Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Online ISSN: 2345-427X
Print ISSN: 2345-4288

Effect of dietary *Spirulina platensis* and Natuzyme multi-enzyme on growth performance, survival and hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio*)

Mohammad Taghi Farhadi[1], Mohammadreza Imanpour[*2], Roghieh Safari[3]

1. Ph.D. Student in Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mtfarhadi1361@gmail.com
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: imanpoor@gau.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fisheriessafari@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 06.21.2022
Revised: 07.10.2022
Accepted: 08.01.2022

Keywords:
Common carp,
Growth,
Hematological parameters,
Natosyme Multi-Enzyme,
Spirulina algae

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of using spirulina algae and Natuzyme Multi-Enzyme in the diet of common carp on growth performance, survival and hematological parameter for 60 days. For this, 540 pieces of common carp fry with an average weight of 102±0.2 g were prepared and under 8 treatments including: 1% spirulina algae powder, 2% spirulina algae powder, 0.05% Natuzyme Multi-Enzyme, 0.1% Natuzyme Multi-Enzyme, combination of spirulina powder (1 and 2%) and Natuzyme Multi-Enzyme (0.05%), combination of spirulina powder (1 and 2%) and Natuzyme Multi-Enzyme (0.1%) and control group (each with 3 replicates) were fed daily 3% of body weight. At the end of the experiment, bioassays were performed on all fish to examine growth indices. In order to perform hematological examinations, blood sampling of all treatments were completely randomly performed. The results of this study showed that the treatments fed a diet containing a combination of 2% algae powder and 0.1% Natuzyme Multi-Enzyme had a higher rate of weight gain, specific growth rate and feed conversion ratio compared to other experimental treatments ($P<0.05$). However, the survival percentage was not significantly different between the treatments and the control group ($P<0.05$). Also, the results showed that there was no significant difference in hematological parameters between treatments fed with spirulina powder and Natuzyme Multi-Enzyme single and in combination from the control group ($P>0.05$). In addition, the number of white blood cells, red blood cells, hemoglobin and hematocrit in all treatments were not statistically different from each other ($P>0.05$). In general, due to the positive effects of combining spirulina algae powder at 2% of the diet and Natuzyme Multi-Enzyme at 0.1% of the diet, adding them is recommended to the diet of common carp.

Cite this article: Farhadi, Mohammad Taghi, Imanpour, Mohammadreza, Safari, Roghieh. 2023. Effect of dietary *Spirulina platensis* and Natuzyme multi-enzyme on growth performance, survival and hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (2), 171-186.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2023.20352.1680
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا آنلاین: ۲۳۴۵-۴۲۷X
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۸۸

اثر افزودن جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر عملکرد رشد، بازماندگی و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

محمدتقی فرهادی[۱]، محمدرضا ایمانپور*[۲]، رقیه صفری[۳]

۱. دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mtfarhadi1361@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: imanpoor@gau.ac.ir
۳. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: fisheriessafari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰

واژه‌های کلیدی:
جلبک اسپیرولینا،
رشد،
شاخص‌های خونی،
کپور معمولی،
مولتی‌آنزیم ناتوزیم

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر استفاده جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی کپور معمولی روی شاخص‌های رشد، بازماندگی و شاخص‌های خونی به مدت ۶۰ روز انجام شد. بدین‌منظور تعداد ۵۴۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۰/۲ ± ۱۰۰ گرم تهیه و تحت ۸ تیمار شامل: ۱ درصد جلبک اسپیرولینا، ۲ درصد جلبک اسپیرولینا، ۰/۰۵ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تلفیق جلبک اسپیرولینا (۱ و ۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۰۵ درصد)، تلفیق جلبک اسپیرولینا (۱ و ۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۱ درصد) و گروه شاهد (هر کدام با ۳ تکرار) روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن مورد تغذیه قرار گرفتند. در انتهای آزمایش، جهت بررسی شاخص‌های رشد، زیست‌سنجی از تمام ماهیان صورت گرفت. به منظور بررسی‌های خون‌شناسی عملیات خون‌گیری از ساقه دمی تیمارها به صورت کاملاً تصادفی انجام گردید. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی تلفیق ۲ درصد جلبک و ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم دارای میزان افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی بهتری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی بود ($P<0/05$). با این حال، درصد بازماندگی بین تیمارها و گروه شاهد تفاوت معناداری نداشت ($P>0/05$). هم‌چنین، نتایج نشان داد که بین شاخص‌های خونی تیمارهای تغذیه شده با جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت جداگانه و تلفیقی تفاوت معناداری با گروه شاهد وجود نداشت ($P>0/05$)، به‌علاوه، تعداد گلبول‌های سفید، قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت در تمامی تیمارها با یکدیگر تفاوتی از

لحاظ آماری نداشتند (P>۰/۰۵). به‌طورکلی، با توجه به اثرات مثبت استفاده توأم جلبک اسپیرولینا به میزان ۲ درصد جیره و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به میزان ۰/۱ درصد جیره، افزودن این دو ماده به صورت تلفیقی به جیره غذایی بچه‌ماهی کپور معمولی توصیه می‌گردد.

استناد: فرهادی، محمدتقی، ایمانپور، محمدرضا، صفری، رقیه (۱۴۰۲). اثر افزودن جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر عملکرد رشد، بازماندگی و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۲ (۲)، ۱۸۶-۱۷۱.

DOI: 10.22069/japu.2023.20352.1680

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

موفقیت در آبزی‌پروری پایدار با به حداقل رساندن هزینه خوراک ارتباط نزدیکی دارد؛ زیرا میزان ۶۰-۵۰ درصد از کل هزینه در آبزی‌پروری مربوط به تهیه غذا می‌باشد (۱). بنا بر برآوردهای انجام شده توسط سازمان خواربار کشاورزی (FAO) تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به حدود ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید و در پی افزایش جمعیت کره زمین، تقاضا برای گوشت و دیگر مواد غذایی افزایش خواهد یافت که در صورت نبود و عدم مدیریت صحیح، تشدید گرسنگی و فقر در جهان را در بر می‌گیرد. در حالی که تولید گوشت قرمز و دیگر محصولات کشاورزی به علت تغییرات اقلیمی با محدودیت رو به رو خواهد بود (۲)، با اعمال مدیریت صحیح در عرصه آبزی‌پروری این فقدان جبران می‌گردد. آبزی‌پروری شامل سه هدف اصلی توسعه و تولید محصولات غذایی با کم‌ترین و بهینه‌ترین میزان استفاده از منابع طبیعی آب و زمین (۳)، توسعه سیستم‌های پایدار با حداقل اثرات زیان آورروی محیط زیست (٤) و ایجاد سیستم‌هایی در جهت حمایت اقتصادی جامعه و پایداری تولید می‌باشد (۲).

