مجله شمـاره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۷۶-۶۳

مجله مدیریت بیابـان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت مسافرآباد استان هرمزگان با بهره‌گیری از درون‌یابی مکانی

احمد نوحه گر[۱] و مریم حیدرزاده[۲*]

۱. دانشیاردانشکده منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه هرمزگان

* نویسنده مسئول: تلفن:۰۷۶۱۶۶۷۰۷۱۲ همراه: ۰۹۱۷۵۷۴۸۴۳۶ Email: m.heydarzade88@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۱۶**

چکیده

آب‌های زیرزمینی قسمت زیادی از منابع آب آبیاری اراضی کشاورزی است؛ بنابراین باید مدیریت صحیحی در نحوهٔ بهره گیـری از این منابع انجام شود. در این پژوهش مناسب‌ترین روش میان‌یابی برای تحلیل تغییرات مکـانی مقـدار برخـی ویژگـی‌هـای کیفـی آب‌های زیرزمینی دشت مسافرآباد بررسی شد. تعداد ۳۰ حلقه چاه مشترک طی ۳ مقطع زمـانی ۱۳۷۷، ۱۳۸۱و ۱۳۸۸ در دشـت مسافرآباد، استان هرمزگان انتخاب شد. تعدادی از شاخص‌های آب چاه‌ها همچون Na، EC، CL، PH، TDS، SAR و TH طی سـه دوره زمانی با روش‌های مختلف زمین‌آماری (انواع مدل‌های کریجینگ Kriging) و روش‌های معـین (روش عکـس فاصـله IDW و روش تابع شعاعیRBF) برای تعیین مناسب‌ترین پهنه‌بندی بکار گرفته شد. نتایج نشان داد که از بین روش‌های مذکور برای تهیـه نقشه تغییرات عناصر مورد مطالعه در منطقه، روش زمین آمار کریجینگ (با مدل‌های مختلف برای هـر یـک از عناصـر) بـه دلیـل پایین بودن مقادیر RMSE نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت بیشتری دارد. همچنین نتایج نشان داد مقدار افت سطح آب چاه‌ها بـه طور میانگین در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸ به ترتیب برابر با ۰/۱۵۲- ، ۰/۶۲۹ و ۰/۳۸۴- متر بوده و این نشان دهندهٔ روند کاهشی سطح منابع و هشداری برای توجه بیشتر به منابع آب زیرزمینی دشت مسافرآباد است.

واژگان کلیدی: کریجینگ؛ IDW؛ RBF؛کیفیت؛ پهنه‌بندی؛ مسافرآباد.

■ مقدمه

برای استفاده بهینه از منابع آب موجـود برنامـه‌ریـزی همه جانبه و آگاهانـه الزامـی اسـت و ایـن مهـم مگـر بـا شـناخت دقیـق و صـحیح کمیـت و کیفیـت آب میسـر نخواهد شد. در مناطق خشـک و نیمـه خشـک نـه فقـط کمبـود و محـدودیت منـابع آب مسـئله‌سـاز اسـت بلکـه تغییرات شدید و ناگهانی بارندگی، کمی جریانات سطحی، امکان برنامه‌ریزی و تنظیم آبیاری نوین و بهـره‌بـرداری از منـابع آب را بسـیار دشـوار و پیچیـده کـرده اسـت (Farahani, 2000).

با توجه به اهمیـت منـابع آب زیرزمینـی پژوهشـات زیادی تاکنون در راستای پهنه بندی پارامترهای سفره‌هـا

در آبخوان با استفاده از روش‌های زمین آماری صورت گرفته است (Sophocleous *et al.*, 1982; Olea & Davis, 1999; Christakos, 2000; Desbarats *et al.*, 2002; Theodossiou *et al.*, 2006).

شناخت کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مهمترین و آسیب‌پذیرترین منابع تامین آب در دهه‌های اخیر، مسئله‌ای ضروری است (Rizzo & Mouser 2000). آب زیررزمینی، به عنوان بخش مهمی از آب‌های تجدید پذیر جهان هستند. محاسبهٔ منابع آب جهانی نشان می‌دهد که منابع زیرزمینی در حدود ۰/۶ درصد از کل منابع آب و ۶۰ درصد از منابع تجدید پذیر قابل دسترس را به خود اختصاص می‌دهد (NSW, 2007).

آب زیرزمینی در مقایسه با آب سطحی دارای برتری‌های مختلفی همانند کیفیت بهتر و آلودگی کمتر هستند. در مناطق خشک و نیمه خشک در اغلب مناطق که آب‌های سطحی به مقدار خیلی کم وجود دارند، آب‌های زیرزمینی قابل دسترس می‌باشند (Rizzo & Mouser 2000). امروزه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی و برداشت بی رویه آن موجب پایین افتادن سطح آنها و به هم خوردن تعادل ایزوستاتیک زمین است. بررسی‌های متعددی برای بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی انجام شده است. بهترین روش برای بررسی وضعیت آبخوان از نظر کمی و کیفی، شبیه‌سازی آبخوان با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای و ریاضی است. ولی به‌علت نیاز به داده‌های زیاد معمولاً واسنجی و شبیه‌سازی آنها عملی مشکل و وقت‌گیر است (Pisinaras *et al* 2007 ،Rojas & Desargues 2007). تفاوت اصلی روش‌های متداول آمار معمولی و زمین آمارزمین آمار در فرض اساسی استقلال نمونه‌ها از یکدیگر است؛ و در نتیجه یک مشاهده هیچ گونه اطلاعاتی درباره نمونهٔ مجاورش ارائه نمی‌دهد. در حالی که طبق نظریه زمین آمار نمونه‌ها مستقل از یکدیگر در نظر گرفته نشده بلکه نمونه‌های همجوار به فاصله معینی وابسته به یکدیگر می‌باشند. هدف اصلی زمین آمار ارائه مدلی ریاضی به منظور توصیف وابستگی و تشابه مکانی بین نمونه‌هاست (Hasani pak 1998). اهمیّت نقشه‌های هم‌ارزش هدایت الکتریکی در این است که مقدار کلّی املاح در آب را در نقاط مختلف یک منطقه به‌طور پیوسته نشان می‌دهد و در مناطقی که منحنی‌ها بسته می‌شود، به‌طور معمول محلّ تجمّع نمک و شوره‌زار است (Farahani 2000). در مورد کاربرد علم زمین آمار در علوم مختلف در دنیا و ایران مطالعات متعددی صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

Sheikh Goodarzi *et al* (2012)، برای شبیه‌سازی تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت تهران-کرج با تاکید بر مصارف آشامیدنی، از روش‌های زمین آماری استفاده نمودند.

