نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۲۵۲-۱۲۴۰

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1240-1252

بررسی عوامل تأثیرگذار بر مؤلفه‌های کیفیت آب رودخانه قره‌سو استان گلستان

محمدحسن نادری[۱]، مهدی ذاکری‌نیا[۲*]، میثم سالاری‌جزی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۳

چکیده

کیفیت آب رودخانه از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی حایز اهمیت بوده و ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب و ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز کاملا احساس می‌شود. پژوهش حاضر به بررسی پارامترهای موثر بر کیفیت آب رودخانه قره‌سو استان گلستان با استفاده از آمار متغیرهای کیفی و پارامترهای بیولوژیکی آب در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ پرداخته است. بر اساس نتایج تجزیه‌های شیمیایی کیفیت آب رودخانه قره‌سو، تیپ کیفی آب با توجه به نمودار پایپر از نوع کلسیم- منیزیم- کلرید بوده و یون‌های کلسیم و منیزیم نقش مهمی در تیپ آب رودخانه داشته‌اند. هم‌چنین به علت غلظت بالای یون‌های سولفات، سدیم و کلر طبق نمودار شولر به لحاظ شرب، نامناسب است و به لحاظ کشاورزی، طبق نمودار ویلکوکس در طبقه‌بندی C_3S_1 که معرف کیفیت متوسط است، قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر بارگذاری منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای به‌ویژه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، پساب‌های کشاورزی، رواناب‌های سطحی و برداشت بیش از حد مجاز آب در طول مسیر موجب کاهش کیفیت آب رودخانه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد مسئله کیفیت آب در این رودخانه می‌بایست بیش‌تر مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان مدیریت منابع آب قرار گیرد و با استفاده از راهکارهای مدیریت منابع آلاینده، به تدریج از آلودگی رودخانه کاسته شده و به منبع آبی دارای کیفیتی با استاندارد قابل‌قبول، تبدیل شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، پارامترهای شیمیایی، پساب، رودخانه قره‌سو، کیفیت آب

مقدمه

آب رودخانه نقش کلیدی در سلامت انسان و توسعه اجتماعی و اقتصادی دارد. درک عمیق از نقش عوامل کیفی آب می‌تواند در توسعه استراتژی مدیریت حوضه آبریز مؤثر باشد (Xu et al., 2016)، به‌نحوی که مدیریت کیفیت و حفظ کیفیت آب‌ها استراتژی ضروری برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب به شیوه‌ای پایدار و از مهم‌ترین ابزار در مدیریت جامع و یک‌پارچه منابع آب است (Tavakol et al., 2017). توجه به کیفیت مطلوب فیزیکی، شیمیایی آب در راستای نوع استفاده در بخش شرب، کشاورزی، صنعت و رهاسازی در محیط‌زیست ضروری است. پایش کیفی و کمی آب نقش مهمی در مدیریت پایدار اکوسیستم‌های رودخانه‌ای دارد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۶). منابع آب سطحی پتانسیل زیادی برای آلوده شدن دارند (Hargalani et al., 2014)، این منابع به‌طور جدی به‌واسطه فعالیت‌های انسانی و صنعتی تهدید شده است که پیامدهای آن شرایط زیست‌محیطی زیستگاه‌های آبی را به خطر می‌اندازد (Martinez-Garcia et al., 2013; Rabasso and Hernandez., 2015). بررسی تغییرات فصلی کیفیت آب‌های سطحی جنبه مهمی در ارزیابی تغییرات موقتی آلودگی رودخانه‌ها بر اثر منابع نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای طبیعی و انسانی می‌باشد و با توجه به کمبود منابع آب با کیفیت مناسب و افزایش جمعیت، بررسی پارامترهای کیفی آب از اهمیت زیادی برخوردار است (Sharifinia et al., 2017). در پژوهش های صورت گرفته، خان و همکاران به بررسی کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه مادیا پراش هند (Khan et al., 2013)، آندرسون و همکاران به بررسی تغییرات کیفیت آب رودخانه اسکاتلند و ارتباط بین اکوهیدرولوژی و کیفیت اکولوژیکی رودخانه‌ها پرداختند (Anderson et al., 2010). در تحقیقات دیگری ژانگ و همکاران به بررسی شاخص‌های ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی در شمال‌شرقی چین (Zhang et al., 2012)، رانکینن و همکاران به بررسی تثیر فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوایی بر کمیت و کیفیت آب در ۳۷ سال دوره آماری (Rankinen et al., 2015)، ماتا و همکاران به ارزیابی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب رودخانه اوتاراکند غنا برای آب آشامیدنی به دلیل تغییرات شدید آب و هوایی و افزایش آلودگی پرداختند (Matta et al., 2017). همچنین گیوتاف و همکاران به ارزیابی کیفیت آب رودخانه سیبوس در

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*-نویسنده مسئول: (Email: mzakerinia@gau.ac.ir

شمال‌شرقی الجزایر با استفاده از شاخص WQI و محاسبه پارامترهای کیفیت آب برای آبیاری (Guettaf et al., 2017)، سینگ و همکاران به ارزیابی تغییرات فصلی و آب و هوایی در کیفیت آب رودخانه گنگا در واراناسی هندوستان در اثر دریافت مقادیر زیادی از فاضلاب خانگی و صنعتی و رواناب سطحی (Singh et al., 2018)، پرداختند. با توجه به تحقیقات انجام شده از سوی این پژوهشگران می‌توان به اهمیت دوچندان بحث ارزیابی کیفیت آب پی برد و این‌که کاهش کیفیت آب می‌تواند بر اثر عوامل طبیعی منطقه مانند سازندهای زمین‌شناسی، بی‌توجهی و ضعف مدیریت جوامع بشری در معرض آلودگی قرار گیرد و مخاطرات انسانی و طبیعی بسیاری را به دنبال داشته باشد. در ایران نیز مطالعاتی در زمینه کیفیت آب سطحی انجام گرفته است که می‌توان به تحقیق در زمینه ارزیابی کیفی آب رودخانه بابل‌رود و شناسایی منابع آلوده کننده آن (فرزادکیا و همکاران، ۱۳۹۴)، بررسی روند مکانی کیفیت آب رودخانه‌های کرج و کن با جمع‌آوری پارامترهای کیفی از ایستگاه‌های پایش و محاسبه شاخص‌های کیفی (علی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)، تجزیه شیمیایی و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب رودخانه چم‌انجیر استان لرستان (سلیمانی‌ساردو و همکاران، ۱۳۹۲)، بررسی کیفیت آب رودخانه ارس با نمونه‌برداری و سنجش متغیرهای فیزیکی و شیمیایی (سلگی و شیخ‌زاده، ۱۳۹۵)، بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌رود خرم‌آباد با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی در ایستگاه‌های مختلف (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲)، ارزیابی هیدروشیمیایی کیفیت آب رودخانه تیره استان لرستان (Qishlaqi et al., 2017) و ارزیابی هیدروشیمیایی کیفیت آب رودخانه هرود استان لرستان با استفاده از اطلاعات ۲ ایستگاه هیدرومتری کهرضا و دهنو (Falah and Haghizadeh., 2017)، ارزیابی راهکارهای افزایش کیفیت آب رودخانه کارون با استفاده از سناریوهای مدیریتی (فکوری و همکاران، ۱۳۹۷) اشاره کرد. این مطالعات نشان می‌دهد که وضعیت کیفیت منابع آب سطحی در فصول مختلف و ماه‌های مختلف متغیر است. هم‌چنین مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی اکوسیستم‌های آبی به طور عمده، بازتابی از شرایط اکولوژیکی در فصول مختلف (Piroozfar et al., 2018) و متأثر از عوامل انسانی از جمله فعالیت‌های کشاورزی، تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی، اجرای پروژه‌های عمرانی مانند سدها و بهره‌برداری از آن‌ها و صنعت در مسیر رودخانه می‌باشد.

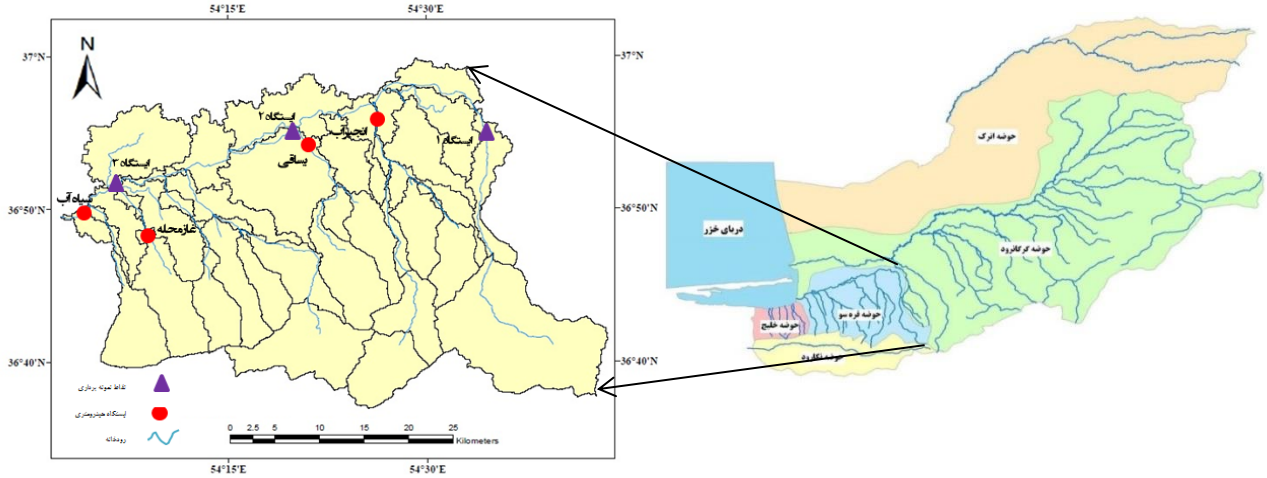
نبود دیدگاه جامع‌نگر و مبتنی بر توسعه پایدار در کشور و به تبع آن خلاهای قانونی، نبود تخصص‌های کافی، نبود استانداردهای مطالعات زیست‌محیطی منطبق بر وضعیت کشور، در اولویت نبودن یا عدم شناخت از اهمیت مطالعات زیست‌محیطی در نزد مدیران و کارشناسان و هم‌چنین نبود سیستم‌های هوشمند هشداردهنده در طول مسیر رودخانه‌ها که منبع اصلی آب شرب در همه جای دنیا هستند، سبب شده است که علاوه بر کمبود آب آشامیدنی، بحران کیفی آن نیز تهدیدی جدی به شمار آید. از این رو پایش و مدیریت کیفیت آب رودخانه‌ها از ملزومات مدیریت پایدار و تأمین سلامت حوضه‌های آبخیز بوده (پیرنیا و همکاران، ۱۳۹۶) و به‌دلیل تأثیر مستقیم بر روی سلامت عمومی، پایداری اکوسیستم‌های آبی، سایر اکوسیستم‌های وابسته به آن و شناسایی منابع آلاینده آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد (Kabir et al., 2017; Mirrasooli et al., 2017).

