Journal of Marine Science and Technology

Spring 2024, Vol. 23, No.1, pp. 28-40.

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

Original Article

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*)

Adel Ghabtani [1], Seyed Mohammad Mousavi [1,2*], Annahita Rezaie [3], Mohammad Zakeri [1], Isac Zamani [4]

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.
2. Excellence Center of Warm Water Fish Health and Diseases, Ahvaz, Iran.
3. Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences and Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

[*] **Corresponding Author Email:** seied1356@yahoo.com

Received: 26 July 2022 **Revise Date:** 3 September 2022 **Accepted:** 6 September 2022

DOI: 10.22113/JMST.2022.351550.2485

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of three commercial probiotics (Bio-Aqua®, Bio-Aqua Pond®, and Multi Behsil 100) on the growth, nutrition, and biochemical parameters of common carp fingerlings. For this purpose, 210 common carp fingerlings (with a mean weight: of 9.6±0.02 g and mean length: of 12.9±0.32 cm) were randomly divided into seven treatments Control: basic diet without probiotics, treatment 1: 0.2 g of Bio-Aqua®, treatment 2: 0.1 g of Bio-Aqua®, treatment 3: 0.002 g/L of Bio-Aqua pond® dissolved in tank water, treatment 4: 0.001 g/L Bio-Aqua pond® dissolved in tank water, treatment 5: 0.2 g of Multi Behsil 100, and treatment 6: 0.1 g of probiotic Multi Behsil 100) in triplicates, and ten fish in each replicate. The commercial probiotics were added to the commercial diet, and the fish was fed based on body weight percentage for 60 days. Based on the results, the use of probiotics Bio-Aqua® and MultiBehsil 100, caused positive effects on the growth and nutrition parameters of common carp. Although the use of 0.1 g of Bio-Aqua® per kilogram of the diet of common carp led to an improvement in growth, increasing the amount of this probiotic at the level of 0.2 g/kg led to negative effects on growth performance. The use of Multibehsil 100, caused positive effects on common carp. Thus, the best effect on growth performance and body composition was seen in the diet containing MultiBehsil 100 (0.1 and 0.2 g/kg of basic diet). Therefore, these results showed that using MultiBehsil 100 and Bio-Aqua® has favorable effects on common carp.

Keywords: Food supplement, Cyprinid, Gastrointestinal system.

1. INTRODUCTION

The conditions of industrial aquatic production (fish and shrimp) such as high density, production and feeding stresses, water pollution, management challenges, and epidemics of infectious diseases weaken the immune system and disturb the microbial balance of the digestive system and it is resulted in the growth and production

of harmful microorganisms and production of toxins and harmful metabolites. Changes in the water of culture ponds and the increase of metabolites such as nitrates and organic substances can also hurt the above conditions. As a result of such changes, there is a decrease in yield and an increase in losses in aquaculture farms. Probiotics are supplements without any side effects to prevent such problems (Ghashghaei and Layegh, 2004). This study aims to study the effects of 3 commercial probiotics at different levels on the growth, nutrition, and biochemical indices of common carp fingerlings.

2. MATERIALS AND METHODS

For this purpose, 210 common carp fingerlings (with a mean weight: of 9.6±0.02 g and mean length: of 12.9±0.32 cm) were randomly divided into seven treatments including control: basic diet without probiotics, treatment 1: 0.2 g of Bio-Aqua®, treatment 2: 0.1 g of Bio-Aqua®, treatment 3: 0.002 g/L of Bio-Aqua pond® dissolved in tank water, treatment 4: 0.001 g/L Bio-Aqua pond ® dissolved in tank water, treatment 5: 0.2 g of Multi Behsil 100, and treatment 6: 0.1 g of probiotic Multi Behsil 100) in triplicates, and ten fish in each replicate. The commercial probiotics were added to the commercial diet, and the fish was fed based on body weight percentage for 60 days. The water's physical and chemical parameters, including temperature and dissolved oxygen, were measured by a digital oxygen meter (WTW, Oxi 3210, Germany) and the pH value by a digital model (WTW WinLab pH meter, Germany) regularly. and checked and recorded daily. During the experimental period, the mean water temperature was 26.39±0.68 °C, the mean pH was 7.14±0.21 and the mean dissolved oxygen, 7.78±0.53 mg/liter was recorded. At the end of the experiment, the performance of experimental diets on fish growth, nutrition, and body biochemical indexes were calculated using standard methods (Gibson and Roberfroid, 1995).

3. RESULTS

Based on the results, the use of probiotics Bio-Aqua® and MultiBehsil 100, caused positive effects on the growth and nutrition parameters of common carp. Although the use of 0.1 g of Bio-Aqua® per kilogram of the diet of common carp led to an improvement in growth, increasing the amount of this probiotic at the level of 0.2 g/kg led to negative effects on growth performance. The use of Multibehsil 100, caused positive effects on common carp.

4. CONCLUSION

Nowadays, it is important to use food supplements including probiotics to improve growth performance, the immune system, and fish resistance against stressful conditions. Several studies have shown that the use of probiotics in the diet of aquatic animals can lead to improved growth and feeding performance. Merrifield et al. (2010) proposed that the use of probiotics in the diet of salmon can lead to the balance of intestinal microbial flora, reducing the food conversion factor and improving the level of immunity and survival. Studies by Mohammadi Arani et al. (2021) on Zebrafish (*Danio rerio*), Valipour et al. (2018) on whitefish, Standen et al. (2015) on Nile tilapia, Monroy et al. (2012) on angelfish (*Pterophyllum scalare*), Avella et al. (2010) on clownfish, Aubin et al. (2005) on rainbow trout, confirmed that the use of *Pediococcus acidilactici* probiotic can lead to improvement of growth and feeding performance of fish. Therefore, it can be stated that one of the results of using probiotics is better absorption of food (Dimitroglou et al., 2011; Maradonna et al., 2013). Based on the results of this study, the best effect on growth performance and body composition was seen in the diet containing MultiBehsil 100 (0.1 and 0.2 g/kg of basic diet). Therefore, these results showed that using MultiBehsil 100 and Bio-Aqua® has favorable effects on common carp.

References

Aubin, J., Gatesoupe, F.J., Labbé, L. and Lebrun, L., 2005. Trial of probiotics to prevent the vertebral column compression syndrome in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum). *Aquaculture Research*, *36*(8), pp.758-767. DOI: doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01280.x

Avella, M.A., Olivotto, I., Silvi, S., Place, A.R. and Carnevali, O., 2010. Effect of dietary probiotics on clownfish: a molecular approach to define how lactic acid bacteria modulate development in a marine fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *298*(2), pp. R359-R371. DOI: 10.1152/ajpregu.00300.2009

Dimitroglou, A., Reynolds, P., Ravnoy, B., Johnsen, F., Sweetman, J.W., Johansen, J. and Davies, S.J., 2011. The effect of mannan oligosaccharide supplementation on Atlantic salmon smolts (*Salmo salar L.*) fed diets with high levels of plant proteins. *Journal of Aquaculture Research and Development, 1(011).* DOI: 10.4172/2155-9546.S1-011

Ghashghaei, R., Layegh, M. 2004. *Probiotics, Novin Technology in Aquaculture*, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Naghsh Mehr Publisher, Tehran, Pp.: 88. (In Persian)

Gibson, G.R. and M.B. Roberfroid, 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition, 125:* 1401-1412. DOI: 10.1093/jn/125.6.1401

Maradonna, F., Gioacchini, G., Falcinelli, S., Bertotto, D., Radaelli, G., Olivotto, I. and Carnevali, O., 2013. Probiotic supplementation promotes calcification in *Danio rerio* larvae: a molecular study. *PloS one*, *8*(12), p. e83155. DOI: 10.1371/journal.pone.0083155