یکی از محدودیت‌های اصلی در استفاده از مواد گیاهی در جیره غذایی آبزیان، وجود کربوهیدرات‌های هضم‌ناپذیر است (۵). مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که استفاده از آنزیم‌ها در جیره‌های غذایی حیوانات می‌تواند اثرات منفی ناشی از الیگوساکاریدهای غیرقابل‌هضم را به میزان قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهد (٦، ۷). بررسی آنزیم‌ها و مولتی‌آنزیم‌های مؤثر در هیدرولیز الیگوساکاریدهای غیرقابل‌هضم بر عملکرد آبزیانی که با جیره‌های حاوی مقادیری از غلات تغذیه می‌شوند تأثیر مثبتی را در رشد و بهبود قابلیت هضم‌پذیری مواد غذایی نشان داده است (۸). مولتی‌آنزیم‌ها ترکیبی متشکل از چندین نوع آنزیم می‌باشند که بر انواع مختلفی از ترکیبات غذایی مؤثر هستند و باعث افزایش جذب آن‌ها می‌گردند (۹، ۱۰، ۱۱). مولتی‌آنزیم ناتوزیم یکی از مکمل‌های آنزیمی است که حاوی فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفاآمیلاز، سلولاز، همیسلولاز، پکتیناز، آمیوگلیکوزیداز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسیدفیتاز، اسیدفسفاتاز و پنتوزاناز می‌باشد. نقش مولتی‌آنزیم‌ها در جیره غذایی اثرگذاری و تأثیر روی اجزای غذایی غیرقابل‌هضم از جمله الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم موجود در جیره غذایی می‌باشد که باعث شکسته شدن این اجزا می‌گردند. هم‌چنین، پژوهش‌ها نشان داد که این دسته از الیگوساکاریدهای غیرقابل‌هضم ویسکوزیته یا چسبناکی محتویات دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند و مانع از اختلاط فیزیکی کامل و آسان مواد وارد شده به دستگاه گوارش و انتشار مناسب آنزیم‌ها و اختلاط آن‌ها با مواد غذایی موجود در دستگاه گوارش می‌گردند. در نتیجه، جمعیت میکروبی در روده کوچک و هضم و جذب مواد مغذی نیز کاهش می‌یابد (۵، ۱۲). از این‌رو، با افزودن مولتی‌آنزیم‌ها میزان هضم و جذب مواد غذایی و در نهایت کارایی تغذیه افزایش می‌یابد (۱۳، ١٤).

میکروجلبک‌ها، تولیدکنندگان مهم مواد آلی پیچیده از انرژی خورشیدی و دی‌اکسید کربن بوده و به عنوان ارگانیسم‌های غذایی برای زئوپلانکتون و گیاه‌خواران بزرگ‌تر، تولید پایه آبزیان را پشتیبانی می‌کنند. اثر مکمل‌های غذایی میکروجلبکی بر مقاومت به بیماری، کیفیت لاشه، رشد و زنده‌مانی در گونه‌های مختلف آبزیان گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه اثرات جلبک اسپرولینا بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون کپور هندی (*Catla catla*) (۱۵) و شاخص‌های رشد و ایمنی ماهی گورامی کوتوله (*Trichogaster lalius*) (١٦) اشاره کرد. در واقع، جلبک اسپیرولینا یک سیانوباکتر و

از جلبک‌های سبز- آبی مارپیچی با قطر ۱۲ میکرون می‌باشد که به دلیل غنی بودن از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، آمینواسیدهای ضروری، مواد معدنی، اسید چرب ضروری و کاراتنوئیدها مانند زاگزانتین، بتاکاروتن، کریپتوگزانتین و گزانتوفیل در اغلب موارد به‌عنوان اولین ریز جلبک پیشنهادی جهت استفاده به‌صورت مکمل غذایی پیشنهاد می‌گردد (۱۷). امروزه اسپیرولینا بیش‌تر به عنوان مکمل غذایی در صنعت داروسازی به شکل قرص یا پودر و هم‌چنین در صنایع آبزی‌پروری، آکواریوم و ماکیان نیز از آن استفاده می‌شود (۱۸).

ماهی کپور معمولی یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های پرورشی در جهان است که از گذشته دور به علت سازگاری بالا و رشد خوب در مزارع پرورش آبزیان نگهداری و تولید می‌گردد (۱۹). بر اساس پژوهش‌ها مشخص گردید که آبزی‌پروری پایدار به معیارهای مختلفی بستگی دارد که از جمله این معیارها تغذیه آبزیان و جیره غذایی مناسب می‌باشد (۲۰، ۲۱). طبق بررسی‌های انجام شده، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر استفاده از جلبک اسپرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت انفرادی و تلفیقی بر عملکرد رشد، بازماندگی و شاخص‌های خون‌شناسی در ماهی کپور معمولی صورت نگرفته است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف ارزیابی شاخص‌های مذکور صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تیماربندی و تهیه ماهی: در این پژوهش، تعداد ٥٤٠ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با میانگین وزن تقریبی ۰/۲ ± ۱۰۰ گرم از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی واقع در استان گلستان تهیّه و به سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی‌برآبادی انتقال یافت. پس از گذشت مدت زمان دو هفته جهت سازگاری با شرایط محیطی، بچه‌ماهیان در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۸ تیمار و یک گروه شاهد با ۳ تکرار در ۲۷ مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری با حجم آبگیری ٦٠ لیتر با تراکم ۲۰ قطعه بچه‌ماهی در هر مخزن) به مدت ٦٠ روز با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. در این آزمایش روزانه ۷۵ درصد آب مخازن با استفاده از شیلینگ و به روش سیفون، تعویض می‌شد. داخل هر مخزن یک عدد سنگ هوای متصل به یک هواده مرکزی کار گذاشته شده بود تا اکسیژن مورد نیاز تأمین گردد.

تیمارهای آزمایشی شامل گروه‌های تغذیه شده با جیره پایه (بدون افزودنی‌های آزمایشی) و ۸ جیره آزمایشی شامل تیمار ۱: ۱ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۲: ۲ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۳: ۰/۰۵ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٤: ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٥: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ درصد، تیمار ٦: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ درصد، تیمار ۷: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد و تیمار ۸: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد بود (۲۲). غذادهی روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن و سه نوبت در روز انجام می‌شد.

در این آزمایش، پودر جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم از شرکت لیوپروتن استرالیا تهیه و به‌ترتیب به‌صورت پودر شده و محلول به جیره‌های آزمایشی افزوده شد (۲۲). پودر جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم مربوط به هر تیمار به جیره‌های غذایی اسپری شد. پلت‌های مرطوب در دمای محیط به مدت ٤٨ ساعت در معرض هوای آزاد قرار داده شد (۲۳). در پایان پلت‌ها بسته‌بندی و برچسب‌گذاری شده و در یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غذا دهی به میزان ۳ درصد وزن بدن و در ۳ مرحله در طول شبانه‌روز طی دو ماه به ماهی‌ها انجام شد.

