

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره ده، دی ماه ۱۴۰۰ (۱۶۱-۱۷۷)

ارزیابی کیفیت آب زیر زمینی با استفاده از نرم افزار AqQA و تعیین مناسب ترین روش پهنه بندی (مطالعه موردی دشت رفسنجان)

علی نشاط *

a.neshat896@gmail.com

راضیه غلامرضایی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: تعیین کیفیت آب یکی از اصول مدیریتی حوضه ها و یکی از مهمترین موضوعات زیست محیطی و اجتماعی جهت مصارف شرب و کشاورزی می باشند. این مطالعه با هدف بررسی و طبقه بندی فراسنجهای مختلف خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی دشت رفسنجان و در سال زراعی ۱۳۹۷ خورشیدی انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه، به منظور بررسی کیفیت آب دشت رفسنجان، داده های کیفیت آب که توسط شرکت آب منطقه ای استان کرمان از ۳۳ حلقه چاه منطقه بین سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵ جمع آوری شده بودند، توسط نرم افزار AqQA مورد تجزیه و تحلیل و به کمک نمودارهای پایپر، شولر، ویلکاکس، دروو و استیف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: سپس به وسیله سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مناسب ترین روش درون یابی جهت پهنه بندی کیفیت آب از میان روش های وزن دهی عکس فاصله (IDW) با توانهای ۱، ۲ و ۳، تابع شعاعی (RBF)، تخمین گر عام (GPI)، تخمین گر موضعی (LPI) و روش کریجینگ انتخاب گردیدند.

بحث و نتیجه گیری: نتایج تجزیه و تحلیل کیفی آب بر اساس نمودار پایپر نشان داد که منطقه مورد مطالعه دارای رخساره Na - Cl بوده و در گروه آبهای شور قرار می گیرد. تفسیر نمودار دروو نیز نشان داد که میزان املاح محلول در آب منطقه بیشتر از ۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر بوده، که حاکی از زیاد بودن املاح در آب منطقه دارد. همچنین، نتایج نشان دادند که میزان شوری در منطقه مورد مطالعه در حد بسیار زیاد بوده و دلیل آن غالب بودن یون های کلر و سدیم در آب منطقه است.

واژه های کلیدی: کیفیت آبهای زیرزمینی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، AqQA، شهرستان رفسنجان.

۱- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد واحد کرمان. * (مسوول مکاتبات)
۲- کارشناس ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد واحد کرمان.

An Assessment of the Groundwater Quality Using the AqQA Model and Determination of the Most Suitable Method for Their Zoning (Case Study: Rafsanjan City, The Province of Kerman)

Ali Neshat^{1*}

a.neshat896@gmail.com

Razieh Gholamrazai²

Admission Date: February 12, 2020

Date Received: December 8, 2019

Abstract

Background and Objective: Water quality determination is one of the basins management principles and one of the most important environmental and social issues in the world. In this study, in order to evaluate the water quality of Rafsanjan plain.

Material and Methodology: Water quality data collected by Regional Water Company of Kerman from 33 wells of the region between 2002 and 2016, were analyzed by AqQA software. They were analyzed using Piper, Schoeller, Wilcox, Durov and Stiff graphs.

Findings: Then the most appropriate interpolation method for water quality zoning was selected by the Geographic Information System (GIS) among Inverse Distance Weighting (IDW) with powers of 1, 2 & 3 and Radial Basis Functions (RBF), Global Polynomial Interpolation (GPI), Local Polynomial Interpolation (LPI) and Kriging Method.

Discussion and Conclusion: The results of water quality analysis based on Piper diagram showed that the study area has Na-Cl profile that belongs to the saline water group. The interpretation of Durov curve indicated that the amount of water soluble minerals in the water of area was more than 1000 mg/l that indicates there are high level of minerals in the water of area. The results also showed that salinity was very high in the study area due to the dominance of sodium and chloride ions in the water of the area.

Key words: Groundwater Quality, Geographic Information System, AqQA, Rafsanjan.

1- Associate Professor, Irrigation and Drainage Department Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran. **(Corresponding Author)*

2- M.SC. Irrigation & Drainage, Islamic Azad University, Kerman Branch Kerman, Iran.

مقدمه

امروزه دسترسی به آب کافی و باکیفیت مناسب در زمان و مکان مناسب اهمیت زیادی داشته و هر گونه کمبود آب را مانعی در جهت توسعه می دانند. رشد سریع جمعیت و متناسب با آن نیاز فزاینده به منابع آبی، موجب بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل طبیعی آن شده و تراز آب در آبخوانهای بسیاری از نقاط دنیا منفی شده است.

محدوده مطالعاتی رفسنجان با وسعت ۱۲۵۱۴ کیلومتر مربع بین طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه در باند ارتفاعاتی ۱۴۰۰ متر تا ۳۴۴۳ متر بالاتر از سطح دریای آزاد گسترده است. (آب منطقه ای استان کرمان).

عدم وجود رودخانه دائمی در محدوده مطالعاتی رفسنجان موجب گردیده تا نیازهای آبی این محدوده بیشتر از طریق آبخوان آبرفتی مرتفع گردد. هر چند که در حدود چهل و پنج سال پیش قسمتی از نیازهای آبی از طریق آبهای سطحی و قسمت دیگر از طریق قنوات برآورده میشد ولی در طی سی و پنج سال اخیر به دلیل دسترسی آسان و به موقع به آب موجب گردیده تا حجم برداشت از چاهها به سرعت افزایش یابد. علیرغم این که افزایش برداشت و روند افت سطح آب زیرزمینی باعث گردیده تا این دشت قبل از سال ۱۳۵۷ ممنوعه شود ولی با اینحال همچنان برداشت از آب زیرزمینی روند صعودی دارد. نرم افزار AqQA با قابلیت انجام شش آزمون یکنواختی داده ها بر اساس روشهای معیار AWWA 1030-E و ترسیم 11 نوع نگاره، سری های زمانی، نمودارهای شولر، تعادل یونی، دروو، پایپر، استیف و همچنین محاسبه ی تعادل کربنات، TDS (Total dissolved solids)، چگالی و قابلیت هدایت الکتریکی، و دارا بودن دوپست نوع تحلیل از پیش تعیین شده آلی، غیرآلی، زیستی، ایزوتوپ ها و پرتوزا ابزار بسیار جدید و مناسبی برای تجزیه و تحلیل و بررسی کیفیت آب است. به عنوان مثال نتایج تحقیقات گذشته در تعیین کیفیت آب از جمله ناصری و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی شیمی آب و

زمین و تراز حوضه آبخیز دامنه سهند با استفاده از ترسیم نمودار پایپر در کلیه نواحی منطقه، گونه آب زیرزمینی را از نوع کلسیم/سدیم بیکربناته معرفی کردند. همچنین، کیفیت آب زیرزمینی را از نظر شرب و کشاورزی، خوب اعلام نمودند (۱). صالحی و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی تغییرات کیفیت آب در رود کشکان پل دختر استان لرستان به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب رود مورد مطالعه در حد متوسط برای نوشیدن و کشاورزی بوده است (۲). خمر و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی کیفیت منابع آب رادر منطقه معدنی کوه زر در غرب تربت حیدریه، پس از اندازه گیری کاتیونها و آنیونهای نمونه های آب برداشت شده از منابع زیرزمینی، گونه آب منطقه را Na-Cl و Na-HCO_3 مشخص کرده، و کیفیت آب را بر اساس نمودارهای شولر و ویلکاکس، از نظر شرب و کشاورزی نامناسب معرفی نمودند (۳). یتیک و همکاران (2009) شبیهی را در محیط برنامه Matlab و بر پایه GIS جهت بررسی کیفیت آب ارائه کرده اند. این شبیه با قابلیت نمایشهای گرافیکی قوی در محیط نرم افزار ArcMap با ورود داده کیفیت آب، قادر به پیش بینی تغییرات کیفیت آب منطقه است (۴). ماسامبا و مازیمایوی (۲۰۰۸)، با بررسی کیفیت آب رود تامالاکان در جمهوری بوتسوانا در جنوب آفریقا، دریافتند که نیترژن، pH، و اکسیژن محلول آب تحت تأثیر فعالیت‌های مختلف انسانی افزایش داشته است (۵). سلطانی و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از نرم افزار AqQA، کیفیت آب رود قره‌سور را در دو ترسالی و خشکسالی مقایسه نموده و نتیجه گرفتند که کیفیت آب این رود در دوره خشکسالی نسبت به ترسالی افت می‌نماید (۶). ساپا و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی کیفیت آب در جهت آبیاری و نوشیدن با استفاده از شبیه AqQA در ایتالیا اقدام نمودند که نتایج حاصل مناسب بودن کیفیت آب جهت شرب و آبیاری را نشان داد (۷). همچنین، پریا (۲۰۱۳) با استفاده از این شبیه کیفیت آب آبیاری در هند مورد بررسی قرار داد که نتایج مناسب بودن کیفیت آب منطقه مورد مطالعه را تایید کرد (۸). مستکملی و ترشیزیان (۲۰۰۰) با مطالعه کیفیت آب