توسعه روز افزون فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و افزایش قابل توجه فاضلاب‌های شهری موجب آلودگی منابع آب، خصوصا رودخانه‌ها گشته، به نحوی‌که کیفیت آب این منبع حیاتی را در بسیاری از نقاط مورد مخاطره جدی قرار داده و حتی در برخی نقاط منجر به مرگ بیولوژیکی رودخانه‌ها گردیده است، که با بررسی و مطالعات کیفیت آب می‌توان این مشکلات و خطرات را تا حدی کنترل نمود. رودخانه قره‌سو بیش از ۲۰ درصد از نیازهای آبی استان گلستان را در بخش کشاورزی تامین و در پایین‌دست به خلیج گرگان می‌ریزد (Khaledian et al., 2018). به همین دلیل شناخت ویژگی‌های کیفی آب رودخانه و تعیین عوامل مؤثر بر کیفیت آب رودخانه و طبقه‌بندی کیفیت آب از لحاظ مصارف مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. تحقیق حاضر به منظور روشن شدن وضعیت کیفیت منابع آب‌سطحی رودخانه قره‌سو، انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز قره‌سو یکی از سه زیرحوضه آبخیز اصلی جاری در دامنه شمالی البرز و پهنه گسترده جلگه گرگان در جنوب‌غربی استان گلستان است که با مساحتی حدود ۱۶۳۸ کیلومترمربع، بین مختصات جغرافیایی "۳۷ و َ۲ و°۵۴ تا "۴ و َ۴۲ و°۵۴ طول شرقی و "۲۴ و َ۳۶ و°۳۶ تا "۴۸ و َ۵۹ و°۳۶ عرض شمالی واقع شده است (شکل۱). رودخانه اصلی حوضه قره‌سو از ارتفاعات کوه‌های اسب‌چر، سوس و قزیمان سرچشمه می‌گیرد و بعد از پیمودن از چند دهستان بین بندرترکمن و بندرگز در کنار روستای قره‌سو به خلیج گرگان می‌ریزد. کمینه ارتفاع حوضه ۲۶- متر در مصب خلیج گرگان و بیشینه آن ۳۲۰۰ متر در ارتفاعات گرماب‌دشت است. شیب رودخانه‌های حوضه قره‌سو بطور متوسط ۱/۲ درصد می‌باشد. شکل عمومی حوضه پهن است و امتداد شرقی – غربی دارد و میانگین ارتفاعی حوزه ۶۲۴ متر است. متوسط بارندگی سالیانه حوضه ۵۸۱ میلی‌متر در سال است که بالاترین میزان آن، ۷۵۰ میلی‌متر مربوط به منطقه مرکزی و حداقل آن حدود ۴۰۰ میلی‌متر در دشت‌های شمالی و ارتفاعات جنوبی است. حداکثر دمای سالانه حوضه متعلق به مناطق دشت که مقدار آن ۱۸ سانتی‌گراد و کم‌ترین آن مربوط به مناطق کوهستانی که مقدار آن ۲ درجه سانتی‌گراد است.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز قره‌سو و پراکنش ایستگاه‌های هیدرومتری و نقاط نمونه‌برداری در رودخانه

نمونه‌برداری از آب و اندازه‌گیری پارامترهای کیفی

نمونه‌برداری از مهم‌ترین بخش‌های برنامه‌های پایش کیفیت آب و تخلیه‌های فاضلاب است (WHO., 2011). در این پژوهش به منظور بررسی تغییرات کیفیت آب سطحی رودخانه، آمار و اطلاعات پارامترهای کیفی آب مربوط به دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۰) از ۴ ایستگاه هیدرومتری از شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان و پارامترهای بیولوژیکی آب با در نظر گرفتن کاربری‌های موجود، ورود شاخه‌های فرعی و پراکنش ورودی منابع آلاینده و در دسترس بودن آمار ثبت شده در طول مسیر رودخانه از سازمان محیط زیست استان گلستان تهیه شد. از آن‌جا که نمونه‌های برداشت شده باید معرف شرایط عمومی آب رودخانه باشند، نمونه‌برداری از قسمت میانی مقطع جریان رودخانه بر اساس استانداردهای تعریف شده در مراجع معتبر بین‌المللی، دستورالعمل ملی نمونه‌برداری منتشر شده توسط USGS به منظور بررسی و آنالیزهای فیزیکوشیمیایی و پارامترهای بیولوژیکی در هر ماه به عمل آمد، بدین صورت‌که در هر ایستگاه برای نمونه‌برداری از بطری‌های پلی‌اتلین با حجم‌های ۱/۵ لیتری (برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی) و بطری‌های مخصوص یک-بار مصرف جهت آنالیز میکروبی استفاده شد. به منظور کاهش خطا برخی پارامترهای آب شامل pH، TDS و دما در محل اندازه‌گیری گردید. pH نمونه‌های آب توسط دستگاه pHمتر مدل Suntex با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد، همچنین EC و TDS نمونه‌های آب که مقدار کل نمک‌های حل شده در آب که نشان‌دهنده بار آلودگی غیرآلی آب است، توسط ECمتر مدل Hach با دقت ۰/۰۱ مورد سنجش قرار گرفت. دستگاه‌های pHمتر و ECمتر از قبل توسط محلول‌های بافر، کالیبره شدند. در محل نمونه‌برداری موقعیت جغرافیایی هر یک از نقاط نمونه‌برداری با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد که در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. سپس نمونه‌ها در یخ و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل شده و غلظت نیترات، نیتریت با دستگاه اسپکتروفتومتر، Ca، K و Na با دستگاه Flame Photometer مورد آزمایش قرار گرفتند.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مطالعه شده

نام ایستگاه	UTM-Y	UTM-X	ارتفاع از سطح دریا (متر)
انجیرآب	۴۰۸۰۵۹۸	۲۶۵۴۰۲	۷۵
سیاه‌آب	۴۰۷۹۶۷۲	۲۳۷۲۹۱	-۲۶
غازمحله	۴۰۷۵۲۹۵	۲۴۱۸۲۱	۵
یساقی	۴۰۷۷۱۱۰	۲۵۶۸۲۷	۶
ایستگاه ۱	۴۰۷۳۷۳۲	۲۸۴۲۵۴	۴۶۵
ایستگاه ۲	۴۰۸۵۵۲۰۰	۲۵۰۳۳۵	-۱۱
ایستگاه ۳	۴۰۲۳۷۴۷	۲۳۷۹۶۹۳	-۲۰

تدوین چارچوبی برای تأمین سلامت آب و به‌کار بردن طرح‌های جامع برای اطمینان حاصل کردن از سلامت آب شرب و محافظت از

سلامت عمومی نیازمند توجه خاصی است. مقامات محلی معمولا نقش مهمی در مدیریت منابع آب بازی می‌کنند که این موارد می‌تواند شامل بازرسی حوضه آب‌ریز و پایش منظم رودخانه‌ها به صورت هدفمند و بر اساس برنامه‌ریزی و طراحی مناسب روی کیفیت منابع آب تأثیر گذارند (Hassinger and Watson., 1998). طبیعت و شکل استانداردهای کیفیت آب ممکن است در بین مناطق و یا کشورهای مختلف متفاوت باشد. در توسعه و کاربرد استانداردها الزامی است که قوانین فعلی و یا برنامه‌ریزی شده مرتبط با آب و سلامت موردنظر قرار گیرند. در جدول ۲ مقادیر موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) و آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا (EPA) آورده شده است.

