بررسی تأثیرات آلودگی روی جمعیت درشت بی‌مهرگان کفزی رودخانه چشمه‌کیله تنکابن با تکیه بر شاخص‌های زیستی

روح الله عباسپور[1*]، مسعود هدایتی‌فرد[2]، جواد مسگران‌کریمی[3] و آزاده طوسی[4]

۱،۳ـ باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

۲ـ دانشگاه آزاداسلامی، واحد قائمشهر، گروه شیلات، قائمشهر، ایران

۴ـ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، گروه زیست‌شناسی، دامغان، ایران

مسئول مکاتبات: Roholla.Abbaspour@Gmail.com

چکیده

رودخانه چشمه کیله در حوزه جنوبی دریای خزر به عنوان یک زیستگاه بسیار مهم و با ارزش برای مهاجرت و زاد آوری گونه‌های با ارزش شیلاتی نظیر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspius*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از اهمیت بسیار بالائی برخوردار بوده‌است. در پژوهش حاضر به بررسی کیفیت آب رودخانه چشمه کیله تنکابن در سال ۱۳۹۰ – ۱۳۸۹ بر اساس مطالعات فون کفزیان رودخانه در چهار ایستگاه و طی دوازده نوبت نمونه برداری با سوربر سطح ۰/۱ متر مربع و در سه تکرار صورت گرفت. در بررسی کفزیان رودخانه ٤٧ خانواده متعلق به ۱۵ راسته و شش رده شناسایی شد که در میان آنها لارو حشرات آبزی بیشترین تنوع را داشته‌اند. همزمان با نمونه برداری از فون بنتیک برخی از فاکتورهای فیزیکی شیمیایی نظیر دمای آب، BOD_5 و TDS در ایستگاه‌ها اندازه‌گیری گردید که فاکتورهای فوق در ایستگاه‌های مورد نظر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ($P>0.05$) نشان نمی‌دهد. نتایج نشان داد که راسته‌های Diptera و Ephemeroptera در همه ایستگاه ها جانداران غالب بوده‌اند. حداکثر فراوانی کل جانداران در این مدت مربوط به ایستگاه ۱ با ٤٤٪ و حداقل فراوانی مربوط به ایستگاه ٤ با ١٦٪ بود. آزمون کروسکال والیس راسته‌های شاخص بی‌مهرگان کفزی راسته Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Other در طول سال نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪می‌باشد ($P<0.05$) اما خانواده Chironomidae در چهار ایستگاه در طول سال اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها نشان نداد. بررسی‌ها نشان داد که حداقل میانگین شاخص EPT/CHIR متعلق به ایستگاه ٤ با ۰/۷۹ و حداکثر آن متعلق به ایستگاه ۱ با ۳/۳۲ می‌باشد. بر اساس شاخص زیستی هیلسنهوف (HFBI) در طول سال ایستگاه ۱ دارای وضعیت کیفی خیلی خوب، ایستگاه ۲ دارای وضعیت کیفی خوب و ایستگاه ۳، دارای شرایط متوسط و ایستگاه ٤ نیز از شرایط نسبتا ضعیفی برخوردار بود. نتایج نشان داد که ایستگاه چهار بدلیل فشار ناشی از ورود فاضلاب و پساب خانگی و شهری، کارگاه‌های ماشین شویی، بازار ماهی فروشان تنکابن و تخلیه زباله‌های شهری در اطراف رودخانه با بار آلودگی بالا، کارخانه‌های شن و ماسه، برداشت مجاز و غیر مجاز شن و ماسه از بستر رودخانه شرایط نسبتا ضعیف در برخی از فصول سال بوجود می‌آورد.

کلمات کلیدی: رودخانه چشمه کیله، تنکابن، شاخص‌های زیستی، ماکروبنتوز

مقدمه

بخش کوچکی از منابع آبی (حدود۱٪) شامل آب‌های جاری، سطحی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها است که توسط انسان قابل بهره برداری و استفاده مستقیم می‌باشد [۲۲]. با توجه به توسعه مناطق شهری و روستائی واحدهای صنعتی و معدنی و اراضی کشاورزی، مسئله آلودگی محیط زیست اهمیت بیشتری پیدا میکند. مهمترین آثار نامطلوب ناشی از افزایش بهره‌برداری از طبیعت و بهره‌وری غیراصولی از منابع زیستی بر جای ماندن مقادیر هنگفتی از ضایعات و پس ماندهای مختلف در محیط زیست و آلودگی سطح وسیعی از زمین است. از مناطقی که همواره در معرض ورود و تخلیه ضایعات قرار دارند رودخانه‌ها هستند که نقش عمده‌ای در پراکنش آلودگی دارند. آلودگی رودخانه‌ها پیامدی از بحران مدیریت آب است. بسیاری از رودخانه‌ها در شهر و مناطق نیمه شهری در معرض زائدات جامد عمل آوری نشده و هرزآب آلوده هستند. این وضعیت آلودگی

بالا تهدید کننده است و در بسیاری حالات وضعیت اکولوژیکی بسیاری از رودخانه‌ها را تغییر می‌دهد [۲٤]. رودخانه‌ها در کشاورزی و خاکبرداری شهری، ورودی قابل توجه‌ای از مواد ارگانیک و غیرارگانیک را تحمل می‌کند. القای تغییرات انسان در رودخانه‌ها ممکن است روی ساختمان فیزیکی بستر رودخانه، تغلیظ حل کردن مواد شیمیایی در آب ، ارگانیسم‌های زنده و اکوسیستم‌های تابع تاثیر بگذارد [۸]. توسعه و تولید در مزارع پرورش ماهی و به طور کلی آبزی پروری در ایران، منجر به ایجاد اثرات زیست محیطی بر آب دریاها و رودخانه‌های آب شیرین که مزارع پرورش در آن احداث می‌گردد، می‌شود. اثرات داخلی ناشی از تاثیر این مزارع بر روی خود آنها و در عین حال بر روی محیط زیست و کیفیت آب رودخانه‌ها می‌باشد و اثرات منطقه‌ای که می‌تواند از یک یا چند کیلومتر پایین دست مزارع پروش امتداد یابد [۱۱]. پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بطور عمده شامل سه دسته مواد آلاینده می‌باشد:

۱ـ مواد جامد معلق که شامل بقایای غذا و مدفوع ماهی است.

مواد محلولی که توسط ماهی به محیط آزاد می‌شود که بیشتر شامل کربن آلی و ترکیبات ازتهٔ محلول (آمونیوم و اوره) است.

۲ـ مواد شیمیایی باقیمانده از درمان دارویی انجام شده مثل سولفات مس، فرمالین، قارچ کش‌هایی مثل مالاشیت گرین و انواع آنتی بیوتیک ها. دو دسته اول باعث اختلالات شیمیایی آب ناشی از فزاینده‌های تجزیه مواد می‌گردند که مهمترین آنها تغییرات pH و نوسانات شدید اکسیژن محلول و غیره می‌شوند.

