بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود در محدوده شهرستان رودبار

مریم مروت دوست انارکولی[۱]
سام حائری‌پور[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.

چکیده

به دلیل اهمیت سفیدرود که به‌عنوان مهم‌ترین و باارزش‌ترین منابع تأمین آب شرب، کشاورزی و محیطزیست آبزیان 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 انجام‌شده 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 موردمطالعه موردسنجش قرار گرفت. در این پژوهش درمجموع 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 موردمطالعه 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 محسوسی دیده می‌شود که وضعیت آن را برای شرب و کشاورزی نامطلوب می‌سازد و به‌طوری‌که رودخانه توان خود پالایی خود را در ایستگاه‌های پایین‌دست ازدست‌داده و بر میزان آلودگی آن افزوده‌شده است.

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

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 آب‌شده است. حفظ منابع تولید مواد غذایی ازنظر کمی و کیفی و به‌خصوص منابع آب‌وخاک وظیفه‌ای همگانی است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولید، توازنی 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 آلوده‌شده‌اند، 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 اشمک در استان گیلان را موردبررسی قراردادند. نتایج این مطالعه نشان داد که کیفیت آب رودخانه اشمک در وضعیت آلودگی متوسط به

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

سمت زیاد قرار دارد. همچنین Liu و همکاران (۲۰۱۲) شاخص آلودگی در رودخانه‌های لیو و رودخانه زیانگ و رودهای اصلی آن را موردبررسی دادند که درمجموع میزان آلودگی آب رودخانه زیانگ بیشتر از رودخانه لیو و کیفیت آن پایین‌تر 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 کیاشهر 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 تغذیه‌شده 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 ازنظر 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 توتکابن، رشته‌رود، فیرارود، خرشک، زیلکی‌رود 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 موردمطالعه 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 موردمطالعه با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ در سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌منظور 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 انتخاب‌شده‌اند و ایستگاه آخر در پایین‌دست رودخانه در محدوده موردمطالعه انتخاب گردید (شکل ۱).

شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه‌ی سفیدرود در محدوده موردمطالعه 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 سه‌نقطه در هر ایستگاه انجام گردید و سپس با تلفیق نمونه‌ها، یک نمونه‌برداری حاصل گردید. اولین محل نمونه‌برداری از خروجی سد سفیدرود، ایستگاه اول (S_1) شروع شد و سپس در گنجه، ایستگاه دوم (S_2)، بعد از شاخه فرعی توتکابن، ایستگاه سوم (S_3) و نزدیک سد تاریک، ایستگاه چهارم (S_4) 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 نمونه‌برداری.

نام رودخانه	شماره نقاط	نزدیک‌ترین شهر	عرض شمالی	طول شرقی
سفیدرود	ایستگاه اول (S_1)- خروجی سد سفیدرود	منجیل	″۰/۳۷ ′۷۰ °۴۰	″۴۸ ′۶۷ °۳۵
	ایستگاه دوم (S_2)- رودخانه سفیدرود بین شهرهای رودبار و رستم‌آباد (گنجه)	رودبار	″۶/۰۲ ′۷۷ °۴۰	″۴۵ ′۰۴ °۳۶
	ایستگاه سوم (S_3)- رودخانه سفیدرود بعد از اتصال شاخه فرعی توتکابن	توتکابن	″۴/۵۹ ′۸۱ °۴۰	″۵۰ ′۶۴ °۳۶
	ایستگاه چهارم (S_4)- رودخانه سفیدرود بعد از شهر رستم آباد (نزدیک سد تاریک)	رستم آباد	″۹/۴۰ ′۹۳ °۴۰	″۶۸ ′۱۱ °۳۷

