

استفاده از روش‌های زمین آماری جهت تعیین کیفیت آب چاه‌های دشت فتویه استان

هرمزگان

سمیه انگبینی^{۱*}، جواد خداویسی^۲، امین قصمی^۳، علا امیریان^۴

۱- مدیر دفتر تحقیقات آبفای هرمزگان، s.angebini@gmail.com

۲- مدیر دفتر تحقیقات آبفای بوشهر، javad.khodavisi@gmail.com

۳- مدیر عامل شرکت آبفای هرمزگان، amin.ghasami@gmail.com

۴- معاون بهره‌برداری آبفای هرمزگان، ala@gmail.com

چکیده

مدیریت بهینه‌ی منابع آبی، حفظ و ارتقای کیفیت آنها، نیازمند وجود داده‌هایی در زمینه‌ی موقعیت، مقدار و پراکنش عوامل شیمیایی آب در یک منطقه‌ی جغرافیایی معین می‌باشد. انتخاب و دقت روش‌های مناسب پهنه‌بندی و تهیه‌ی نقشه‌ی تغییرات ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی بستگی به شرایط منطقه و وجود آمار و داده‌های کافی در آن دارد. انتخاب صحیح آنها گامی اساسی و مهم در مدیریت منابع آبی منطقه به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، به بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی در دشت فتویه واقع در شهرستان بستک استان هرمزگان پرداخته شد. برای این کار، تعداد ۴۵ چاه از محدوده مورد نظر مطالعه و ارزیابی شد. بدین منظور، ۵ عنصر CL، SO₄، CA، MG و pH برداشت شد. نتایج درون‌یابی با استفاده از سه روش کریجینگ، RBF و IDW نشان می‌دهد که به دلیل نرمال نبودن داده‌ها، روش‌های کریجینگ و RBF نسبت به روش IDW در درون‌یابی و ایجاد نقشه‌های کیفیت‌سنجی از خطای بالایی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: دشت فتویه، روش کریجینگ، روش IDW، کیفیت‌سنجی

۱- مقدمه

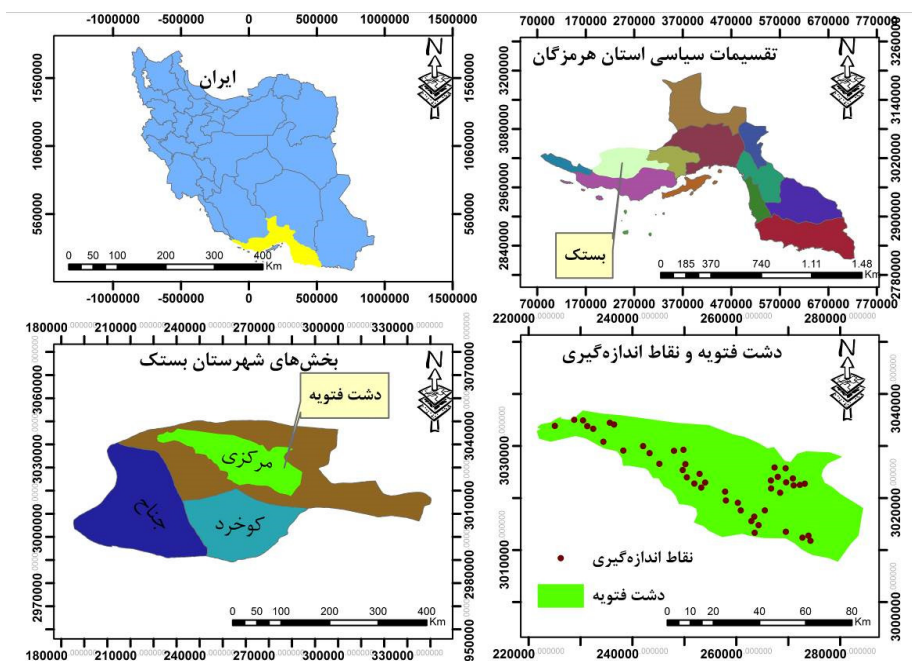
اهمیت مطالعه آب‌های زیرزمینی برای این است که یکی از منابع اصلی و کلیدی آب شرب به شمار می‌رود و برای زندگی بشر بسیار لازم است که تحلیل مشکلات آن امری ضروری است. امروزه با پیشرفت صنایع، افزایش جمعیت و عدم کنترل مناسب زیست‌محیطی، خطرات زیادی از نظر آلودگی آب‌ها وجود دارد. بنابراین با شناخت ویژگی‌های کیفی آب می‌توان برای بهره‌برداری هر چه بهتر از منابع آب یک منطقه برنامه‌ریزی کرد (شعبانی، ۱۳۸۷). با آگاهی به این حقیقت که آب تنها و مهم‌ترین ماده حیاتی است که جایگزینی آن به هیچ صورت دیگری امکان‌پذیر نمی‌باشد، از این رو حفاظت کمی و کیفی منابع آب کشور را بایستی در اولویت قرارداد. کشور ایران متوسط سالانه بارش آن به میزان ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد که کمتر از یک سوم بارندگی متوسط سالانه جهان است، یکی از مناطق خشک جهان محسوب می‌گردد (احمد پور، ۱۳۸۶). از آنجا که آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی عامل‌های کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی نبوده، بنابراین از زمین‌آمار به‌عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده می‌شود (مدنی، ۱۳۷۳). امروزه زمین‌آمار به‌عنوان شاخه‌ای از علم آمار کاربردی محسوب شده و دربرگیرنده مجموعه روش‌های آماری به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی می‌باشد (Cressie, 1991). یک شبکه پایش آب زیرزمینی می‌تواند داده‌های کمی و کیفی ضروری برای ایجاد تصمیم‌گیری آگاهانه راجع به شرح از آبخوان را فراهم کند. طراحی یک سیستم شبکه پایش مناسب بیانگر درک وضعیت از منطقه پایش

