علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره هشت، آبان ماه ۹۸

بررسی جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبزی بر اساس شاخص‌های زیستی در رودخانه زرین گل، استان گلستان

محمد قلی زاده[1*]
gholizade_mohammad@yahoo.com
محمد هادی پاکروان[2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱۳ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۰/۱۵**

چکیده

زمینه و هدف: به علت افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات آبزی و تأمین پروتئین، در سال‌های اخیر احداث مزارع پرورش ماهی به خصوص مزارع پرورش ماهیان سرد آبی در کنار رودخانه‌ها افزایش یافته و تخلیه پساب این مزارع بدون هیچ تصفیه‌ای به زیستگاه‌های طبیعی آثار سو و مخربی در هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازان آبی به دنبال خواهد داشت. از جمله مهم‌ترین جوامع حیاتی رودخانه‌ها و نهرها، بزرگ بی‌مهرگان می‌باشند. این موجودات قادرند به عنوان یک شاخص زیستی تغییرات کیفیت آب را نشان دهند. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر پساب تصفیه نشده مزارع پرورش ماهی بر روی بزرگ بی‌مهرگان کف زی نهر زرین گل است، زیرا ورود این پساب به نهرها و رودخانه‌ها بر روی ساختار و ترکیب نهرها تأثیر گذاشته و باعث برهم خوردن تعادل بوم‌سازگان‌ها می‌شود.

روش بررسی: در مطالعه حاضر تنوع زیستی بزرگ بی‌مهرگان آبزی و همچنین کیفیت آب با استفاده از شاخص‌های زیستی در رودخانه زرین گل، استان گلستان در فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ مترمربع در ۴ ایستگاه و ماهیانه (در موقعیت‌های ورودی، خروجی و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر پایین‌دست مزرعه پرورش ماهی) با نمونه‌برداری با سوربرسمپلر سطح ۰/۰۹ مترمربع در سه تکرار صورت گرفت. نمونه‌ها توسط فرمالین ۴٪ تثبیت و در آزمایشگاه جداسازی، شناسایی و شمارش گردید.

یافته‌ها: افزایش فعالیت‌های انسانی از جمله وجود مزارع پرورش ماهی در این منطقه می‌تواند موجب آلودگی آب‌های سطحی این رودخانه شده است. در مجموع ۲۱۷۹ نمونه از بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی شدند که به ۳۵ جنس، ۲۸ خانواده و ۹ راسته تعلق داشتند. فراوانی این موجودات به ترتیب مربوط به راسته Diptera با ۴۶/۹ درصد، Ephemeroptera با ۲۷/۷ درصد، Trichoptera با ۱۶/۹ درصد و Lmbricida با ۲/۳۱ درصد و بقیه ۶/۱۹ درصد بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که شاخص‌های شانون، تشابه توزیع، TBI، IBI و IRWQISC نشان‌گر مناسب بودن برای ارزیابی کیفیت آب در ایستگاه‌های مطالعاتی می‌باشد. به طور کلی، کیفیت آب در محدوده مطالعاتی به جز ایستگاه ۲ (بعد استخر پرورش ماهی) بر اساس شاخص‌های محاسباتی مطلوب ارزیابی گردید که بیان‌گر لزوم اعمال مدیریتی مناسب به منظور بهبود کیفیت آب این منطقه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه زرین گل، جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبزی، ارزیابی زیستی.

---

۱ - استادیار، گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران *(مسوول مکاتبات).
۲ - کارشناسی بوم شناسی، رشته شیلات، دانشگاه گنبد کاووس،گلستان، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.8, October, 2019

Investigation of Benthic Macroinvertebrate Besed on Bio-indicator in Zarin-Gol River, Golestran Provinc

Mohammad Gholizadeh[1*]
gholizade_mohammad@yahoo.com
Mohammad Hadi Pakravan[2]

Admission Date:January 4, 2017 Date Received: September 3, 2016

Abstract

Background and Objective: Due to increasing population and demand for aquatic products and protein, in recent years the construction of fish farms, especially cold-water fish farms along the rivers has increased, and the effluent discharge of these farms without any treatment to the natural habitats of adverse and destructive effects. Eating the natural balance of the water will help the ecosystems. Among the most important communities of rivers and streams are large invertebrates. These organisms are able to represent water quality changes as a biological indicator. The purpose of this study was to investigate the effect of untreated effluent of fish farms on large invertebrates of Zarrin Ghee brook, because the inflow of these effluents into streams and rivers affects the structure and composition of streams, causing disruption of ecological balance.

Method: In the present study large biodiversity of aquatic invertebrates as well as water quality using biomarkers in Zarrin River, Golestan province in winter 2015 and spring 1395 m2 at 4 stations and monthly (at entry, exit and 500 and 1000 m downstream farm) Fish breeding) was done by sampling with a Surface bumper level of 0.09 m 2 in three replications. Samples were fixed with 4% formalin and isolated, counted and counted in the laboratory.

Findings: Increased human activities, including the presence of fish farms in the area, can contaminate the surface water of the river. A total of 2179 specimens of large benthic invertebrates were identified, belonging to 35 genera, 28 families and 9 orders. Frequency of these organisms, were respectively Diptera with 46.9%, Ephemeroptera with 27.7%, Trichoptera with 16.9% and Lmbricida with 2.31% and the rest with 6.19%.