پارامترهای موردانداز‌ه‌گیری شامل کدورت، PH، کل جامدات محلول، دما، اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، اکسیژن موردنیاز شیمیایی، نیترات، 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 AQUQ LYTIC AL_{1000}، PH متر مدل WTW Multi 340/SET، BOD متر مدل WTW -370، اسپکتروفتومتری مدل HACH و روش MPN سه لوله اندازه‌گیری شدند، کلیه دستگاه‌ها قبل از نمونه‌برداری با انجام کالیبراسیون و بر اساس دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی نشریه‌ی شماره ۵۲۲ ازلحاظ دقت و صحت کار، بررسی و موردسنجش 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. به‌طوری‌که 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 داده‌شده است (جدول ۲). بیش‌ترین وزن‌دهی مربوط به غلظت اکسیژن محلول در آب به میزان (۰/۱۷ واحد) و کم‌ترین وزن‌دهی مربوط به غلظت کل جامدات محلول (۰/۰۷ واحد) می‌باشد. شاخص کیفیت آب از صفرتا صد (جدول ۳) طبقه‌بندی‌شده است.

جدول۲: متوسط وزنی پارامترهای کیفی در محاسبه تعیین کیفیت آب (مهندسین 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		

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

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

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

نتایج

نتایج به‌دست‌آمده‌ی ماهانه از کیفیت آب رودخانه سفیدرود در ایستگاه‌های مختلف (جداول ۷–۴) ارائه‌شده است.

جدول ٤: پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه خروجی سد سفیدرود (۱۳۹۲-۱۳۹۱).

پارامتر	کدورت	PH	TDS	T	DO	BOD	COD	NO_3	PO_4	F/Coli	Q	WQI
واحد	FTU	-	mg/l	C°	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	N/100ml	M^3/s	
اسفند	۱۲/۸	۸/۳	۸۲۶	۷/۴	۱۱/۸۳	۱	۳	۱/۹۹۳	۰/۱۷۲	۳	۲۵/۰۳	۸۴
فروردین	۲۲	۸/۶۲	۶۴۸	۱۵/۵	۱۱/۱۴	۳	۱۶/۶	۱/۸۳۷	۰/۰۱۹	۴۸۰	۹۰/۳۹۷	۷۰
اردیبهشت	۱۲/۱	۸/۴۴	۵۸۴	۱۸/۳	۱۰/۲۵	۵	۱۳	۱/۸۵۲	۰/۰۲۹	۴۸۰	۱۳۴/۰۹	۷۰
خرداد	۱۸/۹	۸/۶۸	۵۶۷	۲۳	۹/۰۵	۹	۱۳/۵	۱/۲۱۷	۰/۰۱۴	۷۰	۱۴۱/۴۱۹	۷۰
تیر	۹/۶	۸/۶۱	۸۲۶	۲۳	۹/۵	۶	۱۷/۸	۰/۹۹۱	۰/۰۱۴	۳	۱۳۰/۸	۷۹
مرداد	۲۵/۶	۸/۲	۶۰۹	۲۵	۸/۹۹	۴	۸	۲/۲۴۶	۰/۰۰۲	۷۵۰	۲۵/۳۸۲	۷۰
شهریور	۶/۷	۸/۱۶	۶۱۸	۲۳	۹/۹۷	۵	۸/۸	۱/۶۴۲	۰/۰۰۱	۲۴۰۰	۶/۵۲۵	۷۰
مهر	۲۳/۵	۷/۷۱	۶۲۴	۲۱	۱۰/۰۴	۲	۱۰/۲	۱/۵۹۶	۰/۰۰۲	۳	۱۲/۴۹۷	۸۳
آبان	۴۲۲۰۰	۷/۹۵	۷۱۳	۱۶	۹/۹۳	۷	۳۸	۱/۹۷	۰/۳۱۲	۱۱۰۰۰	۸/۹۳۷	۶۲
آذر	۹/۳	۸/۱۳	۸۲۸	۱۱/۷	۱۱/۲۶	۱	۳	۰/۲۶۴	۰/۱۹۱	۲۳۰	۸/۱۶۲	۷۷
دی	۱۶/۳۱	۷/۹۲	۷۴۵	۹/۵	۱۰/۳۴	۱	۳	۲/۲	۰/۶۱	۴۶	۶/۲۰۶	۷۵
بهمن	۱۱/۳	۸/۳۲	۸۵۷	۷/۸	۱۱/۵۷	۲	۱۰/۸	۱/۹	۰/۰۱۹	۳	۲۳/۱۶۶	۸۳
میانگین	۳۵۳۰/۶۸	۸/۲۵	۷۰۳	۱۶/۸	۱۰/۳۲	۳/۸	۱۲/۱۴	۱/۶۵۱	۰/۱۱۵	۱۲۸۹	۵۱/۰۴	۷۴
انحراف معیار	۳۵۱۵/۳۹	۰/۸۷	۳۱/۳۱	۱/۹	۰/۲۷	۰/۷۶	۲/۷۶	۰/۱۶۵	۰/۵۳۴	۹۰۴/۱۴	۱۶/۰۸۷	۱/۹۸۲

