

طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه‌ها در استان گلستان برای مصارف کشاورزی

لیدا اسدی^{۱*}، مجتبی خوش‌روش^۲، محمدرضا یوری^۳، ایمان کریمی‌راد^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب، دانشگاه تهران

*نویسنده مسئول: lidaasadi69@yahoo.com

مقدمه

آب منبع حیاتی برای هر پدیده زیستی و انسانی می‌باشد و یکی از منابع مهم پایه و اساسی برای توسعه کشورهاست. بخش کوچکی از منابع آبی (حدود ۱٪) شامل آب‌های جاری، سطحی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها است که توسط انسان قابل بهره‌برداری و استفاده مستقیم می‌باشد. بنابراین کاهش کیفیت آب‌های جاری مانند رودخانه‌ها و نهرها که به شدت تحت تاثیر بشر قرار دارند، یکی از نگرانی‌های حال حاضر می‌باشد. رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تامین آب برای کشاورزی، شرب و مصارف صنعتی مطرح می‌باشند. از طرفی با گذشت زمان و گسترش جوامع انسانی و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش یافته است. آلودگی رودخانه‌ها، یکی از مهم‌ترین مشکلات دنیای امروز به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. افزایش تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی و گسترش آلودگی منابع آب در اثر توسعه فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی موجب ایجاد وضع نامساعد زیست‌محیطی و تشدید آلودگی منابع آب شده و مدیریت معقول و منطقی آن را بسیار دشوار و پیچیده کرده است [۱].

در سال‌های اخیر علاوه بر تقاضای بیشتر برای مصرف آب به‌علت توسعه صنعتی و کشاورزی، کاهش نزولات جوی در کشور نیز بسیاری از مناطق را با بحران‌های مختلف روبرو ساخت. کمبود محصولات زراعی، از بین رفتن مراتع، شور شدن آب‌ها و خاک‌ها و شیوع بیماری‌های خاص و بسیاری از موارد مشکل‌ساز دیگر حاصل خشکسالی است. شوری آب‌ها تهدیدی برای بهداشت و قدرت تولیدی یک حوضه آبریز است. این پدیده بر زندگی کشاورزان، توسعه شهرها و استفاده‌کنندگان از آب و خاک تاثیر می‌گذارد و در صورتی که مانع از افزایش آن نشویم منجر به قلیایی شدن خاک، ایجاد بیابان‌ها و مهاجرت انسان‌ها خواهد گردید. کارشناسان دو راه را برای عبور از بحران‌های آب پیشنهاد می‌کنند: ۱- فشار مضاعف بر منابع آبی ۲- مدیریت مصرف یا درک این واقعیت که باید صرفه‌جویی نموده و تخریب و ضایع شدن کیفیت آب به مفهوم از دست دادن بخشی از کمیت آن است. در شوری آب‌ها علاوه بر کاهش بارندگی و توزیع نامتناسب آن در مناطق مختلف سهم افزایش فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی را باید در نظر داشت [۲].

رجایی و همکاران در سال ۱۳۹۰ کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی دشت بیرجند و قائن را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به خشکسالی‌های اخیر و تاثیر آن بر کیفیت آب‌های شرب روستایی و همچنین عدم مطابقت مقادیر باقی‌مانده جامدات خشک، سختی، سولفات، سدیم، کلرید، هدایت الکتریکی و فلوراید با استانداردهای مربوط، برنامه‌ریزی به منظور پایش مستمر منابع آب ضروری به‌نظر می‌رسد [۳].



سلیمانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در تجزیه شیمیایی و روندیابی شاخص های کیفیت شیمیایی آب رودخانه چلم‌انجیر خرم آباد به این نتیجه رسیدند که آب این رودخانه براساس نمودار شولر در دسته خوب و قابل قبول از نظر شرب قرار دارد و مانعی برای نوشیدن ندارد [۴].

