

The investigation of macroinvertebrates abundance in the Zarin-Gol River (Golestan province)

Mohammad Gholizadeh^{1*}, Sakineh Boveiri²

1. Assistant Professor, Department of Fisheries, Gonbad
Kavous University, Iran

2. M. A., Department of Fisheries, Gonbad Kavous
University, Iran

(Received: Sep. 3, 2017 - Accepted: Dec. 29, 2018)

بررسی تغییرات فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی در رودخانه زرین گل (استان گلستان)

محمد قلی‌زاده^{۱*}، سکینه بویری^۲

۱. استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد

کاووس، صندوق پستی ۱۶۳، ایران

۲. کارشناس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس،

صندوق پستی ۱۶۳، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۸)

Abstract

The change of land use can change the components of the habitat quality and population structure of aquatic organisms. The purpose of this study is to use a combination of macroinvertebrate to assess the effects human activities such as agriculture, rural, fish form, and forest and reference site (upstream) along the Zarin-Gol River, Golestan province. Sampling of macroinvertebrate was performed monthly in two season (winter and spring) 2015-16 and nine stations (in different land use along stream) with Surber sampler (0.09 square meter) in three replications. A total of 1929 samples were collected from macroinvertebrate belong to 30 families and 9 orders. The highest abundance of Ephemeroptera and Trichoptera was observed in spring and in the stations 6, 7, 8 and 9 and Diptera was the rest. The maximum value of Shannon diversity index and Margalef richness was obtained in the stations 6, 7, 8 and 9. The cluster analysis of different stations and season showed three distinct groups. The results showed that the land use fluctuations based on human activities caused a decrease in abundance and diversity of macroinvertebrate (reduction of sensitive organisms and increase of resistant organisms).

Keywords: Bio-monitoring, land-uses, Zarin-Gol River.

چکیده

تغییرات کاربری موجب تغییر مؤلفه‌های مختلف کیفیت زیستگاه و ساختار جمعیتی موجودات می‌شود. هدف از این مطالعه استفاده از ترکیب جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی برای بررسی اثرات فعالیت‌های انسانی مختلف از جمله کشاورزی، روستایی، مزارع پرورش ماهی، جنگل و منطقه شاهد (بالادست رودخانه) در طول رودخانه زرین گل، استان گلستان است. نمونه‌برداری از درشت بی‌مهرگان کفزی به صورت ماهیانه در دو فصل (زمستان و بهار) ۱۳۹۴-۹۵ و ۹ ایستگاه (با توجه به کاربری‌های مختلف موجود در مسیر رودخانه) با نمونه‌بردار سوربر (سطح ۰/۰۹ مترمربع) با سه تکرار صورت گرفت. در مجموع ۱۹۲۹ نمونه از بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شدند که به ۳۰ خانواده و ۹ راسته تعلق داشتند. بیشترین فراوانی راسته متعلق به Ephemeroptera و Trichoptera در ایستگاه‌هایی ۶، ۷، ۸ و ۹ و راسته Diptera در دیگر ایستگاه‌ها در فصل بهار مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون و غنای گونه‌ای مارگالف در ایستگاه‌هایی ۶، ۷، ۸ و ۹ (بالادست) به دست آمد. تجزیه و تحلیل خوشه‌بندی مربوط به ایستگاه‌ها و فصول مختلف سه گروه مجزا را نشان داد. نتایج نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در طول رودخانه ناشی از فعالیت‌های انسانی موجب کاهش فراوانی و تنوع کفزیان (کاهش موجودات زنده حساس و افزایش ارگانیزم‌های مقاوم) می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش متفاوت اراضی، رودخانه زرین‌گل، شاخص‌های زیستی.

مقدمه

محدود، واکنش نسبت به شرایط زودگذر محیطی، سهولت در نمونه‌برداری، قابلیت اسکان در بسترهای مختلف و تنوع بالای بی‌مهرگان کفزی از جمله دلایل و مزایای مطالعه این جوامع، نسبت به سایر جوامع زیستی در بیان تغییرات کیفی آب است (Feminella, 1999). مطالعات متعددی نشان می‌دهد که در فرایند ارزیابی زیستی احتمالاً در مناطق غیر آلوده (دور از فعالیت‌های انسانی)، موجودات زنده حساس غالب هستند. علاوه بر این احتمالاً نرخ تنوع گونه‌های در این مناطق نسبت به مناطق آلوده بیشتر است زیرا در نواحی آلوده موجودات زنده مقاوم غالب‌اند و این موجودات معمولاً از تنوع کمتری برخوردارند. همچنین در رودخانه وایت (Voelker & Renn, 2000) و رودخانه‌های جنوب‌غربی جورجیا (Loch et al., 1999) در ایالات متحده، با استفاده از شاخص‌های زیستی و ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی مطالعه شدند. نتایج بررسی‌های فوق نشان داد در هر دو رودخانه با پیشروی از ایستگاه‌های بالادست به طرف پایین‌دست (تغییر کاربری اراضی)، به موازات افزایش نرخ فعالیت‌های انسانی، تنوع و تراکم کفزیان تنزل یافته و کیفیت آب نیز کاهش یافته بود.

با توجه به اهمیت جوامع کفزی به‌عنوان شاخص زیستی از کیفیت آب اطلاعات کمی در مورد تغییرات ترکیب و فراوانی جوامع کفزی با توجه به تغییرات کاربری در رودخانه‌ها وجود دارد. در مطالعه حاضر سعی شد ترکیب جمعیت بی‌مهرگان کفزی در مواجهه با فعالیت‌های انسانی و کاربری اراضی متفاوت در طول رودخانه مطالعه شود. هدف از این تحقیق بررسی موجودات کفزی و تغییرات آن در رودخانه زرین‌گل استان گلستان از ایستگاه‌های متفاوت نمونه‌برداری و تأثیرگذاری آن بر بوم‌سازگان آبی است.

