فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال دوم/ شماره پنجم/ زمستان ۹۳/ صفحات۷۲-۵۹

بررسی کیفیت آب رودخانه کلارود(استان مازندران) با استفاده از ماکروبنتوزها

عبدالرحیم وثوقی*[۱]، صابر وطن‌دوست[۲]،مائده بابازاده[۱]

چکیده

کفزیان در اکوسیستم های آب جاری و ساکن نقش مهمی را ایفا می‌کنند. این تحقیق در رودخانه کلارود بابل(استان مازندران) از آبان۱۳۸۹ تا شهریور۱۳۹۰ به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه کلارود با استفاده از شناسایی جامعه بی‌مهرگان کفزی در سطح خانواده پرداخته شده است و نتایج این بررسی با شاخص دیگری به نام نسب PT(Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) به Chironomidae مقایسه گردید. نمونه‌برداری درچهار فصل و شش ایستگاه به ترتیب در مناطق دیوا (ایستگاه اول)، بورا(ایستگاه دوم و سوم)، سفیدطور(ایستگاه چهارم)،شوبکلا (ایستگاه پنجم) و پل محمدحسن‌خان بابل (ایستگاه ششم) صورت گرفت. بی‌مهرگان کفزی به وسیله نمونه‌بردار کمی سوربر جمع‌آوری شده است. همزمان با نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها، متغیرهای هیدرولوژیک نیز در هرایستگاه ثبت شد.به طور کلی کفزیان رودخانه از دو شاخه بندپایان و کرم‌های پهن شامل ۵ رده ۸ راسته و ۱۲ خانواده بودند که حداکثر تنوع و تراکم در فصل بهار و حداقل تنوع و تراکم را در فصل تابستان در تمام ایستگاه‌ها نشان داد، همچنین ایستگاه اول و ششم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تنوع بودند. کیفیت آب رودخانه براساس راهنمای کیفی آب هیلسنهوف برای مقادیر مختلف آلودگی آلی، در بالادست دارای شرایط خیلی خوب (احتمال وجودآلودگی آلی در حد بسیار جزیی) و در میان دست و پایین دست با شرایط خوب (احتمال وجودآلودگی آلی درحد جزیی) ارزیابی شد.

کلید واژه:کفزیان، کیفیت آب، رودخانه کلارود.

۱- گروه شیلات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران mohammad.mga93@gmail.com

۲- گروه شیلات،واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

۱- مقدمه

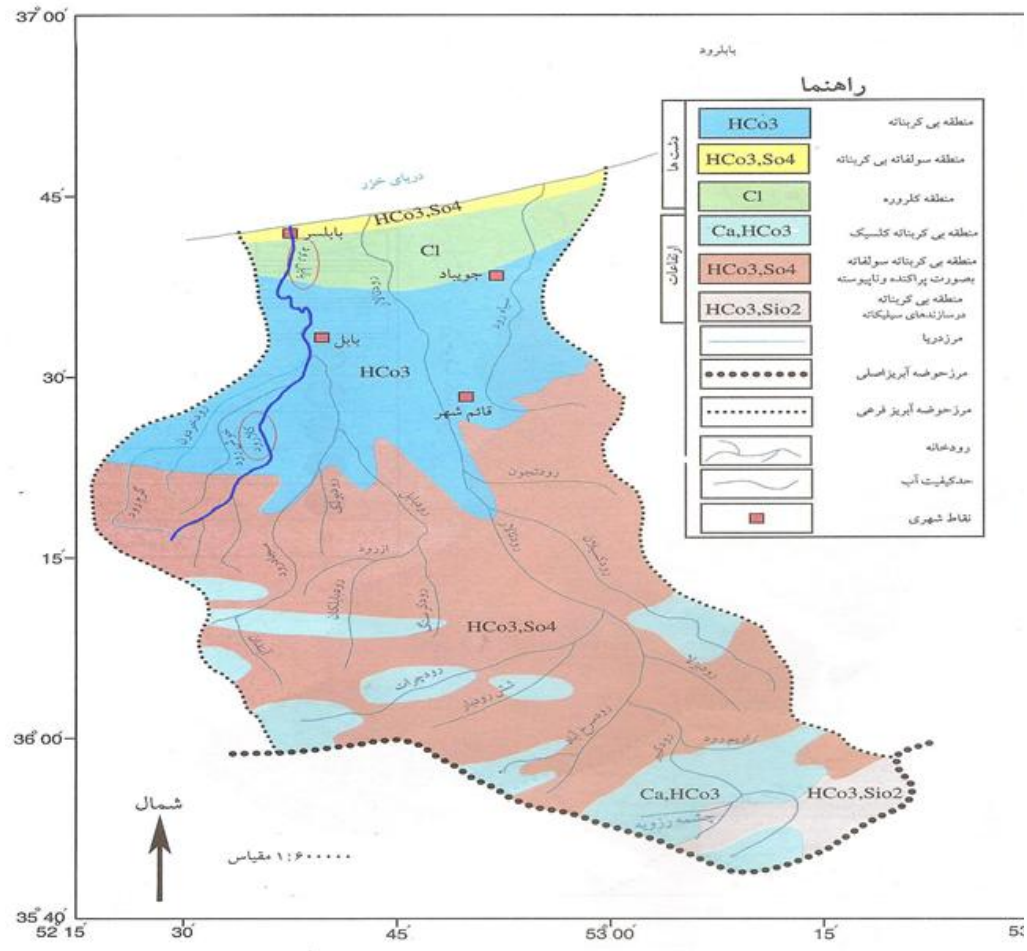
رودخانه‌ها که درطول تاریخ یکی از منابع عمده آب مصرفی بشر بوده‌اند،آبهای جاری از نقطه نظر بیولوژی و شیلات جالب توجه می‌باشد. اما انسان علیرغم استفاده‌های گوناگون ازآب رودخانه‌ها به علت توسعه جوامع بشری و گسترش صنایع همواره از منابع مهم آلودگی و تخریب آبهای جاری بوده است. آلودگی آب رودخانه‌ها را در حقیقت می‌توان شاخص آلودگی محیط زیست دراثر فعالیت-های انسانی به حساب آورد، زیرارودخانه‌ها تنهامنابع آبیهستند که مسیر طولانی رااز میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند و به انواع گوناگون آلاینده‌ها، آلوده می‌شوند و چون آب رودخانه‌ها بیش از آب هر منبع دیگری برای مصارف گوناگون مانند کشاورزی،تجاری،خانگی وصنعتی استفاده می‌شود، می‌تواندااثرات سوءگسترده‌ای برمحیط زیست داشته باشد. بنابراین از وقایع مهم دراین اکوسیستم‌ها، مطالعه آثارآلودگی‌هابرروی کیفیت آب وتنوع وپراکنش زیستی کفزیان رودخانه می‌باشد. بانمونه‌برداری ازمحیط‌های آبی و کفزیان آن، می‌توان پی به وضعیت آب برد. این روش که برای اولین بار در اروپا درسال‌های ابتدای قرن بیستم مورداستفاده قرارگرفت تحت عنوان پایش زیستی،مبتنی بر بررسی جانوران آبزی (مانندبی‌مهرگان کفزی وماهی‌ها) به عنوان شاخص تعیین کیفیت آب می‌باشد(Rosenberg and Resh , 1993).آلودگی ناشی از موادآلی معمولاً سبب محدودیت در تنوع بی‌مهرگان بزرگ کفزی می‌گردد، به طوری که تنها گونه‌ها یبسیار مقاوم، آن هم درغلظت کم اکسیژن باقی خواهند ماند. از طرف دیگر تشکیل لجن و نفوذ مواد شیمیایی سمی نه تنها ممکن است سبب کاهش جمعیت گونه‌ها گردد، بلکه امکان دارد باعث حذف کامل جامعه بی‌مهرگان بزرگ کفزی درآن منطقه آلوده شود. البته دراین میان، تلاطم رودخانه و غلتیدن آب برروی سنگها،مقدار بیشتری هوا و در نتیجه اکسیژن را در خود حمل نموده و سبب تسریع عمل اکسیداسیون مواد آلی و کاهش مواد سمی گردد(اصل خودپالایی رودخانه‌ها). بااستفاده از مطالعات هیدروبیولوژیک می‌توان خصوصیات کیفی آبهای جاری راتعیین نمود (احمدی، نفیسی، ۱۳۸۰). هدف از این تحقیق به کارگیری جاندارانی است که تقریباً به طور دائم و در طول سال نمایندگانی در اکوسیستم‌های آبی دارند و بررسی آنها می‌تواند به ما در ارزیابی دقیق، سریع و در عین حال ارزان منابع آب کمک‌های شایانی نماید.

