Archive of SID

ISSN: 2476-6887; Journal of Fisheries Science and Technology. 2020;9(1):13-20

The Role of Commercial Prebiotics of A-max, Celmanax, and A-max Ultra on Growth, Feed Performance, and Blood Biochemical Compounds of Juvenile Beluga (*Huso huso*, Linneaus, 1758)

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Akhondnejad A.[1] *MSc,*
Jafaryan H.*[1] *PhD,*
Patimar R.[1] *PhD,*
Adineh H.[1] *PhD*

How to cite this article
Akhondnejad A, Jafaryan H, Patimar R, Adineh H. The Role of Commercial Prebiotics of A-max, Celmanax, and A-max Ultra on Growth, Feed Performance, and Blood Biochemical Compounds of Juvenile Beluga (*Huso huso*, Linneaus, 1758). Journal of Fisheries Science and Technology. 2020;9(1):13-20.

ABSTRACT

Aims The objective of the current study was to investigate the effects of three commercial prebiotics including A-Max, Celmanax, and A-Max Ultra (each of them 0.5, 1, and 1.5g/kg diets) on growth, feed performance, and blood biochemical compounds of beluga juvenile.

Materials & Methods 900 fish with an average weight of 21.5±0.89g were feed in 9 treatments (with three replicate) for 60 days. Control treatment was without supplementation. Fish were fed to satiation triple daily of 5% body weight. At the end of this period, the feed and growth performance were measured.

Findings There was a significantly higher final body weight in A-Max ultra 0.5g/kg (90.00±21.78g) compared with control (37.50±9.60g). The highest and the lowest of food conversion were in control and A-Max ultra 0.5g/kg treatments, respectively. The results showed that the highest fat and protein efficiency ratio was obtained in prebiotic treatment (A-Max ultra 0.5g/kg) as 2.19±0.77 and 7.37±2.60 and the lowest was obtained in control. Generally, the best treatments were in groups of Celmanax (dose of 0.5g/kg), A-Max (dose of 1.5g/kg), and A-Max Ultra (0.5g/kg). In addition, after determining the proper dose, blood samples of fish were collected in the above-mentioned treatments. Based on the results of blood biochemistry parameters, there were no significant differences AST, ALP, and ALT activity, so that the highest amount was obtained in the control. Also, there were no significant differences in protein and cortisol experiment groups.

Conclusion The use of prebiotics in juvenile sturgeon diet has positive effects on feed performance, liver enzymes, and blood biochemical parameters.

Keywords Huso huso; Prebiotics; Growth Performance; Blood Parameters

[1]Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Science & Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad-e Kavus, Iran

Correspondence
Address: Faculty of Agriculture science & Natural Resources, Gonbad Kavous University, Shahid Fallshi Street, Gonbad-e Kavus, Iran. Postal Code: 4971799151.
Phone: +98 (17) 33263115
Fax: +98 (17) 33264060
hojat.jafaryan@gmail.com

Article History
Received: September 28, 2018
Accepted: May 13, 2020
ePublished: June 30, 2020

CITATION LINKS

[1] Antimicrobial multiresistance in ... [2] Aquaculture and stress management: A ... [3] Dietary modulation of the human ... [4] Supplementation of prebiotics in fish ... [5] Fish food and fish ... [6] The use of prebiotics in ... [7] Effect of dietary inulin and oligosaccharides as ... [8] Mannanoligosaccharides in fish nutrition ... [9] Effect of dietary mannan oligosaccharide ... [10] An overview of ... [11] Effects of dietary l-carnitine supplements ... [12] An evaluation of two probiotic bacterial ... [13] Growth, feed utilization and body ... [14] Hematologic and serum biochemical values ... [15] The survey of seasonal changes of cortisol ... [16] In vitro and in vivo evaluation of the ... [17] Nutritional impacts on fish mucosa ... [18] Effects of inulin on gilthead seabream ... [19] Effects of dietary supplementation of a ... [20] Impact of different levels of prebiotic ... [21] Effect of different levels of prebiotic A-MAX ... [22] Effect of level of dietary betaine on stress ... [23] Alternatives to antibiotics in poultry ... [24] Growth performance, carcass composition ... [25] An assessment the effect of Fructo ... [26] Dietary effect of soybean ... [27] Dietary supplementation with Mannanoligosaccharides ... [28] Effect of dietary mannanoligosaccharide on ... [29] The probiotic effects of dietary inactive ... [30] Biological parameters, immune enzymes, and ... [31] Effects of Saccharomyces cerevisiae and ... [32] Effect of dietary prebiotic inulin on hematological ... [33] Correlations between biochemical factors of ... [34] Effects of vitamin A on growth, serum anti-bacterial activity ... [35] Effect of dietary mannan oligosaccharide on ... [36] Combined effects of water temperature and ... [37] Cortisol in teleosts: Dynamics, mechanisms ... [38] Lysozyme: An important defence molecule ... [39] Effect of a dairy-yeast prebiotic (G roBiotic ... [40] Effects of dietary prebiotic GroBiotic®-A ...

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

www.SID.ir

Archive of SID

نقش پربیوتیک‌های تجاری ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا بر معیارهای رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی خون فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*, Linneaus, 1758)

فرهمند آخوندنژاد MSc
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
حجت‌اله جعفریان* PhD
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
رحمان پاتیمار PhD
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
حسین آدینه PhD
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

چکیده
اهداف: هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی اثرات سه نوع پربیوتیک تجاری ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا (هر یک به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵گرم بر کیلوگرم در جیره مصرفی) بر معیارهای تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی خون فیل‌ماهی جوان بود.
مواد و روش‌ها: تعداد ۹۰۰ ماهی با میانگین وزنی ۰/۸۹±۲۱/۵گرم در ۹ تیمار (هر یک با ۳ تکرار) به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. تیمار شاهد بدون افزودن مکمل بود. ماهیان در ۳ وعده به میزان ۵% وزن بدن غذادهی شدند. پایان دوره آزمایش، تغذیه و عملکرد رشد مورد سنجش قرار گرفتند.
یافته‌ها: وزن نهایی در تیمار ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم (۲۱/۷۸±۹۰/۰۰گرم) در مقایسه با تیمار شاهد (۹/۶۰±۳۷/۵۰گرم) به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. بیشترین و کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی به ترتیب در تیمارهای شاهد و ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد که در تیمار پربیوتیکی (۵ ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم) بیشترین میزان نسبت کارآیی پروتئین و چربی به ترتیب ۰/۷۷±۲/۱۹ و ۲/۶۰±۷/۳۷ و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد. به‌طور کلی بهترین تیمار در گروه سلماناکس دوز ۰/۵گرم بر کیلوگرم، در گروه ای‌مکس دوز ۱/۵گرم بر کیلوگرم و در گروه ای‌مکس اولترا دوز ۰/۵گرم بر کیلوگرم بودند. به علاوه، بعد از تعیین دوز مناسب، از ماهیان در تیمارهای فوق خونگیری شد. براساس نتایج پارامترهای بیوشیمیایی، فعالیت AST، ALP و ALT تفاوت معنی‌داری نداشت، به‌طوری که بیشترین میزان آن در تیمار شاهد به دست آمد. همچنین مقدار پروتئین و کورتیزول در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت.
نتیجه‌گیری: استفاده از پربیوتیک‌ها در جیره غذایی فیل‌ماهی اثرات مثبت بر عملکرد تغذیه، آنزیم‌های کبدی و پارامترهای بیوشیمیایی خون دارد.
کلیدواژه‌ها: فیل‌ماهی، پربیوتیک، آنزیم‌های کبدی، پارامترهای خونی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۴
*نویسنده مسئول: hojat.jafaryan@gmail.com

