

مقدمه

ضرورت مدیریت کارآمد و جامع در حوزه‌های آبخیز به علت ارتباط پیچیده خاک، گیاه و آب با یکدیگر و تأثیر فعالیت‌های انسانی توأم با وضع خاصی را در حوزه‌های آبخیز ایجاد می‌کند که نتایج آن به صورت مرحله‌ای ظاهر می‌گردد. شناخت مراحل و عوامل مؤثر بر آن از اهداف اولیه مدیریت حوزه آبخیز است. مدیریت حوزه آبخیز، یکی از حساس‌ترین و در عین حال پیچیده‌ترین اشکال مدیریت منابع و تولید است. تنوع در نهاده‌ها و ورودی‌های سیستم از بخش غیرزنده تا زنده، تنوع در محیط سیستم از طبیعی تا انسان ساخت و گستردگی عرصه، جنبه‌هایی از این پیچیدگی را مشخص می‌نماید. مهم‌ترین منبع طبیعی در حوزه آبخیز آب است، که به عنوان منبع ارزشمند ملی و جهانی محسوب می‌شود. بهره‌برداری از منابع آب طبیعی مستلزم شناخت کمیت و به‌ویژه کیفیت آن می‌باشد. زیرا منابع آب دریافت‌کنندگان نهایی آلودگی به دست آمده از فعالیت‌های مختلف انسانی هستند خصوصیات کیفی آب از مؤلفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوزه آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس شده است [۸،۹].

یکی از شریان‌های اصلی که آب این موهبت الهی را از بالادست حوزه آبخیز به پایین دست هدایت می‌نماید رودخانه است، که این شریان اصلی از بالادست حوزه آبخیز هر آن چه در مسیر خود به سمت پایین دست می‌باشد را با خود حمل می‌کند، آب‌های سطحی به‌ویژه رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تامین آب، جهت مصارف شرب و کشاورزی می‌باشند [۲۱].

از این رو تمام تغییرات طبیعی و انسانی بر این شریان اصلی تأثیر می‌گذارد و کمیت و کیفیت آب را به عنوان موهبت الهی که لازمه‌ی حیات هر منطقه است تحت اثر قرار می‌دهد، بر این اساس تغییر در کیفیت و کمیت آب رودخانه یکی از مباحثی است که در جهان امروز با توجه به اهمیت این منبع کمیاب و ارزشمند بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بر این اساس با گذشت زمان و به دنبال آن افزایش جمعیت کره زمین از یک طرف و محدودیت منابع طبیعی از طرف دیگر بشر خاکی را وادار به چاره‌اندیشی و اتخاذ تدابیر گوناگون به منظور صرفه‌جوئی، بهره‌وری بهینه و آینده‌نگری این منابع نموده است. به گونه‌ای که آب یکی از نیازهای ضروری انسان می‌باشد که هر چند دو سوم سطح کره زمین را اشغال نموده است، اما به دلیل

ارزیابی کیفیت آب رودخانه برای مصارف شرب و کشاورزی (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود، حوزه آبخیز لتیان)

فریبا ابراهیمی آذرخواهان^۱ مهدی قربانی^۲ علی سلاجقه^۳ محسن محسنی ساروی^۴
تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۲۵

چکیده

از اوایل حیات بشری به علت نیاز به آب برای زندگی، رودخانه‌ها و آب‌های جاری مورد توجه بوده‌اند. برای بهره‌گیری از منابع آب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی و به‌طور کلی تمدن‌ها در نزدیکی رودخانه‌ها شکل گرفتند. اما با پیشرفت صنعت و فن‌آوری، بشر شروع به نابودی طبیعت کرد. در زمینه آب‌های سطحی به علت افزایش روزافزون جمعیت و رشد انواع آلودگی‌ها، شرایط کیفی رودخانه‌ها و آبخوان‌ها هر روز نامناسب‌تر می‌شود. روند تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب در رودخانه‌ها به عنوان مهم‌ترین منبع آب‌های سطحی، همواره یکی از چالش‌های مدیران و تصمیم‌گیرندگان در حوزه منابع آب بوده است. در این تحقیق کیفیت آب یکی از سرشاخه‌های اصلی رودخانه‌ی جاجرود در منطقه شمشک - دربندسر، حوزه آبخیز لتیان، از لحاظ مصرف کشاورزی و شرب مورد بررسی قرار گرفته است. تعداد ۵ نمونه از سرچشمه تا خروجی روستای جیرود برداشت گردید. غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی براساس روش‌های استاندارد، اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با روش‌های گرافیکی چون نمودارهای ویلکوکس و شولر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده و با ترسیم نمونه‌ها بر روی نمودارهای ویلکوکس و شولر نیز آشکار گردید که آب رودخانه جاجرود به‌طور کلی برای استفاده شرب مناسب نیست اما با توجه به میزان شوری و میزان سدیم، از آب این رودخانه می‌توان برای آبیاری زمین‌های کشاورزی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آب، مصارف شرب و کشاورزی، نمودار ویلکوکس، نمودار شولر، رودخانه جاجرود

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، پست الکترونیک: Faribaebrahimi@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