مواد و روش‌ها

رودخانه زرین‌گل یکی از سر شاخه‌های گرگان رود است و موقعیت جغرافیایی رودخانه (طول جغرافیایی

از جمله مواردی که به‌عنوان عامل اکولوژیک و اجتماعی - اقتصادی مؤثر در کاهش و تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک است، تغییر کاربری اراضی می‌باشد (Reiki, 2000). کاربری اراضی در مفهوم کلی آن به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که در برگرنده تمامی کاربری در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و صنعت می‌شود. به‌طور کلی مساحت حوزه آبریز زرین‌گل در حدود ۳۴۲/۸۲ کیلومتر و با آب دائمی یکی از سرشاخه‌های گرگان‌رود را شامل می‌شود. استفاده گسترده از آب رودخانه زرین‌گل در امور مختلف نظیر کشاورزی، پرورش ماهی و شرب، حساسیت کیفیت آب رودخانه مزبور را نشان می‌دهد. هرگونه آلودگی آب سطحی در بالادست، آثار نامطلوب زیادی در پایین‌دست برجا می‌گذارد. ورود پساب‌های روستایی و زه‌آب‌های کشاورزی، تغییر کاربری اراضی و عدم مدیریت صحیح عوامل آلاینده از جمله عواملی هستند که می‌توانند سبب شوند وضع کیفی رودخانه در طبقه نامطلوب و هشدار قرار گیرند (Abtahi & Najafi, 2008). مطالعه‌ای بر مدل‌سازی کیفیت آب در کاربری‌های متفاوت در ایالت اوهایو نشان داد که با افزایش وسعت اراضی کشاورزی و مناطق شهری و روستایی بر کاهش کیفیت آب اثر داشته و رابطه بین افزایش سطح اراضی جنگلی با مقادیر مشخصه‌های کیفیت آب مثبت بوده است (Tong & Chen).

کاربرد شاخص‌های زیستی و استفاده از موجودات زنده برای تعیین اثرات مختلف کاربری و تعیین کیفیت آب به بیش از یک قرن می‌رسد (Sharma et al., 2009). از مهم‌ترین جوامع زیستی به کار رفته در زمینه بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی، میتوان به بی‌مهرگان کفزی، ماهیان و جلبک‌ها اشاره کرد. اما در این بین، بی‌مهرگان کفزی رایج‌ترین موجودات زنده به کار رفته در این بررسی می‌باشند. توان حرکتی

علت تغییرات زیادی که در سال‌های اخیر در حاشیه این رودخانه صورت گرفته و با توجه به تبدیل مناطق جنگلی به اراضی کشاورزی، فعالیت‌های شدید انسانی و جنگل‌زدایی سبب شده تا مطالعه موردنظر در نهر زرین گل صورت پذیرد.

انتخاب ایستگاه‌ها در کاربری‌ها

فواصل نمونه‌برداری به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که حداکثر اثر عوامل محیطی و همچنین تغییرات در نظر گرفته شوند. همچنین به‌دلیل بررسی اثرات تغییرات عوامل محیطی درون و تأثیر عوامل خارج رودخانه از جمله کاربری‌های متفاوت، از شاخص‌های زیستی (درشت بی‌مهرگان کفزی) استفاده گردید، آن هم به‌دلیل صرفه‌جویی در هزینه و زمان و عکس‌العمل در برابر عوامل آلودگی به‌علت ساکن بودن موجود می‌باشد.

۵۷° ۳۷' و عرض جغرافیایی ۵۲° ۳۶' می‌باشد. این رودخانه از دامنه‌های شمالی البرز شرقی سرچشمه می‌گیرد. حداکثر دبی آب رودخانه ۱۵۰×۱۰^۶ مترمکعب و حداقل دبی آب ۷×۱۰^۳ مترمکعب است و طول رودخانه ۲۲ کیلومتر با بستر سنگی- سنی پوشیده شده است (Afshin, 1984; Power Ministration, 1991). مساحت حوزه آبریز آن در حدود ۳۴۲/۸۲ کیلومتر و حداکثر ارتفاع حوزه ۲۸۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۲۸۰ متر می‌باشد. این رودخانه با توجه به دانه‌بندی ذرات بستر از جمله رودخانه‌هایی با بستر درشت دانه است و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کتول در استان گلستان واقع می‌باشد (شکل ۱). رودخانه زرین گل دارای پراکنش گونه‌ای مختلف ماهیان بومی است و ماهی خیاطه، سیاه ماهی، سفید رودخانه‌ای، نماچیلوس و قزل‌آلا در این نهر مشاهده شده است (Abdoli, 2000). به



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه زرین گل، استان گلستان

رودخانه با استفاده از نمونه‌برداری سوربر انجام شد که مخصوص آب‌های جاری و تند بوده، و از دو قاب فلزی به ابعاد 30×30 سانتی‌متر و یک توری با چشمه‌های 500 میکرون تشکیل شده است. در هر ایستگاه نمونه‌برداری از سه منطقه در کناره‌ها و وسط رودخانه، و با ۳ تکرار صورت گرفت. درشت بی‌مهرگان کفزی جمع‌آوری شده با استفاده از الک آزمایشگاهی با قطر چشمه 200 میکرون شستشو داده شدند. سپس نمونه‌ها در فرمالین 4% تثبیت و محتویات الک به داخل سینی جهت جداسازی موجودات از مواد زمینه در زیر لوپ در آزمایشگاه بوم‌شناسی دانشگاه گنبد منتقل شدند. پس از جداسازی نمونه‌ها، بزرگ بی‌مهرگان کفزی بر اساس کلیدهای معتبر (Quigley, 1986; Needham, 1976)، تا حد راسته و خانواده شناسایی گردیدند. اندازه‌گیری عوامل محیطی شامل: درجه حرارت، اکسیژن محلول (در نزدیکی بستر)، نترات، فسفات (با استفاده از روش APHA (1992) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه گنبد اندازه‌گیری شد، کدورت، pH و هدایت الکتریکی در هر ایستگاه قبل از شروع نمونه‌برداری و با استفاده از دستگاه آنالیز آب (HACH sension TM 156-378) و فتومترهای قابل حمل اندازه‌گیری گردید.

نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی در ۹ ایستگاه در فصل زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ (فعالیت بالای مزارع پرورش ماهی، جریان آب مناسب (بدون سیلاب) و همچنین فراوانی بیشتر بزرگ بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار به علت زمان تولیدمثل این گونه‌ها) انجام گرفت. شرایط انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس کاربری‌های متفاوت، وجود فعالیت‌های انسانی و مناطق دست‌نخورده (شاهد) در طول رودخانه، جنس بستر و قابل دسترس بودن صورت گرفت. در این مطالعه رودخانه زرین‌گل در ۵ منطقه از لحاظ کاربری اراضی مختلف بررسی شد. به نحوی که ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ با بستری عمدتاً قلوه سنگی در ناحیه پایین دست که بیشتر تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی و فاضلاب روستایی و ایستگاه‌های ۴ و ۵ در فاصله حدود ۵۰ متری بعد از مزارع پرورش ماهی قرار دارند. ایستگاه‌های ۶ و ۷ در مناطق پوشش جنگلی واقع شده است. ایستگاه‌های ۸ و ۹ به دلیل قرار گرفتن در مناطق کوهستانی-جنگلی با بستر سنگی، دبی بالا، پوشش گیاهی بومی منطقه و دوری از فعالیت‌های انسانی به عنوان ایستگاه‌های شاهد (دست‌نخورده) در نظر گرفته شدند (نواحی بالادست) (جدول ۱).

نمونه‌برداری از جامعه بزرگ بی‌مهرگان کفزی

جدول ۱. ویژگی‌های ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رودخانه زرین گل، استان گلستان

ایستگاه	کاربری اراضی	موقعیت جغرافیایی		ارتفاع (متر)	عرض (متر)	عمق (متر)
		طول جغرافیایی N	عرض جغرافیایی E			
۱	کشاورزی	$40^{\circ}77'27''$	$32^{\circ}70'70''$	۲۶۰/۹	۵/۹۳	۰/۳۸
۲	کشاورزی	$40^{\circ}76'94''$	$32^{\circ}56'71''$	۲۹۴/۳	۵/۸۱	۰/۴۱
۳	روستایی	$40^{\circ}76'80''$	$32^{\circ}56'71''$	۳۱۲/۷	۴/۱	۰/۶۱
۴	مزارع پرورش ماهی	$40^{\circ}77'66''$	$32^{\circ}07'26''$	۴۹۶/۲	۵/۸	۰/۷۱
۵	مزارع پرورش ماهی	$40^{\circ}82'17''$	$31^{\circ}79'51''$	۶۸۹/۸	۳/۷	۰/۴۵
۶	جنگل	$40^{\circ}79'38''$	$31^{\circ}94'76''$	۵۳۷/۱	۴/۶	۰/۹۸
۷	جنگل	$40^{\circ}81'63''$	$31^{\circ}83'08''$	۶۲۷/۱	۴/۲	۰/۵۷
۸	ایستگاه شاهد	$40^{\circ}82'82''$	$31^{\circ}77'36''$	۷۲۱/۹	۵/۸۱	۰/۴۱
۹	ایستگاه شاهد	$40^{\circ}83'44''$	$31^{\circ}75'77''$	۷۴۸/۵	۵/۹۳	۰/۳۸

فیزیکی و شیمیایی و شاخص‌های زیستی در بین ایستگاه‌ها و فصول از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. همچنین جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همچنین به‌منظور مقایسه میانگین گروه‌های مختلف از آزمون توکی نیز استفاده شد. از آنالیز خوشه‌بندی به‌منظور تعیین تشابه بین ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری استفاده شد. همچنین محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel با نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.

نتایج

میانگین دمای آب در بخش‌های پایین‌دست رودخانه (ایستگاه‌های ۱ و ۲) $(16/65^{\circ}\text{C} \pm 1/5)$ نسبت به بخش‌های بالادست و منطقه شاهد (ایستگاه‌های ۸ و ۹) بالاتر و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/05$). بیشترین میزان اکسیژن محلول در ایستگاه شاهد $(9/15)$ میلی‌گرم در لیتر در فصل زمستان و کمترین مقدار در ایستگاه‌های ۱ و ۲ $(8/35)$ میلی‌گرم در لیتر در فصل بهار مشاهده و اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه شاهد با دیگر ایستگاه‌ها مشاهده گردید ($p < 0/05$). پارامترهای pH و هدایت الکتریکی (EC) از سمت بخش‌های بالادست به پایین‌دست رودخانه نوسان کم و اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها مشاهده نشد ($p > 0/05$). البته کمترین pH و هدایت الکتریکی مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۲ و در فصل بهار می‌باشد. کدورت در ایستگاه‌های ۵ و ۶ (بعد از پرورش ماهی) و ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیشترین مقدار بود. مقادیر فسفات در ایستگاه‌هایی ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بسیار بالاتر بود اما اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها مشاهده نشد ($p > 0/05$). مقدار نیترات در ایستگاه‌های ۳، ۵ و ۶ نسبت به دیگر ایستگاه‌ها بالاتر بود و اختلاف معنی‌داری بین این ایستگاه‌ها با ایستگاه‌های ۸ و ۹ مشاهده گردید ($p < 0/05$)، که بیشترین مقدار نیترات در ایستگاه ۳ $(3/25)$ میلی‌گرم در لیتر در فصل بهار مشاهده شد (جدول ۲).

شاخص تنوع شانون-وینر به‌عنوان یکی از مرسوم‌ترین شاخص‌های زیستی در بوم‌سازگان‌های آبی استفاده می‌گردد. شاخص شانون تنوع گونه‌ای که به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری شده است را تعیین می‌کند. تعداد بیش‌تر گونه‌ها و توزیع بیش‌تر آن‌ها در هر ایستگاه سبب افزایش تنوع می‌گردد. این شاخص با H' نمایش داده شده و بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد (Washington, 1984):

$$H' = - \sum p_i \log 2p_i$$

H' = مقدار شاخص شانون

P_i = نسبت افراد یافت شده از گونه i

شاخص مارگالف نشان‌دهنده تنوع در جمعیت‌های زیستی برای مقایسه اجتماعات کفزی می‌باشد و میزان فقر یا غنای بوم‌سازگان را از لحاظ تعداد گونه‌ها ارائه می‌دهد. هر چه مقدار عددی آن بیشتر باشد، بدنه آبی به لحاظ زیستی از سلامت بالاتری برخوردار می‌باشد (Washington, 1984):

$$D = \frac{S-1}{\ln N}$$

N = تعداد افراد گونه‌ها؛

S = تعداد گونه‌ها

وقتی که توزیع و فراوانی تمام افراد از گونه‌های مختلف در نمونه مشابه‌تر باشد، می‌توان پیش‌بینی کرد که شاخص پیلو به مقدار بیشینه نزدیک می‌شود و در صورتی که توزیع و فراوانی نسبی افراد مشابه‌تر باشد، مقدار عددی این شاخص به سمت صفر میل خواهد کرد. مقدار این شاخص بین صفر و یک تغییر می‌کند و عدد یک زمانی به‌دست می‌آید که تمامی گونه‌ها فراوانی یکسانی داشته باشند (Pielou, 1966).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

