مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۲۸۳ تا ۲۹۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی هیدروشیمی آب رودخانه چهل‌چای استان گلستان برای آشامیدن و کشاورزی

محمد قلی زاده*، محمد زیبایی
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۲۵
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۶/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۲
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۶/۳۱

واژگان کلیدی: ارزیابی کیفی آب، هیدروشیمی، رودخانه چهل‌چای

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Gholizade_Mohammad@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: آب‌های سطحی معمولا به دلیل تماس با سازندهای زمین‌شناسی مختلف، ارتباط با سایر منابع آب سطحی و زیرزمینی از نظر ترکیب شیمیایی بسیار متغیر هستند. آگاهی از وضع کیفی آب و تاثیرات فعالیت‌های انسانی، در مدیریت پایدار و برنامه‌ریزی منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی و هیدروشیمیایی آب رودخانه چهل‌چای در استان گلستان است.

روش بررسی: در این مطالعه ۶ ایستگاه براساس معیارهای استاندارد شامل نوع کاربری اراضی، دسترسی و پراکندگی در امتداد رودخانه در سال ۱۳۹۷ انتخاب گردید. ۱۰ پارامتر کیفی آب شامل pH، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سولفات، کلراید، بی‌کربنات، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در طول رودخانه به مدت یک سال با استفاده از روش‌های استاندارد موجود در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. تحلیل‌های هیدروشیمیایی براساس نمودار پایپر، شولر، دورو، ویلکاکس، گیبس توسط نرم‌افزار RockWorks.17، انجام گرفت. از آنالیز واریانس یک طرفه نیز جهت مقایسات استفاده گردید.

یافته‌ها: تغییرات کاتیون‌ها در نمونه‌های آب رودخانه چهل‌چای به‌صورت $Ca^{2+}>Na^{+}>Mg^{2+}>K^{+}$ و تغییرات آنیون‌ها به‌صورت $HCO_3^{-}>SO_4^{2-}>Cl$ است. تیپ آب رودخانه به‌طور غالب بی‌کربنات کلسیم بوده است. آب منطقه مورد مطالعه توسط نمودار شولر برای شرب در حد قابل قبول و براساس نمودار ویلکاکس (۸۰ درصد نمونه‌ها در کلاس S1-C3 (شور - قابل استفاده برای کشاورزی)) و میانگین نسبت جذب سدیم (۰/۷۹)، آب رودخانه برای اهداف کشاورزی مناسب ارزیابی شد.

نتیجه‌گیری: دلیل کیفیت مناسب آب رودخانه چهل‌چای وجود کانی‌های دولومیت و نیز عدم وجود کارخانه‌ها و فاضلاب‌های خانگی و رعایت موازین بهداشتی توسط ساکنین منطقه است.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Zibaei M. Hydrochemical assessment of Chehelchai river water, Golestan province for drinking and agricultural purposes. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(2):283-98.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

مقدمه

یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف متفاوت است که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ویژگی‌های کیفی آب از مولفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملا احساس شده (۱) ولی تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۲). 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.

رودخانه‌ها منابع آب قابل حصول و در دسترس بوده و از دیرباز همواره جوامع انسانی و مراکز صنعتی در مجاورت آنها برپا شده است. در دهه‌های اخیر افزایش جمعیت، گسترش صنایع و تولید انواع آلاینده‌ها در مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی، آلودگی رودخانه‌ها را افزایش داده است. ورود مواد مغذی و آلاینده‌های تجزیه‌پذیر بیولوژیکی به رودخانه خصوصا فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های کشاورزی باعث آلودگی این منابع آبی می‌شود، محیط زنده رودخانه را به مخاطره می‌اندازد و مشکلات زیست محیطی متعددی را موجب می‌گردد. از این رو مدیریت کیفیت آب رودخانه‌ها به این دلیل که بیشتر در معرض مستقیم انواع آلاینده‌ها هستند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این میان بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌توانند بسیاری از ویژگی‌های آب را نشان دهند و به کمک آنها، سایر مشخصات آب نیز تعیین گردد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی مؤثر در آب‌ها شامل مواردی مانند فلوئور، کلرور، سدیم، سولفات، آهن، سختی کل، جامدات محلول و هدایت الکتریکی هستند. غلظت‌های بالای کلرور باعث ایجاد طعم در آب شرب می‌گردد. حد آستانه طعم برای آنیون کلرور به نوع کاتیون ترکیبی با آن بستگی دارد.

تاکنون مطالعات متعددی بر روی کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی به ویژه رودخانه و طبقه‌بندی آنها برای مصارف مختلف انجام شده است. Bashari و همکاران (۳) به بررسی ژئوشیمی آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان پرداختند و با استفاده از دیاگرام‌های استیف و پایپر تیپ و رخساره آب را مشخص نمودند و سپس براساس نمودار ویلکوکس و کمیت SAR کیفیت آب رودخانه‌ها را به منظور مصارف کشاورزی مورد ارزیابی قرار دادند. Ghasemi Dehnavi و همکاران (۴) در پژوهشی کیفیت و کمیت آب رودخانه ازنا لرستان را با استفاده از آنالیز آماری ارزیابی کردند. بدین منظور آب رودخانه ازنا در ایستگاه هیدرومتری همزمان در دو دوره خشک و مرطوب با استفاده از نمودارهای پایپر، شولر، ویلکوکس و سری زمانی بررسی شد. Khadempour و همکاران (۵) کیفیت آب رودخانه قاین در خراسان جنوبی را از نظر مصارف کشاورزی، شرب و آبزیان با استفاده از روش CWQI و نرم افزار Aquachem در دو ایستگاه خونیک علیا و فرخی مورد مطالعه قرار دادند. Heydarizad و همکاران (۶) در بررسی عوامل موثر بر کیفیت آب رودخانه کارده (شمال مشهد) عنوان کردند که انحلال کانی‌های کربناته کلسیت و دولومیت و سیلیکاته کائولونیت، لامونتیت و کلینوکلر بیشترین نقش را در کنار کانی سولفاته ژیپس در کیفیت آب رودخانه کارده داراست. Hosseinzadeh و همکاران (۷) کیفیت شاخه راست رودخانه ساروق تکاب را براساس شاخص ملی کیفیت آب (NSFWQI) و پهنه‌بندی نتایج حاصله را توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه پارامترهای کیفی شامل دما، سدیم، کلسیم، منیزیم، سختی کل، pH، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و کل جامدات محلول را در ۵ ایستگاه طی فصول بهار و تابستان ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شدند. وجود سنگ‌های رسوبی، چشمه‌های آهکساز و پساب کارخانه‌های استحصال طلای موجود در منطقه را عامل موثر در کاهش کیفیت آب رودخانه دانستند (۷).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