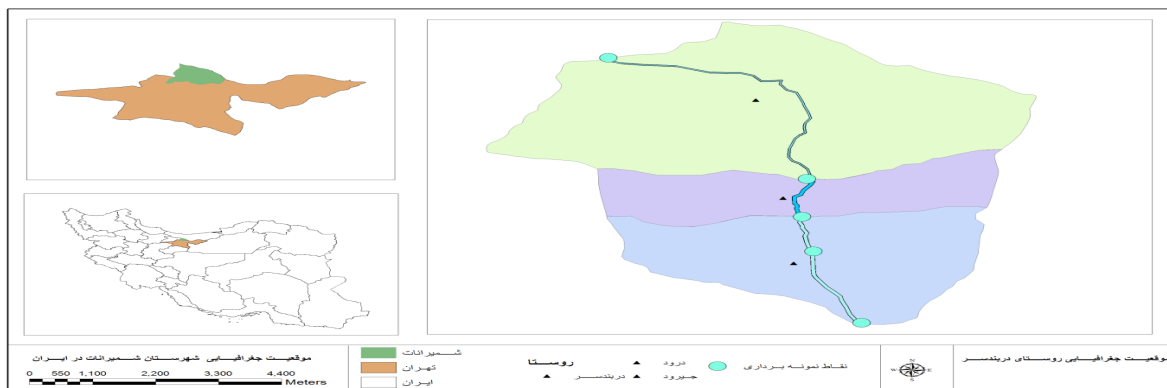
محدودیت‌های زمانی و مکانی آن از یک طرف و حجم کم آب شیرین و قابل دسترس از طرف دیگر امروزه ضرورت مدیریت و برنامه‌ریزی آن را اجتناب‌ناپذیر نموده است. این مطلب تا آن‌جا دارای اهمیت است که بعضی از اندیشمندان جنگ‌های آینده بشر را جنگ آب می‌دانند [۲۴]. با توجه به این امر قرار گرفتن کشور ایران بر روی کمربند مناطق خشک کره زمین در نتیجه کاهش بارندگی و ضریب تغییرات زمانی و مکانی بالای آن اهمیت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آبی کشور را دو چندان نموده است [۳]. از طرفی با توجه به روشن شدن اهمیت منابع آبی در حوزه‌های آبخیز لازم است ذکر شود همین منبع ارزشمند روز به روز کمیاب‌تر و محدودتر می‌شود و آن چه اهمیت دارد این است که انسان‌ها به‌عنوان بهره‌برداران این منبع ارزشمند بایستی در حفظ این منبع تلاش نمایند، آن چه که امروزه محققان این امر بر آن توافق دارند کیفیت آب این منابع است که روز به روز روند کاهشی را به دنبال دارد. این امر بیان‌کننده بحران آب در آینده‌ی نه چندان دور است، به‌طوری‌که محققان بحران آب را در سطح جهان از لحاظ کمیت در سال ۲۰۵۰ اعلام کرده‌اند [۵]، و لیکن چه بسا در سطح منطقه‌ای آب سطحی به‌عنوان منبع ارزشمند حیاتی کیفیت لازم را برای مصارف حیاتی بشر مانند: شرب، کشاورزی، صنعت از دست دهد. کیفیت آب یکی از عوامل مهم در سیاست‌گذاری آب و نهایتاً حوزه‌های آبخیز می‌باشد. بر این اساس سازمان‌های جهانی از دیرباز شاخص‌ها و استانداردهایی را برای مصارف مختلف بیان کرده‌اند، که این شاخص‌ها و استانداردها این امکان را به مدیر منابع آب می‌دهد، که منبع آبی را چگونه مدیریت کند تا کیفیت آن از حد استاندارد جهانی برای مصارف مختلف خارج نشود و راه رسیدن به بحران آب را طولانی‌تر گرداند. بر این اساس آب در کلیه فعالیت‌های بشر و کنترل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محیط نقش بسزایی را ایفا می‌کند. این ماده حیاتی در طبیعت به صورت خالص یافت نمی‌شود، بلکه همواره مقادیری املاح و مواد معلق و گازهای محلول را به همراه دارد که موجب می‌شود ترکیب آن، در هر منطقه، دستخوش تغییر شود [۱۹]. بسته به نیاز بشر، از آب‌های سطحی و زیرزمینی در مصارف مختلف استفاده می‌شود. این که از آب در چه فعالیتی استفاده شود بستگی تام به کیفیت و ترکیب شیمیایی آن دارد. متأسفانه امروزه به‌علت وجود منابع متعدد آلوده‌کننده آب، از کیفیت شیمیایی منابع آب (سطحی و زیرزمینی) به‌شدت کاسته شده است و بدین علت می‌باید قبل از استفاده از آب در مصارف گوناگون (چون کشاورزی یا شرب) کیفیت آن مورد بررسی و ارزیابی دقیق قرار گیرد. در این ارتباط محققان بسیاری پژوهش انجام داده‌اند. پژوهشی با محوریت بررسی کیفیت آب، رودخانه‌ی حوزه آبخیز کیتاسکی در چین انجام شد و با بررسی کیفیت آب رودخانه، با توجه به کاهش مراتع و جنگل‌های طبیعی منطقه و جانیشینی اراضی کشاورزی و مسکونی، شریط نامساعدی برای آب رودخانه تخمین زده شده است، از طرفی وان و همکاران (۲۰۱۴)، مدیریت منابع آب را با توجه به اهمیت این

