

## مقایسه روش‌های کریجینگ و معکوس فاصله در تخمین قلیائیت آب زیرزمینی

روح الله تقی زاده مهرجردی<sup>۱</sup>، شهلا محمودی<sup>۲</sup>، مجتبی مهربانیان<sup>۳</sup>، مجتبی زارعیان جهرمی<sup>۴</sup> و بهروز سرابی<sup>۵</sup>  
 ۱. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، ۲. هیئت علمی دانشگاه تهران، ۳، ۴ و ۵. دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

### مقدمه

توسعه جمعیت و کمبود منابع آب، به خصوص در دهه‌های اخیر سیاست بهره‌برداری از منابع آب و خاک را دگرگون نموده است. بطوریکه تا حدود ۵۰ سال قبل آب غالب اراضی زراعی حوزه دشت یزد- اردکان بوسیله حدود ۱۵۰ رشته قنات دشتی و ده‌ها چشمه قنات کوهستانی تامین می‌شد. در حالیکه در دهه‌های اخیر با حفر بیش از ۸۰۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق توزیع زمانی و مکانی بهره‌برداری از منابع آب و خاک، در این منطقه به کلی دگرگون شده است. به طوریکه افت سالانه بیش از ۸۰ سانتیمتری سفره آزاد دشت یزد- اردکان یکی از معضلات اصلی حوزه چه از دیدگاه منابع طبیعی، بیابان‌زایی و چه از دیدگاه منابع انسانی از جمله بیکاری و تشدید مهاجرت به حساب می‌آید [۱]. بنابراین مدیریت پایدار منابع آب و خاک نیازمند اطلاع از تغییرات کیفیت آب زیرزمینی می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی، با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌آماری جهت برآورد و تهیه نقشه پراکنش مکانی آب زیرزمینی انجام شده است. امروزه بطور وسیعی از روش‌های مختلف زمین‌آماری برای پیش‌بینی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی استفاده می‌شود [۲]. ریزو و موزر (۲۰۰۰)، زمین‌آمار را برای آنالیز کیفیت آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار دادند. آنها داده‌های میکروبی را به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ مورد استفاده قرار دادند، نتایج این محققین نشان داد که روش کوکریجینگ دارای دقت مناسبی در برآورد کیفیت آبهای زیرزمینی می‌باشد [۵]. فینک و همکاران (۲۰۰۴)، از کریجینگ ساده برای تخمین تغییرات سطح آب در کشور هلند استفاده نموده و آن را روشی مناسب برای پایش و تهیه نقشه سطح آب زیرزمینی معرفی کردند [۴].

### مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز دشت یزد- اردکان با مساحتی حدود ۱۵۹۵۰۰۰ هکتار در بخش شمالی استان یزد واقع و حدوداً ۱۲/۳ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود. این حوزه در محدوده عرض شمالی ۱۳° ۳۱' تا ۴۸° ۳۲' و طول شرقی ۵۷° ۵۲' تا ۵۹° ۵۴' فلات مرکزی ایران گسترده شده است. اقلیم منطقه به روش دومارتن اصلاح شده فراخشک سرد می‌باشد. میانگین بارندگی حدود ۶۲/۱ میلی‌متر و تبخیر و تعرق پتانسیل ۳۴۸۳ میلی‌متر می‌باشد [۱]. در این تحقیق جهت پیش‌بینی پراکنش مکانی کیفیت آب زیرزمینی از اطلاعات مربوط به ۷۳ نمونه چاه شاهد دشت یزد- اردکان (تهیه شده از سازمان آب منطقه‌ای استان یزد) استفاده گردید. جهت پهنه‌بندی خصوصیات کیفی آب روش‌های معکوس فاصله<sup>۴۱</sup> و کریجینگ مورد استفاده قرار گرفت. پس از نرمال‌سازی داده‌ها، واریوگرام مربوط ترسیم گردید و بهترین مدل بر روی آن برازش داده شد. سپس با استفاده از روش ارزشیابی متقابل<sup>۴۲</sup> و پارامتر آماری مجذور میانگین مربعات خطا<sup>۴۳</sup> مناسب‌ترین روش میان‌یابی انتخاب شد.