Merrifild, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.T.M. and Bogwald, J., 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture, 302(1),* pp.18. 13. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.02.007

Mohammadi Arani, M., Safari, O., Allame, S.K., Asadollah Nasrabadi, S., Mohammadi, M.J., Ashouri, G., Dorafshan, S., Ahmadnia, H., Abasi, M.R. and Ganjoor, M.S., 2021. Effect evaluation of *Pediococcus acidilactici* (Bactocell) as a probiotic dietary supplementation, on growth performance, intestine microbiota and skin mucus bactericidal response in zebra fish (*Danio rerio*). *Journal of Ornamental Aquatics, 8 (2),* pp. 15-25. Monroy, D.M.C., Castro, B.T., Fernández, P.F.J., Mayorga, R.L., Herrera, G.H. and Cortés, S.S., 2012. Bacteria with probiotic capabilities isolated from the digestive tract of the Ornamental fish *Pterophyllum scalare*. En:probiotic in animals. Everlon Cid Rigobelo (Ed.). Zagreb, Croacia. 284. DOI: 10.5772/45954

(In Persian). http://ornamentalaquatics.ir/article-1-254-en.html

Standen, B.T., Peggs, D.L., Rawling, M.D., Foey, A., Davies, S.J., Santos, G.A. and Merrifield, D.L. 2015. Dietary administration of a commercial mixed-species probiotic improves growth performance and modulates the intestinal immunity of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish and Shellfish Immunology*, *49*, pp.427-35. DOI: 10.1016/j.fsi.2015.11.037

Valipour, A.R., Hamedi Shahraki, N. and Abdollahpour biria, H., 2018. Effects of probiotic (Pediococcus acidilactici) on growth and survival of kutum (*Rutilus kutum*) fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Sciences, 17(1),* pp. 35-46. http://jifro.ir/article-1-3267-en.html

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.

مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۲۸ تا ۴۰

مقاله پژوهشی

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

اثرات مقایسه ای سه پروبیوتیک تجاری (Bio-Aqua®، Bio-Aqua Pond® و مولتی بهسیل ۱۰۰) بر پارامترهای رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

عادل قبطانی [۱]، سید محمد موسوی [۱و۲*]، آناهیتا رضائی [۳]، محمد ذاکری [۱]، اسحاق زمانی [۴]

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

۲. قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی، اهواز، ایران.

۳. گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۴. گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** seied1356@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۵

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2022.351550.2485

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات ۳ پروبیوتیک تجاری (Bio-Aqua®، Bio-Aqua pond® و مولتی بهسیل ۱۰۰) بر شاخص های رشد، تغذیه و شاخص های بیوشیمیایی لاشه بچه ماهی انگشت قد کپور معمولی بوده است. به این منظور، تعداد ۲۱۰ قطعه بچه ماهی کپورمعمولی (با میانگین وزن: ۰/۰۲±۹/۶ گرم و طول ۰/۳۲±۱۲/۹ سانتی متر) بصورت تصادفی در ۷ تیمار، کنترل (شاهد): غذای تجاری، T1: غذای تجاری + ۰/۲ گرم پروبیوتیک @ Bio-Aqua، T2: غذای تجاری + ۰/۱ گرم پروبیوتیک @ Bio-Aqua ، T3 غذای تجاری + ۰/۰۰۲ گرم در لیتر @ Bio-Aqua pond بصورت محلول در آب تانک ، T4 : غذای تجاری + ۰/۰۰۱ گرم پروبیوتیک در لیتر@ Bio-Aqua pond بصورت محلول در آب تانک، T5: غذای تجاری + ۰/۲ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، T6: غذای تجاری + ۰/۱ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰) و هر تیمار در ۳ تکرار و در هر تکرار ۱۰ قطعه ماهی توزیع گردیدند. پروبیوتیک های تجاری مورد نظر به غذای تجاری مخصوص ماهی کپور، اضافه گردیده و تغذیه ماهیان بر اساس درصد وزن بدن به مدت ۶۰ روز صورت پذیرفت. بر اساس نتایج حاصل، استفاده از پروبیوتیک های تجاریBio-Aqua و مولتی بهسیل ۱۰۰، باعث اثرات مثبت بر پارامترهای رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی گردید، هر چند استفاده از ۰/۱ گرم پروبیوتیک در هر کیلوگرم جیره غذایی ماهیان کپور معمولی منجر به بهبود رشد گردید، اما افزایش میزان این پروبیوتیک در سطح ۰/۲ گرم بر کیلوگرم منجر به ایجاد اثرات منفی روی عملکرد رشد شد. استفاده ازپروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل ۱۰۰، مورد مطالعه در این تحقیق موجب ایجاد اثرات مثبت بر ماهیان کپور معمولی گردید. به صورتی که بهترین کارایی روی عملکرد رشد و ترکیب بدن در جیره غذایی حاوی پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، (۰/۱ گرم بر کیلوگرم غذای پایه و ۰/۲ گرم بر کیلوگرم غذای پایه) دیده شد. لذا می‌توان نتیجه گیری نمود استفاده از پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، و پروبیوتیک Bio-Aqua اثرات مطلوبی بر ماهی کپور معمولی داشته باشد.

واژگان کلیدی: مکمل غذایی، کپورماهیان، سیستم گوارشی.

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.

