Archive of SID

Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب
شاپا: ۲۴۷۶-۳۶۸۳

ارزیابی کیفیت آب رودخانه گرمارود با استفاده از شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI)، شاخص آلودگی رودخانه (RPI)، و شاخص کیفیت وزنی حسابی آب (WAWQI)

رضا خلیلی، محمد پروین‌نیا و سید ابوالفضل زالی

دوره ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۲۸۴- ۲۷۴

Vol. 6(3), Autumn 2020, 274– 284

DOI: 10.22034/jewe.2020.238090.1381

Water Quality Assessment of Garmarood River using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI) and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)

Khalili R., Parvinnia M. and Zali A.

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

خلیلی ر.، پروین‌نیا م. و زالی ا. (۱۳۹۹). ارزیابی کیفیت آب رودخانه گرمارود با استفاده از شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI)، شاخص آلودگی رودخانه (RPI)، و شاخص کیفیت وزنی حسابی آب (WAWQI). محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۳، صفحات: ۲۸۴-۲۷۴.

Citing this paper: Khalili R., Parvinnia M. and Zali A. (2020). Water quality assessment of Garmarood River using the national sanitation foundation water quality index (NSFWQI), river pollution index (RPI) and weighted arithmetic water quality index (WAWQI). Environ. Water Eng., 6(3), 274–284. DOI: 10.22034/jewe.2020.238090.1381.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی کیفیت آب رودخانه گرمارود با استفاده از شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI)، شاخص آلودگی رودخانه (RPI)، و شاخص کیفیت وزنی حسابی آب (WAWQI)

رضا خلیلی[۱]، محمد پروین‌نیا[۲*] و سید ابوالفضل زالی[۱]

[۱]دانشجوی کارشناس ارشد، گروه مهندسی عمران مدیریت منابع آب دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[۲]استادیار، گروه مهندسی عمران مدیریت منابع آب دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[*]**نویسنده مسئول**: mparvinnia@yu.ac.ir

مقاله اصلی
تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۴/۱۵] **تاریخ بازنگری:** [۱۳۹۹/۰۶/۰۲] **تاریخ پذیرش:** [۱۳۹۹/۰۶/۰۹]

چکیده

رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی، آشامیدنی و صنعتی می‌باشند؛ که در سال‌های اخیر به منبعی برای تخلیه فاضلاب شهری، صنعتی و پساب کشاورزی تبدیل‌شده است. با توجه به ظرفیت محدود رودخانه‌ها برای پذیرش آلاینده‌ها دارد به همین دلیل بررسی کیفیت رودخانه‌ها یک امر ضروری می‌باشد. در این پژوهش به‌منظور بررسی کیفیت آب رودخانه گرمارود از سه شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI)، شاخص آلودگی رودخانه (RPI) و شاخص کیفیت وزنی حسابی آب (WAWQI) برای نمونه‌های مختلف از سه ایستگاه در طی رودخانه در دو بازه زمانی تابستان و زمستان سال ۱۳۹۸ استفاده و مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش جهت محاسبه شاخص‌های NSFWQI و RPI از پارامترهای DO، دما، BOD، کولی فرم مدفوعی، کدورت، TS، pH، نیتروژن آمونیاک و فسفات و برای محاسبه شاخص-WAWQI از پارامترهای TS، نیترات، کلراید، سختی کل، سولفات، منیزیم، کدورت،pH ، کلسیم استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل پارامترها نشان داد که ارزش شاخص NSFWQI در دامنه ۷۵/۶-۵۰/۶۶ ارزش شاخص آلودگی رودخانه (RPI) در دامنه ۵/۵-۲۵/۲ و ارزش شاخص (WAWQI) در دامنه ۵۵/۹۲-۴۸/۳۳ قرار دارد که نتایج هر سه شاخص بیانگر کیفیت نسبتاً خوب ایستگاه شماره ۱ و کیفیت بد در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ است.

واژه‌های کلیدی: رودخانه؛ شاخص NSFWQI؛ شاخص RPI؛ شاخص کیفیت وزنی حسابی آب (WAWQI).

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین منابع تأمین و انتقال آب در بسیاری از کشورهای دنیا می‌باشند که این امر باعث شده است که بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها برای مصارف مختلف و بهداشت عمومی بسیار حساس و مهم باشد (Tung and Yaseen 2020). از طرفی در سال‌های اخیر مداخلات انسانی ازجمله تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، آبشویی محل‌های دفع زباله و همچنین فرآیندهای طبیعی، کیفیت آب‌های سطحی را تخریب کرده و استفاده از آن‌ها را برای مصارف آشامیدنی، صنعت، کشاورزی و غیره مختل کرده است (Khalili et al. 2020). به همین دلیل برنامه‌ریزی برای نظارت و کنترل آب‌های سطحی جهت شناخت و حفاظت کیفیت آب سطحی برای مصرف‌کنندگان ضروری است (Wang et al. 2020). بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها به‌عنوان اولین و مهم‌ترین مرحله در مدیریت کیفیت آب سطحی محسوب می‌شود (Xiao et al. 2019). برای بررسی کیفیت آب می‌توان از شاخص‌های کیفیت آب[1]WQI که یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای نمایش جامع و صریح کیفیت آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد استفاده کرد (Berry et al. 2020). مدل‌های WQI با ارائه یک عدد منفرد وضعیت کیفیت آب را از طریق ادغام چندین پارامتر میکروبیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی بیان می‌کند (Mukate et al. 2019).

