پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سیزدهم، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۳
صص. ۱۷۵-۱۵۷

بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای هشترود به منظور مصارف بخش‌های کشاورزی و شرب با تاکید بر نقش سازندهای زمین شناسی

معصومه رجبی* – استادگروه جغرافیای طبیعی و ژئومورفولوژی ، دانشگاه تبریز.
فریبا کرمی – استادگروه جغرافیای طبیعی و ژئومورفولوژی ، دانشگاه تبریز.
مجید رنجبری – دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه، تبریز.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۷ تائید نهایی: ۱۴۰۳/۰۳/۱۸

چکیده

از آنجایی‌که جنس سازند های زمین شناسی از عوامل مهم و تاثیر گذار بر کیفیت آب رودخانه‌ها می‌باشد. لذا هدف این پژوهش بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای هشترود به منظور مصارف بخش‌های کشاورزی و شرب با تاکید بر نقش سازندهای زمین شناسی بر روی آن می‌باشد. رودخانه قرنقوچای در شهرستان هشترود و در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این شهرستان با توجه به وجود رودخانه‌های پر آب و خاک مناسب، قطب تولید غلات شمال غرب کشور می باشد. برای این منظور از نتایج آزمایشگاهی شیمیایی داده‌ها و نمونه‌های بدست آمده از چهار ایستگاه‌ها هیدرومتری موجود در منطقه توسط سازمان آب منطقه‌ای استان استفاده شد. در ضمن از تعداد ۱۲ پارامتر هیدروشیمی از جمله شاخص‌های **SAR، Mg، Ca، So4، Cl، Na، K، EC، TDS، PH، Co3و HCo3 بصورت داده های میانگین ماهانه، فصلی و سالانه برای یک دوره ۲۰ ساله (۱۳۹۹-۱۳۷۹) استفاده شد. پس از پردازش** داده‌های اولیه، در محیط نرم افزار chemistry مورد آنالیزهای شیمیایی قرارگرفت و نتیجه آنالیزها در دیاگرام‌های ویلکاکس، شولر **و پایپر** نشان داده شد. نتایج نمودار ویلکاکس نشان داد که در اغلب سال‌ها کیفیت آب شور می باشد و برای استفاده در کشاورزی می‌بایست تدابیری در نظر گرفته شود. **در نمودار شولر باستثنای پارامتر TDS کیفیت آب برای شرب مناسب تشخیص داده شد و تیپ آب تمامی ایستگاه ها بوسیله نمودار پایپر، کلرید سدیم تعیین شد. دلیل عمده این تیپ آب در رودخانه قرنقو چای وجود سازندهای رسوبی و تبخیری مثل آهک، ژیپس و نمک ها (میوسن قرمز بالایی) بویژه در بخش مرکزی حوضه و عبور سرشاخه های رودخانه از روی آنها می‌باشد. قابلیت هوازدگی و انحلال شدیدی که این سازندها دارند موجب شده است کیفیت شیمیایی آب‌ها بیشتر تحت تاثیر یون‌های غیرسیلیکاتی‌مانند یون‌های کلریدها، سولفات، منیزیم و کلسیم قرار داشته باشد.**

واژگان کلیدی: کیفیت شیمیایی آب، لیتولوژی، انحلال، نمودار پایپر، رودخانه قرنقوچای.

---

* نویسنده مسئول: E-mail: Mrajabi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

رودخانه ها منبع ا صلی آب برای نیازهای روزانه، م صارف خانگی، تولیدات صنعتی و آبیاری (دبسکا [1]و همکاران، ۲۰۲۱: ۱؛ جیانگ[2] و همکاران، ۲۰۲۰: ۱) و تولید برق (ولی زاده پیرکلومی و همکاران، ۱۴۰۱، ۴۸) هستند. آنها همچنین زیستگاه طبیعی بسیاری از اکوسیستم‌ها بوده و برای چرخه‌های هیدرولوژیکی و بیوشیمیایی ضروری می‌باشند (دبسکا و همکاران، ۲۰۲۱: ۱). رودخانه‌ها در امتداد مسیرخود شرایط مختلفی را تجربه می‌کنند بطوری‌که از مسیر کوهستانی شروع و پس از عبور از دشت‌ها به مصب دریاها و یا دیگر رودهای اصلی می رسند (اصغری سراسکانرود، ۱۱۷:۱۳۹۶). عوامل مختلفی بر ترکیب آب رودخانه تأثیر می گذارد و باعث ایجاد تنوع از مکانی به مکان دیگر می شود (حامید[3] و همکاران، ۲۰۲۰: ۱). کیفیت آب رودخانه‌ها از دو منشاء فرآیندهای طبیعی (تغییرات اقلیمی، فرسایش، هوازدگی مواد پوسته زمین، واکنش آب به ساختار لیتولوژی و غیره) و عوامل آنتروپوژنیک (شهرنشینی، فعالیت های کشاورزی و صنعتی و غیره) متأثر می‌شود (اظهری [4]و همکاران، ۲۰۲۳: ۱؛ حامید و همکاران، ۲۰۲۰: ۱). مهترین عوامل مؤثر در کیفیت آب رودخانه‌ها عبارتند از جنس سازندهای حوضه، رژیم آبدهی رودخانه و نقش آب‌های زیرزمینی در تامین آب رودخانه، نحوه‌ی استفاده از رودخانه و کمیت و کیفیت آب برگشتی و نیز نقش انسان (خدابخش و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۳). اکثر مطالعاتی که بر روی نقش لیتولوژی بر کیفیت آب رودخانه‌ها در سرتاسر جهان صورت‌گرفته است این واقعیت را روشن می سازد که انحلال کانی های کربناته و تبخیری در مقایسه با کانی های سیلیکاتی به دلیل قابیلت انحلال بالایی که دارند، نقش تعیین‌کننده‌تری در هیدروشیمی آب رودخانه دارند. بطوری‌که، روانآب‌ها و رودخانه‌ها در مسیر عبور از رسوبات تبخیری محتوی گچ و نمک باعث می شوند آب‌هایی که بر روی آنها از نقاط بالا دست جریان دارند کیفیت نامناسبی پیدا کنند. سازندهای آهکی، ترکیبات و یون‌هایی با پایه‌ی کربنات و بیکربنات (رگرسون[5] و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۰۵) سازندهای نمکی، ترکیبات و یون‌های با پایه‌ی کلر (گرناتو[6] و همکاران، ۲۰۱۵: ۸۳) و سازندهای گچی، ترکیبات با پایه‌ی سولفات (پروسکی[7] همکاران، ۲۰۱۹: ۱۸۹) وارد آب می‌کنند (رضایی توابع، ۱۴۰۱: ۶۶). در اقصی نقاط جهان در زمینه تاثیرات سازندهای زمین شناسی بر کیفیت آب‌های سطحی مطالعات فراوانی صورت گرفته است که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود. از جمله در پژوهشی کرمی و همکاران(۱۳۹۰) کیفیت شیمیایی آب بالادست رودخانه آجی‌چای را با تاکید بر واحدهای لیتولوژی و با استفاده از روش تجزیه به مولفه های اصلی بررسی کرده اند نتایج نشان داد که کیفیت آب در بالادست حوضه و در دامنه های سبلان، شیرین می‌باشد ولی در طی مسیر در اثر برخورد با سازندهای مارن گچدار و نمکدار تغییر کیفیت آب تشدید می‌شود. شیخ فخرالیدنی و عباس نژاد (۱۳۹۴) در پژوهشی تاثیر هوازدگی در هیدروژئوشیمی آب رودخانه بیدخوان کرمان را با استفاده از روش‌های آماری (تحلیل چند متغیره، تحلیل خوشه ای و ماتریس همبستگی) و نمودار پایپر بررسی کردند. نتایج نشان داد تمامی نمونه آب‌های مورد مطالعه در رده آب‌های با سختی موقت قرار داشته و تیپ آنها بیکربنات کلسیک و بی کربنات منیزیک می‌باشد. دین پژوه (۱۳۹۵) در پژوهشی روند کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی را با استفاده از روش من کندال تحلیل کرد. نتایج نشان داد که در اغلب ایستگاه‌های مورد بررسی، غلظت یون‌های مثبت و هدایت الکتریکی دارای روند افزایشی بود. نتایج دیاگرام ویلکوکس نشان داد که کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌ها نسبت به گذشته افت کرده است. معتمدی راد و همکاران