مواد و روش ها

- منطقه مورد مطالعه

شهرستان رفسنجان یکی از محدوده های مطالعاتی استان کرمان است. مرکز آن شهر رفسنجان است. جمعیت این شهرستان بنا به سرشماری سال ۱۳۸۵ مرکز آمار ایران برابر ۲۹۵۱۷۵ نفر بوده است. این محدوده در شمال غرب استان کرمان واقع شده است و از لحاظ ارتباطی در سر راه دو شهر کرمان و یزد است. شهرستان رفسنجان دارای بخش های مرکزی، نوق، کشکوئیه، فردوس و شهرهای رفسنجان، مس سرچشمه، کشکوئیه، بهرمان، امین شهر (حسین آباد) می باشد، شهرستان شهرابک در سال ۱۳۵۴ و شهرستان انار در سال ۱۳۸۸ از این شهرستان منفک و مستقل گردیده اند. از شمال به شهرستان بافق در استان یزد از جنوب به شهرستانهای سیرجان و بردسیر و از مغرب به انار شهرابک و از مشرق به کرمان و از شمال شرق به شهرستان زرنند محدود میشود. ارتفاع این شهرستان در مرکز شهر ۱۴۶۹ متر از سطح دریا است. ۴۵٪ از جمعیت شهرستان در مناطق روستایی زندگی می کنند و مهمترین فعالیت اقتصادی آنها باغداری (کشت پسته) است. در ۵۰ کیلومتری جنوب این شهرستان کارخانجات مس سرچشمه واقع شده است که بزرگترین معادن مس ایران در آن فرآوری می شود.

روش کار

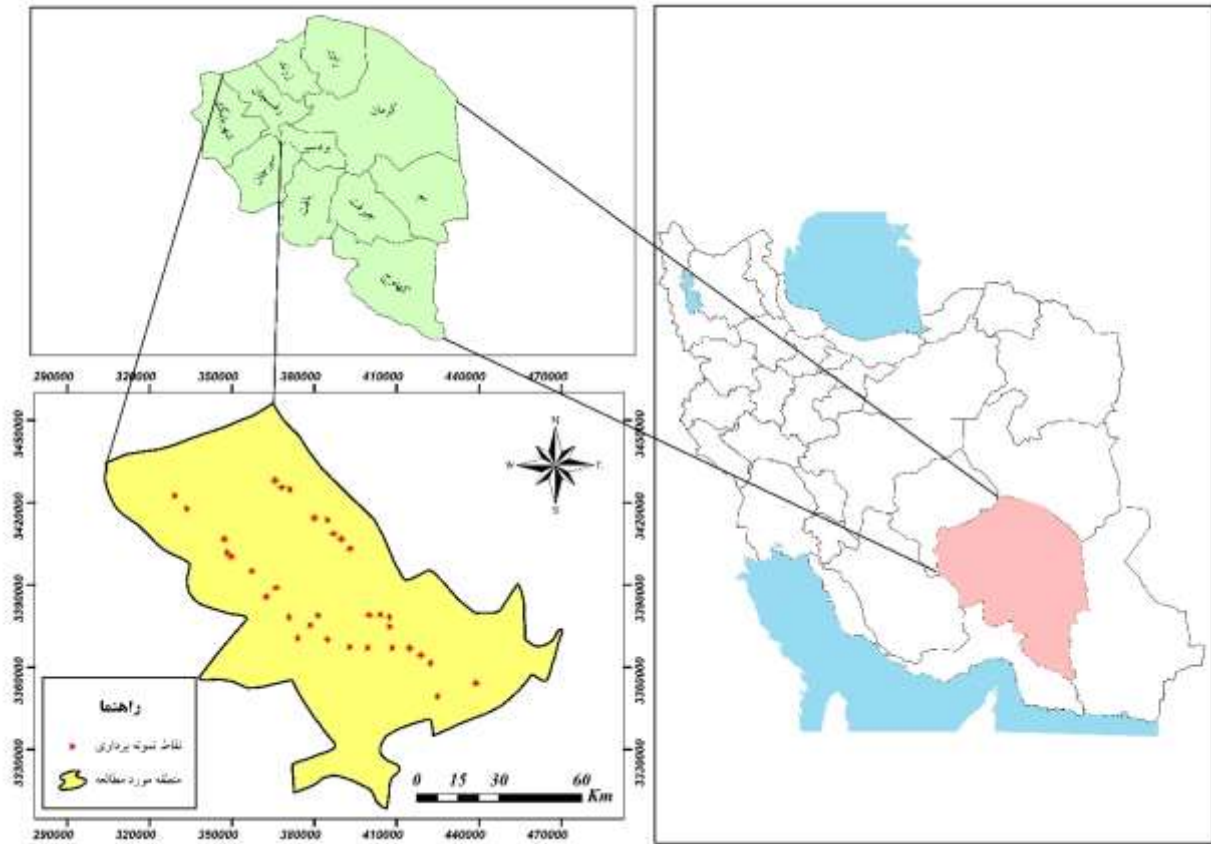
در این مطالعه، به منظور بررسی کیفیت آب دشت رفسنجان، داده های مربوط به فراسنجهای شیمیایی کیفیت آب، شامل بی کربنات (HCO_3)، سولفات (SO_4)، کلر (Cl)، سختی (TH)، کل املاح محلول (TDS)، نسبت جذب سدیم (SAR)، هدایت الکتریکی (EC)، درصد سدیم ($\text{Na}\%$)، منیزیم (Mg)، کلسیم (Ca) و pH در ۳۳ ایستگاه منطقه (چاه) مورد مطالعه بین سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵ از شرکت آب منطقه ای استان کرمان دریافت و با کاربرد نرم افزار AqQA مورد تجزیه و تحلیل واقع شدند. این مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۷ خورشیدی انجام شده است.

رودخانه های حوضه آبریز شیرین دره در استان خراسان شمالی از راه نمودارهای پایپر و استیف تیپ رخساره های شیمیایی آب را سولفات منیزیک تشخیص دادند (۹). زارعی و آخوندعلی (۲۰۰۶) روند کیفی و رخساره هیدروشیمیایی منابع آب سطحی و زیرزمینی سد ابوالعباس ۲ (خوزستان) را در سال ۲۰۰۵ با نمودارهای ویلکاکس و پایپر بررسی کرده اند (۱۰). رزمخواه و نیاورانی (۲۰۰۸) در پژوهشی به تجزیه و تحلیل تأثیر منابع آلاینده بر کیفیت آب رودخانه کر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به دلیل فعالیت های کشاورزی، گسترش اماکن مسکونی و وجود کارخانجات بزرگ صنعتی، رودخانه کر یکی از آلوده ترین رودهای کشور است (۱۱). بررسی های فیض نیا (۲۰۰۸) بر روی تغییرات کیفیت آب در سرشاخه ها و مقاطع مختلف رودهای غرب حوضه مرکزی (قم-کاشان) و تعیین علل زمین شناسی مؤثر در شوری منابع آب سطحی و زیرزمینی نشان داد که از مهمترین عوامل مؤثر در شوری آب رودخانه های این حوضه، مارن های تبخیری، گنبدهای نمکی و معادن گچ و نمک می باشد (۱۲).

قاسمی و همکاران (۲۰۰۹) به منظور بررسی تغییرات کیفی و کمی آب زیرزمینی دشت همدان-بهار به بررسی وضعیت آب خوان پرداختند. آن ها تغییرات کمی را با قرائت سطح آب هر چاه در ماه های مختلف سال و پلیگون بندی در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) تعیین کردند و نتیجه گرفتند که سطح آب زیرزمینی دشت حدود ۱۱ متر افت کرده است. همچنین آن ها به منظور بررسی تغییرات کیفی با استفاده از دیاگرام ویلکاکس چاه ها را در دو گروه کیفی دسته بندی کردند (۱۳). هدف از مطالعه حاضر، بررسی و ارزیابی کیفیت آب زیر زمینی دشت رفسنجان با کاربرد روشهای ترسیمی موجود در نرم افزار AqQA است که در نهایت با کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از مناسب ترین روش درون یابی پهنه بندی می شود.

نمودارهای پایپر، شولر، ویلکاکس، دروو و استیف برای تحلیل

کیفی سالهای آماری ترسیم و مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Location of the study area

روی یکی از محورهای افقی نمایش داده می شود، سطح این نمودارها نیز نماینده مقدار کل مواد جامد محلول می باشد (۱۷). بدین طریق این نمودار امکان مقایسه کل آنیونها و کاتیونها را نیز فراهم می کند (۱۸).

نمودار نیمه لگاریتمی شولر: نمودار نیمه لگاریتمی شولر جهت نمایش یونهای اصلی برحسب میلی اکی والانت بر لیتر و برای نمایش اختلاف شیمیایی نمونه ها در یک نمودار به کار می رود. در گزارشهای آبشناسی برای طبقه بندی آب از نظر شرب معمولاً از نمودار شولر استفاده می شود. در این مطالعه نیز از این نمودار جهت ارزیابی کیفیت آب از نظر آشامیدن استفاده شده است (۱۹). معیارهای کیفیت آب آشامیدنی طبق نظر شولر در جدول (۱) قابل مشاهده است.

