بررسی زیست‌بوم دریاچه سد زاینده‌رود

مژگان زارع شهرکی، عیسی ابراهیمی*، امیدوار فرهادیان و یزدان کیوانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۲۰)

چکیده

کفزیان نقش مهمی را در انتقال تولیدات اولیه و مواد آلی انباشت‌شده در بستر زیست‌بوم‌های آبی (دتریتوس) به سطوح بالاتر زنجیره غذایی ایفا می‌کنند. آنها همچنین به‌عنوان شاخص‌های زیستی به‌منظور ارزیابی اثر آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسان بر زیست‌بوم‌های آبی استفاده می‌شوند. ارزیابی جوامع بی‌مهرگان کفزی دریاچه سد زاینده‌رود، در طی سال ۱۳۹۲ به‌صورت فصلی در چهار ایستگاه نمونه‌برداری بررسی شد. نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار رسوب با ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر انجام شد. میانگین دمای آب سطحی دریاچه سد زاینده‌رود در طی دوره نمونه‌برداری ۲/۴۱±۱۵/۶۴ درجه سانتی‌گراد و آب عمقی دریاچه ۱/۸۲±۸/۹۹ درجه سانتی‌گراد براورد شد. میانگین غلظت اکسیژن محلول در آب سطحی معادل ۰/۶۱±۱۰/۳۱ و در آب عمقی معادل ۰/۷۲±۸/۱۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. در مجموع ۲۱۶۵ نمونه جانور کفزی در دریاچه سد زاینده‌رود جمع‌آوری و شناسایی شد که متعلق به سه رده، شش راسته و پنج خانواده بود. بیشترین تعداد نمونه‌ها به جنس‌های *Tubifex*، *Naididae* و *Chironomidae* تعلق داشت. جنس غالب در تمام مراحل نمونه‌برداری *Tubifex* بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش به‌نظر می‌رسد ساختار بستر، میزان مواد مغذی، فشار چرا و فشار هیدرواستاتیک مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر امکان سکنی‌گزینی، زیست و فراوانی جمعیت کفزیان در دریاچه سد زاینده‌رود باشد.

واژه‌های کلیدی: کفزیان، ساختار جمعیت، شاخص بیولوژیک، زیست‌بوم، دریاچه سد زاینده‌رود

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات: e_ebrahimi@iut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

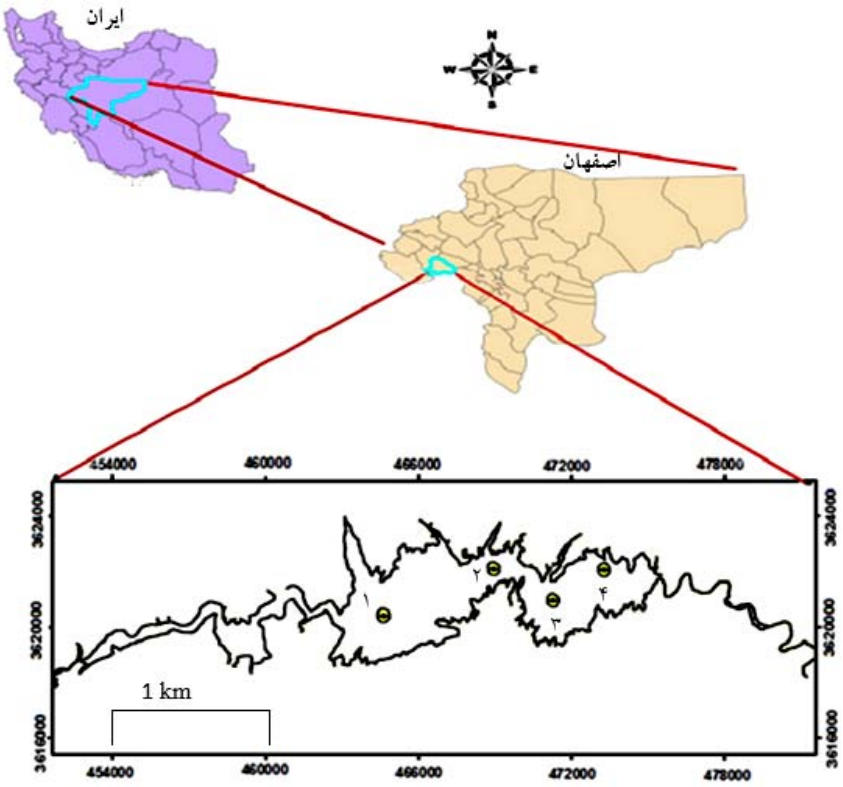
مقدمه

در جهان صنعتی امروز با ایجاد سدهای بزرگ در مسیر رودخانه‌ها به‌تدریج بر تعداد مخازن آب شیرین که در حقیقت دریاچه‌های عمیق مصنوعی به‌شمار می‌روند، افزوده شده است. اهمیت این دریاچه‌های نوبنیاد در ایران که دارای دریاچه‌های آب شیرین طبیعی انگشت‌شمار است، هم از نظر زیستی و هم از نظر تأمین انرژی الکتریکی و بهره‌برداری اقتصادی بسیار زیاد است (۲۰). دریاچه سد زاینده‌رود، یک زیست‌بوم پویای محلی را ایجاد کرده است که به‌دلیل داشتن اهداف مختلف از جمله تأمین آب شرب بخشی از استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری و یزد، تأمین آب کشاورزی حوضه زاینده‌رود و تولید برق از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. علاوه‌بر این همجواری رودخانه زاینده‌رود با قطب‌های بزرگ جمعیتی، صنعتی و توریستی اهمیت این زیست‌بوم را در حیات اقتصادی اجتماعی منطقه بیشتر نمایان می‌سازد.

