نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال دهم، شماره دوم، تابستان ۹۵ / صفحات: ۳۲-۲۱

شاخص‌های بوم شناختی تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی جوامع زی شناوران جانوری استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی شرق استان گلستان (شهر گنبدکاووس)

*مهرداد کمالی‌سنزیقی[۱]، امیر رحیمی[۱] و افشین قلیچی[۲]

[۱]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاداسلامی، واحد آزادشهر، آزادشهر، ایران

[۲]گروه شیلات دانشگاه آزاداسلامی، واحد آزادشهر، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۲۹

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی شاخص‌های بوم شناختی تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی جوامع زئوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی شهر گنبد کاووس در شرق استان گلستان بود که به‌مدت یک دوره پرورش از خرداد تا آبان‌ماه ۱۳۹۰ صورت گرفت. طبق نتایج بدست آمده هیچ اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های بوم شناختی تنوع، غالبیت و یکنواختی در ۶ استخر مورد بررسی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) ولی بین شاخص غناء در استخرهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۵). دامنه شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی به‌ترتیب معادل ۰/۷۷-۰/۴۳، ۰/۶۱-۰/۲۵، ۰/۷۲-۰/۵۴ و ۰/۷۳-۰/۳۶ بودند. همچنین بیشترین کمیت شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی مربوط به استخرهای شماره ۲، ۱، ۳ و ۲ و کمترین کمیت مربوط به استخرهای ۳، ۶-۴ به‌طور مشترک، ۲ و ۱ بود. بر اساس آنالیز ضریب همبستگی جوامع زئوپلانکتونی با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرها، تراکم نهایی جوامع زئوپلانکتونی با فاکتورهای نیترات، فسفات و فسفر- فسفات به میزان ترتیب ۰/۹۲۶-، ۰/۹۳۹ و ۰/۹۵۲ دارای همبستگی معنی‌دار بود ولی سایر شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی با هیچ یک از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرها همبستگی معنی‌داری را نداشتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده شاخص‌های بوم شناختی مختلف تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی جوامع زئوپلانکتونی تحت تأثیر مدیریت اکوسیستم، شرایط آب و هوایی و ماهیان پرورشی می‌باشند.

واژگان کلیدی: استان گلستان، استخر پرورش ماهیان گرم‌آبی، شاخص‌های بوم شناختی، زئوپلانکتون.

مقدمه

جوامع زئوپلانکتونی یکی از مهمترین منابع تغذیه‌ای استخرهای پرورش آبزیان بوده و نقش مهمی را در تعیین شاخص وضعیت غذایی این اکوسیستم‌ها و سایر منابع آبی بازی می‌نماید. همچنین این جوامع در جایگاه میانی تولیدات موجودات اتوتروف و هتروتروف قرار داشته و پل ارتباطی مهمی در زنجیره غذایی نقش ایفا می‌کنند (Mitra و همکاران، ۲۰۰۷؛ Baoshan و همکاران، ۲۰۱۲؛ Dagaonkar و Prakash، ۲۰۱۲؛ Qi و همکاران، ۲۰۱۲). میزان دانستنی‌های ما درباره پویایی استخرهای پرورش ماهی نیازمند انجام تحقیقات علمی بیشتر می‌باشد زیرا نقش کلیدی تولید زئوپلانکتون‌ها در استخر بستگی به تعیین فراوانی قابل استناد جمعیت آنها با استفاده از تحقیقات علمی می‌باشد (Verreth، ۱۹۹۰). اطلاعات محدودی درباره ارتباط بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و جوامع پلانکتونی در دسترس وجود

*نویسنده مسئول: mehrdad_kamaly86@yahoo.com

دارد (Rajagopal و همکاران، ۲۰۱۰). در سراسر جهان مطالعات زیادی درباره شاخص‌های تنوع، غنا، غالبیت و یکنواختی جوامع زئوپلانکتونی در منابع آبی مختلف صورت گرفته است ولی در ارتباط با استخرهای پرورش آبزیان مطالعات اندکی مشاهده گردید. در داخل کشور نیز می توان به تحقیق در سایر منابع آبی همچون تحقیق ریاضی در سال ۱۳۸۱، که به بررسی جوامع زئوپلانکتون‌های تالاب گمیشان با استفاده از شاخص‌های تنوع مختلف اقدام نموده است، اشاره نمود. همچنین خلفه نیل ساز (۱۳۸۸) به بررسی جامعه پلانکتونی و شاخص‌های تنوع آنها در ایستگاه‌های مختلف تالاب شادگان پرداخته است. محمدزاده و همکاران (۱۳۸۸) به مطالعه تنوع و تراکم مکانی و زمانی گروه‌های زئوپلانکتونی در تالاب امیرکلایه لاهیجان پرداختند. در خارج از کشور نیز محققینی همچون Rajagopal و همکاران (۲۰۱۰)، به مطالعه رابطه شاخص‌های تنوع جوامع زئوپلانکتونی با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای منطقه Sattur کشور هند پرداختند. همچنین Sipauba-Tavares و همکاران (۲۰۱۰)، به مطالعه شاخص‌های متنوع بوم شناختی جوامع پلانکتونی استخرهای پرورش ماهی ناحیه Sao Jose da Barra کشور برزیل اقدام نمودند. در این راستا Vasanth Kumar و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی تنوع جوامع زئوپلانکتونی، باکتریایی و فاکتورهای شیمی آب استخرهای پرروش ماهی کشور هند منطقه Karnataka پرداختند. Gozdziejewska و Tucholski در سال ۲۰۱۱، اقدام به مطالعه زئوپلانکتون‌های استخرهای پرورش ماهی با منبع آب تأمین شده از آب تیمار شده فاضلاب نمودند. Dagaonkar و Prakash در سال ۲۰۱۲ نیز بررسی‌هایی درباره شاخص‌های تنوع جمعیت زئوپلانکتون‌های استخرهای پرورش ماهی منطقه Madhaya Pradesh کشور هند انجام دادند. بنابراین باتوجه به اهمیت شاخص‌های مختلف بوم شناختی جهت افزایش شناخت زیستی از استخرهای پرورش ماهی، این تحقیق با هدف بررسی شاخص‌های تنوع، غنا، غالبیت و یکنواختی جوامع زئوپلانکتونی استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی شرق استان گلستان، شهر گنبدکاووس صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ۶ استخر پرورش ماهیان گرم آبی واقع در شرق استان گلستان و در حدود ۳۰ کیلومتری شهرگنبدکاووس (منطقه روستای دیگچه)، در عرض جغرافیایی ″۱۵/۸ ′۱۹ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ″۵۹/۹ ′۵۳ °۵۴ شرقی صورت گرفت. مساحت، عمق حداکثر و تراکم رهاسازی ماهیان پرواری همچون کپور معمولی، کپور نقره‌ای، کپور سرگنده و کپور علف خوار و بچه ماهی کپور نقره‌ای به‌صورت توأم این استخرها با یکدیگر مساوی و برابر ۳/۲ هکتار، ۲/۵ متر عمق، ۲۰۰۰ و ۵۰۰ عدد در هکتار می‌باشد. با توجه به عمق استخر روش نمونه‌برداری از سطح آب تا نزدیک بستر استخر به‌صورت عمودی توسط تور پلانکتون گیر مخروطی شکل با طول ۱۰۵ سانتی‌متر، قطر دهانه ۲۱ سانتی‌متر و چشمه تور ۵۰ میکرون در نظر گرفته شد، که به‌صورت ماهیانه از خرداد تا آبان سال ۱۳۹۰ به‌مدت یک دوره پرورش صورت گرفت. جهت نمونه‌برداری هر استخر را به چهار ایستگاه تقسیم نموده (ورودی، خروجی و کناره‌ها) و از مجموع همگن‌سازی نمونه‌های ایستگاه‌ها، یک نمونه شاخص با حجم معین بدست آورده و توسط فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل گردید (Qi و همکاران، ۲۰۱۲). در آزمایشگاه نمونه زئوپلانکتونی استخرها توسط لام Sedgwick-Rafter و میکروسکوپ نوری دو چشمی مدل