۲-مواد و روش‌ها

در مجموع ۶ ایستگاه مطالعاتی در مسیر حدود۶۰ کیلومتری رودخانه انتخاب(شکل۱) و فون کفزیان بزرگ آن به صورت فصلی(از پاییز ۱۳۸۹ تا تابستان ۱۳۹۰) در ۴ فصل و با ۳ تکرار در هر ایستگاه نمونه‌برداری شد. جهت تعیین موقعیت جغرافیایی از دستگاه GPS استفاده شد.

جدول ۱-موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	موقعیت ایستگاه ها	
ایستگاه ۱	دیوا	E 52 34.022'	N 36 19.014'
ایستگاه ۲	دولت رودبار	E 52 34.032'	N 36 20.067'
ایستگاه ۳	سربورا	E 52 33.822'	N 36 20.927'
ایستگاه ۴	پایین سفیدطور	E 52 35.850'	N 36 21.674'
ایستگاه ۵	شوب کلا	E 52 35.907'	N 36 26.276'
ایستگاه ۶	پل محمد حسن‌خان	E 52 39.842'	N 36 31.468'



شکل ۱.بابل‌رود وشاخه‌های آن

برای نمونه‌برداری کمی از بی‌مهرگان کفزی از تور نمونه‌برداری سوربر بااندازه چشمه ۲۵۰ میکرونو ابعاد۴۰×۴۰سانتیمتر (سطح مفید۱۶۰۰سانتیمترمربع)استفاده شد(Standardmethod، 2006). همزمان با نمونه‌برداری از بی‌مهرگان کفزی برخی متغیرها از قبیل: دمای آب و سرعت جریان، وضعیت ظاهری آب، وضعیت بستر، عمق آب، عرض رودخانه که نقش مؤثری در پراکنش کفزیان دارند مورد سنجش قرارگرفتند. نمونه‌های جمع آوری شده توسط فرمالین ۴٪ تثبیت و در آزمایشگاه بادقت کامل در زیر لوپ جداسازی، شناسایی و شمارش گردید. نگهداری نمونه‌ها در داخل ظروف پلاستیکی یا شیشه‌ای کوچک به ارتفاع تقریبی 5-6 cm وقطر3 cm(قوطی فیلم) و در داخل الکل اتیلیک ۷۵٪ انجام گردید (Mecafferty,1981). جهت شمارش نمونه‌ها برای شناسایی خانواده‌های مختلف کفزیان نیز از کلید شناسایی(Mecafferty , 1981Aquatic Entomology) وجهت شناسایی زیرخانواده‌های Chironomidae از کلیدشناسایی (Nillson, 1997, Aquatic Insects of(north Europe استفاده شد. جهت محاسبه شاخص زیستی تصحیح شده هیلسنهوف در سطح خانواده از فرمول زیر استفاده شد:

$$HFBI = \frac{\sum (X_i \times T_i)}{n}$$

در این فرمول

xi: تعداد افراد یک خانواده

ti:درجه مقاومت همان خانواده

n:تعداد کل موجودات در نمونه

(Hilsenhoff,1988;Bode *etal*,1991,1996;Rosenberg, 2004)

سپس از یک راهنمای کلی که برای کیفیت آب رودخانه‌ها می باشد استفاده (جدول۱) و باتوجه به آن درجه آلودگی آلی نیز مشخص می‌شود. لذا از این شاخص جهت بررسی کیفیت آب رودخانه کلارود و تعیین میزان بارآلودگی آلی (درایستگاه‌های شش‌گانه) استفاده گردید.

