Archive of SID

مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره سه، خرداد ماه ۱۴۰۱(۴۷-۳۱)

بررسی کیفیت آب رودخانه صوفی چای با استفاده از نشانگرهای زیستی ماکروبنتوزی

مهسا مبشری[۱]

لعبت تقوی[۲*]

Taghavi_lobat@yahoo.com

محمد باقر نبوی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۳ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۵**

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر کیفیت آب رودخانه صوفی چای در شهرستان مراغه را با استفاده از اجتماعات ماکروبنتوز و ساختار جمعیتی آنها در سال ۹۳ -۹۴ بررسی می‌کند.

روش بررسی: در مجموع، ۹ ایستگاه مطالعاتی در منطقه تعیین شد و ماکروبنتوزها با استفاده از دستگاه سوربر ۲۵×۵۰ با سه تکرار در هر ایستگاه نمونه برداری جمع آوری شدند. نمونه ها به وسیله فرمالدهید ۴ ٪ تثبیت و جنس، گونه و خانواده آنها شناسایی شدند.تعداد کل ۱۹ ماکروبنتوز از ۱۹ خانواده، ۱۰ راسته و ۲ ردهارزیابی شدند.

یافته ها:گونه*Baetissp* در هر دو فصل زمستان و تابستان غالب بود. نتایج نشان می‌دهد که ایستگاه های ۷ و ۹ با ۴۷ ماکروبنتوز در متر مربع در فصل زمستان و ایستگاه ۹ با ۱۲۸ ماکروبنتوز در متر مربع در فصل تابستان بیشترین تراکم ماکروبنتوزها را دارند.با توجه به مدل Welch، کیفیت آب رودخانه صوفی چای در بیشتر ایستگاه ها در هر دو فصل متوسط بود. هرچند، کیفیت آب در ایستگاه ۷ در زمستان و ایستگاه های ۸ و ۵ در تابستان نامناسب بودند.بر طبق شاخصBMWP،کیفیت آب رودخانه، به جز ایستگاه های ۸ و ۹ در زمستان، مناسب بود.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که اجتماع ماکروبنتوزی شاخص بسیار موثری برای ارزیابی شرایط زیست محیطی رودخانه صوفی چای هستند.در مجموع، نتایج این مطالعه کیفیت نسبتاً مناسب آب رودخانه صوفی چای را نشان می‌دهد.

واژه های کلیدی: رودخانه صوفی چای، ماکروبنتوز،کیفیت آب، شاخص شانون-وینر، شاخص سیمپسون، BMWP.

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران/ایران.

۲- دانشیار گروه علوم محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران/ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر/ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 3, June, 2022

Investigating Water Quality of Sufi Chay river using macrobenthos indicators

Mahsa Mobasheri [1]
Lobat Taghavi [2*]
taghavi_lobat@yahoo.com
Seyed Mohammad Bagher Nabavi[3]

Admission Date:June 5, 2017 Date Received: June 23, 2016

Abstract

Background and Objective: The present study investigates the water quality of Sufi Chay river in Maragheh, Iran using Benthos groups and their population structures in 2015.

Material and Methodology: Overall, 9samplingsites were selected in the region and Macrobenthos were sampled in triplicate at each siteusing a 25×50 surber. The samples were stabilized by Formaldehyde 4% and their species, family and genus were identified. A total of20Macrobenthos species from 19 families, 10 orders and 2 classes were evaluated. *Baetis sp.* was the dominant species in winter and summer.

Findings: The results indicate that the 7 and 9 sites with the aggregation of 47 and 128 Macrobenthos per m^2 were dominant in winter and summer, respectively. Regarding Welch model, water quality of Sufichay river was moderate at most sites in both seasons. However, the water quality at the 7 site in winter and the 8 and 5 sites in summer was unsuitable. According to the BMWP Index, water quality of the river, except the 8 and 9 sites in winter, was suitable.

Discussion and Conclusion: Regarding the results of this research it can be concluded that Macrobenthos community is an effective bioindicator to assess environmental conditions of the Sufi chay river. In addition, the results of this study display the relatively suitable water quality of Sufi Chay river.

Keywords: Sufi Chai River, Macrobenthos, Water quality, Shannon Winer Index, Simpson Index, BMWP Index.

1- PhD student in environmental Science, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch Tehran.

2- Associated Professor, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University Tehran. Iran. **(Correspondence Author)*

3- Associate Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, University of Marine science and Technology Khorramshahr, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب یک ماده حیاتی است که برای بقاء موجودات زنده بسیار حائز اهمیت می‌باشد و امروزه به عنوان یکی از عوامل بهبود و رشد اقتصادی جوامع به شمار می‌آید. شناخت و بررسی کیفیت منابع آب در مدیریت و استفاده بهینه از آن اهمیت زیادی دارد. رودخانه ها بخش کوچکی از آب های جاری جهان و به عنوان یکی از منابع اساسی تامین آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی، شرب و صنعت مطرح می‌باشند (۱).روند رو به رشد جمعیت و افزایش فعالیتهای انسان زاد در حوضه آبریز رودخانه-ها مانند تخلیه پساب هایشهری و صنعتی،زهاب های کشاورزی سبب کاهش کیفیت آب منابع رودخانه ای شده است (۲). بنابراین، فهم صحیح از نقش پارامترهای کیفی آب در توسعه کارامدبرنامه های مدیریتی حوضه های آبریزرودخانه ای بسیار موثر می‌باشد (۲).

بررسی تغییرات فصلی کیفیت آب های سطحی، جنبه مهمی در ارزیابی تغیرات موقتی آلودگی رودخانه ها بر اثر منابع نقطه ای و غیرنقطه ای طبیعی و انسانی می‌باشد(۳). با این حال، پارامترهای فیزیکوشیمیایی تنها می‌تواند کیفیت آب را در لحظه اندازه گیری نشان دهد و می‌تواند در طول زمان تغییر کند. بعلاوه اندازه گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی معمولا وقت گیر، هزینه بر و وابسته به ابزار خاص است. امروزه، شاخص‌ها بر اساس حضور یا عدم حضور موجودات آبزی برای بررسی کیفیت آب و طبقه بندی وضعیت اکولوژیکی توسعه یافته اند (۴ و ۵). در این راستا، شناخت موجودات زنده یک اکوسیستم آبی و استفاده از آنها برای تعیین کیفیت و آلودگی می‌تواند قضاوت صحیحی بعنوان شاخص یا نشانگر مطرح باشد که مهمترین کاربرد آنها ارزیابی زیستی سلامت محیط آبی است(۶). همچنین بی‌مهره گان کفزی امروزه اساسی ترین اجزای زیستی نهرها هستند که با استفاده از ترکیب جمعیتی آنها و تکیه بر گروه های شاخص، می‌توان شرایط کیفی نهرها را مشخص نمود(۷).

رودخانه صوفی چای از دامنه های جنوبی سهند واقع در ۳۷ کیلومتری شهرستان مراغه شکل می‌گیرد و بعنوان رودخانه مستقل و دایمی مهمترین رودخانه این محدوده تلقی می‌شود و با جریان یافتن در امتداد شمال شرق و بعد از عبور از روستاهای مسیر خود، وارد شهر مراغه شده و ضمن تأمین آب شرب شهری، با مشروب نمودن اراضی کشاورزی در نهایت وارد دریاچه ارومیه می‌شود(۸). در این تحقیق، رودخانه صوفی چای به عنوان مطالعه موردی برای ارزیابی سلامت کیفی آب با توجه به ترکیب جمعیتی ماکروبنتوزها انتخاب شد.

