Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی ۴۰
زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۱۴۹-۱۳۴

محمدحسین رامشت[۱]
علیرضا عرب‌عامری[۲]

پهنه‌بندی حوضه آبخیز شاهرود- بسطام از نظر تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی با استفاده از روش تخصیص خطی و تکنیک GIS

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۲۱

چکیده

منابع آب زیرزمینی بعد از یخچال‌ها و پهنه‌های یخی، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین زمین را تشکیل می‌دهند و یکی از منابع مهم تأمین آب شیرین مورد نیاز انسان هستند. امروزه افزایش جمعیت و به طبع آن بهره‌برداری بی رویه از سفره‌های آب زیرزمینی مسأله کمبود آب را به وجود آورده است. در حالی که مدیریت و کنترل صحیح این منابع می‌تواند تا حدودی مشکلات کم آبی را بر طرف کند. یکی از راهکارهای مدیریتی منابع آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و تعیین مناسب‌ترین مکان جهت این امر است. روش تخصیص خطی[۳] یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که ضمن ترکیب شاخص‌های کمی و کیفی و نیز وزن دهی متناسب با اهمیت هر معیار، می‌تواند در انتخاب بهترین گزینه به تصمیم گیران کمک کند. با توجه به اینکه دشت شاهرود- بسطام در بردارنده سه کانون جمعیتی شاهرود، بسطام و مجن و ۸۵٪ جمعیت کل شهرستان شاهرود است، بنابراین شناسایی و پهنه‌بندی مناسب‌ترین مکان جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی در این دشت از اهمیت بالایی برخوردار است یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در حوضه شاهرود- بسطام که به ۷ پهنه از لحاظ ارتفاعی تقسیم شده

۱- استاد گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان. E-mail: Mrameshat@yahoo.com
۲- کارشناس‌ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان. E-mail: Alireza.ameri۹۱@yahoo.com

۳- Linear- assignment

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

است، پهنه ۳ با موقعیت کوهپایه‌ای در رتبه اول و بهترین پهنه جهت تغذیه مصنوعی و پهنه ۷ با موقعیت کوهستانی در رتبه آخر قرار گرفته است و به منظور تغذیه مصنوعی مناسب نمی‌باشد. پهنه‌های (٤، ۲، ٥، ٦، ۱) به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفته‌اند.

کلید واژه‌ها: حوضه آبخیز، شاهرود- بسطام، روش تخصیص خطی، تکنیک GIS، پهنه بندی، تغذیه آبخوان‌ها.

مقدمه

همزمان با افزایش جمعیت در دهه‌های اخیر نیاز به آب سالم و قابل شرب روند صعودی داشته و از سویی منابع آب سطحی نیز با مسأله آلودگی و تغییرات حجمی در طول زمان روبرو هستند، در نتیجه نگاه برنامه ریزان به سوی منابع آب‌های زیرزمینی که منابع حیاتی آب در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند، سوق یافته است. منابع آب زیرزمینی بعد از یخچال‌ها و پهنه‌های یخی، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین زمین را تشکیل می‌دهند و یکی از منابع مهم تأمین آب شیرین مورد نیاز انسان هستند (Freeze,۱۹۷۹). لزوم شناخت و بهره‌برداری بهینه ار آب‌های زیرزمینی از آنجا ناشی می‌شود که این منابع ۹۹٪ از کل آب‌های شیرین قابل دسترس را تشکیل می‌دهند (کوثر، ۱۳٦٤، ۱۹). علاوه بر این در بسیاری از کشورهای واقع در نواحی خشک و نیمه‌خشک بیش از ۸۰ درصد منابع آب مورد استفاده را تشکیل می‌دهند (صداقت، ۱۳۷۲، ۵۲). شهرستان شاهرود با مساحت ۵۱۷٦۲ کیلومترمربع و جمعیت ۲۳٤۷۳۸ نفری (درگاه ملی آمار ایران، ۱۳۸۵) بزرگ‌ترین کانون جمعیتی استان سمنان است که در طی سال‌های اخیر روند روبه‌رشد چشم‌گیری داشته است. بیش از ۵۰٪ از منابع آب مورد نیاز این شهرستان از آب‌های زیرزمینی دشت شاهرود- بسطام با مساحت ۷٦۰۳/۲۵ کیلومترمربع تأمین می‌شود (درگاه ملی آمار ایران، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر با افزایش روز افزون جمعیت، توسعه صنعت، رشد شهرنشینی و به تبع آن افزایش تقاضا به مواد غذایی، بهره‌برداری از منابع آب چندین برابر بیشتر از گذشته شده است به طوری که میزان بهره‌کشی و مصرف آب‌های زیرزمینی بیشتر از میزان تغذیه این منابع شده است، به عبارت دیگر ورودی سیستم آب زیرزمینی از خروجی آن کمتر شده و سیستم با بیلان منفی دارای پسخوراند مثبت و در حال اضمحلال است. بنابراین شناسایی و تعیین مناسب‌ترین مکان جهت این مهم از اهمیت به سزایی برخوردار است. مدیریت منابع آب مجموعه‌ای از اقدامات متعدد مدیریتی است که با هدف بهره برداری بهینه از منابع آب و کاهش خسارت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی صورت می‌گیرد. مسائل تصمیم گیری مدیریت منابع آب به دلیل وجود معیارها، شاخص‌های متعدد تصمیم گیری، مسائل پیچیده‌ای هستند. برای دستیابی به یک هدف مشخص، راه حل‌های متعددی وجود دارد که هر یک ارجحیت‌های متفاوتی را برای مسائل مختلف همچون زیست محیطی، اجتماعی، سیاسی و سازمانی تأمین می‌نمایند. این الزامات طبعا موجب

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[٤] می‌شود که هدف آن انتخاب بهترین جواب از بین راه حل‌های مختلف می‌باشد.

پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی بر روی آب‌های زیرزمینی و تغذیه مصنوعی آنها و همچنین روش‌های چندمعیاره صورت گرفته است به طوری که کریشنامورتی و همکاران[٥] (۱۹۹۵ و ۱۹۹٦) برای مکان‌یابی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در هند از تکنیک‌های RS و GIS استفاده کرده‌اند و تأثیر عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی را در رفتار آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار داده و بیان داشته‌اند که در هر منطقه ناهمواری خاصی برای تغذیه آب‌های زیرزمینی مناسب است. ساراف و چادهاری[٦] (۱۹۹۸) از قابلیت‌های سنجش از دور در استخراج لایه‌های مختلف نظیر کاربری اراضی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و تلفیق آنها در محیط GIS جهت تعیین مناطق مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی استفاده کرده‌اند. مهدوی (۱۳۷۵، ١٦) مدیریت آب و تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی شهرستان جرم را مورد بررسی قرار داده و کنترل برداشت و تغذیه سفره‌ها از طریق آبخیزداری را به عنوان مهم‌ترین راهکار مدیریتی ارائه کرده است. عبدی و غیومیان (۱۳۷۹، ٨٦) بر اساس داده‌های ژئوفیزیکی، کاربری اراضی و توپوگرافی و تلفیق و تحلیل آنها در محیط GIS، مکان‌های مناسب برای ذخیره سازی آب‌های سطحی و تقویت آب‌های زیرزمینی را اولویت بندی کرده‌اند. کیا حیرتی (۱۳۸۲) عملکرد سیستم پخش سیلاب را در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی دشت موغار اصفهان را مورد مطالعه قرار داده است. مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) مکان‌یابی محل مناسب برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی از طریق RS و GIS را در حوضه آبخیز شهرضا مورد بررسی قرار داده و این ابزار را جهت این مهم کارامد معرفی کرده‌اند. نوری و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش حوضچه‌های تغذیه و تکنیک GIS در حوضه آبخیز گاوبندی پرداخته‌اند و بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی را مخروطه افکنه‌ها و دشت‌سرها معرفی کرده‌اند. موسوی و همکاران (۱۳۸۸) پتانسیل یابی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در محدوده تاقدیس کمستان را با تلفیق سنجش از دور و GIS مطالعه نموده و سازندهای شکسته شده، آبرفت‌ها و کانال‌های رودخانه‌ای را مناسب‌ترین مکان برای تغذیه مصنوعی معرفی کرده‌اند. میان‌آبادی و افشار (۲۰۰۸) از سه روش: میانگین گیری وزنی مرتب شده استقرائی (IOWA)[٧]، تخصیص خطی و TOPSIS برای بررسی و رتبه بندی طرح‌های تأمین آب شهری زاهدان استفاده نموده و نتایج حاصل از روش‌های مختلف را با نتایج روش برنامه ریزی سازشی مقایسه نمودند (Mianabadi, ۲۰۰۸: ٣٤- ٤٥). لمون و مارتیز[٨] (۲۰۰٦) از روش تئوری مطلوبیت چند شاخصه (MAUT)[٩]

٤–Multi Criteria Decision Making

٥ - Krishnomurthy et al. (١٩٩٥ & ١٩٩٦)

٦ - Saraf & Choudhury (١٩٩٨)

٧- Induce ordered weighted Averaging

٨-Limon and Martinez

٩-Multi Attribute utility theory

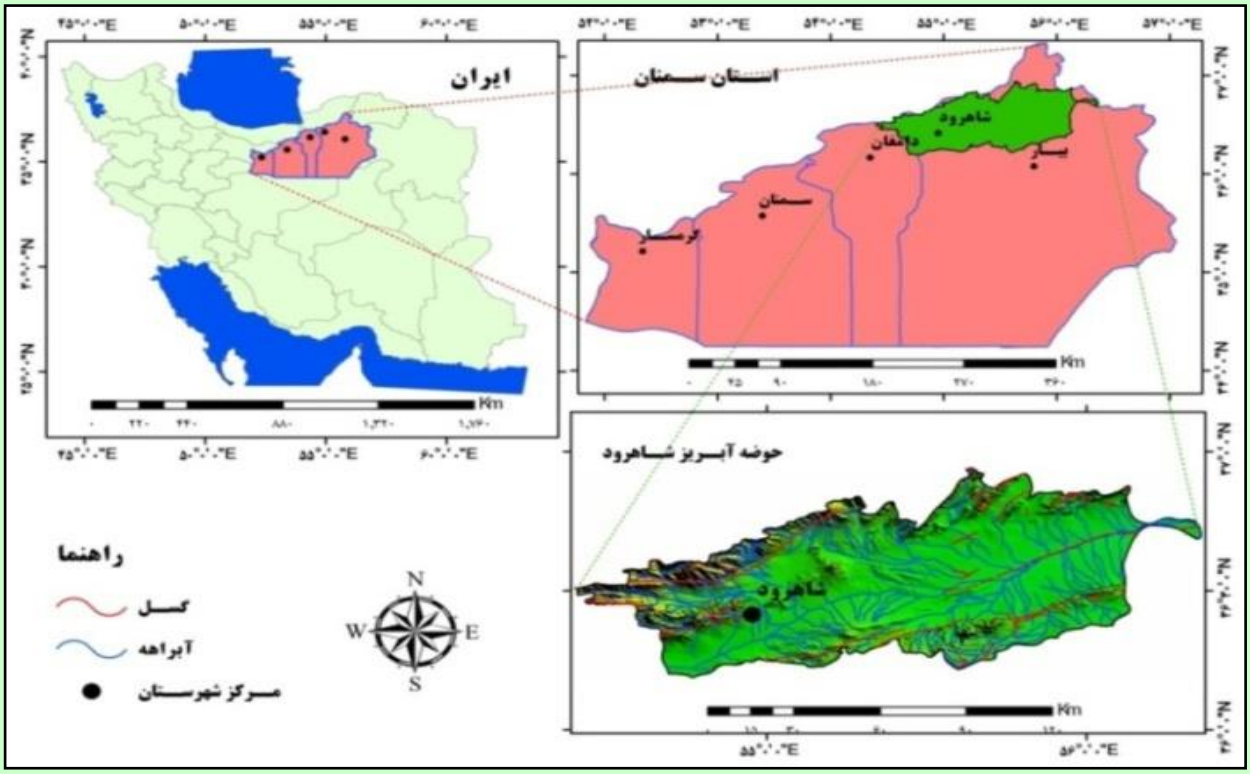
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

برای تخصیص بهینه آب کشاورزی در شمال اسپانیا بهره جست (Limon, ۲۰۰٦: ۲۰۰ -۳۳٦). احمدی و همکاران (۲۰۰۲) رتبه بندی طرح‌های مختلف تصفیه آب کشاورزی جهت استفاده مجدد را با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره انجام داده‌اند (Ahmad. Raj, ۲۰۰۲: ۳۳۹ -۳۵۲). هدف از این پژوهش پهنه‌بندی بهترین مناطق جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی در حوضه آبخیز شاهرود- بسطام با استفاده از عوامل موثر در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، از طریق روش تخصیص خطی و تکنیک GIS می‌باشد. به عبارت دیگر این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از آنالیز پارامترهای تأثیرگذار در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، از طریق روش تخصیص خطی و تهیه لایه‌های رستری آن در محیط نرم افزار ArcGIS ۹. ۳، مناسب‌ترین مناطق را جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی شناسایی و پهنه بندی کند. نتایج به دست آمده از این پژوهش در مدیریت محیط منابع و مناطق آبی محدوده مطالعاتی از اهمیت قابل توجهی برخوردار خواهد بود.

موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز شاهرود- بسطام

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، حوضه آبخیز شاهرود- بسطام می‌باشد که در شمال شهرستان شاهرود در استان سمنان، در دامنه‌های جنوبی و جنوب شرقی البرز شرقی واقع شده است. حوضه آبخیز شاهرود- بسطام زیر حوضه کویر نمک (h٤/۷) است. کویر نمک نیز با مساحت ۲۲٤۳۷۰ کیلومترمربع زیر حوضه ایران مرکزی (h٤) می‌باشد. حوضه ایران مرکزی سرزمین وسیعی با وسعت ۸۳۱۰۰۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود که از ویژگی‌های این حوضه گسترش حداقلی شبکه‌های آبراهه‌ای به علت خشکی بالا است (موحد دانش، ۱۳۸۳، ۱۸۳). حوضه آبخیز شاهرود- بسطام با مساحت ۷٦۰۳/۲۵ کیلومترمربع در محدوده‌ای به عرض ۳٦ درجه تا ۳۷ درجه شمالی و طول ٥٤ درجه تا ۵۷ درجه شرقی گسترده شده است (شکل ۱).