Motic (SFC-28 Series) مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. گونه‌ها بر حسب جنس از روی کلیدهای شناسایی معتبر مورد شناسایی قرار گرفتند (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹؛ وبرگن، ۱۳۸۱؛ Edmondson، ۱۹۵۹؛ Maosen، ۱۹۸۳). همچنین جهت بررسی عوامل تأثیرگذار بر جوامع زئوپلانکتونی، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخر و هوا مانند درجه حرارت آب و هوا، ساعات روشنایی، هدایت‌الکتریکی، درجه اسیدیته (pH)، شفافیت، فسفر- فسفات، فسفات، ارتوفسفات و نیترات مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور جهت اندازه‌گیری ساعات روشنایی و درجه حرارت هوا از اطلاعات سازمان هواشناسی استان گلستان سال ۱۳۹۰، درجه حرارت آب و هدایت‌الکتریکی از دستگاه قابل حمل و ضدآب (EC Tester 11)، درجه اسیدیته از دستگاه قابل حمل و ضدآب (pH Tester 30)، شفافیت از صفحه سکشی و برای فاکتورهای فسفر- فسفات، فسفات، ارتوفسفات و نیترات از روش‌های استاندارد استفاده گردید (APHA، ۱۹۹۸). برای بررسی شاخص‌های مختلف زیستی و بوم شناختی، از شاخص تنوع Shanon، غناء و غالبیت Margalof و یکنواختی Pielou با توجه به فرمول‌های زیر استفاده گردید (ریاضی، ۱۳۸۱؛ محمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ Aslam، ۲۰۰۹). از جنبه تجزیه و تحلیل آماری، نتایج شاخص‌های مختلف بوم شناختی توسط آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد و معنی‌دار بودن اختلاف میانگین نتایج، با استفاده از آزمون دانکن و وجود همبستگی پیرسون بین تمام فاکتورها توسط نرم‌افزار آماری SPSS 13 مورد تحلیل و دسته‌بندی قرار گرفت (زرگر، ۱۳۸۴). همچنین جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

شاخص غنای مارگارلف $R_{Ma} = \frac{S-1}{LnN}$

شاخص تنوع گونه‌ای شانون D_{sh} یا $H = \Sigma [(\frac{ni}{N}) Ln(\frac{ni}{N})]$

شاخص یکنواختی گونه‌ای پیئلو $E = \frac{H}{Ln\ S}$

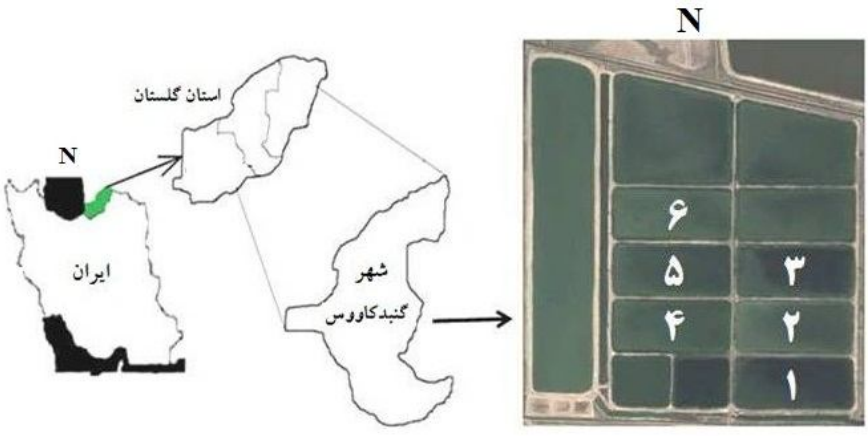
شاخص غالبیت مارگالف $D = \Sigma [(\frac{ni\ (ni-1)}{N\ (N-1)})]$

S = تعداد کل گروه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده (مثلاً: روتیفرها، کوپه پودها، کلادوسراها و....)

ni = تعداد افراد متعلق به گروه (آی)

N= تعداد کل افراد شمارش شده

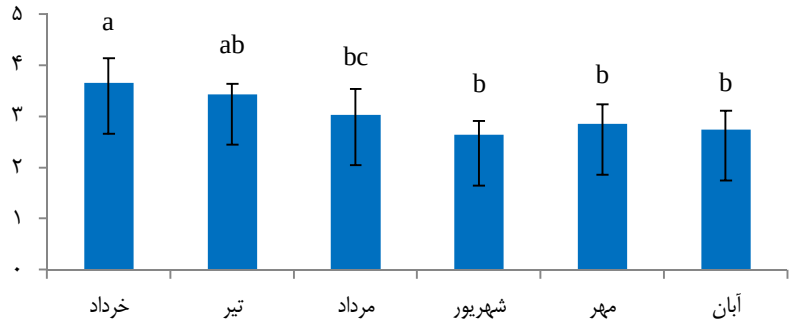
Ln= لگاریتم پایه نپرین



شکل ۱- نقشه موقعیت محل نمونه برداری استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی در شرق استان گلستان (شهر گنبدکاووس)

