

## *Water Quality Zoning in Babolrood River Using National Sanitation Foundation Water Quality Index and Geographic Information System*

Mahdi Farzadkia<sup>1</sup>,  
Simin Nasser<sup>2,3</sup>,  
Roshanak Rezaei Kalantary<sup>1</sup>,  
Hossein Ali Asgharnia<sup>4</sup>,  
Mahmoud Reza Gohari<sup>5</sup>,  
Ali Esrafil<sup>6</sup>,  
Yousef Dadban Shahamat<sup>7</sup>,  
Nematollah Ghanbari<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Water Quality Research Center, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

<sup>5</sup> Associate Professor, Department of Biostatistics, School of Management and Medical Information, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>6</sup> Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>7</sup> Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

<sup>8</sup> MSc in Environmental Health Engineering, Mazandaran Province Environmental Protection Agency, Sari, Iran

(Received March 2, 2015 ; Accepted November 22, 2015)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Quality of surface waters is important for different uses and identification of contaminated sites and pollutants leads to appropriate use of water. So, the aim of this study was to evaluate the quality of water Babolrood.

**Materials and methods:** In this cross-sectional study, sampling was conducted in ten stations during summer 2013. Data was analyzed using National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) and SPSS, and then the river's path was zoned by Geographic Information System (GIS).

**Results:** Based on NSFWQI, the best status was found in second station (79, good) and the worst was observed in station 10 (52, moderate).

**Conclusion:** Based on NSFWQI, the quality of river was good in upstream and moderate in downstream, indicating human as the main responsible for low quality of water.

**Keywords:** Babolrood river, NSFWQI, zoning, GIS, water quality

# پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه بابلرود بر مبنای شاخص کیفی NSFQI و نرم افزار GIS

مهدی فرزاد کیا<sup>۱</sup>

سیمین ناصری<sup>۲،۳</sup>

روشنک رضایی کلانتری<sup>۱</sup>

حسینعلی اصغر نیا<sup>۴</sup>

محمودرضا گوهری<sup>۵</sup>

علی اسرافیلی<sup>۶</sup>

یوسف دادبان شهامت<sup>۷</sup>

نعمت‌اله قنبری<sup>۸</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** تعیین کیفیت آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف مهم بوده و شناخت نقاط آلوده و آلاینده‌های منطقه باعث استفاده بهینه آب در مصارف مختلف میگردد، بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، هدف از این پژوهش ارزیابی کیفی آب رودخانه بابلرود می باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مقطعی، نمونه‌برداری از ده ایستگاه در تابستان ۱۳۹۲ انجام گرفته‌است. داده‌های حاصله با استفاده از شاخص NSFQI و نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل گردیده و سپس مسیر رودخانه با استفاده از نرم‌افزار GIS پهنه‌بندی گردید.

**یافته‌ها:** بر اساس شاخص NSFQI، بهترین وضعیت مربوط به ایستگاه دوم (۷۹، خوب) و بدترین وضعیت مربوط به ایستگاه دهم (۵۲، متوسط) بوده است.

**استنتاج:** بر اساس شاخص NSFQI، کیفیت آب رودخانه در بالادست خوب و میان دست و پایین دست متوسط بوده و عامل انسانی مهم‌ترین عامل آلودگی رودخانه و کاهش کیفیت آن بوده است.

**واژه های کلیدی:** رودخانه بابلرود، شاخص NSFQI، کیفیت آب

## مقدمه

گیرد(۲). عدم توجه به کیفیت شیمیایی آب می‌تواند باعث آسیب‌های بهداشتی و اقتصادی فراوانی گردد(۳). پایش کیفیت آب رودخانه‌ها در کشور ما به طور اصولی دنبال نشده و تنها اطلاعات مقطعی برای تعدادی از رودهای

رودخانه‌ها از قدیم مورد توجه جوامع بشری بوده و با گذشت زمان و در نتیجه افزایش استفاده از منابع آبی، شرایط کیفی رودخانه‌ها تغییر یافت(۱). پایش آب‌های سطحی ضروری می‌باشد تا آبی با کیفیت در دسترس قرار

E-mail: ehaamin2@gmail.com

**مؤلف مسئول:** حسینعلی اصغر نیا - بابل: دانشگاه علوم پزشکی بابل، گروه مهندسی بهداشت محیط

۱. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳. مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۴. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۵. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۶. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۷. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

