Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics
Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

انجمن علمی ماهیان زینتی ایران
Iranian Ornamental Fish Society (IOFS)

(OPEN ACCESS)

Study on the structure of benthic macroinvertebrates in the Azad river affected by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) fish farm effluent

Erfan Karimian[*1], Farshad Molodi[2], Arman Mansoury[3]

1. Corresponding Author, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran and Dept. of Environmental Studies of Zrebar Lake, Kurdistan Studies Institute, Sanandaj, Iran. E-mail: erfankarimian@yahoo.com
2. M.Sc. Graduate in Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: fa.molodi@gmail.com
3. M.Sc. Graduate in Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: armanmansori024@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 04.06.2025
Revised: 04.27.2025
Accepted: 06.09.2025

Keywords:
Azad river,
Benthic macroinvertebrates,
Effluent,
Rainbow trout,
Sanandaj

ABSTRACT

Background and Objectives: Discharge of fish farm untreated effluent can be one of the point source pollution and effective in changing the structure of the benthic macroinvertebrates of rivers.

Materials and Methods: Therefore, the benthic macroinvertebrates of the Azad river were sampled to determine its population structure during 3 sampling periods in spring (low density farming), summer (high density), and autumn (medium density) 2023 at 3 stations including 1) upstream or control station, 2) farm effluent outlet, and 3) from distance of 650 meters after the fish farm.

Results: In present study, 22 taxa belonging to 9 orders and 6 phyla were identified overall. The Baetidae and Gammaridae had the highest abundance with %41.19 and %22.06 respectively and some taxa such as Chironomidae, Tubificidae, Simuliidae, and Naididae were in the next ranks. determining the abundance of benthic macroinvertebrates showed that the difference was significant only among different seasons, so that the highest abundance was obtained in summer and autumn ($P<0.05$), among which Baetidae in autumn, Gammaridae in summer and Chironomidae in spring had the highest percentage of abundance. Although spatial changes were not significant, but the trend from station 1 to station 3 was increasing.

Conclusion: In general, the results of the present study showed that the footprint of the effects of fish farm effluent on the distribution and structure of benthic communities was relatively clear, since its abundance increased significantly in summer and at downstream stations with the highest aquaculture effects simultaneously.

Cite this article: Karimian, Erfan, Molodi, Farshad, Mansoury, Arman. 2026. Study on the structure of benthic macroinvertebrates in the Azad river affected by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) fish farm effluent. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 15 (1), 211-226.

© The Author(s).
Doi: 10.22069/japu.2025.23498.1943
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان
شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

مطالعه ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج تحت‌تأثیر پساب پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972)

عرفان کریمیان*[۱]، فرشاد مولودی[۲]، آرمان منصوری[۳]

۱. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران و گروه مطالعات محیطی دریاچه زریبار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، سنندج، ایران. رایانامه: erfankarimian@yahoo.com
۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: fa.molodi@gmail.com
۳. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: armanmansori024@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰٤/۰۱/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱٤۰٤/۰۲/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۳/۱۹

واژه‌های کلیدی:
بزرگ بی‌مهرگان کفزی،
پساب،
رودخانه آزاد،
سنندج،
قزل‌آلای رنگین‌کمان

چکیده

سابقه و هدف: تخلیه پساب حاصل از مزارع پرورش ماهی می‌تواند یکی از منابع آلودگی نقطه‌ای و مؤثر در تغییر ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه‌ها باشد.

مواد و روش‌ها: بنابراین جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج طی ۳ دوره نمونه‌برداری در فصل بهار (پرورش با تراکم کم)، تابستان (تراکم زیاد)، پاییز (تراکم متوسط) ۱٤۰۱ در ۳ ایستگاه شامل ۱) ایستگاه بالادست یا شاهد، ۲) خروجی پساب مزرعه و ۳) فاصله ٦٥۰ متری بعد از مزرعه پرورش ماهی نمونه‌برداری با هدف تعیین ساختار جمعیتی آن نمونه‌برداری شد.

یافته‌ها: با بررسی جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی، ۲۲ گروه (۲۰ خانواده، ۱ راسته و ۱ شاخه) متعلق به ۹ رده و ٦ شاخه شناسایی شد. خانواده Baetidae و Gammaridae به ترتیب با ٤۱/۱۹ و ۲۲/۰٦ درصد دارای بیش‌ترین فراوانی بودند و خانواده‌هایی مانند Chironomidae، Tubificidae، Simuliidae و Naididae در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. فراوانی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی بین فصول مختلف تفاوت معنی‌دار داشتند به‌طوری‌که، بیش‌ترین فراوانی در فصل تابستان و پاییز به‌دست آمد ($P<۰/۰٥$) Baetidae در فصل پائیز، Gammaridae در فصل تابستان و Chironomidae نیز در فصل بهار بیش‌ترین درصد فراوانی را داشتند. تغییرات ایستگاهی نیز اگرچه معنی‌دار نبود اما روند تغیرات فراوانی از ایستگاه بالادست به‌سمت ایستگاه پایین‌دست افزایشی بود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ردپای اثرات پساب مزرعه پرورش ماهی روی جوامع بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی نسبتاً مشخص بود چراکه، فراوانی آن در فصل تابستان همراه با افزایش دما و در ایستگاه‌های پایین‌دست هم‌زمان با بیش‌ترین اثرات آبزی‌پروری، افزایش یافت.

استناد: کریمیان، عرفان، مولودی، فرشاد، منصوری، آرمان (۱۴۰۵). مطالعه ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج تحت‌تأثیر پساب پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972). *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۵ (۱)، ۲۲۶-۲۱۱.

