نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال یازدهم شماره چهل و چهار. تابستان۱۴۰۰

ارزیابی کیفیت آب رودخانه آجی‌چای (دشت تبریز) براساس شاخص‌های کیفی مصارف ویژه

زینب پاشازاده لاله[۱]، هادی جعفری[۲*]، عبدالرضا واعظی هیر[۳]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۵/۲۶

مقاله پژوهشی

چکیده

آجی‌چای یکی از بزرگترین رودخانه‌های دائمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد. این رودخانه در طول مسیر خود به ویژه در محدوده شهر تبریز تحت تاثیر منابع آلاینده مختلفی قرار گرفته که باعث کاهش کیفیت آن می‌شود. در این تحقیق به منظور بررسی کیفی آب این رودخانه با استفاده از شاخص‌های مختلف کیفی مصارف ویژه (خاص)، تعداد ۱۶ ایستگاه نمونه-برداری در طول مسیر رودخانه تعیین و طی دو فصل تر (اردیبهشت ماه ۹۵) و خشک (شهریور ماه ۹۵) نمونه‌برداری انجام شد. پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل اسیدیته (pH)، دما (T)، کدورت (Turbidity)، هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات محلول و معلق (TS)، کل جامدات محلول (TDS)، یون‌های اصلی (سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات، بی کربنات) و فرعی (نیترات و فسفات)، پارامترهای اکسیژن محلول (DO)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) و اکسیژن‌خواهی بیولوژیک (BOD) و پارامترهای بیولوژیکی شامل کلی‌فرم کل (T.C) و کلی‌فرم‌های مدفوعی (F.C) اندازه‌گیری شد. مطابق نتایج به دست آمده مقادیر متوسط برخی از پارامترها از حد مجاز آب آشامیدنی ایران بالاتر می‌باشد. ارزیابی کیفی رودخانه آجی‌چای با استفاده از شاخص آلودگی رودخانه (RPI)، شاخص اورگان (OWQI)، شاخص سید (Said)، شاخص دینیوس (Dinius) و روش وزن دهی حسابی (شاخص کیفیت آب WQI) نشان‌دهنده وضعیت خیلی بد رودخانه در اکثر ایستگاه‌ها به‌خصوص قسمت‌های میانی آن در محدوده شهر تبریز در اثر ورود آلاینده‌ها به آن می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیق شاخص سید، شاخص دینیوس و شاخص وزن‌دهی حسابی به‌دلیل توانایی در نشان دادن روند تغییرات کیفی، شاخص‌های مناسب در ارزیابی کیفی رودخانه آجی‌چای جهت مصارف ویژه و بنابراین مدیریت کیفی آن معرفی می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه آجی‌چای، شاخص آلودگی رودخانه، شاخص دینیوس، شاخص سید، وزن دهی حسابی.

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست محیطی، دانشگاه صنعتی شاهرود. Emil: z.pashazadeh.1998@gmail.com
[۲*] دانشیار هیدروژئولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود. ایمیل h_jafari@shahroodut.ac.ir
[۳*] دانشیار هیدروژئولوژی، دانشکده علوم، دانشگاه تبریز. Email: vaezihir@yahoo.com

مقدمه

کمبود آب بر اثر برداشت‌های بی‌رویه و یا آلودگی آن در اثر تخلیه فاضلاب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری از مهم‌ترین چالش‌های زمان حال بوده که افزایش جمعیت باعث تشدید آن می‌شود. در این میان آب‌های سطحی بیشتر از آب‌های زیرزمینی مورد آلودگی قرار می‌گیرند. برای ارزیابی و پایش کیفیت آب‌های سطحی روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها، شاخص‌های کیفی آب می‌باشد. هدف شاخص‌های کیفی این است که ارزش واحدی به کیفیت آب از یک منبع مشخص می‌دهد، به طوری که با لیست کردن ترکیبات و غلظت موجود در نمونه آب، کیفیت آن را به یک ارزش واحد تفسیر می‌کند. شاخص‌های کیفی آب انواع مختلفی دارند که هر کدام نتایج متفاوتی را بیان می‌کنند. تفاوت در نتایج شاخص‌های کیفی آب به دلیل انواع پارامترهای مختلف به کار برده شده و تعداد این پارامترها و نیز وزن‌های در نظر گرفته شده برای هر پارامتر و همچنین شیوه محاسباتی آنها است. تنها راه قضاوت در مورد مناسب بودن یا نبودن یک شاخص می‌تواند با توجه به اطلاعات تکمیلی، اعتبار اندازه‌گیری‌ها، شفافیت محاسبه آنها، ارتباط پارامترهای کلیدی و مقایسه نتایج آنها باشد (Abbasi, 2012).

شاخص‌های کیفی آب‌های سطحی در بسیاری از کشورها برای ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت منابع آبی به منظورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. برای مثال در ایران مطالعه‌ای به منظور بررسی وضعیت کیفی بخشی از آب رودخانه اترک واقع در استان گلستان با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI، BCWQI و شاخص مدیریتی سید انجام گرفت (مفتاح هلقی، ۱۳۹۰). این مطالعه نشان داد ایستگاه‌های بالادست رودخانه از نظر کیفی در وضعیت خوبی قرار داشته و ایستگاه‌های پایین-دست در شرایط متوسط تا بد قرار دارند. در طبقه‌بندی رودخانه جراحی با استفاده از شاخص کیفی دینیوس (الباجی و همکاران، ۱۳۹۳)، کیفیت آب این رودخانه برای مصارف مختلف مثل استفاده شرب نیاز به تصفیه پیشرفته و برای استفاده تفریحی نیاز به کنترل مداوم باکتریایی، برای پرورش ماهی‌های حساس مانند قزل‌آلا مشکوک و برای صنایع حساس نیاز به تصفیه تشخیص داده شد. برای صنایع معمولی، آبیاری محصولات کشاورزی و رفع شوری نیز الزام به کاهش برخی پارامترهای آب نظیر هدایت الکتریکی گردید. در سایر نقاط دنیا نیز مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه درو (رود مشترک پرتغال و اسپانیا) جهت تأمین آب شرب کشور پرتغال از شاخص عمومی اصلاح شده آب اسکاتلند استفاده شد (Bordalo et al., 2006). این مطالعه طی دو فصل تر و خشک انجام گرفت. نتایج نشان داد آب دریافت شده از اسپانیا به دلیل تخلیه پساب‌های صنعتی دارای کیفیت پایینی بوده و آب رودخانه در طی دوره تر خطر بالقوه برای سلامتی داشته و نیاز به تصفیه پیشرفته دارد. در این مطالعه شاخص کیفی آب به عنوان مقیاس عددی برای ارزیابی کیفیت آب که به راحتی توسط مدیران قابل درک می‌باشد، معرفی گردید (Bordalo et al., 2006). مطالعه‌ای که برای ارزیابی کیفیت کانال آب در ریاض (عربستان سعودی) واقع در منطقه وادی الحنیفه با در نظر گرفتن ۲۹ پارامتر کیفی و با استفاده از شاخص‌های WQI، شاخص آلودگی نمرو (NPI) و درصد سدیم انجام گرفت، نشان داد که بر اساس شاخص WQI در اکثر مکان‌های نمونه‌برداری شده به دلیل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی واقع در طول مسیر کانال، آب آلوده بوده و بر اساس شاخص نمرو نیز ۵٪ از نمونه‌های آب در رده خوب، ۳۷٪ کمی آلوده، ۵۷٪ آلودگی متوسط و ۱٪ از نمونه‌های آب در رده به شدت آلوده قرار دارند. همچنین در این مطالعه شاخص کیفیت آب (WQI) یک ابزار ارزشمند برای نظارت و مدیریت زیست‌محیطی آلودگی آب بیان گردید(Al-Othman, 2015). کیفیت آب رودخانه یامونا و دریاچه ساگار در هند و سد تاحتالی در ترکیه با استفاده از توسعه شاخص کل آلودگی (OPI) بررسی شد. طبق ارزیابی صورت گرفته، آب رودخانه یامونا در رده خوب و قابل قبول، کیفیت آب سد تاحتالی در رده نسبتاً خوب و کیفیت آب دریاچه ساگار در رده متوسط طبقه‌بندی گردید. در این مطالعه

شاخص کل آلودگی به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای مدیران کیفیت آب پیشنهاد شد (Singh et al., 2015). از بررسی پایداری کیفیت آب با ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی در شمال غربی آفریقای جنوبی و طبقه‌بندی کیفیت آن به سه دسته ضعیف، متوسط و خوب، محققان WQIرا جهت رتبه‌بندی آسان و قابل فهم از کیفیت آب بر اساس مقیاس رتبه‌بندی از صفر تا صد و با وزن‌دهی متفاوت به چندین پارامتر مناسب دانستند (Wanda et al., 2015). مطالعه کیفیت سه سد موجود بر روی رودخانه یلو واقع در شرق چین و سه مخزن موجود در کوه‌های اطراف با استفاده از WQI و در نظر گرفتن نه پارامتر کیفی طی شش سال نمونه‌برداری فصلی نیز نشان داد که آلودگی اصلی هر پنج محل به دلیل وجود جیوه به خاطر سوزاندن زغال سنگ و آلودگی فسفات و سولفات به ترتیب به خاطر رواناب سطحی و رسوب جوی می‌باشد (Hou et al, 2015). ارزیابی کیفیت آب رودخانه دونگجیانگ با شاخص‌های کیفی در جنوب چین طی دو فصل تر و خشک نشان داد که این رودخانه در قسمت‌های بالادست دارای کیفیت عالی بوده و به تدریج به سمت پایین دست به دلیل عوامل انسانزاد (افزایش جمعیت، صنعت و مقادیر بالای فاضلاب شهری) کیفیت تخریب شده و در رده متوسط قرار می‌گیرد(Sun et al., 2016). مطالعه دیگری با استفاده از شاخص WQI بر کیفیت رودخانه الغراف (یکی از شاخه‌های فرعی رود دجله) در جنوب عراق با در نظر گرفتن ۱۱ پارامتر کیفیت آب انجام گرفت. محاسبه WQI در این مطالعه به دلیل کدورت بالای رودخانه در دو حالت (با در نظر گرفتن کدورت و بدون درنظر داشتن آن) انجام شد. نتایج نشان داد در هر دو روش محاسبه کیفیت رودخانه در تمام طول آن پایین بوده و لذا برای استفاده شرب نامناسب می‌باشد Ewaid & (Abed, 2017). رودخانه ماهانادا (Mahananda) واقع در هند و بنگلادش با هدف ارزیابی کیفی برای مقاصد شرب، کشاورزی و صنعتی با استفاده از شاخص کیفیت آب مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس شاخص WQI از بین ۱۴ ایستگاه نمونه‌برداری ۲ ایستگاه در رده بد و دو ایستگاه در رده بسیار بد قرار گرفتند و بقیه ایستگاه ها در رده خوب تا عالی قرار داشتند. PH در برخی ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز بود و از لحاظ کشاورزی به‌جز دو ایستگاه که در رده C_2S_1 قرار داشتند، بقیه در رده C_1S_1 قرار گرفتند. کیفیت آب رودخانه برای استفاده صنعتی خورنده تا بسیارخورنده رده‌بندی شد (Shil et al., 2019). براساس شاخص WQI کیفیت رودخانه لوانه (Luanhe) در شمال چین و رودهای بالادست آن در رده بد تا عالی تقسیم‌بندی گردید. مقادیر شاخص در فصل تر نسبت به فصل خشک بالاتر بود که نشان‌دهنده تاثیر رواناب‌های فصل تر بر رقیق‌شدن غلظت آلاینده‌ها و بهبود کیفیت رودخانه بود. در این منطقه کیفیت آب به‌طور عمده تحت تأثیر آلاینده‌های آلی و غیر آلی قرار داشت و کشاورزی عامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه ذکر شد(Tian et al., 2019). جمع‌بندی مطالعات پیشین در خصوص شاخص‌های کیفی، تفاوت عمده آنها در سبک ادغام آماری و تفسیر مقادیر پارامترها را نشان می‌دهد.(Lumb et al., 2011) مقایسه شاخص‌های کیفی آب با در نظر گرفتن مزایا و معایب آنها بیانگر هدف آنها دراختصاص یک ارزش واحد کیفیت آب به منابع مختلف، همراه با کاهش هر چه بیشتر تعداد پارامترهای اندازه‌گیری شده می‌باشد. به بیان ساده‌تر این شاخص‌ها ضمن تفسیر راحت‌تر داده‌های کیفی، نظارت بهتر بر کیفیت آب و بنابراین مدیریت آنها را امکانپذیر می‌نمایند (Tyagi et al., 2013)