Qishlaqi و همکاران (۸) کیفیت هیدروشیمیایی آب رودخانه تیره را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که، به جز سولفات، غلظت منیزیم، کلسیم و دیگر آنیون‌ها و کاتیون‌ها پایین‌تر از حد استاندارد WHO است و تقریبا تمام نمونه‌ها با توجه به استاندارد WHO شرایط مناسب برای شرب را دارا هستند، و در مقایسه با استاندارد کشاورزی (FAO) پتانسیل مناسب برای آبیاری را دارند. Zhang و همکاران (۹) به منظور تجزیه و تحلیل خصوصیات هیدروشیمی منطقه و ارزیابی مناسب بودن آبیاری مناطق مورد مطالعه، هیدروشیمی آب سطحی رودخانه Syr Darya قزاقستان در ۳۹ مکان مورد بررسی قرار دادند. کاتیون‌های موجود در آب‌های سطحی عمدتا Na (تک ظرفیتی)، Ca و Mg (دو ظرفیتی)، در حالی‌که آنیون‌ها عمدتا SO_4 بودند. نوع اصلی هیدروشیمیایی $Ca\text{-}Mg\text{-}SO_4\text{-}Cl$ بود. از منظر عوامل طبیعی، خصوصیات هیدروشیمیایی در منطقه مورد مطالعه از اثرات دوگانه هوازدگی سنگ و تبخیر است. با این وجود، تاثیر عوامل انسانی در فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی در نزدیکی رودخانه و جریان فاضلاب خانگی-شهری بر خصوصیات هیدروشیمیایی نیز وجود دارد. همچنین ارزیابی مناسب بودن آب‌های سطحی از دیدگاه آبیاری براساس SAR، Na٪ و KI نشان داد که بیشتر آب برای آبیاری مناسب است. Jiang و همکاران (۱۰) مطالعه‌ای به منظور بررسی خصوصیات هیدروشیمیایی و کیفیت آب رودخانه در مناطق مختلف شهری، از دو رودخانه Tuo در مرکز سوژو و رودخانه Bian در منطقه شهری در کشور چین به عنوان اهداف تحقیق استفاده کرده است. از دیاگرام پایپر، نمودار گیبس و ویژگی‌های ایزوتوپی هیدروژن و اکسیژن برای تجزیه و تحلیل ویژگی‌های ژئوشیمیایی آب سطحی در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. نتایج نشان داد که انواع هیدروشیمیایی این دو رودخانه از نوع $SO_4\text{-}Cl\text{-}Na$ است. نمودار گیبس نشان داد که ترکیب یونی دو رودخانه به‌طور عمده تحت تاثیر هوازدگی سنگ‌ها قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی و ارزیابی کیفیت آب نشان داد که رودخانه Bian به میزان زیادی تحت تاثیر آلودگی منبع غیر نقطه‌ای کشاورزی بوده و کیفیت آب آن ضعیف و در کلاس چهارم است، در حالی‌که برای رودخانه Tuo به دلیل حفاظت بالا، کلاس دو و کلاس سه، و کیفیت کلی آب بهتر از رودخانه Bian بود. نتایج ارزیابی کیفیت آب آبیاری نشان داد که نمونه‌های رودخانه Tuo از نظر نمک زیاد و قلیایی کم است، که می‌تواند در شرایط مناسب برای شستشوی خاک برای آبیاری استفاده شود، در حالی‌که نمونه‌های آب رودخانه Bian از نظر نمک و قلیایی متوسط بود، که برای آبیاری گیاهان با تحمل زیاد نمک مناسب بود.

رودخانه چهل‌چای در استان گلستان یکی از سرشاخه‌های رودخانه گرگان‌رود است که در طول مسیر خود تحت تاثیر فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب شهری و روستایی قرار می‌گیرد. همچنین زمین شناسی منطقه در طول مسیر رودخانه متنوع بوده که هر یک از اینها می‌تواند بر هیدروشیمی و آلودگی رودخانه اثر بگذارد. هدف از این مطالعه بررسی هیدروشیمی آب رودخانه چهل‌چای، استان گلستان برای آشامیدن و کشاورزی و بررسی روند تغییرات کیفیت آب رودخانه در بازه زمانی و مکانی مختلف به منظور مدیریت بهتر آب این رودخانه است.

مواد و روش‌ها

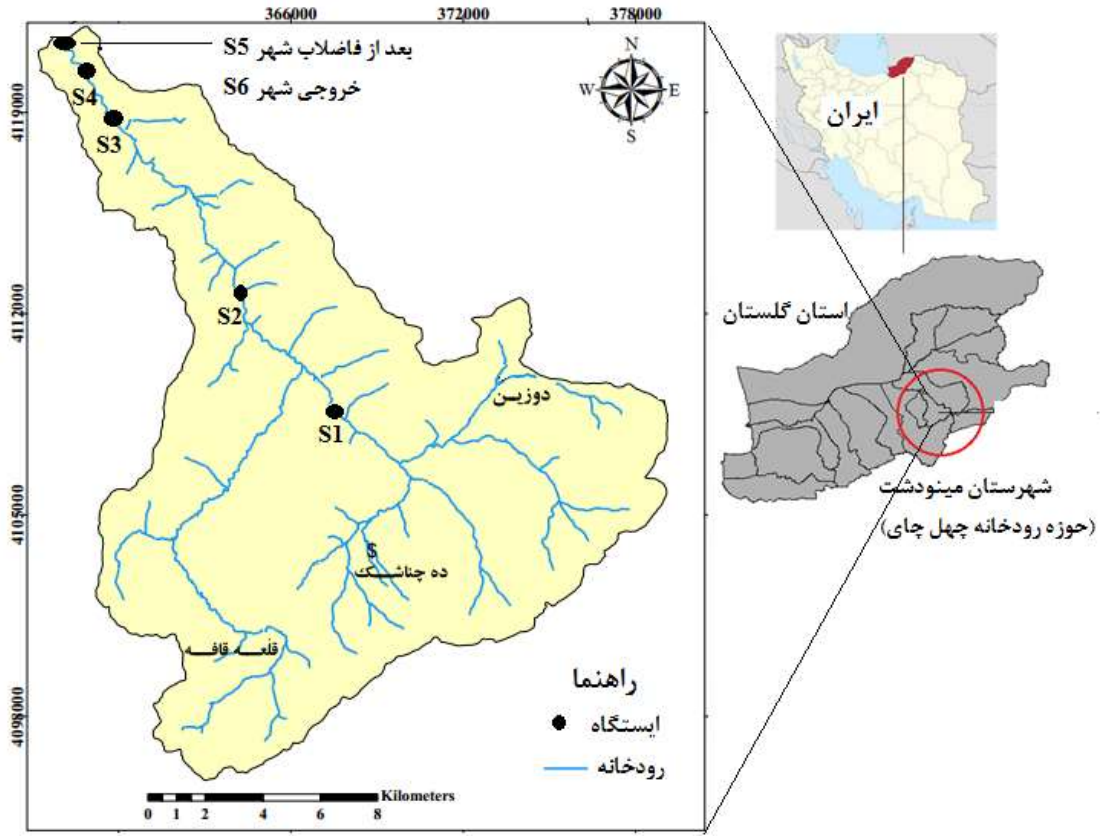
- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز چهل‌چای با مساحتی حدود ۲۵۷۸۳/۲ ha در موقعیت جغرافیایی "۵۵°۲۲′۳۳ الی "۵۵°۳۷′۳۰ طول شرقی و "۳۶°۵۷′۳۰ الی ′۵۵°۱۵ عرض شمالی قرار دارد. از شمال به شهر مینودشت، از غرب به ارتفاعات محمد زمان‌خان و دشت حلقه، از شرق به حوزه آبخیز رودخانه چهل‌چای و از جنوب به حوزه آبخیز تبل‌آباد محدود می‌گردد. این حوزه از لحاظ هیدرولوژیک به سه زیر حوزه تقسیم می‌شود. منطقه مورد مطالعه یکی از

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

زیر حوزه‌های آبخیز گرگان رود است. آبراهه‌های اصلی حوزه با جهت کلی جنوب به شمال نزولات جوی را جمع‌آوری می‌کنند. آبخیز چهل‌چای براساس تقسیمات لیتواستراتیگرافیکی اشتوکلین (۶۹-۱۳۶۸) در واحدهای چینه‌ای البرز شرقی و کپه داغ غربی قرار دارد. سازندهای زمین‌شناسی منطقه شامل پالئوزوئیک تا کواترنر است. از مهمترین سازندهای حوضه می‌توان به سازندهای مبارک، خوش ییلاق، مزدوران، چمنبید و آبرفت‌های کواترنر، لالون ،پادها، روته و نهشته‌های رسوبی لس و شبه‌لس اشاره کرد که تقریبا در اکثر آنها آهک وجود دارد (۱۱). حداقل ارتفاع m ۱۰۹ در محل پل احداثی مینودشت در شمال حوضه و مرتفع‌ترین نقطه آن در ارتفاع m ۲۵۷۰ است. جهت بررسی کیفیت شیمیایی رودخانه چهل‌چای، ۶ ایستگاه نمونه‌برداری (ایستگاه ۱: قبل از استخر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در بالادست رودخانه، ایستگاه ۲: محدوده جنگل، ایستگاه ۳: فعالیت کشاورزی، ایستگاه ۴: قبل از شهر مینودشت، ایستگاه ۵: بعد از فاضلاب شهری و ایستگاه ۶: محدوده خروجی شهر) به صورت فصلی در سال ۱۳۹۷ انتخاب شد (شکل ۱). در این مطالعه تعداد کل آزمایشات انجام شده با توجه به تعداد زمان‌های نمونه برداری (۴ زمان)، تعداد ایستگاه‌ها (۶ ایستگاه) و تعداد پارامترهای مورد سنجش (۱۰ پارامتر) برابر با ۲۴۰ آزمایش بود (۲۴۰=۱۰×۶×۴).

