شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳
صفحات ۱۸۳-۱۷۳

تأثیر کوددهی، تولید و انتقال فیتوپلانکتون بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و تغییرات پلانکتون‌ها در استخرهای پرورشی بچه ماهیان کپورهای چینی

غلامرضا رفیعی[۱*]، مهران مسلمی [۲]، مهرداد فرهنگی[۳]، هادی پور باقر[۳]

۱. استاد گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲. دانش‌آموختهٔ دکتری، گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشیار گروه شیلات، داشنکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۳۰

چکیده

تحقیق حاضر در استخرهای پرورش ماهی چپکرود جویبار انجام شد. در این آزمایش تأثیر کوددهی، تولید و انتقال پلاکتون بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و تغذیهٔ کپور ماهیان و با تنظیم نسبت‌های کربن/نیتروژن/فسفر C:N:P در استخرهای پرورشی، به‌ترتیب برابر ۱: ۷/۵: ۸۸/۶ مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش را ۱) کوددهی با میزان ۶۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال، ۲) کوددهی با میزان ۱۲۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال، ۳) کوددهی با میزان ۶۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال و تیماردهی فیتوپلانکتونی و ۴) کوددهی با میزان ۱۲۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال و تیماردهی فیتوپلانکتونی تشکیل دادند. در پایان این آزمایش تیمار ۴ بهترین شرایط رشد را برای ماهی کپور فراهم کرد. بالاترین تولید اولیه و تعداد فیتوپلانکتون در واحد حجم نیز به‌ترتیب در تیمار ۴ و ۳ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۱ و ۲ داشت ($P<۰/۰۵$). شاخص‌ترین فیتوپلاکتون‌های موجود در استخرهای پرورشی عبارت بودند از: آنکیرا، کلرلا، سندسموس، تتراستروم، اسپیروژیرا، ناویکولا و جلبک‌های رشته‌ای و عمده‌ترین زیوپلاکتون‌ها و بنتوزها شامل: روتیفر، دافنی، کوپه‌پود، سراتوپوگونیده و تیولید بوده است. بنابراین با توجه به اهداف تحقیق که افزایش تولید در واحد سطح و تعیین بهینهٔ میزان کوددهی بوده است؛ تیمار ۴ آزمایش که شامل کشت پلانکتون و انتقال آن، باغلظت کوددهی ۱۲۰۰۰ کیلوگرم برهکتار در سال بهترین غلظت کوددهی می‌باشد که اگر در این کود مخلوط کود ورمی کمپوست را به‌عنوان یک شاخص وارد نماییم نتایج مطلوب‌تری خواهیم گرفت.

واژگان کلیدی: نسبت CNP، کوددهی، انتقال فیتوپلانکتون، ورمی کمپوست، کپور ماهیان چینی، تولید اولیه

* نویسنده مسئول: غلامرضا رفیعی
Email: ghrafiee@ut.ac.ir

Journal of Fisheries
Vol. 77, No. 2, Summer 2024
pp. 173-183

Plankton and fertilizers transferring to the ponds and their effects on growth and survival of chinese carps

Gholamreza Rafiee[1*], Mehran Moslemi[2], Mehrdad Farhangi[3], Hadi Poorbagher[3]

1. Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. PhD graduate, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 03-Sep-2022 **Accepted: 18-Apr-2024**

Abstract

The present study was conducted in Chapkrud Joibar fish rearing farm and the effect of plankton and fertilizers transferring to the ponds and their effects on growth, survival of carps and plankton changes in pond were investigated. The ratios of C:N:P 88.6:7.5:1 adjusted for all treatments. The treatments consisted of 1- fertilization with 6000kg/ha per year, 2- fertilization with 12000kg/ha per year, 3- fertilization with 6000kg/ha/year and phytoplankton treatment and 4- fertilization with 12,000kg/ha per year and phytoplankton treatment. At the end of this experiment, treatment 4 provided the best growth conditions for rearing of carps. The highest initial production and number of phytoplankton per unit were observed in treatments 4 and 3, respectively, and had a significant difference with treatments 1 and 2 (P<0.05). The *Ankyra*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Tetrastrum*, *Spirogyra*, *Navicula* and filamentous algae had the highest frequency of phytoplankton in ponds as primary productions. The main zooplanktons and benthos of the ponds were Rotifer, Daphnia, Copepoda, Seratopogonide and Vetivolid. Therefore, according to the research objectives, increasing the production per unit area and optimizing the amount of fertilization in pond. Treatment 4 including plankton, and fertilization with concentration of 12,000kg/year had the best results, which if it mixed with vermicompost fertilizer will improve the carps culture system.