نتایج

در این تحقیق در مجموع تعداد ۲۷ جنس از ۴ گروه پروتوزوآها، روتیفرها، کلادوسراها و کوپه پودها شناسایی شدند. در این میان تعداد ۱۲ جنس متعلق به گروه پروتوزوآها و ۸ جنس متعلق به روتیفرها و ۴ جنس متعلق به کوپه پودها و ۳ جنس متعلق به کلادوسراها بود (جدول ۱). لگاریتم میانگین تراکم نهایی ماهیانه جوامع زئوپلانکتونی هر ۶ استخر بر حسب عدد در متر مکعب در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده از شاخص‌های مختلف بوم شناختی جوامع زئوپلانکتونی هیچ اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع، غالبیت و یکنواختی در ۶ استخر مورد آزمایش مشاهده نگردید ($P>0/05$) ولی شاخص غناء در بین استخرهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<0/05$). به‌طوری‌که بالاترین و پایین ترین شاخص تنوع مربوط به استخرهای ۲ و ۳ و شاخص غناء نیز در استخرهای ۱ و ۶-۴ به‌طور مشترک، دارای بالاترین و پایین ترین مقدار بود. این در حالی است که شاخص غالبیت در استخرهای ۳ و ۲ دارای بیشترین و کمترین مقدار بوده و همچنین در استخرهای ۲ و ۱ بالاترین و پایین ترین مقدار شاخص یکنواختی مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس بررسی شاخص‌های مختلف بوم شناختی در ماه‌های مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی مشاهده نگردید ($P>0/05$). به‌طوری‌که شاخص تنوع در ماه‌های مهر و مرداد دارای بیشترین و کمترین مقادیر بود اما برای شاخص غالبیت بیشترین و کمترین مقادیر، عکس این حالت در ماه‌های مرداد و مهر مشاهده گردید. همچنین شاخص غناء در ماه‌های خرداد و تیر به‌طور نسبتاً مشابه و ماه مهر دارای بیشترین و کمترین مقدار بود. همچنین این مقادیر نیز برای شاخص یکنواختی مربوط به ماه‌های مهر و مرداد بود (شکل ۳). میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی در جدول ۴ اشاره شده است. بر اساس آنالیز ضریب همبستگی فاکتورهای تراکم نهایی و شاخص‌های بوم شناختی مختلف تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مشاهده گردید که لگاریتم میانگین تراکم نهایی ماهیانه جوامع زئوپلانکتونی با فاکتورهای نیترات، فسفات و فسفر فسفات به‌ترتیب با ۰/۹۲۶-، ۰/۹۳۹ و ۰/۹۵۲ دارای همبستگی معنی‌دار بود. سایر شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی با هیچ یک از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب همبستگی معنی‌داری را نداشتند (جدول ۵).



شکل ۲- لگاریتم میانگین تراکم نهایی ماهیانه جوامع زئوپلانکتونی استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی شرق استان گلستان در طول دوره پرورش

جدول ۱ - فهرست پراکنش ماهیانه جنس‌های مختلف زئوپلانکتونی استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی

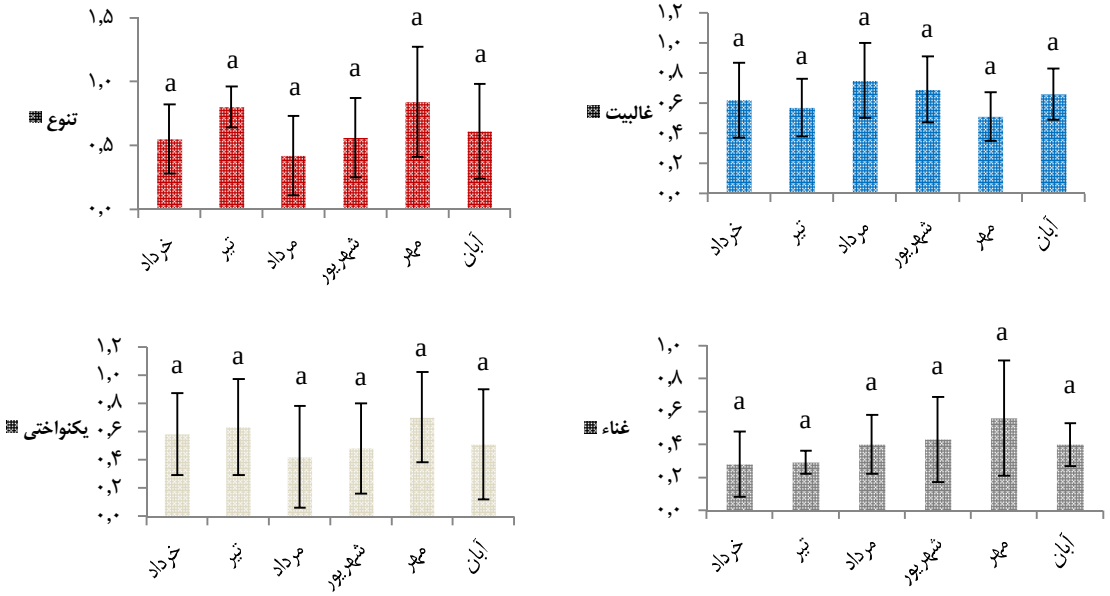
شماره استخر	استخر ۱							استخر ۲							استخر ۳							استخر ۴							استخر ۵							استخر ۶						
ماههای پرورش	۸	۷	۶	۵	۴	۳		۸	۷	۶	۵	۴	۳		۸	۷	۶	۵	۴	۳		۸	۷	۶	۵	۴	۳		۸	۷	۶	۵	۴	۳		۸	۷	۶	۵	۴	۳	
Protozoa																																										
Acanthocystis sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arcella sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaos sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Difflugia sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paulinella sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Paramecium sp.							-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Prorodon sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Raphidiophrys sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphenoderia sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stentor sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vorticella sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zoothamnium sp.							-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotatoria																																										
Adineta sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Asplanchna sp.							-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Brachionus sp.							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	×
Gastropus sp.							-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Keratella sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Philodina sp.							-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Polyarthra sp.							-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Rotaria sp.							-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Copepoda																																										
Cyclops sp.							+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	×
Eucyclops sp.							+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Nauplius							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	×
Thermocyclops sp.							-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Cladocera																																										
Chydorus sp.							-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Daphnia sp.							-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Diaphanosoma sp.							-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×

جدول ۲- شاخص‌های بوم شناختی مختلف جوامع زئوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی شرق استان گلستان

شاخص‌ها	استخر ۱	استخر ۲	استخر ۳	استخر ۴	استخر ۵	استخر ۶
تنوع	۰/۵۷±۰/۴۴^{a}	۰/۷۷±۰/۲۸^{a}	۰/۴۳±۰/۴۱^{a}	۰/۶۳±۰/۳۱^{a}	۰/۶۷±۰/۲۴^{a}	۰/۷۲±۰/۳۱^{a}
غناء	۰/۶۱±۰/۲۳^{a}	۰/۵۰±۰/۳۱^{ab}	۰/۴۹±۰/۱۸^{ab}	۰/۲۵±۰/۰۸^{b}	۰/۲۵±۰/۱۱^{b}	۰/۲۵±۰/۰۸^{b}
غالبیت	۰/۶۸±۰/۲۵^{a}	۰/۵۴±۰/۱۹^{a}	۰/۷۲±۰/۲۵^{a}	۰/۵۹±۰/۲۲^{a}	۰/۷۰±۰/۱۶^{a}	۰/۵۸±۰/۱۷^{a}
یکنواختی	۰/۳۶±۰/۲۸^{a}	۰/۷۳±۰/۳۱^{a}	۰/۴۵±۰/۴۱^{a}	۰/۵۶±۰/۳۲^{a}	۰/۵۹±۰/۳۴^{a}	۰/۶۳±۰/۲۷^{a}

* حروف مشابه در هر ردیف به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P>۰/۰۵).