از زمانی که دریاچه‌ها به‌عنوان زیست‌بوم‌های پویا و فعال مورد توجه قرار گرفتند، موجودات کفزی به‌عنوان شاخص‌های زیستی معرفی و به‌عنوان یک ابزار قابل اعتماد برای ارزیابی وضعیت تروفی توده‌های آبی استفاده شدند. کفزیان نقش مهمی را در انتقال انرژی از تولیدات اولیه و رسوبات آلی (دتریتوس) به سطوح بالاتر زنجیره غذایی در زیست‌بوم‌های آبی ایفا می‌کنند (۲۶). آنها جمعیت‌های متنوعی از گونه‌های متعلق، به شاخه‌های مختلف را دربر داشته و نیازهای غذایی، رشد و تولیدمثلی متفاوتی دارند (۲۹). در زیست‌بوم دریاچه‌ای بستر به دو زیستگاه ناحیه ساحلی و ناحیه عمقی تقسیم می‌شود. تولید و تنوع ارگانیسم‌ها در ناحیه ساحلی و نزدیک ساحل بسیار بیشتر است. جلبک‌های کفزی، باکتری‌ها، بسیاری از لاروها و پوره‌های حشرات، حلزون‌ها، کرم‌ها، سخت‌پوستان و ماهی‌ها در این نواحی یافت می‌شوند. انواع روش‌های تغذیه از گوشت‌خواری تا چراکنندگی و پوده‌خواری در این نواحی دیده می‌شود (۳، ۴ و ۱۰). پراکنش و تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی در این ناحیه، به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر ساختار رسوبات و موادآلی آن و به شکل غیرمستقیم متأثر از تغییر غلظت‌های مواد مغذی و تولیدات اولیه است (۳۰). در نواحی روشن و کم‌عمق دریاچه‌هایی که گیاهان عالی آبزی در آن فراوان هستند، مواد آلی و پناهگاه مورد نیاز جامعه کفزی توسط گیاهان آبزی فراهم می‌شود. ناحیه عمقی در بیشتر دریاچه‌ها از ناحیه ساحلی وسیع‌تر بوده است و موجودات مستقر در آن بخش اعظم زیست‌توده موجودات کفزی را تشکیل می‌دهند (۹). همانند جوامع پلانکتونی در اینجا نیز پراکندگی موجودات کفزی تا حدودی تحت تأثیر حرکات و آشفتگی‌های آب قرار دارد. امواج در ساحل دریاچه، جریان ذرات غذایی را فراهم می‌کنند و منابع انرژی مورد نیاز را در اختیار موجودات زنده قرار می‌دهد. تنوع و تراکم موجودات زنده و میزان تولید در بیشتر نواحی ساحلی از ناحیه عمقی که بدون حرکت است، بیشتر است. نواحی پرتولید ساحلی اغلب تحت تأثیر آلودگی‌های شیمیایی آبراهه‌های خشکی قرار گرفته یا در صورت طغیان رودخانه‌ها توسط رسوبات پوشیده شده و از این طریق اثرات زیادی بر تولید ماهی‌ها برجا می‌گذارد (۱۰). بیشتر موجودات کفزی ریزه‌خوار هستند. نقش اصلی آنها در زنجیره غذایی، انتقال ماده و انرژی به سطوح بالاتر زنجیره غذایی در زیست‌بوم‌های آبی است. فیتوپلانکتون و ماکروفیت‌ها تأمین‌کننده مواد آلی برای مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان هستند. تغییرات فصلی که در جمعیت فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون دیده می‌شود در رابطه با جانوران کفزی نیز وجود دارد (۹). دریاچه سد زاینده‌رود بزرگ‌ترین دریاچه مصنوعی فلات مرکزی ایران است که در فاصله ۱۱۰ کیلومتری غرب شهر اصفهان قرار گرفته است. این دریاچه با داشتن مساحتی بالغ بر ۵۴ کیلومترمربع در زمان طغیان رودخانه‌های ورودی و با داشتن مساحت مفیدی بالغ بر ۴۸ کیلومترمربع و حجم ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب در قیاس با مساحت دریاچه‌های دیگر، دریاچه کوچکی است. مهم‌ترین جریان آب ورودی به این دریاچه، رودخانه زاینده‌رود است که قسمت‌های جنوب و جنوب غربی حوضه آبخیز خود را زهکشی و بالغ بر ۹۰ درصد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری دریاچه سد زاینده‌رود

از آب ورودی به دریاچه را تأمین می‌کند (۲۷). این پژوهش وضعیت پراکنش کفزیان این زیست‌بوم آبی را بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف مورد نظر در این پژوهش بر اساس معیارهایی مانند مورفولوژی و وسعت دریاچه تعداد چهار ایستگاه نمونه‌برداری در سطح دریاچه انتخاب شد. موقعیت دریاچه سد زاینده‌رود و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل (۱) نشان داده شده است. نمونه‌برداری در هفت مرحله و در طی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۲ با تناوب زمانی ۴۵ روز (دو نمونه در هر فصل) انجام شد. به‌دلیل یخ بستن سطح دریاچه نمونه‌برداری در نیمه اول زمستان انجام نشد. نمونه‌برداری از کفزیان با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار گرب اکمن (Kc Denmark) با ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و با سه تکرار در هر ایستگاه انجام شد. نمونه‌های رسوب به ساحل انتقال یافت و به‌کمک الک استاندارد شماره ۶۰ شست‌وشو داده شد. بی‌مهرگان کفزی جمع‌آوری شده با فرمالین چهار درصد تثبیت شدند و برای شناسایی به آزمایشگاه انتقال یافتند و به‌کمک کلیدهای شناسایی ارزیابی و شناسایی شدند (۱۷، ۲۱، ۲۲ و ۲۵).