از شاخص‌های کیفیت آب WQIبه‌طورمعمول دانشمندان آب، سیاست‌گذاران و عموم مردم برای تصمیم‌گیری، ترسیم روندهای مکانی و زمانی، ردیابی منابع آلودگی، ارزیابی دستورالعمل‌های نظارتی و سیاست‌های زیست‌محیطی و از همه مهم‌تر برای پیشنهادهای توسعه آینده استفاده می‌کنند. رویکردهای مختلفی برای ارزیابی منابع آب و وضعیت کیفیت آب با استفاده از شاخص کیفیت آب در رودخانه ارائه‌شده است (Wu et al. 2018). یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های کیفیت آب در جهان ، شاخص کیفیت آب ملی بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI[2]) است که به دلیل توضیح ساده و قابل‌فهم از نتایج، در تحقیقات کیفیت آب نقش مهمی ایفا می‌کند. پس از اندازه‌گیری پارامترهای pH، اکسیژن موردنیاز تجزیه زیست‌شیمیایی (BOD)[3]، کل مواد جامدات معلق (TSS)[4]، اکسیژن محلول در آب[5]، کدورت، دما، میزان فسفات، نیترات و کلی‌فرم مدفوعی، یک وزن یا یک مقدار عددی به هر یک از پارامترها اختصاص داده می‌شود و سرانجام از روابط ریاضی برای محاسبه شاخص نهایی استفاده می‌شود (Aazami et al. 2019). شاخص NSFWQI یک شاخص با روند کاهشی است، به‌عبارت‌دیگر، ارزش شاخص با افزایش میزان آلودگی آب نسبت عکس دارد (Teimouri et al. 2018).

یکی دیگر از شاخص‌های بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها شاخص آلودگی رودخانه (RPI[6]) به‌عنوان یک شاخص یکپارچه است که برای یافتن سطح آلودگی رودخانه استفاده می‌شود. RPI شامل چهار پارامتر DO، BOD، TSS و نیتروژن آمونیاک (NH_3-N) می باشدکه هرکدام در نهایت به یک شاخص کیفیت چهارحالته تبدیل می‌شوند (Hoseinzadeh et al. 2015). Cristable et al.(2020) به بررسی کیفیت آب رودخانه سالوران طارم بارات با استفاده از شاخص NSFWQI پرداختند. آن‌ها سه نقطه نمونه‌برداری را در ابتدا، بخش مرکزی و انتهای رودخانه انتخاب و نمونه‌ها را مورد تجزیه‌وتحلیل قراردادند. نتایج نشان داد که کیفیت آب در طبقه متوسط، با محدوده ارزش ۶۷/۹۲-۵۵/۰۶ طبقه‌بندی‌شده است.

[1] . Water Quality Index
[2] . National Sanitation Foundation Water Quality Index
[3]. Biological Oxygen Demand
[4] Total Suspended Solids (TSS)
[5]. Dissolved Oxygen (DO)
٦. River Pollution Index (RPI)

www.SID.ir

Archive of SID

Yousefi et al. (2019) به تعیین کیفیت آب سد بابا حیدر در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از شاخص NSFWQI پرداختند. آن‌ها هفت ایستگاه برای نمونه‌گیری انتخاب و طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۲ موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد که آب سد به‌طورکلی با کسب امتیاز در محدوده ۷۱-۹۰، در طبقه‌بندی متوسط قرار دارد و در بین کلیه ایستگاه‌ها، ایستگاه شماره ۶ بهترین شرایط را داشته زیرا در این ایستگاه فقط کلی‌فرم مدفوعی صفر یافت شده است. Mahrooyan et al. (2018) با استفاده از شاخص NSFWQI به بررسی کیفیت آب رودخانه شاهرود که یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان قزوین می‌باشد پرداختند. آن‌ها نمونه‌گیری‌ها را در دو فصل آبان ماه ۹۶ (زمستان) و تیرماه ۹۷ (تابستان) در دو نوبت و سه تکرار از ۷ ایستگاه طالقان ، آلاموت ، رجایی دشت ، رازمیان ، لوشان ۱ و ۲ انجام دادند. نتایج نشان داد وضعیت کیفیت آب در فصل تابستان در ایستگاه ۱ خوب و در ایستگاه‌های دیگر در حد متوسط و در فصل زمستان ایستگاه ۱ و ۴ در محدوده خوب و در ایستگاه‌های دیگر در حد متوسط بوده است. در نتیجه، آب رودخانه شاهرود از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده و افزایش نیترات و فسفات در این رودخانه به‌دلیل وجود منازل و اراضی کشاورزی در کنار رودخانه گزارش شد. Dewata (2019) به بررسی کیفیت آب ۴ رودخانه اصلی در پادانگ کشور اندونزی، یعنی رودخانه کندیس، رودخانه هو دینگین، رودخانه کورنجی و رودخانه آرا با استفاده از شاخص RPI و شاخص NSFWQI پرداختند. آن‌ها داده‌های مورداستفاده در پژوهش را از ۶ ایستگاه نمونه‌برداری برای هر رودخانه از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ جمع‌آوری و موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد که وضعیت کیفیت آب ۴ رودخانه اصلی در شهر پادانگ از سال ۲۰۱۵ تاکنون در وضعیت متوسط بوده است و شاخص آلودگی کلیه رودخانه‌ها در دامنه ۱۱/۶ تا ۶/۶ قرار دارد و همچنین محاسبه شاخص NSFWQI نشان داد که کیفیت آب رودخانه در محدوده ۲۹,۲۷-۴۸,۷۵ قرار دارد. و همچنین به‌منظور ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌توان از شاخص WAWQI استفاده کرد. در این شاخص جهت ارزیابی دقیق‌تر کیفیت آب علاوه بر پارامترهای بیان‌شده از سختی کل، منیزیم، کلراید، کلسیم و سولفات جهت ارزیابی دقیق‌تر کیفیت آب استفاده می‌شود. Tokatli (2019) به بررسی کیفیت آب رودخانه ارژن در ترکیه با استفاده از شاخص کیفیت آب (WAWQI) پرداخت. او نمونه‌های آب را از ۳۰ ایستگاه در فصل خشک (تابستان) سال ۲۰۱۸ جمع‌آوری کرد و مورد ارزیابی قرارداد. نتایج نشان داد باوجوداینکه غلظت برخی از عناصر در بعضی از مناطق از حد مجاز بالاتر رفت، اما بیش‌تر غلظت عناصر موردبررسی در آب آشامیدنی حوضه در محدوده استانداردهای مصرف انسانی قرار دارد.