نتایج بررسی مطالعات بر روی کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس نشان داد که کیفیت شیمیایی آب شرب این شهر از دیدگاه بهداشتی مشکل‌آفرین نیست ولی کیفیت کمتر آب به‌دست‌آمده از منابع آب زیرزمینی و اختلاط آن با آب‌های سطحی برخی متغیرهای حد مطلوب را تأمین نمی‌کند [۵].

خمر و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی کیفیت منابع آب در منطقه معدنی کوه زر در غرب تربت حیدریه، پس از اندازه‌گیری کاتیون و آنیون‌های نمونه‌های آب برداشت شده از منابع زیرزمینی، تیپ آب منطقه را Na-cl و NaHCO_3 مشخص کردند و کیفیت آب را بر اساس نمودارهای شولر و ویلکاکس، از نظر شرب و کشاورزی نامناسب معرفی نمودند [۶].

قاسمی و همکاران (۱۳۸۸) به‌منظور بررسی تغییرات کیفی و کمی آب زیرزمینی دشت همدان - بهار به بررسی وضعیت آب‌خوان پرداختند. آن‌ها تغییرات کمی را با قرائت سطح آب هر چاه در ماه‌های مختلف سال و پلیگون‌بندی آن‌ها در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) تعیین کردند و نتیجه گرفتند که سطح آب زیرزمینی دشت دارای حدود ۱۱ متر افت است. همچنین آن‌ها به‌منظور بررسی تغییرات کیفی با استفاده از نمودار ویلکاکس چاه‌ها را در دو گروه کیفی دسته‌بندی کردند. نتایج کیفی آب نشان داد با توجه به هم‌جواری آب‌خوان با مناطق مسکونی و صنعتی کیفیت در راستای جریان از جنوب‌شرق حوضه به شمال‌شرق کاهش یافته است. بنابراین استفاده آب چاه‌ها از نظر مصرف کشاورزی بدون مشکل می‌باشد [۷].

زارع و همکاران (۱۳۸۸) در مورد تغییرات فصلی پارامترهای کیفی آب رودخانه چهل‌چای مینودشت نشان داد که تقریباً همه پارامترها دارای تغییرات فصلی معنی‌دار هستند و طبق نمودار ویلکاکس آب این رودخانه در همه فصول در کلاس C2-S1 است که برای مصرف کشاورزی مناسب می‌باشد. دیاگرام شولر نشان داد که آب این رودخانه از لحاظ همه کاتیون‌ها و آنیون‌ها نسبتاً خوب است و در محدوده خوب و قابل شرب قرار دارد. بطور کلی پارامترهای شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه برای مصارف مختلف مشکل‌آفرین نیست [۸].

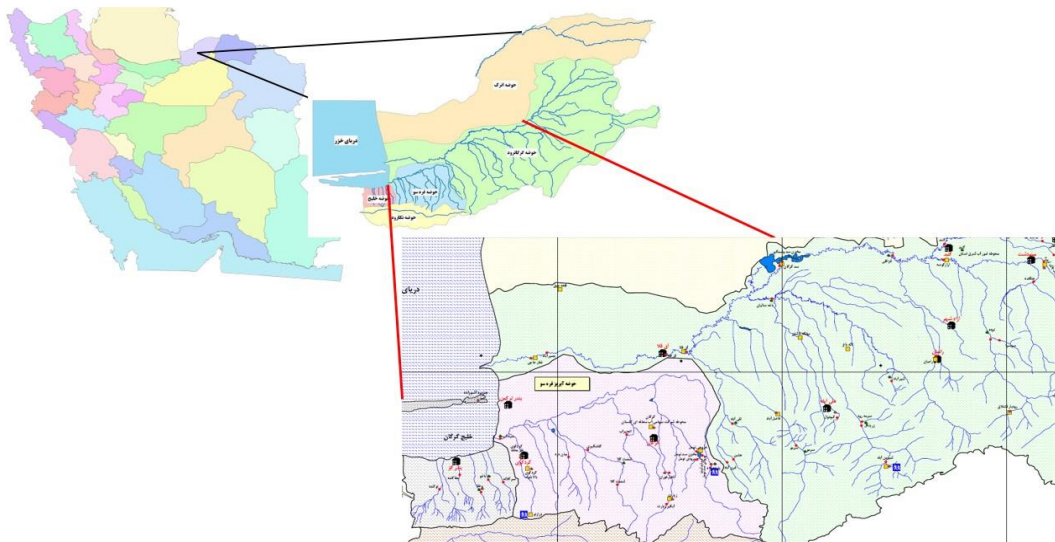
ملکی‌نژاد و آرخی، به بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی آب رودخانه زیارت پرداختند و میانگین سالانه پارامترهای HCO_3^- ، PH ، Cl^- ، SO_4^{2-} ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Na^+ ، TDS مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند غیر از سولفات سایر پارامترها دارای روند افزایشی بوده است [۹].