بعد از تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک (از عرض میانی) (براساس انجام بازدیدهای میدانی به منظور شناسایی عوامل طبیعی و انسانی



شکل ۱- مکان ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه چهل‌چای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

تاثیرگـــذار بـــر کیفیـــت شـــیمیایی آب و در دسترس بودن ایستگاه) و با در نظر گرفتن اهداف مطالعاتی، نمونه‌برداری با ۳ تکرار از نمونه آب در محل و در ظرف پلی‌اتیلن با حجم‌های ۱ لیتری برای آنالیز یون‌های اصلی انجام گرفت و سپس به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه گنبد کاووس جهت بررسی منتقل گردید (جدول ۱).

در محل نمونه‌برداری برخی عوامل آب از جمله pH، هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول با دستگاه پرتابل (HACH sension TM 156-378) اندازه‌گیری شد. غلظت آنیون سولفات توسط دستگاه طیف سنج نوری، کلراید و بی کربنات با کمک روش تیتراسیون و کاتیون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای، کلسیم و منیزیم توسط روش تیتراسیون در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

با استفاده از نرم‌افزار راک ورکز (RockWorks.17) نمودارهای پایپر(Piper)، شولر (Schoeller)، ویلکاکس (Wilcox)، گیبس (Gibbs) و دورو (Durov) برای آنالیز کیفی زمان‌های آماری ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نمودار گیبس (Gibbs) برای تعیین منشاء تغییرات بر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه می‌گیرد (۱۲). نمودار دورو (Durov) برای تعیین نوع و منشا آب سطحی که اساس آن مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌ها عمده آب برحسب درصد است (۱۳). نمودار نیمه لگاریتمی شولر (Schoeller) به منظور بررسی قابلیت شرب آب رودخانه استفاده می‌شود (۱۴). نمودار ویلکاکس (Wilcox) نیز برای تعیین کیفیت آب کشاورزی استفاده شد (۱۵). همچنین یکی از شاخصه‌های کیفیت آب آشامیدنی، سختی آن است که بر مبنای کربنات کلسیم مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این مطالعه جهت تعیین تیپ آب در ایستگاه‌های آب‌سنجی و بررسی روند تکامل کیفی آب رودخانه از نمودار پایپر(Piper) استفاده شده است. دیاگرام پایپر (Piper) نیز برای نمایش گرافیکی نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب، دسته بندی نمونه‌ها، تعیین تیپ و رخساره شیمیایی آب و بررسی روندهای تکامل کیفی نمونه‌های آب بکار برده می‌شود (۱۶). این نمودار از دو مثلث و یک لوزی تشکیل شده است. یکی از مثلث‌ها مربوط به کاتیون‌ها و مثلث دیگر مربوط به آنیون‌ها است. چهار نتیجه اساسی را می‌توان از دیاگرام پایپر (Piper) استنباط کرد که عبارتند از نوع (تیپ) آب، رسوبگذاری یا انحلال، اختلاط و تبادل یونی. همچنین مهمترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی، شوری و مقدار سدیم موجود در آن است زیرا این دو، نه تنها بر رشد گیاه مؤثرند، بلکه آب را از نظر آبیاری و تاثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازند. شوری با معیارهای هدایت الکتریکی (EC) و سدیم با یکی از معیارهای نسبت جذب سدیم (SAR) و یا درصد سدیم محلول (SSP) سنجیده می‌شود، که از معادله ۱ به‌دست می‌آید:

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

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات ایستگاه‌ها از رودخانه چهل‌چای

ایستگاه	طول جغرافیایی (E)	عرض جغرافیایی (N)	ارتفاع (m)	مشخصات ایستگاه
S1	۵۵°۳۳′۰۳"	۳۶°۰۵′۱۰"	۷۲۲	قبل از استخر پرورش ماهی
S2	۵۵°۳۲′۲۳"	۳۶°۰۵′۳۰"	۵۴۶	محدوده جنگل
S3	۵۵°۲۶′۳۳"	۳۶°۱۱′۱۰"	۲۲۴	فعالیت کشاورزی
S4	۵۵°۲۳′۵۳"	۳۶°۱۳′۵۸"	۱۵۲	قبل از شهر
S5	۵۵°۲۱′۲۵"	۳۶°۱۳′۲۷"	۱۲۴	بعد از فاضلاب شهری
S6	۵۵°۲۱′۱۳"	۳۶°۱۳′۱۴"	۱۰۹	محدوده خروجی شهر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

کـه در آن غلظـت سـدیم، کلسـیم و منیزیـم بـر حسـب meq/L محاسـبه می‌شـود. ضرایـب همبسـتگی بـرای تعیین منشـا احتمالـی عناصـر و بررسـی روابـط هیدروژئوشـیمیایی بیـن عناصـر، اسـتفاده می‌شـود. در ایـن مطالعـه بـرای تعیین همبسـتگی داده‌ها، از روش همبسـتگی پیرسـون (Pearson correlation) (بـه دلیـل نرمـال بـودن داده‌هـا) اسـتفاده شـد. بـه منظور مقایسـه شـرایط مکانـی و زمانی ایسـتگاه‌های نمونه‌بـرداری انجام شـده بـر پارامترهای کیفیـت آب رودخانه از روش آنالیـز واریانس یک طرفـه (One-Way ANOVA) در محیـط نرم‌افـزار SPSS.26 اسـتفاده شـد و بـرای نشـان دادن مقایسـه میانگین‌هـا پارامترهایـی کـه در بین ایسـتگاه‌ها بـا هـم تفـاوت معنـی‌داری داشـتند آزمـون توکـی (Tukey) بـه‌کار گرفته شـد.

یافته‌ها

میـزان عوامـل فیزیکوشـیمیایی و همچنیـن مقادیـر آنیون‌هـا و کاتیون‌هـای آب رودخانـه چهل‌چـای محاسـبه شـد (جدول ۲). محـدوده مقـدار pH از ایسـتگاه‌های نمونه‌بـرداری از ۶/۸۸ تـا ۷/۶۴ متغیـر اسـت (میانگیـن ۷/۶۲) کـه در محدوده خنثـی تـا قلیایـی قـرار می‌گیـرد. کمتریـن مقـدار pH در ایسـتگاه ۵ (۶/۸۸) مشـاهده شـد. میانگیـن مقـدار کل مـواد جامـد محلـول در آب ۵۱۲/۸ mg/L به‌دسـت آمـد. میـزان هدایـت الکتریکـی نمونه‌هـای آب رودخانـه از ۵۹۶ µS/cm تـا ۱۱۰۲ µS/cm متغیـر بـود. بیشـترین مقـدار آن مربـوط به ایسـتگاه ۵ (۱۱۰۲ µS/cm) در محدوده شـهر مینودشـت مشـاهده شـد. کمترین مقـدار آن نیز مربوط به ایسـتگاه ۲ در محـدوده جنـگل به‌دسـت آمـد. غلظـت سـدیم در نمونه‌های آب رودخانـه چهل‌چـای از ۲۹/۲ mg/L تـا ۳۸/۸ mg/L متغیـر اسـت. میانگیـن غلظـت پتاسـیم اندازه‌گیـری شـده از رودخانـه، ۴/۳۶ mg/L بـود، که بیشـترین مقدار در ایسـتگاه ۵ (۱۳/۶ mg/L) مشـاهده گردید. میانگین غلظت کلسـیم در آب رودخانـه چهل‌چای ۸۰/۸ mg/L مشـاهده شـد. کمترین و بیشـترین غلظـت کلسـیم بـه ترتیـب مربـوط به ایسـتگاه ۲ (۵۷/۱ mg/L) و ایسـتگاه ۵ (۱۱۶/۲ mg/L) اندازه‌گیـری شـد. محـدوده تغییرات غلظـت منیزیـم در نمونه‌هـای آب، از ۲۵/۵ mg/L الـی ۵۲/۲ mg/L اندازه‌گیـری شـد. بیشـترین مقـدار منیزیـم در ایسـتگاه‌های ۲ (۴۴/۹ mg/L) و ۵ (۵۲/۲ mg/L) مشـاهده شـد. از آنیون‌هـا، غلظـت یون کلـرور در رودخانـه چهل‌چـای از ۷۹/۹ mg/L الـی ۱۱۳/۴ mg/L تغییـر می‌کنـد. کمتریـن مقـدار مربـوط بـه ایسـتگاه ۲ و بیشـترین مقـدار مربـوط بـه ایسـتگاه ۴ اسـت. رنـج غلظـت بی‌کربنـات در نمونه‌هـای آب بیـن ۱۹۵/۲ mg/L و ۴۷۵/۶ mg/L را شـامل می‌شـود، کـه بیشـترین مقـدار مربـوط بـه ایسـتگاه ۵ اسـت. غلظت یون سـولفات در نمونه‌های آب مورد

