

بررسی وضعیت اسیدیته منابع مختلف آبی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار (مطالعه موردی: دشت سیرجان استان کرمان)

علیرضا شهسواری^۱، علیجان آبکار^۲، حمزه سعیدیان^{۳*}

چکیده

یکی از پارامترهای مهمی که در آبخوان‌های مختلف حوزه‌های آبخیز مورد تجزیه و تحلیل دقیق قرار می‌گیرد، اسیدیته آب است که علت آن به اهمیت بالای میزان اسیدی و قلیایی بودن منابع آبی در شرب انسان و احشام بر می‌گردد. در این تحقیق مقدار اسیدیته ۵۵ منبع آبی در آبخوان دشت سیرجان مطالعه شد. سپس روش‌های زمین‌آمار عکس فاصله، فاصله نرمال، کریجینگ معمولی برای پهنه‌بندی اسیدیته آب مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی مدل‌های تخمین و پیش‌بینی، شاخص‌های R^2 ، RMSE، MAE، MSE و R NS به کار گرفته شد. پس از انتخاب بهترین روش میان‌یابی، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی مربوط به اسیدیته آب از محیط نرم‌افزاری GS^+ و ArcGIS استخراج گردید. نتایج تحقیق نشان داد که در مجموع میانگین کل اسیدیته آب در منابع آبی بررسی شده آبخوان آبرفتی دشت سیرجان ۷/۴۸۳۸۲ است. بنابراین با توجه به میانگین کل اسیدیته دشت سیرجان که کمی بالاتر از ۷ می‌باشد، اندکی قلیایی بودن آب در منابع آبی بررسی شده مشهود می‌باشد. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که حداقل میزان اسیدیته آب ۶/۰۸ می‌باشد که مربوط به منبع آبی منطقه جعفرآباد می‌باشد و حداکثر میزان اسیدیته آب نیز ۸/۸ می‌باشد که مربوط به منبع آبی محمد کاظم یزدانی-فرودگاه می‌باشد و بقیه منابع آبی بین این دو میزان اسیدیته قرار گرفتند. روش کریجینگ معمولی از نظر ضریب تعیین و ضریب همبستگی و ضریب ناش-ساتنکلیف، مجذور میانگین مربعات خطا و میانگین مطلق خطا و میانگین مربعات خطا، بهترین روش جهت ارزیابی مدل‌های نیم تغییرنا برآزش داده شده جهت پهنه‌بندی برای مقدار اسیدیته آب تشخیص داده شد. نتایج تحقیق نشان داد که در مرکز و شمال دشت سیرجان به دلیل فاضلاب‌های ناشی از جمعیت شهر سیرجان و تراکم اراضی کشاورزی و استفاده از برخی کودهای شیمیایی به صورت لکه‌ای میزان اسیدیته آب نسبت به سایر قسمت‌های دشت افزایش می‌یابد و این افزایش حداکثر در محدوده شهر سیرجان قابل مشاهده است.

واژگان کلیدی:

کریجینگ معمولی، شاخص، پهنه‌بندی، آبخوان.



مقاله پژوهشی

۱. کارشناس ارشد آبخیزداری مدیریت جهاد کشاورزی، سیرجان، ایران.

alirezashasavaripoor@yahoo.com

۲. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج. کرمان، ایران.

abkar804@yahoo.com

۳. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج. کرمان، ایران.

hamzah.4900@yahoo.com

نویسنده مسئول*

شماره مقاله: ۲۳۰۱-۱۰۴۷

شماره صفحه پایایی: ۳۸۵-۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۵/۲۰

زمان پذیرش: ۱۹۵ روز

استناددهی:

شهسواری، ع، آبکار، ع، و سعیدیان، ح. (۱۴۰۲). بررسی وضعیت اسیدیته منابع مختلف آبی با استفاده از روش‌های زمین‌آمار (مطالعه موردی: دشت سیرجان استان کرمان). مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۳(۱)، ۳۴-۴۴.