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

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

پارامتر	کدورت	PH	TDS	T	DO	BOD	COD	NO_3	PO_4	F/Coli	Q	WQI
واحد	FTU	-	mg/l	C°	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	N/100ml	M^3/s	
اسفند	۹۷/۳	۸/۴۱	۷۷۷	۷/۲	۱۱/۸۷	۱	۲	۲/۴۴۹	۱/۰۸۷	۳۰	۲۶/۰۶۴	۶۹
فروردین	۳۳/۸	۸/۶۴	۶۴۵	۱۵/۵	۱۰/۶۸	۴	۱۲/۴	۲/۰۷	۰/۰۰۷	۴۸۰	۹۰/۹۴۸	۶۹
اردیبهشت	۱۶/۴	۸/۶۶	۵۶۹	۱۸/۴	۹/۹۹	۵	۱۰	۱/۸۴	۰/۰۲۸	۴۸۰	۱۲۵/۷۱۵	۶۹
خرداد	۲۲/۴	۸/۷۲	۵۶۱	۲۳	۹/۳۸	۹	۱۵	۱/۱۱۳	۰/۰۴۱	۳	۱۴۱/۶۱۹	۷۵
تیر	۳۸	۸/۶۸	۶۱۹	۲۳	۸/۷۹	۶	۱۴/۵	۱/۲۰۹	۰/۰۱۸	۲۴۰	۱۳۱	۶۹
مرداد	۳۵/۸	۸/۰۹	۶۰۴	۲۵	۸/۵۵	۴	۹	۲/۱۸۵	۰/۰۰۰	۱۱۰۰	۲۵/۵۶۲	۷۰
شهریور	۳۸/۹۷	۸/۱۱	۶۰۲	۲۳	۹/۰۱	۴	۲۳/۸	۱/۲۹۰	۰/۰۱۶	۴۶۰	۶/۷۲۵	۷۱
مهر	۳۱	۷/۹۷	۶۰۷	۲۲	۱۱/۶۷	۵	۱۷/۶	۱/۹۵۶	۰/۰۰۴	۱۱۰۰	۱۵/۵۴۷	۶۷
آبان	۱۲۳۲۰۰	۷/۸۳	۸۴۶	۱۵	۹/۴۱	۱۳	۸/۴	۲/۵۶	۰/۳۳۲	۲۴۰۰۰	۱۱/۵۳۷	۵۸
آذر	۱۶/۳	۸/۲	۶۸۲	۱۱/۴	۱۱/۲۷	۹	۱۴	۰/۱۷۹	۰/۵۳۲	۴۶۰۰	۱۵/۱۶۲	۶۳
دی	۱۵/۹	۷/۸۸	۶۴۵	۹/۳	۱۰/۳۲	۴	۱۲	۲/۲۵	۰/۵۹۶	۹۳۰	۷/۲۳۹	۶۷
بهمن	۱۴۵	۸/۳۸	۸۳۶	۸	۱۱/۵۵	۲	۱۰	۱/۷	۰/۰۶	۴۰	۲۷/۱۶۶	۷۲
میانگین	۱۰۳۰۷/۶	۸/۳	۶۶۶/۱	۱۶/۷۳	۱۰/۲۱	۵/۵	۱۲/۴	۱/۷۳۳	۰/۲۲۷	۲۷۸۸/۶	۵۲/۰۲	۶۸/۲۵
انحراف معیار	۱۰۲۶۲/۱	۰/۹۵	۲۸/۷۱	۱/۹	۰/۵۰	۰/۹	۱/۵	۰/۱۹۷	۰/۹۹۹	۱۹۶۱/۵	۱۵/۴۶۹	۱/۲۵۶