Discussion and Conclusion: The result sowed that Shannon diversity, Evenness, TBI, IBI and IRWQISC were good indicators for water quality assessment in the study stations. In general, water quality in study area except station 2 (after fish farm) was desirable that the necessity of efficient water management to improve water quality in this region.

Key words: Zarin-Gol River, macroinvertebrate, bio-indicators.

1-Ph.D. Assistant Professor, Department of Fishery Sciences, Gonbad University, Golestan, Iran *(Corresponding Author).
2- M.Sc.Student, Department of Fishery Sciences, Gonbad University, Golestan, Iran.

مقدمه

نهرها و رودخانه‌ها نیز هم‌چون دیگر بوم سازگان ها از پیچیدگی و ظرافت خاصی برخوردارند و به منظور شناخت بهتر آن‌ها و درک ماهیت و گستردگی روابط آن در مجموعه سیمای محیط باید همت گمارد. این شناخت مستلزم آشنایی و آگاهی از عناصر تشکیل‌دهنده بوم سازگان پویایی نهر یا رودخانه است که سبب گردیده تا این بوم سازگان رفتارهای متفاوتی را در شرایط مختلف از خود نشان دهد(۱).

با توجه به افزایش رشد جمعیت و همچنین تقاضا برای محصولات آبزی، در سال‌های اخیر احداث مزارع سرد آبی در کنار رودخانه‌ها افزایش‌یافته و تخلیه پساب این مزارع بدون هیچ تصفیه‌هایی به زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی خواهد داشت و موجب بر هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازان آبی می‌گردد (۲). کمیت و کیفیت ورودی مواد آلی ناشی از فعالیت پرورش ماهی به رودخانه‌ها بر روی ساختار انرژی و جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبزی کف‌زی تأثیرگذار بوده، به طوری که ممکن است سبب کاهش جمعیت یک گونه و یا حذف کامل یک جامعه از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در منطقه آلوده شود (۳). بنابراین می‌توان گفت که، مطالعه رودخانه‌ها و نهرها بسیار مهم بوده و نه تنها در تشخیص سلامت بوم سازگان رودخانه مؤثر است بلکه می‌تواند نشان‌دهنده‌ی فشارهای وارده از محیط اطراف باشد(۴). کاربرد شاخص‌های زیستی و استفاده از موجودات زنده برای طبقه‌بندی و تعیین کیفیت آب به بیش از یک قرن می‌رسد (۵). در این مدت روش‌های متفاوتی جهت تعیین کیفیت آب بر اساس شاخص‌های زیستی توسعه یافته است. تمام این روش‌ها تحت عنوان روش‌های ارزیابی زیستی به کار می روند.

جهت سنجش سلامت بوم‌سازگان‌های آبی از موجودات مختلفی از جمله پلانکتون‌ها، جلبک‌ها، ماهیان و بزرگ بی‌مهرگان آبزی کف زی استفاده می‌شود؛ که در این بین بزرگ بی‌مهرگان آبزی کف زی از اهمیت بیش‌تری برخوردارند (۶). زیرا جمع‌آوری آن‌ها نسبت به سایر موجودات ساده‌تر است؛ با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند؛ دارای چرخه زندگی نسبتاً طولانی بوده؛ تنوع زیادی دارند و گونه‌های مختلف آن‌ها در گستره‌های متفاوت آلودگی (از حالت تمیز تا آلودگی شدید) یافت می‌شوند (۷). بنابراین مطالعه و بررسی ساختار جوامع کف زی در بوم‌سازگان‌های آبی جایگاه خاصی در بررسی‌های بوم‌شناسی موجودات آبزی به خود اختصاص داده است.

اهمیت بزرگ بی‌مهرگان آبزی نه تنها به جهت حضور آن‌ها در زنجیره غذایی می‌باشد بلکه حضور یا عدم برخی از گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان آبزی نشان‌دهنده کیفیت آب از نظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی می‌باشد. بزرگ بی‌مهرگان آبزی دارای تفاوت‌هایی از لحاظ مقاومت در برابر شدت آلودگی و کاهش اکسیژن با یکدیگر می‌باشد و در مورد بعضی از گونه‌ها این تفاوت بیش تر است (۸). مطالعات متعددی در خصوص اثر پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین‌کمان بر بزرگ بی‌مهرگان کف زی و توان خود پالایی رودخانه با استفاده از شاخص زیستی انجام شده است (۹،۱۰،۱۱).

