

بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار

چکیده

به دلیل اهمیت سفیدرود که به‌عنوان مهم‌ترین و باارزش‌ترین منابع تأمین آب شرب، کشاورزی و محیط‌زیست آبریان در استان گیلان محسوب می‌شود، لذا بررسی کیفیت آب این رودخانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این تحقیق باهدف بررسی کیفیت و توان خود پالایی رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار و همچنین وضعیت کیفی آن برای مصارف شرب، بهداشت و کشاورزی انجام شده است. برای این منظور تغییرات کیفی آب در طی ماه‌های اسفند ۱۳۹۱ تا بهمن ۱۳۹۲ (۱۲ ماه) در ۴ ایستگاه در طول رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه موردسنجش قرار گرفت. در این پژوهش در مجموع ۴۸ نمونه به‌صورت ماهانه برداشت گردید. پس از تجزیه و تحلیل داده‌های میدانی به‌دست‌آمده و محاسبه شاخص کیفیت آب، بهترین شاخص کیفی آب در ایستگاه خروجی سد سفیدرود در اسفندماه با مقدار ۸۴ دیده شد و بدترین شاخص کیفی در ایستگاه گنجه در آبان ماه با مقدار ۵۸ ملاحظه گردید. میانگین شاخص WQI در رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه ۶۹/۱۹ و در محدوده متوسط قرار دارد. همچنین از ایستگاه خروجی سد سفیدرود تا ایستگاه نزدیک سد تاریک در طول مسیر رودخانه به دلیل ورود حجم بالایی از انواع مختلف فاضلاب‌ها کاهش کیفیت محسوس دیده می‌شود که وضعیت آن را برای شرب و کشاورزی نامطلوب می‌سازد و به‌طوری‌که رودخانه توان خود پالایی خود را در ایستگاه‌های پایین‌دست از دست داده و بر میزان آلودگی آن افزوده شده است.

واژگان کلیدی: سفیدرود، کیفیت آب، خودپالایی، پارامترهای کیفیت و WQI.

مریم مروت دوست انارکولی^۱

سام حائری پور^۲

رضا امیرنژاد^۳

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست آلودگی‌های محیط زیست، تنکابن، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، استادیار گروه محیط‌زیست، تنکابن، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، استادیار گروه محیط‌زیست، تنکابن، ایران

*مسئول مکاتبات:

maryammorovatdoust@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۳۰۱۵۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۰

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

داشتن منابع آب سالم پیش‌نیاز ضروری و اساسی برای حفظ محیط‌زیست و رشد و توسعه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی کشور است. رشد جمعیت جهان در دهه‌های اخیر و افزایش تقاضا برای مواد غذایی و نیز بالا رفتن سطح بهداشت سبب افزایش سرانه مصرف آب و کاهش منابع آب شده است. حفظ منابع تولید مواد غذایی از نظر کمی و کیفی و به‌خصوص منابع آب‌و خاک وظیفه‌ای همگانی است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولید، توازن بین آنچه موردنیاز بوده و آنچه مصرف‌شده وجود نداشته است؛ لذا مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی باعث افزایش شدت منابع آب که درگذر از شهرها و روستاها به‌اندازه کافی آلوده شده‌اند، می‌شود. با توجه به این‌که تغییرات محیط‌زیست تحت تأثیر کاهش یا افزایش مواد شیمیایی به آن است بنابراین لزوم داشتن یک استراتژی و برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی‌های آن به‌عنوان یک مسئله در بخش زیربنایی کشور مطرح است. کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن، امری لازم و ضروری است تا از این طریق آبی باکیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرد (پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی گیلان، ۱۳۸۶). به‌طوری‌که خارا و همکاران (۱۳۹۰) کیفیت آب رودخانه اشک در استان گیلان را موردبررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که کیفیت آب رودخانه اشک در وضعیت آلودگی متوسط به