Keywords: CNP ratio, Fertilizing, Phytoplankton transferring, Vermicompost, Chinese carps, Primary production

* Corresponding author: Gholamreza Rafiee Email: ghrafiee@ut.ac.ir

۱. مقدمه

مدیریت بوم‌سازگان‌های آبی برای پرورش کپورماهیان متکی به شناخت نیازهای غذایی ماهیان پرورشی و ایجاد محیطی مناسب برای زیست و رشد جانوران موجود در استخرها پرورشی است. در ایران همان‌طور که ذکر شد با توجه به توسعهٔ علم آبزی‌پروری و ارائهٔ دیدگاه‌های جدید برای پرورش کپور ماهیان و سایر گونه‌های پرورشی، برخورد اکوسیستمی یا بوم‌سازگانی، به محیط پرورشی ماهی به‌عنوان روشی جدید برای پرورش آبزیان می‌تواند مطرح باشد. در حال حاضر در بیشتر موارد، هنوز از روش‌های قدیمی و سنتی برای پرورش کپور ماهیان استفاده می‌شود و دستورالعملی قدیمی شامل آیش‌گذاری، آهک‌دهی، کوددهی (کود گاوی) و مصرف کودهای معدنی اوره و فسفات رایج است. در بسیاری از نقاط دنیا تنظیم میزان مواد مغذی در آب و متناسب با نیازهای اکوسیستم پرورشی یعنی مبتنی بر نیازهای ماهی هدف، میکرو ارگانیسم‌ها، جلبک‌ها و زئوپلانکتون‌ها و تنظیم زیست‌تودهٔ آن‌ها در اکوسیستم پرورشی دارای اهمیت است. این موارد به کیفیت محیط پرورش و در قالب سوپ یونی و مواد مغذی موجود در آن اشاره دارد تا حداکثر کارایی سیستمی به‌وجود آید. بنابراین، برای پرورش کپور ماهیان از مواد مغذی معدنی جدید حاوی ریز و درشت مغذی‌ها و یا از کودهایی آلی مانند ورمی‌کمپوست که مرحله‌ای از فرآیند معدنی شدن را گذارنده است و نیز حضور میکروارگانیسم‌های خاص مانند باکتری‌های مؤثر در عملکرد معدنی کردن و یا پروبیوتیک‌های در استخرها یا مخازن پرورشی، استفاده می‌شود. چگونگی باروری سامانهٔ پرورشی، برای رسیدن به حداکثر ماندگاری و رشد موجودات هدف دارای اهمیت است و در دستور کار قرار دارد (Sikder, 2016). با توجه به شرایط اقلیمی کشور و نیاز روز افزون به تولید مواد پروتئینی از طریق تولید گوشت ماهیان، و کاهش وابستگی به واردات نهاده‌ها مانند پودر ماهی، پرورش کپور ماهیان می‌تواند در الویت قرار گیرد.

در بیشتر موارد تنظیم نسبت N:P در استخر و تأثیر آن تصادفی تعیین می‌شود (Sengupta, 2015). در مورد ارتباط بین ترکیب گونه‌های پلانکتونی و تولید ماهی ارزیابی دقیقی انجام نشده است. برای دستیابی به بهینهٔ ذخایر و تراکم ماهی و زیست‌تودهٔ فیتوپلانکتونی و زئوپلانکتونی و چگونگی حفظ این تراکم، نیاز به پژوهش‌های مستمر است زیرا کاربرد کافی کودهای مخلوط تحت شرایط آب و هوایی مختلف و با توجه به روش‌های متفاوت پرورشی، نیاز به بهینه‌سازی و ارائهٔ دستوالعمل‌های خاص دارد. در غنی‌سازی استخرهای پرورش ماهی استفادهٔ منفرد از کودهای شیمیایی هزینه‌بر است و نیز اثرات سوء بر ساختار بستر، میکروارگانیسم‌ها و سایر ویژگی‌های استخر نیز می‌تواند داشته باشد. با ترکیب کودهای شیمیایی با کودهای آلی با دامنهٔ مشخص از کربن-نیتروژن و فسفر می‌توان غنی‌سازی و تولید آبزی را اقتصادی‌تر کرد. همچنین ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌عنوان یک غذای مستقیم برای ماهی و به‌منظور غنی‌سازی ارگانیسم‌های اتوترف طبیعی بکار رود (Cha, 1998). ورمی‌کمپوست حاوی باقی‌مانده‌های بدن کرم خاکی، ترکیبات آهن‌دار، پروتئین، هورمون‌های رشد و غیره را برای ماهیان در حال رشد فراهم می‌کند (Cha, 1998). هم چنین ورمی‌کمپوست، کود ارزانتری نسبت به سایرکودها در پرورش کپور ماهیان است.

ورمی کمپوست یک منبع طبیعی جایگزین برای کود گران قیمت و غذای ماهی برای تولید محصول بالاتر را تشکیل می‌دهد (Mitra, 1997). استفاده از کود ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک فرآوری جدید در غنی‌سازی استخر در کود مخلوط نیز معرفی و بررسی شده است. بنابراین دراین تحقیق تلاش شد که با توجه به شناختی که از اجزاء بوم‌سازگان و روابط حاکم بر آن‌ها در استخرهای پرورش ماهی وجود دارد، از مواد مغذی برای افزایش تولید فتوسنتزکنندگان و به‌دنبال آن زئوپلانکتون‌ها به‌عنوان مصرف‌کنندگان آن‌ها، بوم‌سازگان‌هایی متعادل و بارور را برای تولید حداکثر ماهیان پرورشی ایجاد نمود. تأثیر کودهای مخلوط و غلظت آن‌ها بر موجودات متفاوت (فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون) و ارتباط آن‌ها با تولیدات اولیه و کیفیت آب در شرایط آب و هوایی ایران نیز مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. طرح آزمایش