<sup>41</sup> Inverse Distance Weighting

<sup>42</sup> Cross Validation

<sup>43</sup> RMSE

## نتایج

خلاصه آماری داده‌های مربوط به قلیائیت آب زیرزمینی در جدول ۱ آورده شده است. داده‌هایی که چولگی بالایی داشتند، غیرنرمال تشخیص داده شده و برای نرمال‌سازی آنها از روش لگاریتم‌گیری استفاده شد. واریوگرام مربوط به قلیائیت آب زیرزمینی رسم شد و مدل کروی به عنوان مناسب‌ترین مدل بر اساس RSS کمتر از بین مدل‌های گوسین، نمایی و کروی، انتخاب و بر روی آن برازش شد. برای تعیین مناسب‌ترین روش میان‌یابی، از میان دو روش IDW و کریجینگ از مجذور میانگین مربعات خطا و ارزیابی متقابل استفاده شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ دارای دقت قابل ملاحظه‌ای نسبت به روش IDW میباشد (جدول ۲). در نهایت با استفاده از روش کریجینگ نسبت به پهنه‌بندی قلیائیت آب‌های زیرزمینی دشت یزد- اردکان در محیط GIS اقدام گردید. به منظور تخمین کیفیت آب زیرزمینی، روش‌های زمین‌آماري بر روش IDW ارجحیت داشتند که با نتایج نظری و همکاران (۱۳۸۵) [۳] و ریزو و موزر (۲۰۰۰) [۵]، مطابقت دارد. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های زمین‌آماري روش‌های مناسبی برای تخمین خصوصیات کیفیت آب می‌باشند. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده از سایر روش‌ها از جمله کریجینگ شاخص و کریجینگ گسسته برای تهیه نقشه‌های ریسک خطر استفاده گردد.

جدول	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	کیفیت آب زیرزمینی
نتایج	۱/۲۹	۱/۲۵	۸/۴۸	۹/۶۷	۳۶/۹۷	۰/۳۷	SAR
آماري	-۰/۴۵	-۰/۲۲	۱	۱/۸۴	۳/۶۱	-۰/۹۹	SAR**

## کیفیت آب زیرزمینی

\*\* استفاده از لگاریتم جهت نرمال‌سازی داده‌ها

## جدول ۲- نتایج خطای میان‌یابی برای تخمین کیفیت آب زیرزمینی

کیفیت آب زیرزمینی	کریجینگ	میانگین متحرک وزن دار (IDW)			
		توان ۱	توان ۲	توان ۳	توان ۴
SAR	۶/۸	۷/۱۹	۷/۳۴	۷/۴۵	۷/۶۳

## منابع

- اردکان و تعیین شاخص - اختصاصی، محمد رضا، ۱۳۸۳، بررسی مورفومتری و مورفودینامیک رخساره های فرسایش بادی دشت یزد های این فرآیند جهت کاربرد در مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- مه‌دی‌ان، محمدحسین. ۱۳۸۵، کاربرد زمین‌آمار در خاکشناسی، کارگاه آموزشی کاربرد زمین‌آمار در خاکشناسی اولین همایش خاک، توسعه پایدار و محیط زیست ۱۷-۱۸ آبان ماه ۱۳۸۵، دانشگاه تهران
- نظری زاده، فرزاد. ارشادبان، بهناز و زند و کیلی، کامران، ۱۳۸۵. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت بالارود در استان خوزستان، اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوزه‌های کارون و زاینده رود، دانشگاه شهرکرد، ص ۱۲۴۰-۱۲۳۶.
- Finke.P.A, Brus.D.J, Bierkens.M.F.P, Hoogland.T., Knotters.M, Vries.F.de, 2004, Mapping groundwater dynamics using multiple sources of exhaustive high resolution data, Geoderma 123 (2004) 23-39.
- Rizzo.D.M, Mouser.J.M, 2000. Evaluation of Geostatistics for Combined Hydrochemistry and Microbial Community Fingerprinting at a Waste Disposal Site. pp. 1-11.