است. موفقیت طراحی یک شبکه پایش آب زیرزمینی نیازمند یک تعریف مناسب از هدف انتخاب یک موقعیت جغرافیایی از چاه‌های پایش و تعیین فراوانی نمونه‌برداری است. محدودیت‌های آبی منابع آب سطحی و زیرزمینی اعمال مدیریت صحیح منابع آب را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. برای مدیریت پایدار منابع آب تجدید پذیر در سطح یک آبخوان شبکه‌ای از چاه‌های مشاهده‌ای آب زیرزمینی، به‌منظور دقت و اعتبار هر تخمین به کیفیت و کمیت پارامترهای موردسنجش بستگی دارد. (موسیری، ۱۳۹۵). هدف از انجام این تحقیق شناسایی کاربرد روش‌های زمین‌آماری در منابع آب زیرزمینی و تعیین بهترین روش زمین‌آماری برای طراحی مدل کیفیت آب زیرزمینی می‌باشد.

۲- مواد و روش:

۲-۱ معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت فتویه در بخش مرکزی شهرستان بستک و در استان هرمزگان قرار گرفته است. این دشت با وسعت ۲۲۹ کیلومترمربع از لحاظ جغرافیایی در محدوده بین ۱۲ ۵۴۰ تا ۴۴ ۵۴۰ طول شرقی و ۱۲ ۲۷۰ تا ۲۵ ۲۷۰ عرض شمالی واقع شده است. دشت فتویه جزء محدوده مطالعاتی کهورستان بوده و در حوضه آبریز رودخانه کل واقع شده است. کلیه جریان‌های سطحی این دشت که مجموعه‌ای از رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی آن است از طریق رودخانه کل به خلیج فارس می‌ریزد (ملکیان و پور رضا، ۱۳۹۶).



شکل ۱: معرفی منطقه مورد مطالعه

۲-۲ نرم‌افزار و داده‌های استفاده شده

در این پژوهش از مقادیر برداشت شده عناصر مختلف در ۴۵ چاه اندازه‌گیری در دشت فتویه جهت کیفیت سنجی آب زیرزمینی استفاده شد. برای پهنه‌بندی و تهیه نقشه‌های کیفیت آب از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است.

