نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ۴۵، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۹۶-۶۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۰۴/۲۹

پهنه‌بندی حوضه آبخیز بیاضیه به منظور تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش AHP و تکنیک GIS

محمدحسین رامشت[۱]
علیرضا عرب عامری[۲]

چکیده

ایران سرزمینی است خشک با نزولات جوی بسیار کم به‌طوری‌که میانگین بارش آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در سطح دنیاست. امروزه با افزایش جمعیت کشور و به تبع آن افزایش تقاضا برای مواد غذایی بهره‌برداری از منابع آب، بویژه مابع آب زیرزمینی بسیار بیشتر از گذشته شده است بطوری که این میزان مصرف بیشتر از میزان تغذیه منابع آب زیر زمینی می‌باشد، به سخن دیگر ورودی منبع از خروجی آن کمتر شده است لذا می‌بایست این کمبود منابع آب زیر زمینی جبران گردد. هدف از این پژوهش پهنه‌بندی حوضه آبخیز بیاضیه می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌ها و جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این تکنیک امکان فرموله کردن مسائل پیچیده را به صورت سلسله‌مراتب فراهم می‌سازد و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله فراهم می‌آورد. برای اطمینان حصول نتیجه نهایی، لایه پتانسیل منطقه مطالعاتی به سه روشRaster Calculator، Weighed Overlay و Weighted Sum تهیه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در بین سه روش فوق‌الذکر روش Raster Calculator حداکثر پهنه را به طبقه پتانسیل بالا و در مقابل روش Weighed Overlay حداقل پهنه را به طبقه پتانسیل بالا اختصاص داده است. اما روش Weighted Sum حدفاصل بین دو روش قبلی است و نتایج حاصل از آن از اطمینان بالاتری برخوردار است. در این میان پهنه پتانسیل بالا بیشتر منطبق بر رسوبات آبرفتی درشت دانه و منطبق بر مناطقی می‌باشدکه دارای بیشترین میزان تراکم آبراهه می‌باشد و پهنه بدون پتانسیل یکی منطبق بر حداکثر ارتفاعات که دارای کمترین میزان نفوذ و شیب زیاد می‌باشد و دیگری منطبق بر مناطق کم ارتفاع می‌باشد که این مناطق دارای رسوبات تبخیری و گچی بوده و میزان درجه حرارت در آن زیاد می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در مدیریت محیط منابع آب زیرزمینی مثمر ثمر بوده و همچنین در طرح‌های بهره‌برداری بهینه از منابع آب منطقه و جلوگیری از بهره‌کشی بیش از توان آنها سازنده باشد.

واژگان کلیدی: بیاضه، حوضه، AHP، تکنیک GIS، پهنه‌بندی، تغذیه مصنوعی.

۱ـ استاد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان. Email: mrameshat@yahoo.com.

۲ـ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان. Email:alireza.amaeri91@yahoo.com.

مقدمه

کشور ایران سرزمینی است خشک و نیمه‌خشک با نزولات جوی بسیار اندک، به‌طوریکه میانگین بارش سالیانه آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه جهان است. این گستره بزرگ جغرافیایی با مشخصات هیدرولوژیکی خاص (مانند حجم نزولات جوی ۴۱۳، تبخیر و تعرق ۲۹۶ و حجم آب قابل دسترس ۱۱۷ میلیارد مترمکعب، سرانه آب تجدید شونده ۱۹۰۰ متر مکعب، مصرف۴۳ میلیارد متر مکعب که حدود ۶۵ درصد آن از آبهای زیرزمینی تآمین می‌گردد (علیزاده، ۱۳۸۵: ۳۳) به ویژه اینکه هم اکنون از ۶۳۰ دشت کشور۲۲۰ دشت آن از نظر منابع آب زیر زمینی در رده دشت‌های ممنوعه قرار دارند (کردوانی، ۱۳۸۵: ۳۰۵). در سال‌های اخیر با افزایش روز افزون جمعیت، توسعه صنعت، رشد شهرنشینی و به تبع آن افزایش تقاضا به مواد غذایی و تولیدی، بهره‌برداری ازمنابع آب چندین برابر بیشتر از گذشته شده است به‌طوری که میزان بهره کشی و مصرف آب‌های زیر زمینی بیشتر از میزان تغذیه این منابع شده است، به عبارت دیگر ورودی سیستم آب زیرزمینی از خروجی آن کمتر شده است و سیستم با پسخوراند مثبت در حال اضمحلال و نابودی است.

هم اکنون در بسیاری از مناطق ایران برداشت آب‌های زیرزمینی از میزان تغذیه سالیانه آن‌ها بیشتر است تا حدی که بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های کارستی و فسیلی را در دستور توجهات خود قرار داده‌اند. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آب‌دار زمین ذخیره شده است. با این کار سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه روز به روز افت کرده و سرانجام به جایی خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. بنابراین شناسایی این پهنه‌ها و استفاده بهینه از آن به معنای برداشت محدود، پایدار و همیشگی از این ثروت خدادادی طبیعی است.

در این پژوهش برای پهنه بندی حوضه آبخیز بیاضه به منظور تغذیه مصنوعی از روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1] و تکنیک GIS استفاده شده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتب بر اساس تجزیه مسائل پیچیده به صورت سلسله‌مراتبی که در راس آن هدف کلی قرار دارد،

1- Analytical Hierarchy Process (AHP)

انجام می‌گیرد. در مرحله بعد معیارها و زیر معیارها قرار می‌گیرند و سپس در پایین‌ترین رده سلسله‌مراتب، گزینه‌ها قرار دارند. بعد از تجزیه و تحلیل مسأله به سلسله‌مراتب، عناصر سطوح مختلف به صورت دوتایی با هم مقایسه می شوند و سپس بر اساس میزان ارجحیت معیارها، ارزش‌گذاری صورت گرفته و بهترین جواب انتخاب می‌گردد. در نهایت نیز برای اطمینان از جواب نهایی، سازگاری و ناسازگاری آن مورد آزمون قرار می‌گیرد (چن[1]، ۲۰۰۱). آیا با پهنه‌بندی صحیح مناطق و استفاده مناسب از منابع مشکل کمبود آب برطرف خواهد شد

مطالعات متعددی در زمینه‌های مختلف مدیریت محیط از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفته که به موارد زیر می‌توان اشاره کرد: کریشنامورتی و همکاران[2] (۱۹۹۵ و ۱۹۹۶) برای مکانیابی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در هند از تکنیک‌های RS و GIS استفاده کرده‌اند و تاثیر عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی را در رفتار آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار داده‌اند. ساراف و چادهاری[3] (۱۹۹۸) از قابلیت‌های سنجش از دور در استخراج لایه‌های مختلف نظیر کاربری اراضی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و تلفیق آنها در محیط GIS برای تعیین مناطق مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی استفاده کرده‌اند عبدی و غیومیان (۱۳۷۹) بر اساس داده‌های ژئوفیزیکی، کاربری اراضی و توپوگرافی و تلفیق و تحلیل آنها در محیط GIS، مکان‌های مناسب برای ذخیره‌سازی آب‌های سطحی و تقویت آب‌های زیرزمینی را اولویت‌بندی 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 برای این مهم کارآمد 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.

1- Chen (2001)
2- Krishnomurthy et al
3- Saraf & Choudhury

موسوی و همکاران (۱۳۸۸) پتانسیل‌یابی 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. احمدی و همکاران (۱۳۸۲: ۳۲۳) به پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای درحوزه آبخیز گرمی چای پرداخته‌اند؛ سرور (۱۳۸۳: ۱۹) مکانیابی توسعه آتی شهری در شهر میاندوآب را بررسی کرده است؛ شریف‌زادگان و فتحی (۱۳۸۴: ۱) آسیب‌پذیری زیست محیطی برای برنامه‌ریزی منطقه‌ای در حوزه‌های سه‌گانه البرز را مطالعه کرده‌اند؛ علیجانی و همکاران (۱۳۸۶: ۱۱۶) به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در دامنه‌های شمال شاه‌جهان و حوضه آبخیز اسطخری شیروان پرداخته‌اند؛ شادفر و همکاران (۱۳۸۶: ۱۱۸) پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز چالکرود تنکابن را بررسی کرده‌اند؛ خیرخواه زرکش و همکاران (۱۳۸۷: ۹۳) به مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در دامنه شمالی کوه کرکس پرداخته‌اند؛ پناهنده و همکاران (۱۳۸۸: ۲۷۶) مکانیابی جایگاه دفن پسماند شهری در سمنان را بررسی کرده‌اند؛ خورشید دوست و عادلی (۱۳۸۸: ۲۷) به مکانیابی جایگاه دفن زباله در شهر بناب پرداخته‌اند؛ فتائی و آل‌شیخ (۱۳۸۸: ۱۴۵) مکانیابی دفن مواد زائد جامد شهری در شهر گیوی را مطالعه کرده است.