1-Dębska
2-Jiang
3-Hamid
4-Azhari
5- Regreson
6- Gernatu
7- Prokci

(۱۴۰۰) در پژوهشی کیفیت شیمیایی منابع آبی حوضه کارستی روئین اسفراین را با استفاده از از نمودار شولر، ویلکوکس و شاخص‌های WQI و GQI بررسی و ارزیابی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که تمامی منابع آبی منطقه مورد مطالعه در حوضه از نظر استانداردهای آب آشامیدنی و کشاورزی در رده کیفیت مناسب قرار می‌گیرند. رضایی توابع و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به مدل سازی مکانی سازندهای زمین شناسی و پارامترهای کیفی آب در حوضه آبریز پریشان با استفاده از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR)، شاخص موران و دیاگرام ویلکوکس پرداختند. نتایج مدل‌سازی نشان داد که بیشترین میزان همبستگی بر اساس پارامترهای کیفی مانند پتاسیم، کلر و هدایت الکتریکی مربوط به مرکز و شرق حوضه پریشان است که گستره‌ی سازندهای گچساران و رسوبات تبخیری (گچ و نمک) سطح وسیعی از تالاب پریشان را تشکیل می‌دهد و در تغییر کیفیت آب نیز مؤثر هستند. میرزائی امینیان و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی ویژگی‌های هیدرو شیمیایی آب رودخانه در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: رفسنجان کرمان) را به منظور مصارف شرب و کشاورزی با استفاده از دیاگرام های شولر، ویلکوکس، استیف و پایپر برای سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۱ بررسی کردند. نتایج نشان داد که مقادیر EC و TDS برای مصارف آبیاری مناسب و قابل قبول هست. بر اساس نمودارهای هیدروشیمی، انواع اصلی آب در طول ۱۰ سال بر اساس فراوانی NaCl و NaHCO3 بودند. بابا و گوندوز[1] (۲۰۱۷) در پژوهشی تاثیر عوامل زمین‌زایی (ژئوژنیک) را در کیفیت منابع آب منطقه کوه آیدا در غرب آناتولی با استفاده از شاخص‌های هیدروشیمی آب و دیاگرام‌های شولر و پایپر بررسی کردند. نتایج نشان داد که آب نشات گرفته از سنگ‌های آتشفشانی تغییر یافته که عمدتاً برای مصارف آشامیدنی استفاده می شوند pH پایین داشته و دارای سطوح بالای هدایت الکتریکی و سایر عناصر کمیاب دیگر می‌باشد. پنت[2] و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی تغییرات مکانی – زمانی هیدروژئوشیمی آب را در حوضه رودخانه گانداکی، هیمالیا مرکزی در نپال بررسی کردند. در این زمینه شاخص‌های هیدروشیمی آب (EC, TDS, Ca2+, Mg2+, K+, Na+, Cl−, SO4 2−, NO3 −) با استفاده از ماتریس همبستگی، آزمون تی، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل مولفه‌های اصلی و دیاگرام‌های پایپر و گیبس تجزیه و تحلیل شدند. نتایج PCA، نمودار گیبس و روابط یونی، غلبه فرآیندهای هوازدگی زمین‌زایی را در مناطقی با سنگ‌شناسی غالب کربنات نشان داد. جهانگیری فرد و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی عوامل موثر در کیفیت آب پایین دست رود کارون و دریاچه سد گتوند علیا را با استفاده از ماتریس همبستگی، تحلیل خوشه‌ای و روابط یونی ارزیابی کردند. نتایج نسبت‌های یونی تأثیر تشکیلات زمین شناسی بر کیفیت آب دریاچه و پایین دست سد را تأیید کردند. قیمیر [3]و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی ویژگی‌های کیفیت آب در حوضه رودخانه ستی غربی و تامور در نپال را بررسی کردند. نتایج نشان داد بیشتر رخساره‌های ژئوشیمیایی هر دو رودخانه ها با نوع Ca-Mg-HCO3 با سنگ شناسی غالب کربنات مشخص می‌شوند همچنین غلظت پارامترهای اندازه گیری شده نسبتاً بسیار پایین و در محدوده مقادیر دستورالعمل WHO بوده و کیفیت آب برای شرب در سطح ایمن قرار دارد. اظهری و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی حوضه اوئد لائو مدیترانه در مراکش، را با استفاده از تحلیل‌های آماری چند متغیره و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) ارزیابی کردند. تجزیه مؤلفه اصلی نشان داد که کیفیت آب رودخانه از فعالیت‌های انسان و واکنش آب و رسوب متاثر بوده است. نتایج این پژوهش نشاد داد روش‌های مورد مطالعه، برای ارزیابی مناسب بودن آب‌های سطحی برای شرب موثر است.

منطقه هشترود بدلیل دارا بودن رودهایی که از دامنه‌های سهند سرچشمه می‌گیرد و همچنین خاک‌های حاصلخیزی که دارد از دیرباز از قطب‌های کشاورزی و تولید محصولات زراعی در منطقه شمال غرب کشور بوده است. علیرغم این ویژگی، کیفیت آب در محدوده‌ی حوضه‌ی آبریز قرنقوچای به شدت تحت تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بوده است. ورود آب

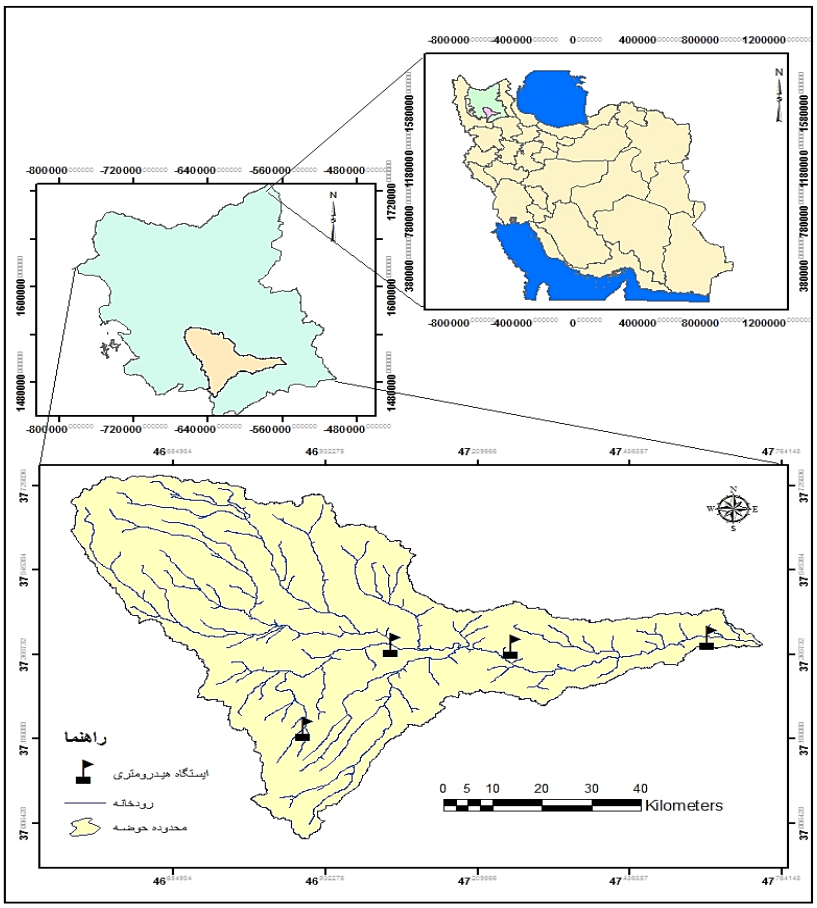
1-Baba and Gündüz
2- Pant
3- Gimir

رودخانه‌های شورچای و شورجه چای که از سمت جنوب و جنوب شرقی حوضه به شاخه اصلی رودخانه قرنقوچای که عمدتا از روی سازندهای رسوبی تبخیری دارای تشکیلات نمک یا گچ عبور می کنند حاکی از تایید مقادیر بالای TDS و EC درایستگاه هیدرمتری چپینی می باشد. همچنین تنوع سایرسازندهای سلیکاتی و غیرسلیکاتی آذرین در محدوده غرب و شمال غرب این حوضه بیشترین تاثیر را برکاهش کیفیت منابع آب منطقه داشته است. در مدیریت یکپارچه منابع آب، حفظ کیفیت آب به ویژه در مناطقی که با محدودیت نسبی منابع آب مواجه هستند، به عنوان یکی از ارکان برنامه‌ریزی مطرح است (قلیزاده و زیبایی، ۱۳۹۹: ۲۸۴). مدیریت و حفظ کیفیت آب، استراتژی ضروری برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب به شیوه‌ای پایدار و از مهمترین ابزار در مدیریت جامع و یکپارچه منابع آب بشمار می‌رود (حاجی کریمی و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۴۹). با توجه به مشکلات روزافزون در زمینه کاهش کیفیت آب رودخانه ها، نظارت مستمر بر سیستم رودخانه و ارزیابی عوامل محیطی بر کیفیت آب برای استفاده مناسب و توسعه پایدار منابع طبیعی (شارما[1] و همکاران، ۲۰۲۲: ۲) و برنامه ریزی منابع آب برای تامین مصارف بخش‌های مختلف ضروری می باشد(ولی زاده پیرکلومی و همکاران، ۱۴۰۱: ۴۸). ازاینرو، هدف مطالعه حاضر، بررسی تاثیر جنس سازندهای زمین شناسی برکیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای هشترود به منظور مصارف بخش‌های کشاورزی و آشامیدن می باشد. با توجه به وجود مطالعاتی مانند ندیری و همکاران (۱۳۹۴)که شوری و وجود آرسنیک در منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه آبریز سد سهند ارزیابی کرده‌اند؛ همچنین بهبانی‌نیا و نصیری (۱۳۹۸) که منشا آلودگی به آرسنیک خاک و محصولات کشاورزی توابع شهرستان هشترود را بررسی کرده‌اند و خالقی (۱۳۹۹) که کیفیت آب شرب منطقه هشترود را از بعد هیدروشیمی آب و با تاکید برآب‌های زیرزمینی مطالعه کرده اند؛ وجه تمایز پژوهش حاضر با مطالعات مطرح شده پرداختن به کیفیت شیمیایی آب کل حوضه آبریز قرنقوچای در ارتباط با لیتولوژی منطقه می باشد. کاربرد و اثرگذاری این پژوهش می‌تواند در زمینه حفاظت و بهره برداری از منابع آب سطحی در شهرستان هشترود که قطب غلات شمال غرب کشور می باشد، برای مدیران موثر باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز قرنقوچای با مساحت ۳۵۷۰ کیلومترمربع به عنوان یکی از سرشاخه‌های اصلی سفیدرود و نیز یکی از زیر حوضه‌های هیدرولوژیکی رودخانه قزل‌اوزن می‌باشد که با روند عمومی شرقی – غربی در دامنه‌های شرقی سهند بین مختصات جغرافیایی ′۵۸ °۳۶ تا ′۴۴ °۳۷ شمالی و ′۲۸ °۴۶ تا ′۵۸ °۴۷ شرقی واقع شده‌است(شکل ۱). این رودخانه از دامنه‌های شرقی سهند سرچشمه گرفته و پس از جمع آوری جریانات سطحی دیگر از قبیل سراسکند رود، کلقان چای و شهرچای، رودخانه اصلی قرنقو را تشکیل می دهند. قرنقوچای دارای دو شاخه نسبتا پر آب و دایمی به نام های بهادرچای و چینی‌بلاغ بوده که بر روی شاخه اصلی در محل روستای کلقان، سدی احداث شده است (اصغری سراسکانرود ، ۱۱۷:۱۳۹۶). این حوضه از سمت شمال به حوضه رودخانه شهرچای، از سمت جنوب به حوضه رودخانه آیدوغموش، از سمت شمال غرب به سرشاخه‌های رودخانه‌ی آجی‌چای، از سمت غرب به حوضه رودخانه‌های صوفی‌چای و لیلان رود، از جنوب غرب به حوضه سوقورچای و از جنوب و جنوب غربی به رودخانه آجیرلو محدود می‌گردد (سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی، ۱۳۹۸).