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی شامل: ۴ تیمار و ۲ تکرار انجام گرفت. ابتدا در ۴ حوضچه با ابعاد ۲×۱متر پلانکتون تولید شد و سپس به هر واحد آزمایش، یعنی یک استخر پرورش ماهی به ابعاد ۳۰×۵×۱متر مربع با پمپاژ، آب منتقل شد. تعداد ماهی ورودی به هر واحد آزمایش، ۱۰۶ قطعه

بود و درصد ماهیان شامل ۵۰ درصد ماهی فیتوفاگ، ۲۵ درصد ماهی کپور، ۱۵ درصد ماهی بیگ‌هد و۱۰درصد ماهی آمور بود. تیمارهای آزمایش را ۱) کوددهی با میزان ۶۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال، ۲) کوددهی با میزان ۱۲۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال، ۳) کوددهی با میزان ۶۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال و تیماردهی فیتوپلانکتونی و ۴) کوددهی با میزان ۱۲۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در سال و تیماردهی فیتوپلانکتونی تشکیل دادند. بنابراین در این آزمایش در دو تیمار انتقال پلانکتون وارد شد و با سایر غلظت‌های مختلف کوددهی مقایسه گردید.

۲.۲. اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب

خواص فیزیکی و شیمیایی آب شاملpH، O_2، NH_3، NO_2و NO_3 و دمای آب با دستگاه اندازه‌گیری خواص آب به نام مولتی مترپرتابل مدل ۹۸۱۴ سنجش شد و اعداد جهت محاسبات بعدی یادداشت گردید.

۳.۲. بررسی شاخص‌های رشد ماهیان

شاخص‌های رشد ماهی با اندازه‌گیری وزن نهایی ماهی و مقایسهٔ آن با وزن اولیه محاسبه شد و رشد ماهی درتیمارهای مختلف مورد مقایسه قرارگرفت.

۴.۲. روش شناسایی گونه‌های پلانکتونی

شناسایی دقیق گونه‌های پلانکتونی با استفاده ازکلیدهای شناسایی معتبر (Charls, 2003) صورت گرفت وگونه‌های مختلف درتیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرارگرفت

۵.۲. روش کود دهی

چهارتیمارمختلف کوددهی براساس مخلوط کردن کودهای مختلف باغلظت‌های متفاوت جهت غنی‌سازی استخرها مورد استفاده قرارگرفت و درنهایت مناسب‌ترین تیمار شناسایی و معرفی شد.

۶.۲. شرح آزمایش

کود مرغی، گاوی، کمپوست به‌همراه سوپرفسفات و اوره تهیه و مخلوط گردید. مخلوط کودها جهت ایجاد یک نسبت C:N:P ثابت ۱: ۷/۵: ۸۸/۶ بود. که برای کوددهی بهینهٔ استخرها بکار رفت. در تیمارهای ۱ و ۲ کوددهی به‌صورت هفتگی انجام شد. در تیمارهای ۳ و ۴ کوددهی در طول دوره به‌صورت هفتگی در حوضچهٔ پلانکتون انجام شد و پس از ۲۴ ساعت پلانکتون‌های تولیدی به‌صورت پمپاژ انتقال داده شدند.

۷.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

زیست توده پلانکتون‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excel نسخهٔ ۲۰۱۶و SPSS نسخهٔ ۲۰۲۱صورت گرفت (Gome, 1981). ا ز آزمون تجزیه واریانس برای مقایسهٔ داده‌ها استفاده شد همچنین برای به‌دست آوردن همبستگی بین فاکتورهای مختلف از آنالیز RDA استفاده شد که همبستگی مثبت و منفی بین پارامترهای مختلف رانشان می‌دهد.

شکل ۱. چگونگی نمونه‌برداری از تیمارهای مختلف

شکل ۲. ماهیان نمونه‌برداری شده

۳. نتایج

داده های به‌دســـت آمده نشـــان داد که میانگین فراوانی پلانکتون در بین تیمارهای آزمایش، اختلاف معنی‌داری را در تمام ماه‌های مورد بررســـی نشـــان داد ($P<۰/۰۵$، جدول ۱). براســـاس نتایج، میانیگن فراوانی پلانکتون در تیمار ۶۰۰۰ در مهر ماه دارای کم‌ترین مقدار و در تیمار انتقال پلانکتون و غلظت ۱۲۰۰۰ در مرداد ماه دارای بیش‌ترین مقدار بود.

داده‌های به‌دست آمده در جدول ۲ نشان داد که میانگین تولید ناخالص اولیه در بین تیمارهای آزمایش، اختلاف معنی‌داری را در تمام ماه‌های آزمایش (به‌جز تیر ماه) دارد. میانیگن تولید ناخالص اولیه در تیمار ۶۰۰۰ در مهر ماه دارای کم‌ترین مقدار و در تیمار انتقال پلانکتون و غلظت ۱۲۰۰۰ در مرداد ماه دارای بیش‌ترین مقدار بود.