در پژوهشی که امری و همکاران در رودخانه جاجرود انجام دادند تنوع زیستی اجتماعات ماکروبنتوزی در بالادست رودخانه (ایستگاه ۱) بالاتر از ایستگاه های پایین دست و ایستگاه ۳ ناسالم بود (۹). در ارزیابی کیفیت آب با استفاده از شاخص های زیستی که در منطقه حفاظت شده مند، ایران، توسط مقدانی و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام گرفت با توجه به نمونه های شناسایی شده و شاخص (Welch)، کیفیت آب در رودخانه مند ضعیف تا متوسط می‌باشد(۱۰).با توجه به بررسی تنوع گونه ای جوامع ماکروبنتوز در منطقه سلخ، جزیره قشم، ایران، که در سال ۲۰۱۰ انجام گرفت مشاهده شد که تنوع ماکروبنتوزها در یک سطح خوب هستند که منبع اساسی برای اکوسیستم های دریایی می‌باشند(۱۱). ممبینی و همکاران در مطالعه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به عنوان شاخص های آلایندگی کیفیت رودخانه جراحی را بر اساس الگوی Welch، در حد متوسط در کلیه ایستگاه های نمونه برداری مشاهده کردند(۱۲).

این مطالعه با هدف بررسی کیفیت آب رودخانه صوفی چای با استفاده از نشانگرهای زیستی ماکروبنتوزیبابکارگیری شاخص-های تنوع و غالبیت شانون و سیمپسون انجام گرفت. میزان آلودگی منطقه مورد مطالعه با استفاده از مقیاس۱۹۹۲ Welchتعیین شد (۱۳). همچنین جهت تعیین کیفیت رودخانه مورد مطالعه از سیستم امتیازی شاخص BMWP[1] استفاده شد و گونه های نشانگر بنتیک در منطقه مورد مطالعه معرفی گردید. علاوه بر این سنجش مواد آلی رسوبات بستر،

1- Biological Monitoring Working Party

www.SID.ir

Archive of SID

بافت بستر و پارامترهای محیطی (شوری، دما، کدورت، DO، BOD، COD، EC، pH)نیز انجام گرفت.

مواد و روش ها

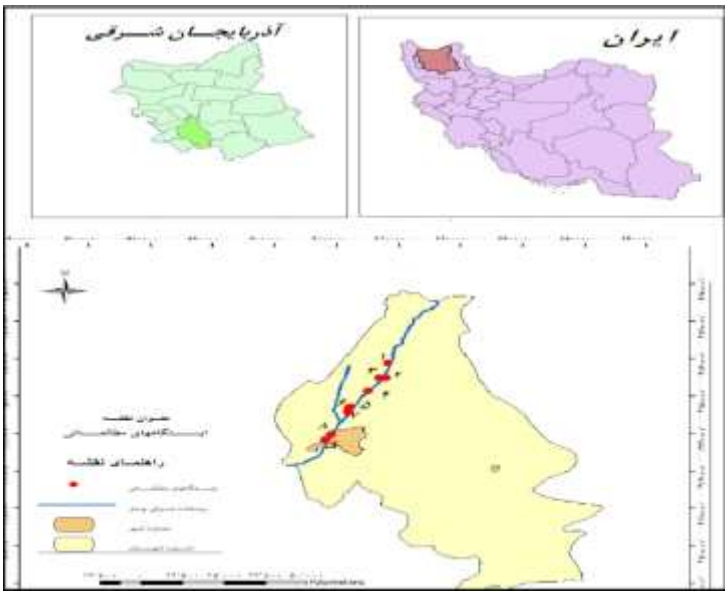
۱- منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر ابتدا با شناسایی منطقه مورد مطالعه در مجموع ۹ ایستگاه انتخاب گردید که ۷ ایستگاه شامل روستاهایی به همراه زمین های حاصلخیز کشاورزی است که در حاشیه رودخانه واقع شده اند و فاضلاب های انسانی و پساب-های کشاورزی بطور مستقیم وارد این رودخانه می‌شوند و ۲ ایستگاه آخر مربوط به ایستگاه شهری می‌باشدکه در آنجا انواع فاضلابهای شهری به آن سرازیر می‌شود. در راستای تعیین محدوده مطالعاتی و شناسایی محل، ایستگاه های نمونه برداری با استفاده از GPS انتخاب گردید (جدول۱). موقعیت ایستگاه ها نیز با استفاده از نرم افزار GIS بر روی نقشه ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه

Table 1 . geographical location of the stations within the study

	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	منطقه حفاظت شده رودخانه صوفی چای (بالا دست رودخانه)	۱۶°۴۶´ ۰″	۳۷° ۲۷´۰″
۲	روستای یار شهری	۱۹°۴۶´ ۳۷/۱۶″	۳۱°۳۷´ ۵۰/۱۸″
۳	روستای صومعه	۱۹°۴۶/۳۵´ ۴۸″	۳۱°۳۷´۴۸/۷۲″
۴	روستای هریس	۲۰°۴۶´ ۳۴/۲۶″	۳۳°۳۷´ ۴۹/۱۴″
۵	روستای اشان	۱۸°۴۶´ ۶/۷۶″	۳۰°۳۷´ ۱/۸۷″
۶	روستای تازه کند قشلاق	۱۶°۴۶´ ۰۹″	۲۷°۳۷´ ۳۱″
۷	روستای قشلاق	۱۵°۴۶´ ۴۴″	۲۷°۳۷´ ۰/۴۲″
۸	ایستگاه شماره ۱ شهری(میدان پاسداران، پل یادگاران)	۱۳°۴۶´ ۴۴/۵۷″	۲۳°۳۷´ ۲۲″
۹	ایستگاه شماره ۲ شهری (پل دژبانی)	۱۳°۴۶´ ۴۰/۶۷″	۲۳°۳۷´ ۹/۳۵″



نقشه ۱-موقعیت ایستگاه های مطالعاتی

Map 1. Location of study stations

www.SID.ir

Archive of SID

۲- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها

دو دوره نمونه برداری در طی فصول سرد و گرم (اواخر اسفند و اواخر تیر)انجام گرفت. وسیله نمونه برداری نیز با توجه به نوع بستر انتخاب شد و چون بستر از نوع صخره ای می‌باشد از نمونه بردار سوربر جهت شناسایی و تعیین تنوع و تراکم نشانگرهای زیستی ماکروبنتوزی استفاده گردید. همچنین برای تعیین کل مواد آلی و دانه بندی رسوبات از بستر نمونه رسوب برداشته شد.نمونه برداری به روش نمونه برداری تصادفی ساده انجام گرفت که در هر ایستگاه با استفاده از سوربر نمونه برداری با ۳ بار تکرار به منظور کاهش خطا انجام گرفت. پس از اینکه نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند، محتویات هر ظرف پلاستیکی با دقت در الک با چشمه ۰/۵ میلی متر آنقدر شستشو داده شدند که دیگر هیچ رسوبی از الک خارج نشد. سپس محتویات الک رنگ آمیزی شده و توسط متخصص، بنتوزها در حد خانواده و در صورت امکان در حد جنس و گونه شناسایی گردیدند.پارامترهایی که بر فیزیولوژی موجودات آبزی و کیفیت آب اثرگذار می‌باشند مثل DO، pH، شوری، دماو دانه بندی و درصد مواد آلی به عنوان شاخص های تعیین کیفیت و آلودگی آب انتخاب شده و مورد سنجش قرار گرفتند. لازم به ذکر است که پارامترهای محیطی نظیر دمای آب و DO در محل نمونه برداری با استفاده از دماسنج و دستگاه DO متر انجام گرفت. به کمک این پارامترها به بررسی کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف پرداخته شده است. سپس از طریق محاسبات آماری سعی بر آن شد تا ارتباطی بین این پارامترها و اجتماعات بنتیک برقرار کنیم تا براساس آن بتوانیم نتیجه گیری با قابلیت اطمینان آماری بهتری داشته باشیم. تجزیه و تحلیل نمونه ها با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS (ورژن ۱۶) انجام گرفت.از شاخص شانون[1] و سیمپسون[2] برای ارزیابی کیفیت آب و جهت بررسی تنوع زیستی ماکروبنتوزها استفاده شد. همچنین آب این رودخانه از نظر آلودگی بوسیلهٔ الگوی معرفی شده توسط Welch طبقه بندی شد.بعلاوه سیستم امتیازی BMWP برای تعیین کیفیت آب رودخانه مورد استفاده قرار گرفت.

