مجله علمی شیلات ایران ۳۱(٦) ٥١-٦٧ (DOI): 10.22092/ISFJ.2023.128708

مقاله علمی – پژوهشی:

همبستگی بین فراوانی جوامع ماکروبنتوزی با عامل‌های زمانی و مکانی (مطالعه موردی: رودخانه قره‌سو، اردبیل)

مریم دلشاد[۱]، نصراله احمدی فرد*[۱]، بهروز آتشبار[۲]، مرتضی کمالی[۳]

*N.ahmadifard@urmia.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- گروه اکولوژی و مدیریت ذخایر آبی، پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۱

چکیده

آلودگی آب یک مشکل بزرگ جهانی است که بر گیاهان و موجودات زنده اثر می‌گذارند. عوامل تاثیرگذار بر آلودگی آب شامل آلایندهای صنعتی، کشاورزی و انسانی است. رودخانه قره‌سو از لحاظ آلودگی به دلیل مصارف آب رودخانه در بخش کشاورزی و آبزی‌پروری از اهمیت زیادی برخوردار است. در تحقیق حاضر، تاثیر مزارع پرروش ماهی و نوع بستر رودخانه بر فراوانی جوامع ماکروبنتوزی مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور چهار ایستگاه: ۱) ایستگاه بالادست و قبل از مزارع پرورش ماهی (به عنوان ایستگاه شاهد)، ۲) ایستگاه بین مزارع پرورش ماهی، ۳) ایستگاه آخر مزارع و ۴) ایستگاه پایین‌دست به فاصله ۴ کیلومتری از آخرین مزرعه پرورش ماهی تعیین گردید. نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها و بستر رودخانه در دو فصل زمستان و بهار انجام شده و فراوانی آنها در ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه‌برداری محاسبه شد. بیشترین فراوانی مربوط به خانواده‌های شیرونومیده (۱۴۵۶ تعداد در متر مربع) و سیمولیده (۲۷۳۷ تعداد در متر مربع) از راسته دوبالان[1] بود که به‌ترتیب در ایستگاه‌های پساب ۲ و ایستگاه پایین‌دست در فصل زمستان مشاهده شدند. همچنین جنس بستر رودخانه برای تعیین همبستگی با گونه ماکروبنتوز مشخص گردید. ماکروبنتوزهای شناسایی شده در گروه‌های تغذیه‌ای طبقه بندی شدند و ارتباط بین آنها با جنس بستر با استفاده از همبستگی پیرسون مشخص گردید. میزان ارتباط گونه‌های مختلف ماکربنتوز با ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه برداری با استفاده از نرم افزار Canoco و آنالیز آماری CCA یافت شد. مطالعه حاضر نشان داد که پساب مزارع پرروش ماهی بر فراوانی ماکروبنتوزهای رودخانه قره‌سو تاثیرگذار بوده است که علت آن می‌تواند به دلیل افزایش مواد مغذی آب رودخانه در اثر رهاسازی پساب و نیز کاهش دما و کاهش تجزیه مواد مغذی در فصل زمستان باشد. بنابراین، براساس یافته‌ها حضور گروه‌های تغذیه‌ای مختلف ماکروبنتوز متاثر از نوع بستر رودخانه و فصول مختلف سال است.

لغات کلیدی: فراوانی، پساب، کیفیت آب، ماکروبنتوز، رودخانه قره‌سو

*نویسنده مسئول

[1] Diptera

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

مقدمه

رودخانه ها در معرض آلودگی آب و تخریب زیستگاه‌ها قرار دارند که باعث کاهش تنوع گونه‌های آبزی می‌شود (Moss, 2007; Vörösmarty *et al*., 2010; Galib *et al*., 2018). همچنین با گذشت زمان و گسترش جوامع انسانی و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش یافته است (دلشاد و همکاران، ۱۳۹۷؛ فتحی و احمدی فرد، ۱۳۹۸) رودخانه‌ها برای دریافت عوامل استرس‌زا از جمله مواد آلی، مواد مغذی معدنی (Moss, 2007) و آفت‌کش‌ها یا محصولات صنعتی (Sabater *et al*., 2016) آسیب‌پذیرند (Keesing *et al*., 2010).

رودخانه قره‌سو یکی از این روخانه‌های مهم کشور است که حوزه آبخیز آن به وسعت ۱۴۱۶۱ کیلومترمربع و در محدوده E ′44 °47 تا E ′42 °48 و N۳۷ ′45 ° تا 38° 36′Nجغرافیایی از پیوند رودهای پرآب متعدد دیگر تشکیل می‌گردد (جوان و همکاران، ۱۳۹۰). رودخانه قره‌سو از رشته کوه تالش (باغرو) در شرق اردبیل سرچشمه می‌گیرد و در مسیرخود ضمن عبور از دشت اردبیل آبهای جاری این قسمت از جمله بالخلی‌چای را جمع‌آوری می‌نماید. این رودخانه سرانجام در محل اصلاندوز به رودخانه مرزی ارس تخلیه می‌شود. قره‌سو از جمله رودخانه‌های دائمی استان محسوب می‌گردد.

در کنار توسعه سایر صنایع امروزه صنعت آبزی‌پروری در حال گسترش است. پساب خروجی صنعت آبزی‌پروری یکی از عوامل آلاینده رودخانه‌ها محسوب می‌شوند. پساب خروجی مزرعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از مواد جامد معلق، مواد مغذی نیتروژن، غذای خورده نشده و مدفوع ماهی تشکیل شده است (فتحی و احمدی فرد، ۱۳۹۸؛Guilpart *et al*., 2012). اثرات مستقیم پساب یک مزرعه پرورش قزل‌آلا بر آب جاری در قسمت پایین‌دست رودخانه شامل افزایش کدورت آب و کاهش مقدار اکسیژن محلول آن است (Vaez Tehrani *et al*., 2004). گزارش شده است که مهم‌ترین نگرانی ورود پساب علاوه بر افزایش بیومس جلبکی و به دنبال آن کاهش اکسیژن در اثر تجزیه مواد آلی، توسعه بیومس جلبک‌های سمی سیانوباکتری‌هاست که منجر به مرگ و میر موجودات تغذیه‌کننده از آنها خواهد شد (Garnier *et al*., 2018).

بی‌مهرگان کفزی شاخص‌های خوبی برای نشان دادن تغییرات در زیستگاه‌های آبی به‌حساب می‌آیند (فتحی و احمدی فرد، ۱۳۹۸). این گروه از موجودات به تغییرات فیزیکی (عمق، سرعت، اندازه بستر، کیفیت آب) فوق‌العاده حساس هستند. به عبارت دیگر، آنها شاخص‌های ساختار و عملکرد یک اکوسیستم آبی هستند. بی‌مهرگان آبزی به دلیل داشتن خصوصیات خاص، بیش از سایر جانداران آبزی (ماهیان و جلبک‌ها) در ارزیابی بوم ناختی اکوسیستم‌های آبی مورد توجه قرار می‌گیرند (میررسولی و همکاران، ۱۳۹۰). مطالعاتی بر نقش پساب‌های مختلف بر تراکم و پراکنش ماکروبنتوزهای در منابع آبی و میزان سازش آنها با محیط زیست اشاره نموده است. Camargo و همکاران (۲۰۱۱) نشان داده‌اند که برای ارزیابی بیولوژیک، شاخص‌های مبتنی بر بی‌مهرگان کفزی مناسب است. تعیین تنوع، فراوانی و تغییرات فصلی ماکروبنتوزها نقش به‌سزایی در تعیین توان تولید طبیعی نهایی رودخانه تقسیم‌بندی رودخانه از نظر آلودگی و قضاوت نهایی بر این اکوسیستم خواهد داشت (مسگران کریمی و همکاران ۱۳۹۱). کمیت و کیفیت مواد آلی ناشی از فعالیت مزارع پرورش‌ماهی بر ساختار انرژی و جوامع بی‌مهرگان کفزی تأثیرگذار است. بدین‌ترتیب، سبب اختلالاتی در عملکرد اکوسیستم می‌شود. بنابراین، با استفاده از ترکیب گونه‌های تغذیه‌ای می‌توان به وضعیت کیفی اکوسیستم رودخانه پی‌برد. پساب آبزی‌پروری بر منابع آبی روخانه‌ها می‌تواند تاثیراتی داشته باشد که میزان این تاثیرات به عوامل مختلفی از جمله کمیت و کیفیت آب روخانه، میزان خروجی پساب کارگاه‌های پرورش‌ماهی و شرایط محیطی آن منطقه بستگی دارد. از شرایط محیطی، دمای آب تاثیر زیادی بر میزان خودپالایی پساب دارد که در اثر تغییرات فصول اتفاق می‌افتد. علاوه‌برآن، نوع بستر رودخانه بر خودپالایی پساب ورودی به رودخانه تاثیرگذار است. لذا، در مطالعه حاضر هدف بررسی عوامل مکانی (بستر رودخانه) و زمانی (ماه‌های مختلف نمونه برداری و فصول مختلف با دمای کم و دمای بالا) بر حضور ماکربنتوزها بود. به همین