جدول ۲- مقادیر استانداردهای کیفیت آب (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹؛ WHO, 2011؛ EPA, 2018)

پارامتر	pH	EC	TDS	SO4	Cl	Na	Mg	COD	BOD_5	DO	Ca	K
استاندارد	-	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	۸/۵	-	۱۵۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۲۰۰	-	۲۰۰	-	-	۲۰۰	۱۲
WHO	۸/۵-۶/۵	۲۵۰	۱۰۰۰	۲۵۰	-	۲۰۰	۱۵۰	۱۰	۵	۵	۲۰۰	۱۲
EPA	۹-۶/۵	-	۵۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۰۰	-	۱۵	۳۰	-	-	-

به منظور بررسی کیفیت آب ابتدا وضعیت آماری داده‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام و بررسی داده‌های پرت مشخص گردید. بر اساس آمار توصیفی جدول ۳، دامنه غلظت pH از ۶/۵ تا ۸/۴ برآورد گردید که بیانگر این است که آب رودخانه قره‌سو به‌طور عمده طبیعت قلیایی دارد. میزان pH نقش تعیین کننده‌ای در سلامت آب داشته و گفته می شود pH یک فاکتور مهم در ارزیابی کیفیت آب است. TDS که یک معیار سنجش کیفیت و پارامتر بسیار مؤثری در ایجاد طعم آب آشامیدنی است، بین ۲۶۱ تا ۴۸۵۵ با میانگین ۹۲۲/۶ میلی‌گرم بر لیتر تغییر می‌کند. پارامتر EC نیز از پارامترهای اصلی در پایش آب به لحاظ شرب و کشاورزی می‌باشد. این پارامتر ارتباط مستقیم با شوری آب، میزان جذب سدیم و میزان کیفیت آب شرب دارد. بیش‌ترین میزان هدایت الکتریکی (EC)، ۷۵۶۳ میکروموس بر سانتی‌متر و کم‌ترین آن ۴۲۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و میانگین آن ۱۴۸۸/۷ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد. شوری از پارامترهای اولیه برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ها است و افزایش آن، اثرات منفی روی منابع مصرف و اکوسیستم رودخانه دارد (فکوری و همکاران، ۱۳۹۷). SAR از عوامل تعیین کننده کیفیت آب برای مصارف کشاورزی است که میانگین آن ۲/۴۳ می باشد. آنالیز کاتیون‌ها و آنیون‌ها نشان می‌دهد که نمونه‌ها محتوی Ca بین ۱/۹ تا ۱۰، Mg بین حداقل ۰/۱۳ تا حداکثر ۹/۸، Na بین ۰/۲۹ تا ۱۴/۲ و K بین ۰/۰۲ تا حداکثر ۰/۶۴ میلی‌گرم بر لیتر هستند. HCO_3 مهم‌ترین آنیون موجود در آب‌های طبیعی است که مقدار آن بین ۲/۹ تا ۷/۲ میلی‌گرم بر لیتر است، مقدار Cl حداقل ۰/۴ تا حداکثر ۱۱/۲ میلی‌گرم بر لیتر است و SO4 بین حداقل ۰/۳۷ تا حداکثر ۹/۹۸ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است.

جدول ۳- آماره‌های توصیفی پارامترهای کیفی بررسی شده در ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه قره‌سو

پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
TDS	mg/L	۲۶۱	۴۸۵۵	۹۲۲/۶	۶۶۴/۱	۷۱/۹۸
EC	µS/cm	۴۲۰	۷۵۶۳	۱۴۸۸/۷	۱۰۵۷/۵	۷۲/۲۴
pH	-	۶/۵	۸/۴	۷/۶	۰/۳	۳/۹۴
HCO_3	mg/L	۲/۹	۲/۷	۴/۸	۱/۱۹	۲۴/۷۹
Cl	mg/L	۰/۴	۱۱/۲	۴/۱۹	۲/۶۳	۶۲/۷۶
SO4	mg/L	۰/۳۷	۹/۹۸	۳/۵۱	۲/۲۲	۶۳/۲۴
Ca	mg/L	۱/۹	۱۰	۴/۳۲	۱/۶۴	۳۷/۹۶
Mg	mg/L	۰/۱۳	۹/۸	۳/۷۶	۲/۰۶	۵۴/۷۸
Na	mg/L	۰/۲۹	۱۴/۲	۴/۶۹	۲/۹۶	۶۳/۱۱
K	mg/L	۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۱۶	۰/۰۹	۵۶/۲۵
SAR	-	۰/۱۹	۸/۲۳	۲/۴۳	۱/۴۱	۵۸/۰۲

بر اساس طبقه‌بندی نیلسن و بوما، اگر ضریب تغییرات کم‌تر از ۱۰ درصد باشد، تغییرات ضعیف، چنان‌چه بیش از ۱۰ درصد باشد، متوسط و در نهایت ضریب تغییرات برابر با ۱۰۰ درصد نشان‌دهنده تغییرات بسیارشدید می‌باشد (Nielsen and Bouma., 1985). بنابراین همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود می‌توان شدت تغییرات تمامی ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری، به استثنای pH آب را در منطقه مورد مطالعه، متوسط در نظر گرفت. در بین پارامترهای کیفیت آب مورد بررسی که در جدول ۳ نشان داده شده است، EC با داشتن ضریب تغییرات برابر با ۷۲/۲۴ درصد، بیش‌ترین ضریب تغییرات را دارا می‌باشد. در آب‌های‌سطحی از نظر زیست‌محیطی، پارامترهای pH، COD، BOD_5، کل جامدات محلول و نیترات از اهمیت بیش‌تری برخوردارند. قدرت تصفیه طبیعی رودخانه که بر پایه عوامل و شرایط هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و بیولوژیکی استوار است، قابلیت حذف مواد آلاینده آلی و معدنی را از محیط زیست رودخانه فراهم می‌سازد. غلظت اکسیژن محلول عامل تعیین کننده‌ای در توان تصفیه طبیعی منابع است و از اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) می‌توان به عنوان شاخص با ارزش در ارزیابی کیفیت آب از لحاظ آلودگی‌های با منشا آلی استفاده کرد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۶). شاخص اکسیژن محلول در آب به درجه حرارت، شوری، فشار بارومتریک و جامدات محلول بستگی دارد. علاوه بر این شرایط آب و هوایی و فرآیندهای شیمیایی، بیولوژیکی و میکروبی نیز در تغییر اکسیژن محلول آب موثرند (Tavakol et al., 2017). جدول ۴، نتایج تجزیه و تحلیل پارامترهای بیولوژیکی از نقاط نمونه‌برداری رودخانه قره‌سو را نشان می‌دهد.

جدول ٤- پارامترهای بیولوژیکی آب رودخانه قره‌سو

سال	pH	DO	BOD_5	COD
	-	mg/L	mg/L	mg/L
۱۳۸۶	۷/۹	۶/۴	۱۲/۴	۱۸۹
۱۳۸۷	۷/۵	۱۰/۵	۱۳/۴	۱۷۱
۱۳۸۸	۶/۹	۸/۵	۱۱/۲	۱۵۶
۱۳۸۹	۷/۳	۸/۹	۱۳/۷	۱۷۹
۱۳۹۰	۷/۶	۹/۲	۱۱/۸	۲۴۳
۱۳۹۱	۷/۲	۶/۹	۱۵/۶	۲۲۴
۱۳۹۲	۷/۴	۸/۵	۱۲/۵	۱۳۸
۱۳۹۳	۷/۴	۷/۱	۱۶/۳	۱۸۷
میانگین	۷/۴	۸/۱	۱۲/۱	۱۸۵/۸

نتایج میانگین آنالیز کیفی آب مربوط به پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه قره‌سو طی دوره ۱۴ ساله در جدول ۵ ارایه گردیده است.