جدول ۲- خلاصه آماره از عوامل فیزیکوشیمیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه
(غلظت آنیون‌ها، کاتیون‌ها و TDS بر حسب mg/L و هدایت الکتریکی بر حسب µmho/cm)

پارامتر / آماره	SO_4^{-2}	Cl	HCO_3^-	K	Na	Mg	Ca	pH	TDS	EC
میانگین حسابی	۷۹/۷	۹۵/۵	۲۷۰/۵	۴/۳۶	۳۵/۴	۴۰/۱	۸۰/۸	۷/۶۲	۵۱۲/۸	۸۱۷/۲
انحراف معیار	۲۱/۱	۱۴/۱	۹۵/۶	۴/۶۵	۳/۴	۸/۹	۲۱/۶	۰/۳۷	۱۰۶/۲	۱۷۰/۴
ضریب تغییرات (درصد)	۲۶/۴	۱۴/۹	۳۵/۴	۱۰۶/۶	۹/۵	۲۲/۴	۲۶/۷	۴/۸۴	۲۰/۷	۲۰/۸
حداکثر	۱۰۵	۱۱۳/۴	۴۵۷/۶	۱۳/۶	۳۸/۸	۵۲/۲	۱۱۶/۲	۷/۶۴	۶۹۲	۱۱۰۲
حداقل	۵۱	۷۹/۹	۱۹۵/۲	۱/۱۷	۲۹/۲	۲۵/۵	۵۷/۱	۶/۸۸	۳۷۱	۵۹۶
دامنه تغییرات	۵۴	۳۵/۴	۲۶۲/۳	۱۲/۴	۹/۶	۲۶/۷	۵۹/۱	۰/۹	۳۲۰	۵۱۴

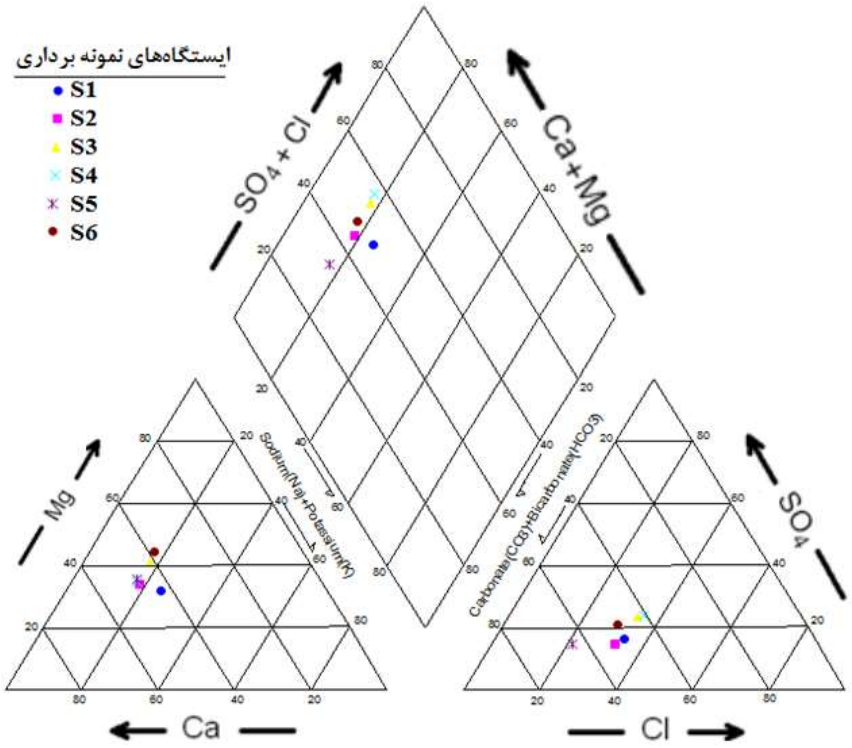
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

مطالعه بین ۵۱ mg/L و ۱۰۵ متغیر است. میانگین غلظت یون سولفات در ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۷۹/۷ mg/L مشاهده گردید.

ماتریس همبستگی عوامل فیزیکوشیمیایی نمونه آب ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین میزان همبستگی بین هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول (R^2=۰/۹۹) است. بین pH و غلظت برخی از یون‌های اصلی از جمله K^+ ، Ca^{2+} و HCO_3^- همبستگی منفی مشاهده می‌شود. همچنین pH و هدایت الکتریکی یک همبستگی منفی (R^2= -۰/۷۷) نشان داد. همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین یون‌های بی‌کربنات با کلسیم (R^2=۰/۸۷) و منیزیم (R^2=۰/۷۲) مشاهده شد.

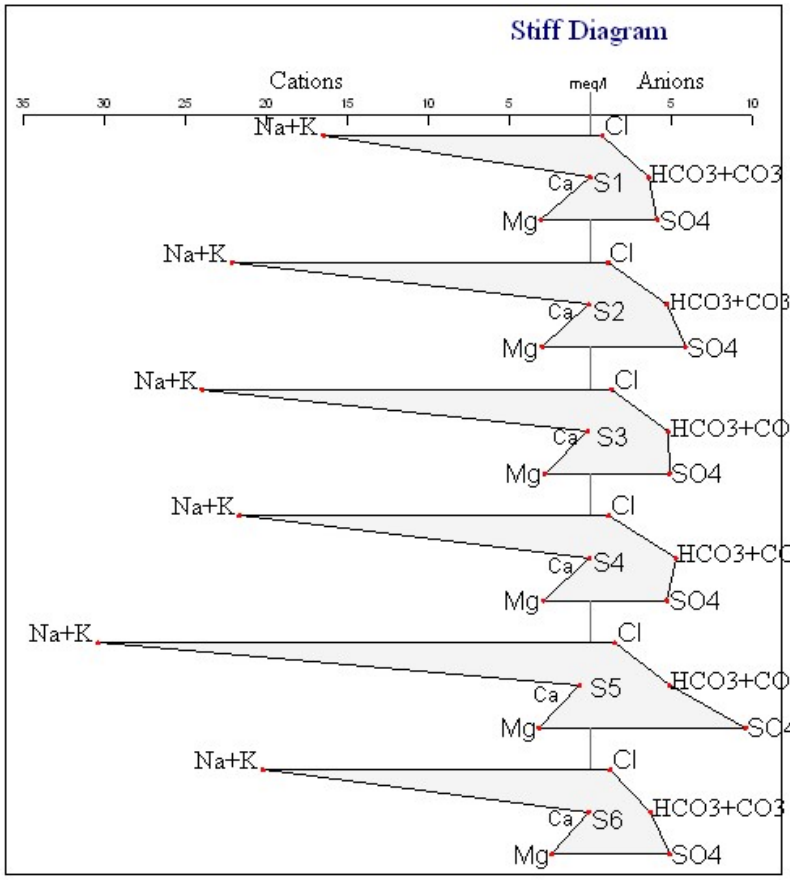
با توجه به نمودار پایپر (نمودار ۱) روندهای تکاملی آب‌های سطحی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری به شرح زیر است: کاهش یون سدیم نسبت به کلسیم و منیزیم در مسیر رودخانه، که این موضوع به خوبی در مثلث مربوط به کاتیون‌ها در نمودار پایپر مشاهده می‌شود. در مثلث آنیون‌ها یک کاهش سولفات و کلرور در مسیر رودخانه نسبت به بی‌کربنات مشاهده می‌شود.