۱. مقدمه

شرایط تولید صنعتی آبزیان (ماهی و میگو) هم‌چون تراکم بالا، استرس‌های تولید و تغذیه، آلودگی آب، چالش‌های مدیریتی و همه گیری بیماری‌های عفونی موجب تضعیف سیستم ایمنی و بر هم خوردن تعادل میکروبی دستگاه گوارش و در نتیجه آن رشد و تولید میکروارگانیسم‌های مضر و تولید سموم و متابولیت‌های آسیب زا می‌شود. تغییرات در آب استخرهای پرورشی و افزایش متابولیت‌هایی هم‌چون نیترات و مواد آلی نیز می‌تواند تاثیر منفی بر شرایط فوق داشته باشد. در نتیجه‌ی چنین تغییراتی کاهش عملکرد و افزایش تلفات در مزارع آبزیان مشاهده می‌شود. پروبیوتیک‌ها مکمل‌هایی بدون هیچگونه عارضه جانبی برای پیشگیری از چنین مشکلاتی هستند (Ghashghaei and Layegh, 2004). تاکنون تحقیقات متعددی در مورد کاربرد و تاثیر پروبیوتیک برای پرورش آبزیان گزارش شده است. تحقیقاتی که بر روی ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، عنبر ماهی بزرگ (*Seriola dumerili*) از خانواده گیش ماهیان و شانک سر طلایی (*Sparus aurata*) انجام شد، نشان داد که پروبیوتیک‌های جنس باسیلوس، لاکتوباسیلوس و انتروکوکوس توانایی اثرگذاری بر سیستم ایمنی را دارند. از این نظر بیشترین کاربرد پروبیوتیک باسیلوس و لاکتوباسیلوس در آبزی‌پروری، به دلیل داشتن عملکرد بهتر در تبدیل خوراک، سرعت رشد، افزایش وزن (Dawood and Koshio, 2016; Dennis and Uchenna, 2016) ، افزایش فعالیت گوارشی (Afrilasari and Meryandini, 2016)، افزایش عملکرد رشد ماهی‌ها (Yamashita et al., 2017)، تحریک سیستم ایمنی (Bahi et al., 2017) و فعالیت آنتاگونیست در برابر ویبریو گزارش شده است. ضروری است در راستای توسعه هر چه بیشتر صنعت آبزی‌پروری و نظر به محدود بودن منابع آب شیرین در سطح کشور، اقداماتی صورت گیرد که منجر به افزایش تولید در واحد سطح گردد. بی‌شک با افزایش سطح کشت آبزی در واحد سطح، زمینه استرس و بروز بیماری برای ماهیان گسترش می‌یابد. یکی از مشکلات صنعت تکثیر و پرورش ماهی در کشور، شیوع بیماری‌های مختلف در سطح مزارع پرورشی می‌باشد که منجر به ضرر و زیان اقتصادی بالایی در سطح مزارع می‌شود. هر چند استفاده از پروبیوتیک‌ها تا حدی در جهت افزایش مقاومت ماهی‌ها نسبت به شیوع بیماری توسط باکتری‌های پاتوژن موثر بوده است، اما پروبیوتیک‌های تجاری موجود در کشور و سیستم آبزی‌پروری می‌توانند اثرات متفاوتی را بر آبزیان داشته باشند که در بازه زمانی پرورش و دوره‌های کوتاه مدت یا بلندمدت تغذیه‌ای، نه تنها اثری بر رشد ندارند بلکه می‌توانند منجر به کاهش رشد و یا حتی بروز تلفات شوند. ۳ نوع مکمل پروبیوتیکی مورد استفاده در آبزی‌پروری به صورت تجاری، شامل Bio-Aqua® (مکمل پروبیوتیکی، ترکیبی از ۹ سویه باکتریال و مخمری شامل: *Enterococcus faecium*، *Bacillus subtilis*، *Lactobacillus acidophilus*، *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus casei*، *Lactobacillus rhamnosus*، *Bifidobacterium bifidum* و *Saccharomyces cerevisiae* ، با میزان سلول cfu/g ۳×۱۰^۹)، Bio-Aqua Pond® (مکمل پروبیوتیکی، ترکیبی از چهار سویه باکتریال *Bacillus subtilis*، *Bacillus licheniformis*، *Pediococcus acidilactic*، *Lactobacillus acidophilus* است، با میزان سلول cfu/g ۲×۱۰^۹) و مولتی بهسیل ۱۰۰ (مکمل پروبیوتیکی متشکل از باکتری‌های *Enterococcus faecium*، *Streptococcus salivarius*، *Aspergillus oryzae*، *Lactobacillus delbrueckii*، *Lactococcus lactis*، *Bacillus coagulans*، *Lactobacillus acidophilus*، *Bacillus subtilis*، *Lactobacillus casei*، *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus rhamnosus*، *Bifidobacterium bifidum* و *Saccharomyces cerevisiae* با میزان باکتری cfu/g ۱۰^۱۱) می‌باشد که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از بررسی حاضر، مطالعه اثرات این ۳ پروبیوتیک تجاری در سطوح مختلف بر شاخص‌های رشد، تغذیه و شاخص‌های بیوشیمیایی لاشه بچه ماهی انگشت قد کپور معمولی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

بخش عملی این مطالعه در بهار ۱۳۹۸ در آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر انجام شد. سنجش شاخص‌های مورد ارزیابی در این مطالعه در آزمایشگاه شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، انجام گرفت. به منظور ارزیابی اثرات پروبیوتیک‌های تجاری Bio-Aqua®، Bio-Aqua pond® و مولتی بهسیل ۱۰۰ بر ماهی کپور معمولی، تعداد ۲۱۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با متوسط وزنی ۱۰ تا ۱۵ گرم با ظاهری سالم، از شرکت پرورش ماهی شلمچه خرمشهر واقع در فاز یک مجتمع پرورش ماهیان گرمابی شهید احمدیان خریداری شده و با استفاده از تانکر مجهز به مخزن مخصوص حمل و نقل ماهی و مجهز به سیستم هواده، با حداقل استرس به محل انجام تحقیق منتقل شدند. در ابتدا ماهیان به مدت دو هفته جهت کم کردن استرس‌های ناشی از حمل و نقل و ایجاد شرایط سازگاری با محیط جدید، نگهداری شدند. در این مدت ماهیان روزانه در دو نوبت (صبح و عصر) تا حد سیری تغذیه شدند. سپس ماهیان بصورت تصادفی در ۷ تیمار و هر تیمار در ۳ تکرار و در هر تکرار ۱۰ قطعه ماهی توزیع گردیدند. پروبیوتیک‌های تجاری مورد نظر به غذای تجاری مخصوص

ماهی کپور، اضافه گردیده و تغذیه ماهیان بر اساس بیوماس و بر اساس درصد وزن بدن به مدت ۶۰ روز صورت پذیرفت. تیمارهای غذایی به ترتیب شامل: تیمار کنترل (شاهد): جیره غذایی پایه فاقد پروبیوتیک، تیمار اول: یک کیلوگرم جیره غذایی پایه حاوی ۰/۲ گرم پروبیوتیک Bio-Aqua®، تیمار دوم: یک کیلوگرم جیره غذایی پایه حاوی ۰/۱ گرم پروبیوتیک Bio-Aqua® ، تیمار سوم: تغذیه با جیره غذایی پایه که ۰/۰۰۲ گرم در لیتر پروبیوتیک Bio-Aqua pond® بصورت محلول (هرهفته یک بار) به آب تانک اضافه شد. تیمار چهارم: تغذیه با جیره غذایی پایه که ۰/۰۰۱ گرم در لیتر پروبیوتیک Bio-Aqua ® pond بصورت محلول (هرهفته یکبار) به آب تانک اضافه شد (میزان استفاده از پروبیوتیک Bio-Aqua pond® به میزان ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۲ گرم در لیتر آب بود که بصورت هفتگی به آب تانک‌ها اضافه می‌شد که میزان تعویض آب تانک‌ها با توجه به ارزیابی میکروبی صورت گرفته از آب تانک به نحوی صورت گرفت که میزان پروبیوتیک در آب تانک در حد توصیه شده باشد). تیمار پنجم: یک کیلوگرم جیره غذایی پایه حاوی ۰/۲ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰ و تیمار ششم: یک کیلوگرم جیره غذایی پایه حاوی ۰/۱ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰. معیار انتخاب مقادیر فوق، طبق دستورالعمل شرکت‌های سازنده آن بوده است.

غذای مورد استفاده در این مطالعه از غذای تجاری شرکت فرادانه (شهرکرد، ایران) به عنوان جیره‌ی پایه استفاده شد. ترکیب تقریبی جیره‌ی غذایی استفاده شده بر اساس اعلام شرکت مذکور شامل ۳۸–۳۵ درصد پروتئین، ۸–۴ درصد چربی، ۱۱–۵ درصد رطوبت و ۱۱–۷ درصد خاکستر بود. با این حال به منظور اطمینان بیشتر از ترکیبات جیره غذایی، جیره‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC, 2000) مورد ارزیابی تقریبی بیوشیمیایی قرار گرفتند. ابتدا غذای تجاری کاملاً آسیاب شده و پس از اضافه نمودن مقادیر مورد نظر مکمل (پروبیوتیک) بصورت جداگانه برای تیمارهای مورد نظرآزمایش، با مقدار مورد نیاز از آب به حالت خمیری در آمده، در نهایت ترکیب به دست آمده، به وسیله چرخ گوشت، پلت شده و برای خشک کردن، به مدت ۲۴ ساعت در معرض هوای محیط (دمای ۲۵°C) قرار داده شد. پس از اتمام مرحله ساخت جیره غذایی، جیره‌های غذایی آزمایشی تا زمان مصرف در کیسه‌های پلاستیکی مخصوص در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به منظور عدم از دست دادن خواص احتمالی مکمل‌های غذایی، عملیات جیره‌سازی به ترتیب فوق هر هفته یکبار انجام گردید.