جدول ۱- میانگین(میانگین±SD) فراوانی پلانکتون در چهار تیمار (انتقال پلانکتون) در ماه‌های مختلف

تیمار	زمان			
	تیر	مرداد	شهریور	مهر
۱	۴۲۰۰۰۰±۰/۰۰^{b**}	۴۷۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶ ^{d**}	۲۱۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶ ^{c**}	۱۱۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶ ^{c**}
۲	۴۸۰۰۰۰±۰/۰۰^{ab}	۵۰۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{c}	۲۳۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{c}	۱۸۰۰۰۰±۰/۰۰^{b}
۳	۵۱۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{a}	۵۳۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{b}	۲۷۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{b}	۱۹۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{ab}
۴	۵۴۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{a}	۵۷۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{a}	۴۲۰۰۰۰±۰/۰۰^{a}	۲۱۵۰۰۰±۷۰۷۱/۰۶^{a}

**حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنی‌دار در بینمیانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

*حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد

جدول۲ - میانگین (میانگین±SD) تولید ناخالص اولیه در چهار تیمار (انتقال پلانکتون) و چهار زمان

تیمار	زمان			
	تیر	مرداد	شهریور	مهر
۱	۶۳۰±۲/۸۲*^{a}	۷۳۷/۵۰±۳/۵۳^{d**}	۳۴۳±۱/۴۱^{d**}	۱۵۶±۱/۴۱^{d**}
۲	۷۱۰/۵۰±۲/۱۲^{a}	۸۲۲/۵۰±۰/۷۰^{c}	۵۳۱±۱/۴۱^{c}	۳۴۳/۵۰±۲/۱۲^{c}
۳	۷۱۹/۵۰±۳/۵۳^{a}	۸۳۳/۵۰±۲/۱۲^{b}	۵۶۸±۱/۴۱^{b}	۳۶۹/۵۰±۳/۵۳^{b}
۴	۷۷۱/۵۰±۰/۷۰^{a}	۹۱۵/۵۰±۲/۱۲^{a}	۶۲۱/۵۰±۰/۷۰^{a}	۴۲۳/۵۰±۰/۷۰^{a}

**حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

*حروف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد

با توجه به داده‌های جدول ۳ میانگین تیمارها در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که بیانگر تفاوت معنی‌دار بین گروه‌هاست. همچنین نتایج نشان می‌دهد که به‌ترتیب تیمارهای چهارم، سوم، دوم و یکم بیشترین تأثیر را بر تغییر وزن کپور ماهیان دارند.

عوامل مؤثر بر فراوانی پلانکتون‌ها عبارتند از:

T, pH, O_2, NO_2, NO_3, NH_4, PO_4

جدول ۳- نتایج آزمون توکی بررسی اثر اصلی تیمار بر وزن ماهیان

	تیمار	تعداد	۱	۲	۳	۴
کپور نقره‌ای	۱	۲	۲۷/۸۷۵			
	۲	۲		۳۲/۱۲۵		
	۳	۲			۳۴/۸۷۵	
	۴	۲				۴۰/۸۷۵
	سطح معنی‌داری	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تیمار	تعداد	۱	۲	۳	۴
کپور معمولی	۱	۲	۳۰/۱۲۵			
	۲	۲		۳۴/۵		
	۳	۲			۳۷/۱۲۵	
	۴	۲				۴۲
	سطح معنی‌داری	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تیمار	تعداد	۱	۲	۳	۴
کپور سرگنده	۱	۲	۳۵/۲۵			
	۲	۲		۳۹/۱۲۵		
	۳	۲			۴۲/۶۲۵	
	۴	۲				۴۹/۵
	سطح معنی داری	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تیمار	تعداد	۱	۲	۳	۴
کپور علفخوار	۱	۲	۱۰/۶۲۵			
	۲	۲		۱۴/۶۲۵		
	۳	۲			۱۷/۱۲۵	
	۴	۲				۲۰/۵۰
	سطح معنی داری	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