راه های مقابله با کم آبی در دو استراتژی مدیریت صحیح منابع آّب و استحصال از منابع جدید خلاصه شده است (خیرخواه زرکش و همکاران، ۱۳۸۷، ۹۴). در منطقه مطالعاتی به دلایل خاص جغرافیایی و اقلیمی، راهکار مدیریت منابع آبی موجود نتایج بهتر و سریع‌تری خواهد داشت. به عبارت دیگر برای مقابله با کم‌آبی در منطقه، به علت کمبود ریزش‌های جوی و توزیع نابرابر زمانی و مکانی بارش، مدیریت منابع آب زیرزمینی از اولویت خاصی برخودار است. از موارد مدیریتی منابع آب زیرزمینی پذیرفتن محدودیت و تجدیدپذیری طولانی مدت آن، بهره‌برداری بهینه و فرهنگ‌سازی در جهت استفاده به جا از منابع آب می‌باشد.

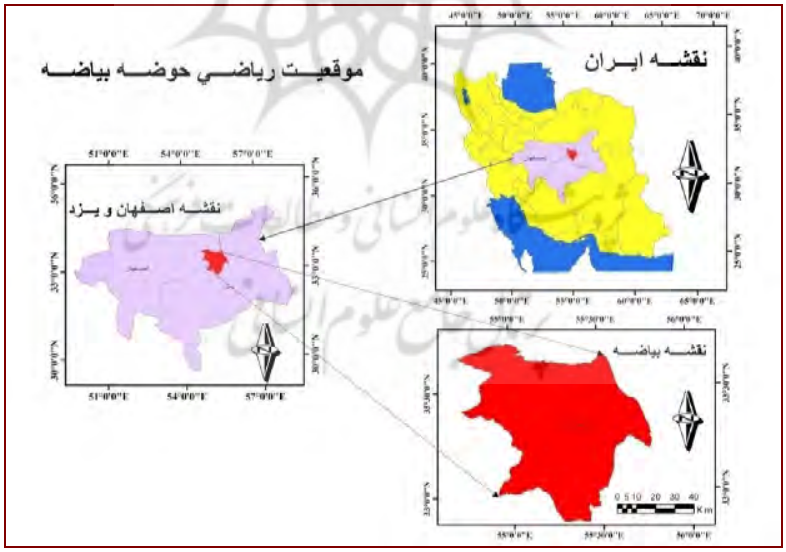
هدف از این پژوهش پی‌جویی، شناسایی، تعیین و پهنه‌بندی بهترین مناطق به منظور تغذیه مصنوعی در حوضه آبخیز بیاضه با استفاده از عوامل موثر در تغذیه سفره‌های آب

زیرزمینی، از طریق روش تحلیل سلسله‌مراتبی 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 تحلیل سلسله‌مراتبی و تهیه لایه رستری آن، وزن‌دهی و ترکیب لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS، بهترین مناطق را از لحاظ تغذیه مصنوعی آب‌های زیر زمینی پهنه بندی نماید. نتایج به دست آمده از این پژوهش در مدیریت محیط منابع و مناطق آبی محدوده مطالعاتی از اهمیت قابل توجهی برخوردار خواهد بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

از لحاظ موقعیت ریاضی روستای بیاضه در جنوب دهستان نخلستان بخش خوروبیابانک با موقعیت جغرافیایی ˚۵۵ تا '۱۵ و ˚۵۵ طول شرقی و ۱۵ و ˚۳۳ تا '۳۰ و ˚۳۳ عرض شمالی در ۵۸ کیلومتری جنوب شهر خور واقع شده است. بیشترین ارتفاع در منطقه، ارتفاعات بیاضه با ۲۳۳۰ متر از سطح دریا می‌باشد (طرح کالبدی روستای بیاضه شهرستان نائین، ۱۳۸۰).



شکل (۱) موقعیت ریاضی و سیاسی محدوده مطالعاتی

روش تحقیق

روش تحقیق میدانی و کتابخانه‌ای می‌باشد. ابتدا به کمک تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارتس[1] محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت و جهت نیل به هدف نهایی، مراحل زیر طی گردید. برای ارائه بهتر مطالب در این پژوهش مراحل انجام به صورت گام به گام بیان شده است.

تهیه لایه‌ها اطلاعاتی

لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای پی‌جویی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 9.3 به صورت موارد زیر انجام گرفت: در ابتدا لایه‌های وکتوری سنگ‌شناسی و گسل منطقه از طریق رقومی کردن نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی بیاضه تهیه شد. لایه‌های طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب از روی مدل ارتفاعی رقومی منطقه تهیه گردید. لایه زهکشی از طریق رقومی کردن لایه آبراهه‌های اصلی و فرعی از روی نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی منطقه تهیه شد. لایه‌های خطوط همدما و همباران از طریق میان یابی و رابطه خطی بین دما – ارتفاع و باران– ارتفاع تهیه گردید. در رابطه با نفوذپذیری خاک علاوه بر موارد ذکر شده عوامل متعدد دیگری نیز از جمله بافت خاک و پوشش گیاهی دخالت دارند که به علت محدودیت پژوهش به آنها پرداخته نشده است.

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و نحوه اجرای آن برای پتانسیل یابی منابع آب

روش مورد استفاده در این پژوهش برای رسیدن به هدف نهایی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی[2] (۱۹۸۶) مطرح شد. این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می‌دهد. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارها چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به

1- Google Earth
2- Saaty, T.l. (1986)

صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این نحوه قضاوت‌ها و محاسبات را تسهیل می‌کند و همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم نهایی را نشان می‌دهد. از مزایای ممتاز این تکنیک، بهره‌گیری از آن در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد و همچنین از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی تصمیم‌گیری بنا نهاده شده است (ساعتی، ۱۹۸۶: ۳).

منابع آب زیرزمینی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از نزولات آسمانی (به ویژه باران و برف) و جریان‌های سطحی پایدار تغذیه می‌شوند. بنابراین در این پژوهش برای پی‌جویی مناطق آبی با پتانسیل‌های مختلف از معیارهای زمین‌شناسی (شامل لیتولوژی، تراکم گسل و فاصله از گسل)؛ توپولوژی (شامل طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب)؛ اقلیمی (شامل بارش، دما) و هیدرولوژیکی (شامل ترکم شبکه زهکشی و فاصله از آن) استفاده شده و در پایان نتیجه نهایی را به صورت نقشه پهنه‌بندی پتانسیل‌های آبی منطقه ارائه گردیده است. برای رسیدن به این هدف مراحل زیر طی شده است:

الف) ساختن سلسله‌مراتبی برای پناسیل یابی منابع آب زیرزمینی.

ب) وزن‌دهی به عوامل موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی.

ج) تهیه ماتریس‌های مقایسه زوجی و نرمالیزه و محاسبه وزن نهایی هر کدام از معیارها و زیرمعیارها.

د) تهیه لایه‌های رستری هر معیار و زیرمعیارهای آن در محیط نرم‌افزار ArcGIS 9.3 و ضرب آنها در وزنشان.

و) تعیین امتیاز نهایی عوامل (اولویت و ارجحیت‌ها):

ه) محاسبه سازگاری و ناسازگاری ماترس‌ها و تصمیم نهایی.

الف) ساختن سلسله‌مراتبی برای پناسیل یابی منابع آب زیرزمینی

مرحله ساختن سلسله‌مراتب مهم‌ترین مرحله فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، می‌توان آنها را به شکلی ساده که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل نمود (کیمرن و همکاران[1]، ۲۰۰۷). ساختار سلسله‌مراتب یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها قرار دارند (شکل ۴). هرچند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله‌مراتبی وجود ندارد اما برخی محققان سعی نموده‌اند تا یک سری قواعد کلی در این زمینه بیان کنند. به‌طور مثال بوون[2] (۱۹۹۰)، دایر و فورمن[3] (۱۹۹۱) و مائو و همکاران[4] (۲۰۰۵) بیان می‌کنند که سلسله‌مراتبی ممکن است به یکی از صورت‌های زیر باشد:

۱- هدف ـ معیارها ـ زیرمعیارها ـ گزینه‌ها.

۲- هدف ـ معیارها ـ عوامل ـ زیر عوامل ـ گزینه‌ها.