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تانک‌های پرورشی شامل دما و اکسیژن محلول توسط دستگاه اکسیژن‌متر دیجیتالی مدل (WTW, Oxi 3210 ساخت کشور آلمان) و مقدار pH توسط دستگاه دیجیتالی مدل (WTW WinLab pH meter ساخت کشور آلمان) به‌صورت منظم و روزانه بررسی و ثبت شد. در طول دوره آزمایش، میانگین دمای آب ۰/۶۸ ± ۲۶/۳۹ درجه سانتی‌گراد، میانگین pH ۷/۰±۱۴/۲۱ و میانگین اکسیژن محلول ۰/۵۳±۷/۷۸ میلی گرم در لیتر ثبت گردید.

جهت نمونه‌برداری و تعیین شاخص‌های رشد و تغذیه و بیوشیمیایی لاشه در پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش و یک روز قبل از نمونه‌برداری و جهت کاهش استرس، غذادهی قطع شد. سپس به منظور زیست‌سنجی، کل ماهی‌های هر تکرار با محلول پودر گل میخک (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بیهوش شده و سپس بیومتری ماهی‌ها شامل اندازه‌گیری طول و وزن آنها انجام شد. همچنین، به‌منظور تعیین میزان ترکیب تقریبی بیوشیمیایی لاشه، از هر تکرار به تعداد ۳ عدد ماهی، نمونه‌گیری شده و در داخل فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده تا آنالیز لاشه روی آن‌ها صورت گیرد. آنالیزهای تقریبی بیوشیمیایی جیره غذایی آزمایشی و لاشه اولیه و نهایی با استفاده از روش استاندارد (AOAC (2000 با سه تکرار انجام گردید. میزان رطوبت به وسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تعیین شد. میزان پروتئین خام با ضرب محتوی نیتروژن نمونه در ۶/۲۵ و به روش کجلدال اندازه‌گیری گردید. میزان چربی خام توسط n- بوتیل الکل استخراج و به روش کروماتوگرافی تعیین شد. خاکستر بوسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت محاسبه شد.

برای بررسی عملکرد جیره‌های مورد آزمایش بر رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها پس از ۸ هفته، شاخص‌های رشد با استفاده از روابط ۱ تا۱۱ محاسبه شد (Gibson and Roberfroid, 1995). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه و با استفاده از نرم افزار SPPS و برای بررسی معنی‌داری بودن تفاوت میانگین‌ها از پس آزمون دانکن استفاده شد. در تمام بررسی‌ها سطح معنی‌دار آزمون‌ها ($p<0/05$)، در نظر گرفته شد.

رابطه (۱) :

$$\text{Weight Gain Per cent (WG\%)} = (\text{Final weight} - \text{Initial weight})/\text{Initial weight}\times 100$$

رابطه (۲):

$$\text{Daily Growth Ratio (DGR)} = (\text{Final mean body weight (gr)} - \text{Initial mean body weight (gr)})/\text{feeding duration (days)}$$

رابطه (۳):
Specific Growth Ratio (SGR) = (ln final weight (gr)-ln initial weight (gr))/feeding duration per day×100

رابطه (۴): Feed Conversion Ratio (FCR) = Food consumed (gr)/Weight gain (gr)

رابطه (۵): Protein Efficiency Ratio (PER) = Weight gain (gr)/Protein consumed (gr)

رابطه (۶): Hepato-Somatic Index (HSI) = Liver Weight (gr)/Final body wight (gr)×100

رابطه (۷): Viscero-Somatic Index (VSI) = Visceral Weight (gr)/Final body wight (gr)×100

رابطه (۸): Lipid Efficiency Ratio (LER) = Weight gain (gr)/Lipid consumed (gr)

رابطه (۹): Condition Fcator (CF) = Final body Weight (gr)×100/Fish length $(cm)^3$

رابطه (۱۰): Survival Rate = Final fish rate/Initial Fish rate×100

رابطه (۱۱): Total food intake (TFI)=Total food consumed (gr)/fish numbers

۳. نتایج

نتایج حاصل از اثر سطوح مختلف پروبیوتیک تجاری در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinnus carpio*) بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در جدول (۱) نشان داده شده است.

براساس نتایج جدول ۱، گروه شاهد اختلاف معنی‌دار آماری با ماهیان تغذیه شده با مکمل‌های پروبیوتیکی در شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن، افزایش وزن بدن(BWG)، نرخ رشد ویژه (SGR) و میزان غذای مصرفی مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱. تغییرات شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک‌های تجاری Bio-Aqua®، Bio-Aqua pond® و مولتی بهسیل ۱۰۰

Table 1. Changes in growth and nutritional indices of common carp fingerlings (*Cyprinnus carpio*) fed with different levels of commercial probiotics Bio-Aqua®, Bio-Aqua pond® and Multi Behsil 100

Growth Parameters	Experimental treatments						
	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Initial Length (cm)	9.6±0.10	9.6±0.10	9.5±0.06	9.5±0.13	9.5±0.04	9.7±0.10	9.7±0.03
Final Length (cm)	12.6±0.26^{a}	13.1±0.01^{ab}	12.9±0.09^{ab}	12.7±0.18^{ab}	12.8±0.18^{ab}	13.3±0.35^{ab}	13.4±0.23^{b}
Initial Weight (g)	17.5±0.18	17.8±0.26	17.4±0.19	17.3±0.19	17.8±0.07	17.9±0.09	17.6±0.21
Final Weight (g)	32.2±1.86^{a}	35.1±0.16^{ab}	35.5±0.75^{ab}	33.2±0.91^{ab}	35/0±0.77^{ab}	38.4±4.23^{ab}	38.9±1.20^{b}
Weight gain (%)	136.4±3.14^{a}	155.4±9.76^{bc}	163.3±1.70^{bc}	151.1±1.50^{ab}	145.9±6.27^{ab}	172.4±1.40^{c}	171.9±7.04^{c}
DGR (g)	0.2±0.01	0.3±0.01	0.3±0.01	0.2±0.03	0.2±0.02	0.3±0.04	0.3±0.01
Weight gain (g)	53.9±2.76^{a}	93.9±6.35^{b}	89.6±2.11^{b}	85.4±6.64^{b}	85.4±6.64^{b}	94.6±1.44^{b}	96.2±3.53^{b}
SGR (%/day)	0.3±0.01^{a}	0.5±0.01^{b}	0.5±0.06^{b}	0.4±0.04^{b}	0.4±0.0.2^{b}	0.5±0.02^{b}	0.5±0.02^{b}
FCR	1.9±0.76^{b}	1.8±0.10^{b}	1.9±0.10^{b}	1.7±0.09^{ab}	1.9±0.12^{b}	1.5±0.37^{a}	1.7±0.06^{ab}
CF	1.5±0.01	1.6±0.05	1.5±0.02	1.5±0.01	1.6±0.01	1.6±0.02	1.6±0.04
VSI	6.4±0.40^{a}	7.4±0.15^{ab}	7.5±0.11^{ab}	7.0±0.34^{ab}	6.9±0.35^{ab}	7.4±0.51^{ab}	8.5±0.45^{b}
HSI	1.3±0.15^{a}	1.5±0.05^{ab}	2.2±0.17^{b}	1.4±0.23^{a}	1.8±0.16^{ab}	1.7±0.30^{ab}	2.2±0.25^{b}
TFI	938.3±35.86^{b}	807.0±1.15^{a}	807.6±1.33^{a}	807.6±0.88^{a}	903.0±1.52^{b}	802.3±1.85^{a}	801.3±1.33^{a}
PER	0.3±0.03	0.3±0.06	0.3±0.05	0.3±0.02	0.3±0.01	0.4±0.02	0.3±0.05
LER	0.6±0.12^{a}	0.7±0.13^{a}	0.6±0.14^{ab}	0.8±0.06^{ab}	0.8±0.07^{ab}	1.0±0.09^{b}	0.9±0.05^{ab}