۳- روش های آزمایشگاهی

-آزمایش های فیزیکوشیمیایی

برای انجام آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه ها از روش استاندارد موجود در کتاب Standard Method (1998) استفاده شد (۱۴).

-آنالیز دانه بندی رسوبات

آنالیز دانه بندی رسوبات (GSA[3]) طبق روش استاندارد معرفی شده توسط Buchannan (۱۹۸۴) انجام گرفت (۱۴).

(۱) درصد حضور دانه بندی = M× 100/25

- سنجش میزان مواد آلی[4] TOM

جهت تعیین درصد مواد آلی رسوبات در هر ایستگاه از روش استاندارد معرفی شده توسط Elwakeel و Riley (۱۹۶۶) به ترتیب زیر استفاده شده است (۱۵).

$$(۲)\%\ TOM = A-B/A-X \cdot 100$$

A= وزن بوته و رسوب خشک شده به مدت۸ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد

B= وزن بوته و رسوب سوخته شده به مدت۸ساعتو در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد

C= وزن بوته خالی

۴- محاسبه شاخص ها

-شاخص شانون (Shannon Index)

در شاخص شانون سه حالت وجود دارد (Shannon and Weaner,1963):

۱- H` کمتر از ۱ منطقه آلوده

۲- H` بین ۳-۱ منطقه نیمه آلوده

۳- H` بیشتر از ۳ منطقه عاری از آلودگی

$$H` = -\sum I=1\ [(ni/n)\ Ln\ (ni/ni)]$$

ni: تعداد افراد متعلق به i امین گونه

1- Shannon Index
2- Simpson Index
3- Grain Size Analysis
4- Total Organic Matter

www.SID.ir

Archive of SID

n: تعداد کل افراد نمونه

s: تعداد کل گونه ها

H`: شاخص شانون

-شاخص سیمسون (Simpson Index)

شاخص سیمپسون با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود و به نوعی غالب گونه ای را نشان می‌دهد (Simpson, 1949).

$$\Lambda = \sum i=1 \ ni(ni-1) / n(ni-1)$$

λ: شاخص سیمپسون

ni: تعداد افراد در گونه i ام

n: تعداد کل افراد گونه ها

-شاخصBMWP

از بین شاخص های ارزیابی کیفیت آب، شاخص سیستم امتیازی BMWP می‌باشد. در استفاده از این شاخص، شناسایی موجودات در حد خانواده کفایت می‌کند. برای محاسبهٔ شاخص زیستی BMWP، در هر ایستگاه ابتدا حداکثر تعداد خانوادهٔ ماکروبنتوز های موجود در نمونه های برداشت شده هر ایستگاه مشخص می‌شود. سپس با استفاده از جدول امتیازهای سیستم امتیازی BMWP شاخص مورد نظر محاسبه می‌شود (۱۷).

جدول ۲- شاخص سیستم امتیازیBMWP

Table 2. BMWP score system index

توضیح	طبقه کیفی	امتیاز کلی شاخص
آلودگی شدید	خیلی بد	۱۰-۰
آلوده یا تحت تأثیر قرار گرفته	بد	۴۰-۱۱
بطور متوسط تحت تأثیر قرار گرفته	متوسط	۷۰-۴۱
تمیز ولی کمی تحت تأثیر قرار گرفته	خوب	۱۰۰-۷۱
غیر آلوده	خیلی خوب	۱۰۰<

نتایج

۱- نتایج سنجش پارامترهای فیزیکو شیمیایی

میانگین پارامتر DO در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که در مجموع بیشترین DO در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل زمستان در ایستگاه ۳ با مقدار عددی۱۰/۷۳mg/l است و کمترین میزان در فصل تابستان در ایستگاه ۹ (ایستگاه شماره ۲ شهری) با مقدار عددی۷/۴۳mg/l است. که این اختلاف بدلیل اثر دما در حلالیت میزان اکسیژن در آب رودخانه می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر DO در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری با سطح اطمینان ($p<0/01$) وجود دارد (جدول۳و۴).

میانگین پارامتر شوری در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد در مجموع بیشترینشوری در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل تابستان در ایستگاه ۹ با مقدار عددی ۰/۲۱ میلی گرم بر لیتر ثبت شده است و کمترین میزان در ایستگاههای ۱و۳ در فصل زمستان با مقدار عددی ۰/۰۶ میلی-گرم بر لیتر ثبت شده است. که این اختلاف بدلیل اثر دمای هوا بر میزان افزایش تبخیر آب در تابستان می‌باشد و بالعکس. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر شوری در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری با سطح اطمینان ($p< ۰/۰۰۱$) وجود دارد (جدول۳و۴).

بطور میانگین در مجموع بیشترین دما در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل تابستان در ایستگاه ۳ با مقدار عددی۲۳/۶۶ درجه سانتیگراد ثبت شده است و کمترین میزان در فصل زمستان در ایستگاه ۱ (منطقه حفاظت شده رودخانه صوفی چای) با مقدار عددی۳/۳۶ درجه سانتیگراد ثبت شده است.نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر دما در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داریبا سطح اطمینان ($p< ۰/۰۰۱$) وجود دارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترین کدورت (NTU) در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل تابستان با مقدار عددی (NTU) ۱۱ در ایستگاه های ۸ و۹ و کمترین میزان در ایستگاه ۲ (یار شهری) با مقدار عددی ۱/۹۳در هر دو فصل می‌باشد.نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین میانگین پارامتر کدورت(NTU) در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های

1- Biological Monitoring Working Party

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف اختلاف معنی داریبا سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجود دارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترین ECدر بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل زمستان با مقدار عددی ۳۸۰/۶ میکرو زیمنس بر سانتی متر در ایستگاه ۹ (شهری۲) و کمترین میزان ۱۱۳ میکرو زیمنس بر سانتی متر در ایستگاه ۲ (یار شهری) مربوط به فصل زمستان می باشد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین پارامتر EC در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری با سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجوددارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترین COD در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل زمستان با مقدار عددی mg/l ۲۳/۳۷ در ایستگاه ۸ (شهری ۱) و کمترین میزان mg/l ۲/۱۳در ایستگاه ۹ (شهری۲) مربوط به فصل تابستان می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین پارامتر COD در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری با سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجوددارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترین BOD در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل زمستان با مقدار عددی mg/l ۱۲/۴۶ در ایستگاه ۶ (تازه کند قشلاق) و کمترین میزان mg/l ۱/۵۰در ایستگاههای ۵ و ۳ (اشان و صومعه) مربوط به فصل تابستان می باشد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین پارامتر BOD در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری با سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجوددارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترین pH در بین فصول در تمام ایستگاه ها مربوط به فصل زمستان با مقدار عددی ۸/۶۹ در ایستگاه ۸ و کمترین میزان ۷/۱۱ در ایستگاه ۴ مربوط به فصل تابستان می-باشد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین پارامترpH در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داریبا سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجوددارد (جدول۳و۴).

