: ارزیابی شایستگی تولید سیلاب با ارزیابی شایستگی زیرمعیارهای آب و رسوب تعیین می‌گردد. به‌علت نبود اطلاعات در مورد کیفیت آب در حوزه آبخیز، کیفیت شیمیایی سیلاب به‌صورت کیفی، از سازندهای زمین‌شناسی درون حوضه تخمین زده می‌شود و در ۳ کلاس نسبی خوب، متوسط و قابل قبول مورد بررسی قرار گرفت که بیشترین اهمیت نسبی به کلاس خوب با۰/۷۳۵۲اختصاص یافت.

به‌منظور انتخاب منطقه‌ای از حوزه آبخیز ایور با بیشترین ویژگی‌های مطلوب آب و رسوب، زیرمعیار آب اهمیت نسبی بیشتری نسبت به رسوب به‌خود می‌گیرد که در جدول ۲ نشان داده شده است.

معیار اصلی نفوذ

تعیین شایستگی معیار نفوذ توسط ارزیابی زیرمعیارهای توپوگرافی، آبخوان و خاک تعیین می‌گردد که این زیرمعیارها خود از ۷ شاخص اصلی حاصل می‌شوند. پنج زیرشاخص برای شاخص اصلی عوارض سطحی زمین شامل نوع کاربری، وجود زیرساخت‌های عبوری از منطقه، همواری سطح منطقه، فاصله از رودخانه و دسترسی به جاده می‌باشد. که کاربری اراضی بیشترین اهمیت نسبی با۰/۵۲۶۲را دارابود. پنج کلاس۲-۰، ۵-۲، ۸-۵، ۱۲-۸ و۱۲< درصد برای شیب در منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد که بیشترین اهمیت نسبی به کلاس۲-۰ درصد تعلق گرفت. شاخص اصلی نوع رود و پایداری آن شامل نه کلاس بارکف، پایدار- بارمعلق، پایدار- بارکف، ته‌نشست- بارکف، فرسایش- بارمعلق، ته‌نشست- بارمعلق، فرسایش- بارمحلول، پایدار- بارمحلول، ته‌نشست- بارمحلول، فرسایش که با توجه به بازدید صحرایی در مسیل‌ها و رودخانه‌های هر ۲ زیرحوزه اهمیت نسبی برای آنها ۰/۰۶۰۱ (بارمعلق، فرسایش) برآورد گردید. زیرمعیار توپوگرافی شامل سه شاخص عوارض سطحی زمین، شیب و نوع رود و پایداری آن می باشد که بیشترین اهمیت به عوارض سطحی زمین اختصاص یافت. جدول ۳ .شاخصهای اصلی زیرمعیار توپوگرافی، آبخوان، خاک وزیرمعیارهای معیار اصلی نفوذ و اهمیت نسبی آنها، جدول ۴ .شاخصهای اصلی زیرمعیار نیاز آبی، مقبولیت اجتماعی، سازگار محیطی و زیرمعیار معیار اصلی کاربرد آب و اهمیت نسبی، جدول ۵ .معیار اصلی خسارت سیل :شاخص اصلی و اهمیت نسبی آنها، جدول ٦ .ارزش شایستگی ۲ زیرحوزه از لحاظ خسارات سیل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

جدول۳. شاخص‌های اصلی زیرمعیار توپوگرافی، آبخوان، خاک وزیرمعیارها معیار اصلی نفوذ و اهمیت نسبی آنها

شاخص اصلی زیرمعیار توپوگرافی	عوارض سطحی زمین	شیب	نوع رود و پایداری	اهمیت نسبی
عوارض سطحی زمین	۱	۲	۳	۰/۵
شیب	۱/۲	۱	۲	۰/۲
نوع رود و پایداری	۱/۳	۱/۲	۱	۰/۱
شاخص اصلی زیرمعیار آبخوان	ضریب ذخیره	حضور قنات	اهمیت نسبی	
ضریب ذخیره	۱	۶	۰/۸	
حضور قنات	۱/۶	۱	۰/۱	
شاخص اصلی زیرمعیارخاک	بافت خاک	نفوذ خاک	اهمیت نسبی	
بافت خاک	۱	۴	۰/۸	
نفوذ خاک	۱/۴	۱	۰/۲	
زیرمعیار معیار اصلی نفوذ	توپوگرافی	خاک	آبخوان	اهمیت نسبی
توپوگرافی	۱	۳	۴	۰/۶
خاک	۱/۳	۱	۱	۰/۱
آبخوان	۱/۴	۱	۱	۰/۱

