Arc

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸
صفحات ۳۸۶-۳۷۵

بررسی اثر عوامل محیطی بر توزیع و فراوانی بی‌مهرگان کفزی در رودخانه چهل‌چای استان گلستان

سیدعلی رضوانی[۱]، محمد قلی‌زاده [۲*]، رحمان پاتیمار[۳]، محمد فرهنگی[۴]

۱. سیدعلی رضوانی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۲. محمد قلی زاده: استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۳. رحمان پاتیمار: دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۴. محمد فرهنگی: استادیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶**

چکیده

مطالعه کیفیت آب سطحی و روند تغییرات آلودگی با شاخص‌های زیستی، تاثیرات زیست‌محیطی را بهتر نشان می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی و ارتباط آنها با عوامل محیطی در رودخانه چهل‌چای مینودشت، استان گلستان بود. بررسی فروانی و پراکنش بزرگ بی‌مهرگان کفزی در سال ۱۳۹۶ به‌صورت فصلی در ۵ ایستگاه منطقه سرچشمه، جنگل، تفرجگاه، کشاورزی و شهری با استفاده از نمونه‌بردار سوربرسمپلر (۰/۰۹ مترمربع) با ۳ تکرار انجام شد. در این بررسی، در مجموع فون کفزیان شامل: ۲ شاخه، ۲ رده، ۴ راسته و ۱۰ خانواده شناسایی شدند. بیشترین فراوانی مربوط به رده حشرات و راسته Ephemeroptera و خانواده Baetidae بود. بالاترین فراوانی گونه-ای در فصل زمستان و کمترین فراوانی گونه در فصول بهار مشاهد شد. بیشترین میزان شاخص هلسینهوف در فصل تابستان و در منطقه شهری (۷/۱۹) و کمترین مقدار آن نیز در فصل پاییز در منطقه بالادست (۴/۰۶) مشاهده گردید. نتایج میانگین شاخص HFBI، کیفیت آب رودخانه چهل چای ۵/۴۴ را در کلاسه کیفی متوسط با آلودگی آلی نشان داد، که این رودخانه در ایستگاه‌های پایین دست به دلیل افزایش مواد آلی از مناطق کشاورزی، پساب شهری و منطقه گردشگری باعث افزایش گونه‌های مقاوم به آلودگی از جمله خانواده‌های Tubificidae و Chironomidae شد که نشان دهنده کیفیت پایین آب در این منطقه است.

واژگان کلیدی: درشت بی‌مهرگان کفزی، شاخص هیلسنهوف ، عوامل محیطی، رودخانه چهل‌چای.

نویسنده مسئول، محمد قلی‌زاده Email: gholizade_mohammad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Fisheries
Vol. 72, No. 4, Winter 2020
pp. 375-386

The effect of environmental factors on the distribution and abundance of benthic macroinvertebrates in Chehel Chai River in Golestan province

Seyed Ali Rezvani[1], Mohammad Gholizadeh [2*], Rahman Patimar[3], Mohammad Farhangi[4]

1. Seyed Ali Rezvani, Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, Iran
2. Mohammad Gholizadeh[*], Assistant Professor, Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, Iran
3. Rahman Patimar, Associate Professor, Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, *Iran*
4. Mohammad Farhangi, Assistant Professor, Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, Iran

Received: 18-Feb-2020 **Accepted: 29-Feb-2020**

Abstract

Some macroinvertebrates have been identified as bio-indicators indices of stream health and are as the most useful and efficacious. The purpose of this study was to investigate the macroinvertebrate communities and their relationship with environmental factors in the Chehel Chai River of Minoodasht, Golestan province. The study of the abundance and distribution of macroinvertebrate in 2017 seasonally at 5 stations in upstream, forest, tourism area ،agricultural and urban areas was performed with 3 replications using Surber sampler (0.09 m^2). In this study ،in total fauna including 2 phyllum, 2 class, 4 order and 10 families were identified. The most frequent species were Ephemeroptera and Baetidae. The highest species abundance and the lowest species abundance were observed in winter and in spring, respectively. The highest Hilsenhoff index recorded in summer in urban area (7.19) and the lowest in autumn in upstream area (4.06). The Results from the mean HFBI index 5.44 showed Chehel Tea River with organic pollution class of water quality resulting that an increase in organic matter in the downstream stations due to agricultural activities in this area, release of urban wastewater and tourism affairs. Increase of pollution resistant species such as Tubificidae and Chironomidae families, indicated low water quality in this area.

Keywords: Identification, Benthic macroinvertebrates, Hilsenhoff index, Environmental factors, Chehel Chai River.

*Corresponding Author: Mohammad Gholizadeh Email:gholizade_mohammad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

در اکولـوژی نهرهـا، درک ارتبـاط بـین عوامـل زیستی و غیر زیستی بسیار مهم است چون محیط‌هـای آب شیرین تحت تأثیرحوزه آبخیز قرار دارند (Wear *et al.*, 1998) و مدیریت موفق کـاملاً وابسـته بـه تعیـین چگونگی تأثیر فاکتورهای محیطی روی عوامـل زیسـتی است. عوامل غیر زیستی ماننـد دمـا، سـرعت جریـان و بستر همگی روی فراوانـی و پـراکنش موجـودات آبـزی مانند ماهیان، بزرگ بـی‌مهرگـان کفـزی و پریفیتون‌هـا تأثیر می‌گذارنـد (Stoddard *et al.*, 2006). ازآنجاکـه وجود هرگونه آلودگی در منابع آبی به‌طور مسـتقیم بـر جوامع موجـودات آبـزی تأثیرگـذار اسـت، لـذا در نظـر گرفتن تغییرات ایجادشده در جوامع موجودات آبزی در هر زیستگاه، می‌تواند بـه‌عنوان معیـاری بـرای ارزیـابی کیفیت آب بر اساس آلودگی‌ها مورداستفاده قرار گیـرد .مطالعـات زیست‌شـناختی و بوم‌شـناختی منـابع آب، اساسی‌ترین موضوع در تحقیقـات و بررسـی‌های علمـی محسـوب می‌شـود، کـه شناسـایی موجـودات زنـده و فاکتورهای زیست‌محیطی حاکم بر هر بوم‌سازگان، گـام نخست در این تحقیقات علمی است (Leunda *et al.*, 2009).