تحقیق‌حاضر به منظور بررسی ساختارجمعیتی بزرگ بی‌مهرگان آبزی و عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر جمعیت آن‌ها با هدف تعیین کیفیت آب رودخانه زرین گل که یکی از منابع تأمین آب کشاورزی، اهمیت رودخانه بر اساس پراکنش گونه‌های بومی مانند ماهی خیاطه، سیاه ماهی و سگ ماهی، همچنین بوم سازگان مناسب جهت پرورش ماهیان سرد آبی (مزرعه‌ای در حاشیه رودخانه با ورود پساب تصفیه نشده به آن با ظرفیت ۲۰ تن مابین ایستگاه اول و دوم) و طبیعت گردی که دلیل اصلی بررسی وضعیت کیفی و زیستی آن می‌باشد، انجام شده است. همچنین مطالعه حاضر در ادامه پژوهش‌های انجام‌گرفته برای ارزیابی شاخص‌های زیستی بزرگ بی‌مهرگان آبزی برای تعیین کیفیت آب رودخانه زرین گل در ایستگاه‌های مطالعاتی انجام گرفته است. با این تفاوت که تأثیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر توزیع جمعیت بزرگ بی‌مهرگان آبزی تعیین و مهم‌ترین این پارامترها معرفی شدند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه زرین گل یکی از سر شاخه‌های گرگان رود است و موقعیت جغرافیایی رودخانه (طول جغرافیایی'۵۷ °۳۷ و عرض جغرافیایی'۵۲ °۳۶) می‌باشد. این رودخانه از دامنه‌های شمالی البرز شرقی سرچشمه می‌گیرد. حداکثر دبی آب رودخانه ۱۰۶ × ۱۵۰ مترمکعب و حداقل دبی آب ۱۰۳ × ۷۵ مترمکعب است و طول رودخانه ۲۲ کیلومتر با بستر سنگی- شنی می‌باشد (۱۳،۱۲). مساحت حوزه آبریز آن در حدود ۳۴۲/۸۲ کیلومتر و حداکثر ارتفاع حوزه ۲۸۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۲۸۰ متر می‌باشد. این رودخانه با توجه به دانه‌بندی ذرات بستر از جمله رودخانه‌هایی با بستر درشت دانه است و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کتول در استان گلستان واقع می‌باشد(شکل۱). دارای پراکنش گونه‌ای مختلف ماهیان بومی منطقه است و ماهی خیاطه، سیاه ماهی، لوسیکوس سفالوس، نماچیلوس و قزل آلا در این نهر مشاهده شده است (۱۴).

شکل۱- رودخانه زرین گل علی‌آباد کتول، استان گلستان، ایران.

Figure 1. Zarin-Gol River in Ali-Abad Katol, Golestan Province, Iran.

نمونه‌برداری در ۲ فصل (۶ ماه) زمستان و بهار (فعالیت بالای مزارع به علت مناسب بودن عوامل آب و فراوانی بیش‌تر بزرگ بی‌مهرگان کف زی در فصل بهار به علت زمان تولیدمثل این‌گونه‌ها) به صورت ماهیانه در ۴ ایستگاه نمونه‌برداری صورت گرفت. ایستگاه نمونه‌برداری در موقعیت‌های ورودی، خروجی و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر پایین‌دست مزرعه پرورش انتخاب گردید (جدول ۱).

جدول۱- مشخصات ایستگاه‌های انتخابی مورد نمونه‌برداری.

Table1. Geographical location of selective sampling stations.

ایستگاه	مختصاتN	مختصاتE	ارتفاع از سطح دریا (متر)	پوشش گیاهی٪	عرض رودخانه (متر)
S1 (قبل از مزرعه)	۳۶° ۸۲ ' ۵۵	۵۵° ۰۵ ' ۹۶	۷۴۸	۵	۱/۷
S2 (خروجی مزرعه)	۳۶° ۸۲ ' ۲۵	۵۵° ۰۵ ' ۲۹	۷۱۹	۶۰	۵/۴
S3 (۵۰۰ بعد از مزرعه)	۳۶° ۸۱ ' ۴۵	۵۵° ۰۳ ' ۳۱	۶۸۹	۵۰	۶
S4 (۱۰۰۰ بعد از مزرعه)	۳۶° ۸۲ ' ۱۸	۵۵° ۰۱ ' ۸۲	۶۲۷	۲۰	۴/۸

نمونه‌برداری با استفاده از سوربر سمپلر(۳۰×۳۰ سانتی متر) انجام گرفت. در هر ایستگاه نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کف زی از سه نقطه رودخانه از کناره‌ها و وسط رودخانه (به عنوان تکرار) انتخاب گردید(۱۵). سپس نمونه‌ها در فرمالین ۴٪ را فیکس گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد (شکل۳-۱). جداسازی و شناسایی تاکسون ها با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود بی‌مهرگان کف زی (۱۸،۱۷،۱۶) تا سطح راسته، خانواده و جنس در زیر لوپ و استریومیکروسکوپ انجام شد.

روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات

ترسیم نمودارها با بسته‌های نرم‌افزاری اکسل ورژن ۲۰۱۳ صورت پذیرفت. در این مطالعه از شاخص‌های زیستی زیر استفاده شده است:

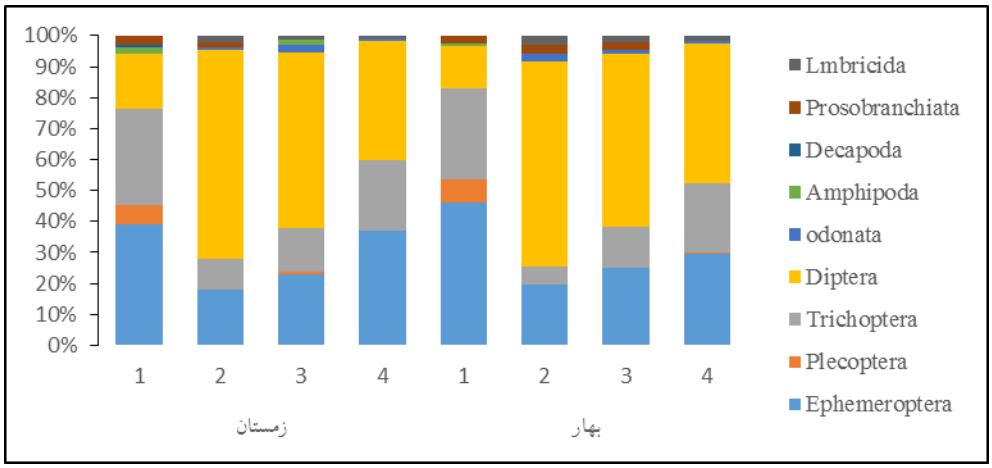
شاخص شانون، این شاخص نشان‌دهنده تنوع ماکروبنتوزها در منطقه مطالعاتی می‌باشد . تنوع بیش‌تر بوم سازگان نشان‌دهنده سلامت بوم سازگان می‌باشد ومی تواند مقادیر بین ۱-۵ را به خود اختصاص دهد و هر چقدر مقدار عددی شاخص پایین باشد، نشان‌دهنده آلودگی بالاتر می‌باشد. شاخص TBI، این شاخص با توجه به حضور شش گونه کلیدی از بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی و تعداد گروه‌های معرف موجود در نمونه تعیین می‌شود. بسته به تعداد گروه‌های موجود در نمونه و گونه‌های کلیدی، محدوده شاخص از صفر برای آب آلوده تا ۱۵ برای آب پاک تغییر می‌کند. برای محاسبه این شاخص به هر یک از گروه‌های موجود در نمونه با توجه به امتیازی اختصاص می‌یابد و از جمع کل نمره‌های موجود، عدد شاخص کل به دست می‌آید و بر اساس نمره بالاتر نشان‌دهنده کیفیت بهتر آب می‌باشد (۱۹).

شاخص چندگانه یکنواختی زیستی IBI، در این روش به هر متریک مطابق (جدول ۵) نمرات ۱ ، ۳ و ۵ داده می‌شود. نمره نهایی شاخص در نهایت از میانگین نمرات به دست می‌آید و کلاس‌های کیفیت آب بر حسب نمره نهایی مطابق (جدول ۶)تعیین می‌شود. شاخص فیزیکی و شیمیایی $IRWQI_{SC}$، شاخص پارامترهای متداول کیفیت آب‌های سطحی ایران است که در این فرمول Wi وزن پارامتر i ام، n تعداد پارامترها و Ii مقدار شاخص برای پارامتر i ام منحنی رتبه‌بندی است. هرچه مقدار این شاخص بیش‌تر باشد کیفیت آب بهتر است.

یافته‌ها

در زمان تحقیق و نمونه‌برداری از فون بزرگ بی‌مهرگان کف زی رودخانه زرین گل در مجموع تعداد ۲۱۷۹ ماکروبنتوز در ۹ راسته و۳۱ خانواده شناسایی شدند (جدول۷). بیش‌ترین فراوانی ۴۶/۹ درصد و ۹ خانواده مربوط به راسته Diptera است که خانواده‌هایSimuliidae و Chironomidae بیش‌ترین سهم را در این راسته دارند. بر اساس درصد فراوانی این راسته در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری نتایج نشان داد که در ایستگاه ۲ (بعد از مزرعه پرورش ماهی) این خانواده‌ها بیش‌ترین فراوانی را داشته‌اند(نمودار۱).بعد از این راسته، راسته Ephemeroptera با فراوانی ۲۷/۷ درصد و ۵ خانواده که Baetidae با بیش‌ترین جمعیت در ایستگاه اول در هر دو فصل غالب بودند. سپس راستهTrichoptera با فراوانی ۱۶/۹ درصد در ایستگاه‌های اول و چهارم و راسته Lmbricida با فراوانی ۲/۳۱ درصد در ایستگاه دوم در فصل بهار غالب بودند. راسته Pelecoptera نیز با فراوانی ۱/۶۵ در صد بیش‌تر در ایستگاه اول یافت شد. با استفاده از فراوانی فون بزرگ بی‌مهرگان، مقادیر شاخص‌های

زیستی محاسبه گردید. نتایج این شاخص‌ها و شاخص فیزیکی و شیمیایی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری به صورت جداگانه در نمودارهای ۳،۲،۱ و۴ آورده شده است. بر اساس این نمودارها کمترین مقدار شاخص شانون با مقدار ۱/۳۷ ؛ کم‌ترین مقدار شاخص تشابه توزیع ۰/۵۷؛ کم‌ترین مقدار شاخص TBI با مقدار ۸ و کم‌ترین مقدار شاخص $IRWQI_{SC}$ با مقدار ۶۸/۴ در ایستگاه دوم در فصل بهار و همچنین کم‌ترین مقدار شاخص IBI با مقدار ۲/۷ در ایستگاه دوم فصل زمستان می‌باشد. اما بیش‌ترین مقدار شاخص‌های مذکور، مربوط به ایستگاه اول می‌باشد. بررسی روند تغییرات مقادیر شاخص نشان‌دهنده بهبود وضعیت کیفیت آب رودخانه در ایستگاه‌های ۳ و ۴ می‌باشد که این خود نشانه خود پالایی رودخانه است. همچنین همبستگی بین شاخص‌ها با استفاده از آزمون پیرسون نشان داده شده است. بر اساس این جدول بین شاخص فیزیکی و شیمیایی $IRWQI_{SC}$ با شاخص‌های زیستی شانون، تشابه توزیع، IBI و TBI در سطح ۹۵ درصد همبستگی معنی‌داری وجود دارد (نمودار۲). در شاخص‌های زیستی بیش‌ترین میزان همبستگی بین شاخص‌های شانون و TBI با مقدار معنی‌داری ۰/۸۵ و بعد از آن همبستگی TBI و IBI با مقدار معنی‌داری۰/۷۱ می‌باشد (جدول۸).