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

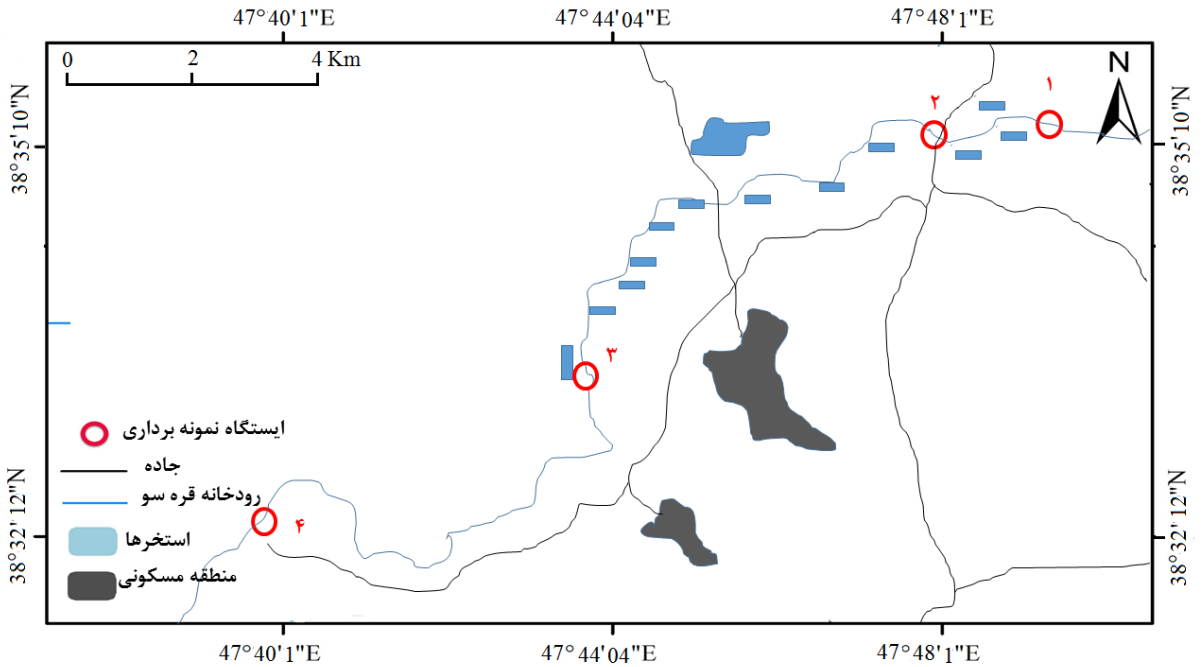
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

منظور، ارتباط حضور ماکروبنتوزها با نوع بستر رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در دو فصل متفاوت با شرایط دمایی مختلف حضور و فراوانی ماکروبنتوزها مطالعه شد. بدین‌ترتیب، تاثیر پساب کارگاه‌های تکثیر و پرورش‌ماهی در شرایط مختلف زمانی و مکانی از طریق شاخص‌های زیستی ماکروبنتوزها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه

رودخانه قره‌سو در محدوده 47° 44′ E تا 48° 42′ E و 37° 45′ N تا 38° 36′N جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱). این رود از رشته کوه تالش (باغرو) در شرق اردبیل سرچشمه می‌گیرد و در مسیرخود ضمن عبور از دشت اردبیل، آبهای جاری این قسمت از جمله بالخلی‌چای را جمع‌آوری می‌کند. این رودخانه سرانجام در محل اصلاندوز به رودخانه مرزی ارس تخلیه می‌شود (جوان و همکاران، ۱۳۹۰). موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه (رودخانه قره‌سو، بخش کنگرلو) روی رودخانه در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه قره‌سو استان اردبیل

Figrue 1: Location of sampling stations in Qarasu River, Ardabil Province

جدول۱: موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه قره سو اردبیل

Table 1: The Location of sampling stations in Qarasu River, Ardabil

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۴۷° و ۴۸ دقیقه و ۵۴ ثانیه	۳۸° و ۳۵ دقیقه و ۱۷ ثانیه
۲	۴۷° و ۴۷ دقیقه و ۴۵ ثانیه	۳۸° و ۳۵ دقیقه و ۶ ثانیه
۳	۴۷° و ۴۳ دقیقه و ۵۶ ثانیه	۳۸° و ۳۳ دقیقه و ۱۱ ثانیه
۴	۴۷° و ۴۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه	۳۸° و ۳۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

انتخاب ایستگاه و نمونه‌برداری

در طول رودخانه قره‌سو ۷ کارگاه تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا انتخاب شدند و تعداد چهار ایستگاه در طول رودخانه به‌ترتیب: ۱) ایستگاه بالادست و قبل از مزارع پرورش ماهی (به عنوان ایستگاه شاهد)، ۲) ایستگاه بین مزارع پرورش ماهی، ۳) ایستگاه آخر مزارع و ۴) ایستگاه پایین‌دست و به فاصله ۴ کیلومتری از آخرین مزرعه پرورش ماهی، تعیین گردید.

نحوه نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها

نمونه‌برداری بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه قره‌سو طی ۶ ماه در زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ به صورت هر ۴۵ روز یکبار از منطقه مورد نظر انجام گرفت. در هر ایستگاه نمونه‌گیری با استفاده از نمونه‌بردار سوربر با ابعاد ۳۰/۵ × ۳۰/۵ سانتی‌مترمربع برای نمونه‌برداری موجودات ماکروبنتوز رودخانه انجام گرفت. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی جمع‌آوری و با فرمالین ۴ درصد ثابت شده و و برای شناسایی توسط کلیدهای موجود (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰) به آزمایشگاه دانشگاه تربیت‌مدرس منتقل شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه شستشو داده شده و برای شناسایی به الک ۷۰ درصد منتقل شدند (میررسولی و همکاران، ۱۳۹۰).

روش نمونه‌برداری از بستر

طی نمونه‌برداری آب و موجودات بستر، نمونه‌برداری بستر نیز از ایستگاه‌های تعیین شده انجام شد. از هر ایستگاه نمونه‌برداری بستر با ۲ تکرار انجام شد. در هر ایستگاه هنگام نمونه‌برداری ماکروبنتوزها، سنگ‌های بستر پس از شستشو جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های بستر در ظروف آزمایشگاهی ریخته و خشک شد. سپس داخل الک‌های شماره ۴، ۵، ۷، ۱۲، ۱۴، ۱۸، ۷۰ و ۴۰۰ بر روی هم از بالا به پائین روی دستگاه لرزاننده الک (شیکر) به مدت ده دقیقه قرار داده شد. سپس الک‌ها را از روی لرزاننده الک جدا کرده و مقدار رسوبات باقیمانده داخل هر الک را توزین نموده و در نهایت درصد انواع رسوبات مشخص گردید. برای محاسبه درصد و اندازه رسوبات از روش طبقه‌بندی راسگن طبق جدول ۲ استفاده شد (Rezaei moghadam *et al*., 2018).

جدول ۲: نامگذاری های عرفی طبقات اندازه ذرات

Table 2: Conventional nomenclature of particle size classes

حدود دانه‌بندی	ماسه ریز	ماسه متوسط	ماسه درشت	شن ریز	شن درشت	سنگ
اندازه ذرات (میلی‌متر)	۰/۰-۲/۵	۰/۱-۵	۱-۲	۲-۴	۴-۶	۲۰-۳۰

طبقه‌بندی گروه‌های تغذیه‌ای

بی‌مهرگان کفزی علاوه بر حرکت و تنفس باید در محیط زیر آب خود در جهت زنده ماندن مواد غذایی مناسب را به‌دست بیاورند. این موجودات به عنوان مصرف‌کنندگان حدواسط سطوح تغذیه‌ای نقش اساسی در بوم‌سازگان‌های آبی ایفاء نموده و از منابع غذایی مختلف استفاده می‌کنند که بر این اساس می‌توان آنها را در گروه‌های مختلف تغذیه‌ای قرار داد. هر گروه دارای سازگاری‌های ویژه برای به دست آوردن و خوردن غذاست. این مسئله که بزرگ بی‌مهرگان چه می‌خورند، ممکن است نقش آنان را در شبکه غذایی تعیین کند (Shokri *et al*., 2015). در این مطالعه نیز نمونه‌های به‌دست آمده پس از شناسایی و طبقه‌بندی براساس جدول ۳ به گروه‌های مختلف تغذیه‌ای تقسیم‌بندی شدند (Efe uwadiae, 2010).

