JEHE Journal Alborz University of Medical Sciences
Journal of Environmental Health Engineering , 2025; 12(2):152-170 Original Article

Local analysis of areas prone to artificial feeding of underground water resources in the Rozae Chai River catchment of Urmia

Received: 02 September 2024, Accepted: 07 January 2025

Mehdi Hasanzadeh[1*], Noorali Haghdoust Ghahramanlou[2],Behzad Hessari[3]

[1]*M.Sc Student Water structures, Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran*
[2]*Ph.D. in irrigation and drainage, Assistant Professor of Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran*
[3] *Ph.D. in Hydrology, Associate Professor of Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran*

Corresponding Author:
Mehdi Hassanzadeh
M.Sc Student Water structures, Department of Science and Water Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

How to Cite This Article:
Hasanzadeh M, Haghdoust Ghahramanlou N, Hessari B. local analysis of areas prone to artificial feeding of underground water resources in the Rozae Chai River catchment of Urmia. Journal of Environmental Health Enginering.:152-70.

DOI:

ABSTRACT

Background: In recent decades, the growing population, increasing human needs, and changing consumption patterns necessitate more effective planning and management of water resources. Key strategies for managing groundwater include artificial recharge and sustainable exploitation of aquifers. The aim of this study was to local analysis of areas prone to artificial feeding of underground water resources in the Rozae Chai River catchment of Urmia According to the Analytic Hierarchy Process (AHP), there were 8 layers, namely surface permeability, unsaturated zone thickness, aquifer transport capacity, groundwater quality, slope, land use, distance from the river, and distance from the village.

Materials and Methods: After preparing the relevant layers, the layers were fuzzified and weighted using the AHP. A pairwise comparison matrix of various factors was created for this purpose. In the output of this model, the highest weights were respectively assigned to surface permeability, unsaturated zone thickness, and aquifer transmissivity. Finally, the potential areas were identified and evaluated using the ROC curve.

Results: In the final weights, the highest values were assigned to surface permeability, unsaturated zone thickness, and aquifer transport. The final zoning map indicated that the central areas of the plain were most conducive to groundwater recharge due to the influence of these three primary factors, exhibiting high weights and gentle slopes of 0 to 2%. Conversely, the western and lowland areas had the least recharge potential due to low aquifer transportability, high slopes, and thick unsaturated zones. The area under the ROC curve of susceptible regions is 0.98, indicating high accuracy of the results.

Conclusion: It can be stated that the use of multi-criterion decision-making methods for designing, evaluating, and prioritizing options for decisions, along with the application of GIS for analyzing large volumes of geographic data, combined with fuzzy logic, can assist us in implementing artificial feeding locations accurately and precisely.

Keywords: local analysis, Hierarchical analysis process, Artificial feeding of underground water sources, Urmia plain

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

Copyright © 2025 The Authors.
Published by Alborz University of Medical Sciences
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License. (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).Non-commercial uses of the work are permitted,provided the original work is properly cited.

مجله مهندسی بهداشت محیط، دوره ۱۲، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۵۲ تا ۱۷۰

مقاله پژوهشی

تحلیل مکانی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی درحوضه آبریز رودخانه روضه چای ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

مهدی حسن‌زاده[۱*]، نور علی حق دوست قهرمانلو[۲]، بهزاد حصاری[۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد سازه های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[۲] دکترای تخصصی آبیاری و زهکشی، استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

[۳] دکترای تخصصی هیدرولوژی، دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

نویسنده مسئول:

مهدی حسن‌زاده

دانش آموخته کارشناسی ارشد سازه های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

نحوه استناد به این مقاله:

Hasanzadeh M, Haghdoust Ghahramanlou N, Hessari B. local analysis of areas prone to artificial feeding of underground water resources in the Rozae Chai River catchment of Urmia. Journal of Environmental Health Enginering.:152-70.

DOI:

چکیده

زمینه و هدف: در دهه‌های اخیر افزایش روزافزون جمعیت وتغییر الگوهای مصرف آب جوامع منجر به برنامه‌ریزی و مدیریت مدرن منابع آب شده‌است. ازمهمترین راهکارهای مدیریتی منابع‌آب‌زیرزمینی می‌توان به‌جبران این منابع ازطریق تغذیه مصنوعی و بهره‌برداری باتوجه به‌ظرفیت آبخوان‌ها اشاره‌نمود. هدف‌این پژوهش تحلیل مکانی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی منابع آب‌زیرزمینی درحوضه آبریز رودخانه‌روضه‌چای ارومیه به‌روش فرآیند تحلیل‌سلسله مراتبی(AHP) از ۸ لایه با عناوین نفوذپذیری‌سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال‌آبخوان، کیفیت‌آب‌زیرزمینی، شیب، کاربری اراضی، فاصله‌ازرودخانه و فاصله تا روستابوده‌است.

مواد و روش ها: پس‌از تهیه لایه‌های مرتبط، لایه‌ها فازی شده و وزن‌دهی به‌روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام‌گرفت و ماتریس دوبه‌دویی عوامل مختلف برای این منظور ایجاد گردید. درخروجی این مدل، بیشترین وزن‌ها به‌ترتیب به نفوذپذیری‌سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال‌آبخوان اختصاص‌داده‌شد. درنهایت مناطق مستعد شناسایی و با منحنی Roc ارزیابی‌گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد براساس نقشه‌های پهنه‌بندی، مستعدترین نواحی به‌منظور تغذیه آب‌زیرزمینی متعلق به نواحی مرکزی دشت می‌باشد، همچنین علت تأثیر،۳ عامل اولیه شامل نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال‌آبخوان با وزن‌های بالاوشیب‌کم آن نواحی (شیب ۰ تا ۲ درصد) می‌باشد، نواحی‌غربی و ورودی دشت به‌علت قابلیت انتقال آبخوان خیلی‌کم وشیب‌زیاد و همچنین بالا بودن ضخامت ناحیه غیراشباع در پهنه‌بندی نهایی کم‌ترین پتانسیل تغذیه را نشان داد. سطح زیر منحنی ROC مناطق مستعد، برابر ۰/۹۸ بوده و نشانگردقت بالای نتایج‌است .

نتیجه گیری: درنهایت می‌توان بیان کرد که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای طراحی ساختار،ارزیابی و اولویت‌بندی‌گزینه‌های تصمیم و به کارگیری GIS برای تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌های‌جغرافیایی‌درکنار منطق فازی می‌تواند ما را در اجرای صحیح و دقیق مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی‌کمک‌کند.

واژه های کلیدی: تحلیل مکانی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی، دشت ارومیه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