۱- مقدمه

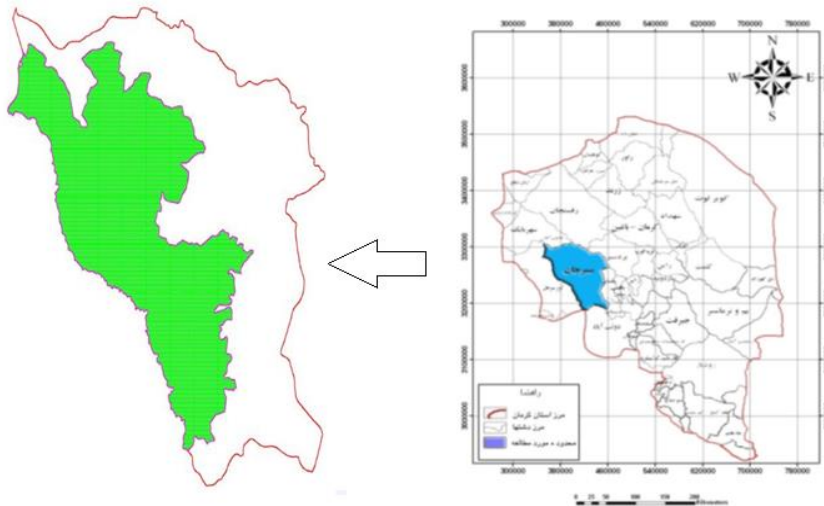
تعیین اسیدیته منابع آبی یکی از مهم‌ترین مقوله‌های مهم کیفیت آب‌های زیرزمینی است که توجه به آن از اهمیت بسیار بالایی در اقلیم‌های مختلف برخوردار می‌باشد. استفاده از منابع آبی دارای اسیدیته مناسب تأثیر به‌سزایی در سلامت انسان، دام و گیاهان ایفاء می‌کند. خاصیت اسیدی آب و تاثیرات نامطلوب زیاد یا کم بودن آن بر بدن انسان، دام و گیاهان اثرات جبران‌ناپذیری را می‌تواند ایجاد نماید. کاهش بیش از اندازه اسیدیته و قرار گرفتن آن در بازه کمتر از ۷ نشان‌دهنده اسیدی شدن آن می‌باشد که اثرات نامطلوبی مانند بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، کاهش قدرت سیستم ایمنی بدن، افزایش وزن و دیابت و غیره را بر بدن ایجاد می‌کند. برخی از گیاهان در طبیعت نیز نسبت به اسیدی یا باز بودن آب به شدت عکس العمل نشان داده و تغییر رنگ می‌دهند. ایران از جمله کشورهایی است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته و دارای مشکلات بسیاری در زمینه تأمین آب می‌باشد (نوشادی و افسری، ۱۳۹۹). یکی از عوامل مهم و اساسی توسعه در هر منطقه فراهم بودن منابع آب مناسب است (ناظری بهرودی و همکاران، ۱۳۹۵؛ هنربخش و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به رشد روز افزون جمعیت و کمبود منابع آب سطحی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک و نیاز مبرم به تأمین آب با کیفیت مناسب جهت شرب و مصارف دیگر توجه به کیفیت منابع آب زیرزمینی دو چندان خواهد شد (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۵). ضمناً با توجه به رشد جمعیت و همچنین رشد صنعت و توسعه بخش کشاورزی، استخراج آب‌های زیر زمینی افزایش یافته است (Grace, 2020). معمولاً تغییرات در کیفیت آب‌های زیرزمینی بر اثر مدیریت نادرست در استفاده از منابع آب‌های زیر زمینی ایجاد می‌شود (یکتاپرست موافق و امیری، ۱۳۹۵). از منابع ارزشمند تهیه آب برای شرب، کشاورزی و صنعت، آب‌های زیرزمینی می‌باشند. بنابراین با توجه به تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی که می‌تواند در اثر فعالیت‌های انسان باشد، بررسی آنها به منظور حفظ کیفیت آنها امری ضروری است (پور مقدس، ۱۳۸۲). مطالعه زمین‌آمار در بیان کمی تغییرات مکانی و زمانی متغیرها یک ابزار کارآمد و مناسب محسوب می‌شود (Flipo et al., 2007). امروزه مطالعات بسیاری در مورد کیفیت آب‌های زیرزمینی و پیشگیری از آلودگی آنها در اکثر کشورها انجام گرفته است (توانا و دهان زاده، ۱۳۸۹). ضمناً در بسیاری از پژوهش‌ها به منظور شناسایی نواحی با پتانسیل بالا برای بسیاری از کاربردهای مرتبط با منابع آبی از سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است (Selvam et al., 2015; Mirakhorlo and Rahimzadegan, 2018; Dash et al., 2010). به بررسی تغییرات مکانی و ویژگی‌های شیمیایی کیفیت آب زیرزمینی در دهلی نو پرداختند و بیان کردند که نیم تغییر نمای این ویژگی‌ها از مدل کروی تبعیت می‌کنند و همچنین برای تخمین و تحلیل تغییرات مکانی از روش کریجینگ معمولی استفاده نمودند. فضل اولی و پوریزدان خواه (۱۴۰۱) بیان کردند که نقشه‌های حاصل از روش کریجینگ شاخص نشان دادند که در اکثر مناطق استان مازندران احتمال آسیب‌پذیری بر اساس pH آب‌های زیر زمینی برای باغ‌های مرکبات و مزارع برنج منطقه مورد مطالعه در محدوده ۰ تا ۲۰ درصد قرار دارد و در بخش‌های بسیار کمی در قسمت‌های شرقی استان خطر به ۲۰ تا ۴۰ درصد می‌رسد. امکان دسترسی به حجم زیادی از داده‌ها در زمینه‌های مختلف مهندسی آب با پیشرفت تکنیک‌های مختلف سنجش از دور و همچنین استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت و کیفیت آب در مناطق مختلف جهان مهیا شده است (Sun et al., 2009; Al-Kouri et al.; Ahmadi et al., 2012). Zhou et al., 2012; al., 2010). با استفاده از زمین‌آمار سطحی پیوسته از خصوصیات آماری نقاط معلوم را می‌توان به وجود آورد (Deutsch, 2002). تعیین کمیت و همچنین کیفیت منابع مختلف آبی در اقلیم‌های مختلف در سراسر دنیا بسیار حائز اهمیت می‌باشد ولی این مهم در مناطق دارای اقلیم‌های خشک، نیمه خشک و کویری به علت کمبود منابع آبی فوق‌العاده مهم می‌باشد و بنابراین شناسایی منابع آبی با کیفیت مناسب برای شرب انسان‌ها و دام‌ها می‌تواند در جلوگیری از به وجود آمدن انواع بیماری‌ها و همچنین گسترش آنها بسیار مهم و حیاتی در اقلیم‌های مختلف می‌باشد. هدف تحقیق حاضر بررسی وضعیت اسیدیته منابع مختلف آبی با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌آمار در دشت سیرجان استان کرمان است و با توجه به اهمیت بالای کمیت و کیفیت منابع آبی در استان‌های کویری مانند کرمان، ارزش تحقیق دو چندان می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی دشت سیرجان بخشی از حوزه آبریز درجه ۲ (۳۰ گانه) ابرقو-سیرجان بوده و حوزه آبریز ابرقو-سیرجان جزء حوزه آبریز درجه ۱ (۶ گانه) فلات مرکزی ایران می‌باشد. این محدوده مطالعاتی با وسعت ۱۲۵۲۷ کیلومتر مربع بین طول‌های ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و عرض‌های ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی قرار دارد. محدوده مطالعاتی سیرجان شامل ۶۵۲۸ کیلومتر مربع دشت و بقیه ارتفاعات است حداکثر ارتفاع ۳۸۱۳ متر را در سمت ارتفاعات شمال شرق شامل می‌گردد. حداقل ارتفاع این محدوده مطالعاتی برابر با ۱۶۵۰ متر و در کویر غربی است و ارتفاع متوسط مرکز دشت سیرجان نیز ۱۷۷۰ متر ذکر گردیده است. حاشیه کویر دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد و خشک می‌باشد (شکل ۱). در دشت سیرجان جنس زمین اغلب از نوع مخروط افکنه‌های جوان، ماسه بادی و رس می‌باشد. متوسط ضخامت آبرفت در دشت سیرجان ۱۵۰ متر و حداکثر ۲۵۰ متر می‌باشد. عمق سنگ کف در شمال و شمال شرقی دشت زیاد و به سمت جنوب و جنوب غربی دشت کاهش می‌یابد. محدوده مورد مطالعه بوسیله گسل‌های متعددی به بلوک‌های مختلف تقسیم گردیده است. شمال شرقی منطقه از تاقدیس

گنبدی شکل که شدیداً توسط گسل‌ها شکسته و گسله شده و توده‌های نفوذی آن را قطع کرده، تشکیل یافته است. به‌طور کلی امتداد محور این طاقدیس دارای روند شرقی-غربی می‌باشد و ساختمان‌های کوچکتر همراه با آن نیز دارای همان امتداد می‌باشند. روند کلی گسل‌های منطقه شمال شرقی-جنوب غربی و شمالی-جنوبی می‌باشد. این ناحیه از نظر موقعیت زمین‌شناسی در ایران مرکزی و در قسمتی از زون ساختمانی سنندج سیرجان واقع شده و بدین لحاظ گسترش سنگ‌های متامرفیکی در این منطقه زیاد می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت شهرستان سیرجان بر روی نقشه ایران و همچنین موقعیت منطقه مطالعه شده