نمودار ۱ - ترکیب جمعیت راسته‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

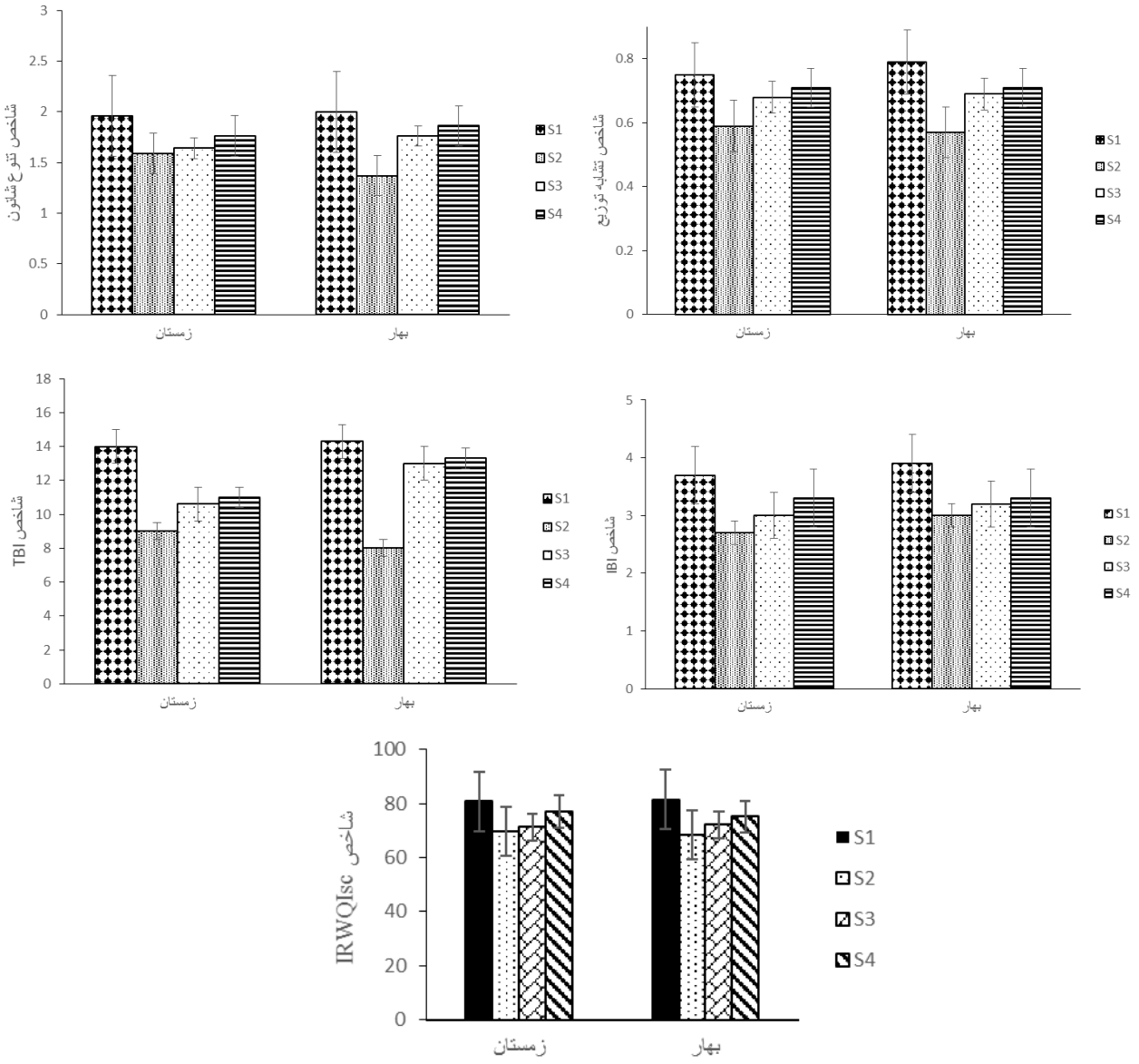
Figure 2. Macrobenthic invertebrate's composition in sampling stations.

جدول ۷ - بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی‌شده در رودخانه زرین گل.

Table 7. Macrobenthic invertebrates identified in Zarin-Gol River.