ترکیب شیمیایی آب رودخانه در اکثر ایستگاه‌ها، بی کربناته کلسیک است. تنها در ایستگاه ۶ ترکیب شیمیایی آب بی کربناته منیزیک است. نتایج نشان داد که در رودخانه چهل‌چای ترتیب غلظت کاتیون‌ها: $Ca > Mg > Na+K$ و غلظت آنیون‌ها: $HCO_3 > Cl > SO_4$ است. همچنین نحوه توسعه تیپ و رخساره رودخانه توسعه انتقالی است. نمودار استیف برای نمونه‌های آب مورد مطالعه در نمودار ۲ نشان داده شده‌اند. با توجه به نمودار استیف، در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری پتاسیم و سدیم کاتیون‌های غالب و سولفات نیز آنیون غالب است. کمترین کاتیون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، کلسیم است.



نمودار ۱- نمودار پایپر میانگین نمونه‌های آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه چهل‌چای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]



نمودار ۲- نمودار استیف نمونه‌های آب رودخانه چهل‌چای

مطابق نمودار ویلکاکس ایستگاه‌های ۱ و ۶ (۳۳/۳۳ درصد ایستگاه‌ها) در کلاس S1-C2 (کمی شور – مناسب برای کشاورزی) قرار دارد و ۴ ایستگاه (۶۶/۶۷ درصد ایستگاه‌ها) (۲، ۳، ۴ و ۵) نیز در کلاس S1-C3 (شور - قابل استفاده برای کشاورزی) قرار دارد که این دو کلاس نشان از کیفیت خوب و قابل قبول بودن آب رودخانه چهل‌چای جهت استفاده در آبیاری است (جدول ۳).

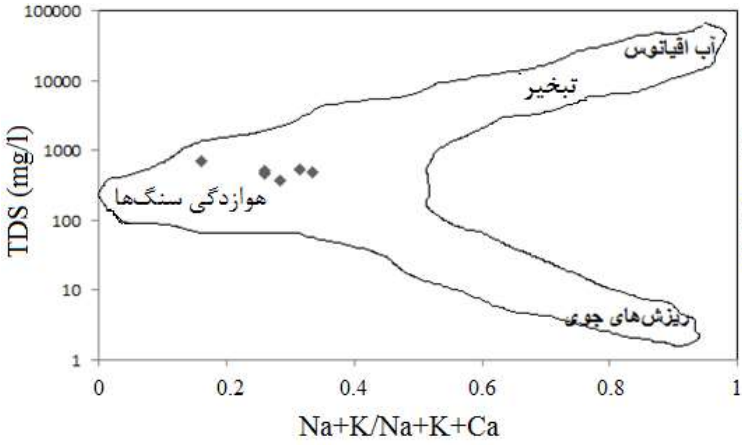
همانطورکه در نمودار گیبس قابل مشاهده است آب منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر سنگ بستر و زمین شناسی منطقه است که با توجه به جنس سازندها که بیشتر دولومیت آهکی است می‌توان گفت غلظت عناصر تحت تاثیر سنگ آهک است (نمودار ۳).

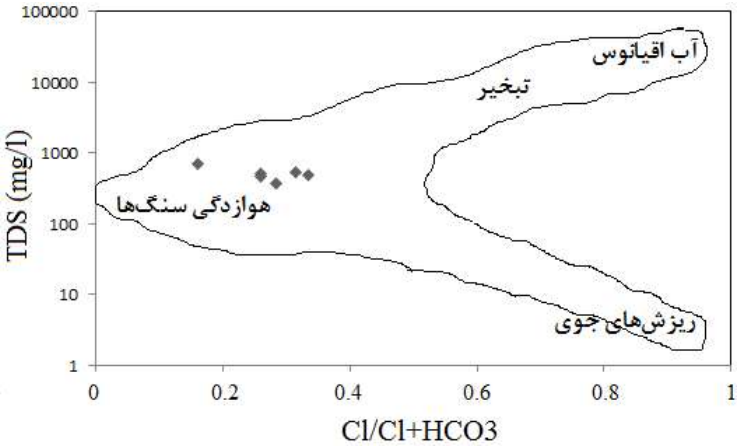
نمودار شولر با هدف شناخت منبع غلظت مواد محلول در آب سطحی منطقه مورد مطالعه ترسیم شد (نمودار ۴). ارزیابی نمودار شولر نشان داد خطوط ارتباطی غلظت یون‌ها (mg/L) در ناحیه Ca-Mg موازی نیستند که نشان می‌دهد آب از منابع نسبتا متفاوتی نشات گرفته است. در نمودار شولر، خطوط روی هم قرار نگرفته‌اند بلکه با فواصل متفاوت که نشان از غلظت‌های متفاوت یون‌ها است، در بالای هم قرار گرفته‌اند. با توجه به نمودار شولر مشخص شد که مقادیر سختی کل، کل مواد جامد محلول و بی‌کربنات آب رودخانه زیاد است. به طور کلی، نتایج نمودار شولر نشان داد وضعیت کیفی آب رودخانه چهل‌چای در منطقه قابل قبول است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

جدول ۳- کیفیت آب برای کشاورزی (آبیاری) از رودخانه چهل‌چای

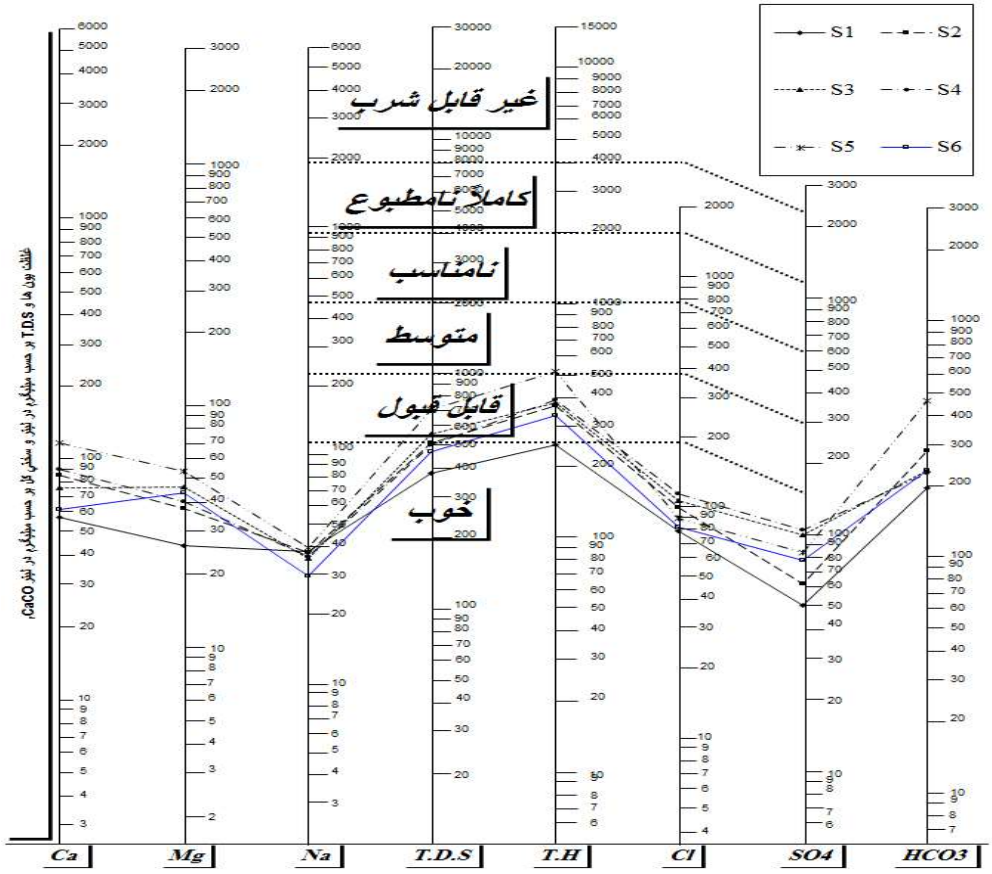
ایستگاه	هدایت الکتریکی	SAR	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
S1	۵۸۹	۱/۰۳	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
S2	۸۱۱	۰/۸۴	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
S3	۸۷۲	۰/۷۹	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
S4	۷۹۱	۰/۷۸	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
S5	۱۱۱۳	۰/۷۵	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
S6	۷۳۰	۰/۷	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی





نمودار ۳- نمودار گیبس برای ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه چهل‌چای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]



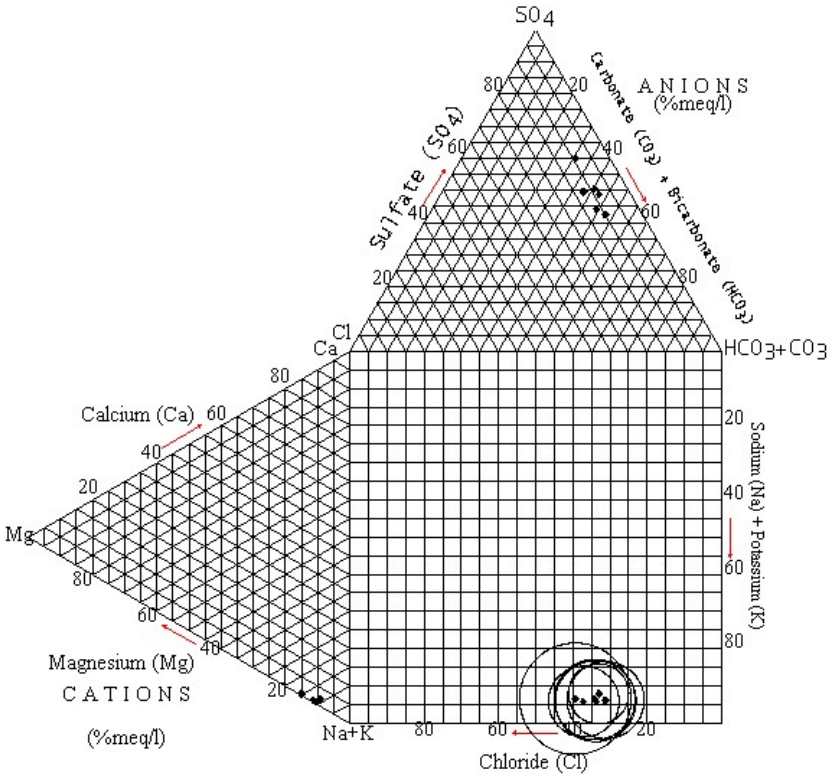
نمودار ۴- نمودار شولر برای ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

نمودار دورو بیان کننده تجمع داده‌ها در محدوده کاتیون‌های سدیم و پتاسیم است (نمودار ۵). از آنیون‌ها، بی‌کربنات بیشترین تجمع ایستگاه‌ها را در خود دارد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس‌ها نشان می‌دهد که در تمامی پارامترهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در حد ۱ درصد وجود دارد ($p>0/05$).

بحث

آلودگی‌های مختلف انتشار یافته در سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای مضرات زیست محیطی فراوانی بوده که مستقیما زندگی بشر را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از جمله این تاثیرات می‌توان به آلودگی آب شرب مصرفی و محصولات مختلف کشاورزی و مسمومیت‌های ناشی از استفاده آنها همچنین به از بین رفتن آبزیان بومی در سطح منطقه‌های مختلف اشاره کرد. ارزیابی کیفی آب رودخانه با توجه به اینکه آب‌های سطحی دارای کیفیت نامناسبی هستند و نیز انتخاب مناسب‌ترین روش پهنه‌بندی همواره مسئله‌ای مهم پیش روی مدیران بوده است. میزان pH آب‌های طبیعی بین ۴ الی ۱۰ است و حد مجاز آن برای آب‌های آشامیدنی طبق سازمان ملی استاندارد ۱۰۵۳ ایران ۶/۵ الی ۸/۵ است (۱۷) که میانگین pH در ایستگاه‌های مطالعاتی ۷/۶۲ به‌دست آمد. کمترین مقدار pH مربوط به ایستگاه ۵ در محدوده شهری و محل خروجی فاضلاب شهری است. نظر به ارتباط pH با میزان قلیائیت کربنات

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]



نمودار ۵- نمودار دورو برای ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

و بی‌کربنات، می‌توان نتیجه گرفت که آب این رودخانه از آب‌های کربناتی بوده و شرایط بافری این املاح مانع تغییرات شدید pH آب در اثر عامل‌های خارجی می‌شود (۱۸). هدایت الکتریکی در مقادیر بالا نشان دهنده شوری آب است و آب شور از جنبه‌های مختلفی مانند آبیاری زمین‌های کشاورزی، حیات موجودات آبزی و صنعت دارای محدودیت است. میانگین هدایت الکتریکی در رودخانه مطالعاتی ۸۱۷/۲ µS/cm است. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به ایستگاه ۵ است که به دلیل ورود فاضلاب خانگی و شهری شهر مینودشت در این ایستگاه است. غلظت سدیم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه چهل‌چای از ۲۹/۲ mg/L الی ۳۸/۸ است. WHO (۱۹) و سازمان ملی استاندارد ایران حد مجاز سدیم را برای شرب، ۲۰۰ mg/L پیشنهاد نمودند. بنابراین ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه چهل‌چای دارای مقادیر پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده برای سدیم، جهت اهداف آشامیدنی هستند. میانگین غلظت پتاسیم (۴/۳۶ mg/L) در این رودخانه بسیار کم است، که علت آن فقدان سنگ‌های حاوی پتاسیم در لیتولوژی منطقه و یا نبود منابع انسانی برای این عنصر است (۲۰). بیشترین مقدار غلظت پتاسیم مربوط به ایستگاه ۵ بوده که در محدوده شهر مینودشت واقع شده و دلیل آن نیز ورود فاضلاب شهری به داخل این ایستگاه از رودخانه چهل‌چای است. کلسیم در آب‌های طبیعی می‌تواند ناشی از انحلال کربنات کلسیم، دولومیت،

