

Study of Changes in Water Quality Index of Ziarat River at 2018 in Gorgan

ABSTRACT

Background and Aim: Water quality is an important factor that affects all aspects of ecosystem and health food-to-business activities to the sustainability and health of the ecosystem. This study was carried out with the aim of investigating the qualitative changes in the Ziarat River water.

Materials and Methods: Samples were collected from the Ziarat river at five stations in 2018. Samples were transferred to the Golestan University of Medical Sciences under standard conditions in ice. The parameters including nitrate, phosphorus, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammonia, total hardness, and total fecal coliform were measured according to standard methods. Then, the Water Quality Index (WQI) was calculated.

Results: The results of the study showed that the WQI for all stations was between 29.68 and 64.78. In some stations, the average value was 50-70 while some stations had poor quality (25-50). The most effective parameter on the water quality of the river was BOD, followed by total solids, turbidity, phosphate, nitrate, and total fecal coliform.

Conclusion: The highest level of pollution occurred in the terminal stations (4 and 5) due to more industrial activities, and the release of sewage and effluents into the river. Among the measured parameters, nitrogen and phosphorus as nutrients, if left uncontrolled, can pose the risk of eutrophication. Agricultural, livestock, and recreational activities around the river could affect the water quality of the river so that a better quality was observed in the upstream stations. Considering that the Ziarat river is one of the most important sources of water supply for agricultural and industrial sectors in Golestan province, the monitoring and control of pollutants entering this river are essential.

Keywords: Chemical Quality; Gorgan County; Physical Quality; Water Resources; Water Quality Index (WQI) Software

Noroozi N

MSc student of Natural Resources Engineering-Environmental Science-Environmental Pollution, Department of Environmental Engineering, Baharan Higher Education Institute, Gorgan, Iran.

Sadeghi M

* Associate professor of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Center, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. (Corresponding Author):
Email: dr-sadeghi@goums.ac.ir

Shahbazi A

PhD student of Environmental Engineering and sciences, Department of Environmental Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences, Gorgan, Iran.

Received: 2020/04/23

Accepted: 2020/10/06

Document Type: Research article

► **Citation:** Noroozi N, Sadeghi M, Shahbazi A. Study of Changes in Water Quality Index of Ziarat River at 2018 in Gorgan. *Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2020; 6(3): 250-259.

بررسی روند تغییرات شاخص کیفیت آب رودخانه زیارت گرگان در سال ۱۳۹۷

چکیده

زمینه و هدف: کیفیت آب عامل مهمی است که تمام جنبه‌های اکوسیستم و بهداشت از نظر سلامت مواد غذایی، فعالیت‌های اقتصادی، پایداری و سلامت اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه زیارت طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: از رودخانه زیارت (۵ ایستگاه) به صورت ماهیانه در سال ۹۷ نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها طبق شرایط استاندارد در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شده و پارامترهای نیترات، فسفر، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، آمونیوم، سختی کل و کلیفرم مدفوعی طبق روش استاندارد متد اندازه‌گیری شد و شاخص کیفی آب (WQI) محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از مطالعه بر اساس شاخص WQI نشان داد که این شاخص برای تمام ایستگاه‌های رودخانه زیارت بین ۲۹/۶۸ تا ۶۴/۷۸ بوده و در برخی ایستگاه‌ها حد متوسط (۵۰-۷۰) و در برخی از ایستگاه‌ها دارای کیفیت بد (۲۵-۵۰) می‌باشد. تأثیرگذارترین پارامتر بر کیفیت آب رودخانه پارامتر BOD (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی) می‌باشد و پس آن کل جامدات، کدورت، فسفات، نیترات و کلیفرم‌های گرمابای می‌باشد.

نتیجه‌گیری: بیشترین آلودگی در ایستگاه‌های انتهایی (۴ و ۵) به دلیل فعالیت بیشتر صنعتی، ورود فاضلاب‌ها و پساب‌ها در شهر گرگان به رودخانه می‌باشد. از بین پارامترهای اندازه‌گیری شده، نیتروژن و فسفر به‌عنوان مواد مغذی در صورت عدم کنترل باعث ایجاد خطر تغذیه‌گرایی خواهد شد. فعالیت‌های کشاورزی، دامداری و تفریحی اطراف رودخانه بر روی کیفیت آب رودخانه تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که در ایستگاه‌های بالادست کیفیت مناسب‌تری مشاهده شد. با توجه به اینکه رودخانه زیارت از مهم‌ترین منبع تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی و صنعتی در استان گلستان می‌باشد، لذا پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه ضروری است.

کلید واژه‌ها: شهرستان گرگان، کیفیت شیمیایی، کیفیت فیزیکی، منابع آب، نرم‌افزار شاخص کیفی آب (WQI)

نوشین نوروزی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، گروه محیط زیست (آلودگی محیط زیست)، مؤسسه آموزش عالی بهاران، گرگان، ایران.

