"مقاله پژوهشی"

# اثرات پساب آبزی‌پروری برجمعیت‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی و عملکرد تغذیه‌ای آنها در نهر زرین‌گل استان گلستان

**مسعود ملائی[۱]، رحمان پاتیمار*[۱]، محمد قلی‌زاده[۱]، حسین مصطفوی[۲]، حجت‌الله جعفریان[۱]**

۱.گروه شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲.گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/ ۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۳

**چکیده**

هدف از این مطالعه توصیف رژیم غذایی گروه‌های ماکروبنتوزی و تعیین گروه‌های تغذیه‌ای نهر زرین‌گل بود. بدین منظور با استفاده از نمونه بردار سوربرسمپلر از ۹ ایستگاه در ۳ تکرار ۳ تایی از هر ایستگاه به‌صورت فصلی نمونه گیری شد. بعد از تثبیت نمونه‌ها در فرمالین ۴ درصد با استفاده از کلیدهای شناسایی در حد جنس تعیین شدند و سپس براساس کلیدهای موجود نوع گروه تغذیه‌ای و میزان بردباری گروه‌های ماکروبنتوزی تعیین گردید. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی مربوط به گونه‌های جمع‌آوری‌کننده از جمله راسته‌های دیپترا و افمروپترا بوده که از ذرات ریز آلی تغذیه کرده و در ایستگاه‌های اطراف استخرهای پرورش ماهی مشاهده شدند. در بخش های بالادست نیز با توجه به منبع غذایی ورودی و ورود ذرات چوبی از جنگل های مناطق حاشیه ای نیز بیشترین تعداد گروه های خرد کننده مشاهده شد. با توجه به تیپ رودخانه های شمالی و سیلابی بودن این مناطق و ورود ذرات ریز مغذی از مناطق حاشیه ای و وجود ایستگاه های پرورش ماهی در منطقه مطالعاتی می توان انتظار داشت که گروه های جمع آوری کننده بیشترین فراوانی را دارا باشند.

**کلمات کلیدی**: نهر زرین‌گل، گروه‌های تغذیه‌ای، ماکروبنتوز، استخرهای پرورش ماهی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). rpatimar@yahoo.com

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]

[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

**مقدمه**

رودخانه‌ها و نهرها از اکوسیستم‌هایی هستند که به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرارگرفته‌اند. در نتیجه، در کشورهای بسیار صنعتی و برخی کشورهای توسعه یافته، تعداد زیادی از روخانه‌ها به شدت آلوده می‌باشند. آلودگی‌های شیمیایی (فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها، کودها) و آلودگی‌های آلی (فاضلاب‌های خانگی و فاضلاب‌های ناشی از فضولات دامی)، به خصوص احداث مزارع پرورش ماهی در کنار رودخانه‌ها و تخلیه پساب این مزارع که بدون هیچ تصفیه‌ای به زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی به‌دنبال خواهد داشت و موجب برهم خوردن تعادل طبیعی بوم‌سازگان آبی می‌گردد (Gomes and Wai, 2020).

به علت افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات آبزی، در سال‌های اخیراحداث مزارع پرورش ماهی به‌خصوص مزارع پرورش ماهیان سردآبی در کنار رودخانه‌ها افزایش یافته و تخلیه پساب این مزارع بدون هیچ تصفیه‌ای به زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی به دنبال خواهد داشت و موجب بر هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازان آبی می‌گردد (Costa-Pierce, 2002). شناخت و بررسی کمی و کیفی منابع آبی یکی از عوامل اساسی اعمال مدیریت مناسب و اولویت‌بندی در نوع کاربری از این منابع محدود می‌باشد که در این میان، اساس کار شناخت بوم‌سازگان آبی، بررسی اکولوژیکی آن می‌باشد (Berger *et al.*, 2017). محققین اظهار دارند که در یک اکوسیستم آبی تراکم، تنوع، حضور یا عدم حضور یک موجود زنده گیاهی و یا جانوری می‌تواند به‌عنوان شاخص یا شناساگر زیستی محسوب شده و منعکس کننده صفات زیستی و شیمیایی اکوسیستم باشد (Parr and Mason, 2003).

برای آن‌که بتوان به آلودگی نهرها پی برد و اینکه کدام روش برای مشخص کردن آب آلوده و غیرآلوده مؤثر و مناسب است؛ راه‌های گوناگونی وجود دارد. روش اول، ارزیابی آب‌های جاری توسط اندازه‌گیری و بررسی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی به‌منظور مدیریت مناسب آب می‌باشد. سنجش این پارامترها به وقت و هزینه‌های بیشتری احتیاج دارد و فقط اطلاعاتی را در زمان نمونه‌برداری ارائه می‌دهند (Aazami *et al.*, 2020). روش دیگر استفاده از تنوع و فراوانی ماهیان می‌باشد؛ ولی به‌این علت که ماهیان می‌توانند به مکان‌های غیرآلوده و سالم حرکت کنند، نمی‌توانند اطلاعات درستی به ما دهند (Lin and Yo, 2008).

از جمله مهم‌ترین جوامع حیاتی رودخانه‌ها و نهرها، بزرگ بی‌مهرگان کفزی هستند که در اکوسیستم‌های آب‌های جاری زندگی می‌کنند و از نظر مقاومت در برابر تغییرات محیطی و شدت آلودگی با یکدیگر متفاوت می‌باشند و قادر هستند تغییرات کیفیت آب را نشان داده و به‌عنوان شاخص‌های زیستی، در شناخت تغییرات محیطی هم مورد استفاده قرار گیرند (Lin and Yo, 2008). بنتوزها در زنجیره غذایی آبزیان نقش مهمی داشته و از انواع گیاهان آبزی، فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها تغذیه نموده و خود نیز مورد تغذیه ماهیان کفزی‌خوار و حتی پلاژیک قرارگرفته و حلقه ارتباطی بسیار مهمی در انتقال انرژی و تجدید مواد غذایی در آب‌های جهان به شمار می‌آیند. بنتوزها می‌توانند به‌عنوان نمایه‌ای از کل تولیدات و شاخص زنده در آب محسوب شوند (فتحی و

همکاران، ۱۳۹۵). کمیت و کیفیت ورودی مواد آلی ناشی از فعالیت پرورش ماهی به رودخانه‌ها بر روی ساختار انرژی و جوامع بی‌مهرگان کفزی تأثیر گذار بوده، به‌طوری‌که ممکن است سبب کاهش جمعیت یک گونه و یا حذف کامل یک جامعه بزرگ بی‌مهرگان کفزی در منطقه آلوده شود (Singh *et al.*, 2019). بعضی از گونه‌ها در آب‌های کاملاً تمیز و بعضی در آب‌هایی با آلودگی زیاد قادر به ادامه حیات هستند. آنها ساکنان رایج در محیط‌های آبی بوده و حداقل بخشی از زندگی خود را در بستر آبگیرها و نهرها سپری می‌کنند و ارزیابی بیولوژیکی کل استرس‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی را در همه سیستم‌های آب نشان می‌دهد (Sweeten and Ford, 2016). عوامل مختلفی در تراکم و تنوع ماکروبنتوزها دخیل هستند، ازجمله می‌توان به مقدار غذا، نوع بستر (باقری و عبدالملکی، ۱۳۸۱)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (نظامی و خارا، ۱۳۸۴)، مقدار مواد آلی (Johnson, 1972)، آلاینده‌های زیست‌محیطی (حسین‌پور، ۱۳۷۴؛ Malloy *et al.*, 2007)، میزان اکسیژن محلول (باقری و عبدالملکی، ۱۳۸۱)، اندازه ذرات رسوب (Grzybkowska, 1989)، تغییرات فصول (Sangpradub and Boonsoong, 2006)، نوع و تعداد ماهیان کفزی‌خوار (نظامی و خارا، ۱۳۸۴) اشاره کرد. هم‌چنین مقدار تولید سالیانه ماهی براساس میزان زیتوده بنتوزها قابل محاسبه است.

