اثرات پربیوتیک دیواره سلولی مخمر (ایمنووال) بر پارامترهای رشد و خون‌شناسی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) جوان

- **سهیل یوسفی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
- **مریم منصف‌شکری***: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **حمید علاف‌نویریان**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
- **سیدحسین حسینی‌فر**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۸

چکیده

در این مطالعه اثرات مکمل پربیوتیک ایمنووال بر عملکرد رشد و برخی پارامترهای خون‌شناسی تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بررسی گردید. بدین‌منظور، تاس‌ماهیان ایرانی جوان با میانگین وزن اولیه ۰/۳۹±۴۷/۷۸ در ۹ مخزن (۵۰۰ لیتری) در سه تیمار به همراه سه تکرار به‌طور تصادفی توزیع و با جیره پایه حاوی دو سطح از مکمل پربیوتیک ایمنووال شامل ۰/۵ و ۱ درصد و جیره فاقد مکمل پربیوتیک (تیمار شاهد) طی هشت هفته تغذیه شدند. پس از پایان دوره تغذیه، اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). بررسی پارامترهای خون‌شناسی نشان داد که تعداد یاخته‌های قرمز(RBC) و هموگلوبین در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ درصد مکمل پربیوتیک به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری بین پارامترهای حجم متوسط یاخته قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین در سلول (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین در سلول (MCHC)، یاخته سفید خون، نوتروفیل، لنفوسیت و مونوسیت‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). این مطالعه نشان داد که مصرف مکمل پربیوتیک ایمنووال در دو سطح ۰/۵ و ۱ درصد اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشد و کارایی ندارد. هم‌چنین استفاده از ۱ درصد جیره حاوی مکمل پربیوتیک ایمنووال می‌تواند سبب تغییر معنی‌دار در برخی از پارامترهای خون‌شناسی تاس‌ماهیان ایرانی جوان شود. به‌منظور تأیید تأثیر مثبت پربیوتیک نیاز است که شاخص‌های بیوشیمیایی، پاسخ‌های ایمنی و هم‌چنین میزان زنده‌مانی ماهی در مواجهه با میکروب‌های بیماری‌زا مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ایمنووال، پارامترهای رشد، پارامترهای خون‌شناسی، تاس‌ماهی ایرانی، مکمل پربیوتیک

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: monsef_shokri@yahoo.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