مقدمه
استفاده از داروها به‌عنوان محرک‌های رشد در آبزی‌پروری غیرقانونی است[1]. بنابراین، به‌کارگیری افزودنی‌های کاربردی در یک جیره غذایی برای دستیابی به رشد و تغذیه بهتر یک شیوه معمول مورد استفاده در میان پرورش‌دهندگان ماهی و میگو است[2]. در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی بر روی ترکیبات و مکمل‌های غذایی که در بالابردن سلامت موجود و کارآیی تغذیه نقش دارند انجام گرفته است که از جمله این ترکیبات می‌توان به پربیوتیک اشاره کرد.
پربیوتیک‌ها ترکیبات غیرقابل هضمی هستند که به‌طور انتخابی باعث تحریک رشد یا افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم‌های پروبیوتیکی نظیر لاکتوباسیلوس‌های پروبیوتیکی در دستگاه گوارش میزبان می‌شوند و با تاثیرات مثبتی نظیر افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی و همچنین تحریک سیستم ایمنی سلامتی میزبان را ارتقا می‌دهند[3]. در همین راستا به‌منظور کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت آبزی‌پروری، استفاده از پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها مرسوم شده است که این محصولات بیولوژیک به‌عنوان افزودنی‌های غذایی در جیره آبزیان کاربرد دارند که در برخی موارد در نقش واکسن و جایگزین به جای آنتی‌بیوتیک‌ها نیز استفاده می‌شوند[4, 5]. این ترکیبات بیولوژیک به‌صورت محصولات مختلف تجاری در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند که در این میان محصول تجاری ای‌مکس، ترکیبی از مانان‌الیگوساکارید (MOS)، فروکتوالیگوساکارید و بتاگلوکان است که از دیواره سلولی مخمر *ساکارومایسیس سرویزیه* تهیه شده است. همچنین محصول تجاری سلماناکس از جمله ترکیبات پربیوتیکی و حاوی مخمر *ساکارومایسیس سرویزیه* هیدرولیزشده است. در این فرآورده بتاگلوکان، مانان‌الیگوساکارید، پروتئین، اسیدهای آمینه، مواد معدنی و ویتامین‌های گروه ب، وجود دارد و محصول ای‌مکس اولترا نیز پربیوتیکی از همین گروه است که ترکیبات یادشده در آن از سطح بالاتری برخوردار هستند.
اختلال در سیستم ایمنی ماهیان به واسطه عوامل استرس‌زای محیطی به حساسیت بیشتر به انواع بیماری‌هایی منجر می‌شود که توسعه اقتصادی آبزی‌پروری را محدود می‌کند[6]. به همین دلیل در سال‌های اخیر پربیوتیک‌ها به‌عنوان یک مکمل غذایی در افزایش رشد و بالابردن عملکرد سیستم ایمنی در جیره آبزیان پرورشی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر پربیوتیک‌ها با بهبود جمعیت میکروبی مفید در دستگاه گوارش، سبب بهبود فاکتورهای خونی و سرمی در ماهیان می‌شوند و نیز با تاثیرگذاری در سیستم ایمنی عملکرد سیستم ایمنی ماهیان در مقابله با استرس‌های محیطی و عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهند. در همین خصوص *ماهوس* و *اولیور*[7] عنوان کردند که کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم، پروتئین‌ها، تعدادی از پپتیدها و نیز برخی از چربی‌ها می‌توانند به‌عنوان گزینه‌ای برای پربیوتیک‌ها باشند و در بین کربوهیدرات‌ها، عمدتاً الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم به‌عنوان پربیوتیک بیشتر مطرح هستند. همچنین در همین راستا *گیبسون* و *رابرفرید*[3] دریافتند که پربیوتیک‌ها از طریق تحریک رشد یا فعالیت برخی از باکتری‌های مستقر در روده اثرات سودمندی بر میزبان می‌گذارند و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند. بنابراین پربیوتیک‌ها باعث بهبود و

www.SID.ir

Archive of SID

تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیزم دفاعی میزبان می‌شوند. مطالعات متعددی توسط محققین در ارتباط با استفاده از انواع پربیوتیک‌ها بر روی آبزیان انجام شده است که نشان‌دهنده اثربخشی پربیوتیک‌ها بر معیارهای تغذیه و بهبود فاکتورهای خونی هستند[8, 9]. ماهیان خاویاری به‌دلیل ارزش بسیار بالا از نظر تجاری در دنیا از اهمیت اقتصادی شایان ذکری برخوردار هستند. این ماهیان از قدیمی‌ترین گروه‌های رده ماهیان استخوانی محسوب می‌شوند. در این میان دریای خزر به‌تنهایی ۹۳% ذخایر ماهیان خاویاری جهان را در خود جای داده است[10]. فیل‌ماهی یکی از گونه‌های ماهیان خاویاری است که به‌دلیل رشد سریع، سازگاری با شرایط پرورشی و ارزش خاویار گزینه مناسبی برای پرورش است[11]. در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در جهت افزایش رشد و ارتقای عملکرد سیستم ایمنی این ماهیان برای بالابردن نرخ بقای آنها انجام شده است. در همین راستا به‌کارگیری پربیوتیک‌های تجاری یکی از راهبردهای عملی در جهت رسیدن به این هدف بوده است. بر همین اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی معیارهای تغذیه‌ای و ترکیبات بیوشیمیایی خون فیل‌ماهیان جوان تغذیه‌شده با سه پربیوتیک تجاری ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا در جیره غذایی آنها طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی و شرایط پرورش