جدول ۵- نتایج میانگین سالانه سنجش‌های شیمیایی رودخانه قره‌سو

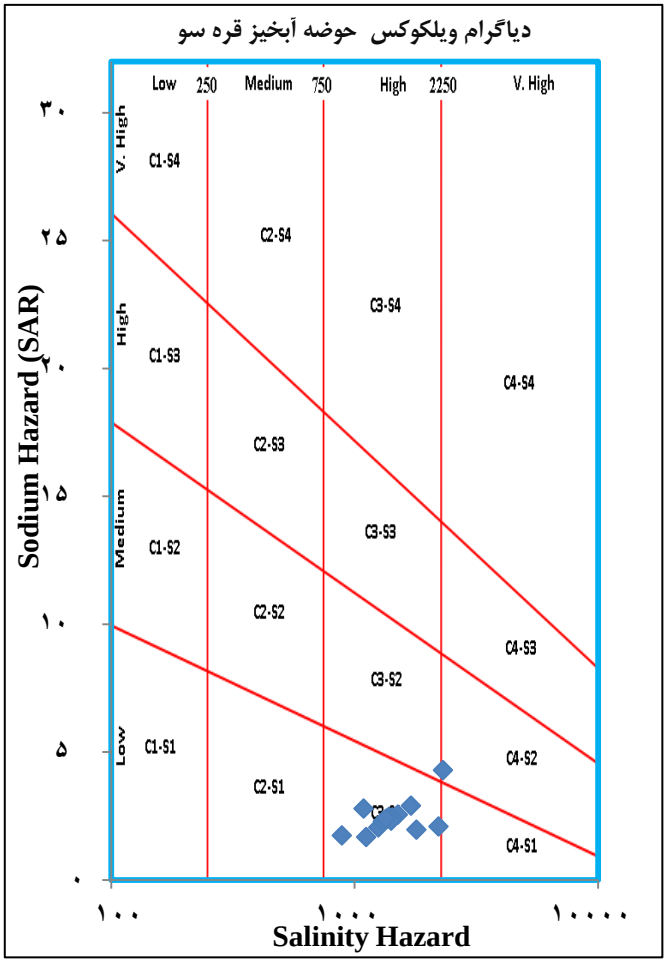
سال	دبی	TDS	EC	pH	آنیون‌ها				کاتیون‌ها					SAR
					HCO_3	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	K			
	m^3/s	mg/L	µS/cm	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			-
۱۳۸۰	۲/۲۹	۱۴۲۲/۴	۲۲۱۵/۶	۷/۴	۴/۳	۴/۰۴	۱/۶۳	۳/۸۸	۲/۵۱	۴/۱۵	۰/۲۸			۲/۰۸
۱۳۸۱	۰/۸۷۷	۷۰۳/۷	۱۰۹۲	۷/۶	۴/۸۷	۴/۶۴	۲/۴۵	۲/۹۵	۳/۵	۵/۲۴	۰/۱۸			۲/۷۸
۱۳۸۲	۲/۰۵	۱۱۵۲/۴	۱۷۹۸/۸	۷/۸	۴/۹۳	۳/۶۴	۳/۵۵	۴/۲۵	۳/۶۴	۴/۱۴	۰/۱۷			۱/۹۵
۱۳۸۳	۳/۷۶	۷۹۷/۵	۱۲۵۶/۷	۷/۷	۴/۶	۲/۹۳	۲/۹۲	۳/۸۲	۳/۲۷	۴/۲۷	۰/۱۱			۲/۰۴
۱۳۸۴	۲/۴۳	۶۸۷/۲	۱۱۱۸	۷/۶	۴/۶	۳	۳/۶	۳/۷۸	۳/۸۶	۳/۴۸	۰/۰۹			۱/۶۷
۱۳۸۵	۱/۳	۸۷۲/۲	۱۵۰۹/۲	۷/۵	۵/۱۷	۳/۵۷	۵/۰۷	۴/۷۶	۴/۸۶	۴/۲۴	۰/۱۴			۲/۵۴
۱۳۸۶	۱/۰۶	۱۴۸۶	۲۳۱۱/۵	۷/۶	۵/۷۶	۳/۸۸	۴/۸۳	۵/۴۳	۴/۹۸	۴/۵۹	۰/۱۸			۴/۲۸
۱۳۸۷	۰/۹	۸۶۱/۱	۱۳۸۶/۵	۷/۹	۵/۳	۳/۹۵	۲/۷۲	۴/۹۷	۳/۹۷	۵/۶۱	۰/۱۲			۲/۴۶
۱۳۸۸	۱/۷	۵۵۰/۲	۸۸۸/۵	۷/۷	۳/۹۵	۲/۹۵	۲/۳۱	۳/۱۷	۲/۸۱	۳/۱۸	۰/۱۳			۱/۷۲
۱۳۸۹	۰/۹	۸۲۴/۵	۱۳۱۰	۷/۵	۵/۱۸	۵/۰۷	۳/۴	۴/۳۹	۴/۱۵	۴/۹	۰/۱۶			۲/۲۸
۱۳۹۰	۱/۰۱	۸۹۱/۱	۱۴۳۳/۷	۷/۳	۴/۵۴	۴/۵	۴/۴۱	۴/۶۵	۴/۲	۴/۸۱	۰/۱۶			۲/۴۲
۱۳۹۱	۰/۹۱	۱۰۶۷/۲	۱۷۰۶/۹	۷/۵	۵/۰۲	۵/۴۲	۴/۰۸	۵/۱۲	۲/۱۶	۵/۳۶	۰/۲۲			۲/۹
۱۳۹۲	۰/۳۷	۲۰۲۴/۴	۱۴۱۶	۷/۶	۴/۶۷	۴/۴۲	۳/۳۹	۴/۰۲	۵/۰۹	۵/۸۲	۰/۱۶			۲/۳
۱۳۹۳	۰/۶۳	۸۵۰/۸	۱۳۵۰/۳	۷/۷	۵/۲	۵/۵۶	۳/۴۸	۴/۷	۴/۲۱	۵/۲۴	۰/۱			۲/۳۸

در گزارش‌های هیدرولوژی برای طبقه‌بندی آب از نظر شرب، به طور معمول از نمودار شولر استفاده می‌شود (عبادتی و هوشمندزاده، ۱۳۹۳). دیاگرام شولر مهم‌ترین دیاگرام جهت ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی در دنیا است. آیتم‌های لحاظ شده به عنوان شاخص در

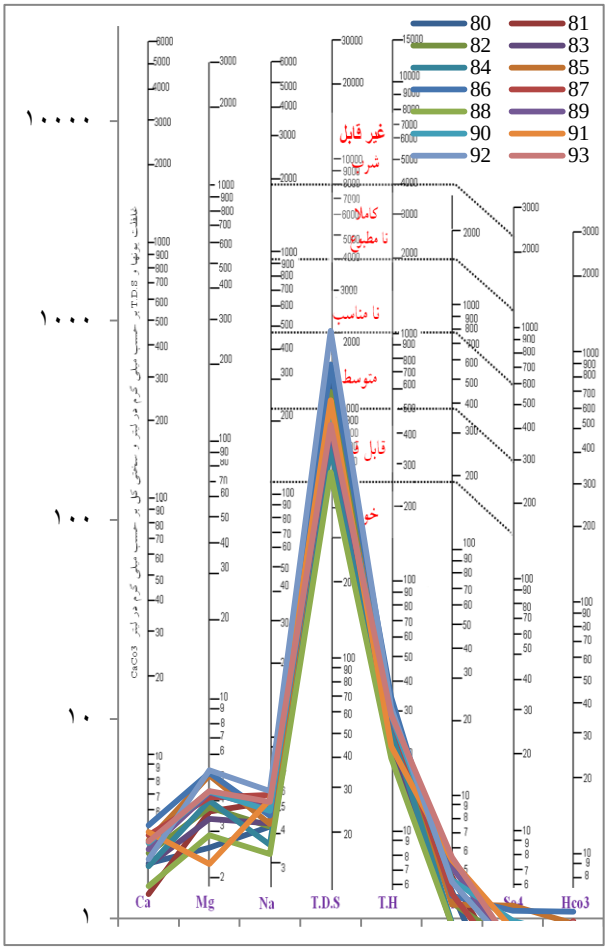
دیاگرام شولر، مقادیر حداکثر، میانگین و حداقل نتایج پارامترهای شیمیایی شامل کلسیم، منیزیم، سدیم، کل مواد جامد محلول (TDS)، کلرور، سولفات و بی‌کربنات می‌باشد که جهت تحلیل وضعیت آب موردنظر از آن‌ها استفاده می‌شود. در دیاگرام شولر غلظت پارامترها روی ستون‌های قایم پلات شده و سپس نقاط به‌هم متصل می‌شوند که نتایج آنالیز نمونه‌ها به صورت خطوطی نمایش داده می‌شوند (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). نمونه‌های دارای TDS بیش‌تر در بخش بالایی نمودار و نمونه‌های با TDS کم‌تر در بخش پایینی آن قرار می‌گیرند. محور عمودی شامل غلظت یون‌ها، TDS بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و سختی کل بر حسب میلی‌گرم بر لیتر $Caco_3$ است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵). در خصوص کلاس‌های طبقه‌بندی آب برای مصارف آبیاری و کشاورزی، می‌توان به روش ویلکوس اشاره کرد که بر مبنای دو پارامتر هدایت الکتریکی (EC) املاح محلول در آب و نسبت جذب سدیم (SAR) استوار است، زیرا این دو پارامتر نه تنها بر رشد گیاه مؤثر هستند، بلکه آب را از نظر آبیاری و تأثیر بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶). نقاط حاصل از تقاطع این دو پارامتر در نمودار ویلکوکس بیانگر رده نمونه آبی مور نظر می‌باشد. روش طبقه‌بندی ویلکوکس و استفاده از نمودار آن کاربردی‌ترین روش برای طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات هیدرولوژی است. از روش‌های متداول تعیین تیپ (رخساره) شیمیایی آب، استفاده از نمودار پایپر است که به سرعت می‌توان نوع آب را تشخیص داد. نمودار از ترکیب سه میدان مجزا درست شده است. درصد آنیون‌ها و کاتیون‌ها در میدان‌های مثلثی و موقعیت ترکیبی آن‌ها در میدان لوزی شکل پیاده می‌شود. به این ترتیب که در روی ضلع مربوط به آنیون، درصد آن پیدا شده و خطی به موازات ضلعی که رو به روی رأس ۱۰۰ درصد مربوط به آنیون است، رسم می‌گردد. به این ترتیب نقاط متناظر روی مثلث‌های کناری بر روی لوزی میانی تصویر می‌شوند و در نهایت قضاوت در مورد تیپ کیفی آب توسط نمودار پایپر با توجه به منطقه تمرکز نقاط انجام می‌شود.