مطالعات فراوانـی در خصـوص پاسـخ اکولوژیـک اکوسیستم‌های طبیعی بر آلودگی‌های ناشی از ضـایعات انجام شده اسـت (Rosenberg *et al.*,1999). در بـین اجتماعات آبزی رودخانه‌ها بزرگ بی‌مهرگـان کفـزی در این مقوله بسیار مورد توجه‌اند، موجودات زنده‌ای کـه در اکوسیسـتم آب‌هـای جـاری زنـدگی می‌کننـد، عمـدتاً موجود کفزی اند و هر یک از ایـن موجـودات می‌تواننـد بیانگر تغییر وضیعت کمی و کیفی رودخانه در طی گذر زمان باشند. معمـولاً بـرای شـناخت شـرایط محـیط در پایش‌های زیستی از گونه‌ها یا جوامع بزرگ بی‌مهرگـان کفزی استفاده می‌شود. در واقع بزرگ بی‌مهرگان کفزی می توانند به عنوان موجودات شـاخص منطقـه، معـرف وضع زیستی محیط آبی باشـند. بـا ارزیـابی جمعیـت و تنوع این موجودات، امکان ارزیـابی اولیـه و هشـدار در مورد خسارت وارده به محیط وجود دارد. این موجودات در محیط زیست نشانه‌هایی را نشان می دهند تا با تکیه بر آنها بتوان وضعیت اکولوژیک منطقه را ارزیـابی نمـود (Gholizadeh and Heydarzadeh, 2019). بنابراین بررسی خصوصیات فون کفزی نه تنها ارزیابی مستقیمی از شرایط کیفـی محـیط آبـی را فـراهم می‌کنـد، بلکـه می‌تواند انعکاس دهنده آشفتگی‌ها و فعالیت‌های انسانی و طبیعی حوزه اطراف نیز باشد (Karr, 2005).

بی‌مهرگان کفزی بـه دلیـل داشـتن خصوصـیات خـاص از جملـه داشـتن غنـای گونـه‌ای بـالایی عکس‌العمل‌های متفاوتی را در قبال عوامل محیطـی، در مقایسه با سایر جانداران آبزی (ماهیـان و جلبک‌هـا)، از خود نشان می‌دهند، ساکن بودن، داشتن چرخه زنـدگی طولانی، برخلاف اندازه‌گیری فیریکی و شـیمیای، فقـط گویایی وضعیت زمان نمونه‌برداری نیسـتند ودر ارزیـابی زیستی اکوسیستم‌های آبی مورد توجـه قـرار می‌گیرنـد (Spellman and Drinan, 2002). بـرای ارزیـابی خطرات وارد شده بر منابع آبی انـدازه‌گیری خصوصـیات فیزیکو-شیمیایی آب از دقت کافی برخوردار نبـوده و از سـنجش بیولوژیـک موجـودات در محـل زندگی‌شـان استفاده می‌شود (Adams, 2002). کاربرد شاخص‌های زیستی در ارزیابی کیفیت آب براین اساس استوار اسـت که سـاختار اجتماعـات کـفزی ممکـن اسـت بـر اثـر آشفتگی‌های محیطی تغییر کند (زیرا برخی از گونـه‌ها بیش از سایرین تأثیر می‌پذیرنـد) و آلودگی‌هـا از تنـوع بزرگ بی‌مهرگان بکاهد. کاهش تنوع خانواده‌های بزرگ بی‌مهرگـان کـفزی انعکاس‌دهنـده شـدت فشـارهای محیطـی خواهـد بـود. بنـابراین، شـاخص‌های زیسـتی ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی سـریع منابع آبی تلقی می شـود و بـا ارایـه یـک شـاخص بـه صـورت یـک عـدد واحـد آلـودگی قابـل ارزیـابی اسـت (Abbaspour *et al.*, 2013). اکثر شـاخص‌های مـورد اسـتفاده، متمرکـز بـر انـدازه‌گیری فراوانـی (تـراکم و بیومس)، تنوع (غنای گونه‌ای و شاخص شانون-وینـر) و توان تحمل آلودگی (هیلسنهوف) است (Beck *et al.*, 2010). با توجه بـه شـرح بـالا، هـدف از ایـن مطالعـه تعیین میزان آلودگی در ایستگاه‌ها و فصول مختلـف در