Doi: 10.22069/japu.2025.23498.1943

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

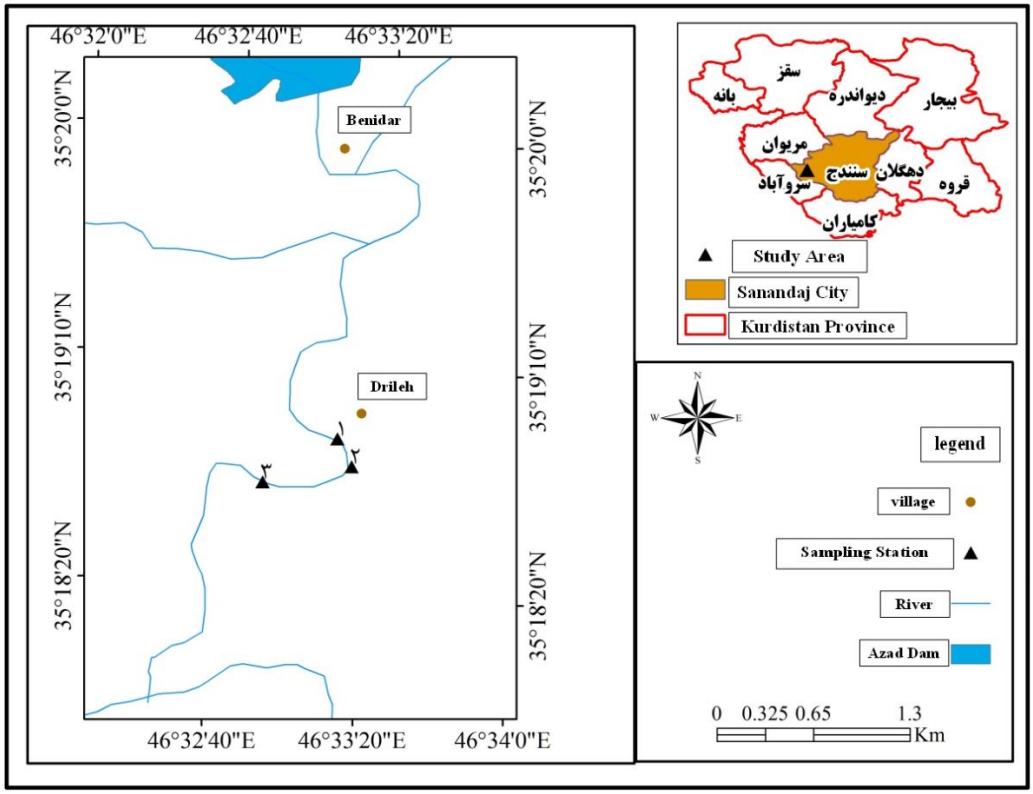
نقش آبزی‌پروری در تولید غذا، توسعه اقتصادی و امنیت غذایی امروزه به خوبی شناخته شده است و باید به عنوان اولویت مهم و یکی از بخش‌های اولیه تولید غذا باقی مانده و در تمامی مناطق جغرافیایی جهان توسعه پیدا کند (۱٤). با وجود ثابت بودن صید جهانی آبزیان، افزایش جمعیت جهان و افزایش مصرف سرانه آبزی، نیازمندی به پیشرفت آبزی‌پروری برای افزایش تولید غذا بیش‌تر احساس می‌شود به‌طوری‌که، امروزه به دلیل کاهش فشار بر ذخائر طبیعی و تهیه نیمی از ماهی مصرفی انسان توسط آبزی‌پروری، باید به رشد قابل‌ملاحظه این صنعت بسیار خشنود بود (۱۰). به‌طورکلی، میزان تولید جهانی آبزی‌پروری در سال ۲۰۲٤ به ۹٤/٤ میلیون تن افزایش یافته که برای اولین بار از میزان صید جهانی پیشی گرفته و پیش‌بینی شده است که از این مقدار نیز بالاتر خواهد رفت (۱۱). بنابراین توسعه بیش‌تر آبزی‌پروری در آب‌های داخلی بیش از پیش ضروری است اگرچه با توجه به افزایش جمعیت جهان، آلودگی و تغییرات آب و هوایی، چالش‌های زیادی در پیش‌رو خواهد بود.

جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی از سال ۱۹۹۰، به‌طور معمول برای ارزیابی شرایط اکولوژیکی اکوسیستم‌های آبی به‌کار برده می‌شود (۱۵) که به دلیل داشتن خصوصیات خاص مانند غنای گونه‌ای بالا، ساکن بودن، عکس‌العمل‌های متفاوت در قبال عوامل محیطی، ثبت اثرات تجمعی در زیستگاه، حساس به تغییرات فیزیک و شیمیایی و چرخه زندگی طولانی بیش از دیگر جانداران آبزی (جلبک‌ها) در ارزیابی بوم‌شناختی اکوسیستم‌های آبی موردتوجه قرار گرفته‌اند (۲۹). اخیراً جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی برای طراحی نمودن ابزار اکولوژیکی پیش‌بینی‌کننده در سیستم کشورهای آمریکایی و اروپایی به‌کار برده می‌شوند (۹).

استان کردستان به‌عنوان یکی از استان‌های مهم کشور از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی دارای شش حوضه آبریز عمده است که بخش عمده‌ای از منابع آبی ایران را تشکیل می‌دهد. در حال حاضر تعداد ۳۹ سد توسط وزارت نیرو در استان کردستان روی منابع آبی استان در حال مطالعه، اجرای بدنه و یا بهره‌برداری موجود است که از لحاظ رتبه تعداد سد در کشور، استان کردستان جایگاه چهاردهم در بین ۳۱ استان کشور را دارد (شرکت منابع آب ایران، ۱۳۹٦). با توجه به اهمیت رودخانه آزاد سنندج در پایاب سد آزاد به‌عنوان یکی از استعدادهای بالقوه منابع آبی، هدف از این پژوهش بررسی اثرات ناشی از پساب مزرعه پرورش ماهی بر ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری: رودخانه آزاد سنندج در پایاب سد آزاد کردستان (روی رودخانه کوماسی (چم گوره) از سرشاخه‌های مهم رودخانه آزاد) در ۷۵ کیلومتری غرب سنندج و منطقه پایین‌دست روستاهای بنه‌دار، خانقاه و دریله در استان کردستان واقع شده است. نمونه‌برداری از جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج طی ۳ دوره نمونه‌برداری در فصل بهار، تابستان و پاییز ۱٤۰۱ انجام گرفت. هم‌چنین ۳ ایستگاه شامل ۱) ایستگاه بالادست یا شاهد، ۲) خروجی پساب مزرعه و ۳) فاصله ٦۵۰ متری بعد از مزرعه پرورش ماهی انتخاب گردید (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه آزاد.

Figure 1. Location of the study stations in the Azad River.

جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه: نمونه‌برداری از جوامع کفزی با استفاده از نمونه‌بردار سوربر با ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر با تور ۲۰۰ میکرون در هر بار نمونه‌برداری از ۳ سطح سوربر در هر ایستگاه و براساس روش لیکنز و وتزل (۱۹۹۱) انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده با ثبت مشخصات ایستگاه و تاریخ نمونه‌برداری در فرمالین بافر ٤ درصد تثبیت شده و به آزمایشگاه بوم‌شناسی آبزیان گروه شیلات دانشگاه کردستان منتقل گردید. مطالعه آزمایشگاهی روی جوامع کفزی شامل جداسازی، شناسایی و تعیین فراوانی در واحد تعداد بر مترمربع انجام گردید (٤٠). از اطلاعات به‌دست آمده برای سنجش فراوانی کل، میانگین فراوانی و غالبیت گروه‌های مختلف طی فصول و ایستگاه‌های مختلف استفاده گردید.

ابتدا توزیع نرمال داده‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی و سپس مقایسه میانگین بین عوامل مورد بررسی در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نمونه‌برداری با آنالیز واریانس یکطرفه (One way ANOVA) و پس‌آزمون دانکن با حدود اطمینان ۹۵ درصد در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گردید.

