

## بررسی هیدروژئوشیمیایی و ارزیابی کیفی آب رودخانه شاوور، شوش، استان خوزستان

محمد معانی‌جو<sup>۱\*</sup>، فاطمه بارونی نجف‌آباد<sup>۲</sup>، سعید خدابخش<sup>۳</sup> و سعیده رحمانی<sup>۴</sup>

۱، ۲، ۳ و ۴- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

نویسنده مسئول: \*maanjou@yahoo.com

دریافت: ۹۳/۱۰/۲۶ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۸

### چکیده

آب‌های سطحی معمولاً به دلیل تماس با سازندهای زمین‌شناسی مختلف، ارتباط با سایر منابع آب سطحی و زیرزمینی از نظر ترکیب شیمیایی بسیار متغییر هستند. خطرات زیادی از نظر آلودگی منابع آبی را تهدید می‌کند. رودخانه شاوور با طول ۹۰ کیلومتر در شمال غرب استان خوزستان بین دو رودخانه کرخه و دز واقع است. در این پژوهش، شناخت کیفیت آب رودخانه شاوور براساس شاخص‌های مختلف برای مصارف آشامیدن، کشاورزی و همچنین اثرات زیست‌محیطی آن را مد نظر قرار می‌دهد. در مطالعه توصیفی و موردی انجام پذیرفته، براساس داده‌های موجود در ایستگاه پل شاوور از دو سال آبی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ با بهره‌گیری از روش‌های گرافیکی از قبیل نمودارهای پایپر، شولر، ویلکاکس و مقایسه با استانداردهای جهانی آنالیز کیفی آب صورت پذیرفت. نتایج نشان داد، طبق دیاگرام ویلکاکس آب این رودخانه در کلاس  $C_3S_1$  قرار گرفته و برای مصرف کشاورزی تقریباً مناسب است. دیاگرام شولر نشان داد که آب این رودخانه از لحاظ همه کاتیون‌ها و آنیون‌ها نسبتاً خوب بوده و در محدوده خوب و قابل شرب قرار دارد. همچنین نمودار پایپر تیپ کیفی آب را از نوع بی‌کربناته کلسیم معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: هیدروژئوشیمیایی، زمین‌شناسی زیست محیطی، رودخانه شاوور

### ۱- مقدمه

رودخانه‌ها از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین منابع آبی مورد استفاده بشر در بخش آشامیدنی، صنعت و کشاورزی می‌باشند. افزایش جمعیت و صنعتی شدن جوامع موجب دخل و تصرف غیرطبیعی و در نتیجه تغییر شرایط کیفی در آب رودخانه‌ها شده است؛ لذا مدیریت بهینه منابع آب به ویژه آب شیرین، به عنوان یکی از عوامل بهبود و رشد اقتصادی جوامع، از مهم‌ترین برنامه‌های کشورها محسوب می‌شود. شناخت و بررسی تغییرات فصلی کیفیت منابع آبی به ویژه آب‌های سطحی، منابع اصلی نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای آلودگی آب، درصد و میزان عناصر و ترکیبات مختلف آب و سایر ویژگی‌های آب که بر روی کیفیت شیمیایی و فیزیکی آن اثر می‌گذارد؛ در مدیریت و استفاده بهینه از این منابع نقش بسزایی ایفا می‌کنند [۲، ۱۸، ۲۱]. مطالعات مختلفی جهت تعیین غلظت ترکیبات آلاینده در دریاها، رودخانه‌ها، مصب‌ها، تالاب‌ها صورت گرفته است. مجنونیان<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۸ به بررسی آلودگی فلزات سنگین رودخانه‌های کارون و دز در استان

خوزستان پرداخت. نتایج نشان داد که غلظت  $Hg$  و  $Cd$

در چهار فصل نمونه‌برداری، بالاتر از استانداردهای جهانی می‌باشد [۱۶]. کریمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ به بررسی ژئوشیمی و میزان فلزات سنگین در رسوبات رودخانه کر (جنوب مرودشت) پرداختند. بر اساس این پژوهش بیش‌ترین عامل افزایش غلظت آلاینده، ناشی از پساب فاضلاب شهری و صنعتی به رودخانه کر می‌باشد [۷].

### ۲- موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی

#### محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه شاوور در شمال غرب استان خوزستان و بین عرض  $31^{\circ} 15'$  تا  $31^{\circ} 25'$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $48^{\circ} 8'$  تا  $48^{\circ} 41'$  شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). این حوضه به صورت باریکه‌ای بین دو حوضه آبریز دز و کرخه واقع شده است. کل سطح حوضه ۱۱۶۰ کیلومتر مربع و محیط آن ۲۵۰ کیلومتر می‌باشد. شیب حوضه کم و در حدود ۰/۲ متر در کیلومتر (۰/۲ در هزار) محاسبه شده است. به طور کلی حوضه نسبتاً مسطح و دارای شیب ملایمی است؛ بطوریکه

دارد. گرم‌ترین ماه سال تیرماه با حداکثر درجه حرارت  $45/3^{\circ}\text{C}$  و خنک‌ترین ماه سال دی ماه با حداقل دمای  $5^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۶].