* حروف غیرمشابه در هر ردیف به معنی وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).



شکل ۳- شاخص‌های مختلف بوم شناختی جوامع زئوپلانکتونی درطول ماه‌های مختلف پرورش ماهیان گرم آبی شرق استان گلستان

جدول ۳- شاخص‌های مختلف بوم‌شناختی جوامع زئوپلانکتونی استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی شرق استان گلستان در فصول مختلف

نوع شاخص	بهار	تابستان	پاییز
تنوع	۰/۵۵±۰/۲۷ ^{a}	۰/۵۸±۰/۳۰ ^{a}	۰/۷۳±۰/۴۰ ^{a}
غناء	۰/۲۸±۰/۲۰ ^{a}	۰/۳۸±۰/۱۹ ^{a}	۰/۴۸±۰/۲۷ ^{a}
غالبیت	۰/۶۲±۰/۱۹ ^{a}	۰/۶۷±۰/۲۰ ^{a}	۰/۵۹±۰/۲۳ ^{a}
یکنواختی	۰/۵۸±۰/۲۹ ^{a}	۰/۵۰±۰/۳۳ ^{a}	۰/۶۱±۰/۳۵ ^{a}

*وجود حروف مشابه به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P>۰/۰۵).

جدول ٤- میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای مختلف پرورش ماهیان گرم‌آبی شرق استان گلستان

فاکتور هدف	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
دمای هوا (سانتی‌گراد)	۲۶/۷±۷/۶	۳۰/۵±۶/۸۷	۳۱/۵±۶/۸۵	۲۵/۹±۵/۹۷	۲۱/۵±۷/۷۹	۱۲±۴/۱
دمای آب (سانتی‌گراد)	۲۵±۰/۳	۲۸/۲±۱/۱۱	۲۸/۶±۰	۲۹/۲±۱/۲۴	۲۱/۷۵±۱/۳۳	۱۴/۵±۰/۷
ساعات روشنایی (ساعت)	۸/۷±۳/۸	۹/۱±۳/۵	۸/۵±۴/۱۱	۷/۱±۳/۹	۶/۶±۴	۳/۳±۳/۹
درجه اسیدیته (pH) *	۹/۴۲±۰	۹/۵۲±۰/۲۳	۹/۲۵±۰/۲۸	۹/۳۱±۰/۱۸	۹/۵۷±۰/۱۹	۷/۸۹±۰/۴۳
شفافیت (سانتی‌متر)	۲۸/۶±۲/۲	۲۶/۲۵±۱/۱۱	۲۹±۴/۱۸	۳۱±۲/۷۵	۲۸/۰۴±۴/۵۵	۱۵±۱/۵
هدایت الکتریکی (µm/cm) **	۲۰۰۲±۲۵۲	۲۵۳۱/۶۶±۷۰۵	۲۶۳۸±۶۳۴/۹	۳۸۰۰±۷۲۶	۲۸۸۳/۳۳±۵۵۰	۱۵۸۹±۱۵۳
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۳۱±۰/۶۹	۱/۸۵±۰/۶۴	۲/۲۶±۰/۴۵	۲/۴±۱/۱۱	۲/۶۳±۰/۸۸	۲/۷۸±۰/۷۳
ارتوفسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۷±۰/۴۵	۰/۷۰±۰	۰/۷۱±۰/۱۶	۰/۶۷±۰/۳۴	۰/۶۲±۰/۲۴	۰/۵۶±۰/۳۷
فسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۴۷±۰/۶	۱/۴±۱/۲۹	۰/۹۶±۰/۱۵	۰/۷۳±۰/۷۲	۰/۶۰±۰/۱	۰/۴۶±۰/۲۳
فسفر- فسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۳۹±۰/۰۲	۱/۴۵±۰/۲	۰/۸۶±۰/۰۴	۰/۵۵±۰/۲۱	۰/۸۹±۰/۳۱	۰/۷۹±۰/۲۴

*لگاریتم مول بر لیتر، **میکروزیمنس بر سانتی‌متر یا میکروموس بر سانتی‌متر

جدول ۵- ضریب همبستگی تراکم نهایی و شاخص‌های بوم شناختی جوامع زئوپلانکتونی با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی شرق استان گلستان

فاکتورهای هدف	تراکم نهایی	تنوع	غناء	غالبیت	یکنواختی
دمای هوا (سانتی‌گراد)	۰/۵۰۷	-۰/۱۹۲	-۰/۳۶۸	۰/۱۷۰	-۰/۱۱۳
دمای آب	۰/۲۸۸	-۰/۲۱۵	-۰/۲۶۳	۰/۲۳۷	-۰/۱۹۳
ساعات روشنایی	۰/۶۹۲	-۰/۰۶۸	-۰/۴۴۹	-۰/۰۲۸	۰/۰۹۳
درجه اسیدیته	۰/۴۲۱	۰/۲۴۱	-۰/۰۰۲	-۰/۳۳۷	۰/۳۸۸
شفافیت	۰/۲۱۴	-۰/۱۰۸	۰/۰۵۱	۰/۰۱۵	۰/۰۳۳
هدایت‌الکتریکی	-۰/۴۱۰	۰/۰۳۹	۰/۴۰۸	۰/۰۷۰	-۰/۰۷۴
نیترات	-۰/۹۲۶**	۰/۱۴۶	۰/۷۸۹	۰/۰۶۳	-۰/۱۲۶
ارتوفسفات	۰/۷۰۱	-۰/۳۱۹	-۰/۵۶۸	۰/۱۸۹	-۰/۱۲۱
فسفات	۰/۹۳۹**	-۰/۰۴۶	-۰/۸۱۱	-۰/۰۹۲	۰/۱۵۳
فسفر- فسفات	۰/۹۵۲**	۰/۳۰۶	-۰/۷۰۰	-۰/۴۴۲	۰/۴۸۹