نمودارهای مورد استفاده در این تحقیق عبارت هستند از:

نمودار گیبس: برای تعیین تأثیر تبخیر-تعرق بر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه استفاده می شود (۱۴).

نمودار دروو: از این نمودار برای تعیین نوع و منشأ آب زیرزمینی که اساس آن مقادیر کاتیونها و آنیونها عمده آب بر حسب درصد است استفاده می شود (۱۵).

نمودار استیف: از این نمودار جهت ارزیابی تغییرات کیفی آب در یک مکان و در یک دوره استفاده می شود (۱۶). نمودار استیف از ۴ محور افقی موازی تشکیل شده که یک محور عمودی با ارزش صفر آنها را قطع می کند. مقادیر هر کدام از آنیونها و کاتیونها اصلی بر حسب میلی اکی والانت بر لیتر بر

جدول ۱- معیارهای کیفیت آب آشامیدنی طبق نظر شولر (میلی گرم بر لیتر).

Table 1. Drinking water quality criteria according to Schoeller (mg/l).

کیفیت	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄	TDS	TH
خوب	<115	<175	<145	500	250
قابل-	511-	571-	541-	1000	005-
متوسط	032-	053-	082-	2000	100
نامناسب	064-	007-	085-	4000	200
کاملاً	029-	0041-	0511-	8000	400
غیرقابل	> 184	> 280	> 2240	8000	۴۰۰

رده‌های مختلف آب و نوع کیفیت بر اساس تقسیم‌بندی ویلکوکس در جدول (۲) نشان داده شده اند.

نمودار ویلکاکس: از این نمودار نیز برای تعیین کیفیت آب کشاورزی استفاده شد طبقه‌بندی کیفیت آب برای استفاده در آبیاری با کاربرد نمودار ویلکاکس بر مبنای نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی صورت می‌گیرد (۲۰).

جدول ۲- رده‌های مختلف آب و نوع کیفیت بر اساس تقسیم بندی ویلکاکس, singhal

Table 2 . Different Water Classes and Quality Types based on Classification of Wilcox Singhal.

کیفیت آب	EC میکروزیمنس بر سانتی متر	رده	SAR	رده
عالی	EC > ۲۵۰	C1	SAR > ۱۰	S1
خوب	۲۵۰ < EC < 750	C2	۱۰ < SAR < ۱۸	S2
متوسط	۷۵۰ < EC < ۲۲۵۰	C3	۱۸ < SAR < ۲۶	S3
نامناسب	EC > ۲۲۵۰	C4	SAR < ۲۶	S4

روشهای درون یابی مکانی مورد استفاده در این تحقیق نیز به قرار زیر هستند:

روش کریجینگ: امروزه بطور وسیعی از روشهای درون یابی مکانی برای پیش بینی و تعیین تغییرات مکانی کیفیت منابع آبی استفاده می شود. کریجینگ عبارت از یک روش برآورد زمین آماری است که بر پایه میانگین متحرک وزن دار استوار می باشد، بطوری که می توان گفت بهترین برآورد کننده ی خطی نا اریب است. این برآورد کننده به صورت زیر تعریف می شود:

$$Z(x) = \sum_{i=1}^n Y_i Z(x_i)$$

نمودار پایپر: یکی از روشهای متداول در تعیین گونه (رخساره آب شیمیایی) استفاده از نمودار پایپر است. براساس نمودار پایپر ۸ رخساره شیمیایی زیر قابل تشخیص اند. این ۸ رخساره می توانند در ۳ نوع (گونه) اصلی قرار گیرند، آبهای شیرین، آبهای شور مزه، آبهای ترکیبی.

Na-	Ca-Mg-	Na-	Ca-Mg-
HCO ₃ -	HCO ₃ -	HCO ₃	HCO ₃
Cl	Cl		
	Ca-	Na-Cl-	Ca-Mg-
Na-Cl	Mg- Cl	HCO ₃	Cl- HCO ₃

پیشنهاد می شود از روش تخمینگر عام، هنگامی که تغییرات از منطقه ای به منطقه دیگر به آرامی باشد، مانند بررسی آلودگی در یک منطقه صنعتی، و یا بررسیهایی در یک منطقه وسیع وجهانی، مانند روش هایی که برای بررسی های سطحی گسترده انجام می شود استفاده گردد (یان، ۲۰۰۹).

روش تابع شعاعی (RBF19): در اصل نوعی خاص از روش Spline و خود دارای پنج طرز کار است. استفاده از هر کدام از آنها بستگی به شکل خارجی زمین در محل انجام طرح داشته و جوابهای متفاوتی را می دهد. به منظور ارزیابی از ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [Z(xi) - \hat{Z}(xi)]^2}{n}}$$

که در آن n تعداد نمونه ی مشاهداتی، Z(xi): اولی مقدار برآوردی نقطه ی i ام، Z(xi) دومی مقدار مشاهداتی بر نقطه ی i ام.

نتایج و بحث

با استفاده از دادههای به دست آمده از تحلیل کیفی آب (جدول ۳) و بعد از ارزیابی بهنجار بودن داده ها، با ترسیم نمودارهای پایپر، شولر، ویلکاکس، دروو و استیف، وضعیت کیفی آب منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

اصولاً خاک شور به خاکی گفته میشود که غلظت املاح محلول در آن به قدری باشد که عملکرد را کاهش دهد، مشروط بر آنکه سایر عوامل مانعی برای رشد محصول ایجاد نکنند. شوری مفهومی وابسته به گیاه است، بنابراین در دنیای کشاورزی، شوری در سیستمهایی مرکب از خاک، آب و گیاه تعریف میشود.

مهمترین ویژگیهای آب آبیاری علاوه بر شوری، نسبت یون سدیم به یونهای کلسیم و منیزیم در آن است. بالا بودن میزان سدیم در آب نسبت به دیگر کاتیونهای محلول موجب بروز عوارضی چون شوره زائی و سخت شدن خاک خواهد شد. از این رو متداولترین روش طبقه بندی آنها از نقطه نظر کشاورزی استفاده از نمودار ویلکاکس است. بر این اساس هر

که در آن Z(x) عیار برآوردی، Y_i: وزن با اهمیت کمیت وابسته به نمونه i ام و Z(xi): مقدار متغیر اندازه گیری شده است. این نوع کریجینگ را کریجینگ خطی می نامند زیرا ترکیب خطی از n داده است؛ شرط استفاده از این برآورده کننده آن است که متغیر Z دارای توزیع بهنجار باشد؛ در غیر این صورت، یا باید از کریجینگ غیرخطی استفاده کرد، و یا این که به نحوی توزیع متغیرها را به بهتجار تبدیل نمود. در این مقاله از روش خطی استفاده شده است.

روش وزن دهی عکس فاصله (IDW16): در روش وزن دهی عکس فاصله، برای هر یک از نقاط، وزنی بر اساس فاصله بین آن نقطه اندازه گیری شده تا موقعیت نقطه مجهول منظور می گردد. نتایج این روش فقط تابع فاصله نقاط اندازه گیری شده (نمونه) است. وزن دهی ها به وسیله ی توان وزن دهی سنجیده می شوند، به صورتی که توانهای بزرگتر تأثیر نقاط دورتر را از نقطه برآوردی کاهش داده و توانهای کوچکتر وزنها را بطور یکنواخت تری بین نقاط هم جوار توزیع می کند (ایسکاس و سریوستاوا، ۱۹۸۹). البته این روش بدون توجه به موقعیت و آرایش نقاط، فقط فاصله آنها را در نظر می گیرد، یعنی تقاطعی که دارای فاصله یکسانی از نقطه برآورد هستند دارای وزن یکسانی می باشند. مقدار عامل وزنی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می گردد

$$Y_i = \frac{D_i - a}{\sum_{i=1}^n D_i - a}$$

که در آن، Y_i وزن ایستگاه i ام، D فاصله ایستگاه i ام تا ایستگاه مجهول، a توان وزن دهی است.