نتایج و بحث

بررسی هیدروشیمی آب رودخانه قره‌سو با استفاده از داده‌های به دست آمده از آنالیز کیفی آب که در جدول ۵ ارایه شده است، به صورت نمودارهای شولر، ویلکوکس و پایپر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب توسط نمودار ویلکوکس با استفاده از نرم‌افزار Aqua.chem نشان می‌دهد که کیفیت آب رودخانه قره‌سو در کلاس $C_۳S_۱$ قرار گرفته و برای آبیاری و کشاورزی از نظر کیفیت در گروه آب‌های متوسط است (شکل۲). با بررسی نمودار پایپر رسم شده در شکل ۴ با استفاده از نرم‌افزار Rock ware Aq.Qa، مشخص شد که آنیون و کاتیون غالب Ca-Mg-Cl خواهد بود. با بررسی دقیق‌تر نمودار پایپر، تجمع نوع تیپ آب غالب در محدوده مطالعه کلسیم- منیزیم- کلرید می‌باشد، که وجود کلسیم می‌تواند بدلیل وجود انحلال کانی‌های کربناته و یا ژیپس باشد و مبین این واقعیت است که آبی که در سازندهای مختلف زمین‌شناسی قرار می‌گیرد، نسبت به عناصر شیمیایی که شاخص آن سازند است، غنی می شود (Hargalani et al., 2014). هم‌چنین افزایش میزان منیزیم آب می‌تواند به‌علت انحلال کانی‌های کربناته از جمله دولومیت و کلسیت دولومیتی و کانی‌های حاوی یون منیزیم باشد. در ارزیابی هیدروشیمیایی کیفیت آب حوضه آبخیز ساروق با استفاده از نمودار پایپر، پیروزفر و همکاران انواع تیپ آب را به صورت $Ca-HCO_3$، SO_4، $Ca-Mg-CO_3$ و $Ca-SO4-HCO_3$ مشخص کردند (Piroozfar et al., 2018). هم‌چنین براساس دیاگرام شولر آب رودخانه قره‌سو در رده قابل‌قبول تا نامناسب برای شرب قرار دارد. شکل ۳ نمودار شولر حوضه مطالعه شده را به تصویر کشیده است. اما تنها به صرف نمودار شولر نمی‌توان انتظار داشت که آب حوضه با مشکلی مواجه نبوده، به این جهت نتایج به‌دست آمده از بررسی ۶ عامل مهم در تعیین کیفیت آب (TDS، Na، Cl، Mg، pH، SO4)، با ۳ استاندارد موجود در این زمینه مقایسه شد. با انجام این مقایسه مشخص شد که از ۶ عامل بررسی شده، تنها TDS در بازه مطلوب استاندارد آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا (EPA) قرار ندارد و برخی از عوامل دیگر در شرایط تقریباً مطلوبی قرار دارند. عبادتی و هوشمندزاده (۱۳۹۳) در مطالعه بررسی کیفیت آب رودخانه دز بیان کردند، که منشا اصلی سولفات در آب، انحلال کانی‌های حاوی سولفات مانند ژیپس و انیدریت و نیز تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی است. بر اساس تحلیل‌های آماری مقدار منیزیم آب رودخانه قره‌سو هیچ‌گاه به مرز استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد صنعتی ایران نرسیده است. مقدار متوسط کلسیم آب رودخانه قره‌سو از مقدار مجاز استاندارد سازمان جهانی بهداشت کم‌تر است. از این رو کیفیت آب رودخانه قره‌سو بر اساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت و نیز مقدار کلسیم مطلوب است. سلگی و شیخ‌زاده (۱۳۹۵) مقدار میانگین کلسیم آب رودخانه ارس را ۵۷/۴ میلی‌گرم در لیتر بدست آوردند که خیلی بیش‌تر از آب رودخانه قره‌سو است. بر اساس مقایسه متوسط مقدار سدیم با استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و استاندارد صنعتی ایران، کیفیت آب رودخانه قره‌سو از لحاظ سدیم مشکلی ندارد. در ارزیابی هیدروشیمایی کیفیت آب در رودخانه هرود استان لرستان، دامنه تغییرات سدیم بین ۰/۰۴ تا ۰/۶۷ با میانگین ۰/۱۷ برآورد گردید (Falah and Haghizadeh., 2017).

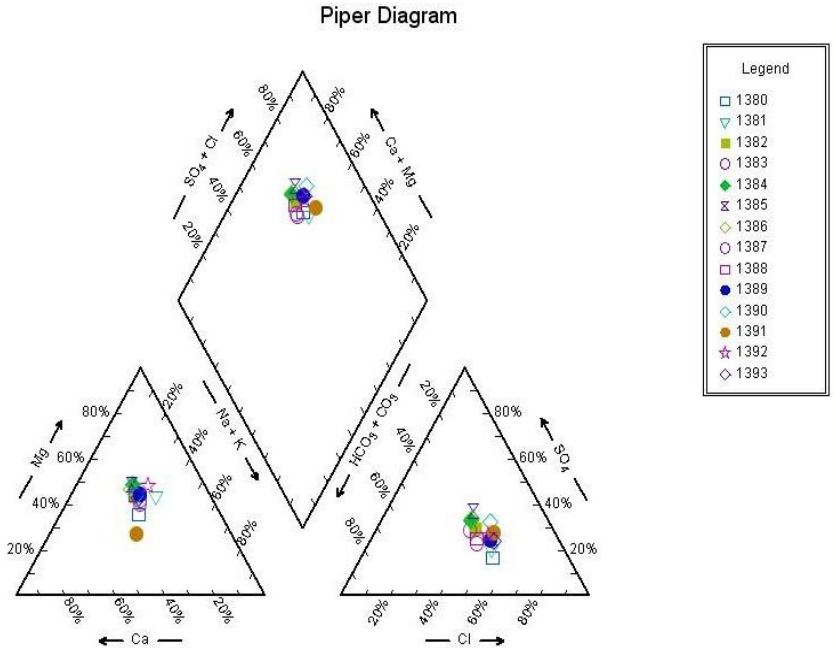


شکل ۲- کیفیت آب از نظر آبیاری بر روی نمودار ویلکوکس



شکل ۳- کیفیت آب از نظر شرب بر روی نمودار شولر

بر اساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت که حد مجاز آنیون سولفات ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر است، کیفیت آب رودخانه قره‌سو در وضعیت مطلوبی قرار دارد. با مقایسه مقدار متوسط کلرید با استاندارد سازمان جهانی بهداشت نیز می‌توان دریافت که آب رودخانه قره‌سو فاقد مشکل است. طبق جدول ۳، میانگین مقادیر به دست آمده برای pH (۷/۶) با مقادیر استاندارد صنعتی ایران و هم‌چنین مقادیر گزارش شده توسط EPA و WHO مطابقت دارد. کل ذرات محلول نوعی عامل کیفی در آب است که تغییرات بیش از اندازه آن نشانگر آلودگی‌های غیرنقطه‌ای یا غیرمتمرکز که با کاربری‌های متفاوت از زمین در ارتباط است. مقدار TDS در بررسی حاضر بین حداقل ۲۶۱ تا حداکثر ۴۸۵۵ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است. اثری که این عامل می‌تواند داشته باشد بخصوص در آب‌هایی که مقدار بالایی از این فاکتور را دارند موجب افزایش کدورت شده، در نتیجه شفافیت کاهش می‌یابد و پیامدهای اکولوژیکی و تبعات بیولوژیکی خاص خود (کاهش نفوذ نور و از بین بردن فون بنتیک و نیزمکان‌های تخم‌ریزی از طریق رسوب ذرات در زیستگاه‌های بنتیک) را به همراه دارد (Mirrasooli et al., 2017; Kabir et al., 2017). رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۶) دامنه تغییرات TDS در رودخانه سیمینه‌رود را بین ۱۷۴ تا ۳۵۹ میلی‌گرم بر لیتر بدست آوردند که در مقایسه با آب رودخانه قره‌سو با TDS ۹۲۲ میلی‌گرم بر لیتر وضعیت مطلوب‌تری دارد. میانگین TDS در رودخانه هرود استان لرستان ۲۷۵ میلی‌گرم بر لیتر برآورد گردید (Falah and Haghizadeh., 2017). مطالعات مشابه نشان داده است که افزایش هرزآب‌های سطحی، طغیان رودخانه، افزایش دبی و تلاطم شدید آب رودخانه، فعالیت‌های انسانی در حاشیه رودخانه و کاربری اراضی منجر به افزایش TDS می‌شود (Sharifinia et al., 2017؛ Qishlaqi et al., 2017).



شکل ٤- نمودار پایپر رودخانه قره‌سو

بر اساس بررسی‌های انجام شده، قریب به ۱۵ درصد از مصارف آب استان گلستان، در بخش خانگی می‌باشد که ۵۰ الی ۸۰ درصد آن به پساب تبدیل شده و به آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌ها تخلیه می‌گردد (Mirrasooli et al., 2017). علاوه بر آن پس از بارندگی، خیابان‌ها،کوچه‌ها و معابر شسته شده و پساب حاصله که دارای بار آلودگی کم‌تری می‌باشد، به کانال آب‌های سطحی و رودخانه‌ها هدایت می‌شوند. فاضلاب‌های خانگی، در صورت تخلیه به اکوسیستم‌های رودخانه، موجب کاهش اکسیژن محلول رودخانه، که از پارامترهای حیاتی می‌باشد، می‌گردد و در نتیجه سبب مرگ و میر و تلفات آبزیان و ماهیان رودخانه می‌شود (Rabasso and Hernandez., 2015). مزید بر آن مواد معلق و رسوبی رودخانه افزایش یافته و در گل آلودگی و تیره نمودن رنگ آب رودخانه‌ها اثر گذار خواهد بود (Falah and Haghizadeh., 2017). فاضلاب‌ها به ویژه پساب‌های کشاورزی می‌توانند باعث افزایش شوری رودخانه قره‌سو گردند. فکوری و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند حذف فاضلاب‌های کشاورزی، منابع صنعتی و شهری، تأثیر زیادی در کاهش شوری رودخانه دارد.