جدول۲- کیفیت آب براساس شاخص HFBI

HFBI	کیفیت آب	میزان آلودگی آب
۰ – ۳/۷۵	عالی	عدم وجود آلودگی آلی
۳/۷۶–۴/۲۵	خیلی خوب	وجود آلودگی آلی بسیارجزئی
۴/ ۲۶ -۵/۰۰	خوب	وجود آلودگی آلی جزئی
۵/۰۱ –۵/۷۵	نسبتاً خوب	وجود آلودگی آلی متوسط
۵/۷۶–۶/۵۰	نسبتاً بد	وجود آلودگی آلی زیاد
۶/۵۱–۷/۲۵	بد	وجود آلودگی آلی بسیارزیاد
۷/۲۶–۱۰/۰۰	خیلی بد	آلودگی آلی شدید

۳- نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولوژیک رودخانه کلارود طی دوره بررسی در ایستگاه‌های مختلف در جدول (۳) و (۴) آورده شده است. کمترین میانگین سرعت آب رودخانه کلارود طی دوره بررسی برابر ۰/۵۷ متر بر ثانیه در فصل تابستانو بیشترین میانگین آن برابر ۰/۹۳ متر بر ثانیه در فصل زمستان اندازه گیری شد(جدول۳). همچنین تغییرات این پارامتردر رودخانه کلارود از پاییز ۸۹ تا زمستان ۸۹ روند افزایشی داشت و پس از آن تا تابستان ۹۰ روند سرعت آب کاهشی بود.

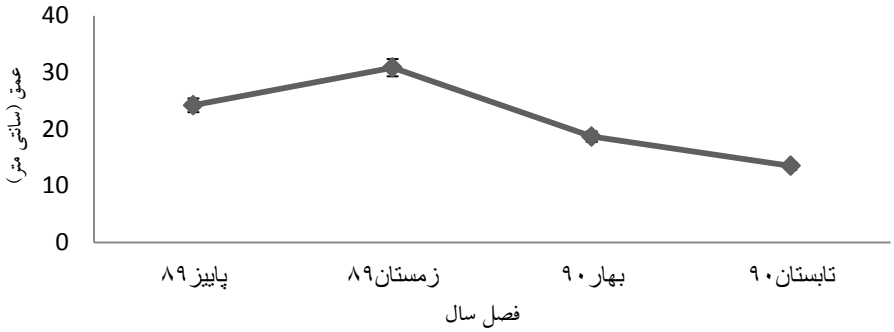
جدول ۳ .میانگین متغیرهای هیدرولوژیک و دمای اندازه گیری شده در رودخانه کلارود طی ۴ فصل

فصل	متغیرهای هیدرولوژیک				دما
زمان نمونه‌برداری	سرعت(متر بر ثانیه)	عمق رودخانه (سانتی متر)	عرض رودخانه (متر)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)	دما آب (درجه سانتی گراد)
بهار	۰/۶۴	۱۹/۱۶	۶/۳۳	۰/۷۶	۱۱
تابستان	۰/۵۷	۱۳/۵	۴/۸۳	۰/۳۵	۱۹/۶
پاییز	۰/۸۵	۲۴/۱۶	۷/۸۳	۱/۵۹	۹/۸۳
زمستان	۰/۹۳	۳۰/۸۳	۹	۲/۵۱	۷/۲۵
میانگین	۰/۷۴	۲۱/۹۱	۶/۹۹	۱/۳۰	۱۱/۹۲

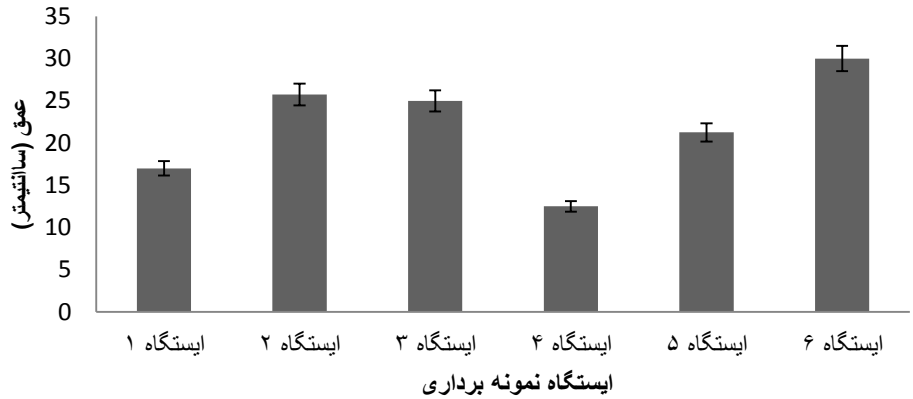
جدول ۴ . میانگین متغیرهای هیدرولوژیک و دمای اندازه گیری شده در رودخانه کلارود طی ۴ فصل