فیل‌ماهی جوان (*Huso huso* Linneaus, 1758) با میانگین وزنی ۰/۸۹±۲۱/۵گرم و طولی ۰/۲۵±۱۴/۴۱سانتی‌متر از مرکز تکثیر و پرورش ماهی خاویاری شهید مرجانی واقع در استان گلستان تهیه و آزمایشات در سالن ونیروی همان کارگاه به مدت ۶۰ روز انجام شد. تعداد ۳۰ عدد حوضچه فایبرگلاسی با حجم کل ۲۰۰۰لیتری با ابعاد ۲×۲متر و عمق آبگیری ۰/۵متر که حجم آب آنها معادل ۱مترمکعب بود برای این آزمایش آماده شدند. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب همچون درجه حرارت، اکسیژن و pH در طول دوره آزمایش مورد سنجش قرار گرفت. دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی تنظیم شد.

تیمارهای تغذیه‌ای ماهیان

تعداد ۹۰۰ قطعه فیل‌ماهی جوان در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۳۰ حوضچه فایبرگلاسی معرفی شدند، به‌طوری که در هر حوضچه ۳۰ قطعه ماهی قرار داده شد. ماهیان در ۹ تیمار آزمایشی با سه نوع پربیوتیک تجاری ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا، و هر یک به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵گرم بر کیلوگرم در جیره پایه مصرفی تغذیه شدند. پربیوتیک‌ها (Vi-Cor؛ ایالات متحده) به‌عنوان مکمل ترکیبی در جیره تجاری افزوده شدند. جیره تجاری (اسکرتینگ؛ایتالیا) دارای ۵۰% پروتئین خام و ۱۵% چربی خام بود.

سلماناکس پربیوتیکی مایع است که برای انجام این آزمایش غلظت مورد نظر انتخاب شد و با استفاده از سرنگ ۲میلی‌لیتری حجم مورد نظر از مایع اصلی برداشته و در ۱۰۰میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. همچنین پربیوتیک‌های ای‌مکس و ای‌مکس اولترا جامد هستند که ابتدا در هاون چینی کاملاً به‌صورت پودر درآمدند و مقدار مورد نظر در ۱۰۰میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. سوسپانسیون‌های پربیوتیکی آماده‌سازی‌شده در سطوح مختلف، مطابق روش مورد استفاده توسط *چانگ و لیو*[12]، روی یک‌کیلوگرم غذا اسپری شدند. برای یکسان‌شدن شرایط تغذیه‌ای، غذای ماهیان در تیمار شاهد فاقد پربیوتیک و فقط مقدار ۱۰۰میلی‌لیتر آب مقطر به ازای یک‌کیلوگرم غذا اسپری شد. غذای مرطوب به مدت ۵ ساعت در انکوباتور با حرارت ۴۰°C برای خشک‌شدن نگهداری و سپس به‌صورت مجزا غذای هر تیمار در کیسه‌های پلاستیکی ذخیره‌سازی شد. در طول آزمایش آماده‌سازی غذا هر ۷ روز یک‌بار انجام و در طول دوره پرورش غذا در دمای ۴°C یخچال نگهداری شد.

غذادهی روزانه به میزان ۵% وزن بدن در ۳ نوبت (۸، ۱۴ و ۲۰) انجام شد. ماهیان در ابتدای دوره پرورش و طی دوره پرورش هر ۱۵ روز یک‌بار زیست‌سنجی شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن و طول به ترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱گرم و تخته بیومتری با دقت ۱میلی‌متر استفاده شد. فاکتورهای تغذیه همچون ضریب تبدیل غذایی (FCR)، کارآیی تبدیل غذا (FCE)، نسبت کارآیی پروتئین (PER) و نسبت کارآیی چربی (LER) با استفاده از معادلات ارایه‌شده توسط *هاتلن* و همکاران[13] برآورد شدند:

$$FCR = \frac{\text{غذای خورده‌شده}}{Wt - Wo}$$

$$FCE\ (\text{درصد}) = \frac{Wt - Wo}{\text{غذای خورده‌شده (گرم)}} \times ۱۰۰$$

$$PER = \frac{Wt - Wo}{\text{پروتئین خورده‌شده (گرم)}}$$

$$LER = \frac{Wt - Wo}{\text{چربی خورده‌شده (گرم)}}$$

W_o: وزن اولیه ماهی (گرم)؛ W_t: وزن نهایی ماهی (گرم)

سنجش فاکتورهای بیوشیمیایی خون

پس از پایان دوره آزمایش، تیمارهای مختلف از نظر عملکرد تغذیه مورد بررسی قرار گرفتند و بهترین تیمارها (ای‌مکس ۱/۵، سلماناکس ۰/۵ و ای‌مکس اولترا ۰/۵گرم بر کیلوگرم) انتخاب و خونگیری از آنها انجام شد. برای انجام خونگیری از حوضچه‌های هر تکرار تعداد ۱۵ قطعه به‌طور تصادفی جداسازی شد و در محلول عصاره گل میخک با غلظت ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر بیهوش شدند و از ساقه دمی ماهی با سرنگ ۲میلی‌لیتری خونگیری انجام شد. خون پس از لخته‌شدن در دمای معمولی با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سرم به‌دست‌آمده به لوله‌های پلاستیکی

www.SID.ir

Archive of SID

اپندروف ۱/۵میلی‌لیتری منتقل شد.

سنجش آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST) و سنجش آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) به روش رنگ‌سنجی سینتیک و همچنین سنجش آنزیم آلکالین‌فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک سینتیک انجام شد[14]. اندازه‌گیری پارامترهای متابولیکی سرم خون با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر EPOS (Eppendrof؛ آلمان) طبق دستورالعمل شرکت سازنده و با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی انجام شد. پروتئین تام به روش بیورت، کورتیزول به روش RIA با استفاده از دستگاه تمام اتوماتیک گاما کانتر مدل L,K,B (جنسیس؛ فنلاند) و به‌کارگیری کیت هورمونی ایمونوتک (کاوشیار؛ فرانسه) و اندازه‌گیری گلوکز سرم خون از روش آنزیماتیک با دستگاه اسپکتروفتومتری مدل RA-1000 (Technicon؛ ایالات متحده) و به‌کارگیری کیت‌های من (من؛ ایران) انجام شد[15].