منبع ارزشمند در جهان امروز بر اساس حفظ کیفیت آب رودخانه‌ها به‌عنوان شریان‌های بدون مرز امری لازم و حیاتی در مدیریت حوزه آبخیز بیان کرده‌اند [۲۲]. به‌گونه‌ای که مقتدر و همکاران (۲۰۱۱)، مدیریت منابع آب در حوزه آبخیز، را امری ضروری بیان کرده است [۶، ۱۷]. خامر و همکاران (۲۰۱۲)، 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 آب منطقه، تیپ آب منطقه را Na-Cl و Na-HCO_3 مشخص کردند و کیفیت آب را براساس نمودارهای شولر و ویلکوکس، از نظر شرب و کشاورزی نامناسب معرفی نمودند [۱۰]. معروفی و بیات (۲۰۱۱)، در بررسی نتایج تجزیه شیمیایی کیفیت شیمیایی آب رودخانه کرج با توجه به استاندارد ملی کیفیت آب شرب نشان دادند که میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی موجود از حد استاندارد پایین‌تر می‌باشد [۱۳]. در این پژوهش ضمن بررسی ترکیب شیمیایی آب رودخانه جاجرود- به‌عنوان یکی از رودخانه‌های مهم استان تهران- کیفیت آب این رودخانه از نظر مصرف شرب و کشاورزی نیز مورد بررسی قرار گرفته است، بنابراین در این مطالعه سعی شده است، با استفاده از نمونه‌گیری از آب رودخانه‌ی جاجرود، داده‌های حقیقی به دست آید و بر اساس آزمایشات شیمیایی نتایج برای وجود یون‌های مختلف به‌منظور بررسی کیفیت آب استخراج گردد، سپس با استفاده از آزمون‌های آماری رگرسیون چند متغیره معنی‌دار بودن نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در نتیجه پس از اثبات معنی‌دار بودن نتایج با استفاده از روش‌های ترسیمی به ارزیابی کیفیت شیمیایی آب رودخانه و مناسبت آن برای مصارف شرب و کشاورزی پرداخته شود تا از این طریق تمهیدات لازم در زمینه مدیریت بهینه منابع آب صورت پذیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در سر شاخه‌ی شمالی رودخانه‌ی جاجرود می‌باشد که از منطقه‌ی شمشک به خروجی جیروود می‌ریزد و از سه روستای دربند سر و درود و جیروود می‌گذرد، شکل ۱ موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را در کشور ایران و استان تهران نشان می‌دهد. به طور دقیق حوزه آبخیز لتیان با وسعت حدود ۷۰۰ کیلومتر مربع بین طول جغرافیایی ۵۱° ۲۵' الی ۵۱° ۵۵' و عرض جغرافیایی ۳۵° ۴۵' الی ۳۶° قرار گرفته است. این حوزه در دامنه‌های جنوبی سلسله جبال البرز مرکزی و در شمال شرق استان تهران و در غرب شهرستان دماوند قرار گرفته است. این حوزه از لحاظ تقسیمات کشوری در محدوده شهرستان شمیرانات واقع شده است. حدود ۲۰ درصد این حوزه را ارتفاعات بیش از ۳۰۰۰ متر تشکیل می‌دهد و ۶۰ درصد آن در ارتفاعات ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر قرار دارد. بلندترین نقطه آن قله توچال به ارتفاع متوسط ۳۹۳۳ متر و پست‌ترین نقطه آن ۱۵۰۰ متر در بستر سد لتیان می‌باشد. عامل اصلی تأمین‌کننده‌ی آب سد لتیان رودخانه‌ی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، کلر و کربنات و بیکربنات نیز توسط روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. pH (اسیدیته) و EC (هدایت الکتریکی)، نمونه‌ها نیز توسط دستگاه pH متر ELE اندازه‌گیری و ثبت شدند. مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیک و شیمیایی در جدول ۱، نشان داده شده است. به منظور بررسی کیفیت آب ابتدا وضعیت آماری داده‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها و بررسی داده‌های پرت با استفاده از آزمون رگرسیون چند متغیره مشخص گردیده است. سپس با استفاده از نمودار شولر و ویلکوکس کیفیت آب منطقه برای شرب و کشاورزی در هر منطقه بررسی شد.

ارزیابی کیفیت آب رودخانه جاجرود از نظر استفاده شرب

کیفیت آب یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر مصارف منابع آبی همانند رودخانه می‌باشد. بر این اساس یکی از بهترین روش‌هایی که وضعیت کیفیت آب را بر اساس پارامتر شیمیایی آب مشخص می‌کند، نمودار شولر است. بر این اساس در این تحقیق به منظور بررسی قابلیت شرب آب رودخانه از نمودار نیمه لگاریتمی شولر استفاده شده است. در جدول ۲، مقادیر ۸ پارامتر لازم برای دیگرام شولر نشان داده شده است. منحنی کیفیت آب هر ایستگاه بر روی دیگرام شولر در شکل ۲، نشان داده شده است. بر اساس منحنی‌های کیفیت آب شرایط آب در رده‌های مختلف کیفیتی تعیین شده است و درصد نقاط مربوط به تمام ایستگاه‌ها در ارتباط با تک تک پارامترها رده‌بندی شده است و نتایج در جدول ۳، بیان شده است.

ارزیابی کیفیت آب رودخانه جاجرود از نظر استفاده در کشاورزی

در این مطالعه برای تعیین کیفیت آب رودخانه جاجرود از نظر استفاده در کشاورزی (آبیاری)، از روش طبقه‌بندی ویلکوکس [۲۳]، استفاده شد. از آنجا که سدیم به تنهایی نمی‌تواند معیار کیفی آب به لحاظ استفاده در آبیاری باشد، لذا از نمودار ویلکوکس که تأثیر آن در ارتباط با شوری کل آب در نظر گرفته می‌شود، استفاده می‌شود (شوری شامل کلیه نمک‌های محلول در آب است که باعث افزایش فشار اسمزی می‌شود). بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس، آب‌های خیلی خوب همگی دارای EC کم‌تر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده و در گروه C۱S۱ قرار می‌گیرند، آب‌های خوب در گروه