در مجموع بیشترینTOM در فصل تابستان در ایستگاه ۶ با مقدار عددی ۹/۲۴ درصد است و کمترین میزان نیز در فصل تابستان در ایستگاه ۵ با مقدار عددی ۱/۲۳درصد است. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میانگین پارامتر TOM در دو فصل نمونه برداری و ایستگاه های مختلف اختلاف معنی-داری با سطح اطمینان (p< ۰/۰۰۱) وجوددارد (جدول۳و۴).

جدول ۳- آنالیز واریانس یکطرفه جهت مقایسه پارامترهای اندازه گیری شده در ایستگاه های مختلف در فصل زمستان

Table 3. ANOVA to compare the measured parameters at various stations in winter

	pH	DO	BOD	COD	EC	کدورت	دما	شوری	TOM
درجه آزادی	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸
F	۲۶/۸۷۹***	۳۶/۴۵۵**	۲۱۰/۷۴۰***	۵۲۲/۲***	۱۶۶/۶***	۶۰۴/۹۸۳***	۲۳۸/۸۸***	۱۴/۲۲۴***	۲۲۶/۳۱۵***

***= اختلاف معنادار وجود دارد (p< ۰/۰۰۱) **= اختلاف معنادار وجود دارد (p< ۰/۰۱)

جدول ۴-آنالیز واریانس یکطرفه جهت مقایسه پارامترهای اندازه گیری شده در ایستگاه های مختلف در فصل تابستان

Table 4. ANOVA to compare the measured parameters at various stations in sammer

	pH	DO	BOD	COD	EC	کدورت	دما	شوری	TOM
درجه آزادی	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸	۸ و ۱۸
F	۷۲/۶۰۴***	۶/۳۱۵**	۵۴۴/۷۹۸***	۳۵۰/۳۷۴***	۲۵۳/۴۸۵***	۷۹۵/۸۵۷***	۶۵/۲۶۱***	۲۴/۱۸۸***	۱۳۹۴***

***= اختلاف معنادار وجود دارد (p< ۰/۰۰۱) **= اختلاف معنادار وجود دارد (p< ۰/۰۱)

www.SID.ir

Archive of SID

۲- نتایج آنالیز دانه بندی رسوبات (GSA)

به منظور نشان دادن تغییرات دانه بندی در این بررسی ذرات رسوبی غالب در سه محدوده اندازه گیری به ترتیب زیر قرار داده شده است. ذرات ریزتر از ۰/۰۶۳ میلی متر،رس (GS3)، ذرات بین ۰/۰۶۳ – ۰/۱۲۵ میلی متر، ماسه خیلی ریز-سیلت (GS2) و ذرات درشت تر از ۰/۱۲۵ میلی متر، ماسه و شن ریز (GS1). مطالعه دانه بندی رسوبات در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که ترکیب عمده رسوبات در هر دو فصل زمستان و تابستان از جنس ذرات درشت تر از ۰/۱۲۵ میلی متر بود که سایز مذکور در کلاسه شن ریز قرار می‌گیرد. به استثنای ایستگاه ۷ در فصل تابستان که از جنس ذرات ۰/۰۶۳ – ۰/۱۲۵ میلی متر (ماسه خیلی ریز - سیلت) می‌باشد.

۳- تراکم ماکروبنتوزها

نتایج تراکم ماکروبنتوزهای مناطق مورد مطالعه در دو فصل نشان می‌دهد که منطقه قشلاق با میزان تراکم ۶۲ فرد در سانتیمتر مربع در فصل زمستان ۱۳۹۳ و منطقه ایستگاه شماره ۲ شهری با میزان تراکم ۱۶۸فرد در سانتیمتر مربع در فصل تابستان ۱۳۹۴، دارای بیشترین میزان تراکم ماکروبنتوزها بودند (جدول۵). در این مطالعه ، ۲۰ گونه از ماکروبنتوزها مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفتند. گونه *Baetis* sp.، گونه غالب در هر دو فصل زمستان و تابستان (با غالبیت ۴۴/۹۵ و ۵۰/۷۰ درصد) به شمار می‌آید (جدول۵). همچنین گونه های *Leuctra* sp.، *Hydropsyche* sp. و *Heptagena* sp.از دیگر گونه های با درصد فراوانی بالا بشمار می‌آیند.

۴- نتایج محاسبه شاخص های زیستی ماکروبنتوزها

به منظوربررسی تنوع زیستی ماکروبنتوزها شاخص زیستی شانون (H') و سیمپسون (λ) و BMWP برای تمامی ایستگاه‌ها و فصول نمونه برداری محاسبه گردید. نتایج محاسبه شاخص های فوق بیشترین میزان شاخص شانون را ۱/۷۶ فرد در سانتیمتر مربع درفصل زمستان و در ایستگاه ۸ (شهری ۱) و کم ترین میزان این شاخص را ۰/۲۹فرد در سانتیمتر مربع درفصل زمستان و در ایستگاه ۷ نشان داد . حداکثر میزان شاخص سیمپسون ۰/۸۴ در فصل زمستان در ایستگاه ۷ (قشلاق) و حداقل این شاخص ۰/۱۹ در فصل زمستان و در ایستگاه ۸ (شهری ۱) ثبت گردید. نمودارهای ۱ و ۲ روند تغییرات شاخص های شانون و سیمپسون برای ایستگاه های نمونه برداریرا در هر فصل نشان می‌دهد.

1- Grain Size Analysis

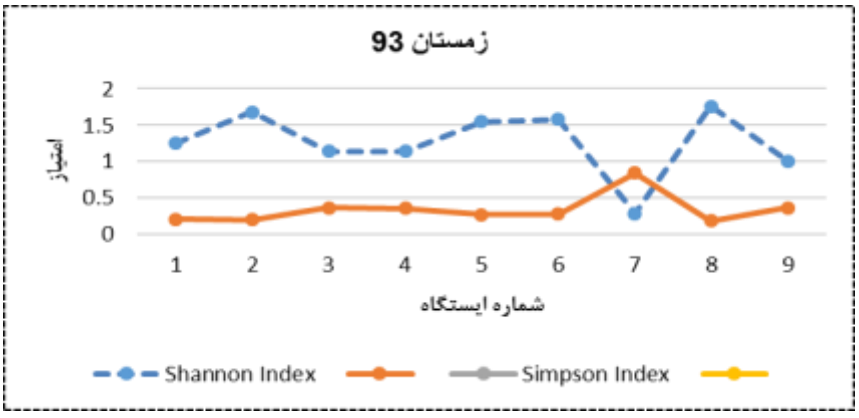
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- تعداد و درصد فراوانی گونه های ماکروبنتوز در دو فصل زمستان ۱۳۹۳ و تابستان ۱۳۹۴

Table 5. Number and percentage of abundance of macrobenthos in winter 1393 and summer 1394