نتایج و بحث

جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی: طی دوره مطالعه و در بررسی جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج، ۱۹۱۳۵ نمونه بنتوز از ۲۲ گروه (۲۰ خانواده، ۱ راسته و ۱ شاخه) متعلق به ۹ رده و ٦ شاخه، شمارش و مورد شناسایی قرار گرفت (جدول ۱). در این میان بعضی از خانواده‌ها در کل دوره نمونه‌برداری و همه ایستگاه‌ها به عنوان جمعیت غالب حضور داشتند در حالی‌که بعضی خانواده‌ها و گروه‌ها مانند Athericidae، Sphaeriidae، Lymneaidae،

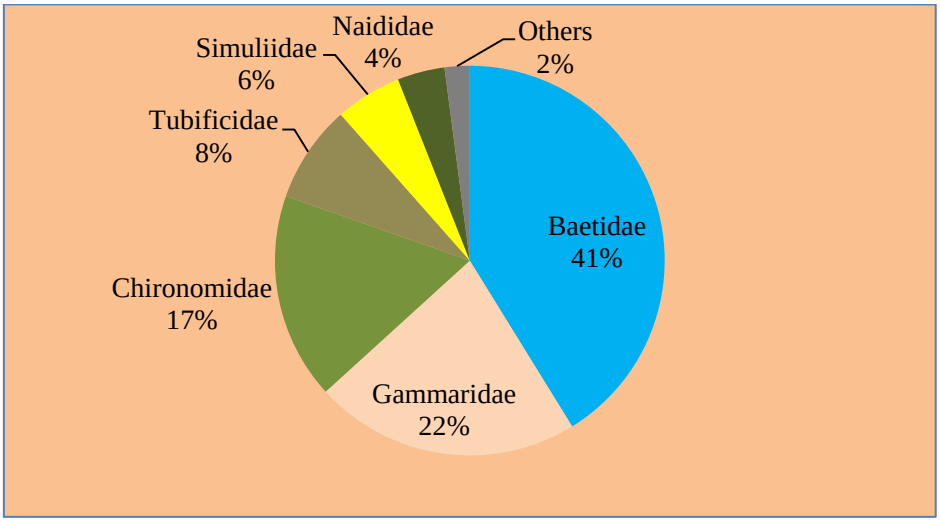
Arachnia، Hydra، Nematoda به‌صورت محدود فقط در بعضی ایستگاه و فصول مشاهده شدند. لازم به ذکر است باتوجه به نبود کلید شناسایی معتبر و مناسب در خصوص سیستماتیک دوکفه‌ای‌ها و استراکودا در ایران و کشورهای اطراف، سعی شد که برای شناسایی نمونه موجود در پژوهش حاضر از مقالات موجود در دنیا به‌خصوص مناطق مشابه با شرایط موجود مطالعه استفاده شود که به نظر می‌رسد برای تأیید خانواده شناسایی شده (Sphaeriida) و بعضی گروه‌های دیگر مانند Dugesiidae و Candonidae بررسی بیش‌تر همراه با مطالعات ژنتیکی ضروری است.

جدول ۱- جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج، ۱۴۰۱.

Table 1. Benthic macroinvertebrates of the Azad River, 2022.

شاخه (Phylum)	رده (Class)	راسته (Order)	خانواده (Family)
Arthropoda	Hexapoda	Diptera	Chironomidae
			Simuliidae
			Psychodidae
			Empididae
			Athericidae
			Tipuliidae
		Ephemeroptera	Baetidae
		Trichoptera	Rhyacophiliidae
	Crusatacea	Amphipoda	Gammaridae
	Ostracoda	Podocopida	Candonidae
	Chelicerata	Arachnida	Tetragnathidae
Annelida	Oligochaeta (Clitellata)	Tubificida	Tubificidae
			Naididae
		Lumbriculida	Lumbriculiidae
	Hirudinea	Arhynchobdellida	Erpobdeliidae
Mollusca	Gastropoda	-	Physidae
		-	Lymneaidae
	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae
Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathecatae	Hydridae
Nematoda	-	-	-
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae

در پژوهش حاضر، خانواده Baetidae و Gammaridae به ترتیب با ۴۱/۱۹ و ۲۲/۰۶ درصد دارای بیش‌ترین فراوانی بودند و خانواده‌هایی مانند Chironomidae، Tubificidae، Simuliidae و Naididae در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. درصد فراوانی دیگر بنتوزها ۲ درصد بود (شکل ۲).



شکل ۲- درصد فراوانی جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج، ۱۴۰۱.

Figure 2. Percentage abundance of Benthic macroinvertebrates in the Azad River, 2022.

فراوانی خانواده Baetidae در ایستگاه‌های ۱ و ۲ و مقایسه با ایستگاه ۳ یا پایین‌دست (بیش‌ترین فراوانی) فقط در فصل پاییز معنی‌دار بود در حالی‌که، اختلاف معنی‌دار در هر سه ایستگاه بین فصل بهار (کم‌ترین فراوانی) با دیگر فصول مشاهده شد. فراوانی Gammaridae نیز بین ایستگاه‌های مختلف در فصول تابستان و پائیز معنی‌دار بود که کم‌ترین آن در ایستگاه ۲ به‌دست آمد. تفاوت معنی‌دار بین فصول مختلف نیز فقط برای ایستگاه‌های ۱ و ۳ مشاهده شد که بیش‌ترین فراوانی آن در فصل تابستان به‌دست آمد. فراوانی Chironomidae در ایستگاه و فصول مختلف تفاوت معنی‌دار نداشت و فقط ایستگاه ۳ در فصول مختلف تفاوت معنی‌دار داشت و بیش‌ترین آن در فصل بهار بود. برای Tubificidae نیز تفاوت بین ایستگاهی در فصل تابستان و بهار معنی‌دار به‌طوری‌که، ایستگاه ۲ دارای بیش‌ترین فراوانی بود اما این تفاوت بین فصول مختلف فقط در ایستگاه ۱ مشاهده شد که میزان آن در فصل تابستان بیش‌تر بود (جدول ۲).