Taghizadeh Mehrjerdi *et al* (2008) در مطالعهٔ دشت یزد- اردکان به تحلیل مکانی برخی ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی مانند TDS، TH، EC، SAR و SO_4 با استفاده از سه روش IDW، کریجینگ و کوکریجینگ پرداختند. ارزیابی نتایج حاصله بر پایهٔ معیار RMSES نشان داد که روش کریجینک بر دو روش دیگر برتری داشته و در نهایت به عنوان روش نهایی و مناسب برای تهیه نقشه ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی در منطقه انتخاب گردید. Barcae & Passarella (2008) برای تهیه نقشه خطرات نیترات در دشت مادنا[1] در ایتالیا از روش کریجینگ گسسته[2] و روش‌های شبیه‌سازی استفاده کردند. نتایج نشان داد روش کریجینگ گسسته برای مطالعه خطر تخریب کیفیت آب‌های زیرزمینی مناسب است. هدف از بررسی حاضر بررسی تغییر کیفیت آب زیرزمینی دشت مسافرآباد برای. مدیریت بهره‌برداری بهینه منابع آب بوده است. در این راستا اهداف زیر نیز دنبال شده است:

- ارزیابی دقت روش‌های مختلف میان‌یابی زمین آماری و محاسبه مقدار خطا و انحراف آن‌ها
- تهیه نقشه و جداول پارامترهای کیفی منابع آب زیرزمینی دشت مسافراباد

[1] Modena
[2] Disjunctive Kriging

■ مواد و روش‌ها

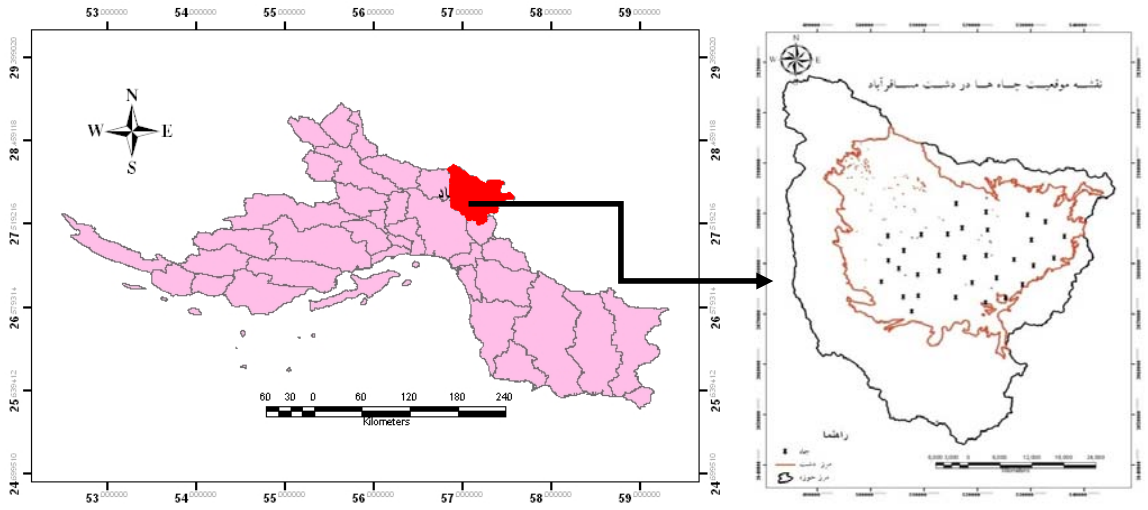
موقعیت جغرافیایی منطقه

حوزهٔ آبخیز دشت مسافرآباد با وسعت ۲۶۱۲/۹۳ کیلومتر مربع در محدوده ۵۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. شکل (۱، الف) موقعیت محدوده‌ی مطالعاتی را در استان هرمزگان نشان داده است.

میانگین وزنی ارتفاع ۷۵۵/۱ متر، بیشینه و کمینه مقدار ارتفاع حوضه به ترتیب ۲۷۴۵ و ۴۲۰ متر است. میانگین بارش سالانه، میانگین درجه حرارت و مقدار تبخیر و تعرق حوضه به ترتیب ۲۲۵/۳ میلیمتر، ۲۴/۶۶ سانتی گراد و ۲۹۲۷/۸۸ میلیمتر است. اقلیم حوضه بر پایه روش دومارتن، کوپن و آمبرژه به ترتیب خشک، بیابانی و بیابانی گرم و شدید است. بر پایه آمار سازمان آب منطقه‌ای استان هرمزگان (۱۳۸۹-۱۳۸۸) تعداد ۱۴۵۸ حلقه چاه در دشت مسافرآباد حفر شده است که از این تعداد ۵۸۸ حلقه به دلایلی چون متروکه شدن، عدم آبدهی غیر فعال و تعداد ۹۷۰ حلقه آن فعال می‌باشد. مجموع حجم تخلیه سالیانه حدود ۱۱۰۶۰۹/۱ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تعداد زیادی (۷۲۳ عدد) از چاه‌های‌دشت مسافرآباد در واحدهای آبرفتی دوره چهارم قرار دارند.

روش تحقیق

با توجه به اهداف این پژوهش، در آغاز با بررسی موقعیت چاه‌ها موجود در منطقه تعداد ۳۰ حلقه چاه طی ۳ دوره ی زمانی ۱۳۷۷، ۱۳۸۱و ۱۳۸۸ انتخاب شد. دلیل انتخاب ۳۰ چاه مشاهده‌ای، مشترک بودن آنها در سه دوره‌ی آماری ذکر شده است با توجه به مصارف این چاه‌ها که اغلب کشاورزی و شرب است، برخی از عناصر کیفی چاه‌های انتخاب شده مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. شکل (۱، ب) موقعیت چاه‌ها را در دشت مسافرآباد نشان داده است.



(الف) (ب)

شکل ۱- الف: موقعیت حوزه آبخیز مسافرآباد در استان هرمزگان، ب: موقعیت هر یک از چاه‌ها در دشت مسافرآباد

پس از جمع آوری و تحلیل آمار و اطلاعات مربوط به کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی در محل چاه‌های انتخابی و مشاهده‌ای، مختصات جغرافیایی چاه‌های پیزومتری به سیستم متریک (UTM) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تبدیل شد. قبل از انجام آنالیز زمین آماری انجام تست نرمالیته و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها ضروری است. این امر در محیط نرم‌افزاری SPSS صورت گرفته است.