مقدمه

کشـــور ایران با میانگین بارش ســـالانه (بلندمدت: ۲۵۴ میلی‌متر، دوره خشک‌سالی: ۲۱۰ میلی‌متر)، میانگین سالانه تبخیر پتانســـیل بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر و تســـلط اقلیم‌های خشـک و نیمه‌خشـک بر ۸۵ درصـد مسـاحت آن دریکی از کم آب‌ترین مناطق دنیا قرارگرفته اســـت [۱]. امروزه تخلیه آب‌های زیرزمینی و عدم جایگزین شـــدن آب این منابع، یکی از بزرگ‌ترین مشـکلات محسـوب می‌شـود. خشـک شـدن تعداد زیادی از قنات‌ها و چاه‌ها باعث شـده است که بخش زیادی از سـرمایه‌گذاری‌های انجام‌شـده از بین برود. تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بخشی از آب خارج‌شـده از زیرزمین را جایگزین کند [۲،۳]. تغذیه آب‌های زیرزمینی، هم به‌صـورت طبیعی (از طریق چرخه آب) و هم از طریق فرآینـدهـای انســـان - محیطی به‌عنوان‌مثال، تغذیه مصـــنوعی آب‌های زیرزمینی که در آن آب باران و یا آب تصفیه‌شده به سطوح زیرین زمین هدایت می‌شـــود،صـــورت می‌گیرد [۴]. GIS (Geographic Information System) و روشAHP (Analytic Hierarchy Process) در شـــناســـایی و اولویت‌بندی مناطق مســـتعد برای تغذیه مصـــنوعی آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شوند [۵]. برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، روش AHP، یکی از جامع‌ترین سـامانه‌های طراحی‌شـده به‌حســـاب می‌آید [۶]. زیرا امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی را فراهم کرده و با ایجاد یک ماتریس نسـبت به مقایســـه دوبه‌دویی معیارها می‌پردازد [۷]. GIS یک ابزار تحلیلی داده های مکـانی اســـت که مهم‌ترین ویژگی این سیستم امکان شناسایی روابط فضائی میان عوارض مختلف روی نقشـه بوده و به‌منظور کسـب، ذخیره، بهنگام سـازی، پردازش، تحلیل و ارائه کلیه اشـــکال اطلاعات جغرافیایی طراحی و ایجادشـــده اســـت [۸]. در این زمینه مطالعه ای توسط جمور و ایل بیگی [۹] درخصوص مکان یابی محل و تعیین روش مناســـب تغذیه مصـــنوعی در دشـــت میناب براساس روش AHP صورت گرفته است، در این پژوهش براسـاس آنالیز داده‌های تراز سـطح آب زیرزمینی، آزمایش پمپاژ، نقشـه زمین‌شـناسـی، داده های منابع آب و همچنین بازدیدهای متعدد میدانی به بررســـی مکان مناســـب جهت تغذیه مصـــنوعی و همچنین روش مناســـب آن در آبخوان میناب پرداخته شـــد. بدین منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مربوط به ۷ پارامتر شـامل ضـخامت آبرفت، قابلیت انتقال آبخوان، عمق برخورد به ســـطح آب زیرزمینی، توپوگرافی منطقه، فاصـله از رودخانه، لیتولوژی سـطحی زمین و تراکم منابع آب زیرزمینی در محیط نرم‌افزار GIS ایجاد شـــد. سپس براساس روش AHP وزن هر یک از لایه‌ها با کمک قضـاوت مهندسـی و روش مقایسـه زوجی مشـخص شـد. درنهایت، محدوده آبخوان میناب به ۳ بخش با پتانســـیل خوب، متوسـط و ضـعیف تقسـیم شـد. در ادامه با بررسـی وضـــعیت کاربری اراضـــی و انجام مطالعات متعدد میدانی به‌ویژه در مناطق با پتانسـیل بالا، تعدادی شـن چاله قدیمی در بسـتر رودخانه میناب شـناسـایی گردید که برای اهداف تغذیه مصـــنوعی پیشـــنهاد گردید. با اســـتفاده از نتایج این پژوهش، ۶ ٪ از مســـاحت آبخوان جهت تغذیه مصـــنوعی مناسـب تشـخیص داده شـد. مقدم و همکاران [۱۰] مکانیابی پتانسیل آب های زیرزمینی تجدیدشونده آبخوان های غرب دریاچه ارومیه با تحلیل AHP و تکنیک فازی فضـــایی را مورد بررسـی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشـان داد که در مدل تحلیل ســـلســـله مراتبی و مدل ترکیبی منطق فازی به ترتیب حدود ۱۸/۹ درصد و ۲۵/۳۳ درصد از سطح منطقه دارای پتانسیل بالایی بوده و مناسب حفر چاه می‌باشند. در نهایت برای تعیین صـــحت نقشـــه های نهایی از منحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) استفاده گردید که میزان دقت نقشـه‌های نهایی تهیه شـده با روش تحلیل سلسـله مراتبی و منطق فازی- تحلیل سـلسـله مراتبی بـه ترتیـب ۰/۷۷۵ و ۰/۸۱۲ بوده و روش منطق فازی-تحلیل سلسله مراتبی نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی دارای عملکرد بهتری در پتانسـیل‌یابی آب زیرزمینی بود. برای انتخاب مناطق مناســـب جهت اجرای پروژه‌های

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

تغذیه مصنوعی بایستی زیرمعیارهای مختلف مؤثر در انتخاب بهترین مکان در نظر گرفته شوند. با ایجاد ارتباط بین زیرمعیارها می‌توان عمل اولویت بندی را انجام داده و تصمیم‌گیری به منظور انتخاب مستعدترین مکان برای منطقه‌ی موردنظر را سریع‌تر و دقیق‌تر انجام داد. با توجه به توسعه و رونق کشاورزی و تمرکز بالای چاه‌های بهره‌برداری در دشت ارومیه، علی‌الخصوص حوضه آبریز رودخانه روضه چای، شناسایی و پتانسیل‌یابی مکان‌های مستعد تغذیه مصنوعی، صحت سنجی و پیش‌بینی مناطق مناسب تغذیه آب زیرزمینی و تأثیر آن در احیاء تعادل به‌هم‌خورده آبخوان، امری ضروری هست به این ترتیب هدف از این مطالعه تحلیل مکانی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی درحوضه آبریز رودخلنه روضه چای ارومیه می باشد که یافته های این مطالعه می تواند در مدیریت مناسب منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

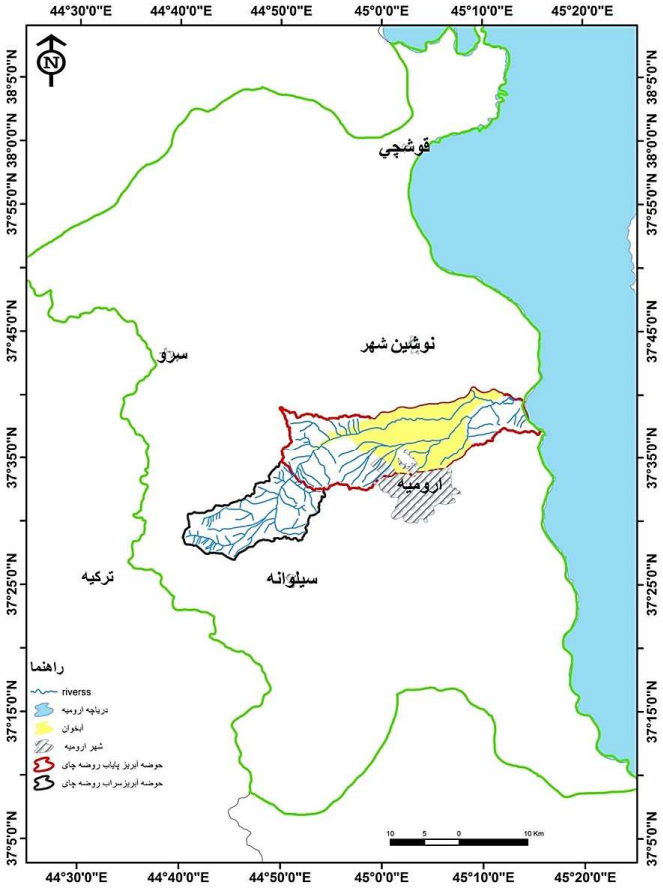
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در غرب دریاچه ارومیه و بین مختصات جغرافیایی ۴۴ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۵ درجه عرض شمالی واقع‌شده است. حوضه آبریز روضه چای از شمال به محدوده نازلو چای، از جنوب به محدوده شهر چای و شهر ارومیه، از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز سیاسی کشور ترکیه محدود می‌شود (شکل۱). مهم‌ترین رودخانه منطقه، روضه چای هست که از سمت کوه‌های مرزی ترکیه سرچشمه گرفته و به سمت شرق حرکت کرده و در مسیر حرکت خود آب موردنیاز کشاورزی برخی روستاها را تأمین کرده و درنهایت به دریاچه ارومیه منتهی می‌شود. سیلاب‌های این رودخانه از طریق مسیل گویجه لوی اصلان وارد اراضی باتلاقی دریاچه ارومیه می‌شود. این منطقه از نظر تأمین آب جهت مصارف کشاورزی با کمبود مواجه هست. با توجه به افزایش فعالیت‌های کشاورزی در منطقه، احتمال آن می‌رود که در آینده‌ای نه‌چندان دور شاهد کاهش ذخیره آبخوان‌های موجود باشیم. به همین منظور، ابتدا تمام پارامترهای موردنیاز جهت گزینش مکان مناسب اجرای طرح تغذیه مصنوعی شناسایی و موردبررسی قرار گرفت. حوضه آبریز روضه چای به دو بخش سراب و پایاب تقسیم می‌شود لذا با توجه به اینکه هدف مطالعه حاضر، ارزیابی پتانسیل تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی در دشت ارومیه است، تمرکز مطالعه در بخش پایاب حوضه بوده و آبخوان ارومیه هم در بخش پایاب قرارگرفته است. این منطقه مشابه اکثر آبخوان ها و سفره های آبزیرزمینی حوضه آبریز دریاچه ارومیه با مشکل اضافه برداشت برای آبیاری و افت شدید آب زیرزمینی مواجه است و در این تحقیق به عنوان یک راهکار پایدار، آبخوانداری با تغذیه مصنوعی آبهای مازاد در خارج فصل زراعی مد نظر هست و برای این هدف لازم است مناطق با شرایط هیدروکلیمایی و هیدرودینامیکی سفره ، شناسایی و مورد اولویت بندی قرار گیرد و مناسبترین و مستعدترین مکانها و ترجیحا بدون معارض تعیین گردد.در استان آذربایجانغربی تجربیات موفق تغذیه مصنوعی بصورت حوضچه ای نفوذی در اطراف رودخانه ها وجود دارد[11] لذا در تحقیق این روش مد نظر بوده است .