۸. کارشناس ارشد مهندسی محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط زیست استان مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۹/۱

شماره ۲) و در تابستان ۱۳۹۲ نمونه برداری گردید. دما، pH، اکسیژن محلول و کدورت در محل و سایر پارامترها در آزمایشگاه حفاظت محیط زیست مازندران آنالیز گردید. دما با استفاده از ترمومتر، کدورت با کدورت سنج شرکت HANA، اکسیژن محلول با DO متر sension6 شرکت HACH و pH با استفاده از pH متر مدل sension1 شرکت HACH اندازه گیری شد. نیترات با روش 4500-NO<sub>3</sub> (صفحه ۱۲۰-۴)، فسفات با روش 4500-P (صفحه ۱۴۶-۴) و BOD با روش 5210-O (صفحه ۲-۵) کتاب روش های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب (۲۰۰۵) اندازه گیری شد. کلیفرم های مدفوعی با روش صافی های غشایی محاسبه گردید. در پایان داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و Anova مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با استفاده از نرم افزار Arc map 3.3 رودخانه پهنه بندی گردید.

جدول شماره ۱: طبقه بندی کیفیت رودخانه بابلرود بر اساس شاخص NSFQI

شاخص محاسبه شده	کلاس	کیفیت رنگ
۹۱-۱۰۰	A	عالی (آبی)
۷۱-۹۰	B	خوب (سبز)
۵۱-۷۰	C	متوسط (زرد)
۲۶-۵۰	D	بد (نارنجی)
۰-۲۵	E	بسیار بد (قرمز)

جدول شماره ۲: مشخصات ایستگاه های نمونه برداری در رودخانه بابلرود

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	روستای گالش کلا	39S0659354	UTM4008623
۲	پایین دست سد البرز	39S0661809	UTM4011872
۳	پل دراز کلا	39S0655754	UTM4024542
۴	روستای طلوت	39S0651689	UTM4035592
۵	پایین دست روستای گنج افروز	39S0650155	UTM4042267
۶	پل محمدحسن خان	39S0649030	UTM4043381
۷	کنشنگاه بابل	39S0648983	UTM4045716
۸	امیرکلا	39S0648685	UTM4051089
۹	پل فلزی کله بست	39S0646028	UTM4056623
۱۰	پل فلزی پابلسر	39S0646750	UTM4062792

## یافته ها و بحث

میانگین نتایج پارامترهای مورد مطالعه در جدول شماره ۳ آمده است. نمودار شماره ۱، تغییرات شاخص

کشور وجود دارد (۴). از میان شاخص هایی که برای پهنه بندی کیفیت آب به کار می رود، شاخص NSFQI (National Sanitation Foundation Water Quality Index)، به دلیل دقت بالا، سادگی و وسعت کاربرد، به عنوان شاخص برتر انتخاب شد (۵). در گذشته تحقیقات زیادی روی پهنه بندی کیفی آب رودخانه ها انجام شد.

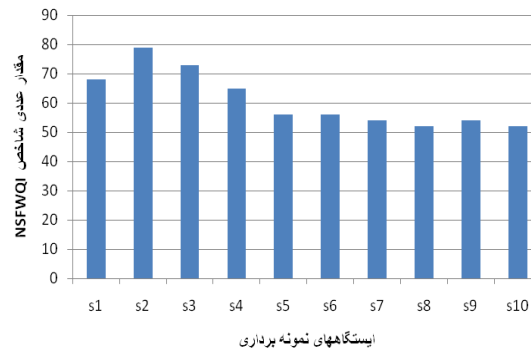
قاضی زاده و همکاران بر اساس شاخص NSFQI، کیفیت آب رودخانه تمبی را در بالادست متوسط و در پایین دست بسیار بد گزارش کردند (۶). میرزایی و همکاران در بررسی کیفیت آب رودهای مازندران دریافتند که رودهای غرب از کیفیت متوسط تا بد و شرق از کیفیت بسیار خوب تا متوسط برخوردار بوده اند (۷). بنابراین با توجه به این که آب رودخانه بابلرود، استفاده های کشاورزی، صنعتی، ماهیگیری و... دارد، هدف از این تحقیق ارزیابی کیفی آب رودخانه و شناسایی منابع آلوده کننده آن می باشد.