در این پژوهش انواع روش‌های کریجینگ بر پایهٔ ویژگی‌های ساختار مکانی و روش‌های معمولی مورد بررسی قرار گرفته است. کریجینگ بر پایهٔ ویژگی‌های ساختار مکانی از قبیل روش‌های کریجینگ ساده،

معمولی و عمومی و بر پایهٔ روش معمولی شامل روش عکس فاصله، روش مجذور فاصله، روش چند ضلعی می‌باشد. روش‌های زمین آماری استفاده شده در این تحقیق شامل کریجینگ (Kriging)، روش عکس فاصله (IDW) و روش تابع شعاعی (RBF) می‌باشد که در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱. روش‌های میان‌یابی استفاده شده در این تحقیق

روش میان یابی		علامت اختصاری
کریجینگ	معمولی	OK
	ساده	SK
	احتمالاتی	PK
	شاخص	IK
روش عکس فاصله		IDW
روش تابع شعاعی		RBF

برای بررسی روش‌های میان‌یابی و انتخاب بهترین روش میان‌یابی یکی از مهمترین این روش‌ها تکنیک اعتبارسنجی حذفی می‌باشد. این تکنیک بر این اساس است که هر بار یک نقطه مشاهده ای به طور موقت حذف شده و برای آن از روی نقاط مجاور، مقداری برآورد می‌گردد. سپس مقدار حذف شده به جای خود برگردانده شده و برای بقیه نقاط شبکه به صورت مجزا این برآورد صورت می‌گیرد. به طوری که در پایان یک جدول با دو ستون که نشان دهنده مقادیر واقعی و برآورد شده است، حاصل می‌گردد. با داشتن این دو مقدار می‌توان در نهایت با توجه به مقادیر مشاهده شده و برآورد شده، میانگین خطای انحراف (MBE)، دقت (MAE) و ریشه مجذور مربعات خطا (RMSE) در هر روش از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |Z^*(Xi) - Z(Xi)|$$

$$MBE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (Z^*(Xi) - Z(Xi))$$

$$RMSE = \left\{\sum (Z^*(Xi) - Z(Xi))^2 / n\right\}^{\frac{1}{2}}$$

که در آن $Z^*(Xi)$ مقدار بر آورد شده متغیر مورد نظر، $Z(Xi)$ مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر، n تعداد داده‌ها، MAE میانگین مطلق خطا (دقت) و MBE میانگین خطای انحراف می‌باشد. هر چه مقدار این سه پارامتر به صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده بالا بودن دقت مدل است. در واقع MAE نشان دهندهٔ میانگین انحراف مقدار برآوردی از مقدار برآوردی از مقدار مشاهده شده است که مسلما هر چه کمتر باشد بهتر است. در عمل مقدار این دو صفر نمی‌شود.

تهیه نقشه پهنه‌بندی مکانی عناصر

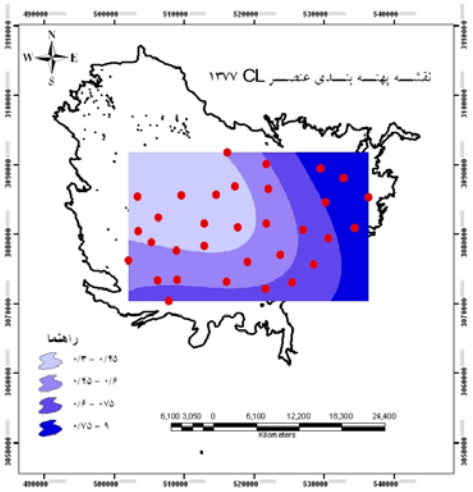
پس از انتخاب بهترین روش میان‌یابی مربوط به هر پارامتر، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی مربوط به پارامترهای کیفیت شامل نقشه پهنه‌بندی عناصرهدایت الکتریکیEC، مواد محلول در آب TDS، سدیم Na، SAR، CL، TH و اسیدیته آب pH تهیه شد. لازم به ذکر است که کلیه مراحل تحلیل زمین آماری در محیط نرم‌افزاری ArcGIS9.3 صورت گرفته است.

■ نتایج

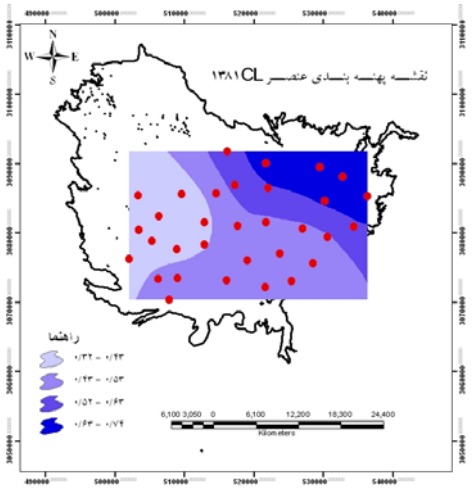
با توجه به روش‌های درون یابی ذکر شده، مناسب‌ترین روش درون‌یابی و بهترین مدل با کمترین مقدار خطا برای تمامی عناصر مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده است. روش کریجینگ مناسب‌ترین پهنه‌بندی برای هر یک از شاخص‌ها در سال‌های مختلف ارئه داده است. از این رو برای نمایش هر چه بهتر این نتایج، نقشه پهنه‌بندی هر یک از عناصر با توجه به مدل‌های برگزیده شده در جدول ۲، در نرم افزار ArcGIS9.3 تهیه شد. در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ پهنه‌بندی عناصر مورد مطالعه آورده شده‌است. چون همهٔ چاه‌ها در قسمت میانی دشت واقع شده‌اند بنابراین برای تهیه نقشه پهنه‌بندی عناصر کیفی مرز دشت مبنا بود.

جدول ۲- ویژگی‌های واریوگرام مناسب برازش شده برای عناصر مورد مطالعه در دشت مسافرآباد

