

بررسی پتانسیل منابع آب زیرزمینی با استفاده از آنالیزهای مکانی

مرضیه شعبانی^۱، زهره معصومی^۲، ابوالفضل رضائی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، marzie.shabani@iasbs.ac.ir
^۲ استادیار، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، z.masoumi@iasbs.ac.ir، arezaei@iasbs.ac.ir

چکیده

حوضه آبریز زنجانرود، با اقلیم نیمه خشک و سرد، به علت افزایش جمعیت، برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی و خشکسالی‌های اخیر، متحمل افت شدید تراز آب زیرزمینی شده است. بنابراین برای مدیریت صحیح منابع آب زیرزمینی و تامین آب مورد نیاز سال‌های آتی، آگاهی از مکان‌هایی که در آنها امکان وجود سفره‌ی آب زیرزمینی وجود دارد، امری ضروری برای کمک به برنامه‌ریزی بهینه‌تر است. در این تحقیق هفت معیار موثر در وجود پتانسیل منابع آب زیرزمینی مد نظر قرار گرفته است. برای وزندهی به معیارها از مدل تحلیل سلسله مراتبی و برای تلفیق لایه‌ها در سیستم اطلاعات مکانی از مدل تاپسیس بهره گرفته شده است و نقشه‌ی پتانسیل منابع آب زیرزمینی در چهار رده‌ی اهمیت اولویت‌بندی شده است. به منظور پی بردن به اهمیت معیارها، آنالیز حساسیت صورت گرفته است. همچنین برای اطمینان از نتایج به دست آمده، نتایج حاصل از مدل با استفاده از روش‌های ژئوالکتریکی صحت‌سنجی شدند.

واژه‌های کلیدی: حوضه آبریز زنجانرود، پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی، تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس، مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی

Assessment of groundwater potential using spatial analyses

Marzie shabani¹ Zohre masoumi² Abolfazl rezaei²

¹ MSc student, Department of Earth Sciences, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan, Iran
(marzie.shabani@iasbs.ac.ir)

² Assistant Professor, Earth science faculty, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS)
(z.masoumi@iasbs.ac.ir , arezaei@iasbs.ac.ir)

The groundwater level in Zanjanrood catchment area, with a cold semi-arid climate, has been severely declined over the recent years as a result of population growth, groundwater over-extraction and, the recent droughts. Therefore, determining the groundwater potential zoning map for the area is of importance for supplying demand water and a proper water efficiency. In this research, we used seven effective criteria for groundwater potential assessment. The analytical hierarchical analysis process was used for weighting the criteria. Overlay analysis in the ArcGIS was implemented using Topsis model to prepare the groundwater potential map in four different classes of priority of the groundwater potential. To clarify the model results we used the geoelectrical investigations (Resistivity and IP) across the two different priorities determined using the Topsis model.

Keywords: Zanjanrood catchment, assessment of groundwater potential, analytical hierarchical analysis process, topsis, resistivity, induced polarization

۱ مقدمه

دشت زنجان با بارش متوسط ۳۳۰ میلی‌متر در سال جزء مناطق نیمه‌خشک ایران محسوب می‌شود (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۶). با توجه به افزایش جمعیت و همچنین بالا بودن جمعیت روستایی شاغل در بخش کشاورزی در دشت زنجان، برداشت آب‌های زیرزمینی از ۴۹ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۶۰ به ۳۲۰ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است (شرکت آب منطقه‌ای استان زنجان، ۱۳۹۶). افزایش برداشت آب‌های زیرزمینی موجب افت شدید تراز آب‌های زیرزمینی شده است (علینو، ۱۳۹۵). از طرفی برخی از آبخوان‌های استان زنجان به عنوان آبخوان ممنوعه اعلام شده و تامین آب مورد نیاز را با مشکل مواجه کرده است. در صورت ادامه روند برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، در آینده‌ی نزدیک تامین آب شرب نیز با مشکل مواجه خواهد شد (عبدی‌نژاد، ۱۳۹۰). بنابراین برای استفاده مناسب و مدیریت صحیح منابع آب زیرزمینی، آگاهی از وضعیت و پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی در استان زنجان امری ضروری می‌باشد. تاکنون کارهای متنوعی در ارتباط با

پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از پردازش‌های GIS و داده‌های RS در سطح کشور و دنیا انجام شده است. برای نمونه، موسوی و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیق خود سعی داشتند نقاط مناسب جهت تغذیه‌ی آب زیرزمینی در محدوده‌ی تقادیس کمستان را مورد ارزیابی قرار دهند. بدین منظور با استفاده از هفت معیار موثر در پتانسیل آب زیرزمینی، و بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی و روش همپوشانی وزندار لایه‌های اطلاعاتی نقشه پتانسیل منابع آب زیرزمینی تقادیس کمستان را تهیه کردند. ناگارجان و همکاران (۲۰۰۹)، با هدف پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی در تامیلنادر هند، پنج معیار موثر را با استفاده از روش AHP وزن‌دهی و سپس با روش همپوشانی وزندار با یکدیگر تلفیق نموده تا در نهایت نقشه پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی را تهیه نمایند. شریف و همکاران (۲۰۱۶)، با هدف شناسایی پتانسیل منابع آب زیرزمینی در عربستان سعودی نه معیار موثر را با استفاده از روش AHP وزن‌دهی کردند و سپس لایه‌ها را با روش تلفیق فازی با یکدیگر تلفیق کردند و در نهایت نقشه مناطق پتانسیل منابع آب زیرزمینی را تهیه کردند.

تحقیق حاضر نیز سعی در پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی دشت زنجان با استفاده از داده‌های سنجش از دور و هیدروژئولوژیکی دارد. در این تحقیق نیز با توجه به شرایط زمین‌شناسی، جغرافیایی و مورفولوژیکی منطقه، هفت معیار موثر در پتانسیل منابع آب زیرزمینی شامل شیب، لیتولوژی، بارش، تراکم آبراهه، تراکم چشمه، تراکم خطوارگی و کاربری اراضی مد نظر قرار گرفته است.

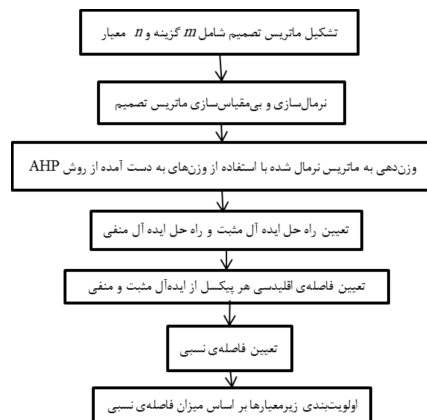
۲ روش تحقیق

پتانسیل وجود منابع آب زیرزمینی یک منطقه می‌تواند با معیارهای موثر در پیدایش و تغذیه‌ی این منابع در ارتباط باشد (شریف، ۲۰۱۶). بنابراین با توجه به هدف تحقیق و با استفاده از منابع موجود، معیارها و زیرمعیارهای موثر از منابع مختلف جمع‌آوری شدند.

لایه‌ی شیب با استفاده از نقشه‌ی DEM حاصل از منحنی‌های میزان ۲۵ متری مستخرج از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور ترسیم شده است. برای تهیه‌ی لایه‌ی بارندگی از نقشه‌ی شبکه آبراهه‌های اصلی دشت زنجان استخراج شده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شده است. در این تحقیق، برای به دست آوردن توزیع مکانی بارندگی، داده‌های سالانه بارندگی بارندگی ثبت شده در ایستگاه‌های بارانسنجی، به روش کریجینگ درونیابی شده است. برای استخراج خطوارگی‌های منطقه مطالعاتی، از باند هشت تصاویر ماهواره‌ای Landsat8، که باند پنکروماتیک مربوط به سال ۲۰۱۶، با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر است، استفاده شد. لایه‌ی کاربری اراضی در دشت زنجان با استفاده از پلیگون‌های کاربری اراضی بدست آمده است. لایه‌ی تراکم چشمه با استفاده از داده‌های نقطه‌ای موقعیت چشمه‌ها در منطقه تهیه شده است. لایه‌ی لیتولوژی با استفاده از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی منطقه استخراج شده است.