بلندترین نقطه ارتفاعی آن ۱۰۰ متر و پایین‌ترین آن ۳۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. طول این رودخانه حدود ۹۰ کیلومتر است، که بستر و کناره‌های آن حالت باتلاقی



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه شوش

اسیدیته ( $pH$ )، هدایت الکتریکی ( $EC$ )<sup>۳</sup>، سختی کل ( $TH$ ) و همچنین کاتیون‌های اصلی ( $Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Mg^{2+}$ ) و آنیون‌های اصلی ( $Cl^{-}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-}$ ) طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ (سازمان آب منطقه‌ای خوزستان) می‌باشند. برای نمونه‌برداری آب از ظروف پلی‌اتیلنی یک لیتری استفاده شد. قبل از نمونه‌برداری ظروف با استفاده از روش اسید شویی استریل و سه بار نیز با آب رودخانه مورد نظر شستشو داده شدند. بخش عمده نمونه‌برداری آب رودخانه‌ها، به روش ساده و از نقطه‌ای در سطح مقطع و در کم‌ترین فاصله از سطح آب برداشته می‌شود. در رودخانه شاوور نیز نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح آب انجام شد. این روش به نام روش غوطه‌ور کردن یا نمونه‌برداری ساده شناخته می‌شود [۱۱].

بلافاصله پس از برداشت نمونه‌ها به منظور جلوگیری از تغییرات بیولوژیکی و رساندن  $pH$  نمونه‌ها به زیر ۲، یک میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ نرمال به نمونه‌ها اضافه شد [۳]. سپس به منظور جلوگیری از تأثیر نورآفتاب، نمونه‌ها در محفظه‌ای مناسب قرار داده شدند و تا انتقال به آزمایشگاه در دمای پایین نگهداری شدند [۱۳].

### ۳- زمین‌شناسی منطقه

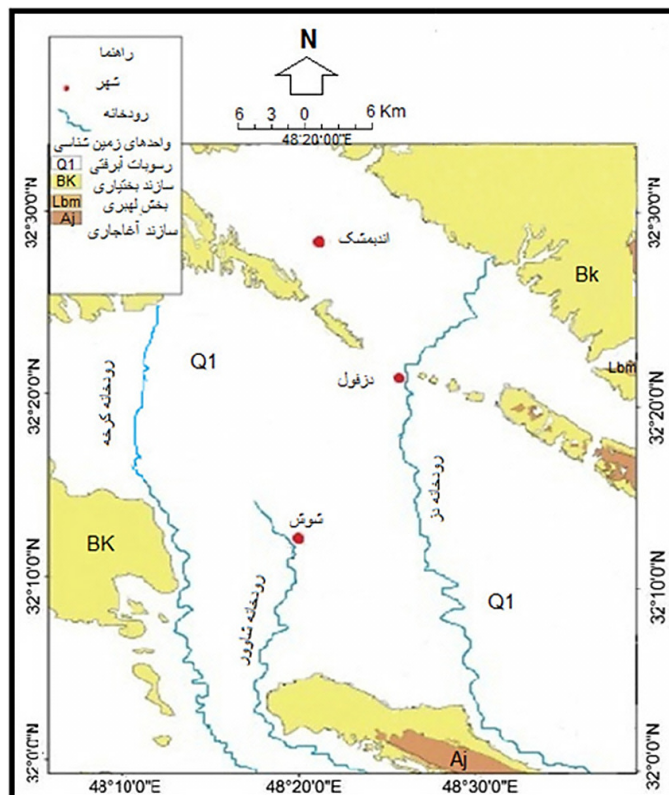
دشت شوش که از لحاظ زمین‌شناسی ناحیه‌ای جزئی از دشت خوزستان و از نظر زمین‌ساخت، جزئی از سکوی (پلاتفرم) عربی محسوب می‌شود، کاملاً پوشیده از رسوبات آبرفتی است. رسوبات آبرفتی دشت شوش که حاصل آورده‌های رودخانه‌های دز و کرخه هستند، متشکل از گراول یا شن ریز تا درشت و ماسه به همراه مقدار زیادی سیلت و رس می‌باشد. ضخامت این رسوبات به بیش از ۳۰۰-۲۰۰ متر می‌رسد [۱۰]. در حوضه آبریز رودخانه شاوور سه واحد چینه‌سازی قابل تفکیک می‌باشد که به ترتیب سن (از قدیم به جدید): سازند آغاچاری، سازند بختیاری، رسوبات آبرفتی جوان می‌باشند (شکل ۲).

### ۴- مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور بررسی کیفیت شیمیایی و تعیین اثرات زیست‌محیطی رودخانه شاوور، دوازده پارامتر جهت تجزیه و تحلیل و ارزیابی تیپ و کیفیت شیمیایی آب منطقه انتخاب شده‌اند. این پارامترها عبارتند از: نسبت جذب سدیم ( $SAR$ )، باقی‌مانده املاح ( $TDS$ )،

3. Electrical conductivity  
4. Total hardness

1. Sodium Adsorption ratio  
2. Total dissolved solids



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه شوش و حوضه رودخانه شاور با اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت عملیات نفتی ایران [۱۹]