با استفاده از نرم‌افزار Aqqa، نتایج خواص شیمیایی آب رودخانه قره‌سو شامل خطر شوری، خطر منیزیم، سختی (TH)، نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم قابل تبادل (ESR)، تیپ آب در هر سال از دوره مورد مطالعه تعیین گردید که نتایج در جدول ۶ ارایه شده است. سختی کل (TH) از مجموع Ca^{2+} و Mg^{2+} مطابق رابطه ۱، نسبت جذب سدیم (SAR) از رابطه ۲، درصد سدیم قابل تبادل (ESR) از رابطه ۳ محاسبه می‌شوند (Falah and Haghizadeh., 2017).

$$TH=2.5Ca+4.1Mg \quad (۱)$$

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^+]+[Mg^+]}{2}}} \quad (۲)$$

$$ESR = \frac{[Na^+]}{[Ca^{2+}]+[Mg^{2+}]} \quad (۳)$$

بر این اساس همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شده است، در اکثر سال‌های آماری تیپ آب از نوع Cl-Mg است. با بررسی نتایج، مشاهده می‌گردد میزان سختی رودخانه قره‌سو بین ۱۸ تا ۳۵ میلی‌گرم بر لیتر است. هم‌چنین احتمال خطر منیزیم کمی بالا می‌باشد. در تحقیقی مشابه برای آنالیز کیفیت آب رودخانه هرود استان لرستان برای رسم دیاگرام پایپر، شولر، ویلکوکس و محاسبه سختی (TH)، SAR، ESR، از نرم‌افزار Aqqa استفاده گردید و نشان داده شد که تیپ آب از نوع Ca–HCO_3 می‌باشد (Falah and Haghizadeh., 2017).

با ارزیابی پارامترهای بیولوژیکی در آب رودخانه قره‌سو، مقادیر میانگین میزان DO نتایج حاصل از اندازه‌گیری کیفی آب در دوره مطالعه برابر ۸/۱ میلی‌گرم بر لیتر است، که هرگز به شرایط بحرانی کم‌تر از ۵ (حداقل میزان اکسیژن محلول مجاز در آب برای حفظ سلامت آبزیان و ارگانسیم‌های آبزی) نرسیده و با استاندارد سازمان جهانی بهداشت مطابقت دارد.

جدول ٦- نتایج خواص شیمیایی آب رودخانه قره‌سو در سال‌های آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ با نرم‌افزار Aqqa

سال	تیپ	TDS	EC	خطر شوری	SAR	ESR	خطر منیزیم	TH
		mg/L	µS/cm	–	–	-	–	mg/L
۱۳۸۰	Cl-Mg	۱۴۱۹/۷	۲۱۱۵/۶	بالا	۰/۴۰۳	۰/۴۵۱	۵۱/۶	۱۹/۸۷
۱۳۸۱	Cl-Mg	۷۰۲	۱۰۹۲	بالا	۰/۴۸۸	۰/۵۲۳	۶۶/۱	۲۱/۷۴
۱۳۸۲	Cl-Mg	۱۱۵۰	۱۷۹۸	بالا	۰/۳۵۷	۰/۳۵۳	۵۸/۵	۲۵/۵
۱۳۸۳	Cl-Mg	۷۹۵/۶	۱۲۵۶/۸	بالا	۰/۳۸۷	۰/۴۰۵	۵۸/۶	۲۲/۹۱
۱۳۸۴	Cl-Mg	۶۸۵/۵	۱۱۱۸	بالا	۰/۳۰۰	۰/۲۰۹	۶۲/۷	۲۵/۲۷
۱۳۸۵	SO_4–Mg	۸۷۰/۲	۱۵۰۹	بالا	۰/۳۲۷	۰/۲۹	۶۲/۷	۳۱/۸۴
۱۳۸۶	Cl-Mg	۱۴۸۳/۳	۲۳۱۱	خیلی‌بالا	۰/۳۴۲	۰/۲۹	۶۰/۲	۳۴/۰۲
۱۳۸۷	Cl-Mg	۸۵۹/۱	۱۳۸۶/۹	بالا	۰/۴۵۵	۰/۴۲۵	۵۶/۸	۲۸/۷
۱۳۸۸	Cl-Mg	۵۴۸/۸	۸۸۸/۵	بالا	۰/۳۱۳	۰/۳۵۵	۵۹/۴	۱۹/۴۷
۱۳۸۹	Cl-Mg	۵۲۲/۵	۱۳۱۰	بالا	۰/۴۰۳	۰/۳۸۱	۶۰/۹	۲۷/۹۸
۱۳۹۰	Cl-Mg	۸۸۹	۱۴۳۳/۸	بالا	۰/۳۸۹	۰/۳۶۳	۵۹/۸	۲۸/۸
۱۳۹۱	Cl-Mg	۱۰۶۵	۱۷۰۶	بالا	۰/۵۰۰	۰/۵۳۸	۴۱	۲۱/۶
۱۳۹۲	Cl-Mg	۲۰۲۱/۵	۱۴۱۶	بالا	۰/۴۵۵	۰/۴۰۹	۶۷/۶	۳۰/۹
۱۳۹۳	Cl-Mg	۸۴۸/۹	۱۳۵۰	بالا	۰/۴۲۳	۰/۳۹۳	۵۹/۶	۲۹/۰۱

میزان مصرف اکسیژن محلول (DO) توسط گونه‌های آبزی به نوع گونه، دمای آب و میزان مواد آلاینده موجود بستگی دارد. تغییرات اکسیژن محلول هم‌زمان با ورود موادآلی قابل تجزیه به آب، فعالیت باکتری‌های تجزیه‌کننده افزایش یافته و در نتیجه میزان BOD بالارفته و به دنبال آن DO به سرعت کاهش می‌یابد. مقدار اکسیژن مصرف شده توسط باکتری‌ها در طول تجزیه مواد آلی تحت شرایط هوازی (BOD_5) رودخانه قره‌سو با میانگین ۱۲/۱ میلی‌گرم بر لیتر است که استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO., 2011) غلظت بالاتر از ۵ میلی‌گرم بر لیتر را مشخصه آب‌های آلوده دانسته، و طبق استاندارد آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA., 2018) غلظت ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر حد مجاز محسوب می‌شود. بر اساس استاندارد EPA، میزان BOD، ۲-۰ نشان‌دهنده آب بسیار تمیز، ۲-۵ نشان دهنده آب نسبتا آلوده و بیش‌تر از ۵، نشان‌دهنده آب شدیدا آلوده است، که بر این اساس آب رودخانه قره‌سو جزو آب‌های شدیدا آلوده می‌باشد. در مطالعه‌ای که فرزادکیا و همکاران (۱۳۹۴) بر روی رودخانه باب‌لرود انجام دادند، علت ازدیاد BOD را مواد آلی موجود در فاضلاب‌های ورودی به رودخانه اعلام کردند که این نتیجه را می‌توان به مطالعه حاضر تعمیم داد. بررسی سایر مطالعات نشان می‌دهد بالا رفتن میزان BOD آب رودخانه می‌تواند به‌علت ورود آلاینده‌های آلی قابل تجزیه ناشی از پساب‌های انسانی، فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری باشد (Zhang et al., 2012؛ Martinez-Garcia et al., 2013؛ Hargalani et al., 2014). ورود فاضلاب‌های خانگی به منابع آب رودخانه قره‌سو منجر به کاهش کیفیت آب و تغییر شدید در پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، ورود انگل‌ها و باکتری‌ها به منابع آبی، افزایش غلظت فلزات سنگین، افزایش مواد آلی و مغذی منجر به کاهش اکسیژن محلول شده است.

غلظت اکسیژن موردنیاز جهت تجزیه مواد آلی شیمیایی از فاکتورهای مهم در شناخت الگوهای معدنی شدن موادآلی در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای محسوب می‌گردد. COD پارامتری است که به طور گسترده برای تعیین میزان پسماندهای قابل اکسایش شیمیایی استفاده می‌شود. در رودخانه قره‌سو کل اکسیژن موردنیاز برای اکسیداسیون مواد آلی (COD) با میانگین ۱۸۵/۸ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد و طبق استاندارد آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا (EPA) غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر را در وضعیت مطلوب قرار داده و طبق استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) غلظت بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر جزو آب‌های آلوده محسوب می‌شوند. در رودخانه قره‌سو میزان COD طی دوره مطالعاتی افزایش یافته است و این می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی، هم‌چنین پساب‌های کشاورزی و پساب‌های صنعتی به محیط رودخانه باشد، که این نتیجه‌گیری با توجه به نتایج مطالعات علی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) و یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) قطعیت بیش‌تری می‌یابد. از عوامل آلودگی رودخانه قره‌سو، موضوع فرسایش، تخلیه و حمل رسوبات از بالادست حوضه می‌باشد که در مناطق پایین‌دست، با کاهش سرعت جریان آب، ته‌نشین می‌گردد (Khaledian et al., 2018). با افزایش فرسایش و حمل رسوبات معلق، کیفیت آب کاهش می‌یابد (Rankinen et al., 2015). نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب

رودخانه به‌طور کلی نشان می‌دهد، مهم‌ترین منابع آلوده‌کننده صنعتی برای سرشاخه‌ها و رودخانه اصلی قره‌سو، فاضلاب‌های صنعتی می‌باشند که به رودخانه وارد می شوند که هر چه کارخانجات صنعتی به منابع آب‌های سطحی رودخانه مورد مطالعه نزدیک‌تر باشند، آلودگی آنها بیش‌تر است. برخی از فاضلاب‌های صنعتی، معمولاً به سه منبع پذیرنده شامل چاه‌های جذبی، رودخانه‌ها و انهار زراعی هدایت می‌شوند. پساب‌های صنعتی پس از ورود به چاه‌های جذبی و انهار زراعی بصورت غیرمستقیم و یا مستقیم، به رودخانه‌ها راه یافته و بر کیفیت آب رودخانه‌ها اثرگذار خواهد بود (Qishlaqi et al., 2017). رضایی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶) و عبادتی و هوشمند (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای که بر روی بررسی کیفیت آب رودخانه‌های مورد مطالعه‌شان انجام دادند، بیان کردند در فصل کم‌آبی، با کاهش دبی رودخانه و تخلیه فاضلاب‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی، شرایط بحرانی در پایین‌دست رودخانه‌ها ایجاد می‌شود.