تحلیل‌های آماری

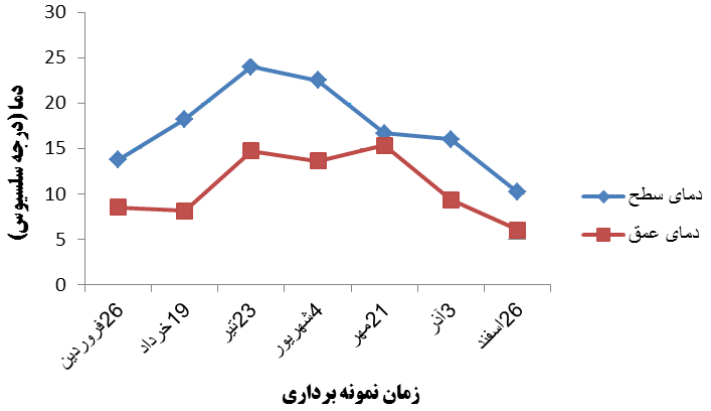
به‌منظور انجام آنالیزهای آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SPSS نسخه (۱۶) و Excel ۲۰۱۰ استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنف بررسی شد، برای مشاهده اختلاف بین میانگین داده‌ها از آزمون ANOVA، سپس آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن استفاده شد.

نتایج

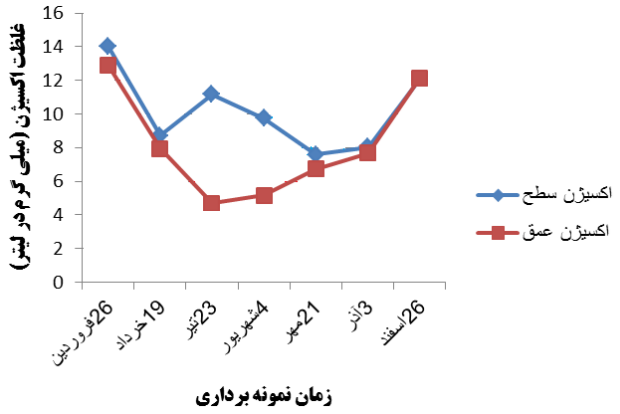
نوسانات درجه حرارت وغلظت اکسیژن محلول در آب سطحی و عمقی دریاچه سد زاینده‌رود طی مدت مطالعه در شکل‌های (۲ و ۳)

www.SID.ir

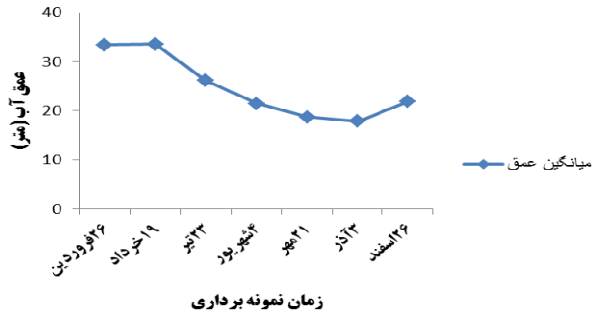
Archive of SID



شکل۲. روند تغییرات دمای سطحی و عمقی آب دریاچه سد زاینده‌رود در مدت مطالعه (فروردین- اسفند ۱۳۹۲)



شکل ۳. روند تغییرات اکسیژن سطحی و عمقی آب دریاچه سد زاینده‌رود در مدت مطالعه (فروردین- اسفند ۱۳۹۲)



شکل۴. روند تغییرات عمق آب دریاچه سد زاینده‌رود در مدت مطالعه (فروردین- اسفند ۱۳۹۲)

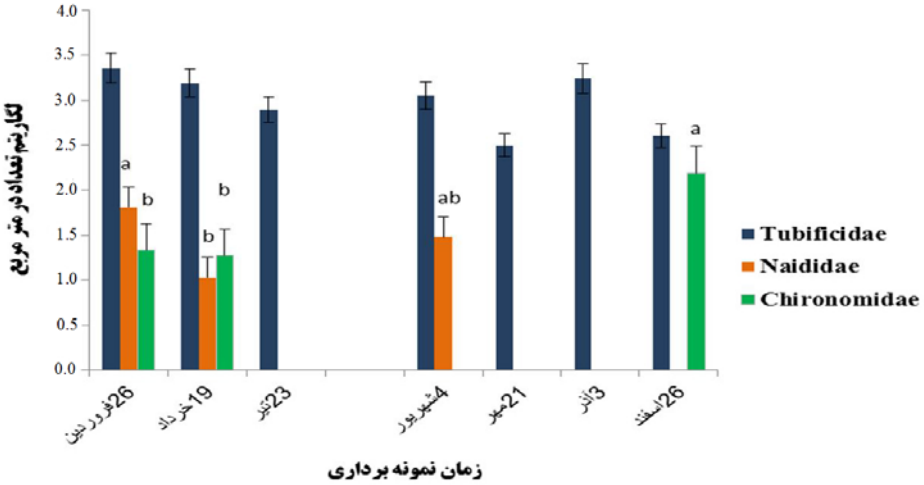
نشان داده شده است. دمای آب سطح دریاچه در طی دوره مطالعه در محدوده ۸ تا ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در ماه‌های اسفند و شهریور در نوسان بود. میانگین دمای آب در سطح دریاچه ۲/۴±۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد و در عمقی دریاچه ۱/۸ ± ۸/۹ درجه سانتی‌گراد براورد شد. بیشینه عمق آب در ماه فروردین برابر ۳۳/۴ متر و کمینه آن در آذرماه برابر ۱۷/۹ متر و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. میانگین تراکم کفزیان (± خطای استاندارد) (تعداد در مترمربع) در مراحل مختلف نمونه‌برداری در دریاچه سد زاینده‌رود

