

## بکارگیری تکنیک های GIS در شناسایی مکان های مناسب تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی در آبخوان دشت شهر کرد به روش منطق فازی

سینا فتح الله زاده\*، کارشناس ارشد عمران-ژئوتکنیک، دانشگاه آزاد نجف آباد

داوود محمدی، کارشناس ارشد عمران-ژئوتکنیک، دانشگاه آزاد نجف آباد

علیرضا حاجیان، دکتری، استاد دانشکده مهندسی هسته ای و علوم پایه، دانشگاه آزاد نجف آباد

پست الکترونیکی: sina.fatolahzadeh@yahoo.com

### چکیده

جهت تغذیه آب مصنوعی، بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منطقه مطالعاتی و یافتن مکان مناسب، ضروری ترین بخش، جهت انجام این امر می باشد. تکنیک های GIS علاوه بر آنالیز دقیق پارامترهای متعدد و تلفیق لایه های مختلف اطلاعاتی، سرعت انجام مطالعات را نسبت به آزمایشات صحرایی افزایش می دهد. در این تحقیق، ابتدا یک پایگاه اطلاعاتی از ویژگی های زمین شناسی و هیدرولوژی آبخوان دشت شهر کرد در محیط GIS ایجاد گردید. سپس جهت مطالعه مناطق مناسب تغذیه مصنوعی در این آبخوان، از فاکتورهای شیب، ضخامت آبرفت، کاربری اراضی و میزان نفوذپذیری بعنوان عوامل مؤثر مکانی استفاده گردید. در مطالعات زمین شناسی، مکان های واقع در ابتدای مخروط افکنه ها، بدلیل نحوه رسوبگذاری آن در طول سالیان دراز، مناسب ترین اراضی هستند و از آنجا که بدلیل دانه درشت بودن و سنگلاخی بودن این اراضی، قابلیت زراعی آن نیز پایین است، لذا امکان استفاده از این اراضی برای تغذیه مصنوعی میسر است. مطالعات انجام شده در این مقاله و بررسی داده های اطلاعات مکانی منطقه مطالعاتی، نشان داد که در حدود ۳/۸۹ درصد از اراضی دشت برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی بسیار مفید، ۲۳/۱۳ درصد کاربری متوسط و ۷۲/۹۷ درصد دارای کاربری نامناسب می باشد. اراضی مستعد شامل مناطق مرتفع، بیشه زار و اراضی فاقد پوشش گیاهی می باشد.

کلید واژه ها: آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی، دشت شهر کرد، منطق فازی، GIS

### ۱- مقدمه

متأسفانه برداشت غیر اصولی و بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی به همراه حفر چاه های غیرمجاز در دشت های کشور در دهه های گذشته موجب افت شدید کمی و کیفی در این منابع شده است که پیامدهای سوء آن به صورت تخریب کیفی آب زیرزمینی، نشست سطح زمین، افزایش هزینه پمپاژ و گاهی کاهش جریان آب رودخانه ها با توجه به تعاملات هیدرولیکی بین آب زیرزمینی و سطحی نمایان شده است.

یکی از راههایی که برای کنترل و جلوگیری از پایین افتادن سطح آب دشتهای که از قدیم الایام مورد توجه مردم و کشاورزان ایران بوده و در سالهای اخیر نیز مورد توجه متخصصین امر آبهای زیرزمینی قرار گرفته است، تغذیه مصنوعی سفره است.

