Journal of Marine Science and Technology

In Press/ DOI: **10.22113/JMST.2024.442223.2578**

Available Online: ***http://jmst.kmsu.ac.ir***

Original Article

Effects of dietary supplementation with Bentomax Plus on growth performance, feeding utilization, and body biochemical composition in common carp (*Cyprinus carpio*)

Sajjad Salemi, Mohammad Zakeri *, Preeta Kochanian, Vahid Yavari, Seyed Mohammad Mousavi

Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

* **Corresponding Author Email:** Zakeri.mhd@gmail.com

Received: 7 February 2024 **Revise Date:** 17 February 2024 **Accepted:** 28 May 2024

Abstract:

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of different levels of Bentomax Plus supplementation on the growth performance, feeding utilization, and body biochemical composition of common carp (*Cyprinus carpio*) for 64 days. The 450 fish with an initial average weight of 5.25 ± 0.60 g were stocked in the six treatments. The experimental treatments included treatment 1 (control, without adding supplements) and five experimental treatments with diets containing 1, 3, 5, 7, and 9 g/kg of diet. At the end of the experimental period, a significant difference was observed in the weight gain, body length increase, and specific growth rate between the experimental treatments. Treatment 1 showed the lowest amount. Although, there was not a significant difference between treatments 3 and 6 in the specific growth rate. No significant difference was observed in survival and condition factors between the treatments. Nevertheless, the feed conversion ratio and survival were found to be negatively correlated using the correlation coefficient test. The control treatment had the highest feed conversion ratio measurements, and treatment 6 had the lowest. In the economic conversion ratio, the highest rate was recorded in treatment 1 and the lowest rate in treatment 6. A comparison of changes in weight gain and economic conversion ratio showed a reverse trend between these two indicators. Compared to the control treatment, supplements-containing treatments had higher protein contents; the highest protein contents were found in treatments 3 and 4, while the lowest protein contents were found in treatments 1 and 2. Treatments 4 and 1 had the highest and lowest lipid contents, respectively. Between experimental treatments, there was not a significant difference in the ash or moisture contents. The findings of the current study demonstrated that common carp's growth performance, feeding efficiency, and body biochemical compositions are all improved by using Bentomax Plus as a dietary supplement. Therefore, based on the overall results of this study, it is recommended that common carp supplement their diet with at least 3 to 9 g/kg of Bentomax Plus.

Keywords: Dietary supplementation, Bentomax Plus, Common carp, Economic performances.

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

In Press

Journal of Marine Science and Technology

***In Press/ DOI:* 10.22113/JMST.2024.442223.2578**

Introduction

Bentomax Plus is a commercial supplement that consists of several substances including beta-glucanase enzyme, yeast cell wall, lactobacillus bacteria, aluminum silicates (montmorillonite), and organic acids (lactic acid). This supplement has gained attention due to the presence of substances like organic acids, minerals, and beta-glucanase enzymes, and their potential impact on growth and nutrition variables. The Bentomax Plus is now available in the market. However, there is no scientific report available yet on the performance and effects of different levels of this supplement on growth indicators, feeding, and biochemical compositions of any aquatic species. Considering the composition of this supplement, the importance of common carp as a cultured species, and the previous studies in this regard, this research aims to investigate the effects of different levels of Bentomax Plus supplement on the growth, feeding, economic indicators, and the biochemical body composition of common carp (*C. carpio*).

Materials and methods

Six experimental treatments were designed in three replications. Therefore, treatment 1 has no supplement (control treatment), treatment 2 includes 1 g/kg supplement in the diet, treatment 3 includes 3 g/kg supplement in the diet, treatment 4 includes 5 g/kg supplement in the diet, and treatment 5 includes 7 g/kg supplement in the diet. kg of supplement in diet and treatment 6, including 9 g/kg of supplement in diet, were considered. Bentomax Plus was obtained from Chitica (Iran). 450 common carp with an average initial weight of 5.25 ± 0.60 g were prepared for a study at Khorramshahr University of Marine Sciences and Technologies. They were transferred to a wet laboratory and adapted to the conditions there for 7 days. During this period, they were fed a basic commercial diet (control treatment) three times a day until they were full. After the adaptation period, the fish were divided into tanks with a density of 25 fish per 300-litre polyethylene tank and cultured for 64 days. The experimental fish were weighed and measured at the beginning and end of the experiment period.

Results

At the end of the experimental period, a significant difference was observed in the weight gain, body length increase, and specific growth rate between the experimental treatments. Treatment 1 showed the lowest amount. Although there was not a significant difference between treatments 3 and 6 in the specific growth rate. No significant difference was observed in survival and condition factors between the treatments. Nevertheless, the feed conversion ratio and survival were found to be negatively correlated using the correlation coefficient test. The control treatment had the highest feed conversion ratio measurements, and treatment 6 had the lowest. In the economic conversion ratio, the highest rate was recorded in treatment 1 and the lowest rate in treatment 6. A comparison of changes in weight gain and economic conversion ratio showed a reverse trend between these two indicators. Compared to the control treatment, supplements-containing treatments had higher protein contents; the highest protein contents were found in treatments 3 and 4, while the lowest protein contents were found in treatments 1 and 2. Treatments 4 and 1 had the highest and lowest lipid contents, respectively. Between experimental treatments, there was not a significant difference in the ash or moisture contents.

Discussion

Based on the findings of this research study, it was observed that adding Bentomax Plus supplement to the diet of carp during a 64-day culturing period had a positive effect on growth, feeding, economics, and biochemical composition. Among all the treatments, Treatment 6 (9 g/kg) yielded the best growth in terms of body length and SGR, along with the highest protein content and lowest FCR and ECR. These results indicate that Bentomax Plus can be a beneficial supplement for the diet of common carp, improving growth indicators and body biochemical compositions. The study suggests that adding at least 3 to 9 g/kg of Bentomax Plus supplement to the diet of common carp (*Cyprinus carpio*) can be beneficial.

Journal of Marine Science and Technology

In Press/ DOI: **10.22113/JMST.2024.442223.2578**

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

اثرات سطوح مختلف مکمل خوراکی بنتومکس پلاس بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سجاد سالمی، محمد ذاکری * ، پریتا کوچنین، وحید یاوری، سید محمد موسوی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** Zakeri.mhd@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۱۱/۲۸ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۳/۰۸

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2024.442223.2578

چکیده:

این مطالعه با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل بنتومکس پلاس بعنوان یک توکسین بایندر چند جزئی وسیع الطیف بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به مدت ۶۴ روز انجام گردید. تعداد ۴۵۰ قطعه ماهی با میانگین وزن اولیه ۰/۶۰ ±۲۵/۵ گرم در ۶ تیمار ذخیره سازی شدند. تیمارهای آزمایش شامل تیمار ۱ بدون افزودن مکمل (شاهد) و ۵ تیمار آزمایشی با جیره‌های حاوی ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ گرم مکمل در کیلوگرم جیره‌غذایی بود. در پایان دوره آزمایشی، بیشترین میزان افزایش بدن، افزایش طول بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار ۶ و کمترین میزان در تیمار ۱ مشاهده شد. در شاخص بازماندگی و ضریب چاقی اختلاف معنی‌داری در هیچ کدام از تیمارها مشاهده نگردید. رابطه معکوس بین درصد بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی براساس ضریب همبستگی مشاهده شد. بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۶ ثبت گردید. هر چند که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۳ الی ۶ مشاهده نشد. همچنین در شاخص نرخ بازده پروتئین نیز روند مشابه ضریب تبدیل غذایی مشاهده گردید. در شاخص ضریب تبدیل اقتصادی بالاترین نرخ در تیمار ۱ و پایین ترین نرخ در تیمار ۶ محاسبه گردید. مقایسه روند تغییرات افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل اقتصادی روند معکوس بین این دو شاخص را نشان داد. بیشترین محتوای پروتئین در تیمارهای ۳ و ۴، کمترین میزان در تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده شده است. بیشترین و کمترین میزان محتوای چربی بدن به ترتیب در تیمارهای ۴ و ۱ ثبت شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بنتومکس پلاس به عنوان مکمل غذایی در جیره‌غذایی بچه ماهی کپور معمولی دارای اثرات مثبت بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن است. با توجه به نتایج این تحقیق، افزودن حداقل ۳ تا ۹ گرم در کیلوگرم مکمل بنتومکس پلاس را می‌توان در جیره‌غذایی کپور معمولی پیشنهاد نمود.