www.SID.ir

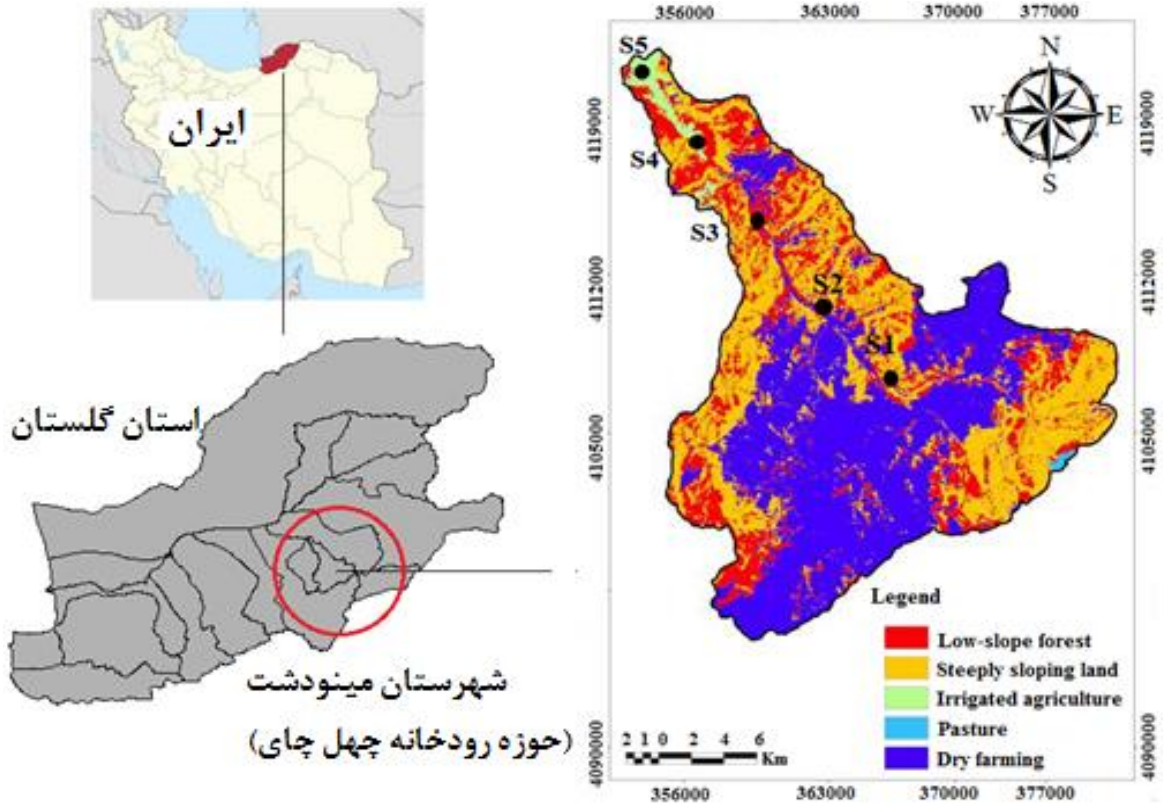
Archive of SID

رودخانه چهل‌چای از طریق شناسایی بی‌مهرگان کفزی بود. بررسی تاثیر عوامل انسانی مختلف بر جوامع کفزیان و بررسی رابطه بین عوامل محیطی با فراوانی بی‌مهرگان کفزی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲. مواد وروش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

رودخانه چهل‌چای یکی از سرشاخه‌های بزرگ گرگان‌رود است که از لحاظ تقسیمات سیاسی در محدوده شهرستان مینودشت قرار گرفته است. مساحت آبخیز این رودخانه برابر ۲۵۶۸۰ هکتار است و در بین ´۲۳ °۵۵ تا ´۳۸ °۵۵ طول شرقی و ´۵۹ °۳۶ تا ´۱۳ °۳۷ عرض شمالی واقع شده‌است. میزان بارندگی سالانه منطقه تقریباً ۷۶۰ میلی‌متر است. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۹۳۰ متر از سطح دریا است. سطح آبخیز را جنگل و اراضی زراعی پوشانده است. عوامل طبیعی (مانند شیب زیاد، سیل-خیزی و وجود سازندهای حساس به فرسایش) و انسانی (مانند تغییر کاربری اراضی جنگلی و تبدیل آن به زمین زراعی، استفاده نادرست از زمین و کشاورزی روی اراضی با شیب زیاد، چرای بی‌رویه دام در جنگل و جاده‌سازی غیر اصولی) موجب بروز انواع فرسایش و حرکات توده‌ای در سطح آبخیز چهل‌چای شده‌است. عوامل مذکور به همراه مواردی نظیر ورود فاضلاب‌ها، زباله‌ها و دیگر زائدات ناشی از فعالیت‌های انسانی می-تواند موجب آلودگی آب‌های سطحی و تنزل شدید کیفیت در این آبخیز شود و با رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های انسانی این معضل هر روز وخیم‌تر خواهد شد. شکل ۱ حوضه و رودخانه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - منطقه ارزیابی و ایستگاه‌های نمونه برداری از رودخانه چهل چای

www.SID.ir

Archive of SID

روش نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی رودخانه با استفاده از سوربرسمپلر و مخصوص آب‌های جاری و تند، انجام شد که از دو قالب فلزی هر کدام به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر تشکیل شده بود. نمونه‌برداری از ۳ نقطه جناح چپ، راست و وسط رودخانه در جهت خلاف جریان آب صورت گرفت و باهم مخلوط گردید. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری در فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. کفزیان جمع‌آوری شده با استفاده از الک آزمایشگاهی با قطر چشمه ۵۰ میکرون شستشو داده شدند، سپس محتویات الک به داخل سینی جهت جداسازی موجودات از مواد زمینه در زیر لوپ منتقل شدند (Stark, 1998). پس از جداسازی نمونه‌ها، بزرگ بی‌مهرگان کفزی بر اساس کلیدهای معتبر(Needham, 1976، Thorp and Covich, 2009) تا حد راسته، خانواده، جنس و گونه شناسایی گردید.

در پایان نیز برای محاسبه شاخص زیستی هیلسنهوف (Hilsenhoff) در سطح خانواده از معادله ۱ استفاده شد (Hilsenhoff, 1988).

$$(۱)\ \sum \frac{(Xi \times Ti)}{N}$$

Xi: تعداد افراد در یک خانواده

Ti:درجه مقاومت همان خانواده

N: تعداد کل موجودات در نمونه

سپس از جدول ۱ که راهنمای کلی جهت تعیین کیفیت آب رودخانه‌ها بوده و با توجه به آن درجه آلودگی آلی نیز مشخص شد، در بررسی کیفیت رودخانه چهل چای از تعیین مقدار بار آلودگی آلی در ایستگاه‌های نمونه‌بردای نیز استفاده گردید.

جدول ۱- تعیین کیفیت آب با استفاده از شاخص زیستی به روش هلسینهوف

شاخص زیستی در سطح خانواده	کیفیت آب	درجه آلودگی آب
۳/۰-۷۵	عالی	عدم وجود آلودگی آلی
۴/۲۵- ۳/۷۶	خیلی خوب	احتمال وجود آلودگی آلی درحد بسیارجزئی
۵/۴-۰۰/۲۶	خوب	احتمال وجود آلودگی آلی درحد جزئی
۵/۵-۷۵/۰۱	نسبتاً خوب	احتمال وجود آلودگی آلی درحد متوسط
۶/۵-۵/۷۶	نسبتاً بد	احتمال وجود آلودگی آلی درحد زیاد
۷/۶-۲۵/۵۱	بد	احتمال وجود آلودگی آلی درحد بسیار زیاد
۱۰/۷-۰۰/۲۶	خیلی بد	وجود آلودگی آلی شدید

برای بررسی بزرگ بی‌مهرگان کفزی از آزمون خوشه‌بندی (Cluster analysis) و مقیاس بندی چندبعدی غیر متریک (n.MDS) از شاخص شباهت نسبتی Bary-curtis ، با تبدیل ریشه دوم داده‌ها برای همه نمونه‌ها در ماتریس گونه‌های اصلی درشت بی‌مهرگان در ایستگاه‌ها، از نرم‌افزار Primer.6 استفاده شد (Clarke and Ainsworth, 1993). همچنین از نرم‌افزار Excel.Ver 2013 نیز برای رسم نمودارها استفاده گردید. برای تعیین روابط بین بزرگ بی‌مهرگان کفزی و متغیرهای محیطی آزمون CCA مورد استفاده قرار گرفت. طول فلش نشان‌دهنده اهمیت متغیر است و همبستگی منفی یا مثبت با محور نشان داده شد (Abrantes *et al*., 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