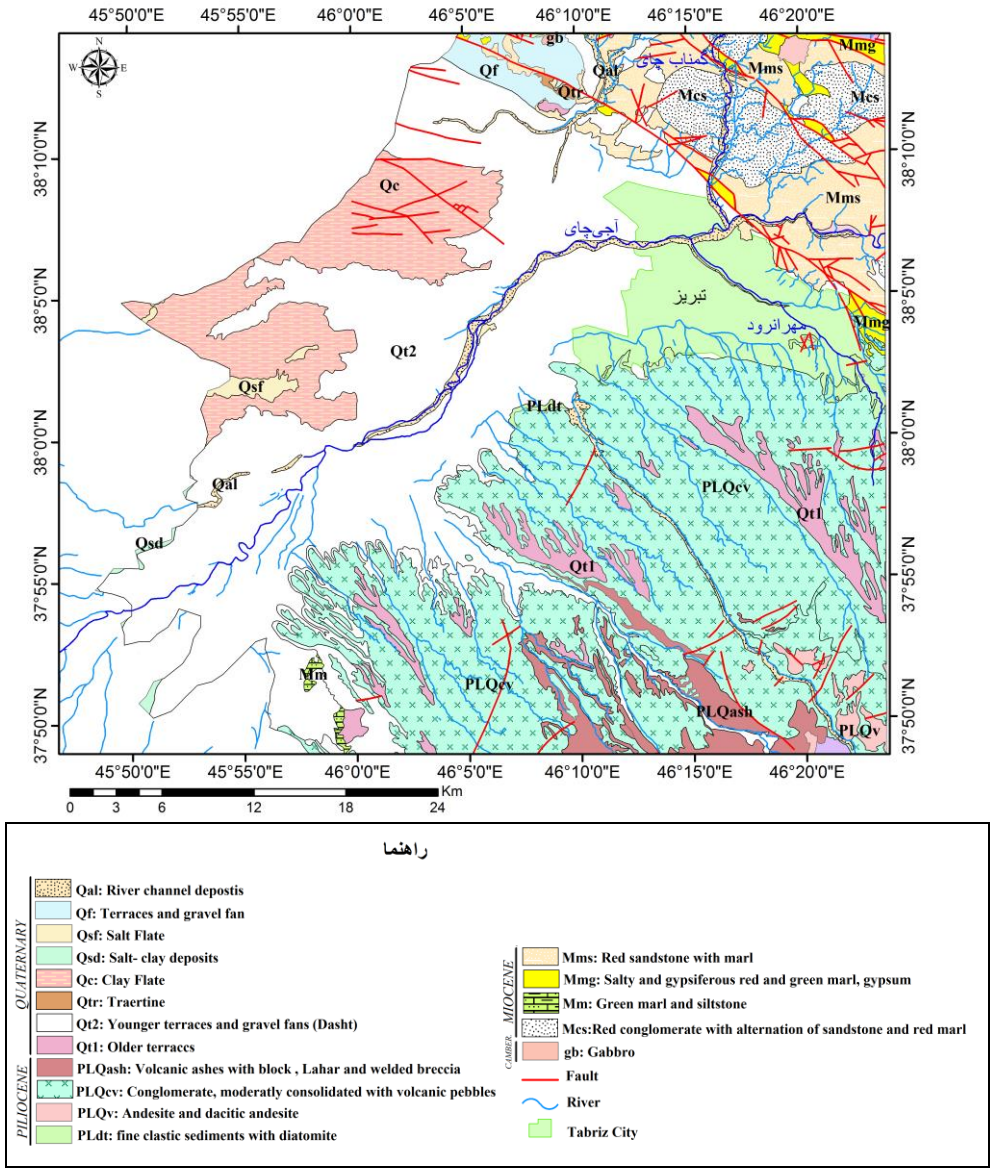
رودخانه آجی‌چای از رودخانه‌های مهم استان آذربایجان شرقی و در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده که با گذر از سازند قرمز فوقانی، شوری (املاح) و کدورت آن بیشتر شده و در طول مسیر خود در دشت تبریز همواره توسط منابع مختلف صنعتی، کشاورزی، مسکونی و شهری آلوده می‌شود. مدیریت کیفی این رودخانه مهم ضروری بوده، بنابراین هدف از مطالعه حاضر ارزیابی کیفیت رودخانه آجی‌چای در محدوده دشت تبریز با بکارگیری

شاخص‌های کیفی مصارف ویژه جهت کمک به برنامه-ریزی‌های آتی در حفاظت از این منبع آبی ارزشمند در حوضه دریاچه ارومیه می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز آجی‌چای یکی از مهم‌ترین زیرحوضه‌های دریاچه ارومیه می‌باشد که در میان ارتفاعات بزگوش، سبلان و سهند بین طول‌های جغرافیایی شرقی ´۲۴ °۴۵ تا ´۵۳ °۴۷ و عرض‌های جغرافیایی شمالی ´۳۳ °۳۷ تا ´۳۰ °۳۸ با حداقل ارتفاع ۱۲۸۰ متر در محل ورود به دریاچه ارومیه و حداکثر ارتفاع ۳۸۸۲ متر در ارتفاعات سبلان واقع گردیده است. طول رودخانه آجی‌چای ۲۷۶ کیلومتر بوده که حدود ۶۰ کیلومتر آن در دشت تبریز جاری می-باشد (مشاور قدس نیرو، ۱۳۸۵). مهران‌رود و گمناب‌چای از سرشاخه‌های اصلی آجی‌چای در محدوده دشت تبریز می‌باشد (شکل ۱). رودخانه آجی‌چای مهمترین منبع آب تأمین‌کننده مصارف کشاورزی در این منطقه می‌باشد.

با توجه به داده‌های ایستگاه سنوپتیک تبریز طی دوره ۳۰ ساله (۱۳۶۴-۱۳۹۴) منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه خشک - خشک سرد بوده و متوسط دما و بارندگی سالانه آن به ترتیب ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد و ۲۴۵/۵ میلی‌متر می‌باشد. سازندهای متعلق به دوره میوسن (سازند قرمز فوقانی) در شمال شرقی منطقه مورد مطالعه و واحدهای سنگی پلیوسن در دامنه ارتفاعات جنوبی دشت و نهشته‌های کواترنر که به شکل اراضی تپه ماهور با رسوبات تراسی و مخروط افکنه هستند، پهنه اصلی دشت تبریز را می‌پوشاند (شکل ۱).



شکل(۱): واحدهای زمین‌شناسی رخنمون یافته در حوضه رودخانه آجی‌چای و سرشاخه‌های ورودی به آن (مهرانرود و گمناب‌چای) در محدوده دشت تبریز

مواد و روش‌ها

با بررسی و تعیین شاخه‌های فرعی و اتصال آنها به رودخانه آجی‌چای و با در نظر گرفتن منابع آلاینده و فاضلاب‌های ورودی به آن، تعداد ۱۶ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه آجی‌چای در محدوده دشت تبریز تعیین و نمونه‌برداری از آنها انجام گرفت (شکل۲). این ایستگاه‌ها شامل S_1 ورودی رودخانه آجی‌چای به دشت تبریز، S_2 انتهای شاخه فرعی گمناب‌چای (۳km پایین‌تر از ماسه شویی)، S_3 شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از کانال تخلیه فاضلاب رضواشهر)، S_4 انتهای شاخه فرعی مهران‌رود، S_5 شاخه اصلی آجی‌چای (پایین‌تر از شهرک صنعتی شهید بهشتی)، S_6 شاخه اصلی آجی‌چای (نرسیده به تصفیه‌خانه

فاضلاب تبریز)، S_7 شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از تصفیه‌خانه)، S_8 شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از کانال تخلیه فاضلاب چرمشهر)، S_9 شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از کانال پتروشیمی، ایران مایه و موتوژن)، S_{10} شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از کانال تخلیه پساب نیروگاه حرارتی)، S_{11} شاخه اصلی آجی‌چای (نرسیده به روستای آخولا)، S_{12} شاخه اصلی آجی‌چای (بعد از آخولا)، S_{13} شاخه اصلی آجی‌چای (محدوده روستای تازه‌کند)، S_{14} شاخه اصلی آجی‌چای (محدوده روستای ایلخچی)، S_{15} شاخه اصلی آجی‌چای (انتهای دشت) و S_{16} شاخه اصلی آجی‌چای (محدوده روستای خورخور) می‌باشند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل درجه حرارت آب (T)، هدایت الکتریکی (EC) و کل جامدات محلول (TDS) با دستگاه ECمتر قابل حمل مدل AQUALYTIC SD320 CON و اسیدیته (pH) با دستگاه دستگاه pHمتر قابل حمل مدل AQUALYTIC SD300 pH در محل ایستگاه‌های تعیین شده اندازه‌گیری گردید. سایر پارامترها نظیر کدورت (Turbidity) با کدورت‌سنج (نفلومتر)، کل جامدات معلق (TSS) به روش وزن-سنجی، اجزاء معدنی شامل یون‌های اصلی (کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون و سدیم، پتاسیم به روش شعله‌سنجی) و یونهای فرعی (نیترات به روش اسپکتروفتومتری UV و فسفات به روش کالریمتری)، پارامترهای آلی شامل اکسیژن محلول (DO) با دستگاه DOمتر، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) به روش تیتراسیون و اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی (BOD) با دستگاه OxiTop IS6 و پارامترهای بیولوژیکی شامل کل کلی‌فرم (T.C) و کلی‌فرم‌های مدفوعی (F.C) به روش MPN ۹ لوله‌ای، طی دو فصل تر و خشک در سال ۱۳۹۵، با نمونه‌برداری از محل ایستگاها و انتقال آنها به آزمایشگاه از طریق روش‌های استاندارد (Standard method, 1999) تعیین گردید. لازم به ذکر است محل خروجی برخی منابع آلاینده نظیر فاضلاب رضوانشهر به عنوان منبع آلاینده شهری، فاضلاب چرمشهر، پساب نیروگاه و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب تبریز از منابع آلاینده صنعتی و خروجی ماسه‌شویی از منابع متفرقه آلاینده ورودی به رودخانه آجی‌چای در حین نمونه‌برداری ثبت شده است (شکل۲).