در پژوهش حاضر جهت تجزیه‌وتحلیل مشخصه کیفی آب رودخانه گرما رود شهر آمل، از روش شاخص‌های NSFWQI و WAWQI و شاخص RPI استفاده شد و کیفیت آب این رودخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

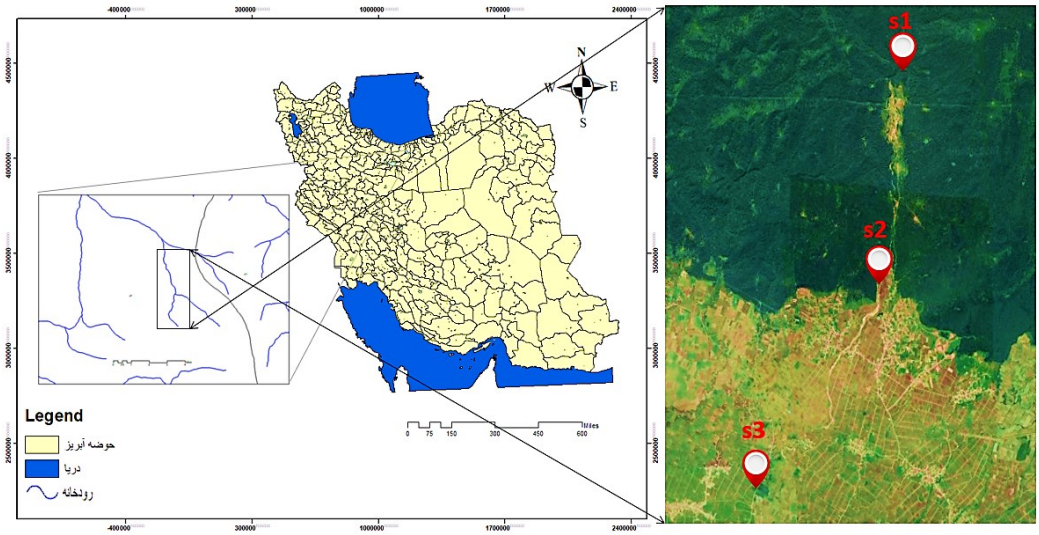
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

رودخانه گرما رود با طول حدود ۵۰ km در ´۲۰ °۵۲ تا ´۲۸ °۵۲ شرقی و ´۱۲ °۳۶ تا ´۳۰ °۳۶ شمالی واقع‌شده است. رودخانه گرما رود از ارتفاعات شمالی رشته‌کوه البرز و از منطقه‌ای به نام هلی یار سرچشمه می‌گیرد. اطراف این رودخانه دو چشمه آب معدنی اصلی به نام‌های گرو و لاله‌زار وجود دارد که باعث رونق کشاورزی، باغداری، دامداری و زنبورداری در روستاهای اطراف این رودخانه شده است. شکل (۱) موقعیت منطقه موردمطالعه و محل‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منطقه موردمطالعه

Fig. 1 Study area

۲-۲- انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری

محل‌های نمونه‌برداری در این پژوهش، پس از بررسی میدانی از رودخانه گرمارود و با در نظر گرفتن آلاینده‌های ورودی به رودخانه مثل فاضلاب‌های روستایی و پساب‌های کشاورزی در ۳ ایستگاه انتخاب و نمونه‌برداری در ۲ فصل تابستان و زمستان در سال ۹۸ انجام گرفت. جدول (۱) موقعیت ۳ منطقه نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- موقعیت منطقه نمونه‌برداری

Table 1 Sampling area location

Station number	Longitude	latitude	Height, m
S1	52^0 25′ 25″	36^0 20′ 33″	251
S2	52^0 25′ 40″	36^0 22′ 50″	156
S3	52^0 26′ 48″	36^0 24′ 29″	96

۲-۲- شاخص کیفیت آب NSFWQI

پس از اندازه‌گیری پارامترهای تأثیرگذار شامل نیترات، فسفات، درصد اشباع اکسیژن محلول، BOD، کلی‌فرم مدفوعی، TSS، دما، کدورت و pH، در این شاخص، از نرم‌افزار آنلاین WQI Calculator جهت محاسبه این شاخص استفاده شد. همچنین جهت محاسبه شاخص NSFWQI می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد.