۳. نتایج

در مدت زمان نمونه برداری ۶ راسته با ۱۲ خانواده متشکل از ۲۰۴۰ درشت بی مهرگان کفزی در رودخانه چهل چای ثبت شد (جدول ۲). در این مطالعه Baetidae (۳۴/۰۷ درصد) و Chironomidae (۲۲/۵۵ درصد) خانواده های غالب بودند. لاروهای حشرات آبزی فراوان ترین در بین جمعیت زیادی از درشت بی مهرگان کفزی بودند. بیشترین تنوع به ترتیب متعلق به Diptera با ۵ خانواده و راسته Ephemeroptera و Gastropoda با ۲ خانواده بود.

جدول ۲. فراوانی درشت بی مهرگان کفزی شناسایی شده در رودخانه چهل چای

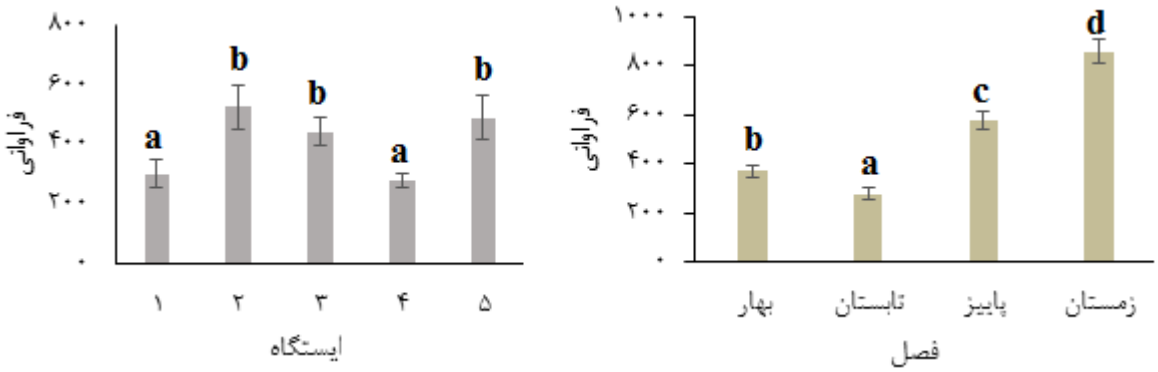
راسته	خانواده	ایستگاه ۱	۲	۳	۴	۵	هلسینهوف	گروه‌های تغذیه‌ای
Plecoptera	Perlidae	+	–	–	–	–	۲	prd
Ephemeroptera	Baetidae	+	+	+	+	+	۴	c-g
	Caenidae	+	+	+	+	-	۶	c-g
Tricoptera	Hydropsychidae	+	+	+	+	+	۴	c-f
Diptera	Pupa-Chironomidae	–	–	+	+	–	۸	c-g
	Chironomidae	–	+	+	+	+	۸	c-g
	Simuliidae	–	+	+	+	–	۶	c-f
	Ceratopogonidae	–	–	+	+	–	۶	prd
	Psychodiodae	–	–	+	+	–	۸	c-g
	Dixidae	–	–	+	+	–	۱	c-f
Gastropoda	Physidae	–	+	–	+	–	۸	c-g
	Lymnaeidae	–	+	–	+	–	۶	c-g
Oligochaeta	Tubificidae	–	–	–	+	+	۹	c-g

در رابطه با تغییرات مکانی مشخص شد که ایستگاه ۲ بیشترین تنوع و فراوانی را با ۵۲۵ تعداد نمونه و ۹ خانواده نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارا بود و کمترین فراوانی را نیز ایستگاه ۴ با ۲۸۰ نمونه و ۷ خانواده به خود اختصاص داد که اختلاف معنی داری را با دیگر ایستگاه‌ها نشان داد ($p>0/05$) (شکل ۲). همچنین میانگین جمعیت بی‌مهرگان کفزی در طول رودخانه شنبه بازار طی زمان بررسی از فصل تابستان به فصل زمستان روند افزایشی از خود نشان داد. کرم‌های کم‌تار فقط در ایستگاه های ۴ و ۵ (پایین دست رودخانه) مشاهده شد. در بررسی زمانی جمعیت کفزیان رودخانه چهل چای بیشترین فراوانی مربوط به فصل زمستان با

www.SID.ir

Archive of SID

۴۸±۸۵۹/۶ عدد و کمترین فراوانی مربوط به فصل تابستان با ۲۷۶±۲۲/۴۸ عدد از بی‌مهرگان کفزی بود (شکل ۴). در رابطه با تغییرات مکانی مشخص شد که ایستگاه ۲ بیشترین تنوع و فراوانی را با ۵۲۵ تعداد نمونه و ۹ خانواده نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارا بود و کمترین فراوانی را نیز ایستگاه ۴ با ۲۸۰ نمونه و ۷ خانواده به خود اختصاص داد که اختلاف معنی داری را با دیگر ایستگاه‌ها نشان داد ($p>0/05$) (شکل ۲).



شکل ۲. میانگین(میانگین± انحراف معیار) جمعیت بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه و فصول مختلف از رودخانه چهل چای

در رابطه با تغییرات زمانی و مکانی بررسی شاخص HFBI طی دوره بررسی یک ساله نشان داد که حداقل این شاخص در فصل پاییز و حداکثر آن در فصل تابستان در ایستگاه ۵ و با میانگین کل ۵/۴۴ ±۰/۸۷ بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- تغییرات شاخص HFBI در چهار ایستگاه در رودخانه چهل چای (۱۳۹۶).