استان گلستان با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی، نزدیکی به دریا و وجود رشته کوه البرز و شرایط خاص اقلیمی و اهمیت کشاورزی، بستر مناسبی برای زراعت‌های گوناگون و چهارفصل است، اما به‌دلیل استفاده از کودهای شیمیایی و سازندهای زمین‌شناسی، از آسیب‌پذیرترین مناطق به تغییر کیفیت آب است. بخش کشاورزی تأثیر مهم و ویژه‌ای در توسعه اقتصاد استان دارد به‌طوری که ۴۷/۳ درصد از ارزش افزوده ایجادشده در بخش کشاورزی و ۳/۳۷ درصد شیلات در کل کشور به استان گلستان تعلق داشته است [۱۰].

از آن‌جا که بخش کشاورزی و تولید مواد غذایی از مهم‌ترین ابزارهای ترقی کشورهای در حال توسعه و روند رو به رشد این کشورهاست که کارکردهای فراوانی در عرصه‌های اقتصادی و حتی سیاست بین‌المللی دارد؛ از این رو هدف این پژوهش، بررسی تغییرات کیفیت آب، شوری و عوامل تأثیرگذار کیفی با توجه به معیارهای استاندارد کیفیت منابع آب مانند ویلکاکس، در ده ایستگاه واقع در استان گلستان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خصوص رودخانه‌های استان گلستان از استان‌های شمالی کشور در جنوب شرقی دریای خزر صورت گرفت که موقعیت آن در شکل شماره ۱ آمده است:



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

استان گلستان در بخشی از حوضه آبریز دریای خزر واقع شده است. این استان که بالغ بر ۲۱۰۰۰ کیلومترمربع وسعت دارد، حدود ۱,۳ درصد از مساحت کشور و ۱۱,۷ درصد از مساحت حوضه آبریز دریای خزر واقع در ایران را تشکیل می‌دهد. طول کل رودخانه‌های استان ۲۷۰۰ کیلومتر است که شامل تعداد ۴۴ سرشاخه اصلی می‌باشد که در ۵ حوضه آبریز استان جریان دارند. حوضه‌های آبریز استان شامل حوضه‌های آبریز اترک سفلی، گرگان‌رود، قره‌سو، شرق خلیج گرگان و نکارود علیا است.

حوضه آبریز گرگان‌رود: مساحت حوضه آبریز گرگان‌رود ۱۱۳۸۰ کیلومترمربع، معادل ۴۸ درصد سطح استان گلستان است. این منطقه از شمال به حوضه آبریز رودخانه اترک سفلی، از جنوب به حوضه آبریز اصلی ایران مرکزی در استان سمنان و از غرب به دریای خزر محدود شده است. ۶۷ درصد آب سطحی استان، یعنی ۸۲۸ میلیون مترمکعب در این حوضه جریان دارد.

حوضه آبریز قره‌سو: این حوضه با ۱۶۷۰ کیلومترمربع وسعت، ۸ درصد مساحت استان گلستان را تشکیل می‌دهد. حوضه آبریز قره‌سو از شمال و شرق به حوضه آبریز گرگان‌رود، از جنوب به حوضه آبریز نکارود و از غرب به حوضه آبریز خلیج گرگان و نیز دریای خزر محدود می‌شود و در روستای قره‌سو به این دریا تخلیه می‌گردد. ۸ درصد آب سطحی استان یعنی ۱۰۰ میلیون مترمکعب در این حوضه جریان دارد.

