

بررسی ترکیب فصلی، فراوانی و تنوع زیستی جوامع کفزیان در رودخانه گرگان رود، استان گلستان

- مهدی عادل^{*}: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
- سیدعلی اکبر هدایتی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- مجتبی پولادی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- زینب عادل^{*}: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

بررسی سالیانه فون کفزیان موجود در یک رودخانه می‌تواند اطلاعات دقیقی را در خصوص میزان آلودگی در اختیار سایر محققین قرار دهد. با توجه به ورود پساب‌های شهری و کشاورزی به رودخانه گرگان رود، هدف از این مطالعه بررسی ترکیب، فراوانی و تنوع زیستی جوامع کفزیان در این رودخانه به‌عنوان بخشی از سطوح غذایی این اکوسیستم آبی بسیار پراهمیت می‌باشد. این مطالعه در طی یک دوره یک‌ساله بین سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ در ۵ ایستگاه مختلف و به‌صورت ماهیانه انجام گردید. نمونه‌برداری با استفاده از نمونه‌بردار سوربر (با مساحت ۱۶۰۰ سانتی‌مترمربع) با ۳ تکرار انجام گردید. بر این اساس، ۳ شاخه و ۱۶ جنس شناسایی شدند که شاخه‌های کرم‌های حلقوی، بندپایان و نرم‌تان به ترتیب با ۳، ۴ و ۹ جنس دارای بیش‌ترین جنس بودند. بیش‌ترین میزان تنوع با میانگین فصلی ۲/۶۷ و ۰/۸۶ در فصل پاییز و کم‌ترین میزان تنوع با مقادیر ۲/۱۶ و ۰/۸۱ در فصل تابستان به‌دست آمد. بر مبنای مقایسه جوامع کفزی، میانگین تراکم نهایی جمعیت کفزیان فصول مختلف در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$)، ولی میانگین تراکم نهایی فصول مختلف با همدیگر دارای اختلاف معنی‌دار نداشت ($P > 0/05$). برطبق این نتایج بین فاکتورهای دما، اکسیژن محلول و درجه اسیدیته ایستگاه‌های مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$)، ولی فاکتور عمق در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). هم‌چنین آنالیز هم‌بستگی فاکتورهای مختلف آب و تراکم جمعیت کفزیان ایستگاه‌های مختلف حاکی از عدم وجود رابطه هم‌بستگی معنی‌دار بود ($P > 0/05$).

کلمات کلیدی: تراکم، تنوع زیستی، کفزیان، رودخانه گرگان‌رود، استان گلستان



مقدمه

علم بوم‌شناسی مطرح می‌باشد. بررسی جوامع موجودات کفزی به عنوان شاخصی برای شناخت بیش‌تر منابع آبی و ارزیابی ظرفیت‌های شیلاتی و تعیین پتانسیل بهره‌برداری از ذخایر مورد استفاده قرار می‌گیرد (عباس‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). نه تنها این ارزیابی‌ها به‌طور مستقیم از شرایط کیفی منابع آبی ما را مطلع می‌سازند بلکه می‌تواند انعکاس‌دهنده آشفستگی‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی حوزه‌های اطراف نیز باشد (قانع، ۱۳۹۲). تاکنون مطالعات متعددی بر روی جوامع آبزیان موجود در رودخانه گرگان رود صورت گرفته است (مهردادی و همکاران، ۱۳۸۹؛ شاپوری و همکاران، ۱۳۸۹؛ رضامند و پاتیمار، ۱۳۹۶؛ اردکانی و جمالی‌پور، ۱۳۹۶). هدف از انجام این تحقیق بررسی ترکیب، فراوانی و تنوع زیستی فون کفزیان رودخانه گرگان رود در طی یک دوره مطالعه یک‌ساله بوده است.