خانواده کفزیان	فروردین	خرداد	تیر	شهریور	مهر	آذر	اسفند
Tubificidae	۲۲۶۲±۸۹/۸	۱۵۵۳±۸۵/۵	۷۸۵۳±۳۴/۷	۴۰۰±۲۰/۶	۳۱۴±۱۷/۹	۱۷۳۸±۲۱/۳	۱۱۱۸±۷۰/۷
Naididae	۶۴±۲۲/۵	۱۰±۵/۳	۰	۰	۰	۰	۳۰±۴/۷
Chironomidae	۲۱±۲/۱	۱۸±۲/۶	۰	۰	۰	۰	۱۵۶±۱۰/۵
Gammaridae	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۶/۵±۴/۸
Hydropsychidae	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۵±۴/۲
Baetidae	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۵/۵±۳/۵



شکل ۵. لگاریتم میانگین تراکم (± خطای استاندارد) کفزیان در مراحل مختلف نمونه‌برداری. حروف مشابه در هر تاکسون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است (p > ۰/۰۵).

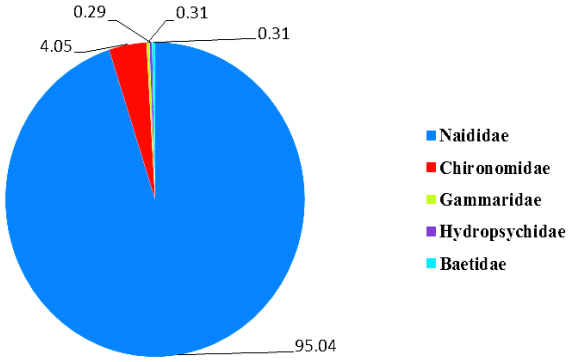
میانگین آن برابر ۲/۳±۲۵/۳ متر اندازه‌گیری شد. میانگین عمق آب دریاچه در مراحل مختلف نمونه‌برداری در شکل (۴) نشان داده شده است.

میانگین غلظت اکسیژن محلول در آب سطح دریاچه در طی دوره مطالعه برابر ۰/۶±۱۰/۳ میلی‌گرم بر لیتر براورد شد که در محدوده کمینه ۷/۶ و بیشینه ۱۴/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب در ماه‌های تیر و فروردین در نوسان بود. غلظت اکسیژن محلول در آب‌های عمقی دریاچه طی دوره بررسی با میانگین ۰/۷±۸/۱ میلی‌گرم بر لیتر بین کمینه ۲/۸ و بیشینه ۱۴ میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب در ماه‌های تیر و فروردین براورد شد.

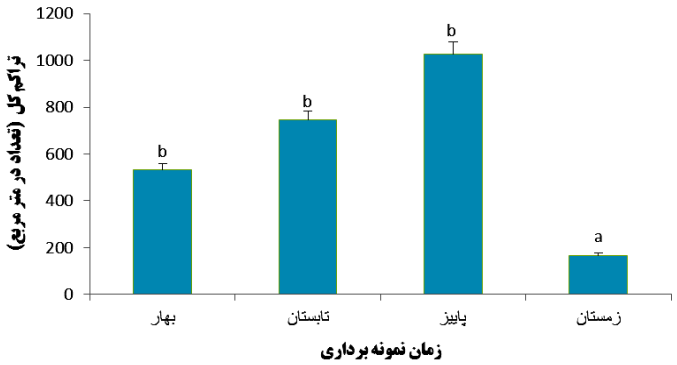
بی‌مهرگان کفزی مشاهده شده در دریاچه سد زاینده‌رود بیشتر شامل جنس‌هایی از خانواده *Naididae* (زیرخانواده‌های *Tubificinae* و *Naidinae*) و خانواده *Chironomidae* بود. در این بین جنس *Tubifex* در تمام مراحل نمونه‌برداری پرتعدادتر ظاهر شد. علاوه‌بر این در نیمه دوم زمستان نمونه‌هایی از خانواده‌های *Hydropsychidae*، *Gammaredae* و *Baetidae* در برخی ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده شد. شکل (۵) لگاریتم میانگین تراکم کفزیان را در مراحل مختلف نمونه‌برداری نشان می‌دهد. بین جمعیت‌های *Tubifex* در مراحل مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. اما بین زیرخانواده *Naidinae* و خانواده *Chironomidae* در مراحل مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (p < ۰/۰۵). میانگین تراکم کفزیان در مراحل مختلف نمونه‌برداری در جدول (۱) و درصد فراوانی نسبی آنها در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. میانگین درصد فراوانی نسبی در کل دوره نمونه‌برداری



شکل ۷. تراکم کل (تعداد در مترمربع) کفزیان در طول مدت مطالعه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است (p > ۰/۰۵).

شکل (۶) نشان داده شده است. بیشترین درصد فراوانی به زیرخانواده‌های *Naidinae* و *Tubificinae* و کمترین آن به خانواده *Hydropsychidae* اختصاص داشت. تراکم کل کفزیان به‌صورت فصلی در شکل (۷) نشان داده شده است. بیشترین تراکم در پاییز و کمترین آن در زمستان مشاهده شد، آزمون مقایسه میانگین‌ها بین فصول مختلف تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$).

