بررسی اثر عوامل محیطی بر تنوع و الگوی پراکنش جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین گل، استان گلستان

- **محمد قلی‌زاده***: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، صندوق پستی:۱۶۳
- **سکینه بویری**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، صندوق پستی:۱۶۳

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۶

چکیده

موجودات کفزی در محیط‌های آبی نقش مهمی در تغذیه آبزی، جابجایی و چرخش مواد غذایی در اکوسیستم آبی و تبدیل مواد آلی به مواد معدنی دارند. در مطالعه حاضر، به‌منظور ارزیابی زیستی رودخانه زرین گل در کاربری‌های مختلف از ترکیب جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی استفاده شد. نمونه‌های کفزی با استفاده از سوربرسمپلر با سطح پوشش ۹۰۰ سانتی مترمربع در فصل زمستان و بهار (به‌مدت ٦ ماه) از ۱۲ ایستگاه با سه تکرار گرفته شد. در مجموع ٦۱۹۲ نمونه از موجودات کفزی شناسایی شدند که شامل ۳۱ خانواده و ۹ راسته بودند. سه جمعیت غالب از لحاظ فراوانی را افمروپترا (۳۷٪)، تریکوپترا (۲۳/٤٥٪) و دیپترا (سیمولیده (۱٦٪) و شیرونومیده (۱۲/٤٪) تشکیل دادند. حداکثر تراکم کل جانداران در طول مدت نمونه‌گیری ۷۹٤٤/٤٤ عدد در مترمربع در ایستگاه ۲ و حداقل آن ۲۱٤٤/٤٤ عدد در مترمربع در ایستگاه ۱ (ایستگاه پایین‌دست تحت فعالیت کشاورزی) بود. هم‌چنین لازم به ذکر است که از ایستگاه‌های بالادست (دست نخورده) به طرف پایین‌دست (تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی شامل کشاورزی و پرورش ماهی)، مقادیر شاخص‌های زیستی – جمعیتی و فراوانی ارگانیزم‌های حساس کاهش و فراوانی ارگانیزم‌های مقاوم افزایش یافت. بدین‌ترتیب فعالیت‌های انسانی مختلف در حاشیه رودخانه زرین گل علاوه بر تاثیر منفی بر فراوانی و تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی، کیفیت آب را نیز تنزل داده است.

کلمات کلیدی: بزرگ بی‌مهرگان کفزی، ترکیب جمعیت، تنوع و پراکنش، رودخانه زرین گل

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: gholizade_mohammad@yahoo.com