مواد و روش‌ها

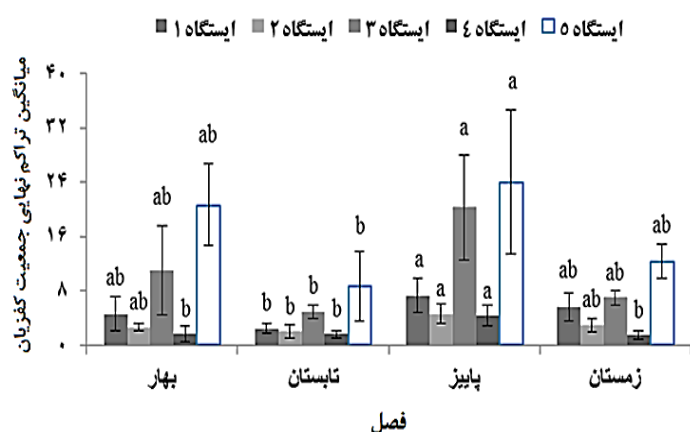
رودخانه گرگان رود از کوه‌های الاداغ در منطقه بجنورد سرچشمه می‌گیرد و پس از طی مسافتی حدود ۳۰۰ کیلومتر در شمال شهر بندرترکمن به دریا می‌ریزد. جریان آب آن از مسیر مشرق به مغرب به سمت دریا می‌باشد (موسوی‌ده‌موردی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به شرایط جغرافیایی، این تحقیق در ۵ ایستگاه مختلف از زیر پل تاریخی شهرستان آق‌قلا تا مصب دریای خزر به طول ۴۰ کیلومتر انجام پذیرفت. آب گرگان رود در مناطق کوهستانی به دلیل عبور از زمین‌های سنگی و شنی، صاف و روشن است، اما هر قدر به دریا نزدیک‌تر می‌شود به علت عبور از دشت‌های با زمین‌های رسی و لسی بر تعداد مواد جامد و همچنین املاح آن افزوده می‌شود. علت گل آلود بودن این رودخانه وجود رسوب زیاد گرگان رود و از بین رفتن پوشش گیاهی در حوضه آبریز این رودخانه است. جنس بستر آن رس است که در کدر بودن آب اثر دارد (کردوانی، ۱۳۷۴). محل استقرار ایستگاه‌های مورد مطالعه بر این اساس می‌باشد: ایستگاه اول: زیر پل تاریخی آق‌قلا به دلیل ورود پساب‌های خانگی و شهری. ایستگاه دوم: زیر پل روستای خواجه نفس به دلیل ورود پساب‌های خانگی و بار آبی زیاد. ایستگاه سوم: روستای چاپقلی به دلیل مواد آلی که از روستا به رودخانه وارد می‌شود. ایستگاه چهارم: یگان حفاظت دریا به دلیل بستر رودخانه و سرعت جریان آب. ایستگاه پنجم: مصب دریا که مقصد نهایی ورود مواد آلی رودخانه به دریا می‌باشد. منطقه مورد بررسی رودخانه گرگان رود در غرب استان گلستان از شهر آق‌قلا تا محل مصب دریا با عرض‌های جغرافیایی $38^{\circ} 23' 4''$ تا $38^{\circ} 09' 40''$ شمالی و طول‌های جغرافیایی $51^{\circ} 04' 27''$ تا $51^{\circ} 08' 16''$ شرقی قرار گرفت (جدول ۱).

در میان موجودات آبی مختلف، کفزیان گروهی از موجودات زنده هستند که در سطح یا درون رسوبات منابع آبی و نزدیک به بستر دریاچه‌ها، استخرها و رودخانه‌ها به‌سر می‌برند. بی‌مهرگان آبی کفزی (ساکن در بستر رسوبات) بهترین شاخص برای ارزیابی زیستی به حساب می‌آیند زیرا آن‌ها حساس به واکنش در برابر مواد سمی و آلودگی‌های مختلف می‌باشند. این شاخص‌ها ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی سریع منابع آبی بوده و به‌صورت یک عدد واحد بیان می‌شود (موسوی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰). جوامع کفزی طیف وسیعی از گیاهان، جانوران و باکتری‌ها از تمام سطوح تغذیه‌ای را شامل می‌شوند. گسترش جوامع موجود در این سطوح تقریباً همگی از بارش مواد بالای سر آن‌ها تبعیت می‌کند. سقوط فیتوپلانکتون‌ها، اجزای مختلف پلانکتون‌های مرده، فضولات دفعی و فرم‌های متفاوت از انواع مواد آلی به‌صورت ذرات ریز از این موارد می‌باشد. کفزیان را می‌توان به دو گروه درشت کفزیان و ریزکفزیان تقسیم نمود. بنتوزها در اکوسیستم‌های آبی دارای چندین نقش مهم می‌باشند که از آن جمله می‌توان به نقش طعمه آبزیان بودن آن‌ها، جابجایی و گردش مواد غذایی در اکوسیستم آبی و تبدیل مواد آلی با منشأ درون‌زا و برون‌زا به مواد معدنی اشاره نمود. کفزیان هم‌چنین به‌عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده آبزیان می‌باشند و می‌توانند به‌عنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخصی برای کیفیت آب نیز محسوب بشوند (Sarkar, 2012). بسیاری از بی‌مهرگان کفزی دارای اندازه بزرگ‌تر از یک میلی‌متر بوده و با چشم غیرمسلح نیز دیده می‌شوند. اکثر گونه‌های بی‌مهرگان کفزی شامل حشرات آبی یا لاروهای آن‌ها می‌باشند، ولی انواعی از کرم‌ها مانند (کرم‌های پهن یا حلقوی)، نرم‌تنان مانند (حلزون‌ها و صدف‌ها)، سخت‌پوستان مانند (خرچنگ‌ها) و حتی عنکبوت‌های آبی نیز در این گروه قرار می‌گیرند. جامعه کفزیان اکوسیستم‌های آب شیرین به‌طور عمده شامل ۴ شاخه کرم‌های پهن، کرم‌های حلقوی، بندپایان و نرم‌تنان هستند (شاپوری و همکاران، ۱۳۹۰). گرگان رود یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های ایران می‌باشد. این رود از کوه‌های الاداغ در منطقه بجنورد سرچشمه می‌گیرد و جریان آب آن از مشرق به مغرب به سمت دریا است. رود گرگان پس از طی حدود ۳۰۰ کیلومتر از مسیر پربیچ و خم کوهستانی و صحرای کولان و شهر قدیمی گرگان بالای گنبد کاووس و نیز دشت گرگان در گمیش‌تپه (گمیشان)، واقع در شمال بندرترکمن به دریا می‌ریزد. مطالعات زیستی و بوم‌شناختی منابع آبی از اساسی‌ترین مباحث مورد بررسی جهت اعمال مدیریت بهینه بر اکوسیستم‌های آبی در یک سرزمین می‌باشد که در این بین مطالعه جانوران کفزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات



نتایج

براساس عملیات نمونه برداری انجام شده ۱۶ جنس متعلق به ۳ شاخه بندپایان (Arthropoda)، کرم‌های حلقوی (Annelidae) و نرم‌تنان (Mollusca) در میان فون کفزیان رودخانه گرگان رود شناسایی گردیدند (جدول ۲). در این راستا شاخه‌های کرم‌های حلقوی، بندپایان و نرم‌تنان به ترتیب با ۴، ۹ و ۳ جنس دارای بیشترین نمونه گزارش شده بودند. به طوری که جنس‌های *Tubifex*، *Lumbricus* sp.، *Nais* sp. و متعلق به رده کرم‌های حلقوی و جنس‌های *Tipula* sp. و *Tabanus* sp.، *Chironomus* sp.، *Ceratopogon* sp. متعلق به رده بندپایان و جنس‌های *Theodoxus* sp.، *Limnaea* sp.، *Dreissena* sp.، *Unio* sp.، *Anodonta* sp.، *Planorbis* sp.، *Physa* sp.، *Sphaerium* sp. و *Pisidium* sp. متعلق به رده نرم‌تنان بودند (جدول ۲). میانگین تراکم نهایی جمعیت کفزیان در فصول مختلف در ایستگاه‌های مختلف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$)، ولی این میانگین تراکم نهایی فصول مختلف با همدیگر دارای اختلاف معنی‌دار نبودند ($P > 0.05$) (شکل ۱ و جدول ۳).



شکل ۱: میانگین تراکم نهایی جمعیت کفزیان ایستگاه‌های مختلف در طی فصول مختلف نمونه برداری

* حروف مختلف در بین فصل‌های مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

در همه فصول مختلف نمونه برداری شامل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به طور ثابت ایستگاه شماره ۵ دارای بیشترین و ایستگاه شماره ۴ دارای کمترین میزان تراکم نهایی بودند (شکل ۲). براساس نتایج به دست آمده از میانگین تراکم ماهیانه ایستگاه‌های مختلف ماه‌های مرداد و آذر به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تراکم نسبت به ماه دیگر سال بودند (شکل ۳).

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مختلف

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)
۱	۲۷۳۸۰۴	۴۰۹۹۲۳۴
۲	۲۴۱۵۶۶	۴۰۹۸۳۱۵
۳	۲۳۷۳۲۸	۴۰۹۷۵۵۰
۴	۲۳۵۰۰۷	۴۰۹۶۶۱۰
۵	۲۳۵۰۰۷	۴۰۹۶۶۱۰

با توجه به نوع منبع آبی رودخانه از نمونه بردار سوربر با ابعاد 40×40 سانتی متر جهت نمونه برداری استفاده شد (Barbour و همکاران، ۱۹۹۶). عملیات نمونه برداری به صورت ماهیانه و منظم از فروردین تا اسفند ماه سال ۱۳۸۸ به مدت یک سال صورت گرفت. جهت رسیدن به نتایج دقیق‌تر، عمل نمونه برداری هر ایستگاه با سه تکرار صورت گرفت و از مجموع آن‌ها یک نمونه شاخص همگن با حجم معین به دست آورده و با فرمالین ۴ درصد تثبیت نموده و بعد از ثبت اطلاعات لازم مربوط به نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل گردید (خاتمی، ۱۳۸۳). در محیط آزمایشگاه، محتوای ظروف نمونه بر روی یک الک 500μ میکرون تخلیه شده و سپس به اندازه کافی با آب شست‌شو گردید تا بوی فرمالین از بین برود. پس از شست‌شوی نمونه‌ها با تخلیه آن‌ها در داخل یک سینی تشریح ذرات شن و ماسه، رسوبات و خرده‌های گیاهی از آن‌ها جدا شده و سرانجام توسط لوپ دوچشمی با بزرگ‌نمایی عدسی‌های چشمی $40-100$ مورد مشاهده، شناسایی و شمارش قرار گرفتند (عباس‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). شناسایی نمونه‌های کفزیان بر حسب جنس و از روی کلیدهای شناسایی معتبر انجام شد (Sarkar، ۲۰۱۲). هم‌چنین جهت بررسی عوامل تأثیرگذار بر جوامع کفزیان، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ایستگاه‌های مختلف مانند درجه حرارت آب، درجه اسیدیته، عمق آب و اکسیژن محلول مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور جهت اندازه‌گیری عمق آب از متر معمولی، درجه حرارت آب از دماسنج حیوه‌ای، اکسیژن محلول از اکسی متر دیجیتالی (مدل WTW) و درجه اسیدیته از دستگاه قابل حمل و ضد آب (pH Tester 30) بر طبق روش‌های استاندارد استفاده گردید (Barbour و همکاران، ۱۹۹۶). تجزیه و تحلیل آماری تراکم نهایی ایستگاه‌های مختلف توسط آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) در سطح احتمال 0.05 درصد و معنی‌دار بودن اختلاف میانگین داده‌های ایستگاه‌های مختلف، با استفاده از آزمون دانکن توسط نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (زرگر، ۱۳۸۴). هم‌چنین محاسبه شاخص‌های تنوع شانون-ویتر و سیمپسون توسط نرم‌افزار Ecological Methodology صورت پذیرفت.