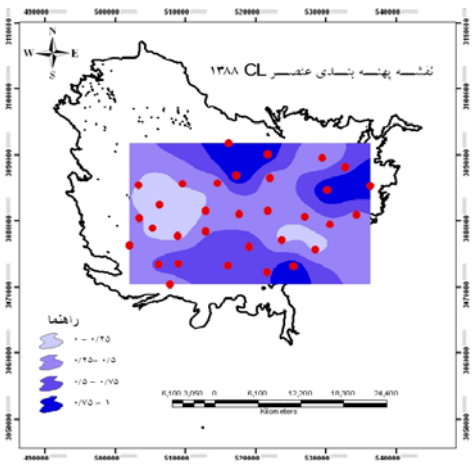
شاخص	سال	علامت اختصاری بهترین روش	مدل منتخب	MAE	RMS	RMSE	A.S.E*
Na	۱۳۷۷	PK	نمایی	-۰/۰۰۲۲۵	۰/۵۰۲	۰/۹۸۶	۰/۵۱
	۱۳۸۱	IK	نرمال	۰/۰۰۷۹۸	۰/۵۱۳	۰/۹۹۴	۰/۵۱۵
	۱۳۸۸	PK	تترا کروی	-۰/۰۰۶۴	۰/۴۷	۰/۹۴۹	۰/۴۹۵
EC	۱۳۷۷	IK	نمایی	۰/۰۰۸۲	۰/۴۸۰	۰/۹۴۸	۰/۵۱۰۶
	۱۳۸۱	IK	نمایی	- ۰/۰۰۷۰	۰/۳۹۶	۰/۸۷۷	۰/۴۵۶
	۱۳۸۸	IK	نمایی	۰/۰۶۴	۰/۵۲۷	۰/۹۱۱	۰/۵۷۱
PH	۱۳۷۷	SK	کروی	۰/۰۲۱	۰/۴۰۲	۰/۹۲۴	۰/۴۴۷
	۱۳۸۱	SK	کروی	- ۰/۰۰۲۲۱	۰/۲۵۳	۰/۹۹۴	۰/۲۵۴
	۱۳۸۸	IK	کروی	- ۰/۰۰۶۷۴	۰/۵۱۶	۱/۰۰۵	۰/۵۱۳
CL	۱۳۷۷	PK	نرمال	۰/۰۱۲۸	۰/۴۹۶	/۹۱۳	۰/۵۴۸
	۱۳۸۱	IK	کروی	۰/۰۰۷۸	۰/۴۳۴	۰/۸۰۵	۰/۵۴
	۱۳۸۸	PK	تترا کروی	- ۰/۰۰۵۰	۰/۴۴۲	۰/۸۹۹	۰/۴۲۹
SAR	۱۳۷۷	IK	کروی	۰/۰۰۴۳۲	۰/۵۰۸	۱	۰/۵۰۷
	۱۳۸۱	IK	نمایی	۰/۰۱۳۳ -	۰/۴۸۴	۰/۹۷۴	۰/۴۹۹
	۱۳۸۸	PK	نمایی	-۰/۰۰۰۴۴۶	۰/۵۳۳	۰۰/۹۹۵	۰/۵۳۲
TDS	۱۳۷۷	PK	کروی	۰/۰۰۲۵۹	۰/۴۶۷	۰/۹۶۶	۰/۴۸۴
	۱۳۸۱	PK	نمایی	-۰/۰۰۶۶۹	۰/۳۹۵	۰/۸۲۹	۰/۴۸۲
	۱۳۸۸	IK	نمایی	۰/۰۲۴۴	۰/۴۷۹	۰/۹۱۴	۰/۵۳
TH	۱۳۷۷	IK	نمایی	-۰/۰۰۱۸	۰/۴۸۲	۰/۹۷۷	۰/۴۹۵
	۱۳۸۱	PK	کروی	-۰/۰۲۳۴	۰/۴۳۹	۰/۷۸۸	۰/۵۵۷
	۱۳۸۸	PK	نمایی	۰/۹۹۹	۰/۵۰۹	۰/۹۸۹	۰/۵۱۴



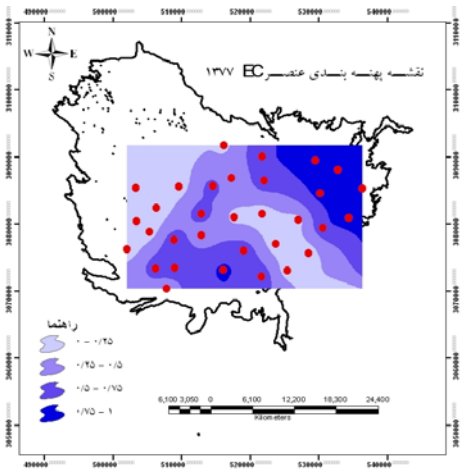
الف: پهنه‌بندی عنصر CL سال ۱۳۷۷



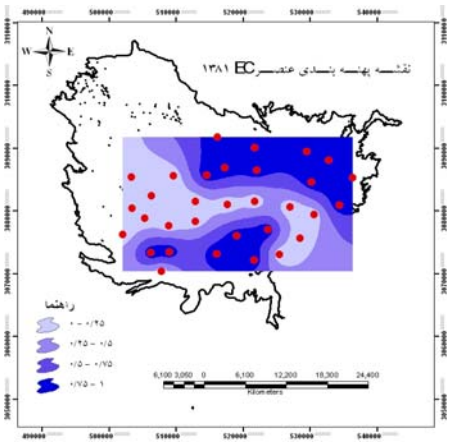
ب: پهنه‌بندی عنصر CL سال ۱۳۸۱



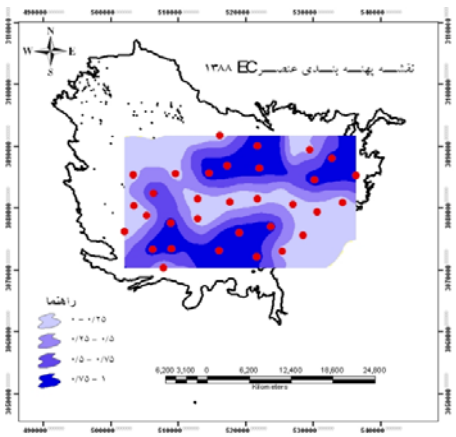
ج: پهنه‌بندی عنصر CL سال ۱۳۸۸



الف: پهنه‌بندی عنصر EC سال ۱۳۷۷

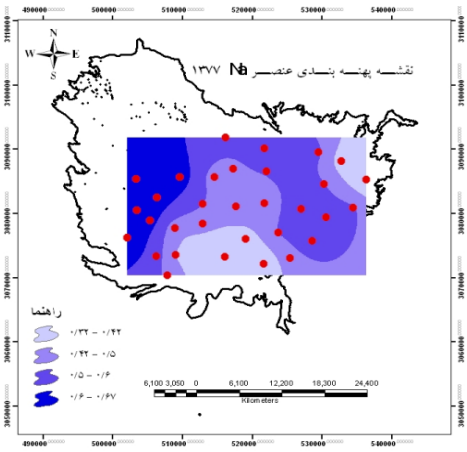


ب: پهنه‌بندی عنصر EC سال ۱۳۸۱

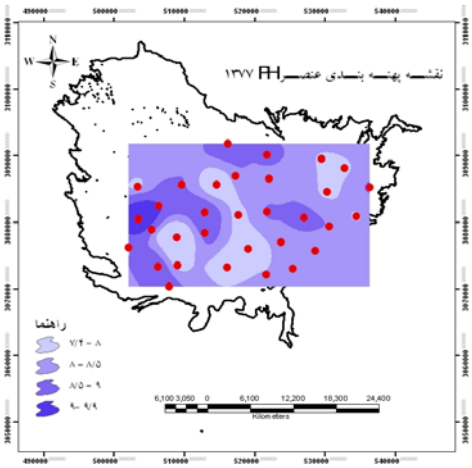


ج: پهنه‌بندی عنصر EC سال ۱۳۸۸

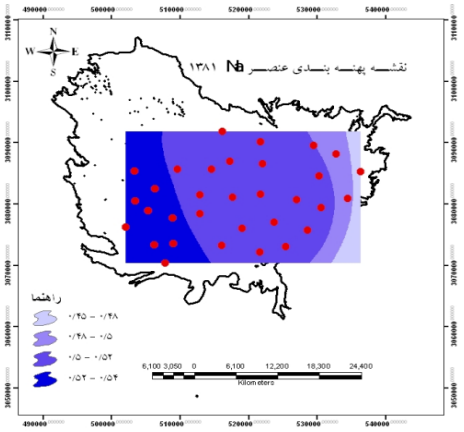
شکل ۲. پهنه بندی عنصر CL و EC دشت مسافر آباد طی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸



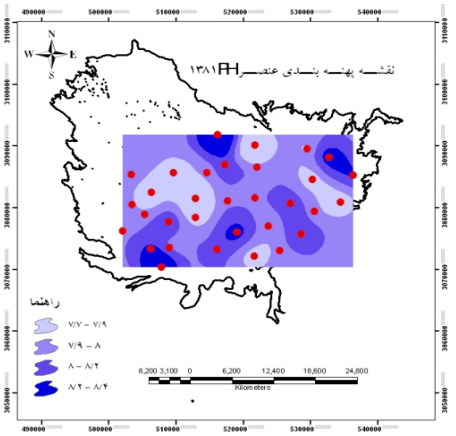
الف: پهنه‌بندی عنصر Na سال ۱۳۷۷



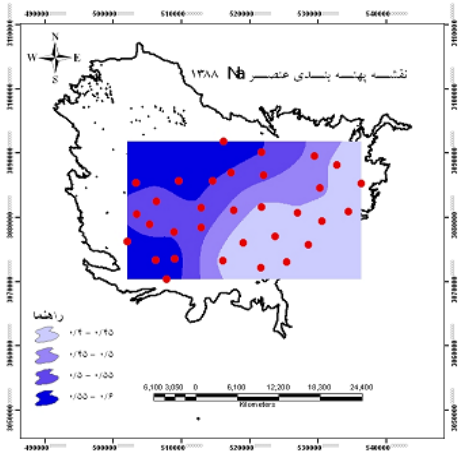
الف: پهنه‌بندی عنصر PH سال ۱۳۷۷



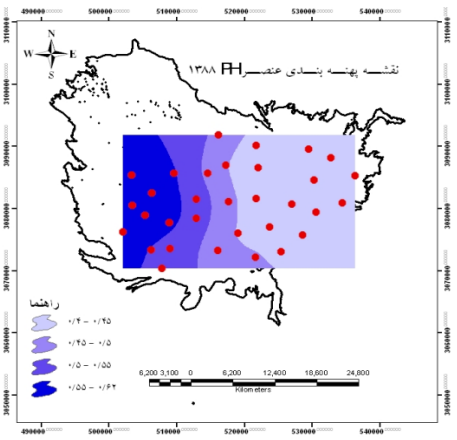
ب: پهنه‌بندی عنصر Na سال ۱۳۸۱



ب: پهنه‌بندی عنصر PH سال ۱۳۸۱

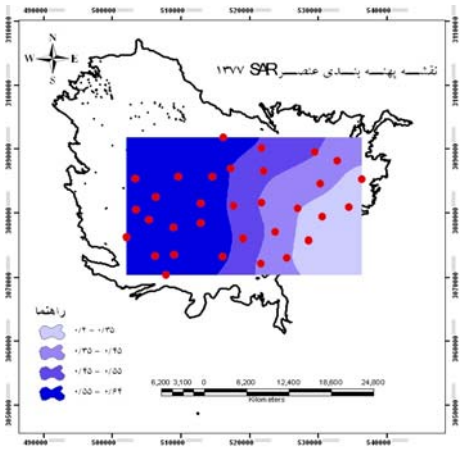


ج: پهنه‌بندی عنصر Na سال ۱۳۸۸

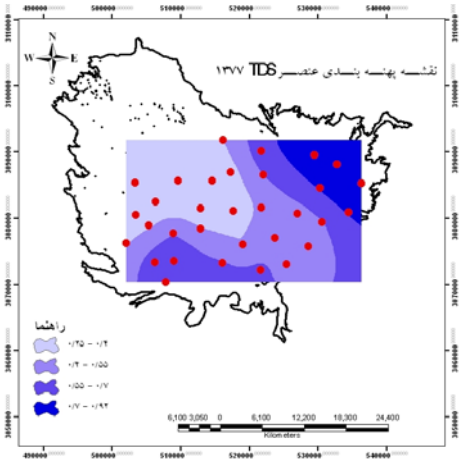


ج: پهنه‌بندی عنصر PH سال ۱۳۸۸

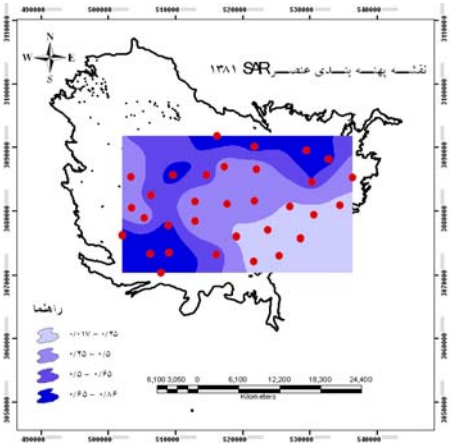
شکل ۳. پهنه بندی عنصر Na و PH دشت مسافر آباد طی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸



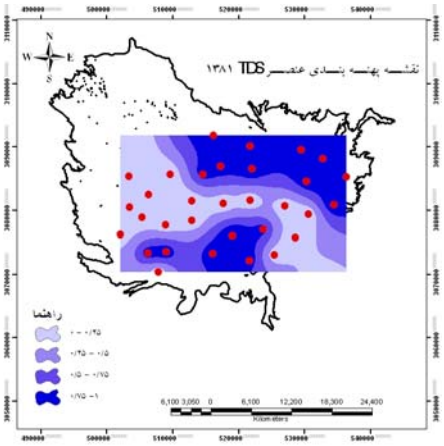
الف: پهنه‌بندی عنصر SAR سال ۱۳۷۷



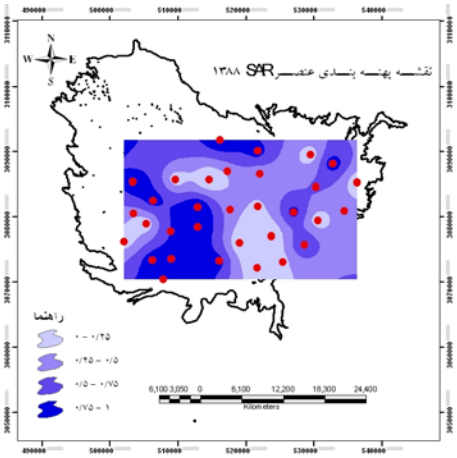
الف: پهنه‌بندی عنصر TDS سال ۱۳۷۷



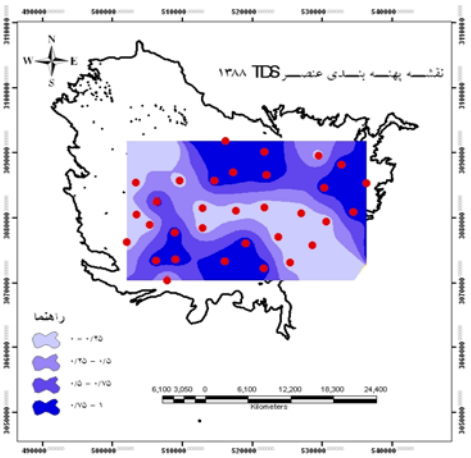
ب: پهنه‌بندی عنصر SAR سال ۱۳۸۱



ب: پهنه‌بندی عنصر TDS سال ۱۳۸۱

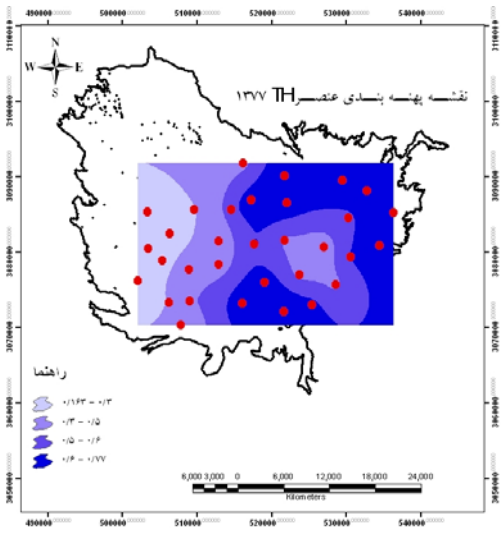


ج: پهنه‌بندی عنصر SAR سال ۱۳۸۸

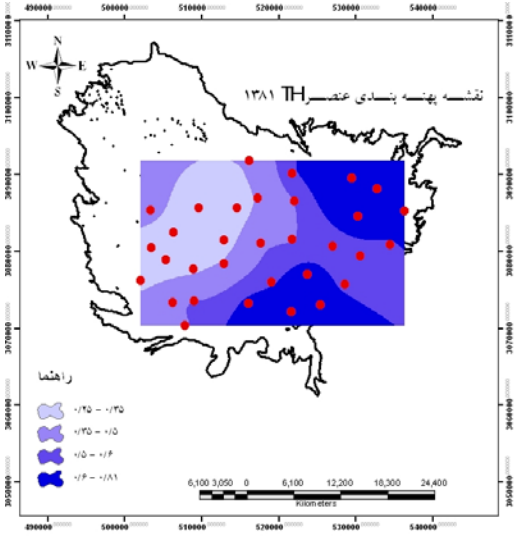


ج: پهنه‌بندی عنصر TDS سال ۱۳۸۸

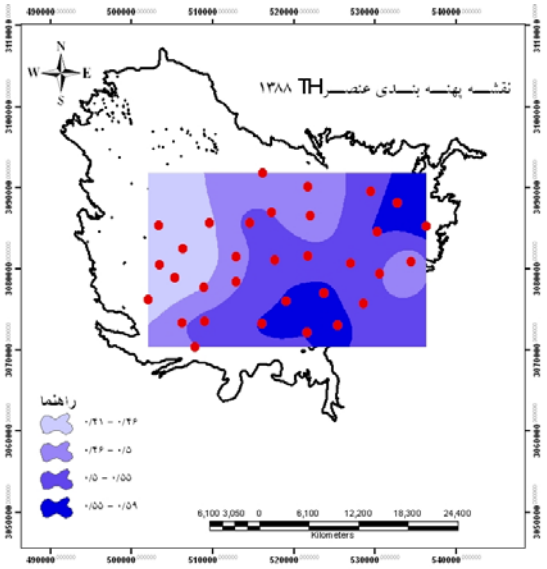
شکل ۴. پهنه بندی عنصر TDS و SAR دشت مسافر آباد طی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸



الف: پهنه‌بندی عنصر TH سال ۱۳۷۷



ب: پهنه‌بندی عنصر TH سال ۱۳۸۱



ج: پهنه‌بندی عنصر TH سال ۱۳۸۸

ادامه شکل ۴. پهنه بندی عنصر TH دشت مسافر آباد طی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸

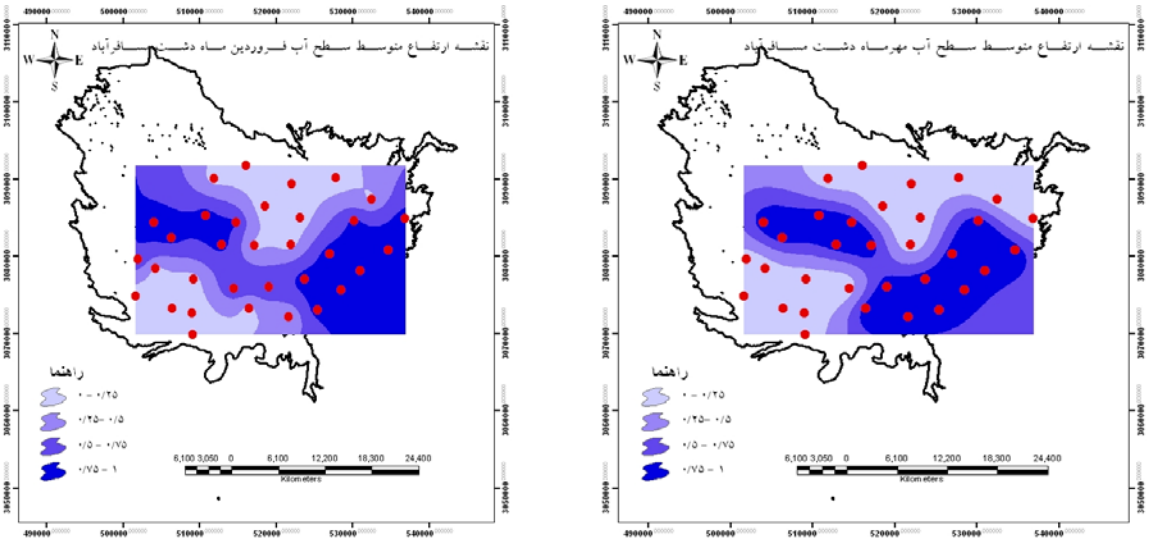
با توجه به نتایج بدست آمده ازجداول۲،۳ و ۴ عنصر سدیم با روش کریجینگ احتمالاتی(PK)، فراوانی بیشتر و میانگین مقدار خطای کمتر (RMSE=۰/۹۶۷) در بین سایر روش‌های پهنه‌بندی مناسب‌تری دارد. در رابطه با شاخص EC مدل کریجینگ شاخص(IK) با مدل برازشی (Exponential) و میانگین خطای (RMSE= ۰/۹۱۲) برای بازه‌های مورد مطالعه انتخاب مناسبی است. PH در هر سه دوره‌ی انتخابی با فراوانی مدل کریجینگ ساده (SK) و مدل کروی یا (Spherical) و میانگین خطای (RMSE= ۱/۹) برتری داشته است. بهترین روش پهنه بندی عنصر CL روش کریجینگ احتمالاتی (PK) با فراوانی بیشتر و میانگین خطای (RMSE= ۰/۹۱) است. در رابطه با عنصر SAR طبق نتایج، روش کریجینگ شاخص(IK) با فراوانی بیشتر و مقدار میانگین خطای (RMSE= ۰/۹۸) بهترین روش انتخاب شده است. بهترین روش برای پهنه بندی TDS کریجینگ احتمالی (PK) با