نام گونه	زمستان ۱۳۹۳		تابستان ۱۳۹۴	
	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی
Baetis sp.	۸۹	۴۴/۹۵	۲۵۲	۵۰/۷۰
Leuctra sp.	۳۴	۱۷/۱۷	۴۶	۹/۲۵
Hydropsyche sp.	--	۰	۶۹	۱۳/۸۸
Heptagena sp.	۲	۱/۰۱	۴۴	۸/۸۵
Potamopyrgud jenkinsi	۱۳	۶/۵۷	۲۸	۵/۶۳
Erpobdella sp.	۱۲	۶/۰۶	۱۲	۲/۴۱
Limnophora sp.	۱۱	۵/۵۶	۳	۰/۶۰
Chironomus sp.	۱۳	۶/۵۷	--	۰
Philopotamus montamus	۴	۲/۰۲	۳	۰/۶۰
Physa sp.	۷	۳/۵۴	--	۰
Spaniotom sp.	۴	۲/۰۲	--	۰
Dinocras cephalotes	۳	۱/۵۲	--	۰
Gomphus vulgatissimus	۲	۱/۰۱	--	۰
Sphaerium corneum	۲	۱/۰۱	--	۰
Limnius sp.	۱	۰/۳۴	--	۰
Tipulid sp.	۱	۰/۳۴	--	۰
Tubifex sp.	--	۰	۱	۰/۱۰
Oligochaeta sp.	--	۰	۱	۰/۱۰
Cordulegaster boltonii	۱	۰/۳۴	--	۰

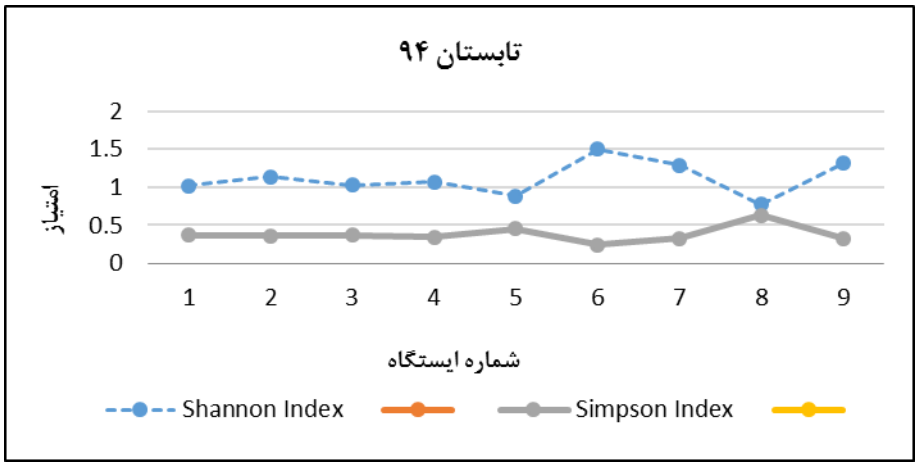


نمودار ۱-مقایسه شاخص ها در فصل تابستان

Figure 1. Comparison of indicators in summer

www.SID.ir

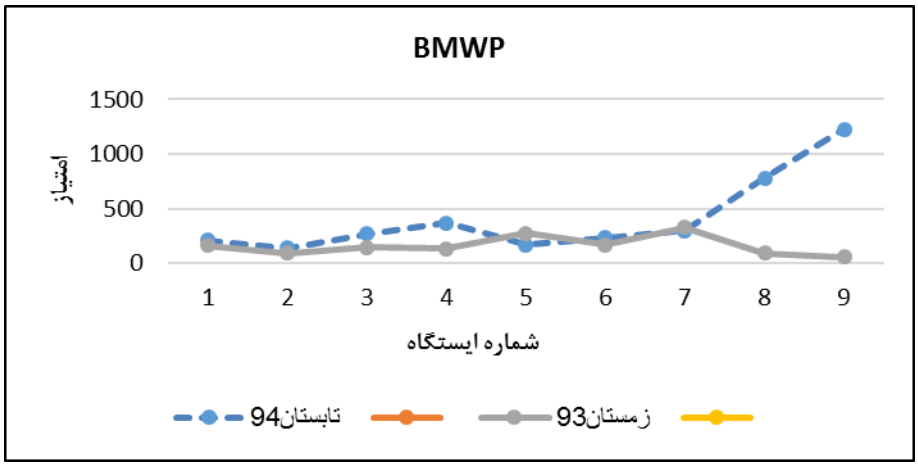
Archive of SID



نمودار۲-مقایسه شاخص ها در فصل زمستان

Figure 2. Comparison of indicators in winter

بیشترین امتیاز در شاخص امتیازی BMWP در فصول زمستان و تابستان مربوط به ایستگاه ۹ (شهری ۲) در فصل تابستان و کمترین امتیاز شاخص مذکور نیز مربوط به ایستگاه ۹ (شهری ۲) در فصل زمستان است. نتایج شاخص BMWP در فصل زمستان۹۳ و تابستان۹۴ در نمودار ۳ مقایسه شده است.



نمودار ۳- تغییرات شاخص BMWP در فصل زمستان۹۳ و تابستان ۹۴

Figure 3. BMWP index changes in winter 93 and summer 94

۵- دبی

طبق اندازه گیری های اداره امور آب شهرستان مراغه دبی در اسفند ماه ۱۳۹۳ دارای مقدار عددی ۹/۶۹ m/s و در تیر ۱۳۹۴ دارای مقدار عددی ۰/۴۹ m/s ثبت شده است. همچنین دبی آبرودخانه صوفی چای از مهر ۹۳ تا شهریور ۹۴ در نمودار۴ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار ۴- دبی آب رودخانه صوفی چای از مهر ۹۳ تا شهریور ۹۴

Figure 4. Sofi Chay river water flow from October 93 to September 94

۶- بررسی های آماری

-بررسی روابط همبستگی

جهت بررسی ارتباط میان غلظت DO و تنوع گونه ای، BODو تنوع گونه ای در ایستگاه های مختلف در فصول زمستان و تابستان از آزمون همبستگی و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. ضرائب همبستگی حاصل از این آزمون به ترتیب در جدول۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- همبستگی میان تنوع و DO و نیز تنوع و BOD

Table 6. correlations between diversity and DO and diversity and BOD

فصل	ضریب همبستگی= r	
	DOتنوع *	BODتنوع *
زمستان	ns۰/۰۲۳	ns۰/۱۹۳
تابستان	-۰/۸۵۱ **	ns-۰/۴۰۱

ns (not significant) = اختلاف معنادار وجود ندارد **= اختلاف معنادار وجود دارد (۰/۰۱ >p)

-مقایسه شاخص های تنوع بین فصول تابستان و زمستان

به منظور مقایسه شاخص های تنوع بین فصول تابستان و زمستان از آزمون Paired sample t-test استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- مقایسه شاخص های تنوع بین فصول تابستان و زمستان

Table 7. Comparison of variation Index between summer and winter

شاخص	فصل	انحراف معیار+ میانگین	درجه آزادی	آماره t	Sig	p value
شانون	زمستان	۱/۰۰ +۰/۴۱	۸	-۱/۱۹۳	۰/267	۰/۰۵p>
	تابستان	۱/۲۶ +۰/۴۵				
سیمپسون	زمستان	۰/۳۸ +۰/۱۱	۸	۰/۳۰۳	۰/770	۰/۰۵p>
	تابستان	۰/۳۵ +۰/۱۹				
BMWP	زمستان	۴۱۰/۴ +۳۶۰/۲۶	۸	۱/۸۰۲	۰/109	۰/۰۵p>
	تابستان	۱۶۱/۶ + ۸۸/۱۷				

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

کاربردهای شاخص های تنوع جمعیت در فرابینی کیفیت آب بر مبنای این فرض استوار است که ساختار اجتماعات بنتیک همراه با آشفتگی های محیطی تغییر می‌نماید زیرا برخی از گونه ها بیش از سایرین تحت فشار قرار می‌گیرند (۱۸). نتایج شاخص شانون با توجه به مقیاس Welch(۱۹۹۲) آلودگی سطح متوسط و زیاد را در این رودخانه نشان داد، زیرا با توجه به مقیاس مذکور اگر مقدار شاخص شانون بین ۳-۱ باشد در حالت میانه از نظر استرس یا آلودگی سطح متوسط و اگر ۱> باشد محیط دارای استرس محیطی یا آلودگی زیاد برای منطقه ثبت می‌گردد(۱۴)، (۱۹)و(۲۰).