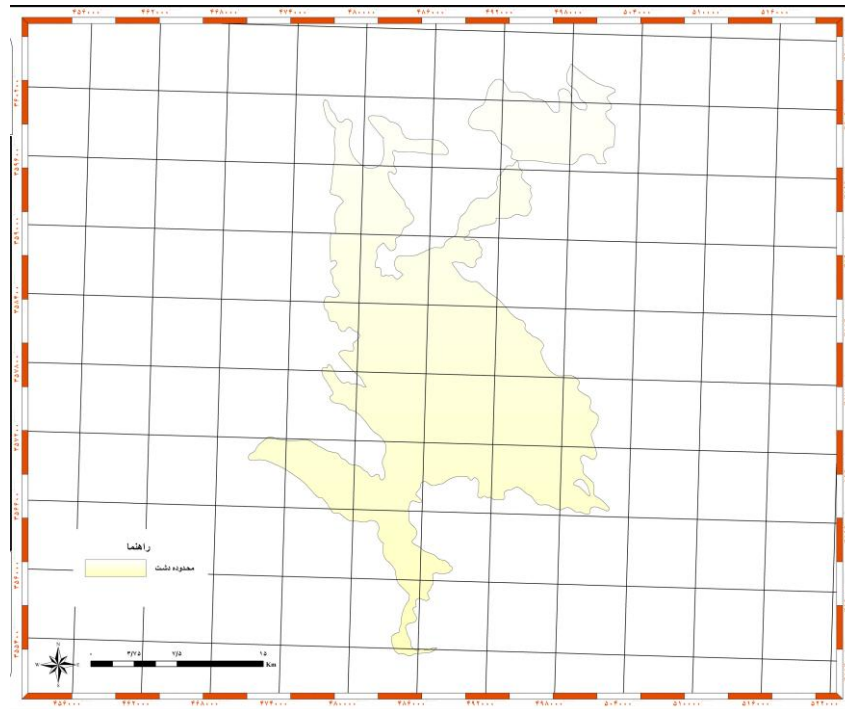
به مجموعه عملیاتی که در جهت افزایش آب ورودی (جریان ورودی) به آبخوان (سطح آب زیرزمینی) انجام می شود، تغذیه می گویند. تغذیه مصنوعی و طرح های تعادل بخشی، در جهت تعادل رسیدن آب در سفره های زیر زمینی به اجرا در می آید.

اطمینان از مناسب بودن موقعیت و شرایط توپوگرافی و فیزیکوشیمیایی اراضی محل تغذیه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. پس ضروری است دشت های مختلف را قبلاً شناسایی کرده و دشتهای نیازمند به تغذیه را شناخته باشیم و تمام توجه خود را به آن دشتهای معطوف کنیم. بعنوان مثال، وجود یک رودخانه آب شور که دائماً جریان دارد نه تنها برای تغذیه مناسب نیست بلکه باعث آلودگی شیمیایی آبخوان نیز می گردد و در صورت توان باید آنرا از محدوده دشت خارج کنیم. مکان یابی سیستم های تغذیه مصنوعی از اصول اساسی ایجاد این سیستم هاست.

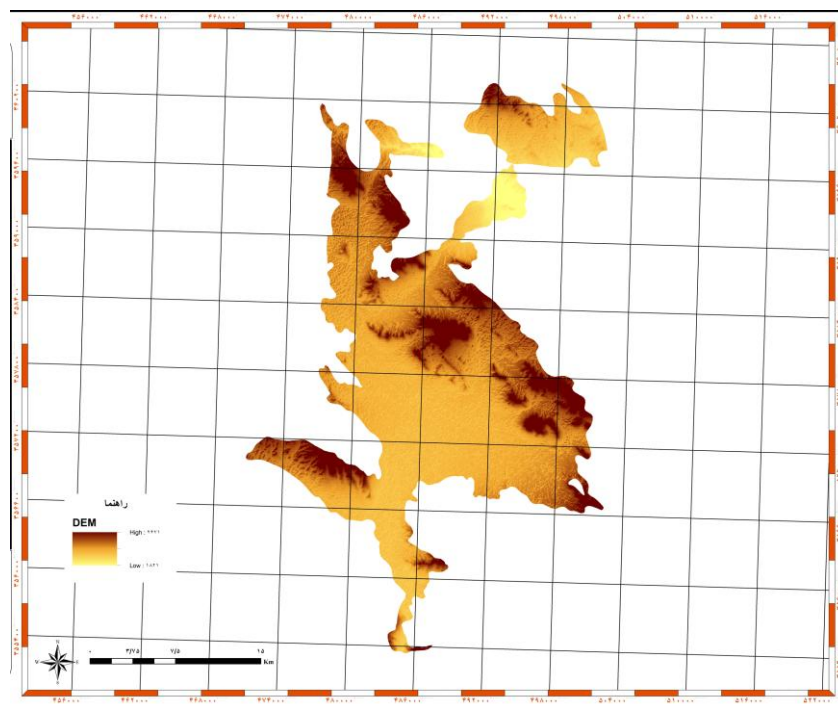
انتخاب محل بر مبنای واقعیت های علمی و طبیعی دارای بزرگ ترین نقش در جهت استحکام و کاربری این سیستم ها در راستای تحقق اهداف مربوطه می باشد و لازم است با دقت کافی انجام شود. روش های مختلف و پارامترهای بسیاری برای مکان یابی عرصه ها و بسترهای تغذیه مصنوعی وجود دارد. هر روشی که مورد استفاده قرار گیرد، باید اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف در آن به صورت تلفیقی و در کنار هم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و منطقه مناسب تعیین شود. در این راستا به دلیل وجود مشخصه های متعدد در مکان یابی، تغییرات مداوم عوامل مؤثر و نیاز به بررسی توأم معیارهای ارزیابی شده، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به دلیل ویژگی ها و توانایی های خاص، می تواند در این زمینه، بسیار مفید باشد.