** در سطح ۱ درصد اطمینان مورد بررسی قرار گرفته است. * در سطح ۵ درصد اطمینان مورد بررسی قرار گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده تعداد ۲۷ جنس از ۴ گروه مختلف پروتوزوآها، روتیفرها، کوپه پودها و کلادوسراها در سه استخر پرورش ماهیان گرم‌آبی واقع در شرق استان گلستان منطقه گنبدکاووس مورد شناسایی قرار گرفتند (جدول ۱). با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته دامنه شاخص‌های تنوع، غناء، غالبیت و یکنواختی استخرهای مختلف به‌ترتیب به‌صورت ۰/۷۷-۰/۴۳، ۰/۶۱-۰/۲۵، ۰/۷۲-۰/۵۴ و ۰/۷۳-۰/۳۶ بود (جدول ۲). در استخرهای پرورش نیمه متراکم ماهیان بخش اصلی شرایط تغذیه از رشد زئوپلانکتون‌های موجود در استخر تأمین می‌گردد و این در حالی است که با رشد ماهیان این مقدار کاهش می‌یابد (Mitra و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به روند کاهشی جوامع زئوپلانکتونی در طول دوره پرورش براساس شکل ۲، این دلیل می تواند قابل استناد باشد. بنابراین کمیت و کیفیت فراوانی جامعه پلانکتونی در یک استخر دارای اهمیت زیادی از جنبه مدیریت موفق عملیات آبزی پروری دارد که می‌تواند از یک مکان به مکان دیگر و از یک استخر به استخر دیگر در همان مکان، با شرایط بوم شناختی مشابه، متنوع باشد (Yeamin Hossain و همکاران، ۲۰۰۷). از این جنبه وجود اختلاف بین شاخص‌های بوم شناختی مختلف جوامع زئوپلانکتونی استخرهای پرورشی

مختلف در سطح معنی‌دار و غیر معنی‌دار نیز قابل توجیه می‌باشد. از دلایل احتمالی دیگر درباره معنی‌دار و بالا بودن شاخص غناء در استخر ۱ نسبت به سایر استخرها آزادسازی مواد مغذی حاصل از رژیم‌های کوددهی متفاوت از نظر کمیت طی دوره‌های پرورش گذشته این استخر باشد. در این راستا شاخص تنوع شانون به‌عنوان شاخصی مهم و با ارزش در جهت بیان تنوع در مدیریت اکوسیستم‌های آبی مطرح می‌باشد. شاخص غناء نیز یکی دیگر از شاخص‌هایی می‌باشد که کاربرد آن خیلی ضروری بوده و به‌عنوان مدلی جهت توصیف پراکنش فراوانی گونه‌ها به‌کار می‌رود. همچنین شاخص یکنواختی نشان می‌دهد که همه گونه‌ها دارای چه شکل پراکنش یکنواخت می‌باشند (Shinde و همکاران، ۲۰۱۲؛ Singh، ۲۰۱۲). طبق نتایج تحقیقات صورت گرفته در منابع آبی مختلف در داخل کشور، ریاضی (۱۳۸۰) از شاخص‌های مختلف تنوع علاوه بر ارزیابی کیفیت تالاب گمیشان، بعنوان ابزاری برای مقایسه ساختار اجتماعات تشکیل شده از موجودات نیز استفاده کرد. به‌طوری‌که در مجموع ۱۵ گروه در ۵ شاخه آغازیان، کرم‌های لوله‌ای، کرم‌های حلقوی، نرم تنان و بندپایان از ایستگاه‌های مختلف مورد شناسایی قرار گرفتند. دامنه شاخص‌های مختلف تنوع شانون، سیمپسون، منهنیک و مارگالف به‌ترتیب معادل ۲/۰۸۰-۱/۵۷۲، ۰/۴۵۴-۰/۰۲۳، ۲/۸۵۴-۱/۲۰۶ و ۳/۸۳۰-۲/۱۲۷ گزارش گردید. نتایج حاکی از مطلوب بودن تنوع در همه نقاط مورد بررسی داشت ولی محقق تنوع واقعی این تالاب را بیش از این آمار اعلام نموده و در نهایت به‌دلیل تنوع مطلوب این جوامع، آنها را از پیچیدگی و ثبات بخوردار دانسته و این جوامع را در برابر تغییرات محیطی دارای توان لازم معرفی کرده است (ریاضی، ۱۳۸۱). همچنین خلیفه نیل ساز (۱۳۸۸) در تالاب شادگان اساس حضور و غالبیت جنس *Brachionus* sp. از گروه روتیفرها را قدرت تحمل شوری بالا نسبت به سایر گونه‌های زئوپلانکتونی نسبت داده است. البته دلیل اصلی بالا بودن تولید اولیه و تنوع گونه ای تالاب را ورود پساب‌های کشاورزی بیان نموده است (خلفه نیل‌ساز، ۱۳۸۸) که در محیط‌های استخر این عامل به‌دلیل ورود مواد آلی حاصل از عمل کوددهی به‌طور منظم صورت می‌گیرد. محمدزاده و همکاران (۱۳۸۸) در تالاب امیرکلایه لاهیجان تعداد ۲۵ جنس از ۵ شاخه بندپایان، آغازیان، روتیفرها، کرم‌های لوله‌ای و کرم‌های حلقوی را شناسایی نمودند. دامنه شاخص‌های مختلف تنوع شانون، غنای مارگالف و یکنواختی سیمپسون در بین ایستگاه‌های مختلف معادل ۱/۲۴۳-۰/۹۳۳، ۰/۸۸۶-۰/۸۲۳ و ۱-۰/۸۸۶ مشاهده شد. این شاخص‌ها در طی فصول مختلف سال دارای دامنه ۱/۲۱۸-۰/۹۵۴، ۰/۷۸۳-۰/۷۲۵ و ۱-۰/۸۵۷ بود. بیشترین تنوع گونه‌ای شانون در ماه شهریور و به‌طور تقریباً مشابه در ایستگاه‌های ۵ و ۶ به‌دلیل نزدیکی به تنها ورودی تالاب گزارش گردید که دلیل احتمالی آن افزایش دما و مواد آلی در فصل تابستان و خصوصاً شهریورماه اشاره شده است. به‌طورکلی این محیط به‌دلیل ایجاد خشکسالی و کاهش عمق شدید و افزایش مواد مغذی به سمت یوتروفی شدن (پرغذایی) گرایش پیدا کرده است و در نتیجه تراکم و تنوع زئوپلانکتونی افزایش زیادی داشته است (محمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیق حاضر میزان تنوع در ماه مهر بیشترین بود که دلیل احتمالی آن شرایط آب و هوایی همچون شروع فصل سرما و کاهش دمای آب (جدول ۴) و میزان گرایش به تغذیه ماهیان پرورشی با تغییر در شرایط فیزیولوژیکی می‌باشد. در این شرایط با کاهش فشار چراء از جوامع زئوپلانکتونی استخرها، فرصت مناسب برای افزایش تنوع جوامع زئوپلانکتونی نسبت به ماه‌های دیگر ایجاد می گردد (شکل ۳) ولی این وضعیت در ماه مرداد کمترین مقدار شاخص تنوع را به خود اختصاص داده بود که دلیل احتمالی آن بالا رفتن تدریجی بیوماس ماهیان و افزایش گرایش به سمت تغذیه ماهیان با بهبود شرایط فیزیولوژیک و