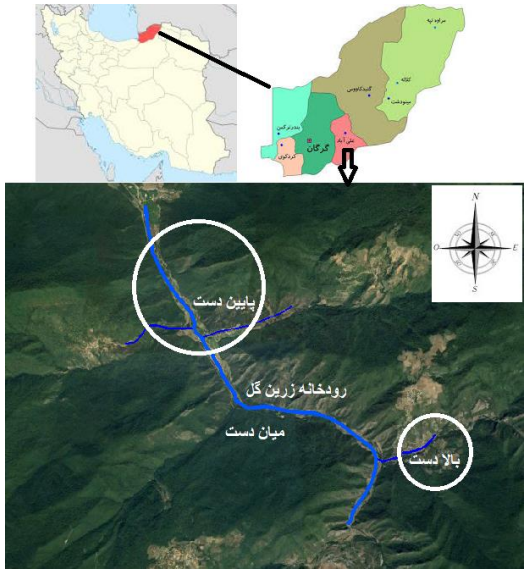
مقدمه

عوامل غیرزنده (عوامل فیزیکی و شیمیایی موجود در یک دریاچه یا آبگیر خاص) موقعیتی را می‌سازند که موجودات زنده ساکن آب شیرین در آن زندگی می‌کنند و تغییرات و نوساناتی که در عوامل غیرزنده یک دریاچه یا آبگیر ایجاد می‌شوند می‌تواند بر تنوع یا بیوماس آن‌ها تاثیر گذارد. آب‌های جاری معمولاً عمق چندانی ندارند و دارای مسیرهای پر پیچ و خم هستند. گیاهان اندکی در اطراف آن مشاهده می‌شوند و موجودات آبزی آن هریک به نحوی با شرایط محیطی سازش یافته‌اند. مطالعه بیولوژیکی و اکولوژیکی گونه‌های مختلف آبزیان در یک اکوسیستم آبی منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می‌گردد، که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد (Kazancheev، ۱۹۸۱). اجزای موجودات زنده در اکوسیستم‌های آب‌های جاری اعم از اتوتروف‌ها و هتروتروف‌ها برای بقا و ادامه حیات اکوسیستم دائماً در فعالیت بوده و از طریق تولید و تجزیه مواد عناصر و مواد غذایی لازم را برای یکدیگر و برای چرخه مواد در اکوسیستم تامین می‌نماید. یکی از پدیده‌های مهم در این اکوسیستم‌ها، تولیدات ثانویه می‌باشد که ارتباط بین تولیدکنندگان اولیه و ماهیان را در اکوسیستم‌های آب‌های جاری برقرار می‌کند. یا به‌عبارتی ارتباطات متقابل موجودات زنده شامل رقابت، تغذیه از همدیگر و سایر ارتباطات یک زنجیره‌غذایی را سبب‌می‌شود. مطالعات انجام‌گرفته‌توسط Cooper و Knight(۱۹۹۱) در فرایند ارزیابی زیستی احتمالاً در مناطق غیرآلوده (دور از فعالیت‌های انسانی)، ارگانیزم‌های غیرمقاوم غالب‌اند، علاوه بر این احتمالاً نرخ تنوع گونه‌های در این مناطق نسبت به مناطق آلوده بیش‌تر است زیرا در نواحی آلوده ارگانیزم‌های مقاوم غالب‌اند و این موجودات معمولاً از تنوع کم‌تری هم برخوردارند. از مهم‌ترین جوامع زیستی به‌کار رفته در این زمینه، می‌توان به بی‌مهرگان کفزی، ماهیان و جلبک‌ها اشاره کرد. اما در این بین، بی‌مهره‌های کفزی رایج‌ترین ارگانیزم‌های به‌کار رفته در این پروسه‌اند. توان حرکتی محدود، واکنش نسبت به شرایط زودگذر محیطی، سهولت در نمونه‌برداری، قابلیت اسکان در بسترهای مختلف و تنوع بالای بی‌مهرگان کفزی ازجمله دلایل و مزایای مطالعه این جوامع، نسبت به سایر جوامع زیستی در بیان تغییرات کیفی آب است (Feminella، ۱۹۹۹). وظایف اصلی این موجودات کفزی در شبکه‌های آب‌های جاری تبدیل کیفیت پایین و انرژی کم تولیدکننده اولیه به کیفیت بهتر غذا برای سطوح غذایی بالاتر، ماهیان می‌باشد (یحیوی، ۱۳۷۹). جوامع کفزی در رودخانه‌ها نقش مهمی در زنجیره غذایی ماهیان بازی می‌کنند. کفزیان به‌عنوان دومین یا سومین سطح غذایی مورد استفاده آبزیان قرار گرفته و می‌توانند به‌عنوان نمایه‌ای از میزان کل تولیدات و شاخصی برای کیفیت آب محسوب گردند (Owen، ۱۹۷۴). رودخانه گرگان رود با توجه به نقش مهم در کشاورزی، آبزی‌پروری، وجود تنوع بالایی از گونه‌های ماهیان و سایر آبزیان، بهره‌برداری از گونه‌های اقتصادی و تامین آب بسیاری از تالاب‌ها و آب‌بندان‌های منطقه از رودخانه‌های مهم حوضه دریای خزر در استان گلستان می‌باشد. مطالعات در سال‌های گذشته یا محدود به مناطق خاصی از رودخانه بوده و یا محدودیت وسایل باعث شده تا به برخی از موارد مانند بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کم‌تر پرداخته‌شود(عبدلی و رحمانی، ۱۳۸۰).یحیوی (۱۳۷۹) در بررسی میزان تولیدات بی‌مهرگان رودخانه کرج بی‌مهرگان آبزی افمروپترا، تری‌کوپترا، پلی‌کوپترا، کلوپترا، دیپترا، توربلاریا و آنلیدا را یافت. تجزیه و تحلیل رسوبات در رودخانه کبودوال علی آباد، وجود ۱۴ گروه جانوری را نشان داد. سه جمعیت غالب ماکروبنتوز در رودخانه کبودوال را افمروپترا گاماروس و شیرونومیده تشکیل می‌دادند. سایر جوامع از قبیل تری‌کوپترا، تابانیده، زالو، سیمولیده، پلی‌کوپترا، کنه آبی، کولوپترا، سراتوپوگونیده، زیگوپترا، خرچنگ گرد و کرم خاکی از ماکروبنتوزهای با جمعیت کم‌تر بودند (کمالی و همکاران، ۱۳۸۶). در مطالعه بی‌مهرگان رودخانه مادرسو از شاخه‌های رودخانه گرگان رود بیش‌ترین‌فراوانی جوامع‌کفزی را مربوط‌به لاروهای افمروپترا، تریکوپترا و شیرونومیده مشاهده نمود. هم‌چنین دریافت که فراوانی (برحسب درصد) موجودات کفزی در ماه‌های مختلف متفاوت است. در بررسی و نمونه‌برداری از فون کفزی رودخانه چافرود در استان گیلان ۷۳ گروه (جنس و گونه) شناسایی شدند که بخش عمده آن‌ها را لارو حشرات آبزی تشکیل می‌دادند. از راسته دیپترا ۱۱ خانواده شناسایی شد که بیش‌ترین سهم مربوط به سیمولیده و شیرونومیده بود (قانع ساسان سرایی و همکاران، ۱۳۸۵). علی‌رغم اهمیت جوامع کفزی به‌عنوان غذا اطلاعات کمی در مورد تغییرات،ترکیب و فراوانی جوامع کفزی در رودخانه‌های استان گلستان وجود دارد. در مطالعه حاضر در راستای تحقیق‌های انجام گرفته، سعی شد ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی در مواجه با فعالیت‌های انسانی و کاربری اراضی متفاوت مطالعه شود. هدف از این تحقیق بررسی فون کفزی و تغییرات آن در رودخانه زرین گل علی‌آباد از سرچشمه تا انتهای رودخانه می‌باشد. از عوارض مهم و تاثیرگذار در اکوسیتم رودخانه زرین گل علی‌آباد می‌توان به ورود آلاینده‌های انسانی نظیر فاضلاب‌های روستایی و پساب مزارع کشاورزی و پروش ماهی اشاره کرد. موارد ذکر شده ممکن است ترکیب جمعیت کفزیان را تغییر داده و از تنوع و فراوانی آبزیان بکاهند.

مواد و روش‌ها

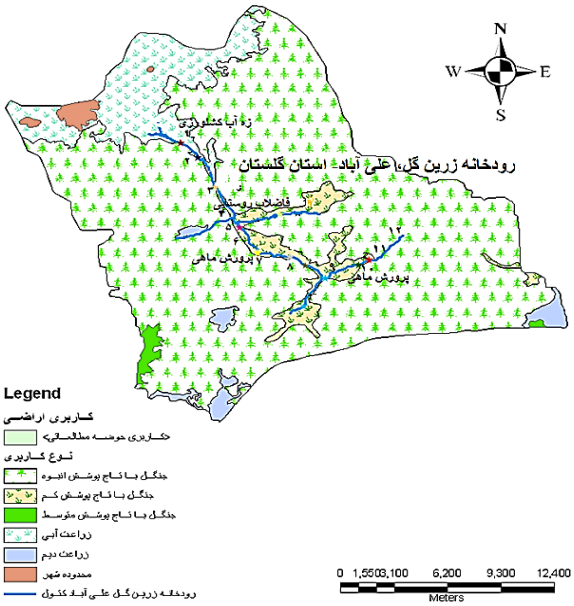
منطقه مورد مطالعه: رودخانه زرین گل یکی از سر شاخه‌های گرگان‌رود‌است‌و موقعیت‌جغرافیایی‌رودخانه(طول جغرافیایی

'۵۷ °۳۷ و عرض جغرافیایی'۵۲ °۳۶) می‌باشد. این رودخانه به طول ۲۲ کیلومتر با بستر سنگی- شنی از دامنه‌های شمالی البرز شرقی سرچشمه می‌گیرد (افشین، ۱۳۶۳؛ وزارت نیرو، ۱۳۷۰). این نهر باتوجه به دانه‌بندی ذرات بستر ازجمله رودخانه‌هایی با بستر درشت دانه است و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان علی‌آباد کتول در استان گلستان واقع می‌باشد. به‌علت تغییرات زیادی که در سال‌های اخیردر حاشیه این نهر صورت گرفته و با توجه به تبدیل مناطق جنگلی به اراضی کشاورزی، تاثیرات شدید انسانی و جنگل‌زدایی در حاشیه نهر سبب شده تا مطالعه موردنظر در نهر زرین گل صورت پذیرد (شکل ۱).