در این تحقیق، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. اولین گام ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها، زیرمعیارها و ارتباط بین آن‌ها نشان داده میشود (صادقپور، ۱۳۸۳). پس از آن، عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه‌ی زوجی تشکیل می‌گردد. کارشناسان از قضاوت‌های شفاهی برای مقایسه‌ی عناصر استفاده می‌کنند، این قضاوت‌ها توسط ساعتی (۱۹۸۰) به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند. در پایان وزن نهایی هر زیرمعیار در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن نسبی زیرمعیارها به دست می‌آید.

در این تحقیق به منظور تلفیق لایه‌های اطلاعاتی وزن‌دهی شده، از مدل تاپسیس استفاده شده است. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه‌ی انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (لین، ۲۰۱۰). برای اجرای این مدل و روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی در سیستم اطلاعات مکانی، در ابتدا لازم است تمام لایه‌ها به فرمت رستر تبدیل سپس مراحل تاپسیس به ترتیب شکل ۱ انجام می‌شود.



شکل ۱: مراحل اجرای روش تاپسیس

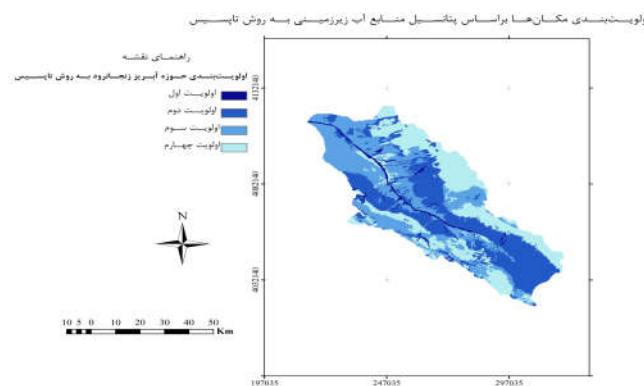
۳ نتیجه گیری

پرسشنامه های مربوط به مقایسه زوجی زیرمعیارها ابتدا توسط کارشناسان مربوطه (اساتید دانشگاه و مهندسان شرکت آب منطقه ای زنجان) تکمیل شد و سپس وزن زیرمعیارها با استفاده از روش AHP به دست آمد. وزن های به دست آمده در جدول (۱)، نشان داده شده است. مجموع اوزان زیرمعیارها برابر با یک و ضریب ناسازگاری آنها ۰.۰۹ می باشد و چون این ضریب کمتر از ۱ است، قابل قبول می باشد.

جدول ۱- وزن های به دست آمده از روش AHP

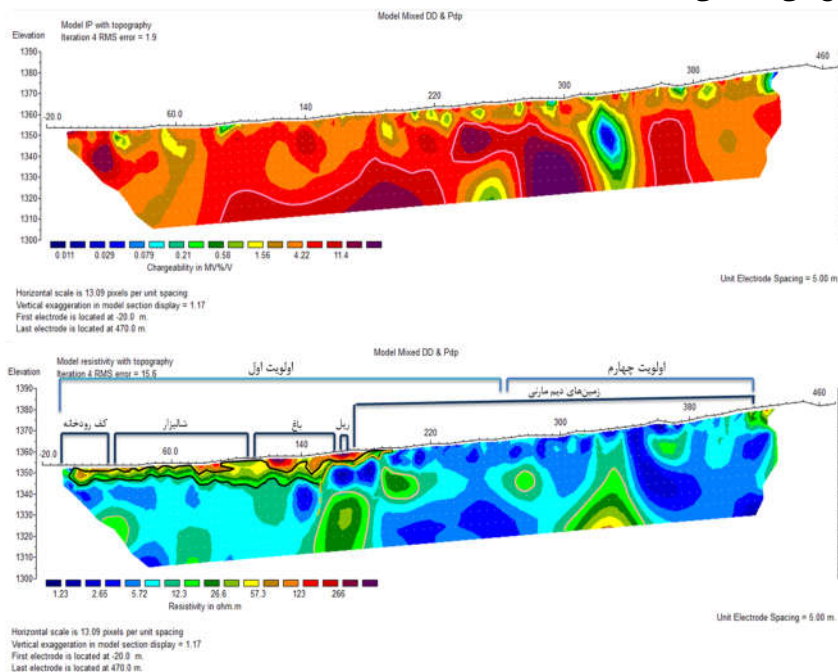
وزن	زیر معیار	معیار
۰.۱۱۲	شیب	فیزیکی
۰.۰۴۹	کاربری اراضی	
۰.۰۷۰	تراکم آبراهه	
۰.۴۲۱	تراکم چشمه	
۰.۲۴۷	لیتولوژی	زمین شناسی
۰.۰۴۴	تراکم خطواره گی	
۰.۰۵۶	بارش	هواشناسی