جدول۴. شاخص‌های اصلی زیرمعیار نیاز آبی، مقبولیت اجتماعی، سازگاری محیطی و زیرمعیار معیار اصلی کاربرد آب و اهمیت نسبی

شاخص‌های اصلی زیرمعیار نیازهای آبی	نیاز آبی شرب	نیاز آبی کشاورزی	نیاز آبی صنعت	اهمیت نسبی	
نیاز آبی شرب	۱	۲	۶	۰/۵	
نیاز آبی کشاورزی	۱/۲	۱	۶	۰/۳	
نیاز آبی صنعت	۱/۶	۱/۶	۱	۰/۰۷	
شاخص‌های اصلی زیرمعیار مقبولیت اجتماعی	حضور قنات	حقابه	نرخ رشد جمعیت	میزان بیکاری	اهمیت نسبی
حضور قنات	۱	۲	۴	۶	۰/۵
حقابه	۱/۲	۱	۲	۵	۰/۲
نرخ رشد جمعیت	۱/۴	۱/۲	۱	۳	۰/۱
میزان بیکاری	۱/۶	۱/۵	۱/۳	۱	۰/۰۶
شاخص اصلی زیرمعیار سازگاری محیطی	فلور	فون	اهمیت نسبی		
فلور	۱	۲	۰/۶		
فون	۱	۱	۰/۳		
زیرمعیارها معیار اصلی کاربرد آب	مقبولیت اجتماعی	نیازهای آبی	سازگاری محیطی	اهمیت نسبی	
مقبولیت اجتماعی	۱	۲	۲	۰/۵	
نیازهای آبی	۱/۲	۱	۱	۰/۲	
سازگاری محیطی	۱/۲	۱	۱	۰/۲	

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

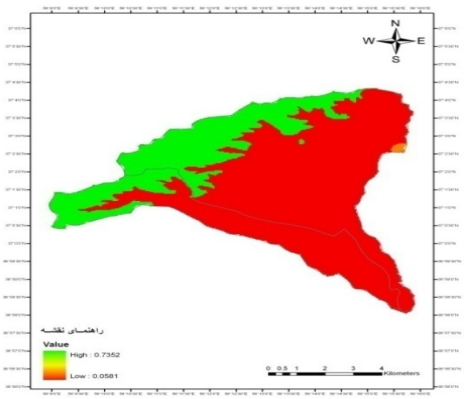
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

جدول ۵. معیار اصلی خسارت سیل: شاخص اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها

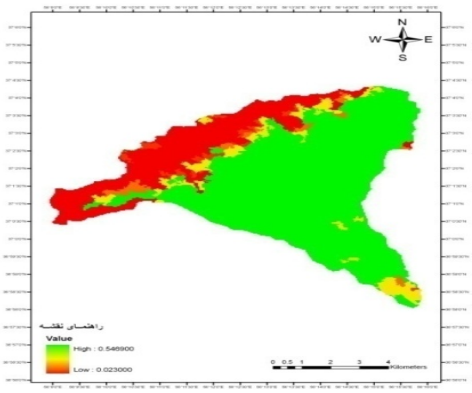
شاخص اصلی	خسارات جانی	خسارات کشاورزی	خسارات صنعتیو تاسیسات	اهمیت نسبی
خسارات جانی	۱	۸	۹	۰/۷
خسارات کشاورزی	۱/۸	۱	۳	۰/۱
خسارات صنعتی و تاسیسات	۱/۹	۱/۳	۱	۰/۰۶