شکل ۱: نقشهٔ منطقه مطالعاتی از رودخانه زرین گل علی‌آباد کبود، استان گلستان، ایران

در این مطالعه رودخانه زرین‌گل در قالب سه ناحیه مختلف (منطقه بالادست، میانی و پایین‌دست) بررسی شد. نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی در ۱۲ ایستگاه درفصل‌زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ انجام گرفت. شرایط انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر مبنای شیب، جنس‌بستر، شرایط منطقه، فعالیت‌های انسانی و تا حد امکان به فاصله حدود ۲ کیلومتر صورت گرفت (جدول ۱). به‌نحوی که ایستگاه‌های ۱،۲،۳و۴ در ناحیه پایین‌دست که بیش‌تر تحت فعالیت کشاورزی و فاضلاب روستایی واقع شده بودند. هم‌چنین ایستگاه‌های ۷ و۱۰ در فاصله‌حدود ۵۰متری‌بعداستخر پرورش‌ماهی‌قرارداشتند. ایستگاه‌های ۱۱و ۱۲ به‌دلیل قرار گرفتن در مناطق کوهستانی- جنگلی با بستر قلوه‌سنگی، دبی‌بالا و دوری از فعالیت‌های انسانی به‌عنوان ایستگاه‌های دست نخورده در نظر گرفته شدند (نواحی بالادست) (شکل ۲). روش نمونه‌برداری از فون بزرگ بی‌مهرگان کفزی نهر با استفاده از سوربر سمپلر انجام شد که مخصوص آب‌های جاری و تند بوده، و از دو قاب فلزی که هر کدام به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر و یک توری با چشمه‌های ۲۰۰ میکرون تشکیل شده است.



شکل ۲: کاربری اراضی متفاوت در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه زرین گل علی‌آباد کتول

در هر ایستگاه نمونه‌برداری از سه نقطه رودخانه، در کناره‌ها و وسط و با ۳ تکرار صورت گرفت. بزرگ بی‌مهرگان کفزی جمع‌آوری شده‌با استفاده از الک آزمایشگاهی با قطر چشمه ۲۰۰ میکرون شستشو داده شدند. سپس نمونه‌ها در فرمالین ۴٪ تثبیت و محتویات الک به داخل سینی جهت جداسازی موجودات از مواد زمینه در زیر لوپ منتقل شدند. پس از جداسازی نمونه‌ها، بزرگ بی‌مهرگان کفزی بر اساس کلیدهای معتبر (احمدی و نفسیی، ۱۳۸۰؛ محبوبی‌صوفیانی و نادری، ۱۳۷۹)، تا حد راسته، خانواده و جنس شناسایی گردیدند. هم‌چنین اندازه‌گیری متغیرهای محیطی در هر ایستگاه قبل از شروع نمونه‌برداری انجام شد. هشت متغیر محیطی اندازه‌گیری گردید و بدین منظور از دستگاه واترچکر و فتومترهای پرتابل اندازه‌گیری کمک گرفته شد. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل: دمای آب، اکسیژن محلول ،گل آلودگی، شوری، pH، هدایت الکتریکی، نیترات و فسفات در هر ایستگاه بودند. بررسی شاخص‌های تنوع‌زیستی مانند شاخص شانون، منهینیک، سیمپسون و یکنواختی در ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز انجام خواهد گرفت (Metcalfe-Smith، ۱۹۹۴). آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون واریانس یک‌طرفه انجام شد. هم‌چنین جهت‌بررسی‌نرمال‌بودن‌داده‌هااز آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. به‌منظور مقایسه‌میانگین گروه‌های مختلف از آزمون دانکن نیز استفاده شد. هم‌چنین محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری و برخی از پارامترهای محیطی در منطقه مورد مطالعه

ایستگاه		N طول جغرافیای	E عرض جغرافیای	دبی (متر مکعب بر ثانیه)	ارتفاع (متر)	جنس بستر	عوارض موثر
۱	پایین دست	"۴۰°۷۷'۲۷	"۳۲°۷۰'۷۰	۱/۲۶	۲۶۰/۹	سنگ‌ریزه	زه آب کشاورزی
۲		"۴۰°۷۶'۹۴	"۳۲°۵۶'۷۱	۱/۱۴	۲۹۴/۳		
۳		"۴۰°۷۶'۸۰	"۳۲°۵۶'۷۱	۱/۰۶	۳۱۲/۷		فاضلاب روستایی
۴		"۴۰°۷۶'۱۰	"۳۲°۴۴'۳۹	۱/۲۴	۳۳۲/۱		
۵	میان دست	"۴۰°۷۷'۴۰	"۳۲°۲۶'۸۹	۱/۱۸	۴۰۰/۱	قلوهسنگی	
۶		"۴۰°۷۷'۴۸	"۳۱°۱۵'۰۴	۱/۱۵	۴۶۶/۲		
۷		"۴۰°۷۷'۶۶	"۳۲°۰۷'۲۶	۱/۲	۴۹۶/۲		پساب پرورش ماهی
۸		"۴۰°۷۹'۳۸	"۳۱°۹۴'۷۶	۱/۳	۵۳۷/۱		
۹		"۴۰°۸۱'۶۳	"۳۱°۸۳'۰۸	۱/۳۵	۶۲۷/۱		
۱۰		"۴۰°۸۲'۱۷	"۳۱°۷۹'۵۱	۱/۲۳	۶۸۹/۸		پساب پرورش ماهی
۱۱	بالا دست	"۴۰°۸۲'۸۲	"۳۱°۷۷'۳۶	۱/۲	۷۲۱/۹	قلوه‌سنگی	
۱۲		"۴۰°۸۳'۴۴	"۳۱°۷۵'۷۷	۱/۰۱	۷۴۸/۵		

نتایج

دمای آب در بخش‌های پایین‌دست رودخانه (ایستگاه ۱و۲) نسبت به بخش‌های بالادست شاخه اصلی رودخانه (ایستگاه ۱۲) کمی بالاتر بود. پارامترهای pH، اکسیژن محلول، نیترات و گل آلودگی آب رودخانه در طول مسیر رودخانه نوسان داشت (جدول ۲).