واژگان کلیدی: محرک اشتها، توکسین بایندر، بنتومکس، گونه گرمابی، شاخص اقتصادی.

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

In Press

۱. مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت جهان و پاسخگو نبودن منابع غذایی فعلی جهان، بایستی به فکر منابع غذایی و بویژه منابع پروتئینی جایگزین بود. محدودیت استفاده از دریاها و تهی شدن ذخایر آب‌های آزاد تأمین غذاهای دریایی را به سمت توسعه آبزی پروری و تکیه بر تولید و پرورش مصنوعی آبزیان سوق داده است. از طرف دیگر نیاز به حجم زیاد تولید، آبزی پروران را بر آن داشته که به دنبال غذاها و مکمل‌های مفیدتر و مؤثرتری برای پرورش گونه‌های مختلف آبزی باشند. به همین دلیل امروزه تحقیقات به سمت مکمل‌هایی همچون اسیدهای آلی، بایوترونیک و انواع مختلف کمپلکس‌ها و تأثیر آن‌ها بر رشد آبزیان است (Zhang et al., 2020).

تامین خوراک با هزینه مناسب از مهم ترین مباحث توسعه پایدار صنعت آبزی پروری و به صرفه بودن تولید است (Sinha et al., 2011). عملکرد ماهیان پرورشی، با استفاده از محرک‌ها و مکمل‌های رشد در جیره‌غذایی باعث کارآیی آن می‌شود و در تولید و بهره‌وری روند افزایشی را می‌توان داشته باشد. مکمل‌های غذایی می‌توانند اثرات فاکتورهای ضد تغذیه‌ای را از بین ببرند و سبب بهبود عملکرد ماهی شوند (Soltan, 2009). بعبارت دیگر می‌توان عنوان نمود که مکمل‌های غذایی در صنعت آبزیان با هدف افزایش میزان رشد و یا بهبود شاخص‌های سلامتی و بازماندگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع می تواند باعث افزایش در راندمان آبزی‌پروری بدون تغییر در مساحت زیرکشت و یا تغییرات آب مصرفی اتفاق بیافتد.

مکمل تجاری بنتومکس پلاس (Bentomax plus) ترکیبی از آلومینیوم سیلیکات‌ها (مونت موریلونیت)، دیواره سلولی مخمر، باکتری لاکتوباسیلوس، اسیدهای آلی (اسیدلاکتیک) و آنزیم بتاگلوکاناز می‌باشد. این مکمل با توجه به دارا بودن ترکیباتی همچون اسیدهای آلی، مواد معدنی و آنزیم بتاگلوکاناز و تاثیرات آنها بر فاکتورهای رشد و تغذیه مورد توجه قرار گرفته است. این مکمل یک توکسین بایندر چند جزئی وسیع الطیف با خاصیت جذب سموم قارچی مختلف است. منظور از وسیع الطیف، قدرت تاثیر این مکمل بر سایر مواد سمی موجود در خوراک حیوانات پرورشی مانند فلزات سنگین و باقیمانده سموم کشاورزی، علاوه بر سموم قارچی ذکر شده می‌باشد. این مکمل علاوه بر جذب سموم نیز می‌تواند سموم خنثی را جذب و تجزیه کند. علاوه بر این موارد بنتومکس پلاس دارای خاصیت تحریک رشد و اشتها در دام و طیور می‌باشد (www.Chitikaco.com).

مونت موریلونیت از ترکیبات معدنی است و دارای ذراتی حدوداً به ابعاد ۱۰ آنگستروم و خواصی نظیر تورم پذیری در محیط‌های قطبی، سطح ویژه بالا، خواص الکتریکی سطحی و ظرفیت تبادل یونی را دارد. از مونت موریلونیت در صنایع غذاسازی وتغذیه دام، طیور و آبزیان و همچنین انسان جهت افزایش سلامت و تقویت سیستم ایمنی و بهبود رشد استفاده می‌گردد (Safaeikatouli et al., 2010). Palm et al. (2015) تاثیر استفاده از ترکیبات مونت موریلونیت، موسکوویت و ایلیت در جیره غذایی میگوی پاسفید وانامی (*Litopenaeus vannamei*) را مطالعه کردند. Karimi et al. (2019) با بررسی تاثیر افزودن سطوح مختلف مونت موریلونیت در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) بهبود معنی دار شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد را گزارش کردند. Hu et al. (2008) نشان دادند که بهترین عملکرد رشد تیلاپیای نیل (*Nile tilapia*) در تیماری با ۱/۵ گرم در کیلوگرم مکمل مونت موریلونیت مشاهده شد.

مخمرها، مهم ترین و پرکاربرد ترین میکروارگانیسم‌های قابل مصرف در غذا سازی از جمله تولید عصاره مخمر به شمار می روند (Irianto and Austin, 2002). مخمرها یا بصورت زنده یا بعد از عمل آوری به عنوان یک ترکیب غذایی در صنعت آبزی پروری استفاده می شوند (Stones and Mills, 2004). دیواره سلولی مخمر (*Saccharomyces cerevisiae*) دارای ترکیبات محرک ایمنی مانند β- گلوکان ها، الیگوساکاریدهای مانان و کیتین است و باعث تقویت پاسخ های ایمنی(Ortuno et al., 2002) و رشد (Olive-Teles and Goncalves, 2001) در تعداد مختلفی از ماهیان می‌شود (Li and Gatlin, 2004). Khani et al. (2017) با بررسی اثرات افزودن مکمل دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین به جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان بیان نمودند که استفاده هم زمان از مکمل دیواره سلولی مخمر و اسانس دارچین در جیره غذایی باعث تقویت سیستم ایمنی بچه ماهی آزمایشی می‌شود.

باکتری های لاکتوباسیلوس در تغذیه باعث افزایش رشد و نرخ بازماندگی می‌شود (Jamali et al., 2012). در روده باعث تشکیل کلنی و همچنین توانایی تولید آنزیم جهت هضم مواد غذایی، تحریک سیستم ایمنی بدن و رقابت با میکروب‌های بیماری‌زا را دارد (Kennedy et al., 1998). اسیدهای آلی، نظیر اسیدهای بنزوئیک، فرمیک، لاکتیک و پروپیونیک، معمولاً به عنوان مواد نگهدارنده و برای جلوگیری از فاسد شدن محصول در اثر قارچ‌ها و میکروب‌ها یاد شده است (Van Dam, 2006). اسیدهای آلی با حفظ pH مناسب دستگاه گوارش، سبب افزایش اثر آنزیم‌ها بر مواد غذایی و مهیا شدن مواد غذایی بیشتری برای حیوانات پرورشی می‌گردد که نتیجه آن کاهش مواد غذایی مصرف نشده برای رشد باکتری ها است (Eidelsburger, 1998). Zahizadeh et al. (2020) با مطالعه بر اثرات سطوح مختلف مکمل خوراکی بایوترونیک تاپ ۳ (Biotronic® Top3) بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن میگوی پا سفید (*Litopenaeus vannamei*)

In Press

نشان دادند که با پایان یافتن دوره آزمایشی، اختلاف معنی داری در میزان افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید.