روش تجزیه تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمالیته استفاده شد. از آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس برای مقایسه گروه‌های مختلف استفاده شد. حداقل سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

جدول ۳: طبقه‌بندی گروه‌های تغذیه‌ای از ماکروبنتوزها

Table 3: Classification of functional feeding groups of macrobenthos

شاخه	خانواده	گروه تغذیه‌ای
نرم‌تنان	Viviparidae	Scraper (خراشنده)
	Sphaeriidae	Collector/filterer (فیلترکننده)
	Planorbidae	Scraper
بندپایان	Coenagrionidae	Predator (شکارچی)
	Elmidae	Scraper/shredder (خرد کننده /خراشنده)
	Anthomyiidae	Predator (شکارچی)
	Limoniidae	Collector-gathering (جمع کننده)
	Simuliidae	Collector/filtering (جمع کننده فیلتر کننده)
	Tabanidae	Predator/ Collector-gathering (شکارچی/جمع کننده)
	Tipulidae	Collector-gathering (جمع کننده)
	Ecdionoridae	Scraper (شکارچی)
	Caenidae	Collector-gathering/Scraper (خراشنده/جمع کننده)
	Chironomidae	Collector/gatherer
	Hydropsychidae	Collector-filtering
	Dytiscidae	Predator
	Haliplidae	Shredder
	Hemiptera	Predator
	Baetidae	Collector – Gatherer
کرم‌های حلقوی	Lumbriculidae	Collector – Gatherer
	Haplotaxidae	Collector-gathering
	Lumbricidae	Collector-gathering
	Tubificidae	Collector – Gatherer.
	Glossiphonidae	Predator/parasite (شکارچی/انگل)
کرم‌های پهن	Planariidae	Omnivore (همه‌چیز خوار)

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شدند. بررسی همبستگی میان داده‌ها در فصول و ماههای مختلف با نسخه ۴/۵ نرم افزار Canoco با استفاده از آزمون CCA صورت گرفت (Ter Braak *et al.*, 1995). برای انجام آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده گردید.

نتایج

حضور ماکروبنتوزها در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری

در جدول ۴ نتایج حضور ماکروبنتوزها در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری ارائه شده است. براساس نتایج هر گروه از ماکروبنتوزها حداقل در یک ماه حضور داشتند، اگر چه بعضی از خانواده‌ها (Odanata، Gastropoda، Hemiptera، Lumbricidae، Tubificidae، Dytiscidae و Hiradinea) فقط در یک ماه دیده شدند و در سایر ماه‌ها حضور نداشتند.

فراوانی ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف

براساس جدول ۵ میزان فراوانی ماکروبنتوزها در دو فصل زمستان و بهار در ۴ ایستگاه نمونه‌برداری ارائه شده است. بیشترین فراوانی مربوط به خانواده‌های شیرونومیده (۱۴۵۶ تعداد در متر مربع) و سیمولیده (۲۷۳۷ تعداد در متر مربع) از راسته دوبالان (Diptera) بود که به‌ترتیب در زمستان ایستگاه‌های پساب ۲ و ایستگاه ۴ کیلومتری مشاهده شدند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

جدول ۴: حضور ماکروبنتوزها در رودخانه قره سو اردبیل در ماه‌های مختلف زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Table 4: The presence of macrobenthos in Qarasu River, Ardabil in different months in 2 seasons of January to May 2016

راسته	خانواده	جنس	دی	اسفند	اردیبهشت	خرداد
Coleoptera	Elmidae	*Narpus*	❋	❋	❋	-
	Dytiscidae	*Drenectes*	-	-	❋	-
	Haliplidae	*Haliptus*	-	-	❋	❋
Diptera	Anthomyiidae	*Limnophera*	❋	❋	❋	-
	Chironomidae	*Chironomus*	❋	❋	❋	❋
	Limoniidae	*Dicranata*	❋	❋	-	-
	Simuliidae	*Similium*	❋	❋	❋	❋
	Tabanidae	*Tabanus*	❋	❋	❋	-
	Tipulidae	*Tipulia*	❋	❋	❋	❋
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis*	❋	❋	❋	❋
		Cloeon	❋	❋	-	-
	Caenidae	*Caenis*	❋	❋	❋	❋
	Ecdionoridae	*Heptagenia*	❋	❋	❋	❋
Plathylminthe	planariidae	*Phagocata*	❋	❋	❋	❋
Tricoptera	Hydropsuchidae	*Hydropsyche*	❋	❋	❋	-
Prosobranchiata	Viviparidae	*Viviparus*	❋	❋	❋	❋
Pelecypoda	Sphaeriidae	*Sphaerium*	❋	❋	❋	-
Lumbriclida	Lumbriculidae	*Lumbricullus*	-	❋	❋	❋
	Haplotaxidae	-	❋	❋	❋	❋
	Lumbricidae	-	-	-	-	❋
	Tubificidae	Tubifex	-	-	-	❋
Odanata	Coenagrionidae	Coenagrion	-	-	❋	-
Gastropoda	Planorbidae	Planorbis	-	-	❋	-
Hemiptera	-	-	-	-	❋	-
Hiradinea	Glossiphonidae	-	-	-	-	❋

از راسته یک روزه‌ها (Ephemeroptera) ۳ خانواده Baetidiae، Caenidae و Ecdionoridae دیده شدند که جنس *Baetis* از خانواده Baetidiae فراوانی بالا و حضور مداوم در بین ایستگاه‌ها داشت، ولی جنس *Cloeon* از این خانواده در بعضی از ایستگاه‌ها در فصل خاصی دیده نشدند. گروه‌هایی همچون Pelecypoda، Lumbriclida، Odanata، Gastropoda، Hemiptera و Hiradinea تن‌ها در بعضی از ماه‌ها در بین ایستگاه به تعداد خیلی کم و حتی گاهی یک عدد دیده شدند. شایان ذکر است، از خانواده بهاره‌ها در بین ایستگاه‌ها نمونه‌ای یافت نشد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

جدول ۵: فراوانی ماکروبنتوزها (تعداد در متر مربع) در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در رودخانه قره سو اردبیل در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Table 5: Abundance of macrobenthos (number in square meter) in different sampling stations of Qarasu River, Ardabil in 2 seasons of January to May 2016

راسته	خانواده	جنس	ایستگاه سرچشمه		ایستگاه پساب ۱		ایستگاه پساب ۲		ایستگاه ۴ کیلومتری	
			بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان
Coleoptera	Elmidae	*Narpus*	۰	۸	۱	۱۱	۰	۱	۰	۰
	Dytiscidae	*Ddrenectes*	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	Haliplidae	*Haliptus*	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰
Diptera	Anthomyiidae	*Limnophera*	۰	۲	۱	۶	۰	۲	۰	۰
	Chironomidae	-	۶۱۵	۱۸۰	۳۱۵	۱۳۸	۴۸	۱۴۵۶	۷۱۲	۶۵۸
	Limoniidae	*Dicranata*	۰	۲۰	۰	۲	۰	۴	۰	۲
	Simuliidae	*Similium*	۳۶	۱۴۶	۳۹	۶۳۹	۱۸	۲۲۳۱	۱۳۸	۲۷۳۷
	Tabanidae	*Tabanus*	۰	۱۲	۵	۴	۰	۵	۰	۴
	Tipulidae	*Tipula*	۶	۳	۸	۸	۲	۸	۰	۶
Ephemeroptera	-	*Baetis*	۱۰۵	۲۴۹	۴۴	۳۳۲	۱۷	۷۲۰	۵۶	۳۵۲
	Baetidae	*Cloeon*	۰	۲۷	۰	۳۹	۰	۲۰۷	۰	۶۳۰
	Caenidae	*Caenis*	۱۰۲	۵۲	۲	۵۳	۱۲۴	۱۹۹	۱۲	۴۲۹
	Ecdionoridae	*Heptagenia*	۳۰	۲۶	۳۲	۰	۴۱	۱۶۷	۲۰۸	۲۳۴
Plathylminthe	Planariidae	*Phagocata*	۲۳	۳۴	۰	۱۳	۴	۵	۵	۶
Tricoptera	Hydropsuchidae	*Hydropsyche*	۳	۳۵۴	۰	۳۷۶	۰	۲۱۲	۰	۳۲۲
Prosobranchiata	Viviparidae	*Viviparus*	۰	۳۶	۷	۵	۱	۱	۱	۱
Pelecypoda	Sphaeriidae	*Sphaerium*	۱	۴	۰	۲	۰	۰	۰	۰
Lumbriclida	Lumbriculidae	*Lumbricullus*	۳	۲	۰	۱	۲	۰	۰	۰
	Haplotaxidae	-	۵	۶	۰	۱۰	۶	۰	۰	
	Lumbricidae	-	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
	Tubificidae	-	۳	۰	۰	۰	۵	۰	۱	۰
Odanata	Coenagrionidae	*Coenagrion*	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
Gastropoda	Planorbidae	*Planorbis*	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
Hemiptera			۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
Hiradinea	Glossiphonidae	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰

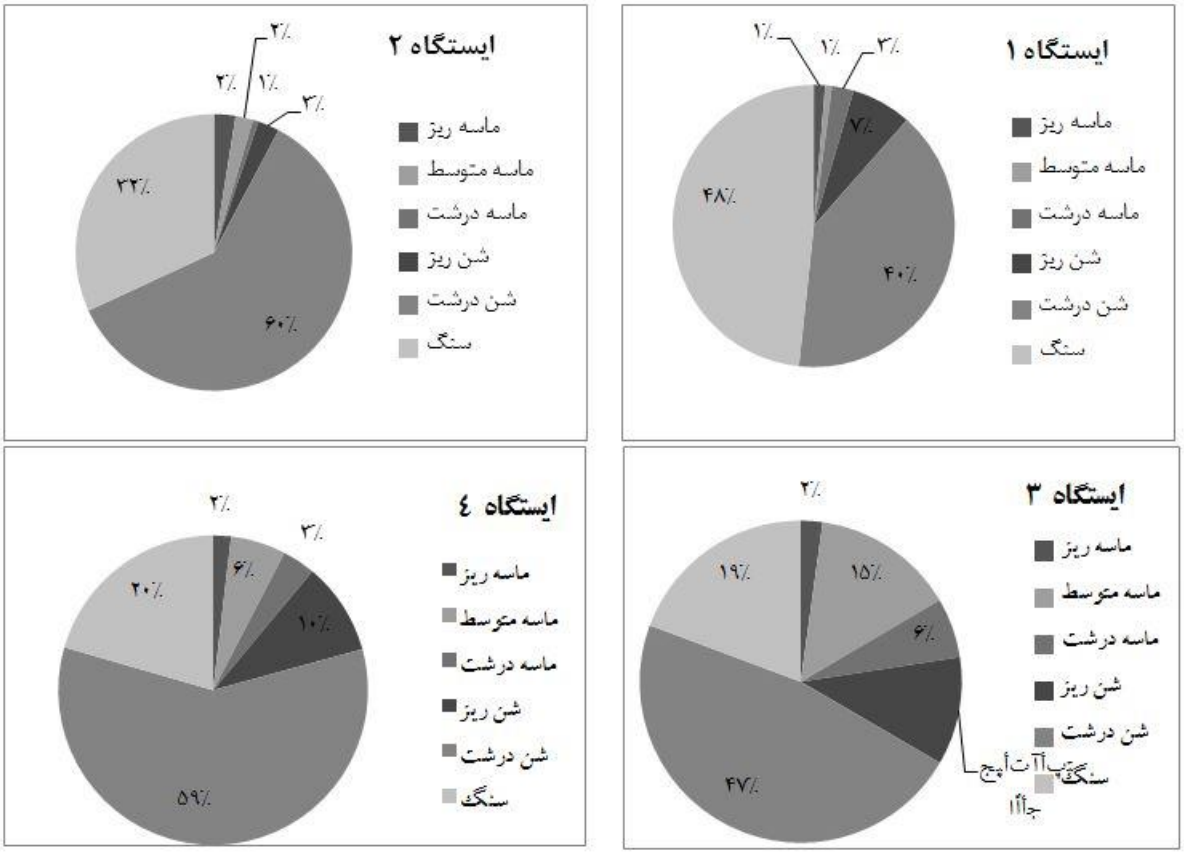
بررسی جنس بستر

برای بررسی ارتباط موجودات با بستر محیط‌زیست آنها نمونه‌های بستر نیز گرفته شده، توزین و درصد انواع رسوبات تعیین و طبقه‌بندی شدند. طبق داده‌های به‌دست آمده رسوبات در طبقات ماسه نرم، ماسه متوسط، ماسه درشت، شن نخودی و شن قرار دارند. براساس شکل ۲ در

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

ایستگاه اول بستر سنگی با مقدار ۴۸ درصد، بیشترین درصد جنس بستر را نشان داد. از سوی دیگر، در همین ایستگاه کمترین درصد مربوط به جنس بستر ماسه متوسط بود. از ایستگاه دوم الی چهارم از میزان درصد سنگ کمتر شد. در ایستگاه دوم بیشترین و کمترین درصد جنس بستر به‌ترتیب متعلق به شن درشت و ماسه درشت به‌دست آمد. کمترین درصد جنس بستر در ایستگاه سوم متعلق به ماسه ریز بود و همانند ایستگاه دوم شن درشت با مقدار ۴۷ درصد جنس غالب بستر بود. در ایستگاه چهارم نیز همانند ایستگاه سوم بیشترین و کمترین درصد جنس بستر مربوط به شن درشت با ۵۹ درصد و ماسه ریز با ۲ درصد بود.



شکل ۲: درصد وزنی و دانه‌بندی رسوبات بستر رودخانه قره‌سو اردبیل در ایستگاه های مختلف نمونه برداری در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Figure 2: Weight percentage and granularity of the sediments of Qarasu River bed in different sampling stations in 2 seasons of January to May 2016

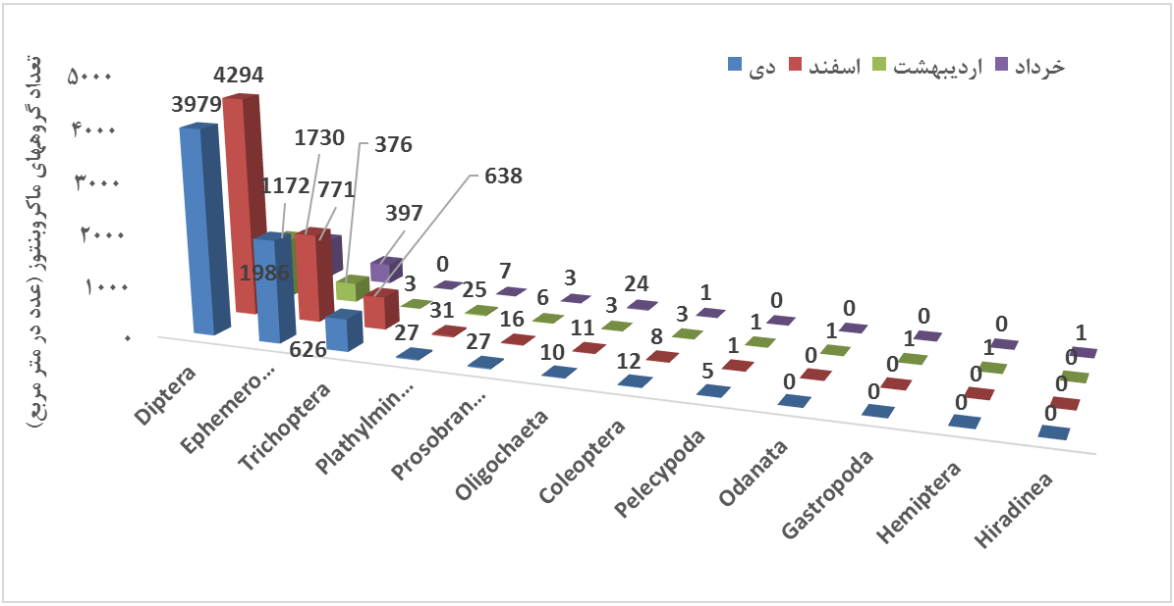
حضور و فراوانی راسته‌های ماکروبنتوز در ماه‌های مختلف

طبق شکل ۳ در ماه‌های مختلف حضور ماکروبنتوزها متفاوت بوده است. بدین‌ترتیب که در دی‌ماه مجموعاً ۶۶۷۲ تعداد از مجموع ماکروبنتوزها جمع‌آوری شده و فراوانی راسته‌ها از بیشترین تعداد به کمترین تعداد به‌ترتیب راسته‌های Diptera، Ephemeroptera، Tricoptera، Plathylminthe، Prosobranchiata، Coleoptera، Oligochaeta و Pelecypoda بوده است. در اسفندماه مجموعاً ۶۷۲۹ تعداد از مجموع ماکروبنتوزها جمع‌آوری شده که فراوانی راسته‌ها به‌ترتیب راسته Diptera، Ephemeroptera، Tricoptera،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

Oligochaeta، Prosobranchiata، Plathylminthe، Coleoptera و Pelecypoda بوده است. در اردیبهشت‌ماه مجموعاً ۱۵۹۲ تعداد از مجموع ماکروبنتوزها جمع‌آوری شد که فراوانی راسته‌ها از بیشترین فراوانی تا کمترین فراوانی به‌ترتیب راسته‌های Diptera، Ephemeroptera، Plathylminthe، Prosobranchiata، Tricoptera، Coleoptera، Gastropoda، Odanata، Pelecypoda،Oligochaeta و Hemiptera بودند. در خردادماه مجموعاً ۱۲۰۴ تعداد از مجموع ماکروبنتوزها جمع‌آوری شد که فراوانی راسته‌ها به‌ترتیب از بیشترین تا کمترین شامل راسته‌های Diptera، Ephemeroptera، Oligochaeta، Plathylminthe، Prosobranchiata، Hiradinea و Coleoptera بودند (شکل ۳).