مکان نمونه برداری	متغیرهای هیدرولوژیک				دما
ایستگاه	سرعت (متر بر ثانیه)	عمق رودخانه (سانتی متر)	عرض رودخانه (متر)	دبی (متر مکعب بر ثانیه)	آب (درجه سانتی گراد)
اول	۰/۸۲	۱۷	۵/۵	۰/۷۶	۱۱/۲۵
دوم	۰/۸۷	۲۵/۷۵	۱۰/۲۵	۲/۲۲	۱۲
سوم	۰/۷۲	۲۵	۴/۵	۰/۸۱	۱۳
چهارم	۱/۲۵	۱۲/۵	۴/۵	۰/۶۷	۹/۳۳
پنجم	۰/۵۶	۲۱/۲۵	۷	۰/۸۲	۱۱/۶۲
ششم	۰/۵۷	۳۰	۱۰/۲۵	۱/۷۵	۱۱/۷۵
میانگین کل	۰/۷۹	۲۱/۹۱	۷	۱/۱۷	۱۱/۴۹

میانگین سرعت آب در طول رودخانه کلارود برابر۰/۷۹ متر بر ثانیه اندازه گیری شد. بیشترین میزان میانگین سرعت آب ۱/۲۵ متر بر ثانیه در ایستگاه چهار و کمترین میزان آن ۰/۵۶ متر بر ثانیه در ایستگاه پنج ثبت شد(جدول ۴). عمق آب رودخانه کلارود طی یک سال با میانگین ۲۱/۹۱ سانتی‌متر، حداکثر ۳۰/۸۳ سانتی‌متر در فصل زمستان و حداقل ۱۳/۵ سانتی‌متر در فصل تابستان اندازه‌گیری شد (نمودار ۱). بیشترین عمق آب در رودخانه کلارود طی دوره بررسی ۳۰ سانتی-متر در ایستگاه شش و کمترین آن ۱۶/۶۶ سانتی‌متر در ایستگاه چهار با میانگین ۲۲/۶۱ سانتی-متر مشاهده شد(نمودار ۲).



نمودار ۱.روند تغییرات میانگین عمق آب در رودخانه کلارود طی دوره بررسی،سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹



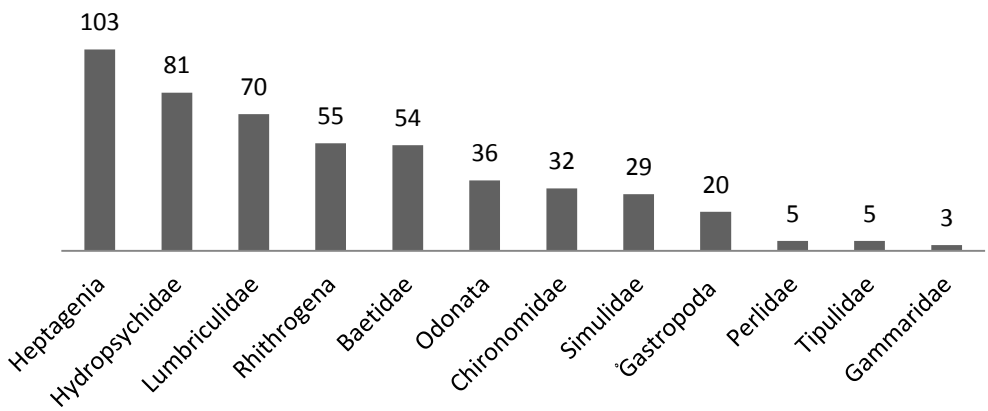
نمودار ۲. روند تغییراتمیانگین عمق آب ایستگاه ها در رودخانه کلارود طی دوره بررسی ،سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹

تغییرات میانگین "دبی آب" در فصل‌های مورد بررسی بدین صورت که دامنه تغییرات دبی از ۰/۳۵ تا ۲/۵۱ متر مکعب برثانیه حداقل درفصل تابستان و حداکثر در فصل زمستان با میانگین ۱/۳۰متر مکعب بر ثانیه اندازه‌گیری شد(جدول ۲). در این مطالعه در رودخانه کلارود کمترین دمای آب برابر ۷/۲۵ درجه سانتی‌گراد در فصل زمستان و بیشترین آن ۱۹/۶ درجه سانتی‌گراد در فصل تابستان و میانگین دما ۱۱/۹۲ درجه سانتی‌گراد ثبت شد (شکل۳).

نتایج بررسی انواع مشاهده شده جامعه بی‌مهرگان کفزی رودخانه کلارود شامل ۵ رده، ۸ راسته و ۱۲ خانواده می‌باشد.

طبقه‌بندی کامل این موجودات در(جدول۵) نشان داده شده است. طی این مطالعات در مجموع، رده حشرات با ۵ راسته ۶ خانواده متنوع‌ترین گروه کفزیان رودخانه را به خود اختصاص داده است که از این بین Ephemeroptera (یکروزه‌ها) بیشترین تنوع وفراوانی را نشان داد (جدول ۵ و نمودار۳).

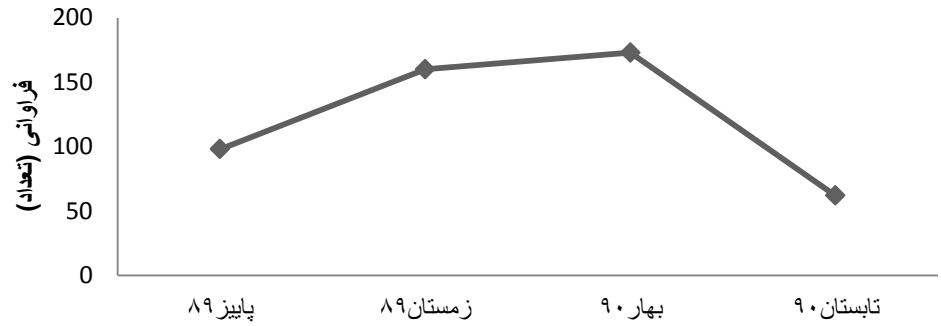
همچنینPlecoptera (بهاره‌ها) کمترین تنوع را دربین کفزیان رودخانه کلارود دارا بود (جدول۴). میان کلیه خانواده‌های شناسایی شده بیشترین تنوع وفراوانی با میانگین ۱۰۳ نمونه و۲۰/۸۹٪ متعلق به جنس Heptagenia و کمترین تنوع و فراوانی متعلق به خانواده Gammaridae مشاهده‌شد. راسته Trichoptera با ۸۱ نمونه و ۱۶/۴۳٪ بعد از راسته Ephemeroptera بیشترین فراوانی را دارا بود (نمودار۳).