1-sharma



شکل(۱): موقیت جغرافیایی و ایستگاه های هیدرومتری حوضه قرنقوچای در ایران و استان

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش، توصیفی – تحلیلی و از نظر هدف کاربردی می باشد. برای دستیابی به اهداف تحقیق، پس از گردآوری منابع در مورد موضوع و مکان مورد پژوهش براساس روش‌های اسنادی و کتابخانه ای، منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و نقشه‌های زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور شناسایی شد و نقشه حوضه آبریز قرنقوچای با استفاده از تصاویر ماهواره ای گوگل ارث ترسیم شد. در این پژوهش برای تحلیل کیفیت شیمیایی آب رودخانه، ۱۳ پارامتر شامل مواد محلول کل (TDS)، هدایت الکتریکی آب (EC)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، پتاسیم (k)، کلر (Cl)، سولفات (SO4)، بی‌کربنات (Hco3)، کربنات (CO3)، نسبت جذب سدیم (SAR)، اسیدیته آب (PH) و سختی آب (TH) برای یک دوره‌ی بیست ساله (۱۳۹۹-۱۳۷۹) بررسی شدند. این پارامترها بصورت ماهانه توسط سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی در ۴ ایستگاه هیدرومتری حوضه (تونل شماره۷، چپینی، تکانلو و سد سهند یا یانیق) نمونه برداری و تجزیه شده‌اند. برای ارزیابی کیفیت شیمیایی آب رودخانه از دیاگرام‌های شولر و ویلکاکس و پایپر در نرم افزار Chemistry استفاده شد.

روش طبقه بندی ویلکاکس[1]

در این پژوهش برای طبقه‌بندی کیفیت شیمیایی آب از نظر کشاورزی از روش طبقه‌بندی ویلکاکس استفاده شد. در نمودار ویلکاکس محور افقی به شوری آب (EC) برحسب میکروموس بر سانتی‌متر و محور عمودی به نسبت جذب سدیم (SAR) اختصاص دارد. در نمودار و جدول ویلکاکس حرف C نشان دهنده شوری و S بیانگر میزان سدیم آب می باشد. مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب نشان‌دهنده مقادیر کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد EC و SAR می‌باشد. براساس طبقه‌بندی ویلکاکس آب‌های خیلی خوب همگی دارای EC کمتر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده و درگروهC1S1 قرار می‌گیرند(جدول۱)، آب‌های خوب در گروه C2S1،C1S2 و C2S2 آب‌های متوسط درکلاس C3S3، C1S3 ،C3S2،C2S3 و C3S1قرار گرفته و بقیه آب‌ها نامناسبند.

جدول(۱)-نحوه کلاس بندی بااستفاده از نمودار ویلکاکس (علیزاده، ۱۳۹۸)

کیفیت	کلاس
خیلی خوب و برای کشاورزی بی ضرر	C1S1
کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب	C1S2 ،C2S2 ،C2S1
شور و برای کشاورزی با تمهیداتی مناسب	C1S3 ،C2S3 ،C3S2 ،C3S1
خیلی شور و برای کشاورزی مضر	C1S4 ،C2S4 ،C3S4, C4S4, C4S3 ،C4S2، C4S1

دیاگرام شولر

در این پژوهش برای دسته بندی کیفیت شیمیایی آب از لحاظ شرب از دیاگرام شولر استفاده شد. مهمترین معیارهای کیفی این دیاگرام عبارت است آنیون ها، کاتیونها، درجه سختی آب و مواد محلول کل می باشد (جدول۲). در این نوع دیاگرام غلظت پارامترها روی ستون‌های قائم پلات گردیده سپس نقاط به هم متصل می‌شوند که نتایج آنالیز نمونه‌ها به صورت خطوطی نمایش داده می‌شود. در نمودار شولر برای هر یک از مقادیر کاتیون‌ها (Na+K، Mg،Ca) وآنیون‌ها (So4،Cl وHco3) و نیز درجه سختی آب(TH) محور جداگانه‌ای در نظر گرفته‌شده است که با تعیین آن‌ها در آزمایشگاه و اتصال نقاط متناظر شان روی این محورها می‌توان به درجه تناسب آب شرب پی‌برد(علیزاده،۱۳۹۸).

جدول (۲). تقسیم بندی تیپ آب براساس نمودار شولر (علیزاده،۱۳۹۸)

نوع آب	SO_4	CL	Na+K	TH	TDS
خوب و کاملا بی مزه	<۱۴۰	<۱۸۰	<۱۱۵	<۲۵۰	<۵۰۰
قابل شرب و دارای طعم	۱۴۰–۳۰۰	۱۸۰ –۳۶۰	۱۱۵–۲۳۵	۲۵۰–۵۰۰	۵۰۰–۱۰۰۰
تاحدودی نامناسب	۳۰۰–۵۸۰	۳۶۰–۷۲۰	۲۳۵–۴۶۰	۵۰۰–۱۰۰۰	۱۰۰۰–۲۰۰۰
نامناسبو با طعم نامطبوع	۵۸۰–۱۱۸۰	۷۲۰–۱۴۰۰	۶۰–۹۰۰	۱۰۰۰–۲۰۰۰	۲۰۰۰–۴۰۰۰
نامناسب و با طعم کاملا نامطبوع	۱۱۸۰–۲۳۰۰	۱۴۰۰–۲۹۰۰	۹۰۰–۱۸۵۰	۲۰۰۰–۴۰۰۰	۴۰۰۰–۸۰۰۰
غیرقابل شرب	>۲۳۰۰	>۲۹۰۰	>۱۸۵۰	>۴۰۰۰	>۸۰۰۰

1-Wilcox

یافته ها و بحث

تحلیل کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای

در جدول (۳) نتایج تجزیه شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای نشان داده می‌شود. ایستگاه‌ها از چپ به راست از پایین دست به بالادست حوضه می‌باشند. مقادیر میانگین TDS در ایستگاه تونل ۴/ ۱۳۱۰ میلی گرم در لیتر می باشد. در ایستگاه چپینی به میانگین ۹۰۷ میلی گرم در لیتر کاهش می یابد. در ایستگاه تکانلو، میانگین آن به ۱۰۸۹ میلی گرم و در ایستگاه سد سهند (یانیق) در بالادست حوضه، میانگین آن به ۸۰۷/۴ میلی گرم در لیتر می رسد. حداکثر استاندارد مجاز برای شرب TDS در آب ۱۵۰۰میلی گرم در لیتر می‌باشد. علت افزایش TDS در ایستگاه تکانلو، ارتفاع پایین آن نسبت به ایستگاه چپینی است. سایر پارامترهای شیمیایی آب در جدول (۳) مشاهده می شود.

جدول(۳) پارامترهای کیفیت اب در ایستگاه های هیدرومتری

پارامتر	ایستگاه تونل شماره ۷			ایستگاه چپینی			ایستگاه تکانلو			ایستگاه سد سهند		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
TDS	۵۵۷	۱۹۳۰	۱۳۱۰	۲۴۹	۲۴۵۱	۹۰۷	۲۴۸	۲۸۸۳	۱۰۸۹	۲۳۹	۲۴۴۱	۸۰۷
EC	۸۵۳	۳۴۳۰	۲۰۱۶	۱۱	۳۸۶۰	۱۴۰۴	۲۷۹	۷۶۸۰	۱۶۷۸	۲۵۶	۲۷۰۰	۱۱۴۱
PH	۷/۱	۸/۸	۸	۷/۱۲	۸/۸	۸/۰۹	۶/۹	۸/۲	۷/۵۸	۶/۹	۹/۱۰	۸/۲۰
Co_3	/۲۵	/۵	/۰۶	/۲۵	/۵	/۱۱	/۱۰	/۱۵	/۳	/۰۰	۱	/۲۳
Hco_3	۱/۵	۴/۶۵	۳/۶۱	۱/۷	۸	۳/۳۰	۳/۵	۱۲/۴۵	۶/۵۵	/۹۵	۱۲/۸۰	۳/۱۵
Cl	۲/۷	۲۵	۱۳/۱۳	/۴	۳۲	۸/۷۸	/۳۴	۵۵	۵/۵۰	/۰۹	۲۷۴/۹	۶/۶۶
So_4	۱/۴	۵/۷	۳/۳۰	/۱۱	۱۲/۴	۱/۸۶	/۱۸	۱۶/۷۶	۴/۵۵	/۱۲	۱۳/۴۸	۱/۵۶
Ca	۱/۹۶	۶/۸	۴/۷۲	۱/۱	۱۴/۶	۳/۴۲	۱/۴۸	۱۳/۲	۵/۹۳	۱/۳۵	۴/۸۲	۱/۵۶
Mg	۱/۱۶	۳/۸	۲/۴۸	/۳	۵/۴	۱/۶۲	/۷۸	۸/۸	۳/۵۰	/۳۰	۴/۳۹	۲/۵۶
K	/۰۹	/۲۸	/۱۸	/۰۳	/۸۲	/۱۷	/۰۳	۱/۵۸	/۲۹	/۰۴	۳۲/۳۶	۱/۱۴
Sar	۱/۷۲	۹/۹۹	۶/۶۲	/۵	۱۷/۵۲	۵/۲۹	/۴۵	۱۷/۱۶	۲/۸۸	/۴	۱۱/۵۶	۴/۲۹
Na	۳۰/۴	۶۸/۹۹	۶۳/۲۸	۱۹/۹	۸۰/۳	۵۹/۵۷	۱۶/۹	۷۳/۴۸	۳۶/۹۵	/۴۲	۱۸۵/۹	۶/۲۴