*** Different letters in each row indicate a significant difference between the experimental groups (Mean ± S.E) (p<0.05).**

Experimental groups included: Control: Commercial food; T1: Commercial food+ Bio-Aqua@ (0.2 g); T2: Commercial food+ Bio-Aqua@ (0.1 g); T3: Commercial food+ Bio-Aqua pond @ (0.002 g/l); T4: Commercial food+ Bio-Aqua pond @ (0.001 g/l); T5: Commercial food+ Multibehsil 100 (0.2 g); T6: Commercial food+ Multibehsil 100 (0.1 g)

بیشترین میزان درصد افزایش وزن بدن ماهی کپور معمولی در تیمار ۵ و ۶ (۱۷۱/۹±۷/۰۴ و۱۷۲/۴±۱/۴۰ درصد) و کمترین میزان آن در گروه شاهد (۱۳۶/۴±۳/۱۴ درصد) مشاهده گردید. همچنین بررسی نتایج مشخص نمود که میزان غذای مصرف شده در گروه شاهد (۹۳۸/۳±۳۵/۸۶ گرم) بیشترین میزان را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص داد. اما در مورد طول کل اولیه، طول کل نهایی، وزن کل اولیه، افزایش وزن روزانه، ضریب چاقی، ضریب کارایی پروتئین ماهیان تغذیه شده با مکمل‌های پروبیوتیکی تجاری با ماهیان گروه شاهد، اختلافی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بر این اساس بیشترین مقدار افزایش طول کل نهایی مربوط به تیمار ۵ و۶ به ترتیب با مقادیر (۱۳/۳±۰/۳۵و ۱۳/۴±۰/۲۳ سانتی‌متر) و کمترین آن در گروه شاهد به مقدار (۱۲/۶±۰/۲۶ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد. نتایج جدول ۱ نشان داد که وزن نهایی ماهی کپور معمولی در تمام تیمارهای مورد مطالعه (به جز تیمار ششم) در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). به طوری که تیمار ششم بیشترین وزن نهایی (۳۸/۹±۱/۲۰ گرم) و گروه شاهد کمترین وزن نهایی (۳۲/۲±۱/۸۶گرم) را در بین تیمارها داشتند. شاخص نرخ رشد ویژه در تمام تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵)، به طوری که شاخص نرخ رشد ویژه در گروه شاهد کمترین مقدار را در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد. همچنین ضریب کارایی چربی در بین تیمارهای مورد مطالعه (به جز تیمار پنجم) در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). بیشترین مقدار ضریب کارایی چربی در تیمار پنجم (۱/۰±۰/۰۹) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (۰/۶±۰/۱۲) بود که دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از اثر سطوح مختلف پروبیوتیک‌های تجاری در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinnus carpio*) بر ترکیبات لاشه در طول دوره‌ی مطالعه در جدول ۲، نشان داده شده است.

جدول ۲. آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک های تجاری Bio-Aqua®، Bio-Aqua pond® و مولتی بهسیل ۱۰۰

Table 2. Analysis of biochemical body composition common carp fingerlings (*Cyprinnus carpio*) fed with different levels of commercial probiotics Bio-Aqua®, Bio-Aqua pond® and Multi Behsil 100

Biochemical Parameters	Experimental treatments						
	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Protein (%)	9.6±0.10	9.6±0.10	9.5±0.06	9.5±0.13	9.5±0.04	9.7±0.10	9.7±0.03
Moisture (%)	12.6±0.26	13.1±0.01	12.9±0.09	12.7±0.18	12.8±0.18	13.3±0.35	13.4±0.23
Lipid (%)	53.5±1.7^{b}	52.5±2.16^{ab}	51.8±0.50^{b}	52.2±0.95^{ab}	53.4±0.45^{a}	52.9±1.27^{a}	54.7±1.67^{a}
Ash (%)	74.0±0.9^{a}	74.5±0.86^{ab}	73.9±0.58^{ab}	74.2±1.45^{ab}	74.5±0.93^{ab}	73.8±0.31^{ab}	75.9±0.77^{b}

*** Different letters in each row indicate a significant difference between the experimental groups (Mean ± S.E) (p<0.05).**

Experimental groups included: Control: Commercial food; T1: Commercial food+ Bio-Aqua@ (0.2 g); T2: Commercial food+ Bio-Aqua@ (0.1 g); T3: Commercial food+ Bio-Aqua pond @ (0.002 g/l); T4: Commercial food+ Bio-Aqua pond @ (0.001 g/l); T5: Commercial food+ Multibehsil 100 (0.2 g); T6: Commercial food+ Multibehsil 100 (0.1 g

یافته‌های حاصل از این تحقیق در جدول ۲، نشان داد که میزان پروتئین در تمام تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته است (P>۰/۰۵)، هرچندکه میزان پروتئین در تیمار ششم (۵۴/۷±۱/۶۷ درصد) نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، درصد رطوبت از لحاظ آماری، در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری نداشته است (P>۰/۰۵). بررسی نتایج نشان داد که میزان چربی در تیمار پنجم (۲۰/۰±۰/۸۱ درصد) کمترین و در تیمار شاهد (۲۷/۶±۳/۰۳ درصد) بیشترین مقدار در مقایسه با سایر تیمارها است. همچنین میزان خاکستر در بین تیمارهای مورد مطالعه، در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت

(P>۰/۰۵). بیشترین مقدار خاکستر در تیمار پنجم (۱۶/۲±۰/۲۸ درصد) در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده شد. کمترین میزان خاکستر را تیمارگروه شاهد (۱۵/۸±۰/۸۱ درصد) به خود اختصاص داده است هرچند که دارای اختلاف معنی‌داری نبودند (P>۰/۰۵).

٤. نتیجه‌گیری

از مهمترین اهداف صنعت آبزی‌پروری را می‌توان رشد سریع، بهبود کارایی تغذیه، عملکرد رشد و افزایش مقاومت آبزیان در برابر بیماری‌ها قلمداد نمود (Soltani et al., 2019). در همین راستا تغذیه مناسب عامل ضروری برای حفظ عملکرد طبیعی بدن و حمایت از وضعیت سلامتی ماهیان می‌باشد. امروزه با ارتباط آبزی پروری و فناوری‌های زیستی، استفاده از باکتری‌های سودمند گسترش یافته است (Verschuere et al., 2000). از مکمل‌های غذایی که اخیرا بسیار استفاده می‌شود، پروبیوتیک‌ها هستند که این مکمل‌ها سبب مقاومت در برابر بیماری‌ها، بهبود رشد و هضم بهینه خوراک در پرورش ماهی شده‌اند (Merrifild et al., 2010). امروزه پروبیوتیک‌های تجاری به طور گسترده در صنعت آبزی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک‌های تجاری اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشد داشته است. استفاده از جیره غذایی حاوی ۰/۱ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، در بین گروه‌های آزمایشی و تیمارهای پنجم و ششم بیشترین مقادیر وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه را در بین سایر تیمارها داشته‌اند که در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار بوده است. همچنین استفاده از سطح ۰/۱ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، در تیمارهای پنجم و ششم به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش میزان غذای دریافتی، پروتئین دریافتی، ضریب تبدیل غذایی و کاهش ضریب کارایی پروتئین در مقایسه با گروه شاهد شده است.