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل در محیط نرم‌افزار Excel 2010 وارد شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

یافته‌ها

بررسی عملکرد رشد و تغذیه فیل‌ماهی تغذیه‌شده با سه نوع پربیوتیک (هر یک با دوزهای ۰/۵، ۱ و ۱/۵گرم بر کیلوگرم جیره پایه) در مقایسه با تیمار شاهد (بدون افزودن پربیوتیک) در جدول ۱ آورده شده است. پس از ۶۰ روز استفاده از پربیوتیک نتایج حاصل از رشد نهایی نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمار شاهد با دیگر تیمارهای آزمایشی وجود دارد ($p<0/05$)، به‌طوری که بیشترین مقدار برابر ۲۱/۷۸±۹۰/۰۰گرم در تیمار ای‌مکس اولترا (۰/۵گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار برابر ۹/۶۰±۳۷/۵۰گرم در تیمار شاهد به دست آمد. در همین ارتباط، بیشترین و کمترین مقدار نرخ رشد ویژه به ترتیب در تیمارهای ۰/۵گرم بر کیلوگرم ای‌مکس اولترا و شاهد به ثبت رسید. آنالیز آماری نشان داد که کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم (۱/۱۴±۰/۳۰) و بیشترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲/۵۸±۰/۵۶) بود. در تیمارهای پربیوتیکی میزان ضریب تبدیل غذایی کمتر از تیمار شاهد به دست آمد. درصد کارآیی تبدیل غذا تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد داشت ($p<0/05$)، به‌طوری که بیشترین آن در تیمار ای‌مکس اولترای ۰/۵ و ۱گرم در کیلوگرم غذا و کمترین آن در تیمار شاهد به ثبت رسید. اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد از نظر مقدار عددی نسبت کارآیی پروتئین و چربی به دست آمد ($p<0/05$). بیشترین مقدار این دو فاکتور در تیمار ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم به ترتیب برابر ۰/۷۷±۲/۱۹ و ۲/۶۰±۷/۳۷ بود. کمترین مقدار این دو فاکتور در تیمار شاهد مشاهده شد.

نتایج آنالیز برخی از آنزیم‌های کبدی خون فیل‌ماهی جوان در جدول ۲ آورده شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تنها تفاوت معنی‌دار در میزان آنزیم آسپارتات‌آمینوترانسفراز بین تیمارهای شاهد و تیمار ای‌مکس اولترا و ای‌مکس وجود داشت ($p<0/05$). آلانین‌آمینوترانسفراز به‌دست‌آمده بین تیمار شاهد و دیگر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری داشت، به‌طوری که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب برابر ۱/۰۵±۶/۱۶ و ۰/۷۱±۳/۷۶واحد در لیتر بود ($p<0/05$). میزان آلکالین‌فسفاتاز در تیمارهای شاهد و سلماناکس نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی به بیشترین حد خود رسید.

فاکتورهای متابولیکی خون فیل‌ماهی جوان در جدول ۳ ارایه شده است. مقدار پروتئین کل و کورتیزول در تیمارهای مختلف آزمایشی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). به جز تیمار سلماناکس، میزان گلوکز در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). آنالیز آماری نشان داد که بیشترین میزان لیزوزیم در تیمار پربیوتیک ای‌مکس برابر ۰/۱۵±۳/۷۱میکروگرم بر میلی‌لیتر و کمترین آن در تیمار شاهد برابر ۰/۲۸±۲/۷۰میکروگرم بر میلی‌لیتر قابل مشاهده است.

جدول ۱) میانگین آماری عملکرد رشد و تغذیه فیل‌ماهی جوان تغذیه‌شده با سه نوع پربیوتیک

تیمارها (گرم بر کیلوگرم غذا)	وزن نهایی (گرم)	نرخ رشد ویژه (درصد)	ضریب تبدیل غذایی	کارآیی تبدیل غذا (درصد)	نسبت کارآیی پروتئین	نسبت کارآیی چربی
شاهد	۳۷/۵۰±۹/۶۰^{f}	۰/۸۷±۰/۲۰^{f}	۲/۵۸±۰/۵۶^{a}	۴۰/۹۱±۱۰/۵۴^{f}	۰/۹۱±۰/۲۳^{f}	۳/۰۷±۰/۷۹^{f}
سلماناکس (۰/۵)	۵۹/۱۰±۱۲/۰۹^{dc}	۱/۶۵±۰/۳۳^{cd}	۱/۶۱±۰/۳۲^{bc}	۶۴/۳۸±۱۳/۱۹^{de}	۱/۴۳±۰/۲۹^{de}	۴/۸۳±۰/۹۹^{de}
سلماناکس (۱)	۵۴/۲۳±۱۳/۹۱^{e}	۱/۴۷±۰/۳۶^{e}	۱/۸۲±۰/۳۵^{b}	۵۸/۹۱±۱۵/۱۸^{e}	۱/۳۱±۰/۳۳^{e}	۴/۴۲±۱/۱۴^{e}
سلماناکس (۱/۵)	۵۱/۵±۱۰/۸۹^{e}	۱/۴۲±۰/۳۵^{e}	۱/۸۵±۰/۳۰^{b}	۵۶/۱۸±۱۱/۸۸^{e}	۱/۲۵±۰/۲۶^{e}	۴/۲۲±۰/۸۹^{e}
ای‌مکس (۰/۵)	۶۶/۰۰±۱۶/۶۷^{cd}	۱/۸۱±۰/۴۲^{bc}	۱/۴۷±۰/۳۸^{cd}	۷۲±۱۸/۱۸^{cd}	۱/۶±۰/۴^{cd}	۵/۴±۱/۳۶^{cd}
ای‌مکس (۱)	۶۷/۵۰±۱۴/۰۰^{cd}	۱/۸۷±۰/۳۲^{bc}	۱/۴۰±۰/۲۶^{cde}	۷۳/۶۴±۱۵/۲۷^{cd}	۱/۶۴±۰/۳۴^{cd}	۵/۵۳±۱/۱۴^{cd}
ای‌مکس (۱/۵)	۶۹/۰۹±۱۵/۰۰^{cd}	۱/۸۸±۰/۴۴^{bc}	۱/۴۲±۰/۳۶^{cde}	۷۵/۲۷±۲۱/۷۹^{cd}	۱/۶۸±۰/۴۸^{cd}	۵/۶۵±۱/۶۳^{cd}
ای‌مکس اولترا (۰/۵)	۹۰/۰۰±۲۱/۷۸^{a}	۲/۲۸±۰/۵۹^{a}	۱/۱۴±۰/۳۰^{a}	۹۸/۱۸±۳۴/۶۸^{a}	۲/۱۹±۰/۷۷^{a}	۷/۳۷±۲/۶^{a}
ای‌مکس اولترا (۱)	۸۲/۲۵±۱۹/۷۰^{ab}	۲/۱۹±۰/۳۹^{a}	۱/۱۷±۰/۲۶^{e}	۸۹/۷۳±۲۱/۴۹^{a}	۲±۰/۴۸^{ab}	۶/۷۴±۱/۶۱^{ab}
ای‌مکس اولترا (۱/۵)	۷۴/۵±۱۷/۶۱^{bc}	۲/۰۲±۰/۴۲^{ab}	۱/۳۰±۰/۲۶^{cd}	۸۱/۲۷±۱۹/۲۱^{bc}	۱/۸۱±۰/۴۲^{bc}	۶/۱±۱/۴۴^{bc}