جدول ٦. ارزش شایستگی ۲ زیرحوزه از لحاظ خسارات سیل

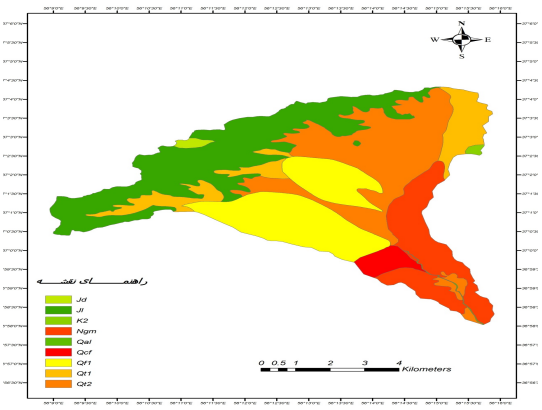
گزینه‌ها	خسارات جانی	خسارات کشاورزی	خسارات صنعتی و تاسیسات	ارزش شایستگی
زیرحوزه (۱)	۰/۱	۰/۶	۰/۰۳	۰/۱
زیرحوزه (۲)	۰/۱	۰/۶	۰/۰۳	۰/۱



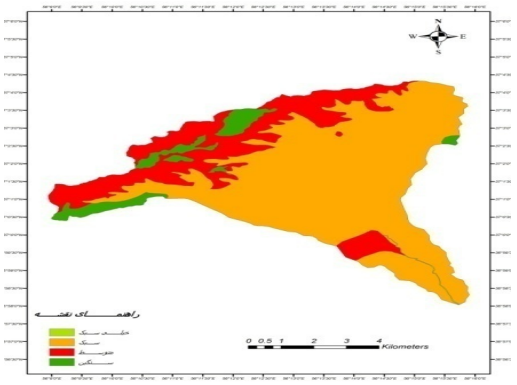
شکل ۳. نقشه کیفیت سیلاب منطقه



شکل ۴. نقشه شیب حاصل از وزن دهی منطقه



شکل ۵. نقشه زمین‌شناسی منطقه



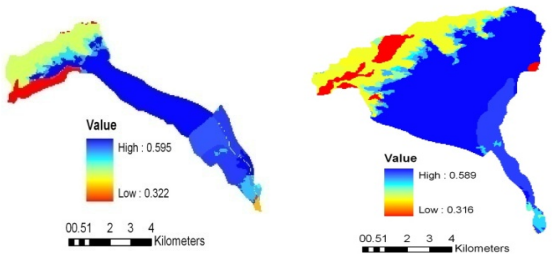
شکل شکل ٦. نقشه نفوذ سطحی خاک منطقه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

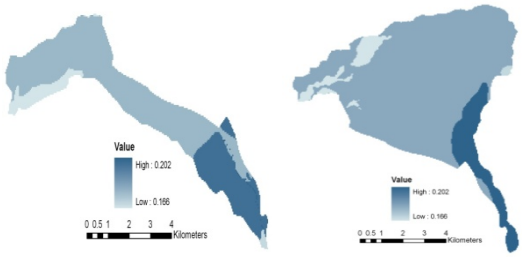
جدول ۸. میانگین مطلوبیت هر زیرحوزه در سناریوهای متفاوت

گزینه‌ها	میانگین مطلوبیت				
	سناریو (۱)	سناریو (۲)	سناریو (۳)	سناریو (۴)	سناریو (۵)
زیرحوزه (۱)	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۰/۳
زیرحوزه (۲)	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۳



زیر حوزه یک　　زیرحوزه دو

شکل ۷. نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی نفوذ



زیر حوزه یک　　زیرحوزه دو

شکل ۸ نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی خسارت سیلاب

را نشان می‌دهد.

معیار اصلی کاربرد آب

ارزیابی شایستگی کاربرد آب توسط بررسی شایستگی زیرمعیارهای نیازهای آبی، مقبولیت اجتماعی و سازگاری محیطی منطقه تعیین گردید.

طرح‌های پخش سیلاب نبایستی برای فلور و فونی که تحت تأثیر کاهش میزان آب زیرقشری و یا سیلاب هستند، ایجاد مشکل کند. زیرمعیارسازگاری محیطی شامل شاخص اصلی خسارات فون (جامعه جانوری) و فلور (جامعه گیاهی) بود که در کلاس بدون مشکل با اهمیت نسبی۰/۷۶۰۸ قرار گرفت. برای بررسی شاخص فلور منطقه با استفاده از نقشه‌های مختلف و تصاویر ماهواره‌ای منطقه و بازدید صحرایی از منطقه نقشه پوشش گیاهی تهیه شد. در مناطق مورد مطالعه هیچ‌گونه تحقیقات دقیقی از بعد زیست محیطی صورت نگرفته است. فلور منطقه به خاطر چرای بیش از حد مراتع و اقلیم خشک و فون آن بدون گونه‌های ویژه و در مناطق کوهستانی بالادست محدود شده‌اند.