۳ـ پساب جامد حاصل پساب غذایی و مدفوع ماهیان بوده که اثرات این پسابها اگر مستقیماً وارد محیط طبیعی شوند بسیار خطرناک خواهند بود[۲۸]. فاضلاب‌های خانگی و از آن مهمتر فاضلاب‌های صنعتی به علت داشتن مواد معدنی و آلی در صورت دفع درمحیط باعث آلوده شدن آبهای سطحی و زیر زمینی می‌شود. فاضلاب‌های صنعتی بدلیل خاصیت خورندگی ودرجه اسیدیته بیشتر، وجود ترکیبات شیمیایی سمی بیشتر و بدلیل وجود کم موجودات زنده در آن به مراتب نسبت به فاضلابهای خانگی از خطرات بیشتری برخوردار می‌باشند. فاضلاب‌های خانگی شامل عوامل بیماری زا، مواد اکسیژن خواه، مواد تقویت‌کننده رشد گیاهان آبزی، موادآلی کربن‌دار ومواد معلق خواهد بود. یکی از بهترین روش‌های عملی و به صرفه اقتصادی جهت تعیین سلامت اکولوژیکی آب‌ها و تعیین این که آیا فعالیتهای انسانی موجب کاهش کیفیت آب‌ها می‌شود، ارزیابی و پایش بیولوژیکی می‌باشد [۲۲]. موجودات زنده ساکن در اکوسیستمهای رودخانه‌ای به گونه‌ای دقیق و حساس شرایط کیفی آب‌ها را در هر منطقه از کشور ترسیم نموده و همچنین می‌توان از آنها به عنوان یک عامل کارا، روند تغییرات در وضعیت کیفی آب را تعیین نمود. شناسایی موجودات آبزی در کنار مطالعات فیزیکوشیمیائی و باکتریولوژی آب می‌توانند در جهت تعیین وضعیت کیفی آب‌ها به شکل مطلوب و موثری کمک نمایند [۱]. ماکرو بنتوزها به عنوان یک شاخص زیستی بیان کننده شرایط حاکم بر محیط زندگی خود هستند واز سوی دیگر در رژیم غذایی ماهیان رودخانه‌ای و همچنین ماهیان رود کوچ دریایی نقش به سزایی دارند. بدین جهت تعیین تنوع، فراوانی و تغییرات فصلی آنها نقش به سزایی در تعیین توان تولید طبیعی نهایی رودخانه، تقسیم بندی رودخانه از نظر آلودگی و قضاوت نهایی بر این اکوسیستم خواهد داشت [۲]. چون پراکنش بزرگ بیمهرگان آبزی با عمق‌های متفاوت آب، میزان اکسیژن محلول، مواد آلی و دماهای مختلف ارتباط دارد، ازآنها به عنوان شاخص آلودگی آبهای‌راکد و جاری‌استفاده می‌شود. شناخت موجودات در بستر رودخانه وضعیت زیستی منطقه را مشخص می‌کند به عنوان مثال بهاره ها در نزدیک جویبارهای سریع و تمیز با امواج ملایم یافت می‌شوند آنها به تنهایی نشانه ای از اکسیژن خوب و بالای آب و شاخص زیستی مناسبی برای بستر می‌باشند[۲۰].

این جانداران به دلیل داشتن خصوصیات خاص، بیش از دیگر جانداران آبزی (ماهیان و جلبک‌ها) در ارزیابی بوم شناختی اکوسیستم‌های آبی مورد توجه قرار میگیرند. از جمله این ویژگیها میتوان به موارد زیر اشاره کرد [۳۱]:

۱ـ غنای گونه‌ای بالایی داشته که عکس العمل‌های متفاوتی را در قبال عوامل محیطی از خود نشان می‌دهند.

۲ـ ساکن می‌باشند، بنابراین با توجه به وجود یا عدم وجـود آنهـا امکان تعیین حدود آشفتگی‌ها وجود دارد.

۳ـ چرخه زندگی طولانی دارند، بنابراین امکان بررسی اثر زمـانی عوامل آشفتگی زا را مهیا می‌کنند.

٤ـ تغییرات محیطی را به صورت دوره‌ایی نمایش می‌دهند، یعنی برخلاف اندازه گیری‌های فیزیکی و شیمیایی، بی‌مهرگان کفزی فقط گویای وضعیت زمان نمونه برداری نیستند.

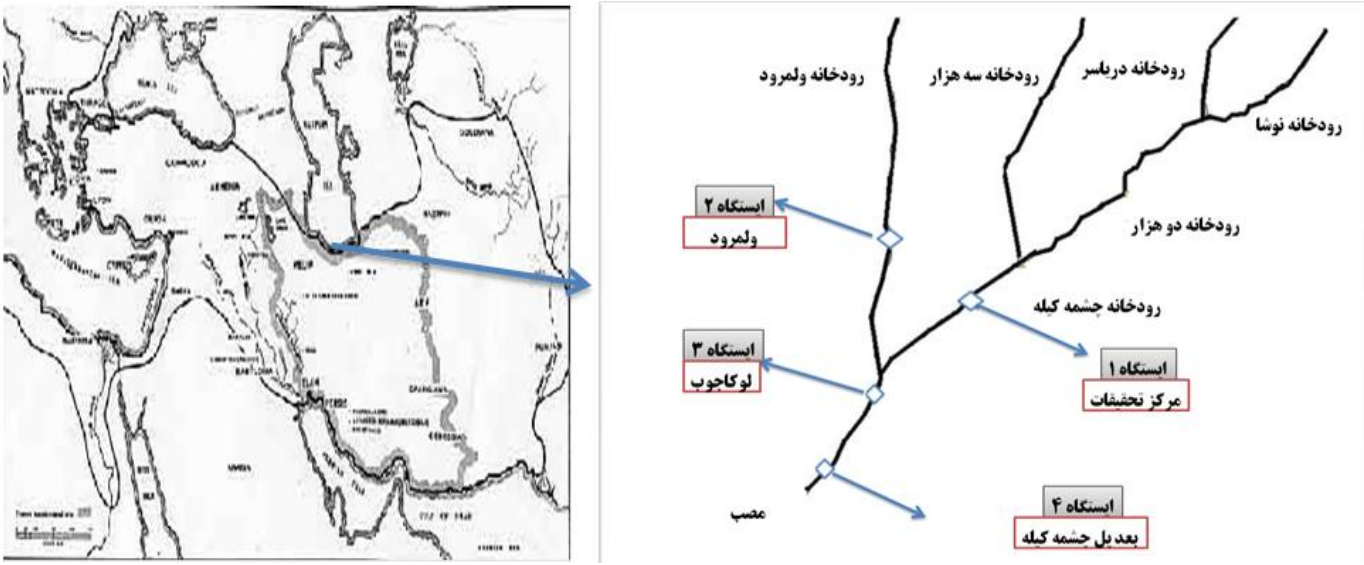
استفاده از بی‌مهرگان کفزی بر این فرض استوار است که نهرها و رودخانه‌هایی که تحت تاثیر عوامل آلاینده نیستند تاکسون‌های کفزیان بیشتری داشته و گونه‌های غیر مقاوم در آنها غالبیت دارند و برعکس آنهایی که تحت فشار آلودگی قرار دارند تنوع کمتری داشته و گونه‌های مقاوم غالب‌اند [۲۹ و ۱۳]. محققین بیشماری را در سر تاسر جهان از چند دهه قبل تا کنون بدان واداشته است که از این گروه جانداران برای ارزیابی کیفیت آب‌ها استفاده نمایند [۳۰ و ۱۲]. عواملی مثل مقدار غذا، نوع بستر، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه، مقدار مواد آلی، آلودگی محیط زیست، اندازه ذرات رسوب، میزان اکسیژن محلول، تغییرات فصول، نوع ماهی و تعداد ماهیان کفزی خوار میتواند بر فراوانی و تنوع این موجودات کفزی تاثیر گذار باشد [۷]. اهدف این پژوهش به بررسی اثرات آلودگی بر روی جمعیت درشت بیمهرگان کفزی رودخانه چشمه کیله تنکابن و همچنین تاثیر آلودگی‌های ناشی از دستکاری‌های انسانی بر روی رودخانه چشمه کیله تنکابن صورت گرفت.

مواد و روش کار

رودخانه چشمه کیله از رودخانه‌های مهم حوزه آبریز دریای خزر بوده و در شهرستان تنکابن قرار دارد. این رودخانه دو شاخه اصلی آن بنام‌های دوهزار و سه هزار ترکیب یافته است که از ارتفاعات بلند تخت سلیمان، الموت و خشچال سرچشمه میگیرند. رودخانه سه هزار از جمله رودخانه‌های پرآب و بزرگی بوده که پس از تلاقی با رودخانه‌های دوهزار و ولمرود، رودخانه چشمه کیله را بوجود می‌آورد. این رودخانه دارای آب دائمی است و بستر آن تا نزدیکی دریا دارای شیب تند و سنگلاخی میباشد. طول رودخانه ۸۰ کیلومتر یوده و وسعت حوزه آبریز آن حدود ۱۳۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد که قسمت اعظم آن کوهستانی، مرتفع و پوشیده ار جنگل میباشد و دارای ژریم بارانی و برفی است. رودخانه چشمه کیله در حوزه جنوبی دریای خزر به عنوان یک زیستگاه بسیار مهم و با ارزش برای مهاجرت و زادآوری گونه‌های با ارزش شیلاتی نظیر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspius*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) از اهمیت بسیار بالائی برخوردار بوده‌است.