در خصوص فراوانی Simuliide طی فصول و در ایستگاه‌های ۲ و ۳ افزایش پیدا کرد که این افزایش در فصول بهار و پاییز نسبت به ایستگاه ۱ معنی‌دار گزارش شد. بررسی فراوانی خانواده Naididae نیز نشان داد که بیش‌ترین میزان آن در کل دوره در ایستگاه ۲ و فصل تابستان به‌دست آمد. برای دیگر خانواده‌ها مانند Dugesiidae، Lumbriculidae و Psychodidae تفاوت نسبتاً کم‌تری بین ایستگاه و فصول مختلف وجود داشت. برای Dugesiidae ایستگاه ۱ در فصل بهار با فراوانی صفر و ایستگاه‌های ۲ و ۳ در فصل تابستان دارای کم‌ترین فراوانی بودند. Lumbriculidae نیز در تمام فصول در ایستگاه ۱ دارای کم‌ترین و در ایستگاه ۳ (به‌جز فصل بهار) دارای بیش‌ترین میزان بود، اگرچه در بیش‌تر موارد این اختلافات معنی‌دار نبود. هم‌چنین Psychodidae در ایستگاه ۱ مشاهده نشد اما در سایر ایستگاه‌ها همراه با تغییرات نامنظم حضور داشت (جدول ۲).

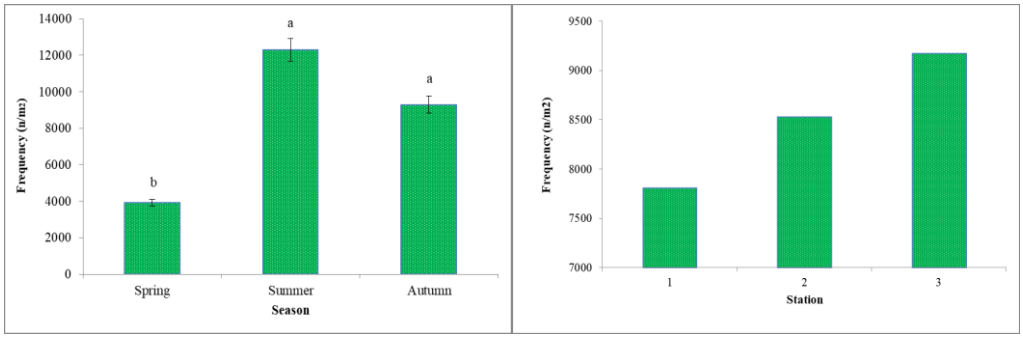
جدول ۲- لگاریتم فراوانی (مترمربع) گروه‌های غالب جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج، ۱۴۰۱.

Table 2. Logarithm of the abundance of dominant groups of benthic macroinvertebrates in the Azad River, 2022.

خانواده Family	ایستگاه (Station)	فصل (Season)		
		بهار (Spring)	تابستان (Summer)	پائیز (Autumn)
Baetidae	1	2.62 ± 0.13^{B}	3.75 ± 0.33^{A}	3.66 ± 0.1^{Aab}
	2	2.55 ± 0.18^{BC}	3.72 ± 0.1^{A}	3.32 ± 0.28^{Ab}
	3	2.74 ± 0.05^{B}	3.57 ± 0.14^{A}	3.8 ± 0.18^{Aa}
Gammaridae	1	2.77 ± 0.18^{B}	3.78 ± 0.16^{Aa}	2.71 ± 0.56^{Bab}
	2	2.11 ± 1.13	2.69 ± 0.61^{b}	2.29 ± 0.41^{b}
	3	2.83 ± 0.25^{B}	3.55 ± 0.14^{Aa}	3.43 ± 0.18^{Aa}
Chironomidae	1	3.05 ± 0.15	2.63 ± 0.12	2.62 ± 0.37
	2	3.26 ± 0.24	3.05 ± 0.62	3.03 ± 0.3
	3	3.4 ± 0.09^{A}	2.83 ± 0.17^{B}	3.29 ± 0.34^{B}
Tubificidae	1	0.9 ± 0.79^{AB}	1.89 ± 0.13^{Ab}	0.44 ± 0.7^{Bb}
	2	2.55 ± 0.84	3.26 ± 0.59^{a}	3.1 ± 0.51^{a}
	3	1.11 ± 0.97	0.79 ± 0.7^{c}	1.53 ± 1.35^{ab}
Simuliidae	1	1.31 ± 0.62^{b}	1.3 ± 1.29	2.11 ± 0.39^{b}
	2	2.66 ± 0.03^{ABa}	2.34 ± 0.2^{B}	2.96 ± 0.31^{Aa}
	3	2.4 ± 0.24^{Ba}	2.77 ± 0.04^{AB}	3 ± 0.36^{Aa}
Naididae	1	0.9 ± 0.3^{ABb}	1.88 ± 0.33^{Aab}	0.44 ± 0.77^{B}
	2	2.45 ± 0.82^{Aba}	3.16 ± 0.37^{Aa}	1.22 ± 1.08^{B}
	3	1.02 ± 0.92^{ab}	0.62 ± 1.08^{b}	2.03 ± 0.82
Dugesiidae	1	0^{Bb}	2.46 ± 0.31^{Aa}	2.02 ± 0.51^{A}
	2	0^{b}	0.58 ± 1^{b}	1.37 ± 0.57
	3	1.51 ± 0.28^{a}	0.62 ± 1^{b}	2 ± 0.1
Lumbriculidae	1	0.76 ± 0.66	1.36 ± 1.22	0^{b}
	2	1.72 ± 0.71	1.46 ± 1.27	0.5 ± 0.87^{b}
	3	1.6 ± 0.2	1.99 ± 0.04	1.65 ± 0.28^{a}
Psychodidae	1	0^{c}	0	0
	2	1.53 ± 0.27^{a}	0.34 ± 0.6	0.66 ± 1.15
	3	0.76 ± 0.27^{ABb}	0.34 ± 0.6^{B}	1.3 ± 0.24^{A}

توجه: حروف کوچک غیرمشابه در هر ستون و حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است

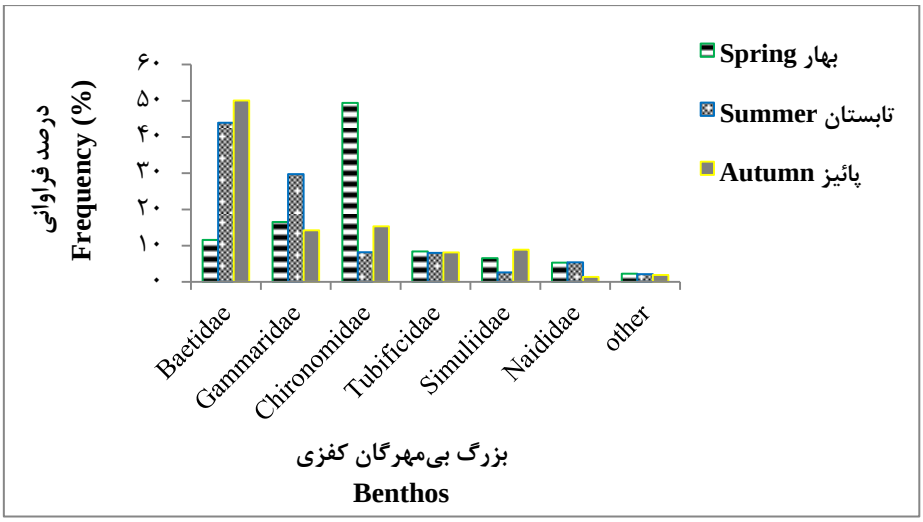
در تعیین فراوانی کل جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد طی دوره و ایستگاه‌های مختلف نشان داده شد که تفاوت فقط بین فصول مختلف معنی‌دار بود به‌طوری‌که، بیش‌ترین آن در فصل تابستان و پاییز به‌دست آمد. تغییرات ایستگاهی اگرچه معنی‌دار نبود اما روند آن از ایستگاه ۱ با فراوانی ۷۸۰۶/۲۲ در مترمربع به سمت ایستگاه ۳ (۹۱۷۶/۵۵ در مترمربع) افزایشی بود (شکل ۳).