استفاده از آنزیم‌های کربوهیدراتی خارجی به عنوان راه حل کاهش مشکلات استفاده از مواد گیاهی مورد توجه قرار گرفته است. چرا که ماهی عملکرد ضعیفی در ترشح آنزیم‌هایی مانند سلولاز، بتاگلوکاناز و بتازایلاناز که بر هضم پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای موثرند، دارد (Kuzmina, 1996). پلی ساکاریدها جزیی از ساختار و دیواره غشای سلول‌های گیاهی می‌باشند (Sinha et al., 2011) که موجب تغییرات در ویسکوزیته هضم، مورفولوژی و فیزیولوژی روده، کاهش جذب گلوکز و تغییر در فلورباکتریایی روده ماهی شده (Leenhouwers et al., 2006) در نتیجه کاهش رشد ماهی را به همراه دارد (Mass et al., 2020). مطالعه اثرات مکمل آنزیم برون زا تجاری (پروتئاز، بتاگلوکاناز و زیلاناز) در جیره‌غذایی ماهی هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) نشان داد که در سطح ۱/۵ گرم نرخ رشد ویژه، مصرف خوراک و احتباس پروتئین به میزان قابل توجهی افزایش یافت (Lin et al., 2007).

مکمل تجاری بنتومکس پلاس هم اکنون در بازار تجاری قابل دسترس است، با این حال تاکنون هیچ گونه گزارش علمی در خصوص عملکرد و اثرات سطوح مختلف آن بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی هیچ گونه آبزی منتشر نشده است. با توجه به نتایج مطالعات مشابه گذشته و همچنین ترکیبات این مکمل و اهمیت ماهی کپورمعمولی به عنوان یک گونه پرورشی این تحقیق با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل خوراکی بنتومکس پلاس و شاخص های رشد، تغذیه، اقتصادی و ترکیبات بیوشیمیایی بدن کپورمعمولی (*C. carpio*) طراحی گردید.

۲. مواد و روش ها

شش تیمار آزمایشی، جهت بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل تجاری بنتومکس پلاس بر شاخص های رشد، کارایی تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی بدن کپور معمولی در ۳ تکرار طراحی گردید. براین اساس تیمار ۱ فاقد مکمل (تیمار شاهد)، تیمار ۲ شامل ۱ گرم در کیلوگرم مکمل در جیره‌غذایی، تیمار ۳ شامل ۳ گرم در کیلوگرم مکمل در جیره‌غذایی، تیمار ۴ شامل ۵ گرم در کیلوگرم مکمل در جیره‌غذایی، تیمار ۵ شامل ۷ گرم در کیلوگرم مکمل در جیره‌غذایی و تیمار ۶ شامل ۹ گرم در کیلوگرم مکمل در جیره‌غذایی در نظر گرفته شد. ترکیب تجاری مورد استفاده در این آزمایش با نام تجاری بنتومکس پلاس از شرکت چیتیکا (ایران)، تهیه گردید. ابتدا غذای تجاری پایه (آغازین، SFC) شرکت فرادانه با آنالیز شیمیایی (پروتین خام: ۲/۸۵ ± ۴۰/۰۱ درصد، چربی خام: ۰/۷۹ ± ۶/۷۲، رطوبت ۰/۶۱ ± ۹/۲۲ و خاکستر ۰/۷۸ ± ۹/۱۷)، کاملاً آسیاب شده و پس از اضافه کردن مقادیر مورد نظر مکمل و خمیری کردن ترکیب حاصل با مقدار مورد نیاز از آب، در نهایت ترکیب به دست آمده به وسیله چرخ گوشت، به شکل رشته در آمده و برای خشک کردن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. پس از اتمام مرحله ساخت، جیره های غذایی آزمایشی تا زمان مصرف درکیسه های پلاستیکی زیب دار در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری شدند.

بدین منظور تعداد ۴۵۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با وزن میانگین ۰/۶۰ ±۵/۲۵ گرم از استخرهای ذخیره بچه ماهی واقع در مجتمع پرورش ماهی آزادگان شهرستان کارون تهیه و با خودرو مخصوص جابجایی بچه ماهی، به آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر انتقال یافتند. ماهیان در ابتدا با حمام در ۳ درصد نمک ضدعفونی شدند. ماهی کپور معمولی به مدت هفت روز با شرایط آزمایشگاه سازگار شدند و در طی این مدت از غذای تجاری پایه (تیمار شاهد) در حد سیری در ۳ نوبت تغذیه شدند. ماهیان با تراکم ۲۵ قطعه در هر تانک (۳۰۰ لیتری پلی اتیلنی) بین تیمارها تقسیم و به مدت ۶۴ روز پرورش داده شدند. برای حفظ کیفیت آب، روزانه حدود ۱۰ درصد آب از طریق سیفون کردن مدفوع و غذاهای باقیمانده تعویض شد. در داخل هر مخزن ۲ عدد سنگ هوا جهت تامین اکسیژن لازم قرار داشت. غذادهی روزانه در ۳ نوبت (در ساعات ۸:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۷:۰۰) به روش دستی و در حد سیری انجام شد. سپس بعد از هر وعده‌ی غذایی، غذای مصرف نشده از هر مخزن سیفون و پس از خشک کردن، توزین شد. شاخص‌های دما، pH و اکسیژن محلول آب، روزانه در دو نوبت صبح و عصر و شوری آب یکبار در روز در نوبت صبح به وسیله ی دستگاه مولتی پارامتر (مدل WTW، آلمان) و با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری و ثبت گردید. در طول دوره آزمایش میانگین دمای آب ۰/۳۱± ۲۴/۲۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۱۱ ± ۶/۶۱ میلی‌گرم بر لیتر، شوری آب ۰/۰۴± ۱/۵۱ قسمت در هزار و pH ۰/۱۱± ۷/۲۱ برای هر تیمار حفظ شد. دوره نوری در داخل سالن‌های پرورش از طریق استفاده از لامپ‌های فلورسنت به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم گردید.

زیست سنجی ماهی آزمایشی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش انجام شد (وزن با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر). در ابتدای دوره و قبل از ذخیره‌سازی ماهی، ۳۰ عدد ماهی مورد زیست‌سنجی قرار گرفت (روابط ۹-۱). بعد از دوره پرورش جهت کاهش میزان استرس ماهی ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی غذادهی قطع گردید. عملیات زیست‌سنجی برای تمام ماهیان در انتهای دوره شامل اندازه‌گیری طول کل ماهی (از ابتدای سر تا انتهای بدن، کولیس) و نیز اندازه‌گیری وزن تر (ترازوی دیجیتال) ماهی، انجام گردید. در هنگام توزین به‌منظور جلوگیری از بروز خطای اندازه‌گیری سطح بدن ماهی

In Press

توسط یک تکه پارچه، خشک و سپس وزن تر بررسی گردید (Montero et al., 2008; Beyrami et al., 2016; Ghabtani et al., 2024).