راسته	خانواده	جنس	گونه
Amphipoda	Gammaridae	Gammarus	-
Decapoda	Panopeidae	*Rhithropanopeus*	*harrisii*
	Psychomyiidae	-	-
Trichoptera	Hydropsychidae	*Hydropsyche*	*nstabilis*
		-	*angostopinis*
	Glossosomatidae	-	-
	Philophotamidae	-	-
	Hydroptilidae	-	-
	Perlidae	-	-
Plecoptera	Leuctridae	-	-

	Chloroperlidae	-	-
	Taeniopterygidae	-	-
	Caenidae	*Caenis*	-
	Heptageniidae	*Heptagenia*	-
	-	*Epeorus*	*lateralis*
Ephemeroptera	-	*Rhithrogena*	-
	Baetidae	*Baetis*	-
	Leptophlebiidae	*Pseudocloeon*	-
	Oligoneuriidae	-	-
Odonata	Chrysomulidae	-	-
	Gamphidae	-	-
	Calopterygidae	-	-
	Coenagrionidae	*Argia*	-
	Chironomidae	-	-
	Simuliidae	*Simullium*	-
	Athericidae	-	-
	Tabanidae	*Chrysops*	-
Diptera	-	*Tabanus*	-
	Ceratopogonidae	*Atrichopogon*	-
	Tipulidae	*Antocha*	-
	-	*Erioptera*	-
	-	*Tipula*	-
	-	*Dicronata*	-
	-	*Hexatoma*	-
	Blephariceridae	Bibiocephala	-
	Empididae	*Hemerodromia*	-
	-	*Clinocera*	-
	Dixidae	*Dixa*	-
Oligochaeta	Lumbrucidae	-	-
Prosobranchiata	Viviparidae	-	-



نمودار۲- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های زیستی و فیزیکی- شیمیایی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه زرین گل.

Figure 3. mean and standard deviation of biological and physicochemical indices in sampling stations in Zarin-Gol River.

جدول ۸- همبستگی شاخص‌های زیستی و فیزیکی و شیمیایی.

Table 8. Correlation between biological and physicochemical indices.

شاخص	شانون	تشابه توزیع	TBI	IBI	$IRWQI_{SC}$
شانون	۱				
تشابه توزیع	۰/۵۹*	۱			
TBI	۰/۸۵*	۰/۶۷*	۱		
IBI	۰/۶۲*	۰/۶*	۰/۷۱*	۱	
$IRWQI_{SC}$	۰/۵۷*	۰/۴۳	۰/۶۹*	۰/۵۵*	۱

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که حشرات آبزی، موجودات غالب فون کف زیان رودخانه زرین گل را تشکیل دادند که چنین نتیجه‌ای در رودخانه چافرود (۲۰) نیز بدست آمد. در تحقیق حاضر، بیش‌ترین فراوانی و تنوع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی در بین فصول مورد مطالعه، در فصل بهار مشاهده شد که به علت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب مانند تغذیه و تولیدمثل، تولید فیتوپلانکتونی افزایش و در نتیجه مواد غذایی بیش‌تری در اختیار بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی قرار می‌گیرد.

بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی شاخص‌های خوبی برای تعیین کیفیت آب می‌باشند. جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی تحت تأثیر شرایط محیط‌زیست از جمله ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب قرار دارند. نوع رسوبات (۲۱) و ساختار بستر رودخانه‌ها نیز نقش مهمی در انتشار، فراوانی و تراکم بزرگ بی‌مهرگان آبزی ایفا می‌کند (۲۲). نتایج تحقیق حاضر به طور کلی نشان‌دهنده کاهش غنای گونه‌های Plecoptera وEphemeroptera در ایستگاه ۲ تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی نسبت به ایستگاه یک است که نشان‌دهنده‌ی تأثیر پساب بر گونه‌های حساس به آلودگی در جوامع کف زی رودخانه، افزایش مواد آلی و احتمالاً کاهش اکسیژن بستر می‌باشد (۲۳) و همچنین فراوانی گونه‌های مقاوم به آلودگی مخصوصاً راسته Diptera که نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب در این ایستگاه است. همچنین خانواده‌های شیرونومیده و سیمولیده بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص دادند که از بزرگ بی‌مهرگان کف زی مقاوم به آلودگی می‌باشند، افزایش نسبی بزرگ بی‌مهرگان کف زی مقاوم نشان‌گر اثر فشارهای محیطی بر بوم سازگان رودخانه و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کف زیان در جهت مصرف و جبران آشفتگی می‌باشد. در تأیید این نتیجه‌گیری مطالعات زیادی افزایش فراوانی و غالب گروه‌های مقاوم به آلودگی را در نتیجه پساب آبزی‌پروری گزارش نموده‌اند(۲۴). در مقابل افزایش این‌گونه‌های حساس در ایستگاه ۴ به دلیل عمل خود پالایی و فاصله گرفتن از مزارع پرورش ماهی اتفاق افتاده است. همچنین حضور راسته plecoptera که جزو بزرگ بی‌مهرگان کف زی حساس‌اند بیش‌ترین تعداد در این ایستگاه ۱، نشان از پاک بودن این ایستگاه است. نتایج حاصل از این بخش با سایر مطالعات مطابقت داشته و به وسیله آن‌ها تأیید می‌شود.