از ظروف شیشه‌ای تیره رنگ استریل به منظور آنالیز مواد آلی(BOD، COD و کلی‌فرم‌ها) و از بطری‌های پلی‌اتیلن برای انجام سایر آنالیزهای مورد نیاز استفاده گردید. نمونه‌برداری پس از چند بار شستشوی بطری‌ها با آب رودخانه از ۵ سانتیمتری زیر سطح آب انجام شد (Standard method, 1999). برای جلوگیری از آلودگی نمونه، درب بطری‌های استریل شده در زیر آب باز و بسته شده و نمونه‌ها برای جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها در مدت انتقال به آزمایشگاه در محفظه خنک حاوی یخ خشک قرار داده شدند.

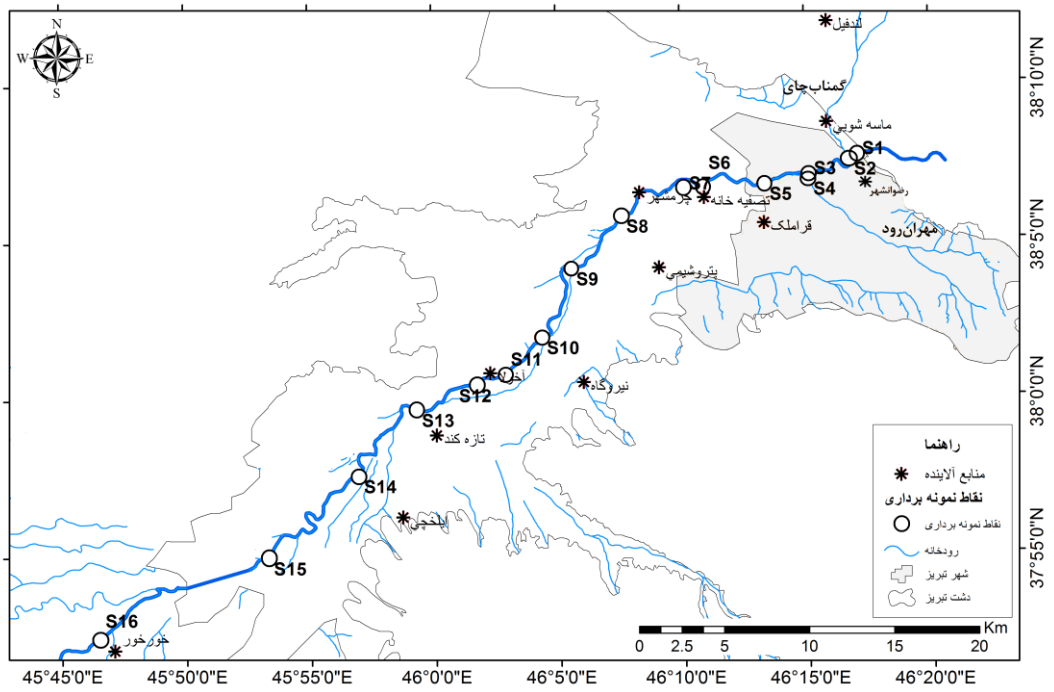
در این تحقیق برای ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت رودخانه آجی‌چای از شاخص آلودگی رودخانه (RPI)، شاخص اورگان (OWQI)، شاخص سید (Said)، شاخص دینیوس (Dinius) و روش وزن دهی حسابی (WQI) استفاده شده است.

شاخص آلودگی رودخانه (RPI) از هشت متغیر کیفی استفاده می‌نماید، لیکن تعداد کمتر یا بیشتر از متغیرها را می‌توان بسته به در دسترس‌بودن داده‌ها در شاخص گنجاند (Lumb et al., 2011). این شاخص شامل pH و مواد سمی نمی‌شود. برای محاسبه آن با استفاده از توابع ذکر شده در جدول ۱ مقادیر هر یک از زیرشاخص‌ها (I_i) تعیین شده و شاخص نهایی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌گردد. مقادیر این شاخص از ۱۰۰ (سطح طبیعی) تا ۱۰۰۰ (بسیار آلوده) متغیر می‌باشد (Abbasi, 2012).

(۱)

$$RPI = \frac{10}{n+1}\sum_{i=1}^{n} I_i$$

که در آن I_i: زیرشاخص هر پارامتر و n: تعداد پارامترهای مورد استفاده می‌باشد.



شکل(۲): موقعیت نقاط نمونه‌برداری و منابع آلاینده احتمالی رودخانه آجی‌چای

جدول(۱): توابع زیرشاخص هر پارامتر در شاخص آلودگی رودخانه(RPI)، (Abbasi. 2012).

پارامتر	توابع زیرشاخص	
درصد اکسیژن محلول	$I_i = 100 - x$	$x = DO\%$
ماده آلی زیست تجزیه پذیر	$I_i = 10x$	$x = BOD_5\ (ppm)$
ماده آلی	$I_i = 5\ (x - y)$	$x = COD$ و $y = BOD_5$
کل کلی‌فرم	$I_i = 10\ (logx/log3)$	$x = T.C$
جامدات معلق غیر فرار	$I_i = x$	$x =$ Nonvolatile Suspended Solids
مواد مغذی	$I_i = 25x + 50y$	$x =$ Total N (ppm) $y =$ Total PO_4 (ppm)
هدایت الکتریکی	$I_i = 0.25x$	$x = EC\ (\mu m/cm)$
دما	$I_i = x^2/6 - 65$	$x = T$

شاخص اورگان (OWQI) معیاری برای استفاده تفریحی از آب مانند شنا و ماهیگیری بوده و برای محاسبه آن از پارامترهای اکسیژن محلول، آمونیاک، نیتروژن نیترات، اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی، pH، کل جامدات (محلول و معلق)، کلی‌فرم مدفوعی، دما و فسفرکل

استفاده می‌گردد. در این مطالعه برای به‌دست آوردن مقادیر زیرشاخص‌های مربوط به این شاخص از منحنی‌های امتیاز مربوط به هر پارامتر (شکل ۳) استفاده گردید و در نهایت شاخص اورگان طبق رابطه زیر محاسبه گردید (Cude, 2001):

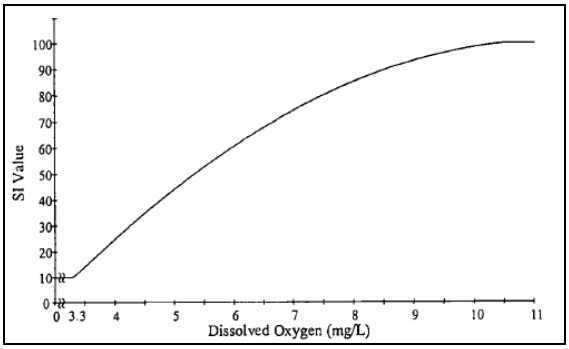
(۲)

$$OWQI = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^{n} 1/S_i^2}}$$

که در آن:

Si : زیرشاخص هر پارامتر

n : تعداد کل پارامترهای مورد استفاده



شکل(۳): نمونه‌ای از منحنی‌های امتیاز برای محاسبه مقادیر زیرشاخص (Si) هر پارامتر در شاخص اورگان(Cude, 2001)

پس از محاسبه شاخص اورگان کیفیت رودخانه جهت مقاصد تفریحی در رده‌های خیلی بد (۵۹ –۱۰)، بد (۷۹ – ۶۰)، متوسط (۸۴ – ۸۰)، خوب (۸۹ – ۸۵) و عالی (۱۰۰ – ۹۰) طبقه‌بندی گردید.

شاخص سید (Said et al., 2004) برای کمک به ارزیابی کیفیت آب برای مصارف عمومی طراحی شده است، اما می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های نظارتی برای پارامترهای خاص مورد استفاده قرار گیرد. تغییرات محلی در کیفیت آب نیز ممکن است بلافاصله منعکس شود. شاخص سید می‌تواند برای نشان‌دادن آلودگی‌های فلزات کمیاب، آلاینده‌های آلی و سایر مواد معدنی نیز استفاده شود (Abbasi, 2012).

شاخص سید (Said) طبق رابطه زیر (معادله ۳) محاسبه گردید (Abbasi., 2012) :

(۳)

$$WQI = \log\left[\frac{DO^{1.5}}{(3.8)^{TP}\ (Turb)^{0.15}\ \ (15)^{F.coli/10000} + 0.14\ (SC)^{0.5}}\right]$$

که در آن:

DO : اکسیژن محلول (برحسب درصد اشباع)

TP :فسفات کل (بر حسب mg/l)

Turb : کدورت (بر حسب NTU)

F.Coli: کلی‌فرم مدفوعی (بر حسب MPN)

SC : هدایت ویژه (بر حسب ms/cm)

پس از محاسبه این شاخص، کیفیت آب در رده قابل قبول (۳-۲)، نیاز به تغییر سیاست‌های مدیریتی (۲-۱) و ضرورت تغییر سیاست‌های مدیریتی (۱-۰) طبقه-بندی می‌گردد.

دینیوس (Dinius, 1972) برای برآورد هزینه‌ها و تأثیر تلاش‌ها بر کنترل آلودگی، یک سیستم بررسی اجتماعی اولیه را پیشنهاد کرد. هدف او از این عمل ارائه یک روش برای تنظیم گزارشات آگاهی‌دهنده به عموم و دولت از میزان و موقعیت آلودگی منابع آبی بود. همچنین با این عمل هزینه لازم جهت کنترل آلودگی در منابع طبیعی به‌دست می آمد (الباجی و همکاران، ۱۳۹۳). در این شاخص ۱۱ پارامترمورد استفاده قرار می‌گیرند (Abbasi, 2012). برای محاسبه شاخص کیفی دینیوس (Dinius) به‌دلیل عدم اندازه‌گیری پارامتر رنگ در نمونه‌های برداشت شده از رودخانه آجی‌چای، وزن آن بین سایر پارامترها به طور یکسان پخش گردید. مقادیر زیر شاخص‌ها (Ii) مطابق توابع پیشنهادی در جدول ۲ محاسبه شده و شاخص دینیوس طبق رابطه زیر (معادله ۴) محاسبه گردید:

$$WQI = \prod_{i=1}^{n} I_i^{w_i}$$

(۴)

که در آن :

Ii : زیرشاخص متغیر آلاینده

Wi : وزن متغیر آلاینده

پس از محاسبه شاخص دینیوس، طبقه‌بندی کیفی آب برای مصارف مختلف مطابق جدول ۳ انجام می-گیرد.