جهت بررسی ترکیبات بیوشیمیایی بدن، نمونه‌برداری در ابتدا و انتهای آزمایش انجام شد. میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه بچه ماهی کپور معمولی به روش استاندارد جزءبه‌جزء AOAC (2000) سنجش شد. برای تعیین میزان رطوبت، نمونه موردنظر توزین شده در داخل پتری دیش قرار داده شد و سپس در داخل آون در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت پتری دیش‌ها از آون خارج شده و دوباره وزن شدند. با محاسبه اختلاف وزن به‌دست‌آمده درجه رطوبت مشخص گردید. میزان خاکستر نمونه‌ها با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ °C و به مدت ۵ ساعت اندازه‌گیری شد. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک با ضرب میزان نیتروژن در عدد ۶/۲۵ مورد محاسبه گرفت. چربی کل با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه گیری شد.

رابطه (۱) وزن اولیه بدن (گرم) – وزن نهایی بدن (گرم) = افزایش وزن (گرم)

رابطه (۲) کل روزهای پرورش / ۱۰۰ × (وزن اولیه ln– وزن نهایی ln) = نرخ رشد مخصوص

رابطه (۳) طول کل بدن (cm)^{۳} / ۱۰۰ × وزن بدن (گرم) = ضریب چاقی

رابطه (۴) افزایش وزن (گرم) / غذای مصرف‌شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

رابطه (۵) پروتئین مصرف‌شده (گرم) / افزایش وزن (گرم) = نسبت بازده پروتئینی

رابطه (۶) تعداد ماهی در هر تانک / کل وزن غذای خورده شده (گرم) = کل غذای مصرف‌شده

رابطه (۷) طول اولیه بدن (cm) – طول نهایی بدن (cm) = افزایش طول بدن (cm)

رابطه (۸) ۱۰۰× (تعداد ماهیان در ابتدای آزمایش / تعداد ماهیان در پایان آزمایش)= درصد بازماندگی

رابطه (۹) قیمت تمام شده جیره غذایی (هزار تومان) × ضریب تبدیل غذایی = ضریب تبدیل اقتصادی

آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی بوده است. داده‌های حاصل از نمونه برداری در نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ با کمک آزمون واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بررسی معنادار بودن تفاوت میانگین ها از پس آزمون دانکن استفاده گردید. در تمام بررسی‌ها سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ استفاده شد. جهت بررسی میزان وابستگی بین دو متغیر از ضریب همبستگی پیرسون (Two tailed bivariate Pearson's correlation) استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از اثرات سطوح مختلف بنتومکس پلاس بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی کپور معمولی در انتهای دوره آزمایشی در جدول ۱ آمده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی داری در میزان افزایش بدن، افزایش طول بدن و ضریب رشد ویژه بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بیشترین میزان افزایش بدن، افزایش طول بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار ۶ و کمترین میزان در تیمار ۱ (شاهد) مشاهده شد. هر چند که اختلاف معنی داری در شاخص ضریب رشد ویژه بین تیمارهای ۳ الی ۶ مشاهده نشد. در شاخص بازماندگی و ضریب چاقی اختلاف معنی داری در هیچ کدام از تیمارها مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

نتایج اثرات سطوح مختلف بنتومکس پلاس بر شاخص‌های تغذیه ای و اقتصادی ماهی کپور معمولی در جدول ۲ آمده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی داری در میزان ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و نرخ ضریب تبدیل اقتصادی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P>۰/۰۵). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ (شاهد) و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۶ ثبت گردید. هر چند که اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۳ الی ۶ مشاهده نشد. همچنین در شاخص نرخ بازده پروتئین نیز روند مشابه ضریب تبدیل غذایی مشاهده گردید.

در شاخص ضریب تبدیل اقتصادی بالاترین نرخ در تیمار ۱ و پایین ترین نرخ در تیمار ۶ ثبت و مشاهده گردید. بیشترین میزان کل غذای خورده شده در تیمار ۶ و کمترین میزان در تیمار ۳ مشاهده گردید و هر چند که بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

In Press

در شکل ۱ مقایسه درصد بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در پایان ۶۴ روز آزمایش ارائه شده است. براساس ضریب همبستگی به این دو شاخص رابطه عکس (P<۰/۰۱، sig.=0.008) وجود دارد. همچنین در شکل ۲ مقایسه روند تغییرات وزن بدن و ضریب تبدیل اقتصادی آورده شده است که روند معکوس بین این دو شاخص براساس معاله خط $y = -0.3555x^2 + 3.9408x + 2.6$ ثبت گردید.

جدول ۱- شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در ٦٤ روز آزمایش

Table 1- Growth and survival parameters of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with different levels of Bentomax Plus at the 64 days of experiment

Parameters	Experimental treatments					
	T1 (Control)	T2 (1 g/kg)	T3 (3 g/kg)	T4 (5 g/kg)	T5 (7 g/kg)	T6 (9 g/kg)
Initial weight (g/fish)	4.95±0.01	5.06±0.22	4.93±0.18	5.15±0.21	5.12±0.28	5.00±0.10
Initial length (cm)	6.78±0.03	6.76±0.07	6.77±0.03	6.75±0.08	6.79±0.09	6.79±0.01
Final weight (g/fish)	11.41±0.21^{a}	12.92±0.82^{a}	17.66±0.34^{b}	17.87±0.48^{b}	17.40±0.36^{b}	18.96±0.71^{b}
Final length(cm)	9.37±0.17^{a}	9.70±0.18^{ab}	10.87±0.12^{bc}	10.62±0.45^{bc}	10.65±0.11^{bc}	11.12±0.12^{c}
Weight gain (g/fish)	6.46±0.11^{a}	7.85±0.70^{a}	12.73±0.24^{bc}	12.71±0.51^{bc}	12.21±0.14^{bc}	13.73±0.64^{c}
Length gain(cm)	2.58±0.10^{a}	2.94±0.25^{ab}	4.10±0.14^{bc}	3.86±0.44^{bc}	3.87±0.11^{bc}	4.32±0.28^{c}
SGR (0%)	1.30±0.09^{a}	1.46±0.11^{a}	1.99±0.07^{b}	1.94±0.09^{b}	1.91±0.08^{b}	2.08±0.09^{b}
CF (%	1.38±0.03	1.41±0.02	1.37±0.02	1.51±0.05	1.43±0.02	1.38±0.05
SR (%)	94.66±2.66	96.00±2.31	99.33±1.06	98.66±1.33	97.33±2.33	99.00±1.00

SGR: Specific growth rate; CF: Condition factor; SR: Survival rate.

Different letters in each row indicate a significant difference between the experimental treatments (P<0.05, Mean±Standard error, n=3).

