

The effect of agriculture drainage on water quality of the Zaringol in Golestan Province by the water quality index

Mahdi Sadeghi

*Assistant professor of Environmental Health Engineering, Cereal Research Center, School of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. (Corresponding author) mahdikargar1@gmail.com

Abotaleb Bay

MSc of Environmental Engineering, Environmental Health Research Center, School of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Naser Bay

Assistant professor of climatology, Department of Applied Scientific, Educational Center of Red Crescent Golestan province, Gorgan, Iran.

Nafiseh Soflaie

MSc of Natural Resources Engineering, Fisheries and Environment, Department of the Marine Environment, Environmental Protection of Golestan Province, Gorgan, Iran.

Mohammad Hadi Mehdinejad

Associated professor of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Center, School of Public Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Morteza Mallah

MSc of Chemistry, Environmental Protection of Golestan Province, Gorgan, Iran

Received: 06 October 2015

Accepted: 28 November 2015

ABSTRACT

Background & Objective: water, urban, industrial and agricultural centers are usually held near rivers. Surface water sources over other sources of water pollution are more at risk. The goal of this study was to evaluate the quality of the Zaringol River and the impact of agricultural drainage water was designed and implemented.

Materials & Methods: In regard to agricultural activity around the Zaringol river stations studied and the samples from agricultural drainage water and streams in summer and autumn period specified were taken. NSF WQI index parameters including 9 parameter dissolved oxygen, fecal coliform, pH, BOD, temperature, phosphate, nitrate, turbidity, total dissolved solids, which were measured by using standard methods.

Results: The results from the study showed that the index based on NSF WQI for all stations were between 54 to 61. Agricultural water drainage WQI index is between 45-37 that according to the index is poor quality.

Conclusion: According to the NSF WQI index indicated that water quality in the river is moderate. But agricultural drainage water quality is bad and affects the quality of river water. Due to the relatively high levels of water quality in the middle class of nutrients, especially nitrates, coliform presence of E.coli that drainage water from agricultural and recreational activities in the upstream station is monitored.

Keywords: Agricultural drainage, Water Quality Index, Zaringol River, Golestan Province

► **Citation:** Sadeghi, M. Bay, A. Bay, N. Soflaie, N. Mehdinejad, M. Mallah, M. The effect of agriculture drainage on water quality of the Zaringol in Golestan Province by the water quality index. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Fall 2015;1 (3) : 177-185.

بررسی اثر کش بر کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان توسط شاخص کیفی آب

مهدی صادقی

* دکترای مهندسی بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات غلات، گروه مهندسی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. (نویسنده مسئول) mahdikargar1@gmail.com

ابوطالب بای

کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، مربی مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

ناصر بای

دکتری اقلیم شناسی، استادیار مرکز آموزش علمی- کاربردی هلال احمر استان گلستان، گرگان، ایران

نفسه سفلائی

کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی، شیلات و محیط زیست، اداره محیط زیست دریایی، اداره کل محیط زیست استان گلستان، گرگان، ایران

محمدهادی مهدی نژاد

دکترای مهندسی بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

مرضی ملاح

کارشناس ارشد شیمی، سازمان حفاظت محیط زیست استان گلستان، گرگان، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: به طور معمول، منابع آب، شهرها، مراکز صنعتی و کشاورزی در نزدیکی رودخانه‌ها ایجاد شده‌اند. منابع آب سطحی بیش از دیگر منابع تأمین آب در معرض آلودگی قرار دارند. با توجه به این که آلاینده‌های صنعتی و کشاورزی سبب افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه می‌گردند، این مطالعه با هدف بررسی کیفیت رودخانه زرین گل و تأثیر زه‌آب‌های کشاورزی بر آن طراحی و اجرا شده است. **مواد و روش‌ها:** ایستگاه‌های مورد مطالعه با توجه به فعالیت کشاورزی اطراف رودخانه زرین گل مشخص گردید و از زه‌آب‌های کشاورزی و رودخانه، با دوره تناوب مشخص در فصل‌های تابستان و پاییز نمونه برداری انجام شد. برای محاسبه شاخص NSF WQI، پارامترهای مورد بررسی شامل ۹ پارامتر اکسیژن محلول، کلی فرم مدفوعی، pH، BOD، درجه حرارت، فسفر، نیترات، کدورت و جامدات کل، به روش استاندارد اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده از مطالعه بر اساس شاخص WQI، نشان داد این شاخص برای همه ایستگاه‌ها بین ۵۴ تا ۶۱ بوده است. زه‌آب‌های کشاورزی شاخص WQI بین ۳۷ تا ۴۵ داشتند که طبق این شاخص، کیفیت آن بد به شمار می‌رود.

نتیجه‌گیری: بر اساس شاخص NSF WQI مشخص می‌شود که کیفیت آب رودخانه در حد متوسط است؛ اما زه‌آب‌های کشاورزی کیفیت بدی دارد. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط، مقدار فعالیت‌های تفریحی در بالادست ایستگاه پایش است.