جدول ۸- مقیاس Welch (1992)

Table 8. Welch (1992)scale

آلودگی کم	۵-۳
آلودگی متوسط	۳-۱
آلودگی زیاد	کمتر از ۱

با توجه به این مقیاس بالاترین کیفیت مربوط به ایستگاه ۸ (H ' = ۱/۷۶) در فصل زمستان و ایستگاه۷ (H ' =۰/۲۹) در فصل زمستان پایین ترین کیفیت را داشت. نتایج حاصله با Hynesو Lenat در سال ۱۹۸۸و Leunda و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد(۲۲)، (۲۳)، (۲۴). از آنجایی که بین تنوع و پایداری و قابلیت مقاومت اکوسیستم در برابر آشفتگی ها همبستگی وجود دارد، محاسبه شاخص تنوع برای نمونه های بی مهره گان کفزی برآوردی از یک جنبه اساسی ساختار اکوسیستم برای کسب بینش مستقیمی از سلامت زیستی آن سیستم می‌باشد (۲۱).

از آنجا که در محاسبه شاخص BMWP خانواده های با مقامت بیشتر نسبت به آلودگی امتیاز کمتری می‌گیرند، کاهش این شاخص به معنی افزایش گروه های مقاوم به آلودگی و مبین کاهش کیفیت آب است و بالعکس. به طوریکه در محدوده مطالعاتی کیفیت آب بر اساس این شاخص در فصل زمستان در ایستگاه های ۱،۳،۴،۵،۶،۷ در طبقه کیفی خیلی خوب و ایستگاه های ۲و۸ در طبقه کیفی خوب و ایستگاه ۹ در طبقه کیفی متوسط قرار دارد. همچنین در فصل تابستان، تمامی ایستگاه های مطالعاتی دارای طبقه کیفی خیلی خوب می‌باشد. احتمالاً در فصل زمستان کاهش کیفیت در ایستگاه ۲ که پس از منطقه حفاظت شده می‌باشد بدلیل سرازیر شدن فاضلاب انسانی روستایی و روانابهای کشاورزی باشد همچنین،با توجه به اینکه بین ایستگاه های روستایی و شهری سد وجود دارد و بعلت بسته شدن جریان آب در پشت سد در فصل زمستان که منجر به کاهش جریان آب در ایستگاه ۸ (شهری ۱) شده بود، بدلیل همین امر احتمالاً ورود آلاینده های شهری منجر به کاهش کیفیت آب گشته است. همچنین در ایستگاه ۹ که ایستگاه آخر در محدوده شهر می‌باشد، جلوی آب بسته شده بود و آب رودخانه در این ایستگاه بصورت راکد بود و حتی تا حدودی بوی بدی به مشام می‌خورد که بنظر می‌رسد بخاطر همین امر این ایستگاه پایین ترین کیفیت را در بین تمام ایستگاه های مطالعاتی دارد. ولی در فصل تابستان با باز شدن دریچه سد و باز کردن جلوی آب در ایستگاه آخر (ایستگاه ۹) آب جریان داشته و از کدورت پایین تری برخوردار بوده لذا از کیفیت بالایی برخوردار هستند. در پژوهشی که در سال ۱۳۸۹ بر روی رودخانه زاینده رود انجام شد کیفیت رودخانه در برخی فصول در ایستگاه خروجی مزرعه تکاب در طبقه کیفی بد قرار دارد (۲۵) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت ندارد و مطالعات دیگری همچون رودخانه چشمه کیله تنکابن نشان می‌دهد که کیفیت آب خوب می‌باشد که با تقریبا با مطالعه حاضر تطابق دارد(۲۴). در رودخانه Cau در ویتنام در سال ۲۰۱۴ و رودخانه های Degirmendere در سال ۲۰۱۱و Yeshilmarkترکیه در سال ۲۰۱۰ نیز با استفاده از شاخص BMWP به بررسی کیفیت آب پرداخته شده است(۲۷)، (۲۸) و (۲۹). در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۵ بر روی رودخانه برزیتنا در بلاروس شاخص BMWP را بعنوان شاخصی حساس نسبت به سایر شاخص ها معرفی کرد (۳۰).

مطالعه دانه بندی رسوبات در ایستگاه های نمونه برداری نشان داد که ترکیب عمده رسوبات رودخانه ذرات درشت تر از ۰/۱۲۵ میلی متر (شن ریز) در تمام ایستگاه های مطالعاتی بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

البته فقط ایستگاه ۷ در فصل تابستان از جنس ذرات ۰/۰۶۳ – ۰/۱۲۵ میلی متر (ماسه ریز) می‌باشد. احتمالاً دلیل غالب بودن گونه *Baetis* در ایستگاه ها مربوط به همین امر باشد.

طبق مطالعه انجام شده ساختار اجتماعات ماکروبنتیک در ۶ رده دوکفه ای ها،شکم پایان،حشرات، سخت پوستان زالوها و حلزون ها جمع آوری گردید. ویژگی های بستر رودخانه بطور نزدیکی با تنوع جامعه بی مهر گان کفزی رودخانه مرتبط است. اعتقاد بر این است که عدم تجانس بستر رودخانه ارتباط مثبت با تنوع بی مهره گان کفزی در رودخانه ها دارد(۳۱). بالاترین تراکم ماکروبنتوزها در فصل تابستان و کم ترین تراکم آن ها در فصل زمستان ثبت شد.احتمالاً دلیل پایین بودن تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان بدلیل سردی هوا باشد چون در هوای سرد موجودات به حالت کما رفته و بتدریج با گرم شدن هوا از حالت سکون یا کما در می‌آیند و برای همین بالاترین تراکم ماکروبنتوزها در فصل تابستان ثبت شده است. یکی از مهمترین نتایج بدست آمده در این بررسی تراکم بالای راسته یک روزه ها یا زودمیران در این رودخانه که به گونه *Baetis* اختصاص دارد. همچنین گونه *Chironomus sp* که از گونه های مقاوم به شمار می‌رود و از مواد آلی در بستر تغذیه می‌کند و در فصل زمستان در ایستگاه های ۲،۳،۴،۵،۶ حضور دارد که احتمالاً به دلیل اثر فاضلابهای تصفیه نشده ای هست که توسط روستاها وارد رودخانه گشته است. وجود گونه شیرونوموس در اغلب ایستگاه ها نشان دهنده و تأیید کنندهٔ آلودگی متوسط بوده که این موضوع با توجه به شاخص شانون تأیید می‌گردد. البته لازم بذکر است که تعداد گونه مذکور در ایستگاه‌های ذکر شده دارای تعداد خیلی کمی است. این در حالیست که گروه های مختلف کفزیان با حفظ ساختار کلی خود، به شکلی توسعه می‌یابند که فشارهای زیست محیطی حاصله را خنثی نمایند. مناطق مسکونی و پسابهای حاصله یکی از عوامل مهم استرس زا در رودخانه ها است که موجب تغییر در اجتماعات کفزیان می‌شود(۳۲). شاخص‌های شانون و سیمپسون نشان دهنده تغییرات فصلی نامنظم در میزان تنوع ماکروبنتوزهاست . شاید یکی از دلایل بالا بودن نسبی تنوع در این رودخانه فراهم بودن شرایط مناسب برای زیست اکثر گونه ها بوده است. نتایج کلی به دست آمده از این مطالعه نشان داد که در تمام ایستگاه های نمونه برداری انتخاب شده آلودگی وجود داشته ولی میزان این آلودگی در بخش های مختلف رودخانه متفاوت بوده است. عامل اصلی آلودگی این رودخانه فاضلاب های خانگی روستاهای حاشیه رودخانه و در درجه بعدی اهمیت پساب های کشاورزی ناشی از فعالیت های کشاورزی بوده است. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که ماکروبنتوزها شاخص خوبی برای ارزیابی شرایط زیست محیطی رودخانه ها هستند.