$$NSF-WQI=\sum_{I=1}^{n}W_iQ_i \qquad (۱)$$

که در رابطه (۱)، W_i: پارامتر وزن واحد با مقدار ۰-۱ موجود در جدول (۲)، Q_i: پارامترهای کیفیت باارزش ۰ تا ۱۰۰، n: تعداد پارامترهای محاسبه NSFWQI می‌باشد. در ابتدا پارامتر Q_i با استفاده از نمودارهای مربوطه محاسبه می‌گردد و سپس با حاصل‌ضرب این پارامتر در مقدار وزنی W_i برای تمامی پارامترها شاخص NSFWQIبه‌صورت یک عدد مجزا برای هر ایستگاه محاسبه می شود. این شاخص بین اعداد ۰ تا ۱۰۰ بوده و طبق جدول (۳) طبقه‌بندی می‌شود (Radwan et al. 2019).

جدول ۲-پارامترهای موردنیاز و وزن انتخاب‌شده جهت محاسبه شاخص NSFWQI

Table 2 Required parameters and selected weight for calculating NSFWQI index

Parameter	Weight
DO (mg/l)	0.17
Fecal coliform (cfu/100 ml)	0.16
pH	0.11
BOD (mg/l)	0.11
Temperature (°C)	0.1
NO_3 (mg/l)	0.1
PO_4 (mg/l)	0.1
Turbidity (NTU)	0.08
TSS (mg/l)	0.07

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- فهرست شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت

Table 2 NSFWQI

Domain	Score	
91-100	عالی	
71-90	خوب	
51-70	متوسط	
26-50	بد	
0-25	خیلی بد	

۲-۳- شاخص RPI

اداره حفاظت از محیط‌زیست تایوان از RPI با استفاده از داده‌های کیفیت آب برای طبقه‌بندی ایستگاه‌ها جهت نظارت بر کیفیت آب در استفاده کرد. نتایج به‌دست‌آمده از این شاخص می‌تواند مرجع ارزشمندی برای مدیریت آلودگی آب رودخانه باشد(Tien et al. 2020). جهت تعیین آلودگی رودخانه چهار پارامتر کیفیت آب از جمله DO، BOD، TSS و NH_3-N ارائه‌شده در جدول (۴) استفاده می‌شود. جهت محاسبه RPI از رابطه (۲) استفاده می‌شود.

$$RPI = \frac{1}{4}\sum_{i=4}^{4} S_i \qquad (۲)$$

که در این معادله، "Si" نمره شاخص جهت طبقه‌بندی آلودگی می‌باشد و با میانگین مقدار "Si" برای هر ۴ پارامتر ارزش شاخص RPI طبق جدول (۴) مشخص می‌شود (Chen et al. 2019).

جدول ۴- پارامترها و طبقه‌بندی شاخص آلودگی رودخانه

Table 4 RPI parameters and its classification

Parameter	Water pollution classification			
	بدون آلودگی No pollution	آلودگی غیرقابل‌چشم‌پوشی Undeniable pollution	آلودگی به میزان متوسط Moderate pollution	آلودگی زیاد High pollution
DO	>6.5	4.6-6.5	2-4.5	<2
BOD	<3	3-4.9	5-15	>15
NH_3-N	<0.5	0.5-0.99	1-3	>3
TSS	<20	20-49	50-100	>100
نمره شاخص (Si)	1	3	6	10
ارزش RPI	<2	2-3	3.1-6	>6

۲-۴- شاخص کیفیت WAWQI

شاخص کیفیت WAWQI با استفاده از پارامترهای کیفیت آب موردبررسی و کیفیت آب را با توجه به درجه خلوص طبقه‌بندی می‌کند. محاسبه WAWQI با استفاده از رابطه (۳) انجام می‌پذیرد.

$$WAWQI = \sum Q_i W_i / \sum W_i \qquad (۳)$$

مقیاس رتبه‌بندی کیفیت (Qi) برای هر پارامتر با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$Q_i = 100 \times [v_i - v_0]/[s_i - v_0] \qquad (۴)$$

که این معادله V_i: غلظت برآورد شده از پارامتر در آب مورد تجزیه‌وتحلیل، V_o مقدار ایده آل این پارامتر در آب خالص و Si مقدار استاندارد پارامتر می‌باشد. وزن واحد (Wi) برای هر پارامتر کیفیت آب با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود

$$W_i = k/s_i \qquad (۵)$$

که در رابطه (۵) K نسبت متناسب است و می‌تواند با استفاده از رابطه (۶) محاسبه شود.

$$k = 1/\sum(1/s_i) \qquad (۶)$$

درجه‌بندی کیفیت آب مطابق WAWQI در جدول (۵) آورده شده است (Zooalnoon and Musa 2019).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- فهرست شاخص کیفیت وزنی حسابی آب

Table 5 WAWQI

Domain	Score	
0-20	عالی	
26-50	خوب	
51-75	بد	
76-100	خیلی بد	
>100	غیرقابل‌شرب	

۳- یافته‌ها و بحث

پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها با استفاده از بطری‌های پلی‌اتیلن تمیز جمع‌آوری شد؛ و ازنظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بلافاصله پس از جمع‌آوری مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و جهت رسم نمودار تغییرات پارامترهای کیفی از نرم‌افزار Origin pro 2019استفاده شد. جدول (۶) روش اندازه‌گیری و دستگاه‌هایی که برای انجام پژوهش به‌کاررفته و جدول (۷) پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۶- روش اندازه‌گیری پارامترها