Puig و Ortize (۲۵) اثر منابع نقطه‌ای را بر تراکم و زیست توده ماکروبنتوزها در رودخانه بررسی کردند و یافتند که در Mediterranean نقاط پایین‌دست منابع نقطه‌ای که به بوم‌سازگان‌های آبی وارد می‌شوند غلظت مواد مغذی افزایش‌یافته ولی چگالی بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی کاهش می‌یابد. Julio et al., (۲۸) در مطالعه‌ای از بررسی اثرات مزارع پرورش ماهی بر گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی مشخص کردند که فراوانی راسته‌های حساس به آلودگی مانند Plecoptera، Planaria، Trichoptera و Ephemeroptera در پایین‌دست مزرعه کاهش‌یافته، درحالی‌که فراوانی گونه‌های مقاوم از جمله Simullidae, Chironomidae و Oligochaeta افزایش یافته بود. در بررسی غنای گونه‌های حساس به آلودگی که یکی از موارد مفید برای بررسی روند تغییرات و فشارهای وارده می‌باشد بر این اساس نتایج نشان داد که در مطالعه حاضر، ایستگاه ۲ (بعد از مزرعه پرورش ماهی) در کل دوره مطالعه با تمامی ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشته است که بیان‌گر تأثیر فعالیت پرورش ماهی در این ایستگاه بوده است و در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی غنای چنین گونه‌های کاهش پیداکرده‌اند که نشان‌گر افت کیفیت آب می‌باشد. بر اساس شکل ۹ بیش‌ترین مقدار شاخص شانون مربوط به ایستگاه ۱ در فصل بهار و کم‌ترین مقدار این شاخص مربوط به ایستگاه ۲ است که نشان‌گر افت کیفیت آب در این ایستگاه می‌باشد. شاخص شانون نشان‌گر غنای زیاد گونه‌ایی می باشد و با افزایش آن، تنوع زیستی در ایستگاه بعد از پرورش ماهی در رودخانه زرین گل کاهش یافت و نشان داد که در زمانی که فعالیت پرورش ماهی افزایش می یابد، پساب این مزارع باعث کاهش شاخص شانون و پایین آمدن کیفیت آب نهر شده است. رودخانه‌هایی که تحت تاثیر عوامل آلاینده کم‌تری هستند گونه های حساس در آن‌جا غالبیت دارند و برعکس آن هایی که تحت فشار

آلودگی بیشتری قرار دارند، تنوع و غنای گونه ای کمتر و گونه های مقاوم غالب اند، مطابقت دارد (۲۶).

نتایج حاصل از شاخص زیستی TBI کیفیت ایستگاه‌های مطالعاتی را در کلاس های کیفی بسیار تمیز، تمیز، نسبتاً تمیز، مشکوک و آلوده طبقه بندی کرد که کلاس کیفی بسیار تمیز در ایستگاه های ۱، ۳و۴ و تمیز در ایستگاه ۲ دارا بودند. شاخص مورد بررسی دیگر IBI بود، این شاخص ایستگاه‌های مطالعاتی را در ۴ کلاس خوب تا بسیار ضعیف طبقه بندی کرد که کلاس نسبتاً خوب در ایستگاه‌های ۱، ۳و۴ مشاهده شد و ایستگاه ۲ درهردو فصل نمونه برداری در وضعیت ضعیف قرار داشت. شاخص IBI در فصل بهار بیش‌ترین مقدار را شامل می شوند که نشان دهنده‌ی بهبود کیفیت آب در این فصل است؛ که علت آن می تواند کاهش نسبی دبی و کدورت رودخانه باشد. به طوریکه اکثر ایستگاه‌ها از نظر شاخص IRWQIsc در طبقه کیفی خوب قرار دارد و بیش‌ترین مقدار شاخص های زیستی مورد بررسی را نیز دارا بود و ایستگاه ۲ در وضعیت نسبتاً خوب بود. براساس جدول ۷ ، شاخص های شانون،تشابه توزیع، TBI و IBI رابطه معنی داری با شاخص فیزیکی و شیمیایی IRWQIsc نشان دادند. طبقه بندی کیفیت آب منطقه نمونه برداری شده براساس شاخص زیستی IBI در اکثر ایستگاه ها با ارزیابی به روش شاخص TBI مطابقت داشت و این دو شاخص در بیش‌تر ایستگاه‌ها طبقه کیفی متناسب با طبقه بندی کیفی شاخص فیزیکی و شیمیایی را نشان دادند. بنابراین براساس همبستگی شاخص های زیستی با شاخص فیزیکی و شیمیایی IRWQISC، شاخص‌های یگانه شانون، تشابه توزیع و چندگانه TBI و IBI شاخص های مناسب تری برای ارزیابی کیفیت منطقه مورد مطالعه هستند.

از نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که پساب مزارع پرورش ماهی می‌تواند تاثیر قابل توجهی را بر روی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین گل بگذارد. به طوری‌که در ایستگاه ۲ که در پایین دست مزرعه پرورش ماهی قرار داشته و پساب مزارع وارد رودخانه می‌شود، کاهش تنوع و درصد فراوانی خانواده‌های حساس به آلودگی و افزایش گروه‌های مقاوم مشاهده شد. همچنین نتایج این مطالعه فرضیه استفاده از بزرگ بی‌مهرگان کفزی را به عنوان یک شاخص آلودگی و کیفیت آب حمایت کرده است. بنابراین استفاده از شاخص های زیستی آب نشان داد که پساب خروجی کارگاه پرورش ماهی تاثیرات شدید بر اکوسیستم رودخانه‌ای وارد کرده که نیازمند به مدیریت علمی مناسب می باشد. در مجموع استفاده از ساختارجمعیت بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی و تحلیل داده های مربوط به آن ها که از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است، ارزیابی دقیق و سریعی از کیفیت رودخانه به خصوص زمانی که تحت تاثیر استرس های محیطی (از قبیل فعالیت های انسانی و سیل) قرار دارد فراهم می کند.