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

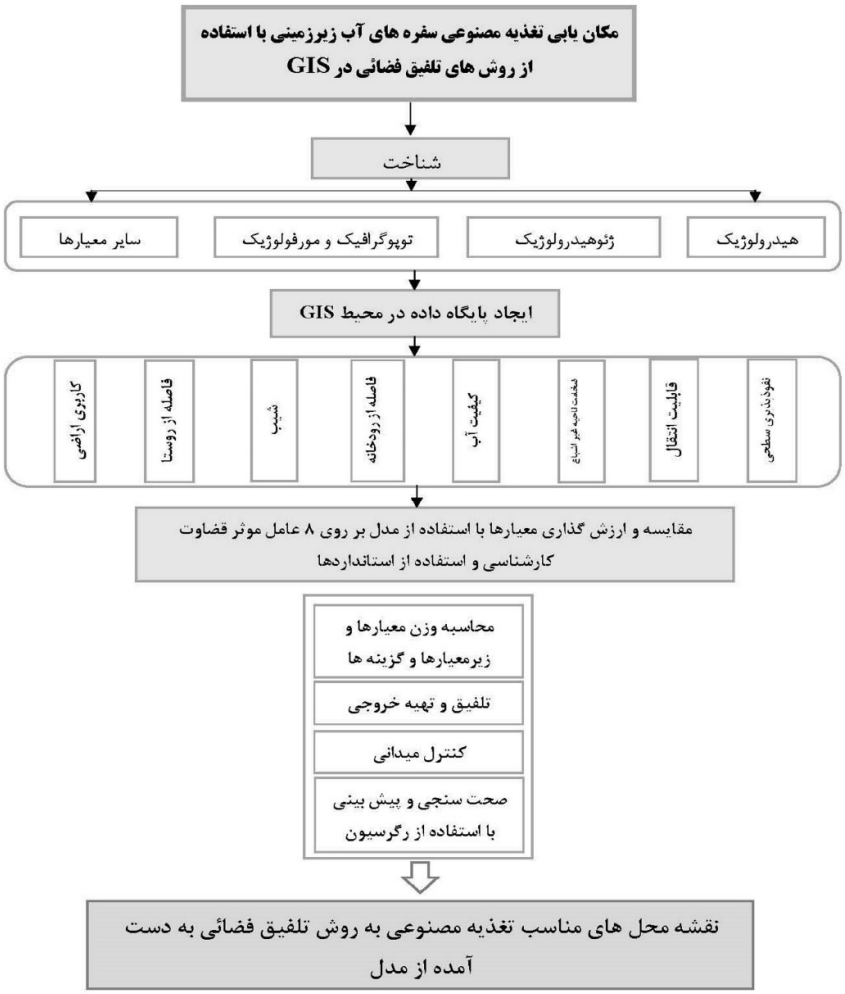


شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه

داده‌های کمی مربوط به هشت لایه اطلاعاتی از سازمان‌های آب منطقه‌ای، جهاد کشاورزی و سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استان آذربایجان غربی اخذ شده و مکان‌یابی پتانسیل آب‌های زیرزمینی تجدیدشونده آبخوان روضه چای با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار Expert Choice و تکنیک فازی فضایی در محیط نرم‌افزار ArcGIS موردبررسی قرار گرفت و با استفاده از مدل ترکیبی منطق فازی، تلفیق لایه‌ها انجام شد. درنهایت برای انجام صحت سنجی نقشه‌های نهایی، از بازدیدهای میدانی، ضریب رگرسیون در نرم‌افزار Terrset و منحنی ROC استفاده‌شده است.در شکل زیر گردش کار مطالعه ارائه شده است .

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]



شکل ۲-گردش کار مطالعه

تهیه نقشـــه های موثر در مکان یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی

لایه نفوذپذیری سازندهای زمین شناسی

برای تهیه محدوده نقشه نفوذپذیری، از نقشه زمین‌شناسی منطقه موردمطالعه استفاده شد و با تشکیل لایه لیتولوژی نفوذپذیری هر عنصر در جدول اطلاعات لایه وارد شد و بر اساس نفوذپذیری هر عنصر لایه رستر تهیه شد.

لایه ضخامت ناحیه غیراشباع

برای ایجاد این لایه از اطلاعات پیزومترهای سال ۱۳۹۶سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی استفاده شده است برای دسته‌بندی پهنه‌ها در محیط ARC GIS - Arc Map از روش طبقه‌بندی پیش‌فرض ARC GIS - Arc Map یعنی Natural Breaks استفاده شده است.

لایه قابلیت انتقال ناحیه اشباع

این ضریب نشان‌دهنده حرکت آب در محیط متخلخل می‌باشد این لایه از درون‌یابی نتایج آزمایش پمپاژ به دست می‌آید.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

لایه کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی به‌صورت فایل GIS از سازمان جهادکشاورزی اخذ و در این تحقیق استفاده‌شده است. نقشه کاربری اراضی برای استفاده در پهنه‌بندی در محیط GIS مستلزم لحاظ کردن اولویت‌ها و طبقه بندی می‌باشد.

لایه فاصله از آب های سطحی

لایه رودخانه‌های حوضه از سازمان آب به صورت فایل GIS اخذ شده است و در محیط GIS حریم‌ها یا فاصله از آبراهه با استفاده از فاصله اقلیدسی ایجاد شده است.

لایه شیب

از داده‌های توپوگرافی منطقه که از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح اخذشده است در محیط GIS ایجادشده‌اند. به این‌ترتیب که خطوط هم ارزش ارتفاعی (کانتورهای ارتفاعی) به مدل رقومی زمین یا DEM (digital elevation model) تبدیل‌شده و لایه شیب از روی لایه DEM در محیط GIS به‌دست‌آمده است.

لایه فاصله از روستا

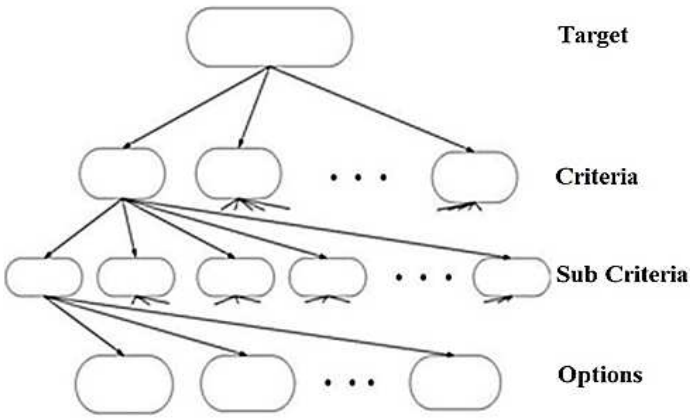
لایه موقعیت روستاهای منطقه از سازمان جهادکشاورزی استان اخذ و فاصله یا حریم روستاها در محیط GIS ایجاد شد. نقشه فاصله از روستاها برای استفاده در پهنه‌بندی در محیط GIS مستلزم لحاظ کردن اولویت‌ها و طبقه بندی می‌باشد

لایه کیفیت آب زیرزمینی

برای کیفیت آب زیرزمینی از نتایج آنالیزهای سال ۱۳۹۶ استفاده شده ۱۰ نقطه نمونه برداری در داخل ناحیه مطالعاتی قرار دارد ولی از ۱۵ نقطه که در مجاورت ناحیه قرار دارند، به‌صورت کمکی برای پهنه‌بندی استفاده شده است. پهنه‌بندی در محیط GIS و به طریق kriging، درون‌یابی انجام یافته است. برای دسته‌بندی پهنه‌ها در محیط ARC GIS -Arc Map از روش طبقه‌بندی پیش‌فرض ARC GIS - Arc Map یعنی Natural Breaks استفاده‌شده است.

مراحل انجام تحلیل سلسله مراتبی

در تحقیق حاضر، برای وزن دهی معیارها و قضاوت با ذهن و طبیعت بشری از روش AHP استفاده‌شده است. اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله است که در ابتدا هدف کلی مسئله و در مراحل بعدی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند (شکل۳). علاوه بر آن در نگاه کلی می‌توان بیان کرد که روش ساختن یک سلسله‌مراتب به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد [۱۲].



شکل۳- ساختار سلسله مراتبی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

با توجه به این‌که هریک از متغیرهای ۸ گانه تأثیر متفاوتی در انتخاب محل مناسب اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی حوضه آبریز رودخانه روضه چای دارند و متغیرهای مؤثر بیش از یک فاکتور بوده و ارجحیت فاکتورها نسبت به هم سنجیده می‌شوند، از روش مقایسه زوجی استفاده‌شده است. درروش مقایسه زوجی، معیارها دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه شده و اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر با استفاده از امتیازدهی معیارها و تکمیل پرسشنامه خبرگان توسط کارشناسان آب و مشورت با اساتید گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه ارومیه انجام شد و درنهایت وزن هرکدام از معیارها به دست آمد برای مقایسه زوجی متغیرها به‌صورت طبقه‌بندی کمی بین ۱تا ۹ از جدول قیاسی که توسط ساعتی [۱۳] بیان‌شده است، انجام پذیرفته است (جدول ۱).