بررسی شاخص‌های رشد و بازماندگی: به‌منظور بررسی عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان، در پایان دوره و پس از گذشت ۲٤ ساعت از زمان آخرین غذادهی و اطمینان از دفع کامل محتویات لوله گوارش، شاخص‌های رشد و تغذیه اندازه‌گیری شد (۲٤) به همین منظور کل بچه‌ماهیان مورد پرورش به‌صورت جداگانه از هر تکرار صید و پس از خشک کردن آب همراه آن‌ها، طول کل و وزن کل اندازه‌گیری گردید و شاخص‌های مربوط به رشد نیز با کمک فرمول‌های ذیل محاسبه گردید (۲۵، ۲٦، ۲۷، ۲۸):

(وزن اولیه (گرم) – وزن نهایی (گرم)) = افزایش وزن (گرم)

۱۰۰× [طول دوره آزمایش÷ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه – لگاریتم طبیعی وزن نهایی)] = (درصد در روز) نرخ رشد ویژه

[میزان افزایش وزن (گرم) ÷ میزان غذای مصرف شده (گرم)] = ضریب تبدیل غذا

۱۰۰× (تعداد ماهیان در انتهای دوره آزمایش– تعداد ماهیان در ابتدای دوره آزمایش) = میزان بقاء

بررسی شاخص‌های خون‌شناسی: به منظور بررسی چگونگی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر شاخص‌های خونی، ۲٤ ساعت پس از آخرین غذادهی تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تکرار به‌صورت تصادفی صید گردید سپس نمونه‌های صید شده با استفاده از پودر گل میخک (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بی‌هوش شدند. پس از بی‌هوشی کامل ماهیان، از هر ماهی نمونه خون از سیاهرگ دمی با استفاده از سرنگ دو سی‌سی خون‌گیری شدند. سپس، نمونه‌های خون به دست آمده به لوله‌های حاوی EDTA با حجم تقریبی یک سی‌سی انتقال یافتند (۲۹، ۳۰). تعداد گلبول‌های سفید، قرمز، سطح هموگلوبین و درصد هماتوکریت با استفاده از روش ذکر شده در پژوهش‌های فرهنگ و همکاران (۲۰۱۷) مورد سنجش قرار گرفت (۳۱).

به‌منظور شمارش تعداد گلبول‌های سفید خون، نمونه خونی با غلظت ۵۰: ۱ توسط محلول دایس رقیق شد و در مرحله بعد توسط لام نئوبار و میکروسکوپ شمارش شدند. تعداد گلبول‌های سفید در واحد میلی‌مترمکعب بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

تعداد گلبول‌های سفید موجود در هر میلی‌مترمکعب = تعداد سلول‌های شمارش شده در ۰/۱ میلی‌مترمکعب × ۱۰ (منطقه مورد شمارش) × ۵۰ (رقت محلول)

به‌منظور شمارش تعداد گلبول‌های قرمز خون، نمونه خون پس از رقیق‌سازی با غلظت ۱:۵۰ در شوری ۰/۹ درصد (w/v) و با استفاده از محلول Hayem، توسط لام نئوبار در زیر میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت و تعداد گلبول‌های قرمز خون شمارش شد. تعداد گلبول‌های قرمز در واحد میلی‌مترمکعب طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

تعداد گلبول‌های قرمز موجود در هر میلی‌مترمکعب = تعداد گلبول قرمز شمارش شده در ۰/۰۲ میلی‌مترمکعب × ۵۰ (منطقه مورد شمارش) × ۵۰ (رقت محلول)

سطح هموگلوبین نیز پس از مخلوط شدن نمونه‌های خونی با محلول Drabkin مورد سنجش قرار گرفت. از این رو، نمونه‌های مخلوط شده به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شدند. سپس میزان جذب نوری نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد.

برای سنجش هماتوکریت نمونه‌های خونی به‌مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۱۰۵۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. حجم هماتوکریت توسط میکروهماتوکریت خوانده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد سنجش قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار ثبت گردید.

جدول ۱- فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی جیره پایه (درصد در ماده خشک).

ترکیبات	درصد	ترکیب شیمیایی	درصد
پودر ماهی کیلکا[1]	۲۵	رطوبت	۹/۲۵
آرد گندم	۳۰	پروتئین خام	۳۷/۰۴
کنجاله سویا[2]	۳۲/۳	چربی خام	۱۱/۲۱
روغن ماهی کیلکا	۳	فیبر خام	۶/۱۸
روغن سویا	۳	خاکستر	۱۲/۳۰
دی کلسیم فسفات	۱/۵	عصاره عاری از ازت[7]	۲۴/۰۲
مکمل ویتامینی[3]	۰/۵	انژری خام[8]	۱۷/۳
مکمل معدنی[3]	۰/۵		
ویتامین سی[5]	۰/۲		
کولین کلراید	۰/۱		
دی ال متیونین	۰/۲۳		
ضد قارچ[6]	۰/۱		
ملاس	۰/۲		
صمغ سلولزی (پرکننده)	۳		
جمع	۱۰۰		

[1] شرکت نگین پودر (پروتئین خام: ۱±۶۹ درصد، چربی: ۰/۵±۱۰ درصد، خاکستر: ۲±۱۴ درصد، نیتروژن کل فرار <۱۲ میلی‌گرم N در ۱۰۰ گرم)

[2] شرکت سویابین (پروتئین خام: ۴۵ درصد، چربی: ۱/۵ درصد، خاکستر: ۵ درصد)

[3] یک کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۲۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۴ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۱۵ میلی‌گرم B_2، ۹۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۲۷ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۳ میلی‌گرم K_3، ۴/۸ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۹ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۹ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۰/۴۸ میلی‌گرم بیوتین، ۳۶۰ میلی‌گرم کولین کلرید، ۱۵۶ میلی‌گرم ویتامین C، ۷۲ میلی‌گرم اینوزیتول، ۱۵ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان

نتایج و بحث

شاخص‌های رشد و بازماندگی: بررسی تأثیر تغذیه با جیره‌های حاوی جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر عملکرد رشد بچه‌ماهیان کپور معمولی در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این نتایج، افزایش معناداری در عملکرد رشد بین تیمارهای مختلف با گروه شاهد در بیش‌تر شاخص‌ها مشاهده شد (P<۰/۰۵). به طوری که بیش‌ترین میزان افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار ۸ (تغذیه شده با تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد) مشاهده گردید که به‌طور معناداری با گروه شاهد تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۵)، هم‌چنین، بیش‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در گروه شاهد (۰/۵۰ ± ۳/۱۶) به ثبت رسید که با تمام تیمارها دارای اختلاف معنادار بود (P<۰/۰۵). با این‌حال، در میزان بازماندگی تمامی تیمارها و گروه شاهد تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم.