با توجه به گستردگی سطح حوضه‌های آبریز استان گلستان و تعدد بالای رودخانه‌های آن، تعداد ۱۰ ایستگاه هیدرومتری واقع بر روی دو رودخانه اصلی گرگان‌رود و قره‌سو در نقاط مختلف رودخانه از جمله: سرشاخه، نزدیکی تلاقی چند رودخانه و انتهای مسیر رودخانه جهت بررسی در نظر گرفته شد که مشخصات آن در جدول ذیل آمده است:

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری مورد بررسی این پژوهش

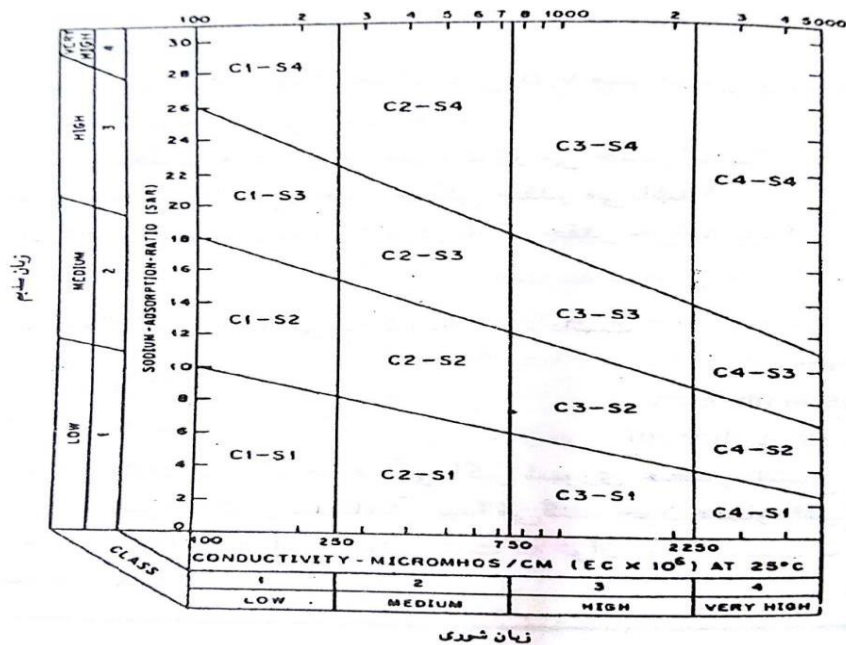
نام حوضه	نام ایستگاه	نام رودخانه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	موقعیت جغرافیایی
گرگان رود	کیودوال	کیودوال	۵۴-۵۳-۴۵	۳۶-۵۳-۱۷	جنوب شهر علی آباد کنول
	باغه سالیان	گرگان رود - قره سو	۵۴-۴۳-۳۸	۳۷-۰۸-۰۳	قبل از اتصال مجموعه رودخانه کیودوال و سرشاخه های دیگر به شاخه اصلی گرگان رود
	آق قلا	گرگان رود	۵۴-۲۷-۴۰	۳۷-۰۰-۴۲	محدوده شهر آق قلا
قره سو	بصیر آباد	گرگان رود	۵۴-۰۹-۴۹	۳۷-۰۰-۳۸	شمال شهرستان ترکمن و منتهی به دریای خزر
	آبگیر زیارت	زیارت	۵۴-۲۸-۲۴	۳۶-۴۲-۰۱	جنوب شهرستان گرگان و روستای زیارت
	نهارخوران	زیارت	۵۴-۲۸-۳۰	۳۶-۴۵-۵۴	جنوب شهر گرگان در محدوده منطقه تفریحی نهارخوران
گرگان رود	سیاه آب	قره سو	۵۴-۰۳-۱۶	۳۶-۴۹-۳۶	بین شهر کردکوی و بندترکمن و منتهی به خلیج گرگان در انتهای شاخه اصلی رودخانه قره سو
	لروره	چهل چای	۵۵-۲۴-۰۹	۳۷-۱۳-۲۸	قبل از ورود رودخانه به محدوده شهر مینودشت
	ارازکوسه	گرگان رود - قره سو	۵۵-۰۹-۱۱	۳۷-۱۳-۳۰	در حاشیه شهر گنبد قبل از اتصال به شاخه اصلی گرگان رود
	قراقلی	گرگان رود	۵۵-۰۱-۱۱	۳۷-۱۳-۴۱	غرب شهرستان گنبد و منتهی به سد وشمگیر بر روی شاخه اصلی گرگان رود