لذا بررسی کمی و کیفی این منابع، با هدف توسعه پایدار برای نسل حاضر و آتی امری اجتناب‌ناپذیر است. آگاهی از این مسائل می‌تواند به ما در مدیریت منابع کمک کرده و شناخت بیشتری جهت هرگونه استفاده با حداقل خطرات زیست‌محیطی بدهد. مطالعات بیولوژیک، در حالتی که موجودات آبزی در یک محل ساکن و دائماً در جریان دگرگونی زیستگاه قرار داشته و به آن واکنش نشان داده‌اند، می‌تواند سیمای حقیقی از وضعیت اکولوژیکی محیط را آشکار سازد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰). اهمیت بزرگ موجودات کفزی به ارزش‌های غذایی آن محدود نمی‌شود؛ بلکه بسیاری از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، زمین‌شناسی و زیستی در اکوسیستم‌های آبی در نتیجه اثرات متقابل با جوامع بنتیک تنظیم می‌شود یا تغییر شکل می‌یابد (داد و همکاران، ۱۳۹۶)، با پژوهش حاضر به بررسی تنوع، پراکنش و فراوانی زی‌توده بزرگ بی‌مهرگان کفزی در نهر زرین-گل استان گلستان می‌پردازد. هدف از این مطالعه استفاده از بی‌مهرگان کفزی است که تقریباً به‌طور مداوم و در طول سال در اکوسیستم‌های آبی حضور داشته و به دلیل رابطه و حساسیتی که این موجودات نسبت به شرایط زیستی خود دارند؛ می‌توانند در طبقه‌بندی کیفی آب‌ها نقش به‌سزایی را ایفا کنند و بتوان ارزیابی زیستی دقیق و سریع نسبت به دیگر فاکتورها توسط بزرگ بی‌مهرگان کفزی انجام داد و ارزیابی سریع از فعالیت‌های مزارع پرورش و میزان تأثیر آنها بر اکوسیستم رودخانه‌ها را با هزینه کمتری نسبت به دیگر فاکتورها داشته باشد. با توجه به الگوی پراکنش گروه‌های مختلف ماکروبنتوزی براساس نوع تغذیه و میزان بردباری در طول نهر از بالادست تا پایین‌دست می‌تواند نشانگر نوع ورود مواد مغذی به نهر از بخش‌های حاشیه‌ای و یا کاربری اراضی اطراف نهر باشد.

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

## مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز زرین گل از نظر مختصات جغرافیایی در طول های ۵۴ درجه و ۳۴ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۱۱ دقیقه و ۳۶ ثانیه شرقی و عرض های ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و ۴۴ ثانیه شمالی در شهرستان علی آباد کتول استان گلستان قرار گرفته است. وسعت حوضه زرین گل ۳۹۰ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱) (سالنامه آماری استان گلستان، ۱۳۹۶). از کاربرهای انسانی در حوضه آبخیز این منطقه می‌توان به کشاورزی، دامداری سنتی، مناطق روستایی-ییلاقی و برداشت شن و ماسه و پرورش ماهیان سردآبی اشاره کرد. نهر زرین گل غالباً از الگوی ریفل-ران تبعیت کرده و بستری سنگی-شنی دارد. متوسط دبی سی ساله این نهر برابر با ۲/۰۴ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد (وزارت نیرو، ۱۳۷۰). منطقه مورد مطالعه قسمتی از نهر است که تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی مانند آبزی‌پروری قرارداشته و ۹ ایستگاه نمونه برداری براساس موقعیت دو کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلا در حاشیه نهر زرین گل انتخاب گردید. ایستگاه اول و دوم ( قبل و بعد از کارگاه پرورش ماهی اول)، دو ایستگاه در فاصله‌های ۱۰۰۰ - ۵۰۰ متری (تا مزرعه پرورش ماهی بعدی) و یک ایستگاه در خروجی کارگاه پرورش ماهی دوم و چهار ایستگاه انتهایی با همان فواصل تعیین شدند. اولین مزرعه پرورش ماهی در بین ایستگاه ۱ با ۲ و مزرعه پرورش ماهی دوم بین ایستگاه ۴ و ۵ واقع شدند ( شکل ۱). نمونه‌برداری از بزرگ بی‌مهرگان کفزی با استفاده از دستگاه سوربر به ابعاد ۳۰/۵ × ۳۰/۵ سانتی متر و با ۳ تکرار در هر ایستگاه به‌صورت فصلی در یک دوره یک ساله (۱۳۹۷- ۱۳۹۸) انجام گرفت. دستگاه بر خلاف جریان آب در رودخانه مستقر گردید. در داخل محوطه نمونه‌برداری، ابتدا سنگ‌ها به آرامی با دست شسته شده تا موجودات و مواد چسبیده به آن کنده و به همراه جریان آب به داخل توری قیفی هدایت گردد. در نهایت کف بستر نهر را در داخل قاب تا عمق چند سانتی‌متر به آرامی به هم زده تا موجودات بوسیله جریان آب به داخل توری قیفی هدایت و محتویات درون توری در ظروف پلاستیکی ریخته و با فرمالین ۴٪ تثبیت شد ( Fonseca and Fehlaure_Ale 2012). مواد و موجودات کفزی جمع آوری شده در هر نمونه از ظروف نمونه، به داخل یک غربال یا الک آزمایشگاهی با قطر چشمه ۵۰۰ میکرون منتقل شده و تا شسته شدن ذرات ریز مواد آلی و فرمالین در زیر جریان آب ملایم قرار داده شد. سپس محتویات الک به داخل سینی‌های مسطح منتقل داده شد و در زیر نور و لوپ از مواد زمینه جداسازی و براساس کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شده و در نهایت گروه‌های تغذیه‌ای و میزان تحمل در برابر آلودگی گونه‌های ماکروبنتوزی در ایستگاه‌های مختلف تعیین شد (Gabriels *et al.*, 2010). به‌منظور بررسی ارتباط خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای از روابط رگرسیونی استفاه شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و شاپیرو- ویلک مورد بررسی قرار گرفت و سپس از آزمون واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین داده-های پارامترهای محیطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 انجام گرفت. تمامی علمیات تهیه نقشه فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای و بردباری گروه‌های ماکروبنتوزی از بالادست تا پایین‌دست و روابط رگرسیونی با استفاده از نرم افزار R-3.6.3 رسم گردید.

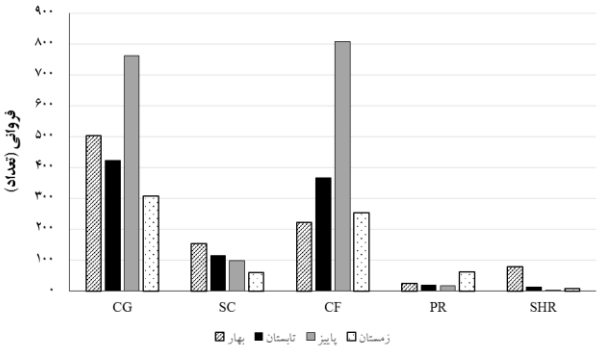
[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌ها به همراه شاخه اصلی و مسیرهای جریان رواناب در نهر زرین گل استان گلستان.

## نتایج

در بررسی موجودات کف‌زی در نهر زرین‌گل، در مجموع تعداد ۳ شاخه، ۱۲ رده و ۴۲ خانواده و ۵۱ جنس شناسایی شدند (جدول ۱). بررسی حضور گونه‌ها در فصول و ایستگاه‌های مختلف نشان داد که خانواده Simuliidae در فصول تابستان و پاییز به‌ترتیب با ۲۲ درصد و ۳۷ درصد در ایستگاه ۲ در اطراف استخر پرورش ماهی اول در بخش بالادست نهر بیشترین فراوانی را داشته و در فصل بهار بیشترین فراوانی مربوط به خانواده Chironomidae با ۱۸ درصد و در فصل زمستان نیز بیشترین فراوانی مربوط به خانواده Hydropsychidae از راسته تریکوپترا با ۲۴ درصد فراوانی بود.




شکل ۲: درصد فراوانی گونه‌های تغذیه‌ای ماکروبنتوزی در فصول مختلف سال ۹۸-۹۷ نهر زرین گل استان گلستان.

جدول ۱. تاکسون‌های شناسایی شده از بزرگ بی مهرگان کفزی در نهر زرین گل استان گلستان در سال ۹۸-۱۳۹۷

| شاخه | رده | راسته | خانواده | جنس | وضعیت تغذیه‌ای |
|---|---|---|---|---|---|
| Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | *Caenis* | جمع آوری کننده[1] |
| | | | Baetidae | *Baetis* | جمع آوری کننده |
| | | | | *Pseudocoleon* | جمع آوری کننده |
| | | | Heptagenidae | *Heptagenia* | خراشنده[2] |
| | | | oligoneuriidae | *Lachlania* | خراشنده |
| | | | Leptophlebiidae | *Paraleptophlebia* | خراشنده |
| | | Diptera | Chironomidae | | جمع آوری کننده |
| | | | Ceratopogonidae | *Atrichopogon* | شکارچی[3] |
| | | | Emphididae | *Hemerodromia* | شکارچی |
| | | | Tipulidae | *Tipula* | خردکننده |
| | | | Simullidae | *Simullium* | فیلترکننده[4] |
| | | | Tabanidae | *Chrysops* | شکارچی |
| | | | Belphariceridae | *bibiocephala* | خراشنده |
| | | | Dixidae | *Dixa* | جمع آوری کننده |
| | | | Psychodidae | | جمع آوری کننده |
| | | | Athrixidae | *Athrix* | شکارچی |
| | | Trichoptera | Hydropsychidae | *Hydropsyche* | فیلترکننده |
| | | | Glossosomatidae | | خراشنده |
| | | | Hydroptilidae | | خراشنده |
| | | | Psychomyiidae | *Tinodes* | جمع آوری کننده |
| | | | Polycentropodidae | | شکارچی |
| | | Plecoptera | Perlidae | *Perla* | شکارچی |
| | | | Chloroperlidae | | شکارچی |
| | | | Nemouridae | | خردکننده |
| | | | Leuctridae | | خردکننده |
| | | Coleoptera | elmidae | *elmis* | خراشنده |
| | | | Chrysomelidae | *pyrrhalta* | خردکننده[5] |
| | | | Staphylinidae | | خردکننده |
| | | Odonata | Zygoptera | *Argia* | شکارچی |
| | | | Anizoptera | | شکارچی |
| | Gasteropoda | | Lymnaeidae | *limna* | خراشنده |
| | | | Valvatidae | *Valvata* | خراشنده |
| | Malacostraca | Amphipoda | Gammaridae | *Gammarus* | جمع آوری کننده |
| | Arachnida | Trombidiformes | | | شکارچی |
| | Entognatha | Collembola | | | جمع آوری کننده |