ساختار سلسله‌مراتب پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی در حوضه آبخیز بیاضه براساس پارامترهای موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب شامل چهار سطح زیر است (شکل ۲):

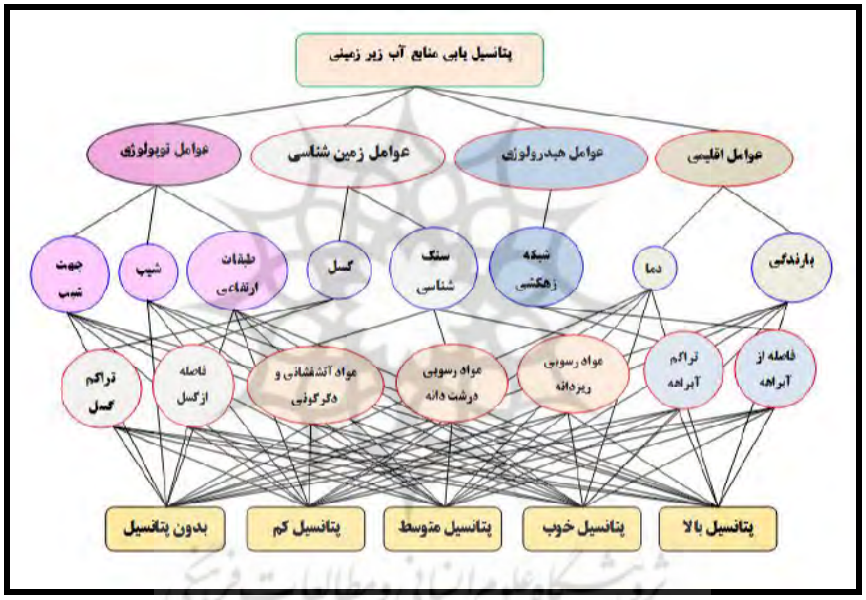
سطح ۱: که در راس سلسله‌مراتب قرار گرفته و هدف کلی یعنی پی‌جویی مناطق مستعد برای تغذیه را شامل می شود.

سطح ۲: این سطح معیارها را در بر گرفته و شامل عوامل موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب نظیر عوامل زمین‌شناسی، اقلیمی، توپولوژیکی و هیدرولوژی است.

1- Cimren et al. (2007)
2- Bowen (1990)
3- Dyer & Forman (1991)
4- Mau et al.(2005)

سطح ۳: این سطح زیرمعیارها را در بر گرفته و شامل پارامترهای سنگ‌شناسی، تراکم و فاصله از گسل، بارش و دما، طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، تراکم و فاصله از شبکه زهکشی است.

سطح ۴: این سطح گزینه‌ها را در بر گرفته و شامل مناطق آب زیرزمینی از لحاظ پتانسیل است.



شکل (۲) ساختار سلسله‌مراتبی پتانسیل یابی منابع آب

ب) وزن‌دهی به عوامل موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی:

در فرایند تحلیل سلسله‌مراتب بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد. به عبارت دیگر معیار وزن‌دهی به هر واحد اطلاعاتی نیز براساس بیشترین نقشی است که در داخل آن لایه ایفا می‌کند (لوپز و زینک[1]، ۱۹۹۱) (جدول ۱). از آنجایی

1- Lopez & Zink (1991)

که هدف این پژوهش پهنه‌بندی حوضه آبخیز بیاضه به منظور تغذیه مصنوعی منابع آب زیر زمینی می‌باشد، پارامترهای تأثیرگذار در نفوذپذیری خاک از جمله جنس خاک و پوشش گیاهی می‌توانند به عنوان مهم‌ترین عوامل برای رسیدن به هدف نهایی در نظر گرفته شوند. بنابراین برای مولفه‌های سنگ‌شناسی، هیدرولوژیکی و اقلیمی با توجه به اهمیت آنها در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، باید بالاترین ارجحیت و وزن‌دهی را در نظر گرفت. وزن‌دهی به سایر عوامل به نسبت کاهش تأثیراتشان در نفوذپذیری کمتر می‌شود. به عبارت دیگر موثرترین عامل در تغذیه منابع آب از بیشترین وزن‌دهی برخوردار خواهد بود.

جدول (۱) وزن دهی به عوامل بر اساس ارجحیت به صورت مقایسه زوجی (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ١٤)

ترجیحات (قضاوت شفاهی)		مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب	Extremely preferred	۹
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	Very strongly preferred	۷
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی	Strongly preferred	۵
کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب	Moderately preferred	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	Equally preferred	۱
ترجیحات بین فواصل قوی		۸،۶،۴،۲

ج) روش تهیه ماتریس‌های زوجی و نرمالیزه و محاسبه وزن نهایی هر کدام از معیاها و زیرمعیارها

از طریق روش وزن‌دهی به عوامل موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیر زمینی و تنظیم آنها بر اساس اهمیت، ماتریس مقایسه زوجی و نرمالیزه با مرتبه ۱۶ برای معیارها، مرتبه ۱۶۹ برای زیرمعیارها و مرتبه ۲۵ برای گزینه‌ها شکل می‌گیرد. برای رسیدن به هدف نهایی باید مراحل زیر طی گردد که در نتیجه آن ماتریس‌های مقایسه زوجی، ماتریس‌های نرمالیزه و بردار وزن هر یک از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها ایجاد می‌شود.

قدم اول: مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسه زوجی را با هم جمع می‌کنیم.

قدم دوم: هر عنصر در ماتریس مقایسه زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم کرده تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود.

قدم سوم: میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه نموده که در نتیجه آن بردار وزن عوامل موثر در نفوذپذیری خاک و تغذیه سفره‌های آب زیر زمینی به تدریج محاسبه می‌گردد.

د) تهیه لایه‌های رستری معیار و زیرمعیارها در محیط ArcGIS و ضرب آنها در وزنشان

لایه‌های رستری معیار و زیرمعیارها از طریق ابزار 3D Analysis و تبدیل لایه‌های وکتوری منطقه به رستر صورت گرفت. لایه‌های رستری عملیات ضرب لایه‌های مختلف در وزنشان را برای کاربر امکانپذیر می‌سازد. این عملیات در ابزار Special Analysis و در قسمت Raster Calculator انجام شد.

و) تعیین امتیاز نهایی عوامل (اولویت و ارجحیت‌ها)

در این مرحله، از تلفیق ضرایب مزبور امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین می‌شود. برای این کار از اصل ترکیب سلسله‌مراتبی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله‌مراتبی می‌شود، استفاده می‌گردد (مورنیو- جیمنز و همکاران[1]، ۲۰۰۵؛ برتولینی و براگلیا[2]، ۲۰۰۶).

ه) محاسبه سازگاری و ناسازگازی سیستم

برای محاسبه نرخ سازگاری، ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی (A) را در بردار وزن (W) ضرب کرده تا تخمین مناسبی از λmax W بدست آید به عبارتی $A\times W=\lambda max\ W$ باشد. با تقسیم مقدار λ max W بر W مربوطه مقدار λmax محاسبه می‌شود. سپس متوسط λmax را محاسبه کرده و مقدار شاخص ناسازگاری را از طریق رابطه زیر می‌توان محاسبه نمود (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ۷۱ تا ۷۳):

رابطه (۲): $I.I.=\frac{\lambda \max - n}{n-1}$ نرخ ناسازگاری نیز از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

1- Moreno - Jimenez et al. (2005)
2- Bertolini & Braglia (2006)

رابطه (۳): $I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R.}$ که در آن مقدار $I.I.R$ نیز از جدول (۲) استخراج می‌شود.

جدول (۲) مقادیر I.I.R ماتریس‌های تصادفی

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱۵۹

اگر نرخ ناسازگاری کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است و اگر بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند (دی و رامچاران[1]، ۲۰۰۰). نرخ ناسازگاری هر ماتریس در زیر آن ذکر شده است.

یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از وزن‌دهی، ماتریس‌های مقایسه زوجی و نرمالیزه عوامل موثر در پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی و گزینه‌های آن در منطقه مطالعاتی به شرح جداول (۳) تا (۶) و اشکال (۳) تا (۶) می‌باشد.

جدول (۳) ماتریس مقایسه زوجی عوامل و نرمالزه آنها

	زمین‌شناسی	اقلیم	هیدرولوژی	توپولوژی	نرمالیزه			هیدرولوژی	توپولوژی	میانگین
زمین‌شناسی	۱/۰۰	۵/۰۰	۴/۰۰	۸/۰۰		زمین‌شناسی	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۴۷	۰/۵۹
هیدرولوژی	۰/۲۵	۳/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰		هیدرولوژی	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۱۲
اقلیم	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۳۳	۳/۰۰		اقلیم	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۲۴
توپولوژی	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۲۰	۱/۰۰		توپولوژی	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵
جمع	۱/۵۸	۹/۳۳	۵/۵۳	۱۷/۰۰		جمع	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

نرخ ناسازگاری (۰،۰۱۲۴) به علت کمتر بودن از ۰/۱ ماتریس قابل قبول می‌باشد

جدول (٤) ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارها

	مواد درشت‌دانه	مواد ریزدانه	مواد آتشفشانی	تراکم گسل	فاصله از گسل	تراکم آبراهه	فاصله از آبراهه	بارندگی	دما	طبقات ارتفاعی	شیب	جهت شیب
مواد درشت‌دانه	۱/۰۰	۵/۰۰	۶/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰

1- Dey & Ramcharen (2000)