جدول۱- وزن دهی به عوامل بر اساس ارجحیت به‌صورت مقایسه زوجی

ترجیحا (قضاوت شفاهی)	مقدار عددی
کاملا مرجع یا کاملا مهم یا کاملا مطلوب	۹
مرجع بااهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح بااهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجع یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب	۳
ترجیح بااهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحا بین فواصل قوی	۲،۴،۶،۸

بعد از محاسبه وزن هرکدام از معیارها، در ادامه این وزن‌ها را به امتیاز کسب‌شده ضرب کرده تا وزن هر زیر معیار به دست آید و امتیاز نهایی هر زیر معیار محاسبه می‌شود و در آخر با جمع جبری امتیازهای نهایی زیرمعیارها، امتیاز کل برای هر یک از عوامل موثر در رابطه با مکان‌یابی تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به دست می‌آید. یکی از مزیت‌های روش AHP، برای تعیین ضریب اهمیت معیارها، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام‌شده هست. سازوکار بررسی این سازگاری، محاسبه ضریبی به نام ضریب سازگاری (CR) هست که در زیر به فرمول آن اشاره شده است [۱۳]. این معیار بایستی کمتر از ۰/۱ باشد درصورتی‌که مقدار ضریب بیشتر باشد، می‌بایست در اهمیت نسبی پارامترها تجدیدنظر صورت گیرد [۱۴]. تمامی این فرآیندها در نرم‌افزار Expert Choice انجام‌شده و خروجی نهایی لایه‌های ۸ گانه با وزن های به‌دست‌آمده در محیط ARC map-ARC GIS با دستور Raster calculator وزن دهی شده و نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه چای) به دست آمده است.

$$CR = CI / RI \quad (1)$$

منطق فازی

در تئوری کلاسیک مجموعه ها، یک عنصر یا عضو مجموعه است یا نیست به عبارتی این تئوری عضویت درجه بندی شده را مطرح می کند. یک مجموعه فازی،

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

مجموعه ایی از المان ها با ویژگی های مشابه است که در آن، مجموعه درجه ایی مشخص از صفر تا یک را دارد [15]. در روش ترکیبی منطق فازی- تحلیل سلسله مراتبی، با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی و با توجه به اهمیت هر پارامتر در پتانسیل منابع آب، وزن آنها محاسبه گردید و با اعمال تابع عضویت فازی خطی به حالت فازی تبدیل و با درنظر گرفتن وزنهای محاسبه شده از روش AHP تمامی لایه ها با عملگر جمع فازی با یکدیگر ترکیب و نقشه پتانسیل منابع آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه چای) حاصل گردید.

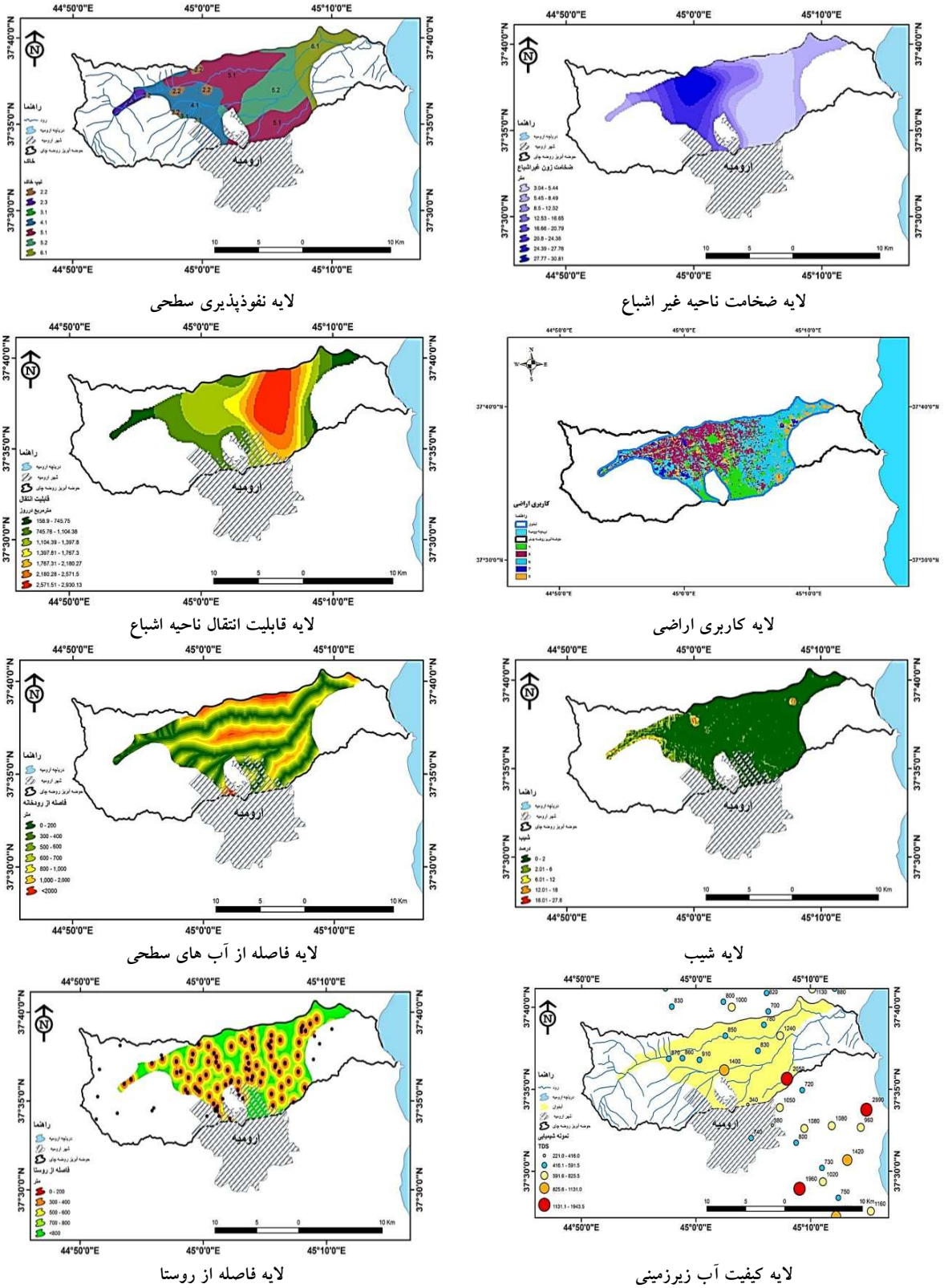
نتایج

نتایج ۸ لایه اطلاعاتی در محیط GIS

در مطالعه حاضر از هشت لایه اطلاعاتی شامل نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال آبخوان، کیفیت آب زیرزمینی، شیب، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه و فاصله تا روستا استفاده‌شده است و نتایج نقشه پهنه بندی در محیط GIS مطالعه حاضر نشان می دهد که نواحی مرکزی دشت به دلیل این که نفوذپذیری سطحی خاک و قابلیت انتقال از ناحیه اشباع بیشتر و ضخامت ناحیه غیراشباع و میزان TDS (Total dissolved solids) این ناحیه کمتر از نواحی دیگر است در نتیجه نواحی مرکزی دشت مستعدترین ناحیه به منظور ایجاد تغذیه مصنوعی محسوب می گردد. درخصوص لایه کاربری اراضی، نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که مناطق مسکونی و شهری از نظر پهنه بندی پتانسیل تغذیه مصنوعی نامطلوب هستند اما زمین های غیر کشاورزی و مراتع ضعیف مطلوب‌ترین مکان برای اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی از لحاظ کاربری اراضی محسوب می‌شوند علاوه بر آن نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که فاصله ۰ تا ۲۰۰ متری از رودخانه یا آبراهه و شیب ۰ تا ۲ درجه مطلوب‌ترین حالت برای اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی به نظر می‌رسد و در فواصل بیشتر از ۲۰۰۰ متری و شیب ۱۸ تا ۲۷ امکان ایجاد تأسیسات بسیار کم بوده و اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی در این شرایط نامناسب می‌باشد. درمورد لایه فاصله از روستا نتایج مطالعه حاضر بیان می کند که هرچقدر از روستا دور شویم منطقه مورد نظر برای ایجاد تغذیه مصنوعی مناسب‌تر می‌باشد و به عبارت دیگر فواصل بیشتر از ۸۰۰ متر مطلوب‌ترین مکان در نظر گرفته‌شده است و فواصل ۰ تا ۲۰۰ متری از روستا نامطلوب‌ترین مکان محسوب می گردند همچنین مکان‌یابی مناطق مستعد اجرای طرح‌های پروژه تغذیه مصنوعی در دشت ارومیه (حوضه آبریز رودخانه روضه چای) با تشکیل لایه‌های مکانی و تلفیق آن‌ها در وزن‌های به‌دست‌آمده برای هرکدام از سامانه‌ها بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی اتخاذ گردید (شکل ۴) و با توجه به اهمیت و اولویت هر یک از لایه‌ها، نقشه‌های پهنه‌بندی خروجی نهایی در (شکل ۵) ارائه شد.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