جدول ۲-شاخص‌های تغذیه و اقتصادی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در پایان ٦٤ روز آزمایش

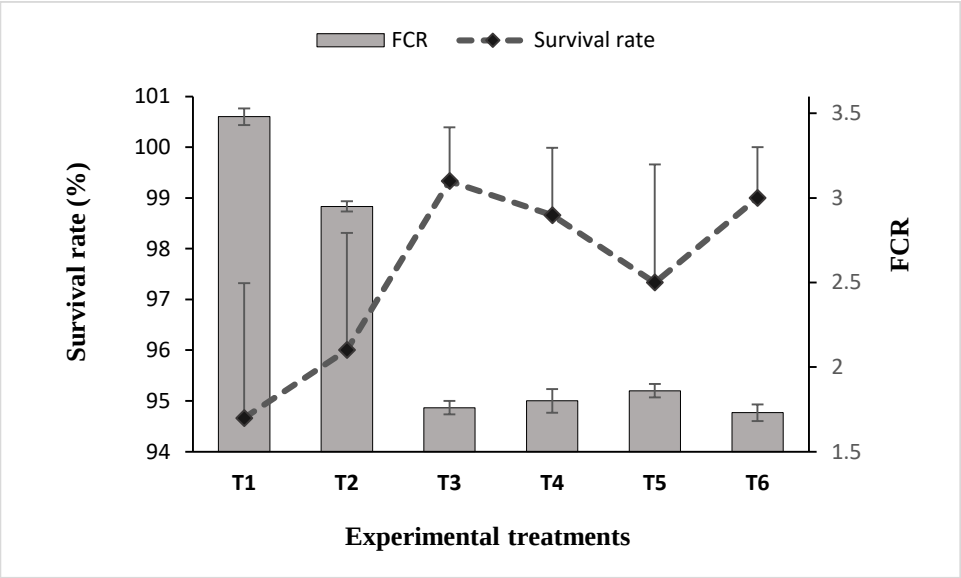
Table 2- Feeding and economical parameters of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with different levels of Bentomax Plus at the 64 days of experiment

Experimental treatments	Parameters			
	Total feed intake (g/tank)	FCR	PER (g)	ECR (Thousand Tomans/ kg fish)
T1 (Control)	563.30±1.05^{a}	3.48±0.05^{c}	1.38±0.02^{a}	48.48±0.74^{a}
T2 (1 g/kg)	567.56±1.06^{b}	2.95±0.03^{b}	1.67±0.16^{a}	41.14±1.61^{b}
T3 (3 g/kg)	561.16±2.40^{b}	1.76±0.04^{a}	2.75±0.06^{b}	24.57±0.53^{c}
T4 (5 g/kg)	572.23±2.08^{b}	1.80±0.07^{a}	2.68±0.10^{ab}	25.17±1.00^{c}
T5 (7 g/kg)	573.43±2.45^{b}	1.86±0.04^{a}	2.59±0.08^{b}	26.06±0.18^{c}
T6 (9 g/kg)	602.33±2.86^{b}	1.73±0.05^{a}	2.80±0.09^{b}	24.19±0.74^{c}

FCR: Feed conversion ratio; PER: Protein efficiency ratio; ECR: economic conversion ratio.

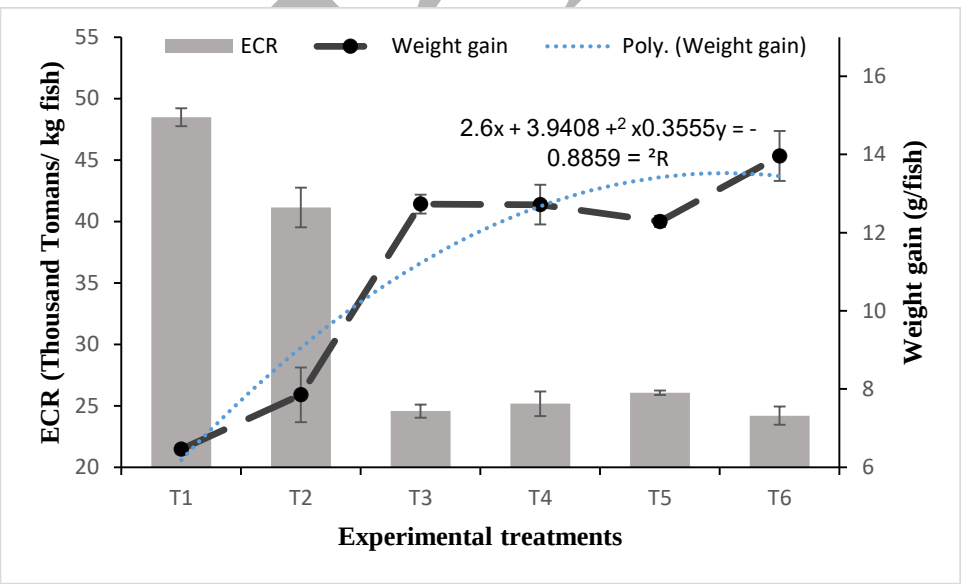
Different letters in each column indicate a significant difference between the experimental treatments (P<0.05, Mean±Standard error, n=3).

In Press



شکل ۱- مقایسه بازماندگی (درصد، خط چین) و ضریب تبدیل غذایی (ستون) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در پایان ٦٤ روز آزمایش

Fig. 1- Comparison of survival rate (%, dotted line) and feed conversion ratio (FCR, column) of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with different levels of Bentomax Plus at the 64 days of experiment



شکل ۲: مقایسه افزایش وزن بدن (گرم، خط چین، معادله خط: نقطه چین) و ضریب تبدیل اقتصادی (هزار تومان، ستون) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در پایان ٦٤ روز آزمایش

Fig. 2- Comparison of weight gain (g, dashed line, line equation: dotted line) and economic conversion ratio (ECR, thousands of Tomans, column) of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with different levels of Bentomax Plus at the 64 days of experiment.

نتایج مربوط به اثرات سطوح مختلف مکمل بنتومکس پلاس بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی کپور معمولی در جدول ۳ آورده شده است. در پایان دوره آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در میزان درصد پروتئین و چربی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (P>۰/۰۵). بیشترین محتوای پروتئین در تیمارهای حاوی مکمل در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده گردید و بیشترین محتوای پروتئین در تیمارهای ۳ و ۴ بوده و کمترین میزان در تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده شده است. بیشترین و کمترین میزان محتوای چربی بدن به ترتیب در تیمار ۴ و ۱ ثبت شده است. در میزان درصد خاکستر و رطوبت بدن بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معناداری مشاهده نگردید (P<۰/۰۵).

جدول ۳: ترکیبات بیوشیمیایی بدن (درصد وزن تر) ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف بنتومکس پلاس در پایان ٦٤ روز آزمایش

Table 3- Biochemical compositions (Wet weight%) of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with different levels of Bentomax Plus at the 64 days of experiment

Parameters (%)	Experimental treatments					
	T1 (Control)	T2 (1 g/kg)	T3 (3 g/kg)	T4 (5 g/kg)	T5 (7 g/kg)	T6 (9 g/kg)
Crude protein	13.32±0.39^{a}	13.74±0.40^{ab}	16.81±0.16^{d}	17.17±0.46^{d}	14.93±0.32^{bc}	15.77±0.39^{c}
Crude lipid	7.69±0.09^{a}	8.18±0.05^{a}	9.59±0.07^{cd}	10.07±0.19^{d}	8.75±0.24^{b}	9.17±0.18^{bc}
Ash	2.28±0.04	2.33±0.05	2.34±0.05	2.34±0.03	2.31±0.01	2.33±0.03
Moisture	71.84±1.55	71.74±1.56	70.32±1.08	70.05±1.75	71.43±1.92	71.31±1.33

Different letters in each row indicate a significant difference between the experimental treatments (P<0.05, Mean±Standard error, n=3).