کاهش زیاد تراکم جوامع زئوپلانکتونی می‌باشد (شکل ۲ و جدول ۴). این وضعیت به شکل معکوس درباره شاخص غالبیت در ماه‌های مهر و مرداد با کمترین و بیشترین کمیت مشاهده شد که حاکی از وجود رابطه معکوس شاخص تنوع با غالبیت در میان استخرهای مورد بررسی و ماه‌های مختلف دارد (جدول ۲ و شکل ۳). Shin و Soon Park (۲۰۰۷)، در تحقیقات خود در استخرهای پرورش ماهی کشور کره‌جنوبی اشاره داشتند که تنوع و تراکم جامعه فیتوپلانکتونی بر تنوع و تراکم جامعه زئوپلانکتونی و در نهایت تولید نهایی ماهیان تأثیر می‌گذارد (Shin و Soon Park، ۲۰۰۷). طبق نتایج Rajagopal و همکاران (۲۰۱۰) در مجموع ۴۷ جنس زئوپلانکتونی مورد شناسایی قرار گرفت که تعداد ۲۴، ۹، ۸، ۴ و ۲ جنس به‌ترتیب برای روتیفرها، کوپه پودها، کلادوسراها، استراکودها و پروتوزوآها تعلق داشت. در میان گروه‌های مختلف جنس *Brachionus* sp. در روتیفرها و جنس *Diaphanosoma* sp. به‌صورت پیش غالب در گروه کلادوسراها مشاهده گردید. همچنین دامنه میانگین شاخص‌های تنوع، غناء و یکنواختی در استخرهای مورد بررسی به‌ترتیب ۲/۵۳-۱/۹۲، ۴/۳۹-۳/۳۵ و ۰/۹۶-۰/۴۷ اشاره شده است (Rajagopal و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین این محققین افزایش جمعیت زئوپلانکتون‌ها را با دمای آب در ارتباط معرفی نموده و با توجه به ضریب همبستگی بین دمای هوا و آب این پدیده امری مشابه می‌باشد ولی این عوامل در تحقیق حاضر در ارتباط با جوامع زئوپلانکتونی و شاخص‌های بوم‌شناختی مختلف هیچ نوع همبستگی معنی‌داری نداشتند. در تحقیق حاضر میزان همبستگی تراکم نهایی و شاخص‌های بوم شناختی مختلف جوامع زئوپلانکتونی با دمای آب معنی‌دار نبود ولی فاکتورهای فسفر-فسفات، فسفات و نیترات با تراکم نهایی دارای همبستگی بالا و معنی‌داری بودند ($P<0/05$) (جدول ۵) که دلیل احتمالی آن به عامل محدود کننده رشد بودن فاکتورهای نیتروژن و فسفر می‌توان ارتباط داد که توسط عمل کوددهی به‌صورت تدریجی و مداوم وارد اکوسیستم استخرهای پرورش آبزیان تا بازه زمانی مناسب اواخر تابستان می‌شود (جدول ۴). Sipauba-Tavares و همکاران (۲۰۱۰)، در تحقیقات خود ابراز نمودند که گروه روتیفرها جوامع غالب زئوپلانکتون‌های استخرهای مورد بررسی را تشکیل داده بودند. همچنین تعداد گونه‌های شناسایی شده برای جوامع زئوپلانکتونی برای فصول خشک و بارانی معادل ۲۳ و ۳۶ بود. پایین‌ترین و بالاترین شاخص‌های تنوع و غناء برای زئوپلانکتون‌ها در طی فصول گرم و خشک و بارانی مشاهده گردید. به‌طوری‌که دامنه شاخص تنوع دارای روند کاهشی در فصول خشک و بارانی به‌ترتیب ۱/۱۴-۰/۱۶ و ۱/۴۵-۰/۶۹ ارزیابی گردید. همچنین بر اساس اظهارات این محققین میزان تولیدات مزارع آبزی‌پروری مزواولیگوتروف دارای همبستگی مثبتی با غنای گونه‌های زئوپلانکتونی دارد این در حالی است که تولیدهای اولیه دارای همبستگی با تغییرات فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی داشت (Sipauba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۰).

Vasanth Kumar و همکاران (۲۰۱۱)، در مجموع ۶۱ گونه از گروه‌های مختلف زئوپلانکتونی را شناسایی نمود که روتیفرها، کوپه پودها، کلادوسراها، اوستراکودها و گروه‌های دیگر به‌ترتیب ۲۵، ۶، ۱۱، ۳ و ۱۵ گونه را به خود اختصاص داده بودند. جمعیت زئوپلانکتون‌ها دارای همبستگی مثبت با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرها همچون دما، قلیائیت، فسفات، سختی و BOD بوده است. این در حالی است که با فاکتور شوری رابطه همبستگی منفی داشت (Vasanth Kumar و همکاران، ۲۰۱۱). در تحقیق حاضر وجود رابطه همبستگی معنی‌دار بین فاکتور فسفات، فسفر- فسفات و نیترات با تراکم نهایی مشاهده گردید ولی درباره شاخص‌های بوم شناختی مختلف جوامع زئوپلانکتونی استخرهای مورد ارزیابی