H' = مقدار شاخص شانون

S = تعداد تاکسون در نمونه

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. در این نرم‌افزار به منظور بررسی اختلاف معنی‌داری داده‌های

جدول ۲. میانگین عوامل فیزیکی‌شیمیایی آب در کاربری و فصول مختلف در رودخانه زرین‌گل

عوامل محیطی	کشاورزی		روستایی		مزارع پرورش ماهی		جنگل		ایستگاه شاهد
	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان	
درجه حرارت (°C)	۱۵/۸±۰/۲۶ ^D	۱۷/۵±۰/۳۶ ^D	۱۴/۹±۰/۳۵ ^{ab}	۱۵±۰/۱۴ ^{ab}	۱۲/۷±۰/۶ ^{ab}	۱۳/۱±۰/۸ ^{ab}	۱۳/۳±۰/۲	۱۱/۳±۰/۷ ^B	۱۱/۷±۰/۳ ^B
اکسیژن محلول (mg/L)	۸/۴۵±۰/۱۳ ^{ab}	۸/۳۵±۰/۱۱ ^{ab}	۸/۵۵±۰/۸ ^{ab}	۸/۴۶±۰/۸ ^{ab}	۸/۵۵±۰/۶ ^{ab}	۸/۴۵±۰/۵ ^{ab}	۸/۷ ^{ab} ±۰/۱۳	۹/۱۵±۰/۸ ^a	۹/۱۴±۰/۸ ^a
pH	۸/۳۹±۰/۱۴	۸/۳۳±۰/۱	۸/۶۵±۰/۱۱	۸/۶۳±۰/۱۴	۸/۶±۰/۰۱	۸/۶±۰/۰۱	۸/۷۴±۰/۰۴	۸/۷±۰/۰۱	۸/۷۲±۰/۱
هدایت الکتریکی (µmos/cm)	۱۰/۵۲±۰/۰۱	۱/۵۴±۰/۰۱	۱/۶۶±۰/۰۱	۱/۶۳±۰/۰۱	۲/۶±۰/۰۹	۲/۶±۰/۰۹	۲/۸۱±۰/۷۵	۳/۷±۰/۰۳	۳/۷۴±۰/۰۱
کدورت (NUT)	۱۰/۵۲±۰/۳۸	۹/۲۵±۱/۳	۷±۰/۰۱	۶/۵±۰/۰۱	۸/۵±۰/۰۶	۸/۵±۰/۰۶	۶±۰/۰۸۱	۶/۲±۰/۰۹	۴/۲۵±۰/۵
نیترات (mg/L)	۲/۳۷±۰/۲۳ ^{ab}	۲/۵۷±۰/۳۴ ^{ab}	۳/۰۲±۰/۲۲ ^b	۳/۲۵±۰/۲۸ ^b	۳±۰/۴ ^b	۳/۱۵±۰/۳۵ ^b	۲/۳۳±۰/۰۴ ^{ab}	۲/۴±۰/۰۵ ^{ab}	۱/۵±۰/۳ ^a
فسفات (mg/L)	۰/۸۵±۰/۴۲	۰/۴۴±۰/۲۶	۰/۸±۰/۲۸	۰/۹±۰/۳۲	۰/۵۸±۰/۰۱	۰/۶۱±۰/۰۵	۰/۳±۰/۰۷	۰/۳۴±۰/۰۴	۰/۱۸±۰/۰۴

راسته Pelecoptera نیز با فراوانی ۱/۲۵ در صد تنها در منطقه شاهد یافت شد. از راسته آمفیپودا (Amphipoda) تنها خانواده شناسایی شده Gammaridae است که فقط در ایستگاه‌های شاهد (بالادست رودخانه) دیده شد و فراوانی آن در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان می‌باشد. علاوه بر این، بیش‌ترین تعداد افراد خانواده Lumbrucidae از رده Oligochaeta در ایستگاه‌های پایین‌دست و در فصل بهار مشاهده گردید. یکی دیگر از راسته‌های مشاهده شده در نهر زرین‌گل راسته جلوآبششان (پروسوپرانچیاتا) بودند که از این راسته تنها خانواده Viviparidae شناسایی شد. که فقط در ایستگاه‌هایی ۶، ۷، ۸ و ۹ (بالادست) یافت شد.

با استفاده از فراوانی جامعه درشت بی‌مهرگان، مقادیر شاخص‌های زیستی محاسبه گردید (شکل ۲). بیشترین فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی (تعداد ۶۹۸) در فصل زمستان در بین ایستگاه‌ها مشاهده شد. فراوانی موجودات کفزی بین ایستگاه‌های ۶ و ۷ با دیگر ایستگاه‌ها در هر دو فصل اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/05$). بر طبق آزمون توکی، از نظر فراوانی موجودات کفزی تفاوت معنی‌داری بین ایستگاه‌هایی ۶ و ۷ و ایستگاه ۳ مشاهده شد ($p < 0/05$). بیشترین شاخص تنوع شانون (۱/۸۱) در فصل زمستان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در ایستگاه‌هایی ۶ و ۷ محاسبه گردید. شاخص شانون در بین ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0/05$). بیشترین مقدار شاخص غنای