مهدی صادقی

* دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. (نویسنده مسئول):
E-mail: dr-sadeghi@goums.ac.ir

علی شهبازی

دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۵

نوع مقاله: مقاله اصیل پژوهشی

◀ استناد: نوروزی ن، صادقی م، شهبازی ع. بررسی روند تغییرات شاخص کیفیت آب رودخانه زیارت گرگان در سال ۱۳۹۷. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط. پاییز ۱۳۹۹؛ ۶ (۳): ۲۵۰-۲۵۹.

مقدمه

آب به عنوان منشأ زندگی و حیات بوده و در ساختار بدن تمامی موجودات یافت می‌گردد. کلیه جانداران برای بقای خود نیاز به آب با کیفیت و کمیت متناسب با نوع زندگی خود دارند. امروزه به دلیل توسعه شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، کیفیت آب‌ها تنزل پیدا کرده و به این دلیل، بسیاری از کشورهای جهان، با مشکل کمبود آب سالم و یا آلودگی منابع آب مواجه شده‌اند (۱).

در کنار این مسائل، تبدیل اکوسیستم‌های آبی و جنگل‌ها به مناطق گردشگری و تفریحی جهت جلب سرمایه‌گذاران و افزایش درآمد، در صدر اولویت برنامه کشورهای دنیا قرار گرفته است. بنابراین پایش و حفاظت کافی از منابع آب شرب ضروری است. وجود آب شرب سالم و کافی، یکی از ضروری‌ترین نیازهای انسان است، لذا تأمین آب سالم و بهداشتی از نظر بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی، امروزه به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های انسان در جوامع و به ویژه در جوامع در حال توسعه مطرح می‌باشد. توزیع آب ناسالم در کوتاه‌مدت و به خصوص در درازمدت، اثرات جبران‌ناپذیری بر سلامت مصرف‌کنندگان خواهد گذاشت. بنابراین بررسی و کنترل کیفیت آب‌های سطحی که به مصرف شرب می‌رسند، بر هیچ کسی پوشیده نیست. این بررسی‌ها بر مبنای تعیین میکروارگانیسم‌ها و ترکیبات آلی و معدنی موجود در آب می‌باشد (۲).

ورود آلودگی به آب‌های سطحی ممکن است به طور تصادفی ایجاد شود و در برخی مواقع می‌تواند عواقب وخیمی به بار آورد، اما اغلب به دلیل دفع غیربهداشتی زباله و فاضلاب‌ها، فضولات صنعتی، فضولات کشاورزی و حیوانی به منابع ایجاد می‌شود. سمپاشی مزارع و همچنین اضافه نمودن مواد شیمیایی به آب جهت کنترل ارگانیسم‌های ناخواسته نیز از انواع آلودگی‌ها می‌باشد (۲).

از این رو بررسی وضعیت کیفیت آب در منطقه، گامی مهم در جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص استفاده بهینه و مناسب از منابع آب منطقه می‌باشد (۳).

در مطالعه تاریخچه آب می‌توان تلفات زیادی را در اثر

بیماری‌های منتقله از آن مشاهده نمود. انواع مختلفی از باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و غیره به راحتی می‌توانند وارد منابع آب شده و تهدیدهای جدی را برای انسان ایجاد نمایند (۴).

از جمله بیماری‌هایی که به صورت مستقیم می‌تواند از طریق آشامیدن آب‌های آلوده در مجامع بروز نماید، می‌توان به تیفوئید، انواع اسهال‌ها به خصوص اسهال خونی، هپاتیت، وبا، مسمومیت‌های غذایی و سایر بیماری‌های دستگاه گوارش اشاره نمود (۵).

مواد شیمیایی موجود در آب، عناصر سمی و فلزات سنگین نیز در غلظت‌های بالاتر از حد مجاز می‌توانند مشکلاتی را برای انسان ایجاد نمایند. این ترکیبات علاوه بر نقش بیماری‌زایی، می‌توانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب را از قبیل طعم و بو، کدورت، سختی، قلیائیت، اسیدیته و میزان مواد محلول را تغییر دهند و کیفیت آب را برای مصارف مختلف از جمله شرب، کشاورزی و صنعت دچار مشکل نمایند (۶).

رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع آب‌های سطحی، یکی از اساسی‌ترین منابع تأمین آب برای مصارف گوناگون شرب، کشاورزی و صنعت به شمار می‌روند. محدودیت منابع آب ایجاب می‌کند که مدیریت این منابع با دقت بیشتری توأم شود. یکی از مسائل حائز اهمیت در رابطه با رودخانه‌ها، ارزیابی کیفی آب رودخانه، حفظ آن و یا در صورت لزوم، رفع آلودگی‌های آب آن‌ها می‌باشد. کاهش بارندگی و ورود آلاینده‌های طبیعی و مصنوعی در سال‌های اخیر به رودخانه‌ها، موضوع کیفیت منابع آب خصوصاً در آب‌های سطحی تأمین‌کننده آب شرب و کشاورزی را از اهمیت خاصی برخوردار نموده است. یکی از مسائلی که مسئولین تأمین آب در راستای فرآیند خدمت‌رسانی به جامعه با آن روبرو می‌باشند، اطلاع از وضعیت منابع تأمین آب و تغییرات کمی و کیفی آن به صورت پیوسته می‌باشد (۲).

یکی از روش‌های بسیار ساده و فاقد پیچیدگی‌های ریاضی و آماری که می‌تواند شرایط کیفی آب را بازگو کرده و به عنوان یک

می‌نماید که با بیانی ساده بتوان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های مختلف ارائه و طبقه‌بندی نمود (۱۳).

یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های حوالی شهر گرگان، رودخانه زیارت می‌باشد. رودخانه زیارت در واقع یکی از سرشاخه‌های حوزه آبخیز قره‌سو می‌باشد که در روستای تاریخی، تفریحی زیارت از توابع شهرستان گرگان واقع در ارتفاع یک هزار متری از سطح دریا در ۱۷ کیلومتری جنوب شهر گرگان و بعد از پارک جنگلی ناهارخوران واقع شده است. به دلیل وجود مزارع کشاورزی و دامداری در اطراف رودخانه زیارت و بهره‌برداری‌های غیراصولی از آب این رودخانه سبب شده است که آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی زیادی داشته باشد. این رودخانه در فصول مختلف سال آب دارد و حداکثر میزان آب‌دهی آن در فصل پربابی ۳/۱۸ متر مکعب در ثانیه و حداقل آب‌دهی آن در فصل کم‌آبی ۰/۰۵ متر مکعب در ثانیه می‌باشد (۱۴).

رودخانه زیارت به عنوان یک منبع آبی مهم در زندگی مردم منطقه، نقش مهمی را ایفا می‌نماید و همچنین جاذبه گردشگری باارزشی به حساب می‌آید. در طی سال‌های اخیر، گسترش طرح‌های گردشگری، افزایش واحدهای مسکونی و گسترش آپارتمان‌سازی در منطقه زیارت، کاهش آب‌دهی چشمه‌ها و جریان آب رودخانه و افزایش بار آلودگی‌های محیطی به ویژه فاضلاب انسانی موجب گردید تا آب این رودخانه در معرض شدید آلودگی میکروبی قرار گیرد. از آنجایی که بخش مهمی از این رودخانه (حد فاصل روستای زیارت به شهر گرگان) به دلیل قرار گرفتن در میان جنگل‌های سرسبز، یک امکان ویژه و بستر مناسب برای تأمین نیازهای گردشگری شهروندان و شکل‌گیری چشم‌انداز و منظره جدید برای شهر گرگان است، که خود باعث ورود آلاینده‌ها توسط گردشگران و مردم به دلیل استفاده تفریحی است و با توجه به اهمیتی که آب رودخانه زیارت در منطقه حوزه آبریز خود و به ویژه در محیط زیست دریای خزر دارد و همچنین با توجه به اهمیت حیات آبریان، حفظ تعادل اکولوژیکی رودخانه زیارت و شناخت هرچه دقیق‌تر وضعیت کیفی آب رودخانه، انجام مطالعه‌ای در

ابزار پیشرفته قوی برای تصمیم‌گیری‌های مربوط استفاده شود، استفاده از شاخص کیفی آب می‌باشد. شاخص‌های کیفی آب روش‌هایی هستند که در مدیریت کیفی آب می‌توان از آن‌ها با ساده‌سازی و کاهش داده‌های خام علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان بررسی کرد و مناطقی را که از نظر آلودگی بیشتر مورد تهدید می‌باشند، مشخص و مدیریت نمود (۷، ۸).

مطالعات زیادی در خصوص بررسی کیفیت آب رودخانه‌های متعدد در ایران و جهان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد. سامنترای و همکاران با استفاده از شاخص (شاخص کیفی آب بنیاد ملی بهداشت) $NSFWQI^1$ ، کیفیت رودخانه‌های ماهانادیا و آتاوا بانکی در هندوستان را بررسی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که کیفیت آب براساس شاخص مورد استفاده به دلیل فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است (۹).

شکوهی و همکاران کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و شاخص ویل کوکسی بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد که فضولات دامی به عنوان آلاینده‌های غیرنقطه‌ای از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه است. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که آب رودخانه برای مصارف کشاورزی بلامانع است (۱۰).

میرزایی و همکاران با پهنه‌بندی رودخانه جاحرود به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب به دلیل ورود آلاینده‌های میکروبی، ذرات معلق و افزایش کدورت، افت داشته است (۱۱).

در مطالعه صادقی و همکاران که به تعیین وضعیت کیفیت آب رودخانه زرین‌گل در استان گلستان پرداختند، با توجه به شاخص کیفی به دست آمده، کیفیت آب رودخانه برای کشاورزی مناسب بوده، ولی برای مصارف شرب باید تصفیه شود (۱۲).

ارزیابی و شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها با استفاده از طبقه‌بندی شاخص کیفیت آب $NSFWQI$ ، سبب ارائه نتایج دقیق‌تر و پیش‌بینی‌های سریع‌تر می‌گردد و این امکان را فراهم

زمینه آلودگی میکروبی این رودخانه امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از رایج‌ترین خطرات آب آلودگی مستقیم و غیرمستقیم آن توسط پساب‌های آلوده به مدفوع انسانی و یا حیوانی می‌باشد. شرب چنین آب‌های آلوده و یا استفاده از آن در طبخ و آماده‌سازی برخی غذاها یا تماس از طریق شستشو و حمام کردن، حتی تنفس بخار آب آلوده ممکن است بیماری‌هایی را موجب شود. آلودگی مدفوعی منابع آب، یکی از مشکلات مهم و اساسی بهداشت آب می‌باشد که جهت جلوگیری و پیشگیری از اپیدمی بیماری‌های میکروبی گوارشی شناسایی آنها حائز اهمیت می‌باشد (۱۵).

بنابراین مطالعه دقیق منابع آب و تعیین آلاینده‌های آن، پیشگیری، کنترل آلودگی آنها و استفاده بهینه از منابع آب موجود با توجه به افزایش نیاز آبی الزامی است. از آنجایی که بسیاری از بیماری‌ها در انسان توسط آب آلوده منتقل می‌شود، لذا به منظور حفظ سلامت انسان‌ها و همچنین حفظ محیط زیست، ارزیابی سلامت این رودخانه به عنوان یک تحقیق پژوهشی ملاک کار قرار گرفت تا بدین وسیله بتوان ضمن آشنایی با کیفیت آن، به طور منطقی و مهندسی از آب این رودخانه با ارزش به منظور استفاده‌های شرب، کشاورزی و غیره استفاده نمود. در نتیجه مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفیت آب رودخانه زیارت توسط شاخص کیفی آب با توجه به وجود فعالیت‌های کشاورزی، تفریحی و صنعتی در اطراف این رودخانه، طراحی و اجرا گردید.

روش کار

استان گلستان در بخشی از حوضه آبریز دریای خزر واقع شده است. این استان که بالغ بر ۲۱۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد، ۱/۲٪ از مساحت کشور و ۱۱/۷٪ از مساحت حوضه آبریز دریای خزر را تشکیل داده و شامل حوضه‌های آبریز اترک سفلی، گرگان رود، قره‌سو، شرق خلیج گرگان و نکارود علیامی می‌باشد. وسعت این حوضه‌های آبریز متفاوت بوده؛ به طوری که بزرگ‌ترین حوضه در استان، حوضه آبریز گرگان رود با ۱۰۱۲۰ کیلومتر، سپس حوضه آبریز اترک سفلی با ۸۶۰۰ کیلومتر مربع و رده سوم حوضه

آبریز قره‌سو با ۱۶۱۰ کیلومتر مربع هستند. حوضه آبریز شرق خلیج گرگان با ۳۴۰ کیلومتر مربع و حوضه آبریز نکارود علیا با ۳۳۰ کیلومتر مربع رده‌های بعدی را اشغال می‌کنند. حوضه زیارت از زیرحوضه‌های رودخانه قره‌سو در جنوب شهر گرگان است که با الحاق شاخه‌های آبشار زیارت و تول بنه تشکیل می‌گردد و پس از عبور از روستای زیارت و جنگل ناهارخوران وارد شهر گرگان شده و در نهایت از طریق روستاهای محمدآباد و قریان‌آباد (شمال شهر گرگان) به رودخانه قره‌سو و دریای خزر می‌پیوندد (۱۵).

مطالعه حاضر از نوع توصیفی تحلیلی با رویکرد مقطعی بود. در این مطالعه از ایستگاه‌های رودخانه زیارت (جدول ۱) در سال ۹۷ به صورت ماهیانه نمونه برداری انجام شد. نمونه‌ها طبق شرایط استاندارد در کنار یخ به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گلستان منتقل شده و پارامترهای نیترات، فسفر، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)^۱، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)^۲، آمونیوم، سختی کل و کلیفرم مدفوعی طبق روش استاندارد متد اندازه‌گیری شد (۱۶). پارامترهای pH، دما، هدایت الکتریکی، کدورت و اکسیژن محلول به وسیله دستگاه‌های پروتابل کالیبره شده در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد.

ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه شامل ۵ ایستگاه (بر اساس وضعیت آلودگی رودخانه، یک ایستگاه بالادست روستا، یک ایستگاه داخل روستا، یک ایستگاه بعد از جنگل ناهارخوران، یک ایستگاه در شهر گرگان و یک ایستگاه خارج از شهر گرگان) بود که موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

1. Biochemical Oxygen Demand
2. Chemical Oxygen Demand

جدول ۳. مقادیر و توصیف شاخص‌های کیفی مورد استفاده

ردیف	مقدار شاخص NSFQI	توصیف
۱	۹۰-۱۰۰	عالی
۲	۷۰-۹۰	خوب
۳	۵۰-۷۰	متوسط
۴	۲۵-۵۰	بد
۵	۰-۲۵	خیلی بد

زمان و مکان انجام مطالعه

زمان انجام نمونه‌برداری سال ۱۳۹۷ بود و نمونه‌ها هر ۳۰ روز یک‌بار از رودخانه زیارت برداشت شده و پارامترهای pH، هدایت الکتریکی^۱، اکسیژن محلول^۲، و درجه حرارت در محل نمونه‌برداری و سایر پارامترها پس از انتقال نمونه‌ها به‌طور استاندارد (در کنار یخ) به آزمایشگاه دانشکده بهداشت، اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه جهت محاسبه شاخص از نرم‌افزار WQI استفاده شد. برای تعیین شاخص‌های آماری میانگین و انحراف معیار از آنالیز واریانس و جهت مقایسه پارامترهای مختلف (BOD، فسفات، نیترات، DO، درجه حرارت و ...) در رودخانه زیارت از آزمون آماری آنووا با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و برای رسم نمودارهای مربوطه از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. به دلیل کاربردی بودن این طرح پژوهشی و ارزیابی وضعیت منابع آب استان گلستان و برنامه‌ریزی و مدیریت، منافاتی با مسائل اخلاقی نداشت.

یافته‌ها

در این مطالعه برای محاسبه شاخص NSFQI، پارامترهای مورد بررسی شامل ۹ پارامتر اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، pH، BOD، درجه حرارت، فسفر، نیترات، کدورت و کل جامدات بود. نتایج میزان شاخص کیفی آب پس از محاسبه در جدول ۴ نشان داده شده است. نمودار ۱ و ۲ میزان تغییرات BOD و COD در رودخانه زیارت و نمودار ۳ وضعیت شاخص کیفی آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه زیارت در طول سال را نشان می‌دهد. از پارامترهای

1. Electrical Conductivity
2. Dissolve Oxygen

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	مشخصات جغرافیایی
۱	۲ کیلومتر بالای روستای زیارت	E: ۲۷۳۵۳۰/۸۹ N: ۴۰۶۲۳۲/۳۹
۲	آخر روستای زیارت	E: ۲۷۵۴۲۵/۸۹ N: ۴۰۶۷۹۱۶/۳۴
۳	پل سید مسعود	E: ۲۷۳۹۵۸/۳۳ N: ۴۰۷۵۲۷۳/۵
۴	ترمینال سمت چپ زیر کشت و صنعت	E: ۲۷۲۵۵۱/۰۰ N: ۴۰۸۲۰۷۰/۰۰
۵	محمدآباد	E: ۲۶۶۶۸۸/۱۳ N: ۴۰۸۰۸۵۱/۶۸

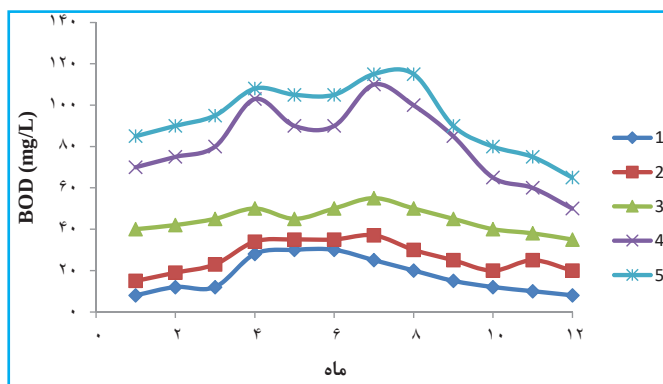


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

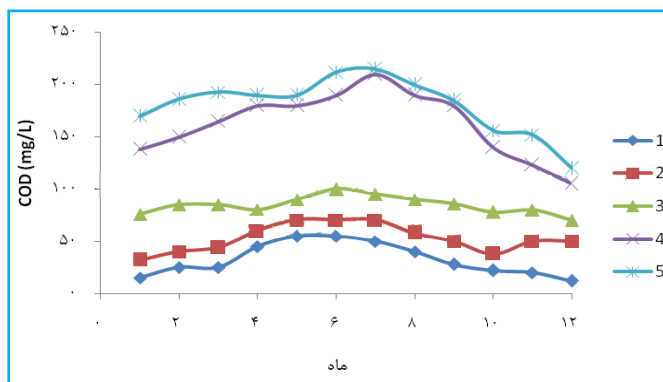
داده‌های به‌دست آمده وارد نرم‌افزار آنالیز NSFQI شده و شاخص‌ها محاسبه گردید (جدول ۲ و ۳). نتایج به‌دست آمده با توجه به شاخص‌های پراکندگی مرکزی آنالیز شده و با توجه به نتایج به‌دست آمده به سؤالات تحقیق پاسخ داده شد.

جدول ۲. فاکتورهای مورد استفاده در شاخص NSFQI

ردیف	فاکتور	وزن پارامتر در شاخص NSFQI
۱	اکسیژن محلول	۰/۱۷
۲	کلیفرم مدفوعی	۰/۱۶
۳	pH	۰/۱۱
۴	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی	۰/۱۱
۵	تغییرات درجه حرارت	۰/۱
۶	کل فسفات	۰/۱
۷	نیترات	۰/۱
۸	کدورت	۰/۰۸
۹	کل جامدات	۰/۰۷



نمودار ۱. میزان تغییرات BOD در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه زیارت در طول سال



نمودار ۳. وضعیت شاخص کیفی آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه زیارت در طول سال

بحث

رودخانه‌ها به عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای کشاورزی، شرب و مصارف صنعتی مطرح می‌باشند (۱۷). از طرفی با گذشت زمان و گسترش جوامع انسانی و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش یافته است (۱۸). امروزه اصلی‌ترین نگرانی در مورد آب‌های سطحی و رودخانه‌ها، مسأله کیفیت این آب‌ها برای مصارف مختلف است. کیفیت آب‌های سطحی یک منطقه تحت تأثیر دو عامل فرایندهای طبیعی (میزان رسوب‌گذاری، شرایط آب‌وهوایی و خوردگی خاک) و اثرات غیرطبیعی نظیر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی می‌باشد. هو و همکاران نشان دادند که دلایل پایین آمدن کیفیت آب‌های سطحی، افزایش مجوزهای تأسیس صنایع جدید، کشاورزی، تخلیه فاضلاب‌های

مورد معطاله محدود pH در محدوده ۶/۸ - ۷/۸ بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۵ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۱ بود. محدوده دما ۱۰ - ۳۰ درجه سانتیگراد که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ می باشد. محدوده پارامتر فسفات ۱۴ - ۰/۱۵ میلی گرم بر لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود. محدوده پارامتر نیترات ۷ - ۰/۴۲ میلی گرم بر لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۳ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود. محدوده پارامتر اکسیژن محلول ۸ - ۴/۵ میلی گرم بر لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۵ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۱ بود. محدوده پارامتر کل جامدات ۳۲۰۰ - ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود. محدوده پارامتر کدورت ۱۸۰ - ۲۰ بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود. محدوده پارامتر کل کلی فرم ۱۱۰۰ - ۱۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود. محدوده پارامتر کلی فرم مدفوعی ۴۲۰ - ۴ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بود که کمترین مربوط به ایستگاه ۱ و بیشترین مربوط به ایستگاه ۵ بود.

جدول ۴. میزان شاخص کیفی آب (WQI) در ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه زیارت در طول سال

ماه / ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵
فروردین	۶۲/۱۳	۵۷/۸۳	۵۳/۳۵	۴۹/۴۴	۴۷
اردیبهشت	۶۱/۱۸	۵۶/۱۳	۵۴/۸۵	۵۰/۷۳	۴۲/۰۷
خرداد	۶۲/۶۸	۵۵/۱۹	۵۳/۲۸	۴۸/۸	۲۹/۶۸
تیر	۵۷/۸۷	۵۴/۳۳	۵۳/۱۷	۴۹/۲۹	۴۰/۱
مرداد	۵۶/۶۵	۵۲/۰۹	۴۹/۸۳	۴۶/۷	۳۷/۹۳
شهریور	۵۷/۰۲	۴۸/۴۵	۴۷/۵۶	۴۳/۷۷	۳۵/۱۹
مهر	۶۱/۲۴	۵۵/۴۴	۵۲/۹۳	۴۹/۹	۴۲/۶۵
آبان	۶۰/۸۹	۵۵/۳۵	۵۱/۸۸	۴۹/۴۲	۳۹/۹۷
آذر	۶۱/۸۲	۵۵/۹۳	۵۲/۵۹	۴۷/۹۱	۴۰/۹۵
دی	۶۲/۹۵	۵۶/۰۶	۵۲/۳۳	۴۸/۰۹	۴۱/۵۱
بهمن	۶۳/۵۱	۵۴/۵۸	۵۲/۰۵	۴۷/۹۹	۴۱/۲۳
اسفند	۶۴/۵۷	۵۶/۳۸	۵۴/۲۳	۴۸/۲۲	۴۱/۷۹
میانگین (SD)	(۲/۵) ۶۱/۰۴	(۲/۴) ۵۴/۸	۵۳/۳(۱/۹) ۴۸/۳(۱/۸)	۴۸/۳(۱/۸) ۴۰ (۴/۳)	
توصیف	متوسط	متوسط	متوسط	بد	بد

دامداری و تفریحی اطراف رودخانه بر روی کیفیت آب رودخانه تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که در ایستگاه‌های بالادست کیفیت مناسب‌تری مشاهده شد.

همچنین بیشترین میزان آلودگی در ایستگاه‌های انتهایی (۴ و ۵) به دلیل فعالیت بیشتر صنعتی، ورود فاضلاب‌ها و پساب‌ها در شهر گرگان به رودخانه می‌باشد. پارامترهای تأثیرگذار در این شاخص که باعث کاهش این شاخص شده است، از بین ۹ پارامتر اندازه‌گیری شده، پارامتر BOD، کل جامدات، کدورت، نیتрат، فسفر، درجه حرارت و کلیفرم مدفوعی بوده است. از بین پارامترهای ذکر شده، نیتروژن و فسفر به‌عنوان مواد مغذی در صورت عدم کنترل باعث ایجاد خطر تغذیه‌گرایی خواهد شد. نتایج مطالعه حاضر در این زمینه با نتایج جاوید و همکاران تحت عنوان ارزیابی وضعیت کیفی دریاچه سد دز با استفاده از شاخص WQI مطابقت داشت (۲۱).

تحقیقات انجام شده تراوکا و اوگاوا؛ و میلر و همکاران در مورد تغییرات کیفی آب رودخانه‌های تاکاهاشی و کاکیکو در ژاپن و آمازون و یوکان در برزیلو همچنین جریان سطحی در ایالت نوادای آمریکا با استفاده از شاخص NSFQI نشان داد که نحوه استفاده از زمین‌های اطراف رودخانه‌ها بر نوع و مقدار آلودگی و تغییرات آن اثرات قابل ملاحظه‌ای دارد (۲۲، ۲۳).

مطالعات زیادی در خصوص بررسی کیفیت آب رودخانه‌های متعدد در ایران و جهان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد: سامنترای و همکاران با استفاده از شاخص NSFQI کیفیت رودخانه‌های ماهانادیا و آتاوابانکی در هندوستان را بررسی نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که کیفیت آب بر اساس شاخص مورد استفاده به دلیل فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است (۹).

شکوهی و همکاران کیفیت آب رودخانه آیدوغموش را با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و شاخص ویل کوکسی بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد که فضولات دامی به عنوان آلاینده‌های غیرنقطه‌ای از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب رودخانه مورد مطالعه

شهری و همچنین منابع غیرنقطه‌ای نظیر مواد شیمیایی شسته شده از خاک‌های کشاورزی می‌باشد و در اثر همین فعالیت‌ها، رودخانه تا حد زیادی قدرت خودپالایی خود را از دست می‌دهد (۱۹). به دلیل فعالیت‌های انسان که منجر به انتشار آلاینده‌های مختلف به منابع آب شده، ارزیابی کیفی منابع آب لازم و ضروری می‌باشد (۲۰). داشتن منابع آب سالم، پیش‌نیاز ضروری و اساسی برای حفظ محیط زیست 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، لذا مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی، باعث افزایش شدت آلودگی منابع آبی می‌شود. با توجه به اینکه تغییرات محیط زیست 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 مسأله مهم در بخش‌های مدیریتی است، لذا کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن امری لازم و ضروری است تا آب با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس قرار گیرد (۱۸).

پارامترهای مورد بررسی برای محاسبه شاخص NSFQI شامل ۹ پارامتر اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، BOD، pH، درجه حرارت، فسفر، نیترات، کدورت و کل جامدات بود. نتایج حاصل از مطالعه بر اساس شاخص WQI نشان داد که این شاخص برای تمام ایستگاه‌های رودخانه زیارت بین ۶۴/۷۸ تا ۲۹/۶۸ بوده و در برخی ایستگاه‌ها حد متوسط (۵۰-۷۰) و در برخی از ایستگاه‌ها دارای کیفیت بد (۲۵-۵۰) می‌باشد. تأثیرگذارترین پارامتر بر کیفیت آب رودخانه، پارامتر BOD می‌باشد و پس آن کل جامدات، کدورت، فسفات، نیترات و کلیفرم‌های گرمپای می‌باشد. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط و بد، مقدار نسبتاً بالای BOD، مواد مغذی به‌خصوص فسفات و وجود کلیفرم گرمپای می‌باشد که ناشی از زه‌آب‌های کشاورزی (ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و حیوانی) و فعالیت‌های تفرجی در بالادست ایستگاه پایش می‌باشد. نتایج نشان داد که فعالیت‌های کشاورزی،

است. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که آب رودخانه برای مصارف کشاورزی بلامانع است (۱۰). میرزایی و همکاران با پهنه‌بندی رودخانه جاجرود به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب به دلیل ورود آلاینده‌های میکروبی، ذرات معلق و افزایش کدورت، افت داشته است (۱۱).

ارزیابی و شناخت کیفیت آب رودخانه‌ها با استفاده از طبقه‌بندی شاخص کیفیت آب NSFQI سبب ارائه نتایج دقیق‌تر و پیش‌بینی‌های سریع‌تر می‌گردد و این امکان را فراهم می‌نماید که با بیانی ساده بتوان کیفیت آب رودخانه را در ایستگاه‌های مختلف ارائه و طبقه‌بندی نمود (۱۷). با افزایش جمعیت و رشد روزافزون نیازها به آب در بخش‌های کشاورزی، شرب، بهداشت، صنعت و همچنین تولید پتانسیل‌های آلودگی در کلیه بخش‌ها، فشار زیادی به منابع آب سطحی و زیرزمینی وارد شده و سرمایه‌های عظیمی برای تأمین آب و جبران زیان‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف غیرمسئولانه آن هزینه شده است. کشور ایران از نظر جمعیتی ۱٪ جمعیت جهان را داراست، در حالی که منابع آب قابل دسترسی آن ۵۳٪ آب جهان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه مشخص شد که زه‌آب‌های کشاورزی و فعالیت‌های شهری و صنعتی انجام شده اطراف رودخانه تأثیر زیادی بر کیفیت آب رودخانه زیارت دارد؛ به‌طوری که در فصل تابستان با کم شدن بارش‌ها و ورود پساب‌ها، کیفیت در ایستگاه‌های انتهایی پایین است. از این رو تعیین یک استراتژی منطقی در مدیریت توسعه منابع و حفظ منابع آب و بهره‌برداری صحیح، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این استراتژی باید به‌گونه‌ای منظور شود که ضمن رویکرد به سمت راهکارهای صحیح 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 صحیح فاضلاب‌های شهری و صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی به محیط و آب‌های پذیرنده به‌منظور کنترل و حفاظت کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، از اصول اساسی محسوب می‌گردد.

تأمین آب سالم و بهداشتی و حفاظت منابع از آلودگی، یکی از دغدغه‌های کنونی دولت و مراکز تصمیم‌گیری است، لذا لزوم جلوگیری از تخریب منابع آبی و رواناب‌های سطحی، با شناسایی، اندازه‌گیری آلاینده‌ها و وضع و اجرای قوانین بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. کنترل آلاینده‌ها و جلوگیری از ورود آنها به منابع آب با وضع قوانین سخت‌گیرانه به مراتب اقتصادی‌تر از تصفیه آب آلوده شده می‌باشد. همچنین مصرف بی‌رویه و غیراصولی آب در مصارف مختلف از جمله کشاورزی و صنعتی در ایران باعث تخریب کیفیت منابع آب می‌شود که در این مطالعه مشهود بود. با توجه به اینکه رودخانه زیارت از مهم‌ترین منبع تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی و صنعتی در استان گلستان می‌باشد، لذا پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه با عنوان بررسی روند تغییرات شاخص کیفیت آب رودخانه زیارت در مقطع کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش محیط زیست در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ می‌باشد که با حمایت مؤسسه آموزش عالی غیردولتی- غیرانتفاعی بهاران در شهر گرگان اجرا شد. بدین‌وسیله از تمام افرادی که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Mehdiinejad MH. Bina B. Nikaeen M. et al. Effectiveness of chitosan as natural coagulant aid in removal of turbidity and bacteria from turbid waters. *J Food Agric Environ* 2009 ; 7(3-4):845-50.
2. Khalili G. Evaluation of drinking water TOC in the Gorgan city. [MSc Thesis]. Iran. Tehran University of Science and Research; 2011. (Persian).
3. Walton P. Environmental health .second Ed. Academic Press: Orlando: U.S.A: 1980. P. 40- 80.
4. Mesdaghinia A. Nabizadeh R. Waterborne disease. School of Tehran University of Medical Sciences: 2008. P.35-51. (Persian).
5. Hoseyni H. Shirmardi M. Ahmadi N. Environmental Engineering. 7th Edition. Tehran: Khaniran: 2011. P.187-188. (Persian).
6. Zazoli M. Bazrafshan E. Water and Wastewater Technology. School of Mazenderan University of Medical Sciences: 2009. P:44-45. (Persian).
7. Sadeghi M. Bay A. Bay N. et al. The effect of agriculture drainage on water quality of the Zaringol in Golestan Province by the water quality index. *Iran J of Res Environ Health*. 2015;1 (3) : 177-185. . (Persian).
8. Simoes F. Moreira A. Bisinoti MC. et al. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *Ecol Indic* 2008; 38: 476-480.
9. Samantray P. Mishra BK. Panda CR. Et al. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. *J Hum Ecol* 2009; 26(3):153-61.
10. Shokoohi R. Hoseinzadeh E. Alipour M. et al. Evaluation Aydughmush River Quality Parameters Changes and Wilcox index calculation. *Rasayan Journal of Chemistry* 2011;4(3):673-80.
11. Mirzaie M. Nazari AR. Yari A. Quality zoning of Jajrood River. *J Environ Stud* 2006; 31(37):17-26. (Persian).
12. Sadeghi M. Bay A. Bay N. et al. The survey of Zarin-Gol River water quality in Golestan Province using NSF-WQI and IRWQISC. *Journal of Health in the Field* 2015; 3(3): 27-33. (Persian).
13. Hossaini P. Eldoderomi AR. Hossaini AR. Survey of water quality in Karun by NSFQI. *Human and Environment* 2013; 11(2): 1-11. (Persian).
14. Shahabi M. Marashi M. Ziarat river assessment . The Third congress national civil engineering .Tehran . 2007.
15. Zamani M. Sadoddin A. Garizi AZ. Assessing Land Cover/ Land Use Change and its Impacts on Surface Water Quality in the Ziarat Catchment, Golestan Province-Iran. *Hydrology: Current Research*. 2013..
16. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for Examination of Water And Waste Water, 21 th Ed. American Public Health Association: Washington: 2005.
17. Hossaini P. Eldoderomi AR. Hossaini AR. Survey of water quality in Karun by NSFQI. *Human and Environment* 2013; 11(2): 1-11.(Persian).
18. Mirmoshtaghi M. Amirnezhad R. Khaledian MR. Survey of water quality in Sefidrood by NSFQI and OWQI Index. *Talab* 2013; 3(9): 23-34.(Persian).
19. 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.
20. 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.
21. Javid AH. Seyed Mirbagheri A. Karimian A. Assessing Dez Dam reservoir water quality. *Iran J Health Environ* 2014; 7(2): 133-142.
22. Teraoka H, Ogawa M. Behavior of elements in the Takahashi, Japan River basin. *J Environ Qual* 1984; 13(3):453-59.
23. Miller WW. Guitjens JC. Mahannah CN. Water quality of irrigation and surface return flows from flood-irrigated pasture and alfalfa hay. *J of Environ Qual* 1984; 13(4),543-548.