

## پتانسیل یابی آب های زیرزمینی کارستی با استفاده از سنجش از دور و GIS، نورآباد لرستان

زهره استادهاشمی<sup>۱</sup>، لیلا میرزایی<sup>۲</sup>، فرشاد علیجانی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> زهره استادهاشمی، کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، مهندسین مشاور کمیاب گستر جنوب، [zohreh\\_ostadhashemi78@yahoo.com](mailto:zohreh_ostadhashemi78@yahoo.com)

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه تهران، [leila.mirzaei@ut.ac.ir](mailto:leila.mirzaei@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی، دانشگاه شهید بهشتی، [falijani2000@yahoo.co.uk](mailto:falijani2000@yahoo.co.uk)

### چکیده

با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS اقدام به تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی جهت تعیین مکان حفر چاه‌های آب شرب در محدوده نورآباد لرستان گردید. شش پارامتر موثر بر خرد شدگی در سازندهای کربناته در قالب شش نقشه معیار، جهت شناسایی مناطق با پتانسیل زیاد آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گرفت. سپس هم‌مقیاس‌سازی لایه‌ها با روش قطعی صورت گرفت. وزن لایه‌ها برحسب اهمیت آنها بین ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد. بر اساس نقشه نهایی پتانسیل آب زیرزمینی، در هفت سایت، مناطق با پتانسیل آب زیرزمینی بالا شناسایی و جهت داده‌برداری ژئوالکتریک با آرایه شلومبرژه معرفی شد تا نقاط مناسب جهت حفر چاه آب آهکی تعیین گردد. آهک میوسن نسبت به آهک‌های کرتاسه پتانسیل آب زیرزمینی کارستی مناسب‌تری دارد.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل آب زیرزمینی، کارست، سنجش از دور، GIS، نورآباد

## Mapping of karst groundwater potential Remote Sensing and GIS in Noor Abad, Lorestan

Zohreh Ostadhashemi<sup>1</sup>, Leila Mirzaei<sup>2</sup>, Farshad Alijani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M. Sc. in Remote Sensing and GIS, Kamyab Gostar Jonub consulting engineering co., [zohreh\\_ostadhashemi78@yahoo.com](mailto:zohreh_ostadhashemi78@yahoo.com)

<sup>2</sup> M. Sc. in Geophysics, Institute of Geophysics, Tehran University, [Leila.mirzaei@ut.ac.ir](mailto:Leila.mirzaei@ut.ac.ir)

<sup>3</sup> Associate Professor, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, [Falijani2000@yahoo.co.uk](mailto:Falijani2000@yahoo.co.uk)