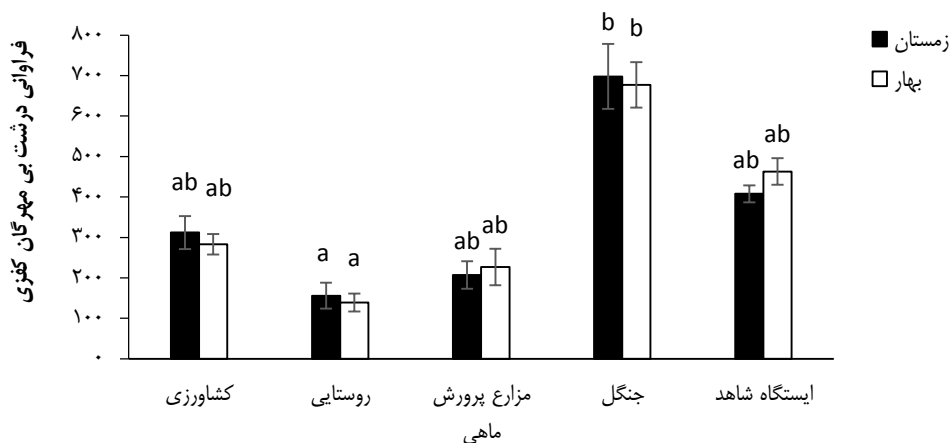
طی زمان نمونه‌برداری از ایستگاه‌های متفاوت، تعداد ۱۹۲۹ نمونه از درشت بی‌مهرگان کفزی جداسازی، شناسایی و شمارش شدند. موجودات زنده شناسایی شده متعلق به ۳۰ خانواده، ۹ راسته و ۴ شاخه بودند. لارو حشرات آبزی بیش‌ترین فراوانی جمعیت درشت بی‌مهرگان کفزی را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین بیشترین تنوع گروه‌های شناسایی شده به ترتیب مربوط به دوبالان (Diptera) (۱۳ جنس از ۹ خانواده)، بال موی داران (Trichoptera) (۱ جنس از ۵ خانواده) و یکروزه‌ها (Ephemeroptera) (۶ جنس از ۵ خانواده) بود. غالب نمونه‌های کفزی را Ephemeroptera، Diptera و Trichoptera تشکیل می‌دادند و بقیه نمونه‌ها از فراوانی بسیار کمتری برخوردار بودند.

بیش‌ترین فراوانی (۴۳/۵ درصد، ۹ خانواده) مربوط به راسته Diptera (دوبالان) است که خانواده‌های Simuliidae و Chironomidae بیش‌ترین سهم را در این راسته دارند. بر اساس درصد فراوانی این راسته در بین ایستگاه‌های مختلف نتایج نشان داد که در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۴ و ۵ در فصل بهار این خانواده‌ها بیش‌ترین فراوانی را داشته‌اند (جدول ۳). راسته Ephemeroptera با فراوانی ۲۹/۵ درصد و ۵ خانواده قرار دارد که خانواده Baetidae بیش‌ترین جمعیت را در ایستگاه‌های ۶ و ۷ در فصل بهار به خود اختصاص داده اند. سپس راسته Trichoptera با فراوانی ۱۸/۷ درصد در ایستگاه‌های بالادست و دور از فعالیت انسانی و راسته Odonata با فراوانی ۲/۶۱ درصد در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ و در فصل بهار غالب می‌باشد.

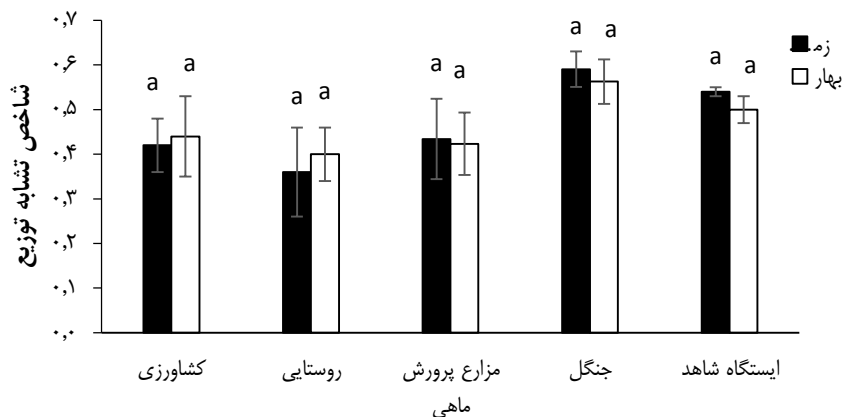
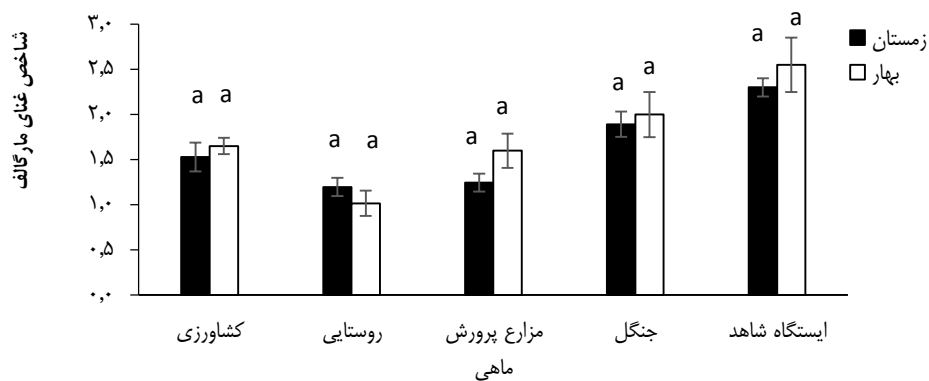
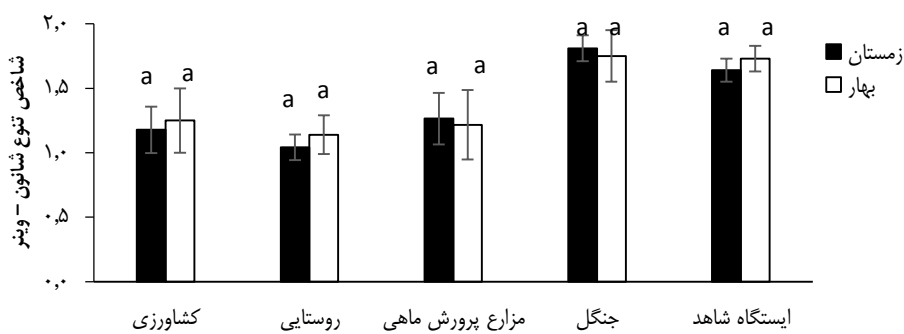
مارگالف (۲/۵۵) در فصل بهار مشاهده شد. مقدار این شاخص بین ایستگاه‌ها مختلف در هر دو فصل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0.05$). بر طبق آزمون توکی، تفاوت معنی‌داری بین ایستگاه‌هایی ۸ و ۹ (بالادست) و ایستگاه ۳ از این شاخص مشاهده شد ($p < 0.05$). بیشترین مقدار شاخص پیلو (۰/۵۹) در فصل زمستان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در ایستگاه‌هایی ۶ و ۷ مشاهده گردید. شاخص پیلو در بین ایستگاه‌ها و فصول مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0.05$) (شکل ۳).