۲-۳ روش انجام کار

پس از جمع‌آوری داده به بررسی وضعیت پراکندگی و آمار داده‌ها پرداخته می‌شود. سپس داده‌های پرت از مجموعه داده حذف می‌گردد. در مرحله بعد با استفاده از روش زمین‌آمار Kriging, IDW و RBF در نرم‌افزار ArcGIS نقشه‌های کیفیت آب‌های زیرزمینی برای هریک از عناصر اندازه‌گیری تهیه می‌گردد. برای برآورد میزان دقت بین مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی چندین روش اندازه‌گیری خطا پیشنهاد شده است که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: روش‌های صحت‌سنجی مورد استفاده در این تحقیق

نام روش	معادله
Mean error (ME) or mean bias error (MBE)	$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)$
Mean absolute error (MAE)	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i - O_i $
Mean square error (MSE)	$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2$
Root mean square error (RMSE)	$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$

۳-۲ روش‌های زمین‌آمار

آنالیز زمین‌آمار به مفهوم بررسی پدیده‌های متغیر در زمان و مکان است و به‌طور کلی از طریق این آنالیز می‌توان به راحتی یک نقشه یا سطح پیوسته‌ای از نقاط نمونه‌برداری شده را ایجاد نمود. داده‌های نقطه‌ای داده‌هایی هستند که در مکان یا مکان‌های معینی مانند چاه‌های آب اندازه‌گیری می‌شوند. به منظور تهیه نقشه‌های توزیع مکانی و مطالعه الگوهای مکانی، داده‌های نقطه‌ای طی فرآیند درون‌یابی به سطح تعمیم می‌یابند. در این روش نتایج به‌صورت منحنی‌های هم‌ارزش نمایش داده می‌شود که یکی از مراحل اصلی جهت بررسی کیفیت می‌باشد. همچنین آنالیزهای زمین‌آمار می‌توانند برای مدل‌سازی‌های مکانی در کاربردهای مختلف سیستم‌های اطلاعات مکانی نیز بکار برده شوند. در این پژوهش بر اساس داده‌های موجود، ۵ عامل ذکر شده در جدول (۲) چاه‌ها دشت فتویه اندازه‌گیری شده که مقادیر و آمار آن‌ها در ادامه آورده شده است.

جدول ۲: آمار داده‌های اندازه‌گیری شده در ۴۵ چاه مشاهده‌ای

پارامتر کیفی	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
PH (اسیدی و قلیایت)	۷,۵	۷,۵۱	۸,۰۲	۶,۸	۰,۲۸۶
MG (منیزیم)	۱۷۷,۹۷	۱۵۳,۵۸	۵۷۶,۰۲	۲۶,۸۷	۱۰۷,۰۹
CA (کلسیم)	۳۲۲,۰۴	۳۰۳,۲	۸۶۲,۲	۴۴,۶	۱۹۷,۶۱

۴۶۴,۹	۹۳,۱۲	۲۲۵۱,۲	۸۱۵,۰۴	۸۴۸,۷۸	SO4 (سولفات)
۱۷۳۳,۳	۹۲,۳	۷۳۸۴	۱۴۰۲,۳	۱۹۹۷,۸	CL (کلر)

این جدول برای دید کلی جهت درک بهتر وضعیت آماری داده های برداشت شده به محقق کمک می کند. مقدار انحراف معیار نشان دهنده میزان پراکندگی داده ها می باشد که هرچند این عدد از میانگین فاصله بگیرد میزان نرمال بودن داده ها کاهش پیدا می کند.