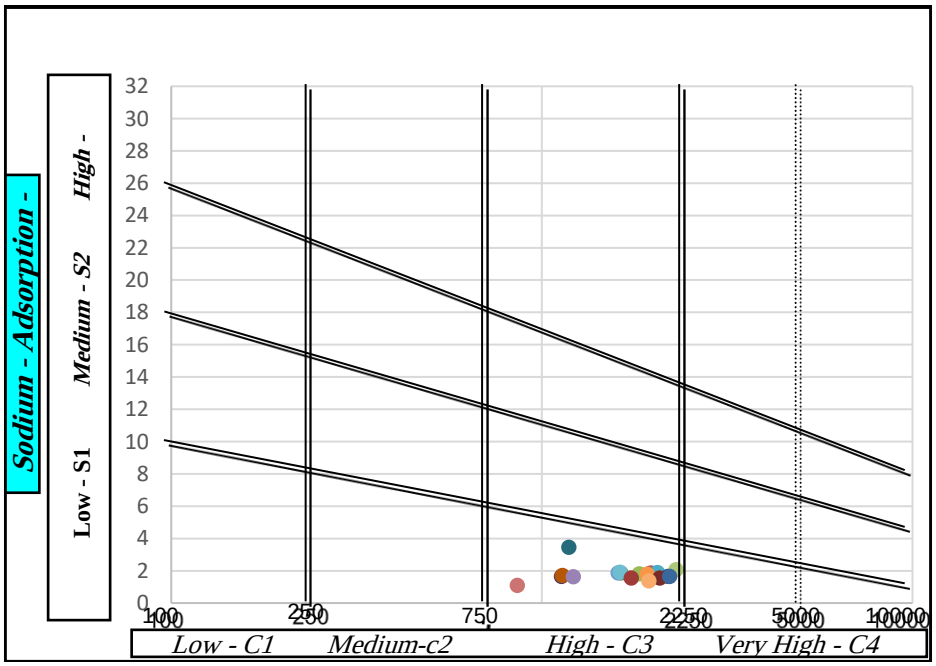
بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه برای مصارف بخش کشاورزی

مهمترین معیار کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی میزان شوری و مقدار سدیم موجود در آن می باشد. با توجه به بررسی مقادیر SAR و EC آب مربوط به ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه قرنقوچای در طول دوره ۲۰ ساله (۱۳۷۹-۱۳۹۹)، کیفیت آب برای مصرف بخش کشاورزی مشخص شد. جداول استخراجی از نمودار ویلکاکس بترتیب برای هر ایستگاه هیدرومتری حوضه قرنقوچای در جداول (۳ تا ۶) ارائه شده است. همچنین نمودارهای ویلکاکس جداگانه برای هر کدام از ایستگاه‌های منطقه بترتیب در شکل‌های (۲ الی۵) ترسیم شده است. براساس داده‌های جدول (۴) و شکل (۲) کیفیت شیمیایی آب در ایستگاه تونل ۷ که نزدیک خروجی حوضه می‌باشد شور هست ولی نسبت جذب سدیم آن پایین است. باوجود این با اتخاذ تدابیری این آب برای مصارف کشاورزی مناسب می‌باشد. در ایستگاه چپنی، در اغلب سال‌ها کیفیت آب بدلیل EC بالا، شور بوده ولی میزان SAR پایین هست. فقط در سال ۱۳۸۸ کیفیت آب رودخانه کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب تعیین شده است (جدول۵ و شکل۳). براساس داده‌های جدول (۶) و شکل۴)در ایستگاه تکانلو باستثنای سال ۱۳۹۱ که کیفیت شیمیایی آب خیلی خوب بوده و آب رودخانه برای کشاورزی مناسب می باشد؛ در بقیه سال‌ها آب شور و برخی مواقع کمی شور مشاهده می‌شود. در ایستگاه یانیق که در بالادست حوضه قرار دارد کیفیت آب

باستثنای سال ۱۳۸۹ که تقریبا برای کشاورزی مناسب است، شور می‌باشد (جدول۷) و شکل (۵).

جدول(۴):کیفیت آب برخی سال‌ها برای مصارف بخش کشاورزی در ایستگاه تونل ۷ قرنقوچای

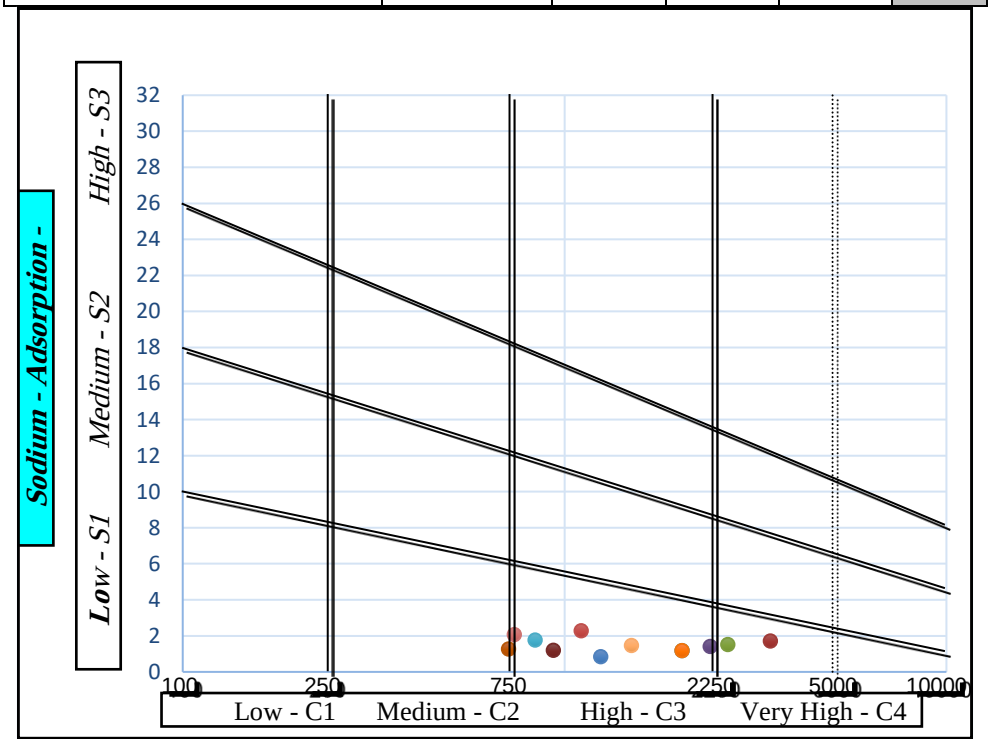
ردیف	سال	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	۱۳۷۹	۵/۹۱	۱۹۷۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۲	۱۳۸۲	۴/۸۲	۱۹۵۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۳	۱۳۸۴	۵/۶۶	۱۸۳۱	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۴	۱۳۸۶	۵/۲۳	۲۰۲۵	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۵	۱۳۸۸	۵/۵۱	۱۹۲۳	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۶	۱۳۹۰	۶/۲۰	۲۱۹۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۷	۱۳۹۲	۶/۸۹	۲۰۸۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۸	۱۳۹۴	۷/۲۲	۱۶۳۷	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۹	۱۳۹۶	۶/۴۵	۱۱۲۸	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۰	۱۳۹۹	۶/۷۹	۱۱۸۱	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی



شکل(۲) : نمودار ویلکاکس برای ایستگاه تونل شماره ۷ در طی بیست سال (۱۳۷۹-۱۳۹۹)

جدول(۵):کیفیت آب برخی سال‌ها برای مصارف بخش کشاورزی در ایستگاه چپینی قرنقوچای

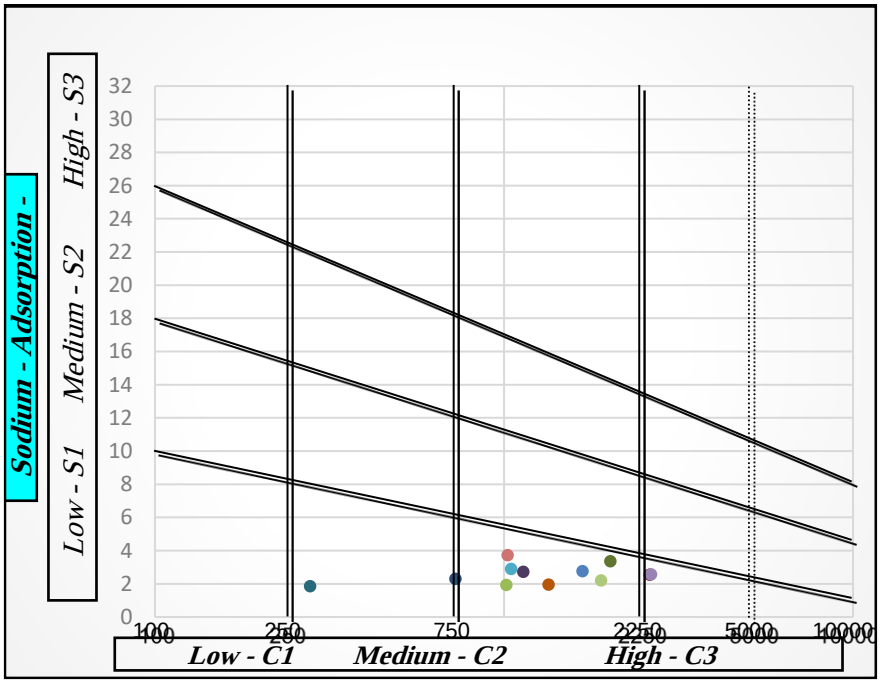
ردیف	سال	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	۱۳۷۹	۳/۰۲	۹۸۶	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۲	۱۳۸۰	۴/۱	۸۳۷	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۳	۱۳۸۲	۵/۶۶	۸۶۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۴	۱۳۸۴	۵/۶۷	۹۳۵	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۵	۱۳۸۶	۳/۰۲	۸۰۴	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۶	۱۳۸۸	۴/۹۵	۷۱۴	C2-S1	کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب
۷	۱۳۹۰	۵/۴۷	۷۳۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۸	۱۳۹۲	۶/۱۷	۷۸۵	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۹	۱۳۹۴	۶/۰۸	۹۳۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۰	۱۳۹۵	۵/۵۴	۹۶۷	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۱	۱۳۹۶	۶/۵۱	۹۵۶	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۲	۱۳۹۷	۷/۳	۸۲۲	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۳	۱۳۹۸	۶/۰۲	۹۴۶	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی



شکل(۳) : نمودار ویلکاکس برای ایستگاه چپینی در طی بیست سال (۱۳۷۹-۱۳۹۹)

جدول(۶). کیفیت آب برخی سال‌ها برای مصارف بخش کشاورزی در ایستگاه تکانلو قرنقوچای

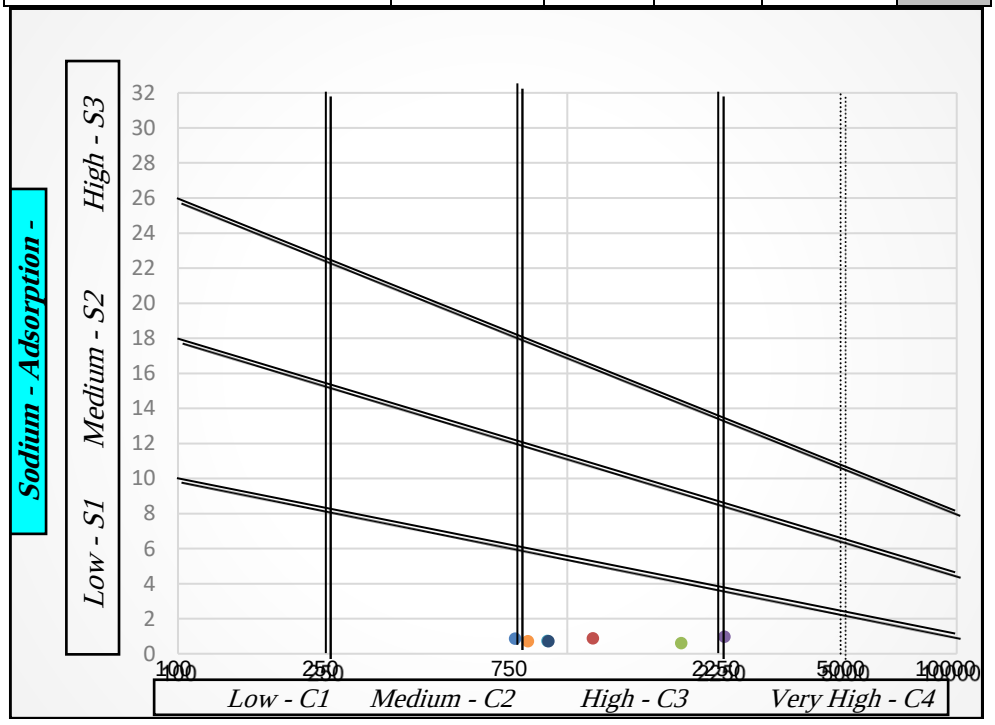
ردیف	سال	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	۱۳۷۹	۳/۸	۱۶۸۳	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۲	۱۳۸۱	۳/۰۷	۱۰۱۷	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۳	۱۳۸۳	۲/۷۲	۱۰۵۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۴	۱۳۸۵	۲/۹۷	۷۲۸	C2-S1	کمی شور برای کشاورزی تقریباً مناسب
۵	۱۳۸۷	۲/۳۲	۲۰۲۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۶	۱۳۸۸	۱/۹۲	۱۱۳۸	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۷	۱۳۸۹	۴/۳	۲۷۹	C2-S1	کمی شور برای کشاورزی تقریباً مناسب
۸	۱۳۹۰	۳/۹۵	۱۳۴۴	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۹	۱۳۹۱	۳/۹۶	۱۱۴	C1-S1	خیلی خوب و برای کشاورزی بی ضرر
۱۰	۱۳۹۲	۱/۹	۱۱۴۲	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۱	۱۳۹۳	۲/۰۱	۱۰۲۷	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۱۲	۱۳۹۴	۲/۸	۱۹۰۱	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی



شکل(۴) . نمودار ویلکاکس برای ایستگاه تکانلو در طی بیست سال (۱۳۷۹-۱۳۹۹)

جدول(۷). کیفیت آب برخی سال‌ها برای مصارف بخش کشاورزی در ایستگاه یانیق(سد سهند)

ردیف	سال	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	۱۳۸۹	۴/۱۱	۷۳۴	C2-S1	کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب
۲	۱۳۹۰	۱۰/۴۸	۱۱۶۴	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۳	۱۳۹۱	۶/۳۳	۱۹۶۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۴	۱۳۹۲	۵/۹۱	۲۵۳۰	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۵	۱۳۹۳	۱۱/۵۶	۸۸۹	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۶	۱۳۹۴	۰/۴	۷۹۲	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی
۷	۱۳۹۵	۴/۲۹	۸۹۴	C3-S1	شور – با تمهیداتی مناسب برای کشاورزی



شکل(۵): نمودار ویلکاکس برای ایستگاه یانیق(سد سهند) در طی بیست سال (۱۳۷۹-۱۳۹۹)

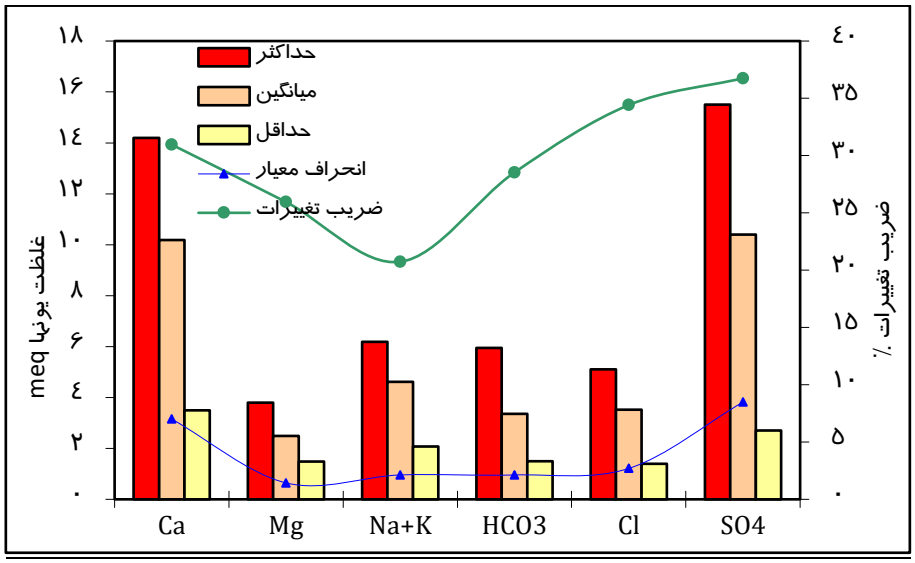
بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه برای مصارف بخش شرب

به منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب برای مصارف بخش شرب از نمودار شولر استفاده شد. این نمودار با اندازه گیری آنیون‌ها، کاتیون‌ها، سختی آب (TH) و مقدار کل املاح محلول در آب (TDS) آب را در یکی از کلاس‌های خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامطبوع و غیرقابل شرب طبقه بندی می‌کند. در این قسمت ابتدا سختی کل آب در ایستگاه های هیدرومتری حوضه قرنقوچای بررسی می‌شود و سپس تغییرات مقادیرکاتیون‌ها (Na،K، Mg و Ca) و آنیون‌ها (Cl،SO4 و HCO3) برای هر کدام از ۴ ایستگاه موجود در منطقه مورد مطالعه در نمودارهایی نمایش داده شدند. جدول (۸) نشان می‌دهد آب رودخانه در ایستگاه‌های تونل شماره ۷ و تکانلو دارای درجه کاملا سخت می‌باشد. هر چند بالاترین حد مجاز سختی کل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است، ولی عملا آب‌هایی که سختی آنها از ۲۰۰ بیشتر باشد برای شرب مطلوب