روش وزن‌دهی حسابی WQI بر اساس پارامترهای رایج کیفیت آب که انتخاب آنها برحسب نوع مصرف مدنظر متفاوت می‌باشد، انجام می‌شود. این شاخص طبق معادله ۵ محاسبه می‌شود:

(۵)
$$WQI = \sum_{i=1}^{n}(Q_i W_i) \Big/ \sum_{i=1}^{n} W_i$$

مقیاس رتبه‌بندی کیفیت (Qi) برای هر پارامتر با استفاده از رابطه زیر (معادله ۶) محاسبه می‌شود:

$$Q_i = 100\left[\frac{V_i - V_0}{S_i - V_0}\right]$$

(۶)

که در آن:

Vi : مقادیر اندازه‌گیری شده i امین پارامتر

V_0: مقادیر ایده‌آل هر پارامتر که برای همه پارامترها (به‌جز pH و DO که به ترتیب برابر ۷ و ۱۴/۶ میلی‌گرم بر لیتر است، برابر صفر می‌باشد)

Si: مقادیر استاندارد iامین پارامتر

وزن (Wi) هر پارامتر طبق معادله ۷ محاسبه می‌شود. در این رابطه K ثابت تناسب بوده که از رابطه ۸ محاسبه می‌گردد.

$$W_i = \frac{K}{S_i} \qquad (۷)$$

$$K = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{S_i}} \qquad (۸)$$

در محاسبه این شاخص از پارامترهای در دسترس با توجه به نوع مصرف استفاده شده است. برای مثال در محاسبه شاخص WQI بر اساس مصارف کشاورزی از پارامترهای pH، کل جامدات محلول، نسبت جذب سدیم، بی‌کربنات، کلرید و فسفات استفاده گردید.

جدول(۲): وزن هر پارامتر و توابع زیرشاخص هر پارامتر در شاخص دینیوس (Abbasi. 2012).

پارامتر	وزن	تابع
اکسیژن محلول	۰/۱۰۹	۰/۸۲DO+۱۰/۵۶
اکسیژن خواهی زیستی	۰/۰۹۷	$۱۰۸\ (BOD)^{-۰/۳۴۹۴}$
کل کلی‌فرم	۰/۰۹۰	$۱۳۶\ (T.C)^{-۰/۱۳۱۱}$
کلی‌فرم مدفوعی	۰/۱۱۶	$۱۰۶\ (F.C)^{-۰/۱۲۸۶}$
قلیائیت	۰/۰۶۳	$۱۱۰\ (ALK)^{-۰/۱۳۴۲}$
سختی کل	۰/۰۶۵	$۵۵۲\ (TH)^{-۰/۴۴۸۸}$
کلرید	۰/۰۷۴	$۳۹۱\ (CL)^{-۰/۳۴۸۰}$
هدایت ویژه	۰/۰۷۹	$۵۰۶\ (SP)^{-۰/۳۳۱۵}$
pH	۰/۰۷۷	pH < ۶/۹ ⟶ $۱۰^{۰/۶۸۰۳ + ۰/۱۸۵۶(pH)}$ ۶/۹ < pH > ۷/۱ ⟶ ۱ pH > ۷/۱ ⟶ $۱۰^{۳/۶۵ - ۰/۲۲۱۶(pH)}$
نیترات	۰/۰۹۰	$۱۲۵\ (N)^{-۰/۲۷۱۸}$

ادامه جدول(۲): وزن هر پارامتر و توابع زیرشاخص هر پارامتر در شاخص دینیوس (Abbasi. 2012).

درجه حرارت	۰/۰۷۷	$۱۰^{۲/۰۰۴ - ۰/۰۳۸۲(T_a - T_s)}$
رنگ	۰/۰۶۳	$۱۲۷ (c)^{-۰/۲۳۹۴}$

جدول(۳): طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس نوع مصرف در شاخص دینیوس(الباجی و همکاران، ۱۳۹۳)

مصارف صنعتی	مصارف کشاورزی	حیات آبزیان	مصارف تفریحی	مصارف عمومی آب	سطح آلودگی
در این محدوده آب جهت استفاده در مصارف نیاز به تصفیه ندارد.	در این ناحیه آب جهت استفاده در مصارف کشاورزی نیاز به تصفیه ندارد.	آب موجود در این محدوده جهت حیات تمامی آبزیان مناسب تعیین شده است.	در این محدوده استفاده از اب جهت انجام تمامی ورزشهای آبی مناسب باشد.	آب موجود در این محدوده جهت مصارف عمومی نیاز به تصفیه ندارد.	۱۰۰
در این ناحیه تنها به منظور استفاده در صنایع حساس نیاز به تصفیه جزئی در آب وجود دارد.	در این محدوده آب به منظور استفاده جهت ابیاری محصولات کشاورزی (بجز محصولات غیر حساس)نیاز به تصفیه ندارد.			در این محدوده آب به تصفیه کمی نیاز دارد.	۹۰
				دراین ناحیه برای استفاده ازآب جهت مصارف عمومی نیاز به تصفیه کامل وجود دارد.	۸۰
آب موجود در صنایع معمولی نیاز به تصفیه ندارد.	آب موجود در این ناحیه جهت ابیاری اکثر محصولات کشاورزی (بجز محصولات غیر حساس)نیاز به تصفیه ندارد.	آب موجود در این ناحیه جهت حیات آبزیان حساس دارای کیفیت متوسط می باشد.	در این ناحیه جهت استفاده تفریحی و تماس با آب نیاز به کنترل میکروبی وجود دارد و باید شمارش باکتریایی صورت گیرد.		۷۰
					۶۰
		آب موجود در این ناحیه جهت حیات آبزیان حساس مشکوک بنظر می رسد.			۵۰
آب موجود در این ناحیه جهت استفاده در اکثر صنایع نیاز به تصفیه دارد .	آب موجود در این محدوده جهت آبیاری اکثر محصولات کشاورزی نیاز به تصفیه دارد.	در این محدوده تنها امکان حیات برای آبزیان مقاوم وجود دارد.	این محدوده جهت تماس با آب مشکوک می باشد.	آب موجود در این محدوده برای استفاده جهت مصارف عمومی مشکوک می باشد.	
		آب در این ناحیه تنها جهت حیات آبزیان خشن (با رنج طاقت بسیار) سازگار می باشد.	در این ناحیه تنها امکان قایق سواری(بدون تماس با آب)وجود دارد.	در این ناحیه استفاده ازآب جهت مصارف عمومی غیر قابل قبول می باشد.	۴۰

ادامه جدول(۳): طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس نوع مصرف در شاخص دینیوس(الباجی و همکاران، ۱۳۹۳)

آب موجود دراین محدوده تنها جهت استفاده در صنایع سخت و غیرحساس دارای کاربرد می باشد.	آب موجود در این ناحیه تنها جهت ابیاری محصولات کاملا مقاوم کاربرد دارد.	در این محدوده آب عنوان محیط زیستی آلوده و غیر قابل قبول تلقی می گردد و امکان حیات برای آبزیان وجود ندارد.	در این محدوده نشانه های آلودگی آب وجود دارد.	۳۰ ۲۰
کاربرد آب موجود در این ناحیه در مصارف مختلف صنعتی غیر قابل قبول می باشد.	استفاده از آب موجود در این محدوده به منظور آبیاری محصولات کشاورزی غیر قابل قبول است.		در این ناحیه آلودگی اب بدیهی است و استفاده از آن جهت مصارف تفریحی قابل قبول نمی باشد.	۱۰ ۰

برای استفاده از آب جهت مصارف اکوسیستم‌های آبی از پارامترهای pH، اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی شیمیایی و بیولوژیکی، کل جامدات محلول، کلرید و نیتروژن نیترات و برای مصارف شرب نیز از پارامترهای pH، کل جامدات محلول، نیترات (بر حسب نیتروژن)، فسفات، سولفات، اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی شیمیایی و بیولوژیکی، کلرید، سدیم، کلسیم، منیزیم و سختی کل استفاده شده است (Singh et al., 2015). لازم به ذکر است که برای مصارف کشاورزی از استاندارد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز (نشریه شماره ۵۳۵) و برای مصارف شرب از استاندارد آب شرب ایران (نشریه ۱۰۵۳) و برای اکوسیستم‌های آبی نیز از استاندارد ملی ایران (نشریه ۸۷۲۶) استفاده گردید رتبه‌بندی کیفیت آب با توجه به شاخص WQI در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول(۴): طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص WQI (Abbasi. 2012).