نمودار۳. فراوانی جمعیت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در رودخانه کلارود، طی دوره تحقیق، سال۱۳۹۰-۱۳۸۹

نتایج بررسی تغییرات زمانی تنوع و فراوانی انواع ماکروفون‌ها در تناوب‌های زمانی نشان داد که فصل بهار با دارا بودن تعداد ۱۷۳ نمونه در مترمربع، ۷ راسته و۱۲ خانواده بیشترین تنوع و تراکم و فصل تابستان با تعداد ۶۲ عدد نمونه در مترمربع، ۵ راسته و۶ خانواده کمترین تنوع و تراکم را دارا بوده

است(نمودار۴).



نمودار ۴. مجموع فراوانی جمعیت بی‌مهرگان کفزی رودخانه کلارود طی دوره تحقیق، سال۱۳۹۰-۱۳۸۹

جدول ۵. تراکم گروه‌های مختلف بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در ایستگاه‌های شش‌گانه در رودخانه کلارود طی دوره تحقیق‌سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹

رده و راسته	خانواده وجنس	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	جمع	میانگین
Ephemeroptera	Baetidae	۷	۱۷	۵	۷	۱۳	۵	۵۴	۹
	جنس Rhithrogena	۱۰	۱۷	۹	۱۱	۴	۴	۵۵	۹/۱۶
	جنس Heptagenia	۲۴	۲۴	۸	۲۳	۲۴	۰	۱۰۳	۱۷/۱۶
Plecoptera	Peridae	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۸۳
Trichoptera	Hydropsychidae	۲۴	۱۶	۱۷	۲	۲۲	۰	۸۱	۱۳/۵
	Tipulidae	۳	۰	۰	۰	۲	۰	۵	۰/۸۳
Diptera	Simulidae	۱۵	۰	۶	۰	۸	۰	۲۹	۴/۸۳
	Chironomidae	۲	۵	۳	۶	۱۰	۶	۳۲	۵/۳۳
Odonata		۱۱	۱۳	۵	۰	۷	۰	۳۶	۶
Amphipoda	Gammaridae	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰/۵
رده Oligochaeta	Lumbriculidae	۱۱	۸	۳	–	۴۰	۸	۷۰	۱۱/۶۶
رده Gastropoda		۱	۷	۰	۳	۹	۰	۲۰	۳/۳۳

با توجه به (جدول ۵) مشخص می‌شود که ایستگاه پنج بیشترین فراوانی را با ۱۳۹ تعداد نمونه

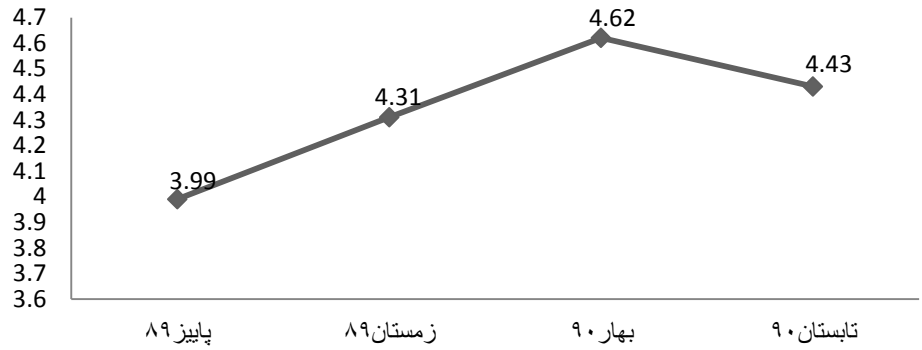
و۱۰ خانواده و۶ راسته به سایر ایستگاه‌ها دارا بوده وکمترین فراوانی و تنوع را نیز ایستگاه شش با ۴ خانواده و ۳ راسته و تعداد کل ۲۳ نمونه به خود اختصاص داده است و علاوه بر آن بیشترین تنوع در ایستگاه ۱ مشاهده شد. در ایستگاه اول خانواده‌های Heptageniidae و Hydropsychidae هر کدام با تعداد۲۴ نمونه در مترمربع بیشترین تراکم را داشته و رده Gastropoda دارای حداقل تراکم دراین ایستگاه می‌باشند. در این تحقیق جهت تعیین کیفیت آب رودخانه کلارود با استفاده از ماکروبنتوزها (شاخص‌های ارزیابی زیستی) و شاخص هیلسنهوف مورد بررسی قرار گرفت. بررسی تغییرات شاخص HFBI طی دوره بررسی یک ساله نشان داد که حداقل این شاخص در فصل پاییز سال ۱۳۸۹ با میانگین ۳/۹۹ بوده و حداکثر در فصل بهار سال ۱۳۹۰ با میانگین ۴/۶۲ و میانگین کل در دوره تحقیق ۴/۳۳ بوده است(نمودار۵ و جدول۶). که حداقل آن ۴/۰۳ مربوط به ایستگاه دوم و حداکثر ۴/۷۹ در ایستگاه ششم مشاهده گردید(جدول۶).

در فصل بهار خانواده‌هایHeptageniidae و Baetidae به ترتیب با تعداد ۴۰ و ۳۰ عدد در متر مربع بیشترین فراونی را داشته و خانواده‌های Tipulidaeو Gammaridaeکمترین فراوانی را نشان می‌دهند.در فصل تابستان خانواده‌های Rhithrogenidae وChironomidaeبا تعداد ۴ و ۷ نمونه در متر مربع کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده اند.