شکل ۳: ماکروبنتوزهای طبقه‌بندی شده براساس راسته در رودخانه قره سو اردبیل در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

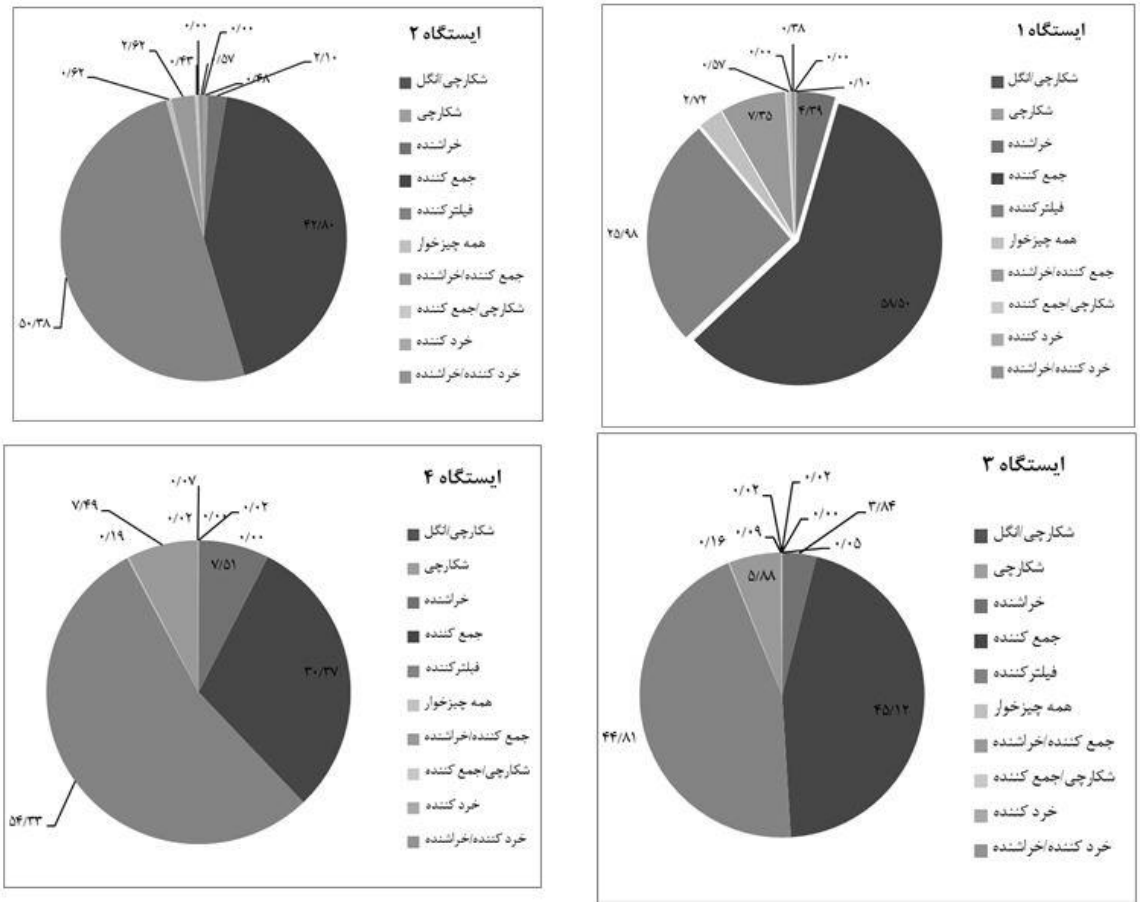
Figure 3: Macrobenthos classified of Qarasu River, Ardabil according to order in 2 seasons of January to May 2016

درصد فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای

نمونه‌های جمع‌آوری شده از بنتوزها طبق جدول ۳ در ۹ گروه تغذیه‌ای Collector-filtering،Predator، Predator/Collector-gathering، Collector-gathering، Scraper، Collector-gathering/Scraper، Omnivore، Predator/parasite و Shredder طبقه‌بندی شدند که نتایج آن به تفکیک ایستگاه‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل، در ایستگاه اول گروه جمع‌کننده با مقدار ۵۸/۵ درصد بیشترین و شکارچی با مقدار ۰/۰۹۶ درصد، کمترین فراوانی را به‌خود اختصاص داده‌اند. در ایستگاه دوم گروه شکارچی/جمع‌کننده با ۰/۴۷۷ درصد کمترین و گروه فیلترکننده با مقدار ۵۰/۳۸ درصد دارای بیشترین فراوانی بوده‌اند. در ایستگاه سوم گروه‌های خرد کننده و خردکننده/خراشنده با مقدار ۰/۰۱۸ درصد کمترین و گروه جمع‌کننده با مقدار ۴۵/۱۲ بیشترین درصد فراوانی را به‌خود اختصاص داده‌اند. در ایستگاه چهارم گروه‌های خردکننده و شکارچی/انگلی با مقدار ۰/۰۱۷ کمترین و گروه فیلترکننده با مقدار ۵۴/۳۳ دارای بیشترین درصد فراوانی بودند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]



شکل ۴: درصد فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای به تفکیک در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری در رودخانه قره سو اردبیل در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Figure 4: Frequency percentage of functional feeding groups separately in different sampling stations of Qarasu River, Ardabil in 2 seasons of January to May 2016

بررسی همبستگی بین ماکروبنتوزها و بستر زیست آنها

براساس جداول ۶ و ۷ ارتباط بین جنس ماکربنتوز ها و نوع بستر زیست آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جنس *Haliptus* با نوع بستر ماسه درشت، ماسه متوسط و شن ریز ارتباط بالا و مثبتی یافت شد. بالاترین ارتباط جنس *Haliptus* با نوع بستر ماسه متوسط دیده شد. جنس *Sphaerium* و *Tipula* ارتباط بالایی با جنس بستر سنگ نشان دادند. برعکس جنس *Chironomus* ارتباط بالایی با بستر با شن ریز نشان داد.

اثرات متقابل ماه‌ها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر توزیع ماکروبنتوزها

نتایج حاصله از آنالیز آماری CCA (محاسبه تحلیل همبستگی کانوئیک) نشان داد که وجود و تراکم گونه‌های موجود در ارتباط با ماه‌های مختلف سال در دو فصل زمستان و بهار هستند (شکل ۵). براساس نتایج حاصل از این آزمون تاثیر ویژه هر یک از مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب ۲۱/۲ و ۹/۸ درصد است. براساس این آنالیز مشخص شد که حضور جنس‌های *Drenecte*، *Coenagri*، *Hemipter* و *Planobi* وابسته به ماه اردیبهشت ماه بود.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

جدول ۶: همبستگی پیرسون بین گونه‌های ماکروبنتوز رودخانه قره سو اردبیل و بستر زیست آنها در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

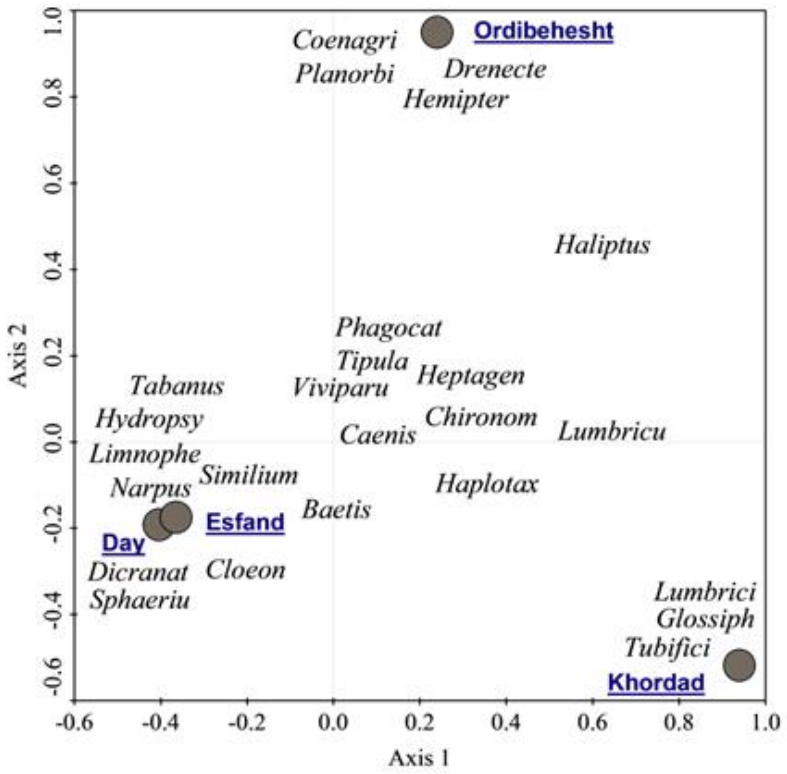
Table 6: Pearson correlation between macrobenthic species of Qarasu River, Ardabil and their habitat in 2 seasons of January to May 2016