شاخص‌های رشد	تیمارهای آزمایشی							
	گروه شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸
وزن اولیه (گرم)	± ۲۰/۲۷^{a}	± ٥/۷۷^{a}	± ۱۱/۰۹^{a}	± ۸/۰۸^{a}	± ۹/٥۲^{a}	± ٥/۰۲^{a}	± ۲۰/۸۱^{a}	± ۱۰/۷٦^{a}	± ۱۸/۲۱^{a}
	۱۰۲/٦۳	۹۹/۲۸	۱۰٤/۸۰	۱۰۱/۳۷	۱۰۲/٥۷	۹۸/٤۳	۱۰۲/۱۰	۱۰۰/۹۳	۱۰۰/۷۳
وزن نهایی (گرم)	± ۹/۲۹^{f}	± ٤/۱٦^{e}	± ۳/۰۰^{cd}	±٦/٥٦۱^{de}	± ۲/۸۹^{bc}	± ٥/۱۷^{ab}	± ٤/۰٤^{ab}	± ۱/۷٦^{ab}	± ۱/٥۳٦^{a}
	۱۸۰/۰۰	۲۰۱/۰۰	۲۱۷/۰۰	۲۱۳/۳۳	۲۳۱/۰۰	۲۳٥/٦۷	۲٤۲/۰۰	۲۳۹/۳۳	۲٤۸/۰۰
افزایش وزن بدن (گرم)	± ۹/٤٥^{d}	± ۳/۷۸^{c}	± ۳/۰۰^{c}	± ٥/۷۸^{c}	± ۱/۹۳^{b}	± ٥/۱۸^{ab}	± ٤/۲٤^{ab}	± ۲/۳٤^{ab}	± ۱/٥٥^{a}
	۷۷/۳۷	۱۰۲/۰۰	۱۱۲/۲۰	۱۱۱/۹۷	۱۲۸/۳۷	۱۳۷/۲۳	۱۳۹/۹۰	۱۳۸/٤۰	۱٤۷/۲۷
ضریب تبدیل غذایی	± ۰/٥۰^{a}	± ۰/۰۸^{b}	± ۰/۰٥^{b}	± ۰/۰٥^{b}	± ۰/۰۰^{b}	± ۰/۰٦^{b}	± ۰/۰٥^{b}	± ۰/۰۲^{b}	± ۰/۰۲^{b}
	۳/۱٦	۲/۱٦	۲/۱۷	۲/۱۳	۱/۹۱	۱/۷٤	۱/۷٤	۱/۷۰	۱/٦۲
نرخ رشد ویژه	±۰/۰۹^{e}	± ۰/۰۳^{d}	± ۰/۰۲^{d}	± ۰/۰٤^{cd}	± ۰/۰۰^{bc}	۰/۰٤^{ab}	± ۰/۰۳^{ab}	± ۰/۰۲^{ab}	± ۰/۰۱^{a}
	۰/۹۳	۱/۱۸	۱/۲۱	۱/۲٤	۱/۳٥	± ۱/٤٥	۱/٤٤	۱/٤٤	۱/٥۰
بقا (درصد)	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰	±۰/۰۰
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

- حروف لاتین غیرهمنام در هر ردیف تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵)
- گروه شاهد: جیره پایه (بدون افزودنی‌های آزمایشی)، تیمار ۱: ۱ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۲: ۲ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۳: ۰/۰۵ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٤: ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٥: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ درصد، تیمار ٦: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ درصد، تیمار ۷: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد و تیمار ۸: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد

شاخص‌های خونی: نتایج به‌دست آمده از آنالیز شاخص‌های خونی (گلبول سفید، گلبول قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین) نشان داد که بین شاخص‌های خونی کپورماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت مولتی‌آنزیم ناتوزیم و جلبک اسپیرولینا به‌صورت جداگانه و تلفیقی تفاوت معناداری با گروه شاهد وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های خونی ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم.

شاخص‌های خونی	تیمارهای آزمایشی							
	گروه شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸
گلبول سفید (میلی‌مترمکعب)	± ۲٦۸/۲۳ ۸٤٦٦/٦۷	± ۸۳/۳۳ ۸٥۱٦/٦۷	±۱۷٦/۳۸ ۷۸۱٦/٦۰	±۱۷٦/۳۸ ۸۲۸۳/۳۳	±٤٦۱/۸۸ ۸۰۲۰/۰۰	±۲۸۰/۳۸ ۷۷۳۳/۳۳	±۲۰۲/۰۷ ۸۲۰۰/۰۰	±۳۰۳/۲۲ ۷٦۱٦/٦۷	±۲۹۲/۹۷ ۸۰٥۰/۰۰
گلبول قرمز (میلی‌مترمکعب)	±۲٤۹۸۰/۰ ٦۲۰۰۰۰/۰	±۲۹۰٥/۹ ٦۲۹۳۳۰/۰	±۱۷٦۳/۸ ٦٤٥۳۳۰/۰	±۷٥۱۲/۹ ٦۲٦٦۷۰/۰	±۱۳۳۸۳/۰ ٦٦۱۳۳۰/۰	±۸۷۱۷/۸ ٦٦٦۰۰۰/۰	±۸۱۹۲/۱ ٦۲٤٦۷۰/۰	±۲٥۹۸۲/۰ ٦۳۰٦۷۰/۰	±۲۱٦۱۲/۰ ٦۲۷۳۳۰/۰
هماتوکریت (درصد)	±۰/۸۸ ۳۹/٦۷	±۰/٤٤ ۳۹/۳۳	±۰/۳۳ ٤۰/٦۷	±۰/۰۰ ٤۰/٥۰	±۰/۳۳ ۳۹/۸۳	±۰/٥۰ ۳۹/٥۰	±۰/۲۹ ٤۰/۰۰	±۰/۷٦ ٤۰/٥۰	±۰/٤٤ ٤۰/۱۷
هموگلوبین (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	±۰/۷٤ ۱۰/٥۳	±۰/۹٦ ۱۱/۰۷	±۱/٦٦ ۱۰/۳٦	±۱/۱۳ ۱۰/۹۳	±۱/۲٦ ۱۰/۷٤	±۰/۸٥ ۱۰/٤۲	±۰/٤۳ ۱۰/٤٥	±۰/۳٥ ۱۰/۳۹	±۰/٦۹ ۱۰/۹۷

- حروف لاتین غیرهمنام در هر ردیف تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰٥)
- گروه شاهد: جیره پایه (بدون افزودنی‌های آزمایشی)، تیمار ۱: ۱ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۲: ۲ درصد جلبک اسپیرولینا، تیمار ۳: ۰/۰٥ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٤: ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تیمار ٥: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰٥ درصد، تیمار ٦: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰٥ درصد، تیمار ۷: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۱ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد و تیمار ۸: تلفیق جلبک اسپیرولینا ۲ درصد و مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۱ درصد

در چند دهه اخیر، جمعیت بشر افزایش یافته و رویکرد عمومی مصرف غذاهای سالم، مصرف آبزیان را در سطح جهانی در حال افزایش است (۳۲). از این‌رو، بهره‌برداری و صید از ذخائر آبزیان از دریاها و آب‌های داخلی بدر سال‌های اخیر به صورت چشمگیری افزایش یافته است که نتیجه آن نابودی بسیاری از گونه‌ها را به دنبال داشت. بر این اساس، آبزی‌پروری نقش به‌سزایی را در تأمین غذای بشر و کاهش فقر جهانی ایفاء خواهد کرد (۳۳). از آن‌جایی‌که بخش عمده‌ای از هزینه‌های یک واحد تولیدی مربوط به تامین خوراک می‌گردد، بنابراین، برای دستیابی به تولید بیش‌تر در یک واحد پرورشی لازم است توجه بیش‌تری به این موضوع گردد (۳٤).

در پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تغذیه با جیره‌های حاوی جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم بر عملکرد رشد بچه‌ماهیان کپور معمولی نشان داد که بیش‌ترین میزان افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در تیمار ۸ یعنی تیمار تغذیه شده با جیره حاوی تلفیق جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به ترتیب به میزان ۲ و ۰/۱ درصد و کم‌ترین میزان رشد نیز در گروه شاهد مشاهده گردید. اسپیرولینا به علت داشتن مقادیر بالای پروتئین، ویتامین زیاد و سایر مواد مغذی سودمند به‌عنوان یک مکمل غذایی ارزشمند در تغذیه ماهیان پرورشی برشمرده می‌شود (۳٥). در آزمایش‌های متعددی ثابت شد که استفاده از اسپیرولینا تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد طیور، خوک‌ها و خرگوش‌ها داشته است (۳٦، ۳۷، ۳۸، ۳۹). هم‌چنین مطالعات زیادی در رابطه با تأثیر مثبت تغذیه با جلبک اسپیرولینا روی رشد و ایمنی آبزیان انجام شده است (٤۰، ٤۱). در همین راستا Gogoi و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای نشان دادند که استفاده از جلبک اسپیرولینا به عنوان جایگزین پروتئین در جیره غذایی

ماهی لوچ (*Botia dario*) سبب افزایش معناداری رشد این ماهی در مقایسه با گروه شاهد شده است (٤٢). گزارش شده است که الگوی اسیدهای آمینه ریزجلبک‌های اسپیرولینا از سایر خوراک‌های گیاهی (مانند کنجاله سویا) بهتر بوده و اسید آمینه موجود در آن قابلیت هضم بالاتری نسبت به سایر خوراک‌های گیاهی دارد (٣٥، ٤٣، ٤٤). Alofa و همکاران (٢٠٢٠) در مطالعه‌ای نشان دادند که استفاده از ضایعات جلبک اسپیرولینا در رژیم غذایی ماهی تیلاپیا سبب افزایش معنادار رشد در این ماهی شده است (٤٥). در مطالعه حاضر استفاده جداگانه و تلفیقی از جلبک اسپیرولینا با مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره ماهی کپور معمولی سبب افزایش وزن این ماهی شد که نتیجه حاصل با مطالعات بیان شده هم‌راستا می‌باشد. علاوه بر این، آنزیم ناتوزیم یکی از مکمل‌های آنزیمی است که حاوی فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفاآمیلاز، سلولاز، همیسلولاز، پکتیناز، آمیوگلیکوزیداز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسیدفیتاز، اسیدفسفاتازو پنتوزاناز می‌باشد (٤٦). از آن‌جایی که بهبود کارایی جیره‌های غذایی با افزودن مکمل‌های خاصی و تحریک رشد و جذب بهتر غذا باعث مقاومت میزبان در برابر استرس‌های محیطی می‌شود (٤٧)، استفاده از آنزیم‌ها در جیره غذایی آبزیان کارایی تغذیه و قابلیت هضم و جذب را نیز افزایش می‌دهد. در همین راستا عادلیان و همکاران (٢٠١٨) در مطالعه‌ای نشان دادند استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) سبب افزایش معنادار شاخص‌های رشد در این ماهی شده است (٤٨). موسوی و همکاران (٢٠١٩) با بررسی اثر مولتی‌آنزیم ناتوزیم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی در جیره غذایی فیل‌ماهی (*Huso huso*) نشان دادند که استفاده از این مولتی‌آنزیم سبب افزایش معناداری شاخص‌های رشد در فیل‌ماهی شده است (٤٩). از طرفی در مطالعه حاضر استفاده از تلفیق جلبک اسپیرولینا و مولتی‌آنزیم ناتوزیم در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی بیش‌ترین میزان رشد و افزایش وزن را نشان دادند این امر را می‌توان این گونه توجیه نمود که آنزیم‌ها می‌توانند اثرات عوامل ضدتغذیه‌ای را از بین ببرند و سبب بهبود عملکرد در رشد ماهی شوند (٥٠). یکی از عوامل ضدتغذیه‌ای موجود در جیره غذایی، ترکیبات فیتاتی می‌باشد که در آرد سویا وجود دارد و با یون‌های معدنی مثبت (مانند پتاسیم و کلسیم)، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه ترکیب شده و مانع از جذب آن‌ها می‌گردند (٥١). از طرفی فیتاز موجود در این مولتی‌آنزیم یک آنزیم ویژه برای هیدرولیز کردن فیتات است (٥٢). که البته در مقادیر بسیار کم در دستگاه گوارش حیوانات (به استثنای برخی حیوانات تک معده‌ای) نیز وجود دارد (٥٣). که این امر می‌تواند از عوامل توجیه‌کننده بهبود عملکرد رشد ماهیان کپور تغذیه شده با تلفیق این دو ماده باشد. علاوه بر این، ممکن است وجود مقادیر بالای پروتئین در اسپیرولینا از یک سو و آنزیم فیتاز موجود در مولتی‌آنزیم ناتوزیم از سویی دیگر در جیره‌های ترکیبی سبب افزایش معنادار رشد در این تیمارهای تغذیه شده با این جیره‌ها در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی هم‌چنین گروه شاهد باشد. خراسانی‌نژاد و همکاران (٢٠١٨) در پژوهشی به‌منظور مقایسه سطوح مجزا و توأم مولتی‌آنزیم‌های تجاری بر کارایی تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه ماهی کپور معمولی نشان داده بودند که شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با ناتوزایم پلاس نسبت افزایش معناداری داشته است (٥٤). در مطالعه دیگری Monier (٢٠٢٠) با بررسی تأثیر اثر مکمل آنزیمی هاستانزم ایکس بر عملکرد رشد بچه‌ماهی کپور معمولی نشان داد که استفاده از این آنزیم سبب افزایش شاخص‌های رشد در این ماهی شده است

(۵۵) که نتایج تمامی پژوهش‌ها بیان شده با نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر همسو می‌باشد.

تغییرات شاخص‌های خونی در زمان‌های مختلف در ماهیان تحت‌تأثیر عوامل مختلفی از جمله: نوسانات دمایی، تغییرات فصلی، استرس ناشی از صید و نمونه‌برداری، رژیم غذایی، تفاوت‌های ژنتیکی، سن، رسیدگی جنسی، جنسیت و غیره می‌باشد که بررسی هر کدام از این عوامل ضروری به نظر می‌رسد (۵٦). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که شاخص‌های خونی در بین ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی مولتی‌آنزیم ناتوزیم و جلبک اسپیرولینا به صورت تلفیقی و جداگانه و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حضور فعال گلبول‌های سفید در خون نشان‌دهنده وجود عفونت در بدن ماهیان است که می‌تواند باعث تحریک ایمنی اختصاصی و غیراختصاصی شود (۵۷). احتمال می‌رود در مطالعه حاضر، به دلیل عدم وجود عفونت در تمامی گروه‌ها تفاوت معناداری در میزان گلبول‌های سفید مشاهده نشد.