شکل ۳- فراوانی کل جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد طی دوره و ایستگاه‌های مختلف، ۱۴۰۱.

Figure 3. The abundance of benthic macroinvertebrate in the Azad River during different periods and stations, 2022.

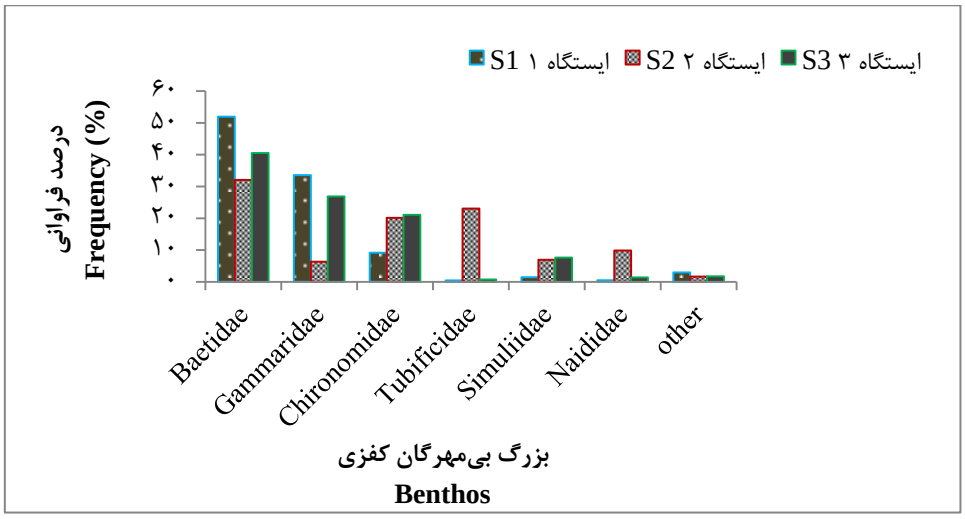
در تعیین درصد فراوانی جمعیت غالب بزرگ بی‌مهرگان کفزی بین فصول مختلف نشان داده شد که هر کدام در فصل خاصی دارای بیش‌ترین مقدار بودند. Baetidae در فصل پاییز، Gammaridae در فصل تابستان و Chironomidae نیز در فصل بهار بیش‌ترین درصد فراوانی را داشتند. تغییرات در سایر خانواده‌ها کم‌تر بود (شکل ٤).



شکل ٤- درصد فراوانی خانواده‌های غالب بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد طی فصول مختلف، ۱۴۰۱.

Figure 4. Percentage abundance of dominant taxa of benthic macroinvertebrates of the Azad River during different seasons, 2022.

اما بررسی تغییرات بین ایستگاهی برای جمعیت‌های غالب نشان داد که خانواده‌هایی مانند Baetidae و Gammaridae به عنوان غالب‌ترین گروه‌ها، در ایستگاه ۱ دارای بیش‌ترین درصد فراوانی اما در ایستگاه ۲ دارای کم‌ترین بودند. در حالی‌که خانواده‌های Chironomidae و Simuliidae در ایستگاه‌های ۲ و ۳ و خانواده‌های Tubificidae و Naididae در ایستگاه ۲ دارای بیش‌ترین درصد فراوانی بودند (شکل ۵).



شکل ۵- درصد فراوانی خانواده‌های غالب بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد در ایستگاه‌های مختلف، ۱۴۰۱.

Figure 5. Percentage abundance of dominant taxa of benthic macroinvertebrates of the Azad River at different stations, 2022.

اکولوژیست‌ها معتقدند که حضور موجودات زنده در یک اکوسیستم تصادفی نبوده و مجموعه شرایط محیط‌زیستی، موجب افزایش فراوانی بعضی گونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی و حذف بعضی گونه‌های دیگر می‌شود (۳). همانند مطالعه فتحی و همکاران (۱۴۰۲) با مطالعه بنتوزهای حوضه سد آزاد سنندج تحت‌تأثیر احداث سد، در مطالعه حاضر نیز لارو حشرات آبزی، موجودات غالب جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد را تشکیل دادند. پژوهش‌گران زیادی در مطالعات خود به غالبیت حشرات آبزی در ترکیب کفزیان نهرها و رودخانه‌ها اشاره نموده‌اند (۱، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۳۴) که نتایج این پژوهش‌ها با مطالعه صبا و همکاران (۱۳۹۱) در شناسایی ماکروبنتوزهای رودخانه دز و غالبیت جمعیت راسته کرم‌های کم‌تار متناقض بود (۳۶).

راسته‌های Diptera و Oligochaeta دو راسته سازش یافته در آب‌های با بار آلودگی متوسط تا زیاد هستند (۲). در بسیاری از پژوهش‌ها عواملی مانند تغییرات دبی آب رودخانه، ورود پساب کارخانه‌ها، فاضلاب‌های شهری، کشاورزی، استخرهای پرورشی به ایستگاه‌های آلوده را مهم‌ترین عامل در افزایش آلودگی آلی و گروه‌های مقاوم به آلودگی (Tubificidae، Naididae، Chironomidae، Simuliidae و Lumbriculida، Lumbricidae، Glossiphonidae، Platycnemidae) دانسته‌اند (۱، ۲۲، ۲۳، ۲۸، ۳۷، ۳۸، ۴۱). در بررسی حاضر بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی مقاوم به آلودگی مانند Tubificidae و Naididae از رده کم‌تاران) در ایستگاه ۲ بعد از پساب پرورش ماهی نسبت به ایستگاه‌های ۱ و ۲ (در بیش‌تر فصول معنی‌دار بود) و حتی Tubificidae نسبت به دیگر خانواده‌ها (به‌جز Baetiade) بیش‌ترین درصد فراوانی (۲۳/۰۶ درصد) را تشکیل داد. بنابراین می‌توان گروه‌های فوق را به‌عنوان شاخص زیستی و مقاوم به آلودگی معرفی نمود. از طرفی فراوانی خانواده‌هایی مانند Chironomidae و Simuliidae در ایستگاه‌های ۲ و ۳ افزایش یافت که این افزایش برای Simuliidae در فصول بهار و پاییز معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد که جنس و گونه‌های مختلفی از شیرونومیده‌ها در مطالعه حاضر وجود داشت که ممکن است بعضی از این

گونه‌ها بیش‌تر در منابع آبی تمیز یا با آلودگی جزئی دارای فراوانی زیادی باشند. از طرفی در تعیین حساسیت، بیش‌تر گروه‌های شیرونومیده و حتی خانواده سیمولیده به عنوان گروه‌های با حساسیت متوسط به آلودگی آلی طبقه‌بندی شده‌اند اگرچه یکی از عوامل تعیین‌کننده در افزایش فراوانی خانواده شیرونومیده و سیمولیده در ایستگاه ۲ می‌تواند ناشی از پوشش گیاهی زیاد به‌خصوص در ایستگاه ۲ باشد.