Table 6-Method of measured parameters

Parameter	Measurement tools and methods
Temperature	دماسنج جیوه‌ای
TSS	روش وزن سنجی در دمای ۱۰۷-۱۰۵°C
NO_3, PO_4	روش فتومتری با دستگاه اسپکتروفتومتری
DO	روش وین کلر (Winkler) با دستگاه Do متر
BOD	روش ستون جیوه‌ای با دستگاه هوربیا
NH_3-N	روش نسلر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری
Fecal coliform	از روش احتمالیMPN
Turbidity	دستگاه کدورت سنج مدل Lovibond
pH	pHمتر مدلMetrohm
Mg, Ca	روش تیتراسیون
Hardness	روش کمپلکسومتری با استفاده از محلول استانداردEDTA
Cl	روش آرژانتومتری

جدول۷ -نتایج آنالیز پارامترها

Table 7 Parameter analysis results

Parameter	analysis results		
	S1	S2	S3
TSS (mg/l)	152±32	201±19	293±28
NO_3 (mg/l)	0.5±0.09	1.1±0.01	1.6±0.08
DO (mg/l)	6.52 ±0.85	5.28±0.45	4.25 ±0.25
BOD (mg/l)	1.5±0.14	2.4±0.2	3.07±0.32
PO_4 (mg/l)	0.018±0.004	0.03±0.005	0.05±0.003
کلی فرم مدفوعی (cfu/100 ml)	77 ±23	220±25	420±32
کدورت (NTU)	0.1±0.03	0.25±0.02	0.41±0.03
pH	8±0.1	7.5±0.1	6.9±0.2
دما (°C)	8.2±2	14.7±2.2	21±3.1
SO_4 (mg/l)	0.02±0.01	0.11±0.09	0.17±0.04
سختی کل(mg/l)	12.5±2.1	17.6±2.2	22.35±3
کلرور (mg/l)	41±3	61±4.5	67.5±2.2
کلسیم (mg/l)	1±0.21	4.1±0.24	4.6±0.34
NH_3-N (mg/l)	0.5±0.02	1.01±0.04	1.51±0.08

جهت محاسبه مقادیر NSFWQI از ۹ پارامتر (DO، اختلاف دما، BOD، کلی‌فرم مدفوع، کدورت، TSS، pH و فسفات) استفاده و برای دقت در محاسبات از نرم‌افزار آنلاین WQI Calculator استفاده شد و نتایج محاسبات

www.SID.ir

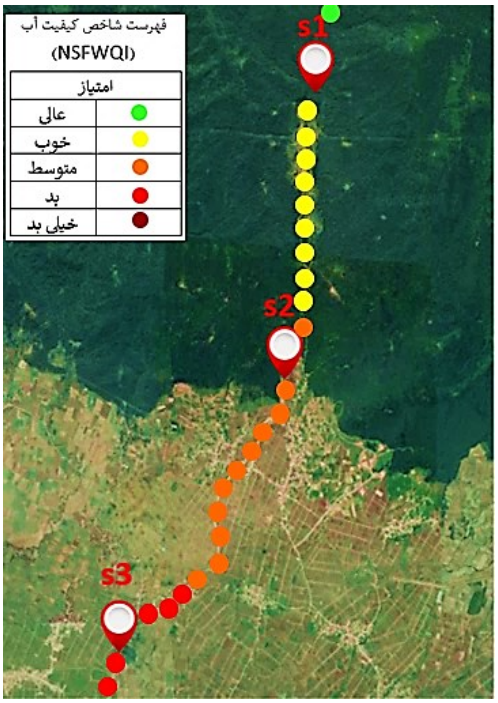
Archive of SID

پارامترهای شاخص NSF-WQI در جدول (۸) نشان داده‌شده است.

جدول ۸- مقادیر محاسبه‌شده شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت در ایستگاه‌های رودخانه گرما رود

Table 8 Calculated values of NSFWQI in Garmarood River stations

Parameter	unit	Weight factor	Quality Index		
			S1	S2	S3
TSS	mg/l	0.07	80	70	59
NO3	mg/l	0.1	97	93	87
DO	mg/l	0.17	6	5	3
BOD	mg/l	0.11	90	76	62
PO4	mg/l	0.1	99	97	96
کلی فرم مدفوعی	CFU/100 ml	0.16	50	35	25
کدورت	NTU	0.08	99	97	95
pH	mg/l	0.11	93	72	53
دما	°C	0.1	68	42	28
	NSFWQI		75.6	65.7	50.66