٤. بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، تیمارهایی که تغذیه آنها همراه با مکمل بنتومکس پلاس بوده دارای رشد بیشتری نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده تیمار ۶ که حاوی ۹ گرم در کیلوگرم مکمل بنتومکس پلاس بوده به طور معنی داری افزایش وزن بدن و طول بدن بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت. تیمارهایی که جیره آن‌ها حاوی مکمل بودند، ضریب رشد ویژه بهتری نسبت به شاهد داشتند. اسیدهای آلی با حفظ pH مناسب دستگاه گوارش سبب می شود که آنزیم ها کارآیی بهتری بر روی مواد غذایی داشته و همچنین باعث فراوانی مواد غذایی برای گونه های پرورشی می گردد. لذا نتیجه آن کاهش مواد غذایی مصرف نشده جهت رشد باکتری ها است (Eidelsburger, 1998). اسیدهای آلی با رها سازی یون هیدروژن، سبب کاهش pH محیط می‌گردد. باکتری ها، یون‌های هیدروژن را به محیط خارج سلولی، جهت ایجاد تعادل یونی داخل سلولی دفع می‌کنند و باعث مصرف انرژی می‌شوند و انرژی کافی برای ازدیاد خود را از دست می‌دهند. همچنین اسیدهای آلی سبب تخریب DNA باکتری می‌شوند و در سنتز پروتئین باکتری اختلال ایجاد می‌نمایند که نتیجه ی این عمل منجر به رشد و بهبود تغذیه آبزیان می‌شود (Celik et al., 2003). Hadidi و Taeati (2016) در مطالعه ای اذعان نمودند افزایش استفاده از مکمل اسیدی فایر در تغذیه بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*) با حفظ pH مناسب دستگاه گوارش سبب کارآیی اثر آنزیم ها بر مواد غذایی و فراهم شدن غذای بیشتر و در نتیجه باعث افزایش رشد آن ها می‌شود. همچنین Karimi et al. (2018)، در تحقیقی خاطر نشان کردند که استفاده ۲٪ از کانی مونت موریلونیت در جیره غذایی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*O. Mykiss*) می‌تواند در شاخص های رشد و بدون تاثیر منفی در پارامترهای خونی سبب بهبود باشد. همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که آبزیان تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک افزایش رشد داشته اند. از جمله این تحقیقات می توان به مطالعات بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان با مکمل لاکتوباسیلوس (Nikoskelainen et al., 2003) و بر روی تیلاپیا *Oreochromis niloticus* با مکمل *Pseudomonas* sp. (Osman et al., 2010) اشاره نمود. از اثرات باسیلوس‌ها تولید و ترشح انواع ویتامین ها، استات و لاکتات بوده که این مواد توسط جریان خون به کبد منتقل می گردد و به عنوان مواد غذایی باعث افزایش رشد در گونه میزبان می‌شوند (Gunal et al., 2006). در تحقیق حاضر نتایج نشان دادند که اختلاف معناداری در میزان بقا و بازماندگی ماهیان تغذیه شده با بنتومکس پلاس و تیمار شاهد مشاهده نشد. این موضوع می تواند به دلیل رعایت نکات بهداشتی و داشتن شرایط مناسب تیمارها بود. هر چند که مکمل بنتومکس پلاس دارای ترکیباتی اثر گذار بر ایمنی جانوران را داشته است. بنظر می رسد که عدم تاثیر بهبود سیستم ایمنی تحت تاثیر مکمل بنتومکس پلاس و درصد بازماندگی به طول دوره و به حداقل رساندن عوامل استرس زای موثر بستگی دارد. طبیعتاً در سیستم های پرورشی با درنظر گرفتن وجود عوامل مختلف استرس‌زا و افزایش طول دوره، درصد بازماندگی تحت تاثیر سطح مکمل احتمالاً قرار خواهد گرفت.

در تحقیق حاضر سطوح مختلف بنتومکس پلاس باعث بهبود شاخص‌های تغذیه‌ای در بچه ماهی کپور معمولی در مقایسه با تیمار

In Press

شاهد شدند. تیمارهایی که جیره‌های حاوی مکمل داشتند از تغذیه موثرتری برخوردار بودند. بهترین ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و کارآیی غذا در تیمار حاوی ۹ گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. با توجه به ترکیبات مکمل بنتومکس پلاس و تحقیقات مشابه صورت گرفته به نظر می‌رسد که اسیدهای آلی و خصوصاً آنزیم‌ها باعث بهبود هضم غذا و کارآیی تغذیه و کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی در گونه های پرورشی می‌شوند. جیره های حاوی اسیدهای آلی با افزایش بهبود آنزیم های گوارشی (Kotzamanis et al., 2007)، افزایش میزان هضم پذیری پروتئین و چربی (Chistiansen and Luckstadt, 2008) و افزایش باکتری های مفید در روده (Zhou et al., 2009) بر کارایی تغذیه موثر هستند. افزودن آنزیم‌ها باعث افزایش جذب مواد مغذی و بهبود فرمولاسیون جیره غذایی می‌شود. مطالعات بسیاری در خصوص تاثیر آنزیم‌ها بر شاخص‌های رشد و تغذیه ارائه شده است. مطالعات نشان داده است که استفاده از آنزیم ها در جیره غذایی باعث افزایش رشد جانوران و کارآمدی مدیریت تغذیه و افزایش سود واحد تولیدی می‌گردد (Rathore et al., 2005; Bedford and Partridge, 2010). Hamza و Mhetli (2007)، در تحقیقی اذعان نمودند که استفاده از مکمل‌های آنزیمی می‌تواند در افزایش عملکرد رشد و بهبود کارآیی تغذیه به دلیل کاهش اثرات منفی مواد ضد مغذی باشد. وجود عناصر ضد مغذی، باعث پیدایش اثرات کاهنده میزان هضم غذا و همچنین بروز تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در دستگاه گوارش ماهیان می‌شوند و همچنین وجود عوامل ضد تغذیه‌ای با تاثیر مستقیم بر کاهش هضم پذیری پروتئین باعث بروز التهابات دستگاه گوارش شده و به طور غیر مستقیم هضم پروتئین دچار اختلال نموده و منجر می‌شود رشد روند کاهشی داشته باشد (Rumsey et al., 1994; Heikkinen et al., 2006). Lin et al. (2007) افزایش رشد، بهبود تغذیه و افزایش قابلیت هضم جیره غذایی را در هیبرید تیلاپیا (*Oreochromisniloticus* × *O. Aureus*) تغذیه شده با مکمل آنزیمی (پروتئاز، بتاگلوکاناز و زایلاناز) مشاهده نمودند. آن‌ها اثرات مثبت مولتی آنزیم را فعال شدن آنزیم‌های داخلی دستگاه گوارش ماهی عنوان نموده و با افزایش سطح مکمل بهبود شاخص‌های رشد مشاهده گردید. همچنین در آزمایشی بر روی گونه بچه گربه ماهی آفریقایی (*C. Gariepinus*) در جیره غذایی آن به میزان ۵٪ بنتونیت استفاده شد و مشاهده شد که ضریب تبدیل غذایی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش یافته است ولی اختلاف معنی دار آماری در افزایش وزن روزانه، وزن نهایی و نرخ رشد ویژه بین تیمارهای آزمایشی و شاهد مشاهده نشد (Oluwaseyi, 2016).