[1] Gatherer (CG)
[2] Scraper (SC)
[3] Predator (PR)
[4] Filterer (CF)
[5] Shredder (SHR)

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

## گروه‌های تغذیه‌ای

در بین گروه‌های مورد بررسی از لحاظ تغذیه بیشترین درصد فراوانی مربوط به گروه جمع‌آوری کننده در فصل بهار با ۵۱ درصد فراوانی، گونه‌های با فراوانی فیلتر کننده نیز با بیشترین فراوانی در فصل پاییز با حدود ۴۸ درصد را بخود اختصاص دادند. گروه خرد کننده و شکارچی به ترتیب با ۷ و ۸ درصد کمترین درصد فراوانی را داشته‌اند (شکل ۲).

دربررسی فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای در ایستگاه‌ها و فصول مختلف، بیشترین فراوانی گروه تغذیه‌ای مربوط به گروه جمع‌آوری کننده و فیلترکننده در فصل پاییز به ترتیب با ۱۹۴۷ عدد در متر مربع و ۲۵۱۶ عدد در متر مربع در اطراف استخرهای دوم و اول مشاهده شده است (شکل ۳-الف و ب).

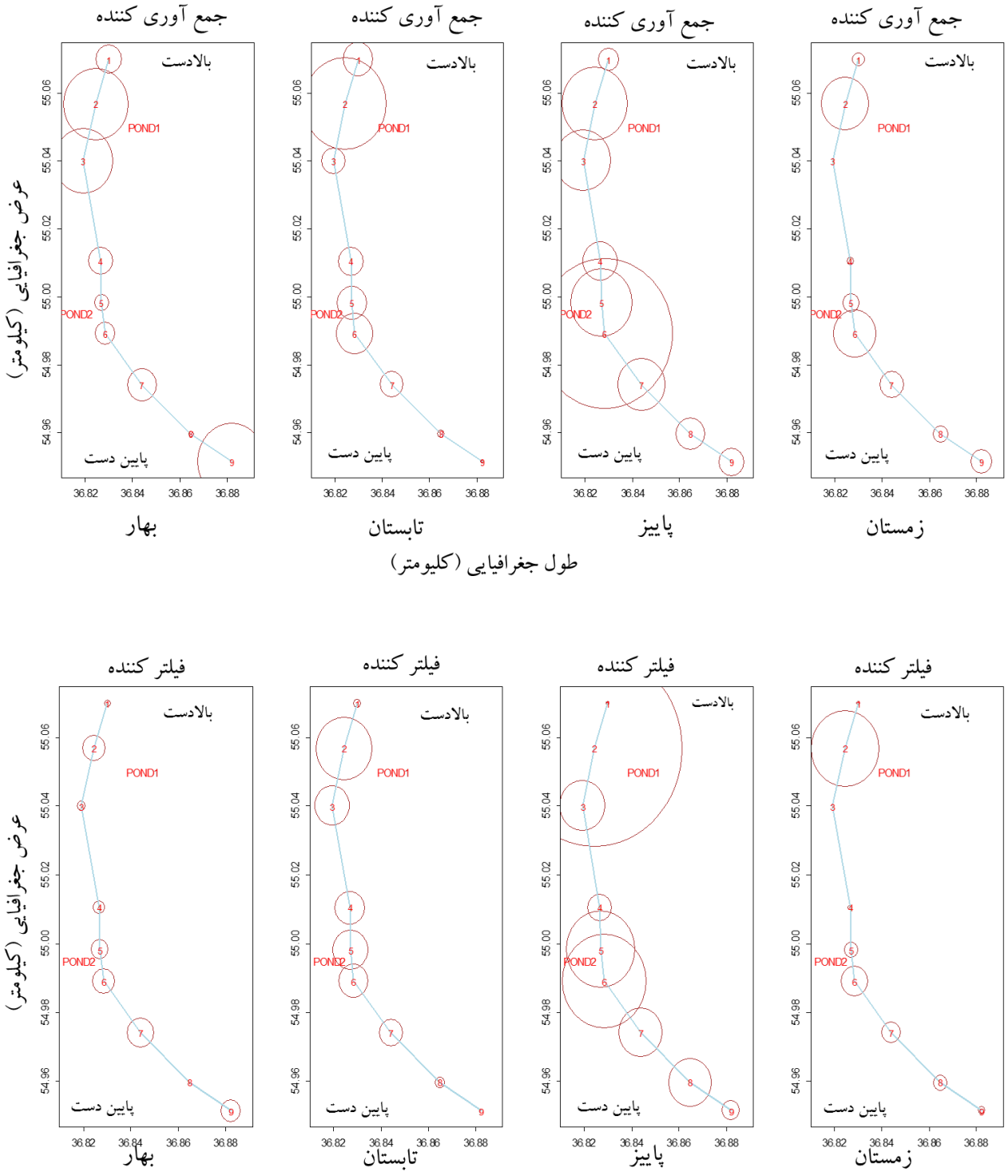
درفصل بهار، گروه تغذیه‌ای جمع‌آوری‌کننده در زیر استخر ۱ و ایستگاه بعد از آن و نیز در آخرین ایستگاه در پایین دست نهر دارای بالاترین فراوانی بودند ولی در اطراف استخر ۲ دارای کمترین فراوانی بود. در تابستان فراوانی این گروه در ایستگاه بعد از استخر ۱ نیز دارای بیشترین فراوانی بوده و نسبت به بهار نیز افزایش داشت. فراوانی آن‌ها بعد از استخر اول به‌تدریج افزایش یافت؛ به‌طوری‌که ایستگاه بعد از استخر ۲ نیز با افزایش فراوانی نسبت به فصل بهار برخوردار بود و پس از آن کاهش یافت. در فصل پاییز این روند ادامه داشته طوری‌که، فراوانی آن‌ها در ایستگاه بعد از استخر دوم تا حد دو برابر ایستگاه بعد از استخر اول افزایش داشت و بعد از آن کاهش نشان داد. در زمستان همین روند ادامه داشته ولی فراوانی آن‌ها نسبت به فصول دیگر بسیار پایین‌تر بود (شکل ۲۳الف).

درگروه تغذیه‌ای فیلترکننده، در فصول بهار، تابستان و زمستان روند کاهش مشابه گروه تغذیه‌ای جمع‌آوری کننده بوده و فراوانی در ایستگاه بعد از استخر اول نسبت به استخر دوم به مراتب بیشتر بود. در بقیه ایستگاه‌ها فراوانی بسیار کمتر بود. در فصل پاییز افزایش شدید در هر دو ایستگاه بعد از استخرها بخصوص با شدت خیلی زیاد در ایستگاه نزدیک استخر اول مشاهده گردید (شکل ۳- ب).

درگروه تغذیه‌ای خرد کننده نیز بیشترین فراوانی در ایستگاه اول در فصل تابستان مشاهده شد و تنها در بهار و پاییز، فروانی آن‌ها در ایستگاه بعد از استخر اول افزایش داشته ولی استخر دوم نقشی در افزایش این گروه نداشت (شکل ۳- ج).