مطالعات متعددی نشان داده است که استفاده از پروبیوتیک در جیره غذایی آبزیان می‌تواند منجر به بهبود عملکرد رشد و تغذیه گردد. Merrifild et al. (2010) به این نتیجه رسیدند که استفاده از پروبیوتیک در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا می‌تواند منجر به تعادل فلور میکروبی روده، کاهش ضریب تبدیل غذایی و ارتقای سطح ایمنی و بازماندگی گردد. مطالعات Mohammadi Arani et al. (2021) روی ماهی مولد گورخری (*Danio rerio*)، Valipour et al. (2018) روی ماهی سفید، Standen et al. (2015) روی ماهی تیلاپیای نیل، Monroy et al. (2012) روی ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*)، Avella et al. (2010) روی دلقک ماهی، Aubin et al. (2005) روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، موید این مطلب بود که استفاده از پروبیوتیک پدیوکوکوس اسیدی‌لاکتیسی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد رشد و تغذیه ماهیان شود. لذا می‌توان بیان نمود یکی از نتایج استفاده از پروبیوتیک‌ها، جذب بهتر مواد غذایی می‌باشد (Dimitroglou et al., 2011; Maradonna et al., 2013) که این امر به دنبال غنی بودن و تنوع بالای فلور میکروبی دستگاه گوارش و بهبود سیستم ایمنی حاصل می‌شود (Abid et al., 2013). محققانی از جمله Balcázar et al., (2006) و Dimitroglou et al. (2011) دریافتند پروبیوتیک‌ها با تاثیر بر فرآیند هضم اثرات مثبت را روی میزبان می‌گذارند. علت این امر سنتز برخی از آنزیم‌های برون سلولی مثل آمیلاز، لیپاز و پروتئاز و پارامترهای دیگر مانند آمینواسیدها، ویتامین‌ها و اسیدهای چرب می‌باشد. این مسئله منجر به افزایش وزن، بهبود فرآیند هضم و جذب مواد غذایی و همچنین کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌گردد. این نتایج با مطالعه حاضر کاملاً همخوانی دارد.

مهمترین ویژگی پروبیوتیک‌ها پیشگیری و کنترل عوامل بیماری‌زا و بهبود ضریب تبدیل غذایی است (Merrifield et al., 2010; Irianto and Austin, 2002). الیگوساکاریدها به دلیل ساختار خاص و عدم برخورداری از آنزیم‌های هیدرولیزکننده‌ی اتصالات نوع β بین واحدهای منوساکاریدی، توسط ماهیان قابل جذب نمی‌باشند. به همین دلیل در برابر فرآیند گوارش مقاومت کرده و صرفاً توسط برخی از باکتری‌های بی‌هوازی موجود در دستگاه گوارش قابلیت تجزیه شدن را دارند. عمدتاً باکتری‌ها شامل لاکتوباسیلوس‌ها، بیفیدوباکترها و بسیاری از باکتری‌های اسید لاکتیک هستند که می توانند با استفاده از تخمیر از الیگوساکاریدها تغذیه کرده و به این وسیله اثرات مفیدی روی میزبان داشته باشند. تغذیه ماهیان با این نوع کربوهیدارت‌ها می‌تواند باعث افزایش جمعیت باکتری‌های مفید روده و به خصوص بیفیدوباکترها و باکتری‌های اسید لاکتیک گردد. به علت کاهش pH روده به دلیل وجود شرایط تخمیری و تولید اسید، مانع از فعالیت باکتری‌های مضر و بیماری‌زا در میزبان شود. همچنین افزایش جذب مواد معدنی را نیز به دنبال داشته باشد (Ringo et al., 1998)

نتایج حاصل از بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک تجاری در این تحقیق نشان داد، استفاده از جیره حاوی پروبیوتیک Bio-Aqua@ در تیمار اول و دوم و جیره حاوی پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، در تیمار پنجم و ششم منجر به بهبود عملکرد رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی می‌گردد. افزایش رشد مشاهده شده در این تحقیق در تیمار پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، را می‌توان به بهبود وضعیت فیزیولوژیک روده ماهی کپور معمولی در نتیجه تخمیر پروبیوتیک و تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه نسبت داد. با توجه به اینکه اسیدهای چرب زنجیره کوتاه به عنوان منبع انرژی برای پرزهای

روده به شمار می‌آیند، به دنبال افزایش میزان آن‌ها در روده، افزایش رشد پرزهای روده می‌شود (Cherbut et al., 1997) و به دنبال آن میزان جذب و بهبود کارایی مصرف غذا حاصل گردیده و ماهی افزایش رشد خواهد داشت. به علاوه اسیدهای چرب زنجیره کوتاه موجب بهبود متابولیسم چربی شده و کارایی استفاده از جیره غذایی را بالا می برد (Hoseinifar et al., 2015).

ترکیب بیوشیمیایی بدن یک گونه ماهی به پارامترهای مختلفی مانند سن، جنس، شرایط محیطی و فصل بستگی دارد، اما یکی از دلایل اصلی اختلاف در ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان را باید ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه ماهی و میزان غذادهی روزانه دانست (Razavi Shirazi, 2010). تحقیقات مختلف نشان می‌دهند که رشد و ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهیان می‌تواند تحت تاثیر نوع گونه ماهی، شرایط محیطی پرورش و تنوع منابع غذایی متفاوت باشد (Kangombe et al., 2007).

پروتئین عامل مهمی برای تعیین کیفیت گوشت ماهی و ویژگی‌های کاربردی آن به حساب می‌آید (Razavi Shirazi, 2010; Keyvanshokooh et al., 2012). یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد (جدول ۲) که میزان پروتئین در تیمار ششم حاوی ۰/۱ گرم پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، در مقایسه با تیمار شاهد بهبود یافته است. همچنین بررسی نتایج نشان داد که میزان خاکستر و در بین تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نبوده اند و در تیمار ششم، در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. نتایج نشان داد میزان درصد رطوبت از لحاظ سطح آماری، در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی-داری نداشت. اما بیشترین درصد رطوبت نیز در تیمار ششم قابل ملاحظه است. میزان چربی، مهمترین بخش کیفی غذایی ماهی بوده که بسته به نوع تغذیه ماهی می‌تواند دچار تغییر گردیده و بیشترین تفاوت را از نظر میزان در بدن ماهی نشان می‌دهد (Medina et al., 1995). نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، منجر به کاهش میزان چربی نسبت به گروه شاهد می‌گردد. Alizadeh Nozari و Shapoori (2017) در تحقیقی به بررسی اثرات پروبیوتیک آلفامیون بر فیل ماهی پرورشی پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد، میزان پروتئین نسبت به تیمار شاهد افزایش و میزان چربی نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت. Moghimi Haji (2013) نیز گزارش کرد که افزودن مخلوط پروبیوتیکی ای-مکس به جیره غذایی ماهی کلمه در سطح یک گرم باعث اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین بدن گردیده ولی در میزان چربی و خاکستر بدن تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد. مطالعه Ghobadi et al. (2014) در خصوص اثرات پروبیوتیک باکتوسل بر درصد پروتئین بدن ماهی کپور معمولی نشان داد استفاده از باکتوسل موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. به نظر می‌رسد پروبیوتیک‌ها از طریق کاهش قابلیت هضم چربی موجب کاهش ذخیره چربی در بدن ماهیان می‌شوند. به صورتی‌که با افزایش ترشح آنزیم لیپاز موجب افزایش فعالیت لیپاز در لوله گوارشی ماهیان می‌شوند (Ghosh et al., 2003). Morshedi et al. (2015) در بررسی اثرات پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم روی ماهی سی باس آسیایی دریافتند که پروبیوتیک اثری بر درصد پروتئین بدن ندارد. Nasrollahzadeh و Alaf Noveirian (2014) اثر پروبیوتیک بیوژن را بر فاکتورهای رشد و ترکیب بدن ماهی کپور معمولی مورد بررسی قرار دادند. در پایان دوره آزمایشی میزان پروتئین و چربی بدن به صورت معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. دلایل تفاوت مطالعه حاضر با برخی از مطالعات دیگر در خصوص اثرات پروبیوتیک‌ها بر ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهیان را می‌توان به نوع پروبیوتیک استفاده شده، نوع گونه مورد آزمایش، ساختار متفاوت سیستم گوارشی و تنوع باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش نسبت داد. بررسی مستقیم اثر پروبیوتیک در مطالعات علمی فرآیند پیچیده و دشواری است. زیرا اثر بکارگیری پروبیوتیک به عوامل مختلفی از قبیل ترکیب گونه‌ای، سطح مورد استفاده، میزان و دفعات استفاده و شرایط محیطی بستگی دارد (Baesi et al., 2017; Gomez-Gil et al., 2000).