۲-۲- روش تحقیق

به‌منظور بررسی کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی دشت سیرجان از نظر تغییرات مکانی اسیدیته آب این تحقیق به صورت مقطعی انجام گردید. در ابتدا محدوده آبخوان‌های مهم شهرستان بر اساس نقشه‌های رقومی ترسیم مرز محدوده‌های مطالعاتی بر روی نقشه ۱/۲۵۰۰۰ تعیین شد. در مرحله بعد حوزه‌های آبریز مشرف به دشت‌های مهم شهرستان تعیین و جنس زمین‌شناسی آنها تعیین گردید. به‌منظور بررسی فعالیت‌های معدنی و اثر آن به میزان اسیدیته آب‌ها موقعیت معادن مهم شهرستان مثل معدن مس چهارگنبد، گل گهر، معدن سرچشمه و معدن مس تخت گنبد مشخص گردید. سپس با توجه به مساحت، آبخوان‌های مهم شهرستان به شبکه‌های دو تا چهار کیلومتری تقسیم‌بندی شد به طوری که حداقل نمونه‌های لازم از هر منطقه قابل برداشت باشد. در این تحقیق میزان اسیدیته ۵۵ منبع آبی در آبخوان دشت سیرجان بررسی شد. به دلیل حساسیت آب شرب دشت‌ها سعی بر این شد که از کلیه چاه‌های آب شرب و قنوات و چشمه‌ها نمونه‌برداری صورت گیرد. اسیدیته آب بلافاصله بعد از برداشت در محل اندازه‌گیری شد و محل‌های برداشت با دستگاه GPS تعیین گردیدند. در هنگام برداشت سعی بر این شد کلیه نکات مربوط به دستورالعمل تهیه شده توسط اداره بهداشت آب و فاضلاب مرکز سلامت وزارت بهداشت و درمان ایران و آژانس حفظ محیط زیست آمریکا (EPA) رعایت گردد. جهت نمونه‌برداری از بطری‌های پی وی سی یک لیتری استفاده گردید و قبل از برداشت با آب مقطر به طور کامل شستشو داده شدند. نقاط نمونه‌برداری شده تقریباً به‌گونه‌ای پراکنده شده است که با پوشش دادن تمامی سطح آبخوان قادر به بررسی همبستگی مکانی متغیر مورد بررسی باشند. سپس از روش کلوموگروف-اسمیرنوف برای تست نرمال بودن توزیع داده‌های اسیدیته آب زیرزمینی استفاده گردید. واریوگرام (نیم تغییرنا) مناسب برای ساختار فضایی داده‌ها انتخاب شد که این امر در محیط نرم‌افزار زمین‌آماری GS⁺ صورت گرفت. برای محاسبه و تعیین مدل نیم تغییرنا، تجربی، ابتداء مجذور اختلاف مقدار یک کمیت در دو نقطه به فاصله h، محاسبه شد. این محاسبه در مورد تمامی نقاطی که به فاصله h از یکدیگر قرار دارند، انجام می‌شود و میانگین مجذور اختلاف‌ها محاسبه می‌گردد. در این پژوهش جهت ترسیم نقشه دشت از نرم افزار اتوکد^۱ استفاده شد. سپس جهت تعیین نقاط نمونه‌برداری بر روی دشت نرم افزارهای Google Earth و Global Mapper به کار برده شدند. ضمناً برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد مدل‌های تخمین و پیش‌بینی میزان اسیدیته آب، از شاخص‌های ضریب تعیین^۲، مجذور میانگین مربعات خطا^۳، میانگین مربعات خطا^۴، میانگین مطلق خطا^۵ و ضریب همبستگی^۶ و ضریب ناس-ساتکلیف^۷ استفاده شد. پس از انتخاب بهترین روش میان‌یابی، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی مربوط به متغیر اسیدیته آب در محیط نرم‌افزاری GS⁺ تهیه گردیدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

1. Autocad

2. R-squared correlation (R2)

3. Root-Mean-Square Error (RMSE)

4. Mean squared error (MSE)

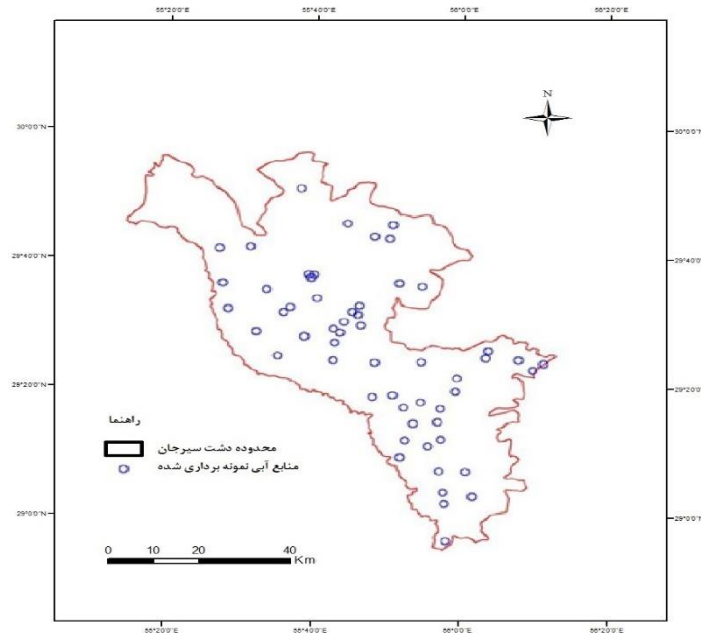
5. Mean Absolute Error (MAE)

6. Correlation (R)

7. Nash-Sutcliffe coefficient (NS)

۳- نتایج

نتایج پارمترهای آماری مختلف اسیدیته منابع آبی آبخوان دشت سیرجان در جدول‌های (۱) تا (۵) و شکل‌های (۱) تا (۴) ارائه شده است. نقاط نمونه‌برداری از اسیدیته منابع آبی مختلف نیز همراه با محدوده مورد مطالعه دشت سیرجان در شکل (۲) ارائه شده است.



شکل (۲): موقعیت منابع آب نمونه‌برداری شده در نقشه دشت سیرجان

اسیدیته آب یکی از مهمترین پارامترهای شیمیایی آب است که تعیین مقدار آن در استان‌های خشک و فراخشک به علت کمبود بارش از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد که این مهم در آبخوان ابرفتی دشت سیرجان مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج تحقیق نشان داد که در اسیدیته منابع آبی بررسی شده، حداقل میزان اسیدیته آب ۶/۰۸ است که مربوط به منبع آبی منطقه جعفرآباد می‌باشد و حداکثر میزان اسیدیته آب نیز ۸/۸ است که مربوط به منبع آبی محمد کاظم یزدانی-فرودگاه می‌باشد و بقیه منابع آبی بین این دو میزان اسیدیته قرار گرفتند.

جدول (۱): خلاصه آنالیز آماری اسیدیته آب

متغیر	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	چولگی	کشیدگی	واریانس	انحراف معیار	میانه	تعداد
pH	۶/۰۸	۸/۸	۷/۴۸۳۸۲	-۰/۵۶	۱/۲	-۰/۲۱۹۱۸	۰/۴۶۸۱۷	۸/۶	۵۵