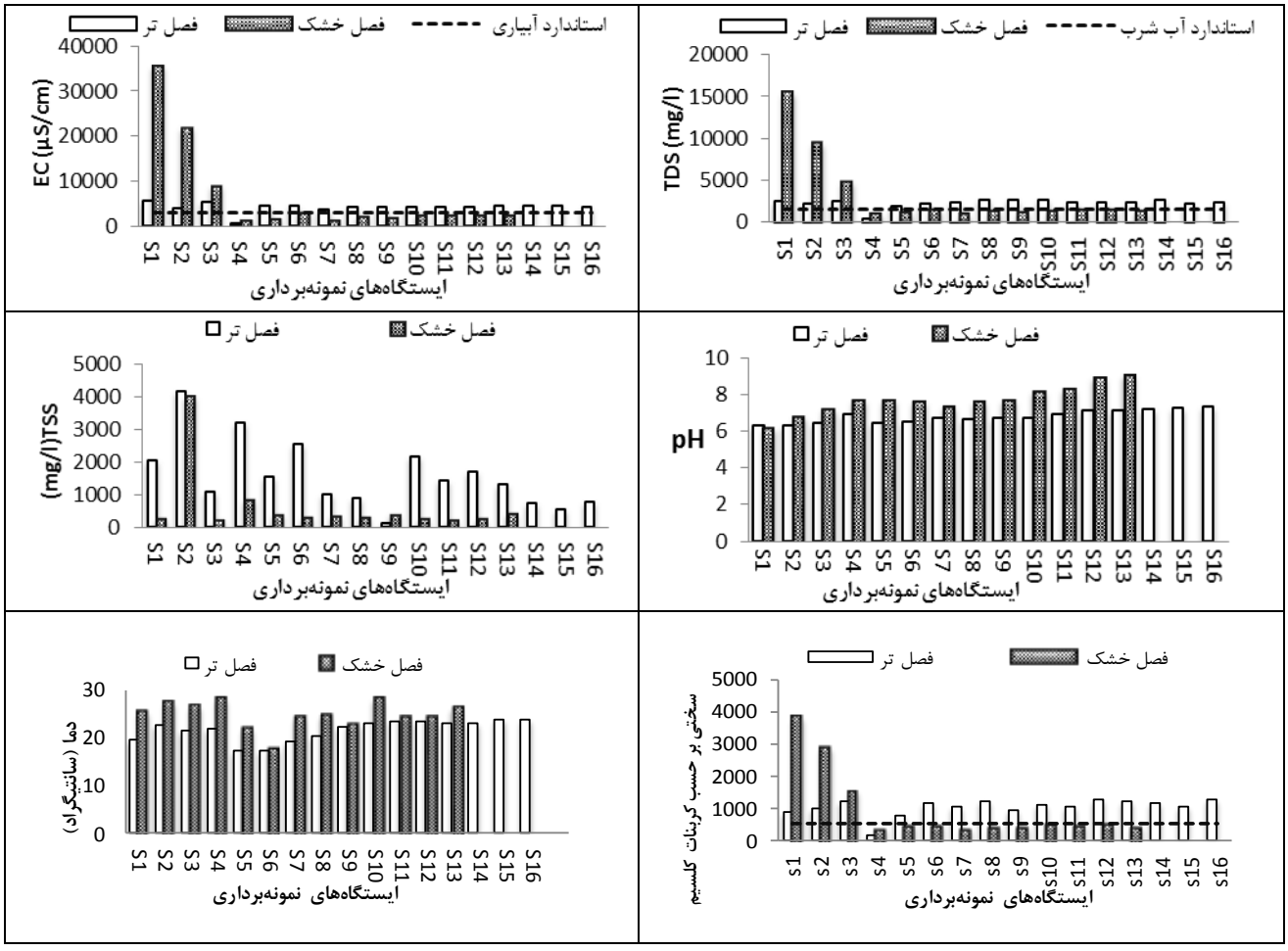
مقادیر شاخص	رده‌بندی کیفی	کلاس
۰ – ۲۵	عالی	A
۲۶ – ۵۰	خوب	B
۵۱ – ۷۵	بد	C
۷۶ – ۱۰۰	خیلی بد	D
بالاتر از ۱۰۰	نامناسب برای شرب	E

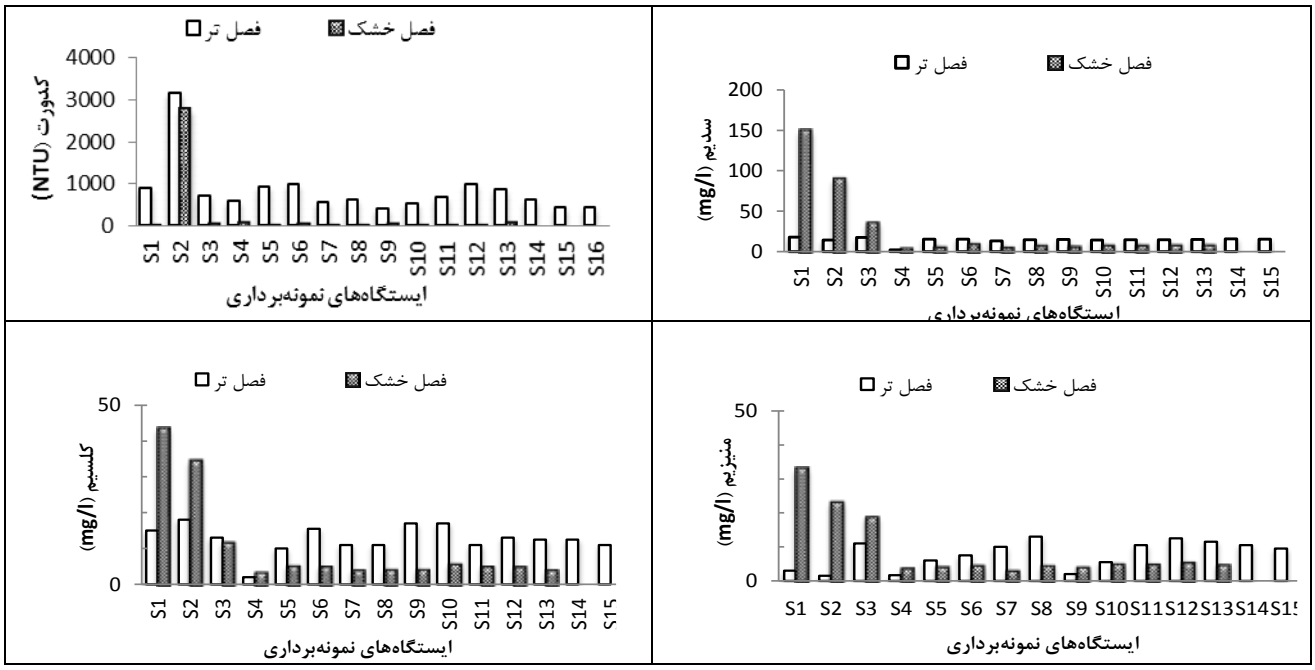
نتایج و بحث

الف- کیفیت عمومی رودخانه آجی‌چای در مسیر جریان

اندازه‌گیری پارامترها در ایستگاه‌های تعیین شده در طول رودخانه آجی‌چای طی دو فصل تر و خشک نشان داد متوسط مقادیر هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات (TS)، اسیدیته (pH)، درجه حرارت آب (T) و کدورت (Turb) در نمونه‌های آب رودخانه به ترتیب برابر ۴۱۷۳/۶ µs/cm، ۳۸۸۲/۳ mg/l، ۶/۸، ۲۱/۶ °C، ۸۴۱/۸ NTU و در فصل خشک به ترتیب ۶۸۷۲µs/cm، ۳۹۰۳ mg/l، ۷/۷، ۲۴/۷°C، ۲۵۶/۳NTU می‌باشد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود مقادیر هدایت الکتریکی و جامدات محلول (TDS) در ایستگاه اول (ورودی به دشت تبریز) در هر دو فصل بالا بوده که احتمالاً می‌تواند به دلیل کاهش حجم جریان، تبخیر و سازندهای زمین‌شناسی منطقه باشد. هدایت الکتریکی به سمت پایین دست رودخانه آجی‌چای کاهش یافته است که این امر به دلیل پیوستن شاخه‌های فرعی گمناب‌چای (S_2) و مهران‌رود (S_4) با مقادیر کمتر هدایت الکتریکی نسبت به شاخه اصلی آجی‌چای می‌باشد. دبی بالای مهران‌رود در فصل خشک نسبت به شاخه اصلی آجی‌چای باعث تشابه هیدروشیمی ترکیب رودخانه در قسمت‌های پایین دست آن شده است و در فصل تر به دلیل سهم بیشتر شاخه اصلی و گمناب‌چای در دبی رودخانه شرایط برعکس شده و شوری، هدایت الکتریکی رودخانه بعد از ایستگاه S_4 مشابه شاخه اصلی و گمناب‌چای می‌شود. pH آب رودخانه آجی‌چای در هر دو فصل در حد طبیعی ۶ تا ۸/۵ (Chapman, 1996). بوده و به سمت پایین دست رودخانه به دلیل ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی به تدریج افزایش یافته است. به دلیل گذر رودخانه آجی‌چای از سازند قرمز فوقانی در قسمت‌های بالادست مقادیر کدورت در همه ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز آب شرب (۵ NTU) اندازه‌گیری گردید. از میان پارامترهای معدنی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب رودخانه یون‌های سولفات، منیزیم، کلر، سدیم و فسفات از حد مجاز آب آشامیدنی ایران بالاتر می‌باشد. غلظت سدیم موجود در نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده‌ای از ۴۵/۵ تا ۴۱۲/۷ میلی‌گرم بر لیتر در فصل تر و ۱۱۴ تا ۳۴۳۳/۲ میلی‌گرم بر لیتر در فصل خشک تغییر می‌کند. این پارامتر در قسمت‌های بالادست رودخانه (از ورودی دشت تا ایستگاه S_3) مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد که دلیل آن می‌تواند فرآیند تبخیر و انحلال سری میوسن (سازند قرمز) باشد. غلظت پایین سدیم در شاخه فرعی مهران‌رود (S4) نسبت به ایستگاه‌های قبلی باعث کاهش غلظت سدیم در ادامه مسیر رودخانه شده است. میزان سدیم در فصل خشک در ایستگاه‌های S_1 تا S_3 به دلیل فرایند تبخیر بالاتر از فصل خشک است، لیکن به دلیل تأثیر مشخص شاخه فرعی مهران‌رود (S_4) در کیفیت رودخانه در فصل تر، غلظت سدیم از ایستگاه S_5 به سمت پایین دست در فصل تر بالاتر از فصل خشک می‌باشد. به دلیل انحلال واحدهای رسوبی (سازند قرمز) در بالادست رودخانه غلظت کلسیم بالا بوده، لیکن پس از ورود شاخه فرعی مهران‌رود (S_4) غلظت کاهش پیدا کرده است. افزایش مجدد کلسیم به سمت پایین دست در محدوده ایستگاه‌های S_6 تا S_{10} دیده می‌شود که این موضوع احتمالاً مرتبط با تخلیه فاضلاب‌ها در طول مسیر رودخانه آجی‌چای می‌باشد. تغییرات مکانی منیزیم تقریباً مشابه کلسیم بوده و به طور کلی غلظت آن به سمت پایین دست رودخانه افزایش یافته است. بر اساس طبقه‌بندی کیفی آب (Todd and Mays, 2005) اغلب نمونه‌های آب برداشت شده از رودخانه در رده خیلی سخت قرار می‌گیرند. مقدار بی‌کربنات در طول مسیر رودخانه در هر دو فصل نوسان زیادی نداشته و در ایستگاه‌های پایانی مسیر افزایش یافته است. غلظت سولفات در نمونه‌های آب مورد مطالعه در فصل تر از ۱۱۷/۷ تا ۵۵۷/۲ میلی‌گرم بر لیتر و در فصل خشک ۱۷۷/۸ تا ۲۴۰۷ میلی‌گرم بر لیتر متغیر می‌باشد. بالا بودن غلظت سولفات در بالادست رودخانه آجی‌چای در فصل تر

احتمالاً به دلیل انحلال ژیپس موجود در سازند قرمز بوده و افزایش آن در فصل خشک نیز به دلیل تبخیر می‌باشد. غلظت سولفات به سمت پایین دست رودخانه در هر دو فصل افزایش جزئی نشان می‌دهد. غلظت کلر در نمونه‌های آب مورد مطالعه در فصل تر از ۸۱/۵ تا ۱۲۷۶ میلی‌گرم بر لیتر و در فصل خشک از ۱۸۴/۴ تا ۸۰۸۳ میلی‌گرم بر لیتر متغیر می‌باشد. غلظت کلر در بالادست رودخانه در هر دو فصل به دلیل منشأ زمین‌زاد (انحلال سری میوسن) بالا بوده و افزایش بیشتر غلظت آن در فصل خشک همانند غلظت سدیم به دلیل تبخیر می‌باشد. افزایش کلر در قسمت‌های میانی رودخانه آجی‌چای (S_7 تا S_{11}) در فصل تر احتمالاً به دلیل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد. متوسط غلظت نیترات و فسفات موجود در آب رودخانه آجی‌چای در فصل تر به ترتیب ۱۷/۱، ۱/۶ میلی‌گرم بر لیتر و در فصل خشک به ترتیب ۱۸/۳، ۸/۳ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.