شکل ۲ شماتیک وضعیت کیفی آب رودخانه گرمارود بر اساس شاخص NSFWQI

Fig. 2 Schematic of Garmarood river water quality status based on NSFWQI index

با توجه به جدول (۸) و شکل (۲) نتایج نشان داد که بر اساس شاخص NSFWQI، وضعیت کیفیت آب در ایستگاه ۱ در شرایط خوب، در ایستگاه ۲ در وضعیت متوسط و در ایستگاه ۳ در وضعیت بد قرار دارد. یکی از مهم‌ترین علت‌های کاهش شاخص NSFWQI در این رودخانه تخلیه زباله، پساب‌های خانگی و کشاورزی به رودخانه است که وضعیت کیفی رودخانه را به‌شدت کاهش داده است. ارزش بالاتر شاخص NSFWQI برای ایستگاه ۱ به‌دلیل مقادیر کم BOD و کلی‌فرم مدفوعی و همچنین اکسیژن محلول بالاتر از ایستگاه‌های دیگر می‌باشد. همچنین ضایعات دام به‌عنوان یکی از منابع عمده آلودگی رودخانه‌ها می‌باشد که باعث افزایش کلی فرم مدفوعی در ایستگاه‌های پایین‌دست شده است. زباله‌های دامی دارای نیتروژن آمونیاک می‌باشد که با مصرف اکسیژن محلول در آب باعث کاهش کیفیت آب می‌شود و با توجه به این‌که NSFWQI نیتروژن آمونیاک را شامل نمی‌شود و با توجه به وجود زباله‌های دامی در مسیر رودخانه، از شاخص RPI جهت بررسی کیفیت آب این رودخانه استفاده شد که در این مورد RPI بیش‌تر قادر به تعیین آلودگی نسبت به شاخص NSFWQI می‌باشد. در جدول (۹) مقادیر RPI هر ایستگاه نشان داده‌شده است.

جدول ۹- مقادیر محاسبه‌شده شاخص کیفیت آلودگی رودخانه (RPI) در ایستگاه‌های رودخانه گرما رود (برحسب mg/l)

Table 9 Calculated values of RPI in Garmarood river stations (as mg/l)

Parameter	Si		
	S1	S2	S3
TSS	16	10	10
DO	1	3	6
NH_3-N	1	3	3
BOD	1	1	3
RPI	2.25	4.25	5.5

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳ -شماتیک وضعیت کیفی آب رودخانه گرمارود بر اساس شاخص RPI

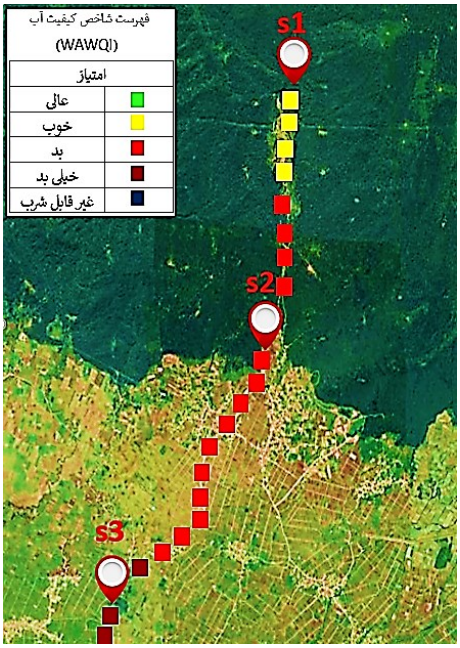
Fig. 3 Schematic of Garmarood river water quality status based on RPI

جدول ۱۰- مقادیر محاسبه‌شده شاخص کیفیت وزنی حسابی آب در ایستگاه‌های رودخانه گرما رود

Table 10 Calculated values of water quality index (WAWQI)in Garmrood river stations

Parameters	Wi	QiWi		
		S1	S2	S3
TSS		1.07	0.1785	0.1388
NO3	0.0129	1.12	0.771	0.2795
Cl	0.207	1.14	0.99	0.4794
Total hardness	0.61	0.33	0.26	0.1272
SO4	0.0345	0.0813	0.064	0.016
Mg	0.011	0.085	0.062	0.033
Turbidity	0.0259	0.325	0.26	0.11
pH	0.0518	51.5	50.64	46.56
Ca	0.02	0.16	0.103	0.51
$\sum Q_i W_i$	0.998	55.81	53.32	48.25
WAWQI		55.92	53.42	48.33

مقادیر RPI محاسبه‌شده در جدول (۹) و شکل (۳) نشان داد که شاخص آلودگی رودخانه در دامنه ۲/۲۵-۵/۵ قرار دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بر اساس طبقه‌بندی RPI، کیفیت آب در ایستگاه ۱ در طبقه‌بندی آلودگی غیرقابل‌چشم‌پوشی، ایستگاه‌های ۲ و ۳ در طبقه آب‌های با آلودگی متوسط قرار دارد. با توجه به نزدیک بودن مقادیر شاخص ۳ و ۲ برای بررسی دقیق‌تر کیفیت آب رودخانه گرمارود از شاخص WAWQI استفاده گردید. جدول (۱۰) پارامترهای محاسبه‌شده شاخص WAWQI برای ۳ ایستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۴- شماتیک وضعیت کیفی آب رودخانه گرمارود بر اساس شاخص WAWQI