براساس استاندارد، آب شرب باید دارای ویژگی‌های خاص شیمیایی باشد و املاح آن از حدود خاصی تجاوز نکند. مهم‌ترین معیار کیفی برای طبقه‌بندی آب از لحاظ شرب استفاده از دیاگرام شولر می‌باشد. این دیاگرام براساس میزان املاح محلول اصلی آب (آنیون‌ها و کاتیون‌ها)،  $TDS$  و سختی کل  $TH$  منابع آب ترسیم می‌شود. در این نمودار آب‌های مورد بررسی به ۶ گروه شامل خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، به طور کامل نامطبوع و غیر قابل شرب تقسیم می‌شود [۴]. نمودار پایپر یکی از روش‌های متداول در تعیین تیپ آب (رخساره هیدروشیمی) بوده، که در تفسیر منشأ یون‌ها و مقایسه کیفیت آب‌ها به ویژه برای شرب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دیاگرام براساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر  $Cl^-$ ،  $CO_3^{2-}$ ،  $HCO_3^-$ ،  $SO_4^{2-}$ ،  $Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}$ ،  $K^+$ ،  $Na^+$ ، که در سازمان آب منطقه‌ای خوزستان اندازه‌گیری شد، برای تعیین تیپ و رخساره آب مورد استفاده قرار گرفت [۲۳]. دیاگرام ویلکاکس که قادر به طبقه‌بندی آب در کلاس‌های متفاوت برای مصارف کشاورزی است، براساس مقادیر هدایت الکتریکی ( $EC$ )

به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه، میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار داده‌های به دست آمده از پارامترهای فیزیکی محاسبه شد و با استانداردهای جهانی مورد مقایسه قرار گرفته است (جدول ۱، شکل ۳). همچنین برای ارزیابی دقیق‌تر اثرات زیست‌محیطی، ضریب همبستگی بین پارامترها توسط نرم‌افزار  $SPSS$  انجام شد. گروه‌های مختلف آب، برای آب رودخانه شاور که بیش‌تر مصرف شرب و کشاورزی دارد، براساس روش‌های گرافیکی (نمودارها) تعیین شد. این نمودارها که شامل نمودار شولر<sup>۱</sup> (طبقه‌بندی آب از نظر شرب) [۲۵]، ویلکاکس<sup>۲</sup> (طبقه‌بندی آب برای مصارف کشاورزی) [۲۹] و پایپر<sup>۳</sup> (مقایسه کیفیت آب برای شرب و کشاورزی) [۲۳] بوده، با استفاده از نرم‌افزار  $Aq.QA$ <sup>۴</sup> ترسیم شدند و داده‌های حاصل با استانداردهای جهانی مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

5. Schoeller Diagram

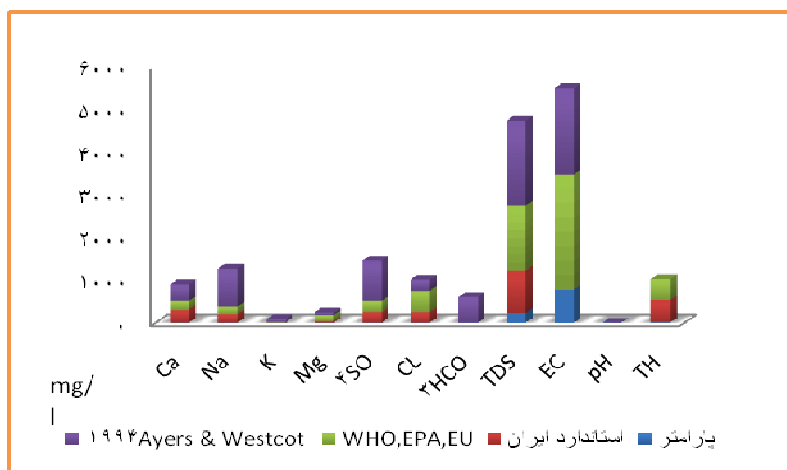
6. Wilcox Diagram

7. Piper Diagram

8. Aq QA information and updates: [www.aqqa.com](http://www.aqqa.com)

اندازه‌گیری و SAR که توسط فرمول محاسبه شد، هر کدام در چهار گروه (به ترتیب  $Cl$  تا  $C4$  و  $SI$  تا  $S4$ ) طبقه‌بندی می‌شوند [۱۸].

املاح محلول در آب و نسبت سدیم قابل جذب آب (SAR) ترسیم شد. پارامترهای EC که توسط دستگاه هدایت‌سنجی در سازمان آب منطقه‌ای خوزستان



شکل ۳. نمودار مقایسه پارامترهای کیفی آب با استانداردهای جهانی

جدول ۱. پارامترهای کیفی نمونه‌های آب رودخانه شاوور و استانداردهای جهانی

پارامتر	میانگین	بیشینه	کمینه	میانه	بیشینه مجاز برای کشاورزی [۱۲]	بیشینه مجاز برای آشامیدن WHO, 2008 EPA, 2009 EU, 1998[۱۴]	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران [۹]
$Ca^{2+}$ (mg/l)	۳/۳۴	۴	۲/۶۴	۳/۲۲	۴۰	۲۰۰	۳۰۰
$Na^+$ (mg/l)	۲/۷۲	۳/۷	۱/۵۷	۲/۶۵	۹۰	۱۷۵	۲۰۰
$K^+$ (mg/l)	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۷۵	۱۲	-
$Mg^{2+}$ (mg/l)	۲/۴	۳	۱/۹	۲/۴	۶۰	۱۵۰	۳۰
$SO_4^{2-}$ (mg/l)	۲/۶	۳/۸	۲/۱	۲/۵	۹۵۰	۲۵۰	۲۵۰
CL (mg/l)	۲/۱۸	۲/۹	۱/۷	۲	۲۵۰	۵۰۰	۲۵۰
$HCO_3^-$ (mg/l)	۳/۴۹	۴/۴۶	۲/۸	۳/۴	۶۰۰	-	-
TH (mg/l $caco_3$ )	۱۸/۵	۲۱/۷	۱۵/۱	۱۸/۷	-	۵۰۰	۵۰۰
TDS (mg/l)	۵۱۴	۵۵۹	۴۵۵	۵۱۵	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰
EC ( $\mu mho/cm$ )	۷۸۵	۸۶۴	۷۰۵	۷۷۶	۲۰۰۰	۲۷۰۰	-
pH	۷/۸	۸/۱	۷/۵	۷/۹	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵	۵/۶-۸/۵