بحث

جوامع کفزی در مطالعه اکوسیستم‌های آبی از اهمیت بسیاری برخوردار هستند، این گروه از موجودات در عملکرد اکوسیستم نقش مؤثر دارند و توزیع آنها، مانند سایر جوامع، تحت‌تأثیر عوامل زیستی و غیرزیستی و تعاملات بین آنها قرار دارد (۵). موجودات ساکن در دریاچه‌های مخزنی پشت سدها را موجودات لیمنوفیل (دوستدار آب‌های شیرین ساکن) نظیر لارو شیرونومیده و کم‌تاران تشکیل می‌دهند (۱۸)، این وضعیت در دریاچه سد زاینده‌رود نیز با فراوانی‌های متفاوت مشاهده شد. تفاوت در توده زنده کفزیان می‌تواند به عوامل مختلفی از جمله مقدار غذا (۸)، نوع بستر (۱۳)، شرایط فیزیکی- شیمیایی حاکم بر محیط زیست (۱۰ و ۹)، مقدار مواد آلی و نقش تغذیه‌ای ماهیان از موجودات کفزی مربوط باشد. کاهش تراکم بی‌مهرگان کفزی در فصل تابستان را می‌توان به تغذیه فعال‌تر ماهیان دریاچه در فصول گرم سال نسبت داد (شکل ۲). در پژوهشی مشابه لوکا و همکاران (۱۶) در مطالعه جوامع کفزی دریاچه کاکو در برزیل بیان کردند که تغییرات رخ داده در غنای تاکسونومیکی، تنوع و تراکم گونه‌های کفزی این دریاچه، بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

تحت‌تأثیر تغییرات فصلی است. در مطالعه ایشان خانواده شیرونومیده با بیش از ۵۰ درصد فراوانی جزء اصلی فون کفزیان این دریاچه را تشکیل می‌داد. باقری و همکاران (۲) در بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی‌مهرگان کفزی دریاچه سد ارس، جمعیت غالب کفزیان دریاچه را در درجه نخست کم‌تاران (*Oligochaeta*) و سپس شیرونومیدها گزارش کردند. در مطالعه ایشان بیشترین فراوانی بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار مشاهده شد و دلیل آن افزایش فعالیت‌های حیاتی (از قبیل تغذیه و تولید مثل) گزارش شد. در مطالعه مشابه در دریاچه تهم، میرزاجانی و همکاران (۱۸) خانواده‌های توبیفیسیده و شیرونومیده را از جمله کفزیان غالب گزارش کردند. در بررسی ایشان علت پایین بودن زی‌توده کفزیان، جوان بودن دریاچه و نامناسب بودن بستر آن برای حضور بی‌مهرگان کفزی بیان شد. بستر دریاچه تهم عمدتاً از سنگریزه و قلوه‌سنگ تشکیل شده و میزان مواد آلی در رسوب آن به‌استثنای دهانه جریان‌های ورودی چندان زیاد نبوده است. در مطالعه سارانگ و همکاران (۲۴) روی دریاچه ساگار کیشوری، راسته کم‌تاران و خانواده شیرونومیده به‌عنوان فراوان‌ترین گروه از کفزیان گزارش شدند. در پژوهش حاضر نیز بیشترین فراوانی به خانواده *Naididae* (زیرخانواده‌های *Naidinae* و *Tubificinae*) تعلق داشت. توانایی این گروه‌ها در برابر کاهش قابل توجه اکسیژن، یک سازگاری ضروری برای امکان سکنی‌گزینی آنها در اعماق دریاچه‌ها محسوب می‌شود. این پژوهشگران استنباط کردند که جوامع درشت بی‌مهرگان کفزی ناحیه ساحلی دریاچه‌ها می‌توانند در ارزیابی اثرات موضعی مواد آلی در سیستم‌های آبی استفاده شوند. درحالی که کفزیان ناحیه عمقی بیشتر بیان‌کننده کیفیت آب هستند. در مطالعه برنمن و همکاران (۵) روی دریاچه گریت لیک، کم‌تاران، فراوان‌ترین تاکسون مشاهده شده و خانواده شیرونومیده با داشتن ۴۳ جنس بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که تغییرات اصلی در ساختار جامعه کفزیان، تحت تأثیر عمق و فاصله از ساحل منبع آبی قرار دارد. چی و همکاران (۷) طی مطالعه روی دریاچه بزرگ شرقی واقع در شهر ووهان چین، ۴۰ گونه جانور کفزی گزارش کردند. در مطالعه ایشان کم‌تاران و شیرونومیده جوامع غالب دریاچه را تشکیل دادند. تغییرات فصلی مشاهده شده در تراکم و بیومس جوامع کفزی و تفاوت‌های موجود در ساختار جامعه در این دریاچه تحت‌تأثیر شدت آلودگی آلی قرار داشت.