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

ژیپس و فرایند تبادل یونی و فعالیت‌های انسانی باشد (۲۱). موسسه استاندارد ایران حد مطلوب کلسیم برای آب آشامیدنی را ۳۰۰ mg/L ذکر کرده است. میانگین غلظت کلسیم در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۸۰/۸ mg/L است. بنابراین تمام مقادیر کلسیم از ایستگاه‌های رودخانه چهل‌چای پایین‌تر از حد مجاز تعیین شده برای آب شرب است. بیشترین مقدار کلسیم مشاهده شده در ایستگاه ۵ در محدوده شهری بوده است، که آن هم به دلیل ورود فاضلاب به این بخش از رودخانه است. Tanrıverdi و همکاران (۲۲) مطالعه‌ای بر کیفیت آب‌های سطحی در حوضه رودخانه جیحان در کشور ترکیه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره مورد مطالعه قرار دادند، نتایج نشان داد که ایستگاه‌هایی که در محدوده خروجی فاضلاب شهری واقع شده‌اند، غلظت یون‌هایی از جمله کلسیم، سدیم و کلراید افزایش می‌یابد. میانگین غلظت منیزیم در رودخانه مورد مطالعه ۴۰/۱ mg/L است. موسسه استاندارد ایران حد مطلوب غلظت منیزیم برای آب آشامیدنی را ۳۰ mg/L ذکر نموده‌اند. بیشترین مقدار منیزیم مربوط به ایستگاه ۲ است که به علت انحلال کانی‌های کربناته از جمله دولومیت و آهک‌های دولومیتی سازند خوش ییلاق است. مهمترین منابع ورود یون کلراید به آب مانند انحلال هالیت، تبادل یونی و فعالیت‌های انسانی (فاضلاب‌های خانگی و رواناب‌های شهری و پساب‌های کشاورزی) است (۲۳). میانگین غلظت یون کلراید ۹۵/۵ mg/L است. WHO (۱۹) حد مجاز یون کلرور برای آشامیدن را ۲۵۰ mg/L ذکر کرده‌اند، بنابراین میزان آن در رودخانه چهل‌چای پایین‌تر از حد مجاز برای مصرف شرب است. کمترین غلظت یون کلرور مربوط به ایستگاه ۲ است که به دلیل ورود آبراهه‌های دارای آب با کیفیت مناسب‌تر در اطراف این ایستگاه است. وجود کاربری‌های متفاوت مانند کشاورزی، توریسم و خروجی فاضلاب شهری باعث شده محدوده تغییرات کیفیت آب رودخانه تا مرز آلوده پیش برود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشتر متغیرهای شیمیایی سنجش کیفیت آب سطحی رودخانه از بالا دست به پایین‌دست روند افزایشی داشته‌اند که این خود سبب کاهش کیفیت آب رودخانه و افزایش املاح باقیمانده و مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب رودخانه شده است که می‌تواند خطری برای منابع آب سطحی و مصارف پایین‌دست شامل کشاورزی و شرب باشد. همچنین روند نسبت جذب سدیم که عامل مهم در طبقه بندی آب کشاورزی است نیز نشان‌دهنده افزایش مقدار آن و در نتیجه کاهش کیفیت آب است.

با توجه به واحدهای زمین‌شناسی در محدوده رودخانه چهل‌چای که بیشتر شامل آهک، دولومیت، ماسه‌سنگ، شیل و مقداری واحدهای تبخیری است، غلظت یون کلرور در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه چهل‌چای پایین است. میانگین غلظت بی‌کربنات در ایستگاه‌های مطالعاتی ۲۷۰/۵ mg/L است. مقدار غلظت بی‌کربنات در ایستگاه ۵ در محدوده شهر، با ورود فاضلاب شهری و خانگی شهر مینودشت افزایش نسبی می‌یابد. سولفات یکی از یون‌های اصلی در آب‌های سطحی و زیرزمینی است. منابع اصلی ورود سولفات به آب‌های سطحی، انحلال ترکیبات حاوی سولفات از جمله رسوب سولفات جو، ژیپس، فاضلاب شهری و صنعتی و رواناب‌های کشاورزی است (۲۴). میانگین غلظت یون سولفات در ایستگاه‌های مطالعاتی ۷۹/۷ mg/L است. WHO (۱۹) حد مجاز یون سولفات را برای شرب، ۲۵۰ mg/L پیشنهاد داده است. بنابراین تمام ایستگاه‌های مورد بررسی از رودخانه چهل‌چای پایین‌تر از حد مجاز هستند. افزایش غلظت سولفات در رودخانه چهل‌چای می‌تواند تحت تاثیر فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی و شهری دانست. مطالعه‌ای بر کیفیت آب رودخانه چهل‌چای در پایین دست شهر گنبد کاووس نشان داد که خروجی فاضلاب‌های شهر گنبدکاووس از عوامل مهم در افزایش غلظت یون سولفات است (۲۵).

مهمترین منابع انسانی تاثیرگذار بر ترکیبات شیمیایی آب رودخانه، رواناب کشاورزی و فاضلاب شهری و روستایی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

هستند (۲۶). برای تعیین و ارزیابی فرایندهای کنترل کننده ترکیب شیمیایی آب در این مطالعه از مدل‌های گیبس و تعیین تیپ و رخساره هیدروشیمیایی آب استفاده شد. براساس محاسبه نمودار گیبس و با توجه به کل مواد جامد محلول نمونه‌های آب در ایستگاه‌های مطالعاتی در بخش هوازدگی سنگ این نمودار قرار می‌گیرند که نشان‌دهنده رابطه برهم‌کنشی آب-سنگ و غالب بودن فرایند انحلال در کنترل ترکیب شیمیایی آب رودخانه چهل‌چای است. برای تشخیص تیپ و رخساره آب رودخانه از نمودار پایپر که مشخصات آب را بر حسب غلظت نسبی یون‌ها و کاتیون‌ها نشان می‌دهد، استفاده شد (۲۷). همچنین نمودار درووو، نمودار تکمیل شده نمودار پایپر است که در تفسیر شیمیایی و تعیین رخساره هیدروشیمیایی آب نقش مهمی را ایفا می‌کند. براساس قسمت مربع شکل نمودار درووو رخساره آب رودخانه چهل‌چای شامل سدیم-پتاسیم و بی‌کربنات است. تغییرات تیپ و رخساره و توالی آنیون و کانیون‌ها از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول رودخانه چهل‌چای اندازه گیری شد که ترکیب شیمیایی آب رودخانه در اکثر ایستگاه‌ها، بی‌کربناته کلسیک است. تنها در ایستگاه ۶ ترکیب شیمیایی آب بی‌کربناته منیزیک است. وجود سازندهای روته، خوش ییلاق و چمن‌بید باعث شده که تیپ و رخساره آب در اکثر ایستگاه‌ها، از نوع بی‌کربنات کلسیک باشد. از نمودار استیف می‌توان آب‌های با ترکیب شیمیایی و منشاهای مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد (۲۸). نمودار استیف برای نمونه‌های آب مورد مطالعه در نمودار ۲ نشان داده شده‌اند. با توجه به نمودار استیف، در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری پتاسیم و سدیم کاتیون‌های غالب و سولفات نیز آنیون غالب است. کمترین کاتیون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، کلسیم است. دلیل آن نیز به علت رخنمون سازندهای روته، خوش ییلاق، چمن‌بید و مزدوران است که حاوی آهک و آهک‌های دولومیتی هستند. آب‌های سطحی منبع مهم برای مصارف کشاورزی هستند. مهمترین فاکتور تعیین کننده برای کشاورزی، درصد سدیم و نسبت جذب سدیم هستند (۲۹). روش طبقه‌بندی ویلکاکس و استفاده از نمودار آن یکی از مهمترین روش‌ها برای کلاسه‌بندی آب برای مصارف کشاورزی است. مطابق نمودار ویلکاکس ایستگاه‌های ۱ و ۶ در کلاس S1-C2 (کمی شور – مناسب برای کشاورزی) قرار دارد و ۴ ایستگاه (۲، ۳، ۴ و ۵) نیز در کلاس S1-C3 (شور - قابل استفاده برای کشاورزی) قرار دارد که این دو کلاس نشان از کیفیت خوب و قابل قبول بودن آب رودخانه چهل‌چای جهت استفاده در آبیاری است (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که مدل‌های مورد استفاده به خوبی می‌توانند کیفیت آب رودخانه چهل‌چای را ارزیابی نمایند. دلیل وجود آب با کیفیت مناسب رودخانه مورد مطالعه شامل وجود کانی‌های دولومیت و نیز عدم وجود کارخانه‌ها و فاضلاب‌های خانگی در محدوده رودخانه و استفاده بهینه مردم منطقه از منابع آب است. پیشنهاد می‌گردد در جهت استفاده آب منطقه نهایت برنامه‌ریزی صورت گیرد تا بتوان در جهت استفاده از آب منطقه در سال‌های متمادی مشکلی در جهت کمبود آب و کیفیت منطقه رخ ندهد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پروژه با عنوان "بررسی عوامل زیستی و غیر زیستی از رودخانه چهل‌چای مینودشت" در مقطع کارشناسی در سال ۱۳۹۸ و شماره پیگیری ۳۹۸۳۴۲ است که در دانشگاه گنبد کاووس اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