کلیدواژه‌ها: زه‌آب‌های کشاورزی، شاخص کیفی آب، رودخانه زرین گل، گلستان

◀ **استاد:** صادقی، م. بای، ا. بای، ن. سفلائی، ن. مهدی نژاد، م. ملاح، م. بررسی اثر زه‌آب‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان توسط شاخص کیفی آب. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط. پاییز ۱۳۹۴، ۱(۳): 177-185.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۷

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای کشاورزی، شرب و مصارف صنعتی مطرح هستند (۱). از سوی دیگر، با گذشت زمان و گسترش جوامع انسانی و به‌تبع آن، افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی، آب رودخانه‌ها افزایش یافته است (۲). امروزه اصلی‌ترین نگرانی درباره آب‌های سطحی و رودخانه‌ها، مسئله کیفیت این آب‌ها برای مصرف‌های گوناگون است (۳). کیفیت آب‌های سطحی یک منطقه تحت تأثیر دو عامل فرایندهای طبیعی (میزان رسوب‌گذاری، شرایط آب و هوایی و خوردگی خاک) و تأثیرات غیرطبیعی نظیر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی است (۳). «هو» (Ho) و همکارانش در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که دلایل پایین آمدن کیفیت آب‌های سطحی، افزایش مجوزهای تأسیس صنایع جدید، کشاورزی، تخلیه فاضلاب‌های شهری و همچنین منابع غیر نقطه‌ای نظیر مواد شیمیایی شسته شده از خاک‌های کشاورزی است و در اثر همین فعالیت‌ها، رودخانه‌ها تا اندازه زیادی قدرت خودپالایی خود را از دست می‌دهند. (۴)

تخلیه آلاینده‌های آلی و معدنی از جمله مواد مغذی، به‌عنوان مهم‌ترین عامل مخرب کیفیت آب رودخانه دانسته می‌شوند (۵). میزان تخلیه مواد مغذی به رودخانه فصلی بوده و به‌شدت تحت تأثیر اقلیم و فعالیت‌های کشاورزی در اطراف رودخانه است (۵ و ۶). «گلجان»^۱ و همکاران (۱۳۸۸) در تعیین رده‌بندی کیفی آب رودخانه‌های شهرستان نور به این نتیجه رسیدند که شاخص کیفیت آب رودخانه‌ها در فصل‌های کم بارش، نسبت به فصل‌های پر بارش افت می‌کند (۷). در نتیجه، کسب اطلاعات در زمینه تغییرات فصلی کیفیت آب رودخانه‌ها در تصمیم‌گیری‌ها بسیار کمک‌کننده است. (۸)

داشتن منابع آب سالم پیش‌نیاز ضروری و اساسی برای حفظ محیط‌زیست و رشد و توسعه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای کشاورزی و

سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولیدات کشاورزی، توازن بین نیاز و مصرف وجود نداشته است؛ بنابراین، مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی سبب افزایش شدت آلودگی منابع آبی می‌شود. بر این اساس، کنترل و پایش آب‌های سطحی برای مصرف‌های گوناگون آن، امری لازم و ضروری است تا آب با کیفیت مناسب در دسترس قرار گیرد. (۹)

یکی از روش‌های بسیار ساده و فاقد پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کند و به‌عنوان یک ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوط استفاده شود، استفاده از شاخص کیفی آب است (۱۰). مطالعات زیادی درباره بررسی کیفیت آب رودخانه‌های متعدد در ایران و جهان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد: «سامانترای»^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۹ با استفاده از شاخص NSFQI، کیفیت رودخانه‌های Mahanadia و Athavabanki در هندوستان را بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که کیفیت آب بر اساس شاخص مورد استفاده، به دلیل فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است. (۱۱)

«شکوئی»^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۱ کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و شاخص ویل کوکسی بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که فضولات دامی به‌عنوان آلاینده‌های غیر نقطه‌ای از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه هستند. همچنین، با توجه به نتایج مشخص شد که آب رودخانه برای مصرف کشاورزی مانعی ندارد (۱۲). «میرزایی»^۴ و همکاران با پهنه‌بندی رودخانه جاجرود به این نتیجه رسیدند که به دلیل ورود آلاینده‌های میکروبی، ذرات معلق و افزایش کدورت، کیفیت آب کاهش یافته است (۱۳). ارزیابی و شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها با استفاده از طبقه‌بندی شاخص کیفیت آب NSF WQI، سبب ارائه نتایج دقیق‌تر و پیش‌بینی‌های سریع‌تر می‌شود و این امکان را فراهم می‌آورد