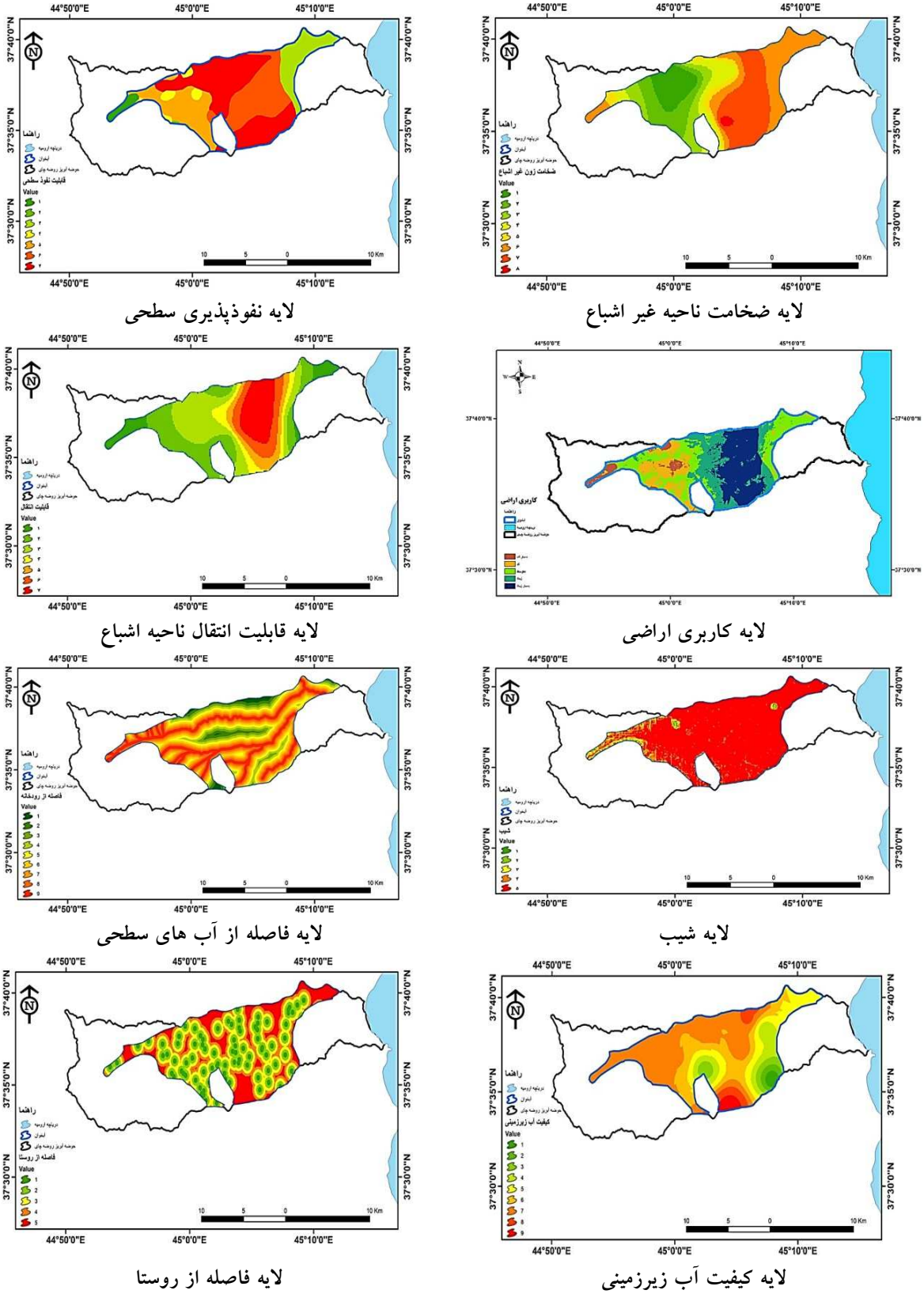
[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]



شکل ۴ – هشت لایه ورودی مؤثر در تغذیه مصنوعی رودخانه روضه چای

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]



شکل ۵- نقشه های امتیازدهی شده منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

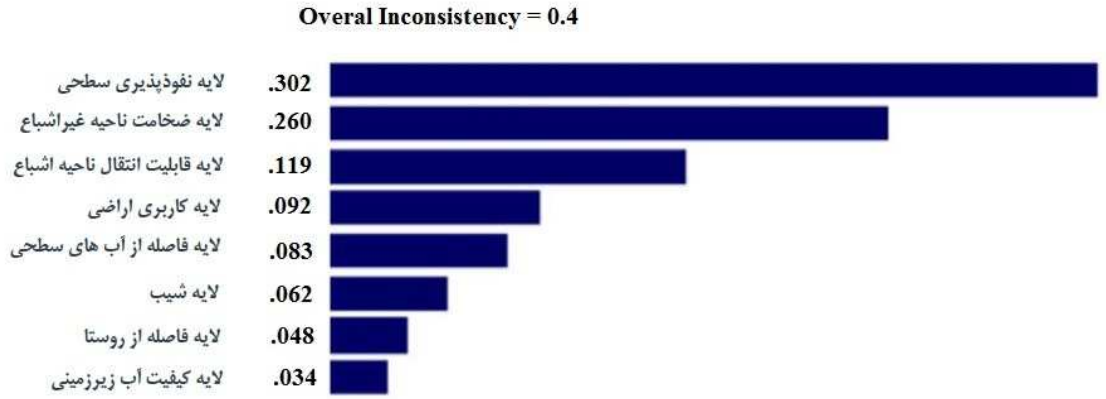
[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

نتایج وزن دهی لایه های اطلاعاتی

پس از تشـــخیص عوامل مؤثر در پتانســـیل تغذیه آب زیرزمینی در منطقه موردمطالعه، وزن دهی به لایه های اطلاعاتی (برای اولویت‌بندی عوامل نسبت به یکدیگر با در نظر گرفتن پتانســـیل تغذیه آب زیرزمینی منطقه) طی پرسشنامه‌ای از ۱۲ متخصص نظرسنجی شد و ماتریس‌های مقایســـه زوجی بر اســـاس ویژگی‌های منطقه، مطالعات تطبیقی و نظرات متخصـــصـــین برای معیارها و زیرمعیارها شـــکل گرفت. نتایج حاصـــل از وزن دهی، ماتریس‌های مقایســـه زوجی و عوامل مؤثر در پهنه‌بندی پتانســـیل تغذیه آب زیرزمینی در منطقه موردمطالعه به‌صـــورت (جدول ۲) (ماتریس‌های مقایسه زوجی خروجی نرم‌افزار) و (شکل۶) آورده شـده اسـت. البته محاسـبات لازم در محیط نرم‌افزار Expert Choiceبه‌عمل‌آمده است. استفاده از این نرم‌افزار به‌منظور صـــرفه‌جویی در وقت و اجتناب از بروز خطاهای انسانی صورت گرفته است.

جدول ۲ – ماتریس‌های مقایسه زوجی خروجی نرم‌افزار**Expert Choice**

	نفوذپذیری سطحی	ضخامت ناحیه غیراشباع	قابلیت انتقال آبخوان	کاربری اراضی	فاصله از رودخانه	شیب	فاصله از روستا	کیفیت آب زیرزمینی
نفوذپذیری سطحی	۱	۲	۳	۵	۶	۴	۷	۹
ضخامت ناحیه غیراشباع		۱	۳	۴	۲	۵	۷	۸
قابلیت انتقال آبخوان			۱	۲	۳	۵	۵	۶
کاربری اراضی				۱	۲	۳	۲	۴
فاصله از رودخانه					۱	۲	۳	۴
شیب						۱	۲	۳
فاصله از روستا							۱	۲
کیفیت آب زیرزمینی								۱



شکل ۶ – وزن‌های نهایی برای عوامل ۸ گانه پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی (خروجی نرم افزار Expert Choice)

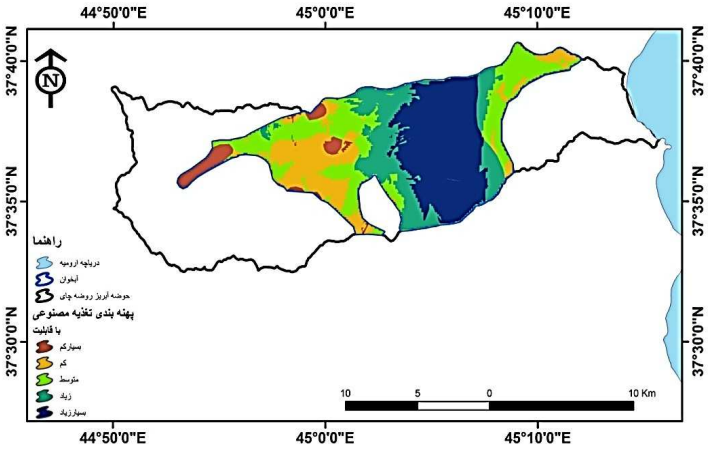
نتایج نقشـــه نهایی پهنه‌بندی پتانســـیل تغذیه آب زیرزمینی