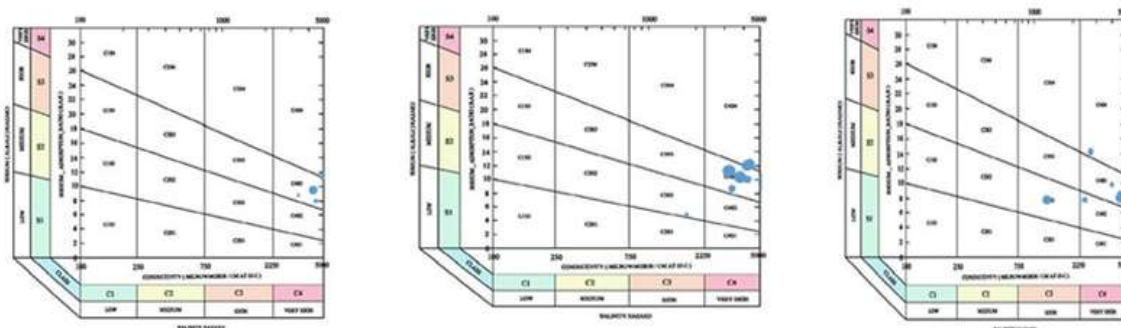
روش تخمین گر موضعی (LPI17): روشی سریع با دقتی کمتر و ایجاد کننده سطحی صاف است. این روش نسبت به روش کریجینگ بهتر عمل کرده و انعطاف پذیری کمی در ایجاد نقشه ها دارد. پیشنهاد می شود از این روش در مناطق کوچک، که تغییرات و یا نقاط نمونه در آن کم است، استفاده شود (فان و گیلز، ۱۹۹۶).

روش تخمین گر عام (GPI18): یک سطح با روند تغییرات آرام و نظم پایین ایجاد می کند که برای بعضی از فرایندهای فیزیکی، مانند آلودگی و جهت حرکت باد، مناسب است که

سانتیمتر میباید. دامنه تغییرات PH از حداقل ۶ تا حداکثر ۸٫۶ متغیر است.

میانگین متغیرهای کیفی در این دشت نشان دهنده غالب بودن مقادیر یونهای سدیم و کلور بر سایر یونهای اصلی اندازه گیری شده در آب است و شوری آب بر حسب هدایت الکتریکی بطور متوسط برابر ۵۹۶۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر برآورد شده است. همچنین آبخوان دشت رفسنجان در غالب موارد قلیائی میباشد.

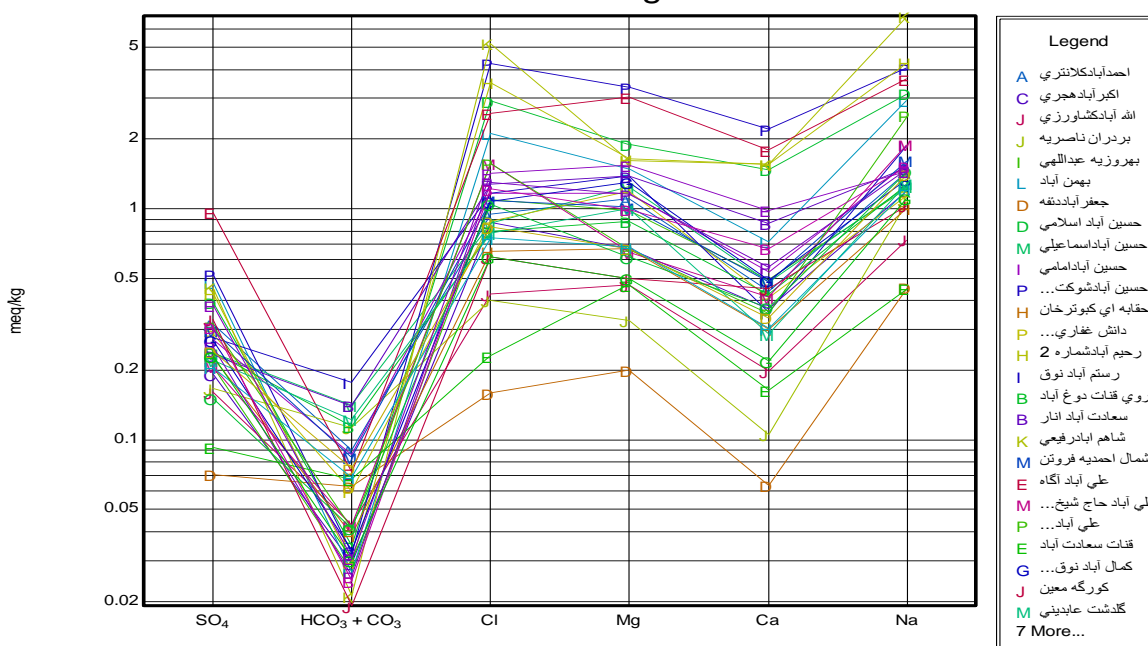
نمونه آب بسته به میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم (SAR) در یکی از کلاس های آب آبیاری قرار می گیرد. در این طبقه بندی چنانچه شوری آب بیش از ۱۰۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر و نسبت جذب سدیم آن بیش از ۳۲ باشد، نمونه خارج از دیاگرام قرار می گیرد. چنین آبی برای کشاورزی مناسب نمی باشد. سطح دشت رفسنجان توسط ۴۹ حلقه چاه عمیق به منظور بررسی دامنه تغییرات کیفی آب زیرزمینی پوشش داده شده است. بر اساس آمار موجود حداقل شوری چاهها در این دشت برابر ۱۱۰۰ و حداکثر آن معادل ۲۶۰۰۰ میکروزیمنس بر



شکل ۲- نمودار ویلکاکس برای ایستگاههای مورد مطالعه

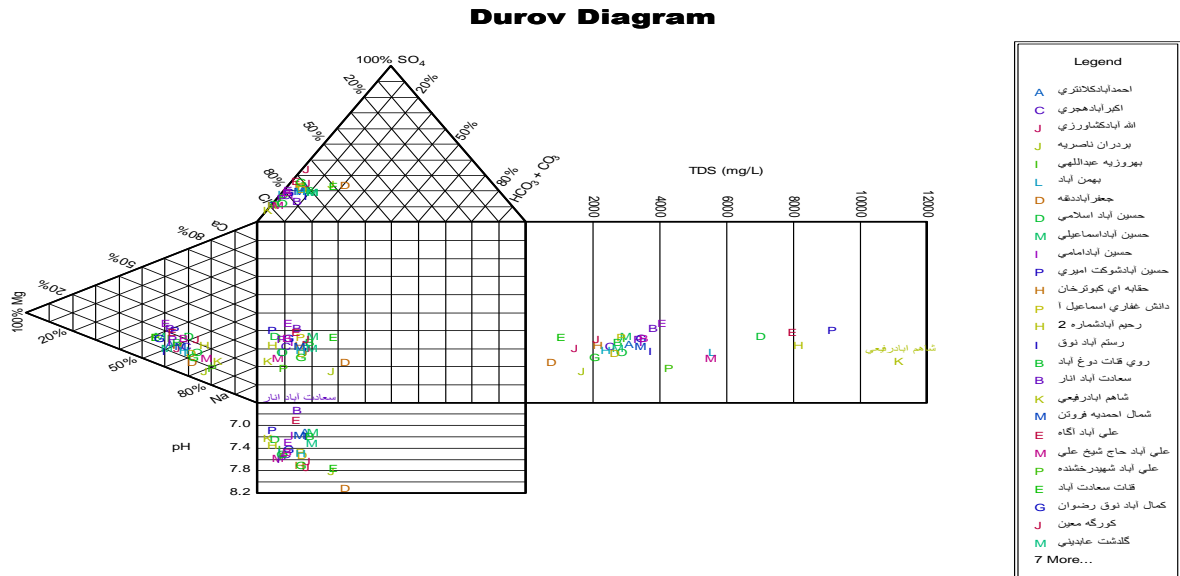
Figure 2. The Wilcox diagram for the studied stations

Schoeller Diagram



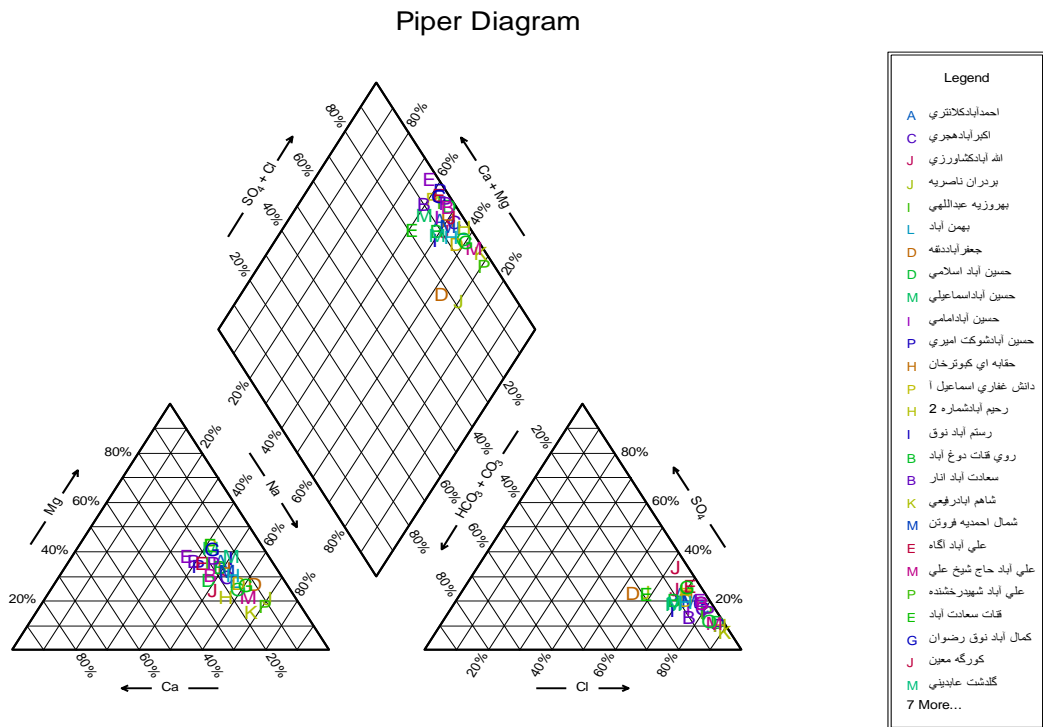
شکل ۳- نمودار شولر برای ایستگاههای مورد مطالعه