جدول۲: مقادیرفاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب درایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه زرین گل

ایستگاه	دمای آب (درجه سانتیگراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم/لیتر)	شوری (میلی‌گرم/لیتر)	pH	گل آلودگی (NTU)	هدایت الکتریکی (mos/cmμ)	فسفات (میلی گرم/لیتر)	نیترات (میلی گرم/لیتر)
۱	۱۶/۲۳	۸/۰۱	۰/۱۱	۸/۲۲	۱۲	۱/۵۲	۱/۳۷	۲/۹۱
۲	۱۶/۲۰	۸/۲۴	۰/۱۲	۸/۵۳	۱۰	۱/۵۱	۰/۲۲	۳
۳	۱۶/۲۰	۷/۹۳	۰/۱۳	۸/۶۵	۸	۱/۶۴	۱/۱۵	۳/۹۰
۴	۱۵/۸۰	۸/۵۰	۰/۷	۸/۸۵	۸	۱/۶۲	۰/۲۸	۲/۱۱
۵	۱۴/۱۰	۸/۷۰	۰/۷۲	۸/۷۰	۷	۱/۷۲	۰/۴۱	۲/۰۹
۶	۱۴/۲۰	۸/۶۲	۰/۸	۸/۵۱	۷	۱/۷۳	۰/۱۸	۲/۴۰
۷	۱۳/۶۰	۷/۹۸	۰/۷	۸/۶۱	۸	۱/۷۵	۰/۱۸	۳/۳۱
۸	۱۳/۴۰	۸/۴۰	۰/۷۲	۸/۷۲	۷	۲/۱۰	۰/۳۸	۲/۳۰
۹	۱۳/۱۰	۸/۵۰	۰/۶	۸/۸۰	۸	۳/۴۹	۰/۲۲	۲/۴۰
۱۰	۱۲/۹۰	۷/۹۴	۰/۵	۸/۶۰	۹	۳/۴۷	۰/۲۹	۳/۱۰
۱۱	۱۲/۳۰	۹/۳۰	۰/۱۷	۸/۸۵	۵	۳/۷۸	۰/۱۴	۲/۲۰
۱۲	۱۱/۹۱	۹/۲۰	۰/۱۷	۸/۶۷	۴	۳/۷۵	۰/۱۳	۲/۱

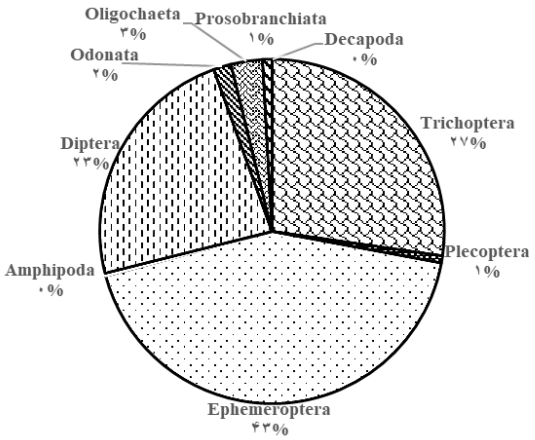
هدایت الکتریکی (CE) و شوری آب از سمت بخش‌های بالادست به پایین‌دست رودخانه تقریباً کاهش یافت. البته کم‌ترین هدایت الکتریکی و نیز شوری مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۲ بود. مقادیر فسفات در ایستگاه‌های در معرض کاربری کشاورزی (ایستگاه ۱) و پساب روستایی (ایستگاه ۳) نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بسیار بالاتر بود. مقدار نیتریت در سرشاخه خاک پیرزن نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بالاتر بود مقادیر نیتریت در ایستگاه‌های در معرض پساب پرورش ماهی (ایستگاه‌های۷ و ۱۰) نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بسیار بالاتر بود (جدول ۲). طی زمان نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه، تعداد ۶۱۹۲ نمونه از بزرگ بی‌مهرگان کفزی جداسازی، شناسایی و شمارش شدند. ارگانیزم‌های شناسایی‌شده به ۳۱ خانواده، ۹ راسته و ۴ شاخه تعلق داشتند. لارو حشرات آبزی بیش‌ترین فراوانی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی را به‌خود اختصاص دادند. در

تمام ایستگاه‌ها فراوانی تابانیده نسبت به دو گروه دیگر بسیار پایین بوده و حشرات غالباً مربوط به دو خانواده سیمولیده و شیرونومیده بودند.در ایستگاه‌های بالاتر نسبت‌های دو گروه سیمولیده و شیرونومیده نوسان زیادی داشت و تفسیر آن مشکل است. در ایستگاه‌های میانی‌تر عملاً جمعیت شیرونومیده بالاتر بود ولی در هرحال در پایین‌ترین ایستگاه شاخه اصلی این نسبت حدود ۵۰٪ از هر گروه بود. هم‌چنین بیش‌ترین تنوع گروه‌های شناسایی شده به‌ترتیب مربوط به دوبالان (۱۳جنس از ۹ خانواده)، بال موی‌داران (۱ جنس از ۵ خانواده) و یکروزه‌ها (۶ جنس از ۵ خانواده) بود (جدول ۳). غالب نمونه‌های کفزی را افمروپترا، دیپترا و تری‌کوپترا تشکیل می‌دادند و بقیه نمونه‌ها از فراوانی بسیار کم‌تری برخوردار بودند. در طول دوره مطالعه به‌ترتیب درصد فراوانی، شامل یکروزه‌ها (Ephemeroptera) (۴۳٪)، بال موی داران (Trichoptera) (۲۷٪) و دوبالان (Diptera) (۲۳٪) بودند. سایر گروه‌های کفزی فراوانی ناچیزی داشتند (شکل ۳). در اکثر ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه‌های ۱ ، ۳، ۷ و ۱۰ که دیپترا غالب است، گروه غالب افمروپترا بود (جدول ۴). بیش‌ترین فراوانی (در متر مربع) افمروپترا در ایستگاه ۱۲ با ۲۷/۳۶عدد در مترمربع و کم‌ترین فراوانی در ایستگاه ۱ (تحت‌تأثیرفعالیت‌کشاورزی) با حدود ۵/۰۴ عدد در مترمربع، بیش‌ترین فراوانی دیپترا در ایستگاه ۷ با حدود ۲۰/۵۲عدد در مترمربع و کم‌ترین فراوانی در ایستگاه ۱۱ با۱/۵۳عدد در مترمربع و بیش‌ترین فراوانی تری‌کوپترا در ایستگاه ۵ با۱۸/۲۷ عدد در مترمربع و کم‌ترین فراوانی در ایستگاه ۲ با ۲/۷ عدد در مترمربع مشاهده گردید. هم‌چنین دربین نمونه‌های شناسایی‌شده کرم کم تار و به‌خصوص پلی‌کوپترا نسبت به نمونه‌های دیگر از جمعیت کم‌تری برخوردار بود.