مواد ریزدانه	۰/۲۰	۱/۰۰	۹/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰
مواد آتشفشانی	۰/۱۷	۰/۱۱	۱/۰۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۰
تراکم گسل	۰/۱۴	۰/۲۰	۷/۰۰	۱/۰۰	۷/۰۰	۵۲/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۸/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۸/۰۰
فاصله از گسل	۰/۱۳	۰/۱۴	۵/۰۰	۰/۱۴	۱/۰۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۰
تراکم آبراهه	۰/۱۳	۰/۲۰	۷/۰۰	۰/۲۰	۷/۰۰	۱/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰
فاصله از آبراهه	۰/۱۴	۰/۱۴	۵/۰۰	۰/۱۴	۷/۰۰	۰/۱۴	۱/۰۰	۰/۲۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۰/۱۴	۵/۰۰
بارندگی	۰/۲۰	۰/۲۰	۸/۰۰	۰/۲۰	۷/۰۰	۰/۲۰	۵/۰۰	۱/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰
دما	۰/۱۴	۰/۱۳	۵/۰۰	۰/۱۳	۵/۰۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۱/۰۰	۵/۰۰	۰/۱۴	۵/۰۰
طبقات ارتفاعی	۰/۱۳	۰/۱۱	۵/۰۰	۰/۱۴	۵/۰۰	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۱۴	۵/۰۰
شیب	۰/۱۴	۰/۱۴	۷/۰۰	۰/۲۰	۷/۰۰	۰/۲۰	۷/۰۰	۰/۲۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۱/۰۰	۷/۰۰
جهت شیب	۰/۱۳	۰/۱۳	۵/۰۰	۰/۱۳	۵/۰۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۴	۱/۰۰

جدول (۵) ماتریس نرمالیزه زیرمعیارها

	مواد درشت‌دانه	مواد ریزدانه	مواد تشفشانی	تراکم گسل	فاصله از گسل	تراکم آبراهه	فاصله از آبراهه	بارندگی	دما	طبقات ارتفاعی	شیب	جهت شیب
مواددرشت دانه	۰/۳۸	۰/۶۷	۰/۰۹	۰/۴۹	۰/۱۲	۰/۴۰	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۱۳
مواد ریز دانه	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۳
مواد آتشفشانی	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
تراکم گسل	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۳
فاصله از گسل	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
تراکم آبراهه	/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۱
فاصله از آبراهه	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۸
بارندگی	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۱
دما	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۸
طبقات ارتفاعی	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۸
شیب	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۱۱
جهت شیب	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲
جمع	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
نرخ سازگاری (۰/۱۵۸) : به علت کمتر بودن از ۰/۱ ماتریس قابل قبول می‌باشد												

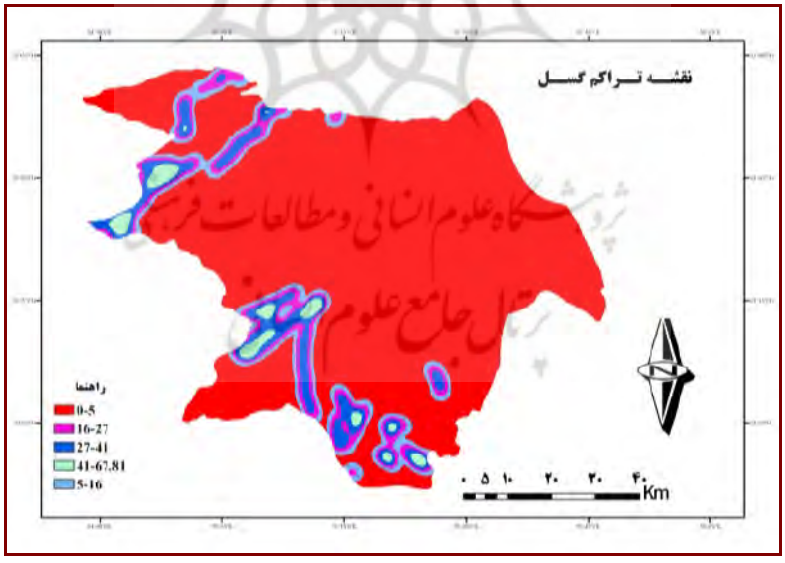
بردار وزن زیر معیارها

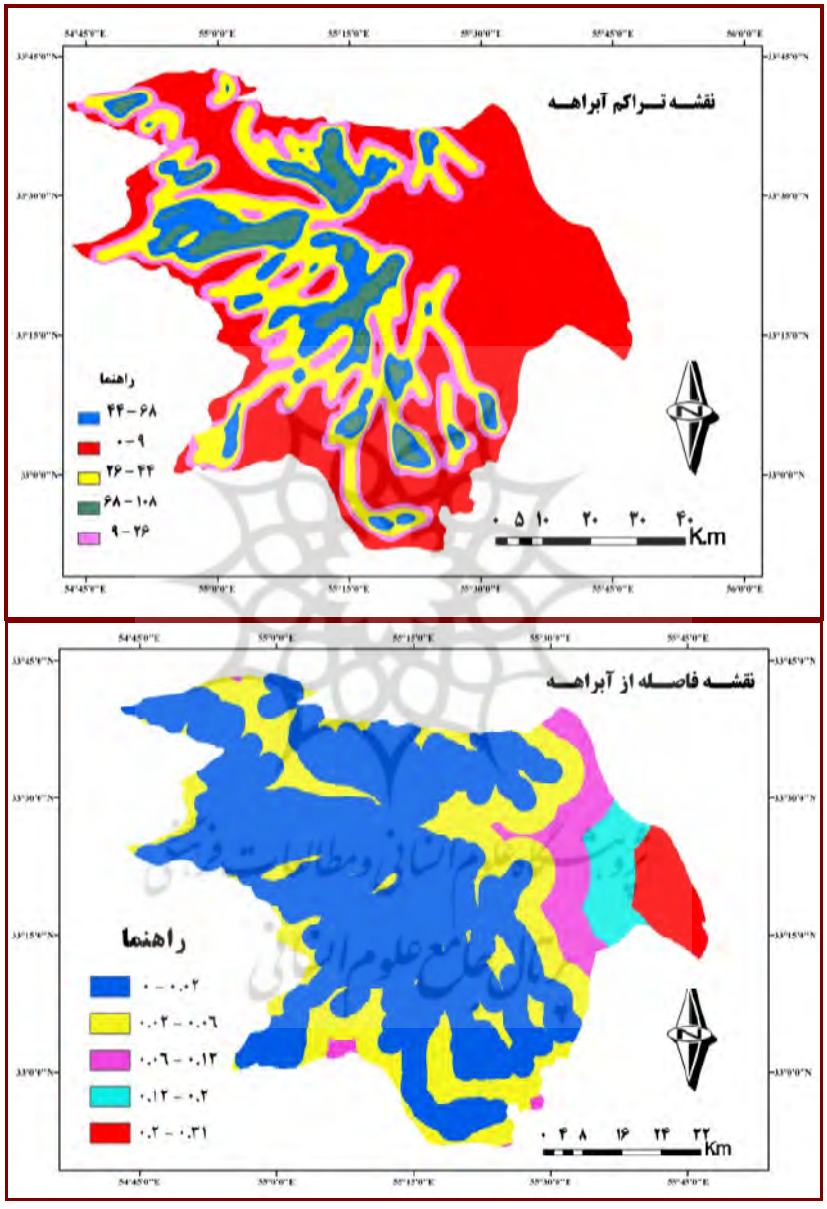
جهت شیب	شیب	طبقات ارتفاعی	دما	بارندگی	فاصله از آبراهه	تراکم آبراهه	فاصله از گسل	تراکم گسل	مواد آتشفشانی	مواد ریزدانه	مواد درشت دانه	عوامل
۰/۰۲۲	۰/۰۷۳	۰/۰۲۸	۰/۰۳۶	۰/۰۸۸	۰/۰۴۷	۰/۱۰۷	۰/۰۱۶	۰/۱۳۰	۰/۰۱۱	۰/۱۷۴	۰/۲۶۳	وزن