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز شاهرود- بسطام

مواد و روش‌ها

ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارتس[۱۰] محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته و تعیین حدود گردید. سپس مدل ارتفاع رقومی آن از مدل ارتفاع رقومی ایران در محیط نرم افزار GLOBAL MAPER جدا و خروجی گرفته شد. تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای پهنه بندی در محیط نرم افزار ArcGIS ۹.۳ به صورت موارد زیر انجام گرفت: ابتدا مدل ارتفاع رقومی منطقه بر اساس شکست‌های طبیعی[۱۱] که در ارتفاعات منطقه وجود دارد به ۷ کلاس ارتفاعی طبقه بندی گردید (شکل ۲). طبقات مذکور نمایانگر پهنه‌های مطالعاتی در منطقه می‌باشند که محاسبات بعدی در هر کدام از این طبقه‌ها صورت گرفت. لایه شیب از روی مدل ارتفاعی رقومی منطقه و از طریق ابزار Surface Analyses در 3D analyses تهیه گردید. لایه تراکم زهکشی، تراکم گسل، به ترتیب از طریق رقومی کردن لایه آبراهه‌های اصلی و فرعی از روی نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی منطقه، رقومی کردن گسل‌های اصلی و فرعی از روی نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه و ابزار Density در Spatial Analyses تهیه شد. لایه خطوط همبارش از طریق میان یابی به روش کریجینگ و رابطه خطی بین باران- ارتفاع با استفاده از ابزار Interpolate در 3D analyses تهیه گردید (اشکال۲ تا ۸). سپس معیارهای مورد بررسی برای هر یک از پهنه‌های ارتفاعی مورد نظر محاسبه گردید (جدول ۱) و لایه‌های آن به صورت مجزا تهیه شد. پس از بدست آوردن اعداد

۱۰- Google Earth
۱۱- Natural break

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

کمی هر یک از لایه‌ها، با استفاده از روش تخصیص خطی به تجزیه و تحلیل این اعداد پرداخته و به اولویت بندی پهنه‌های مذکور جهت انتخاب مناسب‌ترین مکان برای تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به ترتیب موارد زیر پرداخته شد.

- تشکیل ماتریس تصمیم گیری

ابتدا به تشکیل ماتریس تصمیم گیری با توجه به اطلاعات کمی به دست آمده از شاخص‌ها در هر منطقه پرداخته می‌شود.

- رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌های موجود

در این مرحله مناطق منطبق بر رتبه‌ای که بر اساس شاخص‌ها می‌گیرند رتبه بندی می‌شوند.

- در مرحله سوم با مشخص بودن اوزان شاخص‌ها (W)، ماتریس Q_G تهیه می‌شوند. هر عنصر ماتریس Q_G برابر است با:

$$q_{/it} = \sum_{j=1}^{n} \pi itj.\, wj \qquad \text{رابطه ۱}$$

که اگر گزینه i در شاخص j در رتبه t قرار داشته باشد آنگاه $\pi itj=1$ در غیر این صورت $\pi itj=o$ خواهد بود.

- مسأله تخصیص با متغیرهای صفر- یک hit به منظور مشخص نمودن اولویت بندی نهایی گزینه‌ها به فرم زیر حل شده است.

$$\max: \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} \gamma_{ik} . h_{ik}$$

$$s.t \ : \ \sum_{k=1}^{m} h_{ik} = 1 \quad ; \quad i = 1,2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^{m} h_{ik} = 1 \quad ; \quad k = 1,2, \dots, m$$

$$h_{ik} \quad \begin{cases} = 1 \\ = 0 \end{cases}$$

در مرحله آخر به رتبه بندی گزینه‌ها پرداخته شده است.

در حوضه شاهرود- بسطام ۷ عامل به منظور پهنه بندی منطقه از لحاظ تغذیه مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت که شامل بارندگی، طبقات ارتفاعی، تراکم مسکونی، تراکم آبراهه، ر خساره های ارضی، مساحت و شیب می‌باشد.

- بارندگی

حوضه شاهرود- بسطام یک حوضه به نسبت خشک می‌باشد و دارای بارندگی سالانه ۱۸۰ میلی متر می‌باشد. در میان پهنه‌های مورد مطالعه در حوضه شاهرود- بسطام میزان بارندگی در پهنه ۷ که یک منطقه کوهستانی می‌باشد از تمامی پهنه‌های دیگر بیشتر (۲۶۳/۵ میلی متر) و پهنه ۱ دارای کمترین میزان بارندگی (۱۱۵/۷۴) می‌باشد.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

- تراکم آبراهه

به علت رابطه‌ای که بین تراکم آبراهه در یک منطقه و میزان نفوذ آب وجود دارد این عامل مورد بررسی قرار گرفته است. در بین پهنه‌های مورد مطالعه پهنه ۵ با ۵٤/۳۹ M/Km^2 دارای بیشترین تراکم و پهنه ۷ به علت داشتن موقعیت کوهستانی دارای کمترین میزان تراکم آبراهه ۲۵/۵۵ M/Km^2 می‌باشد.

- شیب:

حوضه شاهرود– بسطام دارای شیب به نسبت زیادی می‌باشد و متوسط شیب در کل حوضه ۳۵ درصد می‌باشد. در این میان پهنه ۷ دارای بیشترین میزان شیب (٦۲/۱ درصد) و پهنه ۱ دارای کمترین میزان شیب (۲/۳۷ درصد) می‌باشد.

- تراکم مسکونی

حوضه شاهرود- بسطام دارای تراکم جمعیت متوسطی می‌باشد. در بین پهنه‌های مورد مطالعه در حوضه شاهرود- بسطام پهنه ۱ دارای بیشترین میزان تراکم و پهنه ۷ به علت موقعیت کوهستانی دارای کمترین میزان تراکم مسکونی می‌باشد.

- ارتفاع

نیمی از حوضه مورد مطالعه در منطقه کوهستانی واقع شده است و میانگین ارتفاع حوضه ۱۸۰۰ متر می‌باشد. حوضه ۷ با ۳٤۰۵ متر ارتفاع و حوضه ۱ با ۱۰۱۳ متر ارتفاع به ترتیب مرتفع‌ترین و پست‌ترین پهنه را در حوضه به خود اختصاص داده‌اند.

- مساحت

در بین پهنه‌های مورد مطالعه در حوضه بسطام- شاهرود، پهنه ۲ با (۲۲۷۹/٦۵ Km^2) دارای بیشترین وسعت و حوضه ۷ با (۱٤۷/۵۲ Km^2) دارای کمترین وسعت می‌باشد.