Reference

1. Mikaaili, A. R., Abdoli, A., Amini N., 2005. Physical Structure of Madreso Creek, Golestan National Park. Journal of Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources, Vol 12 (3), pp. 245-223. (In Persian)
2. Costa Pierce, B. A., 2002. Ecological Aquaculture: The evolution of the blue revolution. Dept. of Fisheries, Animal and Veterinary Science. University of Rholde Island. 501 P.
3. Resh, V. H., 2011. Aquatic Insects of California (1956): a landmark event and unique collaboration in benthic biology. Journal of the North American Benthological Society, Vol.30, pp.1-10.
4. Sioli, H., 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. In: Golley, F.B., Medina, E. (Eds.). Tropical Ecological Systems. Springer Berlin Heidelberg, pp. 275-288.
5. Sharma, S., Moog, O., 1996. The use of Biotic index and score methods in biological water quality assessment of the Nepalese rivers; Proceedings of the

Ecohydrology Conference held in ICIMOD, pp. 1-28.

6. Blanchet, H., Lavesque, N., Ruellet, T., Dauvin, J.C., Sauriau, P.G., Desroy, N., De Montaudouin, X., 2008. Use of biotic indices in semi-enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats implications for the implementation of the European Water Framework Directive. Ecological Indicators, Vol.8, pp. 360-372.
7. Schultz, R., Dibble, E., 2012. Effects of invasive macrophytes on freshwater fish and macroinvertebrate communities: the role of invasive plant traits. Hydrobiologia, Vol.684, pp.1-14.
8. Cooper, C.M., 1987. Benthos in Bear Creek, Mississippi: Effects of habitat variation and agricultural sediments. Journal of Freshwater Ecology, Vol.4, pp. 101-113.
9. Mousavi, M. 2010. Investigation of the After Effects of Trout Fish Farming on the Water Quality of Two Thousand Tonkabon Rivers Based on Vafzian River Studies, MSc Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian)
10. Mirsouli, E., Nezami, S., Khara, H., Ghorbani, R. 2012. Effect of Rainbow Trout Wastewater on the Large Benthic Invertebrates of Zarrin Gol River. Journal of Aquaculture Development. Vol.6 (4). pp. 81-92. (In Persian)
11. Naderi Jollodar, Mehdi ؛ Abdoli, Asghar ؛ Mirza Khani, M. Sharifi Jollodar, Reza, "Large Response of Haraz River Benthic Invertebrates to Rainbow Trout Wastewater". Iranian Journal of Natural Resources, 2011, Vol. 64 (1). pp. 259-215. (In Persian)
12. Afshin, Y. 1985. Iranian Rivers, Ministry of Energy Publications, 575 p. (In Persian)
13. Ministry of Energy. 1991. Studies of the First Phase of the Restricted Artificial Feeding Plan of the Zarmul Garmabdasht River (Volume Two) Hydrological Studies. 68 p. (In Persian)
14. Kabi, B., Ghaemi, R. A., Abdoli, A. 2000. Wetland and River Ecosystems of Golestan Province. Golestan Environmental Protection Agency. 218 pp. (In Persian)
15. Barbour, M.T., Plafkin, J.L., Bardley, B.P., Graves, C.G, Wisseman, R.W., 1999. Rapid bioassessment protocols foruse in streams and wadeable river: pryphyton, benthic invertebrates and fish, 2 nd edition EPA, Wshington D.C, 408 p.
16. Ahmadi, M. R., Nafisi, M. 2001 "Identification of invertebrate invertebrates of running water". Khabir Publications, 240 p. (In Persian)
17. Mahboubi Sufiani, N., Naderi, G. 2000. The Key to Identifying the Invertebrates of Rivers and Rivers. Isfahan University of Technology Jihad Publications, 131 p. (In Persian)
18. Hartmann, A., 2007. Field key for selected benthic invertebrates from the HKN region. Draft version February 2007.
19. Huggins, D.G., Moffett, M.F., 1988. Proposed biotic and habitat indices for use in Kansas streams. Lawrence: Report No. 35, Kansas Biological Survey.

20. Ghane, S. S. 2004. Identifying the population structure of Chafrood River macrobenthos in Gilan province regarding some water quality parameters (in the scope of or man Malal village); M.S Thesis; Teacher Training University; 98 p. (In Persian)
21. Bode, R.W., Novakk, M.A., Abele, L.E., Heitzman, D.L., Smith, and A.J., 2002. Quality assurance work plan for Biological stream monitoring in New York State. Stram Biomonitoring unit, New York State, Department of Environmental conservation. Albany. 122 p.
22. Camargo, J.A., Gonzalo, C., Alonso, A., 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macro invertebrates: a case study. Ecology Indicators. 11: 911-917.
23. Hynes, H.B.N., 1970. The ecology of running water. University of Toronto Press, Canada. 555 p.
24. Yokoyama, H., Nishimura, A., Inoue, M., 2007. Macro benthos as biological indicators to assess the influence of aquaculture on Japanese coastal environment. In: Ecological and Genetic Implication of Aquaculture Activities. Springer Publications, New York City, New York, USA. pp. 407-423.
25. Ortize, J. D., Puig, M. A., 2007. Point source effects on density, biomass and diversity of benthic macroinvertebrate in a meditaranean stream, river Res.Applic.23:155-170.
26. Julio, A., Camargo, C., Gonzalo, C, 2007. Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. Limnetica, 26 (2): 405- 414.