به نظر می رسد با توجه به یکسان بودن پروتئین جیره در تیمارهای مختلف، افزایش میزان پروتئین لاشه در این تحقیق به دلیل استفاده از پروبیوتیک تجاری بوده است. پروبیوتیک‌ها با اثر بر باکتری‌های مفید روده باعث افزایش میزان این باکتری‌ها شده و در نهایت با افزایش قابلیت هضم‌پذیری روی برخی از ترکیبات سودمند، بر ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی نیز اثر مثبت خواهند گذاشت (Zavarei et al., 2013).

Faghani Langroudi(2010) در استفاده از محصول تجاری پروتکسین گزارش کرد که کمترین میزان چربی بدن با استفاده از ۰/۳ گرم پروتکسین در هر کیلوگرم جیره غذایی و بالاترین مقدار آن نیز در جیره حاوی ۰/۵ درصد پروتکسین در هر کیلوگرم جیره غذایی ماهی کپور معمولی به دست آمده است. افزایش پروتئین بدن در جهت بالابردن سطح کارایی تغذیه ماهیان بوده و این امر می‌تواند به دلیل بالارفتن میزان آنزیم‌های هضم کننده پروتئین جیره غذایی باشد که موجب بالا بردن بقای بیشتر پروتئین در بدن کپور معمولی شده است. در واقع زیست‌یارها با افزایش قابلیت هضم و جذب پروتئین در روده ماهیان، باعث بالابردن سطح کارایی پروتئین شده و در نتیجه میزان بیشتری از وزن ماهی به نسبت پروتئین مصرفی به دست می‌آید (Ghosh et al., 2003).

در این مطالعه هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت و خاکستر بین تیمارهای آزمایشی مختلف مشاهده نگردید. اثرات پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم روی ماهی سی باس آسیایی (Morshedi et al., 2015) و پروبیوتیک آلفامیون روی فیل ماهی پرورشی (Alizadeh Nozari and Shapoori, 2017) حاکی از بی‌تاثیر بودن زیست یارها بر رطوبت و خاکستر لاشه ماهیان دارد که با تحقیق حاضر کاملاً هم خوانی دارد.

امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی از جمله پروبیوتیک‌ها در راستای بهبود عملکرد رشد، ارتقای سیستم ایمنی و مقاومت ماهیان در برابر شرایط استرس زا حائز اهمیت است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت، استفاده از ۰/۱ گرم پروبیوتیک Bio-Aqua در هر کیلوگرم جیره غذایی ماهیان کپور معمولی منجر به بهبود رشد گردید، اما افزایش میزان این پروبیوتیک در سطح ۰/۲ گرم بر کیلوگرم منجر به ایجاد اثرات منفی روی عملکرد رشد شد. استفاده از پروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل ۱۰۰، مورد مطالعه در این تحقیق موجب ایجاد اثرات مثبت بر بچه ماهیان کپور معمولی گردید. به صورتی‌که بهترین کارایی روی عملکرد رشد و ترکیب بدن در جیره غذایی حاوی پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، (۰/۱ گرم بر کیلوگرم غذای پایه و ۰/۲ گرم بر کیلوگرم غذای پایه) دیده شد. لذا با بررسی نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گیری نمود که استفاده از پروبیوتیک مولتی بهسیل ۱۰۰، و پروبیوتیک Bio-Aqua نسبت به پروبیوتیک Bio- pond Aqua اثرات مطلوبی بر ماهی کپور معمولی داشته باشد.

۵. تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به منظور حمایت مالی و معنوی و همچنین دانشگاه شهید چمران اهواز به منظور همکاری در خصوص انجام برخی مراحل آزمایشگاهی، اعلام می‌نمایند.

References

Abid, A., Davies, S.J., Waines, P., Emery, M., Castex, M., Gioacchini, G., Carnevali, O., Bickerdike, R., Romero, J. and Merrifield, D.L., 2013. Dietary synbiotic application modulates Atlantic salmon (*Salmo salar*) intestinal microbial communities and intestinal immunity. *Fish & shellfish immunology*, *35*(6), pp.1948-1956. DOI: 10.1016/j.fsi.2013.09.039

Afrilasari, W. and Meryandini, A. 2016. Effect of probiotic Bacillus megaterium PTB 1.4 on the population of intestinal microflora, digestive enzyme activity and the growth of catfish (Clarias sp.). *HAYATI Journal of Biosciences. 23(4)*, pp.168-172. DOI: doi.org/10.1016/j.hjb.2016.12.005

Alizadeh Nozari, M. and Shapoori, M., 2017. Effects of dietary alphamion probiotic on growth, hematological indices and proximate composition of *Huso huso*. *Iranian Scientific Fisheries Journal; 26 (4)*, pp.151-159. (In Persian). DOI: 10.22092/isfj.2017.113935

Avella, M.A., Olivotto, I., Silvi, S., Place, A.R. and Carnevali, O., 2010. Effect of dietary probiotics on clownfish: a molecular approach to define how lactic acid bacteria modulate development in a marine fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *298*(2), pp. R359-R371. DOI: 10.1152/ajpregu.00300.2009

Aubin, J., Gatesoupe, F.J., Labbé, L. and Lebrun, L., 2005. Trial of probiotics to prevent the vertebral column compression syndrome in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum). *Aquaculture Research*, *36*(8), pp.758-767. DOI: doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01280.x

Baesi, F., Aberomandu, A., Ziaee nejad, S., Javaheri Baboli, M., 2017. Effects of commercial probiotic Lactobacillus on survival and growth parameters and nutritional indexes of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development.;10(4)*, pp. 39-49. (In Persian) http://aqudev.liau.ac.ir/article-1-137-en.html

Bahi, A., Guardiola, F. A., Messina, C., Mahdhi, A., Cerezuela, R., Santulli, A. and Esteban, M. A., 2017. Effects of dietary administration of fenugreek seeds, alone or in combination with probiotics, on growth performance parameters, humoral immune response and gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish and Shellfish Immunology*. *60*, pp.50-58. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.11.039

Balcázar, J.L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D. and Múzquiz, J.L., 2006. The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology, 114(3-4)*, pp.173-186. DOI: 10.1016/j.vetmic.2006.01.009

Cherbut, C., Aube, A.C., Blottiere, H.M. and Galmiche, J.P., 1997. Effects of short-chain

fatty acids on gastrointestinal motility. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, *32*(sup222), pp.58-61. DOI: 10.1080/00365 521.1997.11720720.

