

تحلیل تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی به کمک روش‌های زمین‌آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: دشت سیرجان)

بهاره پیرزاده^۱، طاهره اسور^۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۱

برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی توزیع مکانی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی دشت سیرجان با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS می‌باشد. برای این منظور ابتدا داده‌های کیفیت آب از اداره آب و فاضلاب استان کرمان از سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ جمع‌آوری شد و داده‌های ۵ سال (۱۳۸۱، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷) بعنوان سال‌های مینا انتخاب شد. روش‌های کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی و IDW برای درون‌یابی ۱۲ پارامتر کیفیت آب به کار رفت. به منظور استفاده از روش‌های زمین‌آمار توزیع نرمال پارامترها بررسی و سپس واریوگرام پارامترها به منظور انتخاب بهترین مدل درون‌یابی با نرم‌افزار GS+ تعیین گردید. در نهایت نقشه‌های پهنه‌بندی هر یون با بهترین روش درون‌یابی با بهره‌مندی از نرم‌افزار Arc GIS رسم شد. نتایج بررسی کیفیت آب زیرزمینی منطقه نشان داد از میان روش‌های درون‌یابی، روش کریجینگ ساده برای اکثر نمونه‌ها بهترین روش می‌باشد و نتایج واریوگرام نشان داد مدل‌های کروی و نمایی بهترین مدل نیم‌تغییرنا می‌باشند. طبق نقشه‌های پهنه‌بندی غلظت یون‌ها طی سال‌های مورد مطالعه رو به افزایش بود و تجمع غلظت یون‌ها در غرب و جنوب دشت سیرجان بیش‌تر بود که این امر با موقعیت قرارگیری چاه‌ها و برداشت بی‌رویه آب از این منطقه برای کشاورزی در تعامل است.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، درون‌یابی، دشت سیرجان، واریوگرام، Arc GIS

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. پست الکترونیکی: b_pirzadeh@eng.usb.ac.ir (نویسنده مسئول)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب، گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. پست الکترونیکی: tahereasvar.eng@gmail.com

مقدمه

قسمت‌های مرکز، شمال و شمال شرق کیفیت آب برای کشاورزی مطلوب بررسی شد.

صادقی و همکاران (۱۳۹۴) به منظور پهنه‌بندی کیفیت آب دشت ملایر، از روش‌های زمین‌آماري کريجينگ، کوکريجينگ و روش عکس فاصله در نرم‌افزار GIS استفاده کردند. نتایج نشان داد مناسب‌ترین روش برای میان‌یابی و پهنه‌بندی آب شرب و کشاورزی روش کوکريجينگ ساده (کروی) می‌باشد.

دلخوشی و همکاران (۱۳۹۵) به پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت مختاران با تاکید بر مصرف شرب با استفاده از GIS پرداختند. بررسی آن‌ها نشان داد آب زیرزمینی منطقه از نظر استانداردهای آب آشامیدنی در رده کاملاً نامطلوب تا نامناسب قرار دارد.

آلودگی آب زیرزمینی می‌تواند منجر به پایین آمدن کیفیت آب آشامیدنی، از دست دادن منابع آب، هزینه بالای تصفیه، هزینه بالا برای جایگزینی منابع آب و یا مشکلات بهداشتی بالقوه شود. از این رو ارزیابی نظارت بر کیفیت آب‌های زیرزمینی برای اطمینان از استفاده مداوم و ایمن از این منابع برای مقاصد مختلف مهم است (Vijith et al., 2007). دشت سیرجان در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی قرار گرفته لذا منابع آب زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به همین دلیل، بررسی تغییرات پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی این دشت، در این تحقیق، مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

دشت سیرجان در قسمت غرب استان کرمان که از سمت شمال به بردسیر و رفسنجان، از شرق به محدوده‌های مطالعاتی سلطانی و از جنوب به دشتاب و در نهایت در سمت غرب به محدوده مطالعاتی کویر سیرجان محصور می‌گردد و می‌توان آن‌ها را مانند کمربندی فرض نمود که این ناحیه را می‌پوشانند. دشت سیرجان دارای سه رودخانه مهم به نام‌های تنگوئی، حسین آباد و اسطور می‌باشد که تغذیه کننده دشت سیرجان هستند و از ارتفاعاتی که از شمال شرق به