مربوط به SAR و  $Na^+$  کلسیم با بی‌کربنات، TH، EC، TDS و منیزیم با TH دیده می‌شود، که به ترتیب این مقادیر ۰/۹۷۱، ۰/۹، ۰/۸۳۶، ۰/۷۰۹، ۰/۷۰۴ و ۰/۷۸۴ می‌باشند. ضریب همبستگی بین EC با TDS و TH با  $HCO_3^-$  نیز به ترتیب ۰/۸۷۱ و ۰/۶۵۵ بوده، که همبستگی بالایی را نشان می‌دهد. از آنجایی که یکی از ویژگی‌های فاضلاب خانگی، بالا بودن غلظت نمک در آن‌ها است؛ بنابراین همبستگی بالا، معنی‌دار و منطقی می‌باشد [۱۶]. در بین یون‌ها بیش‌ترین همبستگی مربوط به کلسیم- بی‌کربنات و کم‌ترین همبستگی بین منیزیم-

## ۵- نتایج و بحث

بررسی هیدروشیمی آب رودخانه شاوور با مقایسه پارامترهای کیفی رودخانه با مقادیر استاندارد جدول ۱ نشان می‌دهد که آب رودخانه از لحاظ املاح موجود پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد. ضریب همبستگی را می‌توان به صورت مقیاسی از قدرت ارتباط بین دو متغیر تعریف کرد که در محدوده‌ی ۱ تا ۱- قرار می‌گیرد. وقتی بین دو متغیر همبستگی وجود نداشته باشد، ضریب همبستگی برابر صفر است [۱]. از نظر ماتریس همبستگی پیرسون جدول ۲ بیش‌ترین همبستگی در بین یون‌ها

سختی یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  هستند. استاندارد خدمات بهداشت جهانی مقدار حداکثر  $(mg/l)$  ۵۰۰ سختی را در آب آشامیدنی توصیه می‌نماید. هم‌چنین در ارتباط با مقدار سختی آب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری برای اکثر محصولات محدودیت خاصی تعیین نگردیده است. میانگین سختی کل آب رودخانه شاوور  $(mg/l CaCO_3)$  ۱۸/۵ بوده، که با توجه به استاندارد خدمات بهداشت جهانی  $(WHO)$ ، پایین‌تر از حد استاندارد برای شرب می‌باشد [۱۴، ۲۸].  $TDS$  در آب از منابع طبیعی فاضلاب‌ها، رواناب‌های شهری و فاضلاب‌های صنعتی منشأ می‌گیرد؛ و شامل نمک‌های معدنی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم، بی‌کربنات‌ها، کلریدها و سولفات‌ها) و مقدار کمی مواد آلی محلول در آب می‌باشد. مقدار  $EC$  متناسب با  $TDS$  است. براساس آژانس محیط زیست آمریکا  $(EPA)$  و سازمان بهداشت جهانی  $(WHO)$  آب‌هایی که دارای  $TDS$  بیش‌تر از  $(mg/l)$  ۱۵۰۰ و  $EC$  بیش‌تر از  $(umho/cm)$  ۲۷۰۰ باشند، برای مصارف آبیاری و شرب چندان مناسب نمی‌باشند [۱۴]. نتایج نشان می‌دهد که  $EC$  و  $TDS$  به ترتیب  $(umho/cm)$  ۷۸۵ و  $(mg/l)$  ۵۱۴ بوده که کم‌تر از حد بالای استاندارد شرب و آبیاری می‌باشند.

سديم دیده می‌شود. بنابراین یکی از دلایل این مقدار از همبستگی احتمالا می‌تواند منبع غیر مشترک طبیعی و ورود از طریق انحلال کودهای شیمیایی باشد. این دلیل به خاطر حضور لایه‌های رسوبی دارای کانی‌های تبخیری و کربناته در منطقه بوده که ضریب همبستگی را زیاد می‌کند. سازمان بهداشت جهانی<sup>۱</sup>  $(WHO)$  حداکثر غلظت کلسیم را ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر برحسب  $Ca^{2+}$  پیشنهاد می‌نماید که مازاد بر این به صورت رسوب می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی گردد [۸]. براساس پیشنهاد آژانس محیط زیست آمریکا<sup>۲</sup>  $(EPA)$  سازمان بهداشت جهانی، بیشینه مجاز آب برای کشاورزی و استاندارد آب آشامیدنی ایران،  $pH$  بهینه جهت مصارف شرب، آبیاری و کشاورزی به ترتیب در محدوده‌ی ۶/۵ تا ۸/۵ و ۵/۵ تا ۸/۵ می‌باشد [۲۷، ۲۸]. این فاکتور تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر میزان مواد معلق، مواد کلئیدی، مواد آلی، وجود آنیون‌های هالوژنه و راهیابی رواناب‌های کشاورزی و غیره در آب قرار می‌گیرد [۵]. همانطور که نتایج آزمایشات نشان می‌دهند، میانگین  $pH$  رودخانه شاوور ۷/۸ می‌باشد. بنابراین  $pH$  این رودخانه هم برای شرب و هم برای کشاورزی در حد طبیعی می‌باشد [۱۲، ۲۸]. سختی مقدار کاتیون‌های فلزی دو ظرفیتی در آب است که بر حسب  $CaCO_3(mg/l)$  بیان می‌شود. عوامل اصلی