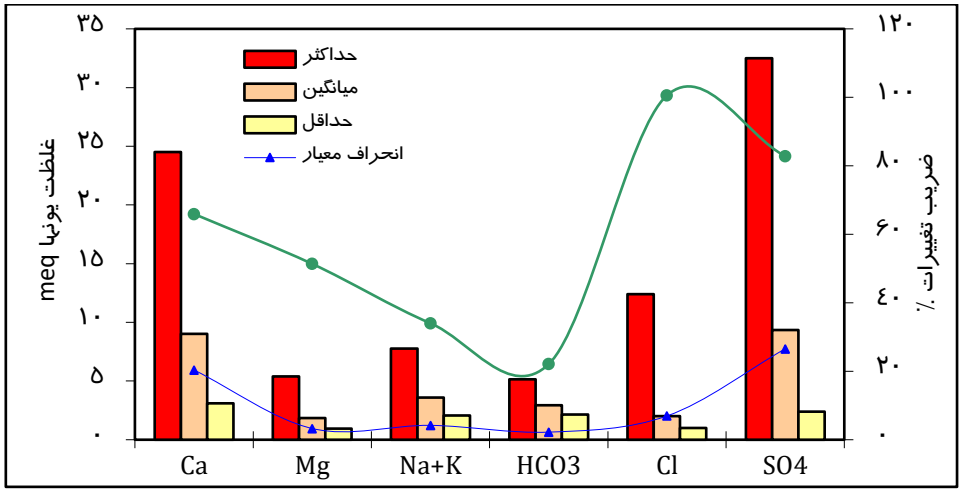
نیست. همچنین در دو ایستگاه بعدی یعنی چپینی و یانیق بترتیب درجه سختی کل (TH) آب در رده سخت قرار گرفته اند. ضریب تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌های ایستگاه‌های هیدرومتری بر حسب درصد و بر حسب میلی‌گرم در لیتر نشان می دهند که باستثنای ایستگاه یانیق در بقیه ایستگاه‌ها، غلظت کلسیم و سولفات آب بیشتر می باشد. در بالادست حوضه نیز مقادیر منیزیم و سولفات بیشتر می‌باشد (اشکال۷-۹). براساس نتایج نمودار شولر تمامی آنیون‌ها و کاتیون‌های ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه از نظر کیفیت خوب هستند ولی شاخص TDS در حد قابل قبول و حتی در ایستگاه تونل شماره ۷ در حد متوسط از نظر کیفیت می باشد.

جدول (۷). کیفیت آب بر اساس سختی کل(TH) در ایستگاه های هیدرومتری حوضه قرنقوچای

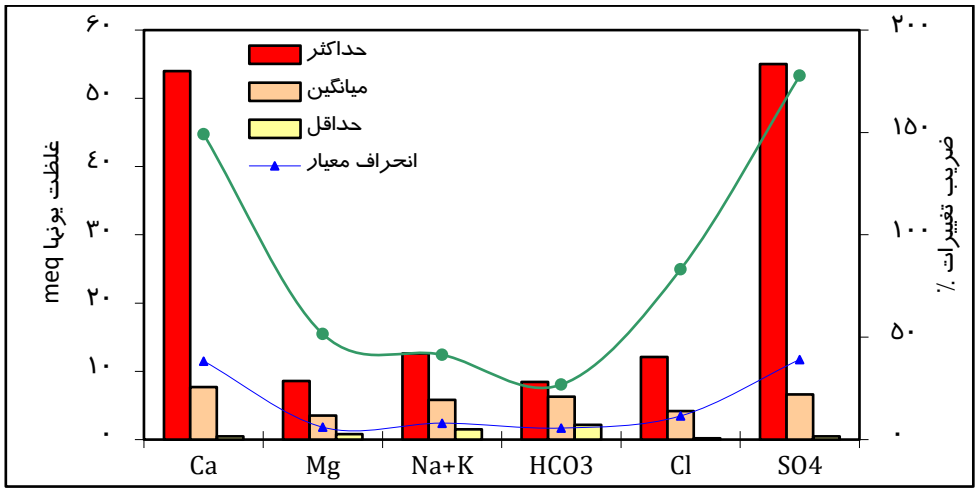
ردیف	محل نمونه‌برداری	سختی کل	کیفیت آب بر اساس سختی کل
۱	تونل شماره ۷	۳۵۸/۱۸	کاملاً سخت
۲	چپینی	۲۵۰/۷۹	سخت
۳	تکانلو	۴۶۸/۹۷	کاملاً سخت
۴	یانیق	۲۰۴/۳۲	سخت



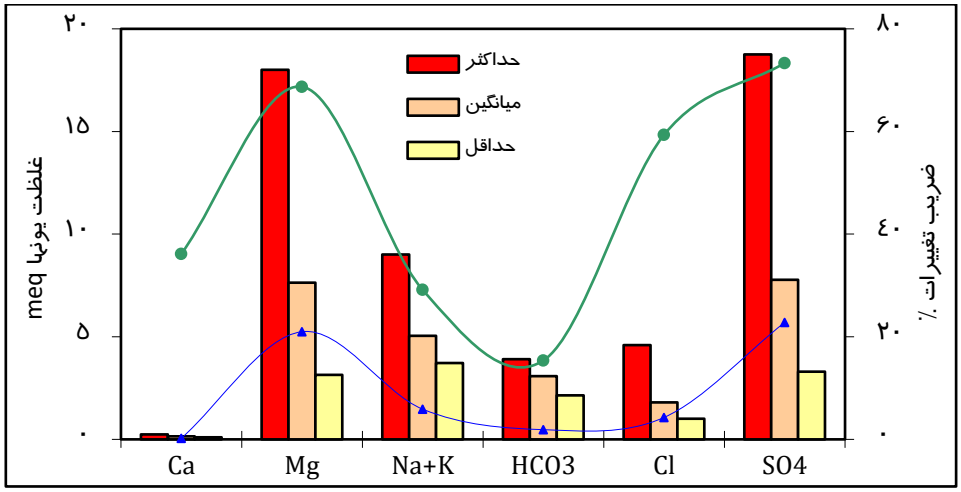
شکل (۶): ضریب تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ایستگاه تونل شماره ۷



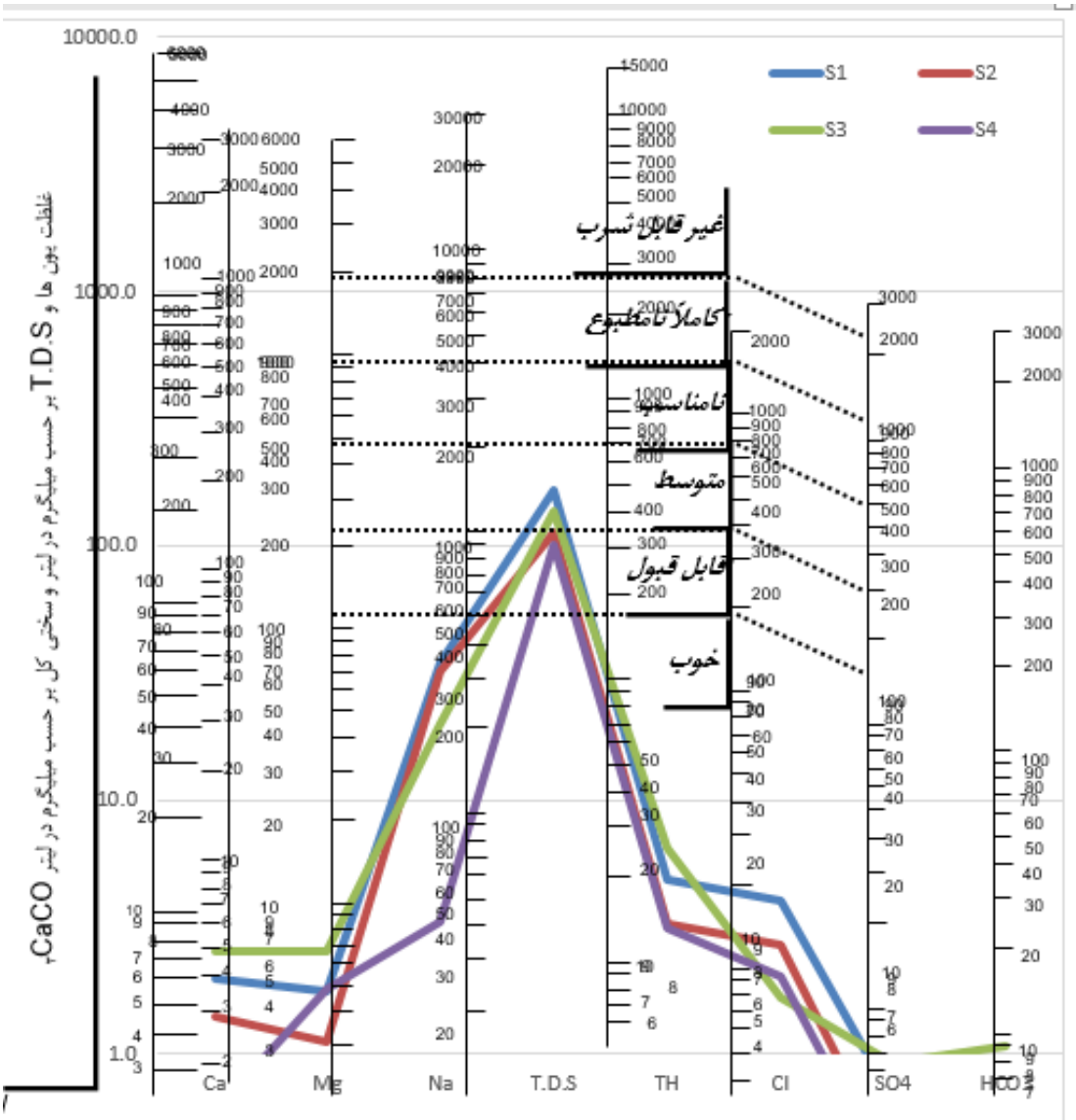
شکل (۷): ضریب تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ایستگاه چپینی



شکل (۸): ضریب تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ایستگاه تکانلو