	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	
ایستگاه ۱	۴/۲۴	۴/۸	۴/۰۶	۴/۵۲	۴/۴۱ ۰±/۴۴
ایستگاه ۲	۴/۴۵	۴/۹۵	۴/۳۱	۵/۱	۴/۷ ۰±/۱۹
ایستگاه ۳	۵/۴۹	۵/۷۵	۵/۳۴	۵/۵۸	۵/۵۴ ۰±/۷۲
ایستگاه ۴	۵/۸۸	۶/۷۳	۵/۷۸	۵/۹۶	۶/۰±۰۹/۲۲
ایستگاه ۵	۶/۱۸	۷/۱۹	۶/۰۶	۶/۳۳	۶/۰±۴۴/۳۵

مقادیر عوامل فیزیکو-شیمیایی آب شامل دمای آب (درجه سانتیگراد)، اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)، نیترات (میلی‌گرم در لیتر)، نیتریت (میلی‌گرم در لیتر)، آمونیاک (میلی‌گرم در لیتر)، فسفات (میلی‌گرم در لیتر)، عمق (سانتی متر) و جنس بستر (سانتی متر) به تفکیک فصل و در ایستگاه‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. دامنه دمایی دارای تغییراتی بین ۱ (۱۱/۱) در فصل زمستان کمترین تا ایستگاه ۵ (۲۸/۰۲) در پایین دست رودخانه از فصل تابستان بود. کمترین و بیشترین میزان اکسیژن محلول به‌ترتیب در فصول تابستان (۸/۳۶، ایستگاه ۵) و پاییز (۱۱/۴۷، ایستگاه ۱) ثبت شد. کمترین و بیشترین میزان نیتریت، نیترات، آمونیاک کل و فسفات کل در طول سال به‌ترتیب در ایستگاه ۱ و ایستگاه ۴ و ۵ ثبت شد. روند تغییرات سایر شاخص های کیفی آب در جدول ۲ قابل مشاهده است. نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین

www.SID.ir

Archive of SID

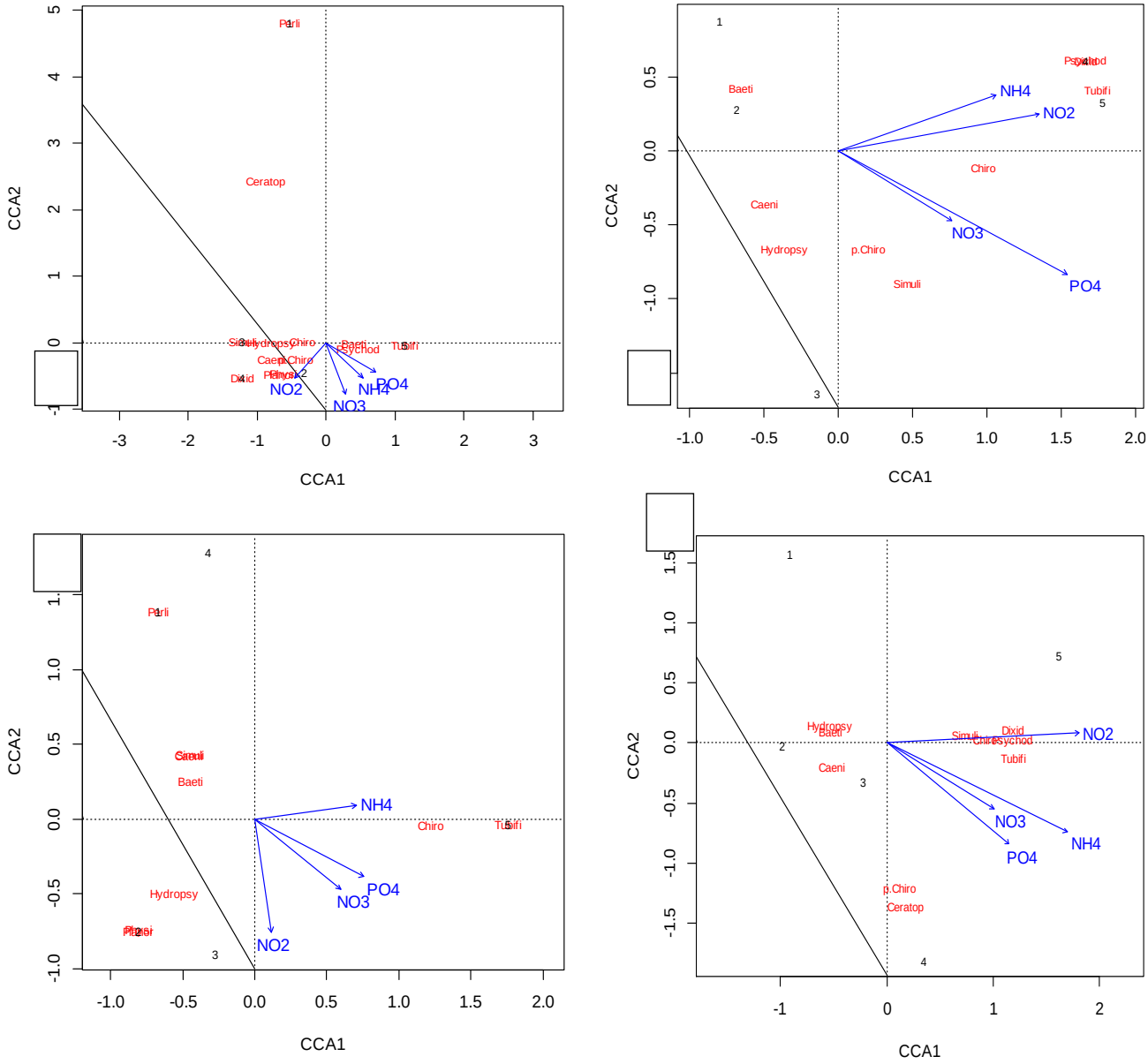
فاکتورهای فیزیکو-شیمیایی و جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و تعیین مهمترین فاکتورهای فیزیکو-شیمیایی تاثیرگذار بر پراکنش این جوامع در رودخانه چهل چای در مدت یک سال نمونه‌برداری با استفاده از آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج تست مونت کارلو با ۹۹۹ جایگشت نشان داد که محورهای ۱ و ۲ در شکل CCA دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد اند. در فصل بهار محور اول (مقدار ویژه = ۰/۳) و دوم (مقدار ویژه =۰/۱۵) به ترتیب میزان ۴۶/۳ و ۲۸/۳ درصد از تغییرات واریانس محیط-گونه را شامل می‌شوندکه بیان‌کننده یک ارتباط قوی بین عوامل فیزیکو-شیمیایی و جوامع بزرگ بی‌مهرگان اند. مهمترین عوامل تاثیرگذار در این مطالعه به ترتیب شامل نیتریت، نیترات، آمونیاک و فسفات است که با گونه‌های مقاوم از جمله خانواده های رده Diptera ارتباط بیشتری دارند. آنالیز CCA در فصل تابستان نشان می دهد که همبستگی بین جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و متغیرهای محیطی در محورهای اول با واریانس ۷/۲ درصد و دوم با واریانس ۲۳/۴ درصد به ترتیب برابر مقدار ویژه =۰/۶۹ و مقدار ویژه= ۰/۲۱ بود. طبق تحلیل CCA روی گونه‌های Psychodiodae و Tubificidae در فصل تابستان، بیشتر تحت تاثیر عوامل نیتریت و آمونیاک است. همچنین عوامل نیترات و فسفات نیز با گونه‌های Chironomidae و Simuliidae ارتباط قوی دارد (شکل۲). تحلیل CCA در فصل پاییز نشان می دهد.