جدول ۳. مقادیر فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی در کاربری‌ها و فصول مختلف در رودخانه زرین گل، استان گلستان

راسته		ایستگاه ۱ و ۲ (کشاورزی)		ایستگاه ۳ (روستایی)		ایستگاه ۴ و ۵ (پرورش ماهی)		ایستگاه ۶ و ۷ (جنگل)		ایستگاه ۸ و ۹ (ایستگاه شاهد)	
خانواده		بهار زمستان		بهار زمستان		بهار زمستان		بهار زمستان		بهار زمستان	
Amphipoda	Gammaridae									۳	۶
Decapoda	Panopeidae										۲
Trichoptera	Psychomyiidae	۱۳	۲۶	۶	۱۱	۲۰	۲۲	۳۹	۴۸	۳۱	۴۲
	Hydropsychidae	۸	۹	۳	۷	۱۵	۱۱	۲۷	۳۶	۲۴	۳۱
	Glossosomatidae	۱۱	۱۹		۹	۱۴	۸	۲۲	۲۴	۱۵	۱۶
	Philophotamidae		۵			۳	۱	۹	۱۱	۹	۴
	Hydroptilidae	۳	۷	۸		۲		۳	۶	۴	
Plecoptera	Perlidae									۴	۸
	Leuctridae										۲
	Taeniopterygidae										۱
Ephemeroptera	Caenidae	۱۲	۱۴	۱۱	۸	۱۸	۲۱	۳۷	۲۷	۳۲	۲۴
	Heptageniidae	۴	۸	۵	۳	۱۲	۱۴	۱۶	۲۳	۲۱	۱۷
	Baetidae	۲۶	۲۳	۱۸	۲۲	۲۵	۱۳	۵۷	۶۹	۴۸	۵۱
	Leptophlebiidae	۳		۲		۴	۵	۱۹	۲۴	۱۳	۷
	Oligoneuridae					۳		۶	۸		۵
Odonata	Chrysomulidae	۲	۳	۴	۹		۲				
	Gamphidae	۱		۲		۲	۱				
	Calopterygidae				۴		۲				
	Coenagrionidae	۱	۲		۱	۲					
Diptera	Chironomidae	۲۹	۳۴	۱۹	۱۶	۲۴	۲۵	۱۴	۲۲		۷
	Simuliidae	۱۲	۱۸	۱۴	۱۳	۳۹	۴۷	۹	۱۱	۶	
	Athericidae		۴				۲	۱			
	Tabanidae	۵			۱		۲		۱		
	Ceratopogonidae	۲	۵		۳	۱	۱		۲		۵
	Tipulidae		۳							۲	
	Blephariceridae	۱		۱		۲		۱	۲		
	Empididae		۲					۱			
Dixidae		۱		۲							
Oligochaeta	Lumbrucidae	۱	۳	۶	۹		۳				
Prosobranchiata	Viviparidae							۱	۳	۲	۵



شکل ۲. میانگین و انحراف معیار فراوانی محاسبه شده در ایستگاه‌ها و فصول رودخانه زرین گل، استان گلستان



شکل ۳. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های زیستی محاسبه شده در ایستگاه‌ها و فصول رودخانه زرین گل

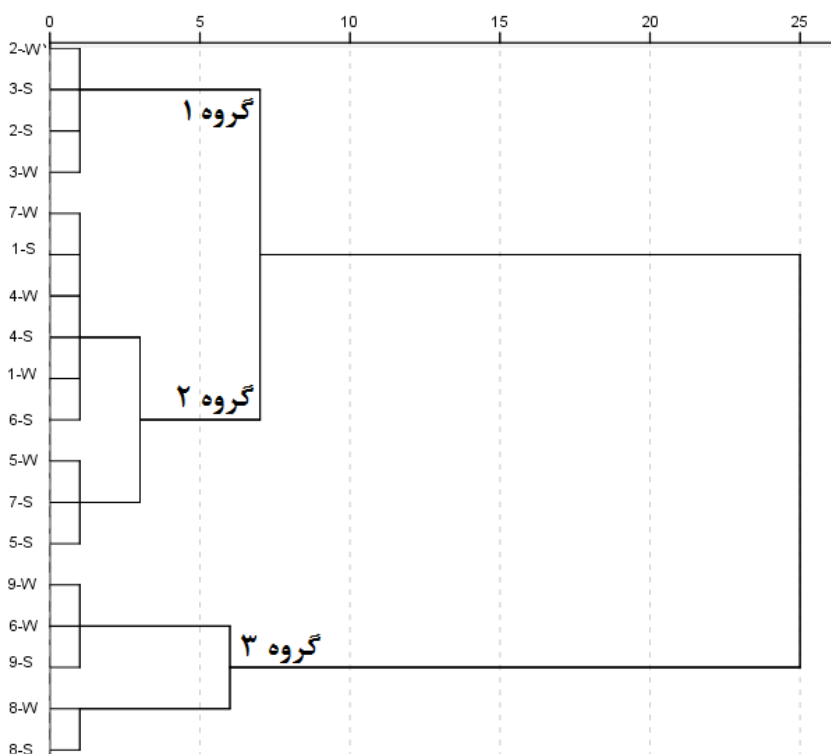
در این مطالعه مقادیر pH آب اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها و فصول نشان ندادند. اگر چه پساب مزارع پرورش ماهی به‌طور معمول به‌علت آبی‌زی پرورشی، تجزیه مواد دفعی دارای pH اسیدی می‌باشد، اما به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر مقدار pH در محدوده $(8/57 \pm 0/2)$ و خاصیت بافری آن مانع از ایجاد تغییرات قابل توجه در pH کیفیت آب رودخانه در محدوده مورد بررسی شده است.