جدول ۲: جنس‌های شناسایی شده جمعیت کفزیان رودخانه گرگان رود در سال ۱۳۸۸

منبع	جنس	خانواده	راسته	رده	شاخه
-	sp <i>Ceratopogon</i>	Ceratopogonidae			
Meigen, 1803	sp <i>Chironomus</i>	Chironomidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
Linnaeus, 1758	sp <i>Tabanus</i>	Tabanidae	(دوبالان)	(حشرات)	(بندپایان)
<u>Latreille, 1802</u>	sp <i>Tipula</i>	Tipulidae			
<u>Linnaeus, 1758</u>	sp <i>Lumbricus</i>	Lumbricidae		Oligochaeta	Annelidae
Lamarck, 1816	sp <i>Tubifex</i>	Tubificidae	Haplotaxida	(کم تاران)	(کرم‌های حلقوی)
Muller, 1774	sp <i>Nais</i>	Naididae			
Lamarck, 1799	sp <i>Limnaea</i>	Limnaeidae	-		
Montfort, 1810	sp <i>Theodoxus</i>	Neritidae	<u>Cycloneritimorpha</u>	Gastropoda	
<u>Draparnaud, 1801</u>	sp <i>Physa</i>	Physidae	Hygrophila	(شکم‌پایان)	
<u>Muller, 1774</u>	sp <i>Planorbis</i>	Planorbidae	Basommatophora		
<u>Lamarck, 1799</u>	sp <i>Anodonta</i>	<u>Unionidae</u>	<u>Unionoida</u>		Mollusca
Philippson, 1788	sp <i>Unio</i>	<u>Unionidae</u>			(نرم‌تنان)
Beneden, 1835	<i>Dreissena</i> sp	Dreissenidae		Bivalvia	
<u>Scopoli, 1777</u>	sp <i>Sphaerium</i>	Sphaeriidae	Veneroida	(دوکفه‌ای‌ها)	
<u>Pfeiffer, 1821</u>	<i>Pisidium</i> sp	Sphaeriidae			

جدول ۳: میانگین تراکم نهایی جمعیت کفزیان فصول مختلف در بین ایستگاه‌های ۵ گانه

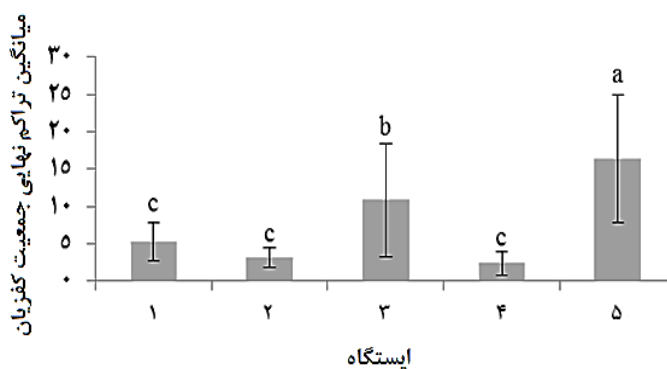
فصول مختلف	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	سطح معنی‌داری	میانگین نهایی فصول
بهار	۴/۶۶±۲/۵۱ ^{ab}	۲/۶۶±۰/۵۷ ^c	۱۱±۶/۵۵ ^b	۱/۶۶±۱/۱۵ ^c	۲۰/۶۶±۶/۰۲ ^a	۰/۰۰۱	۸/۱۲±۷/۸۹ ^A
تابستان	۲/۵۰±۰/۷۰ ^b	۲±۱ ^b	۵±۱ ^{ab}	۱/۶۶±۰/۵۷ ^b	۸/۶۶±۵/۱۳ ^a	۰/۰۴۱	۳/۹۶±۲/۹۳ ^A
پاییز	۷/۳۳±۲/۵۱ ^b	۴/۶۶±۱/۵۲ ^b	۲۰/۳۳±۷/۷۶ ^a	۴/۳۳±۱/۵۲ ^b	۲۴±۱۰/۵۸ ^a	۰/۰۰۶	۱۲/۱۳±۹/۳۲ ^A
زمستان	۵/۶۶±۲/۰۸ ^{bc}	۳±۱ ^{cd}	۷±۱ ^b	۱/۵۰±۰/۷۰ ^d	۱۲/۳۳±۲/۵۱ ^a	۰/۰۰۰	۵/۸۹±۴/۱۹ ^A

* حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)



شکل ۳: میانگین تراکم نهایی ماهانه جمعیت کفزیان ایستگاه‌های مختلف در طول دوره آزمایش

* حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)



شکل ۲: میانگین تراکم نهایی جمعیت کفزیان ایستگاه‌های مختلف در طول دوره آزمایش

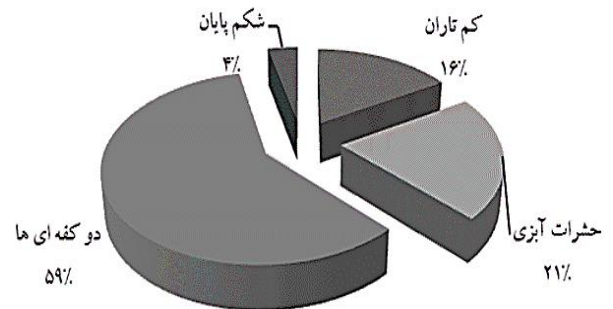
شکم‌پایان (Gastropoda) با فراوانی ۵۹، ۲۱، ۱۶ و ۴ درصد به ترتیب دارای بیش‌ترین تا کم‌ترین میزان درصد فراوانی کل بودند (شکل ۴).

با توجه به مطالعه حاضر تعداد ۴ رده مختلف دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia)، حشرات آبی (Insecta)، کم تاران (Oligochaeta) و



عمق در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به طوری که ایستگاه شماره ۳ و ۵ به ترتیب با عمق ۵۹/۵ و ۳۲/۵ سانتی‌متر دارای بالاترین و کم‌ترین میزان عمق در بین ایستگاه‌های مختلف بودند (جدول ۴). هم‌چنین آنالیز همبستگی فاکتورهای مختلف آب و تراکم جمعیت کفزیان ایستگاه‌های مختلف حاکی از عدم وجود رابطه همبستگی معنی‌دار بود ($P > 0.05$).

مقایسه میزان تنوع جوامع کفزی بر اساس شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمپسون در اشکال ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند. بر این اساس بیش‌ترین میزان تنوع با میانگین فصلی ۲/۶۷ و ۰/۸۶ در فصل پاییز و کم‌ترین میزان تنوع با مقادیر ۲/۱۶ و ۰/۸۱ در فصل تابستان به دست آمد. هم‌چنین در طول دوره این مطالعه ایستگاه ۵ دارای بیش‌ترین میزان تنوع نسبت به سایر ایستگاه‌های مورد بررسی بود.



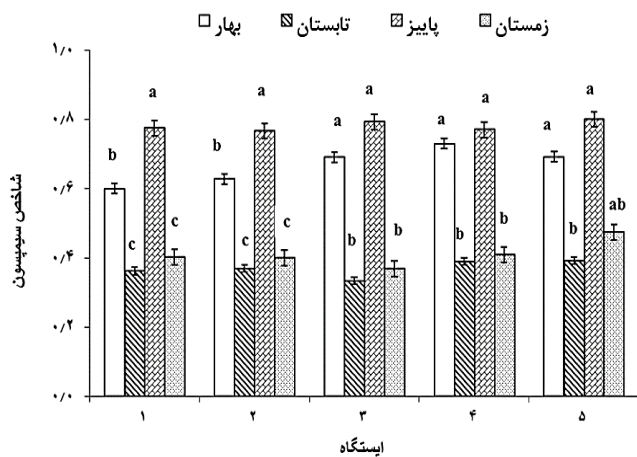
شکل ۴: درصد فراوانی نهایی جمعیت کفزیان رودخانه گرگانرود

میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مسیر رودخانه گرگانرود در ایستگاه‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. بر طبق این نتایج بین فاکتورهای دما، اکسیژن محلول و درجه اسیدیته ایستگاه‌های مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$)، ولی فاکتور

جدول ۴: میانگین \pm انحراف معیار فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود

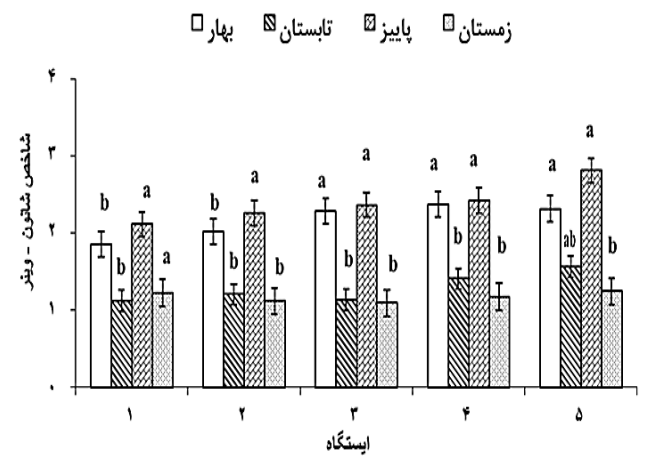
نوع فاکتور	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	سطح معنی‌داری
دمای آب	۱۷/۸۳ \pm ۷/۴۶ ^a	۱۹/۰۸ \pm ۷/۰۱ ^a	۱۹/۶۶ \pm ۶/۸ ^a	۲۰ \pm ۷/۴۴ ^a	۲۰/۵۸ \pm ۷/۰۷ ^a	۰/۹۰۵ ^{ns}
اکسیژن محلول	۷/۶۵ \pm ۲/۰۴ ^a	۷/۱۵ \pm ۱/۹۶ ^a	۷ \pm ۲/۲۴ ^a	۷/۱ \pm ۱/۶۵ ^a	۷/۶۳ \pm ۱/۷ ^a	۰/۸۷۹ ^{ns}
درجه اسیدیته	۷/۹۲ \pm ۰/۳۶ ^a	۸/۰۶ \pm ۰/۳۵ ^a	۸/۰۱ \pm ۰/۲۷ ^a	۸/۰۴ \pm ۰/۲۴ ^a	۸/۱۵ \pm ۰/۲ ^a	۰/۴۷۵ ^{ns}
عمق (cm)	۴۶/۵۸ \pm ۲۱/۳۴ ^{ab}	۳۸/۴۱ \pm ۲۷/۴۷ ^b	۵۹/۵ \pm ۱۸/۷۹ ^a	۴۳/۱۶ \pm ۲۱/۲۳ ^{ab}	۳۲/۵ \pm ۱۴/۹۸ ^b	۰/۰۳۷

* حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P > 0.05$). * حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).



شکل ۶: تنوع سیمپسون کفزیان نمونه برداری شده در ایستگاه‌های مختلف در طی فصول نمونه برداری

* حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$)



شکل ۵: تنوع شانون - وینر کفزیان نمونه برداری شده در ایستگاه‌های مختلف در طی فصول نمونه برداری

بسیاری برخوردارند و شناخت و بررسی آن‌ها به منظور اعمال مدیریت بهینه بر هیچ محقق علوم شیلانی و زیست محیطی پوشیده نمی‌باشد (موسوی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین اهداف بررسی

بعث

منابع آب‌های سطحی به‌ویژه رودخانه‌ها و نهرها که در واقع جزو منابع استراتژیک محسوب می‌شوند، از اهمیت



تنوع در فصل تابستان مشاهده گردید. تغییر در شاخص‌های تنوع در یک اکوسیستم آبی در دوره‌های متوالی می‌تواند بیانگر ایجاد تغییرات در شرایط محیطی بستر باشد. از عوامل مهم دیگر که روی تنوع و تراکم گونه‌های کف زیان موثر است، نوع بستر می‌باشد. جنس بستر و نوع ماده آلی موجود در آن روی کفزیان موجود در آن تاثیر می‌گذارد. بین نوع بافت رسوبات، تراکم و گسترش فون کفزی رابطه مشخصی وجود دارد. در این میان بسترهای ماسه‌ای سیلنتی دارای تراکم بالایی از موجودات کفزی هستند (عباس‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). همان‌طور که برقراری ثبات در بستر و فراهم شدن شرایط مطلوب زیست موجب شکوفایی تنوع می‌گردد، بروز هرگونه آلودگی در آب‌های ساحلی و یا وقوع تغییرات شدید جوی و محیطی نیز موجب کاهش تنوع و فراوانی در فون کفزیان خواهد شد. بنابراین استفاده از شاخص‌های تنوع در بررسی‌های اکولوژیک به منظور توصیف شرایط محیطی حاکم بر یک اکوسیستم آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اردکانی و جمالی‌پور، ۱۳۹۶). جرجانی و همکاران (۱۳۸۵) با تحقیقی که بر فون کفزیان نهر مادرسو در پارک ملی گلستان انجام دادند نیز به این نتیجه رسیدند که سیل‌های عظیم و سهمگین اواخر پاییز و زمستان سبب کننده شدن و از بین رفتن این بسترها شده و به همراه آن‌ها کفزیان به نقاطی بسیار دورتر از محل اصلی خود برده می‌شوند و مشاهده نمودند که تراکم ماکروبنتوزها تحت تاثیر شرایط محیطی و دبی آب در زمان‌های مختلف متغیر است. افزایش تعداد یک گونه در یک فصل بیانگر این نکته است که در آن فصل شرایط زیست و تولیدمثل بهتر بوده است و در فصول دیگر سال شرایط محیطی برای آن گونه نامساعد است. همچنین به نظر می‌رسد یکی از عوامل نوسانات در فراوانی گروه‌های مختلف کفزی، به چرخه‌های تولیدمثل آن‌ها مربوط است (میررسولی و قریانی، ۱۳۹۰). علاوه بر این موضوع متغیرهای اقلیمی و زیست محیطی در تحت تاثیر قرار دادن پایداری جمعیت کفزیان و سایر موجودات موثر کاملاً شناخته شده‌اند که ضرورت مطالعه طولانی‌تر و گسترده‌تر را روی این رودخانه مشخص می‌سازد. دلیل احتمالی پایین بودن تنوع زیستی جمعیت کفزیان رودخانه گرگان رود می‌تواند ترکیبی از عوامل زیستی و فیزیکی‌شیمیایی هم‌چون فاکتور شوری آب و منابع آلودکننده حاشیه‌ای اطراف رودخانه از قبیل ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی به درون اکوسیستم این رودخانه در طول ایستگاه‌های مورد بررسی باشد. براساس مطالعات صورت گرفته به دلیل ورود بار آلی و آلاینده‌های محیطی به رودخانه گرگان رود، این رودخانه در معرض تغییرات فون جانوری قرار گرفته است (مهرداد و همکاران، ۱۳۸۹؛ شاپوری و همکاران ۱۳۸۹؛ رضامند و پاتیمار، ۱۳۹۶؛ اردکانی و جمالی‌پور، ۱۳۹۶). به هر صورت اعلام نظر قطعی می‌تواند با آزمایش