## ۲- منطقه مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه، آبخوان دشت شهرکرد واقع در غرب تا شمال غرب شهر شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری می باشد. محدوده مطالعاتی دشت شهرکرد، بین طول های جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۲ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی واقع شده است. این دشت، از شمال و شمال غربی به ارتفاعات کلاه قاضی، قراولخانه، چهل دختران و از نواحی جنوب به ارتفاعات جهان بین و تفه، از شرق به ارتفاعات کوه سینه و برات و از غرب به ارتفاعات کوه فلنگان و ارتفاعات مشرف به جاده فارسان منتهی می شود. وسعت این محدوده مطالعاتی، ۱۲۳۵ کیلومتر مربع بوده، که ۵۵۱ کیلومتر مربع آن را آبرفت و دشت و بقیه را کوهستانها تشکیل می دهد. در شکل ۱ محدوده تقریبی و در شکل ۲ ارتفاعات آبخوان شهرکرد نمایش داده شده است. رودخانه اصلی آن رود جهان بین است که پس از دریافت آب مازاد چشمه ها و قنوات در نواحی جنوبی به رودخانه کیار متصل می گردد. محدوده مطالعاتی دارای میانگین دمایی ۱۲ درجه سانتی گراد می باشد، که میانگین آن در مناطق کوهستانی ۷ و در دشت ها ۱۳ درجه سانتی گراد گزارش شده است. هم چنین عمق متوسط بارندگی سالانه در کل حوضه آبریز، ۴۰۰ میلی متر است.



شکل ۱ - نقشه محدوده منطقه مطالعاتی - دشت شهرکرد



شکل ۲ - نقشه ارتفاعی منطقه مطالعاتی - دشت شهرکرد

### ۳- عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی

از جمله عوامل مؤثر در مکانیابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی می‌توان به شاخص‌های اقلیمی، شاخص‌های مرفومتریک، شاخص‌های سیلاب، شاخص‌های خاک و زمین‌ساختاری و شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد.

بدیهی است که استفاده از همه مشخصه های مؤثر در مدل های مکانیابی میسر نیست. با توجه به هدفی که در این تحقیق دنبال می شود، بیشتر به عواملی توجه می گردد که نقش مؤثر تری در تغذیه سفره آب زیرزمینی داشته باشند.