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($p<0/05$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲) سنجش آنزیم‌های کبدی خون فیل‌ماهی جوان تغذیه‌شده با سه پربیوتیک تجاری

پارامترهای آنزیمی (واحد در لیتر)	شاهد	تیمار ای‌مکس اولترا	تیمار ای‌مکس	تیمار سلماناکس
آسپارتات‌آمینوترانسفراز	۲۰۳/۲۰۰±۶/۷۹^{a}	۱۶۲/۲۷±۲۵/۵۱^{b}	۱۶۰/۸۶±۴۵/۵۱^{b}	۱۸۱/۸۰±۲۹/۸۸^{a}
آلانین‌آمینوترانسفراز	۶/۱۶±۱/۰۵^{a}	۴/۳۳±۰/۸۰^{b}	۴/۲۳±۰/۶۸^{b}	۳/۷۶±۰/۷۱^{b}
آلکالین‌فسفاتاز	۱۹۰/۷۳±۲۰/۹۷^{a}	۱۵۸/۵۳±۳۴/۳۰^{b}	۱۵۴/۱۳±۹۹/۳۳^{b}	۱۹۰/۸۵±۴۰/۹۷^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (p<۰/۰۵).

جدول ۳) فاکتورهای متابولیکی خون فیل‌ماهیان جوان تغذیه‌شده با جیره غذایی مکمل‌شده با انواع پربیوتیک

پارامترهای متابولیکی	شاهد	تیمار ای‌مکس اولترا	تیمار ای‌مکس	تیمار سلماناکس
پروتئین کل (گرم در دسی‌لیتر)	۰/۷۳۳±۰/۱۵۲^{a}	۱/۰۳±۰/۲۳^{a}	۰/۹۳۳±۰/۲۵^{a}	۱/۱۳۳±۰/۱۵^{a}
گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۴۵/۳۳±۵/۴۵^{a}	۴۵/۴±۱۶/۵۱^{a}	۵۱/۱۰±۹/۴۵^{a}	۳۸/۶۶±۰/۹۸^{b}
کورتیزول (میکروگرم در دسی‌لیتر)	۳۸/۵۶±۲/۴۵^{a}	۳۵/۳۳±۴/۲۸^{a}	۳۷/۱۶±۹/۳۰^{a}	۳۴/۵۸±۵/۰۵^{a}
فعالیت لیزوزیم (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	۲/۷۰±۰/۲۸^{b}	۳/۳۹±۰/۴۶^{ab}	۳/۷۱±۰/۱۵^{a}	۳/۱۷±۰/۰۴^{ab}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (p<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه به‌کارگیری سطوح مختلف پربیوتیک (ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا) در جیره غذایی فیل‌ماهی طی ۶۰ روز دوره پرورش نشان داد که بهترین عملکرد رشد و تغذیه در تیمارهای مصرف‌کننده ۰/۵گرم بر کیلوگرم پربیوتیک ای‌مکس اولترا بود. اگرچه پربیوتیک ای‌مکس اولترا توانست باعث بهبود وضعیت تغذیه‌ای شود اما بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون ماهیان تاثیر معنی‌داری نداشت. گزارشات حاکی از آن است که پربیوتیک‌ها به‌عنوان یک استراتژی مناسب برای تقویت سیستم ایمنی و بهبود رشد و تغذیه می‌توانند بدون ایجاد تاثیر منفی بر محیط زیست باعث افزایش توان تولید شوند که از جمله می‌توان به نمونه‌هایی مانند اینولین، الیگوفروکتوز، مانان‌الیگوساکارید (MOS)، گالاکتوالیگوساکارید (GOS)، بتاگلوکان، ایمنووال، گروبیوتیک (GroBiotic®-A) و پرویدا (Previda®) و همچنین پربیوتیک ای‌مکس اشاره کرد[16-21]. براساس اظهارات محققین استفاده از پربیوتیک‌ها در رژیم غذایی آبزیان می‌تواند باعث تحریک رشد و بهبود شاخص‌های تغذیه شود. در این مطالعه به‌کارگیری انواع پربیوتیک‌ها در رژیم غذایی فیل‌ماهی پرورشی باعث افزایش رشد نهایی و نرخ رشد ویژه در مقایسه با تیمار بدون استفاده از پربیوتیک (شاهد) شد. فاکتورهای رشد ارتباط مستقیمی با تغذیه آبزیان دارند، به‌طوری که استفاده از جیره‌های غذایی با کیفیت بالا سبب می‌شود تا ماهی‌ها با صرف غذای کمتر در مدت زمان کوتاه‌تر، به وزن بازاری برسند و به این ترتیب هزینه‌های تولید به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد[22]. در تیمارهای پربیوتیکی میزان ضریب تبدیل غذایی کمتر از تیمار شاهد به دست آمد. به‌طور کلی، ضریب تبدیل غذایی پایین نشان می‌دهد که مصرف غذا در ماهیان، به موازات استفاده از پربیوتیک، کاهش می‌یابد که از نظر اقتصادی برای پرورش‌دهندگان اهمیت دارد. آنالیز آماری نشان داد که کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ای‌مکس اولترای ۰/۵گرم بر کیلوگرم (۱/۱۴±۰/۳۰) و بیشترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲/۵۸±۰/۵۶) بود. مانان‌الیگوساکاریدهای مشتق‌شده از دیواره سلول مخمر ساکارومایسیس با مسدودکردن مکان‌های اتصال باکتری‌های پاتوژن در مخاط روده، میزان صدمه به دیواره روده و در نتیجه میزان سرعت جایگزینی سلول‌های روده را کاهش می‌دهند و قابلیت استفاده از مواد مغذی را بهبود می‌بخشند[23]. در همین ارتباط *جعفری* و همکاران[20] به بررسی پروبیوتیک باکتوسل و پربیوتیک ای‌مکس پرداختند که نتایج نشان از بیشترین میزان بهره‌وری تغذیه (ضریب تبدیل غذایی، کارآیی تبدیل پروتئین و چربی) در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد داشت. *صابریان جویبایری* و همکاران[21] به بررسی تاثیر سطوح مختلف پربیوتیک ای‌مکس بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیبات لاشه در بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداختند. نتایج آنها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در معیارهای تغذیه مشاهده نشد اما استفاده از ۰/۵گرم پربیوتیک ای‌مکس باعث افزایش اکثر معیارهای تغذیه شد. مصرفی خوراکی پربیوتیک ایمنواستر به‌میزان ۳% در جیره غذایی فیل‌ماهی جوان باعث افزایش معنی‌دار میزان فاکتورهای تغذیه‌ای نسبت به تیمار شاهد شد[24]. در مطالعه دیگری پربیوتیک الیگوفروکتوز باعث افزایش نسبت کارآیی پروتئین و کاهش ضریب تبدیل غذایی در بچه ماهی اوزن‌برون شد[25]. افزایش عملکرد تغذیه می‌تواند به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی یا تاثیر آنزیم‌ها بر روی فلور میکروبی دستگاه گوارش باشد که در نتیجه مصرف پربیوتیک‌های غذایی اتفاق می‌افتد. آنزیم‌های گوارشی، مواد غذایی را به مولکول‌های کوچک تجزیه می‌کنند که توانایی جذب در سراسر اپی‌تلیال دستگاه گوارش را دارند[26]. اما در تضاد یافته‌های حاضر، افزودن پربیوتیک مانان‌الیگوساکارید با سطوح مختلف در جیره ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*)، فیل‌ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی و بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) نتوانست به‌طور معنی‌داری باعث بهبود پارامترهای تغذیه شود[9, 27, 28]. عدم اثرات مثبت پربیوتیک در مطالعات فوق را می‌توان به ناتوانی میکروب‌های روده‌ای در تخمیر پربیوتیک‌های اضافی و متعاقب آن انباشتگی مواد غیر قابل هضم در دیواره روده دانست که در نهایت باعث تحریک روده می‌شود[29]. به‌طور کلی می‌توان اظهار داشت که