سمت زیاد قرار دارد. همچنین Liu و همکاران (۲۰۱۲) شاخص آلودگی در رودخانه‌های لیو و رودخانه زیانگ و رودهای اصلی آن را مورد بررسی دادند که در مجموع میزان آلودگی آب رودخانه زیانگ بیشتر از رودخانه لیو و کیفیت آن پایین تر بوده است. حوضه آبریز سفیدرود با وسعتی حدود ۶۷۰۰۰ کیلومتر مربع از به هم پیوستن دوشاخه اصلی قزل‌اوزن و شاهرود از استان‌های کردستان، آذربایجان و زنجان سرچشمه گرفته و در استان گیلان در تراز ۲۰- در بندر کیشهر به دریای خزر منتهی می‌شود (میرمشتاقی، ۱۳۹۰). متوسط دبی ۴۰ ساله منطقه در محل سد منجیل ۱۳۸/۹ مترمکعب بر ثانیه و در محل پل آستانه ۱۲۲/۴ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد (مهندسین مشاور سفیدرود گیلان، ۱۳۸۵). شیب حوضه از جنوب غربی به سمت شمال شرقی می‌باشد (میرمشتاقی، ۱۳۹۰). رودخانه سفیدرود پس از سد سفیدرود از ارتفاعات حداکثر ۲۰۰ متر تغذیه شده با طی مسافتی حدود ۱۵/۴۰ کیلومتر در بستر سنگی و آهکی خود وارد دشت گیلان می‌شود و این دشت را مشروب می‌کند (مهندسین مشاور طراحان البرز سبز، ۱۳۸۸). مسیر عمومی رودخانه سفیدرود از محل سد سفیدرود در منجیل تا ابتدای دشت گیلان جنوب غربی به شمال شرقی و در منطقه کوچصفهان به سمت مشرق متمایل، در منطقه آستانه جهت خود را به سمت شمال ادامه داده تا به دریای خزر می‌ریزد (میرمشتاقی، ۱۳۹۰). استان از نظر وضعیت منابع آب و حوضه‌های اصلی دارای چهار حوضه می‌باشد که عبارتند از: ۱- حوضه دشت تالش ۲- حوضه دشت فومنات ۳- حوضه دشت آستانه- کوچصفهان ۴- حوضه دشت لاهیجان؛ که رودخانه سفیدرود در دشت آستانه- کوچصفهان که حوضه میانی گیلان است، مهم‌ترین رود این حوضه می‌باشد. که به همراه رودخانه‌های توتکاین، رشته‌رود، فیرارود، خرشک، زلیکی‌رود و دیسام حوضه سفیدرود را تشکیل می‌دهد که پرآب‌ترین رودخانه استان گیلان می‌باشد. به دلیل احداث سد سفیدرود در پایین‌دست تلاقی دو شاخه اصلی رودخانه (قزل‌اوزن و شاهرود) در منجیل هم چنین سدهای انحرافی تاریک و سنگر، اراضی بسیاری از آب رودخانه سیراب شده و بنابراین رودخانه مذکور در تولید انواع محصولات کشاورزی، دامی و شیلات استان نقش مهمی را ایفا می‌نماید (دریکوند و فرجی سینا، ۱۳۸۹). محدوده مورد مطالعه جهت بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود، حدود ۳۵ کیلومتر از رودخانه از پایاب سد سفیدرود تا سد تاریک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا موقعیت رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ در سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور تعیین ایستگاه‌های مناسب پردازش گردید. با توجه به طول تقریبی ۳۵ کیلومتر در این محدوده، و پس از بررسی نقشه‌ها و بازدیدهای میدانی، به جهت بررسی امکان دسترسی و نمونه‌برداری، امکان ورود آلاینده‌های نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای و وضعیت اتصال شاخه‌های فرعی به سفیدرود موقعیت ایستگاه‌ها انتخاب گردید. بر همین اساس یک ایستگاه در بالادست، ورودی رودخانه سفیدرود به استان گیلان و دو ایستگاه در مسیر میانی رودخانه به جهت تعیین تغییرات کیفی پارامترها در طی مسیر و دریافت شاخه فرعی و به دلیل منابع ورودی آلاینده‌ها به رودخانه انتخاب شده‌اند و ایستگاه آخر در پایین‌دست رودخانه در محدوده مورد مطالعه انتخاب گردید (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه از اسفند ۱۳۹۱ تا بهمن ۱۳۹۲، از ۴ ایستگاه در طول رودخانه، نمونه‌های آب تهیه و مورد آزمایش قرار گرفتند. در این مطالعه تعداد کل ۴۸ نمونه مرکب و بافاصله‌ی زمانی یک ماه برداشت گردید. برداشت نمونه‌ها ابتدا از سه نقطه در هر ایستگاه انجام گردید و سپس با تلفیق نمونه‌ها، یک نمونه برداری حاصل گردید. اولین محل نمونه برداری از خروجی سد سفیدرود، ایستگاه اول (S₁) شروع شد و سپس در گنجه، ایستگاه دوم (S₂)، بعد از شاخه فرعی توتکابن، ایستگاه سوم (S₃) و نزدیک سد تاریک، ایستگاه چهارم (S₄) خاتمه یافت. مختصات جغرافیایی ۴ ایستگاه با استفاده از دستگاه GPS مشخص گردید (جدول ۱).

جدول ۱: مختصات نقاط واقع بر روی رودخانه سفیدرود جهت نمونه برداری.

نام رودخانه	شماره نقاط	نزدیک‌ترین شهر	عرض شمالی	طول شرقی
سفیدرود	ایستگاه اول (S ₁) - خروجی سد سفیدرود	منجیل	۳۷° ۰۳' ۰۰"	۴۸° ۶۷' ۳۵"
	ایستگاه دوم (S ₂) - رودخانه سفیدرود بین شهرهای رودبار و رستم‌آباد (گنجه)	رودبار	۳۷° ۰۲' ۶۰"	۴۵° ۰۴' ۳۶"
	ایستگاه سوم (S ₃) - رودخانه سفیدرود بعد از اتصال شاخه فرعی توتکابن	توتکابن	۴۰° ۴۱' ۵۹"	۴۵° ۶۴' ۳۶"
	ایستگاه چهارم (S ₄) - رودخانه سفیدرود بعد از شهر رستم‌آباد (نزدیک سد تاریک)	رستم‌آباد	۴۰° ۴۰' ۹۳"	۶۸° ۱۱' ۳۷"

پارامترهای مورد اندازه‌گیری شامل کدورت، PH، کل جامدات محلول، دما، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، نیتрат، فسفات و کلیفرم، نمونه‌ها با استفاده از روش استاندارد متد آمریکا (APHA, AWWA, WPCF, 1985) سنجش شد و به ترتیب توسط دستگاه‌های تجزیه‌ای استاندارد شامل کدورت سنج مدل PH AQUA LYTIC AL₁₀₀₀، متر مدل BOD، WTW Multi 340/SET، اسپکتروفتومتری مدل HACH و روش MPN سه لوله اندازه‌گیری شدند، کلیه دستگاه‌ها قبل از نمونه برداری با انجام کالیبراسیون و بر اساس دستورالعمل پیش کیفیت آب‌های سطحی نشریه‌ی شماره ۵۲۲ از لحاظ دقت و صحت کار، بررسی و مورد سنجش قرار گرفتند (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۸۸). سپس با استفاده از برنامه Water Quality Index Calculator مقدار شاخص کیفیت آب (WQI) اندازه‌گیری شد. به طوری که برای منظور کردن میزان اثر هر پارامتر و یا زیر شاخص مربوط به آن، به هر یک از پارامترها یک وزن یا ارزش عددی نسبت داده شده است (جدول ۲). بیش‌ترین وزن دهی مربوط به غلظت اکسیژن محلول در آب به میزان (۰/۱۷ واحد) و کم‌ترین وزن دهی مربوط به غلظت کل جامدات محلول (۰/۰۷ واحد) می‌باشد. شاخص کیفیت آب از صفر تا صد (جدول ۳) طبقه‌بندی شده است.