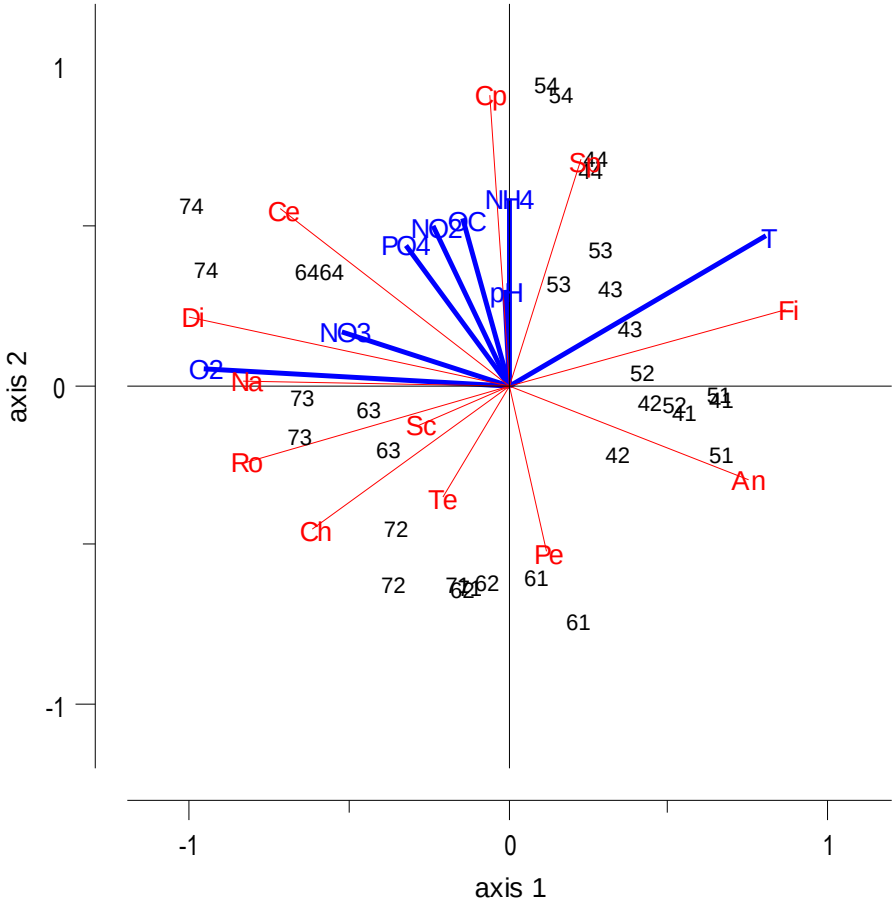
اثر عوامل شیمی آب بر پلانکتون‌ها درجدول ۴ نشان داده شده است: براساس نتایج، کاهش متوالی مقادیر ویژه نشان داد که داده‌های مربوط به گونه‌های پلانکتون و عوامل شیمی آب به درستی سازماندهی شده‌اند و ساختار به‌دست آمده در مجموعهٔ داده‌ها شانسی نبوده است. با توجه به نتایج، تجزیهٔ افزونگی RDA عوامل مربوط به محورهای اول و دوم رسته‌بندی، به‌ترتیب ۵۲ و ۲۷ درصد از تغییرات تولید گونه‌های پلانکتونی را نشان دادند.

شکل ۳ نمودار رسته‌بندی RDA گونه‌های پلانکتونی شاخص‌های شیمیایی آب را نشان می‌دهد. براساس نتایج، گونه پلانکتونی کوپه‌پود، همراه با عوامل PH و NH_4 در تیمار چهارم و ماه مرداد، گونهٔ اسپیروژیرا در تیمار چهارم و ماه تیر، با شاخص‌های OC و NO_2 درمحور دوم همبستگی مثبت دارند. گونهٔ پلانکتونی دیاتومه با شاخص NO_3، ناویکولا همراه با شاخص O_2 در تیمار سوم و ماه مهر، گونه‌های روتیفرو سندسموس در تیمار سوم و ماه‌های شهریور و مهر با محور اول همبستگی منفی دارند. همچنین گونهٔ پدیاستروم در تیمار اول و ماه شهریور با محور دوم همبستگی منفی دارد. گونهٔ جلبک‌های رشته‌ای در تیمار دوم و ماه مرداد همراه با دما در تیمار سوم و ماه تیر و گونه انکیرا در تیمار اول و ماه مرداد با محور اول همبستگی مثبت دارند. بین بقیه گونه‌های پلانکتونی و شاخص‌های شیمیایی آب با محورها همبستگی ضعیفی وجود داشت. فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتونی نشان می‌دهد که در تیمار چهارم بالاترین فراوانی فیتوپلانکتون‌ها

مشاهده می‌شود (جدول ۵ و شکل ۴).

جدول ۴- مقادیر ویژه و واریانس تبیین شده

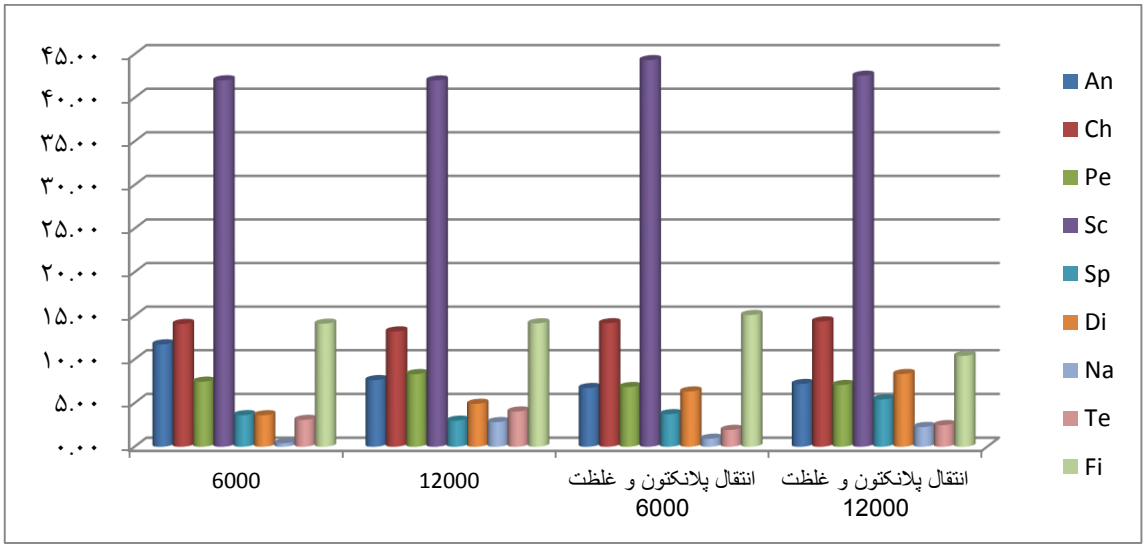
محورها	مقدار ویژه	واریانس تبیین شده
محور اول	۰/۳۲۷	۵۲/۱۵۸
محور دوم	۰/۱۷۲	۲۷/۴۰۵