www.SID.ir

Archive of SID

نوع ترکیب پربیوتیک، شرایط پرورش و نوع گونه ماهی از جمله عوامل اثرگذار بر نتایج حاصل از تحقیقات هستند.

آنزیم‌های کبدی سرم خون به‌عنوان عامل ایمنی هستند که در زمان بروز هر گونه استرس و عفونت منجر به تغییرات در میزان ترشح می‌شوند[30]. در مطالعه حاضر تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای تغذیه‌شده با پربیوتیک‌های ای‌مکس اولترا و ای‌مکس از نظر میزان آنزیم‌های خونی همچون آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST)، آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) و همچنین میزان آلکالین‌فسفاتاز (ALP) وجود داشت ($p<0/05$). کمترین میزان این آنزیم‌ها در تیمارهای پربیوتیکی بود، بنابراین کاهش سطح فعالیت این آنزیم‌ها در سطح پلاسمای ماهیان حاکی از سلامتی بافت‌های فیل‌ماهی به‌ویژه در بافت کبد و شرایط تغذیه‌ای است. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، *فتاحی* و همکاران[31] در بررسی اثرات ترکیبی مخمر *ساکارومایسس سرویزیه* و *آسپرژیلوس نایجر* بر پارامترهای هماتولوژی و بیوشیمیایی سرم خون فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) گزارش دادند که کاهش معنی‌داری در میزان ترشح آنزیم‌های کبدی آلانین‌آمینوترانسفراز و آلکالین‌فسفاتاز مشاهده شد. در مغایرت با نتایج مطالعه حاضر، تحقیقات *اکرمی* و همکاران[32] بیانگر افزایش سطح آنزیم‌های سرم خون فیل‌ماهیان جوان پرورشی تغذیه‌شده با پربیوتیک اینولین بود که این امر می‌تواند ناشی از تاثیر نامطلوب سطوح به‌کاررفته پربیوتیک اینولین در جیره غذایی باشد.

پارامترهای متابولیکی می‌توانند اطلاعات قابل دسترسی را برای بررسی سلامتی و شرایط ماهی فراهم کنند[33]. پروتئین یکی از شاخص‌های مهم برای ارزیابی فعالیت کبد است که تحت تاثیر عوامل خارجی و داخلی تغییر می‌کند و ارتباط مستقیم با وضعیت تغذیه و سلامت آبزی دارد[34]. در این مطالعه مقدار پروتئین تام و کورتیزول و گلوکز در تیمارهای مختلف آزمایشی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). در همین راستا، *قبادی* و همکاران[35] گزارش دادند که مصرف سطوح مختلف پربیوتیک مانان‌الیگوساکارید به میزان صفر، ۱، ۲/۵ و ۴گرم پربیوتیک بر برخی پارامترهای هماتولوژیک و بیوشیمی سرم خونی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان اثر معنی‌داری ندارد. گلوکز یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیولوژیکی است که به‌عنوان شاخصی از پاسخ به استرس در ماهیان مطرح است و افزایش در میزان گلوکز خون می‌تواند نشانه‌ای از استرس و یا آلودگی محیطی باشد[36]. همچنین کورتیزول از مهم‌ترین عوامل هورمونی موثر در ارزیابی پاسخ فیزیولوژیک ماهیان نسبت به تغییرات شرایط محیطی و استرس محسوب می‌شود و افزایش آن در راستای ایجاد سازگاری با شرایط تنش‌زا در ماهیان به اثبات رسیده است[37]. در این مطالعه میزان گلوکز و کورتیزول بین تیمارهای تغذیه‌شده با پربیوتیک و تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار آماری نداشت. کمترین میزان گلوکز و کورتیزول در تیمار سلماناکس به دست آمد که بیانگر کاهش استرس ماهیان در این تیمار است. لیزوزیم جزء مهمی از ایمنی ذاتی در ماهی است و به‌طور کاتالیزوری پیوند بین N-استیل‌مورامیک‌اسید و N- استیل‌گلوکزآمین در دیواره سلولی باکتری‌ها را هیدرولیز می‌کند[38]. در این آزمایش مقدار لیزوزیم در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت اما رابطه آماری بین آنها معنی‌دار نبود ($p>0/05$). افزایش این فاکتورها در تیمارهای مصرف‌کننده پربیوتیک را می‌توان ناشی از تحریک سیستم ایمنی از طریق افزایش سطوح پادتن و افزایش فعالیت ماکروفاژها عنوان کرد. *وانگ* و همکاران[39] افزایش میزان آلکالین‌فسفاتاز و لیزوزیم و همچنین کاهش مقدار پروتئین کل را در بررسی اثر پربیوتیک مخمر- لبنی GroBiotic®-A ماهی فلاندر جوان (*Platichthys stellatus*) گزارش دادند. نتایج حاصل از ارزیابی اثرات پربیوتیک تجاری GroBiotic®-A به میزان صفر، ۰/۵، ۱ و ۲% در جیره فیل‌ماهی (*Huso huso* Linneaus, 1758) نشان از بهبود وضعیت تغذیه داشت، به‌طوری که ضریب تبدیل غذایی از ۲/۰۹±۰/۲ در تیمار شاهد به ۱/۷۲±۰/۲ در تیمار ۲% مصرف پربیوتیک رسید. همچنین فعالیت لیزوزیم و آلکالین‌فسفاتاز موکوس پوست به‌طور معنی‌داری در تیمارهای تغذیه با پربیوتیک با سطوح ۱ و ۲% نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت[40]. نتایج متفاوت به‌دست‌آمده در زمینه رشد و فاکتورهای فیزیولوژیکی به‌ویژه خون آبزیان در اثر استفاده از سطوح مختلف پربیوتیک‌ها را می‌توان به شرایط محیط پرورش، کمیت و کیفیت غذا، اختلاف رژیم غذایی، نوع گونه پرورشی، اندازه و سن نسبت داد.