جدول (۲): موقعیت منابع مورد مطالعه در این تحقیق بر روی دشت سیرجان

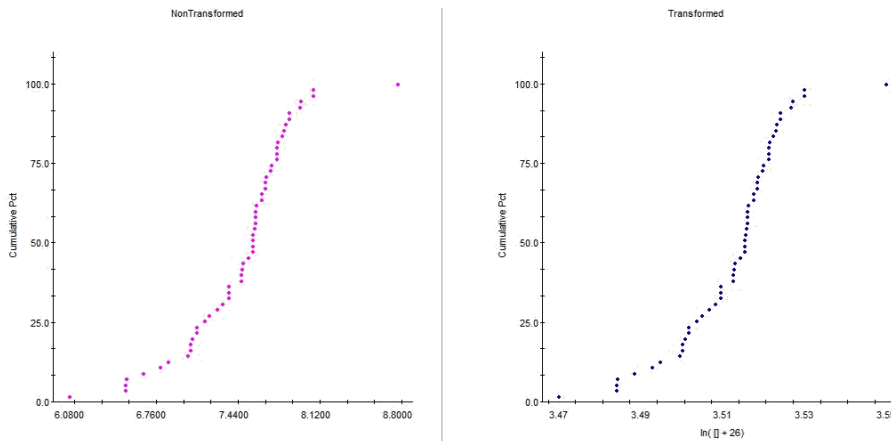
ردیف	نام محل	طول جغرافیایی (UTM)	عرض جغرافیایی (UTM)	pH
۱	اسحاق‌آباد	۳۸۳۳۸۵	۳۲۸۵۴۴۱	۷/۶۰۲
۲	قناتوت	۳۸۷۱۶۷	۳۲۸۸۴۹۹	۷/۶۲
۳	کشکوئیه بلورد	۴۰۶۴۷۷	۳۲۵۳۷۶۵	۷/۱۳
۴	چاه رضا رحمت	۳۹۷۵۶۷	۳۲۱۸۹۹۰	۷/۸۶
۵	کهن شهر	۳۹۳۰۱۲	۳۲۵۲۸۲۱	۷/۶۷
۶	قاسم‌آباد	۳۸۶۹۶۰	۳۲۴۴۲۰۶	۷/۸۴
۷	کران	۳۷۷۶۴۳	۳۲۸۸۹۷۶	۷/۷
۸	دوچاهی	۳۶۸۰۳۵	۳۲۹۸۰۶۵	۷/۹۹
۹	دارستان	۳۹۱۱۷۶	۳۲۳۶۸۴۸	۷/۸۷
۱۰	زمزرچ	۴۱۶۷۱۸	۳۲۵۰۵۲۲	۶/۵۵
۱۱	سلطان پیرغیب	۴۱۸۶۹۸	۳۲۵۲۲۸۰	۶/۸۳
۱۲	کفریز	۳۹۷۱۲۴	۳۲۳۲۶۷۵	۷/۷۵۷
۱۳	خومه سیرجان	۳۷۴۵۰۵	۳۲۶۱۴۹۳	۷/۴

ردیف	نام محل	طول جغرافیایی (UTM)	عرض جغرافیایی (UTM)	pH
۱۴	جنب شهرک نصر	۳۷۴۸۳۳	۳۲۵۷۹۸۳	۷/۹
۱۵	روبروی صدا و سیما	۳۷۶۸۲۸	۳۲۶۳۳۸۴	۷/۴
۱۶	جنب کارخانه لاستیک	۳۷۵۹۵۹	۳۲۶۰۵۳۶	۷/۸
۱۷	جنب کمربندی کرمان	۳۸۰۰۵۰	۳۲۶۷۴۹۴	۷/۹
۱۸	حومه شهر	۳۷۹۶۳۸	۳۲۶۲۹۲۵	۷/۷
۱۹	دشت شرقی سیرجان	۳۷۹۸۴۴	۳۲۶۵۲۰۳	۷/۸
۲۰	دشت شرقی سیرجان	۳۷۸۶۰۵	۳۲۶۵۹۰۱	۷/۵
۲۱	قنات ده قاضی	۳۸۶۵۳۴	۳۲۸۴۹۵۸	۷/۷۱
۲۲	قنات گوغین بلورد	۴۰۶۹۸۹	۳۲۵۵۶۶۰	۷/۷۵
۲۳	محمدمهدی اصطهباناتی	۳۷۴۴۸۲	۳۲۵۳۳۴۶	۷/۲۴
۲۴	ابراهیم‌آباد رضوی	۳۸۲۷۵۹	۳۲۴۳۷۵۹	۷/۶۱
۲۵	محمودآباد سید	۳۶۵۶۰۲	۳۲۶۷۲۲۰	۷/۵۱۵
۲۶	نصرت‌آباد	۳۶۴۱۷۲	۳۲۶۵۹۱۴	۷/۶
۲۷	چاه زهرا	۳۹۸۰۷۴	۳۲۰۶۲۳۷	۷/۸۰۶
۲۸	عزت‌آباد	۳۸۳۳۹۴	۳۲۵۲۷۱۴	۷/۶۳
۲۹	عسکرآباد	۳۸۹۲۳۸	۳۲۴۱۰۷۵	۷/۶
۳۰	کاظم‌آباد	۳۶۰۵۸۲	۳۲۷۱۸۹۷	۷/۴
۳۱	امیرآباد سوخک	۳۹۳۲۱۱	۳۲۷۲۴۵۷	۷/۰۸
۳۲	جنب صدا و سیما	۳۶۹۹۸۵	۳۲۷۴۸۷۰	۷/۶
۳۳	۱۷ کیلومتری شمال سیرجان	۳۶۹۵۳۳	۳۲۷۵۷۴۵	۷/۵۶
۳۴	شمال شرق سیرجان	۳۷۰۴۹۷	۳۲۷۵۵۹۹	۷/۵۱
۳۵	مهدی‌آباد زینلی	۳۹۱۹۵۲	۳۲۴۸۴۳۰	۷/۸
۳۶	موقوفه کرمانیان	۳۹۴۳۳۱	۳۲۳۰۹۰۷	۸/۱
۳۷	قنات مهدی‌آباد	۳۲۴۸۶۸۱	۴۰۱۱۲۴	۷/۳
۳۸	قنات میان‌آب	۴۱۳۳۴۷	۳۲۵۳۱۰۱	۷/۱
۳۹	ده بیابانی زیدآباد	۳۵۰۱۵۰	۳۲۸۲۰۵۰	۶/۵۴
۴۰	شیله حیدری	۴۰۲۱۰۰	۳۲۲۳۹۰۰	۷/۶۲
۴۱	موتورجلال سلطانی	۳۹۶۶۵۳	۳۲۲۴۰۶۵	۷/۱۳
۴۲	پشته اسبی	۳۹۶۸۰۰	۳۲۴۰۵۸۶	۷/۰۸
۴۳	قیچ آباد خواجهی	۳۹۱۹۹۹	۳۲۴۲۰۵۹	۶/۹
۴۴	شیله مارانی	۳۹۵۵۱۸	۳۲۳۷۰۰۲	۷/۵
۴۵	محمد کاظم یزدانی - فرودگاه	۳۷۰۹۸۲	۳۲۶۹۳۹۵	۸/۸
۴۶	محمدیه زیدآباد	۳۶۰۲۱۷	۳۲۷۵۴۲۴	۸
۴۷	خرم‌آباد احمد گلزاری	۳۶۸۷۵۱	۳۲۵۹۵۰۹	۷/۶۲
۴۸	طاقی مظفر عباسلو	۳۹۷۵۱۶	۳۲۱۵۷۳۰	۷/۰۶
۴۹	موتور غلامرضا صفاری	۴۰۲۷۳۱	۳۲۱۷۷۱۱	۸/۱
۵۰	قنات یحیی‌آباد	۳۸۶۱۱۷	۳۲۷۹۸۳۵	۷/۳۵
۵۱	اسلام‌آباد زیدآباد برومند و میرشاهی	۳۵۷۷۶۵	۳۲۸۳۰۴۵	۷/۶۷
۵۲	ملاحاجی	۳۵۲۵۸۶	۳۲۶۶۷۸۵	۶/۵۴
۵۳	جعفرآباد	۳۵۱۴۳۰	۳۲۷۳۴۲۰	۶/۰۸
۵۴	قنات فیروزه	۳۵۸۶۷۸	۳۲۶۱۱۷۷	۷/۲
۵۵	ده ترکان احمد حکمتی	۳۶۳۱۸۲	۳۲۵۴۸۰۲	۶/۶۹