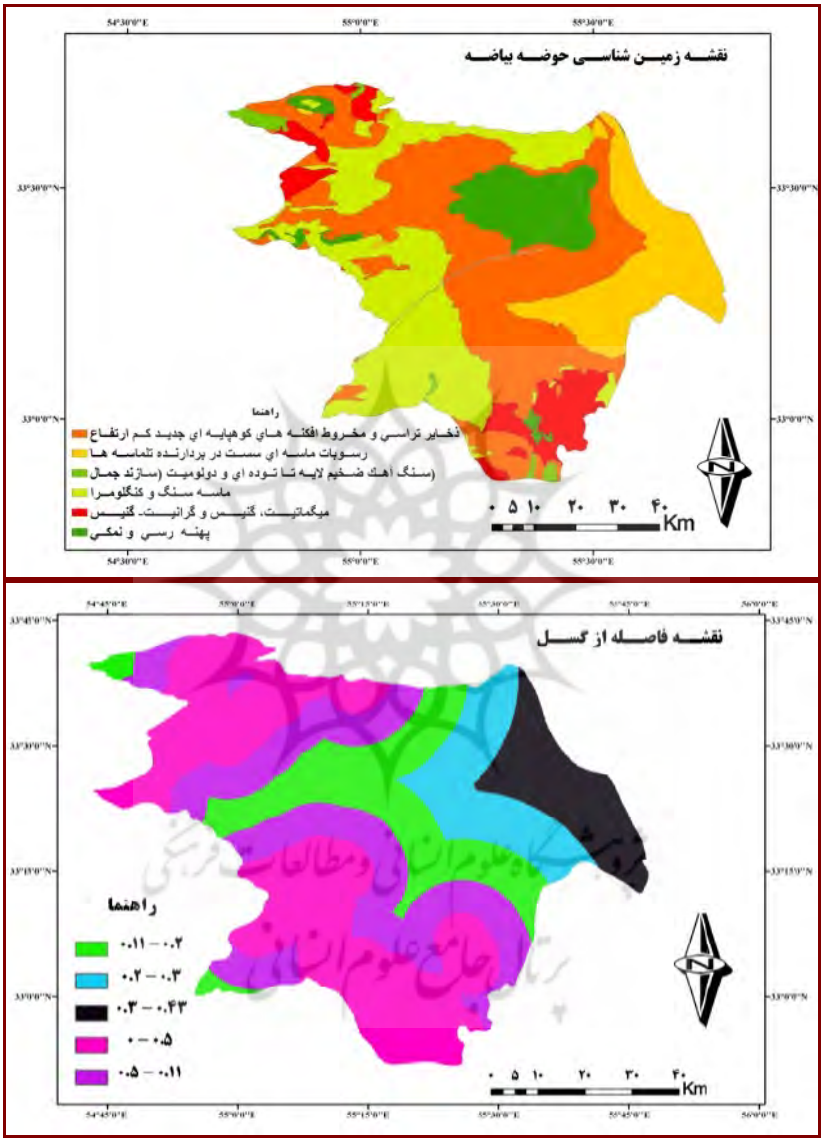
جدول (٦) ماتریس مقایسه زوجی و نرمالیزه گزینه‌ها

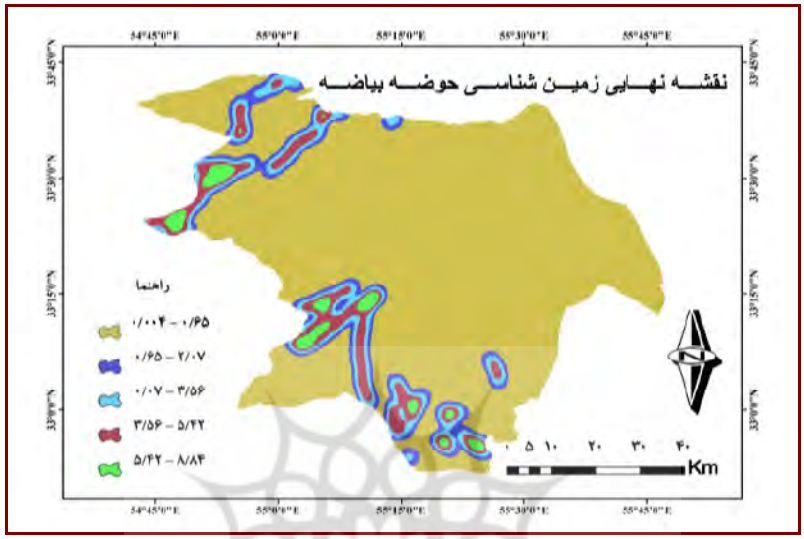
	بالا	خوب	متوسط	کم	بدون	نرمالیزه		بالا	خوب	متوسط	کم	بدون
بالا	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰		بالا	۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۳۶
خوب	۰/۳۳	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰		خوب	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۲۸
متوسط	۰/۲۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰		متوسط	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۰
کم	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۳/۰۰		کم	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۲
بدون	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۳۳	۱/۰۰		بدون	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴
جمع	۱/۷۹	۴/۶۸	۹/۵۳	۱۶/۳۳	۲۵/۰۰		جمع	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

نرخ ناسازگاری ۰/۰۰۳۲: به علت کمتر بودن از ۰/۱ این ماتریس قابل قبول می‌باشد.

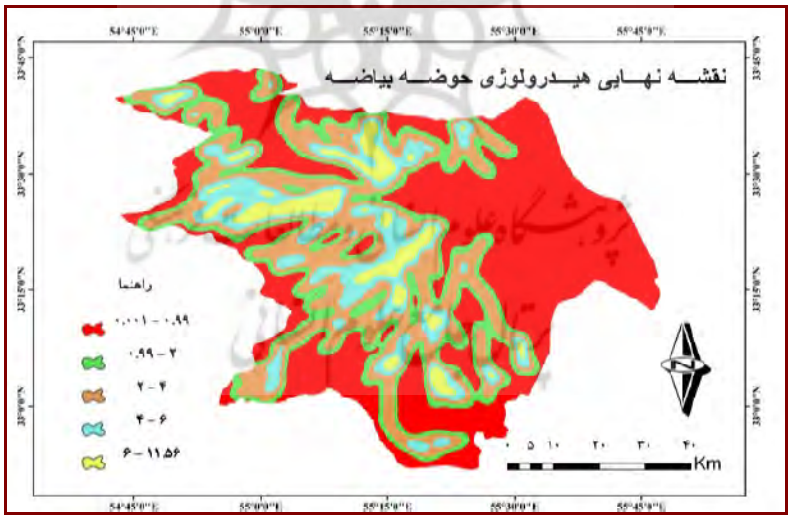



نقشه تراکم آبراهه
راهنما
۴۴ - ۶۸
۰ - ۹
۲۶ - ۴۴
۶۸ - ۱۰۸
۹ - ۲۶
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ Km
نقشه فاصله از آبراهه
راهنما
۰ - ۰.۰۲
۰.۰۲ - ۰.۰۶
۰.۰۶ - ۰.۱۲
۰.۱۲ - ۰.۲
۰.۲ - ۰.۳۱
۰ ۴ ۸ ۱۶ ۲۴ ۳۲ Km

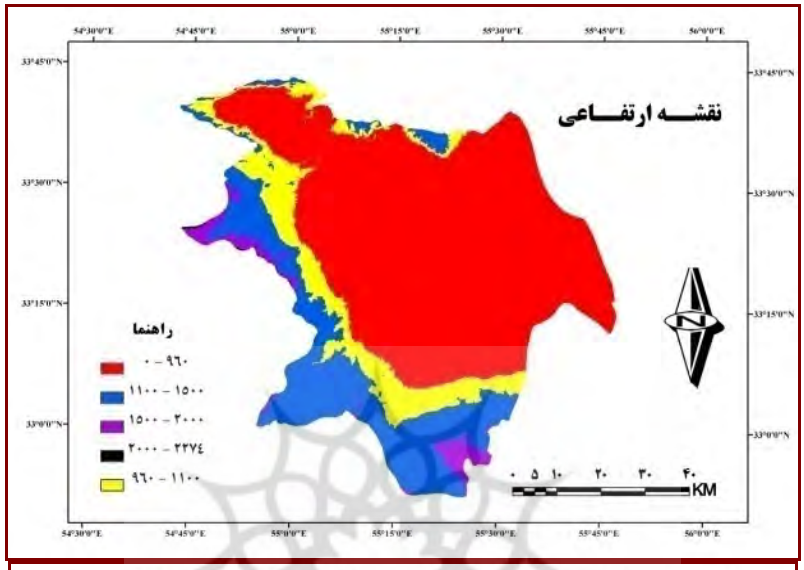

نقشه زمین شناسی حوضه بیاضه
راهنما
ذخایر تراسی و مخروط افکنه های کوهپایه ای جدید کم ارتفاع
رسوبات ماسه ای مست در پردارنده تلماسه ها
(سنگ آهک ضخیم لایه تا توده ای و دولومیت (سازند جمال
ماسه سنگ و کنگلومرا
میگماتیت، گنیس و گرانیت- گنیس
پهنه رسی و نمکی
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ Km
نقشه فاصله از گسل
راهنما
۰.۱۱ – ۰.۲
۰.۲ – ۰.۳
۰.۳ – ۰.۴۳
۰ – ۰.۵
۰.۵ – ۰.۱۱
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰ Km