شکل(۴): تغییرات پارامترهای کیفی در طول رودخانه آجی‌چای طی فصول تر و خشک

غلظت فسفات در طول مسیر رودخانه آجی‌چای به سمت پایین دست افزایش یافته، به طوری‌که در همه ایستگاه‌ها مقادیر آن بالاتر از حد استاندارد (۰/۲mg/l) می‌باشد. غلظت نیترات نیز در فصل خشک در برخی نواحی از حد مجاز (۵۰mg/l) افزایش یافته است. مقادیر متوسط پارامترهای آلی نظیر DO، COD و BOD در فصل تر به ترتیب ۳/۴، ۷۱۰/۱، ۳۱/۵ و در فصل خشک به ترتیب ۱/۳، ۲۸۶/۵، ۳۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر اندازه-گیری شد. کاهش DO و افزایش BOD، COD در ایستگاه‌های S_7 تا S_{11} نشان‌دهنده تأثیر فاضلاب و پساب‌های صنعتی ورودی به رودخانه آجی‌چای می-باشد. مقادیر کل کلی‌فرم (T.C) در نمونه‌های آب برداشته شده از رودخانه در هر دو فصل کمتر از ۳۰۰ تا بیشتر از ۱۱۰۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و مقادیر کلی‌فرم‌های مدفوعی (FC) در هر دو فصل از صفر تا بیشتر از ۱۱۰۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب متغیر می-باشد. با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که آلودگی بیولوژیکی بعد از عبور شاخه اصلی رودخانه آجی‌چای از شهر افزایش یافته که بیانگر منشأ انسانزاد آن می‌باشد. میزان کلی‌فرم‌ها در دوره تر (اردیبهشت) از ایستگاه S_8 به بعد بالا بوده، در حالیکه در فصل خشک در اغلب ایستگاه‌ها مقادیر بالایی را نشان می‌دهد. آلودگی بیشتر در فصل خشک ناشی از دبی کمتر جریان و بنابراین نقش بیشتر تخلیه فاضلاب‌ها می‌باشد. نسبت کلی‌فرم-های مدفوعی به کل کلی‌فرم اندازه‌گیری شده در هر دو فصل بالای ۰/۱ بوده که منشأ انسانی کلی‌فرم‌ها (kenner et al., 1991) ناشی از تخلیه فاضلاب به داخل رودخانه را به اثبات می‌رساند.

ب- ارزیابی کیفیت رودخانه آجی‌چای بر اساس شاخص‌های کیفی

شاخص‌های آلودگی رودخانه (RPI)، شاخص اورگان (OWQI)، شاخص سید (Said)، شاخص دینیوس (Dinius) و روش وزن دهی حسابی (WQI) جهت ارزیابی کیفیت رودخانه آجی‌چای محاسبه و در جدول ۵ ارائه شده است.

جدو(۵): مقادیر عددی محاسبه شده شاخص‌ها در رده‌بندی کیفی رودخانه آجی‌چای

نمونه	شاخص آلودگی رودخانه		شاخص اروگان		شاخص سید		شاخص دینیوس	
	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک
S_1	۸۰۳۵/۶	۱۲۰۰۶/۶	۱۶/۱	۱۵/۷	۲/۲	۱/۸	۲۶/۴	۱۴/۹
S_2	۶۲۱۳/۶	۱۱۵۱۲/۴	۱۹/۴	۱۵/۵	۲/۳	۱/۴	۲۹/۴	۱۶/۰
S_3	۷۲۴۴/۲	۵۳۵۳/۵	۱۵/۹	۱۱/۴	۱/۸	صفر	۲۴/۷	۲۷/۲
S_4	۴۲۲۴/۲	۳۱۴۰/۹	۱۵/۷	۱۱/۲	۰/۹	صفر	۲۱/۳	۳۲/۸
S_5	۳۱۸۳/۲	۱۶۱۶/۹	۱۶/۰	۱۱/۵	۱/۵	صفر	۲۷/۵	۳۳/۷
S_6	۴۸۳۳/۵	۱۷۸۵/۹	۱۵/۹	۱۱/۵	۰/۵	صفر	۲۷/۰	۳۲/۷
S_7	۴۷۳۲/۲	۲۵۴۵/۷	۱۲/۵	۱۱/۵	صفر	صفر	۱۴/۳	۳۳/۷
S_8	۳۴۵۰/۹	۲۸۴۵/۴	۱۲/۴	۱۱/۴	صفر	صفر	۳۳/۶	۳۱/۹
S_9	۲۹۴۵/۷	۲۳۵۲/۲	۱۲/۵	۱۱/۵	صفر	صفر	۳۲/۸	۳۲/۲
S_{10}	۴۴۲۵/۵	۲۱۳۰/۶	۱۱/۵	۱۲/۱	صفر	صفر	۳۱/۹	۳۲/۶
S_{11}	۳۴۶۴	۲۳۳۳/۸	۱۳/۱	۱۲/۵	صفر	صفر	۲۳/۴	۳۱/۹
S_{12}	۳۳۱۶/۲	۱۹۱۱/۸	۱۶/۱	۱۳/۹	صفر	صفر	۱۸/۴	۱۷/۶
S_{13}	۳۶۲۸/۲	۱۸۲۳/۲	۱۳/۹	۱۳/۹	۱/۴	صفر	۲۷/۶	۲۸/۰
S_{14}	۲۴۹۱/۴	-	۱۴/۰	-	صفر	-	۲۴/۶	-
S_{15}	۳۲۳۳/۹	-	۱۳/۶	-	۰/۹	-	۲۶/۴	-
S_{16}	۳۵۰۷/۶	-	۱۲/۵	-	صفر	-	۳۵/۰	-

مقادیر حاصل از شاخص آلودگی رودخانه، در هر دو فصل بالاتر از ۱۰۰۰ بوده که حاکی از آلودگی زیاد آب رودخانه آجی‌چای می‌باشد. بنابراین همه نمونه‌های آب در هر دو فصل تر و خشک در رده بسیار آلوده قرار گرفتند (جدول ۶). آلودگی بالای رودخانه آجی‌چای احتمالاً به دلیل بالا بودن میزان مواد آلی آب (BOD و COD) و مواد مغذی (نیترات و فسفات) می‌باشد که این موضوع نشان‌دهنده انسانزاد بودن آلودگی رودخانه آجی‌چای بوده و نیاز به کنترل منابع آلاینده ورودی به رودخانه را نشان می‌دهد. با توجه به رده‌بندی کیفی بر اساس نتایج حاصل از شاخص اورگان، همه نمونه‌های آب در فصل تر و خشک در رده خیلی بد قرار می‌گیرند (جدول ۶). با توجه به اهمیت پارامتر کلی‌فرم در این شاخص، بالا بودن مقادیر این پارامتر در آب رودخانه آجی‌چای در کاهش کیفیت آب رودخانه برای استفاده تفریحی مؤثر بوده است.

جدول (۶): رده‌بندی کیفی رودخانه آجی‌چای بر اساس شاخص‌های کیفی

نمونه	شاخص آلودگی رودخانه		شاخص اورگان		شاخص سید	
	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک
S_1	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	قابل قبول	بد
S_2	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	قابل قبول	بد
S_3	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	بد	خیلی بد
S_4	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_5	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	بد	خیلی بد
S_6	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_7	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_8	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_9	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_{10}	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_{11}	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_{12}	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد	خیلی بد
S_{13}	بسیار آلوده	بسیار آلوده	خیلی بد	خیلی بد	بد	خیلی بد
S_{14}	بسیار آلوده	-	خیلی بد	-	خیلی بد	-
S_{15}	بسیار آلوده	-	خیلی بد	-	خیلی بد	-
S_{16}	بسیار آلوده	-	خیلی بد	-	خیلی بد	-

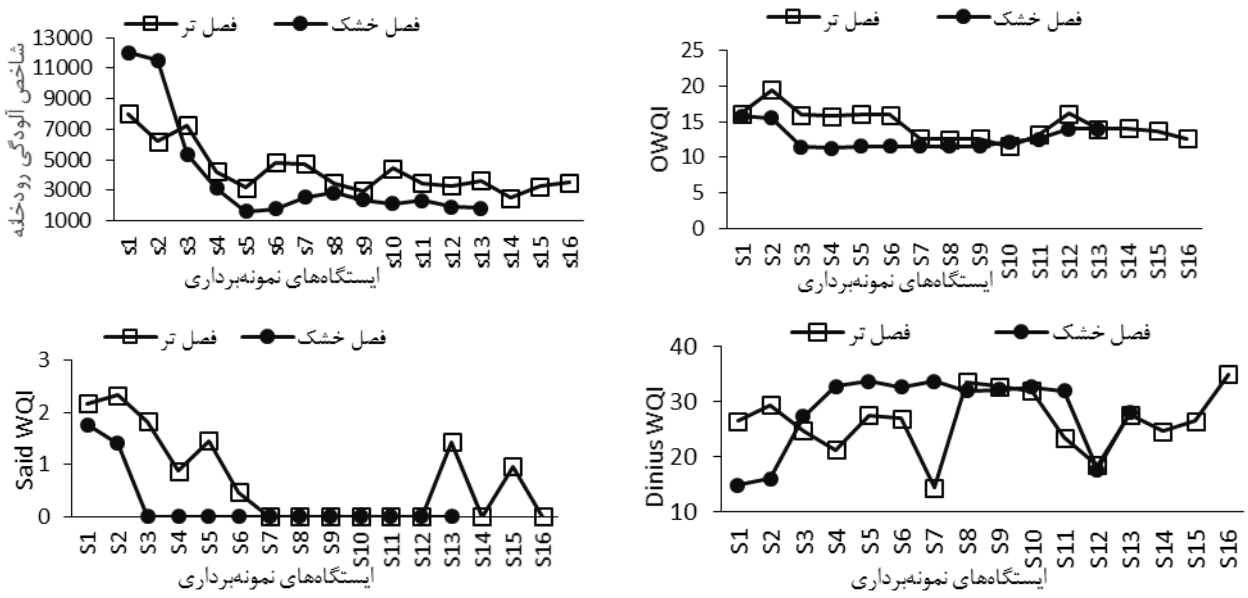
شاخص سید با توجه به پارامترهای لازم برای محاسبه این شاخص (اکسیژن محلول، فسفات، کدورت، کلی‌فرم مدفوعی و هدایت الکتریکی) برای نمونه‌های رودخانه آجی‌چای در طی فصل تر و خشک نشان داد در فصل تر نمونه‌های S_1 و S_2 با توجه رده‌بندی ذکر شده، در رده قابل قبول قرار دارند. نمونه‌هایS_3 ، S_5 و S_{13} در رده بد و نیاز به تغییر سیاست‌های مدیریتی و بقیه نمونه‌ها نیز در رده خیلی بد قرار گرفتند که بیان کننده ضروریت تغییر سیاست‌های مدیریتی است. در فصل خشک نیز به جز نمونه‌های S_1 و S_2 که در رده بد و نیاز به تغییر سیاست‌های مدیریتی قرار دارند، بقیه نمونه‌های آب در رده خیلی بد قرار داشته و بنابراین اجرای سیاست‌های مدیریتی لازم و ضروری می‌باشد (جدول۶).