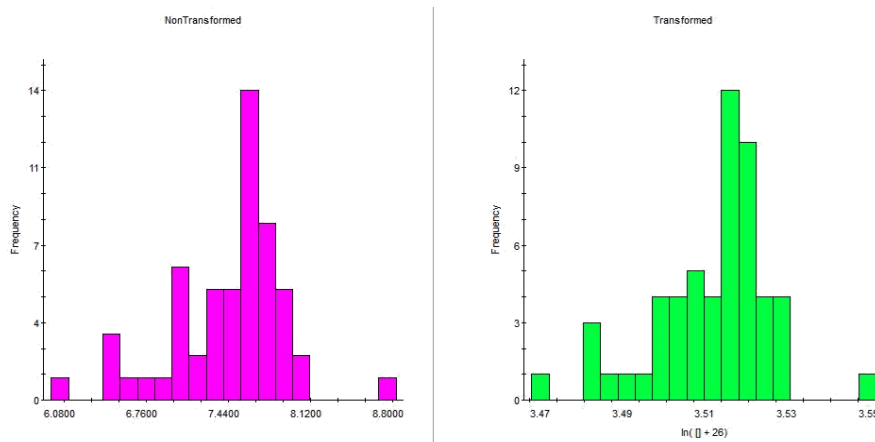
جدول (۳): نتایج تست نرمالیت با آزمون کلوموگراف-اسمیرنوف و شاپیرو و بلیک

آزمون شاپیرو-و بلیک			آزمون کلوموگراف-اسمیرنوف			pH
Sig.	df	Statistic	Sig.	df	Statistic	
۰/۰۱۰	۵۵	۰/۹۴۲	۰/۰۰۳	۵۵	۰/۱۵۰	

نتایج تحقیق در بررسی مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییر نماهای تجربی مقدار اسیدیته آب در آبخوان آبرفتی دشت سیرجان نشان داد که اثر قطعه‌ای در مدل نمایی با مقدار $۱/۱۴ \times ۱۰^{-۴}$ از همه مدل‌های دیگر کمتر می‌باشد و اثر قطعه‌ای در مدل گوسین با مقدار $۱/۵۱ \times ۱۰^{-۴}$ از همه مدل‌های دیگر بررسی شده بیشتر می‌باشد. همچنین مقدار آستانه در مدل خطی با مقدار $۲/۷۷۵ \times ۱۰^{-۴}$ از همه مدل‌های دیگر کمتر می‌باشد و مقدار آستانه در مدل گوسین با مقدار $۸/۵ \times ۱۰^{-۴}$ از همه مدل‌های دیگر بیشتر می‌باشد. مقدار اثر قطعه‌ای به آستانه در مدل خطی نسبت به دیگر مدل‌ها کمترین مقدار می‌باشد و در مدل گوسین بیشترین مقدار می‌باشد.



شکل (۳): فراوانی متغیر pH قبل و بعد از نرمال سازی با گرفتن لگاریتم از داده‌ها



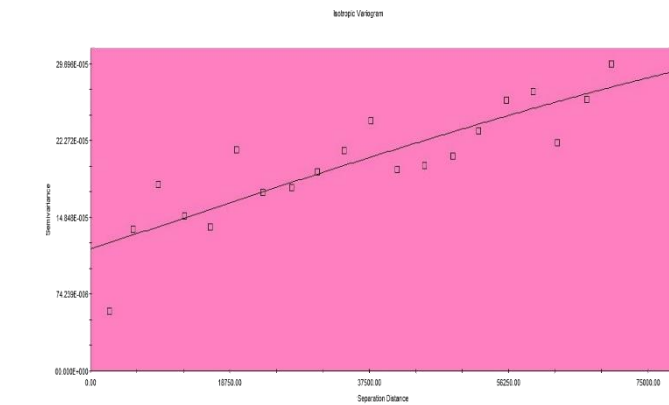
شکل (۴): فراوانی تجمعی متغیر pH قبل و بعد از نرمال سازی با گرفتن لگاریتم از داده‌ها

جدول (۴): مشخصات مدل‌های برازش شده به نیم تغییرنماهای تجربی داده‌های اسیدیته آب

مناسب‌ترین مدل	RSS	r ²	C ₀ /(C ₀ +C)	دامنه تأثیر (m)	آستانه (C ₀ +C)	اثر قطعه‌ای C ₀	
	۱/۴۳۲×۱۰ ^{-۸}	۰/۷۵۲	۰/۶۷۱	۴۸۷۰۰	۳/۵۷×۱۰ ^{-۴}	۱/۱۷۵×۱۰ ^{-۴}	کروی
*	۱/۳۹۹×۱۰ ^{-۸}	۰/۷۵۸	۰/۷۹۳	۶۶۵۰۰	۵/۵۱×۱۰ ^{-۴}	۱/۱۴×۱۰ ^{-۴}	نمایی
	۱/۸۸۷×۱۰ ^{-۷}	۰/۷۴۹	۰/۵۶۸	۷۰۰۷۹	۲/۷۷۵×۱۰ ^{-۴}	۱/۲×۱۰ ^{-۴}	خطی
	۱/۹×۱۰ ^{-۸}	۰/۶۷۱	۰/۸۲۲	۵۸۹۴۱	۸/۵×۱۰ ^{-۴}	۱/۵۱×۱۰ ^{-۴}	گوسی

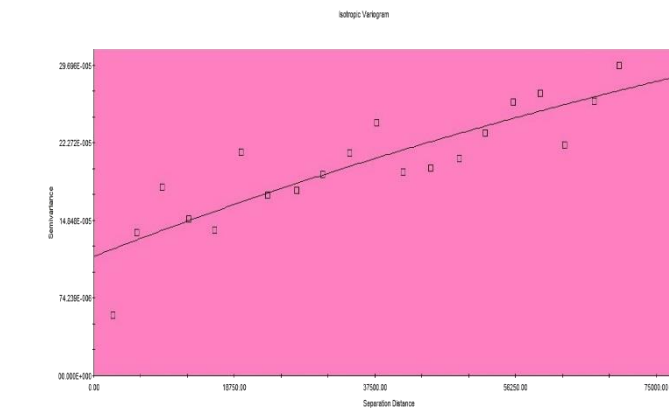
* نشان‌دهنده مناسب‌ترین مدل

نتایج تحقیق همچنین نشان داد که روش کریجینگ معمولی دارای بیشترین ضریب تعیین با مقدار ۰/۹۹۸۴۶ و روش فاصله نرمال دارای کمترین ضریب تعیین با مقدار ۰/۹۹۸۲ می‌باشد. البته میزان اختلاف ضریب تعیین در همه روش بررسی شده بسیار اندک می‌باشند. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر ضریب تعیین کریجینگ معمولی می‌باشد و همچنین روش کریجینگ معمولی دارای ضریب همبستگی با مقدار ۱ می‌باشد و روش عکس فاصله و فاصله نرمال ضریب همبستگی صفر را از خود نشان دادند. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر ضریب همبستگی کریجینگ معمولی می‌باشد. همچنین روش کریجینگ معمولی دارای کمترین میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۰۲۱۲۰۷ و روش فاصله نرمال با بیشترین میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۴۲۰۶۵۶ می‌باشد. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر میانگین مربعات خطا، کریجینگ معمولی می‌باشد. همچنین روش کریجینگ معمولی دارای کمترین مجذور میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۴۱۶۱۹۴ و روش فاصله نرمال دارای بیشترین مجذور میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۴۶۷۸۴ می‌باشد. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر مجذور میانگین مربعات خطا، کریجینگ معمولی می‌باشد. روش کریجینگ معمولی دارای کمترین میانگین مطلق خطا با مقدار ۰/۰۰۵۹۰۱ و روش فاصله نرمال دارای بیشترین میانگین مطلق خطا با مقدار ۰/۰۱۵۶۶۱ می‌باشد. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر میانگین مطلق خطا، کریجینگ معمولی می‌باشد. روش کریجینگ معمولی دارای بیشترین ضریب ناهمبستگی با مقدار ۰/۱۹۵۳۴۹ و روش فاصله نرمال دارای کمترین ضریب ناهمبستگی با مقدار ۰/۰۱۶۷۴ می‌باشد. بنابراین مناسب‌ترین روش از نظر ضریب ناهمبستگی، کریجینگ معمولی می‌باشد.