جدول ٦: پارامترهای اندازه‌گیری شده در رودخانه سفیدرود، ایستگاه بعد از شاخه فرعی توتکابن (۱۳۹۲-۱۳۹۱).

پارامتر	کدورت	PH	TDS	T	DO	BOD	COD	NO_3	PO_4	F/Coli	Q	WQI
واحد	FTU	-	mg/l	C°	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	N/100ml	M^3/s	
اسفند	۱۸۷	۸/۴۶	۸۲۲	۷/۵	۱۱/۸۴	۰	۱	۲/۷۷۸	۰/۰۳۷	۲۱۰	۲۸/۲۴۶	۷۱
فروردین	۵۱/۷	۸/۶۷	۶۳۲	۱۶	۱۰/۲۷	۲	۱۴	۱/۸۶۳	۰/۰۱	۹۳۰	۹۲/۱۱	۶۹
اردیبهشت	۱۸/۵	۸/۴۹	۵۷۷	۱۸/۷	۹/۹۹	۴	۱۲	۱/۷۹۴	۰/۰۶۱	۹۳۰	۱۱۹/۴۶۵	۶۹
خرداد	۲۰/۴	۸/۷۳	۹۲۸	۳۳	۸/۳۶	۱۰	۱۵/۷	۱/۱۳۲	۰/۰۲۳	۲۷۰	۱۴۲/۱۱۹	۶۶
تیر	۹۸/۱	۸/۵۸	۶۲۲	۲۳	۸/۶۴	۵	۱۲/۷	۱/۰۶۳	۰/۰۲۶	۱۴۰	۱۳۱/۵	۶۸
مرداد	۱۲۶	۷/۸۳	۵۹۵	۲۵	۷/۹۶	۴	۱۱	۲/۸۰۱	۰/۰۰۳	۷۵۰	۲۶/۰۷۲	۶۸
شهریور	۱۱/۹۴	۷/۶۲	۶۰۵	۲۲	۸/۹	۶	۲۰	۲/۱۸۵	۰/۰۰۸	۲۴۰۰۰	۷/۲۰۵	۶۹
مهر	۱۱۳	۸/۱۲	۵۲۸	۲۴	۱۰/۰۱	۳	۲۴/۶	۱/۸۵۶	۰/۰۰۲	۴۸۰	۲۲/۵۴۷	۶۶
آبان	۱۲۹۶۰۰	۷/۶۱	۸۴۶	۱۵	۹/۵۳	۵	۲۰	۲/۲	۰/۳۲۶	۲۴۰۰۰	۱۷/۰۳۷	۶۳
آذر	۳۱۹	۷/۹۴	۶۵۷	۱۱/۶	۱۰/۶۴	۳	۱۰	۰/۱۳	۰/۲۳۱	۱۱۰۰۰	۳۲/۱۶۲	۶۴
دی	۳۴/۸۹	۷/۹۹	۶۲۵	۷/۹	۱۰/۴۵	۱	۹	۲/۳۱	۰/۹۹	۲۴۰۰	۹/۳۰۹	۶۶