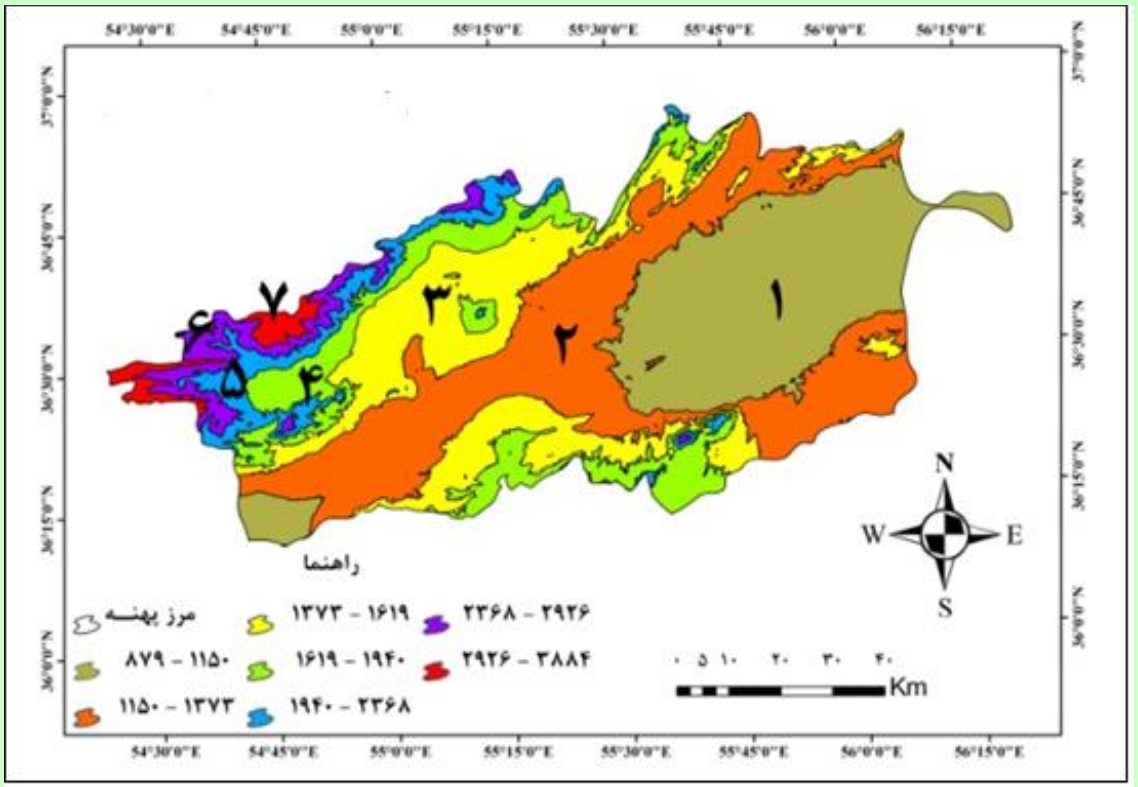
- جنس مواد

به علت رابطه مستقیمی که بین سازند های موجود در یک منطقه و میزان نفوذپذیری در منطقه این عامل در حوضه شاهرود- بسطام مورد بررسی واقع گردیده است. در بین پهنه‌های مورد مطالعه پهنه ۳ به علت واقع شدن در یک منطقه مخروط افکنه ای دارای رسوبات درشت دانه و دارای نفوذ پذیری بالایی بوده است و به همین علت بیشترین امتیاز را کسب نموده است و پهنه یک به علت این که در یک منطقه کفی واقع شده است و دارای کفه‌های نمکی و رسی با نفوذپذیری خیلی پایین می‌باشد دارای کمترین امتیاز می‌باشد.

نتایج و یافته‌ها

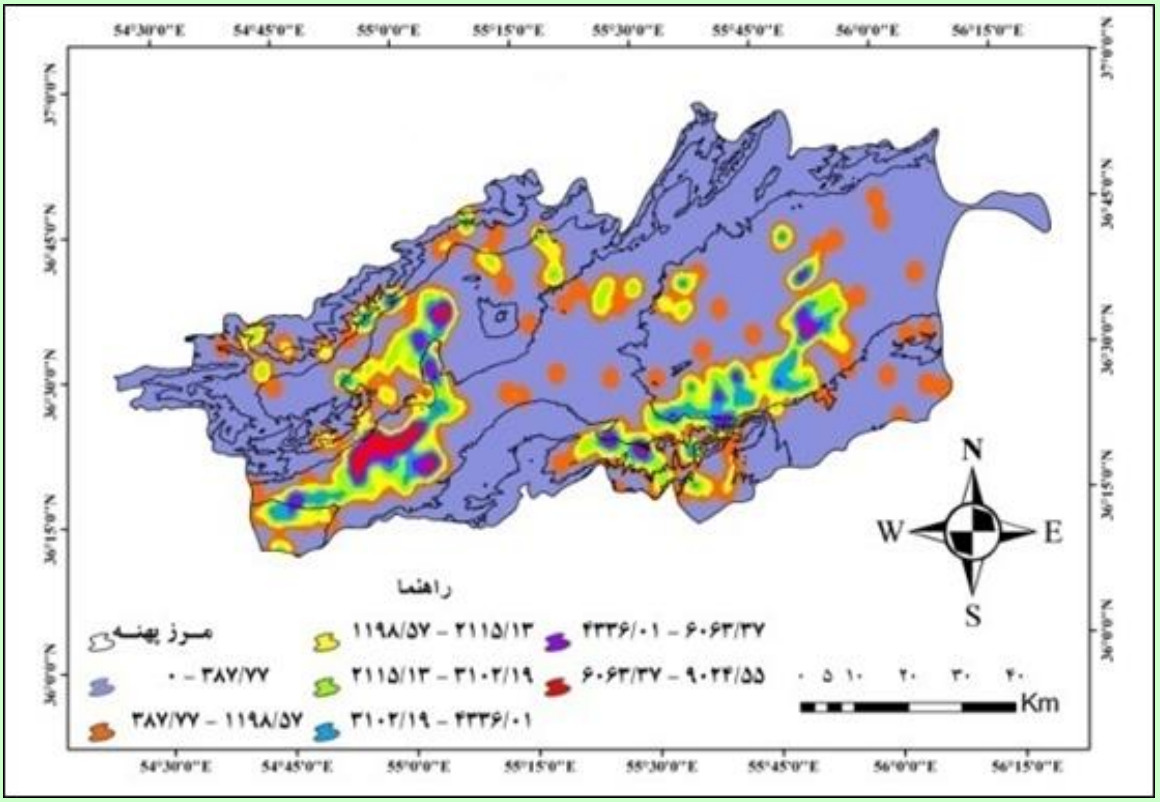
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

اهمیت آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشکی نظیر حوضه شاهرود- بسطام بر کسی پوشیده نیست، زیرا این منابع آبی از یک سو به دلیل شیرین بودن، ترکیبات ثابت شیمیایی، دمای ثابت، ضریب آلودگی کمتر و سطح اطمینان بالاتر در تأمین آب شرب به عنوان یک منبع قابل اتکاء محسوب شده و از سوی دیگر با تأثیر بر توان اکولوژیکی منطقه یک عامل مهم و موثر در توسعه اقتصادی، تنوع اکولوژیکی و سلامت جامعه به حساب می‌آیند. بنابراین مدیریت سیستماتیک منابع آبی منطقه مطالعاتی و پهنه‌بندی آن جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی از طریق مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. نتایج حاصل از بررسی مدل تخصیص خطی جهت مکانیابی مناسب‌ترین منطقه برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی حوضه آبخیز شاهرود- بسطام به شرح اشکال (۲) تا (۸) و جداول (۱) تا (٦) می‌باشد. به طوری که ماتریسی با مرتبه ٤٩ برای ماتریس داده‌ها، با ۷ گزینه (پهنه‌های ارتفاعی) و ۷ شاخص مربوطه (بارش، تراکم آبراهه، تراکم گسل، مساحت، رخساره‌های ارضی منطقه، شیب، ارتفاع) تشکیل می‌شود (جدول۱).