جاجرود می‌باشد که به طول ۱۴۰ کیلومتر می‌باشد، که در این مطالعه تحقیقات در سرشاخه‌ی شمالی آن دربندسر انجام شده است. بر این اساس ۸۰/۱۲ کیلومتر از رودخانه‌ی جاجرود از این سه روستا عبور می‌کند که حدود ۷/۱۰ کیلومتر در سامان دربندسر، ۱/۷۰ کیلومتر در سامان دورود و ۴ کیلومتر در سامان جیروود قرار دارد. سامان عرفی دربندسر با مساحت ۳۲۹۳ هکتار با طول جغرافیایی ۳۱°۵۱' الی ۳۱°۵۱' و با عرض جغرافیایی ۳۶°۰۳' الی ۳۶°۰۰' و سامان عرفی دورود با مساحت ۱۰۷۴ هکتار با طول جغرافیایی ۳۱°۵۱' الی ۳۱°۲۶' و عرض جغرافیایی ۴۱°۵۹' الی ۳۲°۰۰' و سامان عرفی جیروود با مساحت ۱۶۷۳ هکتار با طول جغرافیایی ۳۰°۵۱' الی ۳۰°۲۶' و عرض جغرافیایی ۴۱°۵۹' الی ۴۷°۵۷' می‌باشد. در این مطالعه نمونه‌برداری آب در ۵ ایستگاه، ورودی حوزه، خروجی روستای دربندسر، خروجی روستای درود، قبل از خروجی روستای جیروود، خروجی حوزه آبخیز مورد نظر انجام گرفت که نقاط نمونه‌برداری در شکل ۱، نشان داده شده است.

نتایج

نمونه‌برداری و بررسی شاخص‌های کیفی منابع آب

نمونه‌برداری در ۵ نقطه‌ی مشخص شده، در ساعات مشخصی از روز که شرایط یکسانی را از لحاظ دما داشتند، انجام شده است. هر کدام از نمونه‌ها در فصول مشخص بعد از گذشت ۱ روز از زمان نمونه‌برداری در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، تعداد کل نمونه‌ها در سه فصل مورد بررسی ۱۵ تا نمونه بوده است، از جمله پارامترهایی که بررسی شد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: شامل باقی‌مانده املاح، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کل آنیون‌ها، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کل کاتیون‌ها، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم و سختی کل می‌باشند که کیفیت شیمیایی و روند کلی سالانه آشکارسازی و مشخص شده است. پارامترهای ذکر شده یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در کیفیت آب برای مصارف مختلف شرب و کشاورزی می‌باشد [۵، ۱۲، ۱۴]. غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه طیف‌سنجی شعله‌ای و غلظت سولفات و نترات با روش اسپکتروفتومتری و

جدول ۱- مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده

پارامتر	کربنات	سولفات	کلر	بیکربنات	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	غلظت املاح محلول	سختی کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته
ایستگاه	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	CL ⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	K ⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	Mg ⁺⁺ (meq/l)	Ca ⁺⁺ (meq/l)	TDS (mg/l)	TH (meq/l)	Ec (μmhos/cm)	PH
۱	۰/۸۶	۱/۳۸	۱/۴	۱/۲	۰/۰۵	۱/۱۹	۱/۶	۲	۲۰۵	۳/۶	۸۸۰	۸/۰۸
۲	۰/۶	۱/۴۹۲	۳/۹	۲/۶	۰/۱۳۲	۴/۴۲	۱/۲۴	۲/۸	۵۰۳	۴/۰۴	۱۱۹۳	۷/۹۴
۳	۰/۷۴	۲۱/۰۴۷	۳/۸	۲/۴۶	۰/۱۰۷	۲۱/۱۴	۱/۵۲	۵/۲۸	۵۶۳	۶/۸	۱۳۳۲	۷/۹۸
۴	۱/۰۲	۱/۲۹۲	۷/۹	۱/۶۳	۰/۱۳۲	۵/۷۱	۴	۲	۴۹۷	۶	۲۲۷۰	۷/۹۰
۵	۱/۰۸	۲/۷۱۲	۹/۴	۰/۱	۰/۱۳۲	۷/۵۶	۰/۴	۵/۲	۱۰۱۸	۶/۵	۲۴۲۰	۷/۹۶

جدول ۲- مقادیر پارامترهای مورد استفاده در دیاگرام شولر

ایستگاه	سولفات	کلر	بیکربنات	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	غلظت املاح محلول	سختی کل
	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	CL ⁻ (meq/l)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	K ⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	Mg ⁺⁺ (meq/l)	Ca ⁺⁺ (meq/l)	TDS (mg/l)	TH (meq/l)
۱	۱/۳۸	۱/۴	۱/۲	۰/۰۵	۱/۱۹	۱/۶	۲	۲۰۵	۳/۶
۲	۱/۴۹۲	۳/۹	۲/۶	۰/۱۳۲	۴/۴۲	۱/۲۴	۲/۸	۵۰۳	۴/۰۴
۳	۲۱/۰۴۷	۳/۸	۲/۴۶	۰/۱۰۷	۲۱/۱۴	۱/۵۲	۵/۲۸	۵۶۳	۶/۸
۴	۱/۲۹۲	۷/۹	۱/۶۳	۰/۱۳۲	۵/۷۱	۴	۲	۴۹۷	۶
۵	۲/۷۱۲	۹/۴	۰/۱	۰/۱۳۲	۷/۵۶	۰/۴	۵/۲	۱۰۱۸	۵/۶

جدول ۳- درصد هر یک از کلاس‌ها برای رده‌بندی شولر در کل محدوده

پارامتر	HCO ₃ ⁻	TDS	TH	Na	Cl	SO ₄ ²⁻	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
طبقه‌بندی آب	بیکربنات	غلظت املاح محلول	سختی کل	سدیم	کلر	سولفات	منیزیم	کلسیم
خوب	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۶۰	۰
قابل قبول	۶۰	۶۰	۰	۲۰	۰	۰	۴۰	۶۰
نامناسب	۴۰	۴۰	۰	۴۰	۰	۰	۰	۴۰
غیر قابل شرب	۰	۰	۰	۴۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰

می‌باشد، بر این اساس که نسبت جذب سدیم بر اساس فرمول (۱) محاسبه می‌شود.