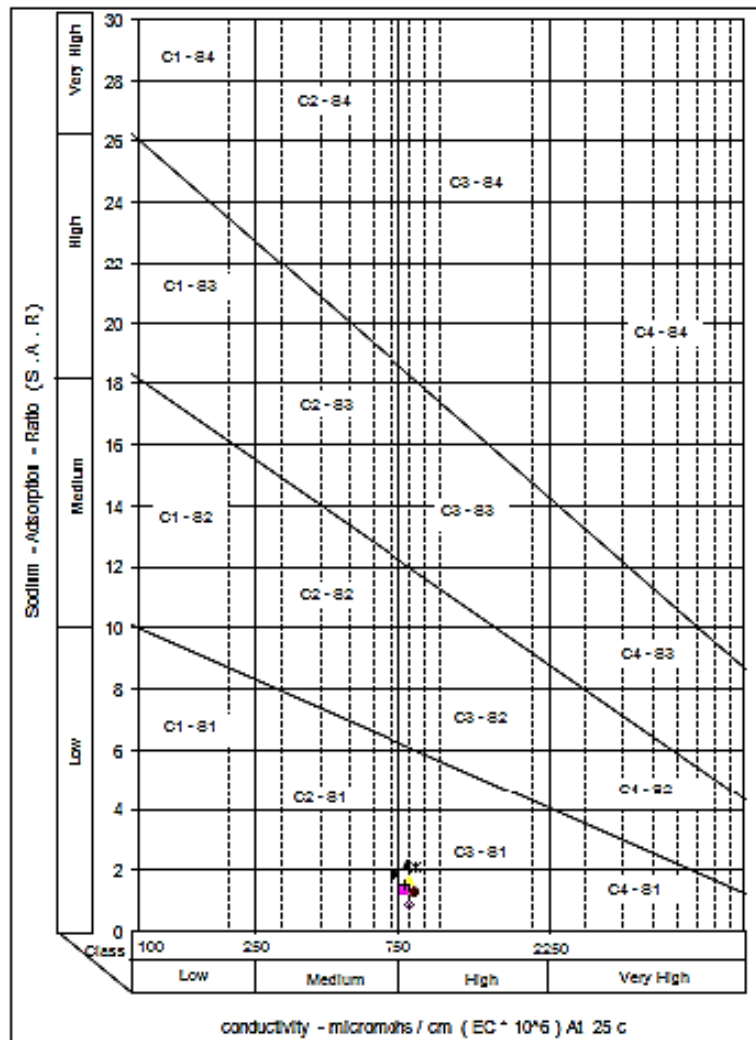
جدول ۲. ضرایب همبستگی (همبستگی پیرسون) بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه شاوور

	$Ca^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$Mg^{2+}$	$Cl$	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$TDS$	$TH$	$EC$	$SAR$	$pH$
$Ca^{2+}$	۱											
$Na^+$	۰/۰۰۳	۱										
$K^+$	۰/۳۰۷	-۰/۱۵۸	۱									
$Mg^{2+}$	۰/۱۱۷	-۰/۵۲۴	-۰/۱۷۲	۱								
$Cl$	۰/۱۸۹	۰/۲۵۰	-۰/۰۴۰	۰/۰۵۱	۱							
$SO_4^{2-}$	۰/۰۵۵	۰/۴۹۵	-۰/۳۴۳	۰/۱۱۴	-۰/۳۶۹	۱						
$HCO_3^-$	۰/۹۰۰	۰/۰۵۳	۰/۴۷۳	۰/۱۳۰	۰/۱۲۳	۰/۰۱۷	۱					
$TDS$	۰/۷۰۴	-۰/۰۸۳	۰/۰۱۳	۰/۴۳۲	۰/۰۰۹	۰/۳۷۹	۰/۵۹۵	۱				
$TH$	۰/۷۰۹	-	۰/۰۶۹	۰/۷۸۴	۰/۱۵۴	۰/۱۱۵	۰/۶۵۵	۰/۷۴۷	۱			
$EC$	۰/۸۳۶	۰/۱۱۱	۰/۱۷۴	۰/۲۹۱	۰/۲۶۸	۰/۲۵۲	۰/۷۷۷	۰/۸۷۱	۰/۷۲۹	۱		
$SAR$	-۰/۲۰۵	۰/۹۷۱	-۰/۱۷۸	-۰/۶۲۶	۰/۱۹۳	۰/۴۰۸	-۰/۱۴۴	-۰/۲۷۹	-۰/۵۷۳	-۰/۱۰۶	۱	
$pH$	۰/۱۲۲	۰/۱۶۹	۰/۱۶۷	-۰/۱۸۱	-۰/۰۹۴	۰/۰۹۱	۰/۱۴۴	-۰/۱۲۴	-۰/۰۲۵	-۰/۰۸۵	۰/۱۵۶	۱