جدول ۴.-خصوصیات فیزیکو-شیمیایی آب در ۴ فصل مختلف در رودخانه چهل چای

فصل	ایستگاه	دما	اکسیژن محلول	نیترات	نیتریت	آمونیاک	فسفات	عمق	جنس بستر
بهار	۱	۲۲/۱±۳/۱	۱۱/۱±۱۴	۰/۰±۴۴/۱	۰/۰۰۱	۰/۰±۰۱۱/۰۱	۰/۰±۰۱۵/۰۱	۲±۱۲	۴±۱۶
	۲	۲۳/۱±۵/۳	۹/۰±۸/۳	۲/۰±۴/۴	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۲۹/۰۱	۰/۰±۰۴۷/۰۱	۲±۱۵	۷±۳۳
	۳	۲۳/۰±۸/۹	۹/۰±۶۴/۳	۴/۰±۱۱/۵	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۱۵/۰۱	۰/۰±۰۵۵/۰۲	۵±۲۸	۱۱±۴۷
	۴	۲۴/۱±۶/۶	۹/۰±۹/۴	۳/۰±۱۳/۵	۰/۰۰۴	۰/۰±۰۲۱/۰۱	۰/۰±۰۸/۰۲	۲±۱۲	۴±۳۴
	۵	۲۵/۱±۵/۳	۸/۰±۷۹/۳	۳/۰±۴۱/۴	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۲۶/۰۱	۰/۰±۰۷۱/۰۲	۳±۱۱	۳±۱۴
تابستان	۱	۲۳/۱±۲۵/۹	۱۰/۰±۴۵/۵	۰/۰±۵۸/۱	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۱۳/۰۱	۰/۰±۰۱۶/۰۱	۲±۸	۲±۱۱
	۲	۲۶/۲±۳۱/۱	۹/۰±۷۷/۴	۲/۰±۸۶/۳	۰/۰۰۵	۰/۰±۰۱۷/۰۱	۰/۰±۰۵۳/۰۲	۳±۱۰	۶±۲۲
	۳	۲۷/۲±۳۳/۵	۹/۰±۱۵/۲	۳/۰±۳۲/۳	۰/۰۱	۰/۰±۰۲۵/۰۱	۰/۰±۰۶۲/۰۲	۳±۱۳	۸±۳۶
	۴	۲۷/۱±۵۱/۷	۹/۰±۰۱/۳	۴/۰±۰۵/۶	۰/۰۱۳	۰/۰±۰۲۴/۰۱	۰/۰±۰۸۱/۰۳	۱±۶	۵±۲۰
	۵	۲۸/۱±۰۲/۶	۸/۰±۳۶/۱	۴/۰±۸/۵	۰/۰۱۵	۰/۰±۰۲۸/۰۲	۰/۰±۰۹۲/۰۳	۱±۵	۴±۱۳
پاییز	۱	۱۳/۱±۳/۸	۱۱/۰±۴۷/۶	۰/۰±۳۹/۱	۰/۰۰۱	۰/۰±۰۰۹/۰۱	۰/۰±۰۱۶/۰۱	۲±۱۱	۳±۱۰
	۲	۱۴/۱±۲/۱	۱۰/۰±۸۴/۵	۲/۰±۰۳/۳	۰/۰۰۲	۰/۰±۰۱/۰۱	۰/۰±۰۱۳/۰۱	۳±۱۳	۷±۲۱
	۳	۱۴/۱±۷/۱	۱۰/۰±۵۱/۵	۲/۰±۴۵/۴	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۲۴/۰۱	۰/۰±۰۳۲/۰۱	۴±۲۵	۹±۳۹
	۴	۱۵/۱±۳۳/۲	۹/۰±۷۶/۴	۳/۰±۱۲/۴	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۳۹/۰۲	۰/۰±۰۵۶/۰۲	۳±۱۴	۶±۲۵
	۵	۱۵/۱±۷۸/۳	۹/۰±۴/۴	۳/۰±۳۵/۵	۰/۰۰۴	۰/۰±۰۳۵/۰۱	۰/۰±۰۵۷/۰۲	۱±۹	۳±۱۵
زمستان	۱	۱۱/۰±۱/۹	۱۱/۰±۴۲/۷	۰/۰±۳۸/۱	۰/۰۰۱	۰/۰±۰۰۸/۰۱	۰/۰±۰۷۵/۰۱	۲±۱۵	۴±۱۱
	۲	۱۱/۰±۵/۷	۱۰/۰±۸۶/۶	۲/۰±۳۶/۴	۰/۰۰۱	۰/۰±۰۱۷/۰۱	۰/۰±۰۳۱/۰۱	۴±۱۸	۷±۲۱
	۳	۱۱/۰±۷/۷	۱۰/۰±۶۵/۷	۲/۰±۶۵/۳	۰/۰۰۱	۰/۰±۰۲۲/۰۱	۰/۰±۰۴۱/۰۱	۶±۳۵	۱۱±۳۷
	۴	۱۲/۰±۵/۸	۱۰/۰±۱۲/۴	۳/۰±۰۶/۴	۰/۰۰۲	۰/۰±۰۳۲/۰۱	۰/۰±۰۵۹/۰۲	۳±۱۶	۱۴±۳۳
	۵	۱۲/۰±۸/۶	۹/۰±۸۱/۵	۳/۰±۵۸/۳	۰/۰۰۳	۰/۰±۰۳۶/۰۲	۰/۰±۰۴۸/۰۱	۲±۱۴	۶±۱۴

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳-تحلیل تطبیقی متعارفی جهت تعیین مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر پراکنش بزرگ بی مهرگان کفزی در رودخانه چهل چای- a: فصل بهار، b: فصل تابستان، c: فصل پاییز، d: فصل زمستان.