همچنین نتایج عوامل فیزیکوشیمیایی نشان داد در فصل زمستان (اواخر اسفند) به دلیل بارش های مناسب در سال ۹۳و افزایش دبی آب رودخانه، بالاترین میزان کیفیت و در فصل تابستان به دلیل کاهش بارندگی در سال ۹۴ و کاهش جریان آب با بسته شدن سد در بالا دست رودخانه و درنتیجه کاهش دبی آب، کم ترین میزان کیفیت را دارا بود. بالاترین درصد مواد آلی در فصل تابستان ثبت گردیدکه احتمالاًدلیل آن بارندگی بسیار کم در فصل مذکور بوده که این امر منجر به کاهش شدید جریان آب و کاهش قدرت خودپالایی رودخانه و در نتیجه افزایش ته نشینی مواد آلی در رسوبات بستر گردیده ، در حالی که در فصل زمستان به دلیل مناسب بودن شرایط برای تولیدکنندگان اولیه و مصرف مواد مغذی و افزایش قدرت خودپالایی رودخانه میزان مواد آلی کاهش یافته است . مطالعه ترکیب بستر رودخانه، غالبیت حضور ذرات ۴-۱ میلی متر را نشان داد. طبق مطالعه انجام شده ساختار اجتماعات ماکروبنتیک به صورتدوکفه ای ها، شکم پایان، حشرات، سخت پوستان و زالوها، حلزون ها ثبت گردید. ویژگی های بستر رودخانه بطور نزدیکی با تنوع جامعه بی مهره گان کفزی رودخانه مرتبط است. اعتقاد بر این است که عدم تجانس بستر رودخانه ارتباط مثبت با تنوع بی مهره گان کفزی در رودخانه ها دارد (۳۳). بالاترین تراکم ماکروبنتوزها درفصل تابستان و کم ترین تراکم آن‌ها درفصل زمستان ثبت شد. احتمالاً دلیل پایین بودن تراکم ماکروبنتوزها در فصل زمستان به دلیل سردی هوا باشد چون در هوای سرد موجودات به حالت کما رفته و

www.SID.ir

Archive of SID

بتدریج با گرم شدن هوا از حالت سکون یا کما در می‌آیند و برای همین بالاترین تراکم ماکروبنتوزها در فصل تابستان ثبت شده است.

یکی از مهم ترین نتایج به دست آمده در این بررسی تراکم بالای راسته یک روزه ها یا زود میران در این رودخانه بود که به گونه*Baetis* اختصاص داشت. همچنین گونه *Chironomus sp* از گونه های مقاوم بشمار می‌رود و از مواد آلی در بستر تغذیه می‌کند و در فصل زمستان در ایستگاه های ۲،۳،۴،۵،۶ حضور دارد که احتمالا به دلیل اثر فاضلابهای تصفیه نشده ای هست که توسط روستاها وارد رودخانه گشته است. این در حالیست که گروه های مختلف کفزیان با حفظ ساختار کلی خود، به شکلی توسعه می‌یابند که در مصرف مواد آلی وارد بوده تا بتوانند فشارهای زیست محیطی حاصله را خنثی نمایند. مناطق مسکونی و پساب‌های حاصله یکی از عوامل مهم استرس‌زا در رودخانه ها است که موجب تغییر در اجتماعات کفزیان می‌شود (۱۵). شاخص های شانون و سیمپسون نشان دهنده تغییرات فصلی نامنظم در میزان تنوع ماکروبنتوزهاست. شاید یکی از دلایل بالا بودن نسبی تنوع در این رودخانه فراهم بودن شرایط مناسب برای زیست اکثر گونه ها بوده است . نتایج کلی به دست آمده از این مطالعه نشان داد که در تمام ایستگاه-های نمونه برداری انتخاب شده آلودگی وجود داشته ولی میزان این آلودگی در بخش های مختلف رودخانه متفاوت بوده است. عامل اصلی آلودگی این رودخانه فاضلاب های خانگی روستاهای حاشیه رودخانه و در درجه بعدی اهمیت پساب های کشاورزی ناشی از فعالیت های کشاورزی بوده است. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که ماکروبنتوزها شاخص خوبی برای ارزیابی شرایط زیست محیطی رودخانه ها هستند و نمونه های ماکروبنتیک شناسایی شده در این تحقیق را می‌توان به عنوان شاخص در منطقه مطالعاتی در نظر گرفت.

در قرن حاضر حفاظت سیستم حیاتی رودخانه از اهداف اصلی ساماندهی رودخانه ها در توسعه پایدار منابع آب بشمار می آید. لذا پایش منظم رودخانه ها بصورت هدفمند و براساس برنامه ریزی و طراحی مناسب و سپس درجه بندی آن با شاخص های ذکر شده، امکان دسترسی به تغییرات و تحولات کیفی و پیش بینی اقدامات کاهش آلودگی در حوزه آبریز رودخانه را برای مدیران و مسؤولان فراهم می‌کند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله ازکارکنان محترم آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی و آقای مهندس بابایی، کارکنان محترم اداره محیط زیست شهرستان مراغه، خانم مهندس سعیده دیزجی، خانم دکتر حمیده دیزجی و خانم زهرا دوست صدیق و آزمایشگاه آلودگی‌های محیط زیست دانشگاه تهران به ویژه آقای مهندس حسین واعظ زاده و خانم مهندس سارا سلحشور تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Veisi, M., Mohammadi-Rouzbahani, M., Zohrabi, N. (2021). Survey on Shavoor River Water Quality Using Water Quality Indexes (Hamzeh Village to Shavoor Dam). Journal of Environmental Science and Technology, 23(5), 81-93. doi: 10.22034/jest.2021.29970.3855.
2. Zamani-Ahmadmahmoodi, R., Ghaedamini, F., Najafi, M. (2021). Spatial Distribution Pattern of Water Quality of Pireghar River with Using Water Quality Index (WQI) and Geographic Information System (GIS). Journal of Environmental Science and Technology, 23(2), 73-86. doi: 10.22034/jest.2021.21822.3090
3. Khonok, A., Sarai Tabrizi, M., Babazadeh, H., Saremi, A., mohammadi Ghaleni, M. (2021). Modeling Water Quality of Sefidroud River Using Qual2kw. Iranian Water Researches Journal, 15(1), 121-131.
4. Li, F., Cai, Q., Fu, X., Liu, J., (2009). Construction of habitat suitability models (HSMs) for benthic macroinvertebrate and their

www.SID.ir

Archive of SID

applications to instream environmentalflows: A case study in Xiangxi River of Three Gorges Reservior region. China Progress in Natural Science.,19(3):359–67