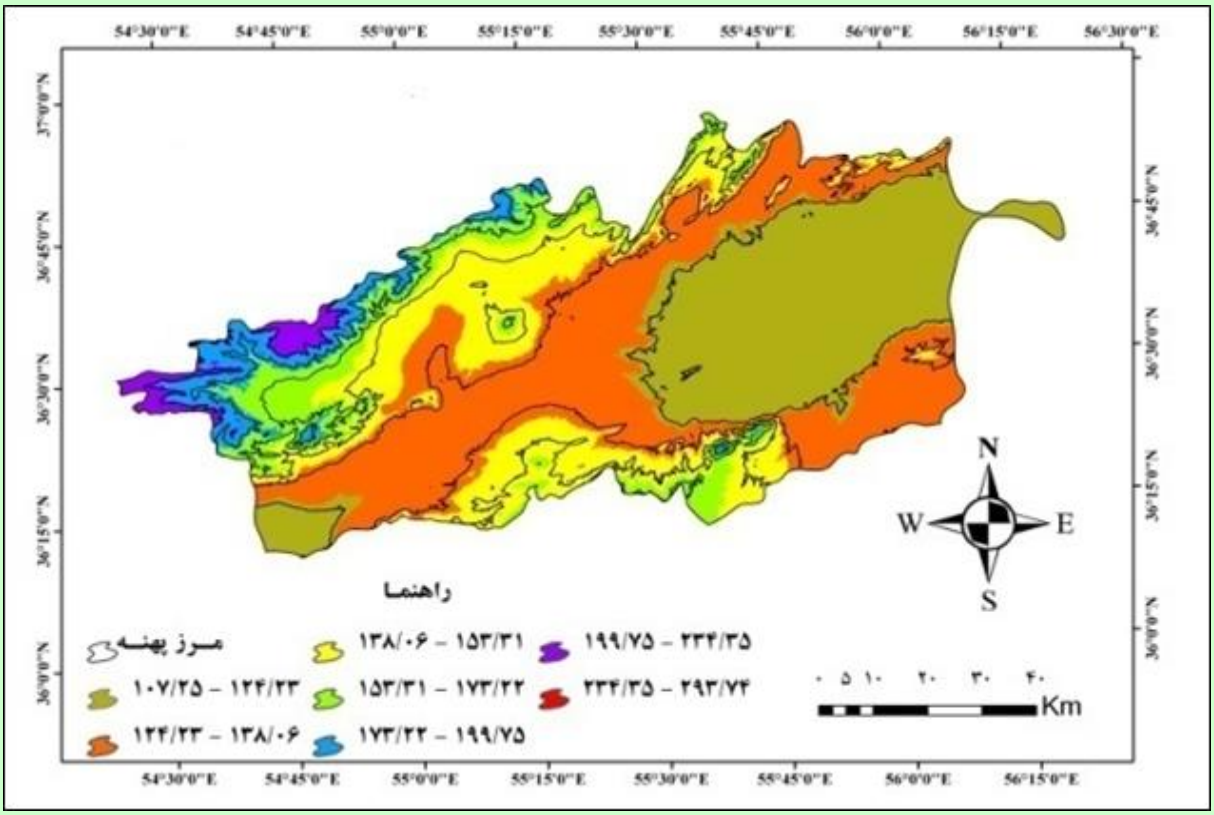


شکل ۲: نقشه طبقات ارتفاعی و پهنه‌های منطقه مطالعاتی

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

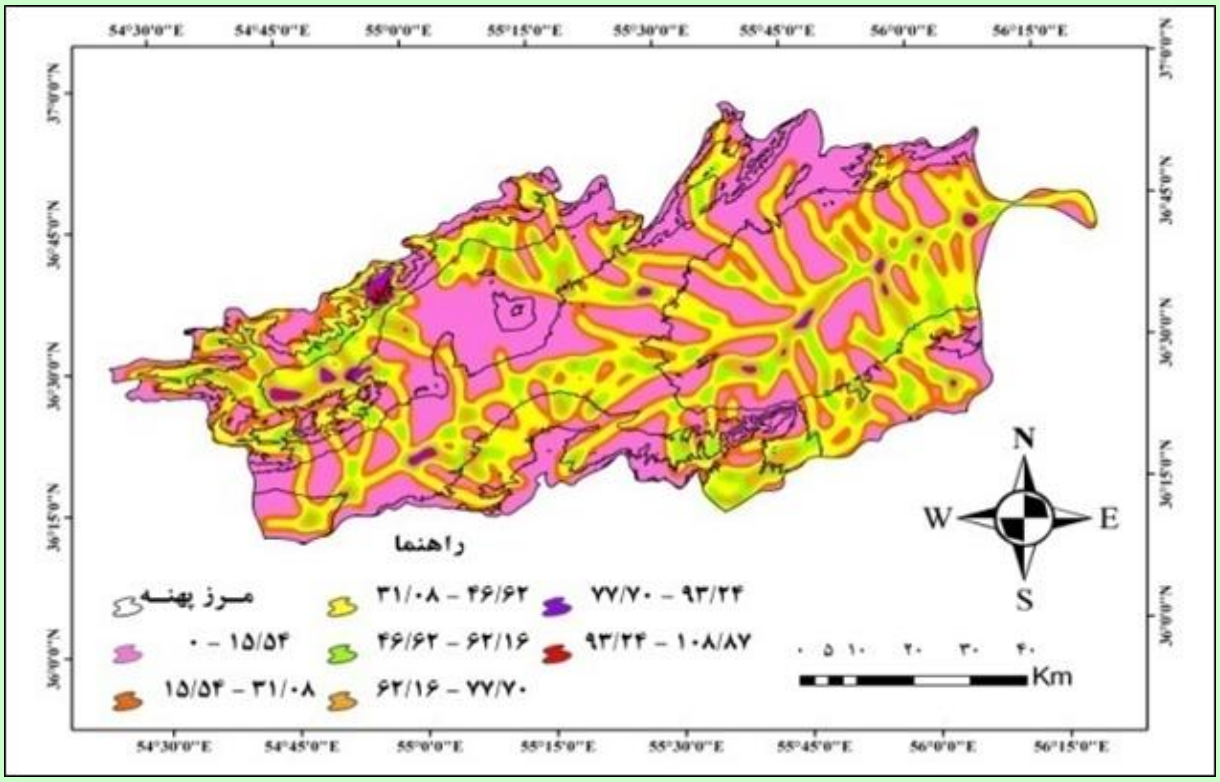


شکل ۳: نقشه تراکم مسکونی منطقه مطالعاتی

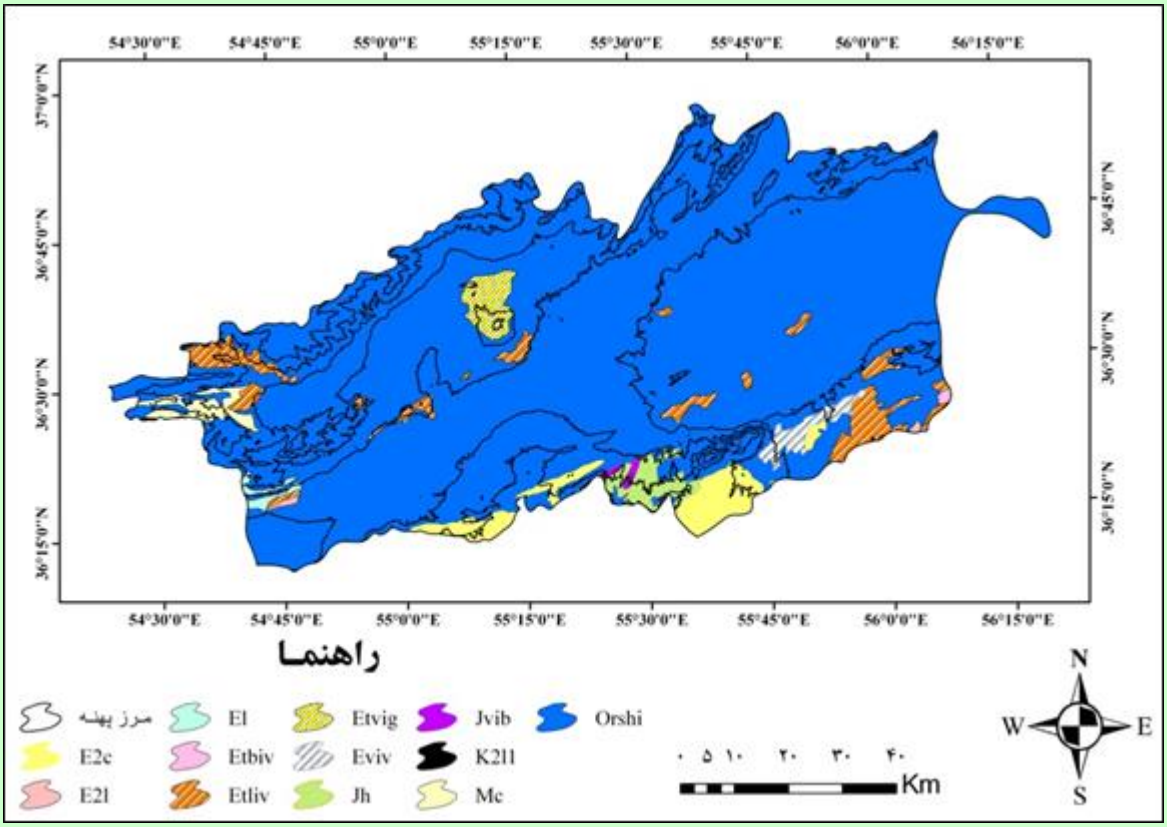


شکل (٤): نقشه هم بارش منطقه مطالعاتی

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

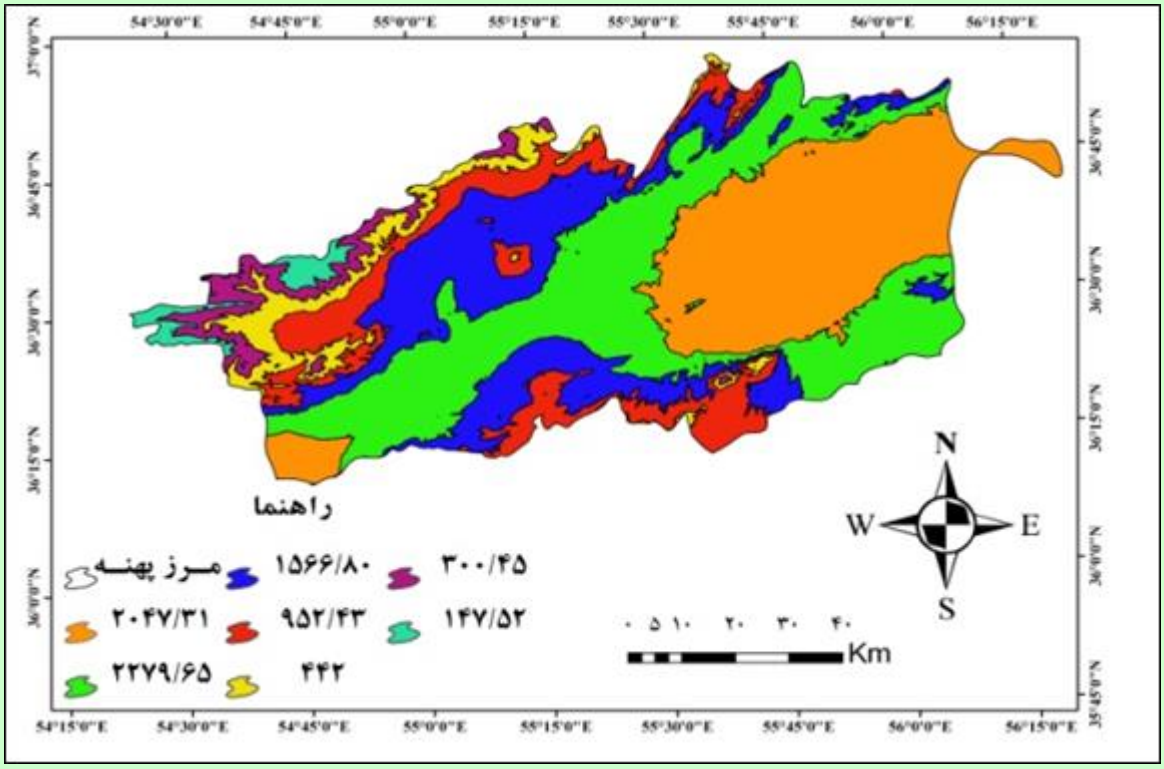


شکل (۵): نقشه تراکم آبراهه منطقه مطالعاتی

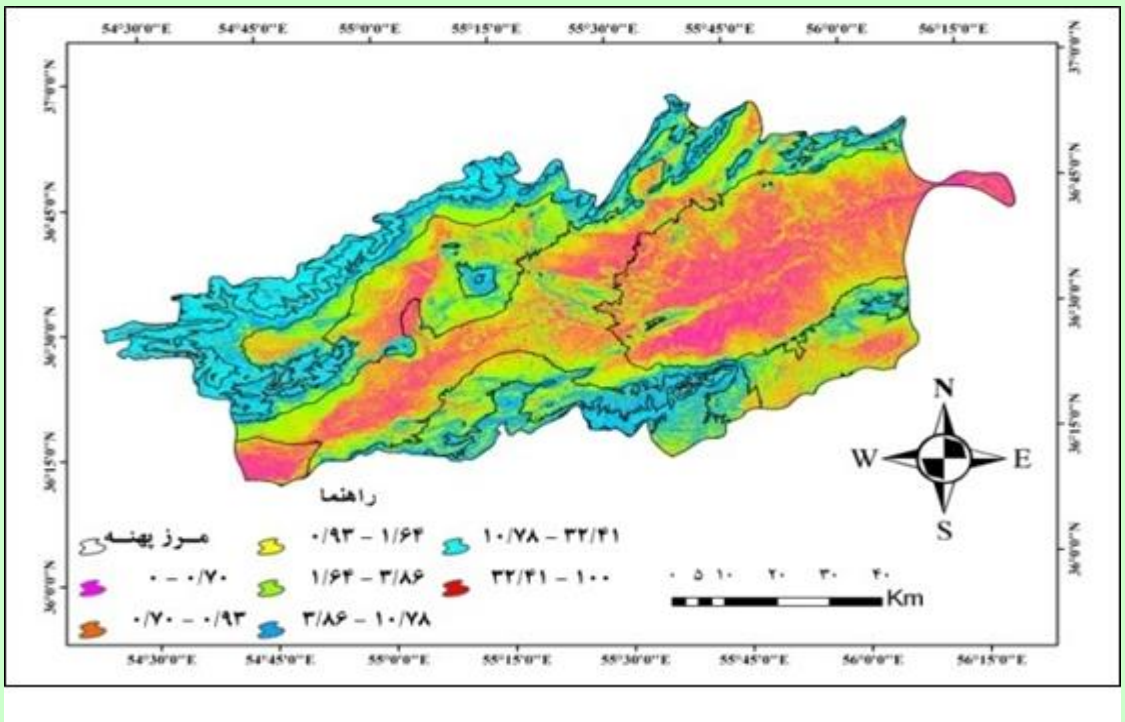


شکل (٦): نقشه رخساره‌های ارضی منطقه مورد مطالعه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025



شکل (۷): نقشه مساحت منطقه مطالعاتی



شکل ۸: نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

جدول (۱): ماتریس تصمیم

مساحت	ارتفاع	تراکم مسکونی	شیب	تراکم آبراهه	بارش	جنس مواد	مناطق

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

(Km^2)	(M)	(M/Km^2)	(٪)	(M/Km^2)	(mm)	(بی بعد)	
۲۰٤۸/ ۳۱	۱۰۱۳	۳۳۹۹/ ۵۵	۲/ ۳۷	۵۱/ ۲۷	۱۱۵/ ۷٤	۲	۱
۲۲۷۹/ ٦۵	۱۲٦۱/ ۵	٤۵۱۲/ ۲۸	۷/ ۸٦	٤۸/ ۲٤	۱۳۱/ ۱۸	۵	۲
۱۵٦٦/ ۸	۱٤۹٦	۳۸٦۷/ ۱۹	۱۹/ ۵۸	٤۵/ ٤۳	۱٤۵/ ٦۵	۹	۳
۹۵۲/ ٤۳	۱۷۷۹/ ۵	۲٤۸۹/ ۹۳	۲۵/ ۵٤	۵٤/ ۳۳	۱٦۳/ ۳٦	۷	٤
٤٤۲	۲۱۵٤	۱۹۸۹/ ۵	۳۸/ ٦۲	۵٤/ ۳۹	۱۸٦/ ٦۷	٤	۵
۳۰۰/ ٤۵	۲٦٤۷	۱۳۱٦/ ۳۱	٤۵/ ٦۵	٤۵/ ۰۷	۲۱۷/ ۰۵	۳	٦
۱٤۷/ ۵۲	۳٤۰۵	۸٦۹/ ۰۲	٦۲/ ۱	۲۵/ ۵۵	۲٦۳/ ۵	۱	۷

جدول (۲): ماتریس رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس شاخص‌ها

مساحت	ارتفاع	تراکم مسکونی	شیب	تراکم آبراهه	بارش	جنس مواد	رتبه
۲	۱	۲	۱	۵	۷	۳	اول
۱	۲	۳	۲	٤	٦	٤	دوم
۳	۳	۱	۳	۱	۵	۲	سوم
٤	٤	٤	٤	۲	٤	۵	چهارم
۵	۵	۵	۵	۳	۳	٦	پنجم
٦	٦	٦	٦	٦	۲	۱	ششم
۷	۷	۷	۷	۷	۱	۷	هفتم

جدول (۳): ماتریس تعداد دفعات رتبه گزینی گزینه‌ها

هفتمین رتبه	ششمین رتبه	پنجمین رتبه	چهارمین رتبه	سومین رتبه	دومین رتبه	اولین رتبه	مناطق
۱	۱	۰	۰	۲	۱	۲	۱
۰	۱	۰	۱	۱	۲	۲	۲
۰	۰	۲	۰	۳	۱	۱	۳
۰	۰	۰	۵	۰	۲	۰	٤
۰	۰	٤	۱	۱	۰	۱	۵
۰	۵	۱	۰	۰	۱	۰	٦
٦	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۷

جدول (٤): ماتریس وزن تعداد دفعات رتبه گزینی گزینه‌ها

هفتمین رتبه	ششمین رتبه	پنجمین رتبه	چهارمین رتبه	سومین رتبه	دومین رتبه	اولین رتبه	مناطق
۰/ ۲۳٤	۰/ ۳۸٦	۰	۰	۰/ ۲۱۸	۰/ ۰۲۱۵	۰/ ۱۳۷	۱
۰	۰	۰	۰/ ۱۵۸٤	۰/ ۳۸٦	۰/ ۱۳۸٤	۰/ ۰۸۲	۲
۰	۰	۰/ ۱۸۱۸۹	۰	۰/ ۱۵۹۹	۰/ ۰٦۰۵	۰/ ۳۸٦۲	۳
۰	۰	۰	۰/ ٤۵۵٤	۰	۰/ ۵٤٤٦	۰	٤
۰	۰	۰/ ۲۲۰٤	۰/ ۳۸٦۲	۰/ ۲۳٤۹	۰	۰/ ۱۵۸٤	۵
۰	۰/ ۲۳٦۲٤	۰/ ۳۸٦۲	۰	۰	۰/ ۲۳٤۹	۰	٦

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

۰/ ۷٦٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰/ ۲۳٤۹	۷

جدول (۵): جدول امتیاز دهی گزینه‌ها

امتیازات / مناطق							
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
۲	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
٤	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
٥	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
٦	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

جدول (٦): رتبه بندی گزینه‌ها

مناطق	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