2. Samantray

3. Shokoohi

4. Mirzaie

1. Goljan

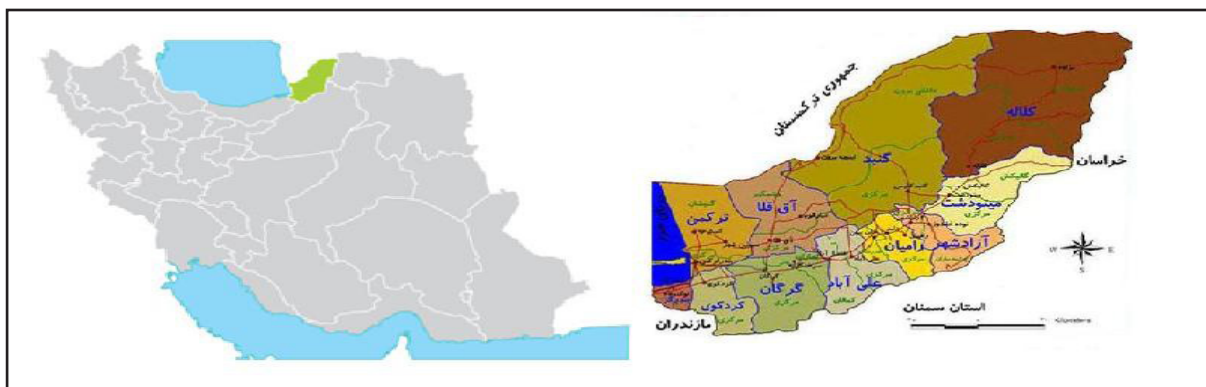
تا با بیانی ساده، بتوان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های گوناگون ارائه و طبقه‌بندی کرد. (۲)

کشور ایران از نظر جمعیتی ۱ درصد جمعیت جهان را داراست؛ در حالی که منابع آب قابل دسترسی آن ۰/۵۳ درصد آب جهان است (۱۴)؛ بنابراین، تعیین راهبردی منطقی در مدیریت توسعه منابع و حفظ منابع آب و بهره‌برداری درست، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این راهبرد باید به گونه‌ای منظور شود که ضمن رویکرد به سمت راهکارهای درست استفاده از منابع آب، حفاظت کافی از آنها را نیز از طریق قوانین و ضوابط مورد توجه قرار دهد. در این راستا، نظارت بر دفع درست فاضلاب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی به محیط و آب‌های پذیرنده، به منظور کنترل و حفاظت کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، از اصول اساسی به شمار می‌آیند (۱۵). در نتیجه، این مطالعه با هدف بررسی اثر زه‌آب‌های کشاورزی بر کیفیت آب رودخانه زرین گل گلستان، توسط شاخص کیفی آب طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

استان گلستان در شمال شرق ایران و در محدوده جغرافیایی

۵۴ درجه تا ۵۶ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و در بین استان‌های مازندران، سمنان و خراسان شمالی قرار دارد. علی‌آباد کتول یکی از شهرستان‌های استان گلستان است که در درازای جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۲ دقیقه و پهنای جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه و بلندی ۱۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این شهرستان از شمال به آق‌قلا، غرب به گرگان، از شرق به رامیان و از جنوب به شهرستان شاهرود در استان سمنان محدود می‌شود. بخشی از مناظر طبیعی شهرستان شامل رودخانه و آبشار کیود وال، رودخانه زرین گل و دشت کمالان است. محدوده زرین گل در اطراف شهر علی‌آباد و در ۴۰ کیلومتری شرق گرگان واقع در مسیر گرگان-مشهد قرار دارد. زرین گل در حدفاصل طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۶۰ دقیقه شمالی قرار گرفته است. رودخانه‌های زرین گل و کیودال مهم‌ترین استان گلستان هستند. این رودخانه در نهایت به گرگان‌رود می‌ریزد. شکل ۱ موقعیت شهرستان علی‌آباد در استان گلستان را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت استان گلستان در ایران و موقعیت شهرستان‌های استان گلستان

با توجه به شرایط مناسب اطراف رودخانه زرین گل، شالی کاری در فصل تابستان و پاییز انجام می‌شود. همچنین، در کنار مسیر رودخانه یک مرغداری و چند استخر پرورش ماهی وجود دارد که زه‌آب‌های کشاورزی و خروجی‌های استخر پرورش ماهی وارد

رودخانه می‌شوند. از زه‌آب‌های کشاورزی ورودی به رودخانه زرین گل، با تناوب مشخص به صورت دو هفته یکبار در فصل‌های تابستان و پاییز نمونه‌برداری انجام شد. همچنین، به منظور بررسی اثر زه‌آب‌ها در فاصله‌های گوناگون رودخانه نیز نمونه‌برداری انجام شد.