آب زیرزمینی بزرگ‌ترین ذخیره قابل دسترس آب شیرین در کره زمین را تشکیل می‌دهد. در مناطقی که منابع آب سطحی محدود بوده و یا به راحتی در دسترس انسان قرار ندارد، می‌توان نیاز انسان‌ها را به آب از طریق آب زیرزمینی که در همه جا به طور وسیع و گسترده پخش شده برطرف نمود (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۸). در مناطق خشک و نیمه خشک که وابستگی به این منابع بیشتر است، اثر تخریبی به علت ضعف طبیعی در منابع آب و خاک شدت بیشتری خواهد داشت (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۹). شناخت کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مهم‌ترین و آسیب‌پذیرترین منابع تامین آب در دهه‌های اخیر یک امر کاملاً بدیهی است (واحدی و همکاران، ۱۳۹۷).

تقی زاده مهرجردی و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تحلیل مکانی و ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت یزد-ارسنجان از سه روش IDW، کريجينگ و کوکريجينگ پرداختند. ارزیابی نتایج نشان داد روش کريجينگ بر دو روش دیگر برتری داشته و به عنوان روش نهایی و مناسب جهت تهیه نقشه ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه انتخاب شد. چندرن و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب زیرزمینی و مناسب بودن آن برای کشاورزی و آشامیدن با استفاده از GIS، WQI و AQQA پرداختند، نتایج نشان داد که آب‌های زیرزمینی منطقه به دلیل فعالیت‌های انسانی، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و تغییر الگوی استفاده زمین برای کشاورزی و آشامیدن مناسب نیستند.

نخعی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ورامین از نظر کشاورزی به روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS پرداختند. نتایج نشان داد در قسمت‌های شمال غربی، جنوب غربی و غرب منطقه وضعیت آب زیرزمینی برای کشاورزی بد و در



شمال غرب کشیده شده‌اند منشا می‌گیرند. میانگین آورد آبی رودخانه تنگه‌نیه برابر آمار بیست و یک ساله ۴۷/۰۴۸ میلیون مترمکعب که در سال آبی ۷۱-۷۲ بیشترین آورد یعنی ۲۸۶/۷۶۴ میلیون مترمکعب و در سال آبی ۶۸-۶۷ کمترین آورد یعنی ۵/۶۰۵ میلیون مترمکعب را داشته است. نظام اقتصادی این منطقه بر پایه فعالیت در بخش کشاورزی استوار است (شرکت سهامی آب منطقه کرمان، ۱۳۹۴). آنچه باعث شد که در این تحقیق به مطالعه کیفیت آب‌های زیرزمینی در این منطقه پرداخته شود، اهمیت آب‌های زیرزمینی برای منطقه، همچنین قرارگیری آن در مجاورت کویر سیرجان می‌باشد. شکل ۱ موقعیت چاه‌های منطقه را نشان می‌دهد.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

که در آن:

$\gamma(h)$: مقدار نیم تغییرنمای تجربی برای جفت نقاطی که به فاصله h از هم قرار دارند.

n : تعداد زوج نقاطی است که به فاصله h از یکدیگر قرار دارند.

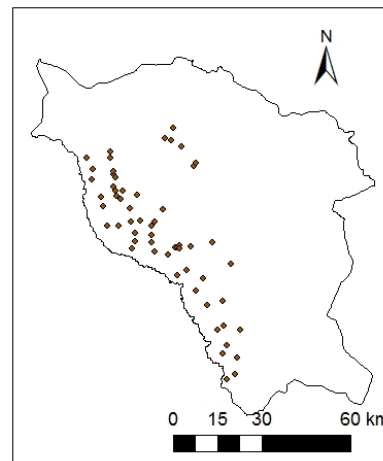
$Z(x_i)$: مقدار مشاهده شده متغیر در نقطه x .

$Z(x_i+h)$: مقدار مشاهده شده متغیری که به فاصله h از x قرار دارد.

در این مطالعه روش‌های کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی و روش وزن‌دهی عکس فاصله به کار رفت. برای روش‌های درونیایی لازم است داده‌های مربوط دارای توزیع نرمال باشند. برای تعیین توزیع داده‌ها و نرمال‌سازی توزیع آن‌ها از نرم‌افزار GIS استفاده شد. سپس برای درونیایی داده‌ها با روش‌های زمین آمار، ابتدا واریوگرام هر پارامتر کیفی با نرم‌افزار GS^+ ترسیم شد. شکل ۲ نمودار واریوگرام را نشان می‌دهد.