لایه‌های ۸ گانه با وزن های به‌دست‌آمده در محیط ARC ARC map-GIS با دستور Raster calculator وزن

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

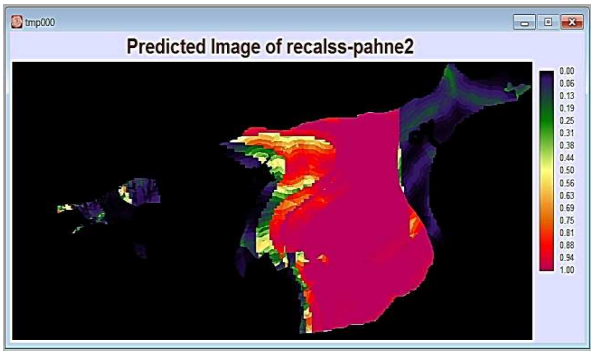
دهی شده و نتایج نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه‌چای) نشان می دهد که در مرکز حوضه آبریز روضه‌چای وسعت ناحیه باقابلیت تغذیه مصنوعی بسیار زیاد حدود ۴۶ کیلومترمربع بوده و وسعت ناحیه باقابلیت تغذیه مصنوعی زیاد حدود ۲۷/۴ کیلومترمربع می باشد و در قسمت‌های غربی دشت، نواحی باقابلیت تغذیه مصنوعی بسیار کم و کم مورد تلفیق قرارگرفته است، به‌طوری‌که کمترین قابلیت تغذیه مصنوعی در منتها علیه غربی دشت قرار دارد. (شکل۷)



شکل ۷ - نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه‌چای) به روش AHP

نتایج خروجی نرم‌افزار Terrset

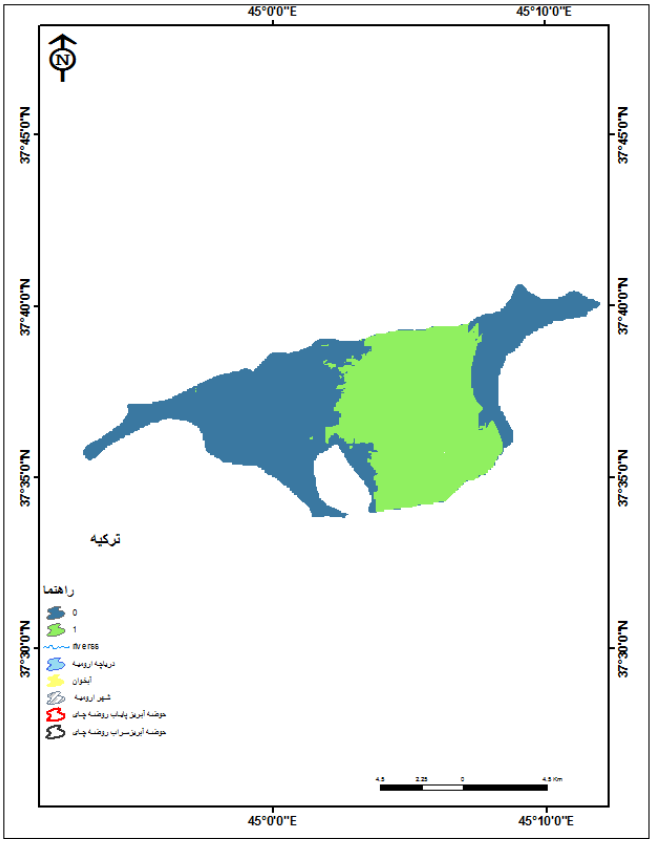
با توجه به نتایج خروجی نرم‌افزار Terrset (شکل ۸) که محدوده‌ی AUC (Area Under the Curve)، ۰.۹۸ را نشان می‌دهد، پهنه‌بندی انجام‌گرفته که بیشترین قابلیت تغذیه مصنوعی باقابلیت‌های بسیار زیاد و زیاد را در ناحیه مرکز دشت مطابق (شکل ۹) نشان می‌دهد. بیانگر نزدیک بودن و موفقیت‌آمیز بودن کار تحقیقاتی با پژوهش انجام‌شده هست.



شکل ۸ - خروجی نرم‌افزار Terrset

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]



شکل ۹ – نقشه پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه‌چای) با نرم‌افزار Terrset

بحث

این مطالعه با هدف تحلیل مکانی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی درحوضه آبریز رودخانه روضه چای ارومیه صورت پذیرفت و برای پهنه بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه‌چای) به روش AHP از ۸ لایه با عناوین نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال از ناحیه اشباع، کیفیت آب زیرزمینی، شیب، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه و فاصله تا روستا استفاده شد. یافته های مطالعه حاضر نشان داد که در نواحی مرکزی دشت ارومیه میزان نفوذپذیری سطحی خاک و قابلیت انتقال از ناحیه اشباع زیادتر و ضخامت ناحیه غیر اشباع از نواحی دیگر کمتر می باشد. بررسی ها نشان داده است که در روند نفوذ آب به داخل زمین و نهایتا تغذیه سفره های آب زیرزمینی اولین مرز، خاک سطحی می باشد و خاک ها براساس بافت مصالح متشکله قابلیت نفوذپذیری متفاوتی دارند به این دلیل قابلیت نفوذپذیری سطحی یکی از عوامل مهم در پروسه نفوذ آب به زیرزمین و تغذیه مصنوعی به حساب می آید [۱۶]. که در مرکز دشت ارومیه مقدار آن زیادتر می باشد. در ادامه آب نفوذیافته برای پیوستن به سفره های آب زیرزمینی مستلزم عبور از ناحیه غیر اشباع بوده و بدیهی است که هرچقدر ضخامت این ناحیه کمتر باشد قابلیت اراضی برای ایجاد تغذیه مصنوعی بیشتر می باشد در نهایت آب زیرزمینی بعد از عبور از ناحیه غیراشباع به سفره آب زیرزمینی می‌رسد، قابلیت انتقال ناحیه اشباع یا قابلیت انتقال سفره نقش مهمی در انتقال افقی آب نفوذ یافته به سایر نقاط سفره را دارد که مقدار آن در نواحی مرکزی دشت ارومیه زیادتر می باشد. در

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]
[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