جدول۱- موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	جنس بستر
۱	مرکز تحقیقات	۳۵۲	۰۵۰° ۵۰′ ۰۵.۵″	۳٦° ٤۱′ ۱۸.۹″	سنگلاخی
۲	ولمرود	۱۷٤	۰۵۰° ۵۱′ ۰۰.۳″	۳٦° ٤٤′ ۳٦.۵″	رسی – شنی
۳	لوکاجوب	۹۷	۰۵۰° ٤۹′ ۳۰.٦″	۳٦° ٤٦′ ۰۷.٦″	سنگلاخی- شنی
٤	بعد پل چشمه کیله	-۱۰	۰۵۰° ۵۲′ ٤۵.۷″	۳٦° ٤۹′ ۰۵.۸″	شنی ماسه ای



شکل۱- موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه چشمه کیله تنکابن بر روی نقشه

نمونه‌برداری بمدت یکسال به صورت ماهانه (۱۲ ماه از مهر ۱۳۸۹ لغایت شهریور ۱۳۹۰) در چهار ایستگاه (جدول ۱)، توسط نمونه بردار سوربر با سطح ۰/۱ متر مربع در سه تکرار به صورت تصادفی از حاشیه و وسط رودخانه انجام گرفت و آنها را با فرمالین ٤٪ یا اتانول ۹۵٪فیکس و به آزمایشگاه منتقل کردیم[۹]. در ابتدا محتویات داخل دبه‌های پلاستیکی را به داخل الک ۵۰۰ میکرون تخلیه نموده و جهت کاهش محتویات بستر که در عملیات فیلد حذف نشده‌اند (باید به صورت چشمی وارسی گردند) و زدودن بوی فرمالین با آب شست‌وشو داده‌شد بهتر است جهت زدودن کامل بوی فرمالین و هیدراته شدن جانوران کفزی و جلوگیری از شناوری آنها بر روی سطح آب الک محتوی نمونه را به مدت ۵ الی ۱۵دقیقه در داخل تشت آب باقی گذاریم [۲۷].

سپس نمونه را به داخل پلیت‌های شیشه ای حاوی آب مقطر انتقال داده و با استفاده از لوپ و در زیر نور جداسازی صورت گرفت و در ادامه با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر [۳۳، ۲۵، ۲۳، ۹] شناسایی، تا حد امکان و نیاز صورت گرفت و پس از شمارش خانواده‌های شناسایی شده کفزیان، محاسبه شاخص‌های زیستی و تنوع بر طبق الگوی استاندارد شاخص‌های انتخابی و ثبت نتایج بدست آمده انجام گرفت.

متغیرهای فیزیکی شیمیایی مورد آزمایش در این مطالعه با توجه به هدف و امکانات، شامل دما با استفاده از ترمومتر استاندارد، TDS با روش Standardmethod و BOD_5 با استفاده از روش وینکلر (تیتراسیون) بلافاصله بعد از اتمام نمونه‌برداری در آزمایشگاه صورت گرفت. ارتفاع از سطح دریا با استفاده از دستگاه GPS با دقت یک متر مورد محاسبه قرار گرفت. اطلاعات بدست‌آمده پس از جداسازی و شمارش بصورت سنجش‌های جمعیتی با شاخص‌های زیستی هیلسنهف(HFBI) و EPT/CHIR برای ایستگاه‌های مختلف محاسبه گردید و بر اساس سنجه‌های جمعیتی به دست آمده ایستگا ه‌ها دسته بندی و ارزیابی شدند. شاخص EPT/CHIR عبارت است از فراوانی مجموع افراد متعلق به راسته‌های EPT به فراوانی کل افراد متعلق به خانواده شیرونومیده. در این شاخص EPT و شیرونومیده به ترتیب به عنوان نماد موجودات حساس و مقاوم نسبت به تنش‌های محیطی مطرح هستند. در مجموع مقدار این نسبت با افزایش کیفیت زیستگاه افزایش می‌یابد[۱۷]. شاخصHFBI توسط دکتر هیلسنهوف از دانشگاه ویسکونسین آمریکا بنیان نهاده‌شد و یک تکنیک ارزیابی سریع زیستی بر مبنای سطح خانواده بوده که آشکار سازی و تشخیص دقیق تر میزان تخریب و آلودگی را ممکن می‌سازد. این شاخص تغییر داده شده

است به گونه‌ای که شامل گونه‌های غیر از بندپایان نیز می‌شود و امتیازات متفاوت این شاخص در ارتباط با کیفیت آب و درجه آلودگی مواد آلی می‌باشد [۱۸]. اگر چه HFBI برای سایر انواع آلوده کننده‌ها مانند آلاینده‌های سمی کارآیی دارد ولی فقط برای آلوده کننده‌های آلی ارزش گذاری شده‌است. توسعه این شاخص درایالت ماساچوست جهت ارزیابی بیولوژیکی بدنه‌های آبی آن، نشاندهنده امکان استفاده گسترده آن در سراسر جهان می‌باشد.

فرمول موجود برای محاسبه شاخص زیستی بدین شرح است :

$$\text{Hilsenhoff Family Biotic Index, HFBI} = \frac{\sum[(Tv)n]}{N}$$

n : تعداد فراد در یک تاکسون (خانواده) **Tv**: میزان تحمل برای هر تاکسون (خانواده) **N** : تعداد کل موجودات جمع‌آوری شده در نمونه.

تجزیه و تحلیل داده‌های بدست‌آمده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS با ویرایش ۱۶ انجام شد. در این نرم افزار به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار داده‌های فیزیکی و شیمیایی و شاخصهای زیستی در بین ایستگاه‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (One Way ANOVA) استفاده‌شد و برای حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده گردید. جهت بررسی اختلاف معنی‌دار فراوانی شاخص در ایستگاه‌های مطالعاتی از آزمون غیر پارامتریک کروسکال والیس همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Post Hoc دانکن (Duncan) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با بسته‌های نرم افزاری EXCEL انجام پذیرفت [۱۲].

جدول۲- ارزیابی کیفیت آب به وسیله شاخص زیستی هیلسنهوف (HBI) در سطح خانواده [۱۸]

میزان آلودگی آلی [Degree of Organic Pollution]	کیفیت آب [Water Quality]	میزان آلودگی آلی [Degree of Organic Pollution]
عدم وجود مواد آلی	عالی	۰/۰۰-۳/۷۵
مواد آلی جزیی	بسیار خوب	۳/۷۶-٤/۲۵
مقداری موادآلی	خوب	٤/۲٦-۵/۰۰
میزان متوسط موادآلی	متوسط	۵/۰۱-۵/۷۵
مقدار زیاد مواد آلی	نسبتا" ضعیف	۵/۷٦-٦/۵۰
میزان بسیار زیاد مواد آلی	ضعیف	٦/۵۱-۷/۲۵
آلودگی آلی شدید	بسیار ضعیف	۷/۲٦-۱۰/۰۰

نتایج

در مدت ۱۲ ماه بررسی و نمونه‌برداری از فون کفزیان منطقهٔ مورد مطالعه ٤۷ خانواده و ۱۵ راسته و ٦ رده از بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شدند که بخش عمدهٔ آن‌ها را لارو حشرات آبزی تشکیل دادند(جدول۳). ترکیب جمعیت راسته‌های بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه۱ مشخص شد که راسته Diptera با ۳۳٪ بیشترین درصد جمعیت کفزیان را به خود اختصاص داده‌است. راسته‌هایEphemeroptera, Trichoptera , با 28٪، ۲۳٪, و رده Oligochaeta (راسته‌های,Tubificida, Lmbricida Lumbriculida, Haplotaxida,) کمتر از۱۵٪در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند(شکل۲). نواسانات در فراوانی جمعیت ماهانه بی‌مهرگان کفزی نشان‌دهنده افزایش فراوانی راسته غالب