داده های مورد بررسی شامل Na، Mg، Ca و EC در همه ایستگاه های هیدرومتری به صورت ماهانه و در بازه زمانی ۵۰ ساله از شرکت آب منطقه ای گلستان دریافت که با توجه به اهداف پژوهش، میانگین ۵ ساله (۱۳۸۸-۱۳۹۲) این پارامترها جهت بررسی کیفی آب استخراج گردید. یکی از موارد مهم در ارزیابی کیفی رودخانه ها، پارامتر نسبت جذب سدیمی (SAR) به عنوان یک شاخص موثر در ارزیابی خطر بالقوه سدیم در محلول می باشد که با توجه به پارامترهای موجود از طریق رابطه زیر برای تمامی ایستگاه های هیدرومتری محاسبه شد:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Mg+Ca}{2}}} \quad (1)$$

طبقه بندی آب ها از نظر شوری و نمودار ویلکاکس

مهم ترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی شوری و مقدار سدیم موجود در آن می باشد؛ زیرا این دو نه تنها بر رشد گیاه موثرند، بلکه درجه تناسب آب را از نظر آبیاری و تاثیر آن بر نفوذپذیری خاک نیز مشخص می سازند. روش طبقه بندی ویلکاکس (Wilcox) و استفاده از نمودار آن کاربردی ترین روش برای طبقه بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات هیدرولوژی است. در نمودار ویلکاکس (شکل ۲) محور افقی به شوری آب (بر حسب میکروموس بر سانتی متر، $10^6 * EC$) و محور عمودی به نسبت جذبی سدیم (SAR) اختصاص دارد. مختصات مربوط به هر آب در منطقه ای قرار می گیرد که با حروف C از نظر شوری و S از نظر سدیم مشخص می گردد. مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب نشان دهنده کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می باشد. مثلاً اگر آبی در منطقه C3-S2 قرار گیرد بدان معنی است که شوری این آب زیاد و سدیم آن متوسط است و یا آب C1-S2 آبی است با شوری کم و سدیم متوسط. بر اساس طبقه بندی ویلکاکس آب های خیلی خوب همگی دارای EC کمتر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتی متر بوده و در گروه C1-S1 قرار می گیرند، آب های خوب در گروه C1-S2، C2-S1 و C2-S2 و آب های متوسط در کلاس C3-S3، C2-S3، C1-S3 و C3-S2 قرار گرفته و بقیه آن ها نامناسبند.