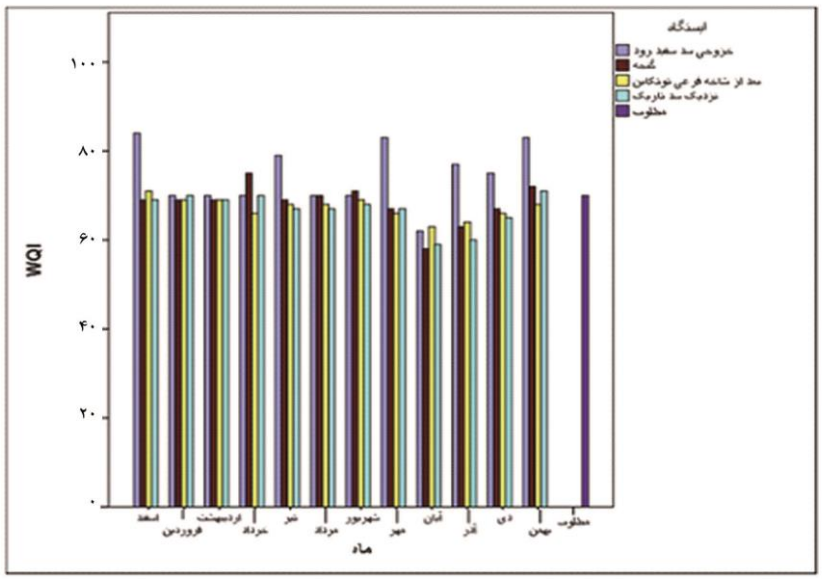
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

پارامتر	کدورت	PH	TDS	T	DO	BOD	COD	NO_3	PO_4	F/Coli	Q	WQI
واحد	FTU	-	mg/l	C°	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	N/100ml	M^3/s	
بهمن	۱۳۹	۸/۴۱	۶۷۸	۸/۴	۱۰/۳۵	۲	۱۱/۸	۲/۱	۰/۰۷۳	۲۳۰	۳۷/۱۶۶	۶۸
میانگین	۱۰۸۹۳/۲	۸/۲۰	۶۷۶/۲۵	۱۷/۷	۹/۷۵	۳/۷۵	۱۳/۴۸	۱/۸۵	۰/۱۵	۵۴۴۵	۵۵/۴۱	۶۷/۲۵
انحراف معیار	۱۰۷۹۱/۵۵	۰/۱۱	۳۵/۳۴	۲/۳	۰/۳۳	۰/۷۶	۱/۷۷	۰/۲۱	۰/۰۸	۲۶۴۸/۲	۱۴/۶۲	۰/۶۶