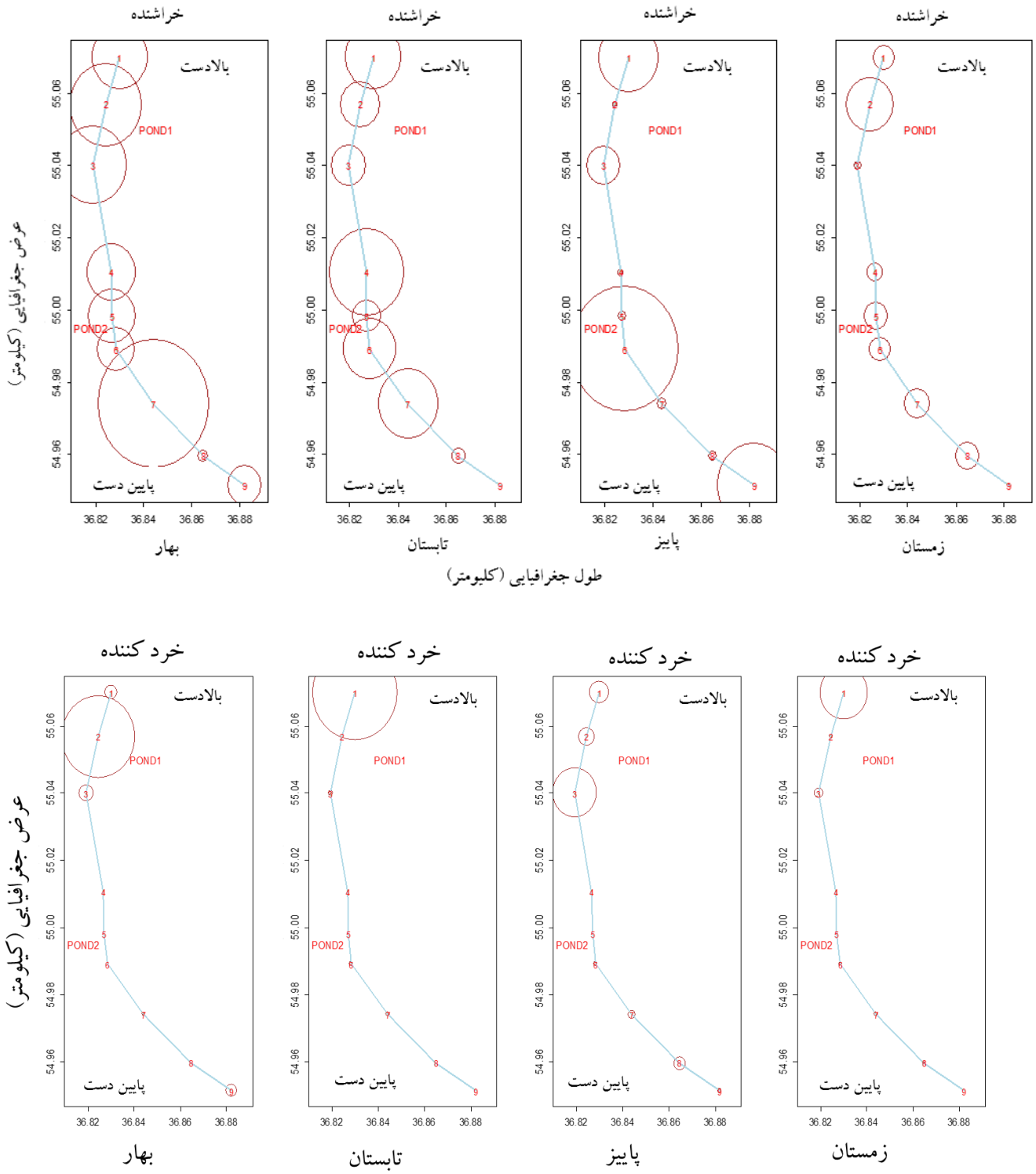
درمورد گروه‌های خراشنده با افزایش فاصله از استخرهای پرورش ماهی، فراوانی این گروه کاهش یافت (شکل ۲- د). در فصل بهار و زمستان فراوانی این گروه در ایستگاه‌های بعد از استخر اول و در تابستان و پاییز در ایستگاه‌های اطراف استخر دوم افزایش زیاد نشان دادند. گروه شکارچیان فراوانی بسیار کمی برخوردار بوده و تنها در بهار در بالادست و در زمستان در پایین دست از فراوانی بالا برخوردار بودند. همچنین بیشترین فراوانی گروه شکارچی در ایستگاه ۸ در پایین دست نهر مشاهده گردید (شکل ۳- د).

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]



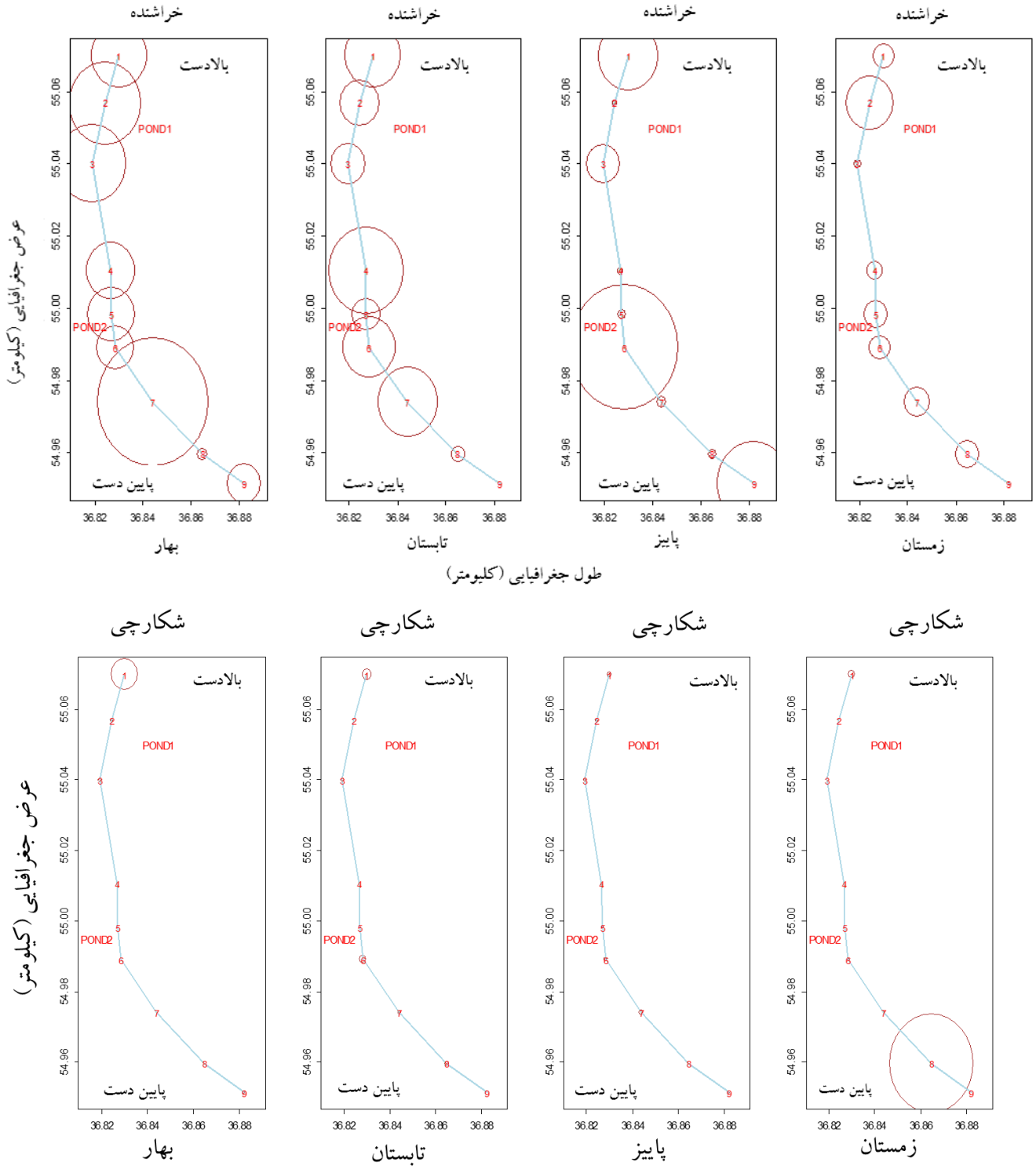

شکل ۳: نقشه های دایره ای از فراوانی (قطر دایره) گروه های تغذیه ای ماکروبنتوزی در طول نهر زرین گل از بالادست تا پایین دست

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]




ادامه شکل ۳:

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]




ادامه شکل ۳:

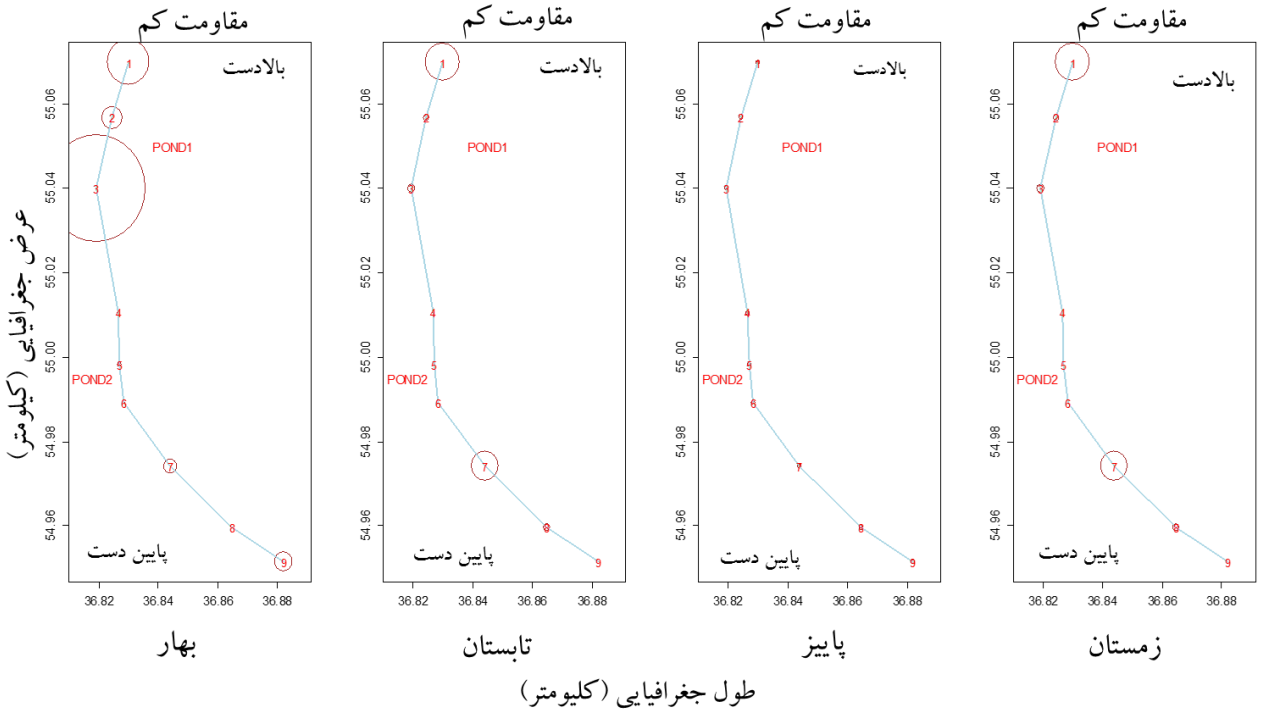
[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