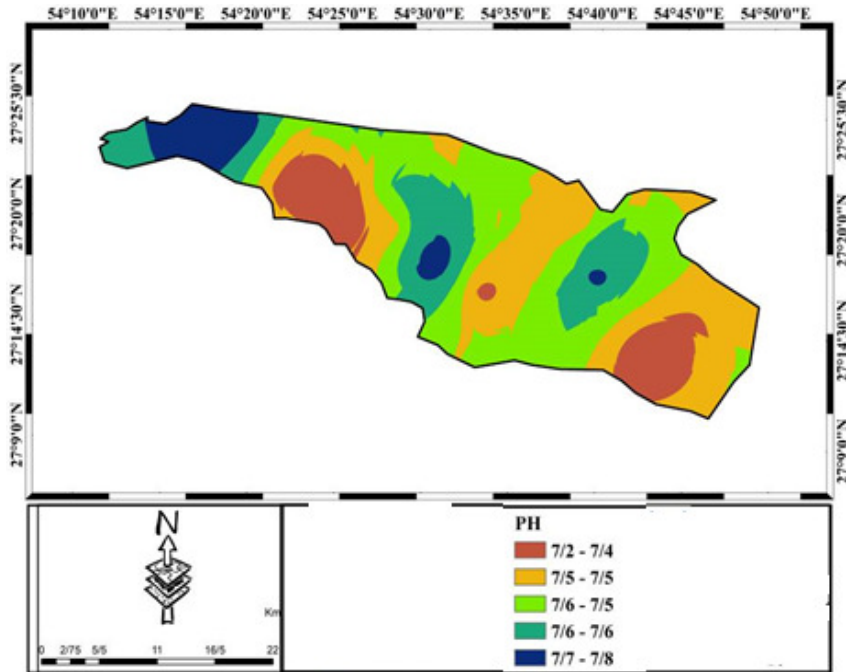
۴- نتایج

۴-۱ نتایج ارزیابی روش های زمین آمار بر روی پارامتر PH

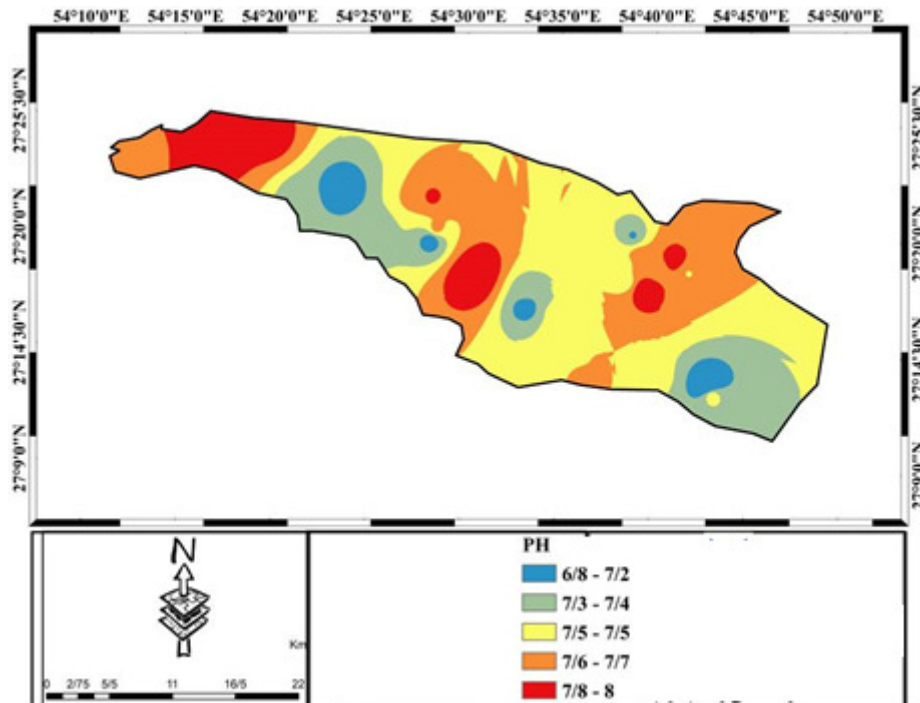
نتایج ارزیابی روش های زمین آمار بر روی پارامتر مقدار هیدروژن با استفاده از معیارهای ارزیابی مطابق با جدول (۳) خلاصه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر اندازه گیری شده برای تمام معیارها در روش IDW به صفر نزدیک بوده و دقیق تر می باشد. دقت اعتبار سنجی به روش های مختلف در مدل RBF نیز از روش کریجینگ دقیق تر می باشد. بنابراین روش IDW جهت تهیه نقشه کیفیت این پارامتر بهتر می باشد. در ادامه نقشه های درونیابی عنصر PH با سه روش در ادامه آورده است (شکل ۲ و ۳ و ۴).