Fig. 4 Schematic of Garmarood river water quality status based on WAWQI index

همان‌طور که در جدول (۱۰) و شکل (۴) مشاهده شد شاخص آلودگی رودخانه در دامنه ۴۸/۳۳-۵۵/۹۲ قرار دارد. نتایج نشان داد کیفیت آب رودخانه گرمارود در ایستگاه شماره ۱ در شرایط خوب قرار دارد و با توجه به این‌که مقدار عددی نزدیک به شرایط بد را دارد برآورد می‌شود که آب این رودخانه بعد از گذشتن از ایستگاه ۱ به شرایط بد تبدیل شود، اما کیفیت آب رودخانه گرمارود در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ در رده کیفیتی بد قرارگرفته است.با توجه به آنالیزهای به‌دست‌آمده دما در ایستگاه ۱ به دلیل وجود پوشش جنگلی و مقدار کمی آلودگی نسبت به دو ایستگاه دیگر در شرایط مطلوب کیفیتی بوده اما بعد از گذشتن از ایستگاه ۱ به علت خروج از منطقه جنگلی و تخلیه پساب افزایش‌یافته است. مقادیر پارامتر کدورت در سه ایستگاه نشان داد که ایستگاه ۱ که در ابتدای رودخانه قرار دارد، نسبت به دو ایستگاه دیگر از مقدار کدورت بسیار

www.SID.ir

Archive of SID

کمی برخوردار است. این امر می‌تواند ناشی از موقعیت ایستگاه شماره ۱ باشد که در آن فعالیت‌های انسانی زیادی در محیط اطراف وجود ندارد. مقادیر پارامتر pH در ایستگاه ۱ در شرایط مطلوب نزدیک به pH آب قابل شرب می‌باشد اما در ایستگاه‌های ۲ و ۳ به علت تخلیه فاضلاب در رودخانه به سمت شوری رفته و pH بالاتری را نشان می‌دهد. اکسیژن محلول در آب سالم ۸۰٪ یا بیش‌تر ازاین مقدار می‌باشد (Dash et al. 2020). مقادیر پارامتر اکسیژن محلول در آب رودخانه گرما رود در حدود ۶۵٪-۴۵٪ می‌باشد که نمی‌توان آن را در طبقه آب‌های سالم دانست اما در بین ۳ ایستگاه موردمطالعه ،ایستگاه ۱ در شرایط مطلوب‌تری قرار دارد. مقادیر پارامتر BOD بیانگر ورود پساب‌های آلی کشاورزی به رودخانه بعد از ایستگاه ۱ می‌باشد. مقادیر پارامتر نیترات در طول رودخانه گرمارود با افزایش‌یافته که Merchán et al (2020) نشان دادند که فضولات انسانی و حیوانی در کنار رودخانه‌ها باعث افزایش میزان نیترات در آب می‌شود و نتایج بیانگر وجود کلی‌فرم مدفوعی و افزایش آن در طی رودخانه می‌باشد دلیل این امر را می‌توان وجود فعالیت‌های دام‌پروری در کنار رودخانه‌ها و وضعیت نامناسب سیستم مخزن سپتیک ساکنان روستاهای هم‌جوار رودخانه دانست که ممکن است باعث نشت محتوای کلی‌فرم مدفوعی شود. باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی در صورت ورود به بدن انسان خطرناک است، زیرا باعث بیماری‌هایی مانند اسهال، سرطان، اسپاسم معده و تورم روده است.

۴- نتیجه‌گیری

بررسی آلودگی رودخانه‌ها، باوجود توسعه‌های شهری و روستایی و ورود آلودگی‌ها، در مقیاس بزرگ پیچیده و دارای اهمیت بسیار می‌باشد. در این پژوهش جهت بررسی دقیق‌تر از سه شاخص NSFWQI، RPI و WAWQIبرای ارزیابی کیفیت کلی رودخانه استفاده شد. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد:

۱- آلودگی آب با افزایش فاصله از ایستگاه شماره ۱ تا ایستگاه شماره ۳ افزایش یافته که باعث کاهش کیفیت آب در هر سه شاخص NSFWQI، RPI و WAWQI شده است.

۲- با توجه به اینکه منطقه موردمطالعه منطقه‌ای تفریحی می‌باشد، فاضلاب و دفع زباله با افزایش تعداد گردشگران و خانواده‌ها افزایش می‌یابد و شرایط کیفیت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۳- به‌طورکلی زباله‌های حیوانی مربوط به دامداری منطقه، ورود پساب‌های کشاورزی و ورود فاضلاب‌های خانگی در این رودخانه باعث کاهش کیفیت آب در ایستگاه‌های شماره ۲ و ۳ شده است

۴- آب رودخانه گرمارود ازنظر کیفیت در شرایط مطلوبی قرار ندارد و برای تهیه آب آشامیدنی ازاین رودخانه نیاز به تصفیه می‌باشد. ولی ایستگاه شماره ۱ برای پرورش ماهی و اهداف تفریحی مانند شنا مناسب می‌باشد.

References

Aazami J., KianiMehr N., Zamani A., Abdolahi Z., Zarein M. and Jafari N. (2019). Water quality assessment of Ghezelozan River in Zanjan Province using NSFWQI, IRWQI and Liou. J. Environ. Health Eng., 6(4), 385–400.

Berry L., Steffy Y. and Shank K. (2020). Development of a water quality index (WQI) for the Susquehanna River basin. S.R.B.C., New York. U.S.A.

Chen K., Jang S. and Chou Y. (2019). Assessment of spatiotemporal variations in river water quality for sustainable environmental and recreational management in the highly urbanized Danshui river basin. J. Environ. Monit. Assess., 191(2), 100-107.

Cristable M., Nurdin E. and Wardhana W. (2020). Water quality analysis of Saluran Tarum Barat, West Java, based on national sanitation foundation-water quality index (NSF-WQI). IOP conference series. Earth Environ. Sci., 481(1), 12068.

Dash S., Borah S., Singh R. and Kalamdhad S. (2020). Seasonal and Spatial variation of DO and BOD for assessment of the

www.SID.ir

Archive of SID

water quality of Brahmaputra River. In Recent Developments in Waste Management, Springer, 473–83.