بوم‌شناختی موجودات کفزی، درک ارتباط منظم بین پارامترهای فیزیکی‌شیمیایی و موجودات زنده است (Aller و همکاران، ۲۰۰۱). عوامل متعددی از قبیل خصوصیات زیست‌شناسی خانواده‌ها، ساختار بستر، اندازه ذرات، فراوانی مواد غذایی، مقدار مواد آلی، نقش تغذیه‌ای ماهیان از موجودات کفزی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی حاکم بر محیط زیست هم‌چون میزان اکسیژن محلول و دما بر روی تغییر تراکم خانواده‌های مختلف موجودات کفزی موثر می‌باشند (صابری و همکاران، ۱۳۹۰). در طی این تحقیق ۳ شاخه و ۱۶ جنس متعلق به کفزیان مختلف شناسایی شدند. در بررسی کفزیان رودخانه کیله استان مازندران کفزیان راسته‌های Diptera، Ephemeroptera، Trichoptera، Plecoptera، Odonata، Amphipoda، Porosobranchiata، Lamellibranchiata و Pulmonata گزارش گردیدند (عباس‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). هم‌چنین در رودخانه زرین‌گل استان مازندران راسته‌های Ephemeroptera، Trichoptera، Plecoptera، Odonata و Amphipoda شناسایی شدند (میررسولی و قربانی، ۱۳۹۰). در رودخانه محمود آباد استان گلستان نمونه‌های کفزی از راسته‌های Diptera، Ephemeroptera، Trichoptera و Plecoptera مشاهده شدند (Farhangi و Teymori، ۲۰۱۲). در مطالعه تعیین فون جمعیت کفزیان رودخانه خرمارود شهرستان آزادشهر این رودخانه براساس شاخص کیفی هلسینهوف دارای کیفیت مناسب و خوب در طی فصول و ماه‌های مختلف سال بود. هم‌چنین کاهش دمای آب موجب کاهش فرآیندهای متابولیسمی، تولیدمثلی، حرکتی و کاهش تراکم و فراوانی بنتوزها گردیده بود (صابری و همکاران، ۱۳۹۰). انواع رودخانه‌ها از نظر مقدار آب، پهنای رود، فون و فلور گیاهی و جانوری، پوشش بستر، نهرهای کوهستانی یا جلگه‌ای، نوع و جنس بستر، رسوبات، حجم رسوبات حمل شده با یکدیگر متفاوت هستند (نوان مقصودی، ۱۳۹۱). در بررسی رودخانه چافرود استان گیلان حشرات آبی موجودات غالب فون کفزیان رودخانه را تشکیل داده و در این رودخانه نیز آب در کلاسه کیفی خوب تا خیلی خوب گزارش گردید (قانع‌سازان‌سرای، ۱۳۸۳). حشرات آبی می‌توانند به‌عنوان شاخصی جهت نشان دادن کیفیت مناسب و مطلوب آب رودخانه مورد بررسی قرار گیرند (Taylor، ۱۹۹۷؛ Karimian و همکاران، ۲۰۰۹). تعدادی از ماکروبنتوزها به آلودگی محیط آب حساس می‌باشند و مقاومت کمی در برابر شرایط نامساعد زیستی دارند. این موجودات را فقط در اکوسیستم‌های تمیز می‌توان یافت. به عبارت دیگر اگر نمونه‌های حساس به آلودگی در اکوسیستمی مشاهده شد، می‌توان گفت که این اکوسیستم از لحاظ پاکیزگی در شرایط خوبی به سر می‌برد (طوسی و همکاران، ۱۳۹۰). در این مطالعه بیش‌ترین میزان تنوع در فصل پاییز و کم‌ترین میزان