جدول ۲: متوسط وزنی پارامترهای کیفی در محاسبه تعیین کیفیت آب (مهندسیین مشاور طراحان البرز سبز، ۱۳۸۸)

پارامتر	مقدار وزنی	پارامتر	مقدار وزنی
DO	۰/۱۷	فسفات	۰/۱۰
کلیفرم	۰/۱۶	نیترات	۰/۱۰
PH	۰/۱۱	کدورت	۰/۰۸
BOD	۰/۱۱	کل جامدات محلول	۰/۰۷
دما	۰/۱۰		

جدول ۳: راهنمای تعیین کیفیت آب (مهندسین مشاور طراحان البرز سبز، ۱۳۸۸).

کیفیت آب	مقدار عددی شاخص
Excellent عالی	۹۱-۱۰۰
Good مطلوب	۷۱-۹۰
Medium متوسط	۵۱-۷۰
Bad بد	۲۵-۵۰
Very bad خیلی بد	۰-۲۴

نتایج

نتایج به دست آمده می ماهانه از کیفیت آب رودخانه سفیدرود در ایستگاه‌های مختلف (جداول ۷-۴) ارائه شده است.

جدول ۴: پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه خروجی سد سفیدرود (۱۳۹۲-۱۳۹۱).

WQI	Q M ³ /s	F/Coli N/100ml	PO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	COD mg/l	BOD mg/l	DO mg/l	T C°	TDS mg/l	PH	کدورت FTU	پارامتر واحد
۸۴	۲۵/۰۳	۳	-/۱۷۲	۱/۹۹۳	۳	۱	۱۱/۸۳	۷/۴	۸۲۶	۸/۳	۱۲/۸	اسفند
۷۰	۹۰/۳۹۷	۴۸۰	-/۰۱۹	۱/۸۳۷	۱۶/۶	۳	۱۱/۱۴	۱۵/۵	۶۴۸	۸/۶۲	۲۲	فروردین
۷۰	۱۳۴/۰۹	۴۸۰	-/۰۲۹	۱/۸۵۲	۱۳	۵	۱۰/۲۵	۱۸/۳	۵۸۴	۸/۴۴	۱۲/۱	اردیبهشت
۷۰	۱۴۱/۴۱۹	۷۰	-/۰۱۴	۱/۲۱۷	۱۳/۵	۹	۹/۰۵	۲۳	۵۶۷	۸/۶۸	۱۸/۹	خرداد
۷۹	۱۳۰/۸	۳	-/۰۱۴	-/۹۹۱	۱۷/۸	۶	۹/۵	۲۳	۸۲۶	۸/۶۱	۹/۶	تیر
۷۰	۲۵/۳۸۲	۷۵۰	-/۰۰۲	۲/۲۴۶	۸	۴	۸/۹۹	۲۵	۶۰۹	۸/۲	۲۵/۶	مرداد
۷۰	۶/۵۲۵	۲۴۰۰	-/۰۰۱	۱/۶۴۲	۸/۸	۵	۹/۹۷	۲۳	۶۱۸	۸/۱۶	۶/۷	شهریور
۸۳	۱۲/۴۹۷	۳	-/۰۰۲	۱/۵۹۶	۱۰/۲	۲	۱۰/۰۴	۲۱	۶۳۴	۷/۷۱	۲۳/۵	مهر
۶۲	۸/۹۳۷	۱۱۰۰۰	-/۳۱۲	۱/۹۷	۳۸	۷	۹/۹۳	۱۶	۷۱۳	۷/۹۵	۴۲۲۰۰	آبان
۷۷	۸/۱۶۲	۲۳۰	-/۱۹۱	-/۲۶۴	۳	۱	۱۱/۲۶	۱۱/۷	۸۲۸	۸/۱۳	۹/۳	آذر
۷۵	۶/۲۰۶	۴۶	-/۶۱	۲/۲	۳	۱	۱۰/۳۴	۹/۵	۷۴۵	۷/۹۲	۱۶/۳۱	دی
۸۳	۲۳/۱۶۶	۳	-/۰۱۹	۱/۹	۱۰/۸	۲	۱۱/۵۷	۷/۸	۸۵۷	۸/۳۲	۱۱/۳	بهمن
۷۴	۵۱/۰۴	۱۲۸۹	-/۱۱۵	۱/۶۵۱	۱۲/۱۴	۳/۸	۱۰/۳۲	۱۶/۸	۷۰۳	۸/۲۵	۳۵۳۰/۶۸	میانگین
۱/۹۸۲	۱۶/۰۸۷	۹۰۴/۱۴	-/۵۳۴	-/۱۶۵	۲/۷۶	-/۷۶	-/۲۷	۱/۹	۳۱/۳۱	-/۸۷	۳۵۱۵/۳۹	انحراف معیار

جدول ۵: پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه بین شهرهای رودبار و رستم آباد (کنجه) (۱۳۹۱-۱۳۹۲).