Figure 3. The Schoeller diagram for the studied stations



شکل ۴ - نمودار دروو برای ایستگاههای مورد مطالعه

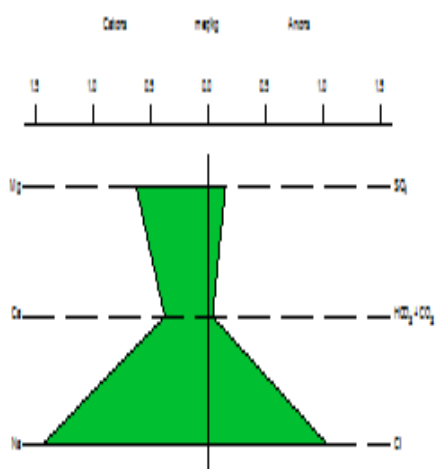
Figure 4. The Durov diagram for the studied stations



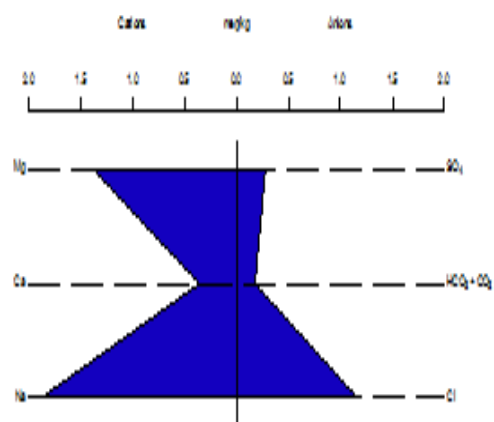
شکل ۵ - نمودار پایپر برای ایستگاههای مورد مطالعه

Figure 5. The Piper diagram for the studied stations

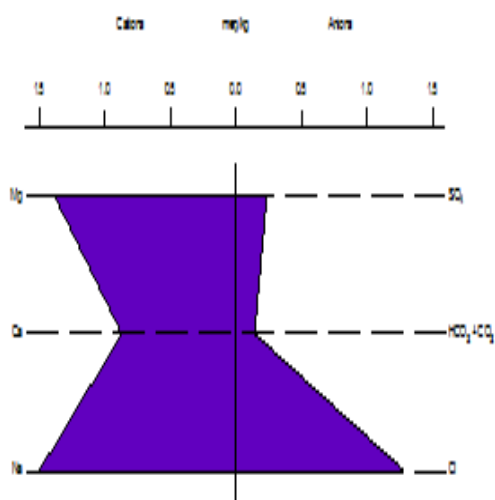
نمودار استیف برای ایستگاه نازاره



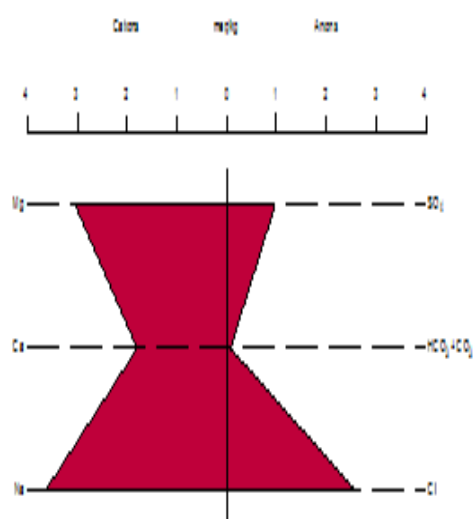
نمودار استیف برای ایستگاه رسم آباد نوقی



نمودار استیف برای ایستگاه سعادت آباد انار



نمودار استیف برای ایستگاه علی آباد کنگه



شکل ۶- نمودار استیف برای ۴ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه

Figure 6. The Stiff diagram for 4 stations in the study area

جدول ۳- نتایج سنجش های شیمیایی (یون ها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر، TDS بر حسب میلی گرم بر لیتر و EC بر حسب میکروموس بر سانتی متر)

Table 3 . Results of chemical analysis (ions in meq/l, TDS in mg/l and EC in micromass/cm)

pH	EC	TDS	Cl	SO ₄	HCO ₃	Na	Mg	Ca	محل نمونه برداری
۷/۱	۴۸۴۷	۳۱۷۰	۳۳/۵	۱۵/۲	۶/۵	۳۳/۴	۱۳/۴	۸/۸	احمدآبادکلانتری
۷/۵	۳۹۷۷	۲۵۹۴	۳۰/۹۵	۹/۴۲۳	۱/۸۹۷	۲۷/۴۵	۸/۱۷۷	۷/۴۱۷	اکبرآبادهجری
۷/۶۳۲	۲۴۲۸	۱۵۸۹	۱۵/۱	۷/۷۵	۲/۷۶۳	۱۶/۹۶	۵/۶۹۳	۳/۹۶۳	الله آبادکشاورزی
۷/۸۰۵	۲۷۳۳	۱۷۸۲	۱۴/۲۷	۷/۹۹۷	۷/۱۴۳	۲۴/۸۹	۳/۹۹۳	۲/۱۱	بردان ناصریه
۷/۴۰۲	۴۶۴۹	۳۰۹۰	۳۸/۷۱	۹/۹۳	۱/۷۹	۲۸/۳۱	۱۱/۸۷۸	۹/۸۶۷	بهرزیه عبداللهی
۷/۴۵۷	۸۶۹۵	۵۶۵۰	۷۴/۸۴	۲۳/۰۷	۱/۷۴۷	۶۷/۸۴	۱۸/۰۹	۱۴/۴۹	بهمن آباد
۸/۱۱۲	۱۲۴۹	۸۱۴/۱	۵/۶۷۴	۳/۴۰۳	۳/۸۸۷	۱۰/۵۷	۲/۴۳۷	۱/۲۶۷	جعفرآباددثفه
۷/۲۳۴	۱۰۸۲۹/۹	۷۰۵۸	۱۰۳/۸	۱۸/۸۴	۲/۳۸۳	۷۲/۲۱	۲۳/۰۸	۲۹/۶۳	حسین آباد اسلامی
۷/۱۰۷	۴۶۷۴	۳۰۴۲	۳۰/۷	۱۱/۴۵	۱۰/۱۶	۲۸/۷۱	۱۵/۱۵	۹/۵۹	حسین آباداسماعیلی
۷/۱۶۵	۵۵۰۴	۳۵۹۱	۴۱/۳۴	۱۳	۶/۰۶۷	۳۶/۱۶	۱۴/۱۳	۱۰/۶	حسین آبادامامی
۷/۰۷۴	۱۴۷۳۷/۷	۹۱۷۶	۱۵۰/۹	۲۵/۰۱	۲/۳۳	۹۳/۱۵	۴/۶۱	۴۴/۳۶	حسین آبادشوکت امیری
۷/۶۸۹	۳۴۰۱	۲۲۱۹	۲۳/۲	۱۰/۸۷	۲/۴۶۳	۲۳/۱۸	۸/۱۸	۶/۰۴	حقابه ای کبوترخان
۷/۴۵۱	۴۴۸۶	۲۹۱۷	۳۱/۰۹	۱۳/۸۵	۳/۴۹	۲۶/۳۴	۱۴/۴۴	۸/۲۴	دانش غفاری اسماعیل آ
۷/۳۳۸	۱۲۵۶۳/۷	۸۱۸۰	۱۲۴/۷	۲۰/۸	۱/۹۸۳	۹۸/۱۸	۱۹/۸۹	۳۱/۲۹	رحیم آبادشماره ۲
۷/۱۷۳	۵۹۶۰	۳۸۸۸	۴۱/۱۵	۱۳/۲۹	۱۲/۵	۴۳/۲۲	۱۶/۸۲	۷/۱۲۷	رستم آباد نوق
۷/۱۶۹	۳۴۲۰	۲۸۱۹	۲۸/۳۶	۱۱/۵۱	۸/۰۵۷	29/37	۱۰/۷۳	۸/۶	روی قنات دوغ آباد
۶/۷۰۹	۵۹۱۶	۳۸۸۴	۴۵/۳۸	۱۱/۱۸	۱۲/۴۱	34/51	۱۶/۸۱	۱۷/۳۹	سعادت آباد انار
۷/۲۱۷	۱۷۰۶۷	۱۱۱۵۰/۲	۱۸۲/۹	۲۱/۸۹	۱/۴۶	۱۵/۶	۱۹/۶۵	۳۱/۲۵	شاهم ابادرفیعی
۷/۱۶۳	۵۳۲۴	۳۴۷۷	۳۸/۳۴	۱۴/۲۶	۵/۹۲	۳۷/۰۷	۱۲/۳۷	۹/۵۸۷	شمال احمدیه فروتن
۶/۸۹۹	۱۲۳۹۲/۴	۸۰۲۷	۹۱/۶۵	۴۶/۳۸	۵/۵۸	۸۳/۴۸	۳۷/۰۱	۳۵/۹۹	علی آباد آگاه
۷/۵۶۶	۵۴۱۶	۵۵۵۰	۵۵/۸۸	۹/۹۸۷	۲/۷۵	۴۳/۸۱	۷/۸۹۳	۸/۳۰۷	علی آباد حاج شیخ علی
۷/۵۳۶	۶۶۱۸	۴۳۳۲	۵۵/۴۳	۱۴/۹۳	۲/۶۶۷	۵۸/۴۹	۸/۱	۷/۰۷۷	علی آباد شهیدرخشنده
۷/۷۶۱	۱۷۳۶	۱۱۳۵	۸/۱۹۳	۴/۴۶۷	۴/۲۹۷	۱۰/۳۵	۵/۶۶۳	۳/۲۷	قنات سعادت آباد
۷/۴۱۲	۵۲۸۰	۳۴۹۵	۳۸/۱۶	۱۲/۹۸	۲/۱۹	۳۰/۸۵	۱۵/۷۵	۹/۷۸۷	کمال آباد نوق رضوان
۷/۷۳۴	۳۳۶۷	۲۲۰۷	۲۱/۸۷	۱۶	۱/۲۱	۲۳/۷۹	۶/۰۸	۹/۰۵۳	کورگه معین
۷/۳۰۲	۴۲۶۰	۲۷۹۱	۲۷/۸۱	۱۰/۶۱	۸/۳۰۳	۲۹/۵۳	۱۲/۱۵	۵/۷۷۳	گلدشت عابدینی
۷/۵۹۳	۵۵۰۶	۳۴۵۰	۴۶/۱۴	۱۲/۱۶	۱/۶۵	۳۴/۳۱	۱۴/۰۳	۱۱/۲۳	محمودیه بهرامی
۷/۴۹۴	۴۳۶۷	۲۹۲۷	۳۶/۹۵	۷/۲۳	۲/۷۱۷	۳۳/۱۴	۷/۵۵۳	۷/۵۰۷	منظریه