مقدمه

آبزی‌پروری یک صنعت رو به رشد در جهان است که قدمت آن به هزاران سال قبل باز می‌گردد. امروزه در راستای تأمین آبزیان به عنوان منبعی از عناصر مغذی سودمند، استفاده از تأسیسات پرورشی پربازده، منابع غذایی مفید و در عین حال مقرون به‌صرفه و بهره‌گیری از گونه‌های بومی به‌دلیل سازگاری بیش‌تر با اکوسیستم‌های آبی مورد توجه پرورش‌دهندگان و محققان این امر قرار گرفته است (Wang و همکاران، ۲۰۱۵؛ Welch و همکاران، ۲۰۰۲). خانواده تاس‌ماهیان (Acipenseridae) ازجمله گونه‌های بومی بوده که تکثیر آن‌ها در ایران از سال ۱۳۰۶ شروع شد (Bledsoe و همکاران، ۲۰۰۳). دریای خزر دربرگیرنده ۵ گونه مهم از تاس‌ماهیان بوده و تجارب ارزنده در زمینه فن پرورش و تکثیر سبب شده که طرح پرورش ماهی در شرایط متراکم با بهره‌گیری از غذای دستی در کشور شکل گیرد (Adeli و Namdar، ۲۰۱۵). تولید کل تاس‌ماهیان در ایران برابر با ۲۱۴۶ تن در سال گزارش شده است (FAO، ۲۰۱۶). یکی از گونه‌های مورد توجه در زمینه پرورش و بازسازی ذخایر، تاس‌ماهی ایرانی با نام علمی *Acipenser persicus* می‌باشد. این گونه به‌همراه تاس‌ماهی روسی (*A. gueldenstaedtii*) و شیپ (*A. nudiventris*) جزو فراوان‌ترین گونه تاس‌ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر هستند. درحال‌حاضر بیش‌ترین ذخایر این ماهی در جنوب‌شرقی دریای خزر یافت می‌شود و بیش‌ترین تخم‌ریزی این ماهی در فصل بهار صورت می‌گیرد. خاویار تاس‌ماهی ایرانی ازجمله مشهورترین و پرطرفدارترین انواع خاویار در جهان است (Poorbagher و همکاران، ۲۰۱۷). افزایش بروز تلفات و خسارات در زمینه تولید گونه‌های ارزشمند بومی از قبیل تاس‌ماهیان به‌واسطه بروز استرس‌های محیطی و عوامل میکروبی مهاجم و عدم کیفیت جیره و مواد مغذی در مدت زمان کوتاه سبب شده که متخصصان از روش‌های کارآمدی ازقبیل درمان‌های‌شیمیایی به‌منظور کنترل‌شرایط بحرانی در آبزی‌پروری بهره گیرند. درمان‌های شیمیایی دربرگیرنده ترکیبات سنتتیک از قبیل انواع آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و مواد ضدعفونی‌کننده بوده که در صورت فقدان آگاهی و علم به استفاده از آن‌ها و مصرف بی‌رویه، سبب بروز خسارات جبران‌ناپذیری به محیطی آبی و گونه‌های پرورشی از قبیل بروز مقاومت‌های دارویی و عدم اثرگذاری در موارد همه‌گیر بیماری‌های عفونی خواهد شد (Angulo، ۲۰۰۰). بنابراین، لازمه تولید پایدار و سالم استفاده از روش‌های کنترل زیستی در مواجهه با عوامل مهاجم و کاستی‌ها طی دوره پرورشی می‌باشد. یکی از این روش‌ها استفاده از مکمل‌های غذایی با نام پربیوتیک (Prebiotic)است که امروزه از منابع مختلف گیاهی قابل استخراج می‌باشد (Ghaedi و همکاران، ۲۰۱۵). پربیوتیک‌ها ترکیبات خوراکی غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعالیت باکتری‌های مفید دستگاه گوارش تأثیرات سودمندی بر رشد و سلامت جاندار دارند (Roberfroid، ۲۰۰۵). با به‌کارگیری پربیوتیک‌ها به‌جای استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر مواد ضدعفونی‌کننده می‌توان اثرات نامطلوب ایجاد سوش‌های مقاوم باکتریایی، باقی‌ماندگی در گوشت، خاویار و هم‌چنین تقلیل اثرات زیست‌محیطی و غیره را کاهش داد (Jung-Schroers و همکاران، ۲۰۱۶؛ Dalmo و BØgwald، ۲۰۰۸). انواع مختلف این مکمل‌های غذایی به دو گروه عمده الیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدها طبقه‌بندی می‌شوند (Song و همکاران، ۲۰۱۴). مانان الیگوساکارید، یک الیگوساکارید و کمپلکس گلوکومانانوپروتئینی مشتق شده از منابع مختلفی مانند دیواره سلولی مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) است که سبب بهبود عملکرد تغذیه و ایمنی در طیور و احشام (Sang و همکاران، ۲۰۱۰) و آبزیان (Dimitroglou و همکاران، ۲۰۰۹) می‌شود. گلوکان‌ها نیز ترکیبات پلی‌ساکاریدی و در حقیقت نوعی پلیمر گلوکز با وزن مولکولی بالا هستند (Lam و Cheung، ۲۰۱۳). این ترکیبات در ساختار سلولی گیاهان،قارچ‌ها و برخی باکتری‌ها یافت می‌شوند(Selvaraj و همکاران، ۲۰۰۶). پارامترهای رشد و خون‌شناسی در ماهیان به عوامل مختلفی از قبیل رژیم تغذیه‌ای، سن و شرایط فیزیولوژیک و محیطی بستگی دارد. این‌مقادیر در گونه‌های مختلف ماهیان متفاوت می‌باشد (Dalmo و BØgwald، ۲۰۰۸؛ Ross و Ross، ۱۹۹۹). با توجه به مطالعات گسترده انجام شده با هدف تعیین اثرات متنوع مکمل‌های پربیوتیک بر پارامترهای رشد و خون‌شناسی در گونه‌های مختلف ماهیان (Jung-Schroers و همکاران، ۲۰۱۸؛ Salem و همکاران، ۲۰۱۶؛ Welker و همکاران، ۲۰۰۷) مطالعات اندکی در مورد تاثیر پربیوتیک‌های مختلف بر عملکرد تاس‌ماهیان به‌ویژه تاس‌ماهی ایرانی صورت گرفته است. از این‌رو هدف این پژوهش تعیین تاثیر غنی‌سازی جیره توسط مکمل پربیوتیک تجاری ایمنووال (Immunowall) دربرگیرنده مانان‌الیگو ساکارید و بتاگلوکان، بر شاخص‌های رشد، تغذیه و خون‌شناسی تاس‌ماهی ایرانی درنظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌مدت ۸هفته در بخش آبزی‌پروری موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر انجام شد. ۱۵۳ قطعه تاس‌ماهی ایرانی جوان با میانگین وزن ۴۷/۷۸±۰/۳۹ گرم، به ۹ عدد مخزن فایبرگلاس (۱۷ قطعه در هر مخزن) با حجم آبگیری ۵۰۰ لیتر (تراکم ۱/۸ کیلوگرم در مترمربع) به‌طور تصادفی توزیع شدند.. ماهیان به منظور سازش با محیط پرورشی به‌مدت دو هفته با غذای فرموله