شکل ۲- نمودار ویلکاکس

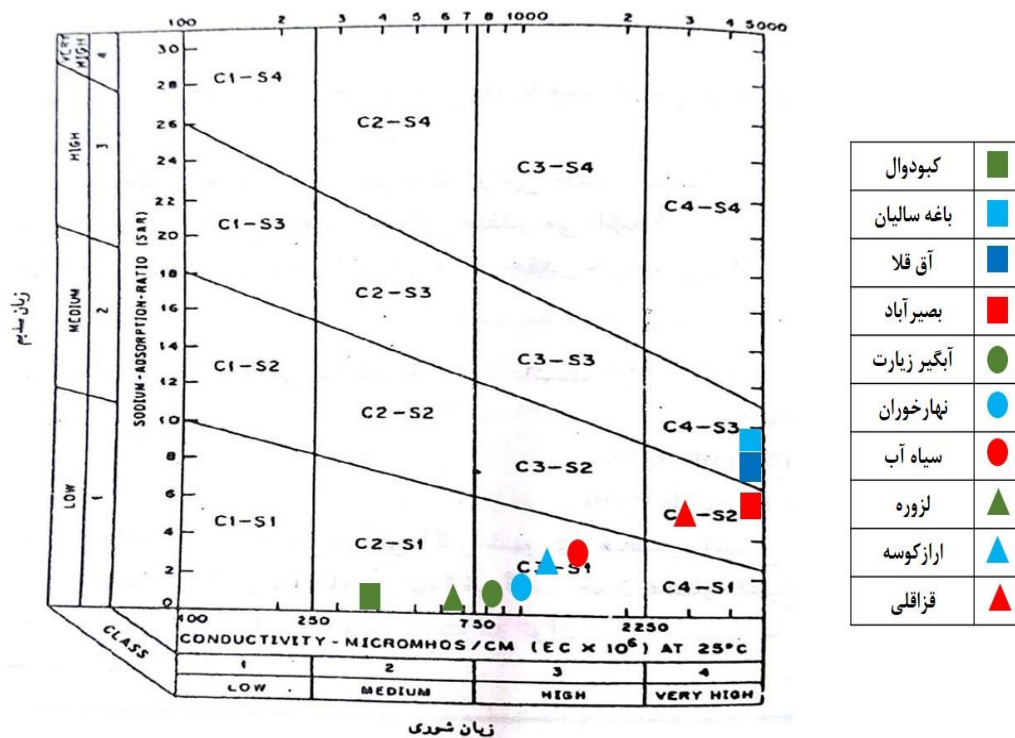
نتایج و بحث

با توجه به اطلاعات و داده‌های بررسی شده در نتیجه برای هر یک از ایستگاه‌ها میزان SAR مشخص گردیده و با در نظر گرفتن میزان EC و SAR، طبقه‌بندی کلاس هر یک از ایستگاه‌ها تعیین شد که اطلاعات جمع‌بندی شده در جدول شماره ۲ آورده شده است:

جدول ۲- طبقه‌بندی آب رودخانه‌ها در محل ایستگاه‌های هیدرومتری موردنظر بر اساس نمودار ویلکاکس

Class	Ec (micromhos/cm)	SAR (mmol/L) ^{0.5}	Na (meq/L)	Mg (meq/L)	Ca (meq/L)	نام ایستگاه	نام حوضه
C2-S1	۴۱۱.۵۳	۰.۱۵	۰.۲۴	۱.۸۰	۲.۳۸	کبودوال	گرگان رود
C4-S3	۷۶۵۹.۱۹	۹.۳۰	۴۴.۸۶	۲۴.۷۴	۱۴.۴۹	باغه سالیان	
C4-S3	۵۹۸۲.۸۳	۸.۰۲	۳۴.۵۶	۱۹.۱۷	۱۱.۲۶	آقی فلا	
C4-S2	۴۹۳۳.۱۵	۶.۸۴	۲۸.۰۱	۱۶.۳۷	۹.۴۰	بصیرآباد	
C3-S1	۸۰۶.۰۶	۰.۷۱	۱.۳۵	۳.۵۹	۳.۷۱	آبگیر زیارت	قره سو
C3-S1	۱۰۱۰.۴۰	۱.۵۱	۲.۹۴	۳.۱۶	۴.۳۰	نهارخوران	
C3-S1	۱۶۴۲.۷۰	۲.۵۶	۷.۰۲	۵.۷۴	۴.۶۷	سیاه آب	
C2-S1	۶۶۷.۶۳	۱.۲۲	۱.۹۷	۲.۳۶	۲.۶۳	لزوره	گرگان رود
C3-S1	۱۳۴۵.۵۲	۲.۹۸	۶.۵۵	۳.۸۱	۳.۷۷	ارازکوسه	
C4-S2	۲۸۶۳.۱۳	۵.۳۹	۱۶.۲۳	۸.۳۵	۵.۹۵	قزاقلی	

در شکل شماره ۳ نیز کیفیت آب ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر کشاورزی در نمودار ویلکاکس جانمایی گردیده است.