معیار اصلی خسارت سیل

ارزیابی شایستگی خسارت سیل توسط ارزیابی شایستگی شاخص‌های اصلی خسارات جانی، خسارات کشاورزی و خسارات وارده به مراکز صنعتی و تاسیسات تعیین می‌گردد. شکل ۳ .نقشه کیفیت سیلاب منطقه، شکل ۴ .نقشه شیب حاصل از وزن دهی منطقه، شکل ۵ .نقشه زمین شناسی منطقه، شکل ٦ . نقشه نفوذ سطحی خاک منطقه، جدول ۸ .میانگین مطلوبیت هر زیرحوزه در سناریوها متفاوت، شکل ۷ .نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی نفوذ، شکل ۸ .نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی خسارت سیلاب را نشان می‌دهد

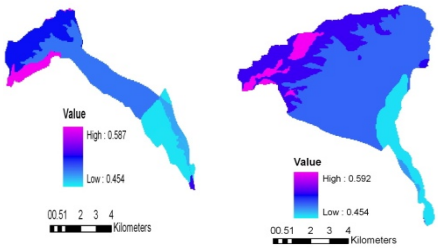
تعیین و تحلیل سناریوها

در این مرحله برای تعیین مکان‌های مناسب، می‌توان سناریوهای متفاوتی بر طبق نظرات کارشناسان مختلف تعریف نمود. برطبق اهمیت‌های نسبی که در جدول ۷ نشان داده شده سناریوهای متفاوتی در مدل اجرا گردید.

سناریوی اول برمبنای نظر برخی از متخصصان که بر ارجحیت معیار اصلی نفوذ معتقد بودند پایه‌گذاری گردید.

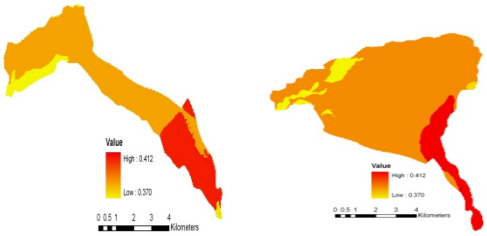
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]



زیرحوزه دو　　زیر حوزه یک

شکل ۹. نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی سیلاب



زیرحوزه دو　　زیر حوزه یک

شکل ۱۰. نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی کاربرد آب

زیرحوزه دو　　**زیر حوزه یک**

شکل ۱۱. نقشه شایستگی وزن برابر معیار اصلی

شکل۱۲. نقشه استعداد اراضی برای پخش سیلاب

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

سناریوی دوم براساس نظراتی که معیار کاربرد آب را با اهمیت‌تر می‌شمردند، تعریف گردید زیرا آنها مسائل اقتصادی و اجتماعی روستاهایی که در حوزه قرار داشتند را مهم‌ترین عامل می‌دانستند. سناریوی سوم طبق نظراتی که حجم سیلاب با کیفیت شیمیایی بالا و رسوب اندک را به‌عنوان عامل تعیین کننده در مکان‌یابی پخش سیلاب می‌دانند، بنا نهاده شده است. بنابراین در این سناریو ارجحیت مطلق به معیار اصلی سیلاب داده شده است. در سناریو چهارم کنترل خسارات سیلاب به‌عنوان عامل مؤثر در مکان‌یابی پخش سیلاب محسوب می‌گردد. بنابراین سناریوی چهارم بر مبنای ترجیح معیار اصلی خسارت سیلاب بنا نهاده شد. سناریوی پنجم بر این فرض استوار است که ارزش ترجیحی هر چهار معیار با یکدیگر برابر فرض شده‌اند.