کـه همبسـتگی بـین جوامـع بـزرگ بی‌مهرگـان کفزی و عوامل محیطـی در محورهـای اول بـا واریـانس ۵۵/۵ درصد و دوم بـا واریـانس ۳۰/۸ درصـد بـه‌ترتیب برابر مقدار ویژه =۰/۶۳ و مقدار ویژه= ۰/۱۴ بودند. ایـن تحلیـل نشـان داد کـه گونـه هـای Chironomidae و Tubificidae با عوامل آمونیـاک همبسـتگی بیشـتری دارند. تحلیل CCA در فصل زمستان نیز نشان داد کـه همبستگی بین جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و عوامـل

www.SID.ir

Archive of SID

محیطی در محورهای اول با واریانس ۴۲/۹ درصد و دوم با واریانس ۲۷/۳ درصد به‌ترتیب برابر مقدار ویژه = ۰/۴۸ و مقدار ویژه= ۰/۱ باند. تحلیل CCA روی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در فصل زمستان نشان داد که رده Diptera تحت تاثیر نیتریت است (شکل۳).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه در مجموع، شاخه حشرات، راسته دوبالان با ۵ خانواده بیشترین تنوع را به خود اختصاص داد. متنوع ترین گروه از رده حشرات راسته دوبالان و خانواده Chironomidae بودند. از بین بی‌مهرگان کفزی، راسته (Oligocheata) از جمله خانواده Tubificidae تنها در ایستگاه‌های ۴ و ۵ مشاهده شد و با یک رده و یک خانواده کمترین تنوع را به خود اختصاص داد. همچنین از شاخه Mollusca یک رده و دو خانواده در ایستگاه‌های ۲ و ۴ مشاهده شد. کمترین میزان فراوانی کفزیان هم مربوط به خانواده Ceratopogonidae از راسته Diptera تعلق داشت. از میان خانواده‌های شناسایی شده بیشترین فراوانی مربوط به خانواده های Baetidae (۶۹۵ عدد) و Chironomidae (۴۶۰ عدد) بودند. تغییر در تنوع و فراوانی موجودات کفزی در فصول مختلف ناشی از نوسانات خصوصیات آب، تغذیه و رقابت است که در چرخه زندگی این موجودات تأثیر می‌گذارد (Dewson *et al.*, 2007). مطالعات نشان می‌دهد که وجود فعالیت‌های انسانی از جمله کشاورزی و پساب شهری در منطقه مورد بررسی باعث افزایش بار آلودگی آلی شده است. و این امر موجب فراوانی بالای گونه‌های مقاوم مانند Oligocheata و Chironomidae بود (Suriano and Fonseca-Gessner, 2013, Werner *et al.*, 2010) چنین نتایجی با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در طول دوره مطالعه بر رودخانه چهل چای، بیشترین تنوع و فراوانی بی‌مهرگان کفزی به ترتیب در فصل زمستان و پاییز مشاهده شد. خانواده Tubificidae در فصل تابستان دارای حداکثر فراوانی بودند، اما در فصل بهار غالبیت با خانواده Chironomidae و Simuliidae بود، که با توجه به ارزش مقاومتی کمتر در جدول هلسینهوف نسبت به خانواده Tubificidae می‌تواند نشان دهنده تغییر در اکوسیستم و تا حدی بهبود شرایط محیطی نسبت به فصول قبل باشد، اما همچنان محیط دارای شرایط مساعدی نبود.

در فصل تابستان تعداد بزرگ بی‌مهرگان کفزی سیر نزولی نشان داد که گروه از موجودات مقاوم در این منطقه دیده شد. که می‌تواند به علت افزایش دما و تبخیر و در نتیجه افزایش شوری باشد. در فصل پاییز و بهار دو گروه از صدف‌ها از خانواده Lymnaeidae و Physidae مشاهده شد که باتوجه به دمای تحمل آلودگی پایین‌تر نسبت به بی‌مهرگان کفزی غالب منطقه می‌تواند نشانگر مساعدتر شدن شرایطی آبی باشد (Thorp and Covich, 2009). افزایش چشمگیر Chironomidae در نمونه‌های فصل پاییز و غالبیت این گونه در این فصل نیز حائز اهمیت بود که می‌تواند ناشی از تغییر در شرایط محیط آبی باشد. به‌طورکلی در ایستگاه ۱ موجودات کفزی فراوانی کمتری از خود نشان دادند و بعضی از گونه‌های حساس در آن‌ها مشاهده شد که می‌تواند به علت اکسیژن محلول بالا و آلودگی کم باشد. در ایستگاه‌ها و در فصل پاییز گونه‌هایی با تحمل آلودگی کمتر نسبت به فصول قبل مشاهده شدکه این خود باعث تمایز فصول و تغییرات محیطی می تواند باشد. در فصل پاییز وجود خانواده Baetidae و Caenidae نیز باعث تمایز این ایستگاه‌ها نسبت به سایر فصول می‌شود. البته باید توجه داشت که هر گاه تغییرات معنی‌داری در جمعیت بی‌مهرگان کفزی رخ دهد، نتیجه امر در تغییر بیش از یک عامل نمایان می‌شود. مطلبی که در رودخانه چهل چای مشاهده شد حاکی از همین نتیجه‌گیری است.