Diptera با تعداد ۱۰۷۳۰ عدد در متر مربع در بهمن ماه میباشد. در ایستگاه ۲ راسته Diptera با ۵۲٪ جمعیت راستهها را به خود اختصاص دادهاست و به همراه راسته Ephemeroptera با ۲۶٪، راسته Trichoptera با ۱۱٪ و رده Oligochaeta کمتر از ۸٪ به عنوان جمعیت غالب این ایستگاه محسوب میشوند. نواسانات در فراوانی جمعیت ماهانه بیمهرگان کفزی نشاندهنده افزایش فراوانی راسته غالب Diptera با تعداد۷۶۰۵ عدد در متر مربع در آبان ماه میباشد. در ایستگاه ۳ راسته Diptera مانند ایستگاه ۱و۲ همچنان با ٤٦٪ جمعیت غالب را تشکیل میدهد و راستههای Ephemeroptera، رده Oligochaeta به ترتیب با ۳٤٪، بیشتر از ۹٪ و راسته Trichoptera با ۸٪ در رتبههای پایینتر قرار میگیرند(شکل۲). نواسانات در فراوانی جمعیت ماهانه بیمهرگان کفزی نشاندهنده افزایش فراوانی راسته غالب Diptera با تعداد ٤۳٥٦/۷ عدد در متر مربع در دی ماه میباشد. در ایستگاه ٤ از لحاظ ترکیب جمعیت راستههای بیمهرگان کفزی در این ایستگاه راسته Diptera با ٦۳٪ بیشترین درصد فراوانی را در کل سال به خود اختصاص دادهاست و راسته های Ephemeroptera و رده Oligochaeta بترتیب با ۲٤٪ و۱۰٪ جمعیت را تشکیل میدهند (شکل۲). نواسانات در فراوانی جمعیت ماهانه بیمهرگان کفزی نشاندهنده افزایش فراوانی راسته غالب Diptera با تعداد٤٥٤۰ عدد در متر مربع در مرداد ماه میباشد. میانگین سالانه فراوانی راستههای بیمهرگان کفزی در٤ ایستگاه نشان میدهد که حداکثر فراوانی در ٤ ایستگاه مربوط به راسته Diptera میباشد(شکل۳). میانگین سالانه درصد فراوانی بیمهرگان کفزی نشان میدهد که ایستگاه ۱ با ٤٤٪ از بیشترین و ایستگاه ٤ با ۱٦٪ از کمترین درصد فراوانی در طول سال برخوردار است(شکل٤). نتایج حاصل از متغیرهای فیزیکی شیمیایی نشان میدهد که بالاترین مقدار دمای آب با^{oc}۱٦/٦۸ در ایستگاه ٤ و پایینترین میانگین^{oc}۱۲/٦۸ در ایستگاه ۱ میباشد. البته در تغییرات دمای آب و هوا ، تغییرات زمان و مکان نمونهبرداری نیز تاثیرگذار است. همچنین ایستگاه ۳ کمترین میانگینBOD، را با ۱/٦۰ میلیگرم بر لیتر و ایستگاه٤ بیشترین میانگین BOD رابا ۱/۹٥ میلیگرم بر لیتر به خود اختصاص میدهند(جدول٤). نتایج نشان میدهد که ایستگاه ۲ کمترین میانگین TDS، را با ۲۱۱/۷ و ایستگاه ۱ بیشترین میانگین TDS را با ۲٦٦/٤ به خود اختصاص میدهند (جدول٤). آنالیز واریانس یکطرفه ANOVA با سطح احتمال ٥ درصد در ایستگاههای مطالعاتی اختلاف معنیداری را در بین چهار ایستگاه برای هیچ کدام از فاکتورهای فیزیکی شیمیایی نشان نمیدهد. آزمون کروسکال والیس راستههای شاخص بیمهرگان کفزی راسته Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Other در طول سال نشاندهنده وجود اختلاف معنیدار بین ایستگاهها در سطح اطمینان ۹٥٪ ($P<0.05$) میباشد اما خانواده Chironomidae در چهار ایستگاه در طول سال اختلاف معنیدار بین ایستگاهها نشان نداد. بررسیها نشان داد که حداقل میانگین EPT/CHIR متعلق به ایستگاه ٤ با ۰/۷۹ و حداکثر آن متعلق به ایستگاه ۱ با ۳/۳۲ میباشد (شکل۲). بر طبق شاخص زیستی هیلسنهوف آلودهترین ایستگاه در طول سال مربوط به ایستگاه ٤ با امتیاز ٦/۳۳ بودهاست(شکل۲) که نشانگر آلودگی آلی نسبتا ضعیف این ایستگاه میباشد که درجه آلودگی (آلی) آن قابل ملاحظه است (جدول۲) و ایستگاه ۱ به عنوان پاکیزه ترین ایستگاه در طول سال با امتیاز ٤/۱۹ و بر اساس طبقه بندی [۱۸] از لحاظ کیفیت آب خیلی خوب بوده و درجه آلودگی (آلی) آن بسیار اندک میباشد. آزمون آنالیز واریانس یکطرفه ANOVA شاخصهای EPT/CHIR و HFBI در ایستگاهها مشخص مینماید که ایستگاهها با یکدیگر در سطح احتمال ٥ درصد ($P>0.05$) دارای تفاوت معنیدار نمیباشند. آزمون دانکن چهار ایستگاه را بر اساس میانگین شاخصهای EPT/CHIR و HFBI به دو طبقه تقسیم مینماید، بطوریکه در ایستگاههای مطالعاتی، ایستگاه ۱ با ایستگاه ٤ دارای اختلاف معنیدار میباشد.

جدول ۳- خانواده های بی مهرگان کفزی شناسایی شده در ایستگاه های مطالعاتی رودخانه چشمه کیله تنکابن