## مواد و روش ها

نوع مطالعه توصیفی-تحلیلی مقطعی بوده و آب رودخانه در تابستان ۱۳۹۲ با شاخص NSFQI بررسی گردید. این شاخص بر اساس ۹ پارامتر BOD<sub>5</sub>، اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، نیترات، pH، دما، TDS، فسفات کل و کدورت می باشد (۸). شاخص NSFQI با استفاده از رابطه  $NSFWQI = \sum W_i I_i$  محاسبه می شود، در این رابطه، I<sub>i</sub> معرف زیر شاخص I<sub>ام</sub> و W<sub>i</sub> معرف ضریب وزنی شاخص I<sub>ام</sub> می باشد. جدول شماره ۱، طبقه بندی کیفیت آب را بر اساس شاخص NSFQI نشان داده است (۹). رودخانه بابلرود، ۱۱۰/۷ کیلومتر طول دارد، حداکثر ارتفاع ۳۱۸۰ متر، حداقل ارتفاع ۱۰- متر، شیب متوسط رودخانه ۰/۷۴ درصد و وسعت حوزه آبریز آن ۱۷۴۶/۴۲ کیلومتر مربع و دبی متوسط دسالانه آن از ۳/۴۴ تا ۱۶/۶۷ مترمکعب در ثانیه متغیر است (۱۰).

جهت بررسی کیفیت آب رودخانه بابلرود، ۱۰ ایستگاه در ۷۰ کیلومتر طول رودخانه تعیین (جدول

NSFWQI را نشان می‌دهد به طوری که کیفیت رودخانه در بالادست خوب و در میان‌دست و پایین‌دست متوسط می‌باشد.

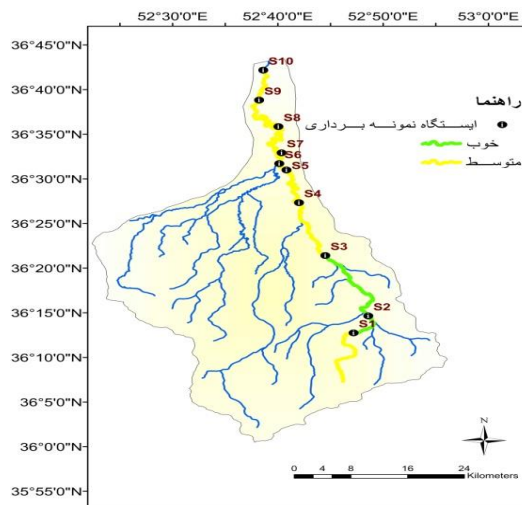


نمودار شماره ۱: روند تغییرات شاخص NSFWQI در بابلرود

نقشه‌های پهنه‌بندی کیفی رودخانه در تصویر شماره ۱ آمده است. براساس نتایج، رودخانه بابلرود در معرض آلودگی‌های مسیر خود قرار گرفته که می‌توان این گونه تحلیل کرد. بیش‌ترین مقدار یون فسفات در ایستگاه ۴ و کم‌ترین مقدار آن در ایستگاه ۲ بود ( $p=0/042$ ). افزایش یون فسفات از بالادست به پایین‌دست، به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی و تخلیه فاضلاب به داخل رودخانه می‌باشد. ززولی و همکاران در بررسی کیفیت آب شهر خوی و منابع آب شهر کهگلویه، دفع فاضلاب شهری و استفاده غیراصولی از کودهای شیمیایی را عمده‌ترین منابع افزایش‌دهنده یون نترات در آب ذکر نمودند (۱۲،۱۱). در تمامی نقاط نمونه برداری از رودخانه، pH آب خنثی و کمی قلیایی و بین ۷/۵۶ تا ۷/۹۷ بوده است. بیش‌ترین

جدول شماره ۳: میانگین پارامترهای مورد مطالعه بابلرود

غلظت اکسیژن محلول مربوط به ایستگاه اول و میزان آن از بالادست تا پایین‌دست به دلیل ورود آلودگی‌های مسیر، روند کاهشی داشت ( $p\leq 0/001$ ) که با نتایج صمدی و همکاران بر روی رودخانه دره مرادی‌ک همدان و محسنی‌بندی و همکاران بر روی رودخانه گل گل ایلام و میرزایی و همکاران بر روی رودخانه‌های مازندران مشابه می‌باشد (۱۵-۱۳).