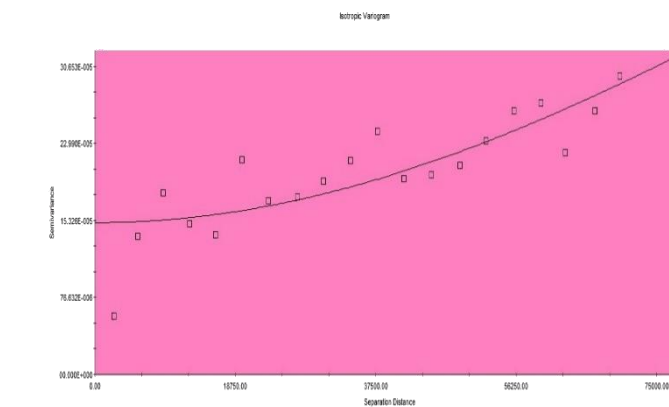
Spherical model (Ca = 1.175E+004, Co = C + 1.537E+004, Aa = 148700.00, C2 = 0.732, RSS = 1.432E+008)

شکل (۵): نیم تغییر نما مدل کروی متغیر اسیدیته آب



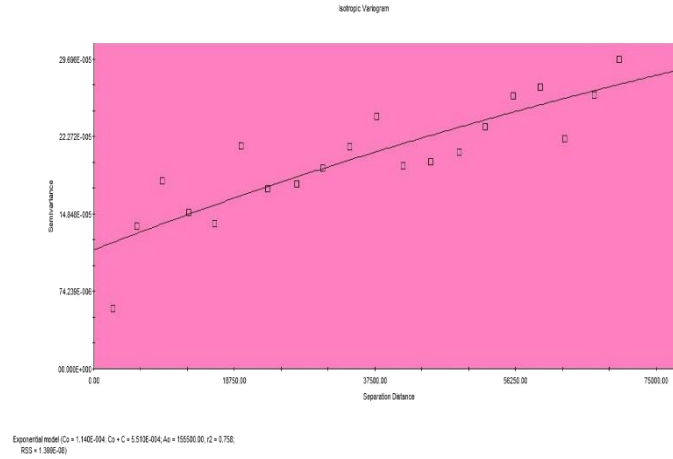
Exponential model (Ca = 1.144E+004, Co = C + 5.518E+004, Aa = 155500.00, C2 = 0.735, RSS = 1.386E+008)

شکل (۶): نیم تغییر نما مدلی متغیر اسیدیته آب



Gaussian model (Ca = 1.510E+004, Co = C + 6.509E+004, Aa = 148500.00, C2 = 0.671, RSS = 1.509E+008)

شکل (۷): نیم تغییر نما مدلی خطی متغیر اسیدیته آب

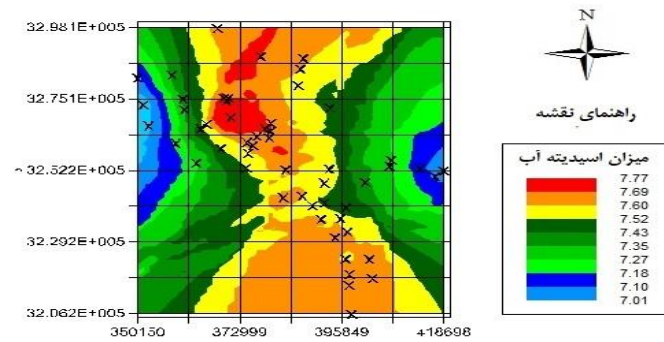


شکل (۸): نیم تغییر نما مدل گوسین متغیر اسیدپته آب

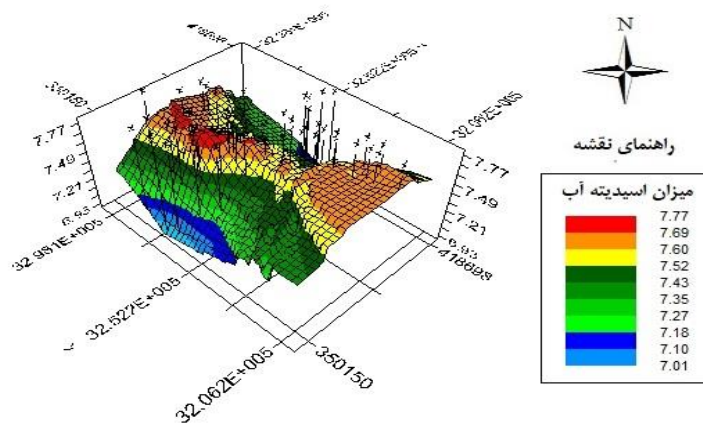
جدول (۵): نتایج حاصل از ارزیابی بهترین روش انجام شده جهت ارزیابی مدل ارائه شده متغیر اسیدپته آب

نوع روش	مدل	R ²	R	MSE	RMSE	MAE	NS	بهترین روش
کریجینگ معمولی	نمایی	۰/۹۹۸۴۶	۱	۰/۰۲۱۲۰۷	۰/۴۱۶۱۹۴	۰/۰۰۵۹۰۱	۰/۱۹۵۳۴۹	*
عکس فاصله	"	۰/۹۹۸۳۳	.	۰/۱۶۵۸۲۵	۰/۴۳۵۷۸۶	۰/۰۱۰۹۳۵	۰/۱۱۷۸۱۵	
فاصله نرمال	"	۰/۹۹۸۲	.	۰/۴۲۰۶۵۶	۰/۴۶۷۸۴	۰/۰۱۵۶۶۱	۰/۰۱۶۷۴	

* نشان دهنده بهترین روش



شکل (۹): نقشه پهنه‌بندی دو بعدی اسیدپته آب منطقه مورد مطالعه همراه با نقاط نمونه‌برداری شده



شکل (۱۰): نقشه پهنه‌بندی سه بعدی اسیدپته آب منطقه مورد مطالعه همراه با نقاط نمونه‌برداری شده