۷/۵۳۱	۴۲۳۱	۲۷۲۸	۲۹/۶۷	۱۱/۶۵	۴/۸۸۳	۳۲/۵۲	۸/۱۹۳	۶/۷۵۷	مهدی آباد امینیان
۷/۴۸۳	۳۷۸۶	۲۴۷۰	۲۶/۶۵	۹/۹۱	۴/۵۱۷	۲۷/۶۹	۸/۲۹۳	۶/۰۹	نوبهار امینیان
۷/۴۵۷	۵۴۹۴	۹۱/۳۵	۴۳/۱۳	۱۴/۷۶	۱/۶۱۷	۳۵/۲۶	۱۱/۹۹	۱۳/۴۴	وحدت
۷/۶۹۳	۳۲۱۷	۲۱۰۱	۲۱/۸۷	۱۱/۱	۱/۹۲	۲۵/۵۴	۶/۰۵۷	۴/۳۹۷	ورثه شیخ آقا
۷/۲۷۹	۶۳۴۰	۴۱۳۹	۵۰/۵۸	۱۸/۳۵	۲/۱	۳۳/۳۲	۱۸/۷۵	۱۹/۷۱	وکیل آباد دیابتی

جدول ۴ - نتایج خواص شیمیایی آب ایستگاه های مورد مطالعه با کاربرد نرم افزار AqQA

Table 4. Results of chemical analysis of water of studied stations using AqQA software

خطر منیزیم	نسبت سدیم قابل تعویض	نسبت جذب سدیم	خطر شوری	utmy	utmx	نمونه
۷۱/۵	۰/۹۴	۱/۶۵	خیلی زیاد	۳۴۰۸۷۰۸	۳۸۶۹۸۴	احمدآباد کلانتری
۶۴/۵	۱/۱۵	۱/۶۵	خیلی زیاد	۳۳۷۴۸۱۹	۴۰۷۵۵۱	اکبرآباد هجری
۷۰/۳	۱/۱۱	۱/۲۸	خیلی زیاد	۳۳۶۷۰۸۵	۳۹۹۵۵۹	الله آباد کشاورزی
۷۵/۷	۲/۵	۲/۳۲	خیلی زیاد	۳۳۶۱۴۴۹	۴۲۲۳۷۸	بردان ناصریه
۶۶/۵	۰/۸۴	۱/۴۴	خیلی زیاد	۳۳۷۹۱۵۹	۴۰۴۱۱۳	بهروزه عبداللهی
۶۷/۳	۱/۳۳۴	۲/۸۱	خیلی زیاد	۳۳۸۵۶۹۹	۳۶۲۴۸۸	بهمن آباد
۷۶	۷/۰۲	۱/۲۷	زیاد	۳۳۷۰۶۱۳	۳۷۴۰۱۹	جعفرآباد دثفه
۵۶/۲	۰/۹۳	۲/۴۲	خیلی زیاد	۳۴۰۱۷۶۷	۳۴۸۱۹۰	حسین آباد اسلامی
۷۲/۳	۷/۰۲	۱/۳۴	خیلی زیاد	۳۴۰۶۷۸۶	۳۸۹۹۶۹	حسین آباد اسماعیلی
۶۸/۷	۰/۹۳	۱/۱۷	خیلی زیاد	۳۴۲۸۱۳۶	۳۶۵۶۷۵	حسین آباد امامی
۶۰/۲	۷/۰۳	۲/۴۴	خیلی زیاد	۳۴۰۶۸۱۸	۳۴۷۲۷۱	حسین آباد شوکت امیری
۶۹/۱	۱/۰۳	۱/۴۴	خیلی زیاد	۳۳۵۴۲۳۲	۴۳۸۸۸۸	حقابه ای کبوترخان
۷۴/۳	۷/۰۲	۱/۲۸	خیلی زیاد	۳۴۰۳۲۳۵	۳۹۳۰۳۱	دانش غفاری اسماعیل آ
۵۱/۲	۱/۳۳۵	۳/۳۸	خیلی زیاد	۳۴۰۰۳۷۶	۳۴۹۸۲۴	رحیم آباد شماره ۲
۷۹/۶	۱/۰۸	۲/۰۲	خیلی زیاد	۳۴۱۳۶۵۵	۳۸۴۸۹۷	رستم آباد نوق
۶۷/۳	۰/۹۷۴	۱/۵۸	خیلی زیاد	۳۴۲۵۴۹۵	۳۶۸۱۲۶	روی قنات دوغ آباد
۶۱/۴	۶/۰۶۷	۱/۴۲	خیلی زیاد	۳۴۲۲۵۵۷	۳۲۹۲۱۹	سعادت آباد انار
۵۰/۹	۲/۱۳۶	۴/۵	خیلی زیاد	۳۳۹۵۰۶۵	۳۵۷۲۶۰	شاهم اباد رفیعی
۶۸	۱/۰۷۸	۱/۸۶	خیلی زیاد	۳۴۲۴۷۸۴	۳۷۱۰۷۹	شمال احمدیه فروتن
۶۲/۹	۰/۷۵	۲/۳۴	خیلی زیاد	۳۴۱۷۷۸۱	۳۳۳۶۳۲	علی آباد آگاه
۶۱	۱/۷۹۱	۲/۶۲	خیلی زیاد	۳۳۷۸۲۴۸	۳۷۰۷۷۹	علی آباد حاج شیخ علی
۶۵/۴	۲/۴۹۵	۳/۵۶	خیلی زیاد	۳۳۸۸۹۸۷	۳۶۶۱۷۷	علی آباد شهیدرخشنده
۷۴/۱	۷/۰۱۶	۳/۸	بالا	۳۳۴۹۳۱۲	۴۲۴۸۹۱	قنات سعادت آباد