برای تعیین توزیع مکانی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی از ۱۲ پارامتر کیفی Ph ، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، نسبت جذب سدیم، کلر، بی‌کربنات، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، سختی و نترات استفاده شد.

در برآورد توزیع مکانی با رویکرد زمین‌آمار از روش‌های درونیایی مختلف استفاده می‌گردد. درونیایی به دو طریق قطعی و زمین‌آمار انجام می‌شود. در روش قطعی تنها از توابع ریاضی استفاده می‌گردد (روش



شکل (۱): موقعیت چاه‌های منطقه

در برآورد توزیع مکانی با رویکرد زمین‌آمار از روش‌های درونیایی مختلف استفاده می‌گردد. درونیایی به دو طریق قطعی و زمین‌آمار انجام می‌شود. در روش قطعی تنها از توابع ریاضی استفاده می‌گردد (روش

مکانی و نقشه‌های پهنه‌بندی مربوط به هر پارامتر با نرم‌افزار Arc GIS برآورد شد.

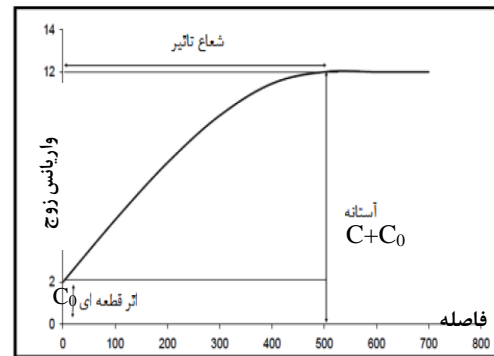
$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - Z_i^*|}{n} \quad (۳)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z(x_i) - z^*(x))^2}{n}} \quad (۴)$$

که در آن‌ها n تعداد نقاط مشاهده‌ای، Z_i^* مقدار برآوردی برای نقطه i ام و Z_i مقدار مشاهده‌ای برای نقطه i ام می‌باشند.

بحث و نتایج

در مرحله اول با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS داده‌ها نرمال شد. بعد از نرمال‌سازی با توجه به مشخصات مدل‌های برازش شده بر نیم تغییرنمای تجربی (واریوگرام) داده‌ها که نشان دهنده همبستگی مکانی بین نقاط اندازه‌گیری شده با توجه به فاصله و جهت آن‌ها می‌باشد از بین مدل‌های کروی، نمایی، خطی و گوسی با توجه به حداکثر R^2 و حداقل RSS، بهترین مدل واریوگرام بر ساختار فضایی داده‌ها، مدل کروی و نمایی می‌باشد که با استفاده از نرم افزار GS^+ مشخص شد. به عنوان نمونه نتایج تجزیه و تحلیل واریوگرام متغیرها در سال‌های ۹۰ و ۹۷ در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به روش‌های مختلف درونیابی از جمله کریجینگ و IDW نتیجه می‌شود روش کریجینگ بهترین روش درونیابی برای داده‌های آب زیرزمینی می‌باشد و از میان روش‌های کریجینگ ساده و کریجینگ معمولی، روش کریجینگ ساده به عنوان بهترین روش برای اکثر نمونه‌ها انتخاب شد. جداول ۳ و ۴ مقادیر RMSE و MAE را برای هر یک از روش‌های معین و زمین‌آماري نشان می‌دهد و مناسب‌ترین روش با علامت * مشخص شده است.



شکل (۲): نمودار واریوگرام

به منظور بررسی بهترین مدل بر روی واریوگرام تجربی از میزان مجموع مربعات باقیمانده (RSS) کمتر، که نشان دهنده مجموع مربعات فاصله نقاط از خط برازش می‌باشد، ضریب همبستگی (R^2) بیشتر و پیوستگی مکانی ($c/(c_0+c)$) قوی‌تر استفاده شد. نسبت $c/(c_0+c)$ نشان دهنده ساختار مکانی موجود برای پارامترهای مورد بررسی در محدوده مطالعاتی بوده، بدینصورت که هرچه نسبت $c/(c_0+c)$ کوچکتر باشد، ساختار فضایی متغیر بهتر ترسیم می‌گردد (Deutsch et al., 1998). رابطه (۲) نحوه محاسبه ضریب همبستگی را نشان می‌دهد.