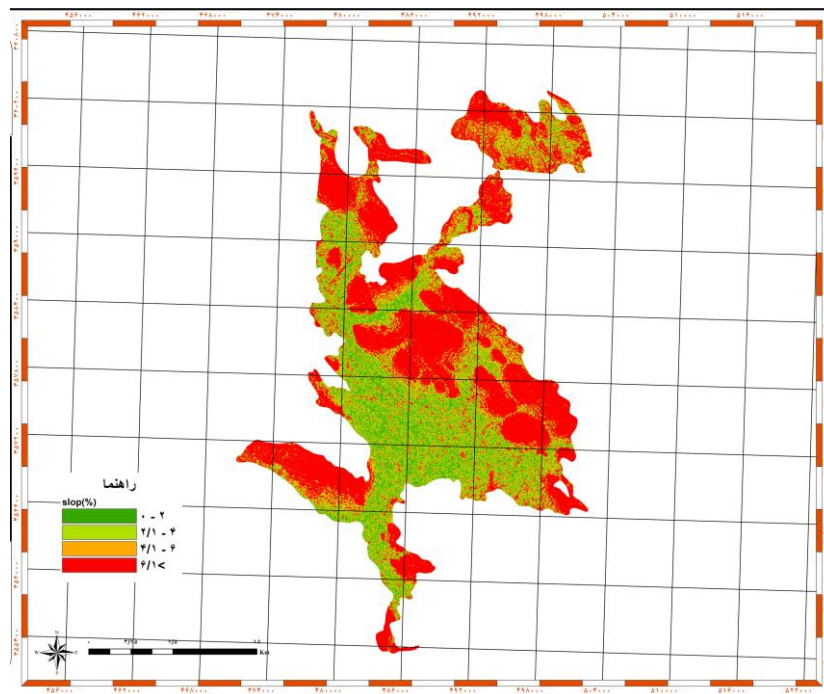
### ۳-۱- شیب

شیب لایه های آبخوان از عوامل مؤثر در مکانیابی محل های مناسب در پخش سیلاب و تغذیه آب های زیرزمینی است. بر اساس تجربیات محققان داخلی و خارجی، مناسب ترین شیب برای پخش سیلاب در حد ۰-۲ درصد است. جدول ۱ ضخامت آبرفت دشت شهرکرد را در چهار کلاس نشان می دهد.

جدول ۱ - طبقه بندی شیب لایه های آبخوان دشت شهرکرد

شیب آبرفت			
کلاس اراضی	محدوده شیب آبرفت (%)	مساحت کلاس (m <sup>2</sup> )	درصد مساحت برای هر کلاس
خیلی مناسب	۰ - ۲	۷۲۷۵۶۱۱۰	۱۲/۶۱
مناسب	۲ - ۴	۱۳۶۴۸۱۰۶۴	۲۳/۶۶
متوسط	۴ - ۶	۹۱۰۲۱۱۹۷	۱۵/۷۸
نامناسب	> ۶	۲۲۷۶۶۰۲۳۸۵	۴۷/۹۵

نقشه شیب لایه های آبخوان دشت شهرکرد که در محیط GIS تهیه گردیده است، در شکل ۳ ارائه گردیده است.



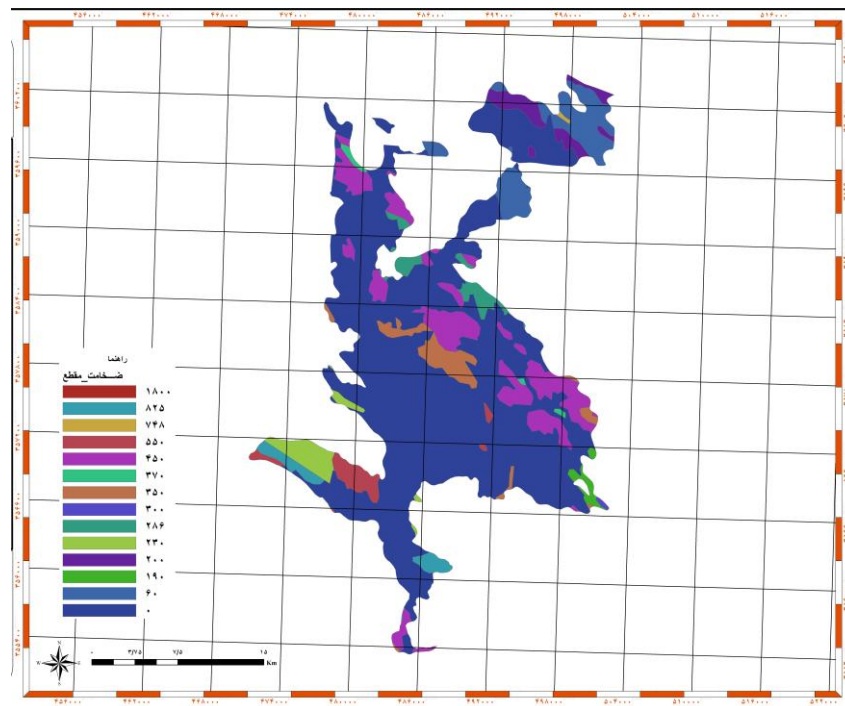
شکل ۳ - نقشه شیب لایه های آبخوان دشت شهرکرد