برخلاف یافته‌های بالا در مطالعه موسوی ندوشن و همکاران (۱۹) روی ساختار جمعیت بی‌مهرگان بزرگ کفزی دریاچه نئور اردبیل، گونه *Gammarus fasciatus*، گونه کفزی غالب در بستر دریاچه بود. این جانور یک گونه روی بسترزی (اپی‌فون)، شاخص آب‌های معتدل و کم‌عمق با جریان آرام و پراکسیژن است که توان سازگاری آن در دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌شدت کاهش می‌یابد (۱۹ و ۲۳). در مطالعه حاضر خانواده‌های *Gammaridae*، *Hydropsychidae* و *Baetidae* فقط در فصل زمستان در ایستگاه‌های نزدیک به دهانه رودخانه به دریاچه مشاهده شدند و در سایر فصول سال حضور نداشتند. به‌نظر می‌رسد علت این حضور شسته شدن آنها از بستر رودخانه به‌دلیل فشار زیاد جریان آب و انتقال به‌همراه جریان آب به دریاچه در انتهای فصل زمستان باشد. زیرا این گروه‌ها در بسترهای سنگی سواحل آب‌های جاری زیست می‌کنند و به‌ویژه در آب‌های ساکن که فاقد رویش‌های گیاهان عالی هستند، دیده نمی‌شوند. باقری و همکاران (۲) نیز در دریاچه سد ارس گاماریده را فقط در فصل تابستان و در یکی از ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده کرد. به عقیده ایشان این گروه از موجودات به‌طور عمده در مناطق حاشیه‌ای دریاچه زیست می‌کنند و مشاهده اندک آنها ناشی از نوع وسیله نمونه‌برداری بوده است. در مطالعه یوسف‌زاد و همکاران (۳۰) که در خصوص بررسی توان تولید موجودات کفزی برای آبزی‌پروری در دریاچه گلابر زنجان انجام شد، دو گروه *Chironomidae* و *Tubificidae* حضور غالب را در نمونه‌های کفزیان نشان دادند. آنها دریافتند که هرچند بی‌مهرگان سهم بسیار کمی از تولیدات را دارا هستند، اما به‌دلیل رشد سریع در زمان کوتاه اهمیت زیادی در زیست‌توده تولید شده در دریاچه

www.SID.ir

Archive of SID

دارند. به‌طور کلی پراکنش زمانی موجودات کفزی تا حدود زیادی متأثر از ویژگی‌های زیستی آنها است که می‌تواند کاهش حضور آنها در بسترهای مختلف را توجیه کند. به‌طوری که در مطالعات مشابه، فراوانی بیشتر شیرونومیدها در اواخر فصل زمستان به چرخه زیست آنها نسبت داده شده است (۱۴). از طرفی با کاهش دما رشد کفزیان کاهش یافته و لاروهای حشرات که بخش اعظم جمعیت درشت‌بی‌مهرگان کفزی را تشکیل می‌دهند، نمی‌توانند به‌سرعت بالغ شوند، این امر می‌تواند دلیلی بر افزایش تراکم لارو شیرونومیده‌ها در فصل زمستان باشد. ولی‌پور (۲۸) در بررسی پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده در تالاب انزلی بیان داشت که در اواخر بهار لاروها به‌تدریج به‌طرف بالا حرکت می‌کنند و روی ماکروفیت‌ها مستقر می‌شوند. سیاتر (۲۳) و ولی‌پور (۲۸) دلیل این مهاجرت‌ها را آمادگی برای تغییر شکل و تبدیل شدن به موجود بالغ دانستند. در این صورت تراکم لاروها در رسوبات کف کاهش می‌یابد. این لاروها در طی دوره تابستان بالغ و از محیط آب خارج می‌شوند. در فصل پاییز با تخم‌ریزی پشه‌های بالغ و تبدیل شدن تخم‌ها به لارو به‌دلیل از بین رفتن ماکروفیت‌ها، عدم وجود سطح مناسب برای تشکیل کلنی، کاهش دما و بحرانی شدن شرایط برای موجودات هم‌زیست با ماکروفیت‌ها به‌ناچار این موجودات به‌طرف بستر مهاجرت می‌کنند و تراکم لاروها در بستر دوباره افزایش می‌یابد.