نتیجه‌گیری

استفاده از پربیوتیک‌های تجاری ای‌مکس، سلماناکس و ای‌مکس اولترا باعث بهبود معیارهای رشد و تغذیه‌ای فیل‌ماهی جوان شده است. این پربیوتیک‌ها، پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون را به‌طور مثبت تحت تاثیر قرار می‌دهند، در حالی که تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد مشاهده نشد. به‌طور کلی استفاده از پربیوتیک ای‌مکس اولترا در جیره فیل‌ماهی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از زحمات کارشناسان مرکز تکثیر و پرورش ماهی خاویاری شهید مرجانی استان گلستان و همچنین مسئولین دانشگاه گنبد کاووس تقدیر و تشکر می‌کنند.

تاییدیه اخلاقی: تمام موارد بهداشتی و حفظ حقوق حیوانات قبل از نمونه‌برداری در محل آزمایش رعایت شده است.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی میان آنها وجود ندارد.

سهم نویسندگان: فرهمند آخوندنژاد (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/ پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۳۵%)؛ حجت‌الله جعفریان (نویسنده دوم)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۳۵%)؛ رحمان پاتیمار (نویسنده سوم)، روش‌شناس/تحلیلگر آماری (۱۵%)؛ حسین آدینه (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۱۵%).

منابع مالی: این مطالعه از پایان‌نامه کارشناسی ارشد استخراج شده و تحت حمایت مالی دانشگاه گنبد کاووس به اجرا رسیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- Miranda CD, Zemelman R. Antimicrobial multiresistance in bacteria isolated from freshwater Chilean salmon farms. Sci Total Environ. 2002;293(1-3):207-18.

2- Mohapatra S, Chakraborty T, Kumar V, DeBoeck G, Mohanta KN. Aquaculture and stress management: A review of probiotic intervention. J Anim Physiol Anim Nutr. 2013;97(3):405-30.

3- Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. J Nutr. 1995;125(6):1401-12.

4- Ganguly S, Dora KC, Sarkar S, Chowdhury S. Supplementation of prebiotics in fish feed: A review. Rev Fish Biol Fish. 2013;23(2):195-9.

5- Bassleer G. Fish food and fish diseases. J Fish Livest Prod. 2017;5:220.

6- Akrami R, Ghelichi A, Gharaei A. The use of prebiotics in aquaculture. J Fish. 2010;4(1):77-84. [Persian]

7- Mahious AS, Gatesoupe FJ, Hervi M, Metailler R, Ollevier F. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, Psetta maxima (Linnaeus, C. 1758). Aquac Int. 2006;14(3):219.

8- Pryor GS, Royes JB, Chapman FA, Miles RD. Mannanoligosaccharides in fish nutrition: Effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. North Am J Aquac. 2003;65(2):106-11.

9- Razeghi Mansour M, Akrami R, Ghobadi SH, Denji KA, Ezatrahimi N, Gharaei A. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (Huso huso Linnaeus, 1754). Fish Physiol Biochem. 2012;38(3):829-35.

10- Bemis WE, Findeis EK, Grande L. An overview of Acipenseriformes. Environ Biol Fish. 1997;48(1-4):25-71.

11- Mohseni M, Ozorio RO, Pourkazemi M, Bai SC. Effects of dietary l-carnitine supplements on growth and body composition in beluga sturgeon (Huso huso) juveniles. J Appl Ichthyol. 2008;24(6):646-9.

12- Chang CI, Liu WY. An evaluation of two probiotic bacterial strains, Enterococcus faecium SF68 and Bacillus toyoi, for reducing edwardsiellosis in cultured European eel, Anguilla anguilla L. J Fish Dis. 2002;25(5):311-5.

13- Hatlen B, Grisdale-Helland B, Helland SJ. Growth, feed utilization and body composition in two size groups of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus) fed diets differing in protein and carbohydrate content. Aquaculture. 2005;249(1-4):401-8.

14- Borges A, Scotti LV, Siqueira DR, Jurinitz DF, Wassermann GF. Hematologic and serum biochemical values for jundiá (Rhamdia quelen). Fish Physiol Biochem. 2004;30(1):21-5.

15- Youneszadeh Fashalmi M, Bahmani M, Kazemi R, Pourdehghani M, Feyzbakhsh H. The survey of seasonal changes of cortisol, Glucose and Ionic in Farmed female Stellate Sturgeon, Acipenser stellatus. J Fish. 2009;2(4):37-46. [Persian]

16- Burr G, Hume M, Ricke S, Nisbet D, Gatlin D. In vitro and in vivo evaluation of the prebiotics GroBiotic®-A, inulin, mannanoligosaccharide, and galactooligosaccharide on the digestive microbiota and performance of hybrid striped bass (Morone chrysops×Morone saxatilis). Microb Ecol. 2010;59(1):187-98.