WQI	Q	F/Coli	PO ₄	NO ₃	COD	BOD	DO	T	TDS	PH	کدورت	پارامتر
	M ³ /s	N/100ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	mg/l	-	FTU	واحد
۶۹	۲۶/۰۶۴	۳۰	۱/۰۸۷	۲/۴۴۹	۲	۱	۱۱/۸۷	۷/۲	۷۷۷	۸/۴۱	۹۷/۳	اسفند
۶۹	۹۰/۹۴۸	۴۸۰	۰/۰۰۷	۲/۰۷	۱۲/۴	۴	۱۰/۶۸	۱۵/۵	۶۴۵	۸/۶۴	۳۳/۸	فروردین
۶۹	۱۲۵/۷۱۵	۴۸۰	۰/۰۲۸	۱/۸۴	۱۰	۵	۹/۹۹	۱۸/۴	۵۶۹	۸/۶۶	۱۶/۴	اردیبهشت
۷۵	۱۴۱/۶۱۹	۳	۰/۰۴۱	۱/۱۱۳	۱۵	۹	۹/۳۸	۲۳	۵۶۱	۸/۷۲	۲۲/۴	خرداد
۶۹	۱۳۱	۲۴۰	۰/۰۱۸	۱/۲۰۹	۱۴/۵	۶	۸/۷۹	۲۳	۶۱۹	۸/۶۸	۳۸	تیر
۷۰	۲۵/۵۶۲	۱۱۰۰	۰/۰۰۰	۲/۱۸۵	۹	۴	۸/۵۵	۲۵	۶۰۴	۸/۰۹	۳۵/۸	مرداد
۷۱	۶/۷۲۵	۴۶۰	۰/۰۱۶	۱/۲۹۰	۲۳/۸	۴	۹/۰۱	۲۳	۶۰۲	۸/۱۱	۳۸/۹۷	شهریور
۶۷	۱۵/۵۴۷	۱۱۰۰	۰/۰۰۴	۱/۹۵۶	۱۷/۶	۵	۱۱/۶۷	۲۲	۶۰۷	۷/۹۷	۳۱	مهر
۵۸	۱۱/۵۳۷	۲۴۰۰۰	۰/۳۳۲	۲/۵۶	۸/۴	۱۳	۹/۴۱	۱۵	۸۴۶	۷/۸۳	۱۲۳۲۰۰	آبان
۶۳	۱۵/۱۶۲	۴۶۰۰	۰/۵۳۲	۰/۱۷۹	۱۴	۹	۱۱/۲۷	۱۱/۴	۶۸۲	۸/۲	۱۶/۳	آذر
۶۷	۷/۲۳۹	۹۳۰	۰/۵۹۶	۲/۲۵	۱۲	۴	۱۰/۳۲	۹/۳	۶۴۵	۷/۸۸	۱۵/۹	دی
۷۲	۲۷/۱۶۶	۴۰	۰/۰۶	۱/۷	۱۰	۲	۱۱/۵۵	۸	۸۳۶	۸/۳۸	۱۴۵	بهمن
۶۸/۲۵	۵۲/۰۲	۲۷۸۸/۶	۰/۲۲۷	۱/۷۳۳	۱۲/۴	۵/۵	۱۰/۲۱	۱۶/۷۳	۶۶۶/۱	۸/۳	۱۰۳۰۷/۶	میانگین
۱/۲۵۶	۱۵/۴۶۹	۱۹۶۱/۵	۰/۹۹۹	۰/۱۹۷	۱/۵	۰/۹	۰/۵۰	۱/۹	۲۸/۷۱	۰/۹۵	۱۰۲۶۲/۱	انحراف معیار

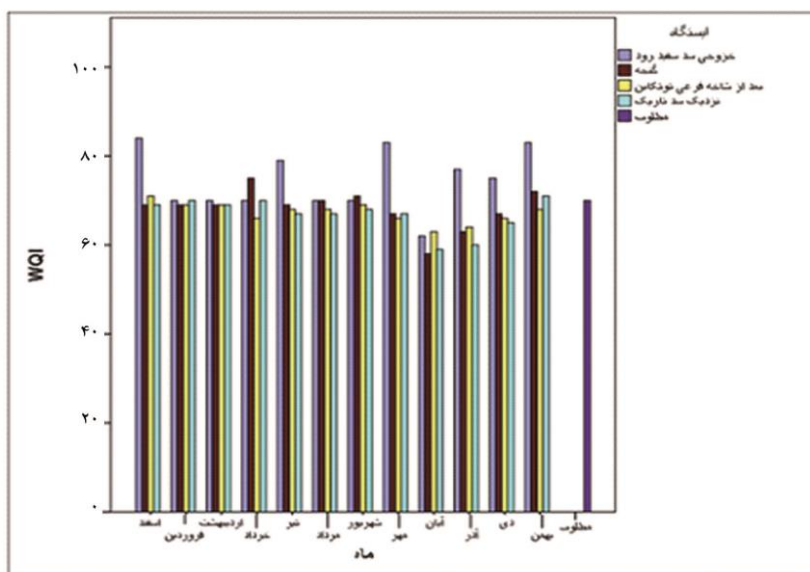
جدول ۶: پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه بعد از شاخه فرعی توتکابن (۱۳۹۱-۱۳۹۲).

WQI	Q	F/Coli	PO ₄	NO ₃	COD	BOD	DO	T	TDS	PH	کدورت	پارامتر
	M ³ /s	N/100ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	mg/l	-	FTU	واحد
۷۱	۲۸/۲۴۶	۲۱۰	۰/۰۳۷	۲/۷۷۸	۱	۰	۱۱/۸۴	۷/۵	۸۲۲	۸/۴۶	۱۸۷	اسفند
۶۹	۹۲/۱۱	۹۳۰	۰/۰۱	۱/۸۶۳	۱۴	۲	۱۰/۲۷	۱۶	۶۳۲	۸/۶۷	۵۱/۷	فروردین
۶۹	۱۱۹/۴۶۵	۹۳۰	۰/۰۶۱	۱/۷۹۴	۱۲	۴	۹/۹۹	۱۸/۷	۵۷۷	۸/۴۹	۱۸/۵	اردیبهشت
۶۶	۱۴۲/۱۱۹	۲۷۰	۰/۰۲۳	۱/۱۳۲	۱۵/۷	۱۰	۸/۳۶	۳۳	۹۲۸	۸/۷۳	۲۰/۴	خرداد
۶۸	۱۳۱/۵	۱۴۰	۰/۰۲۶	۱/۰۶۳	۱۲/۷	۵	۸/۶۴	۲۳	۶۲۲	۸/۵۸	۹۸/۱	تیر
۶۸	۲۶/۰۷۲	۷۵۰	۰/۰۰۳	۲/۸۰۱	۱۱	۴	۷/۹۶	۲۵	۵۹۵	۷/۸۳	۱۲۶	مرداد
۶۹	۷/۲۰۵	۲۴۰۰۰	۰/۰۰۸	۲/۱۸۵	۲۰	۶	۸/۹	۲۲	۶۰۵	۷/۶۲	۱۱/۹۴	شهریور
۶۶	۲۲/۵۴۷	۴۸۰	۰/۰۰۲	۱/۸۵۶	۲۴/۶	۳	۱۰/۰۱	۲۴	۵۲۸	۸/۱۲	۱۱۳	مهر
۶۳	۱۷/۰۳۷	۲۴۰۰۰	۰/۳۲۶	۲/۲	۲۰	۵	۹/۵۳	۱۵	۸۴۶	۷/۶۱	۱۲۹۶۰۰	آبان
۶۴	۳۲/۱۶۲	۱۱۰۰۰	۰/۲۳۱	۰/۱۳	۱۰	۳	۱۰/۶۴	۱۱/۶	۶۵۷	۷/۹۴	۳۱۹	آذر
۶۶	۹/۳۰۹	۲۴۰۰	۰/۹۹	۲/۳۱	۹	۱	۱۰/۴۵	۷/۹	۶۲۵	۷/۹۹	۳۴/۸۹	دی