جدول ۶- تغییرات شاخص HFBI در ایستگاه های رودخانه کلارود طی دوره تحقیق۱۳۸۹-۱۳۹۰

فصل / ایستگاه	پاییز۸۹	زمستان۸۹	بهار۹۰	تابستان۹۰	میانگین
ایستگاه اول	۴/۲۵	۴/۲۹	۴/۲۸	۴	۴/۲۰
ایستگاه دوم	۳/۴	۴	۴/۰۵	۴/۷۰	۴/۰۳
ایستگاه سوم	۴/۸۵	۳/۹۱	۳/۴۱	۴	۴/۰۴
ایستگاه چهارم	۳/۰۸	۴/۱۴	۵/۸۵	-	۴/۳۵
ایستگاه پنجم	۴/۵۴	۴/۵۴	۴/۶۰	۵/۰۴	۴/۶۸
ایستگاه ششم	۳/۸۵	۵	۵/۵۴	-	۴/۷۹
میانگین	۳/۹۹	۴/۳۱	۴/۶۲	۴/۴۳	۴/۳۳

تغییرات شاخصHFBI در رودخانه کلارود طی دوره بررسی از پاییز سال ۸۹ تا بهار سال۹۰ افزایش سپس در فصل تابستان کاهش پیدا کرده است.



نمودار ۵ . روند میانگین شاخص HFBI طی دوره تحقیق در رودخانه کلارود۱۳۸۹-۱۳۹۰

در این مطالعه تغییرات شاخص نسبت EPT به Chironomidae نیز جهت ارزیابی کیفیت آب رودخانه کلارود مورد بررسی قرار گرفت تا امکان مقایسه این شاخص با شاخص HFBI فراهم شود نتیجه این شاخص به شرح زیر می‌باشد. در این مطالعه مقادیر شاخص نسبت فراوانی سه راسته EPT به فراوانی خانواده شیرونومیده حداکثر در فصل پاییز با (۰/۹۵) و حداقل در فصل تابستان با (۰/۸۲) و با میانگین ۰/۸۹ محاسبه شد(جدول ۷ . همچنین تغییرات این شاخص از پاییز ۸۹ تا تابستان ۹۰ به صورت روند کاهشی بوده است.

جدول ۷- تغییرات شاخص نسبت EPT به شیرونومیده طی دوره بررسی۱۳۸۹-۱۳۹۰

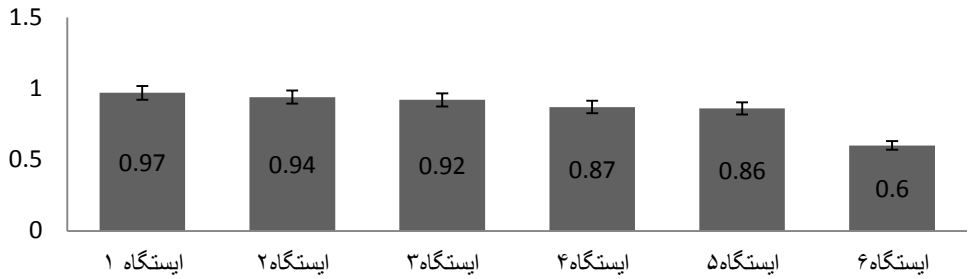
خانواده راسته	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین
Ephemeroptera	۸۸	۱۴	۴۰	۷۰	۵۳
Plecoptera	۰	۰	۵	۰	۱/۲۵
Trichoptera	۱۱	۱۸	۲۵	۲۷	۲۰/۲۵
Chironomidae	۱۵	۷	۳	۷	۸
EPT+Chironomidae	۱۱۴	۳۹	۷۳	۱۰۴	۸۲/۵
EPT/(EPT +Chironomidae	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۹۵	/۹۳	۰/۸۹

در طول مسیر مورد تحقیق در رودخانه کلارود حداکثر مقدار شاخص EPT به شیرونومیده در ایستگاه اول(۰/۹۷)و حداقل(۰/۶) در ایستگاه ششم با میانگین(۰/۷۱) مشاهده شد.(جدول۸ و نمودار۶).

جدول ۸ تغییرات میانگین شاخص نسبت EPT به شیرونومیده در ایستگاه‌های رودخانه کلارود۱۳۸۹-۱۳۹۰

خانواده	راسته	ایستگاه اول	ایستگاه دوم	ایستگاه سوم	ایستگاه چهارم	ایستگاه پنجم	ایستگاه ششم	میانگین
Ephemeroptera		۴۱	۵۸	۲۲	۴۱	۴۱	۹	۳۵/۳۳
Plecoptera		۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰/۸۳
Trichoptera		۲۴	۱۶	۱۷	۲	۲۲	۰	۱۳/۵
Chironomidae		۲	۵	۳	۶	۱۰	۶	۵/۳۳
EPT+Chironomidae		۶۷	۸۴	۴۲	۴۹	۷۳	۱۵	۵۵
EPT/(EPT +Chironomidae		۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۶	۰/۷۱

جدول ۸- تغییرات میانگین شاخص نسبت EPT به شیرونومیده در ایستگاه‌های رودخانه کلارود۱۳۸۹-۱۳۹۰



نمودار ۶.روند تغییرات میانگین شاخص نسبت EPT به شیرونومیده در رودخانه کلارود طی دوره بررسی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