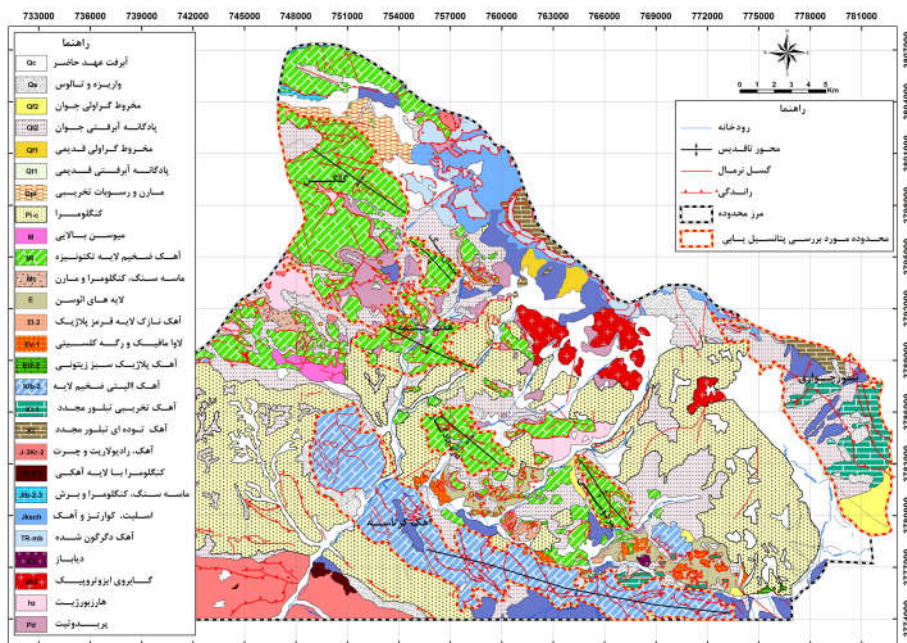
### Abstract

A groundwater potential map was developed to site selection of drinking water wells in Noor Abad, Lorestan using remote sensing and GIS techniques. The six effective parameters on karstic carbonate formations in the form of six standard maps were used to identify for high groundwater potential zones. All the maps have been prepared, rated (deterministic method), weighted (from 1 to 5) and integrated (Index-Overlay methods) under a GIS environment. Based on the final groundwater potential map, in seven sites, areas with groundwater potential were identified and introduced geoelectric data mapping (Schlumberger array) to determine the suitable points for drinking water wells. The Miocene limestones have high groundwater potential than Cretaceous limestones.

**Keywords:** Mapping of groundwater potential, Remote Sensing, GIS, Noor Abad

## مقدمه

هدف از پتانسیل‌یابی، تعیین مکان‌های مناسب از نظر احتمال وقوع آب زیرزمینی در سازندهای کارستی، جهت حفر چاه‌های آب شرب می‌باشد که نوعی مکان‌یابی محسوب می‌گردد. این امر نیازمند حجم عظیمی از داده‌های فضایی از منابع مختلف و همچنین مدیریت و تجزیه تحلیل این داده‌ها می‌باشد. در این راستا می‌توان از توانایی‌های سنجش از دور برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای منطقه و تهیه داده و از GIS به عنوان ابزاری توانمند در ذخیره، تجزیه، تحلیل، بازیابی و نمایش اطلاعات بهره گرفت. تلفیق فنون سنجش از دور و GIS به عنوان ابزاری موثر در مطالعات آب زیرزمینی به کار می‌رود. این ابزار توسط محققین زیادی از جمله سراف و چادهاری (۱۹۹۸)، مورتی (۲۰۰۰)، هیمس (۲۰۰۵)، گاناپورام و همکاران (۲۰۰۹)، ماگش و