WQI	Q	F/Coli	PO ₄	NO ₃	COD	BOD	DO	T	TDS	PH	کدورت	پارامتر واحد
	M ³ /s	N/100ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	mg/l	-	FTU	
۶۸	۳۷/۱۶۶	۲۳۰	۰/۰۷۳	۲/۱	۱۱/۸	۲	۱۰/۳۵	۸/۴	۶۷۸	۸/۴۱	۱۳۹	بهمن
۶۷/۲۵	۵۵/۴۱	۵۴۴۵	۰/۱۵	۱/۸۵	۱۳/۴۸	۳/۷۵	۹/۷۵	۱۷/۷	۶۷۶/۲۵	۸/۲۰	۱۰۸۹۳/۲	میانگین
۰/۶۶	۱۴/۶۲	۲۶۴۸/۲	۰/۰۸	۰/۲۱	۱/۷۷	۰/۷۶	۰/۳۳	۲/۳	۳۵/۳۴	۰/۱۱	۱۰۷۹۱/۵۵	انحراف معیار

جدول ۷: پارامترهای اندازه گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه بعد از شهر رستم آباد (نزدیک سد تاریک) (۱۳۹۱-۱۳۹۲).

WQI	Q	F/Coli	PO ₄	NO ₃	COD	BOD	DO	T	TDS	PH	کدورت	پارامتر واحد
	M ³ /s	N/100ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	mg/l	-	FTU	
۶۹	۲۹/۳۴۲	۲۳۰	۰/۳۹۸	۱/۹۵۱	۸	۳	۱۲/۳۳	۷/۸	۴۸۸	۸/۱۶	۵۹/۲	اسفند
۷۰	۹۲/۶۹۴	۲۳۰	۰/۰۰۳	۲/۱۷۳	۹/۶۸	۲	۱۰/۱	۱۴/۹	۶۴۰	۸/۶	۹۶/۴	فروردین
۶۹	۱۰۹/۰۹۵	۲۳۰	۰/۰۳۵	۱/۹۷۸	۱۱	۵	۹/۲۷	۱۹/۱	۵۷۰	۸/۶۳	۳۴/۸	اردیبهشت
۷۰	۱۴۲/۴۱۹	۳۰	۰/۰۱۹	۰/۹۷۵	۱۶	۹	۸/۸۴	۲۴	۵۶۸	۸/۶۹	۳۳/۴	خرداد
۶۷	۱۳۱/۸	۲۱۰	۰/۰۲	۱/۰۶۷	۱۳/۱	۷	۸/۳۸	۲۴	۶۱۷	۸/۵۴	۶۵	تیر
۶۷	۲۶/۳۸۲	۱۱۰۰	۰/۰۰۱	۲/۱۲۰	۷	۳	۸/۲	۲۶	۵۹۷	۷/۹۱	۱۰۷	مرداد
۶۸	۷/۴۸۵	۲۴۰۰۰	۰/۰۱۶	۱/۷۴۸	۱۹	۵	۹/۳	۲۳	۵۶۵	۷/۹۹	۲۱/۶۱	شهریور
۶۷	۲۶/۲۹۷	۱۱۰۰	۰/۰۰۳	۳/۰۹	۳۰/۶	۳	۹/۹۴	۲۲	۵۵۷	۷/۹۳	۷۰/۵	مهر
۵۹	۱۹/۷۰۱	۲۴۰۰۰	۰/۳۲۳	۲/۱۵	۵/۶۱	۱۱	۹/۵۲	۱۵	۷۵۸	۷/۹۵	۸۳۴۰۰	آبان
۶۰	۴۰/۱۶۲	۲۴۰۰	۰/۵۱۶	۰/۲۷۹	۴۵	۱۶	۱۰/۹۴	۱۱/۵	۲۹۲	۸/۱۶	۸۲۳	آذر
۶۵	۱۰/۳۴۴	۴۸۰	۱/۱۳	۲/۰۲	۱۸	۵	۱۰/۴۲	۷/۹	۴۵۳	۷/۹۲	۳۶/۱۹	دی
۷۱	۴۱/۶۶۶	۴۰	۰/۱۱۶	۲/۲	۱۳/۴	۲	۱۰/۳۷	۸/۳	۶۲۵	۸/۵	۱۹۱	بهمن
۶۶/۸۳	۵۶/۴۵	۴۵۰۴	۰/۲۱۵	۱/۸۱۲	۱۶/۳۷	۵/۹	۹/۸	۱۶/۱	۵۶۰/۸۳	۸/۲۵	۷۰۷۸/۱۷	میانگین
۰/۳۳	۱۴/۰۵	۲۶۴۶/۹	۰/۰۹۸	۰/۲۱۰	۳/۲۶	۱/۲	۰/۳	۱/۹	۳۲/۹۲	۰/۰۹	۶۹۳۸/۴۰	انحراف معیار



شکل ۲: تغییرات WQI آب رودخانه سفیدرود در دوازده ماه (۱۳۹۱-۱۳۹۲)

در تمام موارد اندازه‌گیری شده کم‌ترین شاخص کیفی (WQI) آب رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه ایستگاه گنجه با مقدار ۵۸ و بیش‌ترین مقدار شاخص کیفی ایستگاه خروجی سد سفیدرود با مقدار ۸۴ به خود اختصاص داده است. و از نظر تغییرات زمانی آبان ماه کم‌ترین مقدار و اسفندماه بیش‌ترین مقدار عددی شاخص را نشان می‌دهند. میانگین شاخص کیفیت آب در ماه‌های مختلف (جدول ۸) مورد مقایسه قرار گرفتند به‌طور که آبان ماه با شاخص کیفی ۶۰/۵۰ کم‌ترین مقدار و بهمن ماه با عدد شاخص کیفی ۷۳/۵۰ بیش‌ترین مقدار را نشان می‌دهد.