۴- بحث و نتیجه‌گیری

مقادیرمتغیرهای فیزیکی اکوسیستم‌های آبی به طور عمده بازتابی از شرایط اکولوژیک در فصول مختلف و فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی درمسیر رودخانه می‌باشد(Ehlinger et al.,2003). دمای آب یکی از مهمترین متغیرهای فیزیکی است که برروی ساختار جمعیتی بی‌مهرگان کفزی تأثیر می‌گذارد. در رودخانه کلارود این متغیر با میانگین سالانه۱۱/۴۹درجه سانتی‌گراد از۹/۳۳ درجه سانتیگراد در ایستگاه چهارم تا ۱۳ درجه سانتیگراد در ایستگاه سوم نشان می‌دهد.مقادیر دمای آب در این رودخانه با بستر سنگلاخی حاکی از یک اقلیم خنک در تمام فصول می‌باشد و زیستگاه مناسبی برای گروه‌های سرما دوست از قبیل راسته یک روزه‌ها، راسته بال مو داران فراهم آمده‌است (Mccafferty, 1981). در بررسی که انجام شد (لارو) حشرات آبزی موجودات غالب فون کفزیان

رودخانه کلارود را تشکیل داده اند. در بررسی‌های انجام شده توسط شمالی و عبد مالکی (۱۳۷۴) که در رودخانه گرگان‌رود گیلان انجام شد حشرات آبزی غالب بودند. بررسی فون کفزی رودخانه کلارود تنوع این موجودات را با ۱۲ خانواده نشان می دهد که به نظر می‌رسد در صورت بررسی‌های کیفی خصوصاً در آب‌های حاشیه‌ای و مانداب‌ها تعداد گروه‌های کفزیان افزایش یابد همچنین بسیاری از رودخانه‌های موجود در دنیا که دارای شرایط اکولوژیک و اقلیمی تقریبا مشابه با رودخانه کلارود هستند، تنوع بالایی از بی‌مهرگان کفزی را در بر می‌گیرند. رودخانه طالقان در غرب تهران با ۳۴ خانواده (کاظمی، ۱۳۸۲)، رودخانه سنبل رود با ۱۴ خانواده (یداللهی، ۱۳۸۹)، رودخانه چی چی یاوان در تایوان با ۳۴ خانواد (Shieh and Yang, 2000) و بسیاری از رودخانه‌های نیکاراگوئه با میانگین ۳۸ خانواده (Fenoglio et al, 2002) نمونه‌هایی از این رودخانه‌ها هستند. در رودخانه کلارود از بین بی‌مهرگان کفزی، رده حشرات آبزی به خصوص جنسHeptagenia از راسته Ephemeroptera و خانواده Hydropsychidae از راستهTrichoptera به عنوان گروه‌های غالب شناسایی شدند. همچنین در اکثر آب‌های جاری بیشترین تنوع و تراکم متعلق به این گروه از کفزیان می‌باشد(Dodds, 2002). تغییر در تنوع و فراوانی موجودات کفزی در فصول مختلف ناشی از نوسان پارامترهای کمی و کیفی آب، تغذیه و رقابت است که در چرخه زندگی این موجودات تأثیر می‌گذارد(Quinn and Hickey, 1990). در رودخانه کلارود طی دوره تحقیق بیشترین تنوع و فراوانی بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار و زمستان مشاهده شد. نتایج مطالعات عظیمی (۱۳۸۵) نیز بیان کننده این مطلب است.در رودخانه کلارود در فصول بهار و زمستان بیشترین تراکم متعلق به خانواده‌هایBaetidae وHeptagenia از راسته Ephemeroptera و خانواده Hydropsychidae از راسته Trichoptera بود. نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده برروی چرخه زندگی و پراکنش راسته یک روزه‌ها، بهاره‌ها و بال مو داران و دوبالان در برخی از رودخانه‌های ایران و بسیاری از رودخانه‌های جهان مانند نیوزیلند نیز با نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارند(بادبره، ۱۳۷۷؛برجی، ۱۳۷۸؛ هاشمی ۱۳۸۱؛ رضوانی، ۱۳۷۸؛ رضایی، Quinn and Hickey, 1990). در فصل بهار خانواده Baetidae و جنس Rhithrogena یک افزایش را نسبت به فصل زمستان نشان می‌دهند، با توجه به رژیم غذایی آنها، این نوسان ناشی از افزایش دمای آب، بالابودن مدت زمان تابش خورشید، افزایش تولید اولیه و رشد جلبک‌های بستر می‌باشد(Ehlinier et al, 1990). همبستگی شدیدی بین جمعیت بی‌مهرگان کفزی با تغییرات فصلی وجود دارد(Ehlinier et al, 1990). در این رودخانه در فصل بهار حداکثر تراکم موجودات کفزی مشاهده می‌شود. چون درجه حرارت آب برای رشد گیاهان آبزی و جلبک‌ها بسیار مناسب می‌باشد(Quinn and Hickey, 1990). نتایج حاصل از بررسی‌های میانگین شاخصHFBI دوره تحقیق کیفیت آب رودخانه کلارود را در کلاسه کیفی خوب (۴/۳۳) قرار می‌دهد(جدول ۶). به