Dewata I. (2019). Water quality assessment of rivers in Padang using water pollution index and NSF-WQI method. Int. J. GEO., 17(64), 192–200.

Hoseinzadeh E., Khorsandi H., Wei C. and Alipour M. (2015). Evaluation of Aydughmush River water quality using the national sanitation foundation water quality index (NSFWQI), river pollution index (RPI), and forestry water quality index (FWQI). Desal. Water Treat., 54(11) , 2994–3002.

Khalili R., Parvinnia M. and Motaghi H. (2020). Evaluation of Bashar River water quality using CCME water quality index. J. Environ. Sci. Studies, 5(3), 2807–2814.

Radwanc A., Abdelmoneim M., Basiony A. and El-Alfy M. (2019). Water pollution monitoring in Idku Lake (Egypt) using phytoplankton and NSF-WQI. Egypt. J. Aqua. Bio. Fisheries., 23(4), 465–481.

Mahrooyan F., Taghavi L., Sarai Tabrizi M. and Babazadeh H. (2018). Water quality assessment of Qazvin River using NSFWQI Index for water quality classification. J. Ecobio., 12(1), 99-112.

Merchán D., Sanz L., Alfaro A., Pérez I., Goñi M., Solsona F. Casalí J. (2020). Irrigation implementation promotes increases in salinity and nitrate concentration in the lower reaches of the Cidacos River (Navarre, Spain). J. Sci. Total Environ., 706, 135701.

Mukate S., Wagh V., Panaskar D., Jacobs J. A. and Sawant A. (2019). Development of new integrated water quality index (IWQI) model to evaluate the drinking suitability of water. J. Ecol. Indicat., 101, 348–54.

Teimouri M., Sheikh V. and Sadoddin A. (2018). Evaluation and comparison of water quality using gray relational analysis and NSFWQI in Shirin-Darreh Dam reservoir. J. Health Environ., 11(2), 169–82.

Tien C. J., Wang Z. X. and Chen C. S. (2020). Microplastics in water, sediment and fish from the Fengshan River system: relationship to aquatic factors and accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by fish. J. Environ. Pollut., 265(B), 114962.

Tokatli C. (2019). Drinking water quality assessment of Ergene River basin (Turkey) by water quality index: essential and toxic elements. J. Sains Malaysiana, 48(10), 2071–2081.

Tung T. M. and Yaseen Z. M. (2020). A survey on river water quality modelling using artificial intelligence models: 2000–2020. J. Hydrol., 585, 124670.

Wang J., Sui Q., Lyu S., Huang Y., Huang S., Wang B. and Hou S. (2020). Source apportionment of phenolic compounds based on a simultaneous monitoring of surface water and emission sources: a case study in a typical region adjacent to Taihu Lake watershed. J. Sci. Total Environ., 722, 137946.

Wu Z., Wang X., Chen Y., Cai Y. and Deng J. (2018). Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu basin, China. J. Sci. Total Environ., 612, 914–22.

Xiao J., Wang L., Deng L. and Jin Z. (2019). Characteristics, sources, water quality and health risk assessment of trace elements in river water and well water in the Chinese loess plateau. J. Sci. Total Environ., 650, 2004–2012.

Yousefi H., Mohammadi A. and Noorollahi Y. (2019). Analyzing the water quality of Babaheydar Dam in Farsan using NSFWQI analytical method. J. Watersh. Manage. Res., 9(18), 1–11.

Zooalnoon M. O. and Musa A. (2019). Evaluation of produced water quality by using water quality indices in Heglig Area, Sudan. J. Water Supply: Res. Technol. AQUA., 68(7) , 607–615.

www.SID.ir

Archive of SID

Water Quality Assessment of Garmarood River Using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI) and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)

Reza Khalili[1], Mohammad Parvinnia[2]* and Abolfazl Zali[1]
[1]M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Yasouj University, Yasouj, Iran
[2]Assist. Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Yasouj University, Yasouj, Iran

*Corresponding author: mparvinnia@yu.ac.ir

Original Paper
Received: July 05, 2020 **Revised:** August 23, 2020 **Accepted:** August 30, 2020

Abstract
Rivers are recognized as the most important water supply resources in various sectors, including agriculture water, drinking water, and industrial water. Over recent years, however, urban, industrial, and agricultural sewage have mostly been discharged into rivers. Taking into account that rivers have a limited capacity for toleration of pollutants, river water quality assessment is indispensable. In the present study, three water quality indicators namely the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI), and Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI) were used to assess the quality of Garmarood River water. Sampling was performed at 3 stations along the river during summer and winter of 2019. A variety of parameters namely DO, temperature, BOD, fecal coliform, turbidity, TSS, pH, NH_3-N, and phosphate were measured to calculate NSFWQI and RPI indices. The parameters used to measure WAWQI, included TS, NO_3^-, chloride, total hardness, SO_4^{2-}, Mg, turbidity, pH, and Ca. The results obtained from analysis of the above-mentioned parameters showed that the value of NSFWQI, RPI, and WAWQI indices fall within the 50.66-75.6, 2.25-5.5 and 48.33-55.92 ranges. The results obtained from all 3 indices are indicative of relatively high quality of water at station 1 and poor quality of water at stations 2 and 3.

Keywords: NSFWQI; River; RPI; Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI).

www.SID.ir