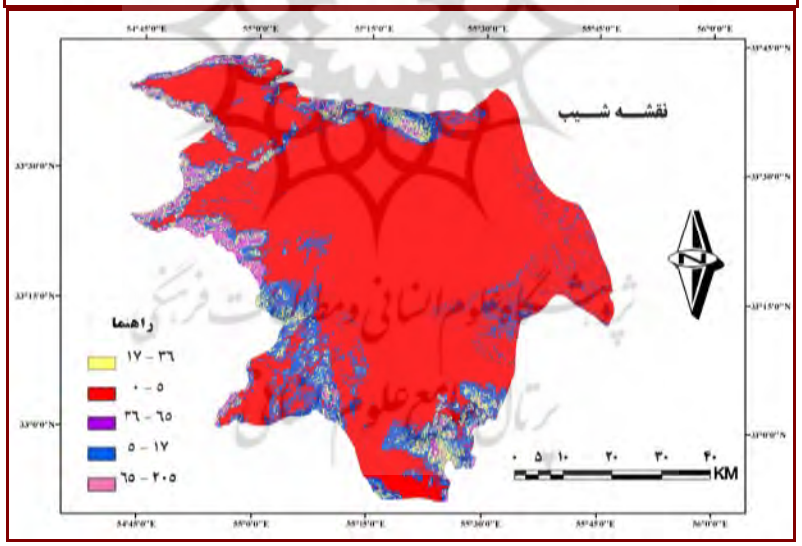


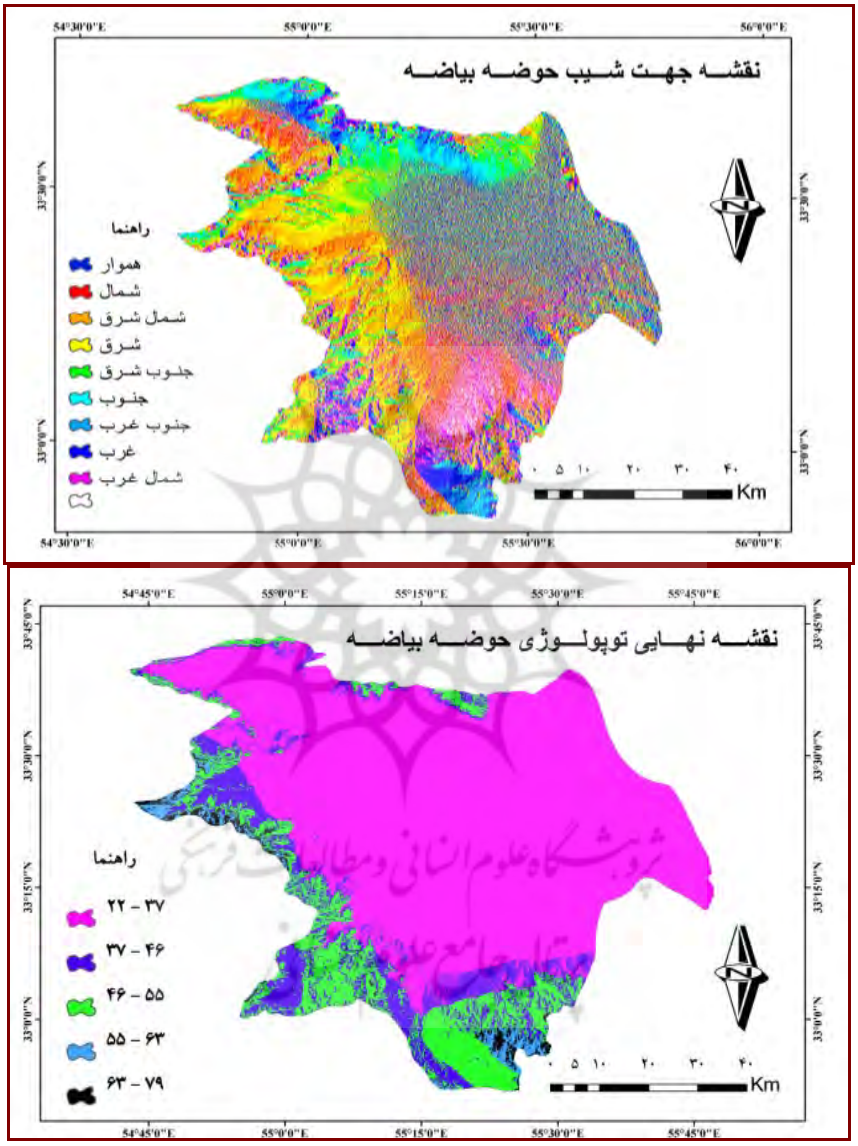
شکل (۳) نقشه‌های حاصل از ضرب لایه‌های تراکم گسل، فاصله از گسل، سنگ‌شناسی در وزنشان و تهیه نقشه نهایی زمین‌شناسی



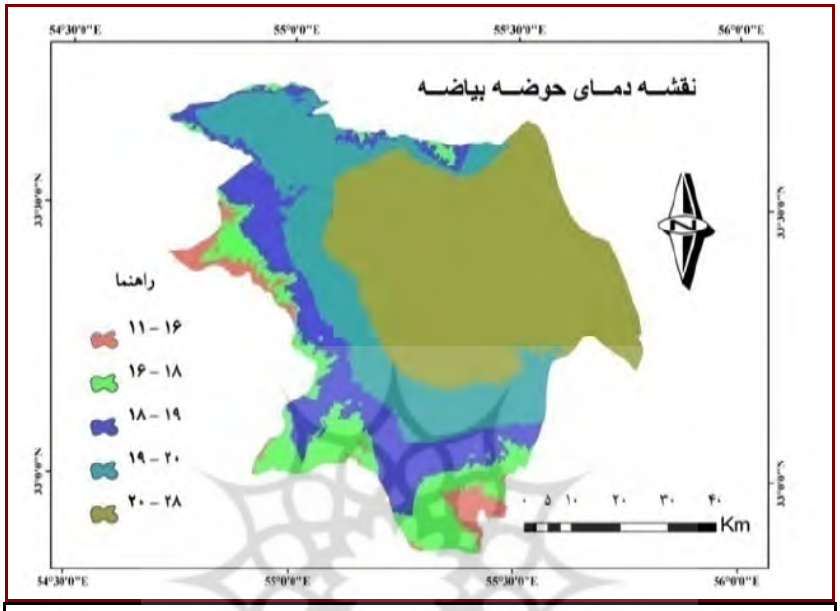
شکل (٤) نقشه حاصل از ضرب لایه های تراکم آبراهه و فاصله از آبراهه در وزنشان و تهیه نقشه نهایی هیدرولوژی

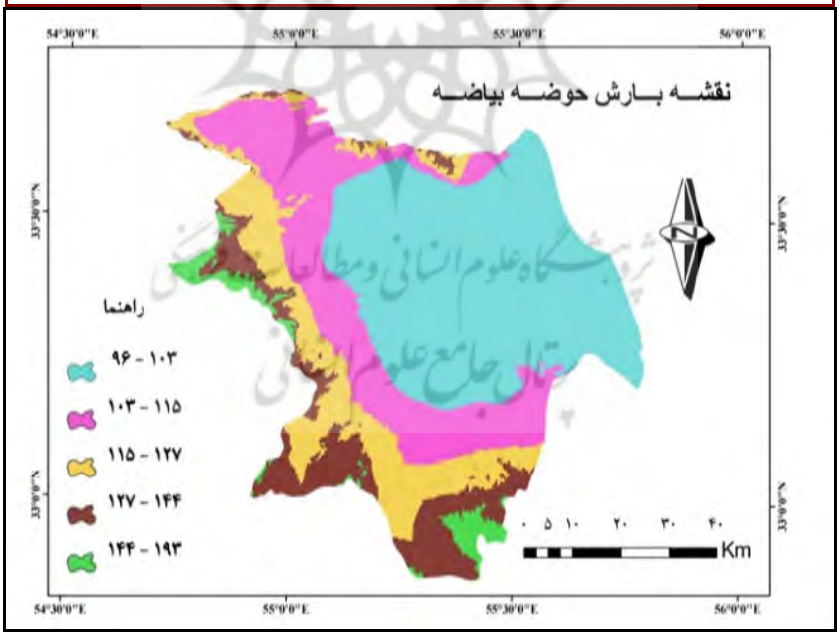

نقشه ارتفاعی
راهنما
۰ - ۹۶۰
۱۱۰۰ - ۱۵۰۰
۱۵۰۰ - ۳۰۰۰
۳۰۰۰ - ۴۲۷۴
۹۶۰ - ۱۱۰۰
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰
KM