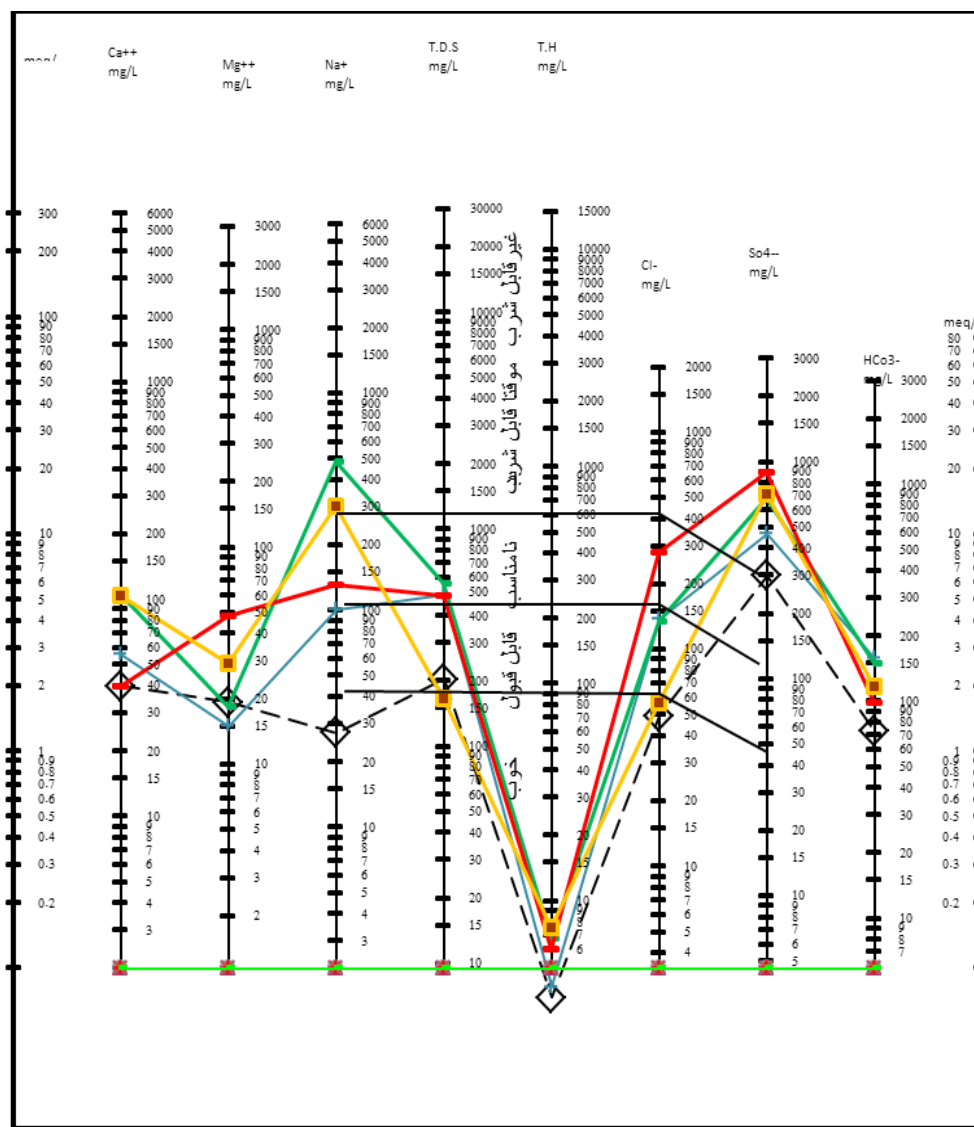
$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{0.5(Ca + Ma)}}$$

رابطه ۱

بحث و نتیجه‌گیری

آب مهم‌ترین منبع طبیعی در تامین نیازهای بشر است، اگرچه سطح وسیعی از کره زمین تحت پوشش آب است و لیکن تنها ۱ درصد از کل آب‌های کره زمین در دسترس برای بهره‌برداری است [۱۱، ۴]. بر این اساس با توجه به اهمیت این منبع ارزشمند کمیاب بهینه‌سازی مصرف آب یکی از مهم‌ترین مسائل مدیریت

آب‌های C₂S₂، C₂S₁، C₁S₂، آب‌های متوسط در کلاس C₂S₃ و C₃S₁، C₁S₃، C₂S₃، C₃S₂ قرار گرفته و بقیه آب‌ها نامناسب هستند. وجود کلسیم در آب باعث افزایش نفوذ آب به داخل خاک می‌شود و از نظر آبیاری هر چه میزان کلسیم آب بیشتر باشد، مناسب‌تر است. از طرفی وجود سدیم در آب، نفوذپذیری خاک را افزایش می‌دهد [۲]. براین اساس پارامترهای مورد نیاز در بررسی کیفیت آب کشاورزی در ۵ ایستگاه مورد مطالعه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج در جدول ۵، بیان شده است. لازم به ذکر است دو پارامتر مؤثر در دیاگرام ویلکوکس، (Na⁺سدیم)، و SAR (نسبت جذب سدیم) می‌باشد، مقادیر دو پارامتر در هر ۵ ایستگاه در جدول ۴، بیان شده است. واحد تمام پارامترها میلی اکوی والانته بر لیتر