نتایج بررسی شاخص‌های اقتصادی تحت تاثیر مکمل بنتومکس پلاس در ماهی کپور معمولی هم روندی تقریباً کاهشی را نشان داد. بعبارت دیگر افزایش سطوح مکمل بنتومکس پلاس در جیره‌های غذایی آزمایشی باعث کاهش در ضریب تبدیل اقتصادی گردید. این ضریب اقتصادی رابطه‌ای بین میزان افزایش وزن، میزان غذای دریافتی و قیمت تمام شده جیره‌های غذایی می‌باشد. بنابراین کاهش آن به معنای افزایش میزان سوددهی با افزایش میزان سطوح بنتومکس پلاس در جیره‌های غذایی کپور ماهیان آزمایشی است. هر چند که بین سه تیمار ۳ تا ۶ (۳ تا ۹ گرم بر کیلو گرم مکمل) اختلاف معناداری در ضریب تبدیل اقتصادی مشاهده نگردید. براساس ضریب همبستگی پیرسون هم رابطه‌ای معکوس (P<۰/۰۱، sig.=0.000) در میزان افزایش وزن ماهی آزمایشی و ضریب تبدیل اقتصادی مشاهده گردید. درنتیجه با افزایش سطوح مکمل بنتومکس پلاس و بهبود شاخص‌های رشد نه تنها بهبود راندمان تولید را ایجاد می‌کند، بلکه بهبود شاخص‌های اقتصادی تولید در شرایط آزمایشگاهی تحت تاثیر مکمل بنتومکس پلاس نیز به همراه دارد. بعبارت دیگر افزودن حداقل ۳ گرم تا ۹ گرم در کیلوگرم مکمل بنتومکس پلاس بهبود عملکرد تولید و بازدهی اقتصادی را کپورماهیان معمولی آزمایشی ایجاد می‌کند.

براساس یافته‌های تحقیق حاضر، اثرات سطوح مختلف بنتومکس پلاس بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه ماهی کپور معمولی نتایج معنی داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد. بیشترین احتباس پروتئین و چربی در تیمار ۵ گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. هر چند که در شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای، تیمار ۹ گرم بر کیلوگرم بهترین بوده است. در نتیجه و با توجه به تحقیق حاضر افزایش سطح مکمل بنتومکس پلاس در جیره غذایی شاخص‌های رشد و تغذیه را بهبود می‌بخشد و این تغییرات احتمالاً تحت تاثیر رسوب معنی دار پروتئین و چربی در بدن ماهی کپور آزمایشی است. در تحقیقی که بر مکمل بایوترونیک تاپ ۳ در ترکیبات بیوشیمیایی لاشه بچه ماهی کپور معمولی صورت گرفت بالاترین مقدار پروتئین خام و کمترین مقدار چربی را در تیمار ۳ درصد مکمل گزارش گردید (Hosseini Shekarabi et al., 2019). Yildiri و Turan (2010) طبق گزارشی بیان نمودند که استفاده از سطوح مختلف مولتی آنزیم ها در جیره غذایی گونه گربه ماهی آفریقایی بالاترین میزان پروتئین لاشه در سطح ۰/۷۵ گرم بر کیلوگرم ثبت گردید. با توجه به اینکه تا امروزه هیچ گونه مطالعه علمی اثراستفاده از مکمل بنتومکس پلاس بر ترکیبات لاشه جانوران مشاهده نشده است. بنابراین به نظر می رسد مکمل بنتومکس پلاس با تاثیر بر میزان و فعالیت آنزیم های گوارشی باعث افزایش میزان هضم و جذب مواد مغذی موجود در جیره غذایی ماهی کپور معمولی شده و درنتیجه با افزایش میزان ترکیبات بیوشیمیایی جذب شده، میزان رسوب پروتئین و چربی در بدن ماهی نیز افزایش یافته است.

با توجه به یافته های تحقیق حاضر، این مطالعه نشان داد که اضافه‌کردن مکمل بنتومکس پلاس به جیره غذایی ماهی کپور معمولی در یک دوره پرورش ۶۴ روزه باعث بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه،

In Press

اقتصادی و ترکیب بیوشیمیایی لاشه در این گونه گردید. تیمار ۶ (۹ گرم در کیلوگرم) بهترین عملکرد افزایش رشد، طول بدن و ضریب رشد ویژه را داشته است. همچنین این تیمار بیشترین بازده پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذایی و ضریب تبدیل اقتصادی در آن مشاهده شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بنتومکس پلاس به عنوان مکمل غذایی در جیره غذایی بچه ماهی کپور معمولی دارای اثرات مثبت بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن است. با توجه به مجموع یافته‌های این تحقیق، افزودن حداقل ۳ تا ۹ گرم در کیلوگرم مکمل بنتومکس پلاس را می توان در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پیشنهاد نمود.

References:

AOAC, 2000. *Official methods of analysis of AOAC international*, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA.

Bedford, M.R. and Partridge, G.G., 2010. Enzymes in Farm Animal Nutrition. (2nd ed). Printed and bound in the UK by MPG Books Group, Bodmin, UK. https://doi.org/10.1079/9781845936747.0000

Beyrami, N., Zakeri, M., Kochanian, P., Yavari, V. and MohammadiAzarm, H., 2016. Effects of dietary lysine and methionine levels on growth performance and feed utilization in Sobeity juvenile, *Sparidentex hasta*, *Journal of Marine Science and Technology*, *15*(3), pp. 89-104. DOI: 10.22113/jmst.2016.43644

Celik, K., Ersoy, I.E., Uzatici, A. and Erturk, M., 2003. The using of organic acids in California turkey chicks and its effects on performance before pasturing. *International Journal of Poultry Science*, *2* (6), pp. 446–448. https://doi.org/10.3 923/ijps.2003.446.448

Chistiansen, R. and Luckstadt, C., 2008. Effects of different dosages of potassium diformate in fishmeal on the performance of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*), *World Aquaculture Society, Busan, Korea*.

Eidelsburger, O., 1998. *Recent advances in nutrition*. PC Garnsworthy.

Ghabtani, A., Mousavi, S.M., Rezaie, A., Zakeri, M. and Zamani, I., 2024. Comparative effects of three commercial probiotics (Bio-Aqua®, Bio-Aqua Pond®, and Multibehsil 100) on growth, nutritional parameters, and biochemical composition of common carp (*Cyprinus carpio*), *Journal of Marine Science and Technology*, *23*(1), pp. 28-40 (In Persian). doi: 10.22113/jmst.2022.351550.2485

Gunal, M., Yayli, G., Kaya, O., Karahan, N., and Sulak, O., 2006. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *International Journal of Poultry Science*, *5*(2), pp. 149-155. https://doi.org/10.3923/ijps.2006.149.155

Hadidi, S. and Taeati, R., 2016. Effect of different levels of dietary Biotronic™ as acidifier supplement on feed efficiency and some hematological and immune parameters of tiger Oscar (*Astronotus ocellatus*)', *Iranian Veterinary Journal*, *12*(3), pp. 32-41 (In Persian). doi: 10.22055/ivj.2016.34438

Hamza, N., Mhetli, M. and Kestemont, P., 2007. Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pike-perch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 33, pp.121-133. https://doi.org/10.1007/s10695-006-9123-4

Heikkinen, J., Vielma, J., Kemiläinen, O., Tiiro-la, M., Eskelinen, P., Kiuru, T., Navia-Paldanius, D. and Wright, A., 2006. Effects of soybean meal-based diet on growth performance, gut histo-pathology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 261, pp. 259-268. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.012

Hosseini Shekarabi, S., Seyedalikhani, S., Shamsaie Mehrgan, M., Seyedalhosseini, S. and Manouchehri, H., 2019. Effect of different levels of organic acids mixture on some growth parameters and carcass composition of common carp (Cyprinus carpio) juveniles. *Iranian Scientific Fisheries Journal*; *28* (4), pp. 35-43 (In Persian). URL: http://isfj.ir/article-1-2213-fa.html

Hu, C. H., Xu, Y., Xia, M. S., Xiong, L. and Xu, Z. R., 2008. Effects of Cu2+-exchanged montmorillonite on intestinal microflora, digestibility and digestive enzyme activities of Nile tilapia. *Aquaculture Nutrition*, 14, pp. 281-288. https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00531.x

Irianto, A. and Austin, B., 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fish Diseases*, 25, pp. 333-342. https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00375.x

Karimi, M., Mousavi, S., Zolgharnain, H. and Zakeri, M., 2019. Evaluation of effect of adding different levels of montmorillonite on some growth and blood indices of rainbow trout

In Press

(*Onchorhynchus mykiss*) Frys. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, *27*(6), pp. 35-46. (In Persian). DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118092

Khani, S., Sarvi Moghanlou, K., Imani, A., Agh, N. and Jalili, R., 2017. The effect of dietary yeast cell wall (*Saccharomyces cerevisiae*) and cinnamon essential oil (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth indices, blood biochemistry and innate immunity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Fisheries Science and Technology*, *6* (3), pp. 29-42. (In Persian) 20.1001.1.23 225513.1396.6.3.10.6

Jamali, H., Jafarian, H., Patimar, R. and Soltani, M., 2012. Application of multi-species of bacillus in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae nutrition via Bio-enrichment of Artemia parthenogenetica nauplii', *Utilization and Cultivation of Aquatics*, *1*(3), pp. 85-102 (In Persian).