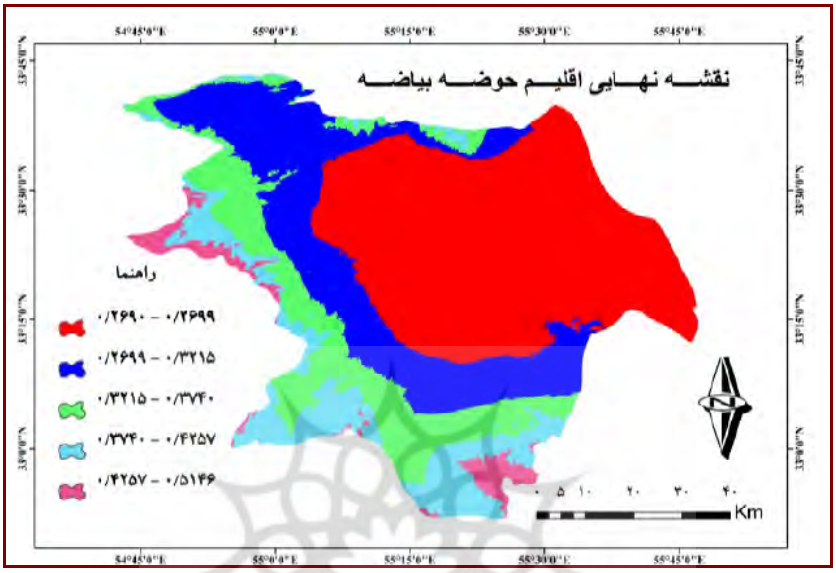

نقشه شیب
راهنما
۱۷ - ۳۶
۰ - ۵
۳۶ - ۶۵
۵ - ۱۷
۶۵ - ۲۰۵
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰
KM



شکل (۵) نقشه‌های حاصل از ضرب لایه‌های طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب در وزنشان و تهیه نقشه نهایی توپولوژی


نقشه دمای حوضه بیاضه
راهنما
۱۱ - ۱۶
۱۶ - ۱۸
۱۸ - ۱۹
۱۹ - ۲۰
۲۰ - ۲۸
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰
Km
54°30'0"E
55°0'0"E
55°30'0"E
56°0'0"E


نقشه بارش حوضه بیاضه
راهنما
۹۶ - ۱۰۳
۱۰۳ - ۱۱۵
۱۱۵ - ۱۲۷
۱۲۷ - ۱۴۴
۱۴۴ - ۱۹۳
۰ ۵ ۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰
Km
54°30'0"E
55°0'0"E
55°30'0"E
56°0'0"E



شکل (٦) نقشه‌های حاصل از ضرب لایه های باران و دما در وزنشان و تهیه نقشه نهایی اقلیم

محاسبه وزن نهایی لایه‌ها و پهنه‌بندی منطقه

وزن نهایی لایه هدف (پهنه بندی حوضه آبخیز بیاضه به منظور تغذیه منابع آب زیر زمینی) از طریق ضرب لایه‌های معیار و زیر معیارها در وزنشان و حاصل جمع نهایی آنها صورت گرفته است. جواب نهایی نیز به صورت روابط (۳) تا (۸) و شکل (۷) می‌باشد. برای اطمینان از جواب نهایی، لایه هدف به سه روش Raster Calculator، Weighed Overlay و Weighted Sum تهیه و نتایج آن نیز گزارش شده است (شکل ۷).

رابطه (۳): لایه سنگ‌شناسی= (مواد رسوبی درشت دانه × ۰/۲۶۳۱) + (مواد رسوبی ریز دانه × ۰/۱۷۴۹) + (مواد آتشفشانی و دگرگونی ×۰/۰۱۱۵)

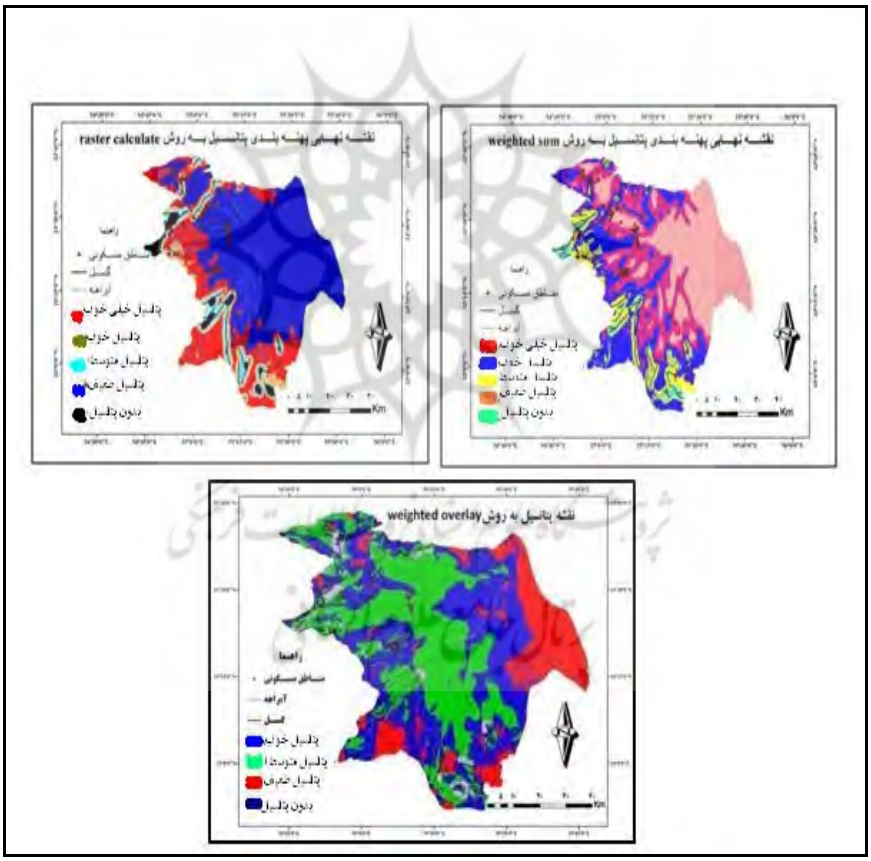
رابطه (۴): لایه زمین‌شناسی= (لایه سنگ‌شناسی + (لایه فاصله از گسل × ۰/۰۱۶۳) + (لایه تراکم گسل × (۰/۱۳۰۵)

رابطه (۵): لایه اقلیم= (لایه باران × ۰/۰۸۸۴) + (لایه دما × ۰/۰۳۶۳)

رابطه (۶): لایه توپولوژی= (لایه طبقات ارتفاعی × ۰/۰۲۸۶) + (لایه شیب × ۰/۰۷۳۵) + (لایه جهت شیب ×۰/۰۲۲۲)

رابطه (۷): لایه هیدرولوژی= (لایه تراکم زهکشی ×۰/۱۰۷۲) + (لایه فاصله از شبکه زهکشی × ۰/۰۴۷۵)

رابطه (۸): لایه پتانسیل= (لایه زمین‌شناسی ×۰/۵۹۱۰) + (لایه هیدرولوژی × ۰/۱۱۷۷) + (لایه اقلیم × ۰/۲۳۸۸) + (لایه توپولوژی × ۰/۰۵۲۵)



شکل (۷) نقشه‌های نهایی پتانسیل‌یابی به سه روش جداگانه

بحث

روش تحلیل سلسله‌مراتبی، روش ساده محاسباتی برای عملیات اصلی بر روی ماتریس‌ها است. با ایجاد سلسله‌مراتب و پردازش گام به گام، ساخت ماتریس‌های مقایسه‌ای در سطوح مختلف، بردار وزن و مقادیر ویژه آن را می توان محاسبه نمود و با ترکیب بردارها ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف را برآورد کرد (جیم‌فنگ‌یو، ۲۰۰۲: ۱۴). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل اهداف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی بکار گرفته می‌شوند. فرآیند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی می‌شود، ساختن سلسله‌مراتب نامیده می‌شود. سلسله‌مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌سازی (گزینه‌ها، معیارها و زیرمعیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کرد.

مزیت اصلی روش تحلیل سلسله‌مراتبی آن است که به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا یک مسأله پیچیده را به صورت ساختار سلسله‌مراتبی خلاصه کرده و سپس به حل آن بپردازند (شاو[1]، ۱۹۸۵). وزن معیار تصمیم‌گیری و گزینه‌های مختلف با توجه به مقایسه تنها دو عنصر در هر مرحله به دست می‌آید. برای بیان میزان ارجحیت یک عنصر بر عنصر دیگر، از عبارات غربالی مقیاس عددی یا نمودارهای ستونی استفاده می‌شود که به سهولت محاسبات کمک می‌کند. همچنین ماهیت تحلیل سلسله‌مراتبی منطق شفاف و واضح برای انتخاب گزینه‌های مختلف به وجود می‌آورد (ورنس[2]، ۱۹۸۴).

نتیجه‌گیری

باتوجه به یافته‌های تحقیق می‌توان گفت که کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی محیطی از اهمیت بسزایی برخودار است و به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا یک مسأله پیچیده طبیعی را به صورت ساختار سلسله‌مراتبی تبدیل نموده و سپس با سرعت و دقت

1- Shaw (1985)
2- Vernes (1984)

کافی به حل آن بپردازند. استفاده از این روش، علم برنامه‌ریزی محیطی را به صورت کاربردی‌تر و موفق‌تر از همیشه در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت بهران‌های محیطی مطرح می‌سازد. در نتیجه استفاده و بهره‌گیری از این روش در مدیریت محیط به ژئومورفولوژیست‌ها و دیگر برنامه‌ریزان محیطی توصیه می‌گردد.