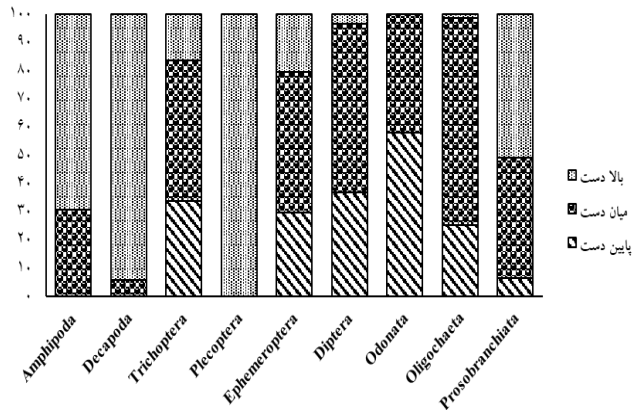
جدول ۳: انواع ماکروبنتوز مشاهده شده در رودخانه زرین گل

بزرگ بی‌مهرگان کفزی				وضعیت ایستگاه‌ها		
راسته	خانواده	جنس	گونه	بالادست	میان‌دست	پایین‌دست
Amphipoda	Gammaridae	*Gammarus*		++	+	
Decapoda	Panopeidae	*Rhithropanopeus*	*harrisii*	+	++	
Trichoptera	Psychomyiidae			+	+	
	Hydropsychidae	*Hydropsyche*	*nstabilis*	+	++	+
			angostopinis	+		
	Glossosomatidae			++		
	Philophotamidae			+	+	+
	Hydroptilidae			+		
Plecoptera	Perlidae			++		
	Leuctridae			++		
	Taeniopterygidae			++		
Ephemeroptera	Caenidae	*Caenis*			+	
	Heptageniidae	*Heptagenia*		+	+	++
		Epeorus	*lateralis*		+	
		Rhithrogena			+	
	Baetidae	*Baetis*		+	+	++
	Leptophlebiidae	*Pseudocloeon*		+	+	
	Oligoneuriidae			+	+	
Odonata	Chrysomulidae				+	+
	Gamphidae					+
	Calopterygidae				+	+
	Coenagrionidae	*Argia*			+	+
Diptera	Chironomidae			+	+	++
	Simuliidae	*Simullium*		+	+	++
	Athericidae				+	+
	Tabanidae	*Chrysops*			+	+
		Tabanus			+	
	Ceratopogonidae	*Atrichopogon*		+	++	+
	Tipulidae	*Antocha*		+	++	+
		Erioptera			+	+
		Tipula			+	
		Dicronata				+
		Hexatoma			+	+
	Blephariceridae	Bibiocephala		+	+	
	Empididae	*Hemerodromia*			+	
		Clinocera			+	+
	Dixidae	*Dixa*			+	+
Oligochaeta	Lumbrucidae				+	++
Prosobranchiata	Viviparidae			++		

+ فراوانی بی‌مهرگان کفزی کم‌تر از ۵۰٪ ++ فراوانی بی‌مهرگان کفزی بیش‌تر از ۵۰٪ مربع‌های خالی نشان عدم وجود بی‌مهرگان کفزی



شکل ۳: درصد فراوانی گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی در طول دوره نمونه‌برداری در رودخانه زرین گل



شکل ۴: درصد فراوانی راسته‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های بالا دست، میان دست و پایین دست در رودخانه زرین گل

جدول ۵: مقادیر (انحراف معیار ± میانگین) شاخص‌های زیستی - جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کفزی در طول دوره مطالعه در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه زرین گل

ایستگاه	فصل زمستان			فصل بهار		
	پایین دست	میان دست	بالا دست	پایین دست	میان دست	بالا دست
غنای کل	۱۰	۱۷	۱۴	۱۲	۱۹	۱۵
شانون- وینر	۱/۰۴ ± ۰/۴۱a	۱/۴۸ ± ۰/۳۷b	۱/۶۱ ± ۰/۴۶b	۱/۳۲ ± ۰/۲۲a	۱/۵۵ ± ۰/۴۳b	۱/۶۸ ± ۰/۳۶b
مینهینیک	۱/۷۱ ± ۰/۳۶a	۲/۲۲ ± ۰/۴۲b	۲/۲۵ ± ۰/۶۴b	۱/۴۹ ± ۰/۲۶a	۲/۲ ± ۰/۵b	۲/۱۱ ± ۰/۴۶b
سیمپسون	۰/۵۲ ± ۰/۱۵a	۰/۷۴ ± ۰/۲۳b	۰/۷۲ ±۰/۲۵b	۰/۵۹ ± ۰/۲a	۰/۷۵ ± ۰/۱۲b	۰/۷۳ ±۰/۲۹b
یکنواختی	۰/۳۲ ± ۰/۰۷b	۰/۲۸ ± ۰/۰۴ a	۰/۳۱ ± ۰/۰۶b	۰/۳۵ ± ۰/۰۹b	۰/۲۹ ± ۰/۰۵a	۰/۳۴ ± ۰/۰۵b

جدول ۴: میانگین تعداد ماکروکفزی (تعداد در مترمربع) مشاهده شده در رودخانه زرین گل

ایستگاه	Diptera	Ephemeroptera	Trichoptera
۱	۱۰/۵۳	۵/۰۴	۳/۲۴
۲	۶/۴۸	۷	۲/۷۷
۳	۱۲/۶	۷/۹۲	۵/۸۵
۴	۱۱/۶۱	۲۰/۹۷	۱۲/۲۴
۵	۹/۶۳	۲۶/۷۲	۱۸/۲۷
۶	۵/۱۳	۱۹/۱۷	۱۳/۵
۷	۲۰/۵۲	۷/۴۷	۵/۷۶
۸	۴/۰۵	۲۷/۰۶	۱۵/۳
۹	۱۱/۴۳	۱۳/۶۸	۷/۴۷
۱۰	۱۶/۴۷	۶/۴۲	۴/۹۵
۱۱	۱/۵۳	۲۵/۲۱	۶/۰۳
۱۲	۲/۳۴	۲۷/۳۶	۱۵/۳