معمولا سنگ‌های قابل انحلال، اصلی‌ترین تعیین‌کننده‌های شیمی آب هر محل هستند. اما این مطلب با زمین‌شناسی منطقه‌ای و با میزان درون داده‌هایی که از سایر داده‌ها از جمله باران، و آلودگی‌ها به رودخانه‌ها می‌رسد، تغییر می‌نماید (Guettaf et al., 2017). کیفیت آب رودخانه تابع عواملی هم‌چون جنس سازندهای زمین‌شناسی حوضه، ژئومورفولوژی حوضه، رژیم آب‌دهی رودخانه، پساب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی و چگونگی تبادل آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد (Piroozfar et al., 2018; Zhang et al., 2012). علی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) و سلگی و شیخ‌زاده (۱۳۹۵) در تحقیقی مشابه پژوهش حاضر به این نتیجه رسیدند که در طبیعت کیفیت آب رودخانه‌ها در درجه اول تابع سازندهای زمین‌شناسی حوضه آبخیز و مسیر جریان آب آن و در درجه دوم متأثر از رژیم آب‌دهی رودخانه و میزان تأثیر آب‌های زیرزمینی در تأمین آب رودخانه است (Khan et al., 2013) و بالاخره نحوه استفاده از آب آن‌ها و کمیت و کیفیت آب برگشتی به رودخانه از طریق زهکش‌های طبیعی یا مصنوعی نیز از عوامل مهم در تعیین کیفیت آب رودخانه است (Singh et al., 2018). تقریبا تمام فعالیت‌های انسانی در راستای بهره‌برداری از زمین، به‌طور مستقیم پارامترهای محیطی از جمله خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی، رسوبات، موادآلی و آلاینده‌ها را تحت تأثیر قرار داده و باعث ورود آلاینده‌ها به رودخانه می‌شوند (Xu et al., 2016)،که فرزادکیا و همکاران (۱۳۹۴) عامل انسانی را مهم‌ترین عامل آلودگی رودخانه بابل‌رود و کاهش کیفیت آن بیان کرده‌اند. پساب مراکز خدماتی شامل بیمارستان‌ها، کشتارگاه‌های دام و طیور شهرداری، مراکز نظامی، فاضلاب و فضولات دامداری‌های سنتی حاشیه رودخانه زیارت گرگان، یکی از رودخانه‌های فرعی قره‌سو، موجب آلودگی سرشاخه‌ها و رودخانه اصلی قره‌سو می‌گردند، که این موارد باعث کاهش کیفیت زیست‌محیطی رودخانه و به خطر افتادن سلامت آبزیان و جوامع انسانی می‌شود. هم‌چنین آلاینده‌های دیگری که حوضه آبخیز قره‌سو را تهدید می‌نماید، پساب‌های مزارع کشاورزی آلوده به انواع سموم دفع آفات نباتی نظیر حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و سایر سموم و کودهای شیمیایی ازته، فسفره و عناصر ریزمغذی می‌باشد، که یوسفی و همکاران (۱۳۹۵) و پیرنیا و همکاران (۱۳۹۶) نتایج مشابهی را در پژوهش‌های خود گزارش کرده‌اند. باید توجه داشت که تمام عوامل تغییر دهنده کیفیت آب رودخانه قره‌سو به نحوی با افزایش جمعیت و به همان نسبت افزایش میزان و نوع نیازها ارتباط دارد، به طوری‌که محدودیت‌های ایجاد شده در کیفیت آب همراه با افزایش جمعیت بیش‌تر می‌شود و با شدت بیش‌تری نمایان می‌گردد. پساب‌های مناطق شهری و صنعتی، شستشو و انحلال مواد آلی و معدنی سطح زمین و موارد زیاد دیگر، همه و همه معضلات مربوط به تغییر کیفیت آب در اثر کاربری‌های مختلف از زمین و آب حوضه آبخیز قره‌سو هستند. بنابراین جهت کاهش آلودگی رودخانه قره‌سو لازم است که ورود این فاضلاب‌ها به منابع آب رودخانه کنترل گردد و برداشت بیش از حد مجاز از آب این رودخانه در طول مسیر برای مصارف کشاورزی متوقف شود تا رودخانه توان لازم جهت خودپالایی را به دست آورد.

نتیجه‌گیری

از مولفه‌های بسیار مهم و تأثیرگذار در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در مدیریت محیط‌زیستی حوضه‌های آبخیز، بررسی و شناخت متغیرهای کیفی منابع آب است که بدلیل پویایی اکوسیستم، گامی مهم در زمینه توسعه پایدار و مدیریت منابع آب است. مدیریت منابع آب و فعالیت‌های بشری آلوده کننده در سطح حوضه آبریز، بر روی کیفیت منابع آب پایین‌دست و هم‌چنین سفره‌های آب زیرزمینی مؤثر هستند. توسعه صنعت و کشاورزی و شبکه‌های آبیاری در اطراف رودخانه قره‌سو و آب‌گیری از آن برای امور کشاورزی در اطراف این رودخانه و تخلیه بسیاری از زهکش‌ها و هم‌چنین دفع فاضلاب‌های روستایی و شهری به داخل رودخانه قره‌سو و از طرفی تأثیر آب‌های سطحی از ضایعات، کود و سموم کشاورزی، و در نتیجه افزایش موادآلی وارده به سیستم آب‌های‌سطحی، محیط‌زیست و اکوسیستم‌های آبی از سوی دیگر، روز به روز کیفیت آب دچار تغییر شده است که این امر بر زندگی بشر تأثیر بسزایی دارد. عوامل زیادی بر ترکیب آب رودخانه و نهرها تأثیر می‌گذارند. فاضلاب‌های بهداشتی، صنعتی وکشاورزی که به رودخانه قره‌سو تخلیه می‌شوند با آلاینده‌های مختلفی که به همراه دارند، تأثیرات سوء فراوانی بر اکوسیستم رودخانه وارد می‌نمایند. این فاضلاب‌ها مواد معلق آب را افزایش داده و اکسیژن محلول آب را به شدت کاهش می‌دهند و بدین طریق امکان خودپالایی رودخانه را کاهش داده و یا به طور

کامل مختل می‌کنند که این مسئله باعث ایجاد مخاطرات زیست‌محیطی برای رودخانه قره‌سو می‌شود.

ارزیابی مناسب بودن آب رودخانه قره‌سو با استفاده از نمودارهای شولر و ویلکوکس نیز مبین آن است که آب این رودخانه به‌طور کلی برای مصارف کشاورزی مانعی ندارد ولیکن به علت غلظت بالای یون‌های سولفات، سدیم و کلر، برای مصارف شرب چندان مناسب نیست. با ارزیابی پارامترهای بیولوژیکی در آب رودخانه قره‌سو، مشاهده شد رودخانه قره‌سو دارای آلودگی بیولوژیکی بوده که تحت تأثیر فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی می‌باشد که با ایجاد شرایط زیست محیطی مناسب (خودپالایی)، بهبود و حفظ شرایط اکولوژیکی و زیستی در رودخانه (تأمین جریان موردنیاز محیط زیستی)، موجب جلوگیری از افزایش آلودگی و حفاظت از محیط زیست اکوسیستم‌های آبی می‌شود. مسایل به‌وجود آمده در حوضه رودخانه قره‌سو نشان می‌دهد با روند نزولی دبی جریان، کیفیت شیمیایی آب رودخانه کاهش یافته است و در صورتی‌که برنامه بلندمدتی جهت اصلاح الگوی مصارف صنعتی، کشاورزی و دفع پساب‌های شهری و کشاورزی، تمهیدات و فرهنگ‌سازی لازم تحقق نیابد، علاوه بر تخریب منابع زیستی، بهداشت و سلامت مردم به خطر خواهد افتاد. بنابراین بایستی جهت ارتقاء کیفیت آب و حفاظت منابع آب رودخانه قره‌سو، شناسایی منابع آلاینده (زه‌آب‌های کشاورزی، خروجی دامداری‌ها، مزارع پرورش ماهی) در طول مسیر رودخانه صورت گیرد. هم‌چنین برنامه‌ریزی‌های درازمدت جهت کنترل آلاینده‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای و جلوگیری از ورود آن‌ها به منابع آب حوضه آبخیز قره‌سو، ترویج کشاورزی پاک (بدون استفاده از سموم و کودهای شیمیایی ازته و فسفاته برای جلوگیری از آلودگی رودخانه به مواد مغذی و جلوگیری از تغذیه‌گرایی رودخانه) لازم و ضروری است. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت که بررسی کیفیت منابع آب سطحی و شناخت عوامل مؤثر در آن نقش مهمی در بهره‌برداری و مدیریت این منابع داشته و یک نیاز اساسی در زمینه مدیریت منابع آب می‌باشد. نتایج این پژوهش، نشان‌دهنده چالش‌های جدی در زمینه آب و محیط‌زیست در حوضه‌های آبخیز و مبنایی ضروری برای حل مسایل اکوهیدرولوژی به منظور پایداری اکوسیستم رودخانه است.

منابع

اکبری،م.، بهبهانی‌نیا،آ.، خرم‌نژاد،ش. ۱۳۹۶. تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی آب در رودخانه لاسم در شهرستان آمل. فصل‌نامه علوم و فناوری دریا. ۲۱. ۸۴: ۷۷-۶۵.

پیرنیا،ع.، سلیمانی،ک.، حبیب‌نژاد روشن،م.، بسالت‌پور،ع. ۱۳۹۶. ارزیابی کارکرد تغییرپذیری اقلیم و تغییر کاربری اراضی در تغییرات کیفیت آب در رودخانه هراز (استان مازندران). مجله اکوهیدرولوژی. ۴. ۴: ۱۱۶۳-۱۱۵۱.