همکاران (۲۰۱۲)، کومار و همکاران (۲۰۱۶) و سنانایاک و همکاران (۲۰۱۶) جهت بررسی پتانسیل آب زیرزمینی استفاده شده است. پس از مقاله لاتمن و پاریزک (۱۹۶۴)، پروژه‌های زیادی، نقشه برداری خطواره‌ها و شکستگی‌ها را به عنوان هسته عملیات اکتشافات آب زیرزمینی، به ویژه در محیط‌های کارستی پیچیده به کار برده‌اند (مابی و همکاران ۱۹۹۴، مینور و همکاران ۱۹۹۵ و سلومون و کوییل ۲۰۰۶). بعضی پروژه‌ها تمرکز اصلی را بر پردازش تصویر، بعضی بر ساختار زمین‌شناسی و گروهی بر روش‌های ژئوفیزیکی قرار داده‌اند. پروژه‌ای که از همه این تجربیات استفاده نماید، نتیجه بهینه را کسب می‌کند. GIS جهت جمع‌آوری و تحلیل انواع داده‌های موجود از قبیل نقشه‌ها، داده‌های سنجش از دور، ژئوفیزیکی، چاه‌های موجود، و هیدروژئولوژی لازم است (ساندر، ۲۰۰۷). در همین راستا و جهت تهیه لایه‌های اطلاعاتی، عوامل موثر در تشکیل آبخوان در سازند کربناته مشخص و در محیط GIS نرخ بندی، وزن دهی و در نهایت تلفیق گردید. نتایج این بررسی در قالب نقشه پتانسیل آب زیرزمینی در سازندهای کربناته کارستی محدوده نورآباد ارائه شد. این نقشه جهت عملیات ژئوالکترونیک مورد استفاده قرار گرفت تا برای یافتن نقاط مناسب جهت تعیین محل چاه آب آهکی اقدام شود. محدوده نورآباد در گوشه شمال غربی استان لرستان، در مجاور جاده ارتباطی نورآباد به هرسین قرار دارد. نورآباد در زون زاگرس مرتفع واقع گردیده و به واسطه عملکرد شدید تکتونیکی بسیار گسل خورده و خرد شده است. دو لایه آهکی اصلی ضخیم لایه میوسن با گستردگی زیاد و آهک کرتاسه با گستردگی کمتر در این محدوده وجود دارد که از لحاظ پتانسیل یابی آب زیرزمینی در سازندهای کارستی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تعیین محل چاه‌های آب شرب، هفت بخش کارستیدر آهک‌های میوسن و کرتاسه نورآباد جهت پتانسیل‌یابی آب زیرزمینی در نظر گرفته شد (شکل ۱).