فراوانی بیشتر و میانگین خطای (RMSE=۰/۹) می‌باشد. و نهایتا اینکه عنصر TH همانند عنصر TDS، روش کریجینگ احتمالی (PK) با فراوانی بیشتر و میانگین خطای (RMSE=۰/۸۹) مناسب ترین شیوه‌ی پهنه بندی تشخیص داده شده است.

بررسی تغییر دراز مدت دشت مسافرآباد

پس از تهیه عدد سطح آب زیرزمینی مشاهده‌ای در هر ماه، با استفاده از موقعیت چاه‌ها و ویژگی‌های هیدروژئولوژیک ناحیه، ، مناطق تحت تأثیر و سطح نماینده هر یک از چاه‌های مرتبط در شبکه پیزومتری به روش واسطه‌یابی تعیین شد. در محیط نرم‌افزاری ArcGIS 9.3 نقشه تغییرات سطح آب چاه‌ها طی دو بازه‌ی زمانی فروردین ماه و مهر ماه تهیه گردید (شکل۵، الف و ب).

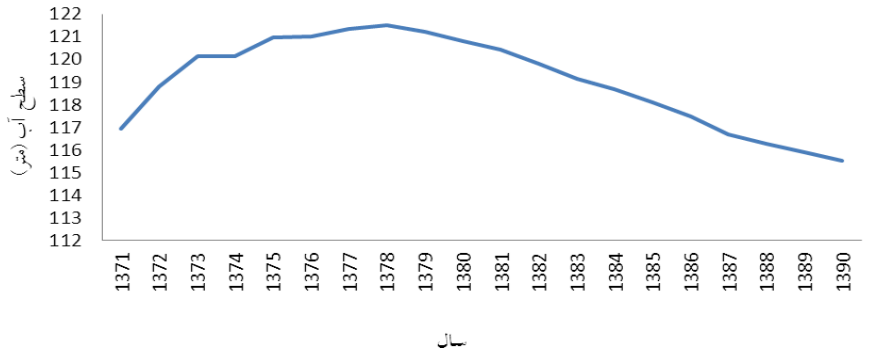
برای درک بهتر تغییرات ارتفاع میانگین چاه‌های طی بازه ی زمانی ۱۳۷۱ لغایت ۱۳۹۰ نمودار این تغییرات در زیر ارائه شده است (شکل ۶). در مجموع مقدار افت سطح آب چاه‌ها به طور میانگین در سال‌های ۱۳۷۷،۱۳۸۱ و ۱۳۸۸ به ترتیب برابراست با ۰/۱۵۲-، ۰/۶۲۹ و ۰/۳۸۴- متر است که این مطلب بیانگر یک روند کاهشی سطح منابع و هشداری برای توجه بیشتر به منابع آب زیرزمینی دشت مسافرآباداست.



الف: تغییرات ارتفاع میانگین سطح آب چاه‌ها مهر ماه

ب: تغییرات ارتفاع میانگین سطح آب چاه‌هافروردین ماه

شکل ۵. تغییرات ارتفاع میانگین سطح آب چاه‌ها دشت مسافرآباد الف: مهر ماه، ب: فروردین ماه



شکل ۶. تغییرات سطح آب چاه‌های دشت مسافرآباد طی سال‌های ۱۳۷۱ -۱۳۹۰

■ بحث و نتیجه گیری

با توجه به اصول زمین‌آماری، متغیری که همبستگی مکانی مناسب و واریانس تخمین‌کمتری دارد برای تخمین نیاز به نمونه برداری کمتری دارد و از این رو هزینه نمونه‌برداری آن نیز کمترخواهد شد. نتایج بدست آمده مطابق با تحقیقات (Mogheir *et al*, 2003) می‌باشد. همۀمحققان مذکور در اصل نیاز به نمونه برداری کمتر و به طبع هزینه کمتر با بهره گیری از روش‌های زمین‌آماری اذعان دارند. مدیریت بهینۀ منابع آبی و حفظ و ارتقاء کیفیت آنها نیازمند وجود داده‌هادر زمینه‌ی موقعیت، مقدار و پراکنش عامل‌های شیمیایی آب در یک منطقه‌ی جغرافیایی معین می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش تعیین مناسب‌ترین روش میان‌یابی به منظور بررسی و تحلیل مکانی اندازه‌ی تغییرات برخی ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت مسافرآباد می‌باشد. نتایج نشان داد که از بین روش‌های ذکرشده برای تهیه نقشه تغییرات عناصر مورد مطالعه در منطقه، روش زمین آمار کریجینگ به دلیل پایین بودن مقادیر RMSE، RMS و MAE نسبت به سایر روش‌های دیگر ارجحیت بهتری دارد. نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج پژوهشگرانی از جمله Zehtabian *et al.*, (2012)، Kresic (1997)، Mogheir *et al.*, (2003)، Jager, (1990)، Taghizadeh Mehrjerdi *et al* (2008)، Barcae & Passarella (2008) و Fetouani *et al.*, (2008) همخوانی دارد. روش‌های زمین آمار مانند کریجینگ معمولی، ساده و غیره به عنوان ابزار مناسب برای مطالعه کیفیت آب‌های زیرزمینی و نقشه پهنه‌بندی آنها در مناطق گوناگون جهان پیشنهاد شده که نتایج بدست آمده از این پژوهش نیز بیانگر نظر محققین ذکر شده است.