رضایی مقدم،م.ح.، نیکجو،م.ح.، حجاری،م.ا.، خضری،س.، کاظمی،آ. ۱۳۹۶. اثر عوامل هیدروژئومورفولوژی بر تغییرات کیفیت آب رودخانه سیمینه‌رود در ایستگاه‌های مختلف مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۲. مجله اکوهیدرولوژی. ۴. ۲: ۴۰۵-۳۹۵.

سلیمانی‌ساردو،م.، ولی،ع.، قضاوی،ر.، سعیدی،ح.ر. ۱۳۹۲. آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب، مطالعه موردی رودخانه چم‌انجیر خرم‌آباد. فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۱۲. ۳: ۱۰۶-۹۵.

سلگی،ع.، شیخ‌زاده،ح. ۱۳۹۵. مطالعه کیفیت آب رودخانه ارس با استفاده از متغیرهای فیزیکی و شیمیایی. مجله تحقیقات منابع آب ایران. ۱۲. ۳: ۲۱۳-۲۰۷.

صالحی،ح.، زینی‌وند،ح.، احمدی،ش. ۱۳۹۶. ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی و انتخاب مناسب‌ترین روش میان‌یابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان سقز. فصل‌نامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب. ۹. ۳۲: ۱۸-۵.

عبادتی،ن.، هوشمندزاده،م. ۱۳۹۳. بررسی کیفیت آب رودخانه دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول. مجله اکوهیدرولوژی. ۱. ۲: ۸۱-۶۹.

علی‌زاده،م.، میرزایی،ر.، کیا،س.ح. ۱۳۹۶. بررسی روند مکانی شاخص‌های کیفی آب در حوضه رودخانه‌های کرج و کن. مجله مهندسی بهداشت محیط. ۴. ۳: ۲۵۶-۲۴۳.

فرزادکیا،م.، ناصری،س.، رضایی‌کلانتری،ر.، اصغرنیا،ح.، گوهری،م.ر.، اسرافیلی،ع.، دادبان‌شهامت،ی.، قنبری،ن. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بابل‌رود بر مبنای شاخص NSFWQI و نرم‌افزار GIS. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۲۵. ۱۳۴: ۳۶۲-۳۵۷.

فکوری،ب.، مظاهری،م.، محمد ولی سامانی،ج. ۱۳۹۷. ارزیابی راهکارهای کاهش شوری آب رودخانه کارون با استفاده از سناریوهای مدیریتی. نشریه مهندسی عمران امیرکبیر. ۵۰. ۲: ۱۰-۱.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۹. آب آشامیدنی- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی. استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳. تجدید نظر ۵. ۲۶ صفحه.

یوسف‌زاده،ع.، شمس خرم آباد،ق.، گودینی،ح .، حسین‌زاده،م. ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد با شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه‌بندی با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). فصل‌نامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. ۱۵. ۵: ۹۲-۸۲.

یوسفی،ح.، محمدی،ع.، نوراللهی،ی.، ساداتی‌نژاد،ج. ۱۳۹۵. ارزیابی کیفی منابع آب سطحی حوضه آبخیز هیو. مجله اکوهیدرولوژی.

۳. ۲: ۱۴۹-۱۴۱.

Anderson,H.B., Futter,M., Oliver,I., Redshaw,J and Harper,A. 2010. Trends in Scottish river water quality.

EPA. 2018. Edition of the drinking water standards and health advisors. U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC . 20pp.

Falah,F and Haghizadeh,A. 2017. Hydrochemical evaluation of river water quality a case study: Horroud River. Applied Water Science. 7.8: 4725-4733.

Guettaf,M., Maoui,A and Ihdene,Z. 2017. Assessment of water quality: a case study of the Seybouse River (North East of Algeria). Applied Water Science. 7.1: 295-307.

Hargalani,F.Z., Karbassi,A., Monavari,S.M and Azar,P.A. 2014. A novel pollution index based on the bioavailability of elements: a study on Anzali wetland bed sediments. Environmental monitoring and assessment. 186.4:2329-2348.

Hassinger,E and Watson,J. 1998. Drinking Water standards.

Kabir,M., Shahbazi,A., Kouhanestani,Z.M and Shahraki,F.R. 2017. Spatial-temporal variability in water quality in Ghareh-chai River, Golestan Province, Iran. Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux). 10.2: 353-364.

Khaledian,Y., Ebrahimi,S., Natesan,U., Basatnia,N., Nejad,B.B., Bagmohammadi,H and Zeraatpisheh,M. 2018. Assessment of water quality using multivariate statistical analysis in the Gharaso River, Northern Iran. In Urban ecology, water quality and climate change. 227-253. Springer, Cham.

Khan,I., Javed,A and Khurshid,S. 2013. Physico-chemical analysis of surface and groundwater around Singrauli coal field, District Singrauli, Madhya Pradesh, India. Environmental earth sciences. 68.7:1849-1861.

Martinez-Garcia,E., Sanchez-Jerez,P., Aguado-Gimenez,F., Avila,P., Guerrero,A., Sanchez-Lizaso,J.L and Garcia-Garcia,B. 2013. A meta-analysis approach to the effects of fish farming on soft bottom polychaeta assemblages in temperate regions. Marine pollution bulletin. 69.1-2: 165-171.

Matta,G., Srivastava,S., Pandey,R.R and Saini,K.K. 2017. Assessment of physicochemical characteristics of Ganga Canal water quality in Uttarakhand. Environment, Development and Sustainability. 19.2: 419-431.

Mirrasooli,E., Ghorbani,R and Molaei,M. 2017. Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index (WQI): Case Study; Gorganroud River, Golestan Province, Iran. Open Journal of Ecology. 7.13: 640.

Nielsen,D.R and Bouma,J. 1985. Soil spatial variability; proceedings of a workshop of the ISSS (Int. Society of Soil Science) and the SSSA (Soil Science Society of America), Las Vegas (USA), 30 Nov-1 Dec 1984.

Piroozfar,P., Alipour,S., Modabberi,S and Cohen,D. 2018. Hydrogeochemical investigation and water quality assessment in the Sarough watershed, Takab mining district. geosciences. 27: 13-28.

Qishlaqi,A., Kordian,S and Parsaie,A. 2017. Hydrochemical evaluation of river water quality a case study. Applied Water Science. 7.5: 2337-2342.

Rabasso,M and Hernandez,J.M. 2015. Bioeconomic analysis of the environmental impact of a marine fish farm. Journal of environmental management. 158: 24-35.

Rankinen,K., Gao,G., Granlund,K., Gronroos,J and Vesikko,L. 2015. Comparison of impacts of human activities and climate change on water quantity and quality in Finnish agricultural catchments. Landscape ecology. 30.3:415-428.

Sharifinia,M., Adeli,B and Nafarzadegan,A.R. 2017. Evaluation of water quality trends in the Maroon River Basin, Iran, from 1990 to 2010 by WQI and multivariate analyses. Environmental Earth Sciences. 76.22: 781.

Singh,A.N., Shrivastava,R., Mohan,D and Kumar,P. 2018. Assessment of Spatial and Temporal Variations in Water Quality Dynamics of River Ganga in Varanasi. Pollution. 4.2: 239-250.

Tavakol,M., Arjmandi,R., Shayeghi,M., Monavari,S.M and Karbassi,A. 2017. Developing an environmental water quality monitoring program for Haraz River in Northern Iran. Environmental monitoring and assessment. 189.8: 410.

WHO. 2011. Guidelines for drinking-water quality, 4th Edition. World Health Organization.

Xu,H., Zheng,H., Chen,X., Ren,Y and Ouyang,Z. 2016. Relationships between river water quality and landscape factors in Haihe River Basin, China: Implications for environmental management. Chinese geographical science. 26.2: 197-207.

Zhang,B., Song,X., Zhang,Y., Han,D., Tang,C., Yu,Y and Ma,Y. 2012. Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface water and groundwater in Songnen plain, Northeast China. Water research. 46.8: 2737-2748.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1240-1252

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۲۵۲-۱۲۴۰

Evaluation of the Influential Factors on Water Quality Components of Qarasoo River in Golestan Province

M. H. Naderi[1], M. Zakerinia*[2], M. Salarijazi[3]
Recived: May.13, 2018 Accepted: Jul.04, 2018

Abstract

Water quality of river is important from the economic, social and environmental aspects, and it is felt that necessary in water resource management and health assessment of watersheds. Present study has been carried out to investigate the parameters affecting water quality in Qarasoo River Golestan Province, using qualitative variables and biological parameters of water during the period from 2001 to 2014. Based on the results of chemical analysis of the quality of water in the Qarasoo River, the quality water type according to the Piper Diagram is Calcium-Magnesium-Chloride type and Ca and Mg ions play an important role in river water type. Water quality of the river is not suitable due to the high concentrations of Sulfate, Sodium and Chloride ions according to the drug Schoeller Diagram, and is agricultural according to the Wilcox Diagram in the C_3S_1 classification, which represents a medium quality. In recent years, loading of point and non-point pollutants has reduced the water quality of the river, especially urban and industrial wastewater, agricultural wastewater, surface runoff and excessive water withdrawal along the route river. Results of this research indicate that the water quality issue in this river should be more targeted by managers and planners of water resources management and using pollution management solutions, it must be gradually reduced the river pollution until it reach to acceptable standard water quality.

Keywords: Chemical parameters, Pollution, Qarasoo River, Wastewater, Water Quality

1-Graduate M.Sc. of Water Resources Engineering, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2-Associate Professor of Water Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
3-Assistant Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
(*- Corresponding Author Email: mzakerinia@gau.ac.ir)