جدول ۸: میانگین و انحراف معیار شاخص کیفی آب (WQI) برای ماه‌های مختلف در رودخانه سفیدرود (۱۳۹۱-۱۳۹۲).

بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	WQI و انحراف معیار
۷۳/۵۰	۶۸/۲۵	۶۶	۶۰/۵۰	۷۰/۷۵	۶۹/۵۰	۶۸/۷۵	۷۰/۷۵	۷۰/۲۵	۶۹/۲۵	۶۹/۵۰	۷۳/۲۵	
(۳/۲۸)	(۲/۲۹)	(۳/۷۶)	(۱/۱۹)	(۴/۰۹)	(۰/۶۴)	(۰/۷۵)	(۲/۷۸)	(۱/۸۴)	(۰/۲۵)	(۰/۲۹)	(۳/۶۱)	

بحث و نتیجه‌گیری

رودخانه سفیدرود با معضل ورود انواع پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری و صنعتی مواجه است (دریکوند و فرجی سینا، ۱۳۸۹). به‌طوری‌که بعد از نمونه‌برداری از مسیر رودخانه مشاهده گردید که میزان کدورت در آبان ماه در تمام ایستگاه‌ها به حداکثر میزان رسیده است. و به‌طور کلی میزان کدورت آب رودخانه سفیدرود از استاندارد آب شرب WHO و استاندارد ملی ایران ۵ FTU تعیین شده بالاتر رفته است. با توجه به نتیجه پژوهش جداری عیوضی و همکاران (۱۳۸۹) کدورت آب رودخانه کُر بسیار کمتر از رودخانه سفیدرود بوده است. دلیل افزایش کدورت آب رودخانه سفیدرود را می‌توان ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی و صنعتی مخصوصاً کارخانجات فصلی و پساب‌های کشاورزی و از همه مهم‌تر برداشت شن و ماسه از رودخانه دانست. پارامتر PH در دوره‌ی مورد مطالعه در بازه‌ی قلیائی قرار داشته و در بعضی از ماه‌ها در محدوده‌ی استاندارد شرب و آبیاری قرار داشته است. نتایج بررسی سلاجه و همکاران (۱۳۹۰) نشان می‌دهد که میزان PH آب حوضه آبخیز کرج در شرایط خنثی نوسان داشته است. قلیائیت آب رودخانه سفیدرود نشان دهنده درصد بالایی از نمک‌های محلول در آب (ناشی از فرسایش و انحلال سازندها)

می‌باشد. میزان TDS که عامل مهمی در کیفیت آب به‌خصوص در آبیاری بوده در رودخانه سفیدرود در تمام ایستگاه‌ها در دوازده ماه در حد استاندارد شرب WHO و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی و برای آبیاری در حد استاندارد FAO قرار گرفته است. دما در بیش‌تر ماه‌ها فراتر از محدوده استاندارد قرار گرفته است که دلیل آن را می‌توان تغییرات روزانه دمای هوا، ورود مواد آلاینده و تجزیه ترکیبات آلی توسط میکروارگانیسم‌های موجود در آب، بیان کرد (مروت دوست انارکولی، ۱۳۹۳). میزان DO (شاخص سلامتی رودخانه) در رودخانه سفیدرود مطلوب بوده و بالاتر از حداقل میزان استاندارد آب شرب WHO بوده است. مفتاح هلقی (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای مشابه دریافت که رودخانه اترک روند کاهش DO را نشان می‌دهد. افزایش جریان و تلاطم آب رودخانه سفیدرود عامل اصلی مطلوب بودن میزان DO این رودخانه بوده است. میزان BOD آب رودخانه در تمامی نقاط در بعضی از ماه‌ها در محدوده استاندارد آب شرب WHO و در تمام ماه‌ها در محدوده استاندارد آبیاری قرار گرفته است. Liu و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی آب رودخانه لیو، مقدار BOD را کمتر از مواد مغذی موجود در آب رودخانه بیان نمودند. میزان COD در ایستگاه بعد از شاخه فرعی توتکابن در اسفندماه کم‌ترین مقدار و در ایستگاه نزدیک سد تاریک در آذرماه بیش‌ترین مقدار را داشته است. صباحی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه سیکان، میزان COD را در حد قابل قبول بیان کرده‌اند. ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی و فاضلاب‌های صنایع مخصوصاً کارخانه‌های فصلی مانند روغن‌کشی زیتون که BOD و COD بسیار بالایی دارند، روغن‌کشی گنجه و ورود فاضلاب کشتارگاه‌ها دلیل افزایش BOD و COD آب رودخانه سفیدرود بوده است. آب رودخانه سفیدرود از نظر پارامتر نیترات در محدوده استاندارد آب شرب و آبیاری قرار گرفته است. درحالی‌که آب رودخانه گاماسیاب از لحاظ میزان نیترات، ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه در مقایسه با ایستگاه‌های بالادست تفاوت زیادی را نشان داده است (طیبی و سبحان اردکانی، ۱۳۹۱). رودخانه سفیدرود از نظر پارامتر فسفات نیز در محدوده استاندارد آب شرب و آبیاری قرار گرفته است. نتایج بررسی‌ها نشان‌دهنده بالا بودن میزان فسفات در آب رودخانه زاینده‌رود به‌ویژه درگذر از شهر اصفهان می‌باشد (حاجیان نژاد و رهسپار، ۱۳۸۹). افزایش دبی آب خروجی از سد سفیدرود در فصول کشاورزی و ریزش‌های جوی منطقه از عوامل متعادل ماندن نیترات و فسفات آب رودخانه سفیدرود است. بار آلودگی کلیفرم در طول رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه دارای نوسان بوده از بالادست به سمت ایستگاه‌های پایین‌دست افزایش یافته و به‌جز ایستگاه خروجی سد سفیدرود در بقیه نقاط خصوصاً در نقاط انتهایی رودخانه سفیدرود فراتر از مقادیر پذیرفته‌شده است به‌طوری‌که در ایستگاه گنجه، بعد از شاخه فرعی توتکابن و ایستگاه نزدیک سد تاریک حتی به ۲۴۰۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر نیز رسیده است که جهت شرب، آبیاری و سایر مصارف بسیار خطرناک است (مهندسین مشاور طراحان البرز سبز، ۱۳۸۸). و به‌طورکلی آب رودخانه از نظر میزان کلیفرم در تمام ماه‌ها فراتر از استاندارد آب شرب و در بیش‌تر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آبیاری قرار گرفته است. که دلیل آن ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی (آلودگی تولیدی مربوط به دام‌ها و فضولات دامی) و ورود فاضلاب کشتارگاه‌ها و فاضلاب مربوط به صنایع به‌ویژه صنایع فصلی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از شاخص کیفیت آب نشان می‌دهد ایستگاه خروجی سد سفیدرود در اسفند، تیر، مهر، آذر، دی و بهمن‌ماه، ایستگاه گنجه در خرداد، شهریور و بهمن‌ماه، ایستگاه بعد از شاخه فرعی توتکابن در اسفندماه و ایستگاه نزدیک سد تاریک در بهمن‌ماه وضعیت کیفی مطلوب را نشان داده و آب رودخانه در تمام ایستگاه‌ها در بقیه ماه‌ها وضعیت کیفی متوسط بین مقادیر ۷۰-۵۸ نوسان داشته است. میانگین شاخص کیفیت آب (WQI) در رودخانه سفیدرود در محدوده مورد مطالعه ۶۹/۱۹ می‌باشد و در طبقه‌ی متوسط قرار گرفته است.