عامل	همبستگی پیرسون	*P value*
Haliptus × ماسه متوسط	*۰/۹۷۷	۰/۰۲۳
Haliptus × ماسه درشت	۰/۹۳۴	۰/۰۶۶
Haliptus× شن ریز	۰/۸۴۵	۰/۱۵۵
Lumbricullus × شن متوسط	*-۰/۹۵۱	۰/۰۴۹
Sphaerium × سنگ	**۰/۹۹۸	۰/۰۰۲
Hydropsyche × ماسه متوسط	*۰/۹۷۹	۰/۰۲۱
Tipula × سنگ	*۰/۹۵۸	۰/۰۴۲
Tabanus × شن متوسط	*۰/۹۷۰	۰/۰۳
Chironomus× شن ریز	*۰/۹۶۷	۰/۰۳۳

جدول ۷: همبستگی پیرسون بین گروههای تغذیه‌ای ماکروبنتوزها رودخانه قره سو اردبیل و بستر زیست آنها در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Table 7: Pearson correlation between functional feeding groups of macrobenthos of Qarasu River, Ardabil and their habitat in 2 seasons of January to May 2016

عامل	همبستگی پیرسون	*P value*
جمع کننده × ماسه متوسط	۰/۹۳۹	۰/۰۶۱
جمع کننده × ماسه درشت	*۰/۹۸۰	۰/۰۲
جمع کننده × شن ریز	۰/۹۲۸	۰/۰۷۲
خرد کننده/خراشنده × شن ریز	-۰/۹۳۵	۰/۰۶۵
شکارچی/جمع کننده × سنگ	*۰/۹۸۰	۰/۰۲
همه چیزخوار × سنگ	۰/۹۲۴	۰/۰۷۶
فیلترکننده × سنگ	-۰/۹۱۸	۰/۰۸۲



شکل ۵: تاثیر متقابل ماکروبنتوزها و ارتباط آنها با ماههای نمونه برداری (براساس آنالیز آماری CCA) در رودخانه قره سو اردبیل در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

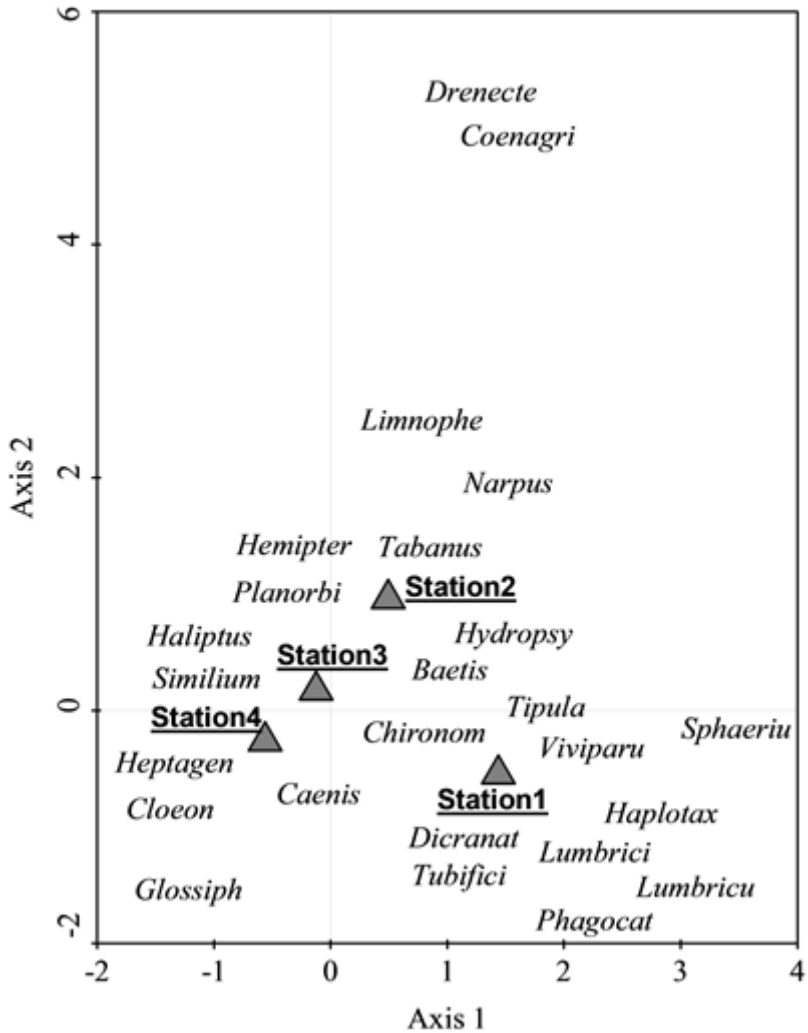
Figure 4: The interaction of different benthos and their relationship with months of sampling (based on CCA statistical analysis) of Qarasu River, Ardabil in 2 seasons of January to May 2016

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

از سوی دیگر، حضور جنس‌های *Lumbrici*، *Glossiph* و *Tubifici* وابسته به ماه خرداد بود. حضور بعضی جنس‌ها مانند *Similium*، *Baetis*، *Cloeon*، *Narpus*، *Dicrannat* و *Sphaeriu* همبستگی بیشتری با ماه‌های سرد سال (دی و اسفند ماه) داشتند.

همچنین آنالیز آماری CCA برای بررسی همبستگی بین حضور جنس‌ها با ایستگاه‌های نمونه برداری انجام شد و نتایج حاکی از وجود ارتباط تراکم گونه‌ها با ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری هست (شکل ۶). براساس نتایج حاصل از این آزمون مجموع تغییرات مربوط به گونه‌ها نسبت به مؤلفه اول ۷۲/۳ درصد و مؤلفه دوم ۱۷/۵ درصد است. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود، حضور جنس‌هایی مانند *Heptagen*، *Coloeon*، *Caenis* و *Similium* ارتباط زیادی با ایستگاه ۴ داشتند.



شکل ۶: تاثیر متقابل ماکروبنتوزها و ارتباط آنها با ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری (براساس آنالیز آماری CCA) در رودخانه قره سو اردبیل در ۲ فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

Figure 5: The interaction of different benthos and their relationship with stations of sampling (based on CCA statistical analysis) of Qarasu River, Ardabil in 2 seasons of January to May 2016

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

بحث

ماکروبنتوزهای شناسایی شده در این مطالعه در ۱۲ راسته، ۲۴ خانواده و ۲۵ جنس طبقه‌بندی شده‌اند که در این میان بیشترین فراوانی مربوط به راسته دوبالان Diptera و خانواده Simulidae بوده و راسته Plecoptera هرگز در این نمونه‌برداری مشاهده نشده است. بیان شده است که آلودگی‌های محیطی می‌تواند در کاهش اجتماعات بنتوزی نقش داشته باشد (Voelker and Renn, 2000). اهمیت بنتوزها نه تنها به جهت حضور آنها در زنجیرهٔ غذایی بلکه وجود یا فقدان برخی از گونه‌های بنتیک، نشان‌دهندهٔ کیفیت آب از نظر میزان آلودگی یا عدم آلودگی است. از نظر پراکنش زمانی در کل نمونه‌برداری بیشترین حضور و تنوع ماکروبنتوزهای جمع‌آوری شده در اردیبهشت‌ماه و کمترین تعداد آنها در دی‌ماه به‌ثبت رسیده است. تعداد کل نمونه‌های ماکربنتوز جمع‌آوری شده در ایستگاه‌های مختلف در طول نمونه‌برداری انجام شده ۱۵۵۶۸ عدد بوده که از نظر پراکنش مکانی بیشترین تعداد در ایستگاه چهارم با میزان ۵۸۸۶ عدد و کمترین فراوانی در ایستگاه اول با ۲۰۹۴ عدد بوده است که این تعداد و تنوع به عوامل متعددی از جمله دبی رودخانه، میزان آلودگی آب، دمای آب و هوای محیط رودخانه و میزان pH آب رودخانه و سایر عوامل بستگی دارد (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰).

در ارزیابی رودخانه کارولینای شمالی (Entrekin *et al.*, 1999)، رودخانه White (Loch *et al.*, 1996) و رودخانه جنوب غربی جورجیا (Voelker and Renn, 2000) با استفاده از جوامع بزرگ بی مهرگان کفزی دیده می‌شود که با افزایش فعالیت‌های انسانی از بالا دست رودخانه به سمت پایین‌دست رودخانه از تنوع و تراکم موجودات کفزی کاسته می‌شود.