۴- بحث و نتیجه گیری

با توجه به حداقل و حداکثر اسیدیته آب به دست آمده، میزان تغییرات مکانی اسیدیته آب در آبخوان آبرفتی دشت سیرجان، زیاد می‌باشد که علت آن به وجود کاربری‌های مختلف و تاثیر آنها در میزان اسیدیته آب در دشت سیرجان بر می‌گردد. در مجموع میانگین کل اسیدیته آب در منابع آبی بررسی شده آبخوان آبرفتی دشت سیرجان ۷/۴۸۳۸۲ است. اسیدیته آب آشامیدنی یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین فاکتورها در سنجش میزان استاندارد بودن آن می‌باشد که تاثیر مستقیم بر سلامت بدن انسان و احشام دارد. این فاکتور در واقع قدرت اسیدی و قلیایی بودن آب را مورد بررسی قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که اسیدیته کمتر از ۷ خاصیت اسیدی را نشان داده و از ۷ بالاتر نشان‌دهنده قلیایی بودن آب می‌باشد. در بازه ۷ آب در حالت خنثی قرار داشته و نه اسیدی بوده و نه قلیایی می‌باشد. بنابراین با توجه به میانگین کل اسیدیته دشت سیرجان که کمی بالاتر از ۷ می‌باشد بنابراین اندکی قلیایی بودن آب در منابع آبی بررسی شده مشهود می‌باشد. البته با توجه به میزان حداقل و حداکثر اسیدیته آب منابع آبی بررسی شده در برخی منابع آبی حالت اسیدی بودن و حتی قلیایی بودن شدیدتر نیز کاملاً مشهود می‌باشد. در این پژوهش مدل گوسین با نسبت مولفه ساختاری (اثر قطعه‌ای) به آستانه با مقدار ۰/۸۲۲ دارای مطلوب‌ترین نیم تغییر نما (واریوگرام) می‌باشد و مدل خطی با نسبت مولفه ساختاری (اثر قطعه‌ای) به آستانه با مقدار ۰/۵۶۸ دارای ضعیف‌ترین نیم تغییر نما (واریوگرام) می‌باشد. در این پژوهش مدل خطی دارای بالاترین دامنه تاثیر و مدل کروی دارای کمترین دامنه تاثیر می‌باشد بنابراین چون مدل خطی دامنه تاثیر بیشتری نسبت به مدل‌های دیگر از خود نشان داد بنابراین دارای ساختار مکانی گسترده است و هر چه دامنه تاثیر گسترده‌تر باشد به تعداد نقاط کمتری برای تعیین نقاط نمونه‌برداری نشده نیاز می‌باشد. در این پژوهش کمترین باقیمانده مربعات خطا مربوط به مدل نمایی و بیشترین باقیمانده مربعات خطا مربوط به مدل گوسین می‌باشد. بنابراین از نظر باقیمانده مربعات خطا، مدل نمایی وضعیت مناسب‌تری را نشان می‌دهد. همچنین هر چه مقدار باقیمانده مربعات خطا کمتر باشد از نیم تغییر نما (واریوگرام) مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که مدل نمایی با ضریب تعیین ۰/۷۵۸ دارای بیشتر مقدار و مدل گوسین با ضریب تعیین ۰/۶۷۱ با کمترین مقدار ضریب تعیین می‌باشند. بنابراین از نظر ضریب تعیین مدل نمایی شرایط مناسب‌تری را نشان می‌دهد. در مجموع با توجه به همه پارامترهای آماری مدل نمایی مناسب‌ترین مدل تشخیص داده شد (جدول ۴). روش کریجینگ معمولی از نظر ضریب تعیین و ضریب همبستگی و ضریب ناش-ساتکلیف، مجذور میانگین مربعات خطا و میانگین مطلق خطا و میانگین مربعات خطا، بهترین روش جهت ارزیابی مدل‌های نیم تغییر نما برازش داده شده جهت پهنه‌بندی برای مقدار اسیدیته آب می‌باشد (جدول ۵) و نتایج مناسبی نیز در این پژوهش ارائه داده است که با نتایج تحقیق فضلی اولی و پوریزدان خواه (۱۴۰۱) و Dash et al. (۲۰۱۰) که نتایج قابل قبولی با استفاده از روش کریجینگ در ارتباط با تغییرات مکانی و ویژگی‌های شیمیایی کیفیت آب زیرزمینی و همچنین اسیدیته آب زیرزمینی به دست آوردند مطابقت دارد. روش فاصله نرمال از نظر ضریب تعیین و ضریب همبستگی و ضریب ناش-ساتکلیف، مجذور میانگین مربعات خطا و میانگین مطلق خطا و میانگین مربعات خطا، نامناسب‌ترین روش جهت ارزیابی مدل‌های نیم تغییر نما برازش داده شده جهت پهنه‌بندی برای مقدار اسیدیته آب تشخیص داده شد (جدول ۵). اسیدیته آب یکی از مهم‌ترین فاکتورها در استاندارد بودن آب آشامیدنی می‌باشد که میزان یون H مثبت در آن را نسبت به OH منفی اندازه گیری می‌کند بنابراین اهمیت فوق‌العاده‌ای در سلامت انسان و دام‌ها در حوزه‌های آبخیز سراسر کشور به خصوص در آبخوان‌ها دارد. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که در مرکز و شمال دشت سیرجان به دلیل فاضلاب‌های ناشی از جمعیت شهر سیرجان و تراکم اراضی کشاورزی و استفاده از برخی کودهای شیمیایی به صورت لکه‌ای (در بازدیدهای میدانی قابل مشاهده می‌باشد) میزان اسیدیته آب نسبت به سایر قسمت‌های دشت افزایش می‌یابد و این افزایش حداکثر در محدوده شهر سیرجان قابل مشاهده است که منطقی‌ترین دلیل برای افزایش اسیدیته آب در این منطقه می‌باشد. ضمناً مدیریت ضعیف پساب‌های کشاورزی عامل‌های اصلی و مهم اثرگذار بر شیمی آب‌های زیر زمینی می‌باشد (Busico et al., 2018). در قسمت غربی اسیدیته آب اندکی کاهش می‌یابد که احتمالاً به دلیل وجود کفه نمکی و برداشت نمک خالص از آن و تاثیر آن در این بخش از محدوده مورد مطالعه می‌باشد و همچنین در بخش کوچکی از قسمت شرقی دشت سیرجان به دلیل کیفیت مناسب آب‌های حوزه آبخیز شرقی، میزان اسیدیته آب در حد متعال می‌باشد و بقیه قسمت‌های دشت روند ثابتی بین ۷ تا ۷/۵ را نشان می‌دهد. بنابراین با توسعه اراضی کشاورزی و مسکونی امکان افزایش اسیدیته آب وجود دارد و احتمالاً رو به بدتر شدن کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه وجود دارد. معمولاً اطلاعات مربوط به مجموعه‌های زمانی ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی موجود در آبخوان‌ها حکایت از بدتر شدن کیفیت آب‌های زیر زمینی دارد (Sarah et al., 2011). بنابراین توصیه می‌شود نظارت بیشتری توسط سازمان‌های مربوط در آبخوان آبرفتی دشت سیرجان صورت گیرد تا از حالت قلیایی بودن بیشتر جلوگیری به عمل آید و فعالیت‌های مختلف در کاربری‌های متفاوت آبخوان آبرفتی دشت سیرجان که در افزایش و یا کاهش اسیدیته آب نقش موثری دارند، بیشتر کنترل شوند.

منابع

پور مقدس، ح. (۱۳۸۲). بررسی کیفیت آب‌های زیر زمینی لنجان اصفهان. دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، (۴)، ۳۱-۴۰.