## تحمل (حد بردباری)

دربررسی فراوانی گونه‌های ماکروبنتوزی براساس حد بردباری نتایج نشان داد که با حرکت از بالادست به طرف پایین‌دست فراوانی گونه‌های با حد بردباری پایین در بهار افزایش داشت و در ایستگاه بعد از استخر اول دارای بیشترین فراوانی بود. در فصول دیگر از روند خاصی تبعیت نکرد. به‌هرحال فراوانی این گروه در ایستگاه اول در فصول بهار، تابستان و زمستان مشابه بود ولی در پاییز دیده نشدند (شکل ۴- الف). گونه‌های با حد بردباری متوسط نیز تنها در فصل بهار از فراوانی بالاتری برخوردار بودند و از بالادست تا استخر اول روند افزایشی و بعد از استخر اول روند کاهشی داشت.

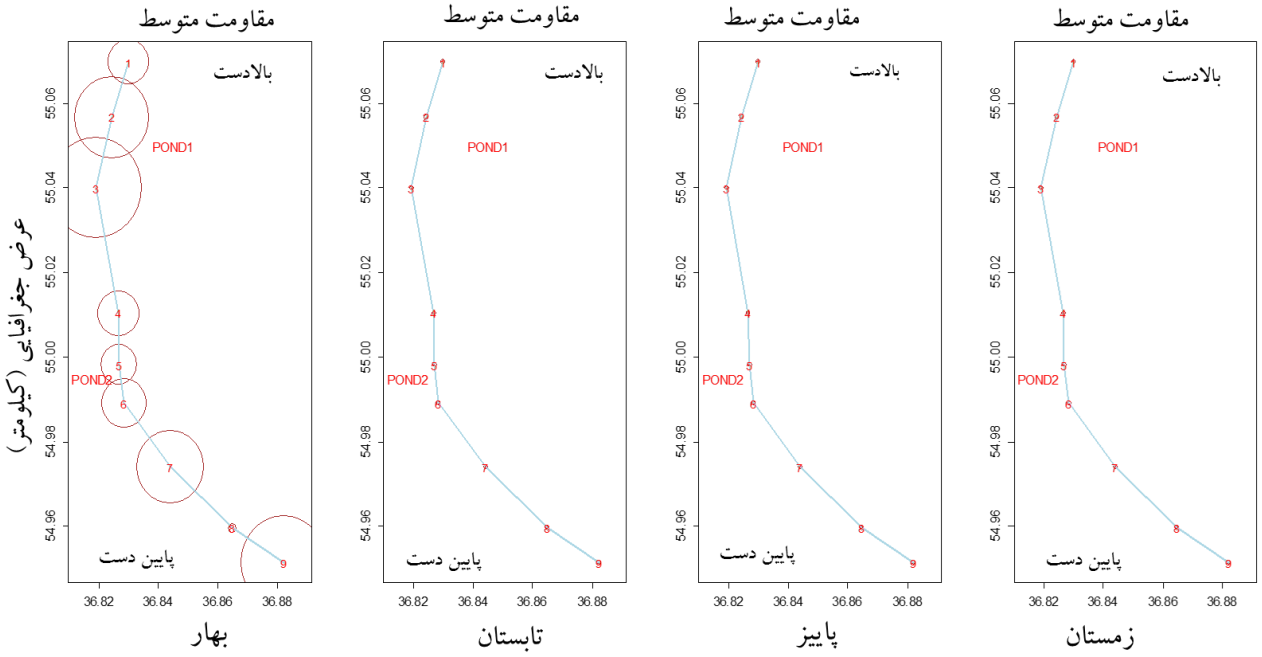
همچنین بعد از استخر دوم روند افزایش ادامه یافت که به‌خوبی نقش استخرها را در افزایش فراوانی این گروه نشان می‌دهد (شکل ۴ –ب).

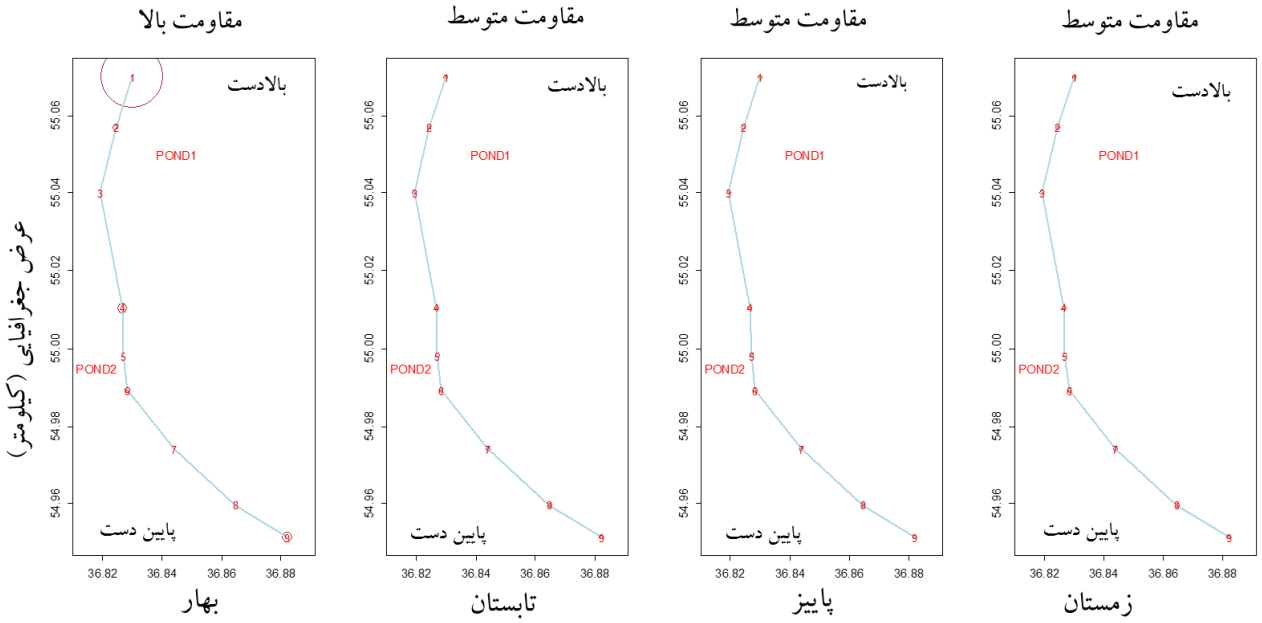
گونه‌های با حد بردباری بالا نیز تنها در فصل بهار از فراوانی بالاتری برخوردار بودند (شکل ۴–ج).