نتایج حاصل از شاخص دینیوس نشان داد اکثر نمونه‌های آب کیفیت پایینی داشته به طوری که باعث ایجاد محدودیت برای استفاده‌های خاص از آب می‌شود. با توجه به جدول رده‌بندی (جدول ۳) و نتایج به دست آمده (جدول ۵)، کیفیت آب برای مصارف عمومی در هر دو فصل تر و خشک در ناحیه غیر قابل قبول قرار دارد و با توجه به اهمیت پارامترهای هدایت الکتریکی، کلی‌فرم مدفوعی و کدورت در این شاخص و همچنین بالاتر بودن مقدار این پارامترها از حد مجاز، مخرج کسر در رابطه ریاضی شاخص زیاد بوده که در نتیجه سبب کاهش مقدار عددی شاخص گردیده است. پایین‌ترین کیفیت آب مربوط به قسمت‌های میانی (S_7 تا S_{12}) می‌باشد که ناشی از تمرکز منابع آلاینده در این نواحی است.

برای مصارف تفریحی نیز برای هر دو فصل تر و خشک نشانه‌های آلودگی آب وجود داشته و نامناسب برای مصارف تفریحی، حتی بدون تماس با آب می‌باشد. کیفیت آب رودخانه آجی‌چای برای مصارف کشاورزی در همه نمونه‌ها در فصل تر در محدوده‌ای قرار می‌گیرند که آب موجود در آن ناحیه تنها جهت آبیاری محصولات

کاملاً مقاوم کاربرد دارد. در فصل تر نمونه آب ایستگاه S_7 و S_{12} برای کشاورزی در محدوده غیر قابل قبول قرار می‌گیرد و در فصل خشک نیز همه نمونه‌های آب به جز نمونه‌هایS_1 ، S_2 و S_{12} که در محدوده غیر قابل قبول برای کشاورزی قرار دارند، نمونه‌های دیگر تنها جهت آبیاری محصولات کاملاً مقاوم دارای کاربرد می‌باشند. کیفیت آب رودخانه از لحاظ مصارف صنعتی نیز به جز نمونه S_7 و S_{12} (فصل تر) و نمونه‌هایS_1 ، S_2 و S_{12} (فصل خشک) که در رده غیر قابل قبول قرار می‌گیرند، سایر نمونه‌های جهت استفاده در صنایع سخت و غیر حساس دارای کاربرد می‌باشند .

همانطور که مشاهده می‌گردد (شکل ۵) پایین‌ترین کیفیت آب مربوط به ایستگاه‌های S_7 و S_{12} در فصل تر و ایستگاه‌های S_1 و S_2 در فصل خشک بوده که این کاهش کیفیت در فصل تر ناشی از تخلیه فاضلاب خام توسط کانال بای‌پاس تصفیه‌خانه تبریز و فاضلاب صنعتی تخلیه شده شهرک صنعتی آخولا به رودخانه و در فصل خشک نیز احتمالاً به دلیل EC بالای رودخانه آجی‌چای می‌باشد.



شکل(۵): وضعیت کیفی رودخانه آجی‌چای بر اساس شاخص‌های کیفی مصارف ویژه

روش وزن‌دهی حسابی در WQI کیفیت آب را با توجه به درجه خلوص آن با استفاده از رایج‌ترین متغیرهای اندازه‌گیری کیفیت آب ارزیابی می‌کند. در محاسبه این شاخص از پارامترهای مختلف با توجه به نوع مصارف، استفاده گردید. نتایج حاصل بر اساس نوع مصرف (کشاورزی، شرب و اکوسیستم‌های آبی) در فصل تر و خشک در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج حاصل از این شاخص نشان داد در هر دو فصل تر و خشک، کیفیت آب رودخانه در تمام طول مسیر خود از لحاظ مصارف شرب و اکوسیستم‌های آبی، با توجه به جدول ۳ در کلاس E، با کیفیت نامناسب قرار دارد و برای مصارف کشاورزی نیز به جز نمونه S4 (مهران‌رود) که در هر دو

فصل تر و خشک به ترتیب در رده بد (کلاس C) و خیلی بد (کلاس D) قرار دارند، همه نمونه‌های آب در رده نامناسب (کلاس E) قرار گرفته‌اند که این موضوع ناشی از شوری بالا به صورت زمین‌زاد و تخلیه انواع فاضلاب‌های حاصل از فعالیت‌های انسانزاد به رودخانه می‌باشد.

جدول (۷): رده‌بندی کیفی نمونه‌های آب رودخانه آجی‌چای برای مصارف مختلف بر اساس شاخص WQI

نمونه	کشاورزی		شرب		اکوسیستم‌های آبی	
	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک	فصل تر	فصل خشک
S_1	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_2	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_3	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_4	بد	خیلی بد	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_5	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_6	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_7	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_8	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_9	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_{10}	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_{11}	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_{12}	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_{13}	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
S_{14}	نامناسب	-	نامناسب	-	نامناسب	-
S_{15}	نامناسب	-	نامناسب	-	نامناسب	-
S_{16}	نامناسب	-	نامناسب	-	نامناسب	-

ج- مقایسه شاخص‌های کیفی

شاخص سید برای کمک به ارزیابی کیفیت آب برای مصارف عمومی طراحی شده است. در این شاخص تغییرات محلی در کیفیت آب ممکن است بلافاصله منعکس شود. استفاده از شاخص سید بسیار ساده و سریع بوده و نیازی به استاندارد پارامترهای کیفیت آب و یا محاسبه زیر شاخص نداشته و برای مدیریت و بهبود شرایط کیفی آب روش مناسبی است. ویژگی اصلی شاخص سید وابستگی آن به تعداد کمتری از پارامترها بوده که باعث محاسبه و استفاده آسانتر از آن می‌شود. از محدودیت‌های این شاخص عدم نشان دادن تغییرات اتفاقی در کوتاه مدت می‌باشد، مگر اینکه برای بارها تکرار شده و برای مدت طولانی استفاده شود. شاخص اورگان یک فرمول میانگین مربع هارمونیک وزنی ایالت متحده آمریکا می‌باشد. این شاخص به طور خاص برای استفاده تفریحی و ماهیگیری بوده و مصارف دیگر را در نظر نمی‌گیرد. از مزایای این شاخص بکار بردن زیرشاخص‌هایی است که تاثیرگذارترین پارامترها را برای بیان کیفیت آب دارند و با ترکیب آنها تأثیر بیشتر شاخص کیفیت آب بیان می‌شود. از سوی دیگر این روش تصدیق می‌کند که پارامترهای مختلف کیفیت آب اهمیت متفاوتی در بیان کیفیت آب در مکان‌ها و زمان-های مختلف دارند. فرمول محاسبه این شاخص نسبت به تغییر شرایط حساس می‌باشد و تأثیر این تغییرات اثر قابل توجهی بر کیفیت آب می‌گذارد. شاخص اورگان تغییرات در غلظت‌های مواد سمی را نیز در نظر نمی-

گیرد و با توجه به استفاده آن برای مصارف خاص تفریحی، نمی‌تواند تمام خطرات بهداشتی (مواد سمی، باکتری‌ها و فلزات) را ارزیابی کند. شاخص آلودگی رودخانه از سوی آژانس محیط زیست ایالت متحده برای سه نوع استفاده شامل تماس مستقیم با انسان (از جمله آب مورد استفاده برای نوشیدن و شنا)، تماس غیرمستقیم با انسان (ماهیگیری، فرآوری مواد غذایی و کشاورزی) و تماس از راه دور یا بسیار غیرمستقیم با انسان (در ناوبری، خنک‌کننده صنعتی) ارائه گردید. با این حال پارامترهای کمتری را برای این مصارف در نظر گرفته، همچنین pH و مواد سمی را در نظر نمی‌گیرد. شاخص دینیوس و شاخص WQI نیز کیفیت آب را بر اساس مصارف مختلف ارزیابی می‌کنند، اما این شاخص‌ها ممکن است اطلاعات کافی در مورد وضعیت واقعی کیفیت آب را ارائه نکنند و یا اینکه همه مصارف آب با یک شاخص نمی‌تواند برآورد شود. ارزیابی کیفی رودخانه آجی‌چای با شاخص‌های اورگان، دینیوس و شاخص آلودگی رودخانه نشان می‌دهد به دلیل شرایط کیفی بد رودخانه و تخلیه انواع فاضلاب‌ها به آن، همه پارامترهای در نظر گرفته شده در این شاخص‌ها مقادیر بالایی داشته که این موضوع باعث بالا بردن حساسیت این شاخص‌ها در نشان دادن روند کیفی رودخانه آجی‌چای شده است و لذا تمام طول رودخانه را در رده خیلی بد طبقه‌بندی کرده است. شاخص‌های سید، شاخص دینیوس و شاخص WQI توانسته‌اند روند کیفی رودخانه را در رده‌های قابل قبول تا خیلی بد طبقه‌بندی کنند. مقایسه نتایج تحقیق با مطالعات قبلی انجام‌شده در رودخانه آجی‌چای (فتایی و همکاران، ۱۳۸۹) با موضوع بررسی کیفیت آب رودخانه و طبقه‌بندی آن بر اساس شاخص کیفی WQI مشابه می‌باشد. در این تحقیق نیز کیفیت آب رودخانه دررده بسیار بد تا متوسط طبقه‌بندی شده است.