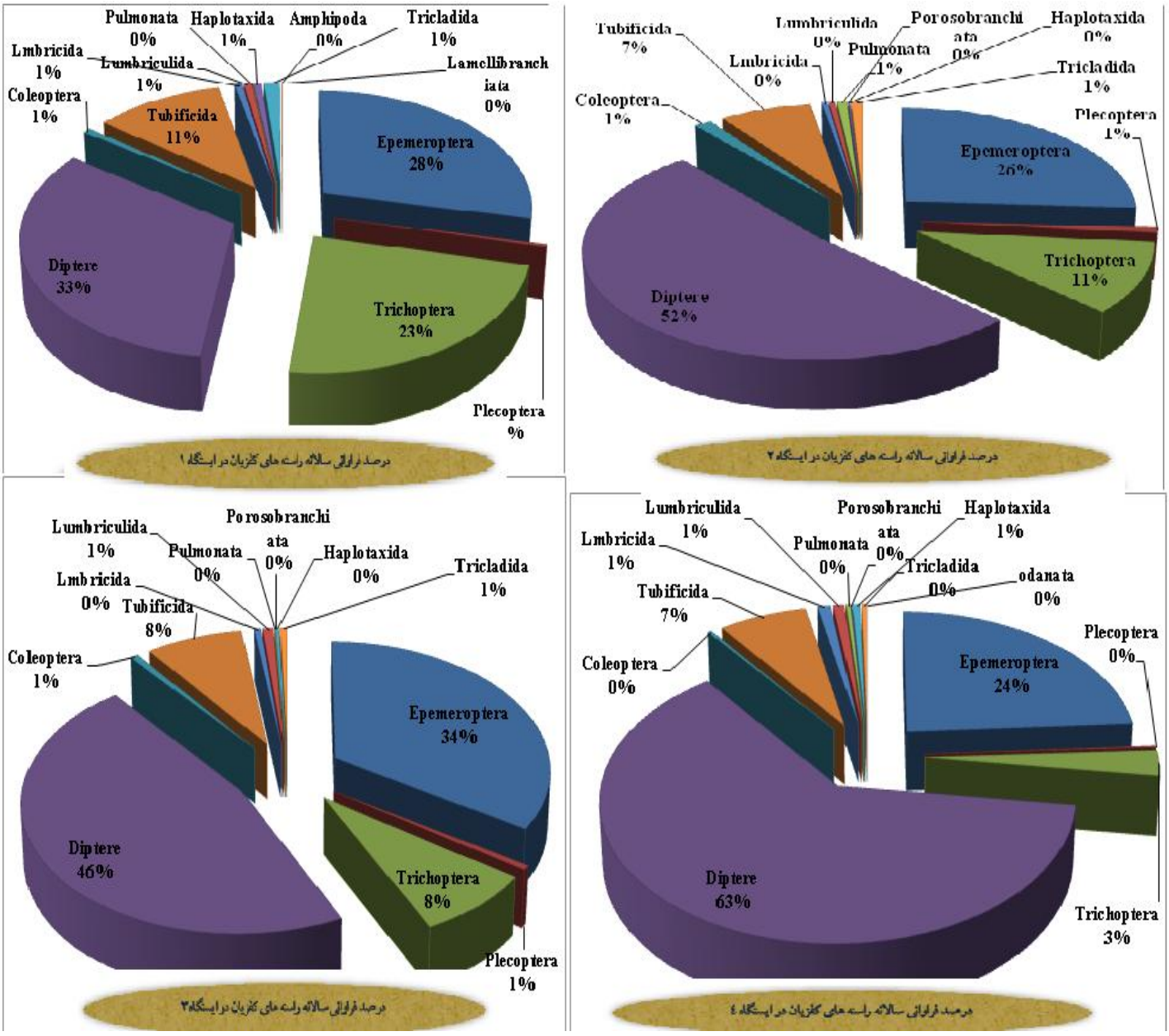
راسته	خانواده	گروه های تغذیه ای
Diptera	Chironomidae	c-g/prd/shr/ c-f/scr
	Tipulidae	c-g/prd/shr
	Athericidae	Prd
	Simuliidae	c-f
	Belphariceridae	Scr
	Ceratopogoniidae	Prd
	Dolichopodidae	Prd
	Tabaniidae	c-g/prd
	Psychodidae	c-g
	Stratiomyidae	c-f
	Empididae	Prd
Plecoptera	Perlidae	Prd
	Choloroperlidae	prd/c-g
	Perlodidae	Prd
	Nemouridae	Prd
	Leucteridae	Shr
Ephemeroptera	Heptageniidae	Scr
	Baetidae	c-g/scr
	Ephemerllidae	c-g/scr
	Caenidae	c-g
	Leptophlebidae	
	Oligoneuridae	
Lumbriculida	Lumbriculidae	
Lmbricida	Lumbricidae	
Haplotaxida	Haplotoxidae	
Tubificida	Naidida	
	Tubificidae	
Coleoptera	Hydraenidae	
	Elmidae	scr/c-g
Tricladida	Planaridae	
Trichoptera	Hydropsychidae	c-f
	Hydroptilidae	scr/shr/c-g
	Rhyacophilidae	Prd
	Polycentropodidae	c-f/prd
	Sericostomatidae	
	Limnephilidae	shr/scr/c-g
	Brachycenteridae	shr/c-f
	Glossosomatidae	Scr
	Lepidostomatidae	Shr
Amphipoda	Gammaridae	c-g
Porosobranchiata	Valvatidae	Scr
	Hydrobiidae	Scr
Pulmonata	Limnaeidae	c-g
	Planorbidae	Scr
	Physidae	c-g
Lamellibranchiata	Sphaeridae	c-f
Odanata	Gomphidae	

Feeding habits:

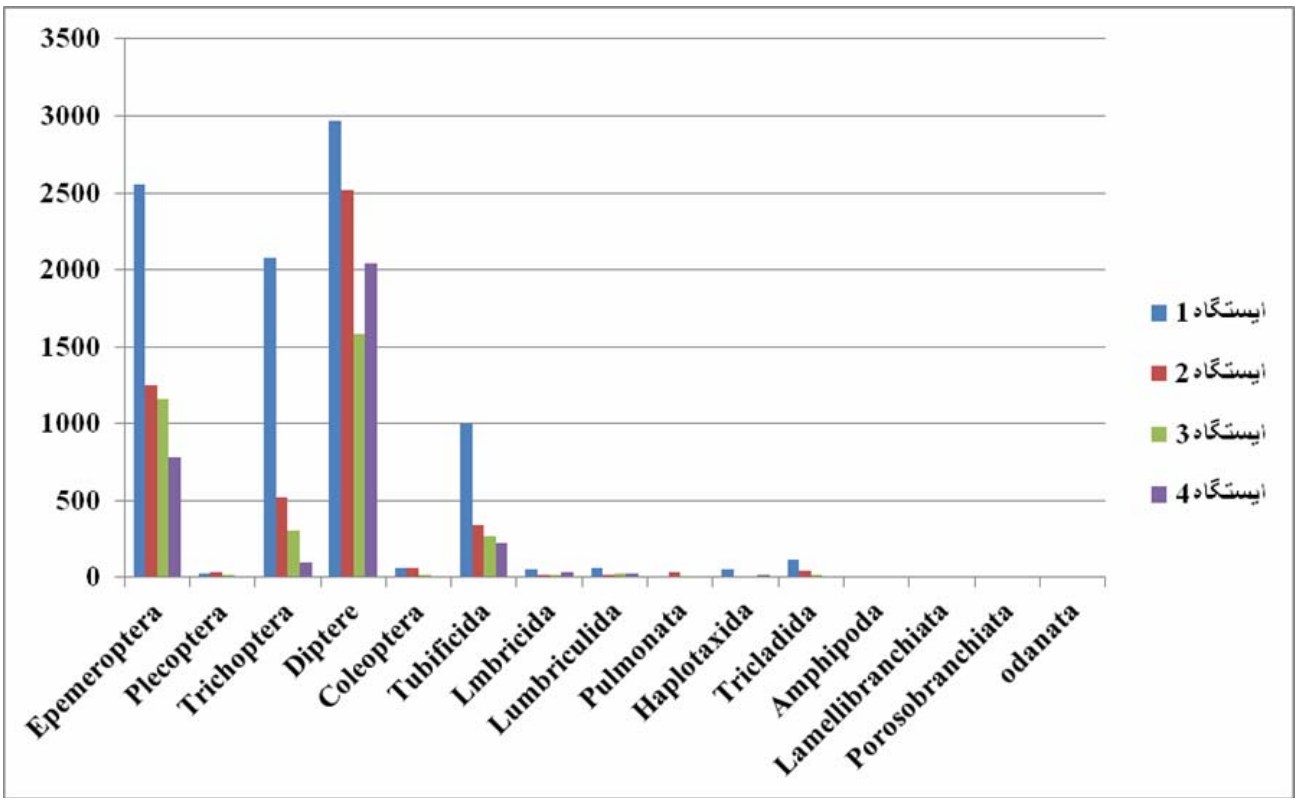
c-f:collector-filterer **scr:**scraper
c-g:collector-gatherer **omn**:omnivore
prd:predator
par:parasite **pir**:piercer
shr:shredder