پلی‌کوپترا تنها در ایستگاه‌های بالادست (۱۱و ۱۲) مشاهده گردید. هم‌چنین جمعیت کرم کم تار نیز در بسیاری از ایستگاه‌ها در حد صفر بود ولی در ایستگاه‌های ۲ و ۱ نسبت به دیگر ایستگاه‌ها از فراوانی بالاتری برخوردار بود. هم‌چنین مطالعات کمی و آزمون واریانس یک‌طرفه نشان داد میانگین شاخص‌های تنوع شانن- وینر، غنای تاکسونی مارگالف و سیمپسون بین پایین‌دست با ۲ مکان دیگر در هر دو فصل دارای اختلاف معنی‌داری دارد ($p<۰/۰۵$).

بحث

در بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی مشاهده شد که مقادیر اندازه‌گیری شده در محدوده مقادیر مناسب جهت زیست غالب آبزیان می‌باشد. هم‌چنین رودخانه زرین‌گل مسیر خود را از میان جنگل، کنار کوه و نیز حاشیه زمین‌های کشاورزی طی می‌کند، درطول مسیر ممکن است گرما جذب یا دفع کند. دمای آب در طول مسیر رودخانه تغییرات زیادی نداشت، طوری‌که درجه حرارت بخش‌های پایینی رودخانه با بخش‌های بالایی شاخه اصلی رودخانه کم‌تر از ۳ درجه سانتی‌گراد نوسان داشت. مقادیر pH نیز در ایستگاه‌های بالادست کم‌تر از ایستگاه‌های پایین‌دست بود که می‌توان آن‌را به بالاتر بودن مقادیر CO_2 محلول در این قسمت نسبت داد. در بخش‌های پایین‌تر رودخانه که آب با دبی بالاتر و با سرعت کم‌تری بوده و نیز بخش‌هایی که از نظر جلبک نیز غنی‌تر هستند، عملاً تحت تاثیر پارامترهای زیستی و فتوسنتز قرار داشته و می‌تواند مقادیر pH افزایش یابد. بالا بودن هدایت الکتریکی آب (EC) در بخش‌های بالادست رودخانه احتمالاً به‌خاطر تاثیر عوامل انسانی (کشاورزی، دامپروری و کارگاه تکثیر و پرورش ماهی) در طول مسیر رودخانه است و چون در بالادست رودخانه دبی آب نسبت به بخش‌های پایینی آن بسیار کم‌تر است این امر نمود پیدا می‌کند. گل آلودگی نیز

احتمالاً به‌خاطر تاثیر عوامل انسانی (کشاورزی، دامپروری و کارگاه تکثیر و پرورش ماهی) در طول مسیر رودخانه بالاست ولی در ایستگاه ۱۰ (حوالی کارگاه پرورش ماهی) نسبت به سایر ایستگاه‌ها مقدار بالای را نشان داده است که می‌تواند مربوط به تاثیر فاضلاب کارگاه و ورود آن به رودخانه باشد. اکسیژن محلول در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه بالا بود. به‌هرحال پایین بودن دما و نیز تحت تاثیر پارامترهای زیستی و فتوسنتز قرار داشتن (دارای پوشش گیاهی بالاتر بود) منجر به افزایش حلالیت اکسیژن در آب می‌شود. کم‌ترین مقدار اکسیژن مربوط به ایستگاه ۳ (پایین‌ترین ایستگاه)، با کم‌ترین پوشش گیاهی و دما بالا بود. میزان NO۲ درکلیه ایستگاه‌ها پایین می‌باشد که به‌دلیل ناپایداری NO۲ وتبدیل سریع آن به NO۳ می‌باشد (Allan، ۱۹۹۵). هم‌چنین در ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه تحت تاثیر پارامترهای زیستی و فتوسنتز بوده و بیش‌تر توسط فتوسنتزکننده‌ها مورد مصرف قرار می‌گیرد. نوسان تغییرات نیترات در ایستگاه‌های مختلف قابل توجیه نبود. میزان PO۴ ایستگاه‌های پایین‌دست احتمالاً به‌خاطر دبی خیلی پایین آب بیش‌تر تحت تاثیر عوامل انسانی بوده، بنابراین از میزان فسفات بالاتری برخوردار بودند. ولی در ایستگاه‌های بالادست‌تر علاوه بر دبی بالاتر آب، دمای پایین و پوشش گیاهی بیش‌تر در غالب ایستگاه منجر به کاهش فسفات می‌گردند. در بررسی حاضر اثرات عوامل محیطی و فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آب و ترکیب جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی در رودخانه زرین‌گل علی‌آباد نسبتاً محسوس بود. نقش بی‌مهرگان آبزی در انتقال جریان انرژی در اکوسیستم‌های آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و مطالعه جوامع بنتوزی معیار مناسبی برای ارزیابی وضعیت اکولوژیک یک اکوسیستم آبی است. نوع بستر نقش مهمی در تنوع و تراکم فون کفزی ایفا کرده است و واکنش‌های مختلف و متعدد بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی که در بستر صورت می‌گیرد و مستقیماً روی کیفیت آب به‌عنوان محیط زندگی آبزیان تاثیر می‌گذارد. نتایج حاصل از بررسی و شناسایی کفزیان در تالاب گمیشان که دارای بستری گلی- ماسه‌ای بود بیانگر فقر تنوع گونه‌ای کفزیان بود. نرم‌تنان در جوامع ماکروفونای مورد شناسایی در تالاب گمیشان بیش‌ترین تراکم را به‌خود اختصاص داده بودند (حاجی‌مرادلو و همکاران، ۱۳۸۶). با مقایسه ایستگاه‌های بالایی، میانی و پایین‌دست رودخانه زرین‌گل به‌نظر می‌رسد ارگانیزم‌های حساس به آلودگی در ایستگاه‌های بالایی (باکیفیت آب مناسب) نسبت به ایستگاه‌های پایینی، از فراوانی و تنوع بیش‌تری برخوردار بودند. عکس این موضوع نیز در مورد ارگانیزم‌های مقاوم، صادق بود. سایر مطالعات نشان داده‌اند فعالیت‌های انسانی قبیل پساب‌های روستایی، صنعتی و کشاورزی مقادیر زیادی از آلاینده‌های سمی را به محیط آبی وارد کرده و تنوع و فراوانی بزرگ بی‌مهرگان کفزی را تحت الشعاع قرار می‌دهند (Martzeni و Esteve، ۲۰۰۷).