نتیجه‌گیری

شاخص‌های کیفی اورگان، سید و دینیوس به ترتیب با داشتن میانگین عددی ۱۴/۵، ۱/۴۴، ۲۶/۶ در فصل تر و ۱۲/۶، ۱/۶، ۲۸ در فصل خشک، همچنین شاخص آلودگی رودخانه و شاخص WQI به ترتیب با داشتن مقادیر عددی بزرگتر از ۱۰۰۰ و بزرگتر از ۱۰۰ نشان‌دهنده کیفیت پایین رودخانه آجی‌چای در محدوده دشت تبریز می‌باشند. نمونه‌های ابتدای مسیر جریان (ورودی دشت) در هر دو فصل نسبت به ایستگاه‌های پایین دست خود کیفیت بهتری داشتند. نمونه‌های مربوط به نواحی میانی و انتهایی دشت به‌دلیل تمرکز انواع آلاینده‌ها و تخلیه فاضلاب به رودخانه، کیفیت پایین‌تری داشته و در همه شاخص‌ها در رده خیلی بد قرار گرفتند. از بین شاخص‌های کیفی مورد استفاده در این مطالعه شاخص سید، شاخص دینیوس و شاخص WQI توانسته‌اند روند کیفی رودخانه را در رده‌های قابل قبول تا خیلی بد طبقه‌بندی کنند. نتایج حاصل از این شاخص‌ها نشان‌دهنده کیفیت پایین آب رودخانه آجی‌چای به‌دلیل عدم مدیریت درست فاضلاب‌های ورودی به این رودخانه بوده و لذا برنامه‌ریزی صحیح کنترل فاضلاب‌ها و پساب‌های ورودی به رودخانه و در نهایت مدیریت کیفی بهتر آن الزامی می‌باشد. توصیه می‌گردد آلاینده‌های موجود در طول مسیر رودخانه آجی‌چای شناسایی و از تخلیه فاضلاب خام به رودخانه جلوگیری گردد. در این راستا پیشنهاد می‌گردد برای هر واحد صنعتی تصفیه‌خانه فاضلاب احداث شده و بر روند تصفیه فاضلاب آنها (به‌ویژه تصفیه‌خانه شهرک صنعتی چرمشهر) و تخلیه آن به رودخانه آجی‌چای به صورت ماهانه نظارت گردد.

منابع

الباجی ل، نبوی م، تکدستان الف. ۱۳۹۳. بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه جراحی بر اساس شاخص DSWQI. کنفرانس ملی علوم و مهندسی محیط زیست. ۳۰-۲۸

ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، نشریه شماره ۵۳۵. سال ۱۳۸۹

ا. فتائی، ح. حسن پور، ج. صالح زاده، س. قلیزاه، م. مهرورز. ۱۳۸۹. ارزیابی و طبقه بندی کیفی آب رودخانه آجی‌چای با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI)، همایش ملی آب با رویکرد آب پاک، ۱۱ و ۱۲ اسفند، دانشگاه صنعت آب و برق(شهید عباسپور)

مفتاح هلقی م. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی مطالعه موردی: رودخانه اترک. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد هجدهم. شماره دوم.

مهندسین مشاور قدس نیرو (۱۳۸۵). پروژه ارتقا کیفیت منابع آب حوزه آبریز آجی‌چای. جلد سوم. گزارش نهایی هیدرولوژی. سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی.

Al-Othman, A. A. (2015). Evaluation of the suitability of surface water from Riyadh Mainstream Saudi Arabia for a variety of uses. Arabian Journal of Chemistry.

Abbasi T, Abbasi SA. Water quality indices. New Dehli: Elserier Publishing; 2012

Bordalo, A. A., Teixeira, R., & Wiebe, W. J. 2006. A water quality index applied to an international shared river basin: the case of the Douro River. Environmental management, 38(6), 910-920.

Cude, C. G. 2001. Oregon water quality index a tool for evaluating water quality management effectiveness. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 37(1), 125-137.

Chapman, D. V. (Ed.). 1996. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments, and water in environmental monitoring.

Ewaid, S. H., & Abed, S. A. 2017. Water quality index for Al-Gharraf River, southern Iraq. The Egyptian Journal of Aquatic Research.

Hou, W., Sun, S., Wang, M., Li, X., Zhang, N., Xin, X., & Jia, R. 2016. Assessing water quality of five typical reservoirs in lower reaches of Yellow River. China: using a water quality index method. Ecological Indicators. 61, 309-316.

kenner, B. A., Clark, H. F., and kabler, P. W. 1991. Cultivation and enumeration of fecal streptococci in surface waters. Journal of Applied Microbiology. 9:15-20.

Lumb A, Sharma T. C, Bibeault J. F. 2011. A review of genesis and evolution of water quality index (WQI) and some future directions. Water Quality, Exposure and Health. 3(1): 11-24.

Sun, W., Xia, C., Xu, M., Guo, J., & Sun, G. 2016. Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River. Ecological Indicators. 66, 306-312.

Singh, S., Ghosh, N. C., Krishan, G., Galkate, R., Thomas, T., & Jaiswal, R. K. 2015. Development of an overall water quality index (OWQI) for surface water in Indian context. Current World Environment. 10(3), 813-822.

Shil, S., Singh, U. K., & Mehta, P. (2019). Water quality assessment of a tropical river using water quality index (WQI), multivariate statistical techniques and GIS. Applied Water Science, 9(7), 168.

Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., & Dobhal, R. 2013. Water quality assessment in terms of water quality index. American Journal of Water Resources. 1(3), 34-38.

Todd, D. K., & Mays, L. W. 2005. Groundwater hydrology edition (Vol. 1625). Wiley, New Jersey.

Tian, Y., Jiang, Y., Liu, Q., Dong, M., Xu, D., Liu, Y., & Xu, X. (2019). Using a water quality index to assess the water quality of the upper and middle streams of the Luanhe River, northern China. Science of the Total Environment, 667, 142-151.

Wanda, E. M., Mamba, B. B., & Msagati, T. A. 2016. Determination of the water quality index ratings of water in the Mpumalanga and North West provinces, South Africa. Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C, 92, 70-78.

Qualititaive assessment of the Aji-Chay River (Tabriz plain) based on the specific uses quality indices

Zeinab Pashazadeh Lalaeh[1], Hadi Jafari[2]*, Abdoreza Vaezi Hir[3]

Abstract:

Aji-Chay is one of the greatest permanent rivers in Tabriz study area that finally flows into the Uremia Lake. The river quality is degraded by different pollution sources along its way especially in the Tabriz Plain. In this research for assessing quality of the Aji-Chay River using water quality indices for specific uses, water samples were collected from 16 sampling points along the river in wet (May 2016) and dry (September 2016) seasons. Physicochemical parameters including pH, temperature (T), turbidity (Turb), electrical conductivity (EC), total solids (TS), total dissolved solid (TDS), inorganic constituents including major (sodium, potassium, Calcium, Magnesium, Chloride, Sulfate, Bicarbonate) and minor (nitrate and phosphate) ions, inorganic parameters comprising dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD), and biological parameters such as total coliform (T.C) and fecal coliforms (F.C) were measured. Based on the results, values of some parameters are above the pertaining standards of Iranian drinking water. Assessing quality of the Aji-Chay river using river pollution index (RPI), Oregon water quality index (OWQI), Said index, Dinius index and weighted arithmetic water quality index (WQI) confirmed very bad qualitative statue of the river in most stations especially in the middle parts of the Tabriz plain due to the entry of the pollutant sources. Based on the results quality indices of Said, Dinius and WQI are suitable ones for assessing quality of the river for particular purposes and then its qualitative management as they have ability to represent the changes trend in quality.

Keywords: Aji-Chay River, river pollution index, Dinius index, Said index, weighted arithmetic.

[1] Former Msc. Student of Environmental Geology, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. Emil: z.pashazadeh.1998@gmail.com
[2]* Associated Professor of Hydrogeology, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. Email: h_jafari@shahroodut.ac.ir
[3] Associated Professor of Hydrogeology, University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: vaezihir@yahoo.com

Qualititaive assessment of the Aji-Chay River (Tabriz plain) based on the specific uses quality indices

Zeinab Pashazadeh Lalaeh[1], Hadi Jafari[2]*, Abdoreza Vaezi Hir[3]

Introduction

The water is the major key in sustainable development, so it is necessary to be managed and conserved. The quality of surface water resources is mainly controlled by natural or geogenic factors including chemistry of recharge water, soil and geology processes, as well as the man-made contaminant (Chapman, 1996) Qualitative indicators are used as effective managing tools in decision making programs. Water quality indices (WQI) are the simple and suitable tools to determine the quality statue of the water (Abbasi, 2012). In order to calculate the water quality index, many parameters are integrated in mathematical formula to represent the quality condition of the water with a number which classifies the quality in the scales of the weak to excellent. Many water quality indices were introduced by researchers and organizations around the world (lumb, 2011).

Aji-Chay, one of the most important flowing rivers in East-Azerbaijan province, northwest of Iran, is passing through Tabriz plain in its way and finally ends to the Uremia lake. The river quality is degraded by different pollution sources along its way especially in the Tabriz Plain. Regarding the focused industrial zones, agricultural field and urban areas in this plain, the river is highly vulnerable to pollution and quality degradation. So, this study was aimed to assess the Aji-chay River based on quality indicators, in order to helps its better management.

Materials and Methods

In this research for assessing pollution of the Aji-Chay river using water quality indices, 16 sampling stations were located along the river and water samples were collected during wet (May 2016) and dry (September 2016) seasons. Electrical conductivity (EC), temperature, dissolved oxygen (DO) and pH were measured in the field and total dissolved solids (TDS), turbidity, major ions (Ca, Mg, Na, K, HCO_3, Cl, SO_4), nitrate (NO_3), phosphate (PO_4), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and biological contaminants (fecal coliform) were determined in the laboratory. In this research, river pollution index (RPI), Oregon water quality index (OWQI), Said index, Dinius index and weighted arithmetic water quality index (WQI) were calculated to determine the water quality of Aji-Char river.

Discussion and Conclusion

[1] Former Msc. Student of Environmental Geology, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.
[2]* Associated Professor of Hydrogeology, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. Email: h_jafari@shahroodut.ac.ir
[3] Associated Professor of Hydrogeology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Turbidity and Electrical conductivity (EC) is high at the upstream which is related to movement of the River in upper red formation (Miocene series) which enhances the chloride, sodium, calcium and sulfate. Arsenic concentrations are exceeding the drinking standards (0.01 ppm) in the all samples mainly from a geogenic sources as well as discharge of wastewater in some areas. Based on the results, river quality at the wet season is highly controlled by the main branch and Gomnab-Chay, but Mehran-rood plays the major role in downstream water quality at the dry season due to the higher discharge rate. Based on the quality indicators of river pollution index (RPI), Oregon water quality index (OWQI), Said index, Dinius index and weighted arithmetic water quality index (WQI) most of the samples are classified in bad or very bad classes. Based on the results quality indices of Said, Dinius and WQI are suitable ones for assessing quality of the river for particular purposes and then its qualitative management as they have ability to represent the changes trend in quality.

The most important references

1. Abbasi T, Abbasi SA. Water quality indices. New Dehli: Elserier Publishing; 2012
2. Chapman, D. V. (Ed.). 1996. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments, and water in environmental monitoring.
3. Lumb A, Sharma T. C, Bibeault J. F. 2011. A review of genesis and evolution of water quality index (WQI) and some future directions. Water Quality, Exposure and Health. 3(1): 11-24.