شکل ۳- نمودار ویلکاکس جهت طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی برای ایستگاه‌های هیدرومتری مورد بررسی



با توجه به نتایج جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ مشخص است ایستگاه‌هایی که در سرشاخه رودخانه‌ها قرار دارند نسبت به دیگر ایستگاه‌ها دارای میزان EC و SAR بسیار کمتری هستند که نشان از فعالیت‌های کمتر انسانی، کشاورزی و دامی در بالادست آن ایستگاه‌ها می‌باشد. همچنین ایستگاه کبودوال به دلیل این که در منطقه جنگلی قرار دارد نسبت به دو ایستگاه دیگر دارای کیفیت آب مناسب‌تری می‌باشد؛ در مقابل با توجه به موقعیت ایستگاه آبگیر زیارت که ساخت و ساز فراوان و همچنین فعالیت‌های دامپروری در آن منطقه رواج دارد دارای میزان EC بیشتری می‌باشد و این تفاوت در شکل شماره ۳ مشخص است که دو ایستگاه کبودوال و لزوره در منطقه C2-S1 نمودار قرار دارند و جزء آب‌های خوب برای کشاورزی محسوب شده در صورتی که کیفیت آب ایستگاه آبگیر زیارت (C3-S1) متوسط در نظر گرفته می‌شود.

در حوضه گرگان‌رود و از سرشاخه لزوره به سمت سد وشمگیر (گرگان) با بررسی ایستگاه‌های مسیر می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت آب رودخانه در ایستگاه لزوره که قبل از ورود به محدوده شهری مینودشت می‌باشد بسیار مناسب‌تر از کیفیت در دو ایستگاه پایین‌دست می‌باشد؛ به طوری که میزان شوری آب در ایستگاه آرازکوسه که قبل از اتصال به شاخه اصلی گرگان‌رود می‌باشد حدود ۲ برابر شده و در نهایت در ایستگاه قزاقلی که منتهی به سد وشمگیر است دارای کیفیت نامناسبی (C4-S2) می‌شود.

در بررسی ایستگاه‌های مدنظر رودخانه‌های حوضه قره‌سو نیز نتایج این‌گونه مشاهده شد که کلاس طبقه‌بندی هر ۳ ایستگاه C3-S1 بوده و دارای کیفیت آب متوسطی می‌باشند. البته این نکته نیز قابل ذکر است که طبق جدول شماره ۲ میزان SAR در ایستگاه سیاه‌آب که منتهی به خلیج گرگان در انتهای شاخه اصلی رودخانه قره‌سو می‌باشد حدود ۳ برابر میزان آن در ایستگاه آبگیر زیارت است. می‌توان این ثبات کلاس کیفی ایستگاه‌ها را کوچک بودن حوضه قره‌سو نسبت به گرگان‌رود دانست.

در نهایت در بررسی ۴ ایستگاه باقی‌مانده در حوضه گرگان‌رود مشخص گردید که روند متفاوت‌تری نسبت به ایستگاه‌های دیگر داشته‌اند. نتیجه گرفته شد که کیفیت آب ۳ ایستگاه پایین‌دست نسبت به ایستگاه کبودوال بسیار نامطلوب‌تر بوده و کلاس کیفی از آب خوب (C2-S1) به آب نامناسب تبدیل شده است. در این محدوده، ایستگاه باغه‌سالیان که آب رودخانه‌های سرچشمه گرفته از کوه‌های جنوبی استان را جمع می‌کند به یک‌باره افزایش بسیار زیادی در میزان EC و SAR دارد و در ادامه میزان آن در ایستگاه آق‌قلا کاهش پیدا می‌کند که می‌توان این کاهش را ناشی از خودپالایی رودخانه به علت اتصال به شاخه اصلی و افزایش میزان جریان آب رودخانه دانست و این نکته هم باید ذکر گردد که هر دو ایستگاه باغه‌سالیان و آق‌قلا دارای آب با کیفیت نامناسب C4-S3 می‌باشند.