براساس نتایج مطالعه حاضر، مشخص شد که Diptera و Ephemerophtera در ماه‌های سرد و گرم مشاهده شدند، اگرچه تراکم آنها در فصل سرد سال (دی و اسفند ماه) نسبت به ماه‌های گرم سال بیشتر بود. با این‌حال، در ماه‌های گرم سال (اردیبهشت و خرداد ماه) به دلیل کاهش دبی آب برخی از خانواده‌ها مانند Limoniidae حضور ندارند. براساس جدول ۶ حضور و فراوانی گونه‌های مربوط به راسته Oligochaeta در ماه‌های گرم سال بیشتر از ماه‌های دی و اسفند است. براساس شکل ۴ مشخص شد که از خانواده Bateidae جنس *Bateias* در تمام ماه‌های سرد و گرم دیده شده، اما جنس *Cloen* فقط در ماه‌های سرد دی و اسفند ماه مشاهده شدند. برخی از گونه‌ها وابسته به ماه هستند به‌طوری‌که گونه *Tubifix* وابسته به ماه خرداد و جنس *Hemiptera* وابسته به ماه اردیبهشت ماه است. از گروه‌های Odanata، Gastropoda، Hemiptera فقط یک عدد در اردیبهشت ماه مشاهده شد و در سایر ماه‌ها یافت نشدند. از گروه Hiradinea در خرداد ماه یک عدد مشاهده شد که نشان‌دهنده مقاوم بودن این خانواده از بی‌مهرگان در زمان کم آبی است. فراوانی ماکروبنتوزها در فصل زمستان بیشتر از فصل بهار بوده که یکی از دلایل اصلی آن افت شدید دبی آب در اردیبهشت ماه است. همچنین کیفیت آب رودخانه از بالادست به سمت پایین‌دست تا ایستگاه سوم روند صعودی داشته، اما بعد از ایستگاه سوم که پساب کشاورزی و خانگی وارد رودخانه شده بود، باعث شد که بر نوع ماکروبنتوزهای ایستگاه چهارم تاثیر گذاشته و شرایط کیفیت آب نسبتاً افت داشته است.

بررسی ارتباط بین پراکنش جنس‌های مختلف ماکروبنتوزها و ایستگاه‌ها نشان داد که جنس‌هایی مانند *Tubifix*، *Lumbrici* و *Dicranat* همبستگی بالایی با ایستگاه اول نشان دادند. از سوی دیگر، جنس‌هایی مانند *Simulium* فاقد ارتباط مثبت با ایستگاه یک را نشان دادند. Guilpart و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه روخانه‌ای در فرانسه نشان دادند که فراوانی گونه‌های مقاوم به آلودگی در پایین دست مزارع افزایش یافته و در مقابل، غناء گونه‌های حساس به آلودگی کاهش یافته بود.

ارتباط بین فراوانی گروه‌های مختلف با جنس بستر در ایستگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در ایستگاه یک جنس بستر حاوی درصد بیشتری از سنگ در مقایسه با ماسه و شن است. در این ایستگاه فراوانی گروه‌های Simulidae کمتر است، اما در ایستگاه‌های پایین دست با مقادیر کمتر بستر سنگی تعداد

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

و فراوانی آنها افزایش می‌یابد. این نتیجه نشان‌دهنده همبستگی بالا و منفی بین حضور گروه Simulidae و جنس بستر سنگ است. همچنین براساس جدول ۵ حضور جنس *Similium* به نوع فصل نیز ارتباط دارد و در ماه‌های سرد سال تعداد آنها بیشتر از ماه‌های گرم اردیبهشت و خرداد ماه مشاهده شد. نتایج مطالعه حاضر، مخالف نتایج به‌دست آمده ویسی و همکاران (۱۳۹۷) بر رودخانه سیروان است. در مطالعه آنها در خردادماه خانواده Simulidae از راسته Diptera دارای بالاترین درصد تراکم نسبت به سایر بنتوزها بود. میررسولی و همکاران (۱۳۹۰) تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین گل (استان گلستان) را بررسی کردند و تفاوت معنی‌داری بین ایستگاه‌های مختلف براساس این شاخص یافتند. نتایج پژوهش حاضر با مطالعات مذکور مطابقت دارد.

همان‌طوری‌که در جدول ۷ مشخص است، جنس *Lumbricullus* بیشتر در ایستگاه بالادست دیده می‌شود و در ایستگاه‌های پایین دست با بستر شن، کمترین حضور را نشان داد. جنس *Sharrium* فقط در ایستگاه اول با بالاترین درصد بستر سنگی مشاهده شد و در سایر ایستگاه‌ها یافت نشد. جنس *Tipulium* از خانواده Tipulidae همبستگی بالا با درصد بستر سنگی نشان داد که بیانگر این مطلب است که حضور این گونه در ایستگاه‌ها وابسته به بستر سنگی است.

ارتباط بین گروه‌های تغذیه‌ای و بستر زیست آنها در رودخانه نیز مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج مشاهده شد که در بسترهای سنگی گروه‌های شکارچی/ جمع‌کننده و نیز همه‌چیزخوار بیشترین حضور و فراوانی را نشان می‌دهد، اما برعکس گروه‌های فیلتر کننده در بسترهای با درصد بیشتر شن و ماسه دیده شد که این ویژگی در ایستگاه چهارم دیده می‌شود. در بسترهایی با مقادیر بیشتر شن ریز بیشترین حضور گروه‌های تغذیه‌ای جمع‌کننده و کمترین حضور گروه‌های تغذیه‌ای خراشنده مشاهده شد. در بسترهایی با مقادیر بالای ماسه متوسط و درشت بیشترین حضور مربوط به گروه‌های تغذیه‌کننده جمع‌کننده است و سایر گروه‌ها تغذیه‌ای ارتباط بالایی را نشان ندادند. در مطالعه Shokri و همکاران (۲۰۱۵) بر رودخانه تجن تعداد ۱۰۱۱۲ نمونه بی‌مهره کفزی مربوط به ۳۰ خانواده و ۱۲ راسته از نظر گروه‌های تغذیه‌ای در ۶ گروه فیلترکننده/ جمع‌کننده، جمع‌کننده، خراشنده، خرد کننده، شکارچی و همه‌چیزخوار طبقه‌بندی شدند. در ایستگاه‌های با آلودگی زیاد فراوانی گروه‌های جمع‌کننده و جمع‌کننده/ فیلترکننده افزایش معنی‌داری داشته است. در آزمایش انجام شده بر رودخانه‌ای در فرانسه برای ارزیابی اثرات پرورش قزل‌آلای آب شیرین نشان داد که در ایستگاههای پایین‌دست به علت افزایش جامدات معلق، غلظت فسفات و آمونیوم موجودات فیلترفیدر و شیرونومیده و ... روند افزایشی و موجوداتی مانند پلی‌کوپتراها و ... روند کاهشی را نشان داده‌اند. این آمار نشان‌دهنده این است که ذرات آلی پساب‌های ماهی باعث تبدیل‌شدن اعماق دریا و رودخانه به یک منبع انرژی در شبکه‌های مواد غذایی می‌شود (Guilpart *et al*., 2012). ویسی و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه رودخانه سیروان استان کردستان بیان کردند که با فاصله گرفتن از ورودی پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پراکنش و فراوانی موجودات مقاوم به آلودگی کاهش و در مقابل موجودات حساس به آلودگی افزایش می‌یابد که بیانگر بهبود کیفیت آب در ایستگاه‌های پایین دست نسبت به محل ورودی پساب مزارع است. طی یک بررسی در رودخانه هراز، نتایج حاصل از داده‌ها نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین تراکم آبزی‌پروری و غلظت آمونیوم وجود دارد (کاظم زاده خواجویی و همکاران، ۱۳۸۱؛ ملازاده، ۱۳۹۳). در مطالعه اثر پساب مزارع پرورش‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان رودخانه هراز بر بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه، نتایج نشان داد که ایستگاه‌های بلافاصله بعد از مزارع از آلودگی بیشتری نسبت به قبل آنها برخوردار بودند. همچنین با فاصله گرفتن از مزارع روند خودپالایی مشاهده شد که در فاصله ۳/۵ کیلومتری به طور معنی‌داری از آلودگی آن کاسته شده است (Naderi Jolodar *et al*., 2011).