نیازهای اکسیژنی ماهیان با توجه به سن و شرایط محیطی تغییر می‌کند. پژوهش‌ها ثابت کرد که تعداد گلبول‌های قرمز در هر میلی‌لیتر از خون با توجه به الزام ایجاد توازن بین مصرف انرژی برای تولید گلبول قرمز و انرژی لازم برای انتقال خون به بافت‌ها متغیر است. به طوری که، زمانی که به حجم زیادی از اکسیژن نیاز باشد، خونی که تعداد گلبول‌های قرمز پایین‌تری دارد در مقایسه با خونی که میزان گلبول‌های قرمز آن بیش‌تر است، باید به میزان زیادتری در سراسر بدن پمپ شود تا بتواند تامین‌کننده نیاز اکسیژنی موجود باشد (۵۸). در پژوهش حاضر، عدم افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و درصد هماتوکریت را شاید بتوان به عدم وجود شرایطی نسبت داد که سبب افزایش نیاز اکسیژنی ماهی نشده بود. از سویی دیگر، در صورت عدم افزایش تعداد گلبول‌های قرمز، نیاز زیادی به جزء اصلی و مؤثر آن‌ها، یعنی هموگلوبین احساس نشد. هم‌چنین، با توجه به این‌که میزان هماتوکریت وابسته به تعداد و اندازه گلبول‌های قرمز خونی است، تغییر در اندازه و تعداد آن‌ها موجب تغییر در میزان هماتوکریت می‌شود؛ به عبارت دیگر، هرچه تعداد و اندازه گلبول‌های قرمز بیش‌تر شود، میزان هماتوکریت بیش‌تر می‌شود (۵۹). بنابراین، ممکن است بتوان چنین استنباط کرد که با وجود شرایط مناسب پرورشی و کیفیت آب، استرس محیطی موجود به حداقل ممکن رسید و نیاز اکسیژنی تمامی تیمارها در حد طبیعی و مشابه با گروه شاهد مشاهده شد. در تطابق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در ارتباط با عدم تأثیر مکمل‌های مولتی‌آنزیم ناتوزیم و جلبک اسپیرولینا به‌صورت جداگانه و تلفیقی در جیره غذایی روی شاخص‌های خونی، همایونی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که استفاده از مولتی‌آنزیم آپسوزایم و بتائین به صورت توأم و جداگانه تأثیری بر شاخص‌های خونی (تعداد گلبول سفید و قرمز، درصد هموگلوبین و درصد هماتوکریت، حجم میانگین سلولی، میانگین غلظت هموگلوبین سلولی، هموگلوبین میانگین سلولی) بچه‌فیل‌ماهیان نداشت (٦۰). در همین راستا، موسوی و همکاران (۲۰۱۹) ثابت کردند که استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم و پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدلاکتیکی علی رغم ایجاد اثرات مثبت روی عملکرد رشد بچه فیل ماهیان، اثری روی شاخص‌های خونی (تعداد گلبول سفید و قرمز، درصد هموگلوبین و درصد هماتوکریت) نداشت (٤۹). هم‌چنین، Zamini و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند که استفاده از مکمل‌های آنزیمی ناتوزایم و همیسل به صورت مجزا و توأم در میزان هموگلوبین ماهی آزاد دریای خزر تأثیری نداشت (٦۱). با این‌حال، در مطالعات متفاوت به اثرات مثبت

مولتی‌آنزیم‌ها و جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی روی شاخص‌های خونی در گونه‌های متفاوت به اثبات رسیده است؛ به عنوان مثال، می‌توان به اثر پروتئین سویا و مکمل آنزیمی اویزایم در ماهی قرل‌آلای رنگین‌کمان (٦٢)، اثر سطوح مجزا و توأم مولتی‌آنزیم‌های تجاری در ماهی کپور معمولی (٦٣)، اثرات بتاگلوکاناز خالص در ماهی کپور معمولی (٦٤)، مکمل آنزمی آندو ۱-۳ (٤) بتاگلوکوناز در ماهی کپور معمولی (٦٥)، تأثیر محرک ایمنی ماکروگارد و جلبک اسپیرولینا در ماهی ازون‌برون (٦٦) و اثرات پودر جلبک اسپیرولینا در فیل‌ماهی (٦٧) اشاره کرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده توأم و مجزا از مولتی‌آنزیم ناتوزیم و جلبک اسپیرولینا در جیره غذایی بچه‌ماهیان کپور معمولی علی‌رغم اثر مثبت روی رشد، بر شاخص‌های خونی این ماهی اثر معنی‌داری نداشت. با این‌حال، شاید بتوان بیان نمود که ممکن است با افزودن مقادیر بالاتر از مولتی‌آنزیم ناتوزیم و جلبک اسپیرولینا در یک کیلوگرم غذا بتوان باعث بهبود شاخص‌های خونی بچه کپورماهیان در محیط‌های پرورشی شد. اگرچه اظهار نظر دقیق در ارتباط با این موضوع به مطالعات بیش‌تر و پیشرفته‌تر و در سطح مولکولی نیاز می‌باشد. با این وجود، براساس نتایج افزودن میزان ۲ درصد جلبک اسپیرولینا و ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم به ازای درصد جیره برای بهبود عملکرد رشد در مراکز پرورشی کپورماهیان برای افزایش راندمان تولید پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1. Gabriel, U. U., Akinrotimi, O. A., Bekibele, D. O., Onunkwo, D. N., & Anyanwu, P. E. (2007). Locally produced fish feed: potentials for aquaculture development in subsaharan Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 2 (7), 287-295.
2. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). How to feed the world in 2050 (FAO, Rome). http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf. Accessed 17 April 2017.
3. Luo, G. Z., Avnimelech, Y., Pan, Y. F., & Tan, H. X. (2013). Inorganic nitrogen dynamics in sequencing batch reactors using biofloc technology to treat aquaculture sludge. *Aquacultural engineering*, 52, 73-79.
4. Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405 (6790), 1017-1024.
5. Sinha, A. K., Kumar, V., Makkar, H. P., De Boeck, G., & Becker, K. (2011). Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition–A review. *Food Chemistry*, 127 (4), 1409-1426.
6. Gracia, M. I., Aranibar, M., Lazaro, R., Medel, P., & Mateos, G. G. (2003). Alpha-amylase supplementation of broiler diets based on corn. *Poultry science*, 82 (3), 436-442.
7. Maas, R. M., Verdegem, M. C., & Schrama, J. W. (2019). Effect of non-starch polysaccharide composition and enzyme supplementation on growth performance and nutrient digestibility in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 25 (3), 622-632.
8. Hlophe-Ginindza, S. N., Moyo, N. A., Ngambi, J. W., & Ncube, I. (2016). The effect of exogenous enzyme supplementation on growth performance and digestive enzyme activities in *Oreochromis mossambicus* fed kikuyu-based diets. *Aquaculture Research*, 47 (12), 3777-3787.