جدول ٤- میانگین پارامترهای فیزیکی شیمیایی و زیستی در چهار ایستگاه مطالعاتی

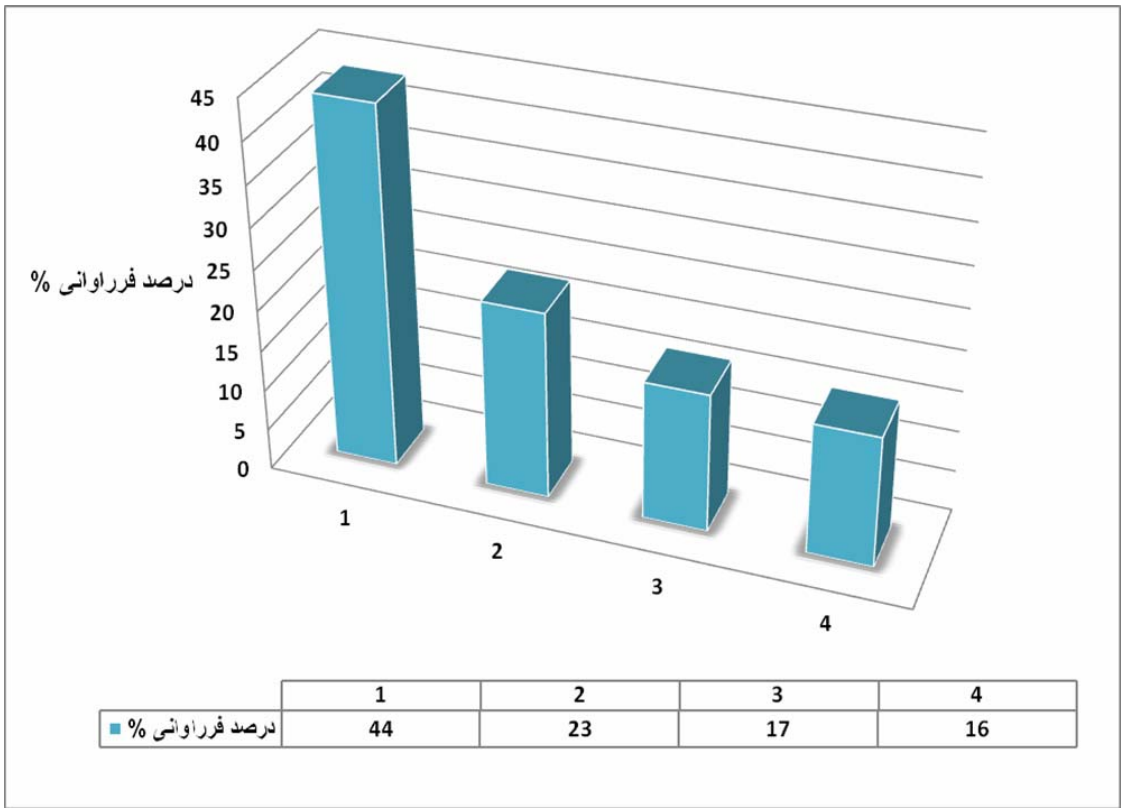
پارامتر	ایستگاه۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه٤
TDS mg/l	٢٦٦/٣٦ ± ٣٤/٦٩	/٢±٦٤/٧٣ ٢٤٧	٢١١/٧٢±٤٤/٢٢	٢٥٩/٢٥±٤٧/٤٢
$BOD_5^{mg/L}$	١/٧٢±٠/٩٠	١/٧٤±١/١٥	١/٦٠±٠/٩٤	١/٩٤±٠/٩٩
Water Tem^{oC}.	١٢/٦٨±٤/٥١	١٥/٢٦±٥/٩٦	١٤/١٨±٤/٦٤	١٦/٦٨±٦/٠٩



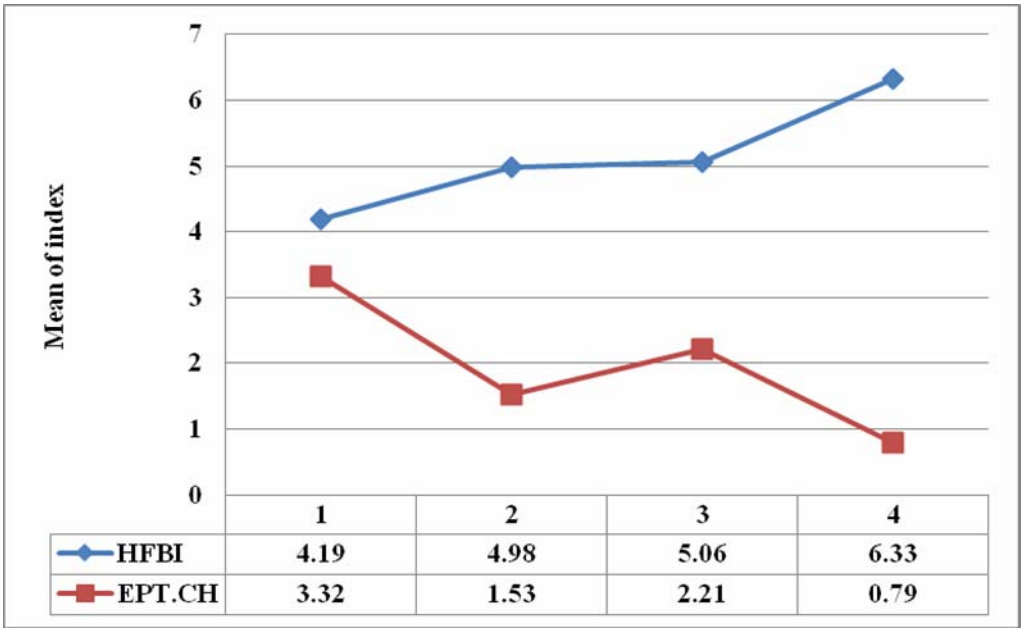
شکل۲- ترکیب جمعیت سالانه راسته‌های بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های مختلف رودخانه چشمه کیله



شکل ۳- میانگین سالانه فراوانی راسته‌های بی‌مهرگان کفزی در ٤ ایستگاه مختلف چشمه کیله



شکل ٤- میانگین سالانه درصد فراوانی بی‌مهرگان کفزی در ٤ ایستگاه مختلف رودخانه چشمه کیله



شکل ۵- میانگین شاخص EPT/CHIR و HFBI در ٤ ایستگاه رودخانه چشمه کیله تنکابن

بحث

میانگین سالانه درصد فراوانی بی‌مهرگان کفزی رودخانه چشمه کیله نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی در همه ایستگاه‌ها، راسته Diptera بوده که یکی از متنوع‌ترین و بزرگترین راستهٔ حشرات آبزی می‌باشد که بیش از ٤٤٪ از فراوانی سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. ۱۱خانواده از این راسته شناسایی شدند که خانوادهٔ Chironimidae و Simuliidae بیشترین سهم را داشته و بیش از ۹٦٪ کل اعضای این راسته را در تمام ایستگاه‌ها تشکیل دادند. پس از راستهٔ Diptera، راسته Ephemeroptera از نظر فراوانی گروه غالب بوده‌است که ۲۸٪ از فراوانی سالانه را تشکیل می‌دهد. در این راسته ٦ خانواده شناسایی شد که در بین آن ها خانواده Baetidae بیشترین جمعیت را داشتند. بعد از این راسته‌ها، راسته Trichoptera بیشترین جمعیت را داشتند که ۱۵٪ از فراوانی سالانه را تشکیل می‌دهد. بعد از این راسته ها، راسته Tubificida قرار گرفته و ۹٪ از فراوانی سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. راسته Plecoptera که خانواده‌های این راسته جزء گروه‌های حساس می‌باشد، جزء یکی از کمترین فراوانی سالانه در بین سایر گروه‌های کفزیان می‌باشد. راسته‌های دیگر از درصدهای پایینی در بین بی‌مهرگان کفزی برخوردار می‌باشند. غالب بودن راسته Diptera مشخصاً خانواده Chironomidae و Simuliidae که این دو خانواده از گروه‌های مقاوم به آلودگی می‌باشند، به نظر می‌رسد به نوع تغذیه این گروه که فیلترکنندهٔ مواد آلی ریز معلق در آب میباشند، مرتبط باشد. افزایش نسبی گروه‌های مقاوم نشانگر اثر فشارهای محیطی بر اکوسیستم رودخانه و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان در جهت مصرف و جبران آشفتگی میباشد. بنابراین برخی از ویژگی‌های فیزیکی آب مانند دبی، سرعت و غیره نیز در این مناطق تحت تاثیر قرار گرفته و ویژگی‌های کیفی زیستگاه و جوامع بیولوژیکی را با تغییراتی مواجه ساخته و در نهایت در تنوع فون و فلور رودخانه نقش عمده‌ای دارد تغییراتی که در ترکیب جمعیت کفزیان رخ می‌دهد غالباً در پاسخ به عوامل محیطی و شرایط استرس زا در رودخانه حفظ تعادل اکولوژیکی می‌باشد [١٦].