شاخص تناسب(SI) زیر معیار رسوب(۰/۳۳۳۳)× نقشه شایستگی زیر معیار رسوب + شاخص تناسب(SI) زیر معیار آب(۰/٦٦٦٧)× نقشه شایستگی زیر معیار آب = نقشه شایستگی معیار اصلی سیلاب

شاخص تناسب(SI) سازگاری محیطی(۰/۲۵)× اهمیت نسبی کلاس بدون مشکل شاخص خسارت فون و فلور زیر معیارسازگاری محیطی برای دو زیر حوزه(۰/۷٦۰) + شاخص تناسب(SI) مقبولیت اجتماعی(۰/۵۰)× نقشه شایستگی مقبولیت اجتماعی + شاخص تناسب(SI) ارزش شایستگی نیاز آبی(۰/۲۵)× اهمیت نسبی کلاس خیلی بالا(۰/۵۰۹) و بالا(۰/۲۵٦)نیاز آبی = نقشه شایستگی معیار اصلی کاربرد آب

شاخص تناسب(SI) زیر معیار خاک(۰/۱۹۲)× نقشه شایستگی زیر معیار خاک + شاخص تناسب(SI) زیر معیار توپوگرافی(۰/٦۳۴)× نقشه شایستگی زیر معیار توپوگرافی+ شاخص تناسب(SI) زیر معیار آبخوان(۰/۱۷۴)× نقشه شایستگی زیر معیار آبخوان = نقشه شایستگی معیار اصلی نفوذ

خسارت جانی(۰/۷۹۸) + خسارت کشاورزی(۰/۱۳۸) + خسارت صنعتی و تاسیسات(۰/۰٦۸)= نقشه شایستگی معیار اصلی خسارت سیلاب

نقشه شایستگی معیار اصلی سیلاب+ نقشه شایستگی معیار اصلی کاربرد آب+ نقشه شایستگی معیار اصلی نفوذ+ نقشه شایستگی معیار اصلی خسارت سیلاب= نقشه شایستگی وزن برابر معیار اصلی شکل ۹ .نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی سیلاب، شکل ۱۰ . نقشه شایستگی ارجحیت معیار اصلی کاربرد آب، شکل ۱۱ . نقشه شایستگی وزن برابر معیار اصلی و شکل ۱۲ . نقشه استعداد اراضی برا پخش سیلاب را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

زیرحوزه (۱) در حوزه آبخیز ایور در اکثر سناریوها با میانگین مطلوبیت واضحی نسبت به دیگر زیر حوزه به‌عنوان زیرحوزه مناسب‌تر برای پخش‌سیلاب مدنظر قرار گرفت که دلیل آن را می‌توان به عواملی چون نیاز آبی بیشتر این زیرحوزه، بزرگی منطقه تولید سیلاب، لزوم مهار سیلاب به‌خاطر ایجاد خسارت‌های بیشتر، شیب ملایم، دسترسی به مسیل‌های اصلی و مکان‌های وسیع‌تر به‌منظور پخش سیلاب نسبت داد. این یافته‌ها با نتایج (۱٦) مطابقت دارد که پس از تعیین وزن فاکتورهای مختلف از طریق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از بین عوامل تأثیرگذار، فاکتور حجم سیلاب، بافت خاک و نیاز آبی شرب جزء مهم‌ترین عوامل در تعیین مکان‌های دارای پتانسیل برشمرد. در مطالعه حاضر بیشتر مناطق مستعد پخش سیلاب در واحدهای کواترنری Qt۱,Qt۲،Qf۱ و Qa۱ قرار گرفته‌اند که از علل آن می‌توان به قرارگیری این واحدها در حواشی آبراهه‌های اصلی حوزه، تشکیل شدن این واحدها از رس، سیلت، ماسه و گراول و قرار گرفتن این واحدها در ارتفاعات پایین‌تر حوزه و در شیب‌های کم اشاره نمود. این نتایج نیز با یافته‌های (۵) که حدود ۴۰ درصد سطح مورد مطالعه که مناسب پخش سیلاب بودند را در عرصه‌های کواترنری مکان‌یابی نمود، هماهنگی دارد. از لحاظ شیب نیز بیشتر مناطق مناسب در شیب‌های پایین (کمتر از ۳ درصد) قرار گرفته است که نشان دهنده تأثیر به‌سزای این عامل در اجرای طرح‌های پخش سیلاب می‌باشد و با نتایج (۸) و (۴) مبنی بر اینکه عرصه‌های با شیب کمتر از ۳