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

پارامتر	کدورت	PH	TDS	T	DO	BOD	COD	NO_3	PO_4	F/Coli	Q	WQI
واحد	FTU	-	mg/l	C°	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	N/100ml	M^3/s	
اسفند	۵۹/۲	۸/۱۶	۴۸۸	۷/۸	۱۲/۳۳	۳	۸	۱/۹۵۱	۰/۳۹۸	۲۳۰	۲۹/۳۴۲	۶۹
فروردین	۹۶/۴	۸/۶	۶۴۰	۱۴/۹	۱۰/۱	۲	۹/۶۸	۲/۱۷۳	۰/۰۰۳	۲۳۰	۹۲/۶۹۴	۷۰
اردیبهشت	۳۴/۸	۸/۶۳	۵۷۰	۱۹/۱	۹/۲۷	۵	۱۱	۱/۹۷۸	۰/۰۳۵	۲۳۰	۱۰۹/۰۹۵	۶۹
خرداد	۳۳/۴	۸/۶۹	۵۶۸	۲۴	۸/۸۴	۹	۱۶	۰/۹۷۵	۰/۰۱۹	۳۰	۱۴۲/۴۱۹	۷۰
تیر	۶۵	۸/۵۴	۶۱۷	۲۴	۸/۳۸	۷	۱۳/۱	۱/۰۶۷	۰/۰۲	۲۱۰	۱۳۱/۸	۶۷
مرداد	۱۰۷	۷/۹۱	۵۹۷	۲۶	۸/۲	۳	۷	۲/۱۲۰	۰/۰۰۱	۱۱۰۰	۲۶/۳۸۲	۶۷
شهریور	۲۱/۶۱	۷/۹۹	۵۶۵	۲۳	۹/۳	۵	۱۹	۱/۷۴۸	۰/۰۱۶	۲۴۰۰۰	۷/۴۸۵	۶۸
مهر	۷۰/۵	۷/۹۳	۵۵۷	۲۲	۹/۹۴	۳	۳۰/۶	۳/۰۹	۰/۰۰۳	۱۱۰۰	۲۶/۲۹۷	۶۷
آبان	۸۳۴۰۰	۷/۹۵	۷۵۸	۱۵	۹/۵۲	۱۱	۵/۶۱	۲/۱۵	۰/۳۲۳	۲۴۰۰۰	۱۹/۷۰۱	۵۹
آذر	۸۲۳	۸/۱۶	۲۹۲	۱۱/۵	۱۰/۹۴	۱۶	۴۵	۰/۲۷۹	۰/۵۱۶	۲۴۰۰	۴۰/۱۶۲	۶۰
دی	۳۶/۱۹	۷/۹۲	۴۵۳	۷/۹	۱۰/۴۳	۵	۱۸	۲/۰۲	۱/۱۳	۴۸۰	۱۰/۳۴۴	۶۵
بهمن	۱۹۱	۸/۵	۶۲۵	۸/۳	۱۰/۳۷	۲	۱۳/۴	۲/۲	۰/۱۱۶	۴۰	۴۱/۶۶۶	۷۱
میانگین	۷۰۷۸/۱۷	۸/۲۵	۵۶۰/۸۳	۱۶/۱	۹/۸	۵/۹	۱۶/۳۷	۱/۸۱۲	۰/۲۱۵	۴۵۰۴	۵۶/۴۵	۶۶/۸۳
انحراف معیار	۶۹۳۸/۴۰	۰/۰۹	۳۲/۹۲	۱/۹	۰/۳	۱/۲	۳/۲۶	۰/۲۱۰	۰/۰۹۸	۲۶۴۶/۹	۱۴/۰۵	۰/۳۳

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]



شکل۲: تغییرات WQI آب رودخانه سفیدرود در دوازده ماه (۱۳۹۲-۱۳۹۱)

در تمام موارد اندازه‌گیری شده کم‌ترین شاخص کیفی (WQI) آب رودخانه سفیدرود در محدوده موردمطالعه ایستگاه گنجه با مقدار ۵۸ و بیش‌ترین مقدار شاخص کیفی ایستگاه خروجی سد سفیدرود با مقدار ۸۴ به خود اختصاص داده است. و ازنظر 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 بهمن‌ماه با عدد شاخص کیفی ۷۳/۵۰ بیش‌ترین مقدار را نشان می‌دهد.

جدول۸: میانگین و انحراف معیار شاخص کیفی آب (WQI) برای ماه‌های مختلف در رودخانه سفیدرود (۱۳۹۲-۱۳۹۱).

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

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 به‌طورکلی میزان کدورت آب رودخانه سفیدرود از استاندارد آب شرب WHO و استاندارد ملی ایران FTU ۵ تعیین‌شده بالاتر رفته است. با توجه به نتیجه پژوهش جداری عیوضی و همکاران (۱۳۸۹) کدورت آب رودخانه کرُ 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 موردمطالعه 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)

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

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 قرارگرفته است. دما در بیش‌تر ماه‌ها فراتر از محدوده استاندارد قرارگرفته است که دلیل آن را می‌توان تغییرات روزانه دمای هوا، ورود مواد آلاینده و تجزیه ترکیبات آلی توسط میکروارگانیسم-های موجود در آب، بیان کرد (مرت 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 قرارگرفته 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 قابل‌قبول 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 ازنظر پارامتر نیترات در محدوده‌ی استاندارد آب شرب و آبیاری قرارگرفته است. درحالی‌که آب رودخانه گاماسیاب ازلحاظ میزان نیترات، ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه در مقایسه با ایستگاه‌های بالادست تفاوت زیادی را نشان داده است (طیبی و سبحان اردکانی، ۱۳۹۱). رودخانه سفیدرود ازنظر پارامتر فسفات نیز در محدوده‌ی استاندارد آب شرب و آبیاری قرارگرفته 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 موردمطالعه دارای نوسان بوده از بالادست به سمت ایستگاه‌های پایین‌دست افزایش‌یافته 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 ازنظر میزان کلیفرم در تمام ماه‌ها فراتر از استاندارد آب شرب و در بیش‌تر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آبیاری قرارگرفته 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 موردمطالعه ۶۹/۱۹ می‌باشد و در طبقه‌ی متوسط قرارگرفته است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