### ۲-۳- ضخامت آبرفت

ضخامت آبرفت از دیگر عوامل مهم در پخش سیلاب و تغذیه آبهای زیرزمینی است. به اینصورت که با افزایش ضخامت آبرفت، میزان ذخیره آب زیرزمینی افزایش می یابد. طبقه بندی ضخامت آبرفت آبخوان دست شهرکرد در جدول ۲ و همچنین شکل ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۲ - طبقه بندی ضخامت آبرفت دشت شهرکرد

ضخامت آبرفت			
کلاس اراضی	محدوده ضخامت آبرفت (m)	مساحت کلاس (m <sup>2</sup> )	درصد مساحت برای هر کلاس
خیلی مناسب	۰ - ۱۰	۴۴۸۰۹۲۴۵۴	۷۰/۵۰
مناسب	۱۰ - ۴۰	۵۶۰۱۲۰۵	۰/۸۸
متوسط	۴۰ - ۸۰	۳۵۷۹۷۸۹۴	۵/۶۳
نامناسب	> ۸۰	۱۴۶۱۲۷۱۶۱	۲۲/۹۹



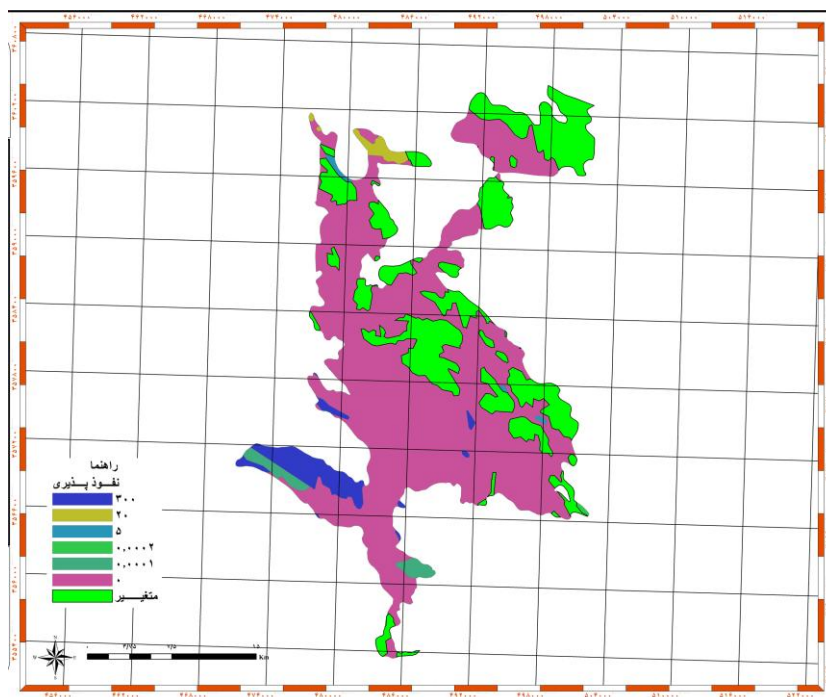
شکل ۴ - نقشه ضخامت لایه های آبخوان دشت شهرکرد

### ۳-۳- نفوذ پذیری لایه های آبرفت

عامل مؤثر دیگر در تعیین مکان مناسب پخش سیلاب و تغذیه آب های زیرزمینی که در این مقاله بررسی می شود، نفوذ پذیری لایه های آبرفت است. این عامل در واقع نشان دهنده حرکت آب در محیط های متخلخل است. مکان مستعد دارای عامل نفوذ پذیری بالاتری خواهد بود.