Dawood, M.A.O. and Koshio, S., 2016. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Recent Aquaculture. 454*, pp. 243–251. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.12.033

Dennis, E.U. and Uchenna, O.J. 2016. Use of probiotics as first feed of larval African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Annual Research and Review in Biology. 9(2),* pp.1. DOI: 10.9734/ARRB/2016/23537

Dimitroglou, A., Reynolds, P., Ravnoy, B., Johnsen, F., Sweetman, J.W., Johansen, J. and Davies, S.J., 2011. The effect of mannan oligosaccharide supplementation on Atlantic salmon smolts (*Salmo salar L.*) fed diets with high levels of plant proteins. *Journal of Aquaculture Research and Development, 1(011).* DOI: 10.4172/2155-9546.S1-011

Faghani Langroudi, H., 2010. Comparison of Protoxin and Primalac commercial probiotics in the growth and survival of Caspian common carp (carpio Cyprinus). *Magazine Marine Biology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 2(6),* pp. 65-74. (In Persian) http://jmb.ahvaz.iau.ir/article-1-130-en.html

Ghashghaei, R., Layegh, M. 2004. *Probiotics, Novin Technology in Aquaculture*, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Naghsh Mehr Publisher, Tehran, Pp.: 88. (In Persian).

Ghobadi, Sh., Tavakoli, H. and Majazi Amiri, B., 2014. Effects of different levels of Bactocel probiotic on some indicators of growth, survival and body composition of common carp fry (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development, 8(4),* pp.77-87. (In Persian) http://aqudev.liau.ac.ir/article-1-41-en.html.

Gibson, G.R. and M.B. Roberfroid, 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition, 125,* pp. 1401-1412. DOI: 10.1093/jn/125.6.1401.

Gomez-Gil, B., Roque, A. and Turnbull, J.F., 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture*, *191*(1-3), pp.259-270. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00431-2.

Ghosh, K., Sen, S.K. and Ray, A.K., 2003. Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in formulated diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. ..... *Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 55, DOI: 10.46989/001c.20335.

Hoseinifar, S.H., Esteban, M.Á., Cuesta, A. and Sun, Y.Z., 2015. Prebiotics and fish immune response: a review of current knowledge and future perspectives. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, *23*(4), pp.315-328. DOI: 10.1080/23308249.2015.1052365.

Irianto, A. and Austin, B., 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, *25*(6), pp.333-342. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2002.00375.x.

Kangombe, J., Likongwe, J.S., Eda, H. and Mtimuni, J.P., 2007. Effect of varying dietary energy level on feed intake, feed conversion, whole-body composition and growth of Malawian tilapia, *Oreochromis shiranus*–Boulenger, *Aquaculture Research, 38*, pp.373-380. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01676.x.

Keyvanshokooh, S., Salimi Khorshidi, N., Salati, A.P., Zakeri, M., Mahmoudi, N. and Tahmasebi-Kohyani, A., 2012. Effects of Dietary Nucleotide Levels on Body Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fingerlings. *Journal of Oceanography, 3 (9),* pp.41-46. (In Persian).http://joc.inio.ac.ir/article-1-107-fa.html.

Maradonna, F., Gioacchini, G., Falcinelli, S., Bertotto, D., Radaelli, G., Olivotto, I. and Carnevali, O., 2013. Probiotic supplementation promotes calcification in *Danio rerio* larvae: a molecular study. *PloS one*, *8*(12), p. e83155. DOI: 10.1371/journ al.pone.0083155.

Medina, I., Sacchi, R. and Aubourg, S.P., 1995. A 13C-NMR study of lipid alterations during fish canning: Effect of filling medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 69(4),* pp.445-450. DOI: 10.1002/jsfa.2740690407.

Merrifild, D.L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S.J., Baker, R.T.M. and Bogwald, J., 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture, 302(1),* pp.18. 13. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.02.007.

Moghimi Haji, S., 2013. The effect of different levels of Max-A prebiotic on growth indicators,

survival and carcass composition in Kale (*Rutilus rutilus*) fry. Master's thesis, Islamic Azad University, Babol branch. (In Persian)..

Mohammadi Arani, M., Safari, O., Allame, S.K., Asadollah Nasrabadi, S., Mohammadi, M.J., Ashouri, G., Dorafshan, S., Ahmadnia, H., Abasi, M.R. and Ganjoor, M.S., 2021. Effect evaluation of *Pediococcus acidilactici* (Bactocell) as a probiotic dietary supplementation, on growth performance, intestine microbiota and skin mucus bactericidal response in zebra fish (*Danio rerio*). *Journal of Ornamental Aquatics, 8 (2)*, pp. 15-25. (In Persian). http://ornamentala quatics.ir/article-1-254-en.html.

Monroy, D.M.C., Castro, B.T., Fernández, P.F.J., Mayorga, R.L., Herrera, G.H. and Cortés, S.S., 2012. Bacteria with probiotic capabilities isolated from the digestive tract of the Ornamental fish *Pterophyllum scalare*. En:probiotic in animals. Everlon Cid Rigobelo (Ed.). Zagreb, Croacia. 284. DOI: 10.5772/45954.

Morshedi, V., Nafisi Bahabadi, M., Azodi, m., Modaresi, m., Cheraghi, A. 2015. Effects of dietary probiotic (*Lactobacillus plantarum*) on body composition, serum biochemical parameters and liver enzymes of Asian sea bass (*Lates calcalifer*, Bloch 1790). *Journal of Marine Science and Technology*, 14(2), pp. 1-14. (In Persian). Doi:10.22113/jmst.2015.8 579.

Nasrollahzadeh, A., Alaf Noveirian, H., 2014. The effect of different level of reed plant root (*Phragmites australis*) as a supplementary food component on growth and feed efficiency of young common carp (*Cyprinus carpio)*. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology), 26*(4), pp. 490-497. (In Persian). DOI: 20.1001.1.23832614.1392.26. 4.14.1.

Razavi Shirazi, H., 2010. *Technology of marine products - Processing science (2)*. Naqsh Mehr Publications, 292 p. (In Persian).

Ringo, E., Olsen, R.E., Gifstad, T.Ø., Dalmo, R.A., Amlund, H., Hemre, G.I. and Bake, A.M. 2010. Prebiotics in aquaculture: a review. *Aquaculture Nutrition*, *16*, pp.117-136. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00731.x.

Soltani, M., Ghosh, K., Hoseinifar, S.H., Kumar, V., Lymbery, A.J., Roy, S. and Ringø, E., 2019. Genus Bacillus, promising probiotics in aquaculture: aquatic animal origin, bio-active components, bioremediation and efficacy in fish and shellfish. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, *27*(3), pp.331-379. DOI: 10.1080/23308249.2019.1597010.

Standen, B.T., Peggs, D.L., Rawling, M.D., Foey, A., Davies, S.J., Santos, G.A. and Merrifield, D.L. 2015. Dietary administration of a commercial mixed-species probiotic improves growth performance and modulates the intestinal immunity of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish and Shellfish Immunology*, *49*, pp.427-35. DOI: 10.1016/j.fsi.2015.11.037.

Valipour, A.R., Hamedi Shahraki, N. and Abdollahpour biria, H., 2018. Effects of probiotic (*Pediococcus acidilactici*) on growth and survival of kutum (*Rutilus kutum*) fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Sciences, 17(1)*, pp. 35-46. http://jifro.ir/a rticle-1-3267-en.html.

Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. and Verstraete, W., 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, pp. 655–671. DOI: 10.1128/mm br.64.4.655-671.2000.

Yamashita, M. M., Pereira, S. A. and Cardoso, L., 2017. Probiotic dietary supplementation in Nile tilapia as prophylaxis against *streptococcosis*. *Aquaculture Nutrition. 23(6)*, pp. 1-9. DOI: 10.1111/anu.12498.

Zavarei, M., Akrami, R. and Chitsaz, H., 2013. Effect of supplementary Synbiotic food on growth, survival, body composition and resistance to salt stress in baby Roach (*Rutilus rutilus*). Master's thesis, Islamic Azad University, Azadshahr Branch, Iran. (In Persian).