جدول ۳: ارزیابی خطای مدل سازی بر روی پارامتر PH

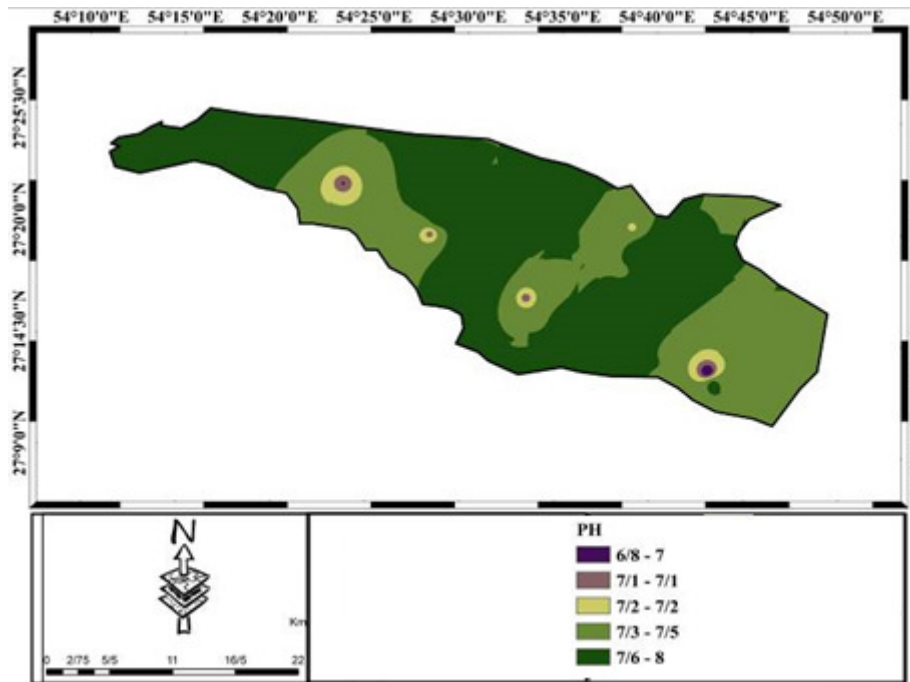
مقدار خطای اندازه گیری شده به روش RBF	مقدار خطای اندازه گیری شده به روش IDW	مقدار خطای اندازه گیری شده به روش kriging	روش ارزیابی
0/843599243	0/000170155	1/035601	MAE
-0/843599243	-0/000170155	-1/0356	MBE
0/858748927	2/40535E-08	0/94452	MSE
0/926687071	0/000155092	0/971864	RMSE



شکل ۲: نقشه تغییرات PH آب زیرزمینی دشت فتویه بر اساس روش Kriging



شکل ۳: نقشه تغییرات PH آب زیرزمینی دشت فتویه بر اساس روش IDW



شکل ۴: نقشه تغییرات PH آب زیرزمینی دشت فتویه بر اساس روش RBF

۲-۴ نتایج ارزیابی روش‌های زمین‌آمار بر روی پارامتر CA

نتایج ارزیابی روش‌های زمین‌آمار بر روی عنصر کلسیم با استفاده از معیارهای ارزیابی مطابق با جدول (۴) خلاصه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده همانند عناصر دیگر ذکر شده از بین روش‌های زمین‌آمار مناسب‌ترین روش، روش IDW دقت بالاتری دارد.

جدول ۴: ارزیابی خطای روش‌های درون‌یابی بر روی پارامتر CA

روش ارزیابی	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش Kriging	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش IDW	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش RBF
MAE	877/4841	0/066488	591/8381
MBE	877/4841	0/066488	591/8381
MSE	637085	0/003255	318025/8
RMSE	798/176	0/057051	563/9378

۴-۳ نتایج ارزیابی روش‌های زمین‌آمار بر روی پارامتر CL

نتایج ارزیابی روش‌های زمین‌آمار بر روی عنصر کلر با استفاده از معیارهای ارزیابی مطابق با جدول (۵) خلاصه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده از بین روش‌های زمین‌آمار مناسب‌ترین روش، روش IDW بوده و مدل شبکه عصبی نیز در رتبه دوم قرار می‌گیرد. همان‌طور که در جدول دیده می‌شود روش Kriging دارای خطای زیادی می‌باشد علت آن را اینگونه می‌توان بیان کرد که این روش در مواردی دارای دقت مناسب است که یک روند بین داده‌ها وجود داشته باشد ولی با توجه به اینکه داده‌های استفاده شده در این تحقیق نرمال نبوده و پراکندگی زیادی دارند خطای این روش زیاد می‌باشد.