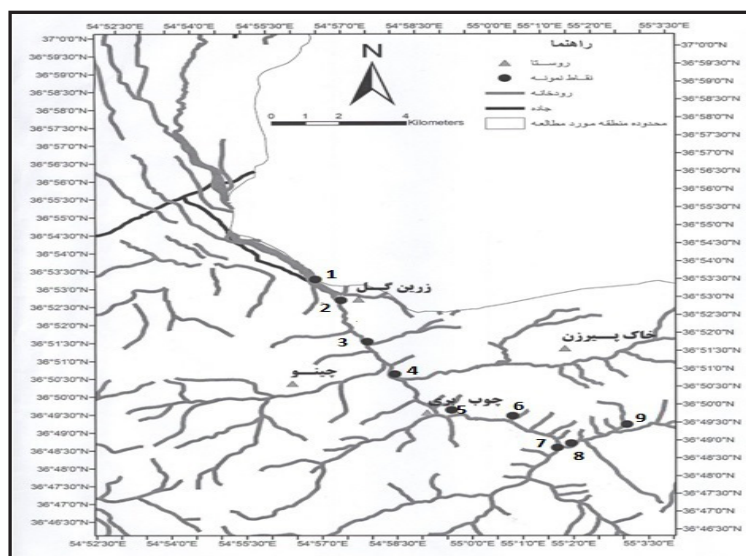
یافته‌ها

پارامترهای مورد بررسی برای محاسبه شاخص NSF WQI، شامل ۹ پارامتر اکسیژن محلول، کلی فرم مدفوعی، pH، BOD، درجه حرارت، فسفر، نیترات، کدورت و همه جامدات می‌شد. نتایج به‌دست آمده از مطالعه شامل میزان شاخص NSF WQI، با توجه به میانگین پارامترهای گوناگون در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه زرین گل، در جدول ۱ و میزان این شاخص برای زه‌آب‌های کشاورزی ورودی به رودخانه در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج به‌دست آمده از مطالعه بر اساس شاخص WQI، نشان داد که این شاخص برای همه ایستگاه‌ها بین ۵۴ تا ۶۱ بوده و در حد متوسط (۵۰ تا ۷۰) است (جدول ۱). زه‌آب‌های کشاورزی شاخص WQI بین ۳۷ تا ۴۵ داشته‌اند که طبق این شاخص، کیفیت آنها بد (۲۵ تا ۵۰) است (جدول ۲). طبق جداول شماره ۱ و ۲ مشخص می‌شود که بیشترین پارامترهای تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه، پارامترهای کدورت، جامدات کل، نیترات، کلی فرم‌های گرماپای و فسفر هستند. نمودار ۱ میزان نیترات، نمودار ۲ میزان فسفات و نمودار ۳ میزان کلی فرم‌های مدفوعی در آب رودخانه زرین گل و زه‌آب‌های کشاورزی را نشان می‌دهند. نمودار ۴ میزان شاخص WQI در آب رودخانه و زه‌آب‌های کشاورزی را نشان می‌دهد.

نمونه‌ها طبق شرایط استاندارد در کنار یخ به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گلستان انتقال یافتند و پارامترهای نیتريت، نیترات، فسفر، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، آمونیوم، سختی کل و کلی فرم مدفوعی طبق روش استاندارد متد اندازه‌گیری شدند (۱۶). پارامترهای pH، دما، هدایت الکتریکی، کدورت و اکسیژن محلول به وسیله دستگاه‌های پروتابل کالیبره شده، در محل نمونه برداری اندازه‌گیری می‌شوند. شاخص کیفی آب با توجه به پارامترهای اندازه‌گیری شده (WQI) محاسبه گردید.

ایستگاه‌های نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه، شامل ۹ ایستگاه می‌شوند که موقعیت جغرافیایی آنها در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. مبنای انتخاب ایستگاه‌ها با توجه به بررسی منطقه و وجود زه‌آب‌های کشاورزی در اطراف ایستگاه بوده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها، شاخص‌های کیفی با استفاده از نرم افزار NSF WQI محاسبه شدند. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS، استفاده شد. آنالیز داده‌ها به وسیله شاخص‌های پراکندگی مرکزی و توزیع فراوانی انجام شد و از آزمون‌های آنالیز واریانس، آزمون آماری t-test و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.



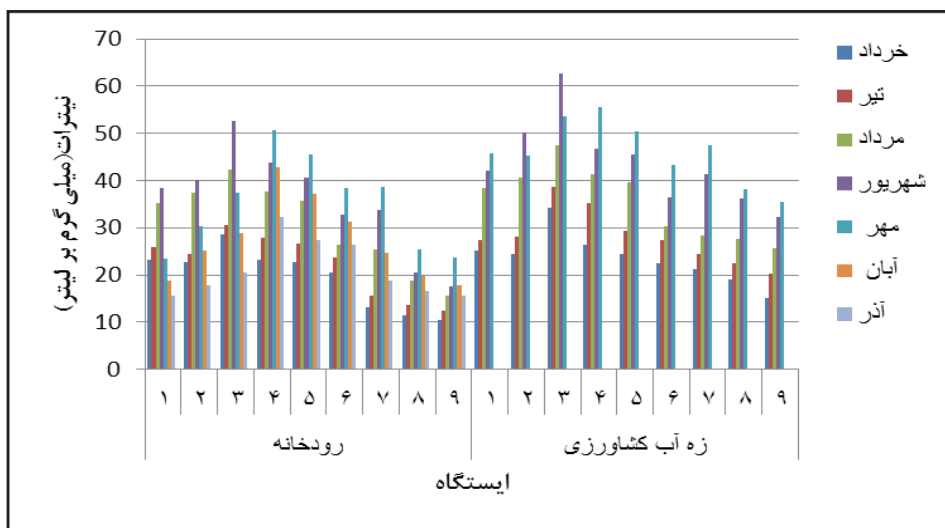
شکل ۲. موقعیت جغرافیایی و مشخصات ایستگاه‌های نمونه برداری

جدول ۱. میزان شاخص NSF WQI برای پارامترهای گوناگون در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه زرین گل

| WQI | TS | کدورت | نیترات | فسفر | درجه حرارت | BOD | pH | FC | DO | پارامتر ایستگاه |
|-----|----|-------|--------|------|------------|-----|----|----|----|-----------------|
| ۵۸ | ۲۰ | ۵ | ۳۱ | ۹۵ | ۲۱ | ۹۵ | ۹۱ | ۲۴ | ۹۹ | ۱ |
| ۵۹ | ۲۰ | ۲۲ | ۲۹ | ۹۵ | ۲۱ | ۹۵ | ۹۲ | ۲۳ | ۹۹ | ۲ |
| ۵۸ | ۲۰ | ۲۸ | ۲۳ | ۹۴ | ۲۰ | ۹۴ | ۹۳ | ۲۱ | ۹۹ | ۳ |
| ۵۷ | ۲۰ | ۱۸ | ۲۱ | ۹۰ | ۲۲ | ۹۲ | ۹۲ | ۲۴ | ۹۸ | ۴ |
| ۵۴ | ۲۰ | ۵ | ۲۳ | ۷۴ | ۲۳ | ۹۰ | ۹۱ | ۲۲ | ۹۶ | ۵ |
| ۵۶ | ۲۰ | ۵ | ۲۸ | ۹۲ | ۲۳ | ۸۸ | ۹۳ | ۲۴ | ۹۷ | ۶ |
| ۵۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۳۳ | ۹۴ | ۲۴ | ۸۰ | ۹۳ | ۲۸ | ۹۹ | ۷ |
| ۵۸ | ۲۰ | ۲۶ | ۳۸ | ۷۱ | ۲۵ | ۹۵ | ۹۲ | ۲۴ | ۹۹ | ۸ |
| ۶۱ | ۲۰ | ۳۶ | ۴۲ | ۷۹ | ۲۶ | ۹۶ | ۹۲ | ۲۹ | ۹۹ | ۹ |

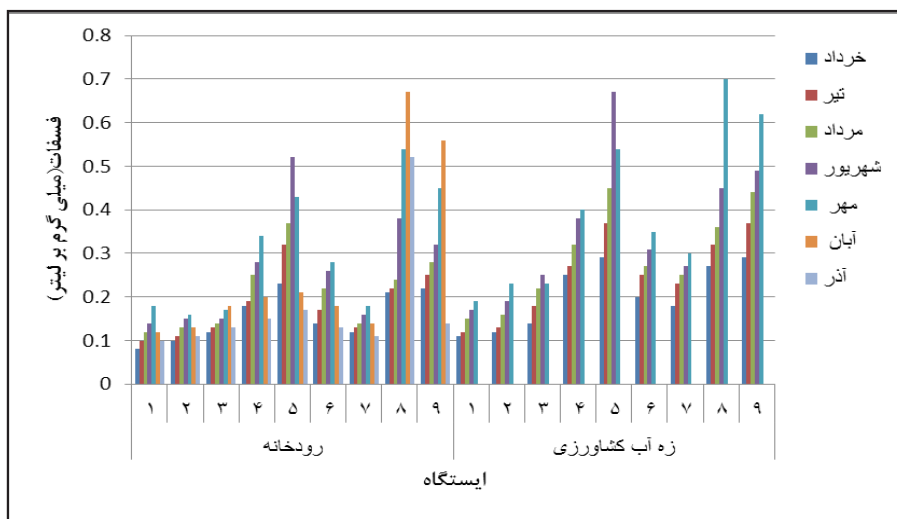
جدول ۲. میزان شاخص NSF WQI در زه آب‌های کشاورزی ورودی به رودخانه زرین گل