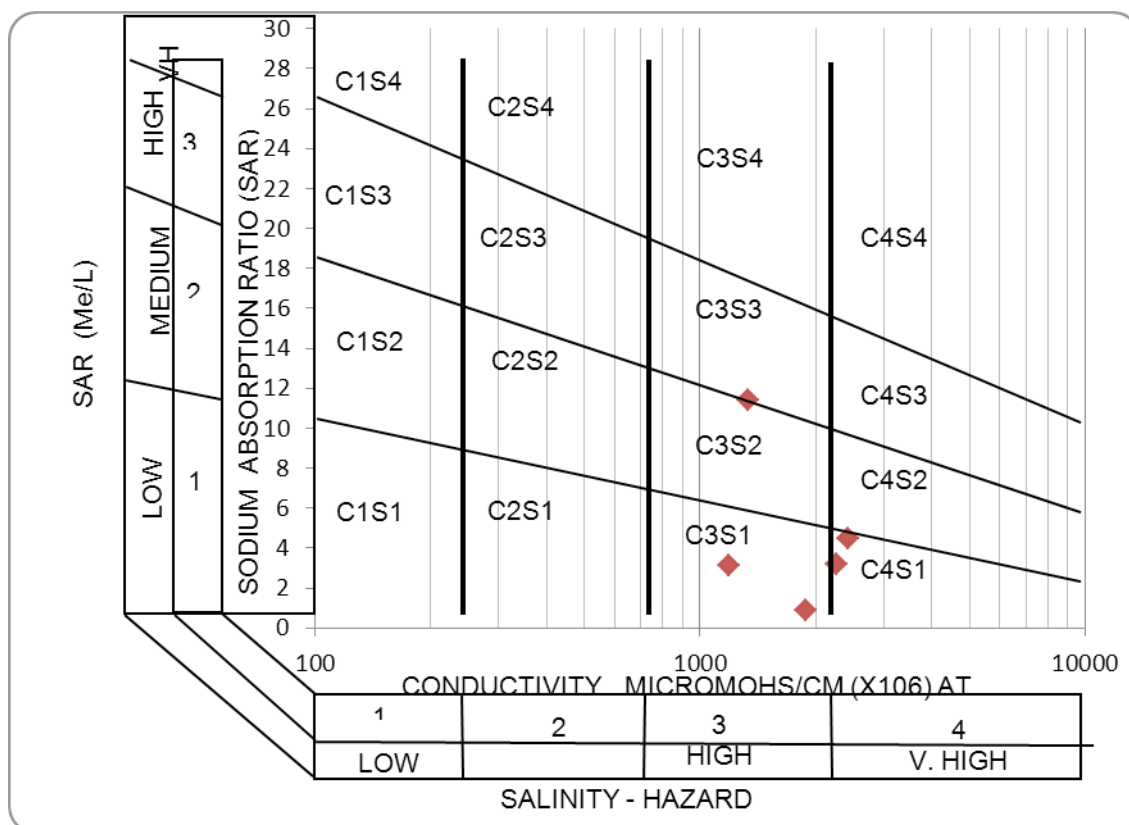
شکل ۲- منحنی کیفیت آب ۵ ایستگاه مورد مطالعه در دیاگرام شولر
(ایستگاه ۱: خط چین مشکی، ایستگاه ۲: آبی، ایستگاه ۳: سبز، ایستگاه ۴: قرمز، ایستگاه ۵: نارنجی)

جدول ۵- درصد هر یک از کلاس‌ها برای رده‌بندی ویلکوکس در کل محدوده

درصد نمونه‌های آب	نوع آب برای کشاورزی	رده آب
۲۰	شور- مناسب برای کشاورزی	S1-C3
۲۰	شور- قابل استفاده برای کشاورزی	S2-C3
۶۰	خیلی شور- مناسب برای کشاورزی	S1-C4

جدول ۴- مقادیر پارامترهای مورد استفاده در دیاگرام ویلکوکس

ایستگاه	نسبت جذب سدیم	سدیم
	SAR	Na ⁺
	(meq/l)	(meq/l)
۱	۰/۸۹	۱/۱۹
۲	۳/۱۱	۴/۴۲
۳	۱۱/۴۶	۲۱/۱۴
۴	۳/۳۰	۵/۷۱
۵	۴/۵۲	۷/۵۶



شکل ۳- منحنی کیفیت آب ۵ ایستگاه مورد مطالعه در دیاگرام ویلکوکس

سپس بر اساس معنی دار بودن مقادیر و مشخص شدن درستی داده‌های اندازه‌گیری شده، مقادیر پارامترها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، بر این اساس با توجه به جدول ۱ میزان pH، روند ثابتی دارد، یون‌های بی‌کربنات، pH آب را کنترل می‌کنند [۲۵]. همان‌طور که انتظار داشتیم TDS و EC نمونه‌ها از سرچشمه تا مصب رودخانه، افزایش می‌یابد که علت آن شاید پیوستن آبراهه‌های مختلف به رود اصلی و گذر آن‌ها از روستاهای مختلف می‌باشد و ترکیب شدن با هر آن چه در سر راهشان است. هم‌چنین میزان کلسیم به سمت خروجی رودخانه افزایش می‌یابد. انحلال کلسیت و افزایش کلسیم نیز می‌تواند موجب افزایش TDS شود [۲۵]. این افزایش کلسیم، روند افزایشی میزان سختی کل نمونه آب را نیز توجیه می‌کند. مقادیر سایر آنیون و کاتیون‌ها (Na , K , Cl , SO_4) به‌طور کلی با دور شدن از سرچشمه و نزدیک شدن به مصب افزایش نسبی می‌یابد.

سپس پس از بررسی علت کم یا زیاد بودن پارامترها، کیفیت آب منطقه از نظر شرب بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است معمولاً برای تعیین امکان استفاده از آب (سطحی یا زیرزمینی) برای مصارف شرب از دیاگرام شولر [۲۰]، استفاده می‌شود. این دیاگرام با توجه به مقیاس نیمه-لگاریتمی، از نظر سرعت عمل، سهولت مقایسه و نمایش تعداد زیادی نمونه، نمایش غلظت یون‌ها بر حسب میلی‌گرم بر لیتر، از اهمیت خاصی برخوردار است [۱۶]. در این نمودار کیفیت بر اساس غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی چون: Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , HCO_3^- و پارامتر

منابع آب است [۱۸]. به‌گونه‌ای که کمیت و کیفیت آب، یکی از پایه‌های اصلی مدیریت آب در جهت توسعه پایدار به‌شمار می‌روند. از طرفی رودخانه‌ها نیز به‌عنوان یکی از شریان‌های اصلی منابع آب، منابع اصلی و قابل دسترس تأمین‌کننده نیازهای جوامع بشری مطرح هستند که علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب آن‌ها نیز جزء پارامترهای مهم تعیین‌کننده محسوب می‌شوند. آب‌های سطحی به‌ویژه رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تأمین آب، جهت مصارف شرب و کشاورزی می‌باشند [۱۱، ۷، ۲۱].