جدول ۹: نتیجه مقایسه پارامترها با استانداردهای آب شرب (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸ و WHO).

نتیجه مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد آب شرب	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۸			واحد	پارامتر
	WHO	حد اکثر مجاز (mg/l)	حد مطلوب (mg/l)		
میزان کدورت در تمام ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب	۵	۵	≤۱	(FTU)	کدورت
در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵	-	PH
در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	mg/l	TDS
در بیشتر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب	-	-	-	C°	T
در حد مطلوب و بالاتر از حداقل استاندارد آب شرب	۴	-	-	mg/l	DO
در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب	۳-۶	-	-	mg/l	BOD ₅
-	-	-	-	mg/l	COD
در حد استاندارد آب شرب	۵۰	۵۰	-	mg/l	NO ₃
در حد استاندارد آب شرب	۳	-	-	mg/l	PO ₄
در تمام ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب	۰	-	-	N/100ml	Fecal Coliform

جدول ۱۰: استاندارد لازم برای کیفیت آب مورد استفاده در آبیاری (پایگاه اطلاع‌رسانی مهندسی بهداشت محیط ایران، (راهنمای استفاده از آب و پساب برای کشاورزی) و (FAO).

نتیجه مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد آب آبیاری	درجه تناسب برای آبیاری			واحد	پارامتر
	شدید	جزئی تا متوسط	هیچ		
در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری			۶/۵-۸/۴	-	PH
در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری	>۲۰۰۰	۴۵۰-۲۰۰۰	<۴۵۰	mg/l	TDS
در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری			۱۰۰	mg/l	BOD
در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری	>۳۰	۵-۳۰	<۵	mg/l	NO ₃ -N
در بیشتر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آبیاری			۴۰۰	N/100ml	Coliform Fecal

طبق استانداردهای آبی‌پروری فقط ایستگاه‌های بالادست دارای مقادیر استاندارد تعیین شده می‌باشند (دریکوند و فرجی سینا، ۱۳۸۹). شاخص کیفی (WQI) در اکثر موارد کمتر از ۷۱ اندازه‌گیری شده است. ایستگاه خروجی سد سفیدرود در اسفند، تیر، مهر، آذر، دی و بهمن وضعیت مطلوب آب را نشان می‌دهد. کیفیت این ایستگاه از آنجا ناشی می‌شود که سرچشمه این رودخانه از دوشاخه قزل‌اوزن و شاهرود منشأ گرفته و در این ماه‌ها آب را با همان کیفیت مطلوب وارد استان می‌کند و همچنین این ایستگاه از نظر غلظت کدورت، DO، BOD و کلیفرم در آب نسبت