کدورت نیز احتمالاً به‌خاطر تأثیر عوامل انسانی (کشاورزی، دامپروری و کارگاه تکثیر و پرورش ماهی) در طول مسیر رودخانه بالاست ولی در ایستگاه ۲ (حوالی کارگاه پرورش ماهی) نسبت به سایر ایستگاه‌ها مقدار بالای را نشان داده است که می‌تواند مربوط به تأثیر فاضلاب کارگاه و ورود آن به رودخانه باشد. میزان فسفات در ایستگاه‌های پایین‌دست احتمالاً به‌خاطر دبی پایین آب و خروجی زه‌آب کشاورزی و پساب مناطق مسکونی بالاتر بوده است.

تجزیه و تحلیل خوشه‌بندی از گروه‌های مشخص شده توسط ایستگاه‌های متفاوت (شکل ۴) نشان داد، گروه اول توسط ایستگاه‌های واقع شده در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ شکل گرفته است، گروه دوم متشکل از ایستگاه‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ (در محدوده کشاورزی، پرورش ماهی و جنگل) است و نهایتاً غالبیت منطقه شاهد (بالادست) گروه سوم را تشکیل می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

وجود منابع و پساب‌های ورودی ناشی از کاربری مسکونی و همچنین خروجی مزارع پرورش ماهی (منابع آلودگی نقطه‌ای) در طول رودخانه زرین گل در استان گلستان باعث افزایش بار آلودگی برخی عوامل آب از جمله نیترات، فسفات، TSS و کدورت و همچنین موجب کاهش اکسژن محلول می‌گردد. نتایج تغییرات عوامل محیطی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده روندهای مکانی مختلفی را در طول رودخانه نشان می‌دهد.



شکل ۴. گروه بندی آنالیز خوشه‌بندی از کاربری اراضی و فصول مختلف در رودخانه زرین گل. اعداد= ایستگاه‌ها، W= زمستان، S= بهار. کاربری کشاورزی: اعداد ۱ و ۲، کاربری روستایی: عدد ۳، کاربری پرورش ماهی: اعداد ۴ و ۵، کاربری جنگل: اعداد ۶ و ۷ و منطقه شاهد: اعداد ۸ و ۹.

حاضر به‌طور کلی نشان‌دهنده کاهش غنای راسته‌های Plecoptera، Trichoptera و Ephemeroptera در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از ایستگاه‌های ۳، ۴ و ۵ نسبت به ایستگاه ۸ و ۹ است که نشان‌دهنده تأثیر پساب بر گونه‌های حساس به آلودگی در جوامع کفزی رودخانه، افزایش مواد آلی و احتمالاً کاهش اکسیژن بستر می‌باشد (Hynes, 1970) و فراوانی گونه‌های مقاوم به آلودگی مخصوصاً راسته Diptera که نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب در این ایستگاه‌ها است. همچنین خانواده‌های Chironomidae و Simuliidae بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص دادند که از بزرگ بی‌مهرگان کفزی مقاوم به آلودگی می‌باشند، افزایش نسبی بزرگ بی‌مهرگان کفزی مقاوم نشانگر اثر فشارهای محیطی بر بوم‌سازگان رودخانه و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان در جهت مصرف و جریان آشفتگی می‌باشد. در تأیید این نتیجه‌گیری مطالعات زیادی افزایش فراوانی و غالبیت گروه‌های مقاوم به آلودگی را در نتیجه پساب آبی‌پروری گزارش نموده‌اند (Yokoyama *et al.*, 2007; Podemski & Blanchfield, 2006; Loch *et al.*, 1999).

تجزیه و تحلیل خوشه‌بندی نیز یک الگوی گروه‌بندی را مطابق با انتظارات ما نشان داد. با توجه به مطالعه Lamp & Smith (2008) و ساختار و ترکیب جوامع بیشتر توسط ایستگاه‌ها و فصول متفاوت تحت تأثیر قرار می‌گیرند. گروه مجزای ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در محدوده کاربری‌های کشاورزی و روستایی می‌تواند به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب و افزایش موجودات زنده مقاوم به آلودگی دانست. همچنین گروه سوم را ایستگاه‌ها با مناطق دور از دسترس فعالیت‌های انسانی، محیطی دست‌نخورده با موجودات زنده حساس به آلودگی را شامل می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده آن است که منابع آلودگی نقطه‌ای (کاربری روستایی و خروجی پرورش

مقادیر بالای مشاهده شده برای مواد مغذی و مقدار کم اکسیژن محلول در ایستگاه نزدیک به روستا به احتمال زیاد نتیجه ورود مواد آلی به آب است. علاوه بر این، منابع آلودگی مانند تخلیه فاضلاب و زباله‌ها در منطقه روستایی به‌نظر می‌رسد مسئول افزایش غلظت آمونیاک و فسفر کل می‌باشد. Salomoni *et al.* (2007) در مطالعه‌ای انجام گرفته در رودخانه گراواتان، برزیل اشاره کردند که تغییرات در کیفیت آب در رودخانه در نتیجه افزایش غلظت مواد مغذی تخلیه شده به ستون آب است. آلاینده‌ها، عمدتاً مواد مغذی آلی که در کاربری روستایی راه اندازی می‌شود، باعث تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب می‌گردد (Bahar *et al.*, 2008).

در این مطالعه یک اثر معنی‌داری بر فراوانی و ترکیب درشت بی‌مهرگان کفزی در میان ایستگاه‌های مختلف مشاهده شد. ایستگاه‌های واقع شده منطقه شاهد با پوشش گیاهی بومی منطقه، تنوع بیشتر زیستگاه‌ها و منابع تغذیه‌ای موجود (شاخ و برگ‌های پوسیده) غنای تاکسونومیک (منعکس‌کننده شاخص تنوع شانون و غنای مارگالف) بیشتری را نشان داد. در مقابل، روند کاهش در غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون در کاربری روستایی و کشاورزی مشاهده گردید (Hepp & Santos, 2009).