۷۲/۶	۰/۷۵۲	۲/۱	خیلی زیاد	۳۳۷۸۸۸۹	۳۸۱۴۲۶	کمال آباد نوق رضوان
۵۲/۵	۱/۸۷	۵/۱	خیلی زیاد	۳۳۶۷۴۲۳	۳۹۲۹۳۱	کورگه معین
۷۷/۶	۰/۹۹۸	۶/۱	خیلی زیاد	۳۴۱۴۴۲۰	۳۸۰۰۴۶	گلدشت عابدینی
۶۷/۳	۰/۸۷	۶۱/۱	خیلی زیاد	۳۳۷۸۲۸۸	۴۰۷۴۵۵	محمودیه بهرامی
۶۲/۴	۱/۴۴۷	۲/۰۴	خیلی زیاد	۳۳۷۵۳۷۲	۳۷۸۶۰۲	منظره
۶۶/۷	۱/۳۹۸	۱/۹۹	خیلی زیاد	۳۳۶۴۴۴۸	۴۱۸۸۲۵	مهدی آباد امینیان
۶۹/۲	۱/۲۲۱	۱/۷۱	خیلی زیاد	۳۳۶۷۰۰۰	۴۱۴۷۶۷	نوبهار امینیان
۵۹/۵	۰/۹۲۶	۱/۶۸	خیلی زیاد	۳۳۷۹۱۱۵	۴۰۰۰۳۶	وحدت
۶۹/۴	۱/۵۴۷	۱/۸۵	خیلی زیاد	۳۳۶۷۰۸۸	۴۰۸۴۶۶	ورثه شیخ آقا
۶۱/۱	۰/۵۷۴	۱/۲۹	خیلی زیاد	۳۳۷۰۰۵۷	۳۸۴۹۱۰	وکیل آباددیانتی

مناسب ترین روش جهت درون یابی

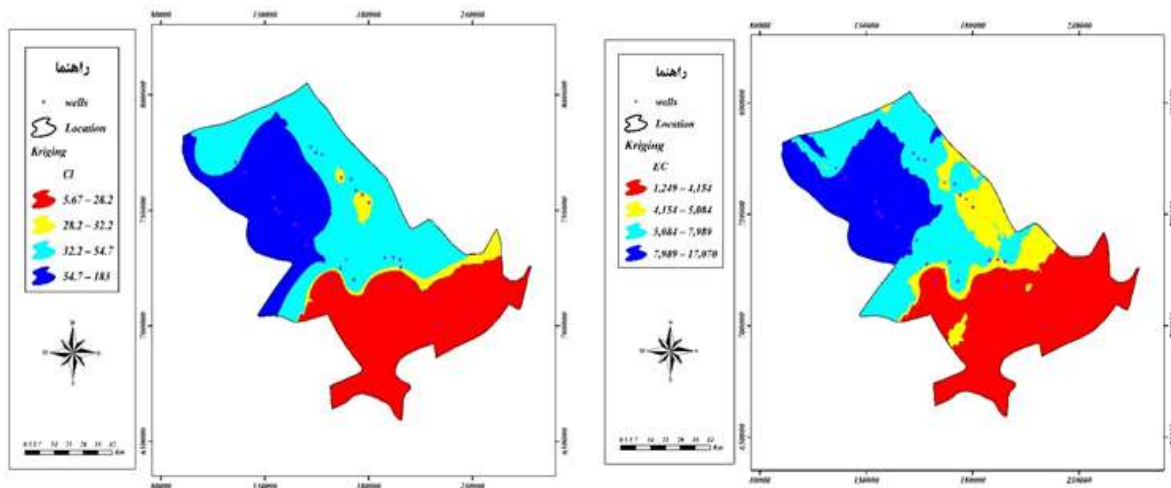
نرم افزار ArcGIS10 برای هر کدام از فراسنجهای آب شیمیایی یاد شده بصورت مجزا و تلفیقی انجام گرفت، که بر اساس مقدار ریشه دوم میانگین مربع خطاها (RMSE)، مناسبترین روش برای پهنه بندی همه فراسنجهای روش کریجینگ (k) انتخاب گردید (شکل های ۷ الی ۹). اندازه های خطای حاصل از روش درون یابی به کار برده شده در (جدول ۵) آمده اند.

نمودارهای شولر و ویلکاکس به ترتیب کیفیت آب شرب و آبیاری را نشان می دهند که البته در این نمودارها فراسنجهای شیمیایی به صورت منفرد در نظر گرفته شده و نتایج حاصل از آنها قابل تعمیم به کل منطقه نمی باشند. از این رو برای درک توزیع فضایی مناطق، مناسب ترین روش پهنه بندی مکانی از بین هفت روش زمین آمار کریجینگ (k)، وزن دهی عکس فاصله (IDW) با توانهای ۱، ۲، ۳، تابع شعاعی (RBF)، تخمین گر عام (GP) و تخمین گر موضعی (LPI) با کاربرد

جدول ۵ - میزان خطای حاصل از روش درون یابی

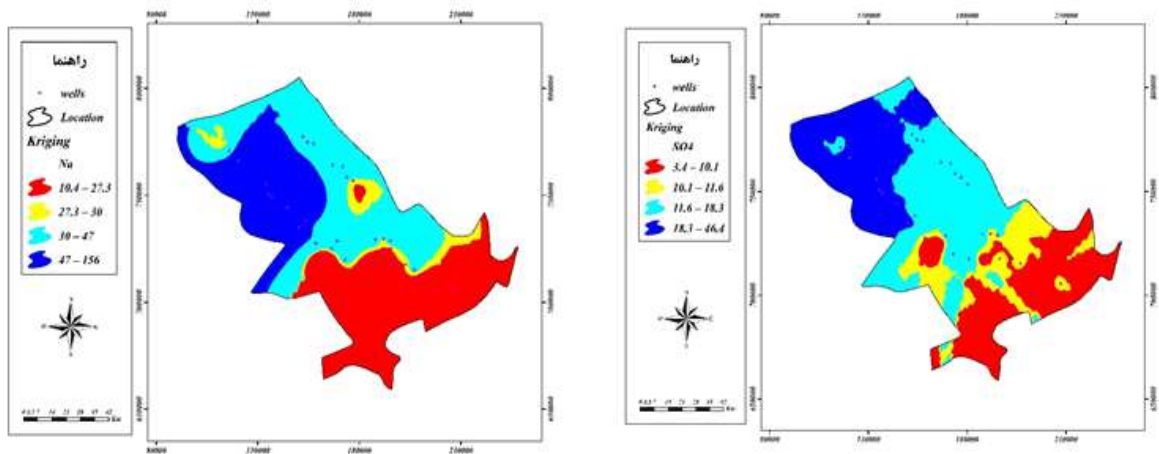
Table 5. The amount of error of the interpolation method

EC	TH	TDS	NA	CL	SO ₄	فراسنج
۱/۲۷	۱/۱۶	۱/۲۷	۱/۳۱	۱/۳۹	۱/۳۱	کریجینگ



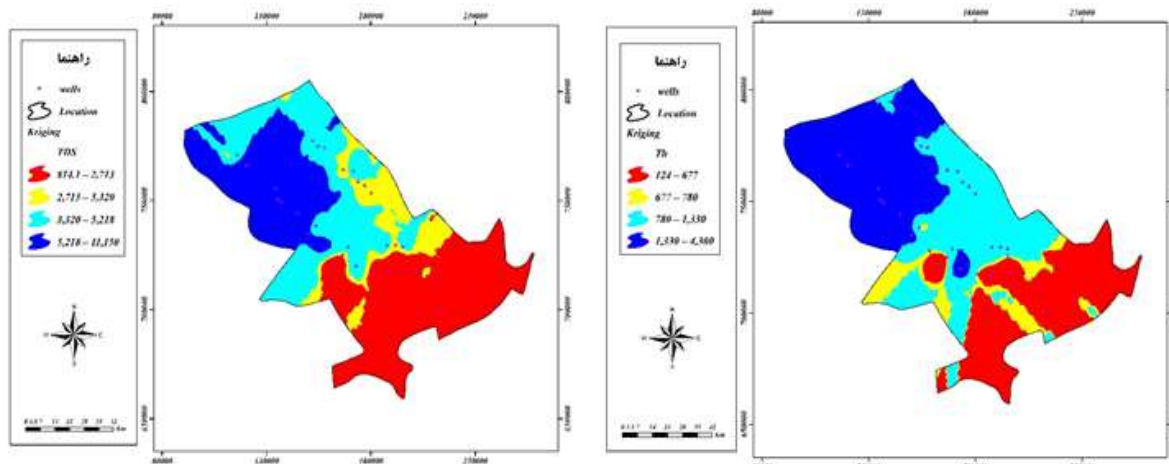
شکل ۷ - نقشه هم فراسنجهای مناسب ترین روش برای EC سمت راست و CL سمت چپ

Figure 7 . Map of the most appropriate co-parameters for the EC (right) and the CL (left)



شکل ۸ - نقشه هم فراسنجهای مناسب ترین روش برای SO₄ سمت راست و Na سمت چپ

Figure 8. Map of the most appropriate co-parameters for the SO₄ (right) and the Na (left)



شکل ۹ - نقشه هم فراسنجهای مناسب ترین روش برای Th سمت راست و TDS سمت چپ

Figure 9. Map of the most appropriate co-parameters for the Th (right) and the TDS (left)

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه سطح دشت رفسنجان با استفاده از ۳۳ حلقه چاه عمیق به منظور بررسی دامنه تغییرات کیفی آب زیرزمینی پوشش داده شده است. بر اساس یافته های تحقیق حداقل شوری چاهها در این دشت برابر ۱۱۰۰ و حداکثر آن معادل ۲۶۰۰۰ میکروزیمنس میباشد. دامنه تغییرات pH از حداقل ۶ تا حداکثر ۸/۶ متغیر است.