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی RDA گونه‌های پلانکتونی شاخص‌های شیمیایی آب

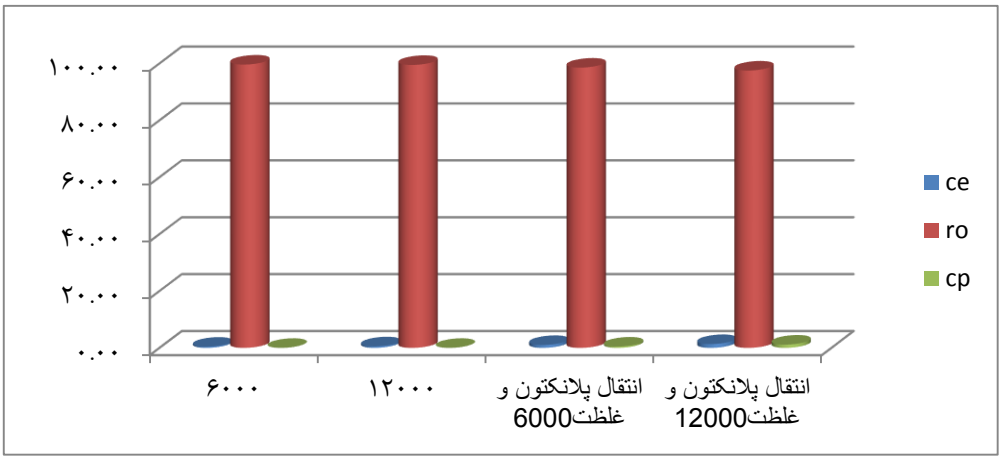
جدول ۵- درصد فراوانی گونه های فیتوپلانکتونی سندسموس(SC)در تیمارهای مورد مطالعه

تیمارها	گونه ها								
	AN	CH	PE	SC	SP	DI	NA	TE	FI
۶۰۰۰	۱۱/۷۲	۱۴/۰۵	۷/۴۵	۴۲	۳/۶۱	۳/۶۱	۰/۴	۳/۰۸	۱۴/۰۸
۱۲۰۰۰	۷/۶۳	۱۳/۲	۸/۳۱	۴۱/۹۸	۲/۹۸	۴/۹۱	۲/۸۲	۴/۰۴	۱۴/۱۲
انتقال پلانکتون و غلظت ۶۰۰۰	۶/۷۲	۱۴/۱۴	۶/۸۳	۴۴/۳۲	۳/۷۳	۶/۳۳	۰/۹۲	۱/۹۳	۱۵/۰۸
انتقال پلانکتون و غلظت ۱۲۰۰۰	۷/۱۸	۱۴/۳۴	۷/۰۷	۴۲/۵۳	۴۱/۳۵	۸/۳۲	۲/۲۶	۲/۴۸	۱۰/۴



شکل ۴- نمودار درصد فروانی گونه‌های فیتوپلانکتونی در تیمارهای مورد مطالعه

نتایج نشان داد که برتری محسوس زئوپلانکتون‌ها وبنتوزها درتیمارچهارم مشاهده می‌شود (شکل ۵، جدول ۶).



شکل ۵- نمودار درصد فروانی گونه‌های زئوپلانکتونی و بنتوز در تیمارهای مورد مطالعه

جدول ۶-درصد فروانی گونه‌های زئوپلانکتونی وبنتوز در تیمارهای مورد مطالعه

تیمارها	گونه‌ها		
	CE	RO	CP
۶۰۰۰	۰/۴۱	۹۹/۵۹	۰
۱۲۰۰۰	۰/۵۳	۹۹/۴۷	۰
انتقال پلانکتون و غلظت ۶۰۰۰	۱/۰۲	۹۸/۵۲	۰/۴۶
انتقال پلانکتون و غلظت ۱۲۰۰۰	۱/۳۵	۹۷/۵	۱/۱۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