جدول ۳ - طبقه بندی نفوذپذیری سطحی لایه های آبرفت دشت شهرکرد

نفوذپذیری آبرفت			
کلاس اراضی	محدوده نفوذپذیری آبرفت (mm/h)	مساحت کلاس (m <sup>2</sup> )	درصد مساحت برای هر کلاس
خیلی مناسب	> ۴۵	۲۴۴۷۴۱۹۰	۳/۸۵
مناسب	۲۴-۴۵	-	-
متوسط	۱۵-۲۵	۱۵۰۶۸۱۱۱۱	۲۳/۷۱
نامناسب	۰-۱۵	۴۶۰۴۶۳۴۱۴	۷۲/۴۴



شکل ۵ - نقشه نفوذپذیری سطحی لایه های آبخوان دشت شهرکرد

#### ۴- متد و روش ها

در بررسی معیارهای مختلف برای انتخاب از میان گزینه های موجود روش های متفاوتی وجود دارد. در این تحقیق برای تلفیق لایه های مکانی و یکپارچه سازی آن ها جهت تعیین محل های مستعد در تغذیه مصنوعی از منطق فازی استفاده شده است. در منطق فازی عضو یک مجموعه بر اساس یک مقیاس مداوم بین صفر (غیر عضو) و یک (عضو کامل) بیان می گردد. یا به عبارتی به هر معیار یک عدد بین صفر و یک اطلاق می گردد. در این تحقیق، هر کلاس در هر نقشه بر اساس عدد عضویت خود تعریف می گردد. جدول ۴ اعداد عضویت در منطق فازی را برای هر کلاس نشان می دهد. در انتخاب این اعداد هیچ نوع محدودیتی وجود ندارد و کاملاً بر اساس دید کارشناسی و نظرات خبرگان عدد گذاری می گردد.

جدول ۴ - اعداد عضویت برای هر لایه در منطق فازی

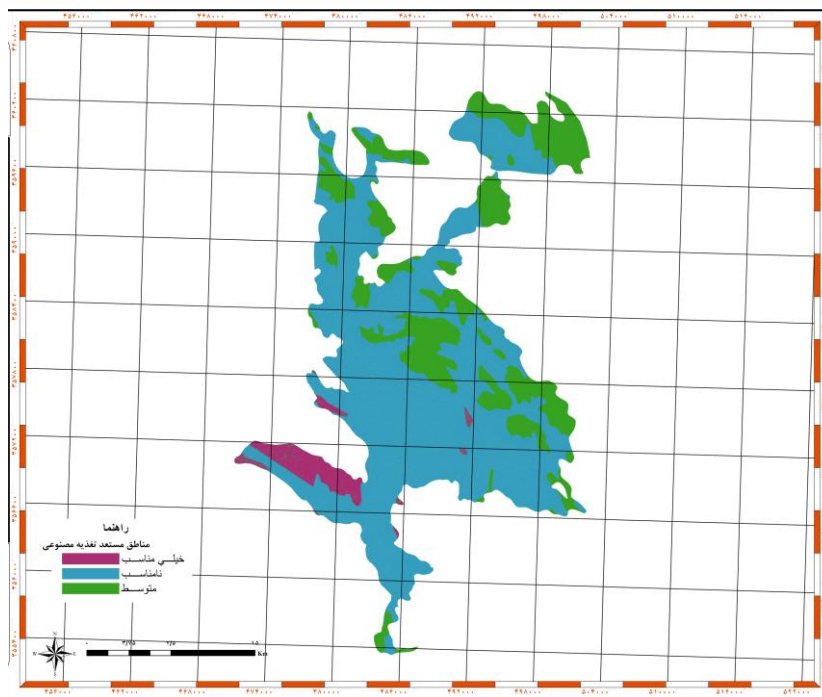
لایه	محدوده کلاس	عدد عضویت در منطق فازی
شیب	۰-۲	۰/۷۰
	۲-۴	۰/۵۰
	۴-۶	۰/۳۰
	> ۶	۰/۰۱
ضخامت لایه	۰-۱۰	۰/۰۱
	۱۰-۲۰	۰/۵۰
	۲۰-۳۰	۰/۶۵
	> ۳۰	۰/۸۰
نفوذ پذیری	۰-۱۵	۰/۰۱
	۱۵-۲۵	۰/۳۴
	۲۵-۴۵	۰/۷۴
	> ۴۵	۰/۹۵