| WQI | TS | کدورت | نیترات | فسفر | درجه حرارت | BOD | pH | FC | DO | پارامتر ایستگاه |
|-----|----|-------|--------|------|------------|-----|----|----|----|-----------------|
| ۴۳ | ۲۰ | ۵ | ۲۳ | ۵۶ | ۱۵ | ۸۳ | ۹۱ | ۱۵ | ۵۸ | ۱ |
| ۴۲ | ۲۰ | ۵ | ۲۱ | ۵۴ | ۱۴ | ۸۲ | ۹۱ | ۱۴ | ۵۶ | ۲ |
| ۴۱ | ۲۰ | ۵ | ۱۴ | ۵۰ | ۱۴ | ۹۶ | ۸۷ | ۱۲ | ۵۵ | ۳ |
| ۳۹ | ۲۰ | ۵ | ۱۸ | ۴۰ | ۱۵ | ۷۸ | ۹۰ | ۱۱ | ۶۰ | ۴ |
| ۳۷ | ۲۰ | ۵ | ۲۱ | ۳۴ | ۱۵ | ۶۸ | ۸۵ | ۱۱ | ۵۵ | ۵ |
| ۳۸ | ۲۰ | ۵ | ۲۶ | ۴۳ | ۱۵ | ۶۲ | ۹۰ | ۱۲ | ۵۵ | ۶ |
| ۳۸ | ۲۰ | ۵ | ۲۵ | ۴۶ | ۱۶ | ۵۳ | ۸۷ | ۱۵ | ۵۵ | ۷ |
| ۳۹ | ۲۰ | ۵ | ۲۹ | ۳۶ | ۱۶ | ۶۶ | ۹۱ | ۱۲ | ۵۸ | ۸ |
| ۴۱ | ۲۰ | ۵ | ۳۲ | ۳۵ | ۱۶ | ۶۹ | ۹۲ | ۱۷ | ۵۸ | ۹ |



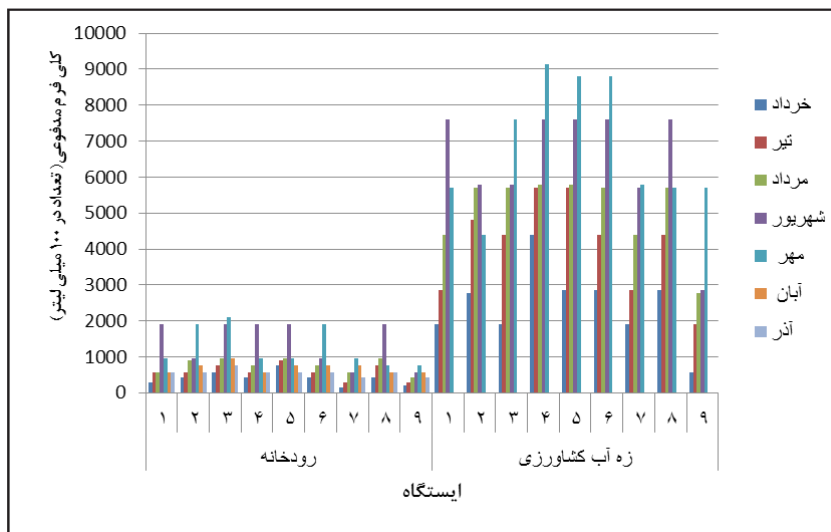
نمودار ۱. میزان نیترات در زمان‌های گوناگون در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه و زه آب‌های کشاورزی

با توجه به نمودار ۱ مشخص می‌شود که میزان آلودگی نیترات در ایستگاه‌های پایین‌دست بیشتر است. بیشترین میزان نیترات در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر در ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ مشاهده شد. با شروع فعالیت کشاورزی از خردادماه، میزان نیترات نیز افزایش پیدا کرده است. در ایستگاه‌های بالادست (۸ و ۹) میزان نیترات کمتری مشاهده شد که بیانگر منابع کمتر آلاینده در بالادست است. همان‌طور که از نمودار مشخص می‌شود، میزان نیترات زه‌آب‌های کشاورزی نسبت به آب رودخانه در همه ایستگاه‌ها بیشتر بوده است.



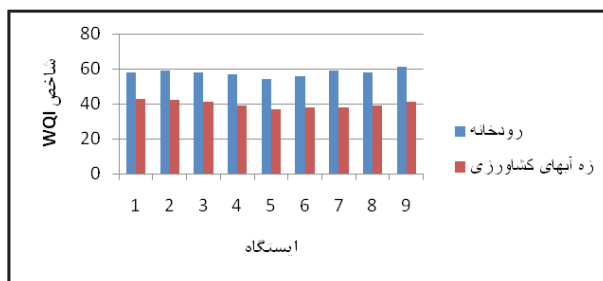
نمودار ۲. میزان فسفات در زمان‌های گوناگون در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه و زه‌آب‌های کشاورزی

با توجه به نمودار ۲ مشخص می‌شود که ایستگاه‌های بالادست، آلودگی بیشتری نسبت به فسفات داشته‌اند. اختلاط دو شاخه در شیرین‌آباد در ایستگاه ۶، سبب کم شدن میزان فسفات شده و در ایستگاه ۵ دوباره افزایش فسفات وجود داشته است. در ایستگاه‌های پایین‌دست نیز به دلیل نبود منبع فسفر، میزان آن کاهش یافته است. همان‌طور که از نمودار مشخص می‌شود، میزان فسفات زه‌آب‌های کشاورزی نسبت به آب رودخانه در همه ایستگاه‌ها بیشتر بوده و تابعی از ورود زه‌آب‌های کشاورزی و پساب‌های ورودی به رودخانه است.