علاوه‌بر این رژیم غذایی دتریت‌خواری نیز می‌تواند در ارتباط نزدیک بین بسیاری از ارگانیزم‌های کفزی با بستر مؤثر باشد. به‌همین دلیل کرم‌های کم‌تار، لاروهای شیرونومیده، دوکفه‌ای‌ها و دوجورپایان زیستگاه‌های آب شیرین، عمدتاً زندگی در بستر نرم را ترجیح می‌دهند (۱۳). بر اساس آنچه بیان شد حضور این گروه از موجودات در بستر دریاچه سد زاینده‌رود با ساختار کاملاً نرم و گلی- لجنی با محتوای محدودی از مواد آلی نرم و تجزیه‌شده قابل انتظار است. جلیلی و همکاران (۱۱) در بررسی فون کفزیان بخش جنوب غربی تالاب انزلی، بیشترین فراوانی را در لارو شیرونومیده و بیشترین تراکم آن را در بهار گزارش کردند. آنها نشان دادندکه بین لاروهای حشرات و دیاتوم‌ها رابطه مکانی و زمانی مشخص وجود دارد، به‌طوری که در زمان افزایش دیاتوم‌ها در یک مکان مشخص، جمعیت حشرات کفزی نیز در همان دوره و مکان افزایش می‌یابد، هرچند در تالاب انزلی، اوج شکوفایی دیاتوم‌ها در پاییز بود اما در بهار نیز این موجودات از تراکم بالایی برخوردار بودند. در مطالعه واتکینز و همکاران (۲۹) روی جوامع کفزی دریاچه اوبازیوا کرم‌های کم‌تار از معدود کفزیانی بودند که در تمامی اعماق مشاهده شدند. در مطالعه ایشان بیشترین لاروهای جمع‌آوری شده متعلق به شیرونومیده‌ها بود. دلیما و همکاران (۸)، در مطالعه تنوع زمانی و مکانی درشت‌بی‌مهرگان کفزی با توجه به وضعیت تروفی دریاچه فیگارا در جنوب برزیل، شیرونومیده را به‌عنوان فراوان‌ترین تاکسون معرفی کردند. ایشان اظهار داشتند ترکیب جوامع شیرونومیده می‌تواند ابزار مناسبی برای پیشگویی شرایط تروفی دریاچه‌ها باشد. کامور الپیک و همکاران (۶) جوامع درشت‌بی‌مهرگان کفزی دریاچه گالا در ترکیه و ارتباط آن با تغییرات محیطی را بررسی کردند. مطالعات ایشان نشان داد که لارو شیرونومیده با ۵۷ درصد فراوانی، بیشترین حضور را در جمعیت درشت‌بی‌مهره‌گان کفزی دارا بود. به‌دنبال آن گروه کم‌تاران با ۳۴ درصد فراوانی قرار داشت. در مطالعات مشابه، لونکار و همکاران (۱۵) تنوع درشت‌بی‌مهرگان کفزی را در سه دریاچه شهر ناگپور بررسی کردند. نتایج حاصل نشان‌دهنده بیشترین فراوانی در شاخه‌های نرم‌تنان و کرم‌های حلقوی و کمترین فراوانی در شاخه کرم‌های پهن بود. ایشان همچنین دلیل غنای فون بنتیک را ناشی از سطح بالای مواد آلی در این سه دریاچه گزارش کردند. به‌همین ترتیب اولومیکارو و همکاران (۲۰) طی مطالعات خود در خصوص تنوع و پراکنش فون درشت‌بی‌مهرگان کفزی دریاچه اوبازیوا دریافتند که خانواده شیرونومیده بیشترین فراوانی و تنوع گونه‌ای را در بین سایر تاکسون‌ها به خود اختصاص داد. ایشان دلیل این امر را بالا بودن میزان مواد آلی در مقایسه با دیگر آب‌های مناطق گرمسیری بیان کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی بیشتر گزارش‌ها حاکی از حضور غالب تاکسون‌هایی مانند Tubifex و شیرونومیده در بستر آب‌های ساکن به‌ویژه در توده‌های آبی پرتولید و یا توده‌های آبی که بستر آنها دارای انباشت زیادی از مواد آلی است. با این حال به‌نظر می‌رسد حضور قابل توجه این گروه‌ها در بستر توده‌های آبی کم‌تولید که معمولاً انباشت زیادی از مواد آلی وجود نداشته و با کمبود اکسیژن مواجه نمی‌شوند (مانند دریاچه سد زاینده‌رود) می‌تواند به‌دلایل دیگر از جمله نبود پناهگاه برای در امان ماندن از شکارچی، عدم وجود بستر مناسب برای استقرار، فشار هیدرواستاتیک و نبود منابع غذایی کافی و قابل بهره‌برداری به‌وسیله سایر گروه‌های کفزیان باشد. در واقع این گروه از کفزیان به‌دلیل سازگاری‌های مقاومتی زیاد قادر به زیست در شرایطی شده‌اند که برای سایر گروه‌های کفزیان مناسب نیست. از سوی دیگر با توجه به اهمیت مطالعات کمّی جوامع کفزی و نقشی که این جوامع در زنجیره غذایی و انتقال ماده و انرژی به مصرف‌کنندگان سطوح بالاتر زنجیره (ماهی‌ها) دارند، با ارزیابی کمّی و کیفی این جوامع می‌توان ویژگی‌های تولیدات ثانویه اکوسیستم‌ها را شناسایی و برای مدیریت بهینه آنها اقدام کرد. علاوه‌بر این با توجه به شرایط زیست‌محیطی انسان ساخت و تا حدودی قابل کنترل حاکم بر دریاچه‌های پشت سدها، بررسی‌های هیدروبیولوژیکی فصلی و دائمی این محیط‌ها، یکی از مباحث مهم زیستی است که نتایج آن می‌تواند ما را در بررسی‌های اکولوژیک و کاوش در چگونگی ایجاد تغییرات دائمی و نحوه تکامل دریاچه‌های طبیعی کمک کند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری کارشناسان محترم دانشکده منابع طبیعی، آقایان مهندس ابراهیم متقی، مهندس سعید اسداله و مهندس احمدرضا تقی‌پور کمال تشکر را می‌کنیم. همچنین از همکاری بسیار خوب مدیریت محترم سازمان آب منطقه‌ای اصفهان و کارشناسان محترم و پرسنل تأسیسات سد زاینده‌رود کمال تشکر به‌عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

1. Ansari, Z. A. and R. A. Sreepada. 1994. Macrobenthic assemblages in the soft sediment of Margao Harbour, Goa (Central west cost of India). *Indian Journal of Marine Sciences* 23: 231-235.(In Farsi).
2. Bagheri, S. and S. Abdolmaleki. 2002. Distribution and biomass derermination of benthic organism in Aras lake. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 11(4): 1-10. (In Farsi).
3. Barnes, R. D . 1987. Invertebrate zoology. Saunders College Publishing. Philadelphia.
4. Bissonnette, P. F., B. Taub. 1973. Benthic macroinvertebrate production. International Biological Program, Coniferous Forest Biome University of Washington.
5. Breneman, D., C. Richards and S. Lozano. 2000. Environmental influences on benthic community structure in a great lakes embayment. *Journal of Great Lakes Research* 26(3): 287–304.
6. Çamur-Elipek, B., N. Arslan, T. Kirgiz, B. Öterler, H. Güher and N. Özkan. 2010. Analysis of benthic macroinvertebrates in relation to environmental variables of lake gala, a national park of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10: 235-243.
7. Chi, S., M. Li, J. Zheng, S. Chen, M. Chen, J. Hu, J. Tang, S. Hu, F. Dong and X. Zhao. 2017. Macroinvertebrate communities in the Big East Lake water network in relation to environmental factors. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 418(22): 1-14.
8. De Lima, F. B., A. E. Schäfer and R. M. Lanzer. 2013. Diversity and spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrates with respect to the trophic state of Lake Figueira in the South of Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 25(4):429-441.
9. Esmaeili Sari, A. 2000. Bacteria, Algae, Fungi and Fresh Water Invertebrate, Iranian Fisheries Research Institute. (In Farsi).
10. Ghasem Zadeh, F. 2004. Fresh Water Ecology and Limnology. Words Vocabulary Publishing.
11. Jalili , M., H. Negarestan and S. H. Safaeian. 2010. Investigation of macrobenthic fauna in the southwestern part of Anzali wetland and its relationship with substrate organic matter. *Oceanography* 1(4): 11-19.