جدول۹: نتیجه مقایسه پارامترها با استانداردهای آب شرب (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸ و WHO).

پارامتر	واحد	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۸		WHO	نتیجه مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد آب شرب
		حد مطلوب (mg/l)	حداکثر مجاز (mg/l)	حداکثر مجاز (mg/l)	
کدورت	(FTU)	≤۱	۵	۵	میزان کدورت در تمام ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب
PH	-	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵	در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب
TDS	mg/l	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب
T	C°	-	-	-	در بیشتر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب
DO	mg/l	-	-	۴	در حد مطلوب و بالاتر از حداقل استاندارد آب شرب
BOD_5	mg/l	-	-	۳-۶	در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آب شرب
COD	mg/l	-	-	-	-
NO_3	mg/l	-	۵۰	۵۰	در حد استاندارد آب شرب
PO_4	mg/l	-	-	۳	در حد استاندارد آب شرب
Fecal Coliform	N/ 100ml	-	-	۰	در تمام ماه‌ها بالاتر از استاندارد آب شرب

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

پارامتر	واحد	درجه تناسب برای آبیاری			نتیجه مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد آب برای آبیاری
		هیچ	جزئی تا متوسط	شدید	
PH	-	۶/۵-۸/۴			در بعضی از ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری
TDS	mg/l	<۴۵۰	۴۵۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰	در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری
BOD	mg/l	۱۰۰			در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری
NO_3 –N	mg/l	<۵	۵ -۳۰	>۳۰	در تمام ماه‌ها در حد استاندارد آبیاری
Coliform Fecal	N/100ml	۴۰۰			در بیشتر ماه‌ها بالاتر از استاندارد آبیاری

طبق استانداردهای آبزی‌پروری فقط ایستگاه‌های بالادست دارای مقادیر استاندارد تعیین‌شده 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 ازآنجا 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 ازنظر غلظت کدورت، DO، BOD و کلیفرم در آب نسبت

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

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 دریازده 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 دریازده 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 بابیانی ساده، توان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های مختلف ارائه و طبقه‌بندی نمود. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه، به‌طورکلی نشان می‌دهد که هر چه زمین‌های کشاورزی به منابع آب‌های سطحی موردمطالعه نزدیک‌تر باشند، آلودگی آب آن‌ها بیش‌تر است. مطالعه آلودگی‌های زیست‌محیطی در محدوده موردمطالعه نشان می‌دهد که مهم‌ترین منشأ آلودگی در محدوده موردمطالعه 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 احیاشده 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.

درصورتی‌که 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 نه‌تنها در استان گیلان بلکه در بسیاری از استان‌های دیگر به دلیل صدور محصولات کشاورزی و صیادی به خطر خواهد افتاد.

سپاسگزاری

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 کمیت و کیفیت رودخانه‌های مهم استان گیلان، جلد اول، تابستان ۱۳۸۶.

جداری عیوضی، ج.، مقیمی، ا.، یمانی، م.، محمدی، ح. و عیسایی، ا.، ۱۳۸۹. تأثیر عوامل اکوژئومورفولوژیک 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 پارامترها 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 اشمک، 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 ۶-۵ و ۳-۲.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

سلاجقه، ع.، رضوی‌زاده، س.، خراسانی، ن.، حمیدی‌فر، 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.

طیبی، 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 آب‌وخاک، 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 NSFWQI، 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.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-09-17]