$$R^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2} \quad (۲)$$

$(X - \bar{X})$: انحراف از میانگین X

$(Y - \bar{Y})$: انحراف از میانگین Y

بعد از مشخص شدن واریوگرام هر پارامتر، از روش ارزیابی متقابل، محاسبه میانگین خطای مطلق (MAE) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، برای انتخاب بهترین روش درونیابی استفاده شد. رابطه (۳) و (۴) به ترتیب نحوه محاسبه میانگین خطای مطلق و مجذور میانگین مربعات خطا را نشان می‌دهد. در انتها توزیع

جدول (۱): مشخصات بهترین مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنمای تجربی پارامترها در روش کریجینگ، سال ۹۰

یون	مدل	اثر قطعه ای C_0	آستانه $C+C_0$	دامنه تاثیر (m)	$c/(c_0+c)$	R^2	RSS
Ca	کروی	۰/۶۰۴	۱/۳۵۲	۶۴۹۰۰	۰/۵۵۳	۰/۸۵۱	۰/۰۹۲
Mg	کروی	۰/۸۰۴	۲/۰۳	۱۴۳۴۰۰	۰/۶۰۴	۰/۸۲۴	۰/۱۲۴
Na	نمایی	۰/۷۹۵	۱/۹۱۰	۱۸۸۰۰	۰/۵۸	۰/۸۳۰	۰/۱۵۰
Cl	کروی	۱/۵۳۵	۳/۱۷۳	۶۱۵۰۰	۰/۵۱۶	۰/۸۱۱	۰/۵۸۶
SO ₄	کروی	۰/۴۵۳	۱/۱۲۱	۶۰۴۰۰	۰/۵۹۶	۰/۸۲۹	۰/۰۸۶
HCO ₃	نمایی	۰/۰۲۲	۰/۰۴۴	۲۱۰۸۰۰	۰/۶۰	۰/۳۷۶	$۵/۱۸۳ \times 10^{-۵}$
TH	نمایی	۰/۷۰۱	۲/۸۱	۱۴۵۶۰۰	۰/۷۵۷	۰/۸۳۶	۰/۱۰۴
pH	نمایی	$۹/۵۶ \times 10^{-۱۰}$	$۳/۳۲ \times 10^{-۱۰}$	۱۴۴۲۰۰	۰/۷۱۲	۰/۸۵۰	$۱/۱۹۵ \times 10^{-۷}$
SAR	نمایی	۰/۴۵۳	۰/۹۰۷	۷۵۵۰۰	۰/۵۰۱	۰/۵۵۵	۰/۰۳۹
TDS	کروی	۰/۷۰۶	۱/۴۱۳	۶۲۵۰۰	۰/۵۰	۰/۸۱	۰/۱۰
%Na	نمایی	۰/۰۱۹۰	۰/۰۳۸	۲۱۱۰۰۰	۰/۵۰	۰/۰۲۶	$۱/۳۵۵ \times 10^{-۴}$
EC	نمایی	۰/۶۲۰	۱/۴۲۷	۲۵۱۰۰	۰/۵۶	۰/۷۹۳	۰/۱۰۲

جدول (۲): مشخصات بهترین مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنمای تجربی پارامترها در روش کریجینگ، سال ۹۷