طور کلی مقادیر این شاخص طی چهار فصل نوسان چندانی نداشته و تحت تأثیر تغییرات فصلی نبوده است (نمودار ۵). مقادیر شاخص HFBI در طول رودخانه کلارود طی یک سال در ایستگاه‌های اول (۴/۲۰)، دوم (۴/۰۳) و سوم (۴/۰۴) نزدیک به هم بوده و در کلاسه کیفی خیلی خوب قرار می‌گیرند و ایستگاه‌های چهارم (۴/۳۵)، پنجم (۴/۶۸) و ششم (۴/۷۹) در کلاسه کیفی خوب قرار می‌گیرند. درجات بالاتر شاخصHFBI حاکی از فراوانی بیشتر جمعیت کفزیان بسیار مقاوم به آلودگی آلی مانند شیرونومیده‌ها، کم تاران و زالوها بوده و بالعکس مقادیر پایین این شاخص نشانه غالبیت فون کفزیان حساس به آلودگی مانند خانواده‌های بهاره و بسیاری از خانواده‌های یک روزه‌ها و بال موداران می‌باشد (Mandaville, 2002; Ehlinger et al.,2003) بررسی کیفیت آب رودخانه کلارود از طریق شاخص EPT بهChironomidae در طول سال بیشترین مقادیر این شاخص را در پاییز ۱۳۸۹ (۰/۹۵) و زمستان ۱۳۸۹ (۰/۹۳) نشان می‌دهد که حاکی از شرایط مطلوب کیفیت آب می باشد. همچنین کمترین مقادیر آن در تابستان ۱۳۹۰ (۰/۸۲) مشاهده شده که تغییر قابل توجهی نسبت به سه فصل قبلی نشان داده است.(جدول۷) نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده براساس این شاخص توسط Peitz در سال ۲۰۰۳ در رودخانه Pipstone creek نشان می‌دهد که با افزایش نمونه‌های سه راستهEPT جمعیت افراد خانواده شیرونومیده حاکی از شرایط استرس محیطی بوده و منجر به کاهش راسته‌های EPT می‌گردد.

فهرست منابع

۱. **احمدی، م. ر.نفیسی.(۱۳۸۰)**، شناسایی جانداران شاخص بی‌مهره آبهای جاری. انتشارات خبیر، تهران.

۲. **بادبره ،ل .، (۱۳۷۷)**، بررسی موجودات بنتیک رودخانه اوین درکه با تأکید بر دوبالان(Diptera)، پایان نامه کارشناسی شیلات.

۳. **برجی ،م .،(۱۳۷۸)**، بررسی موجودات بنتیک رودخانه جاجرود حد فاصل اوشان تا فشم، پایان نامه کارشناسی شیلات، ۹۶ ص.

۴. **پرهیزگار رضوانی ،ر،(۱۳۷۸)**، چرخه زیستی زودمیران (Ephemeroptera) در رودخانه اوین درکه، پایان نامه کارشناسی شیلات.

۵. **حبیبی ،ط .،(۱۳۷۶)**، جانورشناسی عمومی: کرم‌ها و نرم‌تنان (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران.

۶. **رضایی پقرآباد ،م .، (۱۳۷۷)**، بررسی ماکروبنتیک رودخانه کرج پایین دست ماهی‌سرا(با تأکید بر آلودگی)، پایان‌نامه کارشناسی شیلات.

۷. **سازمان حفاظت محیط زیست، (۱۳۸۲)**، ضوابط استانداردهای زیست محیطی، صفحه ۵۱.

۸. **شمالی،م. م. وشعبدالملکی. (۱۳۷۴)**.گزارش بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه کارگان رود. مرکز تحقیقات شیلات گیلان بندر انزلی.

۹. **کاظمی، ر.، (۱۳۸۲)**، مطالعه هیدروبیولوژی و اکولوژیک فون کفزیان رودخانه طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات ، ۲۰۰ص.

۱۰. **موسوی ندوشن، ر، (۱۳۷۵)**، تعیین کیفیت آب رودخانه جاجرود به کمک شاخص‌های بیولوژیک و تعیین توان خود پالایی در آن، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات،۱۳۹ ص.

۱۱.**هاشمی ،م .، (۱۳۸۱)**،چرخه زیستی(Plecoptera)در رودخانه اوین درکه پایان‌نامه کارشناسی شیلات.

12.**APHA, AWWA, WPCE, (2007).** Standard methods for the examination of water and wastewater.3rd. Washington DC, USA.

13.**Bode, R. W. (1996).** Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State, NYS Department of Environmental Conservation Service, Albany, 89p.

14.**Dodds, D. A. (2002).** The effects of trout farm effluents on the taxa richness of the benthic macroinvertebrates Aquaculture 147: 37-55

15.**Ehlinger, B. R. (2003).** Biological Assessment of Stream water Quality- The Example of the Reka River. ACTA CARSOLOGICA, (15):201-202

16.**Ehlinier F. J,: (1990**) ,. Macrofauna **in relation to its ecology in Lake Zwemlust,** afterbiomanipulation. I. Bottom fauna. Archives of Hydrobiologia, 123:337–347.

17.**Geoffrey R.S., Vaala D.A. and Haley A.D., (2001).** Distribution and abundance of macroinvertebrates within two temporary ponds Hydrobiologia, 497:161-167

18**. Heino J.,(2000).**Lentic macroinvertebrate assemblage structure along gradients in spatial heterogeneity,habitat size and water chemistry.Hydrobiologia,418:229–242

19.**Hilsenhoff,W.L.(1988)**.Rapid field assessment of organic pollution, with a family-level biotic index.Jornal of north American Benthological Society,7(1):65-68.

20.**McCafferty W.P., (1981**). Aquatic entomology Jones &Bratlett Publishers. 448P

21.**Miller G .H , 2005**, year trends in water quality of river and streams in New York state on the basis of macroinvertebrates date 1972-1992: New York Department of Enviromental Conservation Technical Report , 196 p.

22.**Mondoville, R. l. (2002)**. Aquatic Insects of California.University of California press, USA.

23.**Quinn T.S ,. and Hickey H, (1990)**. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York state. NYS Department of Enviromental Conservation Albany.

24.**Rosenberg, D. M. (2004)**. Benthic macrofounal dynamics, production and dispersion in anoxygen-deficient estuary of west Sweden. J. Exp. Mar. BioLEcoi, 26, 107-13

25.**Rosenberg D.M. and Resh V.H., (1993).** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 46P.

26.**Shieh M. R., and Yang, T ,. (2000).** How Important and Rate Species in Aquatic Community Ecology and Bioassessment ?, Limnology and Oceanography Volume.