17- Caipang CM, Lazado CC. Nutritional impacts on fish mucosa: Immunostimulants, pre- and probiotics. In: Beck B, Peatman H, editors. Mucosal health in aquaculture. London: Academic Press; 2015. pp. 211-72.

18- Cerezuela R, Cuesta A, Meseguer J, Esteban MÁ. Effects of inulin on gilthead seabream (Sparus aurata L.) innate immune parameters. Fish Shellfish Immunol. 2008;24(5):663-8.

19- Anuta JD, Buentello A, Patnaik S, Hume ME, Mustafa A, Gatlin III DM, et al. Effects of dietary supplementation of a commercial prebiotic P revida® on survival, growth, immune responses and gut microbiota of Pacific white shrimp, L itopenaeus vannamei. Aquac Nutr. 2016;22(2):410-8.

20- Jafari AA, Ghadampour B, Ghobadi S, Falahati J, Ghadi Pasha R. Impact of different levels of prebiotic (Bactocel) and prebiotic (A-MAX) and its combination in diets on growth, nutrition and deterrence of fry (onocorhynchus mykiss). Breed Aquac Sci Q. 2016;3(7):53-60. [Persian]

21- Saberyan Juybari M, Ghobadi Sh, Vatandoust S. Effect of different levels of prebiotic A-MAX on growth performance, survival rate and body composition of common carp (Cyprinus carpio) juvenile. J Aquac Dev. 2017;11(1):63-75. [Persian]

22- Niroomand M, Sajjadi MM, Yahyavi M, Asadi M. Effect of level of dietary betaine on stress resistance of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fry. J Aquat Anim Fish. 2011;1(4):63-71. [Persian]

23- Ferket PR. Alternatives to antibiotics in poultry production: Responses, practical experience and recommendations. In: Lyons TP, Jacques KA, editors. Nutritional biotechnology in the feed and food industries. Nottingham: University Press; 2004. pp. 57-67.

24- Taati R, Soltani M, Bahmani M, Zamini AA. Growth performance, carcass composition, and immunophysiological indices in juvenile great sturgeon (Huso huso) fed on commercial prebiotic, Immunoster. Iran J Fish Sci. 2011;10(2):324-35.

25- Iri Y, Hafezieh M, Haghpanah A, Rostami HK, Ghareve B, Kor AV, et al. An assessment the effect of Fructo-oligosaccharide on growth performance, survival and hematological factors in sturgeon juvenile (Acipenser sttellatus). Iran Sci Fish J. 2015;24(1):97-108. [Persian]

26- Merrifield DL, Olsen RE, Myklebust R, Ringø E. Dietary effect of soybean (Glycine max) products on gut histology and microbiota of fish. In: El-Shemy H, editor. Soybean and nutrition. Norderstedt: Books on Demand; 2011. pp. 231-50.

27- Gültepe N, Salnur S, Hoşsu B, Hisar O. Dietary supplementation with Mannanoligosaccharides (MOS) from Bio-Mos enhances growth parameters and digestive capacity of gilthead sea bream (Sparus aurata). Aquac Nutr. 2011;17(5):482-7.

28- Akrami R, Karimabadi K, Mohammadzadeh H, Ahmadifa E. Effect of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in Kutum (Rutilus frisii kutum) fry stage. J Mar Sci Technol. 2009;8(3-4):47-57. [Persian]

29- Hoseinifar SH, Mirvaghefi AR, Mojazi Amiri B, Khoshbavar Rostami HA, Poor Amini M, Darvish Bastami K. The probiotic effects of dietary inactive yeast Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus on growth factors, survival, body composition and intestinal microbiota of Beluga juvenile (Huso huso). Iran Sci Fish J. 2011;19(4):55-66. [Persian]

30- Wang ST, Meng XZ, Li LS, Dang YF, Fang Y, Shen Y, et al. Biological parameters, immune enzymes, and

www.SID.ir

Archive of SID

histological alterations in the livers of grass carp infected with Aeromonas hydrophila. Fish Shellfish Immunol. 2017;70:121-8.
31- Hasanpoor Fatahi A, Jafarian H, Khosravi A, Gholipoor Kanani H. Effects of Saccharomyces cerevisiae and Aspergillus niger isolated from beluga adult digestive tract on the feeding efficiency and blood serum enzymes of beluga juvenile sturgeon (Huso huso). Fish Sci Technol. 2014;3(1):1-13. [Persian]
32- Akrami R, Ghelichi A, Ahmadifar E. Effect of dietary prebiotic inulin on hematological and biochemical parameters of cultured juvenile beluga (Huso huso). J Vet Res. 2011;66(2):131-6. [Persian]
33- Azarin H, Imanpour MR, Taghizadeh V, Shahriyari R. Correlations between biochemical factors of blood with biological characteristics of gonad and some reproductive indices in Persian Sturgeon, Acipenser persicus. Glob Vet. 2012;9(3):352-7.
34- Hernandez LH, Teshima SI, Koshio Sh, Ishikawa M, Tanaka Y, Alam MS. Effects of vitamin A on growth, serum anti-bacterial activity and transaminase activities in the juvenile Japanese flounder, Paralichthys olivaceus. Aquaculture. 2007;262(2-4):444-50.
35- Ghobadi S, Razeghi Mansour M, Akrami R, Amani Denji K, Esmaeili Molla A. Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, survival, body composition and intestinal microflora in great sturgeon juvenile (Huso huso Linnaeus, 1754). J Mar Sci Technol. 2012;10(4):67-77. [Persian]
36- Likongwe JS, Stecko TD, Stauffer Jr JR, Carline RF. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia Oreochromis niloticus (Linneaus). Aquaculture. 1996;146(1-2):37-46.
37- Mommsen TP, Vijayan MM, Moon TW. Cortisol in teleosts: Dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Rev Fish Biol Fish. 1999;9(3):211-68.
38- Saurabh Sh, Sahoo PK. Lysozyme: An important defence molecule of fish innate immune system. Aquac Res. 2008;39(3):223-39.
39- Wang J, Zhang D, Sun Y, Wang Sh, Li P, Gatlin III DM, et al. Effect of a dairy-yeast prebiotic (G roBiotic®-A) on growth performance, body composition, antioxidant capacity and immune functions of juvenile starry flounder (P latichthys stellatus). Aquac Res. 2016;47(2):398-408.
40- Adel M, Nayak S, Lazado CC, Yeganeh S. Effects of dietary prebiotic GroBiotic®-A on growth performance, plasma thyroid hormones and mucosal immunity of great sturgeon, Huso huso (Linnaeus, 1758). J Appl Ichthyol. 2016;32(5):825-31.

www.SID.ir