یون	مدل	اثر قطعه ای C_0	آستانه $C+C_0$	دامنه تاثیر (m)	$c/(c_0+c)$	R^2	RSS
Ca	نمایی	۰/۱۵۷	۱/۴۸۵	۱۸۸۰۰	۰/۸۹۴	۰/۸۱۰	۰/۲۴۸
Mg	نمایی	۰/۷۸۳	۳/۵۷۶	۱۲۲۴۰۰	۰/۷۸۱	۰/۷۹۵	۰/۳۱۶
Na	نمایی	۰/۴۱۶	۲/۰۲۴	۱۹۷۰۰	۰/۷۹۴	۰/۸۸۹	۰/۱۹۵
Cl	نمایی	۰/۵۸۶	۳/۵۷۷	۲۳۱۰۰	۰/۸۳۶	۰/۸۳۷	۱/۰۶
SO ₄	نمایی	۰/۳۸۸	۲/۷۸۶	۱۴۷۳۰۰	۰/۸۶۱	۰/۸۳۷	۰/۱۳۲
HCO ₃	نمایی	۰/۰۵۷	۰/۱۱۵	۱۲۷۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۴۰۸	$۶/۵۰۹ \times 10^{-۴}$
TH	کروی	۰/۶۶۸	۱/۷۵۶	۶۵۲۰۰	۰/۶۲۰	۰/۸۷۴	۰/۱۶۱
pH	کروی	$۱/۵۲۹ \times 10^{-۱۰}$	$۴/۰۶۸ \times 10^{-۱۰}$	۵۴۲۰۰	۰/۶۲۴	۰/۷۳۹	$۲/۱۱۷ \times 10^{-۶}$
SAR	کروی	۰/۲۱۲	۰/۶۷۴	۳۵۶۰۰	۰/۶۸۵	۰/۷۷۶	۰/۰۴۸
TDS	نمایی	۰/۳۶۰	۱/۷۲۰	۲۴۶۰۰	۰/۷۹۱	۰/۸۷۶	۰/۱۵۹
%Na	نمایی	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۹۷۶۰۰	۰/۵۰۱	۰/۰۴۳	$۱/۰۴۹ \times 10^{-۳}$
EC	نمایی	۰/۳۶۱	۱/۷۲۰	۲۴۶۰۰	۰/۷۹۰	۰/۸۷۶	۰/۱۵۹

جدول (۳): بررسی مناسب‌ترین روش میان‌یابی بر اساس ریشه دوم میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق، سال ۹۰

عامل	IDW		مدل	کریجینگ معمولی		کریجینگ ساده	
	MAE	RMSE		MAE	RMSE	MAE	RMEE
Ca	۰/۷۰۷۱	۹/۱۸۹	کروی	۷/۹۵۶	-۰/۰۳۷۱	*۷/۶۱۷۵	*۰/۲۴۶۲
Mg	۰/۴۲۷	۹/۵۲۵	نمایی	۸/۳۶۶۰	-۰/۱۴۴۷	*۸/۳۵۰۶	*۰/۱۸۵۸
Na	۵/۵۵۸	۵۴/۹۹۴	نمایی	۴۷/۴۴۹	-۲/۰۷۷	*۴۶/۱۰۱۸	*۰/۵۹۶۸
Cl	۵/۳۵۰	۶۰/۱۰۱۵	کروی	۶۳/۶۶۵	۵/۲۱۸	*۶۱/۳۳۸۶	*۷/۱۶۸۴
SO ₄	۱/۳۵۵۵	۱۱/۹۶۴	کروی	۹/۷۱۱۹	-۰/۳۹۷	*۹/۷۶۷۴	*۰/۲۰۶۷
HCO ₃	۰/۰۱۷۷	۰/۴۲۰	نمایی	۰/۴۲۹۳	۰/۰۱۴۵	*۰/۴۴۳۲	*۰/۰۰۶۵
TH	۵۶/۷۰۹	۹۲۲/۳۹	نمایی	۷۹۷/۰۹	-۱۰/۸۴۲	*۷۸۰/۴۷۱	*۲۲/۲۴۸
pH	۰/۰۱۸۱	۰/۲۳۲۵	نمایی	۰/۲۰۲۰	۰/۰۰۹۸	*۰/۲۱۰۷	*۰/۰۰۲۸
SAR	۱/۰۱۸۸	۹/۷۰۶	نمایی	۸/۵۱۵۷	-۰/۴۳۳۸	*۸/۰۰۷۹	*-۰/۲۱۷۵
TDS	۲۷۳/۰۱	۳۲۴۶	کروی	۲۸۵۸/۴	-۸۶/۴۳۱	*۲۷۵۱/۵۷	*۲۵/۸۲۳۳
%Na	۰/۳۰۳۸	۹/۳۱۳۴	نمایی	۸/۴۴۳	۰/۳۰۱۷	*۸/۷۷۰۵	*۰/۲۲۶۸
EC	۴۴۳/۵	۴۷۵۷	نمایی	۴۲۰۰	-۱۳۱/۷۰	*۴۰۳۱/۲	*۷۸/۷۱۵

جدول (۴): بررسی مناسب‌ترین روش میان‌یابی بر اساس ریشه دوم میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق، سال ۹۷