آندسته از کفزیانی که دارای رفتار تغذیه‌ای جمع کننده و فیلتر فیدر (Collector & Filter Feeder) می‌باشند

نظیر Simulidae, Tubificidae, Baetidae, Chironomidae,.. در پایین دست مزارع پرورش ماهی افزایش می‌یابند [۳۲ و ۲۱]. این نتیجه در ایستگاه ۱ چون که حاصل تلاقی رودخانه‌های دوهزار و سه هزار می‌باشد، به دلیل وجود مزارع پرورش ماهی در بالا دست این ایستگاه، پس مانده-های غذایی و مواد حاصل از فعالیت متابولیک ماهی که به صورت موادآلی معلق در آب وجود دارد باعث افزایش این خانواده‌ها شده و به تدریج در پایین دست کاهش میابد در مطالعه بر روی مزرعه پرورش ماهی ریبوتک افز ایش خانواده Baetidae در ایستگاه‌های پایین دست مزرعه پرورش ماهی گزارش شد [۳٤] که با نتایج تحقیق حاظر مشابهت دارد. خانواده Baetidae، Hydropsychidae، Simulidae و Nanidae در ایستگاه ۱ از فراوانی بیشتری برخورداراست دلیل آن را میتوان به بار آلی بیش از حد مطلوب برای این خانواده‌ها دانست که برخی محققین نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [٦]. در ایستگاه ۱ عامل اصلی آشفتگی به علت ورود مواد مغذی محلول و ذرات جامد معلق از پساب‌های خانگی، کشاورزی و مهمتر از همه پساب مزارع پرورش ماهی می‌باشد که یکی از عوامل استرس‌زا در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شود که موجب تغییر در فون کفزیان می‌گردد. همچنین به نظر می‌رسد که تغییرات کفزیان در ایستگاه‌های مختلف تحت تأثیرعوامل فصل و چرخهٔ زندگی آنها باشد، زیرا در مدت مطالعه گروه‌های مقاوم در همهٔ ایستگاه‌ها مشاهده شدند و از افزایش یا کاهش آن‌ها در ماه‌های مختلف در پی خروج بالغین از آب روی می‌دهد. برخی محققین در این زمینه نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [۵ و ۳].

برخی محققین به این نتیجه رسیدند که حشرات آبزی، موجودات غالب فون کفزیان رودخانه را تشکیل داده و در مناطق آلوده گروه‌های حساس به آلودگی کاهش و برعکس گروه‌های مقاوم افزایش یافت[٤]. همچنین در مطالعه فوق مزارع پرورش ماهی قزل آلا در این رودخانه سبب کاهش گروه‌های حساس (EPT) و افزایش گروه‌های مقاوم شامل Diptera (Simullidae, Chironomidae) گردید که این موضوع در طول ایستگاه‌های رودخانه چشمه کیله به وضوح میتوان دید به طوری که تغییرات راسته Diptera با ۳۳٪ در ایستگاه ۱ به ٦۲٪ در ایستگاه ٤ می‌رسد. تغییرات دمای آب در ایستگاه‌های مطالعاتی تا حدودی از دمای هوا و ارتفاع ایستگاه پیروی می‌کند. ایستگاه شماره ۲ که در شاخه رودخانه ولمرود قرار دارد به دلیل وجود مناطق مسکونی روستایی، مزارع برنجکاری، باغات مرکبات و چای، مزارع پرورش ماهی و عملیات راه‌سازی و بهره‌برداری از جنگل و همچنین رژیم متفاوت آبی این رودخانه، میانگین‌های سالانه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل TDS, BOD_5و دمای آب آن متمایز از سایر ایستگاه‌های می‌باشد. BOD به عنوان شاخص ترین فاکتور در تشخیص مواد آلی قابل تجزیه در آب است. ایستگاه ۳ کمترین میانگینBOD، را با۱/٦۰ میلی‌گرم بر لیتر و ایستگاه٤ بیشترین میانگین BOD را با ۱/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر به خود اختصاص می‌دهند. وجود کارخانه‌های شن و ماسه، برداشت مجاز و غیر مجاز شن و ماسه از بستر رودخانه، کارگاه‌های ماشین شویی، بازار ماهی فروشان تنکابن و تخلیه زباله‌های شهری که در مسیر ایستگاه ٤ قرار دارد از جمله عواملی تشدید کننده BOD در این ایستگاه محسوب می‌شود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در فصل زمستان میزان BOD به بالاترین میزان خود و در فصل پاییز به حداقل میزان می‌رسد. روند تغییرات TDS در بین ایستگاه‌ها معنی‌دار نبود. در ایستگاه ۲ به دلیل زمان ماند بالا و پایین بودن دبی آب رودخانه، کدورت آب کمتر از سایر ایستگاه‌ها می باشد. یکی دیگر از برآوردهای ساختار جمعیتی بی‌مهرگان کفزی نسبت فراوانی افراد متعلق به سه گروه حساس (فراوانی ای پی تی) به فراوانی افراد متعلق به خانواده شیرونومیده می‌باشد. معمولاً در آب‌های جاری و نهرهایی که شرایط زیستی خوب و محیط غیر آشفته دارند، شاهد توازن تناسبی در فراوانی این چهار گروه مهم (Chiro,Ephe,Pleco,Tri) از حشرات آبزی میباشیم. افزایش غیرمتعارف تعداد شیرونومید نسبت به موجودات حساس که کاهش مقدار ای پی تی به شیرونومیده را در پی دارد، نشانگر استرس محیط می‌باشد[۹].

نتایج نشان‌داد که در بررسی حاضر تغییرات EPT/C در بین ایستگاه‌ها معنی دار نبوده ($p>۰/۰۵$) است. هرچه به پایین دست نزدیک میشویم از میزان EPT/C کاسته می‌شود. بطوریکه میانگین EPT/C متعلق به ایستگاه ٤ با ۰/۷۹ و حداکثر آن متعلق

به ایستگاه ۱ با ۳/۳۲ می‌باشد. البته در ایستگاه ۲ به دلیل رژیم متفاوت آبی این رودخانه جوامع بنتیک متمایز از دو سرشاخه دیگر را ایجاد کرده‌است. مقایسه تغییرات EPT/C و سایر گروه-های کفزیان در ایستگاه‌های مختلف می تواند به نوعی گویای شدت اثرپذیری و نیز آشفتگی‌های ایجاد شده در اثر عوامل مختلف در آنها باشد، بطوریکه ایستگاه٤ پایین دست پل چشمه کیله در مرکز شهر، بطور چشمگیری کاهش یافته است و به مقدار راسته Diptera افزوده شده‌است. یکی از عوامل مهم استرس‌زا در مسیر مورد مطالعه ایستگاه ٤ به دلیل تغییرات کیفیت آب رودخانه پس از عبور از منطقه شهری و ورود فاضلاب و پساب خانگی و شهری و همچنین احداث چهار پل (پل مرکز شهر، پل جانبازان قدیم و جدید و کمربندی برون شهری) در مسیر رودخانه، کارخانه‌های شن و ماسه، برداشت مجاز و غیر مجاز شن و ماسه از بستر رودخانه، کارگاه‌های ماشین‌شویی، بازار ماهی فروشان تنکابن و تخلیه زباله‌های شهری در اطراف رودخانه از جمله عوامل تاثیرگذار بر فون بنتیک و کیفیت آب می‌باشد که تاثیر بسزایی بر روی کاهش شاخص EPT/C دارد که نشانگر افت کیفیت آب میباشد. ایستگاه‌هایی که تحت تاثیر استرس‌های محیطی ناشی از آلودگی قرار دارند تاثیر بسزایی روی شاخص‌های EPT/C دارد [٥] که نتایج این تحقیق هم این موضوع را نشان می دهد. اطلاعات بدست‌آمده از شاخص زیستی هینسلهوف نشان میدهد که ایستگاه ۱ با امتیاز ٤/١٩ در طبقهٔ کیفی خیلی خوب با درجه آلودگی بسیار ناچیز و ایستگاه ۲ با امتیاز ٤/٩٨ در طبقهٔ کیفی خوب با مقداری آلودگی آلی و ایستگاه ۳ با امتیاز ٥/٠٦در طبقهٔ کیفی متوسط به درجه آلودگی متوسط و ایستگاه ٤ با امتیاز ٦/٣٣ در طبقه کیفی نسبتا ضعیف یعنی میزان زیاد مواد آلی قرار داشته‌اند. نتایج حاصل از کاربرد این شاخص بر روی رودخانه چافرود، بازتاب کننده تغییرات کیفی آب در ایستگاه‌های ناشی از فاضلاب‌های خانگی و مزارع پرورش ماهی، می‌باشد [۳]. در تحقیق دیگر، اثر منابع نقطه‌ایی را بر تراکم و بیوماس بزرگ بیمهرگان کفزی در رودخانه Meditaranean نشان دادند که شاخص زیستی هلسینهوف رودخانه بین ٤/١٥ تا ٤/٨٠ یعنی بین کلاسه کیفی خیلی خوب و خوب قرار داشت [٢٦]. در حالی که در این تحقیق بین ٤/١٩ تا ٦/٣٣ می‌باشد. با تحقیقی که بر روی کیفیت آب ۷ رودخانه در جنوب شرقی نیکاراگویه صورت گرفت نتایج شاخص HFBI در این ۷ رودخانه به طور میانگین به مقدار عددی٥/٤٢ بوده که کیفیت آب این رودخانه نسبتا خوب ارزیابی گردید [١٥]. در حالی که در این تحقیق میانگین عددی در ٤ ایستگاه ٥.١٤ بوده که کیفیت آب رودخانه چشمه کیله را متوسط ارزیابی شد.