در میان کودهای تجزیه‌شده، ورمی کمپوست در تمام مواد مغذی اصلی، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، تقویت کننده‌های رشد و غیره غنی است (Mitra, 1997; Bhusan, 2003). ورمی‌کمپوست شکلی از کود آلی است که می‌تواند به‌وسیلهٔ کرم خاکی از مواد زائد آلی متبوع تولید شود. گزارش شده است که ارزش غنی‌سازی ورمی‌کمپوست در مقایسه با کودهای گاوی خام و کود مرغی و نیز اثر آن‌ها روی هیدروبیولوژی آب بالاتر بوده است (Suho Cana, 2009). فراوانی پلانکتون به‌طور معنی‌داری در تیمار ۴ بالاترین مقدار بود و پس از آن به‌ترتیب تیمارهای ۳ و ۲ و ۱ قرار گرفتند. بالاترین فراوانی پلانکتون در ماه مرداد مشاهده شد. تولید ناخالص اولیه در چهار تیمار نیز معنی‌دار بود و بالاترین تعداد فیتوپلانکتون در تیمار ۴ ثبت شد. بررسی تنوع زیستی نشان داد که تیمار ۳ و ۴ به‌ترتیب بالاترین تنوع زیستی زئو پلانکتون را طبق شاخص شانون دارند.

گزارش شده است که میزان شاخص‌های کیفی آب مانند دما، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، کربن آلی و PH دارای بالاترین میزان محصول ماهی و تولید اولیه را دارند. در این پژوهش، نقش این شاخص‌ها در فراوانی پلانکتون، تولید اولیه و رشد ماهی به‌خوبی مشخص شد (Boyd, 1982) و بیشترین فراوانی پلانکتونی در تیمار ۴ مشاهده شد که بهترین کیفیت را از نظر مواد مغذی داشت. بیشترین میانگین وزن کپور نقره‌ای در تیمارهای به‌ترتیب در تیمارهای چهارم، سوم، دوم، و یکم مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ شرایط بهینهٔ کیفی آب در تیمار چهارم نسبت به سایر تیمارها بود. در این راستا Chalrabtry (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای بالاترین میزان پلانکتون و رشد ماهی را در استخرهایی با تیمار ورمی‌کمپوست و کود آلی سنتی عنوان است. نکته قابل توجه این است که در استخرهایی که کود ورمی‌کمپوست جهت حاصلخیزی آب بکار برده شده است میزان اکسیژن محلول بالاتری در مقایسه با استخرهای دارای کود گاوی را نشان داده‌اند که می‌تواند ناشی از فراوانی بیشتر فیتو پلانکتون‌ها در استخر پرورشی باشد (Ansal, 2006). بیشترین محصول ماهی در تیماری به‌دست آمد که میزان ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کوددهی شد و کوددهی در مخزن پرورش پلانکتون به شکل انتقال پلانکتون جهت تولید زئوپلانکتون بالاتر و کیفیت آب بهتر با میزان اکسیژن محلول بالا ایجاد شد. این موضوع نشان‌دهندهٔ ایجاد شرایط بهتر و تعادل بین تولید و مصرف فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در محیط پرورشی است که تعادل اکسیژنی بهری را نیز به‌همراه دارد. کاربرد مستقیم ورمی‌کمپوست به‌عنوان غذا برای ماهی کپور معمولی نیز مورد تأیید است، چون رشد ماهی کپور به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش نشان داد. کاربرد ورمی‌کمپوست به‌عنوان غذا توسط سایر پژوهشگران نیز تأیید شده است (Leventer, 1987).

در این پژوهش گونه‌های جلبکی مشاهده شده با در نظر گرفتن شاخص‌های محیطی و تغذیه‌ای شناسایی شد. بیشتر گونه‌های جلبکی خودپرورهای نوری‌اند (Paul, 2011) و از نور و دی‌اکسیدکربن برای ساخت مواد استفاده می‌کنند، برخی نیز، خودپرور واقعی بوده و به نور احتیاج ندارند و می‌توانند از مواد آلی نظیر قندها و اسیدهای آلی، انرژی و کربن دریافت کنند. اما تعدادی دیگر چندگانه پرور بوده و می‌توانند در روشنایی یا تاریکی رشد و نمو کنند (Pulay, 2004). جلبک‌های هتروتروف و میکسوتروف در همهٔ رده‌ها یافت می‌شوند. جلبک‌های فتواتوتروف که می‌توانند به‌صورت هتروتروف نیز انرژی به‌دست آورند. با استفادهٔ همزمان از روشنایی و دی‌اکسیدکربن و همچنین مواد آلی، به‌میزان زیادتری رشد کنند (Dinesh, 1986). با توجه به اینکه هدف از کشت ریز جلبک‌ها، به‌دست آوردن بالاترین تراکم جلبکی در کمترین زمان است، استفاده از آب شور یا شیرین طبیعی با غنی‌سازی محدود نتایج مطلوب در پی نخواهد داشت (Tejido, 2019). در آب‌های طبیعی مختلف غلظت فلزات کمیاب به‌طور معمول کافی است، اما نیتروژن و یا فسفر اغلب محدود کننده هستند. محدودیت فسفر در آب شیرین رایج‌تر است، در حالی که در آب دریا محدودیت نیتروژن مشهودتر است. در برخی از آب‌ها سیلس غلظت کمی داشته و رشد دیاتومه‌ها را محدود می‌کند (Data, 1988).