9. Rosadi, E., Yuli, E. H., Setyohadi, D., & Bintoro, G. (2014). Distribution, composition, and abiotic environment of Silver Rasbora (*Rasbora argyrotaenia Blkr*) fish in upstream areas of Barito watershed, South Kalimantan. *Journal of Environment and Ecology*, 5 (1), 117.
10. Zutshi, B., & Prasad, S. R. (2008). Impact of pollution on fresh-and marine water resources-A review. *Pollution Research*, 27 (3), 461-466.
11. Bogut, I., Opacak, A., & Stevic, I. (1995). The influence of polyzymes added to the food on the growth of carp fingerlings (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 129 (1-4), 252-252.
12. Prabu, E., Rajagopalsamy, C. B. T., Ahilan, B., Santhakumar, R., Jeevagan, I. J. M. A., & Renuhadevi, M. (2017). An overview of anti-nutritional factors in fish feed ingredients and their effects in fish. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 32 (1/2), 149.
13. Brufau, J., Francesch, M., & Pérez-Vendrell, A. M. (2006). The use of enzymes to improve cereal diets for animal feeding. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (11), 1705-1713.
14. Walk, C. L., & Bedford, M. R. (2020). Application of exogenous enzymes: is digestibility an appropriate response variable?. *Animal Production Science*, 60 (8), 993-998.
15. Subramanian, A., & Balasubramanian, U. (2014). Effect of spirulina on growth and biochemical performance in common carp *Catla catla* and *Labeo rohita*. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*. 1, 1-10.
16. Biabani, M., Soudager, M., Mazandarani, M., & Yusefi, S. (2016). The effect of spirulina powder on the growth, survival, total carotenoid of pre-moldo fish in the larval stage of dwarf gourami fish (*Trichogaster lalius*). *Fisheries Science and Technology*, 6 (1), 21-35. [In Persian]
17. Ovando, C. A., Carvalho, J. C. D., Vinícius de Melo Pereira, G., Jacques, P., Soccol, V. T., & Soccol, C. R. (2018). Functional properties and health benefits of bioactive peptides derived from Spirulina: A review. *Food reviews international*, 34 (1), 34-51.
18. Nege, A. S., Masithah, E. D., & Khotib, J. (2020). Trends in the Uses of Spirulina Microalga: A mini-review. *Journal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 12 (1), 149-166.
19. Balon, E. K. (1995). Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129 (1-4), 3-48.
20. Zakariaee, H., Sodagar, M., Hosseini, S., Paknejad, H., & Baroah, K. (2019). The effect of using a synbiotic produced from button mushroom extract in combination with two species of lactic acid bacteria on the activity of digestive enzymes, carcass composition, growth and intestinal microbial flora in zebra fish (*Danio rerio*). *Marine science and technology*. [In press]. **10.22113/jmst. 2020.233183.237.** [In Persian]
21. Sodagar, M., Khalsa, M., Mazandarani, M., Hosseini, A., & Zakariaee, H. (2016). The effect of Spirulina sp on the growth, survival and pigmentation of *Pseudotropheus demasoni*. *Journal of Fisheries, Journal of Natural Resources of Iran*, 69 (1), 21-27. [In Persian]
22. Adelian, M., Imanpour, M., Taghizadeh, V., & Mazandarani, M. (2015). The use of natozyme multi-enzyme in the diet of common carp (*Cyprinus carpio*) and its effects on growth indices and some blood biochemical factors. *Animal Environment*, 8 (2), 207-214. [In Persian]
23. Moustafa, E. S., Alsanie, W. F., Gaber, A., Kamel, N. N., Alaqil, A. A., & Abbas, A. O. (2021). Blue-green algae (*Spirulina platensis*) alleviates the negative impact of heat stress on broiler production performance and redox status. *Animals*, 11 (5), 1243.
24. De Almeida Bicudo, A. J., Sado, R. Y., & Cyrino, J. E. P. (2009). Growth and haematology of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed diets with varyingprotein to energy ratio. *Aquaculture Research*. 40, 486-495.
25. Tacon, A. G. J. (2001). Effect of brood-stock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*. 197, 25-42.

26. Bekcan, S., Dogankaya, L., & Cakirogullari, G. C. (2006). Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis* L.) fed diets containing different percentages of protein. *Israeli journal of aquaculture = Bamidgeh*. 58 (2), 137-142.
27. Hevrøy, E., Espe, M., Waagbø, R., Sandnes, K., Ruud, M., & Hemre, G. I. (2005). Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed increased levels of fish protein hydrolyte during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*. 11, 301-313.
28. Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., & Zhang, L. (2006). Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*. 260, 255-263.
29. Adegoke, A. M., Gbadegesin, M. A., Otitoju, A. P., & Odunola, O. A. (2015). Hepatotoxicity and Genotoxicity of Sodium Arsenite and Cyclophosphamide in Rats: Protective Effects of Aqueous Extract of *Adansonia digitata* L. Fruit Palp. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 8 (11), 963-974.
30. Ross, N. W., Firth, K. J., Wang, A., Burka, J. F., & Johnson, S. C. (2000). Changes in hydrolytic enzyme activities of naive Atlantic salmon *Salmo salar* skin mucus due to infection with the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* and cortisol implantation. *Diseases of aquatic organisms*, 41 (1), 43-51.
31. Farhang, P., Mirvaqfi, A. R., & Majaji Amiri, B. (2017). The effect of oxytetracycline antibiotic on the blood parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) suffering from aeromoniasis and the effect of using butyl hydroxytoluene in improving the side effects of antibiotic treatment. Fisheries, *Journal of Natural Resources of Iran*, 71 (3), 216-224. (In Persian)
32. Mohammad Rezaei, D. (2019). Investigating the effect of spirulina algae powder and cloves on the growth performance and carcass composition of common carp fingerlings. *Animal Environment*, 12 (2), 189-194. [In Persian]
33. Sabrian Joybari, M., Ghobadi, Sh., & Watan-doost, P. (2016). The effect of different levels of prebiotic A-MAX on growth indices, survival and carcass composition in common carp fry. *Aquaculture Development*, 11 (1), 63-75. [In Persian]
34. Tokur, S., Ozkütük, E., Atici, G., Ozyurt, C. E., & Ozyur, E. (2006). The effects of frozen storage at -18 °C on the chemical and sensory qualities of fish fingers produced from unwashed and washed mirror carp (*Cyprinus carpio*) mince were investigated. The amounts of moisture, crude protein, lipid, crude ash, ω3 polyunsaturated. *Food Chemistry*. 151, 55-70.
35. Park, J. H., Lee, S. I., & Kim, I. H. (2018). Effect of dietary Spirulina (*Arthrospira platensis*) on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. *Poultry science*, 97 (7), 2451-2459.
36. Al-Batshan, H. A., Al-Mufarrej, S. I., Al-Homaidan, A. A., & Qureshi, M. A. (2001). Enhancement of chicken macrophage phagocytic function and nitrite production by dietary *Spirulina platensis*. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 23 (2), 281-289.
37. Meineri, G., Ingravalle, F., Radice, E., & Aragno, M. (2009). Effects of high fat diets and Spirulina Platensis supplementation in New Zealand White rabbit.
38. Sujatha, T., & Narahari, D. (2011). Effect of designer diets on egg yolk composition of 'White Leghorn'hens. *Journal of food science and technology*, 48 (4), 494-497.
39. Evans, A. M., Smith, D. L., & Moritz, J. S. (2015). Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. *Journal of applied poultry research*, 24 (2), 206-214.
40. Jaime-Ceballos, B. J., Hernández-Llamas, A., Garcia-Galano, T., & Villarreal, H. (2006). Substitution of Chaetoceros muelleri by Spirulina platensis meal in diets for Litopenaeus schmitti larvae. *Aquaculture*, 260 (1-4), 215-220.