شکل ۴: نقشه دایره ای از فراوانی (قطر دایره) گروه‌های ماکروبنتوزی براساس فصل در طول نهر زرین گل از بالادست تا پایین دست

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]




ادامه شکل ۴:

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

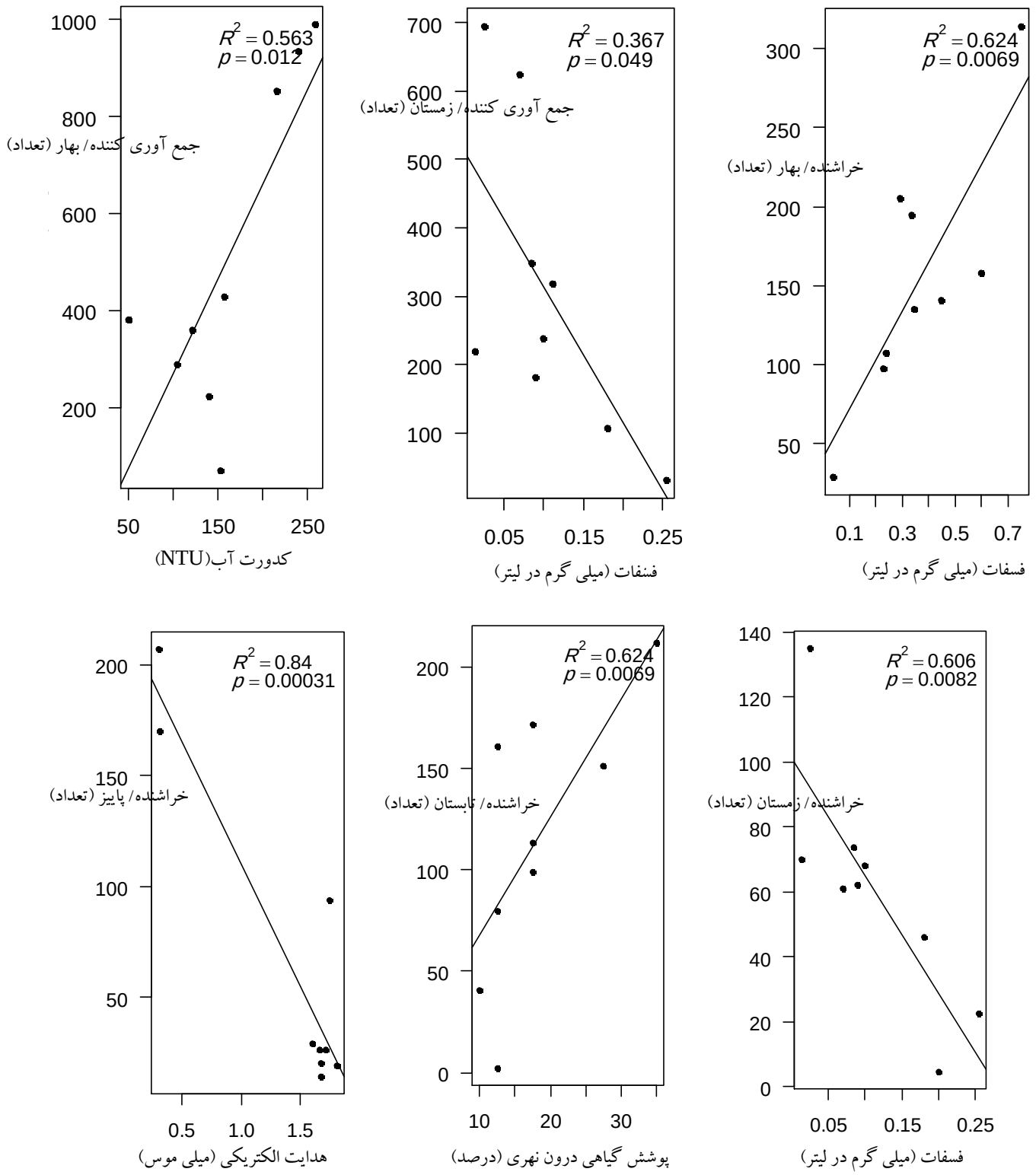
## ارتباط خصوصیات فیزیکوشیمیایی و گروه‌های تغذیه‌ای جوامع ماکروبنتوزی

بررسی تغییرات فراوانی رژیم‌های غذایی جوامع ماکربنتوزی از بالادست تا پایین‌دست با خصوصیات فیزیکوشیمایی آب نشان داد که در فصل بهار با کدورت ارتباط مثبت؛ با فسفات در زمستان ارتباط منفی و در بهار ارتباط مثبت با فراوانی گروه تغذیه‌ای جمع آوری‌کننده وجود داشت (شکل ۵). در فصول تابستان و پاییز عاملی تاثیر گذار بر پراکنش گروه تغذیه‌ای جمع آوری کننده مشاهده نشد. در مورد گروه تغذیه‌ای فیلتر کننده بیشتر با تغییرات هدایت الکتریکی در ارتباط بوده که با افزایش آن ارتباطی مثبت داشته‌اند. گروه تغذیه‌ای خراشنده در دو فصل بهار و تابستان به ترتیب با میزان فسفات و میزان پوشش گیاهی سطح سنگ ارتباط مثبتی داشته ولی در دو فصل پاییز و زمستان با میزان هدایت الکتریکی و تغییرات میزان فسفات ارتباطی منفی نشان دادند. ارتباط خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب با بنتوزها با گروه تغذیه شکارچی نشان داد که دمای آب، کدورت و فسفات با فراوانی این گروه تغذیه‌ای منفی بوده است. گروه تغذیه‌ای خردکننده نیز تنها در فصل زمستان و با میزان فسفات آب ارتباطی منفی داشت (شکل ۵). مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در فصول مختلف نشان داد که در فصل تابستان فاکتورهایی از قبیل اسیدیته، نیترات و فسفات با مابقی فصول اختلاف معنی داری داشته است و کدورت نیز در فصول زمستان و بهار بالاتر بود (جدول ۲).

جدول ۲. خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در نهر زرین گل سال ۹۷-۹۸

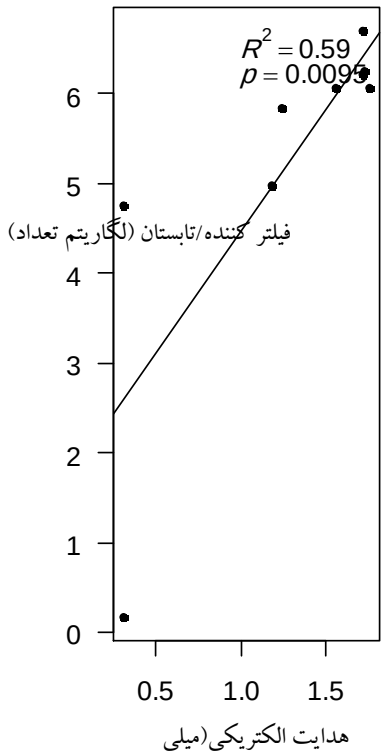
| خصوصیات فیزیکوشیمیایی | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
|---|---|---|---|---|
| اسیدیته | $^{b}$۸/۶۹±۰/۱۳ | $^{a}$۸/۲۸±۰/۲۱ | $^{b}$۸/۵±۰/۱۳ | $^{b}$۸/۶۲±۰/۲۷ |
| هدایت الکتریکی | $^{a}$۰/۹۸۸±۰/۴۴ | $^{a}$۱/۲۸±۰/۵۹ | $^{a}$۱/۳۹±۰/۶۱ | $^{a}$۱/۰۲±۰/۴۲ |
| شوری | $^{a}$۰/۰۴۲±۰/۰۱۷ | $^{a}$۰/۰۵±۰/۰۲۵ | $^{a}$۰/۰۶۴±۰/۰۲۴ | $^{a}$۰/۱۰۶±۰/۱۸ |
| دمای آب | $^{c}$۲۱/۱±۲/۹۷ | $^{c}$۲۲/۸۴±۳/۳۲ | $^{b}$۱۴/۰۸±۲/۴۴ | $^{a}$۱۰/۶۷±۲/۹۸ |
| کدورت | $^{bc}$۱۶۰/۵±۶۷/۶۳ | $^{ab}$۱۰۶/۳۸±۷۴/۱۲ | $^{a}$۵۶/۸۳±۶۵/۶۳ | $^{c}$۲۰۳/۴±۶۸/۱۱ |
| نیتریت | $^{a}$۰/۰۳۳±۰/۰۳۲ | $^{a}$۰/۴۰۴±۰/۰۳۸ | $^{a}$۰/۰۳۵۳±۰/۰۴۵ | $^{a}$۰/۰۱۴۷±۰/۰۱۳ |
| نیترات | $^{b}$۱/۷۰۵±۰/۶۶ | $^{c}$۲/۳۲±۰/۶۱۷ | $^{b}$۱/۵۳±۰/۶۱ | $^{a}$۰/۵۳±۰/۴۴ |
| فسفات | $^{b}$۰/۴۰۵±۰/۲۸ | $^{b}$۰/۴۴۳±۰/۱۹ | $^{a}$۰/۲۱±۰/۱۸ | $^{a}$۰/۱۰۳±۰/۰۷۴ |
| پوشش گیاهی درون نهری | $^{a}$۱۶/۶۶±۱۱/۳۸ | $^{a}$۱۸/۰۵۵±۸/۱۷ | $^{a}$۱۸/۸۸±۱۱/۷۹ | $^{a}$۱۵/۵۵±۹/۸۲ |

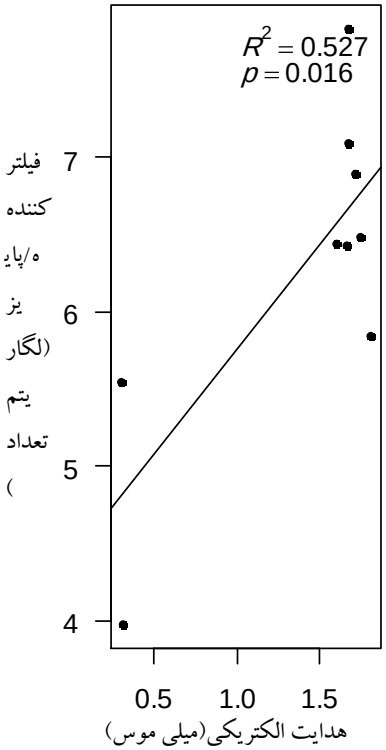
[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