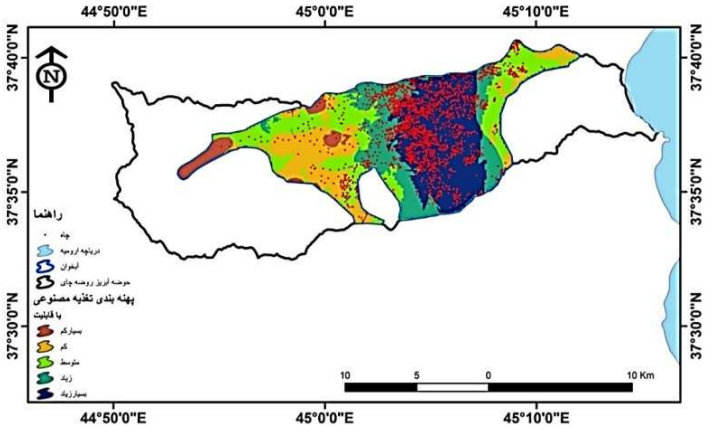
مطالعه ایی که جمور و همکاران در سال ۱۳۹۸ در مورد مکان یابی محل و تعیین روش مناسب تغذیه مصنوعی در دشت میناب بر اساس روشAHP انجام دادند، مقدار قابلیت انتقال ناحیه اشباع براساس داده های دانه بندی لوگ زمین شناسی چاه های پیزومتری و بازدیدهای صحرایی برآورد شد. نتایج این مطالعه نشان داده است که در بخشهای شرقی و مرکزی آبخوان که رسوبات از نوع دانه درشت و گرد شده میباشند، قابلیت انتقال آبخوان بالا و در بخشهای غربی آبخوان که رسوبات دانه ریزتر میشوند مقدار هدایت هیدرولیکی و به تبع آن مقدار قابلیت انتقال کاهش می یابد [۹]. همچنین طبق نتایج مطالعه حاضر میزان کیفیت آب نفوذیافته در نواحی مرکزی دشت ارومیه به دلیل پایین بودن میزان TDS نسبت به سایر نواحی دیگر بالاتر است، لایه کیفیت آب زیرزمینی یکی از عوامل مهم اثر گذار در تعیین محل مناسب برای تغذیه مصنوعی محسوب می گردد که برای بیان آن از پارامترهای مختلفی من جمله نیترات و فلزات سنگین استفاده می شود اما در این مطالعه به علت عدم دسترسی به این مواد از پارامتر شیمیایی دیگر مانند TDS استفاده شده است. در مطالعه ایی که ایمانی و همکاران در سال ۱۴۰۲ درخصوص ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی قابل شرب روستایی با استفاده از تحلیلهای زمین آمار و سامانه اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی: شهرستان اردبیل انجام داده است بیان می کند که TDS ، مجموع کل مواد آلی و غیرآلی محلول در آب می باشد و همچنین یکی از مهمترین فاکتورها در استانداردسازی کیفیت مطلوب آب شرب محسوب میشود که زیاد یا کم بودن مقدار آن در آب اثراتی را در سلامتی بدن انسان به وجود می آورد [۱۷]. در ادامه در مدل‌های پهنه‌بندی، کاربری اراضی یکی از فاکتورهای مهم به حساب می‌آید و در مطالعه حاضر نیز نقش کاربری‌های مختلف به لحاظ اقتصادی و تملک زمین برای تأسیسات و حوضچه‌های تغذیه مصنوعی می‌تواند حائز اهمیت باشد و نواحی مسکونی و شهری ازنظر پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه مصنوعی نامطلوب‌ترین منطقه به حساب می‌آیند ولی زمین‌های غیر کشاورزی و مراتع ضعیف همانند نواحی مرکزی دشت ارومیه مطلوب‌ترین مکان برای اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی ازلحاظ کاربری اراضی محسوب می‌شوند. صادقی و همکاران در سال ۱۴۰۰ درمورد مکانیابی محلهای مناسب تغذیه مصنوعی آبخوان دشت شریف آباد قم با تأکید بر ویژگیهای هیدروژئومرفولوژیکی منطقه، مطالعه ایی انجام دادند. منطقه مورد مطالعه شامل زمینهای فاقد پوشش درشت دانه، خاک فاقد پوشش ریزدانه، زمین کشاورزی و مناطق شهری و روستایی میباشد. لذا مناطقی با پوشش گیاهی ضعیف و فاقد فعالیتهای انسانی و پوشش درشت دانه مناطقی مناسب جهت تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی میباشند [۱۸]. علاوه بر آن برای تغذیه آب‌های زیرزمینی از منابع آب‌های سطحی به ویژه آب رودخانه‌ها و سیلاب‌های احتمالی استفاده می‌شود لذا انتقال این آب‌ها به محل مورد نظر مستلزم احداث کانال یا سایر ملزومات انتقال می‌باشد درنتیجه هر چقدر محل موردنظر (تأسیسات تغذیه مصنوعی) به رودخانه یا منابع تأمین آب سطحی نزدیک‌تر باشد ازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر می‌باشد چون هزینه احداث ملزومات انتقال و همچنین تملک اراضی برای این ملزومات کاهش می‌یابد و نتایج مطالعه حاضر هم فاصله ۰ تا ۲۰۰ متری از رودخانه یا آبراهه را مطلوب‌ترین محل برای اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی را نشان داده است همچنین می توان بیان کرد که هرچقدر شیب کمتر باشد آب سطحی فرصت بیشتری برای نفوذ به زیر زمین دارد برای همین منظور شیب ۰ تا ۲ درصد بیشترین مطلوبیت را برای پهنه‌بندی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی را دارد که نواحی مرکزی دشت ارومیه بیشترین امتیاز را دارا می باشد. در پهنه‌بندی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی داشتن فاصله از مناطق مسکونی به ویژه روستاها که دارای سیستم دفع فاضلاب نیستند معقول به نظر می‌رسد چون سپتیک های جذبی سرویس های بهداشتی در روستاها می‌تواند آلودگی را به آب زیرزمینی منتقل کنند و نتایج مطالعه نشان داد که داشتن فاصله بیشتر از ۸۰۰ متر از

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

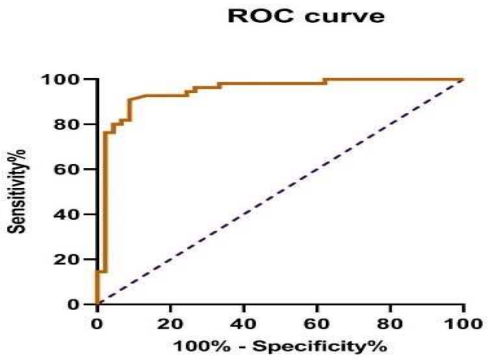
روستا مطلوب‌ترین مکان برای احداث تغذیه مصنوعی در نظر گرفته می شود.

نتایج پهنه‌بندی انجام‌گرفته مطالعه حاضر نشان داد که در مرکز حوضه آبریز روضه‌چای وسعت ناحیه باقابلیت تغذیه مصنوعی بسیار زیاد حدود ۴۶ کیلومترمربع بوده و وسعت ناحیه باقابلیت تغذیه مصنوعی زیاد حدود ۲۷/۴ کیلومترمربع می باشد و با در نظر گرفتن تمرکز بالای چاه‌های بهره‌برداری در مرکز دشت به نظر می‌رسد تغذیه مصنوعی در این نواحی نسبت به سایر مناطق مناسب‌تر باشد زیرا تخلیه آب زیرزمینی در این ناحیه بیشتر از سایر نواحی است. نقشه پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی منطقه موردمطالعه و محل چاه‌های بهره‌برداری در (شکل۱۰) نشان داده‌شده است. همچنین مطابق (شکل۷) در نواحی شرقی به‌ویژه نواحی غربی منطقه موردمطالعه که قابلیت تغذیه مصنوعی کمی بر آب آبخوان برآورد شده است تعداد چاه‌های بهره‌برداری به‌مراتب کمتر از نواحی مرکزی می باشد.



شکل ۱۰ – نقشه پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی منطقه موردمطالعه و محل چاه‌های بهره‌برداری

در نهایت برای تعیین صحت نقشه‌های نهایی از منحنی ROC استفاده گردید نتیجه ROC با آستانه ۱۰۰ در نرم‌افزار Tersset برابر ۰/۹۹۸ =ROC می باشد. سطح زیر منحنی ROC (شکل ۱۱) که با اندازه عددی AUC مشخص می‌شود، عددی بین صفرتا یک را نشان می‌دهد. که این عدد هرچقدر به یک نزدیک‌تر باشد، به این معنی است که داده‌ها عموماً در بالای خط نیمساز قرارگرفته‌اند و میزان نرخ مثبت صحیح بالا است. مقدار عددی ROC خروجی نرم‌افزار Terrset برابر ۰.۹۸ هست که با توجه به (جدول ۳) ازنظر قدرت تشخیص آزمون، در رتبه‌ی عالی قرارگرفته است [۱۰].



شکل ۱۱ - منحنی ROC

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

جدول ۳ - مقادیر AUC

اندازه عددی AUC در منحنی راک	قدرت تشخیص تست
۱-۰/۹	عالی
۰/۹-۰/۸	خوب
۰/۸-۰/۷	نسبتا خوب
۰/۷-۰/۶	ضعیف
۰/۶-۰/۵	بی فایده
<۰/۵	غیرقابل استناد

در مطالعه ایی مشابه مطالعه حاضر، که در دشت شهرکرد توسط مهدوی و همکاران در سال ۱۳۸۹ در استان چهارمحال و بختیاری برای مکان‌یابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی به روش منطق فازی صورت گرفته بود نتایج نشان می‌دهد که شیب، نفوذپذیری، ضخامت لایه آبرفتی و کیفیت آب‌های زیرزمینی به ترتیب اولویت بیشتری نسبت به سایر فاکتورها در انتخاب محل مناسب برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌دارند [۱۹]. در مطالعه مشابه دیگر پوردشت بزرگ و همکاران اقدام به مطالعه مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی در شمال اندیمشک در سال ۱۳۹۰ نمودند آن‌ها در این تحقیق با تلفیق روش بولین و هم‌پوشانی وزنی، پارامترهای قابلیت انتقال و شیب را به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها در نظر گرفتند و بر این اساس حوضه آبریز جارمه اندیمشک را به‌عنوان مستعدترین مکان برای اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی مشخص نمودند [۲۰]. مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. عوامل مختلف طبیعی و انسانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی و افت سطح آب‌های زیرزمینی شده است. در چنین مناطقی تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی از مهم‌ترین راهکارهای مدیریتی است. موفقیت طرح‌های تغذیه مصنوعی مستلزم شناسایی مکان مناسب برای احداث آن ها می باشد. استفاده ازنظریه مجموعه فازی در مکان‌یابی پروژه‌ها، امکان استفاده از اطلاعات کیفی و غیرقطعی را به تصمیم گیر می‌دهد. بر این اساس در تحقیقات جدید مکان‌یابی پروژه‌ها به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از منطق فازی موردتوجه قرارگرفته است. در مناطق خشک، تغذیه مصنوعی برای: ۱) تقویت تغذیه طبیعی ناشی از باران و رواناب، ۲) جلوگیری از کاهش سطح آب آبخوان، ۳) کنترل آلودگی ذخایر آب به‌وسیله پساب و ۴) جلوگیری از تداخل آب‌شور به آب شیرین در سواحل دریاها انجام می‌شود. موفقیت طرح‌های تغذیه مصنوعی مستلزم جمع‌آوری و تکمیل داده‌ها و اطلاعات بسیار زیادی است و نخستین پیش‌شرط برای احداث طرح تغذیه، شناسایی محل مناسب است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