با توجه به نقشه پتانسیل به دست آمده بر اساس دوازده عامل موثر در نفوذپذیری و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، به سه روش Raster Calculator، Weighed Overlay و Weighted Sum، در قالب لایه‌های مختلف اطلاعاتی می‌توان پهنه‌های پتانسیلی مختلف را در حوضه آبریز بیاضه مشاهده کرد. در بین سه روش فوق‌الذکر روش Raster Calculator حداکثر پهنه را به طبقه پتانسیل بالا و در مقابل روش Weighed Overlay حداقل پهنه را به طبقه پتانسیل بالا اختصاص داده است. اما روش Weighted Sum حدفاصل بین دو روش قبلی است و نتایج حاصل از آن از اطمینان بالاتری برخوردار است. در این میان پهنه پتانسیل بالا بیشتر منطبق بر رسوبات آبرفتی درشت دانه و منطبق بر مناطقی می‌باشد که دارای بیشترین میزان تراکم آبراهه می‌باشد و پهنه بدون پتانسیل یکی منطبق بر حداکثر ارتفاعات که دارای کمترین میزان نفوظ و شیب زیاد می‌باشد و دیگری منطبق بر مناطق کم ارتفاع می‌باشد که این مناطق دارای رسوبات تبخیری و گچی بوده و میزان درجه حرارت در آن زیاد می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در مدیریت محیط منابع آب زیرزمینی مثمر ثمر بوده و همچنین در طرح‌های بهره‌برداری بهینه از منابع آب منطقه و جلوگیری از بهره‌کشی بیش از توان آنها سازنده باشد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱- احمدی، حسن؛ محمدخان، شیرین؛ فیض‌نیا، سادات؛ قدوسی، جمال (۱۳۸۴)، نساخت مدل منطقه‌ای خطر حرکات توده‌ای با استفاده از ویژگی‌های کیفی و تحلیل سلسله‌مراتبی سیستم‌ها (مطالعه موردی: حوزه آخیز طالقان)»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، شماره یک، صص ۳ تا ۱۴.

۲- پناهنده، محمد؛ ارسطو، بهروز؛ قویدل، آریامن؛ قنبری، فاطمه (۱۳۸۸)، «کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی در مکانیابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان»، ***مجله سلامت و محیط***، شماره چهارم، صص ۲۷۶ تا ۲۸۳.

۳- خیرخواه زرکش، میرمسعود؛ ناصری، حمیدرضا؛ داوودی، محمدهادی؛ سلامی، همت (۱۳۸۷)، «استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی در اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سدزیرزمینی (مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه کرکس- نطنز)»، ***مجله منابع طبیعی پژوهش و سازندگی***، شماره ۷۹، صص ۹۳ تا ۱۰۱.

۴- خورشیددوست، علی‌محمد و عادلی، زهرا (۱۳۸۸)، «استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی: شهر بناب)»، ***مجله محیط‌شناسی***، شماره ۵۰، صص ۲۷ تا ۳۲.

۵- سرور، رحیم (۱۳۸۳)، «استفاده از روش ای.اچ.پی در مکانیابی جغرافیایی (مطالعه موردی: مکانیابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب)»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۴۹، صص ۱۹ تا ۳۸.

۶- سنجری، سارا (۱۳۸۸)، «راهنمای کابردی ArcGIS 9.3»، تهران، انتشارت عابد و مهرگان قلم، چاپ چهارم.

۷- شادفر، صمد؛ یمانی، مجتبی؛ قدوسی، جمال؛ غیومیان، جعفر (۱۳۸۶)، «پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چالکرود تنکابن)»، ***مجله منابع طبیعی پژوهش و سازندگی***، شماره ۷۵، صص ۱۱۸ تا ۱۲۶.

۸- شریف‌زادگان، محمدحسین و فتحی، حمید (۱۳۸۴)، «ارزیابی اثرات زیست محیطی برای برنامه‌ریزی منطقه‌ای در حوزه‌های سه‌گانه زیست‌محیطی البرز به روش تحلیل سلسله‌مراتبی»، ***مجله علوم محیطی***، شماره ۱۰، صص ۱ تا ۲۰.

۹- علیجانی، بهلول؛ قهرودی، منیژه؛ امیراحمدی، ابوالقاسم (۱۳۸۶)، «پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در دامنه‌های شمالی شاه‌جهان (مطالعه موردی: حوضه اسطخری شیروان ۱)»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، ش ۸۴ ، ص ۱۱۶ تا ۱۳۱.

۱۰- علیزاده، امین (۱۳۸۵)، ***«اصول هیدرولوژی کابردی، مشهد، دانشگاه امام رضا (ع)»***، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ هجدهم.

۱۱- فتائی، ابراهیم و آل‌شیخ، علی (۱۳۸۸)، «مکانیابی دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی، شهر گیوی)»، ***مجله علوم محیطی***، شماره سوم، صص ۱۴۵ تا ۱۵۸.

۱۲- قدسی‌پور، حسن (۱۳۸۷)، ***«فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی»***، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ پنجم.

۱۳- کیاحیرتی، جعفر (۱۳۸۲)، «بررسی عملکرد سیستم پخش سیلاب در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی دشت موغار در استان اصفهان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۴- کردوانی، پرویز (۱۳۸۴)، «منابع و مسائل آب در ایران»، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هشتم.

۱۵- مهدوی، رسول؛ عابدی کوپایی، جهانگیر؛ رضایی، مرضیه، عبدالحسینی، محمد (۱۳۸۳)، «مکانیابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق RS و GIS»، دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشگاه شیراز، ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت.

۱۶- نوری، بهزاد؛ غیومیان، جعفر؛ محسنی ساروی، محسن؛ درویش صفت، علی‌اصغر؛ فیض‌نیا، سادات (۱۳۸۳)، «تعیین مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش حوضچه‌های تغذیه با استفاده از GIS»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، جلد ۵۷، شماره ۳، صص ۶۳۵- ۶۴۷.

17- Bertolini, M., Braglia, M., (2006), "Application of the AHP Methodology in Making a Proposal for a Public Work Contract", 17 January.

18- Bowen, W.M., (1990), "Subjective Judgments and Data Environment Analysis in Site Selection, Computer", ***Environment and Urban Systems***, Vol. 14, pp.133-144.

19- Chen, Yuh, Wen., (2001), "Implymetingan Hierarchy Process by Fuzzy Integral", ***International Journal of Fuzzy System***, Vol. 3.

20- Cimren, E., Catay, B., Budak, E., (2007), "Development of a Machine Tool Selection System Using AHP", ***International Journal of Advanced Manufacturing Technolxgy***, 35, 363-376.

21- Dyer, R.F., Forman, E.H., (1991), "An Analytical Approach to Marketing Decisions", Prentice Hall, USA.

22- Dey, P.K., Ramcharan, E.K., (2000), "Analytic Hierarchy Process Helps Select site for Limestone Quarry Expansion in Barbados", ***Journal of Environmental Management***.

23- Krishnomurthy, J., N. Kumar, V. Jayaraman and M. Manivel, (1996), "An Approach to Demarcate Ground Water Potential Zones Thorough Remote Sensing and a Geographical Information System", ***INT. J. Remote Sensing***, 17 (10):1867-1884.

24- Jinfeng. Yue, (2002), "Generating Ranking Groups in Analytical Hierarchy Process", Precision Sciences Institute, Annual Meeting Proceedings.

25- Mau, J., et al, (2005), "Sitting Analysis of Farm-based Centralized Anaerobic Digester Systems for Distributed Generation Using GIS", ***Biomass and Bio Energy***. 28, 591-600.

26- Moreno- Jixenez, J.M., and et al., (2005), "A Spreadsheet Module for Consistent Consensus Building in AHP-group Decision Making", ***Group Decision and Negotiation***. 14, 89-108.

27- Saaty, T.L., (1980), "The Analytical Hierarchy Process, Pinning Priority, Resource Allocation", RWS Publication, USA.

28- Saaty, T.L., (1986), "Axiomatic Foundation of Analytical Hierarchy Process", ***Management Science***, Vol. 31, No. 7, July.

29- Saaty, T.L., (1994), "Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytical Hierarchy Process", ***European Journal of Operational Research***, Vol. 74, Pp. 426-447.

30- Shaw, G., & D., Wheeler, (1985), "Statistical Techniques in Geographical Analysis", Dublin, Jhon Wiely & Sons Press.

31- Vernes. D., J., (1984), "Landslide Hazard Zoning, A Review of Principles & Practice", Unesco, Pragi, Saraf, A.K and P.R.

32- Choudhury, (1998), "Integrated Remote Sensing and GIS for Ground Water Exploration and Identification of Artificial Recharge Sites", ***INT.J. Remote Sensing***, 19 (10): 1825-1841.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی