

Original article

Zoning of Cheshmeh Gerdoo River of Noshahr with NSFQI Index in Autumn 1391

Ghaeni GH¹
Nassehnia H^{2*}
Dadban Shahamat Y³

- 1- MSc, Department of Environmental Health, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
- 2- PhD, Department of Environmental Health, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
- 3- Department of Environmental Health, School of Public Health, Golestan University of Medical Sciences, Golestan, Iran

*Corresponding author: Hamidreza Nassehnia, Department of Environmental Health, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

Email: Hamidrezanassehi@gmail.com

Received: 12 May 2015

Accepted: 9 September 2015

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Population growth and the pollution caused by discharge of sewage, waste leachate and surface runoff has caused water contamination. Zoning river water quality is the first and most important step in managing quality of water resources; because it clarifies the process of change in pollution, according to the time and place. Water health quality evaluation of the Cheshmeh Gerdoo river is of great importance, since it is a drinking-water supply and pollutants have been discharged into this river.

Methods: In this study, sampling from six stations was performed, during three months. Then, water-quality parameters, i.e., dissolved oxygen (DO), biological oxygen demand (BOD), fecal coliform, NO₃, PO₄, TS, turbidity, temperature and pH were examined along the river. The data were analyzed using NSFQI quality indices.

Results: In this study, the lowest DO quantity was equal to 6.4 mg/l at station 6 and the maximum amount was equal to 8.5 mg/l at station 1. Other parameters showed an increasing trend. In accordance with our results, NSFQI index was calculated at the best and worst cases to be 54.85 and 39.19, respectively. Thus, the water-quality index in the upper part of the river, at station 1, was in the “average” category, and at the stations 4, 5 and 6 it was in the “bad” category.

Conclusion: Raise in the levels of fecal coliform and BOD, from the beginning to the end of the river, indicated an increase in pollution. This problem might be caused by discharge of untreated sewage, since the river passes through rural and urban areas. Moreover, the increase in the levels of NO₃ and PO₄ can be resulted from pollution with agricultural effluents. Also, increase of TS and turbidity can be related to absence of suspended solids deposited along the river.

Keywords: Cheshmeh Gerdoo River, NSFQI, Zoning

► **Citation:** Ghaeni GH, Nassehnia H, Dadban Shahamat Y. Zoning of Cheshmeh Gerdoo River of Noshahr with NSFQI Index in Autumn 1391. Journal of Health Research in Community. Summer 2015;1(2):38-46.

مقاله پژوهشی

پهنه بندی رودخانه چشمه گردو در نوشهر بر اساس شاخص NSFQI در پاییز ۱۳۹۱

چکیده

مقدمه و هدف: رشد جمعیت و آلودگی های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب ها، شیرابه ها و رواناب های سطحی، باعث گسترش آلودگی آب ها شده است. پهنه بندی کیفیت آب رودخانه ها اولین و مهم ترین مرحله در مدیریت کیفیت منابع آب می باشد؛ زیرا روند تغییرات آلودگی را نسبت به زمان و مکان روشن می سازد. با توجه به اهمیت رودخانه چشمه گردو در تأمین آب شرب و همچنین تخلیه آلاینده ها در آن، ارزیابی کیفی آب این رودخانه از لحاظ بهداشتی بسیار حائز اهمیت است.

روش کار: در این مطالعه در طول ۳ ماه از ۶ ایستگاه مورد نظر نمونه برداری انجام گرفت؛ پارامترهای کیفی اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کلی فرم مدفوعی، نیترات، فسفات، کل جامدات، کدورت، درجه حرارت و PH در طول رودخانه بررسی شد؛ سپس داده های حاصل با استفاده از شاخص کیفی NSFQI مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: در این پژوهش کمترین میزان اکسیژن محلول در ایستگاه ۶ برابر با ۶/۴ میلی گرم و بیشترین مقدار در ایستگاه ۱ برابر با ۸/۵ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. پارامترهای دیگر دارای روند افزایشی بوده اند. در این رودخانه شاخص NSFQI در بهترین وضعیت ۵۴/۸۵ و در بدترین حالت ۳۹/۱۹ محاسبه گردید. با توجه به این موضوع، شاخص کیفیت آب در ایستگاه یک در بالا دست رود در رده متوسط و در ایستگاه های ۴، ۵ و ۶ در رده بد قرار داشت.

نتیجه گیری: افزایش میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و کلی فرم مدفوعی از ابتدا به انتها، نشان دهنده افزایش آلودگی است که علت آن را می توان به گذر رودخانه از مراکز شهری و روستایی و دریافت انواع فاضلاب های تصفیه نشده نسبت داد. روند افزایشی پارامترهای نیترات و فسفات نیز می تواند با آلودگی رودخانه به پساب های کشاورزی مرتبط باشد. افزایش میزان کل جامدات و کدورت در طول مسیر رودخانه نیز می تواند به عدم رسوب گذاری جامدات معلق در طول مسیر رودخانه ارتباط داشته باشد.

کلمات کلیدی: پهنه بندی، NSFQI، رودخانه چشمه گردو

غلامرضا قائینی^۱

حمیدرضا ناصحی نیا^{۲*}

یوسف دادبان شهامت^۳

۱. مربی گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران
۲. استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دامغان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران
۳. استادیار گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

* نویسنده مسئول: حمیدرضا ناصحی نیا، استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دامغان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

Email: Hamidrezanassehi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۸

◀ **استناد:** قائینی، غلامرضا؛ ناصحی نیا، حمیدرضا؛ دادبان شهامت، یوسف. پهنه بندی رودخانه چشمه گردو در نوشهر بر اساس شاخص NSFQI در پاییز ۱۳۹۱. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، تابستان ۱۳۹۴؛ ۱(۲): ۳۸-۴۶.

طبیعی، محدوده وسیعی از رودخانه های کم عرض و با شیب تند کوهستانی تا رودخانه های آرام و عریض جاری در دشتها را شامل می شوند. بهره برداری اصولی و طرح ریزی شده از رودخانه های کشور به کمک علم مهندسی رودخانه از کارهای ملی و پرهزینه ای است که باید در جهت بهره برداری بهینه از منابع آب و خاک برای

مقدمه

رودخانه ها جریان طبیعی آب های سطحی هستند که در بستر معینی به صورت فصلی یا دائمی جریان می یابند. این جریان های

تولیدات کشاورزی، مصارف شهری و صنعتی صورت گیرد. یک رودخانه پایدار باید به طور مستمر، بار رسوبی خود را از جهت نوع و اندازه انتقال دهد. هرگاه قوانین رودخانه محترم شمرده نشود، نتایج معکوس و زیانبار آن جان و مال مردم را به خطر خواهد انداخت [۱،۲].

رودخانه ها و آب های جاری، از دیرباز توجه انسان را به خود جلب کرده اند؛ انسان ها به جهت استفاده از منابع آبی مناسب، جوامع انسانی، مراکز صنعتی، کشاورزی و غیره در نزدیکی رودخانه ها مستقر شده اند. با گذشت زمان و گسترش این جوامع و به دنبال آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیر طبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه ها افزایش یافته است. سنجش و تجزیه و تحلیل داده های کیفی رودخانه ها - به طور منظم - این امکان را فراهم می کند که ضمن بهره مندی از آن در موارد مختلف، شیوه های مدیریتی صحیح و مناسبی اتخاذ گردد تا به تدریج از آلودگی رودخانه ها کاسته شده و به کیفیت مناسبی برسد [۳].

از آب رودخانه برای مقاصد به سازی محیط زیست نیز استفاده می شود [۴]. زوال کیفیت آب اغلب در ارتباط با افزایش فعالیت های صنعتی، فاضلاب خانگی، دامداری و تخلیه فاضلاب های خانگی می باشد [۵]. پایداری اکوسیستم رودخانه، بیشتر به ورود فاضلاب های خانگی و صنعتی، کودهای کشاورزی و مواد حشره کش بستگی دارد [۶]. مواردی همچون: فقدان سیستم تصفیه خانه فاضلاب شهری، وجود کارخانه های صنعتی آلاینده محیط زیست، نداشتن اصول مدیریتی صحیح جهت مهارزه آب های کشاورزی، تخلیه زباله در حاشیه رودخانه، نشت شیرابه آن به رودخانه و از بین بردن گیاهان آبی در اثر بهره برداری غیر اصولی شن و ماسه از بستر رودخانه - که به عنوان یک منبع تولید اکسیژن در محیط آبی نقش مؤثری در حیات رودخانه داشته - باعث ایجاد تغییرات اساسی در کیفیت شیمیایی آب شده اند [۷،۸].

پهنه بندی کیفیت آب رودخانه، اولین و مهمترین مرحله در

مدیریت کیفیت آبهای سطحی می باشد [۹،۱۰]. به طور کلی شاخص کیفی آب به ۵ دسته تقسیم شده است که در ذیل به آنها اشاره می شود:

۱- شاخص های عمومی: در این نوع شاخص ها طبقه بندی کیفی آب، صرف نظر از نوع مصرف آن صورت می گیرد که می توان از شاخص های 'NSFWQI'، Horton و Prati استفاده نمود [۱۱،۱۲].

۲- شاخص مصارف ویژه: در این نوع از شاخص ها، طبقه بندی کیفیت آب بر اساس نوع مصرف آب از قبیل مصارف عمومی، شرب، کشاورزی و حفاظت حیات آبی صورت می گیرد. شاخص های Oconnor و Wals lie & Parker از این قبیل شاخص ها هستند [۳].

۳- شاخص های طراحی: ابزاری برای کمک به سنجش تصمیمات و برنامه ریزی آبی می باشد.

۴- شاخص های آماری: در این شاخص از روش های آماری استفاده شده و نظرهای شخصی کمتر در آن وارد می شود.

۵- شاخص های بیولوژیکی: این شاخص ها عموماً کیفیت آب را بر اساس تغییرات آن بر روی حیات بررسی می کنند [۱۱].

چشمه گردو، رودخانه ای است که در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شهرستان نوشهر در روستای سنگ تجن قرار دارد و به سه شعبه تقسیم شده است. هر یک از این شعبه ها به یکی از روستاهای اطراف سرازیر گشته و جهت مصارف کشاورزی استفاده می گردد. این رود، آب شرب شهرستان های نوشهر و ۷۰ درصد آب چالوس و همچنین اکثر روستاهای اطراف را تأمین می کند. طول این رود از سرچشمه اصلی تا محل آبرگیری ۴ کیلومتر می باشد و دبی متوسط این رود ۷۰۰ لیتر در ثانیه است. وضعیت کف بستر این رود سنگی همراه با قلوه سنگ و سنگ های ریز و درشت، با شیب نسبتاً کم و ارتفاع دیواره دو طرف این رود حدود ۰/۵ متر است. اطراف این رود پوشیده از پوشش گیاهی متنوع می باشد. در سالهای اخیر برداشت بی رویه و غیر قانونی شن و ماسه از بستر این رودخانه سبب تخریب بستر رودخانه و تأسیسات آبرسانی شده

جدول ۲: نحوهٔ وزندهی و محاسبهٔ پارامترها توسط نرم افزار محاسباتی WQI

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	۰/۱۷	<input type="text"/>
Fecal coliform	۰/۱۶	<input type="text"/>
PH	۰/۱۱	<input type="text"/>
Biochemical oxygen demand	۰/۱۱	<input type="text"/>
Temperature change	۰/۱۰	<input type="text"/>
Total phosphate	۰/۱۰	<input type="text"/>
Nitrates	۰/۱۰	<input type="text"/>
Turbidity	۰/۰۸	<input type="text"/>
Total solids	۰/۰۷	<input type="text"/>

محلول، کل جامدات و PH تعیین می گردد [۲۰، ۲۱]. در این تحقیق نیز این شاخص به عنوان شاخصی جهت پهنه بندی کیفی آب رودخانهٔ چشمه گردو مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت به بررسی و تحلیل نتایج حاصل از شاخص طبقه بندی پرداخته شده است.

روش کار

مطالعه به صورت توصیفی- مقطعی در یک دورهٔ زمانی ۳ ماهه انجام گرفته است. برای پهنه بندی کیفی آب رودخانهٔ چشمه گردو، ابتدا موقعیت، شرایط و ویژگی های هیدرولوژیکی رود مورد بررسی قرار گرفت؛ سپس وضعیت منابع آلاینده نسبت به رود مشخص گردید و ایستگاه های نمونه برداری بر اساس آنها تعیین شد. با توجه به طول ۴ کیلومتری رودخانه و روستاهای اطراف و زمین های کشاورزی و جاده های اطراف و همچنین

جدول ۱: اعداد NSFQI معادل کیفیت رود

ردیف	محدودهٔ عددی NSFQI	کیفیت رود	رنگ
۱	۱۰۰ تا ۹۰	عالی	سبز
۲	۹۰ تا ۷۰	خوب	زرد
۳	۷۰ تا ۵۰	متوسط	نارنجی
۴	۵۰ تا ۲۵	بد	قرمز
۵	۲۵ تا ۰	خیلی بد	بنفش

است؛ همچنین آب این رود، به دلیل انجام پروژه هایی از قبیل انتقال آب به مناطق شرقی استان جهت استفاده کشاورزی، انتقال لوله گاز، انتقال برق فشار قوی و احداث راه های جنگلی جهت برداشت چوب و زغال، به صورت چشمگیری کاهش یافته است.

شاخص کیفیت آب سطحی و زیرزمینی بر حسب پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شناسایی می شود. مشکل ویژهٔ پایش کیفی آب، تعداد زیاد متغیرهای اندازه گیری شدهٔ آن است [۱۳]. شاخص کیفی آب، معیاری جهت طبقه بندی آب سطحی بر مبنای استفاده از پارامترهای استاندارد برای توصیف است. این شاخص یک ابزار ریاضی است تا مقادیر زیادی از داده های توصیف ویژگی های آب را به عددی تبدیل کند که نشان دهندهٔ سطح کیفی آب است. تعیین شاخص کیفی آب نیازمند نرمال سازی است؛ جایی که هر پارامتر به یک مقیاس ۰-۱۰۰ تغییر شکل می یابد و مقدار ۱۰۰ حداکثر کیفیت را نشان می دهد گام بعدی کاربرد یک فاکتور وزنی، طبق اهمیت پارامتر به عنوان یک شاخص کیفیت آب است [۱۶-۱۴].

از میان شاخص های مختلفی که برای پهنه بندی کیفیت آب استفاده می شود، شاخص کیفی NSFQI به دلیل دقت بالا، سادگی و وسعت کاربرد و نیز در دسترس بودن پارامتر های مورد نیاز، به عنوان شاخص برتر برگزیده شده است [۱۷، ۱۹]. این شاخص، یکی از شاخص های پر کاربرد جهت طبقه بندی کیفیت آب های سطحی می باشد که براساس دما، کدورت، فسفات، نترات، کلیرم مدفوعی، اکسیژن مورد نیاز بیو شیمیایی، اکسیژن

جدول ۳: میانگین اندازه گیری پارامترها در پاییز ۱۳۹۱

پارامتر ایستگاه	اکسیژن محلول (میلی گرم بر لیتر)	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (میلی گرم بر لیتر)	نیتрат (میلی گرم بر لیتر)	فسفات (میلی گرم بر لیتر)	کل جامدات (میلی گرم بر لیتر)	درجه حرارت O°	کدورت NTU	PH	کلی فرم مدفوعی MPN
۱	۸/۵۱	۲/۸۶	۶/۱۱	-/۰۱	۲۵۲	۱۵	۱	۶/۸	۴۲۸
۲	۸/۱۱	۳/۱	۷/۵۰	-/۱۱	۳۳۰	۱۶/۱	۳	۷	۶۲۹
۳	۷/۷۵	۳/۵۱	۸/۴۰	-/۱۹	۳۴۰	۱۷/۱	۲/۵	۷/۱	۸۴۲
۴	۷/۱۶	۴/۸۱	۹/۴۴	-/۲۵	۳۷۱	۱۷/۹	۳/۱	۷/۵	۱۲۷۷
۵	۶/۸۳	۶/۱۹	۹/۶۴	-/۳۴	۴۸۸	۱۹/۴	۳/۸	۷/۸	۱۳۵۷
۶	۶/۴	۶/۸۳	۹/۷۳	-/۴۶	۵۶۷	۲۲/۳	۴/۲	۸/۱	۱۵۲۰

بر اساس شرایط و امکانات، تعداد ۶ ایستگاه برای نمونه برداری از رودخانه انتخاب شد. ایستگاه های انتخاب شده گویای شرایط واقعی رودخانه بوده و در مهمترین مراکز برداشت آب و تخلیه پساب قرار گرفته اند. نمونه برداری از ایستگاه های انتخاب شده طبق روش های استاندارد کتاب «روش های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب» انجام گرفت [۲۲].

برداشت، حمل، نگهداری و آزمایش نمونه ها طبق روش استاندارد صورت گرفته و نمونه ها در روزهای غیر بارانی و حداقل ۴۸ ساعت پس از توقف بارندگی برداشت شده است. نمونه ها از هر ایستگاه دو بار در ماه تهیه و برای مدت یک فصل یعنی در ماه های مهر، آبان و آذر نمونه برداری انجام شده است. در روش NSFQI از ۹ پارامتر کیفی آب جهت سنجش کیفیت آن استفاده

شد که شامل اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، کلی فرم مدفوعی، نیترات، فسفات، کل جامدات، کدورت، درجه حرارت و PH می باشد [۲۲].

میزان هدایت الکتریکی و دما با استفاده از دستگاه EC متر مدل AQUA-COND، اکسیژن محلول با دستگاه DO متر مدل WTW330/SET و میزان PH با بهره گیری از PH متر و کدورت نمونه ها با استفاده از دستگاه کدورت سنج مدل HACH 2100N قرائت گردید؛ میزان کل جامدات (TS) نمونه ها، طبق روش استاندارد شماره ۲۵۴۰ در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سیلیسیوس تعیین گردید [۲۲]. اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_۵) نمونه ها با استفاده از روش استاندارد و با استفاده از دستگاه انکوباتور BOD_۵، ساخت شرکت HACH قرائت گردید. جهت اندازه گیری نیترات

جدول ۵: میانگین شاخص WQI رودخانه چشمه گردو، هر ایستگاه در پاییز ۹۱

شماره ایستگاه	مهر	آبان	آذر	میانگین
۱	۵۵/۰۲	۵۳/۱۳	۵۳/۳۴	۵۳/۸۳
۲	۵۱/۹۴	۵۱/۵۲	۵۱/۱۳	۵۱/۳۳
۳	۵۰/۵۹	۵۰/۳۵	۵۰/۱۶	۵۰/۳۲
۴	۴۷/۷۷	۴۷/۸۲	۴۷/۷	۴۷/۷۱
۵	۴۴/۷۵	۴۴/۴۵	۴۳/۷	۴۴/۳
۶	۳۹/۹۴	۴۰/۱۷	۳۹/۶۶	۳۹/۹۲

جدول ۴: شاخص WQI رودخانه چشمه گردو در پاییز ۱۳۹۱

زمان ایستگاه	مهر		آبان		آذر	
	نیمه اول	نیمه دوم	نیمه اول	نیمه دوم	نیمه اول	نیمه دوم
۱	۵۵/۲۲	۵۴/۸۵	۵۳/۸۴	۵۲/۴۳	۵۳/۴۱	۵۳/۲۸
۲	۵۲/۱۵	۵۱/۷۳	۵۱/۵۹	۵۱/۴۶	۵۱/۱۳	۵۱/۱۴
۳	۵۰/۸۸	۵۰/۲	۵۰/۳۵	۵۰/۳۵	۵۰/۳۳	۴۹/۹۹
۴	۴۷/۹۸	۴۷/۵۷	۴۸/۰۱	۴۷/۶۳	۴۷/۸۹	۴۷/۵۱
۵	۴۴/۹۱	۴۴/۵۹	۴۴/۶۳	۴۴/۲۷	۴۳/۶۶	۴۳/۷۴
۶	۳۹/۵	۴۰/۳۸	۳۹/۸۵	۴۰/۴۹	۴۰/۱۳	۳۹/۱۹

۱،۳، ۴ و ۶ روند کاهشی و در ایستگاه ۵ و ۶ روند افزایشی داشته است. جدول شماره ۵ میانگین شاخص WQI رودخانه چشمه گردو - هر ایستگاه در هر ماه فصل پاییز ۹۱- را نشان می دهد. طبق جدول فوق ایستگاه های ۱، ۲ و ۳ در وضعیت متوسط و ایستگاه های ۴، ۵ و ۶ در وضعیت بد هستند. شاخص WQI در این سه ماه، در ایستگاه های ۱، ۲، ۳ و ۵ کاهش یافته است و ایستگاه های ۴ و ۶ در آبان ماه روند افزایشی داشته اند.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین و کمترین مقدار DO در طول رودخانه به ترتیب ۶/۴ و ۸/۵ میلی گرم بر لیتر بوده است و به طور کلی در طول رودخانه میزان این ویژگی تغییر زیادی نداشته است؛ می توان علت آن را شیب کافی زمین و مقدار زیاد آب دانست که باعث اختلاط زیاد آب و اکسیژن هوا می گردد. در مجموع مقدار اکسیژن محلول در آب رودخانه چشمه گردو در حد نرمال است؛ بنابراین محیط خوبی برای پرورش ماهی و دیگر آبریان می باشد.

میزان BOD در نقاط مختلف رودخانه از ابتدا به انتها افزایش یافته که نشان دهنده ورود آلاینده های مختلف به رودخانه است. پارامتر نترات و فسفات نیز روند افزایشی داشته که علت آن را می توان با ورود پساب های کشاورزی به رودخانه از طریق زمین های کشاورزی اطراف آن مرتبط دانست. به دلیل عدم رسوب گذاری جامدات معلق و ورود آلاینده های مختلف به رودخانه احتمال افزایش کدورت و TS در طول مسیر وجود داشت که نتایج به دست آمده نیز، این افزایش را نشان می دهند. آنالیز PH نشان می دهد که این رودخانه همانند اکثر رودخانه های ایران دارای خاصیت کمی قلیایی است. بالا بودن مقدار کلیفرم در ایستگاه های انتهایی را می توان به گذر رودخانه از مراکز شهری و روستایی و دریافت انواع فاضلاب این مراکز بدون تصفیه نسبت داد.

و فسفات کل نیز از دستگاه DR-۵۰۰۰ استفاده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده برای هر ایستگاه، شاخص کیفیت با استفاده از جداول، منحنی ها و نرم افزار WQI محاسبه گردید. اساس اندازه گیری شاخص، با استفاده از مشخصه های فوق استفاده از رابطه زیر می باشد:

$$WQI = \sum_{i=1}^n qi \times Wi$$

عدد به دست آمده از NSFQI عددی بین صفر تا ۱۰۰ است که طبق جدول شماره (۱) نشان دهنده کیفیت رودخانه می باشد: بعد از محاسبه شاخص ذکر شده، با استفاده از برنامه های نرم افزاری نسبت به رسم گراف ها و نمودارهای مورد نظر اقدام گردید.

یافته ها

بعد از نمونه برداری و انتقال نمونه ها به آزمایشگاه در شرایط مناسب، نمونه ها با روش های ذکر شده آزمایش شدند که نتایج آن در جدول شماره ۳ آمده است.

طبق جدول فوق، کمترین میزان اکسیژن محلول در ایستگاه ۶ برابر با ۶/۴ mg/l و بیشترین مقدار در ایستگاه ۱ برابر با ۸/۵ mg/l اندازه گیری شد. سایر پارامترهای اندازه گیری شده در طول مسیر رودخانه روند افزایشی داشته اند.

بر اساس نتایج به دست آمده از انجام آزمایش ها، شاخص WQI محاسبه گردید که جدول شماره ۴ شاخص WQI رودخانه چشمه گردو در پاییز ۱۳۹۱ را به تفکیک در ماه های مختلف نشان می دهد.

طبق جدول فوق، شاخص WQI در مهر ماه، در ایستگاه های ۱ تا ۵ روند کاهشی و در ایستگاه شماره ۶ روند افزایشی داشته است. این شاخص در ماه آبان، در ایستگاه های ۱، ۲، ۴ و ۵ روند کاهشی و در ایستگاه شماره ۳ تقریباً ثابت بوده است؛ در ایستگاه شماره ۶ هم روند افزایشی داشته است. همچنین در آذر ماه، در ایستگاه های

در تحقیق دیگری که شمسایی و همکاران بر روی NSFQI،^۲ BCWQI و OWQI رودخانه کارون انجام داده اند، دریافتند که NSFQI به دلیل اعمال ضریب فاکتور وزنی در پارامترها، دقت و قدرت تصمیم گیری بیشتری را نسبت به سایر شاخص ها دارا می باشد. شاخص BCWQI بیشتر بر اساس تخطی از میزان استاندارد پارامترها بنا شده است و در شاخص OWQI نیز فاکتور وزنی برای همه پارامترها، بدون در نظر گرفتن اهمیت بهداشتی یکسان می باشد؛ لذا فاکتورهای کم اهمیت را تحت پوشش قرار می دهند [۱۷].

محمد میرزایی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۴ در تحقیق دیگری شاخص NSFQI را بر روی رودخانه جاجرود و سد لتیان در ۱۳ ایستگاه و طی سال های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۱ سنجش کرده و نتیجه گیری نمودند که کیفیت آب رودخانه جاجرود در برخی مراکز جمعیتی و ورود بار آلودگی مسکونی به دلیل افزایش مقادیر مشخصه های میکروبی و ذرات معلق در آب کاهش می یابد [۳]. همچنین کریمیان و همکاران پهنه بندی کیفی آب رودخانه زهره را از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۵ بررسی کردند و پایین ترین مقدار شاخص را ۳۳ و بیشترین مقدار آن را ۴۴ محاسبه نمودند؛ ایشان وجود اراضی کشاورزی در امتداد رودخانه و دفع پساب آنها را که حاوی انواع کودها و آفت کش ها بوده و نیز دفع حجم زیاد فاضلاب های شهری، روستایی و صنعتی را به درون رودخانه - بدون تصفیه مناسب- از دلایل عمده کاهش کیفیت آب این رودخانه اعلام کردند.

در تحقیق حاضر، کمترین مقدار شاخص برابر با ۳۹/۹۲ و بیشترین مقدار آن برابر با ۵۳/۸۳ به دست آمده است؛ دلایل عمده افت کیفیت رودخانه، می تواند با ورود پساب های کشاورزی و گذر رودخانه از مراکز شهری و روستایی و دریافت انواع فاضلاب مرتبط باشد [۲۴].

نوروزیان و همکاران در سال ۱۳۸۰ در تحقیقی بیان کردند که پهنه بندی کیفی رودخانه، با تکنیک تحلیل طبقه بندی فازی،

روشی کارآمد جهت تصمیم گیری در مدیریت کیفیت آب و تعیین نقاط آلوده و بحرانی رودخانه در هر زمان می باشد [۲۵]. در تحقیقی دیگر، فابرینو و همکاران در سال ۲۰۰۸، دو رودخانه Macuco و Queixada را در برزیل با سه پارامتر کدورت، فسفر و اکسیژن محلول، تحت عنوان شاخص $WQI_{(min)}$ برای مصارف پرورش ماهی مورد بررسی و پهنه بندی کیفی قرار دادند [۲۶]. پرادپوسا و همکاران در سال ۲۰۰۹ در ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص NSFQI در رودخانه های آتاربانکی، ماهانادی و کانالتالانا در مناطق پارادپ هند، آلودگی آب رودخانه آتاربانکی را ناشی از فعالیت های انسانی و صنعتی معرفی نموده اند [۲۷].

Sanchez و همکاران نیز شاخص WQI و کمبود اکسیژن محلول را در طول رودخانه Guadarrama و Manzanares مورد مطالعه قرار دادند. نمونه برداری در طول رودخانه برای ۲ سال (۲۰۰۱-۲۰۰۳) متوالی انجام گرفت. نتایج نشان داد که شاخص WQI در ابتدای رودخانه Guadarrama با کیفیت خوب ۷۰ و در انتهای آن در حدود ۶۴ و با کیفیت متوسط بوده است. همچنین شاخص WQI برای رودخانه Manzanares در حدود ۶۵ گزارش گردید [۵]. نتایج بررسی ما نیز بر روی رودخانه چشمه گردو نشان داده است که این رودخانه آلودگی شیمیایی و خصوصاً آلودگی میکروبی داشته و شاخص کلی آن نشانگر وضعیت بد کیفی می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده، احداث و راه اندازی سیستم فاضلاب شهری و روستایی جهت جلوگیری از آلودگی رودخانه ضروری به نظر می رسد. عوامل زیر نیز، می تواند در جلوگیری از آلودگی آب رودخانه بسیار تأثیرگذار باشد:

- ۱- توجه به اصول مدیریت صحیح در بخش کشاورزی.
- ۲- آموزش کشاورزان جهت استفاده از سموم و کود شیمیایی به مقدار و زمان مناسب.
- ۳- کاشت همزمان محصول به منظور کنترل آفات کشاورزی.

قدردانی

بدین وسیله، مراتب قدردانی و تشکر خود را از کمک های مالی و معنوی مسئولین محترم دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سمنان اعلام می داریم.

۴- جلوگیری از تخلیه و دفع زباله در حاشیه رودخانه.

۵- یافتن مکان مناسب جهت دفن زباله.

۶- رعایت حریم رود خصوصاً در بحث مربوط به معادن.

۷- برداشت شن و ماسه و برداشت اصولی و مدیریت شده شن و ماسه از بستر رودخانه و برداشت از محل های مجاور و مناسب.