- توانا، ا.، و دهان زاده، ب. (۱۳۸۹). پیش بینی پراکنش مکانی اسیدیته آب‌های زیر زمینی دشت نیشابور با استفاده از تکنیک زمین‌آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مهندسی آب، ۱(۱)، ۳۵-۴۱.
- فضل اولی، ر.، و پوربزدان خواه، ه. (۱۴۰۱). پهنه‌بندی pH آب‌های زیرزمینی و تعیین مناطق حساس برای رشد مرکبات و برنج در مازندران، آب و خاک، ۳۶(۵)، ۵۴۵-۵۵۹.
- ملکیان، آ.، رزندی، ی.، خلیقی سیگارودی، ش.، و فرخ زاده، ب. (۱۳۹۵). بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از رویکرد ترکیبی منطق بول، فازی و زمین‌آمار (مطالعه موردی: دشت ورامین)، پژوهش‌های آبخیزداری، ۲۹(۱۱۱)، ۸۷-۹۹.
- ناظری تهروردی، م.، هاشمی، ر.، احمدی، ف.، و ناظری تهروردی، ز. (۱۳۹۵). بررسی دقت مدل‌های ANFIS، SVM و GP در مدل‌سازی مقادیر دبی جریان رودخانه، اکوهیدرولوژی، ۳(۳)، ۳۴۷-۳۶۱.
- نوشادی، م.، و افسری، م. (۱۳۹۹). تعیین فرآیند بهینه ZLD برای استفاده دوباره از پساب سیستم‌های اسمز معکوس (مطالعه موردی: سیستم اسمز معکوس شهرستان لار)، پژوهش آب ایران، ۱۴(۲)، ۱۳۱-۱۴۳.
- هنر بخش، ا.، پژوهش، م.، زنگی آبادی، م.، و حیدری، م. (۱۳۹۵). بهینه‌سازی کاربری اراضی با استفاده از ترکیب روش‌های برنامه‌ریزی خطی فازی و تخصیص چندهدفه اراضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چلگرد)، اکوهیدرولوژی، ۳(۳)، ۳۶۳-۳۷۷.
- یکتاپرست موافق، ن.، و امیری، ا. (۱۳۹۵). ارزیابی پارامترهای کیفی آب‌های زیر زمینی استان گیلان با استفاده از زمین‌آمار و نرم افزار GS+ (مطالعه موردی: آبخوان غرب گیلان). پنجمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، آبان ۱۳۹۵، ۶۴۴-۶۵۷.
- Ahmadi, M., and Bagheban Zade Dezfouli, A. (2012). A geo-statistical approach to the change procedure study of under-ground water table in a GIS framework, case study: Razan-Ghahavand Plain, Hamedan Province, Iran. *Journal of Academic and Applied Studies*, 2(11), 56-69.
- Al-Kouri, O., Omar, H., Abu-Shariah, M., Mahmud, A.R., and Mansor, S. (2010). Geostatistical analysis of karst landscapes. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 15, 913-934.
- Busico, G., Cuoco, E., Kazakis, N., Colomba-ni, N., Mastrocicco, M., Tedesco, D., and Vou-douris, K. (2018). Multivariate statistical analysis to characterize/discriminate between anthropogenic and geogenic trace elements occurrence in the Campania Plain, Southern Italy. *Environmental Pollution*. 234, 260 – 269.
- Dash, J.P., Sarangi, A., and Singh D.K. (2010). Spatial variability of groundwater depth and quality Parameters in National Capital Territory of Delhi. *Environmental Management*, 45, 640-650.
- Deutsch, C.V. (2002). *Geostatistical reservoir modeling*. Oxford University Press, 376p.
- Flipo, N., Jeanne e, N., poulin, M., Even, S., and Ledoux, E. (2007). Assessment of nitrate pollution in the Grand Morin aquifers (France): Combined use of geostatistics and physically based modeling *Environmental pollution*, 146, 241-256.
- Grace, M. S. (2020). A Geospatial Analysis of Ground Water Quality Mapping using GIS in Sangareddy District. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)* 9, 1150-1153.
- Mirakhorlo, M.S., and Rahimzadegan, M. (2018). Application of sediment rating curves to evaluate efficiency of EPM and MPSIAC using RS and GIS. *Environmental Earth Sciences*, 77(20), 723.
- Sarah, T., Marc, L., Ian, C., Guillaume, F., and Chris-tian, L. (2011). Arid zone groundwater re-charge and stalinization processes an ex-ample from the Lake Eyre Basin. *Journal of Hydrology*. 408, 257–275.
- Selvam, S., Magesh, N.S., Chidambaram, S., Rajamanickam, M., and Sashikkumar M.C. (2015). A GIS based identification of groundwater recharge potential zones using RS and IF technique: a case study in Ottapidaram taluk, Tuticorin district, Tamil Nadu. *Environmental Earth Sciences*, 73(7), 3785-3799.
- Sun, Y., Kang, S., Li, F., and Zhang, L. (2009). Comparison of interpolation methods for depth to groundwater and its temporal and spatial variations in the Minqin oasis of northwest China. *Environmental Modelling & Software*, 24(10), 1163-1170.
- Zhou, Z., Zhang, G., Yan, M., and Wang, J. (2012). Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(6), 3697-3710.

Investigation of acidity status of different water sources using geostatistical methods (Case study: Sirjan plain of Kerman province)

Alireza shasavaripoor¹, Alijan abkar², Hamzeh saeedivan^{*3}



Research Article

1. Senior expert in watershed management in agricultural jihad management of Sirjan city.

alirezashasavaripoor@yahoo.com

2. Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran.

abkar804@yahoo.com

3. Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran.

hamzah.4900@yahoo.com

*Corresponding author

Article Code: 2301-1047

Continus Pagnation: 385-395

Received: 17 Octobre 2023

Accepted: 28 April 2024

Online: 10 August 2024

Review speed: 195 days

Citation:

Shahsavari, A., Abkar, A., and saeedivan, H. (2023). Investigation of acidity status of different water sources using geostatistical methods (Case study: Sirjan plain of Kerman province). *Management of Natural Ecosystems*, 3(1), 34-44.

Abstract

One of the important parameters that is carefully analyzed in different aquifers of watersheds is the water acidity that due to the high importance of acidity and alkalinity of water resources in human and livestock drinking water. In this research, the acidity level of 55 water sources in the Sirjan plain aquifer was studied. Then, geostatistical methods such as inverse distance weight (IDW), normal distance weight (NDW), ordinary krigin (OK) were used for zoning of water acidity. indicators of Coefficient of determination (R²), root mean square error (RMSE), Mean Square Error (MSE), mean absolute error (MAE), correlation coefficient (R) and coefficient Nash - Sutcliff (NS), were used to evaluate the estimation and prediction models. After selecting the best method of interpolation, spatial zoning maps related to water acidity were extracted from Arc GIS and GS⁺ software. The results of research showed that the total average of water in the investigated water resources in alluvial aquifer of Sirjan plain is 7.48382. Therefore, according to the total average of water acidity of Sirjan plain that is slightly higher than 7, therefore, the alkalinity of water is evident slightly in the studied water resources. The results of research also showed that the minimum water acidity is 6.08 that is related to the water source of Jafarabad region and the maximum water acidity is 8.8 that is related to the water source of Mohammad Kazem Yazdani - the airport and the rest of the water resources were placed between these two levels of acidity. ordinary kriging (OK) method was determined in terms of Coefficient of determination (R²), root mean square error (RMSE), Mean Square Error (MSE), mean absolute error (MAE), correlation coefficient (R) and coefficient Nash - Sutcliff (NS) was recognized the best method for evaluating semi-variogram fitted models for zoning for water acidity. The results of research showed that in the center and north of Sirjan plain, due to sewage caused by the population of Sirjan city and the density of agricultural lands and the use of some chemical fertilizers in a spot manner, the amount of water acidity increases compared to other parts of the plain, and this maximum increase is visible in around Sirjan city.

Key Words:

Ordinary kriging, Index, Zoning, Aquifer.