رتبه‌ها	ششم	سوم	اول	دوم	چهارم	پنجم	هفتم

بحث و نتیجه‌گیری

در دهه‌های گذشته، تصمیم گیری در مسائل مدیریت آب و انتخاب گزینه برتر از میان گزینه‌های پیشنهادی جهت حل مشکلات یک حوضه آبخیز، تنها بر اساس معیارهای اقتصادی– نسبت سود به هزینه و تبدیل معیارهای اجتماعی و زیست محیطی به معیارهای اقتصادی صورت می‌گرفت. ولی امروزه با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره، دیگر لازم نیست که تنها از معادل مالی معیارهای اجتماعی و زیست محیطی در انتخاب گزینه برتر استفاده کرد بلکه می‌توان معیارهای مختلف کمی و کیفی را در اولویت‌بندی و انتخاب گزینه‌های برتر در مدیریت منابع آب به کار برد. مسائل تصمیم گیری منابع آب اغلب موارد به وسیله تعداد زیادی از گزینه‌ها و نتایج غیر قطعی، شرکت کنندگان مختلف با اهداف متفاوت و روابط و تعاملات پیچیده تعریف می‌گردند. از طرفی پیچیدگی مسائل مدیریت منابع آب از یک سو و ارتباط مستقیم آن با سایر علوم باعث شده است که یک تصمیم گیر به تنهایی نتواند تمامی جوانب لازم برای مدیریت و برنامه‌ریزی جامع منابع آب را در نظر بگیرد. لذا ضروری است که از تصمیم گیران متعدد با تخصص و مهارت‌های مختلف همچون کشاورزی، اقتصاد، محیط زیست و... در فرایند تصمیم‌گیری منابع آب استفاده گردد (Mianabadi, ۲۰۰۸: ٣٤- ٤٥). توجه به تمامی موارد

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

فوق، بیانگر اهمیت و لزوم به کارگیری مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره در مدیریت پیوسته منابع آب (IWRM)[۱۲] است.