شکل ۱. مناطق هفت گانه کارستی بر روی نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی نورآباد

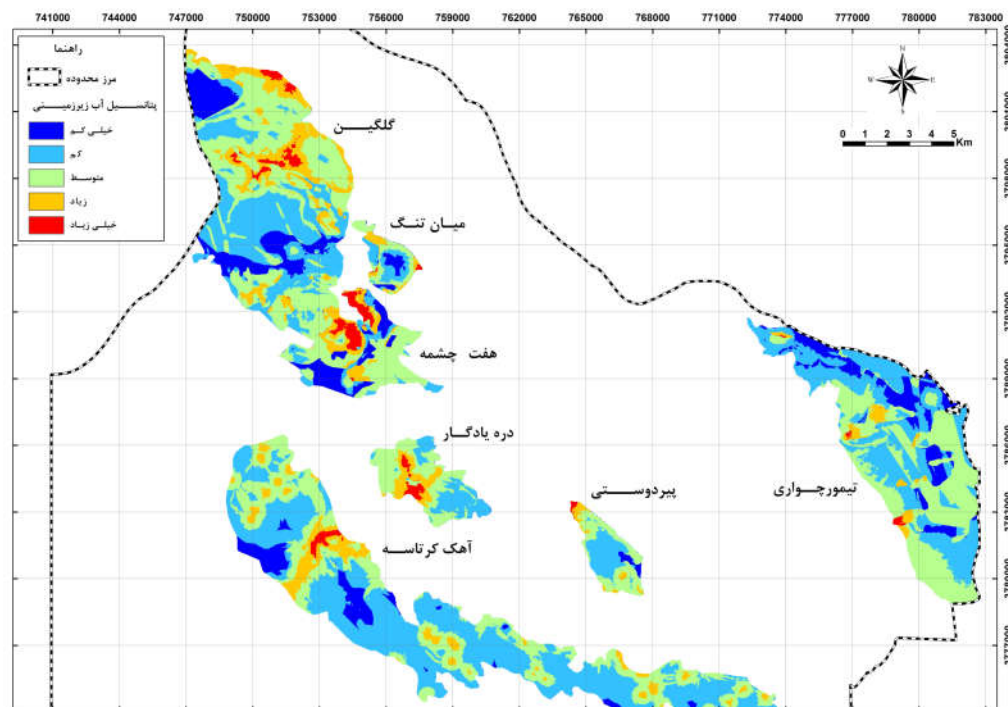
### روش تحقیق

به منظور پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی در سازندهای کارستی، سه مرحله (الف) تعیین عوامل موثر، (ب) تهیه نقشه های معیار وهم مقیاس سازی، و (ج) وزن دهی و تلفیق انجام گرفت. عوامل موثر شامل چهار پارامتر هیدروژئولوژی، ساختاری، زمین شناسی، و توپوگرافی است که در قالب شش نقشه معیار تهیه گردید. داده های مورد نیاز از منابع مختلف و با فرمت های گوناگون جمع آوری و به محیط GIS وارد شدند. با توجه به اینکه نقشه های معیار دارای مقیاس های مختلفی است، برای تلفیق آن ها، هم مقیاس سازی با روش قطعی صورت پذیرفت. در روش قطعی با توجه به دانش کارشناسی و با استفاده از تابع طبقه بندی مجدد همه نقشه ها در محدوده ارزش های ۰ تا ۱۰ نرخ بندی شدند. جهت تعیین اهمیت نسبی هر کدام از پارامترها وزن دهی نقشه های معیار با استفاده از دانش کارشناسی و روش رده بندی به صورت معکوس در محدوده ۵ تا ۱ انجام گرفت. سپس به منظور بررسی اثرات متقابل پارامترها در پتانسیل آب زیرزمینی و تجزیه و تحلیل آن ها، تلفیق نقشه های معیار به روش شاخص هم پوشانی صورت گرفت. پارامترهای موثر بر پتانسیل آب زیرزمینی در کارست نورآباد به ترتیب اولویت وزنی شامل اختلاف ارتفاع نسبت به محل های تخلیه با وزن ۵، فاصله از محل های تخلیه با وزن ۴، لیتولوژی با وزن ۴، فاصله از تقاطع شکستگی ها با وزن ۳، تراکم طول شکستگی با وزن ۲، و فاصله از شکستگی های مثبت و منفی به ترتیب با وزن ۲ و ۱ می باشد. برای تهیه نقشه اختلاف ارتفاع نسبت به محل های تخلیه از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استفاده شد. محل های تخلیه در محدوده مورد مطالعه شامل هفت نقطه در هر واحد با حداقل ارتفاع در واحدهای کارستی میوسن است. با داشتن مختصات محل تخلیه و استفاده از تابع فاصله نقشه فاصله از محل تخلیه تهیه گردید. جهت تهیه نقشه لیتولوژی سازندهای محدوده مورد مطالعه به دو دسته آهکی و غیر آهکی دسته بندی شدند. آهک های کارستی نیز با توجه به درجه کارستی شدن آنها تقسیم بندی گردید. برای تهیه نقشه های فاصله از شکستگی، تراکم طول شکستگی و فاصله از تقاطع شکستگی در محیط GIS، نقشه شکستگی محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه زمین شناسی، تصویر سنجه +ETM و تصاویر ماهواره ای Bing Map تهیه گردید. با توجه به عملکرد گسل ها و راندگی ها، واحدهای آهکی نابرجا با مساحت کم، تاثیر مثبت بر روی پتانسیل یابی آب زیرزمینی نخواهند داشت. بنابراین در محدوده مورد مطالعه شکستگی ها به دو دسته مثبت و منفی تقسیم و دو پارامتر تراکم طول شکستگی و فاصله از تقاطع شکستگی تنها برای شکستگی های مثبت در نظر گرفته شد.