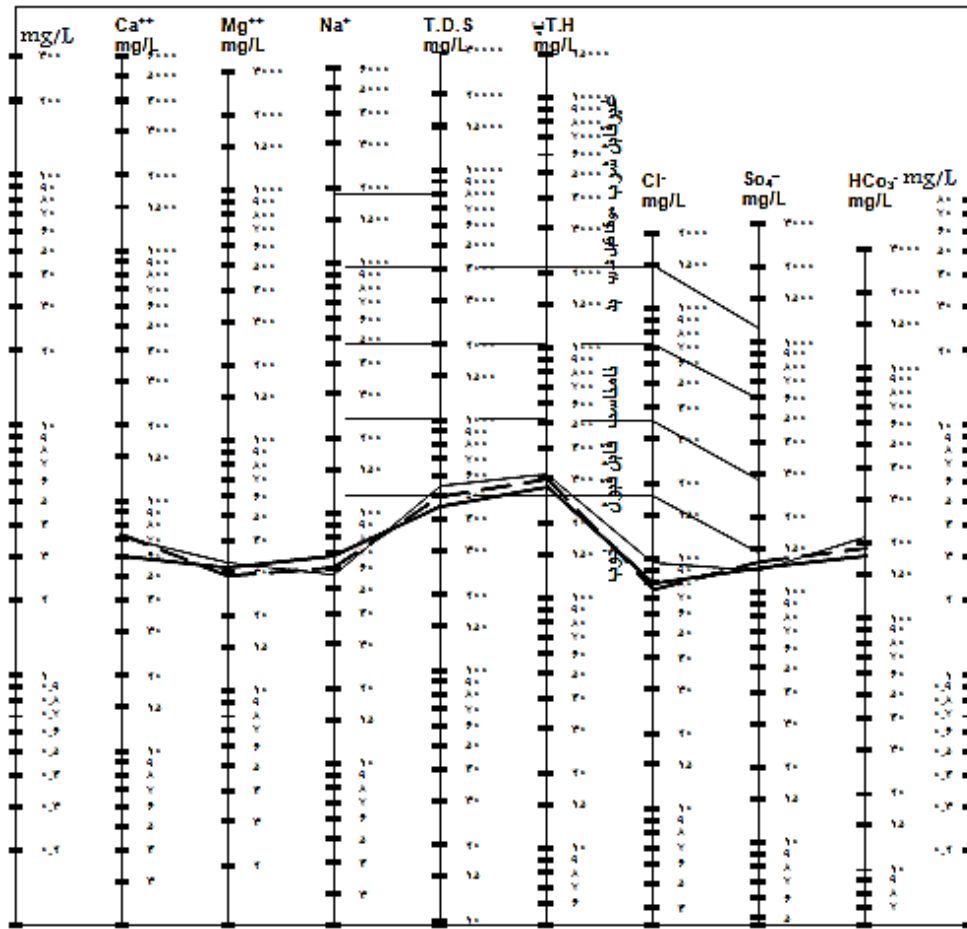
Bold indicates significant correlation at  $p=0.01$  (2-tailed).  
Italic indicates significant correlation at  $p=0.05$  (2-tailed).

تمرکز نمونه‌ها در دیاگرام پاپیر (شکل ۶) نشان دهنده این مطلب است که آب رودخانه شاوور از تیپ بی‌کربناته کلسیم می‌باشد. کلسیم عنصر اصلی در بیش‌تر سنگ‌های آذرین و دگرگونی است، و رایج‌ترین نوع کلسیم در سنگ‌های رسوبی، کربنات‌ها می‌باشد [۱۵]. با توجه به وجود لایه‌های رسوبی کربناته و تبخیری در منطقه، احتمال می‌رود وجود کلسیم به دلیل وجود انحلال کانی‌های کربناته و یا ژپس در بالای حوضه باشد. تجزیه مواد آلی نیز موجب تولید دی‌اکسید کربن ( $CO_2$ ) و در نهایت تشکیل یون بی‌کربنات در آب می‌شود. بنابراین افزایش غلظت یون بی‌کربنات را می‌توان در اثر ورود فاضلاب غنی از مواد آلی به رودخانه دانست.

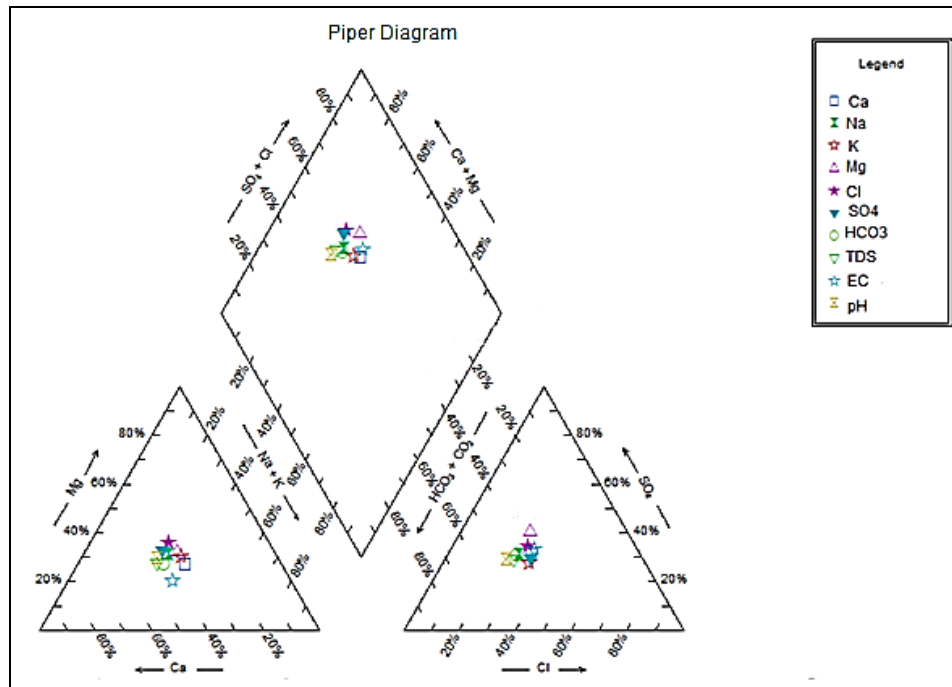
با توجه به نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه شاوور، درجه قلیائی بودن یا نسبت جذب سدیم ( $SAR$ ) و شوری آب به ترتیب دارای خطر سدیم پایین ( $<10$ ) و خطر شوری بالا ( $2250-750 \mu mho/cm$ ) می‌باشد. بنابر نمودار ویلکاکس نمونه‌ها در کلاس  $C_3S_7$  قرار دارند (شکل ۴)، که این آب تنها برای آبیاری زمین‌های درشت بافت و با زهکشی خوب، مناسب می‌باشد و تقریباً می‌تواند برای آبیاری بیش‌تر محصولات بکار رود، بنابراین از نظر مصارف کشاورزی در رده متوسط قرار دارد [۲۶]. به دلیل  $TH$  پایین ( $18/5 mg/l$   $caco_3$ ) و  $TDS$  پایین‌تر از حد استاندارد ( $514 mg/l$ )، دیاگرام شولر (شکل ۵) تمام نمونه‌های مربوط به رودخانه شاوور در دسته خوب و قابل قبول از نظر شرب قرار دارد.