نتیجه گیری

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر حوضه آبخیز دریاچه ارومیه با تغییرات زیادی همانند وقوع خشکسالی، کاهش منابع آب سطحی، خشک شدن رودخانه‌های فصلی و درنتیجه خشک شدن سطح تالاب‌های حوضه و افت سطح آب زیرزمینی رو به رو بوده است، پژوهشگران صنعت آب بـر آن شدند کـه محدودیت‌ها و روند تغییرات سطح سفره های آب زیرزمینی حوضه کوچکی از محدوده آبریز دریاچه ارومیه را بررسی نمایند و با توجه به روند موجود، تغییرات آن‌ها را در آینده با تأکید بر بررسی علل افت کمّی و باهدف کنترل و سازمان‌دهی آن‌ها پیش‌بینی کنند. بنابراین در این مطالعه، به منظور شناسایی محل مناسب تغذیه مصنوعی حوضه آبریز رودخانه روضه‌چای ، از نرم‌افزار GIS استفاده گردید. همچنین برای پهنه‌بندی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در دشت ارومیه (حوضه آبریز روضه‌چای) به روش AHP از ۸ لایه با عناوین نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال آبخوان، کیفیت آب زیرزمینی، شیب، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه و فاصله تا روستا استفاده‌شده است. در نهایت خروجی وزن های نهایی به ترتیب به نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال آبخوان اختصاص داده شد. مطابق نتایج پهنه‌بندی نهایی مستعدترین نواحی به منظور تغذیه آب زیرزمینی نواحی مرکزی دشت می باشد، به نظر می‌رسد علت آن تأثیر ۳ عامل اولیه (نفوذپذیری سطحی، ضخامت ناحیه غیراشباع، قابلیت انتقال آبخوان) با وزن های بالا و شیب کم آن نواحی باشد، نواحی غربی و ورودی دشت نیز به علت قابلیت انتقال آبخوان خیلی کم و شیب زیاد و همچنین بالا بودن ضخامت ناحیه غیراشباع در پهنه‌بندی نهایی کم‌ترین استعداد را در اجرای پروژه های تغذیه مصنوعی نشان می‌دهند. در نهایت می توان بیان کرد که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای طراحی ساختار، ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های تصمیم و به‌کارگیری GIS برای تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌های جغرافیایی در کنار منطق فازی می تواند ما را در اجرای صحیح و دقیق مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی کمک کند.

سپاسگزاری

نویسـنده از جناب آقای دکتر بهزاد حصـاری و جناب آقای دکتر نورعلی حقدوســـت قهرمانلو به‌دلیل راهنمایی‌ها و حمایت‌های ارزشـمندشـان در انجام این پژوهش صـمیمانه قدردانی می‌نماید.

تعارض منافع

نویســندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در این پژوهش وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش بـدون دریـافـت هیچ‌گونـه حمـایـت مـالی از نهادهای دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه نیاز به ملاحظات اخلاقی و دریافت کد طرح نداشته است.

مشارکت نویسندگان

-راهنمایی در طراحی مطالعه: بهزاد حصاری

-طراحی مطالعه: نورعلی حقدوست قهرمانلو

-اجرای مطالعه: مهدی حسن زاده

-تجزیه و تحلیل داده ها: مهدی حسن زاده

-تجزیه و تحلیل آماری: بهزاد حصاری

-تضـــمین کیفیـت و صـــحـت نتـایج مطـالعـه: نورعلی حقدوست قهرمانلو

-مسئول اصلی تحقیق و نگارش مقاله: مهدی حسن زاده

-پاسخ به نظرات داوران: مهدی حسن زاده

-بررسی و اصلاح محتوا: بهزاد حصاری

-بازبینی مقاله: نورعلی حقدوست قهرمانلو

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]

References

1. Bazrafshan J, Khalili A, Zad-Parsa S, et al. Documentary Study of the Situation of Agricultural Water Resources and Uses in Iran: Analysis of the Current Situation, Pathology and Solutions to the Challenges. Strategic Research J Agric Sci Nat Resour 2021;6(1): 35-50 [In Persian].
2. Shafa NS, Babazadeh H, Aghayari F, Saremi A. Optimal utilization of groundwater resources and artificial recharge system of Shahriar plain aquifer, Iran Phys Chem Earth Parts A/B/C 2023;129: 103358 [In Persian].
3. Rani M, Pande A, Kumar K, et al. Investigation of groundwater recharge prospect and hydrological response of groundwater augmentation measures in Upper Kosi watershed, Kumaun Himalaya, India.J Groundw Sustain Dev. 2022;16: 100720.
4. Karimi H EN, Rostami N, Azami A. The use of geographic information system in locating suitable places for flood spreading (case study of Mehran plain, Ilam province).The first conference of new ideas and technologies in geographical sciences2016 [In Persian].
5. Azareh A. Evaluating Groundwater Resources Potential in Herat-Marvast Plain Using a Combined Method of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logic. J Irrig Water Eng. 2023;13(3): 234-50 [In Persian].
6. CHabok BM, Hassanzadeh NM, Ebrahimi KZ. Site Selection Of Flood Water Spreading Project Using Analytical Hierarchical Processing (AHP) Model (Case Study: Eshghabad Watershed-Tabas). 2011;4(13):31-38 [In Persian].
7. Saaty T. Thc analytical Hicrarchy process. McGroww-Hill. Inc; 1980.
8. Pourrazavi Vali H. Application of geographic information system (GIS) in route design. 2016.
9. Jamour R, Eilbeigy M. Site Selection and Determination of the Most Suitable Artificial Recharge Method in the Minab Plain Based on AHP Method. J Environ Water Eng. 2019;5(2): 166-73 [In Persian].
10. Moghaddam S, Ahmadi H, Zeynalzadeh K, Hessari B. Potential location of renewable groundwater in Urmia Lake basin by AHP analysis and spatial fuzzy technique (case study: Urmia plain). J Hydrogeol 2020;5(2): 142-53 [In Persian].
11. Khodaiari M, Hessari B, Ahmadi H, Mohammadpour M. Evaluation of artificial recharge project efficiency for groundwater recovery with mathematical modeling (A case study on Firuraq of Khoy Plain in West Azerbaijan province). Hydrogeology. 2023;8(1): 170-86 [In Persian].
12. Saaty TL. Applications of analytical hierarchies. Math Comput Simulate. 1979;21(1): 1-20
13. Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. J Math Psychol. 1977;15(3): 234-81.
14. Qudsipour H. AHP Hierarchical Analysis Process. Amir Kabir University of Technology 2012. 200p [In Persian].
15. Duman T, Can T, Gokceoglu C, et al. Application of logistic regression for landslide susceptibility zoning of Cekmece Area, Istanbul, Turkey. Environ Geol. 2006;51: 241-56
16. Nassimi A, Zare M. Site selection of basins for artificial recharge of groundwater in Boushkan Catchment based on analytical hierarchical process (AHP). Water Soil Sci. 2015;25(1): 125-41 [In Persian].
17. Imani B, Jafarzadeh J. Investigating the quality of potable groundwater in rural areas using geostatistical analysis in geographic information system - Case study: Ardabil City. Geogr Data. 2023;32(127) [In Persian].
18. Sadeghi A-R, Hosseini SM, Yamani M, Jafa-Beiglou M. Site-selection of groundwater artificial recharge in Sharif-Abad aquifer with emphasis on hydrogeomorphological characteristics. Res Earth Sci. 2022;13(1): 100-16 [In Persian].
19. Mahdavi A IM, Najafabadi Ram, Tabatabai S. Locating suitable areas for artificial feeding of underground aquifers by fuzzy logic method in Shahrekord plain watershed. Water and soil science . (Isfahan University of Technology) 2011;15(56): 63-78.
20. Nizam A MRS, Farideh A, Zainab Z. Site Selection Flood Spreading For Artificial Recharge In The North Of Andimeshk. Quarterly Geogr J Territory. 2012;8(32): 99-112 [In Persian].

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2025-06-08]

[DOI: 10.61186/jehe.12.2.152]