منابع مختلف آلودگی از عوامل مؤثر در تغییر ساختار و ترکیب جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی است و نتیجه آن می‌تواند منجر به افزایش گروه‌های مقاوم و کاهش گروه‌های حساس گردد. مطالعه انجام شده در حوضه رودخانه آزاد به لحاظ افزایش گروه‌های مقاوم به آلودگی با نتایج مطالعات (۱۹، ۲۰، ۲۳) مطابقت داشت. هم‌چنین مطالعه مک‌نیلی و نیمانیس (۱۹۹۷)، جولیو و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که فراوانی راسته‌های (EPT[1]) و Planaria در پایین‌دست مزارع پرورش ماهی کاهش در حالی که فراوانی Chironomidae، Simulidae و Tubificidae افزایش یافته بود. در مطالعه حاضر نیز خانواده Lumbriculidae از رده کم‌تاران در ایستگاه ۱ دارای فراوانی کم‌تری نسبت به ایستگاه ۲ و ۳ بود که به‌نظر می‌رسد عوامل محیطی دیگری مانند جنس بستر، میزان پوشش گیاهی، سرعت جریان آب و غیره همراه با اثرات ناشی از پساب پرورشی منجر به افزایش فراوانی آن شده بود. عباسپور و همکاران نیز در ارزیابی زیستی رودخانه چشمه کیله تنکابن (استان مازندران) با استفاده از شاخص‌های زیستی، فراوانی بالای خانواده‌های Naididae، Simulidae، Baetidae، Tubificidae، Hydropsychidae و Chironomidae در ایستگاه ۱ را ناشی از پس‌مانده‌های غذایی و مواد دفعی ماهی حاصل از وجود مزارع پرورش ماهی دانستند که باعث افزایش این خانواده‌ها با رفتار تغذیه‌ای جمع‌کننده‌ای و فیلترفیدری شده بود. در پائین دست‌تر و با کاهش این مواد آلی معلق، جمعیت بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی نیز دستخوش تغییراتی شدند (۳۸)، که نتایجی مشابه با بررسی اثرات پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا روی کیفیت آب رودخانه دو هزار تنکابن براساس مطالعات فون کفزیان رودخانه داشت (۳۰).

در این مطالعه خانواده Baetidae از راسته افمروپترا با فراوانی ٤١ درصد در همه فصول (به‌جز بهار) و در تمام ایستگاه‌ها به عنوان جمعیت غالب گزارش گردید. بعضی از پژوهش‌گران در مطالعات خود به غالبیت جمعیت خانواده Baetidae و افزایش فراوانی آن در ایستگاه‌های حتی با آلودگی آلی بالا اشاره نموده‌اند (۱، ۲۲، ۲۳، ٤١). اما در مطالعه حاضر تغییرات فراوانی خانواده Baetidae تاحدودی متناقض با نتایج بعضی مطالعات در پاسخ مثبت آن به افزایش آلودگی آلی در ایستگاه ۲، کاهش یافت اگرچه این کاهش فقط در فصل پاییز نسبت به ایستگاه ۳ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مطالعه کریمیان و همکاران (۱۳۸۸) در رودخانه قشلاق نشان داد که خانواده Baetidae در آلوده‌ترین ایستگاه و در لابلای گیاهان آبزی از فراوانی بسیار بالاتری نسبت به دو ایستگاه دیگر برخوردار بود که این را به تحمل مقدار کم اکسیژن محلول این خانواده در بین دیگر خانواده‌های این راسته و هم‌چنین پوشش گیاهی بالا در ایستگاه ۳ نسبت داده‌اند که چنین نتایجی توسط جاگ و آمبول (١٩٦٤) نیز در ارتباط با مقاومت این خانواده به کمبود اکسیژن به‌دست آمد (کریمیان و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج مطالعه لوچ و همکاران (۱۹۹۹) در رودخانه کارولینای آمریکای شمالی نشان داد که خانواده مختلف گروه‌های حساس به آلودگی از حساسیت متفاوتی در برابر آلودگی آلی برخوردار

1- Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera

بودند، مثلاً در بین راسته Ephemeroptera جنس‌های *Epeorus* و *Rhitrogena* نسبت به جنس‌های *Baetis* و در بین راسته Trichoptera جنس *Glossoma* نسبت به دیگر جنس‌های این راسته دارای حساسیت بیش‌تری بودند. در مطالعه اثر پساپ مزرعه پرورش ماهی ریبوتک در رودخانه ترسنجیکای[1] صربستان، افزایش فراوانی خانواده Baetidae در پایین‌دست مزرعه پرورش ماهی را گزارش شد (۴۱) اما در مطالعه حاضر باتوجه به عدم تفاوت قابل‌ملاحظه در خصوص فراوانی این گروه غالب در ایستگاه‌های مختلف، روند منظمی در تغییرات آن مشاهده نشد. شریفی‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) غالب بودن جنس *Baetis* نسبت به دیگر گروه‌های Ephemeroptera را به‌دلیل تغذیه از جلبک‌ها و فلور میکروبی و دامنه وسیع غذایی آن گزارش نمود (۸). به‌نظر می‌رسد که تحت‌تأثیر شرایط محیطی خاص در مناطق مختلف، عکس‌العمل موجودات مختلف نیز نسبت به تغییرات محیطی و میزان آلودگی متفاوت باشد.