مهم‌ترین مصارف از منابع آب هر کشور برای شرب و کشاورزی است، بر این اساس کیفیت عامل یکی از عواملی است که برای مصارف مختلف محدودیت ایجاد می‌کند، به‌همین دلیل کیفیت منابع آب دائماً بایستی بررسی و کنترل شود تا منابع آب با کیفیت مناسب برای هر مصرف به دست مصرف‌کنندگان برسد.

در این تحقیق با توجه به اهمیت منابع آب در سر شاخه‌ی اصلی رودخانه جاجرود در منطقه‌ی شمیرانات، برای مصارف شرب و کشاورزی در منطقه کیفیت آب در منطقه بررسی گردید.

با توجه به نتایج تحقیق، پارامترهای مؤثر بر کیفیت آب برای مصارف کشاورزی و شرب اندازه‌گیری شد و معنی‌دار بودن روابط بین پارامترها با روش رگرسیون چند متغیره بررسی گردید، که با توجه به نتایج این روش تمام پارامترهای مورد بررسی با سطح معنی‌داری ۱ درصد یعنی اطمینان ۹۹ درصد با هم ارتباط معنی‌داری داشتند و داده‌ی پرت بین داده‌ها وجود نداشت.

2- Alley, E. R. 2000. «Water Quality Control», MC Graw-Hil, New York.

3- Ebrahimi, S., Amin, M., Hashemi, H., Fouladi Fard, R., and Dastjerdi, M. 2011. The chemical quality of ground water Sajjad city ZARynshAhr. Journal of Health Systems Research.No1, 1. (In Persian)

4- Chalkeshiamiri, M. 2009. Principles of water treatment. Publications Arkan. (In Persian)

5- Dindarlo, K., Alipor, V., and Farshidfar, G.H. 2006. Chemical quality of drinking water of Bandar Abbas. Hormozgan, Journal of Medical. 62: 57-85. (In Persian)

6- Dodangeh, A., Kopayy, S., Gohari, G. (2012). Use of time series models to determine the future direction of climatic parameters in water resources management. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, No, 4, 16. (In Persian)

7- Hoseinkhani, H., Mosavi, M., Najib, M., and Hoseini, M. 2012. Hydrogeochemical Basin water resources (Astor), Azarbajejan sharghi. Journal of Applied Geology, No3, 7, 199-217. (In Persian)

8- Khadem, I.M., and Kaluarachi, J. (2006). Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients, J. Hydrol. (In Persian)

9- Karbassi, A., Nabi Bidhendi, G. Baghvand, O., (2010). Evaluation of methods to identify chemical partitioning of heavy metals in river pollution Siahrood, reported Iran Water Resources Management Company. (In Persian)

10- Khamer, g., Mahmoudi, S., Sayareh, A. (2012). Assessment of Water Quality in Mountain zar mining area. West Torbatheydarieh. Fiftieth Conference of the Association of Economic Geology. (In Persian)

11- Lashnizand, M., Parvaneh, B. and Moradirad, M. 2012. Effects of precipitation change on the quality of Sar river water for drinking and agriculture. Journal of Geography.No15, 4. (In Persian)

TDS مورد ارزیابی قرار می گیرد. با توجه به جدول ۲ و کلاس های رده بندی شولر به منظور مصارف شرب، ۱۰۰ درصد نمونه های آب رودخانه به علت میزان بالای کلر (Cl) و ۴۰ درصد نمونه ها به دلیل میزان سدیم (Na)، و ۱۰۰ درصد نمونه ها به دلیل میزان سولفات (SO_4)، در رده غیر قابل شرب قرار دارند. در نتیجه وضعیت آب از لحاظ شرب بین خوب تا غیر قابل شرب متغیر است، به طور کلی وضع خیلی مناسبی از لحاظ آب شرب ندارد. همچنین با توجه به قرار گرفتن نمونه ها بر روی نمودار شولر، نقاط ابتدایی نمونه برداری و نزدیک به سرچشمه، از نوع آب های قابل قبول هستند و هر چه به سمت بر اساس نتایج حاصل از منحنی های ترسیم شده در دیاگرام شولر می توان بیان نمود، کیفیت آب سرشاخه رودخانه از لحاظ شرب با توجه به تقسیم بندی موجود در دیاگرام شرایط مناسبی را ندارد، به گونه ای که هر چقدر از محل ورود رودخانه به خروجی حوزه با عبور از سه روستا نزدیک می شویم، میزان غلظت فاکتورهای نامطلوب افزایش می یابد.

سپس برای بررسی کیفیت آب منطقه از لحاظ کشاورزی از دیاگرام ویلکوکس استفاده شده است که این نمودار در قسمت نتایج نشان داده است. بر اساس نتایج این نمودار کیفیت آب رودخانه منطقه مورد مطالعه از لحاظ کشاورزی جزء آب های خیلی شور محسوب می شود ولیکن برای کشاورزی قابل استفاده است و محدودیتی در آن بر اساس دیاگرام شولر و استانداردهای جهانی وجود ندارد و می توان گفت تقریباً قابل قبول است و می توان برای کشاورزی از آن بهره مند شد. با توجه به نتایج دو دیاگرام شولر و ویلکوکس برای مصارف شرب و کشاورزی می توان بیان نمود، کیفیت شیمیایی آب این رودخانه در قسمت مورد مطالعه، کیفیت نسبتاً نامناسبی را البته بیش تر برای مصرف شرب دارد.