با توجه به اینکه قسمت اعظم منابع آبی برای آبیاری اراضی کشاورزی، آب‌های زیرزمینی است؛ بنابراین باید مدیریت صحیحی در نحوۀ استفاده از این منابع اعمال شود. با توجه به بررسی سطح آب زیر زمینی ملاحظه گردید که در قسمت شمالی دشت سطح آب زیر زمینی در مهر ماه و فروردین ماه کمترین مقدار خود نسبت به سایر نقاط است. ادامه روند کاهش سطح حفر چاه‌های عمیق به صورت مجاز یا غیر مجاز و برداشت بیش از حدّ مجاز از آب‌های زیرزمینی موجب افت سطح آب زیرزمینی در این منطقه از دشت شده و اگر روند برداشت آب‌های زیرزمینی در این قسمت دشت به همین منوال ادامه یابد، در آیندۀ نزدیک شاهد تخریب منابع آب زیرزمینی (شوری‌زایی) و به دنبال آن تخریب خاک و کاهش عملکرد و پیامدهایی از این دست در این منطقه خواهیم بود. بنابراین باید دقّت و برنامه‌ریزی صحیحی در استفاده از آب زیرزمینی این بخش صورت گیرد و لذا پیشنهاد می‌گردد که در این قسمت با تغذیۀ سفرۀ آب زیرزمینی نسبت به جبران آب مازاد برداشتی اقدام گردد.

■ References

1. Assessment and Management of groundwater Contamination. (2007). Published by: Department of Environment and Conservation NSW, p 59–61. Website: www.environment.nsw.gov.au.
2. Barcae, E., & Passarella, G. (2008). Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradation: Acomparison between disjunctive kriging and geostatistical simulation. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 133*, 261-273.
3. Baghaie, A. H., Khademi, H., & Mohammadi, J. (2007). Geostatistical analysis of spatial variability of Lead and Nickel around two industrial factories in Isfahan province. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 14(2)*, 11-19, (in Farsi).
4. Christakos, G. (2000). Modern spatiotemporal geostatistics. New York, USA: Oxford University Press.
5. Desbarats, A. J., Logan, C, E., Hinton, M. J., & Sharp, D. R. (2000). On the kriging of water table elevation using collateral infor, ation from a digital elevation model. *Journal of Hydrology, 255*, 25-38.
6. Fetouani, S., Sbaa, M., Vanclooster, M., & Bendra, B. (2008). Assessing groundwater quality in the irrigated plain of Triffa (Nnorth-east Morocco). *Journal of Agricultural Water Management, 95*, 133-142, (in Farsi).
7. Farahani, A. (1998). Trend of change groundwater quality and quantity of Varamin plain. M.sc, Faculty agriculture and natural resources, University of Tehran.
8. Hasani Pak, A. A. (1998). Geostatistical. Tehran: Tehran University Press, (in Farsi).
9. Mogheir, Y., De Lima, j.L. M.P., & Singh, V.P. (2003).Assessment of spatial structure of groundwater quality variables based on the entropy theory. *Hydrology and Earth System Sciences, 7(5)*, 707-721
10. Jager, N. (1990). Hydrogeology and groundwater simulation. USA: Lewis Publishers. New York, New York, Lewis Publishers, 461 p.
11. Olea, R., & Davis, J. (1999). Optimizing the High Plains aquifer water - level observation network, Kansas Geological Survey Open File Report 1999–15. http://www.kgs.ku.edu/Hydro/Levels/OFR99_15/index.html
12. Pisinaras, V., Petalas, C., Tsihrintzis, V. A., & Zagana, E. (2007). A groundwater flow model for water resources management in the Ismarida plain, North Greece. *Journal of Environmental Modeling and Assessment, 12*, 75-89.
13. Rojas, R., & Dassargues, A. (2007). Groundwater flow modelling of the regional aquifer of the Pampa del Tamarugal, northern Chile. *Journal of Hydrogeology, 15*, 537–551.
14. Rizzo, D. M., & Mouser, J. M. (2000). Evaluation of Geostatistics for Combined Hydrochemistry and Microbial Community Fingerprinting at a Waste Disposal Site Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management. 1-11.
15. Sophocleous, M., Paschetto, J. E., & Olea, A. (1982). Ground water network design for northwest Kansas, using the theory of regionalized variables. *Journal of Ground Water, 20*, 48-58.
16. Sheikh Goodarzi, M., Mousavi, S. H., & Khorasani, N. (2012). Imulating Spatial Changes in Groundwater Qualitative Factors Using Geostatistical Methods (Case Study: Tehran - Karaj Plain). *Journal of Natural Environment, 65(1)*, 83-93, (in Farsi).

17. Theodossiou, N., & Latinopoulos, P. (2006). Evaluation and optimization of groundwater observation networks using the kriging methodology. *Journal of Environmental Modeling & Software, 21*, 991- 1000.

18. Taghizadeh Mehrjerdi, R., Zareian, M., Mahmodi, Sh., & Heidari, A. (2008). Spatial distribution of groundwater quality with geostatistics (Case study: Yazd-Ardakan plain). *World Applied Science Journal, 4(1)*, 9-17, (in Farsi).

19. Zehtabian, Gh., Janfaza, E., Mohammad Asgari, H., & Nematollahi, M. J. (2012). Modeling of ground water spatial distribution for some chemical properties (Case study in Garmsar watershed). *Iranian Journal of Range and Desert Research, 17 (1)*, 73- 61, (in Farsi).

No. 1, Spring & Summer 2013, pp. 63-76

Desert Management

www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Assessment and Zonation of Groundwater Quality in Mosafer Abad Plain of Hormozgan Province by Spatial Interpolation Approach

A. Nohegar[1] and M. Heydarzadeh[2]*

1. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University
2. Ph.D Student of Hormozgan University

* Corresponding Author: m.heydarzade88@yahoo.com

Received: 2013.04.13 **Accepted: 2013.08.07**

Abstract

A major part of ground water resources is used for irrigation of farm lands. So appropriate management should be applied considered for application of these limited resources. In this research, 30 wells were selected over three time steps 1998, 2002 and 2009 in Mosafer Abad plain of Hormozgan province and some chemical properties such as Na, Cl, EC, pH, TDS, TH and SAR were analysed for zoning at the mentioned time steps. The purpose of this study is to determine the most appropriate interpolation method to analyze the spatial variability of landscape characteristics of groundwater quality of Mosafer Abad plain using Kriging, IDW (Inverse Distance Weighting and RBF (Radial Basis Functions) methods. Result shows that Kriging method with RMSE values lower than other methods is more acceptable approach for the study area. Meanwhile, the results revealed that average depletion of water table levels in at 1998, 2002 and 2009 are -0.152, 0.629 and -0.384 meter, respectively. This Represents a decreasing trend in groundwater level in wells and indicates a meaningful warning for more attention to ground water resources in Mosafer Abad plain.

Keywords: Kriging; IDW; RBF; Chemical elements; Zoning; Mosafer Abad.