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

درصد شیب جهت پخش سیلاب مناسب می‌باشند، همخوانی دارد.در بین سناریوهایی که در بین چهار معیار اصلی اجرا شد، در چهار سناریو ترجیح کامل به یکی از معیارهای اصلی داده شد و در یک سناریو تمامی معیارهای اصلی دارای یک ارزش بودند. مقایسه میانگین مطلوبیت در بین پنج سناریو نشان‌دهنده آن است که زیرحوزه (۱) در ۳ سناریو (ارجحیت نفوذ، ارجحیت کاربرد آب و برابری تمامی معیارهای اصلی) دارای میانگین مطلوبیت بالاتری بوده لذا در میان ۲ زیرحوزه در این سناریوها دارای ارجحیت بیشتری نسبت به‌دیگر زیرحوزه می‌باشد که علت آن را می‌توان به‌خاطر نیاز آبی بیشتر به‌خاطر کاربری‌های اراضی و نهشته‌های موجود در این زیرحوزه دانست. از طرف دیگر در سناریوی (۳) (ارجحیت معیار اصلی سیلاب) مشاهده می‌گردد که میانگین مطلوبیت هر دو زیرحوزه تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند که دلیل این امر را می‌توان به یکسان بودن ۲ زیرحوزه در بسیاری از خصوصیات سیلاب دانست که باعث گردیده تا تفاوت چندانی در میانگین مطلوبیت دو زیرحوزه به‌وجود نیاید. لذا اگر زیرحوزه‌های انتخابی از نظر موقعیت جغرافیایی، اقلیم و وسعت دارای تفاوت آشکاری نسبت به‌یکدیگر باشند، باعث خواهد شد تا این سناریو نیز تفاوت‌های آشکارتری را نشان دهد. در رابطه با سناریوی (۴) (ارجحیت معیار اصلی خسارت سیلاب) نیز در دو زیرحوزه (۱) و زیرحوزه (۲) دارای میانگین مطلوبیت نسبتاً برابری با هم می‌باشند که آن نیز به‌دلیل وجود مراکز جمعیتی و قرارگیری زمین‌های زراعی و خطوط انتقال نیرو در این زیرحوزه‌ها می‌باشد. سناریوی (۱) و یا همان ارجحیت معیار اصلی نفوذ به‌دلیل تعداد زیاد شاخص‌ها و زیرشاخص‌های درنظر گرفته شده نسبت به سایر معیارهای اصلی و همین‌طور تغییرات نسبتاً زیادتر این شاخص‌ها در ۲ زیرحوزه به افزایش دقت این سناریو انجامیده است. از طرفی معیار اصلی کاربرد آب در ۲ زیرحوزه در بسیاری از شاخص‌ها مانند نرخ رشد جمعیت و میزان بیکاری دارای تغییرات چندانی نبوده است.از بین ۲ زیرحوزه منطقه ایور، با توجه به میانگین مطلوبیت آنها، زیرحوزه (۱) و از بین سناریوهای اجرا شده، سناریوی (۱) (ارجحیت معیار اصلی نفوذ) به‌عنوان اولویت اول انتخاب گردیدند. اولویت دوم برای مکان‌یابی پخش سیلاب متعلق به زیرحوزه ۲ و با سناریوی (۱) می‌باشد. باتوجه به اینکه سیستم پشتیبانی تصمیم گیری یک روش جدیدی در مکان‌یابی پخش سیلاب می‌باشد لذا در خراسان شمالی هیچ مطالعه‌ای جهت پخش سیلاب با استفاده از این روش انجام نشده است و یک کار جدید می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. چابک بلداجی، م.، م. حسن زاده نفوتی و ز. ابراهیمی خوسفی. ۱۳۸۹. مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(مطالعه موردی: حوزه آبخیز عشق آباد طبس)، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران ۱۳(۴):۳۸-۳۱.

۲. حکمت‌پور، م. س. فیض‌نیا. ح. احمدی و ا. خلیل‌پور . ۱۳۸۶. پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی در دشت ورامین به کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS)، مجله محیط‌شناسی ۳۳ (۴۲): ۸-۱.