References

- Vinten AJA, Howard RS, Redman M. Measurement of nitrate leaching losses from arable plots under different nitrogen input regions. *J Soil Use & Manag* 1991; 7(1):3-13.
- Torabian A, Hashemi SH, Khalili R, Ferdusipoor S. Effects of harvesting on water quality in the river downstream of the dam Mamlu using QUAL2E model. *Environ Stud Fall 2004*; 30(35):69-76 (Persian).
- Mirzaei M, Nazari AR, Yari A. Quality zoning of Jajrood river. *J Environ Stud* 2005; 31(37):17-26.
- Samadi MT, Saghi MH, Rahmani AR, Torabzadeh H. Murad Beig river valley of Hamedan water quality zoning using geographic information system (GIS). *Sci J Hamadan Univ Med Sci* 2009; 16(3):38-43 (Persian).
- Sánchez E, Colmenarej MF, Vicente J, Rubio A, García MG, Travieso L, et al. Use of water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicator of watershed pollution. *J Ecol Indic* 2007; 7(2):315-328.
- Shokuhi R, Hosinzadeh E, Roshanaei G, Alipour M, Hoseinzadeh S. Evaluation of aydughmush dam reservoir water quality by National Sanitation Foundation water quality index (NSF-WQI) and water quality parameter changes. *IJHE* 2012; 4(4):439-450 (Persian).
- Simeonov V, Startis JA, Samara C, Zachariadis G, Voutsas D, Anthemidis A, et al. Assessment of the surface water quality Northern Greece. *Water Res* 2003; 37(17):4119-4124.
- Schols M, Zettel A. Storm water quality associated with full silt trap discharging into an urban water course. *J Water Environ Manag* 2004; 18(4):226-229.
- Hills P, Zhang L, Liu J. Trans boundary pollution between Guangdong province and Hong Kong: Threats to water quality in the pearl River Estuary and their implications for environmental policy and planning. *J Water Environ Manag* 1998; 41(1):375-396.
- Palupi K, Inswiasri S, Sumengen S, Agustina L, Nunik SA, Sunarya W, et al. River water quality study in the vicinity of Jakarta. *J Water Sci & Tech* 1995; 31(9):17-25.
- Nasirahmadi K, Yousefi Z, Tarassoli A. Zoning of water quality on Haraz river bases on National Sanitation Foundation water quality index. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2012; 22(92):64-71 (Persian).
- Gatot E, Sumiharni A. Proposing water quality index calculation method for Indonesian water quality monitoring program. *Int J Eng Sci* 2011; 2(2):2086-3799.
- Boyacioglu H. Surface water quality assessment using factor analysis. *Water SA* 2006; 32(3): 389-393.
- Jonnalagadda SB., MhereG. Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. *Water Res* 2001; 35(10):2371-2376.
- Pesce SF, Wunderlin DA. Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba city (Argentina) on Suquia River. *Water Res* 2000; 34(11):2915-2926.
- Štambuk-Giljanovi N. Water quality evaluation by index in Dalmatia. *Water Res* 1999; 33(16):3423-3440.
- Shmsaei A, Oreei Zareh S, Sarang A. The comparison of water indices and zoning quality in Karoon and Dez rivers. *J Water & waste water* 2003; 55:39-48 (Persian).

18. Zandbergen PA, Hall KJ. Analysis of the British Columbia water quality index for water shed manager: a case study of two small water sheds. *Water Qual Res* 1988; 33(4):519-549.
19. Jafari SB, Nabibidhendi GR, Salemi A, Taherioon M, Ardestani M. Assessment of Gheshlagh river water quality using water quality indices. *Environ Sci* 2009; 6(4):19-28 (Persian).
20. Liou SM, Lo SL, Hu CY. Application of two stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan. *Water Res* 2003; 37(6):1406-1416.
21. Hernández-Romero AH, Tovilla-Hernández C, Malo EA, Bello-Mendoza R. Water quality and presence of pesticides in a tropical coastal wetland in southern Mexico. *Mar Pollut Bul* 2004; 48(11):1130-1141.
22. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of waters and wastewaters, 20th ed. APHA 2007.
23. Mirmoshtaghi SM, Amir Nejad R, Khaledian MR. Survey of water quality in Sefidrood river and zoning using NSFQI and OWQI water quality indexes. *J Wetlands Ahvaz Islamic Azad Univ* 2011; 3(9):23-34 (Persian).
24. Karimian A, Jafarzadeh F, Afkhami M. Zoning of water quality bases on WQI index: Zohreh river case study. *Int J Water Eng* 2007; 18:53-62 (Persian).
25. Norouzian K, Tajrishy M, Abrishamchi A. River water quality zoning using fuzzy classification, case study: Zayanderood river. *Esteghlal J* 2001; 20:55-68 (Persian).
26. dos Santos Simões F, Moreira AB, Bisinoti MC, Nobre Gimenez SM, Santos Yabe MJ. Water quality index as simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. *J Ecol Indicators* 2008; 8(5):476-484.
27. Samantray P, Mishra BK, Panda ChR, Rout SP. Assessment of water quality index in Mahanadi and Atharabanki rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. *J Hum Ecol* 2009; 26(3):153-161.