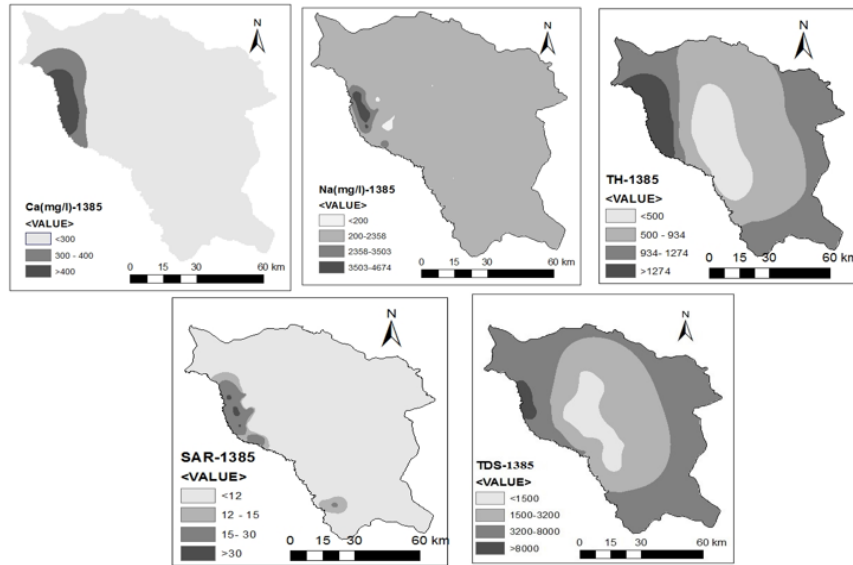
عامل	IDW		مدل	کریجینگ معمولی		کریجینگ ساده	
	MAE	RMSE		MAE	RMSE	MAE	RMEE
Ca	۰/۱۵۲۸	۸/۴۷۷	نمایی	۱۲/۲۷۱	۱/۲۲۰	*۱۲/۳۵۹	*۰/۳۸۰۲
Mg	۰/۲۸۷۳	۸/۳۴۵۱	نمایی	۹/۶۷۲۶	۱/۱۹۲۲	*۷/۵۷۰	*۰/۰۳۹۹
Na	۳/۸۱۸۲	۳۹/۹۳۲	نمایی	۴۲/۸۰۱۵	۵/۴۱۴	*۳۰/۲۹۶	*۰/۴۸۵
Cl	۳/۵۳۳	۴۵/۳۵۹	نمایی	۷۶/۴۷۶	۱۴/۵۴۶	*۴۷/۷۱۳	*۴/۳۴۲
SO ₄	۰/۷۱۸۹	۸/۳۹۱۷	نمایی	۹/۳۷۴	۰/۵۸۲	*۸/۳۱۳۳	*۰/۳۴۴۱
HCO ₃	۰/۰۰۴۲	۰/۶۷۱۸	نمایی	*۰/۷۳۴۳	*۰/۰۰۰۲	۰/۷۳۴۲	۰/۰۰۲۱
TH	۶/۸۵۸۳	۱۱۴۴/۸۶	کروی	۱۴۸۲/۸	۲۲۶/۴۰	*۱۱۰/۳/۹	*۱۷/۸۲۷۱
pH	۰/۰۰۴۱	۰/۳۳۵۷	کروی	۰/۳۲۷۴	۰/۰۰۲۲	*۰/۳۲۰۵	*-۰/۰۰۱۷
SAR	۰/۷۵۱۷	۸/۲۰۷۰	کروی	*۷/۰۴۱۶	*۰/۱۵۲۲	۶/۷۱۴۹	-۰/۲۸۸
TDS	۲۱۷/۳۲	۲۷۸۵/۸	نمایی	۳۱۱۱/۷	۳۸۲/۷	*۲۲۸۱/۷۶	*-۱۷/۴۹۱
%Na	۰/۲۵۸۷	۸/۸۹۴۰	نمایی	*۹/۳۵۹۹	*۰/۱۰۴۳	۹/۳۸۴۹	۰/۲۰۰۶
EC	۳۳۴/۲	۴۲۸۵/۹	نمایی	۴۷۸۴/۱۱	۵۹۰/۱۵	*۳۵۱۰/۴۲	*-۲۶/۸۳۹