تصویر شماره ۱: پهنه‌بندی کیفی بابلرود با شاخص NSFWQI

بیش‌ترین میانگین  $BOD_5$  مربوط به ایستگاه ۱۰ ( $87 \text{ mg/L}$ ) و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه ۲ ( $0 \text{ mg/L}$ ) بود ( $p\leq 0/001$ )، که دلیل افزایش آن در پایین‌دست، مواد آلی موجود در فاضلاب‌های ورودی می‌باشد که با نتایج مطالعه رحمانی بر روی سیمینه رود مطابقت داشت (۱۶). میزان کلیفرم مدفوعی از بالادست به پایین

ایستگاه‌های مورد مطالعه										پارامترهای مورد مطالعه
ایستگاه ۱۰	ایستگاه ۹	ایستگاه ۸	ایستگاه ۷	ایستگاه ۶	ایستگاه ۵	ایستگاه ۴	ایستگاه ۳	ایستگاه ۲	ایستگاه ۱	
۶۹	۷۶	۷۶	۸۵	۸۹	۸۸	۸۹	۸۴	۷۷	۹۵	اکسیژن محلول (درصد اشباع)
۸/۷	۸/۳۳	۶/۸	۴/۸	۳/۸۶	۲/۹۶۶	۱/۷۶	۱/۴	۰/۳	۰/۸	$BOD_5$ (mg/L)
۸۴۶/۳۳	۶۱۸/۳۳	۸۸۴/۳۳	۷۰۵	۸۷۶/۳۳	۷۵۴/۳۳	۳۲۲/۶۶	۲۴۴/۶۶	۲۰۶/۳۳	۳۰۵	کل جامدات (mg/L) TS
۶۲/۶۶	۵۲/۸۹	۱۶۰/۳۳	۴۸۷/۳۳	۶۳۵/۶۶	۶۴۱/۶۶	۳۵/۴۶	۲۲/۴۷	۷/۳	۱۲/۶۵۳	کدورت (NTU)
۲۸/۱۳	۲۸/۵۳	۲۷	۲۷/۳	۲۶/۵۳	۲۶/۵	۲۴/۱۶	۲۰/۶	۱۶/۵	۲۲/۸۳	دما ( $^{\circ}C$ )
۷/۶۴	۷/۶۹	۷/۵۶	۷/۷۴	۷/۸۲	۷/۷۵۳	۷/۹۲۳	۷/۷۳	۷/۶۷	۷/۹۷	PH
۲/۶	۲/۶۲۸	۲/۱۷۴	۱/۲۲۳	۱/۵۲۷	۰/۹	۱/۱۸۲	۱/۳۶۷	۰/۹۵۳	۲/۶۳۶	نترات (mg/L)
۰/۳	۰/۲۴۶	۰/۳۶	۰/۴۲۳	۰/۳۴	۰/۴۵۶	۱/۰۳۳	۰/۳۶۶	۰/۱۲۳	۰/۱۸۶	فسفات (mg/L)
۴۰۸۳	۳۸۵۰	۲۵۵۰	۱۹۱۶/۶۶	۱۳۷۰	۱۲۶۶/۶۶	۱۰۵	۳۵/۶۶	۱۷/۶۶	۱۲۱/۶۶	کلیفرم مدفوعی (MPN)

آب رودخانه بابلرود در بالادست خوب و در میان دست و پایین دست متوسط بوده و عامل انسانی مهم ترین عامل آلودگی رودخانه و کاهش کیفیت آن بوده است.

### سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی شماره ۱۳۴۸۲-۲۷-۰۳-۹۰ دانشگاه علوم پزشکی ایران بوده که از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه و هم چنین پرسنل محترم آزمایشگاه سازمان حفاظت محیط زیست مازندران و واحد مطالعات آب منطقه ای مازندران تشکر و قدردانی می گردد.

دست افزایش یافته ( $p \leq 0/001$ ) که حاکی از عبور رودخانه از مراکز جمعیتی و ورود فاضلاب به رودخانه می باشد که با نتایج نوربخش و همکاران بر روی رودخانه های سیاهرود، هراز و بابلرود مشابه بود (۱۷). میانگین شاخص NSFQI از بالادست به میان دست و پایین دست، روند کاهشی داشته و کیفیت آب رودخانه در بالادست خوب و میان دست و پایین دست متوسط بود ( $p \leq 0/001$ ) که با نتایج تحقیقات شریف دینی و همکاران بر روی رودخانه دوهزار تنکابن و نصیر احمدی و همکاران بر روی رودخانه هراز مشابه می باشد (۱۸). بر اساس شاخص کیفیت آب NSFQI، وضعیت کیفی