میانگین متغیرهای کیفی در این دشت نشان دهنده غالب بودن مقادیر یونهای سدیم و کلر بر سایر یونهای اصلی اندازه گیری شده در آب است و شوری آب بر حسب هدایت الکتریکی متوسط برابر ۵۹۶۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر برآورد شده است. همچنین آبخوان دشت رفسنجان در غالب موارد قلیایی میباشد.

با استفاده از دادههای به دست آمده از تحلیل کیفی آب (جدول ۳) و بعد از ارزیابی بهنجار بودن داده ها، با ترسیم نمودارهای پایپر، شولر، ویلکاکس، دروو و استیف، وضعیت کیفی آب منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مهمترین ویژگیهای آب آبیاری علاوه بر شوری، نسبت یون سدیم به یونهای کلسیم و منیزیم در آن است. بالا بودن میزان سدیم در آب نسبت به دیگر کاتیونهای محلول موجب بروز عوارضی چون شوره زائی و سخت شدن خاک خواهد شد. از این رو متداولترین روش طبقه بندی آبها از نقطه نظر کشاورزی استفاده از نمودار ویلکاکس است. بر این اساس هر نمونه آب بسته به میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم (SAR) در یکی از کلاس های آب آبیاری قرار می گیرد. در این طبقه بندی چنانچه شوری آب بیش از ۱۰۰۰۰ میکروزیمنس و نسبت جذب سدیم آن بیش از ۳۲ باشد، نمونه خارج از دیاگرام قرار می گیرد. چنین آبی برای کشاورزی مناسب نمی باشد.

بر اساس استاندارد، آب شرب بایستی دارای ویژگیهای خاص شیمیایی باشد و املاح آن از حدود خاصی تجاوز نکند. در غیر اینصورت علاوه بر مشکلات گوارائی و شکل ظاهری آب، موجب اختلالات گوارشی و در برخی موارد بیماری میگردد. به

منظور طبقه بندی اجمالی منابع آب از نظر شرب، دیاگرام شولر استفاده شده است. بر اساس این دیاگرام منابع آب بر حسب متغیرهای اصلی شیمیایی محلول در آن در یکی از طبقات شش گانه قرار می گیرند. طبقات یک تا شش این دیاگرام به ترتیب معرف آب خوب، قابل شرب، نسبتاً مناسب، نامناسب، قابل شرب بطور موقتی و غیرقابل شرب میباشد.

جهت بررسی قابلیت شرب منابع آب زیرزمینی این دشت، تک تک نمونه ها با استفاده از دیاگرام شولر مورد سنجش قرار گرفته است. بر این اساس بیشترین تعداد نمونه ها ۲۲/۴۵ در طبقه ۲ یا قابل شرب قرار گرفته و پس از آن ۲۰/۴۲٪ در طبقه ۳ یا متوسط، ۱۸/۳۶٪ در طبقه ۴ یا نامناسب، ۱۶/۳۴٪ در طبقه ۱ یا خوب و ۱۲/۲۵٪ در طبقه ۶ یا غیر قابل آشامیدن و ۱۰/۲٪ در طبقه ۵ یا قابل شرب موقت قرار می گیرند

جهت بررسی نوع و منشأ آب منطقه مورد مطالعه از نمودار دروو استفاده شد (شکل ۵) که اساس آن درصد مقادیر کاتیونها و آنیونهای عمده آب است. همانطور که سیر تکاملی نمودار نشان میدهد، گونه آب در منطقه مورد مطالعه از نوع کلسدیک است. همچنین، مستطیل سمت راست نمودار نمایانگر میزان املاح زیاد آب منطقه مورد مطالعه می باشد که حد نسبتاً بالای TDS این موضوع را تصدیق میکند (بیشتر از ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر). آب منطقه مورد مطالعه نیز به سمت قلیایی تمایل دارد (PH = 7-7.8) تمرکز نمونه ها در نمودار پایپر (شکل ۶) نشان دهنده این مطلب است که آب منطقه مورد مطالعه در رخساره سدیک قرار گرفته که مربوط به آبهای شور است.

نمودار استیف، به عنوان نمونه برای ایستگاههای رستم آباد نوق، سعادت آباد انار، علی آباد آگاه و منظریه، تصادفی رسم گردید. نمودارهای مزبور نشان داد که گونه غالب آب در این منطقه دارای کلر و سدیم است (شکل ۷). تمرکز نمونه ها در نمودار پایپر نشان دهنده این مطلب است که آب منطقه مورد مطالعه دارای رخساره NaCl است که در گروه آبهای شور قرار دارد

6. Soltani. J. Khodabakhshi. F. Dadashi. M. 2014. Classification of water quality of Gharasoo River for different uses in the wet and dry years. *Journal of River Engineering*. Vol. 2. pp. 34-8.
7. Sappa. G. Ergul. S. Ferranti. F. 2014. Water quality assessment of carbonate aquifers in southern Latium region, Central Italy: a case study for irrigation and drinking purposes. *Applied Water Science*. Vol. 4. pp. 115-28.
8. Priya. KL. 2013. A Fuzzy Logic Approach for Irrigation Water Quality Assessment: A Case Study of Karunya Watershed, India. *Journal of Hydrogeology and Hydrologic Engineering*. 2:1.
9. Mostakmeli. A. Tarshiziyan. H. 2000. The study of hydrochemical of rivers in Shirin Darreh basin. *Journal of Earth Science*. (In Persian)
10. Zarei. H. Akhondali. E. The evaluation of quality trend of water resource in Abolabads reservoir river basin and irrigation and drainage network. *Network Management Articles National Conference of Irrigation and Drainage*, Shahid Chamran University: 2006. Ahvaz, Iran. (In Persian)
11. Razmkhah. H. Niyavarani. A. 2008. Analysis of contamination source effects on water quality of Kore River using WASP. *J Water Engine*. p. 10. (In Persian)
12. Feyzniya. S. 2008. Evaluation of geological factors of desertification in west of central basin (Gome-Kashan). *Research Institute of Forests and Rangelands. Desert Research*. p. 27. (In Persian)

نتایج خواص شیمیایی آب ایستگاههای منطقه مورد مطالعه توسط نرم افزار AqQA در جدول (شماره ۴) آمده است، نتایج حاصل از مدل نشان داد که میزان شوری در منطقه مورد مطالعه در حد نامناسب بوده، و میزان خطر منیزیم نیز زیاد است، همچنین سختی آب بیشتر از 300 میلی-گرم بر لیتر است که در گروه آبهای با سختی بالا قرار می گیرد.

References

1. Naseri. N.. Midezadeh. H. Abra Sour. p. The hydrogeochemical study of the balance of drainage basin of Sahand domain. The 1th national Conference on the applicable investigations on water resources of Iran, Regional Water Company of Kermanshah. 2010. Kermanshah, Iran.
2. Salehi. H. Haghizade. A. Soleimani. L. Evaluation of water quality variation of KashkanPoldokhtar River, Lorestan Province. The 4th International Conference on Environmental Challenges & Dendrochronology: 2014. Sari, Iran.
3. Khamr. Z. Mahmood Gharaei. M.H. Omrani. S. Sayare. A. Evaluation of water resources quality in the mines area of Zar mountain, west of Torbat Heydarie. 2011. the 4th Conference of Economical Geological Society.
4. Yetik. M.K. Yüceer. M. Berber. R.. Karadurmus. E. 2009. River water quality model verification through a GIS based software. *IFAC Proceedings Volumes*. Vol. 11. pp. 798-803.
5. Masamba. W.R.L. Mazvimavi. D. 2008. Impact on water quality of land uses along Thamalakane-Boteti River: An outlet of the Okavango Delta. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. Vol. 33. pp. 687-694.

17. Hounslow. A. 1995. Water quality data: analysis and interpretation, CRC Press. Vol. 86. p. 397.
18. Stiff. H. A.Jr.. 1951. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. Journal of petroleum technology. Vol. 10. p. 1517.
19. Schoeller. H. 1964. La classification geochimique des eaux. LASH Publication no. 64, Gen. Assembly of Berkeley. 1963. Vol. 4. pp. 16-24.
20. Wilcox. L.V. 1955. Classification and use of irrigation waters. USDA Circ, 969. Washington, DC.
13. Gasemi. E. Zareabyane. H. Shahsavar. A. Yagobiyekikle. B. 2009. Evaluation of quality and quantity of groundwater of Hamadan plain. Journal of Plant and Ecology. p. 19. (In Persian)
14. Gibbs. R.J. 1970. Mechanisms controlling world water chemistry. Science. Vol. 170. pp. 1090-1088.
15. Durov. S.A. 1959. Geometriceskij metod v gidrochimii. Rostovskoje kniznoje izdatelstvo, Rostov.USSR. (Geometrical methods in hydrochemistry).
16. Arvidson. J. D. 2006. Relationship of forest thinning and selected water quality parameters in the Santa Fe Municipal Watershed, New Mexico. Hydro-science Concentration Water Resources Program, University of New Mexico.