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

(Biomar، فرانسه) با اندازه ۳ میلی‌متر تغذیه شدند. در طی دوره تغذیه میانگین دمای آب پرورش ۱۷ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۷/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین pH برابر با ۸/۴۲ بود.

طراحی آزمایش و تهیه جیره غذایی: این آزمایش در یک طرح کاملاً تصادفی، در قالب ۳ تیمار و ۳ تکرار به مرحله اجرا درآمد. پربیوتیک مورد استفاده، مکمل پربیوتیک ایمنووال محصول شرکت ICC برزیل بود. جیره پایه مورد استفاده پیش از آزمایش، از نظر اجزا و ترکیبات شامل درصد پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و رطوبت (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفت (AOAC، ۲۰۱۲). پودر پربیوتیک در سطوح ۰/۵ و ۱ درصد بر روی پلت‌های غذایی به‌صورت یکنواخت توزیع و سپس با روغن کانولا پوشش‌دهی (Top-dressed) شد (Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹). تمامی جیره‌های آزمایشی در بسته‌بندی‌های پلاستیکی تا زمان آزمایش اصلی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (Soleimani و همکاران، ۲۰۱۲؛ Geraylou و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول ۱: آنالیز تقریبی جیره تجاری پایه تاس‌ماهیان ایرانی (Biomar، فرانسه)

اجزای جیره	مقادیر اندازه‌گیری شده در جیره پایه
پروتئین (درصد)	۴۷
چربی (درصد)	۱۴
سلولز (درصد)	۳/۸
خاکستر (درصد)	۸/۷
فسفر (درصد)	۱/۲
ویتامین C (یکای بین‌المللی بر کیلوگرم)	۱۵۰
ویتامین D (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۷۵۰
ویتامین E (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۴۰
انرژی خام (مگاژول بر کیلوگرم)	۲۰/۸
انرژی قابل هضم (مگاژول بر کیلوگرم)	۲۵/۵

بررسی عملکرد رشد و تغذیه: ماهیان روزانه سه مرتبه و تا حدسیری در توسط جیره‌های تهیه شده غذادهی شدند. زیست‌سنجی بچه ماهیان به‌صورت هر ۱۴ روز یک‌بار تا پایان دوره آزمایش انجام گردید. ارزیابی روند رشد و عملکرد تغذیه‌ای ماهیان براساس پارامترهای وزن اولیه، وزن انتهایی، وزن کسب شده، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، راندمان تغذیه‌ای و نرخ کارایی پروتئین، از طریق فرمول‌های ذیل انجام گرفت (Tacon، ۱۹۹۰؛ Hevroy و همکاران، ۲۰۰۵؛ Ai و همکاران، ۲۰۰۶):