شکل ۴. نمودار ویلکاکس [۲۶] برای داده‌های هیدروژئوشیمیایی رودخانه شاوور



شکل ۵. نمودار شولر برای داده‌های هیدروژئوشیمیایی رودخانه شاور



شکل ۶. نمودار پایپر برای داده‌های هیدروژئوشیمیایی رودخانه شاور

## ۶- نتیجه‌گیری

نتایج کلی تجزیه شیمیایی در رودخانه شاوور بیانگر این موضوع است که مقدار پارامترهای بررسی شده ( $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl$ ,  $TH$ ,  $SAR$ ,  $TDS$ ,  $EC$ ) در محدوده استانداردهای قابل استفاده جهانی قرار دارند. همچنین از نظر شرب آب این رودخانه در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد و مانعی از نظر شرب ندارد. از نظر کشاورزی نیز محدودیت آنچنانی وجود نداشته و تقریباً قابل قبول می‌باشد و می‌توان برای کشاورزی مورد استفاده قرار داد. کیفیت شیمیایی رودخانه تحت تأثیر واکنش‌های تبخیر و تعرق در حوضه می‌باشد. آب این رودخانه از جنبه‌های گوناگون کیفیت نسبتاً مطلوبی داشته و با احتیاط و رعایت اصول بهداشتی لازم می‌توان جهت استفاده‌های گوناگون از آن بهره‌برداری نمود. در حال حاضر وجود مزارع متعدد، استفاده از کودهای حیوانی و شیمیایی و علف‌کش‌ها و سموم دفع آفات، ورود فاضلاب‌های خانگی، شهری و بیمارستانی و نیز وجود روستاهای مجاور رودخانه و نبود سامانه جمع‌آوری فاضلاب در برخی مناطق به دلیل نبود سامانه مناسب دفع ضایعات و زباله‌ها می‌توانند از عوامل ایجاد آلودگی در رودخانه باشند. در نهایت به منظور بهره‌برداری مناسب از آب رودخانه و جلوگیری از کاهش کیفیت آن باید به تعیین حریم کیفی و زیست‌محیطی رودخانه توجه ویژه داشت و افزون بر این، اجرای طرح‌های عمرانی و فعالیت‌های کشاورزی و آبی‌پروری و ارزیابی اثرات زیست محیطی آن‌ها دقیقاً مورد توجه قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

از سازمان برق و آب منطقه‌ای خوزستان به خاطر همکاری و مساعدتشان، و از معاونت پژوهشی دانشگاه بوعلی‌سینا به خاطر حمایت مالی قدردانی می‌شود.