نتایج حاصل از بررسی‌های میانگین شاخص HFBI دوره تحقیق، کیفیت آب رودخانه چهل چای را در کلاسه کیفی نسبتاً خوب (۵/۴۴) در تمام فصول قرار داد (جدول ۵). مقادیر شاخص HFBI در طول رودخانه

www.SID.ir

Archive of SID

چهل چای طی یک سال در ایستگاه‌های چهارم (۶/۰۹) و پنجم (۶/۴۴) بیشترین بودند. هر دو ایستگاه در کلاسه کیفی نسبتاً بد قرار می‌گیرند، اما همان‌طور که گفته شد، میزان شاخص در ایستگاه پنجم (۷/۱۹) در فصل تابستان افزایش یافت و در کلاسه آبی بد قرار گرفت، که نشان از فاجعه زیست محیطی و وجود آلودگی بسیار زیاد به علت وجود پساب شهری است. درجات بالاتر شاخص HFBI حاکی از فراوانی بیشتر جمعیت کفزیان بسیار مقاوم به آلودگی آلی مانند Chironomidaeو Oligocheta بودو بالعکس مقادیر پایین این شاخص نشانه غالبیت فون کفزیان حساس به آلودگی مانند خانواده‌های Plecoptera و بسیاری از خانواده‌های Ephemerobtera است، (Ehlinger *et al.*, 2007, Rosenberg, 2004) که با درشت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در این مطالعه مطابقت دارد.

دریک نتیجه گیری کلی می‌توان این‌گونه بیان کرد که رودخانه چهل چای از مبدأ (تالاب انزلی) شامل آلودگی‌های بسیار زیادی است و پس از عبور از مناطق توریستی و گردشگری (ایستگاه ۳)، منطقه کشاورزی (ایستگاه ۲) و فاضلاب شهری (ایستگاه ۴)، شرایط نسبتاً بد پیدا خواهد کرد. همچنین تغییرات دما در فصول مختلف سال باعث تغییر در تنوع و فراوانی بی‌مهرگان کفزی خواهد شد. به همین دلیل بیش‌ترین و کمترین تراکم و تنوع به ترتیب در فصل پاییز و تابستان دیده می شود. در فصل تابستان فراوانی و تنوع گونه‌ها دستخوش تغییرات زیادی است، به‌طوری‌که گونه‌های با مقاومت بالا در ایستگاه‌های نمونه برداری در این فصل مشاهده شد و فراوانی آن‌ها کاهش یافت. دلیل آنرا می توان به افزایش فعالیت کشاورزی، کاهش دبی و عمق آب نسبت داد. کاهش موجودات کفزی در ایستگاه‌های پایین دست بسیار حائز اهمیت بود و می‌تواند نشانگر وضعیت بد محیط آبی در این ایستگاه‌ها باشد که برای اظهار نظر قطعی در این ارتباط نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه آلودگی است.

۵. منابع

References:

Abbaspour, R., Hedayatifard, M., Alizadeh Sabet, H., Hassanzadeh, H., Meskaran Karimi, J., 2013. Estimation of Biological and Qualitative Indices of Cheshmeh Kilek Tonekabon River Using Large Benthic Invertebrate Communities and Water Physical and Chemical Factors. *Journal of Environmental Science and Engineering* 2 (1),59-73. (In Persian).

Adams, S.M., 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. *American Fisheries Society*. Bethesda, Maryland. 644p.

Abrantes, N., Antunes, S.C., Pereira, M.J., Goncalves, F., 2006. Seasonal succession of cladocerans and phytoplankton and their interactions in a shallow eutrophic lake (Lake Vela, Portugal). *Acta Oecologica* 29, 54-64.

Beck, M. W., Hatch, L. K., Vondracek, B., Valley, R. D., 2010. Development of a macrophyte-based index of biotic integrity for Minnesota lakes. *Ecological Indicators* 10, 968-979.

Clarke, K. R., Ainsworth, M., 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92, 205–219.

Dewson, Z. S., James, A. B. W., Death, R.G., 2007. A review of the consequences of decreased flow for instream habitat and macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society* 26, 401-415.

Ehlinger, T. J., Sandgren, C. D., Dethorne, L. S., 2003. Monitoring of stream Habitat and Aquatic Biotic Integrity Lincoln Creek Milwaukee Country, Wisconsin, Department of Biological Sciences University of Wisconsin – Milwaukee. 42p.

Gholizadeh, M., Heydarzadeh, M., 2019. Functional feeding groups of macroinvertebrates and their relationship with environmental parameters (case study: in Zarin-Gol River). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 1-13.

Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family – level biotic index. *Journal of the North American Benthological society* 7(1), 65-68.

Karr, J.R., 2005. Measuring biological condition, protecting biological integrity. Principles of conservation biology essay. Natural Academy Press, Washington, D.C. 110-121.

Leunda, P. M., Oscoz, J., Miranda, R., Arino, A. H., 2009. Longitudinal and seasonal variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. *Ecological Indicators* 9

www.SID.ir

Archive of SID

(1), 52-63.
Needham, J. G., 1976. A guide to the study of freshwater biology. Holden Sanfrancisco. 107p.
Rosenberg, D. M., 2004. Biological Monitoring of freshwater- benthic Macro invertebrate, Background, Diversity and Biotic Index, Taxa tolerance value, soil and water conservation society of metro Halifax (SWCSMH).
Rosenberg, D. M., Davies, I. J., Cobb, D. G., Wiens, A. P., 1999. Protocols for measuring Biodiversity: Benthic macroinvertebrates in Freshwaters. Department of fisheries and Oceans, Freshwater Institute, Winnipeg, Manitoba, 42p.
Spellman, F.R., Drinan, J. E., 2002. Stream ecology and self-purification, Lancaster Technomic Publication INC., USA, 261p.
Stark, J. D., 1998. Semi-Quantitative MCI: a biotic index for freshwater macroinvertebrate coded-abundance data. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 32, 55-66.
Stoddard, J. L., Larsen, D. P., Hawkins, C. P., 2006. Setting Expectations for the Ecological Condition of Streams: The Concept of Reference Condition. *Ecological Applications* 16, 1267-1276.
Suriano, M., Fonseca-Gessner, A., 2013. Structure of benthic macroinvertebrate assemblages on a gradient of environmental integrity in Neotropical streams. *Acta Limnologica Brasiliensia* 25(4), 418-428.
Thorp, J. H., Covich, A. P., 2009. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. 3nd edition. Academic Press. 1021p.
Wear, D. N., Turner, M. G., Naiman, R. J., 1998. Land cover along an urban-rural gradient: Implications for water quality. *Ecological Applications* 8, 619-630.
Werner, I., Markiewicz, D.A., Goding, K., Reece, K., 2010. Benthic macroinvertebrate communities in ephemeral agricultural drainage ditches of California's Central Valley, pp. 1–15In. Moore M.T. Kroger R. Agricultural drainage ditches: mitigation wetlands for the 21st century. Research Signpost, Kerala, India.

www.SID.ir