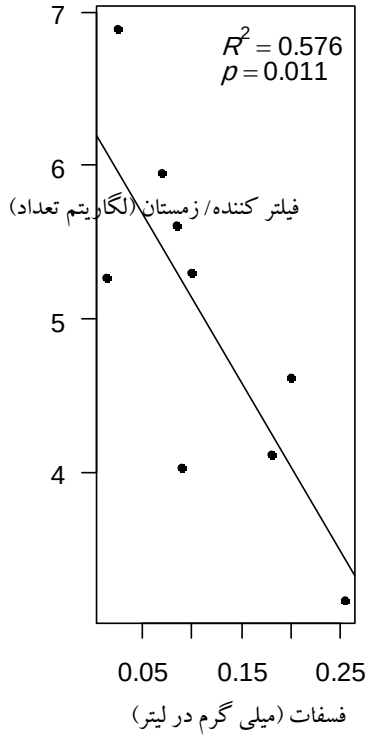


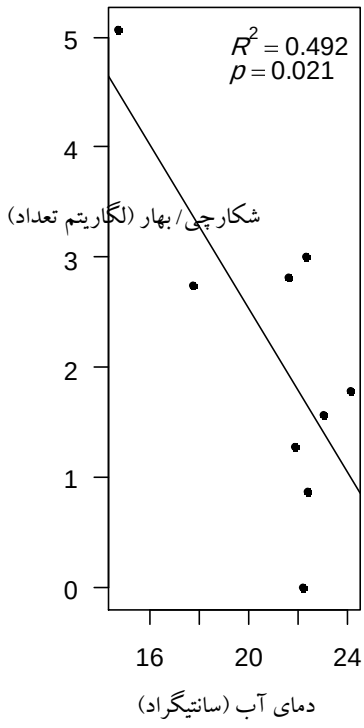

شکل ۵: نمودار نقطه‌ای ارتباط فراوانی گروه‌های تغذیه‌ای با خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب
(محور عمودی نوع گروه تغذیه‌کننده/ فصل و محور افقی فاکتور فیزیکوشیمیایی)

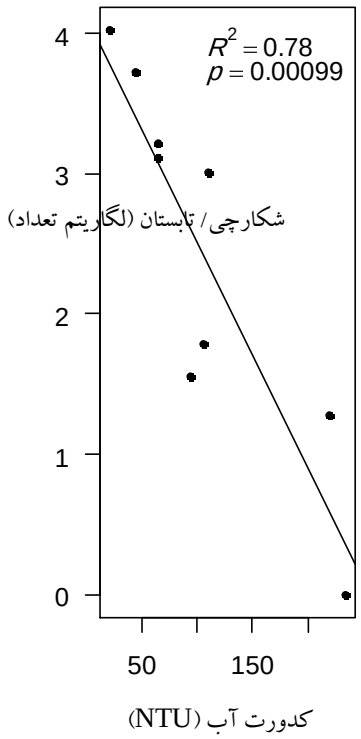
[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

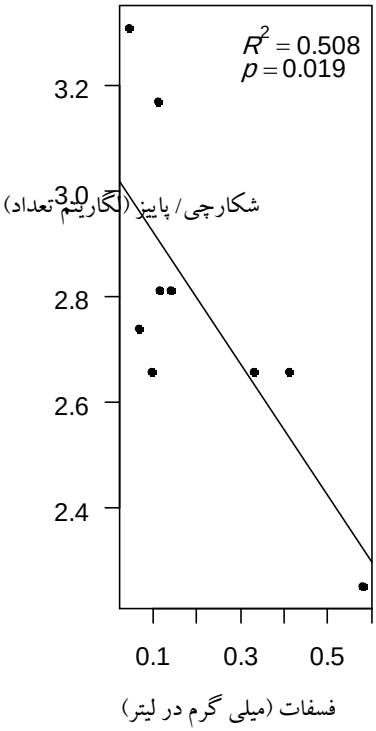


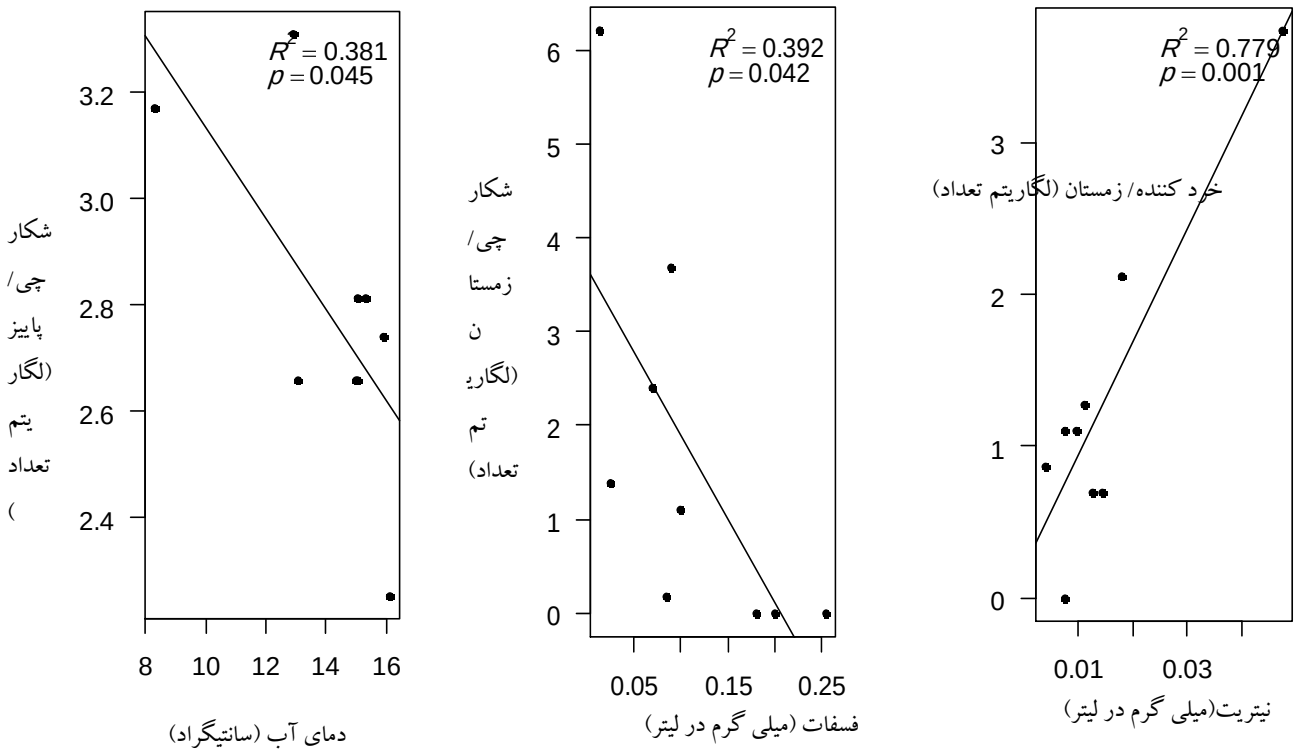




ادامه شکل ۵:

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]




ادامه شکل ۵:

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

## بحث

درایستگاه‌های نمونه برداری گروه‌های فیلترکننده و جمع‌آوری‌کننده که هر دو از ذرات ریز[۶] (FPOM) تغذیه می‌کنند بیشترین فراوانی را داشته که از این گروه می‌توان به Baetidae و Chironomidae از گروه جمع‌آوری کنندگان و Simullidae از گروه فیلترکنندگان اشاره کرد.

مواد آلی می‌توانند منبع تولید داخل اکوسیستم[۷] یا خارج اکوسیستم[۸] داشته باشند. اولویت برای این منبع غذایی فراوان می‌تواند یکی از مزیت‌های محیط‌های ناپایدار مانند اکوسیستم‌های آب‌های جاری باشد (Allan and Castilho, 2007) زیرا طبق نظریه غذای بهینه، کمترین زمان و انرژی برای یافتن غذا صرف می‌شود[۹] (MacArthur and Pianka, 1966).

مطالعاتی که در نهرهای جنوب غربی ایالات متحده انجام شده است که بصورت تیپیک از تولیدات اولیه درون نهر تغذیه می‌شوند نشان داده است که نهرها بیشتر بوسیله گونه‌های جمع‌آوری کننده غالب شده و برعکس نظریه پیوستگی رودخانه (RCC[۱۰]) از جمعیت‌های خرد کننده در بخش‌های بالادست خبری نبود (Fisher *et al*. 1982). در این نهرها بیان شده است که وقایعی نظیر سیلاب‌های بزرگ که در این اکوسیستم‌های شایع بودند، ممکن است سبب این اتفاق و عدم تکامل چرخه باشند. بعد از سیلاب‌های بزرگ، بخش زیادی از ذرات ریز با منشا خارجی وارد سیستم شده و جمعیت‌های ماکروبنتوزی بخصوص در ماه‌های تابستان از مزایای منابع زیاد ذرات ریز استفاده می‌کنند.