منابع

- مجدد سایر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و پایش سالیانه این رودخانه همراه باشد.
۱۰. قانع ساسان سرایی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنوتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۹۸ صفحه.
 ۱۱. قانع، ا.، ۱۳۹۲. ترکیب جمعیت ماکروبنوتوزها و توسعه آبی پروری در رودخانه زاینده رود. نشریه توسعه آبی پروری. سال ۷، شماره ۴، صفحات ۵۷ تا ۶۵.
 ۱۲. کمالی، م.، ۱۳۹۳. مروری بر روش‌های نمونه برداری از بنتوزها. کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی. منابع طبیعی و محیط زیست. تهران. صفحات ۱ تا ۷.
 ۱۳. مهرداد، ن.؛ خاکپور، ا.؛ سروش، م. و خزاعی، ن.، ۱۳۸۹. ارزیابی زیستی رودخانه گرگان‌رود با استفاده از ساختار کفزیان. چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.
 ۱۴. موسوی ده‌موردی، ل.؛ روشن، آ. و نیکو، س.، ۱۳۸۹. شناسایی و بررسی تنوع گونه‌های نرم‌تنان رسوبات تالاب شادگان. مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۲، شماره ۳، صفحات ۳ تا ۱۳.
 ۱۵. موسوی‌ندوشن، ر.؛ سامان‌پژوه، م.؛ عمادی، ح. و فاطمی، س.م.ر.، ۱۳۹۰. ساختار جمعیت موجودات ماکروبنوتوز در دریاچه نئور اردبیل. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۰، شماره ۳، صفحات ۱۲۹ تا ۱۴۲.
 ۱۶. میررسولی، ا. و قربانی، ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی زیستی رودخانه زرین گل (استان گلستان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنوتوزها. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. سال ۶۴، شماره ۴، صفحات ۳۵۷ تا ۳۶۹.
 ۱۷. نوان مقصودی، م.، ۱۳۹۱. بررسی کفزیان رودخانه قزل اوزن استان زنجان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۱، شماره ۴، صفحات ۱۲۵ تا ۱۳۸.
 ۱۸. American Public Health Association (APHA). 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. New York.
 ۱۹. Barbour, M.T.; Plafkin, J.L.; Bradley, B.P.; Graves, C.G. and Wissemann, R.W., 1996. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable river: periphyton, benthic invertebrates, and fish. 2nd edition EPA. Washington DC. 408 P.
 ۲۰. Farhangi, M. and Teymori Yanseri, M., 2012. Identification macroinvertebrates (benthic) of Mohammad
۱. جرجانی، س.؛ قلیچی، ا. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان. مجله شیلات. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۲.
 ۲. خاتمی، ه.، ۱۳۸۳. بی‌مهرگان کفزی آب‌های شیرین (کلید شناسایی و حساسیت به آلودگی). انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. چاپ اول. ۲۰۵ صفحه.
 ۳. زرگر، م.، ۱۳۸۴. راهنمای جامع SPSS همراه با تمرین‌های علمی و کاربردی. انتشارات بهینه، تهران. ۵۵۶ صفحه.
 ۴. سقلی، م.؛ یحیوی، م. و یلقی، س.، ۱۳۹۰. بررسی توزیع و تراکم ماکروبنوتوزها در مزارع پرورش میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در منطقه گمیشان استان گلستان. مجله آبیان و شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس. سال ۲، شماره ۸، صفحات ۲۹ تا ۳۷.
 ۵. شاپوری، م. و ذوالریاستین، ن.، ۱۳۹۰. هیدروبیولوژی. انتشارات حافظ برتراندیشه. ۱۵۰ صفحه.
 ۶. صابری، س.ا.؛ جرجانی، س.؛ میرا، س.م. و قلیچی، ا.، ۱۳۹۰. تعیین فون بنتیک خرمارود شهرستان آزادشهر. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۱۰۹ تا ۱۱۹.
 ۷. طوسی، آ.؛ شجیعی، ه.؛ قلیچی، ا. و صابری، س.ا.، ۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت چشمه شمال شهرستان دامغان براساس تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۶.
 ۸. عباس‌پور، ر.؛ علیزاده‌ثابت، ح.ر.؛ هدایتی‌فرد، م. و مسگران کریمی، ج.، ۱۳۹۰. ارزیابی زیستی رودخانه چشمه کیل تنکابن (استان مازندران) با استفاده از شاخص‌های زیستی، ساختار جمعیتی و زی‌توده‌ای درشت بی‌مهرگان آبی. مجله آبیان و شیلات. سال ۲، شماره ۸، صفحات ۶۳ تا ۷۵.
 ۹. عباس‌پور، ر.؛ علیزاده‌ثابت، ح.ر.؛ هدایتی‌فرد، م. و مسگران کریمی، ج.، ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی آب رودخانه چشمه کیله با استفاده از جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی و فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب. نشریه توسعه آبی پروری. سال ۷، شماره ۴، صفحات ۴۳ تا ۵۶.



- Abad River (Golestan Province). Journal of Animal Environment. Vol. 4, No. 2, pp: 51-56.
۲۱. **Karimian, E.; Javanshir, A. and Ghorbani, R., 2009.** Determination of biotic indices of water quality in Gheshlagh River, Sanandaj, Iran. Journal Agriculture Science Natural Resources. Vol. 16, No. 2, pp: 99-109.
۲۲. **Mellanby, H., 1963.** Animal life in freshwater, Methuen and Co Ltd. Landon UK. Vol. 308, pp: 55-69.
۲۳. **Pennak, R.L., 1989.** Freshwater of the United States. 3rd ed. Wiley. New York. 28 P.
۲۴. **Sarkar, A., 2012.** Bioindicators of river Yamuna at Agra. International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences. Vol. 2, No. 1, pp: 16-21.
۲۵. **Taylor, B.R., 1997.** Technical Evaluation on Methods for Benthic Invertebrates Data Analysis and Interpretation. AETE Project 2.1.3 prepared for Canada Center for Mineral and Energy Technology. Ottawa. Ontario. 93 P.