در این مطالعه ارگانیزم‌های مقاوم (Simulidae و Chironomidae) در ایستگاه‌های آلوده‌تر (۷،۳،۱ و۱۰) نسبت به ایستگاه‌های بالادست (۱۱و۱۲) فراوانی بیش‌تری داشتند. مهم‌ترین عامل افزایش فراوانی، گروه‌های فوق در ایستگاه‌های ۱ ورود پساب کشاورزی و در ایستگاه‌های ۳ ورود فاضلاب روستایی بود. یکی دیگر از پارامتر تأثیرگذار در تغیر ترکیب جمعیت بزرگ بی‌مهرگان آبزی، پساب خروجی مزارع پروش ماهی است. چنان‌چه نتایج مطالعه حاضر و نتایج بررسی Camargo (۱۹۹۴) نشان می‌دهند این پساب‌ها خروجی مزارع ماهی (ایستگاه‌های ۷ و۱۰) می‌توانند منجر به بیش‌تر شدن گروه‌های فیلترکننده (*Simulium* ps.)، گروه‌های مقاوم (راسته‌های Oligocheta و Diptera) و کاهش گروه‌های حساس (مانند *Acroneuria* ps.) شوند. مطالعه اثر پساب خروجی پرورش ماهی بر جمعیت بزرگ بی‌مهرگان آبزی در رودخانه‌های فیروزکوه و چافرود نمایان ساخت که پساب استخرهای پرورشی در ایستگاه‌های دریافت‌کننده موجب کاهش گروه‌های TPE و افزایش گروه‌های مقاوم نظیر راسته دوبالان (اکثراً خانواده‌های Simulidae و Chironomidae) شده بود (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۴). ایستگاه سوم به‌دلیل ورود فاضلاب روستایی و ایستگاه اول که در معرض زه آب‌های کشاورزی و هم‌چنین بار موادآلی، بیش‌ترین فراوانی دوبالان را به خود اختصاص داد. این گزارش‌ها با یافته‌های بررسی حاضر و با نتایج Zivic و همکاران (۲۰۰۹) و Camargo (۱۹۹۴) مشابهت دارد. محققین معتقدند که در شرایط عدم وجود استرس محیطی، جنس رسوبات به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده در پراکندگی و تراکم موجودات کفزی محسوب می‌شود. طبق بررسی‌های اکولوژیک و موجودات کفزی توسط بعضی از محققین افزایش عمق و تغییر در بافت رسوب با کاهش تراکم و فراوانی اجتماعات کفزی همراه است (Parulekar و Harkantra، ۱۹۹۴). بین نوع بافت رسوبات و تراکم و گسترش فون کفزی رابطه مشخص وجود دارد و در این میان بسترهای ماسه‌ای سیلتی دارای تراکم بالایی از موجودات کفزی هستند (Mohammad، ۱۹۹۵) موجودات کفزی همیشه تمایل به انتخاب بستری با قابلیت نفوذ آسان و بیش‌تر دارند (حسین‌خضری، ۱۳۷۹). سه جمعیت غالب ماکروبنتوز در رودخانه زرین گل (استان گلستان) را افمروپترا، تریکوپترا و دیپترا که از آن جمعیت شیرونومیده و سیموبیده از فراوانی بالائی برخوردار هستند را تشکیل می‌دهند. سایر جوامع از قبیل تابانیده،زالو، سیمولیده، پلی‌کوپترا ،کنه آبی، کولوپترا،دیپترا،سراتوپوگونیده،زیگوپترا، خرچنگ گرد و کرم خاکی از ماکروبنتوزهای با جمعیت کم‌تر هستند. بیش‌ترین فراوانی مطلق ماکروبنتوزها در رودخانه زرین‌گل در ایستگاه‌های میان دست رودخانه یافت گردید. هم‌چنین در مطالعه‌ای جمعیت بالای گاماروس در ایستگاه چشمه و آبشار خود بیانگر خواست ویژه اکولوژیک این موجود به آب پاکیزه‌تر است. در محل کمپ مسافرین بیش‌ترین جمعیت را افمروپترا

به‌خود اختصاص داده بود(کمالی و همکاران، ۱۳۸۶). در بررسی فراوانی کف‌زیان در ایستگاه‌های مختلف رودخانه زرین‌گل بیانگر این است که این رودخانه از نظر تنوع کف‌زیان غنی نمی‌باشد، ولی از لحاظ فراوانی نسبتاً بالابود به‌طوری‌که‌در بعضی‌ایستگاه‌ها تعداد کفزی در هر مترمربع بالا اما در بعضی ایستگاه‌ها در همین زمان فراوانی کفزیان بسیار کم بود. به هرحال تغییرات زیاد در فراوانی کف‌زیان در ایستگاه‌های مختلف در یک محدوده زمانی کوتاه نشان‌دهنده تاثیر پارامترهای زیستی حتی تغییرات کم در هر یک از پارامترها روی فراوانی آن‌ها می‌باشد. هم‌چنین با به‌کارگیری شاخص‌های زیستی- جمعیتی می‌توان تفاوت‌های کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف را به‌خوبی بیان کرد. از این روش در ارزیابی زیستی رودخانه زرین‌گل علی‌آباد استفاده شد تا ضمن تعیین کیفیت آب در هر ایستگاه عوامل عمده آلودگی این رودخانه به‌ترتیب اهمیت (فاضلاب‌های روستایی، کشاورزی و استخر پرورش ماهی) طبقه‌بندی شوند. در این مطالعه بررسی ترکیب جمعیت بزرگ بی مهرگان کفزی و نتایج شاخص‌های زیستی- جمعیتی، در ایستگاه‌های مختلف نشان داد آثار ناشی از فعالیت‌های انسانی در ایستگاه‌های پایین‌دست نسبت به بالادست طبق انتظار شدیدتر بود. آثار مخرب فاضلاب‌های انسانی و تاثیر آن بر اکوسیستم آبی برهیچ‌کس پوشیده نیست، لذا به‌نظر می‌رسد بابرنامه‌ریزی‌ومدیریت‌مناسب می‌توان ازشدت آسیب‌های وارده کاست.