### References

1. Enrique S, Manuel F, Colmenarejo J, Angel R, Garcı L, Borja R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Ecological Indicators* 2007; 7(2): 315-328.
2. Vicente J, Rubio A, Enrique S, Colmenarejo MF, Manuel F, Maria G, et al. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit simple indicators of watersheds pollution. *Ecological Indicators* 2007; 34(2): 315-328.
3. Zazouli M, Barafraشته Pour M, Sedaghat F, Mahdavi Y. Assessment of scale formation and corrosion of drinking water supplies in Yasuj (Iran) in 2012. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 22(Suppl-2): 100-108 (Persian).
4. Ramezani M, Poorshmsyan K, Asgharnia H, Golbabaei F. Zoning of water quality Talar River based on NSFQI qualitative index and Geographic Information System (GIS). 1<sup>th</sup> International Conference on Environmental Crises and ways to improve it kish 2012. (Persian).
5. Shamsaei A, Zaire S, Sarng A. A comparative study of qualitative indicators and quality Zoning Karoon and Dez Rivers. *Journal of Water and Wastewater*. 2005; 16(55): 39-48. (Persian).
6. Ghazizadeh N, Shahnyzadeh B, Dehkordi S, Savari S. Evaluation of the quality of Maroun River on the basis of water quality index NSFQI. 5th National Conference and Exhibition of Environmental Engineering; Tehran University 2011. (Persian).
7. Mirzayi M, Riyahi-Bakhtiari A, Salman-Mahini A, Gholamali fard M. Analysis of the physical and chemical quality of Mazandaran province (Iran) rivers using multivariate statistical methods. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2014; 23(108): 41-52. (Persian).
8. Oram B. Calculating NSF Water Quality Index (WQI). Wilkes University Center for Environmental Quality GeoEnvironmental Sciences and Engineering Department; 2011.
9. Ebrahimpour S, Mohammadzadeh H, Mohammadi A, editors. Survey the quality of water of the wetland flows and Zoning of water quality using qualitative indicators NSFQI and OWQI and by using Geographic Information System (GIS). 4th

- Conference on Water Resources Management in Iran; Amirkabir Industrial University; 2011. (Persian).
10. Mazandaran Regional Water Organization. study of upgrading of Atlas water catchment areas of the rivers of Mazandaran and east of Gilan) Rivers between Sefidrud and Qareh Sou. 2009.
  11. Zazouli MA, AlamGholilou M. Survey of chemical quality (Nitrate, Flouride, Hardness, Electrical Conductivity) of driking water in Khoy city. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22(Suppl-2): 80-84 (Persian).
  12. Zazouli M, Pour MB, Barafrashteh Pour Z, Ghalandari V. Temporal and Spatial Variation of Nitrate and Nitrite Concentration in Drinking Water Resource in Kohgiluyeh County Using Geographic Information System. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 23(109): 258-263 (Persian).
  13. Samadi M, Soghi H, Rahmani A, Mirzaee S. Zoning of water quality of Valley Mradbeak Hamedan River based on NSFQI qualitative index by using Geographic Information System (GIS). Scientific Journal of Hamadan University of Medical Science 2009; 16(3)(53): 38 (Persian).
  14. Mohseni-bandpey A, Majlessi M, Kazempour A. Evaluation of Golgol river water quality in Ilam province based on the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI). Journal of Health in the field 2014; 1(4): 45-53 (Persian).
  15. Mirzaei M, Riahi-Bakhtiari A, Salman-Mahini A, Gholamalifard M. Analysis of the physical and chemical quality of Mazandaran province (Iran) rivers using multivariate statistical methods. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 23(108): 41-52 (Persian).
  16. Rahmani A. Determination of water quality of Current rivers in the plains of Hamadan-Bahar Based on classification method Vealkoks. 10<sup>th</sup> National Conference on Environmental Health; Hamadan University of Medical Sciences 2007. (Persian).
  17. Noorbakhsh J, Seyedmahalleh ES, Darvishi G, Kootenaei FG, Mehrdadi N. An Evaluation of Water Quality from Siahrod River, Haraz River and Babolrood River by NSFQI index. Current World Environment 2014; 9(1): 59-64.
  18. Sharifdini NG, Amirnezhad R, Saeb K, Tonekabon I. Qualification Zoning of the Dohezar River according to NSFQI and Using GIS. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(119): (Persian).