در بررسی‌های اکولوژیک اکوسیستم‌های آبی، مطالعه و بررسی ساختار جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی جایگاه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

خاصی را به‌خود اختصاص داده است. پساب مزارع پرورش ماهی در کنار سایر مواد شیمیایی از جمله سم پاشی مزارع و باغ‌ها موجب به‌خطر افتادن حیات موجودات ساکن در رودخانه‌ها می‌شود. براساس نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر، کیفیت آب در بالادست رودخانه قره‌سو در حد مطلوب و قابل قبولی قرار دارد و با فاصله گرفتن از مزارع پرورش ماهی کیفیت آب تا حدی روند بهبودی را نشان داد و تعداد ماکروبنتوز شیرونومیده کاهش پیدا کرده است. در جمع‌بندی می‌توان بیان کرد که آلودگی ایجاد شده به‌وسیله پساب مزارع پرورش ماهی، بعد از ۴ کیلومتر روند کاهشی را نشان می دهد که حضور تعداد کم گونه‌های مقاوم به آلودگی از جمله شیرونومیده از نشانه‌های آن است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دارند از اساتید و کارکنان دانشکده منابع طبیعی و پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری دانشگاه ارومیه به دلیل حمایت‌های اجرایی و مالی جهت انجام پروژه، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

احمدی،م.ر.، نفیسی،م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آبهای جاری. انتشارات خیبر، ۲۴۰ ص

جوان، ک.، طاهری شهر آئینی، ح.، نصیری صالح، ن. و حبیبی نوخندان، م.، ۱۳۹۰. روشی جدید جهت پیش بینی پراکنش مکانی دما و بارش در حوضه آبریز رودخانه قره سو (اردبیل). نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، ۲(۵): ۱۱۷-۱۳۰

دلشاد، م.، احمدی فرد، ن.، آتشبار، ب. و کمالی، م. ۱۳۹۷. بررسی کیفیت آب رودخانه قره‌سو اردبیل در محدوده کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله عملی شیلات ایران. ۲۷(۲)۱-۱۲

فتحی، ز. و احمدی فرد، ن.، ۱۳۹۸. تاثیر پساب شهری بر ساختار ماهیان در رودخانه سقز، استان کردستان. مجله عملی شیلات ایران، ۲۸(۴): ۱۱۷-۱۲۸،

کاظم زاده خواجویی، ا.، اسماعیلی ساری، ع. و قاسم پوری س. م. ۱۳۸۱. بررسی آلودگی ناشی از کارگاههای پرورش ماهی قزل آلا در رودخانه هراز، مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۱(۳): ۲۷-۳۴

مسگران کریمی، ج.، آذری تاکامی، ق.، خارا، ح. و عباسپور، ر.، ۱۳۹۱. اثر پساب آبزی پروری برتنوع زیستی درشت بی مهرگان کفزی رودخانه دوهزار تنکابن، فصلنامه زیست شناسی جانوری، ۵(۱)۳۷-۴۹

ملازاده، ن.، ۱۳۹۳. ارزیابی وضعیت کیفی رودخانه ماربر با استفاده از شاخص های زیستی و فون ماکروبنتوز، نشریه اکوبیولوژی تالاب، ۶(۱۹): ۴۷-۵۶

میر رسولی، ا.، قربانی، ر. و عباسی، ف.، ۱۳۹۰. ارزیابی زیستی *رودخانه زرین* گل (استان گلستان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوزها، مجله منابع طبیعی ایران (نشریه شیلات)، ۴(۶۴) ۳۵۷-۳۶۹

ویسی، ط.، احمدی فرد، ن.، آق، ن. و کمالی، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر مزارع پرورش ماهی پالنگان بر کیفیت آب رودخانه سیروان با استفاده از شاخصهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی. مجله بوم شناسی ابزیان. ۸(۱): ۴۱-۵۴

Camargo, J.A., Gonzalo, C. and Alonso, A., 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics andindices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: a case study. *Ecology Indicators*, 11: 911-917. DOI: 10.1016/j.ecolind.2010.10.001

Efe Uwadiae, R., 2010. Macroinvertebrates functional feeding groups as indices of biological assessment in a tropical aquatic ecosystem: implications for ecosystem functions. *New York Science Journal*, 3 (8): 6-15.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

Entrekin, S., Golladay, S.W., Ruhlman, M.B., Hedman, C., 1999. Unique steephead stream segments in southwest Georgia: Invertebrate diversity and biomonitoring. *Georgia Water Resources Conference*, held March 30-31, 1999 at the University of Georgia, Athens, Georgia.

Galib, S.M., Mohsin, A.B.M., Parvez, M.T., Lucas, M.C., Chaki, N., Arnob, S.S., Hossain, M.I. and Islam, M.N., 2018. Municipal wastewater can result in a dramatic decline in freshwater fishes: a lesson from a developing country. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, (419):1- 37. Doi: 10.1051/kmae/2018025

Garnier, J., Ramarson, A., Thieu, V., Némery, J., Théry, S., Billen, G. and Coynel, A., 2018. How can water quality be improved when the urban wastewater directive has been fulfilled? A case study of the Lot River (France). *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 11924-11939 Doi: 10.1007/s11356-018-1428-1.

Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caquet, T., Marle, M. and Le Bris, H., 2012. The use of benthic invertebrate community and water quality analyses to assess ecological consequences of fish farm effluents in rivers. *Ecological Indicators*, 23: 356-365. Doi: 10.1016/j.ecolind.2012.04.019

Keesing F., Belden L.K., Daszak P., Dobson A., Harvell C.D., Holt R.D., Hudson P., Jolles A., Jones K.E. and Mitchell C.E., 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468(7324): 647- 652. Doi: 10.1038/nature09575

Loch, D.D., West, J.L. and Perlmutter, D.G., 1996. The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macro invertebrates. *Aquaculture*, 147: 37-55. Doi: 10.1016/S0044-8486(96)01394-4

Moss, B., 2007. Water pollution by agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491):659-666. Doi:10.1098/rstb.2007.2176

Naderi Jolodar, M.A., A. Mirzakhani, M.K. and Sharifi Jolodar, R., 2011. Benthic Macroinvertebrates Response in the Haraz River to the Trout Farms Effluent. *Journal of Fisheries*, 64(2): 163-175.

Rezaei moghadam, M.H., Nikjoo, M.R., Yasi, M., Rahimi, M., 2018. Geomorphological Analysis of Gara Sou River Channel Using Hierarchical Rosgen Model (From Sabalan Dam to Confluence of Ahar-Chay River). *Quantitative Geomorphological Research*, 6(2): 1-14.

Sabater, S., Barceló, D., De Castro-Català, N., Ginebreda, A., Kuzmanovic, M., Petrovic, M., Picó, Y., Ponsatí, L., Tornés, E. and Muñoz, I., 2016. Shared effects of organic microcontaminants and environmental stressors on biofilms and invertebrates in impaired rivers. *Environmental Pollution*, 210:303-314. Doi:10.1016/j.envpol.2016.01.037

Shokri, M., Rahmani, H. and Ahmadi, M.R., 2015. Assessment of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

macroinvertebrate functional feeding groups as water quality indicators in the Tajan River. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 28(1): 52-61.

Ter Braak, C.J. and Verdonschot, P.F., 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*, 57: 255-289. Doi:10.1007/BF00877430

Vaez Tehrani, M., Jafari Bari, M., Mehman ravesh, S., Ramani, N., Khalili, K. and Habibzadeh, B., 2004. Pollution and Prevention methods of that (case study Badin abd river). *The second Student International Conference on Water and Soil Resources, agriculture faculty, Shiraz University*, 5 P.

Voelker, D.C. and Renn, D.E., 2000. Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Indiannapolis, Indiana 1994-96. US Department of the Interior, US Geological Survey. 52 P

Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A. and Liermann, C.R., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315): 555-561. Doi:10.1038/nature09440

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]

Correlation between the abundance of macrobenthic communities with temporal and spatial factors: a case study of Qarasu River, Ardabil

Delshad M.[1]; Ahmadifard N.[1*]; Atashbar B.[2]; Kamali M.[3]

[*]n.ahmadifard@urmia.ac.ir

1-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, P.O. Box: 46414-356, Urmia, Iran.

2-Department of Ecology and Resource Assessment, Artemia and Aquaculture Institute, Urmia University, Urmia, Iran.

3-Department of Fisheries, Faculty of Marine Science, Tarbiat modares University, Noor, Iran.

Abstract

Water pollution is a major global problem that affects plants and living organisms. Factors affecting water pollution include industrial, agricultural, and human pollutants. Qarasu river is very important in terms of pollution due to the use of river water in the agriculture and aquaculture sectors. In this research, the effect of intensive fish farms and the riverbed material was investigated on the abundance of macrobenthic communities. For this purpose, four stations 1) the station upstream and before the fish farms (as control station), 2) the station between the fish farms, 3) the last station of the farms, and 4) the downstream station at a distance of 4 km from the last farm were selected. A sampling of the macrobenthos and riverbeds was done in two seasons, winter and spring, and their frequency was calculated in the sampling stations and months. The highest abundance was related to the family's Chironomidae (1456 numbers per m^2) and Simolidae (2737 numbers per m^2) from the Diptera order, which were observed in the effluent of station 2 and station 4 in the winter season, respectively. In addition, the type of the river bed was determined to find the correlation with macrobenthic species. The identified macrobenthos was classified into trophic groups and the relationship with the type of substrate was determined using the Pearson correlation. The correlation of different macrobenthic species with sampling stations and months was found using Canoco software and CCA statistical analysis. The present study showed that the effluent from intensive fish farms had an effect on the abundance of macrobenthos in the Qarasu River, which could be due to the increase in nutrients in the river water from the release of the effluent, and decrease in temperature and decrease in the decomposition of nutrients in the winter season. Therefore, based on the findings, the presence of different functional macrobenthic groups is affected by the type of riverbed and different seasons of the year.

Keywords: Abundance, effluent, water quality, macrobenthos, Qarasu River

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.5.7]