## منابع

- [۱] اسلامیان، س.، سلطانی، س.، زارعی، ع (۱۳۸۴) کاربرد روش‌های آماری در علوم زیست محیطی، انتشارات ارکان، چاپ اول، ۴۰۸ص.
- [۲] رحمانی، ع.ر.، صمدی، م.ت.، و حیدری، م (۱۳۸۷) ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌های جاری در دشت همدان- بهار
- برای آبیاری بر مبنای دیاگرام ویلکاکس، پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد هشتم، شماره اول (ب)، ص ۳۵-۲۷.
- [۳] رهنما، ص.، خالداین، م.ر.، شاهنظری، ع.، فرقانی، ا.، رضایی، م (۱۳۹۰) پهنه‌بندی آلودگی فلزات سنگین آب‌های زیرزمینی گیلان مرکزی، کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، زنجان. ص ۱-۸.
- [۴] صداقت، م (۱۳۷۸) زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام نور، ص ۳۰۰.
- [۵] عباسپور، م (۱۳۷۱) "مهندسی محیط زیست"، دانشگاه آزاد اسلامی، ص ۱۱۰۷.
- [۶] عبدالخانی، ر (۱۳۹۱) تعیین نقش گیاهان و رسوبات در پالایش و تجمع فلزات (کادمیوم، سرب، روی، نیکل) در رودخانه شاوور- مطالعه موردی استفاده از گیاه لویی (*tyhpalatifolia*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم تحقیقات خوزستان، دانشکده محیط زیست.
- [۷] کریمی، م.، قاسم‌پور شیرازی، س.م.ر (۱۳۹۱) توزیع ژئوشیمیایی و میزان آلودگی فلزات سنگین (سرب، روی، نیکل، کروم و آرسنیک) در رسوبات رودخانه‌ی کر (جنوب مرودشت). فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۸، شماره ۲: ص ۱۴۵-۱۳۳.
- [۸] مقیمی، ه (۱۳۸۴) هیدروژئوشیمی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ص ۲۱۳.
- [۹] موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۸) استاندارد ۱۰۵۳، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی، تجدید نظر پنجم
- [۱۰] ناصری، ح.ر.، صفارزاده، ع (۱۳۸۲) ارزیابی عوامل آلاینده آب زیرزمینی دشت شوش با استفاده از نقشه‌های هم‌ارزش و تحلیل عاملی، بیست و دومین گردهمایی علوم زمین، تهران.
- [۱۱] وزارت نیرو (۱۳۸۸) دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری). معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور. نشریه شماره ۵۲۲، ۲۲۲ص.
- [12] Ayers R.S. and Westcot D.W (1976) Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, FAO, Rome. 97 p.
- [13] Ebrahimpour, M. and Mushrifah, I (2008) Heavy metal concentrations in water and sediments in TasikChini, a freshwater lake, Malaysia. Springer. Environ. Monit. Assess. 141, pp: 297-307.
- [14] EU (1998) Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. Adopted by the Council, on 3 November 1998.



- [15] Hem, J.D (1989) *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water, U.S., Geological Survey, Water-Supply, 264p.*
- [16] Laws, E.A (2000) *Aquatic pollution, 3rd ed., John Wiley, 320p.*
- [17] Majnunian, H (1998) *River conservation, biophysical attribution, habitat values and extraction rules. Proceeding of the 1<sup>st</sup> congress of environmental protection organization. Pp: 15-19. Tehran, Iran.*
- [18] Miller, W.W., Guitjens, J.C., and Mahannah, C.N (1984) *Water quality of irrigation and surface return flows from flood-irrigated pasture and alfalfa hay. J. Environ. Qual. 13: pp 543-548*
- [19] Ming-Ho Yu (2005) *Environmental toxicology, Biological and Health Effects for Pollutants. Second Edition. CRC Press LLC. 339p.*
- [20] ÓB perry, J.T., Setudehnia, A (1967) *DEZFUL Geological Compilation Map 1: 100, 000. Iranian Oil. Operating Companies, Tehran.*
- [21] Office of standards and Technical criteria (2007) *Surface water quality monitoring instruction, Bulletin No.522.*
- [22] Ouyang, Y., Nkedi-Kizza, P., Wu, Q.T., Shinde, D., Huang, C.H (2006) *Assessment of seasonal variations in surface water quality. Water Research, 40(20), pp: 3800-3810.*
- [23] Piper A.M (1944) *A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Trans. American Geophysical Union 25 (6), 914-928p.*
- [24] Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Fuge, R., and Smedley, P (2005) *Essentials of Medical Geology, Impacts of the natural environment on public health", PREFACE. Elsevier Academic Press, pp: IX-XI.*
- [25] Shoeller, H (1967) *Qualitative evaluation of groundwater resource, Methods and techniques of groundwater investigation and development, water Research, Series – 33, UNESCO, pp 44-52.*
- [26] Todd, D.K. and Mays, L.W (2005) *Groundwater Hydrology, John Wiley and Sons, New York, 535p.*
- [27] USEPA (2007) *Drinking water standards and health advisories table. 30p.*
- [28] WHO (2008) *Guidelines for Drinking-water quality, Third ed., Incorporating the first and second addenda Volume 1: Recommendations, Geneva. 668p.*
- [29] Wilcox, LV (1955) *Classification and use of irrigation water, US Department of Agriculture. Circ. NO.696, Washington, DC. 21P.*

***The study of hydrogeochemical and assessment of water quality of Shavour River, Shush, Khuzestan province***

***M. Maanijou<sup>\*1</sup>, F. Baroni Najaf Abad<sup>2</sup>, S. Khodabakhsh<sup>3</sup> and S. Rahmani<sup>4</sup>***

*1, 2, 3, 4- Dept., of Geology, Bu-Ali Sina University, Hamedan*

*\*maanijou@yahoo.com*

***Recieved: 2015/1/15 Accepted: 2017/2/6***

***Abstract***

*Surface waters usually" because of contact with different geological formations, relationship with groundwater and surface water resources are associated with highly variable chemical composition. threaten the risk of contamination of water resources. The Shavour River with a long of 90 km in the North West province of Khuzestan is located between the two Karkheh and Dez River's. In this study, understanding of water quality of Shavour River based on different parameters of food, agriculture, as well as its environmental impacts are considered. The case study based on available data on the two water year 90-92 on Shavour Bridge station using graphical methods such as Piper diagrams, Scholler, Wilcox comparing with international standards for water quality analysis was conducted. The results showed that, according to the Wilcox diagram of the river's water is of C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> class and is pretty good for consumption and agriculture. The Scholler diagram showed that all of the river's water cations and anions are fairly good and the ranges are good and drinking. The Piper diagram of water quality indicated calcium bicarbonate type of water.*

***Keywords:*** *hydrogeochemical, Environmental Geology, Shavour River*