شکل(۹): ضریب تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ایستگاه یانیق

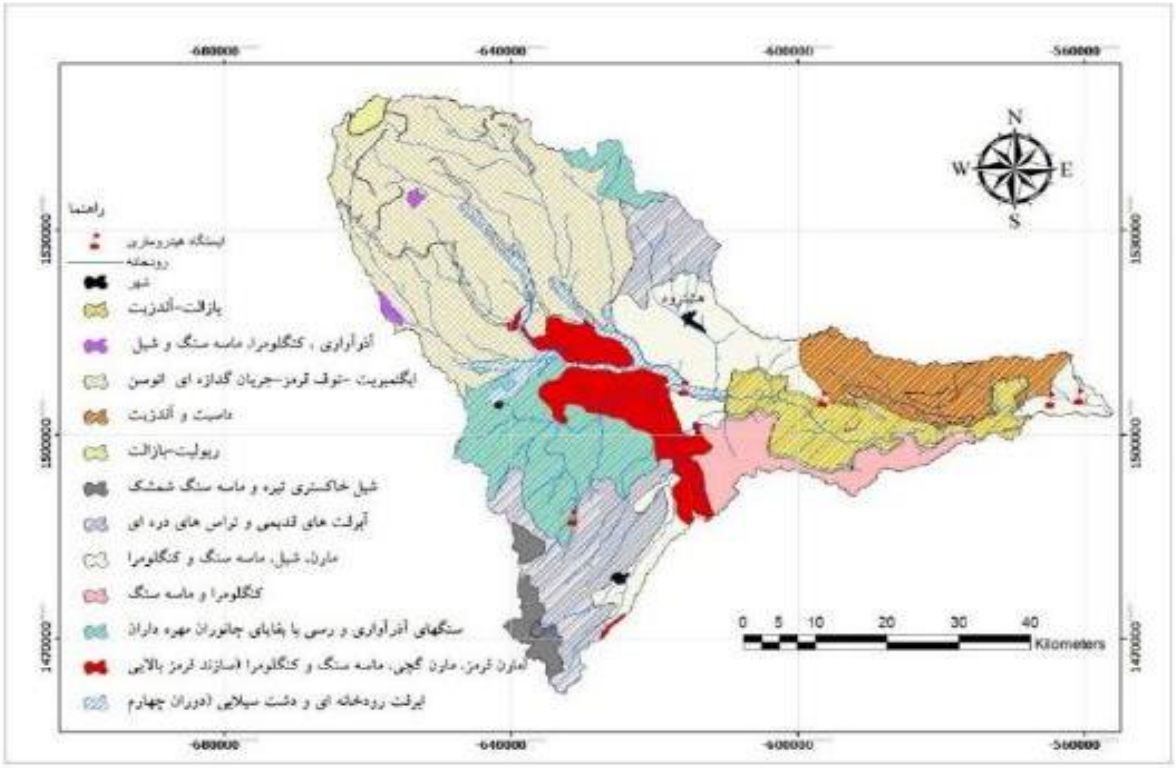


شکل (۱۰) : نمودار شولر برای ایستگاه های هیدرومتری حوضه مورد مطالعه

بررسی تاثیر سازندهای زمین شناسی بر کیفیت شیمیایی آب رودخانه

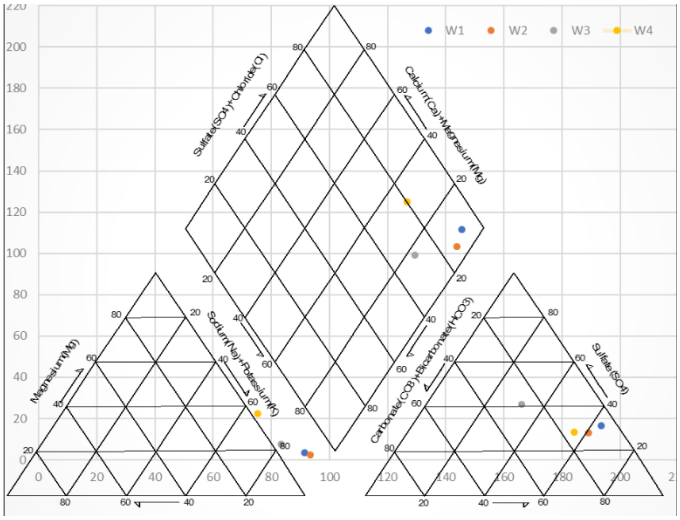
کیفیت آب‌های سطحی در حوضه قرنقوچای در انواع سنگ‌های بستر متفاوت است. با توجه به نقشه سازندهای زمین شناسی حوضه قرنقوچای (شکل۱۱) انواع سنگ‌های آذرین و رسوبی از پرکامبرین تا پلیوستوسن در این منطقه مشاهده می‌شود. ولی با توجه به گسترش سنگ‌های رسوبی به ویژه رسوبی کربناته و تبخیری (سازند میوسن بالایی) به نظر می‌رسد آب‌های سطحی از این نوع سازندها بیشتر متاثر شوند. جنس این نوع سازندها که آهکی و یا زمین‌های گچی و نمکی هستند بیشتر در بخش‌های میانی، جنوبی و شرقی حوضه پراکنده شده‌اند (شکل۱۲). درست جایی که اغلب سرشاخه های قرنقوچای بهم می پیوندند. لذا پتانسیل بالایی برای انحلال سنگ‌های آهکی توسط آب‌های سطحی در این قسمت وجود دارد. این در حالیست که وجود تشکیلات ماگمایی و نفوذی بصورت پراکنده در بخش‌های غربی و شمال غربی و شرقی حوضه دیده می شوند. همچنین سنگ‌های آذرین و آذرآواری تحت تاثیر انواع فرآیندهای هوازدگی قرار می‌گیرند و به طور قابل توجهی غلظت عناصر و یون‌ها را از جمله نسبت اسیدیته ،کلر، منیزیم، کلسیم، پتاسیم و غیره را افزایش می‌دهند.

قابل ذکر است برونزد سازندهای گچی و آهکی در بخش‌های جنوب و جنوب شرقی حوضه قرنقوچای به وفور یافت می شود. بطوری‌که چندین معدن، کارخانه و شرکت استخراج و تولید گچ در اطراف روستاهای ذوالبین و قالاجیق و نیز خاک گچ در نزدیکی روستای خورشید در کنار رودخانه شورچای که از زیرحوضه های اصلی و جنوبی قرنقوچای می باشد فعالیت می کنند. با توجه به نتایج نمودار پایپر (شکل ۱۳) که میانگین آنیون‌ها و کاتیون‌های دوره آماری چهار ایستگاه مطالعاتی روی آن پیاده شده است، تیپ آبی هر چهار ایستگاه کلرید سدیم (NaCl) تشخیص داده شد. ترکیب یونی این تیپ آبی از نسبت‌های معادل سدیم و کلر تشکیل شده‌است.



شکل(۱۱) : نقشه واحد های زمین شناسی و موقعیت ایستگاه های هیدرومتری حوضه مورد مطالعه

شکل (۱۲). تشکیلات نمک در بستر شاخه فرعی رودخانه قرنقو چای در نزدیکی روستای ورقه



شکل (۱۳). نمودار پایپر برای تعیین تیپ نمونه آب ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه مورد مطالعه

در بخشی از نمودار پایپر که نمونه‌های آب منطقه در آن قرار گرفتند، قلیاییت غیر کربناته بیش از ۵۰ درصد بوده و اسیدهای قوی و قلیا غالب است. این تیپ آبی مختص آب شور دریاها می باشد. در واقع آب‌های حوضه بدلیل عبور از سازندهای دارای کانی های تبخیری و همچنین نزدیکی به گنبد نمکی دارای ترکیب کلرید سدیم می باشند. علاوه بر این بدلیل عبور از سازندهای آهکی، میزان بالای کلسیت و سولفات‌ها (ژیپس)، همچنین میزان آنیون و کاتیون‌های Ca>CO3 و Ca+SO4>CO3 وجود دارد. قابل ذکر است که در صورت وجود لایه های گچ یا سولفات کلسیم این سازندهای زمین شناسی، املاح سولفات در آب شکل می گیرد. نتایج ماتریس همبستگی نیز در جدول (۸) و ضعیت همبستگی بالای پارامترهای سدیم (۰/۹۵۸) و کلر (۰/۹۲۲) را با مقادیر TDC و EC آب رودخانه قرنقوچای را نشان می دهد. مقادیر همبستگی کلسیم(۰/۷۷۵)، منیزیم (۰/۷۶۹) و سولفات (۰/۶۹۸) نیز با مقادیر TDC و EC قابل ملاحظه است. یادآور می شود که پارامترهای TDC و EC بیانگر شوری آب هستند که در حوضه مورد مطالعه از حد مجاز برای کشاورزی و شرب بالا می باشند.

جدو ل(۸): ماتریس همبستگی بین پارمترهای کیفیت شیمیایی آب در ایستگاه های قرنقوچای

	TDC	EC	PH	CO3	HCO3	CL	SO4	Ca	Mg	Na	K	SAR
TDC	1.000											
EC	.999	1.000										
PH	-.063	-.068	1.000									
CO3	-.113	-.114	.691	1.000								
HCO3	.314	.317	-.560	-.334	1.000							
CL	.922	.922	.103	-.040	.000	1.000						
SO4	.698	.698	-.244	-.137	.522	.410	1.000					
Ca	.775	.777	-.353	-.239	.725	.525	.800	1.000				
Mg	.769	.769	-.347	-.224	.709	.513	.825	.905	1.000			
Na	.958	.959	.071	-.044	.082	.979	.545	.579	.577	1.000		
K	.792	.797	-.212	-.146	.525	.655	.655	.712	.748	.707	1.000	
SAR	.818	.818	.219	.051	-.152	.918	.361	.328	.326	.933	.488	1.000

نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر، تحلیل کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی حوضه قرنقوچای هشترود به منظور شرب و کشاورزی با تاکید بر تاثیر و نقش سازندهای زمین شناسی است. بررسی کیفیت شیمیایی آب برای اهداف کشاورزی با استفاده از نمودار ویلکاس نشان داد با توجه به شاخص‌های EC و SAR کیفیت آب برای ایستگاه‌های هیدرومتری در بخش‌های مرکزی حوضه تا شرق شور می‌باشد که برای استفاده در کشاورزی نیازمند تمهیداتی است. فقط در ایستگاه تکانلو برای برخی سالها کیفیت شیمیایی آب رودخانه، کمی شور می شود. همچنین کیفیت آب برای مصارف شرب و آشامیدن با توجه به کاتیون‌ها و آنیون‌های موثر در آب و TH نمودار شولر در بخش‌های مرکزی (ایستگاه های چپینی و سد سهند) و شمال حوضه خوب می باشد. اما شاخص TDS برای ایستگاه‌ها در حد قابل قبول و متوسط است. نمودار پایپر نیز با توجه به میانگین آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در طی بیست سال، تیپ آبی تمام ایستگاه‌ها را کلرید سدیم نشان داد. این مسئله بدلیل وجود سازندهای رسوبی تبخیری مانند گچ، نمک و ژیپس، مارن و آهک‌ها (سازند میوسن بالایی) در بخش‌های میانی و انتهایی حوضه می‌باشند. این نتایج با مطالعات خدابخش و همکاران(۱۳۹۸) و دهقان و همکاران (۱۳۹۹) مشابهت دارد. این سازندها در بخش‌های نظرکهریزی و چاراویماق و روستاهای نظیر قویون قشلاقی، روستاهای ورقه علیا و سفلی و سلطان آباد و غیره قابل رویت می‌باشند. کیفیت شیمیایی آب قرنقوچای در مسیر خود به هنگام عبور از روی این سازندها و در اثر انحلال از دست داده و برای کشاورزی نامناسب می شود. دلیل عمده کیفیت مناسب یا نامناسب بودن، خوب، بد و حتی عالی بودن آب رودخانه ها، عکس العمل لیتولوژی و سازندهای زمین شناسی در برابر هرگونه فرسایش و هوازدگی یا انحلال‌پذیری سنگ‌ها توسط عواملی طبیعی مانند آب‌های روان (بارش)، نوسانات دمایی، سنگ‌های مقاوم آذرین و وجود سازندهای تبخیری، مارن و آهک‌ها می باشد. ماتریس همبستگی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب TDS تقریباً معادل شوری است و رابطه ی بالایی بین شوری و EC در این منطقه برقرار است که نشان دهنده‌ی فرسایش سطحی و شستشوی نمک و گچ از سطح، توسط جریان‌های سطحی و انتقال آنها به نقاط پست حوضه می باشد. در مناطق با آب‌های با ترکیبات نمکی اغلب این وضعیت وجود دارد. این نتایج با مطالعات رضایی و همکاران (۲۰۲۱ و ۱۴۰۱) مطابقت دارد.

منابع

- اصغری سراسکانرود، صیاد (۱۳۹۶) تحلیل شکل مجرای رودخانه کلقان چای(حد فاصل سد کلقان تا الحاق به رودخانه قرنقو چای) پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۲، صص ۱۳۲-۱۱۶.
- توابع رضایی، کامران، حیدری، اعظم، سیاح پور، محمد جواد (۱۴۰۱) مدل‌سازی مکانی سازندهای زمین شناسی و پارامترهای کیفی آب در حوضه آبریز پریشان، نشریه هیدروژئومورفولوژی، سال نهم، شماره ی ۳۰، صص ۸۶-۶۵.
- خدابخش، سعید، کبیری، شیما، افشارنیا، مینا (۱۳۹۸) ارزیابی کیفی آب سطحی و زیرزمینی حوضه رودخانه خررود(جنوب استان قزوین)، مجله هیدرولوژی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۵۳-۴۲.
- دهقان، آزاده، عزیزیان، ابوالفضل، یرمی، نجمه، تازه، مهدی، امیر بیگی، محمد علی (۱۳۹۹) بررسی کیفیت و کمیت آب زیرزمینی و ارتباط آن با سازندهای زمین‌شناسی (مطالعه موردی: دشت یزد-اردکان)، نشریه دانش آب و خاک، شماره ۳، صص ۹۱-۷۵.
- دین پژوه، یعقوب (۱۳۹۵) تحلیل روند کیفیت شیمیایی آب رودخانه های استان آذربایجان شرقی، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۲۰، شماره ۵۵، صص ۱۲۴-۱۰۵.
- شیخ فخرالدینی، سارا، عباس نژآد، احمد (۱۳۹۴) بررسی تاثیر هوازدگی بر هیدروژئوشیمی رودخانه های زهکش کننده سنگ های آتشفشانی (مطالعه موردی: رودخانه بیدخوان واقع در جنوب شرق بردسیر کرمان)، نشریه: جغرافیا و برنامه ریزی، دوره ۱۹، شماره ۵۳، صص ۲۲۶-۲۰۳.

- کرمی، فریبا (۱۳۹۰). ارزیابی کیفی منابع آب در بالادست حوضه آبریز آجی چای. فصلنامه جغرافیا و توسعه. شماره ۲۵.ص ۵۸-۳۸.
- کریمی، حاجی، رستمی زاده، قباد، حسینی، علیرضا، مقدسی فر، سجاد، کریمی، احمد رضا (۱۳۹۸) عوامل موثر بر میزان شوری و *EC* رودخانه میمه و راهکارهای علاج بخشی آن، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال پانزدهم، شماره ۳، صص ۳۵۳-۳۴۸.
- قلی زاده، محمد، حیدری، امید (۱۳۹۹) ارزیابی کیفیت آب رودخانه گرگان رود بر پایه شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی در محدوده ی شهر گنبد کاووس، فصلنامه سلامت و محیط زیست، دوره ی ۱۳، شماره۱، صص۴۸-۳۳.
- معتمدی راد، محمد، گلی مختاری، لیلا، بهرامی، شهرام، زنگنه اسدی، محمد علی (۱۴۰۰) ارزیابی کیفیت منابع آبی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در آبخوان کارستی روئین اسفراین استان خراسان شمالی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و یکم، شماره ۶۰ صص ۹۳-۷۳.
- ندیری، عطالله، اضغری مقدم، اصغر، صادقی اقدم، فریبا، نادری (۱۳۹۴) ارزیابی شوری و آرسنیک به عنوان عوامل مخرب کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی (حوضه‌ی آبریز سد سهند)، هیدروژئومورفولوژی، شماره ۴، صص ۹۹-۷۹.
- ولی زاده پیرکلومی، مجتبی، خوش روش، مجتبی، غلامی سفیدکوهی، محمد علی (۱۴۰۱) ارزیابی تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از مدل شبیه‌سازی *Qual2kw*، نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری، سال دهم، شماره ۳۶، صص ۶۰-۴۸.

- *Azhari, H.E., Cherif, E.K., Sarti, O., Azzirgue, E.M., Dakak, H., Yachou, H., da Silva, J.C.G. E., Salmoun, F. 2023. Assessment of Surface Water Quality Using the Water Quality Index (IWQ), Multivariate Statistical Analysis (MSA) and Geographic Information System (GIS) in Oued Laou Mediterranean Watershed, Morocco. Water, 15(1), 130. https://doi.org/10.3390/w15010130.*
- *Baba, A., Gündüz, O (2017), Effect of Geogenic Factors on Water Quality and Its Relation to Human Health around Mount Ida, Turkey, Water, 9, (66):1-21. doi:10.3390/w9010066.*
- *Dębska, K., Rutkowska, B., Szulc, W., Gozdowski (2021) Changes in Selected Water Quality Parameters in the Utrata River as a Function of Catchment Area Land Use, Water, 13, 2989. https://doi.org/10.3390/w13212989.*
- *Jahangiry Fard, M., Amanipoor, H., Battaleb-Looie, S., Ghanemi. K (2019). Evaluation of effect factors on water quality of Karun River in downstream and lake of the Gotvand-e-Olya Dam (SW Iran), Applied Water Science, 9(161): 1-14.*
- *Ghimire, N.P., Adhikari, N., Pant, R.R., Thakuri, S (2021). CHARACTERIZATIONS OF WATER QUALITY IN WEST-SETI AND TAMOR RIVER BASINS, NEPAL, Scientific World 14(14): 106-114.*
- *Granato, G.E., DeSimone, L.A., Barbaro, J.R. and Jeznach, L.C., (2015), Methods for evaluating potential sources of chloride in surface waters and groundwaters of the conterminous United States (No. 2015-1080). US Geological Survey.*
- *Hamid, A., Ullah Bhat, S., Jehangir, A (2020), Local determinants influencing stream water quality, Applied Water Science, 10, 24: 1-16.*
- *Mirzaei Aminiyan, M., Mirzaei Aminiyan, F., Heydariyan, A (2016), Study on hydrochemical characterization and annual changes of surface water quality for agricultural and drinking purposes in semi-arid area, Sustainable Water Resources Management, 2, 473–487,*
- *Pant, R.R., Zhang, F., Rehman, F.U., Wang, G., Ye, M., Zeng, C., Tang, H. (2018), Spatiotemporal variations of hydrogeochemistry and its controlling factors in the Gandaki River Basin, Central Himalaya Nepal. Sci. Total Environ. 622–623, 770–782. Doi: 10.1016/j. scitotenv.*

- *Rogerson, M., Mercedes-Martín, R., Brasier, A.T., McGill, R.A., Prior, T.J., Vonhof, H., Fellows, S.M., Reijmer, J.J., McClymont, E., Billing, I. and Matthews, A., (2017), Are spherulitic lacustrine carbonates an expression of large-scale mineral carbonation? A case study from the East Kirkton Limestone, Scotland, Gondwana Research, 48, 101-109.*
- *Sharma, MK, Kumar, P, Prajapati, P, Bhanot, K, Wadhwa, U, Tomar, G, Goyal, R, Prasad, B & Sharma, R 2022, Study of hydrochemical and geochemical characteristics and solute fluxes in Upper Ganga Basin, India. Journal of Asian Earth Sciences, 8: 100108, https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2022.100108.*