نتایج نشان داد که حشرات آبی، موجودات غالب فون کفزیان رودخانه زرین گل را تشکیل دادند که چنین نتیجه‌ای در رودخانه چافرود (Ghane *et al.*, 2006)، در رودخانه گرگان‌رود (Shomali & Abdul Maliki, 1996) و در رودخانه شفا رود (Jamalzaad & Afraz, 2007) نیز به‌دست آمد. در مطالعه حاضر، بیش‌ترین فراوانی و تنوع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در بین فصول مورد مطالعه، در فصل بهار مشاهده شد که به‌علت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب مانند تغذیه و تولیدمثل، تولید فیتوپلانکتونی افزایش و در نتیجه مواد غذایی بیشتری در اختیار بزرگ بی‌مهرگان کفزی قرار می‌گیرد. نتایج مطالعه

چنین نتایجی می‌تواند به تولید یکپارچه اطلاعات در مورد کیفیت محیط زیست کمک کند. اقدامات ارزیابی سنتی بر مبنای روش‌های فیزیکی - شیمیایی و باکتریایی شناختی کارایی کمتر در شناسایی مشکلات زیست‌محیطی از حوضه‌های آبخیز دارد، لذا استفاده از شاخص‌های زیستی امکان ارزیابی یکپارچه و بهتر از بوم سازگان آبی را فراهم می‌سازد.

ماهی) و روند تأثیرگذاری منابع غیر نقطه‌ای (کاربری کشاورزی) بر جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی است. همچنین اثرات کاربری‌های روستایی، کشاورزی و مزارع پرورش ماهی کیفیت آب رودخانه زرین گل و تنوع زیستی موجودات کفزی را تحت تأثیر قرار داده بنابراین فعالیتهای مدیریتی برای احیا و حفظ کیفیت محیط زیست در منطقه مورد مطالعه لازم می‌باشد.

REFERENCES

- Abdoli, A.; (2000). The Inland Water Fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran. 377 P. (in Persian)
- Abtahi, A., Najafi, P.; (2008). Evaluating the Quality Characteristics of the Zayandeh Rud River in Isfahan Province. The Eleventh National Conference on Environmental Health in Zahedan. (in Persian)
- Afshin, Y.; (1984). The River of Iran. Pub. Power Ministration. 575p. (in Persian)
- Bahar, M.M.; Ohmori, H.; Yamamuro, M.; (2008). Relationship between river water quality and land use in a small river basin running through the urbanizing area of Central Japan. *Limnology*; 9: 19-26.
- Feminella, J.W., (1999). Biotic Indicators of water quality the Alabama watershed demonstration project. Auburn University; 31: 52-62.
- Ghane, A.; Ahmadi, M.; Esmaeili, A.; Mirzajani, A.; (2006). Bioassessment of Chafrood River by using of Macroinvertebrates Structure. *Agricultural and Natural Resources Sciences and Technologies*; 10(1):247-259.(in Persian)
- Hepp, L.U., Santos, S.; (2009). Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*; 157: 305-318.
- Hynes, H.B.N.; (1970). The ecology of running water. University of Toronto Press, Canada. 555 p.
- Jamalzar, F.; Afraz, A.; (2007). Report on the biological and non-biological survey of the Shafarood River. Fisheries Research Center of Guilan, Bandar Anzali, 65 pages. (in Persian)
- Loch, D. D.; West, J. L.; Perlmutter, D. G.; (1999). The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates. *Aquaculture*; 147: 37-55.
- Needham, J. G.; (1976). A guide to the study of freshwater biology. Holden Sanfrancisco. 107 p.
- Pielou, E. C.; (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*; 13: 131-144.
- Power Ministration; (1991). Primary Studies on Artificial Feeding in GarInabdasht River, Zarrin-Gol (2t11). Hydrologic Study. 68 p. (in Persian)
- Quigley, M.; (1986). Invertebrates of streams and rivers. Head of Studies in Environmental Biology. Nene College. Northampton, Edward Arnold. 83 p.
- Reiki, M.; (2000). Groundwater quality assessment of Khash plain. Master thesis for groundwater, Department of Irrigation and Water Engineering, Faculty Natural Resources, University of Tehran.
- Salomoni, S.E.; Rocha, O.; Leite, E.H.; (2007). Limnological characterization of Gravataí river, Rio Grande do Sul. *Acta Limnologica Brasiliensia*; 19 (1): 1-14.
- Sharma, S.; Moog, O.; Nesemann, H.;

- Pradhan, B.; (2009). Application of Nepalese biotic score and its extension for river water quality management in the Central Himalaya, Nepal. Paper presented at The International Symposium on Environment, Energy and Water in Nepal: Resent Researches and Direction for Future, Kathmandu, Nepal.
- Shomali, M.; Abdul Maliki, Sh.; (1996). Biological and non-human studies of the Karga River, Research Center. Guilan Fisheries, Bandar Anzali, 6 p. (in Persian)
- Smith, R.F.; Lamp, W.O.; (2008). Comparison of insect communities between adjacent headwater and main-stem streams in urban and rural watersheds. *Journal of North American Benthological Society*; 27 (1): 161-175.
- Tong, S.; Chen, W.; (2002). Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management*; 66, 377-393.
- Voelker, D. C.; Renn, D. E.; (2000). Benthic invertebrates and quality of streambed sediments in the White River and selected tributaries in and near Indiannapolis, Indiana. *USGS Science for a Changing World*. 55 p.
- Washington, H. G.; (1984) Diversity, biotic, and similarity indices. *Water Research*; 18: 653- 670.
- Yokoyama, H.; Nishimura, A.; Inoue, M.; (2007). Macro benthos as biological indicators to assess the influence of aquaculture on Japanese coastal environment. In: *Ecological and Genetic Implication of Aquaculture Activities*. Springer Publications, New York City, New York, USA. pp. 407-423.