### نتیجه گیری

شکل ۲ نقشه پتانسیل آب زیرزمینی کارستی در هر سایت نورآباد را به طور نسبی و در ۵ طبقه خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد نشان می دهد. بخش کوچکی در شمال محدوده آهک کرتاسه، در شرق روستای گرمه خانی، بیشترین پتانسیل را از نظر احتمال وقوع آب زیرزمینی دارد. در محدوده هفت چشمه بیشترین میزان پتانسیل آب زیرزمینی در شمال آن، در حوالی گل ویس سفلی و زرده سوار قابل مشاهده است. تنها بخش های بسیار کوچکی در محدوده میان تنگ دارای پتانسیل آب زیرزمینی زیاد است. بخش های میانی محدوده دره یادگار دارای پتانسیل زیاد تا خیلی زیاد از لحاظ رخداد آب زیرزمینی است. در محدوده گلگین، بیشترین میزان پتانسیل آب زیرزمینی در شمال شرق محدوده و نیز در شمال روستای دوداره قابل مشاهده است. بخش بسیار کوچکی در جنوب غربی محدوده تیمورچواری، در مجاورت گلام بحری و نیز در شمال روستای سید علی چواری پتانسیل بسیار زیاد آب زیرزمینی مشاهده می شود. بخش شمال محدوده پیردوستی، در نزدیکی سراب پیردوستی دارای پتانسیل بسیار زیاد از لحاظ احتمال وقوع آب زیرزمینی است.

نتایج پتانسیل یابی نشان می دهند که آهک های میوسن نسبت به آهک های کرتاسه در بخش های میانی وضعیت مناسبتری دارند. وجود راندگی های فراوان و خرد شدگی های شدید پتانسیل مناسبی را برای توسعه کارست در منطقه به وجود آورده است.



شکل ۲. نقشه پتانسیل آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی نورآباد

### منابع

- Ganapuram, S., Kumar,G., Krishna,I., and Kahya, E.,2009,Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin usingremote sensing data and GIS, Journal ofadvances in engineering software, 40, 506–518.
- Hames, A., 2005, Determination of groundwater availability in shallow arid region aquifers utilizing GIS technology: a case study in Hada Al-Sham,Western Saudi Arabia, Journal of Hydrogeology, 13, 640–648.
- Kumar, P., Herath,S.,Avtar,R., and Takeuchi, K., 2016, Mapping of groundwater potential zones in Killinochi area, Sri Lanka, using GIS and remote sensing techniques, Journal ofWater resource Management, 2, 419–430.
- Lattman, L.H., and Parizek, R.R., 1964, Relationship between fracture traces and the occurrence of groundwater in carbonate rocks, Journal of Hydrology, 2, 73–91.
- Mabee, S.B., Hardcastle,K.C., and Wise, D.W., 1994,A method for collecting and analyzing lineaments for regional-scale fractured bedrock aquifer studies, Ground Water, 32, 6, 884–894.
- Magesh, N., chandrasekar,N., and Soundranayagam, J., 2012, Delineation of groundwater potential zones in Thenidistrict,Tamil Nadu, usingremote sensing, GIS and MIF techniques,Journal of GeoscienceFronties, 3, 2, 189–196.
- Minor, T., Russell,C.,Chesley,M.,Englin,J., Sander, P., Carter, J., Knowles,B., Acheampong,S., and McKay,A.,1995, Application of geographic information system technology to water well siting in Ghana, West Africa: a feasibility study, Publ. no. 44033, Desert Research Institute, Reno, USA, 53 pp.
- Murthy, K.S.R., 2000, Groundwater potential in a semi-arid region of Andhra Pradesh: A geographicalinformation System approach, International Journal ofRemote Sensing, 21, 9, 1867–1884.
- Sander, P., 2007, Lineaments in groundwater exploration: a review of applications and limitations, Hydrogeology Journal, 15, 71–74.
- Saraf, A.K., and Chaudhary, P.R.,1998, Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration andidentification of artificial recharges sites, International Journal of Remote Sensing, 19(10), 1825–1841.
- Seneneyake, I., Dissanayake,D.,Mayadunna,B., and Weerasekera, W., 2016, An approach to delineate groundwater recharge potential sites in Abalantota,Sri Lanka using GIS techniques, Journal of GeoscienceFronties, 7, 115–124.
- Solomon, S., and Quiel, F., 2006, Groundwater study using remote sensing and geographic information systems (GIS) in the central highlands of Eritrea, Hydrogeology Journal, 14, 6, 1029–1034.