جمعیت‌های راسته Plecoptera در آب‌های تمیز و پر اکسیژن زندگی می‌کنند و در مقابل هر گونه آلودگی به شدت حساس هستند (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). یکی از مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده در این بررسی عدم حضور راسته بهاره‌ها (Plecoptera) بود. مطالعات زیادی به فراوانی بسیار پایین و یا عدم حضور جمعیت‌های راسته Plecoptera در نتایج خود اشاره کرده‌اند (۲۰، ۲۳، ۲۵، ۳۱). نادری و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود روی کفزیان رودخانه هراز، مهم‌ترین دلیل نابودی و حذف گونه‌های حساس EPT و به‌ویژه Plecoptera را افزایش BOD_5، NH_4^+، NO_2، NO_3^- و PO_4^{3-} بیان نمودند (۲۷). هم‌چنین نوان‌مقصودی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی توان تولید براساس تنوع و فراوانی کفزیان رودخانه شمرود سیاهکل به حذف جنس‌های *Perla sp.* و *Leutera sp.* از راسته Plecoptera و جایگزین شدن توسط گروه‌های سازگارتر به تغییرات محیطی اشاره کردند. در برآورد تعیین کیفیت آب رودخانه‌های آستارا براساس شاخص زیستی هیلسنهوف، نشان داده شد که رودخانه‌ها در درجه کیفی نسبتاً خوب و نسبتاً ضعیف قرار داشتند و هیچ خانواده‌ای از راسته Plecoptera حضور نداشت (۲۵). هم‌چنین کریمیان (۱۳۸۹)، عدم وجود راسته Plecoptera در شاخه فرعی نهر زرین‌گل استان گلستان را ناشی از گل‌آلودگی بالا و میزان نسبتاً پائین اکسیژن محلول در این ایستگاه گزارش نمود (۲۴). در این بررسی نیز می‌توان عدم حضور جمعیت‌های راسته Plecoptera به عنوان بزرگ بی‌مهرگان کفزی حساس به آلودگی آلی با درجه تحمل پایین (۳>) را به وجود برخی استرس‌های محیطی موجود در منطقه مورد مطالعه و یا شرایط نمونه‌برداری و طول دوره کوتاه مطالعه حاضر نسبت داد. اگر چه به‌نظر می‌رسد عوامل دیگری از جمله آلودگی آلی ناشی از فعالیت‌های انسانی، نوع بستر، ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی، هیدرولوژیک، لیمنولوژیک رودخانه و تغذیه ماهیان از بزرگ بی‌مهرگان کفزی در پراکنش و میزان حضور آن‌ها نقش داشته باشد (۱۶). طی مطالعه کریمیان (۱۴۰۲) باوجود ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی مناسب آب رودخانه آزاد اما با توجه به عدم حضور راسته Plecoptera و تنوع گونه‌ای بسیار کم راسته‌های حساس مانند Ephemeroptera (یکروزه‌ها) و Trichoptera (بال‌موداران) می‌توان اذعان نمود که برخی استرس‌های مزمن محیطی در منطقه وجود داشته باشد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد مزیت کاربرد شاخص‌های زیستی در ادغام تمامی عوامل محیطی نهفته است به‌طوری‌که، اثرات تجمعی عوامل

1- Trešnjica

محیطی را بدون علم دقیق به علت و معلول‌ها نشان می‌دهند.

از دیگر نتایج مورد توجه در پژوهش حاضر، حضور و عدم حضور بعضی از جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی درایستگاه‌های مورد مطالعه بود به‌طوری‌که، خانواده Psychodidae از راسته Diptera با حداکثر میزان (۱۰) تحمل به آلودگی در ایستگاه ۱ مشاهده نشد اما در ایستگاه‌های پایین‌دست به‌خصوص در ایستگاه ۲ با فراوانی نسبتاً زیادی حضور داشت. هم‌چنین خانواده Rhyacophilidae از راسته حساس Trichoptera که به تریکوپترای سبز نیز معروف است با حداقل میزان تحمل (۰) و بیش‌ترین حساسیت با فراوانی نسبتاً زیادی در ایستگاه ۱ وجود داشت در حالی‌که در ایستگاه ۲ مشاهده نشد و فراوانی آن در ایستگاه ۳ نیز کاهش پیدا کرد. به‌نظر می‌رسد این گروه از بنتوزها می‌توانند به عنوان به‌ترتیب موجودات مقاوم و حساس به آلودگی مورد توجه قرار گیرند. در اکوسیستم‌های آبی گاهی میزان آلودگی آلی به‌قدری است که فقط در یک محدوده مکانی مشخص باعث تغییر می‌شود اما حتی این تغییرات کم، با ایجاد تغییر در ساختار جمعیتی بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی به‌خوبی نمایان می‌گردد، پدیده‌ای که مانند پژوهش حاضر در بعضی مطالعات به وضوح نشان داده شده است (۲۰، ۲۸، ۳۳، ۳۸، ۳۹). اما اگر عوامل مخرب محیط رودخانه بیش‌تر باشد، جوامع فوق عکس‌العمل‌های شدیدتری از خود بروز داده و در نتیجه تفاوت‌های منطقه‌ای با سایر مطالعات بارزتر می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

طی مطالعه جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه آزاد سنندج دو خانواده Baetidae و Gammaridae به‌عنوان جوامع غالب هر کدام در فصل خاصی غالبیت داشتند. به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ردپای اثرات پساب مزرعه پرورش ماهی روی جوامع بزرگ‌بی‌مهرگان کفزی نسبتاً مشخص بود چراکه، فراوانی آن در فصل تابستان به‌طور معنی‌دار و در ایستگاه‌های پایین‌دست (به‌خصوص گروه‌های مقاوم) هم‌زمان با بیش‌ترین اثرات آبزی‌پروری افزایش یافت.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری و رهنمون‌های همیشگی مدیریت و کارشناسان محترم شیلات استان کردستان، از آقای مهندس نظیر واحدی ناظر پروژه بابت همراهی در انجام تمام امورات اجرایی تحقیق، پرسنل محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، از کارکنان مهربان مزرعه پرورشی زرین ماهی و تمامی همکاران و دانشجویان عزیز که در پیشبرد اهداف پژوهش حاضر نقش مؤثر داشتند، خاضعانه تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

1.Abbaspour, R., Alizadeh Sabet, H. R., Hedayatifard, M., & Karimi, J. (2011). Biological assessment of the Cheshmeh-Kileh River in Tonekabon using biological indicators, population structure and biomass of benthic macroinvertebrates. *Journal of Aquatic Life and Fisheries*, 2(8), 63-75.

2.Ahmadi, M. R., & Nafisi Bahabadi, M. (2001). Identification of Invertebrate Indicator Organisms of Running Waters. Khaybar Press, Tehran. 240 p.

3.Barbone, E., Rosati, I., Reizopoulou, S., & Basset, A. (2012). Linking classification boundaries to sources of natural variability in transitional

waters: A case study of benthic macroinvertebrates. Ecological Indicators. 12, 105-122.