www.SID.ir

12. James, H. J. and A. P . Thorpalan. 1991. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press. USA.
13. Jegadeesan, P. and K. Ayyakkannu. 1992. Seasonal variation of benthic fauna in marine zone of Coleroon estuary and inshore waters, southeast coast of India. *Indian Journal of Marine Science* 21(1): 67-69.
14. Kornijo´, W. R. and R. D. Gulati. 1992. Macrofauna and its ecology in lake zwemlust, after biomanipulation .1. bottom fauna. *Archives of Hydrobiologia* 123(3): 337–347.
15. Lonkar, S. S. and G. T. Kedar. 2014. Macrozoobenthos diversity of three urban lakes of Nagpur, Central India. *International Journal of Advanced Research* 2(4): 1082-1090.
16. Lucca, J. V., P. A. Z. Pamplin, A. F. Gessner, S. Trivinho-Strixino, A. L. Spadano‐ Albuquerque and O. Rocha. 2010. Benthic macroinvertebrates of a tropical lake: Lake Caçó, MA, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70(3): 593-600.
17. Mahbobi Sofiani, N. and G. H. R. Naderi. 2000. The Key to Identify Invertebrates of Streams and Rivers. Isfahan University of Technology. (In Farsi).
18. Mirzajani, A., K. Abbasi, J. Sabk Ara, M. Makaremi, A. Abedini and M. Sayad Bourani. 2010. Limnological study of mesotrophic lake taham in zanjan province. *Iranian Journal of Biology* 25(1): 74-89. (In Farsi).
19. Mousavi Nodoshan, R., M. Saman Pagouh, H. Emadi, M. R. Fatemi. 2011. Macro-benthic population structure in Neor Lake, Ardebil province. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 20(3): 129-142. (In Farsi).
20. Movaghar, S. H. 1974. Ecological review of Amir Kabir Dame Lake. *Journal of Ecology* 2(1): 81-89.
21. Olomukoro, J. and E. Oviojie 2015. Diversity and distribution of benthic macroinvertebrate fauna of obazuwa lake in benin city, Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 5(1): 94-100.
22. Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1994. Fresh Water Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates, Wiley, New York.
23. Saether, O. A. 1962. Larval overwintering cocoons in endochironomus tendens fabricius. *Hydrobiologia* 20: 377-381.
24. Sarang, N. and L. L. Sharma. 2008. Macrobenthic fauna as bioindicator of water quality in Kishore Sagar Lake, Kota (Rajasthan) India. *Journal of Limnology* 61: 1-17.
25. Schrum, F. R. and P. A. Meglitch, 1991. Invertebrate Zoology. Oxford University Press, USA.
26. Shabankari, M. and A. M. Halabian. 2010. Review the environmental impact of zayandehrood dam lake. *Journal of Human and Environment* 2(1): 29-42.
27. Shams, M. 2006. Investigation of phytoplankton of Zayandehrud dam Lake. MSc. Thesis. Isfahan University, Isfahan, Iran. (In Farsi).
28. Vali Pour, A. 1997. Distribution and abundance of larval Chironomus in Anzali lagoon. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 6(2): 75-92. (In Farsi).
29. Watkins, J., L. Rudstam, E. Mills and M. Leopold. 2007. The benthic community of Owasco Lake as an indicator of lake ecosystem health. *Journal of Great Lakes Research* 33: 642-657.
30. Yousof Zad, A., S. H. Nezami, H. Khara and A. R. Mirzajani. 2014. Investigating the ability of producing benthic organism for aquaculture in golabar lake in Zanjan province. *Journal of Aquaculture Development* 8(1): 83-93.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 23, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Ecosystem Investigation of Zayanderood Dam Lake

M. Zare Shahraki, E. Ebrahimi*, O. Farhadian and Y. Keivany[1]

(Received: March 1-2018 ; Accepted: June 10-2019)

Abstract

Benthos play an important role in the transmission of primary production and organic material (detritus) accumulation of the substrate in the water ecosystems to the higher levels of food chain. Also, they are used as biological indicators to evaluate the effect of pollutants caused by human activities on water ecosystems. To evaluate the benthic communities of Zayanderood Dam Lake, 4 sampling stations were selected on the lake; then, during the year 2014, seasonal sampling at each station was performed. The sampling was carried out by using the sediment sampler instrument with the dimensions of (20 cm × 20 cm). The average temperature of surface and deep water in the Zayanderood Dam Lake during the study was estimated to be 15.6 ± 2.4 and 8.9 ± 1.8°C, respectively. The average concentration of dissolved oxygen in the surface and deep water was varied from 10.3 ± 0.6 to 8.1 ± 0.7 mg/L, respectively. Totally, 2165 samples of benthos were collected and identified in the Zayanderood Dam Lake, belonging to 3 classes, 6 orders and 5 families. The maximum number of samples belonged to *Tubifex, Naididae* and *Chironomidae* genera. The dominant genus was Tubifex in all stages. According to this study, therefore, it seems that the structure of substrate, the amount of nutrients, grazing pressure and hydrostatic pressure are the most important environmental factors that can affect benthic community in the Zayanderood Dam Lake.

Keywords: Benthos, Population structure, Biological indicator, Ecosystem, Zayanderood dam lake

1. Division of Fisheries, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
*: Corresponding author: e_ebrahimi@iut.ac.ir

www.SID.ir