41. Lu, J., Yoshizaki, G., Sakai, K., & Takeuchi, T. (2002). Acceptability of raw Spirulina platensis by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science*, 68 (1), 51-58.
42. Gogoi, S., Mandal, S. C., & Patel, A. B. (2018). Effect of dietary Wolffia arrhiza and Spirulina platensis on growth performance and pigmentation of Queen loach Botia dario (Hamilton, 1822). *Aquaculture Nutrition*, 24 (1), 285-291.
43. Alvarenga, R. R., Rodrigues, P. B., Cantarelli, V. D. S., Zangeronimo, M. G., Silva Júnior, J. W. D., Silva, L. R. D., Santos, L. M. D., & Pereira, L. J. (2011). Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40 (5), 992-996.
44. Evans, A. M., Smith, D. L., & Moritz, J. S. (2015). Effects of algae incorporation into broiler starter diet formulations on nutrient digestibility and 3 to 21 d bird performance. *Journal of applied poultry research*, 24 (2), 206-214.
45. Alofa, C. S., Adite, A., & Abou, Y. (2020). Evaluation of Spirulina (*Spirulina platensis*) wastes and live housefly (*Musca domestica*) larvae as dietary protein sources in diets of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) fingerlings. *Aquatic Research*, 3 (1), 24-35.
46. Homayoni, M., Imanpour, M. R., & Safari, R. (2019). The effects of betaine and natozyme multienzyme in the diet on growth performance and expression of the growth hormone (GH) gene in common carp. *Animal Physiology Research*, 14 (3), 85-96. [In Persian]
47. Razeghi, M., Akrami, R., Ghobadi, S. H., Amani Denji, K., Ezatrahimi, N., & Gharaei, A. (2012). Effects of dietary manna oligosaccharide (MOS) on growth performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (*Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 38 (3), 829-835.
48. Adelian, M., Imanpour, M. R., & Jafari, V. (2018). The effects of natozyme multi-enzyme in the diet on the growth, survival and reproductive performance of goldfish. *Animal Environment*, 11 (2), 215-224. [In Persian]
49. Mousavi, M., Imanpour, M. R., & Safari, R. (2019). Effect of natozyme multi-enzyme and lactic acid pediococcus probiotic in diet on growth and hematological parameters in beluga (*Huso huso*). *Animal Environment*, 12 (1), 223-228. [In Persian]
50. Farhangi, M., & Carter, C. G. (2007). Effect of enzyme supplementation to dehulled lupin-based diets on growth, feed efficiency, nutrient digestibility and carcass composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 38 (12), 1274-1282.
51. Sardar, P., Randhawa, H. S., Abid, M., & Prabhakar, S. K. (2007). Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth performance, nutrient utilization, body compositions and haemato-biochemical profiles of *Cyprinus carpio* (L.) fingerlings fed soyprotein based diet. *Aquaculture Nutrition*, 13 (6), 444-456.
52. Li, X. Q., Zhang, X. Q., Kabir Chowdhury, M. A., Zhang, Y., & Leng, X. J. (2019). Dietary phytase and protease improved growth and nutrient utilization in tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) fed low phosphorus and fishmeal-free diets. *Aquaculture nutrition*, 25 (1), 46-55.
53. Vielma, J., Ruohonen, K., Gabaudan, J., & Vogel, K. (2004). Top spraying soybean meal based diets with phytase improves protein and mineral digestibilities but not lysine utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 35 (10), 955-964.
54. Khorasani-Nejad, M., Taati, R., & Abdulahpour Biria, H. (2018). Comparison of individual and combined levels of commercial enzymes on feeding efficiency and chemical composition of common carp (*Cyprinus carpio*) carcass. *Journal of Veterinary Research*, 74 (1), 35-43.
55. Monier, M. N. (2020). Efficacy of dietary exogenous enzyme supplementation on growth performance, antioxidant

activity, and digestive enzymes of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Fish Physiology and Biochemistry*, 46 (2), 713-723.

56. Knowles, S., Hrubec, T. C., Smith, S. A., & Bakal, R.S. (2006). Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured shortnose (*Acipenser brevirostrum*). *Veterinary Clinical Pathology*. 35 (4), 434-440.
57. Kazemi, R., Pourdehghani, M., Yousefi Jourdehi, A., Yarmohammadi, M., & Nasri Tajan, M. (2010). Cardiovascular system physiology of aquatic animals and applied techniques of fish hematology Bazargan Press, Rasht. 194p.
58. Sattari, M. (2002). Ichthyology (1): Anatomy and Physiology. Naghshe Mehr Press, Tehran, Iran. 862p. [In Persian]
59. Siwicki, A. K., Anderson, D. P., & Rumsey, G. L. (1994). Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 41 (1-2), 125-139.
60. Homayoni, M., Safari, R., Imanpour, M. R., Kiapour, F., Sancholi, H., & Shokohian, B. (2019). Effects of using multi-enzyme apsozyme and betaine in diet on some blood parameters and carcass composition in beluga (*Huso huso*). *Animal Environment*, 12 (2), 117-122.
61. Zamini, A., Kanani, H., Esmaeili, A., Ramezani, S., & Zorie Zahara, S. J. (2012). Effects of Two Dietary Exogenous Multi-Enzyme Supplementation, Natuzyme® and Beta-mannanase (Hemicell®), on Growth and Blood Parameters of Caspian Salmon (*Salmo trutta Caspius*). *Comparative Clinical Pathology*. 23, 187-192.
62. Hosseinifard, S. M., Ghobadi, S. H., Khodabakhsh, E., & Razeghi Mansour, M. (2013). The effect of different levels of soybean meals and avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout. *Iranian Veterinary Journal*. 9 (3), 43-53.
63. Taati, R., & Salehi, M. (2017). Comparison of blood and biochemical indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with single and combined levels of commercial multi-enzymes. *Journal of Applied Fisheries Research*, 6 (2), 119-134.
64. Oguz, M. N., & Goncuolu, F. K. O. E. (2011). Kavuzu Al nm þ Arpan n B ld rc nlarda Performants ve Baz Kan Parametreleri Uzerine Etkisi.
65. Mohammadbeygi, M., Imanpour, M. R., Taghizadeh, V., & Shabani, A. (2013). Endo 1- 3(4) Beta-glucanase supplementation of Barley Based Diet and Its Effect on Some Hematological Parameters of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Global Veterinaria*. 10 (1), 39-45.
66. Salehi Farsani, A., Soltani, M., Kamali, A., & Shamsaei Mahdana, M. (2018). The effect of macroguard immune stimulant and spirulina algae (*Arthrospira platensis*) on some blood parameters of ozone fish (*Acipenser stellatus*). *Animal Environment*, 11 (4), 171-176.
67. Adel, M., Yeganeh, S., Dadar, M., Sakai, M., & Dawood, M. A. (2016). Effects of dietary *Spirulina platensis* on growth performance, humoral and mucosal immune responses and disease resistance in juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Fish & Shellfish Immunology*, 56, 436-444.