بیشتر است که منشا آن تراکم چاه‌ها، برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی برای کشاورزی و مجاورت با کویر سیرجان می‌باشد که این نتیجه مطابق با مطالعه عباس نژاد و همکاران (۱۳۹۲) می‌باشد. نتایج مطالعه آن محققان نشان داد هرچه از نواحی شمالی دشت به سمت غرب و جنوب دشت سیرجان حرکت کنیم قطر ذرات و نفوذ پذیری سفره کاهش می‌یابد لذا

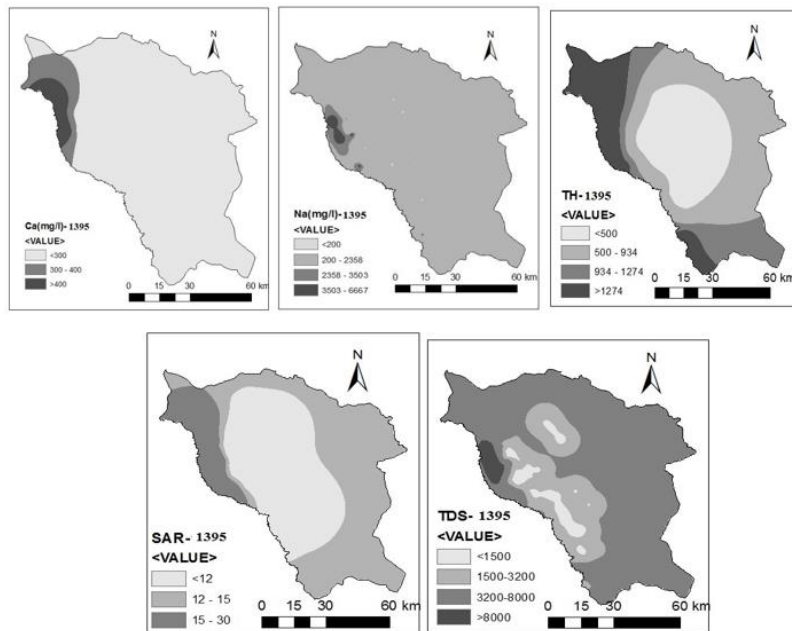
پهنه‌بندی مکانی برخی از پارامترهای کیفیت آب با توجه به انتخاب بهترین روش درونیابی در نرم‌افزار Arc GIS ترسیم و در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج حاصل از کیفیت آب زیرزمینی دشت و رسم نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترها نشان می‌دهد که غلظت یون‌ها طی سال‌های مورد مطالعه رو به افزایش است؛ از طرفی تجمع غلظت یون‌ها در قسمت غرب و جنوب

افزایش غلظت یون‌ها در آن محدوده می‌شود. این تأثیرات، در نتایج تحقیق حاضر نیز مشهود است.

دانه ریز بودن رسوبات قسمت غرب و جنوب، عدم تغذیه مناسب سفره‌ی آبرفتی و برداشت بی‌رویه، منجر به



شکل (۳). پهنه بندی برخی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت سیرجان در سال ۱۳۸۵



شکل (۴). پهنه بندی برخی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت سیرجان در سال ۱۳۹۵

نتیجه گیری

بیشترین میزان آب برداشتی در آبیاری زمین‌های کشاورزی منطقه مصرف می‌گردد، افزایش سطح دانش بهره‌برداران جهت مصرف بهینه آب برای کشاورزی و بهبود روش‌های آبیاری ضروری به نظر می‌رسد. بعلاوه انجام اقداماتی همچون عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، حفاظت از سفره و تغذیه مصنوعی آن، تهیه الگوی کشت بهینه و تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب‌ها و پساب‌ها، می‌تواند در کاهش تجمع غلظت یون‌ها موثر باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی متقابل نشان داد که روش‌های زمین‌آماری (کریجینگ) دارای برتری نسبی در مقایسه با روش‌های معین (IDW) در تحلیل مکانی و زمانی خصوصیات آب‌های زیرزمینی می‌باشند.