نمودار ۳. میزان کلی‌فرم‌های گرماپای در زمان‌های گوناگون در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه و زه‌آب‌های کشاورزی

با توجه به نمودار ۳، مشخص می‌شود که ایستگاه‌های پایین‌دست نسبت به کلی‌فرم‌های گرماپای آلودگی بیشتری داشته‌اند. بیشترین میزان کلی‌فرم‌ها در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر در ایستگاه‌های ۱ تا ۶ مشاهده شد. با شروع فعالیت کشاورزی از خردادماه و گرم شدن هوا، میزان کلی‌فرم‌های گرماپای نیز افزایش پیدا کرده است. در ایستگاه‌های بالادست (۷، ۸ و ۹) میزان کلی‌فرم کمتری مشاهده شد که بیانگر منابع کمتر آلاینده در بالادست است. همان‌طور که از نمودار مشخص می‌شود، مقدار کلی‌فرم‌های گرماپای در زه‌آب‌های کشاورزی نسبت به آب رودخانه در همه ایستگاه‌ها بیشتر بوده است و تفاوت معنی‌دار بین آب رودخانه و زه‌آب‌های کشاورزی وجود دارد.



نمودار ۴. شاخص WQI در آب رودخانه و زه‌آب‌های کشاورزی

جدول ۳. مقادیر شاخص NSF WQI و توصیف آنها

| مقدار شاخص | توصیف |
|------------|---------|
| ۹۰-۱۰۰ | عالی |
| ۷۰-۹۰ | خوب |
| ۵۰-۷۰ | متوسط |
| ۲۵-۵۰ | بد |
| ۰-۲۵ | خیلی بد |

بحث

نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه بر اساس شاخص NSF WQI نشان داد که این شاخص برای همه ایستگاه‌ها بین ۵۴ تا ۶۱ بوده است. بر اساس این شاخص مشخص می‌شود که کیفیت آب رودخانه در حد متوسط است؛ اما زه‌آب‌های کشاورزی شاخص WQI بین ۳۷ تا ۴۵ دارند که طبق این شاخص، کیفیت آنها بد است (نمودار ۴ و جدول ۳). با توجه به نتایج مطالعه مشخص شد که زه‌آب‌های کشاورزی به دلیل شالی‌کاری سنتی و استفاده از کودهای شیمیایی

و آلی، سبب کاهش کیفیت آب رودخانه می‌شوند.

تحقیقات انجام‌شده «میلر^۱ و ترائوکا^۲» (و درباره تغییرات کیفی آب رودخانه‌های تاکاهاشی و کاکیکو در ژاپن و آمازون و یوکان در برزیل و همچنین جریان سطحی در ایالت نوادای آمریکا، با استفاده از شاخص NSF WQI نشان داده است که روش استفاده از زمین‌های اطراف رودخانه‌ها، بر نوع و مقدار آلودگی و تغییرات آن تأثیرات فراوانی دارد (۱۷-۱۸)؛

همچنین، بیشترین میزان آلودگی در ایستگاه‌های میانی (۴ و ۵ و ۶) به دلیل فعالیت بیشتر کشاورزی و وجود استخرهای پرورش ماهی است.

از بین ۹ پارامتر اندازه‌گیری شده، پارامترهای تأثیرگذار در این شاخص که سبب کاهش آن شده‌اند، پارامتر همه جامدات، کدورت، نیترات، فسفر، درجه حرارت و کلی فرم مدفوعی بوده‌اند. از بین پارامترهای یادشده، نیتروژن و فسفر به‌عنوان مواد مغذی در صورت کنترل نشدن، سبب ایجاد خطر تغذیه‌گرایی خواهند شد. نتایج مطالعه در این باره با نتایج «جاوید»^۳ و همکاران با عنوان «ارزیابی وضعیت کیفی دریاچه سد دز با استفاده از شاخص «WQI» مطابقت دارد. (۱۹)

نتیجه‌گیری: افزایش تقاضای آب، بالا رفتن سطح زندگی و گسترش آلودگی منابع آب در اثر توسعه فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی، سبب ایجاد وضع نامساعد زیست‌محیطی و تشدید آلودگی منابع آب شده است. منابع آب سطحی بیش از دیگر منابع تأمین آب در معرض آلودگی قرار دارند. به دنبال بارندگی، به‌ویژه بارش‌های شدید، ذرات گوناگون گیاهی، حیوانی و حتی صنعتی و سمی، با آب حمل می‌شوند و این منابع حیاتی را آلوده می‌سازند. عوامل انسانی (آلاینده‌های صنعتی و آلاینده‌های کشاورزی) موجب افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب رودخانه می‌شوند. بر اساس شاخص NSF WQI مشخص می‌شود که کیفیت آب رودخانه در حد متوسط است؛ اما زه‌آب‌های کشاورزی کیفیت بدی دارد و بر روی کیفیت آب رودخانه تأثیر می‌گذارد.