منابع

۱. **احمدی، م. ر. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰.** شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری. انتشارات خبیر، ۲۴۰ صفحه.

۲. **افشین، ی.، ۱۳۶۳.** رودخانه‌های ایران. انتشارات وزارت نیرو. ۵۷۵ صفحه.

۳. **حاجی‌مرادلو، ا.؛ قربانی، ر.؛ رحمانی، ح.؛ ایرانی، ع.؛ نعیمی، ا. و ملایی، م.، ۱۳۸۶.** مطالعه ترکیب و فراوانی کفزیان و ماهیان آبراهه منتهی به تالاب گمیشان. مجله شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال ۱، پیش شمار ۱، صفحات ۲۷ تا ۳۸.

۴. **حسین‌خضری، پ .، ۱۳۷۹.** بررسی بی‌مهرگان در استخرهای مزارع پرورش میگو سایت حله، بوشهر. مرکز تحقیقات شیلات خلیج‌فارس، بوشهر، ۱۴ صفحه.

۵. **خوش‌اخلاق، م.؛ کامرانی، ا.؛ ابراهیمی، ع. و سوری‌نژاد، ا.، ۱۳۹۴.** اثر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه ماربر سمیرم. مجله بوم شناسی آبزیان. سال ۵، شماره ۱، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۲.

۶. **عبدلی, ا. و رحمانی, ح.، ۱۳۸۰.** بررسی عادات غذایی دو گونه *Neogobius fluviatilis, Neogobius melanostomus* در نهر مادرسو پارک ملی گلستان, مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان, نسخه ، صفحات ۳ تا ۱۵.

۷. **کمالی، ا.؛ حاجی‌مرادلو، ا.؛ قربانی، ر.؛ رحمانی، ح.؛ یلقی، س.؛ نعیمی، ا. و ملایی، م.، ۱۳۸۶.** مطالعه لیمنولوژیک رودخانه کبودوال علی‌آباد کتول استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۳۶ صفحه.

۸. **قانع‌ساسان‌سرایی، ا.؛ احمدی، م.؛ اسماعیلی، ع.و میرزاجانی، ع.، ۱۳۸۵.** ارزیابی زیستی رودخانه چافرود(استان گیلان)با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوز. مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۷، شماره ۱، صفحات ۲۴۷ تا ۲۵۷.

۹. **محبوبی‌صوفیانی، ن. و نادری، غ.، ۱۳۷۹.** کلید شناسایی بی‌مهرگان نهرها و رودخانه‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۱ صفحه.

۱۰. **نیکویان، ع.، ۱۳۷۶.** بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولیدمثل بی‌مهرگان کفزی در خلیج چابهار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ۹۵ صفحه.

۱۱. **وزارت نیرو. ۱۳۷۰.** مطالعات مرحله‌اول طرح تغذیه مصنوعی محدود رودخانه گرمابدشت زرین‌گل (جلد ۲) مطالعات هیدرولوژی. ۶۸ صفحه.

۱۲. **یحیوی، م.، ۱۳۷۹.** مطالعه‌ای از توان تولید بی‌مهرگان در رودخانه کرج. مجله آبزیان. سال ۸، صفحات ۴۵ تا ۴۹.

۱۳. **Allan, J.D., 1995.** Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Chapman and Hall, New York. 388 p.

۱۴. **Alongi, D.M., 1989.** Ecology of tropical soft botto1n benthos: a review with emphasis on emerging concepts. Rev. Biol. Trop. Vol. 37, No. 1, pp: 85-100.

۱۵. **Camargo, J.A., 1994.** The importance of biological monitoring for the ecological risk-assessment of freshwater pollution: A case study. Environment International. Vol. 20, pp: 229-238.

۱۶. **Cooper, C.M. and Knight, S.S., 1991**. Water quality cycles in two hill land streams subject to natural, municipal, and non point agricultural stresses in the Yazoo Basin of Mississipi. Verth. Internal. Verein. Limnol. Vol. 24, pp: 1654-1663.

۱۷. **Feminella, J.W., 1999.** Biotic Indicators of water quality the Alabama watershed demonstration project. Aubum University. Vol. 31, pp: 52-62.

۱۸. **Harkantra, S.N. and Parulekar, A.H., 1994.** Soft sediment dwelling macro invertebrates of Rajapurbuy, central west coast of Indian. Indian Journal Marine Science. Vol. 33, No. 1, pp: 31-34.

۱۹. **Kazancheev, E.N., 1981.** Ryby, J (aspiiskogoMorya [Fishes of the Caspian Sea]. Legkaya i PischchevayaPromyshlertnost, Moskva. 167 p.

۲۰. **Martínez, J. and Esteve, M., 2007.** Gestion integrada de cuencas costeras: dinamica de los nutrientes en la cuenca del Mar Menor (sudeste de Espana). Revista de Dinamica de Sistemas. Vol. 3, pp: 2-20.

۲۱. **Metcalfe-Smith, J.L., 1994.** Biological Water Quality Assessment of Rivers: Use of Macroinvertebrate Communities, in the Rivers Handbook (Eds: P. Calow, G.G. Petts), Vol. 2, Blackwell Science, London.

۲۲. **Mohammad, S.Z., 1995.** Observation on the benthic macrofauna of the soft sediment on western side of the Arabian Gulf (ROMPE Sea Area) with respect to 1991. Gulf war oil spill. Indian J Marine Science. Vol. 24, No. 3, pp. 147-152.

۲۳. **Needham, J.G. 1976**. A guide to the study of freshwater biology. Holden Sanfrancisco. 107 p.

۲۴. **Wen, T.L., 1974**. Handbook of common methods in limnology Institute of Environmental studies and department of biology, Baylor University, Texas, U.S.A. pp:120-130.

۲۵. **Pescador, M.L.; Rasmussen, A.K. and Harris, S.C., 2004.** Identification manual for the caddis fly larvae of Florida, Department of Environmental Protection, Florida. 653 p.

۲۶. **Zivic, I.; Markovic, Z.; Filipovic-Rojka, Z. and Zivic, M., 2009.** Influence of a trout farm on water quality and macrozoobenthos communities of the receiving stream. International. Review of Hydrobiology. Vol. 94, pp: 673-687.