به اثبات نرسیده است که نشان از عدم وجود شباهت با نتیجه این محققین دارد. براساس اظهارات Aranguren-Riano و همکاران در سال ۲۰۱۱، که به بررسی رابطه غنای فیتوپلانکتون‌ها و غنای زئوپلانکتون‌ها پرداختند، مشاهده نمودند که بین غنای رنگدانه فیتوپلانکتون‌ها که شاخص غنای فیتوپلانکتون‌ها در نظر گرفته شده است با غنای زئوپلانکتون‌ها رابطه مثبتی وجود دارد (Aranguren-Riano و همکاران، ۲۰۱۱). در طی مطالعه Gozdziejewska و Tucholski در سال ۲۰۱۱، دامنه شاخص‌های بوم شناختی مختلف تنوع، غناء، یکنواختی به‌صورت ۲/۸۳-۲/۰۷، ۰/۷۶۷-۰/۵۷۹ و ۰/۷۵۶-۰/۵۶۱ گزارش گردید. براساس اظهارات این محققین استخرهای مورد آزمایش به‌صورت مزوتروف معرفی گردیدند (Gozdziejewska و Tucholski، ۲۰۱۱). در تحقیق Dagaonkar و Prakash (۲۰۱۲)، شاخص‌های تنوع شانون، غالبیت سیمپسون و یکنواختی دارای دامنه ۳/۱۴۳-۲/۲۷۳، ۰/۱۱۲-۰/۴۰۶ و ۰/۹۸۵-۰/۹۱۸ بودند. در این تحقیق شاخص‌های تنوع سیمپسون، تنوع شانون و یکنواختی همیشه کمتر از یک، بیشتر از یک و کمتر از یک بود. شاخص تنوع پایین سیمپسون نشان‌دهنده قرار گرفتن گونه‌ها در شرایط استرس‌زا می‌باشد (Dagaonkar و Prakash، ۲۰۱۲). براساس تئوری Tilman، افزایش تنوع سبب تثبیت بیشتر اجتماعات و تولید شده و این سیستم کمتر در برابر استرس مستعد خواهد بود. بنابراین استخر ۲ که دارای تنوع بالاتری از نظر زئوپلانکتون‌ها بوده، از پایداری بیشتری نیز در مقایسه با پنج استخر دیگر برخوردار می‌باشد و به‌عبارت دیگر این استخر کمتر از پنج استخر دیگر در برابر استرس‌های محیطی حساس است. این نکته نیز حایز اهمیت است که شاخص‌های تنوع استخرهای مورد بررسی اختلاف فاحشی با یکدیگر ندارند و فقط در میان این استخرها بررسی صورت گرفته است. همچنین در فصل پاییز و ماه‌های مهر و آبان روند کمی افزایشی شاخص تنوع و غناء و به‌طور نسبی یکنواختی مشاهده گردید که دلیل احتمالی آن کاهش فیزیولوژیکی رژیم غذایی ماهیان بر اساس تغییرات آب و هوایی که بر مدیریت کوددهی نیز موثر بوده و سبب کاهش فشار چراء روی جوامع فیتوپلانکتونی بوده که به‌طور متقابل شاهد افزایش جمعیت و تنوع زئوپلانکتونی نسبت به فصول دیگر در استخر به سبب تولیدهای بالای این اکوسیستم و به‌طور طبیعی تنوع بالا خواهد بود (خلفه نیل‌ساز، ۱۳۸۸؛ Sipauba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۰). به‌طورکلی شاخص‌های بوم شناختی مختلف تنوع، غناء و یکنواختی تعیین کننده شرایط کیفیت آب هستند. شاخص شانون به‌عنوان شاخص مناسب ارزیابی کیفیت آب بیان می‌گردد. همچنین غنای گونه‌ای بالا نشان‌دهنده زنجیره غذایی بالا می‌باشد و شاخص غنای بالاتر نشان‌دهنده پایدار بودن آن اکوسیستم نسبت به سایر فصل‌ها یا استخرها می‌باشد (Rajagopal و همکاران، ۲۰۱۰).

از دلایل تأثیرگذار بر الگوی تنوع و ترکیب گونه‌ای جوامع زئوپلانکتونی مورد بررسی در مزارع پرورش ماهی که تحت تأثیر مدیریت و محیط خارج استخر می باشد می‌توان به فاکتورهای تغییرات آب و هوایی همچون فصول بارانی و ورود جریان آب تازه، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب همچون دما، درجه اسیدیته (pH)، حاصلخیزی، غلظت یون‌های شیمیایی، دریافت مواد آلی بالا یا مواد مغذی همچون ترکیبات فسفر و نیتروژن که تعیین‌کننده تنوع و تراکم فیتوپلانکتونی در فصول و زمان مختلف است و غذای مورد استفاده جهت تغذیه ماهیان، کوددهی، غذای باقیمانده و جوامع شکارچی و مدیریت اکوسیستم اشاره کرد. البته بارش باران نیز دارای تأثیر مثبتی بر تولیدهای مزارع پرورش ماهی دارد و می‌تواند عامل افزایش یکنواختی و کاهش تنوع پلانکتونی در فصل بارش باران نیز باشد (Shurin و همکاران، ۲۰۰۰؛ Kumari و همکاران، ۲۰۰۷؛ Rajagopal و همکاران، ۲۰۱۰؛ Sipauba-Tavares و همکاران،

۲۰۱۰؛ Dagaonkar و Prakash، ۲۰۱۲). به‌طورکلی بعد از انجام کوددهی در استخرهای پرورش ماهیان خاویاری کاهش تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها مشاهده گردید (حدادی مقدم و همکاران، ۱۳۸۰) که دلایل احتمالی آن می‌تواند نیاز به‌مدت زمان لازم برای جذب مواد مغذی کود در پیکره آب و تولیدکنندگان اولیه و چرخه زیستی و تولیدمثلی گونه‌ای باشد که یک وقفه زمانی را ایجاد می‌کند.

ترکیبی از شاخص‌های بوم شناختی تنوع، غنا، غالبیت و یکنواختی در استخرهای پرورش ماهیان گرم‌آبی اطلاعات با ارزشی از این اکوسیستم آبی در اختیار پرورش‌دهندگان و محققین فراهم می‌آورد تا شناخت خود را بیش از گذشته از این محیط افزایش دهند، تا بتوانند با اعمال روش‌های مدیریت کارآمد با ایجاد شرایط متعادل زیستی طبیعی، میزان تولیدات خود را در واحد سطح (هکتار) افزایش دهند (Khalili و Abd El Rahman، ۱۹۹۷). در ارتباط با شاخص تنوع اگر چه استخرهای با تنوع بیشتر نشان‌دهنده کیفیت خوب آب هستند ولی میزان تنوع پایین کمتر از یک نیز دلیل بر آلودگی شدید و پایین بودن کیفیت آب نمی‌باشد. شاخص تنوع پایین در پیکره اکوسیستم‌های آبی در واقع شاخص وجود آلودگی نمی‌باشند، زیرا در این شرایط باید تلفات ۱۰۰ درصد ماهیان پرورشی مشاهده گردد ولی واقعیت زیستی ماهیان بر خلاف وضعیت پیش‌بینی شده می‌باشد و خصوصاً در استخرهای مورد آزمایش حاضر که الگوی تحقیقاتی هستند، ماهیان براساس وجود دامنه مشخص زیستی به زندگی خود ادامه می‌دهند و هیچ خطری از جنبه آلودگی محیطی آنها را تهدید نمی کند. اما دلیل احتمالی اصلی آن می‌تواند شرایط فیزیکی غالب بر مکان مورد آزمایش حاضر از جنبه مدیریتی باشد (Kumari و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به‌عدم مشاهده نمونه‌های شاخص محیط‌های مزواولیگوتروف همچون *Bosmina* sp. و *Argyrodiaptomus furcatus* از گروه کلادوسراها و کوپه پودها می توان اشاره نمود که این استخرها جزو این گروه قرار نمی‌گیرند (Sipauba-Tavares و همکاران، ۲۰۱۰). به‌طورکلی با وجود ورود دایمی منابع مواد آلی و مغذی طی دوره پرورش از محیط بیرون استخر با انجام عمل کوددهی براساس نظر مدیریت مزرعه این استخرها جزو استخرهای گروه یوتروف (پرغذا) طبقه‌بندی می‌شوند.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. باکتری‌ها، قارچ‌ها و بی‌مهرگان آب شیرین. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، مدیریت اطلاعات علمی. ۵۱۶ صفحه.