انتهای مسیر این رودخانه به ایستگاه بصیرآباد می‌رسد که منتهی به دریای خزر می‌شود. نتایج گرفته‌شده از اطلاعات ایستگاه نشان‌دهنده کاهش میزان EC و SAR نسبت به دو ایستگاه بالادست می‌باشد که نسبت به روند ایستگاه‌های بررسی‌شده قبلی متفاوت می‌باشد. با توجه به بررسی‌های بیشتر بر روی داده‌های ۵ سال گذشته مشخص گردید که روند کاهش میزان کاتیون‌ها (Ca و Na، Mg) و به تبع آن کاهش میزان SAR و همچنین میزان EC در سال ۱۳۹۰ شروع شده است. بررسی‌های بیشتر نشان داد که این اتفاق به دلیل شروع پروژه زهکشی ۱۰۰۰۰ هکتار از اراضی اولویت‌دار غرب استان گلستان که بخشی از طرح زهکشی اراضی ۲۸۰ هزار هکتاری استان گلستان می‌باشد بوده است. چرا که با اجرای این پروژه توسط شرکت آب منطقه‌ای گلستان بخشی اعظمی از مسیر رودخانه‌های منتهی به دریای خزر لایروبی شده که موجب افزایش آبگذری جریان رودخانه گردیده و همچنین با برداشت رسوبات و لجن از کف رودخانه‌ها میزان EC و SAR کاهش یافته است.

منابع

۱. صادقی، م.، بای، ا.، بای، ن.، سفلی، ن.، مهدی‌نژاد، م.ه. و ملاح، م. ۱۳۹۴. "تعیین وضعیت کیفیت آب رودخانه زرین‌گل استان گلستان با کاربرد شاخص کیفی آب (NSFWQI) و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران (IRWQIsc)". فصل‌نامه بهداشت در عرصه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. دوره ۳ شماره ۳، صفحات ۲۷-۳۳.
۲. بی‌نام. ۱۳۹۴. "بررسی وضعیت کیفی آب‌های سطحی (شوری) در رودخانه‌های منتخب کشور به تفکیک حوضه‌های آبریز سی‌گانه (بهار سال آبی ۹۴-۱۳۹۳)". دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو. ۱۵ صفحه.
۳. رجایی، ق.، مهدی‌نژاد، م.ه. و حصارمی‌مطلق، س. ۱۳۹۰. "بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب دشت بیرجند و قائن در سال ۸۹-۱۳۸۸"، مجله تحقیقات نظام سلامت، سال هفتم، شماره ششم، ویژه‌نامه بهداشت. صفحات ۷۴۵-۷۳۷.
۴. سلیمانی، س. ۱۳۹۲. "آنالیز و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب، مطالعه موردی رودخانه چم‌انجیر خرم‌آباد". فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. شماره ۱۲، سال ۳. صفحات ۹۵-۱۰۶.
۵. عبادتی، ن. ۱۳۹۳. "بررسی کیفیت آب رودخانه دز برای مصارف مخا=تلف شرب، صنعت و کشاورزی". گزارش طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، صفحه ۱۲۱.
۶. خمر، ز.، محمودی‌قرایی، م.ح.، عمرانی، س.، و سیاره، ع. ۱۳۹۰. "ارزیابی کیفیت منابع آب در محدوده معدنی کوه زر، غرب تربیت حیدریه. چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران.
۷. قاسمی، ع.، زارع‌ابیان، ح.، شهنسوار، ام.، و یعقوبی‌کیکله، ب. ۱۳۸۹. "بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت همدان - بهار". نشریه گیاه و زیست‌بوم. شماره ۲۳، دوره ۶، پاییز. صفحات ۱۲۷-۱۰۹.
۸. زارع‌گاریزی، آ.، شیخ، اب.، سعدالدین، ا.، و سلمان‌ماهینی، ع.ر. ۱۳۸۸. "ارزیابی کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی و بررسی تغییرات فصلی آن". همایش ملی مدیریت بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.
۹. ملکی‌نژاد، ح. و آرخی، ج. ۱۳۹۰. "بررسی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب رودخانه رودخانه زیارت استان گلستان". چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب. تهران.
۱۰. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور. ۱۳۹۰. گزارش اقتصادی اجتماعی استان گلستان. صفحه ۳۹۶.