۳. دادرسی سبزوار، ا. ۱۳۸۷. مقایسه مدل منطق فازی با سایر مدل‌های مفهومی سازگار با GIS در مکان‌یابی مناطق مستعد گسترش سیلاب با کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای سنجنده +ETM، همایش و نمایشگاه ژئوماتیک۸۷ و چهارمین همایش یکسان‌سازی نام-های جغرافیایی. ۲۲-۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۸۷. سازمان نقشه‌برداری. ۱۰ ص.

۴. عبدی، پ. وج. غیومیان. ۱۳۷۹. تعیین محل‌های مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی و GIS، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست‌آوردهای طرح آبخوان‌داری ۹۹-۸۶.

۵. عبدی، پ.۱۳۸۴. تهیه نقشه آبرفت‌های کواترنری کواترنری استان زنجان با استفاده از RS-GIS، فصلنامه مهندسی نقشه برداری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]

دورسنجی و علوم جغرافیایی ۱۴ (۵۴): ۴۱-۳۶.

۶. عطایی، م.۱۳۸۹. *تصمیم گیری چند معیاره*. انتشارات دانشگاه شاهرود، ۳۳۳ص.

۷. قدسی پور، ح. ۱۳۸۸. *فرایند تحلیل سلسله مراتبی*. انتشارات دانشگاه امیر کبیر، ۲۳۶ص.

۸. قرمزچشمه، ب. ج. غیومیان. وم.ح. مهدیان. ۱۳۷۹. تعیین شاخص‌های مورد نیاز در مکان‌یابی پخش سیلاب (مطالعه موردی دشت میمه اصفهان)، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست‌آوردهای طرح آبخوان داری ۵۰-۳۹.

۹. قرمزچشمه، ب. ج. غیومیان. وس. فیض نیا.۱۳۸۱. کاربرد GIS وDSS در مکانیابی مناطق مستعد پخش سیلاب. مجله علوم دانشگاه تربیت معلم۲ (۳و۴):۱۳۱-۱۱۵.

۱۰.وهابی، ج. ۱۳۷۸. اصول معیارها، اهداف، تنگناها و نیازهای تحقیقاتی سامانه‌های پخش سیلاب. گزارش اولین کارگاه آموزشی بخش تحقیقات مدیریت و بهره‌برداری از سیلاب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. ۷۸ص.

11. Adamat, R. A., A. Diabat and G. Shatnawi. 2010. Combining GIS With multicriteria decision making for siting water harvesting ponds in northern Jordan. J. arid environ. 74:1471-1477.

12. Gaur,S., B. R. Chahar and D. Graillot. 2011. Combined use of groundwater modeling and potential zone analysis for management of groundwater. Intl. j. applied earth observation and geoinformation. 13:127-139.

13. Ghayoumian, J., M. Saravi, S. Feiznia. B. Nouri and A. Malekian. 2007. Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran. J. Asian Earth Sci. 20 April. 2007. 30 (2): 364-374.

14. Ishizaka, A. and A. Labib. 2009. Analytic hierarchy process and expert choice: benefits and limitations, OR Insight. 22(4): 201–220.

15. Kalantari, N. E. Bestland. and A. Jalalvand. 2009. Alluvial aquifer recharge enhanced by a natural dam: feasibility assessment based on multidisciplinary characterization (Khuzestan, Southwest Iran). J. environ. earth sci. 59:51-61.

16. Kheirkhah Zarkesh, M. 2005. DSS for floodwater site selection in Iran, PhD. Thesis, Wageningen University. 273. P.

17. Kheirkhah Zarkesh, M., A. M. J. Meijernk and M. Goodarzi. 2008. Decision support system (DSS) for site selection floodwater spreading schemes using remote sensing (RS) and geographical information systems (GIS). Desert 12 (2): 99-197.

18. Malczewski, J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International J. Geograph. Info. Sci. 20(7): 703–726.

19. Oswald, M. 2004. Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS. Computers and Geosciences. 30: 637–646.

20. Saaty, T. L. 2002. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. European J. Operational Res. 145: 85–91.

21. Sharifi, M. A. 2007. Integrated planning and decision support systems: concepts, adoption and evaluation, Asian J. of Geoinformatics. 7 (4): 13-21.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.14.1]