۵- بحث و نتیجه گیری

با بکارگیری از روش منطق فازی و همپوشانی لایه های مورد استفاده در محیط GIS، مناطق مستعد جهت تغذیه مصنوعی دشت شهرکرد در چهار فاز مختلف مشخص گردید. شکل ۶ این مناطق را بر روی نقشه آبخوان دشت نشان می دهد. همچنین جدول ۵ مساحت اراضی در هر کلاس را ارائه می کند. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، مشخص گردید که در حدود ۲۴۳۹۴۲۴۹ متر مربع برابر با ۳/۸۹ درصد اراضی، جهت تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی کاربری بسیار مناسب، در حدود ۱۴۴۹۲۹۶۶۹ متر مربع برابر با ۲۳/۱۳ درصد اراضی، کاربری متوسط و ۴۵۷۱۸۳۷۶۹ متر مربع برابر با ۷۲/۹۷ درصد اراضی، کاربری نامناسب دارد. لازم به تذکر است که هیچ مساحتی از اراضی دشت کاربری مناسب را ندارد. اراضی مستعد شامل مناطق مرتفع، بیشه زار و اراضی فاقد پوشش گیاهی می باشد.

جدول ۵ - مناطق مستعد جهت تغذیه آب مصنوعی لایه های آبخوان دشت شهرکرد

مناطق مستعد جهت تغذیه آب مصنوعی		
کلاس اراضی	مساحت کلاس (m <sup>2</sup> )	درصد مساحت برای هر کلاس
خیلی مناسب	۲۴۳۹۴۲۴۹	۳/۸۹
مناسب	-	-
متوسط	۱۴۴۹۲۹۶۶۹	۲۳/۱۳
نامناسب	۴۵۷۱۸۳۷۶۹	۷۲/۹۷



شکل ۶ - نقشه مناطق مستعد جهت تغذیه آب مصنوعی لایه های آبخوان دشت شهرکرد

## ۵- تشکر و قدردانی

لازم است از شرکت گروه مهندسی مشاور بوم آراء چهار محال و بختیاری، جهت در اختیار قرار دادن نقشه ها و همکاری در انجام این پروژه تحقیقاتی تقدیر و تشکر به عمل آید.

## ۶- مراجع

- [۱] بیز، ژل. بورگه و ژ. لومان. ۱۳۶۹. تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی (ترجمه جلال حیدرپور). مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- [2] Chowdhury, Alivia., K. Jha, Madan., Chowdary, V.M., (2010), Delineation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district, West Bengal, using RS & GIS and MCDM techniques, Environmental Earth Science, Volume 59, pp. 1209-1222.
- [3] Graeme, A. AND G. F. Bonham-Carter. 1996. Geographic Information System for Geoscientists. Pergamon Publication, New York, 9: 267-302.
- [۴] دادرسی سبزواری، ا. خسروشاهی، م. ۱۳۸۷. شناخت مناطق مستعد برای گسترش سیلاب به روش کاربرد مدل های مفهومی، راهکاری برای مهار بیابانزایی. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۲. صفحه های ۲۲۷ تا ۲۴۰
- [5] Saraf, A.K., Choudhury, P.R., 1998. Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration and identification of artificial recharge sites. International Journal of Remote Sensing 19 (10), 2595-2616. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI) (1999). Technical Report for artificial recharge through flood spreading in I. R. Iran.
- [6] Nouri, B., 2003. Identification of suitable sites for groundwater artificial recharge using remote sensing and GIS in Gavbandi Watershed. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Iran, 106 p.
- [7] Krishnamurthy, J., Venkatesa Kumar, N., Jayaraman, V., Manivel, M., 1996. An approach to demarcate groundwater potential zones through remote sensing and geographical information system. International Journal of Remote Sensing 17 (10), 1867-1884.
- [8] Krishnamurthy, J., Srinivas, G., 1995. Role of geological and geomorphological factors in groundwater exploration: a study using IRS LISS data. International Journal of Remote Sensing 16 (14), 2595-2618.