گونه‌های پلانکتونی غالب مشاهده شده در این آزمایش را جلبک‌های رشته‌ای، کلرلا، آنکیرا، پدیاستروم، سندسموس، اسپیروژیرا، دیاتومه، ناویکولا و تتراستروم تشکیل دادند. برای کشت‌های رو باز اغلب فقط حداقل مواد مغذی ضروری تأمین می‌شود و بیشتر از کودهای نوع کشاورزی استفاده می‌شود (Leventer, 1987). بنابراین کوددهی داخل حوضچه‌ای با غلظت ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و ماندگاری آن به‌مدت ۲۴ ساعت که طبیعتاً پلانکتون تولید می‌نماید و سپس انتقال این پلانکتون به استخرهای پرورش ماهی، می تواند شاخص‌ترین شکل غنی‌سازی در استخرهای پرورش ماهی باشد.

شکل انتقال پلانکتون بهترین روشی است که می‌توان با

توجه به داده‌های پلانکتونی تولید اولیه و تولید نهایی به آن توجه نمود اگرچه می‌شود در مطالعات آینده کشت خالص جلبک‌هایی که بیشتر مورد تغذیه قرار می‌گیرند و نظارت بیشتر به فضای کشت پلانکتون به‌عنوان یک ایدهٔ جدید را طرح و مورد بررسی بیشتر قرار داد. با توجه به داده‌های این پژوهش، بهتر است آب در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی کشور با نسبت C:N:P ۱: ۷/۵ : ۸۸/۶ تنظیم شوند و از ایدهٔ کود مخلوط نیز استفاده شود و در راستای استفاده از کود مخلوط، از کود ورمی‌کمپوست که کاملاً تجزیه شده است نیز استفاده نمود. این کود می‌تواند مستقیماً نیز به‌عنوان غذا توسط ماهی کپور معمولی مورد استفاده قرار گیرد.

۵. نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که با تنظیم نسبت‌های C:N:P در حد ۱: ۷/۵: ۸۸/۶ و کوددهی در استخرهای کشت پلانکتون و بکارگیری کود ورمی‌کمپوست، می‌توان دستورالعملی برای تولید بیشتر ماهیان گرم آبی ارائه داد.

۶. منابع

References

Ansal, M.D., Dhawan, A., Hungel, S.S., 2006. Efficiency of vermicompost as fish pond manure. *Indian Journal of Ecology* 33, 56-68.

Boyd, C.E., 1982. Water quality management for pond fish culture Elsevier, Amesterdam 318 p.

Bhusan, C., Yadof, B., 2003 vermiculture for sustainable agriculture, India farming digest, pp. 11-13

Chakrabarti, R., Jana, B.B. 1998. Effects on growth and water quality of feeding exogenous plankton compared to use of manure in the culture of mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, fry in tanks. *Journal of Applied Aquaculture* 8(2), 87-95.

Mischke, C.C., Zimba, P.V., 2004. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery ponds under various fertilization regimes. *Aquaculture* 233(1-4), 219-235. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.09.044

Datta, S., Jana, B.B., 1988. Efficiency of artificial plankton diet an growth of common carp (*cyprinus carpio*).

Dinesh, K.R., Varghase, T.G., Nandesha M.C., 1986. Effect of a combination of poultry manure and varying.

Gomez, K.A., Gomez, A.A., 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons. 68 p.

Leventer, H., 1987. Contribution of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) to the biological control of reservoirs.

Mitra, A., 1997. Vermiculture and vermicomposting of non-toxic organic solid waste application. In Bioethics in India: Proceedings of Bioethics Workshop: Biomanagement of Bioresources Madras (pp. 16-19).

Paul, B.G., Vogl, C.R., 2011. Impacts of shrimp farming in Bangladesh: challenges and alternatives. *Ocean & Coastal Management* 54(3), 201-211. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.12.001

Pillay, T.V.R., 2004. Aquaculture in the environment. Blackwell Publication, 196 p.

Sengupta, S., Nawaz, T., Beaudry, J., 2015. Nitrogen and phosphorus recovery from wastewater. *Current Pollution Reports* 1(3), 155-166. DOI: 10.1007/s40726-015-0013-1

Sahu, S.N., Jana, B.B., 1994. Phosphate and phosphatase distribution in sediment depths of rockphosphate treated carp culture system. *Fertilizer Research* 39, 123-131. DOI: 10.1007/BF00750911

Sikder, M.N.A., Min, W.W., Ziyad, A.O., Kumar, P.P., Kumar, R.D., 2016. Sustainable treatment of aquaculture effluents in future-A review. *International Journal of Advanced Science Engineering Sciences* 1, 190-193

Sulochana, M.S., Saxena, R.R., Gaur, S.R., 2009. Fish ponds fertilized with different organic manures-hydrobiological characteristics. *Fishing Chimes* 28, 36-39.

Tejido-Nuñez, Y., Aymerich, E., Sancho, L., Refardt, D., 2019. Treatment of aquaculture effluent with *Chlorella vulgaris* and *Tetradesmus obliquus*: The effect of pretreatment on microalgae growth and nutrient removal efficiency. *Ecological Engineering* 136(3), 1-9. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2019.05.021

Vollenweider, R.A., 1974. A manual of methods for measuring primary production in aquatic environments ibp black well., oxford, London. 225 p.