بنابراین تغییرات و استرس‌های موجود در مسیر رودخانه بخصوص پساب مناطق مسکونی و دستکاری‌های انسانی در ترکیب جمعیت کفزیان ایجاد تغییر نموده و فراوانی گروه‌های مقاوم و فیلترگر افزایش یافته و از مقدار گروه‌های حساس به طور نسبی کاسته شده‌است.

منابع

۱- احمدی، م. ر. ١٣٦٨. تحلیلی از طبقه بندی آب‌های آلوده و اهمیت کاربردی آن، مجله منابع طبیعی شماره ٤٣، نشریه دانشکده منابع طبیعی تهران.

۲- احمدی ، م. و نفسیی، م. ١٣٨٥. شناسائی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری انتشارات خیبر، ص ٢٤٠

۳- قانع، ا.، احمدی، م.، اسماعیلی، ع. و میرزاجانی، ع. ١٣٨٥. ارزیابی زیستی رودخانه چافرود (استان گیلان) با استفاده از ساختار جمعیت ماکروبنتوز، مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، صفحات ٢٥٧-٢٤٧

٤- قانع ساسان سرایی، ا. ١٣٨٣. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنتوزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال) پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه تربیت مدرس.ص.٩٨.

٥- کمالی، م.، اسماعیلی ساری، ع . ١٣٨٨. ارزیابی زیستی رودخانه لاسم (شهرستان آمل – استان مازندران) با استفاده از ساختار جمعیت بزرگ بیمهرگان کفزی، مجله علوم زیستی لاهیجان.صفحات ٥١-٦١

٦- موسوی، م. س. ١٣٨٩. بررسی اثرات پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر روی کیفیت آب رودخانه دو هزار

تنکابن بر اساس مطالعات فون کفزیان رودخانه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم تحقیقات – تهران.

۷- نظامی، ش. و خارا، ج. ۱۳۸۳. ارزیابی اثرات خشکسالی بر تنوع، تراکم، فراانی و پراکنش موجودات کفزی تالاب امیر کلایه لاهیجان، مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم

8- Azrina, M.Z., Yap, C.K., Ismail, A.R., Ismail, A. Tan, S.G (2006), Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River,Peninsular Malysia. Ecotoxicology and Environmental Saftey,Vol. 64,pp.337-347. Oxford, Elsevier.ISSN 0147-6513.

9- Barbour, M.T., Plafkin, J.L., Bardley, B.P., Graves, C.G. and Wisseman, R.W (1999), Rapid bioassessment protocols foruse in streams and wadeable river: pryphyton, benthic invertebrates and fish, 2 nd editions EPA, Wshington D.C., 408 p.

10- Barbour, M.T., Plafkin, J.L., Bardley, B.P., Graves, C.G. and Wisseman, R.W (1998), Evaluation of EPTs rapid bioassesment metrics: Mertic redundancy and variability among reference stream sites. Environ Toxicol.Chem. 2: 437-449

11- Boaventura, R., Pedro, A. M., Coimbra, J., Lencastre, E (1997), Trout Farm Effluents: Characterization and Impact on the Receiving Streams. Environmental Pollution, Vol. 95, No. 3, 379 – 387.

12- Camargo, J.A., Gonzalo, C., Alonzo, A (2010), assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: Acasestudy.Ecol.Indicat. doi:10.1016/j.ecolind

13- Davies, A (2001), The Use and limits of various methods of sampling interpretation of benthic macroinvertebrates,[imon,60[suppl]:1-6.

14- Dodds, W.K (2002), Freshwater Ecology., concepts and invironmental application s.Academic press, San Diego ,California , U.S.A.596 pp.

15- Fenoglio, S., G. Badino, and F. Bona (2002), Benthic Macroinvertebrate Communities as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua

16- Fore,L. S., Karr,J. R., Wisseman,R. W(1996), Assessing Macroinvertebrate Responses to Human Activity, Journal of North American Benthological Soc. 15[2]: 212-231

17- Fries,L.T.,AND Bowles.,D.E(2002),Water quality and macroinvertebrate community structure associated with a sportfish hatchery outfall.Sanmarcos.TEXAS.USA

18- Hilsenhoff, W.L (1988), Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index J. N. Am. Benthol. Soc. 7: 65-68

19- Hugh, F. Clifford (1991), Aquatic Invertebrates of Alberta. The University of Alberta press. ISBN: 0-88864-233-4. 538p

20- Jessup B K and Markowitz A and Stribling.J (1999), Family-level key to the stream invertebrates of Maryland and surrounding arias. Maryland department of natural resource, 180p.

21- Loch,D.D.,West,J.L.,&Perlmutter,D.G(1 999), The effect of trout farm effluent on taxa richness of benthic macroinvertebrates.Aquaculture,147:37-55

22- Lental,D (1993), A biotic index for southeastern United Sataes,Derivation and list of tolerance values with criteria for assessing water quality ratings.JNABS.12:179-290

23- Mccafferty, P., Provonsha, A (1981), Aquatic Entomology.the fishers and Ecologysts Illustrated Guide to Insect and Their Relativs. Jones and Bartlett Publishers London. ISBN: 0-86720-017-0. 448 p

24- Ogbogu, s.s., Olajide, S.A (2002), Effect of sewage oxidation pond effluent on macroinvertebrate communities of a tropical forest stream, Nigeria.Journal of Aquatic Science 17, 22-27.

25- Pennak, Robert W (1978), Fresh-Water Invertebrates of the United States. Second Edition. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-04249-8. Xviii, 803p

26- Ortize J. D., Puig M. A (2007), Point source effects on density,biomass and diversity of brnthic macroinvertebrate in a meditaranean stream,river Res.Applic.23:155-170

27- Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K (1989), Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish, Washington, DC, EPA 440/4-89/001.

28- Roberts.L.D, Voshell R, Dietrich (2005), Benthic Macroinvertebrate Susceptibility to Trout Farm Effluents. Blacksburg, Virginia

29- Rosenberg, D.M., Resh, V (2005), Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, London.

30- Semenchenkov, V. P. Moroz, M (2005), Comparative Analysis of Biotic Indices in the Monitoring System of Running Water in a Biospheric Reserve. Water Resources, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 200–203. Translated from Vodnye Resursy, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 223–226.

31- Spelman, F. R. and J. E. Drinan (2001), Stream Ecology and Self Purification. Lancaster Technomic Pub. Inc.U.S.A.,26lp

32- Tello. A., Corner, R.A., Telfer. T (2009), how do land-based salmonid farms affect stream ecology. A reviwe. Environmental Pollution 158, pp. 1147–1158

33- Usinger R.L., Aquatic Insects of California, University of California press1963., ., P.1025

34- Zivic, I., Markovic, Z., Filipovic-Rojka, Z., Zivic, M (2009), Influence of a trout farm on water quality and macrozoobenthos communities of the receiving stream (Tresnjica River, Serbia). Int. Rev. *Hydrobiol*. 94, 673–687.