- [9] O'Hare, M.P., Fairchild, D.M., Hajali, P.A. and Canter, L.W., Artificial Recharge of Groundwater, (1986.)
- [10] Ghayoumian, J., Shoaie, Z., Karimnejad, H.R., Ghermezcheshmeh, B., Abdi, P., 2002. Some examples of artificial recharge of aquifers by flood spreading in Iran. In: Van Rooy, J.L., Jermy, C.A. (Eds.), Proceedings of the 9th Congress of the International Association for the Engineering Geology and the Environment. Balkema, Rotterdam, pp. 1529–1537.
- [11] Ghayoumian, J., Ghermezcheshmeh, B., Feiznia, S., Noroozi, A.A., 2005. Integrating GIS and DSS for identification of suitable areas for artificial recharge, case study Meimeh Basin, Isfahan, Iran. Environmental Geology 47 (4), 493–500.
- [12] Zehtabian, G.R., Alavipanah, S.K., Hamedpanah, R., 2001. Determination of an appropriate area for flood water spreading by remote sensing data and GIS. In: Proceedings of the International Conference on New Technology for a New Century, Seoul, Korea, pp. 1–6.
- [13] Asano, T., 1985. Artificial Recharge of Groundwater. Butterworth Publishers, 767 p .
- [14] Gale, M.I., 2005. Techniques for management of aquifer recharge in arid and semi-arid regions. In: Proceedings of Regional Workshop on Management of Aquifer Recharge and Water Harvesting in Arid and Semi-arid Regions of Asia, Yazd, Iran.
- [15] Bonham-Carter, G.F., 1996. Geographic Information Systems for Geosciences, Modeling With GIS. Pergamon, Love Printing Service Ltd., Ontario, Canada, 398 p.
- [16] Zimmermann, H.J., Zysno, P., 1980. Fuzzy Set Theory-and Its Application. Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, Dordrecht, Lancaster, 363 p.
- [17] An, P., Moon, W.M., Rencz, A., 1991. Application of fuzzy set theory for integration of geological, geophysical and remote sensing data. Canadian Journal of Exploration Geophysics 27, 1–11.



## Using GIS techniques to identify suitable locations for artificial recharge of groundwater in Shahrekord aquifer according to Fuzzy Logic

Sina Fatolahzadeh, MSc. of Geotechnical Engineering, University of Najaf Abad  
Davood Mohammadi, MSc. of Geotechnical Engineering, University of Najaf Abad  
A.Hajian, Ph.D., Professor, Department of Nuclear Engineering and Science, University of Najaf Abad

Corresponding Author Email: sina.fatolahzadeh@yahoo.com

**Abstract:** For artificial water supply, analysis of chemical and physical characteristics of study area and find a suitable location is the most important part of project. Moreover, GIS techniques in contrast of in-situation studies speed up careful analysis of multiple parameters and integration of multiple layers of information. In this paper, first, a database of geological and hydrological characteristics of the aquifer Shahrekord was created in GIS environment. To determine suitable areas for artificial recharge of the aquifer, the slope factor, thick alluvium, land use and infiltration rate was used as location factors. Results show that about 3.89 percent of this land is useful, 23.13 percent is average and 72.92 percent is unfavorable for artificial recharge of ground water. Useful lands include, uplands, woodlands and the land is devoid of vegetation.

**Keywords :** *Groundwater, artificial recharge, Shahrekord Plain, fuzzy logic, GIS*