براساس نظریه پیوستگی رودخانه انتظار می‌رود در بخش‌های بالادست گونه‌های جمع‌آوری‌کننده و خردکننده حضور داشته باشند که با توجه به نمودار ۲ و فراوانی گروه‌های غذایی از بالادست تا پایین دست می‌توان مشاهده کرد که مطالعه حاضر با این نظریه مطابقت دارد و با توجه به اینکه در بخش‌های بالادست بیشتر جنگلی بوده و منابع بیرونی غذایی وجود داشته در نتیجه گروه‌های خرد کننده تنها در بالادست مشاهده می‌شوند؛ ولی در ایستگاه ۲ و ۵، به علت ورود مواد آلی از کارگاه‌های پرورش قزل‌آلا به سیستم رودخانه‌ایی می‌توان افزایش جمعیت‌های جمع‌آوری‌کننده و فیلترکننده را انتظار داشت (Fries and Bowls, 2002., Sandin and Johnson, 2000). گونه‌های خراشنده نیز با افزایش ورودی نور خورشید به بخش‌های پایین دست و رشد پوشش‌های جلبکی در سطح سنگ افزایش یافته و همینطور در بخش‌های پایین دست نیز افزایش گونه‌های شکارچی نیز مورد انتظار است. ارزیابی و برآیند گروه‌های حساس مورد بررسی نشان داد که در ایستگاه ۳ که در پایین‌دست مزرعه پرورش ماهی اول قرار داشته و تنها در فصل بهار فراوانی بالایی داشته و در بقیه فصول فراوانی آن‌ها به شدت کاهش یافته است. در مورد گونه‌های با میزان تحمل متوسط نیز می‌توان مشاهده کرد بعد از هر پرورش ماهی مقدار آن‌ها کاهش یافته زیرا این گونه‌های توانسته‌اند با شرایط محیطی سازش یافته و منابع غذایی خروجی از

[5] Fine Particulate Organic Matter
[6] Autochthonous
[7] Allochthonous
[8] Optimal foraging theory
[9] River Continuum Concept

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

استخرهای پرورش ماهی تاثیر زیادی در پراکنش و فراوانی این گروه دارد. گروه‌های با حساسیت کم نیز فراوانی بسیار کمی داشته‌اند. از مهمترین عوامل تاثیرگذار خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در منطقه مطالعاتی می‌توان به میزان پوشش گیاهی سطح سنگ‌ها برای گروه‌های خراشنده میزان کدورت آب و مواد جامد معلق که سبب بالا رفتن میزان هدایت الکتریکی می‌شوند و ذرات ریز معلق در آب برای گروه‌های جمع‌آوری‌کننده و فیلترکننده و دمای پایین به همراه غلظت بالای اکسیژن برای گروه‌های شکارچی که بسیار حائز اهمیت است. به نظر می‌رسد گام بعدی و مورد انتظار در مطالعات بعدی بررسی میزان انرژی ورودی به یک اکوسیستم مانند میزان ورودی انرژی خورشید و همین‌طور به علت فصلی بودن رودخانه‌های شمال کشور و وقایعی عظیمی مانند سیلاب مطالعه بر روی فضاهای بین بستر و چگونگی بازسازی این جمعیت‌ها بعد از این وقایع بسیار حائز اهمیت است.

## سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری‌نمودند سپاسگزاری نماییم.

## منابع


۱. باقری، س.، عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی‌مهرگان کفزی دریاچه ارس. مجله علمی شیلات ایران، (۴)، ۱- ۱۰.

۲. داد، س.، جعفریان، ح.، فارابی، س. م.، پاتیمار، ر.، روحی، الف.، هرسیج، م.، ۱۳۹۶. شناسایی، تعیین تراکم و زی‌توده جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در محل استقرار قفس‌های پرورش ماهی در ساحل جنوبی دریای خزر (کلارآباد). مجله آبزیان دریای خزر، ۲ (۱)، ۵۹- ۷۲.

۳. فتحی، پ.، ابراهیمی‌درچه، ع.، اسماعیلی، ع.، متقی، الف.، ۱۳۹۵. بررسی تراکم و توده زنده بزرگ بی-مهرگان کفزی تالاب چغاخور. مجله پژوهش‌های جانوری، ۲۹ (۱)، ۶۴- ۷۶.

۴. قاسمی، الف.، نبوی، م.، سواری، الف.، دوست-شناس، ب.، طاهری، م.، ۱۳۹۰. بررسی ساختار جمعیت و تنوع گونه‌ای ماکروبنتوزهای دریای خزر در مناطق ساحلی سیسنگان و نوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۲۱ صفحه.

۵. معاونت آمار و اطلاعات.، ۱۳۹۷. سالنامه آماری استان گلستان سال ۱۳۹۶. ۷۵۱ ص.

۶. نظامی، ش.، خارا، ح.، ۱۳۸۴. ارزیابی اثرات خشکسالی بر تنوع، تراکم، فراوانی و پراکنش موجودات کفزی تالاب امیر کلایه لاهیجان. مجله علمی شیلات ایران، (۲)، ۱۴۱- ۱۵۵.

۷. وزارت نیرو.، ۱۳۷۰. مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی محدود رودخانه گرمابدشت زرین گل (جلد۲) مطالعات هیدرولوژی. ۶۸صفحه.

8. Aazami, J., Maghsodlo, H., Mira, S. S., Valikhani, H., 2020. Health evaluation of riverine ecosystems using aquatic macroinvertebrates: a case study of the Mohammad-Abad River, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology, 1-8.

9. Allan, J. D., Castilho, M. M., 2007. Stream ecology: structure and function of running Waters. 2nd ed Londres: Editora Springer, 436 p.


[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

10. Berger, E., Haase, P., Kuemmerlen, M., Leps, M., Schaefer, R. B., Sundermann, A., 2017. Water quality variables and pollution sources shaping stream macroinvertebrate communities. Science of the Total Environment, 587, 1-10.
11. Boonsoong, B., Sangpradub, N., Barbour, M. T., 2009. Development of rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates for Thai streams. Environmental Monitoring and Assessment, 155(1-4), 129-147.
12. Costa-Pierce, B. A., 2002. Ecology as the paradigm for the future of aquaculture. Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution. Blackwell Science, Oxford, UK, 339-372.
13. Fisher, S. G., Gray, L. J., Grimmandd, N. B., Busch, E .,1982. Temporal succession in a desert stream ecosystem following flash flooding. Ecological Monographs, 52, 93-110.
14. Fonseca, G., Fehlauer-Ale, K. H., 2012. Three in one: fixing marine nematodes for ecological, molecular, and morphological studies. Limnology and Oceanography: Methods, 10(7), 516-523.
15. Fries, L. T., D. E. Bowles., 2002.Water quality and macro invertebrate community structure associated with a sportfish hatchery outfall. Sanmarcos, TEXAS, USA.
16. Gabriels, W., Lock, K., De Pauw, N., Goethals, P. L., 2010. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters, 40(3), 199-207.
17. Gomes, P. I., Wai, O. W., 2020. Concrete lined urban streams and macroinvertebrates: a Hong Kong case study. Urban Ecosystems. 23(1): 133-145.
18. Grzybkowska, M., 1989. Production estimates of the dominant taxa of Chironomidae (Diptera) in the modified, River Widawka and the natural, River Grabia, Central Poland. Hydrobiologia, 179(3), 245-259.
19. Johnson, R. W., Calder, J. A., 1973. Early digenesis of fatty acids and hydrocarbons in a salt marsh environment. Geochimica et Cosmochimica Acta, 37(8), 1943-1955.
20. Lin, K. J., Yo, S. P., 2008. The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. Hydrobiologia, 596(1), 213-223.
21. MacArthur, R. H., Pianka, E. R., 1966. On optimal use of a patchy environment. American Naturalist, 100(916), 603-609.
22. Malloy, K. J., Wade, D., Janicki, A., Grabe, S. A., Nijbroek, R., 2007. Development of a benthic index to assess sediment quality in the Tampa Bay Estuary. Marine pollution bulletin, 54(1), 22-31.
23. Parr, L. B., Mason, C. F., 2003. Long-term trends in water quality and their impact on macroinvertebrate assemblages in eutrophic lowland rivers. Water research, 37(12), 2969-2979.

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]

24. Sandin, L., Johnson, R. K., 2000. The statistical power of selected indicator metrics using macroinvertebrates for assessing acidification and eutrophication of running waters. Hydrobiologia Journal, 4, 233–243.
25. Singh, V., Sharma, M. P., Sharma, S., Mishra, S., 2019. Bio-assessment of River Ujh using benthic macro-invertebrates as bioindicators, India. International Journal of River Basin Management. 17(1), 79-87.
26. Sweeten, S. E., Ford, W. M., 2016. Effects of microhabitat and large-scale land use on stream salamander occupancy in the coalfields of Central Appalachia. Journal of Ecology and the Natural Environment, 8(9), 129-141.

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.8.3 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.1.87 ]