حدادی مقدم، ک.، احمدی، م.ر.، و کیوان، ا.، ۱۳۸۰. بررسی زئوپلانکتون‌های موثر در تغذیه بچه ماهیان ازون برون (*Acipencer stellatus*) در استخرهای خاکی. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۰، صفحه‌های ۱۴-۱.

خلفه نیل‌ساز، م.، ۱۳۸۸. بررسی فراوانی وتنوع زیستی پلانکتونی تالاب شادگان به‌منظور تعیین وضعیت تروفیکی. مجله بیولوژی دریا، سال ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، صفحات ۱ الی ۱۳.

ریاضی، ب.، ۱۳۸۱. بررسی زئوپلانکتون‌های تالاب گمیشان. مجله محیط‌شناسی، شماره ۲۹. صفحات ۳۵ الی ۴۴.

زرگر، م.، ۱۳۸۴. راهنمای جامع SPSS 13 همراه با تمرین‌های علمی و کاربردی. انتشارات بهینه، تهران، ۵۵۶ صفحه.

محمدزاده، م.، نظامی بلوچی، ش.، کیوان، ا.، و خارا، ح.، ۱۳۸۸. بررسی تنوع و تراکم مکانی و زمانی گروه‌های زئوپلانکتونی تالاب امیر کلایه لاهیجان، مجله علوم زیستی، دانشگاه آزاداسلامی واحد لاهیجان، سال ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، صفحات ۶۱ الی ۶۹.

وبرگن، س.، ۱۳۸۱. اطلس رنگی پلانکتون شناسی. ترجمه: اسماعیلی ساری، ع. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۱۳۳ صفحه.

American Public Health Association (APHA), 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition, New York.

Aranguren-Riano, N., Guisande, C., and Ospina, R., 2011. Factors controlling crustacean zooplankton species richness in Neotropical lakes. Journal of Plankton Research 33, 8: 1295-1303.

Aslam, M., 2009. Diversity, Species richness and evenness of moth fauna of peshawar. Pakistan Entomology 31, 2: 99-102.

Baoshan, C., Honggang, Z., Zhiming, Z., and Xiaoyun, F., 2012. Species diversity and distribution for zooplankton in the intertidal wetlands of the Pearl River estuary, China. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling. Proceedia Environmental Science 13, 2383-2393.

Dagaonkar, A., and Prakash, M.M., 2012. Study of diversity indices (zooplankton) at Munj Sagar Talab, Dhar Madhya Pradesh, India. International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences 2, 1: 1-7.

Edmondson, W.T., 1959. Freshwater biology. New York. London. Wiley, J., Sons, I., 1248 pp.

Gozdziejewska, A., and Tucholski, S., 2011. Zooplankton of fish culture ponds periodically fed with treated wastewater. Polish Journal of Environmental Studies 20, 1: 67-79.

Khalili, M.T., and Abd El Rahman, N.S., 1997. Abundance and diversity of surface zooplankton in the Gulf of Aqaba, Red Sea, Egypt. Journal of Plankton Research 19(7), 927-936.

Kumari, S., Ghosh, C., and Jayaraman, G., 2007. Phytoplankton composition, community structure and regional climatic variations in two tropical model ponds in India. Asian Journal of Water, Environment and Pollution 4, 2: 123-128.

Maosen, H., 1983. Freshwater Plankton Illustration. Agricultural Publishing. 170 pp.

Mitra, G., Mukhopadhyay, P.K., and Ayyappan, S., 2007. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen pond: Nutritional implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles. Aquaculture 272: 346-360.

Qi, J.W., An, X.P., Du, Z.H., and Zhang, J.H., 2012. Structure of zooplankton community in Hulun Lake, China. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modelling. Procedia Environmental Sciences 13, 1099-1109.

Rajagopal, T., Thangamani, A., Sevarkodiyone, S.P., Sekar, M., and Archunan, G., 2010. Zooplankton diversity and physic-chemical conditions in three perennial ponds of Virudhunagar district, Tamilnadu. Journal of Environmental Biology 31, 265-272.

Shin, H.W., and Soon Park, K., 2007. Studies on phyto-and-zooplankton composition and its relation to fish productivity in a west coast fish pond ecosystem. Journal of Environmental Biology, 28, 2: 415-422.

Shinde, S.E., Pathan, T.S., and Sonawane, D.L., 2012. Seasonal variations and biodiversity of phytoplankton in Harsool-savangi dam, Aurangabad, India. Journal of Environmental Biology 33, 643-647.

Shurin, J.B., Havel, J.E., Leibold, M.A., and Pinel-Alloul, B., 2000. Local and Regional zooplankton species richness: A scale-independent test for saturation. Ecology 81(11), 3062-3072.

Singh, E., 2012. Comparative Analysis of Diversity and Similarity Indices with Special Relevance to Vegetations around Sewage Drains. World Academy of Science, Engineering and Technology 69, 735-737.

Sipauba-Tavares, L.H., Rey Millan, R., and Magalhaes Santeiro, R., 2010. Characterization of a plankton community in a fish farm. Acta Limnologica Brasiliensia, 22, 1: 60-69.

Vasanth Kumar, B., Khajure, P.V., and Roopa, S.V., 2011. Aquachemistry, zooplankton and bacterial diversity in three ponds of Karwar District, Karnataka. Recent Research in Science and Technology 3, 4: 39-48.

Verreth, J., 1990. The accuracy of population density estimates of a horizontally distributed zooplankton community in Dutch fish ponds. Hydrobiologia 203, 53-61.

Yeamin Hossain, M.D., Jasmine, S., Ibrahim, A.H.M.D., Faruque Ahmed, Z., Ohtomi, J., Fulanda, B., Begum, M., Mamun, A., El-Kady, M.A.H., and Abdul Wahab, M.D., 2007. A preliminary observation on water quality and plankton of an earthen fish pond in Bangladesh: recommendation for future studies. Pakistan Journal of Biological Science 10, 6: 868-873.