1. Miller
2. Teraoka
3. Javid

برای افزایش کیفیت آب رودخانه زرین‌گل، کنترل آلاینده‌ها و جلوگیری از ورود آنها به منابع آب با وضع قوانین سخت‌گیرانه، به‌مراتب اقتصادی‌تر از تصفیه آب آلوده‌شده است؛ بنابراین، برای حفاظت منابع آب و جلوگیری از کاهش کیفیت رودخانه زرین‌گل، شناسایی منابع آلاینده (زه‌آب‌های کشاورزی، خروجی دامداری‌ها، مرغداری‌ها و مزارع پرورش ماهی) و کنترل آلاینده‌های ورودی لازم و ضروری است. همچنین، ترویج کشاورزی پاک (بدون استفاده از سموم و کودهای شیمیایی از ته و فسفات‌ها برای جلوگیری از آلودگی رودخانه به مواد مغذی و جلوگیری از تغذیه گرایي رودخانه) و استفاده از روش‌های مبارزه بیولوژیکی و طبیعی، برای حفظ کیفیت این منبع آب پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت آموزش و پژوهش سازمان حفاظت محیط زیست استان گلستان اجرا گردیده است. لذا از حوزه معاونت آموزش و پژوهش سازمان حفاظت محیط زیست استان گلستان به دلیل تصویب و حمایت مالی طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

- Ehteshami M, Biglarijoo N, Salari M. Assessment and Quality Classification of Water in Karun, Dez and Karkheh Rivers. *Journal of River Engineering*. 2014; 2(8):23-30.
- Hossaini P, Eldoderomi AR, Hossaini AR. Survey of water quality in Karun by NSFQI. *Human and Environment*. 2013; 11(2): 1-11.[Persian]
- Dehghanzadeh R, Aslani H, Afshar forugh Shams B, Ghoraihi B. Giving Alternatives for Improvement of Qualitative Features of Mehran River in Tabriz for Reuse. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010; 3 (2) :227-238
- Ho KC, Chow YL, Yau JTS. Chemical and microbiological qualities of The East River (Dongjiang) water, with particular reference to drinking water supply in Hong Kong. *Chemosphere*. 2003;52(9):1441-50.
- Sabahi H, Faizi M, Viesi H, Asilan KS. Study of the Influence of Agricultural Activities on Water Quality of Sikan River. *Environmental Sciences*. 2010; 7(4):23-30.
- Singh KP, Malik A, Mohan D, Sinha S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India): a case study. *Water Research*. 2004; 38: 3980-3992.
- Goljan F, Karbasi A, Hajizade Z, Bidhendi N. Determination of water quality class in Noor river. *Journal of water sciences research*. 2009 ; 1(1): 35-48.

از بین ۹ پارامتر اندازه‌گیری شده، پارامترهای تأثیرگذار در این شاخص که سبب کاهش آن شده‌اند، پارامتر کل جامدات، کدورت، نیترات، فسفر، درجه حرارت و کلی‌فرم مدفوعی بوده‌اند. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط، مقدار نسبتاً بالای مواد مغذی، به‌ویژه نیترات و وجود کلی‌فرم گرماپای است که ناشی از زه‌آب‌های کشاورزی و فعالیت‌های تفریحی در بالادست ایستگاه پایش است.

تأمین آب سالم و بهداشتی و حفاظت منابع از آلودگی، یکی از دغدغه‌های کنونی دولت و مراکز تصمیم‌گیری است. بر این اساس، لزوم جلوگیری از تخریب منابع آبی و روان‌آب‌های سطحی با شناسایی، اندازه‌گیری آلاینده‌ها، انجام کشاورزی به‌صورت مهندسی، کاربرد کودهای شیمیایی و آلی و سموم طبق اصول فنی و مهندسی و وضع و اجرای قوانین، بیش‌ازپیش اهمیت پیدا می‌کند. با توجه به این‌که رودخانه زرین‌گل از مهم‌ترین منبع تأمین آب موردنیاز بخش کشاورزی و شرب در استان گلستان است، پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه ضرورت دارد.

- Massoud M, Scrimshaw MD, Lester JN. Qualitative assessment of the effectiveness of the Mediterranean Action Plan: wastewater management in the Mediterranean region. *Ocean & Coastal Management*. 2003; 46: 875-899.
- Mirmoshtaghi M, Amirnezhad R, Khaledian MR. Survey of water quality in Sefidrood by NSFQI and OWQI Index. *Talab*. 2013; 3(9): 23-34.[Persian]
- Simoes, F., Moreira, A., Bisinoti, MC., Gimenez, S. and Santos, M., 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecological Indicators* 38: 476-480.
- Samantray P, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. *Journal of Human Ecology*. 2009;26(3):153-61.
- Shokoohi R, Hoseinzadeh E, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation Aydughmush River Quality Parameters Changes and Wilcox index calculation. *Rasayan Journal of Chemistry*. 2011;4(3):673-80.
- Mirzaie M, Nazari AR, Yari A. Quality zoning of Jajrood River. *Journal of Environmental Studies*. 2006; 31(37):17-26.
- Porzamani HR, Kargar M, Mahmodian MH. *Enviriomental Health Book*. Esfalan: Daneshpajohane barin; 2013.
- Chapman DV. *Water Quality Assessments: A guide to the use of biota, sediments and water*