Kennedy, S. B., Tucker, J. W., Thoresen, M., and Sennett, D. G., 1998. *Current methodology for the use of probiotic bacteria in the culture of marine fish larvae*. Aquaculture 98, Baton Rouge.

Kotzamanis, Y. P., Gisbert, E., Gatesoupe, F. J., Zambonino Infante, J. and Cahu, C., 2007. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 147, pp. 205-14. https://doi.org /10.1016/j.cbpa.2006.12.037

Kuzmina, V. V., 1996. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleost. *Aquaculture*, 148, pp. 25-37. https://doi.org/10 .1016/S0044-8486(96)01370-1

Leenhouwers, J. I., Adjei-boateng, D., Verreth, J. A. J. and Schram, J, W., 2006. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. *Aquaculture Nutrition*, *12*(2), pp. 111-116. https://do i.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00389.x

Li, P. and Gatlin III, D. M., 2004. Dietary brewer's yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops*× *M. saxatilis*) to Streptococcus iniae infection. *Aquaculture*, *231*(1-4), pp. 445-456. https://doi.org/10.101 6/j.aquaculture.2003.08.021

Lin, S., Ma, K. and Tan, B., 2007. Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. Aureus*. *Aquaculture research*, 38(15), 1645-1653. https://doi.org/10.1111/j.1365-210 9.2007.01825.x

Mass, R. M., Verdegem, M. C., Stevens, T. L. and Schrama, J. W., 2020. Effect of exogenous enzymes (phytase and xylanase) supplementation on nutrient digestibility and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed different quality diets. *Aquaculture*, 529, pp.723-735. https://doi. org/10.1016/j.aquaculture.2020.735723

Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M., Ganga, R., Real, F., Tort, L., Caballero, M. and Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. *Fish & Shellfish Immunology*, 24, pp.147-155. https://doi.or g/10.1016/j.fsi.2007.08 .002

Nikoskelainen S., Ouwehand A.C., Bylund G., Salminen S. and Esa-Matti L., 2003. Immune enhancement in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). *Fish and Shellfish Immunology* 15, pp. 443–452. https://doi.org/10. 1016/S1050-4648(03)000238

Olive-Teles, A. and Goncalves, P., 2001. Partial replacement of fish meal by brewer's yeast (Saccharomyces cerevisiae) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Aquaculture, 202, pp. 269–278. https://doi.org/10.1016/ S0044-8486(01)00777-3

Oluwaseyi, A., 2016. Application of dietary bentonite clay as feed additive on feed quality, water quality and production performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) *Clarias gariepinus*. PhD. thesis, Stellenbosch University. pp 193.

Ortuno, J., Cuesta, A., Rodríguez, A., Esteban, M. A. and Meseguer, J., 2002. Oral administration of yeast, Saccharomyces cerevisiae, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 85, pp. 41-50. https://doi.org/10.1016/S0165-2427(01)0 0406-8

Osman, H. A., B.Ibrahim, T., Soliman1, W. and Aboud, O., 2010. Improvement growth and immune status using a potential probiotic

In Press

bacteria Micrococcus species among Cultured *Oreochromis niloticus*. *Newyork science journal*, *3*(10), pp. 5-11.

Palm, H. W., Sörensen, H. and Knaus, U., 2015. Montmorillonite clay minerals with or without microalgae as a feed additive in larval white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Annual Aquaculture Research*, *2*(1), p. 1008.

Rathore, R. M., Kumar, S. andChakrabarti, R., 2005. Digestive enzyme patterns and evaluation of protease classes in *Catla catla* (Family: *Cyprinidae*) during early developmental stages. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 259 (149B), pp. 98-106. https://doi.org/10. 1016/j.cbpc.2005.06.007

Rumsey, G. L., Siwicki, A. K., Anderson, D. P. and Bowser, P. R., 1994. Effect of soybean proteinon serological response, non-specific defense mechanisms, growth and protein utilization in rainbow trout. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41, pp. 323-339. https://doi.org/10.1016/0165-2427(94)90105-8

Safaeikatouli, M., Jafariahangari, Y. and Baharlouei, A., 2010. Effects of dietary inclusion of sodium bentonite on biochemical characteristics of blood serum in broiler chickens. *International Journal of Agriculture and Biology*, *12*(6), pp. 877-880.

Sinha, A. K., Kumar, V., Makkar, H. P., De Boeck, G. and Becker, k., 2011. Non- starch polysaccharides and their role in fish nutrition – A review. *Food Chemistry*, pp. 127-149. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.04 2.

Soltan, M.A., 2009. Effect of Dietary Fish Meal Replacement by Poultry By-Product Meal with Different Grain Source and Enzyme Supplementation on Performance, Feces Recovery, Body Composition and Nutrient Balance of Nile Tilapia. *Pakistan Journal of Nutrition*, *8*(4), pp. 395-407. https://doi.org/10.39 23/pjn.2009.395.407

Stones, C. S., and Mills, D. V., 2004. The use of live yeast and yeast culture products in aquaculture. International *Aquafeed Journal*, *7*, pp. 28-34.

Van Dam, H., 2006. Organic acids and their salts. Feed Mix 14, pp. 28–31.

Yildirim, Y. B. and Turan, F., 2010. Effects of exogenous multienzyme supplementation in diets on growth and feed utilization of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Animal Veterinary advances*, 9, pp. 327-331. https://doi.org/10.3 923/javaa.2010.327.331

Zahizadeh, A., Zakeri, M., Mousavi, S. M., Kochanian, P. and Souri, M., 2020. 'Effect of different levels of dietary Biotronic Top3 on growth performance, feed utilization and body biochemical composition of the white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)', *Journal of Fisheries*, *73*(4), pp. 515-527 (In Persian). DOI: 10.22059/jfisheries.2020.313538.1210

Zhang, P., Yang, F., Hu, J., Han, D., Liu, H., Jin, j., Yang, Y., Yi, J., Zho, X. and Xie, S., 2020. Optimal form of yeast cell wall promotes growth, immunity and disease resistance in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture Reports*, 18, pp. 100465. https://doi.org/10.10 16/j.aqrep.2020.100465

Zhou, Z., Liu, Y., He, S., Shi, P., Gao, X., Yao, B. and Ringø, E., 2009. Effects of dietary potassium diformate (KDF) on growth performance, feed conversion and intestinal bacterial community of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* ♀×*O. aureus* ♂). *Aquaculture*, 291, pp. 89-94. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.0 43

IP Press