5. Schultz, R., Dibble, E., (2012). Effects of invasive macrophytes on freshwater fish and macroinvertebrate communities: the role of invasive plant traits. Hydrobiologia.;84(1):1–14.
6. Reynoldson, T.B., (1992). An Overview of the assessment of Aquatic Ecosystem Health Using Benthic Invertebrates. Journal of aquatic ecosystem health. 1: 295-308.
7. Farmani, A. (2011). Assessment of hydrological conditions of Maragheh plain regarding surface currents. MSc thesis, Islamic Azad University-Maragheh branch. (In Persian)
8. Amri, N., Jamili, S., Abdolbaghian, S., (2014). Diversity of Macrobenthos Communities and Their Relationships with Environmental Factors in Jajroud River, Iran. Resources and Environment, 4(2): 95-103 DOI: 10.5923/j.re.20140402.03. (In Persian)
9. Moghdani, S., Amiri, F., Ghanbari, F., Saki Entezami, M., Tabatabaei, T., Pourkhan, M., (2013). Water quality assessment with biological indicators: Mond protected area, Iran Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), ISSN: 2220-6663. 2222-3045 (Online) http://www.innspub.net. (In Persian)
10. Sadeghi Nassaj, S.M., Nabavi, S.M.B., Yavari V., Savari, A., Maryamabadi, A., (2010). Species Diversity of Macrobenthic Communities in Salakh Region, Qeshm Island, Iran, World Journal of Fish and Marine Sciences, 2 (6): 539-544, ISSN 2078-4589. (In Persian)
11. Mombaini, S., & Nabavi, S. (2012). Study on macrobiotic community structure as pollution indicators in Jarahi River (from seyed Ashore tomb to enter Shadegan city). Journal of Environmental Science and Technology, 14(1 (52)), 117-125. HTTPS://WWW.SID.IR/EN/JOURNAL/VIEWPAPER.ASPX?ID=296209. (In Persian)
12. Welch, E.B., (1992). Ecology effect & waste water-2nd edition. Chapman & Hall. pp 425.
13. APHA, AWWA., (1992). Standard of water and examination for method edition. wastewater. USA ,18.
14. Buchanan, j.b., (1984). Sediment analysis. In: Methods for the study of marine benthos. Black Well Sceintific publication, Oxford.pp 41-64.
15. EL-Wakeel, S.K., Riley, J. P., (1966). Determination of organic carbon in the marine muds. Journal of Du Counseil International Exploration. 22. pp 180-183.
16. Shannon, G.E. Weaner.W.1963. The mathematicet al theory of communication. University of linois press urban. 125 page.
17. Hatami, R., Mahboobi Soofiani, N., Ebrahimi, E., Hemami, M. (2011). Evaluating the Aquaculture Effluent Impact on Macroinvertebrate Community and Water Quality Using BMWP index. Journal of Environmental Studies, 37(59), 43-54. Doi:20.1001.1.10258620.1390.37.59.5.7. (In Persian)
18. Taylor, B.R., (2000). Technical evaluation on methods for bentic invertebrates data analysis and

www.SID.ir

Archive of SID

Interpretation. AETE Project 2.1.3. prepared for Canada Canter for Mineral and Energy Technology. Ottawa, Ontario. 93 p

19. Wilhm, J., Land Dorris, T.C., (1968). Biological parameters forwater quality criteria. BioScience.18: 477-481.
20. Lenat, D., (1993). A biotic index for southern united states, derivation and list if tolerance values with criteria for assessing water quality rating. journal of the North American Benthological Society. 12: 279-290
21. Whashington, H.G., (1984). Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic systems. Water Resources. 18: 653-694
22. Hynes, K.E., (1998). Benthic macro invertebrates diversity and biotic indices for monitoring of 5 urbanizing lakes within the Halifax regionalmunicipality (HRM), Nova Scotia, Canada, Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax. 114 p
23. Lenat, D.R., (1988). Water quality assessment of streams using qualitative collection method for benthic macro invertebrates. Journal of North American Benthological Society. 7: 222-223
24. Leunda, P.M., Oscoz, J., Miranda, R., Arino, A.H., (2009). Longitudinal and seasonal variation of the benthic macro invertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. Ecological Indicators. pp. 52-63.
25. Hatami, R., MAHBOOBI, S. N., Ebrahimi, E., & Hemami, M. (2011). Evaluating the aquaculture effluent impact on macroinvertebrate community and water quality using BMWP index. (In Persian)
26. Abbaspour, R., Hedayati Fard, M., Alizadeh Sabet, H., Hassanzadeh, H., Mesgaran Karimi, J. (2014). Evaluation of biological and water quality indexes of Cheshmeh Kileh River using microbenthic communities and physicochemical properties of water, Journal of Environmental Science and Engineering, 1 (2). (In Persian)
27. VietnamHong, H.N., Gert, E., Wim, G., Thu Huong Hoangd, Peter L.M, Goethals., (2014). A multimetric macroinvertebrate index for assessing the waterquality of the Cau river basin in Vietnam, Limnologica 45 ,16– 23, journal home page: www.elsevier.com/locate/limno
28. ZEYBEK, M., KALYONCU, H., KARAKAŞ, B., ÖZGÜL, S., (2014). The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according tomacroinvertebrates in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey). Turkish Journal of Zoology, Turk J Zool 38: 603-61© TÜBİTAK doi:10.3906/zoo-1310
29. KAZANCI, N., TÜRKMEN, G., EKİNGEN, P., BAŞÖREN, O., (2013). Preparation of a biotic index (Yeşilırmak-BMWP) for waterquality monitoring of Yeşilırmak River (Turkeyby using benthic macroinvertebrates). Review of Hydrobiology RESEARCH ARTICLE, ISSN 1308-41196,1: 1-29
30. Semenchenkov, V. P., Moroz, M. D., (2005). Comparative Analysis of Biotic Indices in the Monitoring System of Running Water in a Biospheric Reserve", Water Resources, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 200–203. Translated from Vodnye

www.SID.ir

Archive of SID

Resursy, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 223–226.

31. Arman, N., Ismid Mohd, M., Salmiati, S., Azman, Sh., Mat Hussin, M.H., (2013). COMPARISON BETWEEN WATER QUALITY INDEX (WQI) AND BIOLOGICAL WATER QUALITY INDEX (BWQI) FOR WATER QUALITY ASSESSMENT: CASE STUDY OF MELANA RIVER, JOHOR. The Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol 17 No 2: 224 – 229.
32. Pipan, T., (2000). Biological assessment of Stream Water Quality- The Example of the Reka River (Slovenia)". Acta Carsologica 29/1(15): 201-222
33. Zhao Jinyong, Peng Jing, Zhao Xianfu, Dong Zheren, Chi Shiyun, Zhang Jing. (2013). Correlation between river substrate heterogeneity and benthic macroinvertebrate diversity, HR World Congress, Chengdu, China.

www.SID.ir