منابع آب زیرزمینی به صورت مستقیم و غیرمستقیم از نزولات جوی و جریان‌های سطحی پایدار تغذیه می‌شوند. بنابراین در این پژوهش برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی از معیارهای زمین شناسی (لیتولوژی و تراکم گسل)؛ ژئومورفولوژی (طبقات ارتفاعی و شیب)؛ اقلیمی (بارش و دما)؛ هیدرولوژیکی (تراکم شبکه زهکشی) و عوامل انسانی (تراکم سکونتگاهی) استفاده شده است. با توجه به ویژگی‌های هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی هر منطقه و اهداف طرح ریزی شده، می‌توان گفت که پارامترهای مورد استفاده در تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی متفاوت است. اما این پژوهش سعی نموده تا مهم‌ترین عوامل را مد نظر قرار دهد. با توجه به هدف پژوهش، پارامترهای تأثیرگذار در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، نظیر مؤلفه‌های جنس مواد، بارش و تراکم آبراهه، می‌توانند به عنوان مهم‌ترین عوامل در نظر گرفته شوند. بنابراین پهنه‌هایی که بیشترین بارش و تراکم آبراهه و رسوبات نفوذپذیر را به خود اختصاص داده، بالاترین ارجحیت و وزن را خواهند داشت و از تناسب بالاتری برای تغذیه مصنوعی برخوردار خواهند بود. نتیجه حاصله به صورت معرفی مهم‌ترین عوامل به صورت شاخص‌ها و گزینه‌ها در ماتریس داده‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در میان ۷ پهنه مورد نظر پهنه ۳ در رتبه اول قرار گرفته است و بهترین منطقه جهت تغذیه مصنوعی می‌باشد و پهنه ۷ در رتبه آخر قرار گرفته است و به منظور تغذیه مصنوعی مناسب نمی‌باشد. پهنه‌های (٤، ۲، ۵، ٦، ۱) به ترتیب در رده‌های بعدی جای گرفته‌اند. با توجه به اینکه منطقه مطالعاتی از لحاظ منابع آب زیرزمینی دارای محدودیت بوده، بایستی راهکار مدیریتی تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها با در نظر گرفتن خصوصیات محیطی آن در پهنه‌های بسیار مناسب اعمال گردد. نهایتاً بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی واقع در این منطقه نیز باید مدیریت و کنترل شده و در صورت نیاز مبرم جهت بهره‌برداری، این عملکرد بایستی بر اساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی، سطح ایستآبی، ظرفیت و میزان ورود و خروجی سیستم آبی سفره‌ها صورت گیرد.

۱۲- Integrated Water Resource Managment

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

منابع

۱- آسایش، حسین و علیرضا استعلاجی، (۱۳۸۲)، «***اصول و روش‌های برنامه ریزی ناحیه‌ای (مدل‌ها، روش‌ها و فنون)***»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری.

۲- حکمت نیا، حسن و میرنجف موسوی، (۱۳۸۵)، «***کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه‌ای***»، یزد، علم نوین.

۳- سایت درگاه ملی آمار ایران، ۱۳۸۵.

٤- صداقت، محمود، (۱۳۸۷)، «***زمین و منابع آب***»، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۵- عبدی، پرویز و جعفر غیومیان، (۱۳۷۹)، «***تعیین مکان‌های مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی و GIS***»، مجموعه مقالات همایش سراسری دستاوردهای طرح آبخوان داری، صص ۸٦– ۹۹.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025

٦- کیا حیرتی، جعفر، (۱۳۸۲)، «بررسی عملکرد سیستم پخش سیلاب در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی دشت موغار در استان اصفهان»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- کوثر، آهنگ، (۱۳٦٤)، «کاربرد روش‌های گسترش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی»، ***مجله زیتون***، شماره ٤٦ و ٤٧، صص ١٦ ٢٣.

۸- موسوی، فاطمه؛ چیت سازان، منوچهر؛ میرزایی، یحیی؛ شبان، مجتبی؛ محمدی بهزاد، حمیدرضا، (۱۳۸۸)، «تلفیق سنجش از دور و GIS به منظور پتانسیل یابی مناطق مناسب جهت تغذیه آب زیرزمینی: محدوده تاقدیس کمستان»، مجموعه مقالات همایش و نمایشگاه ژئوماتیک. تهران. ص ٢٤

۹- نوری، بهزاد؛ غیومیان، جعفر؛ محسنی ساروی، محسن؛ درویش صفت، علی اصغر؛ فیض نیا، سادات، (۱۳۸۳)، «تعیین مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش حوضچه‌های تغذیه با استفاده از GIS)، ***مجله منابی طبیعی ایران***، جلد ۵۷، شماره ۳، صص ٦٣٥– ٦٤٧.

۱۰- Mianabadi, H, Afshar, A, (۲۰۰۸), "Multi-attribute decisiom making to rank urban water supply scheme" ***Water and Watershed Journal***, ٦٦: ٣٤- ٤٥

۱۱- Limon, G. A, Martinez, Y, (۲۰۰٦), "Multi۰criteria modeling of irrigation water marked at basin level: A Spsnish Case Study", Ero***piangeornal of Operational Reserch***, V۱۷۳, PP ۳۱۳- ۳۳٦.

۱۲- Ahmady, S. A, Tewfik, S. R, Talaa, H. A, (۲۰۰۲), "Development and verification of a decision support system for the selection of optimum water reuse scheme", ***Desalination***, V۱۵۲, PP ۳۳۹- ۳۵۲

۱۳- Anand, Raj, P. A., Kumar, D. N. (۱۹۹٦), "Ranking of river basin alternative using ELECTER", ***Hidrological Sciense***, V٤۱, PP۳۲٦- ۳۳۵.

۱٤- Despic, Simonovic, SP, (۲۰۰٦),"Aggration Operation For Soft Decicion Making In Water Resource" ***Fuzzy Sets and System***, V۱۵, PP۱۱- ۳۳.

۱۵- Freeze, R. A, Cherry, J. A., (۱۹۷۹), "***Groundwater***", prentice- Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

۱٦- Krishnomurthy, J. , N. Kumar, V. Jayaraman& M. Manivel, (۱۹۹٦), "An approach to demarcate ground water potential zones thorough remote sensing and a geographical information system", ***INT. J. Remote Sensing***, ۱۷ (۱۰): ۱۸٦۷- ۱۸۸٤.

۱۷- Olson, D. L. (۲۰۰٤), "Comparison of Weights in TOPSIS Models; Journal of Mathematical and Computer Modeling," ***Elsevier Science Ltd***.

۱۸- Saraf, A. K & P. R. Choudhury, (۱۹۹۸), "Integrated Remote Sensing and GIS for Ground Water Exploration and Identification of Artificial Recharge Sites", INT. J.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 18:39 IRST on Friday March 14th 2025