یکی از مواردی که بایستی به آن اشاره شود، این است که این رودخانه یکی از جریان های اصلی است که از حوزه آبخیز بالادست سد لتیان می گذرد، بر این اساس نیازمند مدیریت جدی تر و کارآمدتر برای بهبود کیفیت منبع آبی است که در عین حال که خود به تنهایی به عنوان لازمی حیات انسان هایی که در اطراف آن زندگی می کنند می باشد، این آب با کیفیتی که دارد از روستاها و شهرهای متفاوتی عبور می کند و تحت اثر شرایط منطقه کیفیتش تغییر می کند چه بسا شرایط نامساعدتری پیدا می کند و پشت بزرگ ترین سد تأمین کننده آب شرب شهر تهران قرار می گیرد، لذا بایستی توجه به منبع ارزشمند آب با توجه به شرایط جهان رو به گرمایش جدی تر و مصمم تر انجام گیرد.

منابع

1- Ashton, P.J., Van, F.C., and Heath, R. 1995. Water quality management in the Crocodile River catchment. Eastern Transvaal. South Africa. Journal of Water Science and Technology, 32(5-6),

- 20- Schoeller, H. 1955. "Géochimie des eaux souterraines". Rev Inst Fr Pétrol 10:230-244.
- 21- Soleimanisardo, M., Abasalivali, V., Ghazavi, R., and Hamidreza, S. 2013. Routing analysis and chemical water quality parameters; Case Study: Chamanjir Khorramabad River. Journal of Irrigation and Water Engineering. No12.13. (In Persian)
- 22- Wan, R., Cai, SH Li, H., Yang, G., Li, Z. 2014. Xiaofei Nie a, Inferring land use and land cover impact on stream water quality using a Bayesian hierarchical modeling approach in the Xitiaoxi River Watershed, China. Journal of Environmental Management 133.
- 23- Wilcox, L.V. (1955). "Classification and Use of Irrigation Waters". US Department of Agriculture. Cire. 969, Washington D.C. USA. 19 p.
- 24- William, A., Vaux, Jr. 2014. The Emerging Global Water Crisis: Managing Scarcity and Conflict between Water Users. Journal of Advances in Agronomy Volume 95, 2007, Pages 1-76.
- 25- Zhou, T., Wu, J.G., and Peng, S.L., 2012. Assessing the effects of landscape pattern on river water quality at multiple scales: a case study of the Dongjiang River watershed, China. Ecol. Indic. 23, 166e175.
- 12- Mahdavi, M. 2005. Applied hydrology, vol2, Tehran University. Press, 437p. (In Persian)
- 13- Marofi, S., and Bayat, R. 2010. Chemical Quality of Water Karaj River. Fifth Conference of the on Science and Engineering Watershed, 74 p. (In Persian)
- 14- Masamba, W.R.L., and Mazvimavi, D. 2008. Impact on water quality of landuses along Thamalakane-Boteti River: An outlet of the Okavango Delta. Physics and Chemistry of the Earth, 33: 687-694.
- 15- Malekian, A. 2013. Water Resources Management booklet for Master student, University of Tehran.
- 16- Moghtaran, Z., Asghari Moghaddam, A., and Zeynali, A. 2011. Groundwater Quality Assessment Krdkndy plain and reviews factors affecting its salinity, fourteenth and twenty-eighth meeting of the Conference of Iranian Society of Geology. (In Persian)
- 17- Palupi, K., Sumengen, S., Inswiasri, L., Agustina, S.A. Nunik, W. and Sunarya, A. 1995. River water quality study in the vicinity of Jakarta. Water Science and Technology, 31(9), 17-25.
- 18- Seif, Z., Banjad, H. 2009. The quality of river water for drinking and agriculture. The second Conference and drought management strategies it. Esfahan. (In Persian)
- 19- Seyedmairani, G., and Porkhbaz, A. 2011. Zoning of water quality parameters Aliabad plain using GIS, fourteenth and twenty-eighth meeting of the Conference of Iranian Society of Geology. (In Persian)

**Abstract****Evaluation of water quality for drinking and agriculture
(Case Study: Jajrood River Latian watershed)**F. Ebrahimi Azarkharan¹, M. Ghorbani², A. Salajegheh³ and M. Mohseni saravi⁴

Received: 2014. 04. 08 Accepted: 2014. 06 .15

From the beginning of human life due to the need for water living, streams and waters are considered. For use of water resources, agriculture, urban and industrial centers, and general civilization formed near rivers. But with the rise of industry and technology, man has begun to destroy nature. In surface water due to population growth and the proliferation of pollution, quality of rivers and aquifers becomes more difficult every day. The spatial and temporal variations of water quality in rivers as the main source of surface water, always a challenge for managers and decision-makers in the area of water resources. In this study the water quality of the main branch in Jajrood River in Shemshak _ Darbandsar terms of agriculture and drinking consumption has been studied. 5 samples were taken from the source to the output Jirood village. The concentration of major anions and cations were measured according to standard methods. The chemical composition of the samples using the graphical diagrams Wilcox and Schoeller were analyzed. Based on the results obtained with samples drawn on charts Wilcox and Schoeller also became apparent that water drinking Jajrood generally not suitable for use, but considering the amount of salt and sodium content of the water river used for irrigation of agricultural land use.

Keywords: *Water quality, drinking or agriculture, Wilcox and Schoeller charts, Jajrood River*

1- Msc. Student of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj. I.R. Iran

2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj. I.R. Iran. Corresponding Author.
Email: menghorbani@ut.ac.ir

3- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj. I.R. Iran.

4- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj. I.R. Iran.