جدول ۵: ارزیابی خطای روش‌های درون‌یابی بر روی پارامتر CL

روش ارزیابی	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش Kriging	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش IDW	مقدار خطای اندازه‌گیری شده به روش RBF
MAE	10249/84	0/719796	2429/859
MBE	10249/84	0/719796	2429/859
MSE	29031152	0/535969	31493668
RMSE	5388/056	0/732099	5611/922

۵- بحث

در این تحقیق به بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی در دشت فتویه واقع در شهرستان بستک استان هرمزگان پرداخته شد. برای این کار تعداد ۴۵ چاه از محدوده مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور ۵ عنصر PH, MG, CA, SO₄, CL برداشت شد. جهت بررسی کیفیت آب زیرزمینی از مدل‌های زمین‌آمار در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. ابتدا وضعیت آماری داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت که بیشتر عناصر دارای داده‌های پرت و ناموزون می‌باشند که حتی الگوریتم‌های نرمال‌سازی آماری هم توانایی نرمال‌سازی آن‌ها را نداشته و حذف داده‌های پرت موجب از دست رفتن بیشتر اطلاعات برداشت شده منطقه می‌شود. همچنین توضیح نمونه‌گیری بر روی دقت مدل‌سازی بسیار مؤثر می‌باشد که با توجه به وسعت منطقه و تمرکز چاه‌ها برداشت شده در مناطق خاص و عدم برداشت در بسیاری از مناطق این نظم دیده نمی‌شود. جهت مدل‌سازی از ۷۰ درصد نمونه‌های برداشت شده استفاده شد و ۳۰ درصد آن‌ها نیز جهت ارزیابی دقت مدل در مدل‌سازی استفاده نشدند.

برای مدل‌سازی از سه روش IDW, Kriging, RBF استفاده شد. برای اعتبار سنجی مدل‌های استفاده شده نیز از شاخص MAE, MBE, MAS, RMSE استفاده شد و مقادیر برداشت شده و تخمین زده در فرمول‌های مربوطه جایگذاری و دقت هر مدل محاسبه شد. با توجه به جدول کیفیت سنجی آب شرب به روش شولر تعداد زیادی از چاه‌های منطقه از نظر املاح خارج از رنج استاندارد می‌باشند و بیشتر آن‌ها قابلیت شرب ندارند.

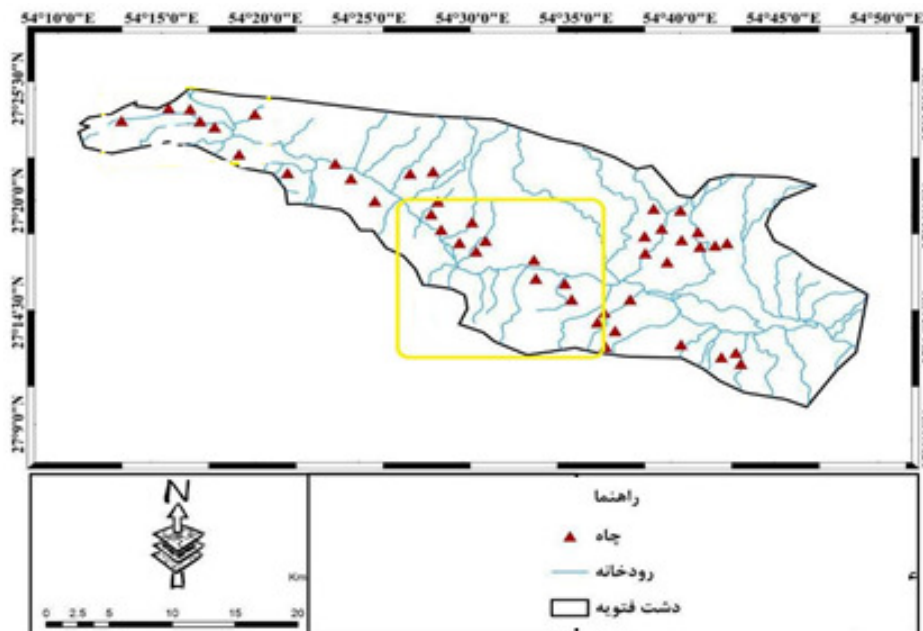
نتایج درون‌یابی نشان می‌دهد که دلیل نرمال نبودن داده‌های کریجینگ و RBF از خطای بالایی در درون‌یابی ایجاد می‌کنند و دقت کافی برای برآورد نقشه‌های کیفیت سنجی دارند. اما روش IDW در تمامی نقشه‌ها دقت

بالاتری نسبت به دو روش دیگر دارد. در مطالعات دیگری نیز روش *IDW* برای درون‌یابی داده‌های بارشی معرفی شده است (Dhar, 2013). از آنجا که روش *IDW* نیاز به ترسیم نیم تغییر نما ندارد، لذا استفاده از این روش به دلیل کاربرد آسان، رایج‌تر می‌باشد. زمانی که تعداد نقاط مشاهده کمتر از ۳۰ عدد باشد استفاده از روش *IDW* بیشتر توصیه می‌گردد (Sluiter, 2009).