References

1. Khadam IM, Kaluarachchi JJ. Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology. 2006;330(1-2):354-67.
2. Elshorbagy A, Ormsbee L. Object-oriented modeling approach to surface water quality management. Environmental Modelling & Software. 2006;21(5):689-98.
3. Bashari L, Mahmoudi Qarai MH, Mosavi Harami R, Alizadeh A. Hydrochemical and water quality study of rivers leading to Gorgan Bay. 8th Conference of Iranian Society of Engineering Geology and Environment; 2013; Tehran (in Persian).
4. Ghasemi Dehnavi A, Sarikhani R, Hosseini H, Ahmadinejad Z, Ebrahimi B. evaluation qualitative and quantitative surface water using statistical analysis in Azna Lorestan River. Journal of Environment and Water Engineering. 2016;2(4):306-21 (in Persian).
5. Khadempour F, Shahidi A. Surface water quality assessment using CWQI method and Aquachem software (Case Study, Qain River, South Khorasan). Journal of Environmental Health Research. 2017;3(3):180-86 (in Persian).
6. Heydarizad M, Mohammadzadeh H. patial and Seasonal Study of Hydrogeochemical Changes and Investigation of Factors Affecting Water Quality of Kardeh River (North of Mashhad). Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology). 2012;26(5):1161-70 (in Persian).
7. Hosseinzadeh A, Rahimi N, Rahmani A, Ezati L. Evaluation of the quality of right bank of Sarouk Takab River based on Wilcox index and its zoning by GIS in 2011. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2013;23(103):77-87 (in Persian).
8. Qishlaqi A, Kordian S, Parsaie A. Hydrochemical evaluation of river water quality—a case study. Applied Water Science. 2017;7(5):2337-42.
9. Zhang W, Ma L, Abuduwaili J, Ge Y, Issanova G, Saparov G. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan. Environmental Monitoring and Assessment. 2019;191(572).
10. Jiang Y, Gui H, Yu H, Wang M, Fang H , Wang C, Chen C, Zhang Y, Huang Y. Hydrochemical characteristics and water quality evaluation of rivers in different regions of cities: A case study of Suzhou City in Northern Anhui Province, China. Water. 2020;12(950).
11. Ravanab Consulting Engineers Company. Position of water and water department of the ministry of energy in the ninth government, the effects and measures of drought. Tehran: The President's Report, Appendix to the Specialized Quarterly of Government Letter. 2005 (in Persian).
12. Gibbs RJ. Mechanisms controlling world water chemistry. Science. 1970;170(3962):1088-90.
13. Durov SA. 1948. Natural waters and graphic representation of their composition. Doklady Akademii Nauk SSSR. 1948;59:87-90.
14. Schoeller H. Geochemistry of Groundwater. In: Groundwater studies: An international guide for research and practice. Brown RH, Konoplyantsev AA, Ineson J, Kovalevsky VS, editors. Paris, France: UNESCO; 1977.
15. Wilcox L. Classification and use of irrigation waters. Washingtion DC: US Department of Agriculture; 1955.
16. Piper AM. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Eos, Transactions American Geophysical Union. 1944;25(6):914-28.
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Drinking water -Physical and chemical specifications, ISIRI 1053. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2011.
18. Aazami J, KianiMehr N, Zamani A, Abdolahi Z, Zarein M, Jafari N. Water quality assessment of Ghezelozan River in Zanjan Province using NSFWQI, IRWQI and Liou. Journal of Environmental Health Engineering. 2019;6(4):385-400 (in Persian).
19. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 1993.
20. Gaofeng Z, Yonghong S, Chunlin H, Qi F, Zhiguang L. Hydrogeochemical processes in the groundwater environment of Heihe River Basin, northwest China. Environmental Earth Sciences. 2010;60(1):139-53.
21. Singh CK, Rina K, Singh RP, Mukherjee S. Geochemical characterization and heavy metal contamination of groundwater in Satluj River Basin. Envi-

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

ronmental Earth Sciences. 2014;71(1):201-16.
22. Tanrıverdi Ç, Alp A, Demirkıran AR, Üçkardeş F. Assessment of surface water quality of the Ceyhan River basin, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment. 2010;167(1-4):175-84.
23. Tziritis E, Skordas K, Kelepertsis A. The use of hydrogeochemical analyses and multivariate statistics for the characterization of groundwater resources in a complex aquifer system. A case study in Amyros River basin, Thessaly, central Greece. Environmental Earth Sciences. 2016;75(4):339.
24. Li X-D, Liu C-Q, Liu X-L, Bao L-R. Identification of dissolved sulfate sources and the role of sulfuric acid in carbonate weathering using dual-isotopic data from the Jialing River, Southwest China. Journal of Asian Earth Sciences. 2011;42(3):370-80.
25. Teymori A, Kabli A, Islami A. Evaluation of Qualitative and Hydrochemical of Chelchai River. 8th Conference of Iranian Society of Engineering Geology and Environment; 2013 (in Persian).
26. Gholizadeh M, Alinejad M. Assessment of spatial variability of some parameters affecting three water quality of Zarin Gol River in Golestan Province. Environmental Sciences. 2018;16(1):111-26.
27. Güler C, Thyne GD, McCray JE, Turner KA. Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data. Hydrogeology Journal. 2002;10(4):455-74.
28. Eby GN. Principles of Environmental Geochemistry. Illinois: Waveland Press; 2016.
29. Srinivasamoorthy K, Gopinath M, Chidambaram S, Vasanthavigar M, Sarma V. Hydrochemical characterization and quality appraisal of groundwater from Pungar sub basin, Tamilnadu, India. Journal of King Saud University-Science. 2014;26(1):37-52.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Hydrochemical assessment of Chehelchai river water, Golestan province for drinking and agricultural purposes

Mohammad Gholizadeh*, Mohammad Zibaei
Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 June 2020
Revised: 31 August 2020
Accepted: 2 September 2020
Published: 21 September 2020

Keywords: Water quality assessment, Hydrochemistry, Chehelchai river

***Corresponding Author:**
Gholizade_Mohammad@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Surface water is usually highly variable in chemical composition due to contact with different geological formationsand other surface and groundwater resources. Knowledge on water quality and the impact of human activities are particularly important for sustainable management and planning of water resources. The aim of this study was to investigate the physicochemical and hydrochemical quality of Chehelchai river water in Golestan province.

Materials and Methods: In this study, 6 sampling stations were selected based on standard criteria including land use type, accessibility and standard distributions along the river in 2018. 10 river water quality parameters including pH, electrical conductivity, total soluble solids, sulfate, chloride, bicarbonate, sodium, potassium, calcium and magnesium - were measured according to standard methods for one year period. Piper, Schuler, Durov, Wilcox and Gibbs diagrams were applied for hydrochemical analysis using RockWorks.17 software. Statistical analysis was performed using one-way ANOVA.

Results: Results indicated the abundance of major ions was found in the order of $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$ and $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+} > K^+$. The river water type was predominantly determined as calcic bicarbonate. The findings revealed that the water of the study area is acceptable for drinking purpose based on Schuler diagram and also appropriate for agricultural uses considering Wilcox diagram (80% of the samples in class S1-C3 (saline - usable for agriculture)) and the average sodium uptake ratio (0.79).

Conclusion: The presence of dolomite ores, the absence of factories and domestic sewage and adhering to hygiene regulations by the residents, are the main reasons which have increased the quality of Chehelchai river water.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Zibaei M. Hydrochemical assessment of Chehelchai river water, Golestan province for drinking and agricultural purposes. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(2):283-98.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-13]