4. Barbour M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). Rapid Bioassessment protocols for use in Streams and Wadeable Rivers. Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. Second Edition. U.S. Environmental Protection Agency Office of Washington D.C. 337 p.
5. Borja, A., Bricker, S. B., Dauer, D. M., Demetriades, N. T., Ferreira, J. G., Forbes, A. T., Hutchings, P., Jia, X., Kenchington, R., Marques, J. C., & Zhu, C. (2008). Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1519-1537.
6. Conti, M. E. (2008). Biological Monitoring: Theory and Applications- Bioindicators and Biomarkers for Environmental Quality and Human Exposure Assessment. WIT Press, Boston, 228 p.
7. Cottingham, K. C., & Carpenter, S. R. (1998). Population, community, and ecosystem variates as ecological indicators: Phytoplankton responses to whole-lake enrichment. *Ecological Applications*, 8, 508-530.
8. Cummins, K. W., & Merritt, R. W. (1996). Ecology and distribution of aquatic insects, 78-86. In: An Introduction to the Aquatic Insects of North America) 3rd Ed (Merritt R. W., Cummins K.W.) Eds (Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
9. Demars, B. O., Kemp, J. L., Friberg, N., Usseglio-Polatera, P., & Harper, D. M. (2012). Linking biotopes to invertebrates in rivers: biological traits: taxonomic composition and diversity. *Ecol Indic*, 23, 301-311.
10. FAO. (2016). The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Contributing to food security and nutrition for all. 200 p.
11. FAO. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. 232 p. **https://doi.org/10.4060/cd0683en.**
12. Government of Canada. (2008). Biobasics: Bioindicators. **http://www.biobasics.gc.ca/english/View.asp?x=740.Last modified 2008-07-08.**
13. Gray, J. S. (2000). The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 23-49.
14. Grigorakis, K., & Rigos, G. (2011). Aquaculture effect on environmental and public welfare- The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 899-919.
15. Hering, D., Johnson, R. K., Kramm, S., Schmutz, S., Szoszkiewicz, K., & Verdonschot, P. F. (2006). Assessment of European streams with diatoms macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress. *Freshwater Biology*, 51, 1757-1785.
16. Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Benthol Soc*, 7(1), 65-68.
17. Jaag, O., & Ambuhl, H. (1964). The effect of the current on the composition of biocoenoses in flowing water streams. *Water pollution Research*, 1, 13-49.
18. JØrgensen, S. E., Costanza, R., & Xu, F. L. (2005). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRS press. 439 p.
19. Julio, A., Camargo, D., & Gonzalo, C. (2007). Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. *Limnetica*, 26(2), 405-414.
20. Ghane, A., Ahmadi, M., Esmaili, A., & Mirzajani, A. (2006). Biological assessment of Chafroud River (Guilan Province) using macrobenthic population structure. *Journal of Agricultural*

Sciences and Technologies and Natural Resources, 10(1), 247-257.

21. Gharibkhani, M., & Tatina, M. (2008). Natural production capacity of the Lundville Astara River based on benthic communities. *Journal of Fisheries*, 2(4), 1-15.
22. Gilani, F., Norouzi, M., & Faghani, H. (2013). Evaluation of macrobenthic fauna of Tajan River within the area of Mazandaran Wood and Paper Factory, Sari. *Journal of Fisheries*, Islamic Azad University, 7(4), 44-37.
23. Karimian, E., Javanshir, A., & Ghorbani, R. (2009). Determination of biological indicators of water quality in Qeshlaq River, Sanandaj, Iran. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(2), 99-108.
24. Karimian, E. (2010). Study of the dynamics and population density parameters of *Neogobius spp.* and its relationship with environmental factors in Kabudval, Zarringol and Shirabad streams - Golestan province. Master's thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 213 p.
25. Kamali, M., & Esmaeili Sari, A. (2009). Biological assessment of Lasem River (Amol city-Mazandaran province) using the structure of benthic macroinvertebrate populations. *Journal of Biological Sciences, Lahijan Branch*, 3(1), 51-61.
26. Lenat, D. (1993). A biotic index for southeastern United States, Derivation and list of values with criteria for assessing water quality ratings. *JNABS*. 12, 179-290.
27. Mazandaran Fisheries Administration. (1995). Investigating the potential of rainbow trout farming in the Haraz River. 145 p.
28. Mirrasoli, A., Nezami, Sh. A., Khara, H., & Ghorbani, R. (2012). The effect of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm effluent on large benthic invertebrates of the Zarringol River. *Journal of Aquaculture Development*, 6(2), 81-92.
29. Moreno, P., & Callisto, M. (2006). Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 311-321.
30. Mousavi, M. S. (2010). Investigating the effects of trout farm effluent on the water quality of the Dohazar Tonekabon River based on studies of the river's benthic fauna, Master's thesis, Tehran University of Research Sciences.
31. Naderi Jellodar, M., Abdoli, A., Mirzakhani, M. K., & Sharifi Jellodar, R. (2011). The lare response of benthic macroinvertebrates in the Haraz River to the rearing of rainbow trout farms. *Fisheries Journal*, *Iranian Journal of Natural Resources*, 64(2), 176-163.
32. NCDEHNR. (1997). North Carolina Department of Environment Health, and Natural Resources. Standard operating procedure for biological monitoring. 13 p.
33. Puig, M. A., & Ortize, J. D. (2007). Point source effects on density, biomass and diversity of brnthic macroinvertebrate in a meditaranean stream. *Research Application*, 23, 155-170.
34. Pillay, T. V. R. (2007). Aquaculture and the environment. Former Programmed. Fishing News Books, Blackwell Publishing, Ltd. 189 p.
35. Quigley, M. (1986). Invertebrates of streams and rivers. Head of Studies in Environmental Biology. Nene College. Northampton, Edward Arnold. 83 p.
36. Saba, M. S., Nabavi, S. M. B., & Rajabzadeh, A. (2012). Study of the structure and diversity of macrobenthos in the Dez River within the Dez Wildlife Sanctuary in the autumn and winter seasons. ***J****ournal of Wetland Ecobiology*, *Islamic Azad University of Ahvaz*, 4(13), 9 p.
37. Sharifinia, M., Imanpour Namin, J., & Bozorgi Makrani, A. (2012). Ecological assessment of the Tajan River using major trophic groups of benthic invertebrates and biological indicators. *Journal of Applied Ecology*, 1, 80-96.

38. Tello, A., Corner, R. A., & Telfer, T. C. (2009). how do land-based salmonid farms affect stream ecology? A reviwe. *Environmental Pollution*, 158, 1147-1158.
39. Voelker, D. C., & Renn, D. E. (2000). Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Indiannapolis, Indiana. USGS Science for a Changing World. 55 p.
40. Washington, H. G. (2003). Diversity, biotic, similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18, 653-694.
41. Zivic, I., Markovic, Z., Filipovic-Rojka, Z., & Zivic, M. (2009). Influence of a trout farm on water quality and macrozoobenthos communities of the receiving stream (Tresnjica River, Serbia). *Int. Rev. Hydrobiol*, 94, 673-687.