به دیگر ایستگاه‌ها وضعیت بهتری دارد. در ایستگاه گنجه آب رودخانه در نه ماه از سال کیفیت متوسط داشته که به دلیل تخلیه فاضلاب شهر رودبار و روستاهای اطراف و فاضلاب‌های صنعتی مخصوصاً کارخانه‌های فصلی و پساب‌های کشاورزی و برداشت شن و ماسه از رودخانه می‌باشد. در شاخه فرعی توتکابن آب رودخانه در یازده ماه دارای کیفیت متوسط می‌باشد که به دلیل تخلیه فاضلاب شهرهای توتکابن، رستم آباد، روستاهای اطراف و فاضلاب‌های صنعتی و پساب‌های کشاورزی و ورود شاخه فرعی توتکابن که حامل فاضلاب روستاهای اطراف بوده و در ایستگاه نزدیک سد تاریک هم آب رودخانه در یازده ماه از سال دارای وضعیت متوسط می‌باشد که به دلیل تخلیه فاضلاب شهر رستم آباد و روستاهای اطراف و پساب‌های کشاورزی و برداشت شن و ماسه در طول رودخانه از عدد شاخص کیفی این ایستگاه کاسته شده است و مقدار پارامترهای کدورت و کلیفرم، مقدار شاخص کیفی و کیفیت آب ایستگاه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. ارزیابی و شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها و جریانات با استفاده از روش WQI سبب ارائه نتایج دقیق‌تر و پیش‌بینی‌های سریع‌تر می‌گردد و این امکان را فراهم می‌نماید که بایانی ساده، توان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های مختلف ارائه و طبقه‌بندی نمود. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه، به‌طور کلی نشان می‌دهد که هر چه زمین‌های کشاورزی به منابع آب‌های سطحی مورد مطالعه نزدیک‌تر باشند، آلودگی آب آن‌ها بیش‌تر است. مطالعه آلودگی‌های زیست‌محیطی در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که مهم‌ترین منشأ آلودگی در محدوده مورد مطالعه شامل پساب کارخانه‌های روغن‌کشی سفیدرود، روغن‌کشی گنجه، کشتارگاه منجیل، فاضلاب شهرهای رودبار، توتکابن، رستم آباد و روستاهای اطراف و همچنین پساب‌های کشاورزی حامل کودها و سموم دفع آفات نباتی توسط کشاورزان منطقه و برداشت بی‌رویه شن و ماسه از رودخانه می‌باشد و به علت حضور مواد آلی، اکسیژن محلول نیز کاهش می‌یابد. رودخانه‌ها در مسیرهای گاه طولانی خود دچار تغییر و تحولات بسیاری می‌شوند و نیز تا حدی توان خودپالایی دارند که این مسئله می‌تواند باعث از بین رفتن بسیاری از آلاینده‌ها شود. بنابراین باید اقداماتی صورت گیرد که این توان خودپالایی رودخانه سفیدرود احیاء شده و بلکه افزایش یابد که این مهم جز با حفظ و نگهداری این منبع ارزشمند و جلوگیری از آلودگی آن به‌خصوص با پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و جلوگیری از برداشت بی‌رویه شن و ماسه از رودخانه امکان‌پذیر نیست. در صورتی که برنامه بلندمدتی جهت اصلاح الگوی مصارف صنعتی و کشاورزی و دفع پساب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی و جلوگیری از برداشت مصالح رودخانه‌ای تمهیدات و فرهنگ‌سازی لازم تحقق نیابد. علاوه بر تخریب منابع زیستی، بهداشت و سلامت مردم جامعه نه تنها در استان گیلان بلکه در بسیاری از استان‌های دیگر به دلیل صدور محصولات کشاورزی و صیادی به خطر خواهد افتاد.

سیاسگزاری

بدین‌وسیله از کارکنان مطالعات پایه منابع آب و آزمایشگاه آب منطقه‌ای استان گیلان که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

- پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی گیلان. بررسی کمی و کیفی رودخانه‌های مهم استان گیلان، جلد اول، تابستان ۱۳۸۶.
- جداری عیوضی، ج.، مقیمی، ا.، یمانی، م.، محمدی، ح. و عیسانی، ا.، ۱۳۸۹. تأثیر عوامل اکولوژیکی بر کیفیت شیمیایی آب (مطالعه موردی: رودخانه کر و دریاچه سد درودزن)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳۷، صفحه ۲۲.
- حاجیان نژاد، م. و رهسپار، ا.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر روان آب‌ها و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر پارامترهای کیفی آب رودخانه زاینده‌رود، مجله تحقیقات نظام سلامت، سال ششم، صفحه ۸۲۷.
- خارا، ح. و مظلومی، ح.، ۱۳۸۵. بررسی میزان سموم کشاورزی، پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در آب رودخانه اشک، اداره کل حفاظت محیط‌زیست گیلان، صفحات ۱۱۸-۱۱۶.
- دریکوند، ا. و فرجی سینا، ک.، ۱۳۸۹. بررسی و مطالعه کیفیت آب رودخانه سفیدرود از دیدگاه توان خودپالایی رودخانه، چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، صفحات ۵-۶ و ۳-۲.

سلاجقه، ع.، رضوی زاده، س.، خراسانی، ن.، حمیدی فر، م. و سلاجقه، س.، ۱۳۹۰. تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر کیفیت آب رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کرخه). مجله محیط‌شناسی، شماره ۵۸، صفحه ۸۴.

صباحی، ح.، فیضی، م.، ویسی، ه. و اسیلان، ک.، ۱۳۸۹. بررسی تاثیر فعالیتهای کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه سیکان، مجله علوم محیطی، شماره ۴، صفحه ۲۹.

طیپی، ل. و سبحان اردکانی، س.، ۱۳۹۱. سنجش پارامترهای کیفی آب رودخانه گاماسیاب و عوامل مؤثر بر آن، مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره ۲، صفحه ۴۷.

مفتاح هلقی، م.، ۱۳۸۹. پهنه‌بندی کیفی آب با استفاده از شاخص‌های متفاوت کیفی (مطالعه موردی: رودخانه اترک)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌و خاک، شماره ۲، صفحه ۲۱۶.

مروت دوست انارکولی، م.، ۱۳۹۳. بررسی وضعیت کیفی و توان خودپالایی رودخانه سفیدرود حدفاصل شهرستان رودبار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - محیط‌زیست آلودگی‌های محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، صفحات ۸۷-۶۲.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۸۸. دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری)، نشریه شماره ۵۲۲.

مهندسین مشاور، سفیدرود گیلان، ۱۳۸۵. مطالعات بهنگام سازی اطلس منابع آب حوضه آبریز سفیدرود و تالش - تالاب انزلی، جلد سوم: تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات و بیلان آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان.

مهندسین مشاور، طراحان البرز سبز، ۱۳۸۸. مطالعات کمی و کیفی منابع آب در محدوده دشت آستانه - کوچصفهان، جلد اول و دوم.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸. آب آشامیدنی - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۵۳، تجدیدنظر پنجم، صفحات ۷ و ۵.

میرمشتاقی، س. م.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه سفیدرود بر اساس شاخص کیفیت آب NSFQI. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آلودگی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، صفحات ۴۱ و ۸.

APHA. AWWA. WPCF. 1985. Standard methods for the examination of water and waste, 16th, Edition.

Liu, Y., Zheng, B. H., Fu, Q., Wang, L. J. and Wang, M., 2012. The selection of monitoring indicators for river water quality assessment. Procedia Environmental Sciences, 13, pp.129-139.