از طرفی با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی در سالهای مختلف، می‌توان گفت کیفیت آب در جنوب و غرب منطقه پایین‌تر از سایر بخش‌های منطقه است و با توجه به اینکه

منابع

- دهقانی، ا.، م. عسگری و ا. مساعدی. ۱۳۸۸. مقایسه سه روش شبکه عصبی مصنوعی، سیستم استنتاجی فازی - عصبی تطبیقی و زمین آمار در میان یابی سطح آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت قزوین). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۶، شماره ۱، صفحه ۵۲۸-۵۱۷.
- دلخوش، ف.، م. لری گوئینی و پ. یوسف پور. ۱۳۹۵. پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی دشت مختاران با تاکید بر مصرف شرب با استفاده از تکنیک GIS، هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.
- زهتابیان، غ.، ع. جان افزا، ح. محمد عسگری و م. نعمت الهی. ۱۳۸۹. مدل‌سازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی در حوزه آبخیز گرمسار). فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۱۷، شماره ۱ (پیاپی ۳۸)، صفحه ۷۳-۶۱.
- صادقی، س. ه.، ه. قاسمیه، ج. مومنی دمنه، س. ح. موسوی. ۱۳۹۴. پهنه بندی کیفی آب آبیاری و شهری با استفاده از GIS. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، دوره ۶، شماره ۴، صفحه ۱۳۷-۱۲۸.
- عباس نژاد، ا.، ع. شاهی دشت. ۱۳۹۲. بررسی آسیب‌پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی منطقه. جغرافیا و آمایش شهری منطقه ای، دوره ۳، شماره ۷، صفحه ۹۶-۸۵.
- مومنی دمنه، ج.، ف. جولایی، ح. علی‌دادی، ر. پیروی. ۱۳۹۴. ارزیابی روش‌های درون‌یابی جهت تعیین تغییرات مکانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت گناباد). مجله پژوهش در بهداشت محیط، دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۱۶۵-۱۷۶.
- نخعی، م.، م. ودیعتی و م. اسمعیلی فلک. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی دشت ورامین از نظر کشاورزی به روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS. مجله تحقیقات منابع آب، دوره ۹، شماره ۳، صفحه ۹۸-۹۴.
- واحدی، م.، م. ۱۳۹۷. بررسی خطر تخریب منابع آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل اصلاحی ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی در دشت‌های استان فارس. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، دوره ۸، شماره ۴، صفحه ۱۰۴-۹۳.
- وزارت نیرو، شرکت آب منطقه ای کرمان، دفتر مطالعات منابع آب، بهار ۱۳۹۴.



Dhanasekarapandian, M., S. Chandran. D. SaranyaDevi, . V. Kumar. 2016. Spatial and temporal variation of groundwater quality and its suitability for irrigation and drinking purpose using GIS and WQI in an urban fringe, Journal of African Earth Sciences.

Taghizadeh mehrjadi, M., Sh. Zareian Jahromi. 2008. Spatial distribution of groundwater quality with geostatistics (case study: yazd- Ardakan plain), world applied sciences journal.

Vijith, H., R. Satheesh. 2007. Geographical information system based assesmen of spatiotemporal characteristics of groundwater quality of upland sub-watersheds of Meenachil River, parts of western Ghats, kottayam district, kerala, india. Enciron Geaol.



Determining Spatial and Temporal Variations of Groundwater Quality Parameters Using GIS and Interpolation Methods (Case Study: Sirjan Plain)

Bahareh Pirzadeh¹, Tahereh Asvar²

Abstract

The goal of this research is assessment spatial and temporal distribution of groundwater quality in Sirjan plain using Arc GIS software. For this purpose, groundwater quality data were collected from Kerman province of water and wastewater company from 1381-1397 years. Simple Kriging, ordinary Kriging and IDW method were used to predict spatial distribution of groundwater quality parameters (12 parameters). The variogram of each parameter was drawn using GS+ software for fitting the best interpolation model. Then, spatial distribution maps of groundwater quality were drawn using Arc GIS. Results showed that ordinary Kriging was the best interpolation method for most of the parameters and spherical and exponential models were the best variogram model. According to spatial distribution maps, concentrations of ions were increasing during the years studied and pollution was aggregated in west and south parts of Sirjan plain which agreed with well locations and using groundwater for agriculture in those zones.

Keywords: Groundwater, Interpolation, Sirjan Plain, Variogram, Arc GIS

¹ -Assistant Professor, Civil Engineering Department, University of Sistan and Baluchestan, Iran. Email: b_pirzadeh@eng.usb.ac.ir. (corresponding author)

² - Student of Water Resources Management Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Iran. Email: tahereasvar@gmail.com.