بر اساس نتایج بیشترین مقدار خطای ملاحظه شده مربوط به عنصر کلرید و روش RBF به مقدار ۰/3149 می‌باشد. و کمترین مقدار خطا مربوط به عنصر PH و روش *IDW* به مقدار 0/00015 می‌باشد.

۶- نتیجه گیری

بر اساس مشاهده نقشه‌های درون‌یابی شده بیشترین مقدار آلودگی در منطقه که در نقشه زیر با کادر زرد رنگ مشخص شده مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است طبق نقشه (۵) کاربری این مناطق نمکزار یا مرتع کم‌ترانم می‌باشد که احتمال نفوذ آب شور همراه با املاح دلیلی برافت کیفیت آب این منطقه دارد.



شکل ۵: نقشه مناطق با آلودگی بالا در دشت فتویه

۷- منابع

- ۱- اسکی لاریجانی، م. (۱۳۸۷) "اصول شیمی آب. تهران"، انتشارات دولتمند.
- ۲- احمد پور، ع. (۱۳۸۶) "بررسی منابع آلاینده کروم و روش حذف آن با استفاده از جاذب نانو ساختار" سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
- ۳- شعبانی، د. (۱۳۸۷) "بررسی غلظت نیترات منابع آب زیرزمینی شرب و کشاورزی شهرستان‌های شاهرود و دامغان"، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۲۵(۱۳۱): ۱۱۷-۱۲۷.
- ۴- ملکیان، ن. (۱۳۹۶) "مقایسه راندمان حذف کروم، نیکل و کادمیوم از فاضلاب‌های صنعتی توسط کنترل‌کننده‌ها پی‌اچ"، مجله پژوهشی حکیم، مرکز ملی تحقیقات علوم پزشکی کشور، دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۵۲-۵۹.

- ۵- مدنی، ح.، (۱۳۷۳)، "مبانی زمین آمار"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۶۵۹ ص.
- ۶- موسیری، ف.، (۱۳۹۵) " توسعه یک مدل پشتیبان تصمیم چند معیاره مبنی بر GIS برای طراحی شبکه پایش آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت گتوند-عقیلی) " پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اراک.
- 7- Cressie, N. (1991) " Statistics for spatial data" Join Wiley.
- 8- Freeze, R. A., and Cherry, J. A. (1979) " Groundwater" New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- 9- Sluiter, C.(2008) " Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater" . Journal of Hazardous Materials. 2008; 151 (1):1-8.
- 10- Dhar, A. (2013) " Geostatistics-based design of regional groundwater monitoring framework". ISH Journal of Hydraulic Engineering. Vol. 19, No. 2, 80–87,

Use of statistical methods to determine water quality Hormozgan Province Fotoye Plain

Somayeh Angbini *¹, javad khodavesi², Amin Ghasami³, ala amirian⁴

1- Director of the Hormozgan Abbey Research Bureau ,s.angebini@gmail.com

2- Director of Bushehr Abbey Research Bureau

,javad.khodavisy@gmail.com

3- Managing Director of Hormozgan Abbey Company,

amin.ghasami@gmail.com

2- 4-Deputy Head of Hormozgan Abbey Operations, ala@gmail.com

Abstract

The optimal management of water resources, maintaining and improving their quality, requires the availability of data on the location, amount and distribution of chemical agents in a given geographic region. Selection and accuracy of appropriate zoning methods and the preparation of a map of changes in the qualitative characteristics of underground waters depends on the conditions of the region and the availability of sufficient statistics and data, the correct selection of which is a fundamental step. In the management of water resources in the region. In this research, the quality of groundwater was studied in Fetouya plain located in Bastak city of Hormozgan province. To do this, 45 wells were evaluated from the scope of the study. To this end, five elements of pH MG, CA, SO₄, CL were taken. Interpolation results using three Kriging, RBF and IDW methods show that Kriging and RBF methods have a high error in interpolation and the creation of qualitative measurement maps due to the non-normalization of data.

Keywords: Fathi Plain, Kriging Method, IDW Method, Qualitative Evaluation