پس از انجام مراحل تاپسیس نقشه ی اولویت بندی مکان ها برای پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی به دست آمد (شکل ۲). طبق این نقشه، منطقه ی مطالعاتی از نظر پتانسیل منابع آب زیرزمینی شامل چهار اولویت می باشد. پهنه های قرار گرفته در اولویت های اول و دوم از پتانسیل مناسبی برای تشکیل منابع آب زیرزمینی برخوردارند در حالیکه پهنه های واقع در اولویت های سوم و چهارم فاقد پتانسیل تشکیل آبخوان هستند.



شکل ۲: اولویت بندی منطقه مطالعاتی از نظر پتانسیل منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش تاپسیس

در این تحقیق از دو دیدگاه به بررسی نتایج و ارزیابی آنها پرداخته شده است. در ابتدا با استفاده از آنالیز حساسیت مشخص شد که به ترتیب لایه‌های لیتولوژی، تراکم خطوارگی، تراکم چشمه، تراکم آبراهه، کاربری اراضی، شیب و بارش با تغییر در وزن بیشترین تاثیر را بر مدل دارند. در ادامه یک پروفیل ژئوالکتریکی با آرایه‌ی ترکیبی دوقطبی - دوقطبی و قطبی - دوقطبی مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی عمود بر مرز پهنه‌های اولویت اول و اولویت چهارم حاصل از مدل تاپسیس انجام شد. مدل دو بعدی مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی به دست آمده بوسیله نرم‌افزار RES2DINV در شکل ۳ نشان داده شده که تطابق خوبی با نتایج مدل تاپسیس دارد بطوریکه آبخوان موجود درون پهنه اولویت اول واقع شده است در حالیکه در پهنه اولویت چهارم منابع آبی شناسایی نشد.



شکل ۳- مدل دو بعدی مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی با استفاده از ترکیب آرایه‌های دوقطبی - دوقطبی و قطبی - دوقطبی

منابع

علینو، فاطمه؛ معافی رابری، علی؛ ملکیان، آرش؛ قضاوی، رضا و محسنی ساروی، محسن. ۱۳۹۵، بررسی کیفیت آب زیرزمینی حوضه‌ی آبریز زنجانرود از نظر استانداردهای شرب با استفاده از رویکرد زمین‌آمار، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. عبدی نژاد، پرویز، ۱۳۹۰، بررسی وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی دشتهای مهم استان زنجان (جهت مدیریت مناسب منابع آب زیرزمینی در آنها)، دومین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، زنجان، شرکت آب منطقه‌ای زنجان. موسوی، سیده فاطمه؛ منوچهر چیت سازان؛ یحیی میرزایی و مجتبی شبان، ۱۳۸۸، تلفیق سنجش از دور و GIS منظور پتانسیل یابی مناطق مناسب جهت تغذیه آب زیرزمینی، مورد مطالعه: محدوده تاقدیس کمستان، همایش ژئوماتیک ۸۸، تهران، سازمان نقشه برداری کشور.

صادقپور، امیرحسین و رئیس، امیرابراهیم، ۱۳۸۳، استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (AHP) در انتخاب ساختگاه بهینه سد مطالعه موردی امکان سنجی تعیین ساختگاه سد قره چای، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.

Mahmoud, S. H., & Alazba, A. A. (2016). Integrated remote sensing and GIS-based approach for deciphering groundwater potential zones in the central region of Saudi Arabia. *Environmental Earth Sciences*, 75(4), 344.

Nagarajan, M., & Singh, S. (2009). Assessment of groundwater potential zones using GIS technique. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(1), 69-77.

Saaty, T. L., (1980). The Analytic Hierarchy Process, planning, priority, resource allocation. RWS publications, USA

Lin HT, 2010. Fuzzy application in service quality analysis: An empirical study, expert systems with applications, 37(1): 517-526