وزن ابتدایی (گرم) - وزن نهایی (گرم) = وزن کسب شده (گرم)

۱۰۰× وزن ابتدایی (گرم)/ وزن کسب شده (گرم)= افزایش وزن بدن (درصد)

= نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)

۱۰۰× تعداد روزها (زمان) / (وزن ابتدایی$_{Ln}$ - وزن نهایی$_{Ln}$)

۱۰۰× [^{3}(طول کل) / وزن] = فاکتور وضعیت

وزن کسب شده (گرم) / غذای خشک مصرفی (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

= راندمان تغذیه‌ای (درصد)

۱۰۰ × [غذای خشک مصرفی (گرم) / وزن کسب شده (گرم)]

وزن تر اضافه شده (گرم) /مقدار پروتئین مصرفی = نرخ کارایی پروتئین

ارزیابی پارامترهای خون‌شناسی: به‌منظور ارزیابی پارامترهای خون‌شناسی ماهیان، پس از اتمام دوره آزمایش (هفته هشتم) ۳ قطعه ماهی از هر تکرار به شکل تصادفی انتخاب و پس از بی‌هوشی توسط پودر گل میخک (۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)، از سیاهرگ ناحیه ساقه دمی خون‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌های خون به میکروتیوب استریل حاوی ماده ضدانعقاد منتقل شدند شمارش یاخته‌های قرمز و سفید پس از رقیق‌سازی توسط لام هموسیتومتر انجام شد شمارش افتراقی لنفوسیت، نوتروفیل، مونوسیت و پس از تهیه گسترش خونی و تثبیت آن، با استفاده از رنگ‌آمیزی توسط گیمسا صورت گرفت (Ghiasi و همکاران، ۲۰۱۰). میزان هموگلوبین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Drabkin و همکاران، ۱۹۵۰؛ Blaxhall و Daisley، ۱۹۷۳). درصد هماتوکریت (HCT) از طریق روش میکروهماتوکریت ارزیابی شد. از مقادیر تعداد یاخته قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت برای محاسبه سایر پارامترهای مورد نظر از قبیل حجم متوسط یاخته قرمز، میانگین هموگلوبین در سلول و میانگین غلظت هموگلوبین در سلول، با استفاده از فرمول‌های زیر استفاده شد (Kumari و همکاران، ۲۰۰۶؛ Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۱):

= (MCV= Mean Corpuscular Volume) حجم متوسط یاخته قرمز

۱۰×[تعداد یاخته‌های قرمز (برحسب میلیون در میلی‌متر مکعب)/هماتوکریت]

=(MCH= Mean Corpuscular Hemoglobin) میانگین هموگلوبین در یاخته

۱۰×[تعداد یاخته‌های قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)/ هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)]

(MCHC= Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration)

میانگین غلظت هموگلوبین در یاخته=

۱۰۰ × [هماتوکریت/ هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)]

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ انجام گردید. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف و برای بررسی همگن بودن داده‌ها از آزمون لون (Levene) استفاده شد. برای بررسی سطوح معنی‌داری داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) به‌همراه تست توکی (Tukey) در سطح ۵٪ استفاده گردید.

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

نتایج

نتایج حاصل از پارامترهای رشد تاس‌ماهیان ایرانی جوان پس از تغذیه به‌مدت ۸ هفته با استفاده جیره حاوی مکمل پربیوتیک ایمنووال در جدول ۲ آورده شده است. براین اساس، در هیچ‌یک از پارامترهای رشد و تغذیه تاس‌ماهیان ایرانی پس از تغذیه با سطوح مختلف مکمل پربیوتیک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بررسی پارامترهای خون‌شناسی در تاس‌ماهیان ایرانی جوان پس از هشت هفته تغذیه توسط سطوح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال (جدول ۳) نشان داد که، تعداد یاخته‌های قرمز خون، میزان هموگلوبین در تیمار ۲ به‌طور معنی‌داری بالاتر از دو تیمار دیگر بود (P<۰/۰۵). بین‌مقادیر یاخته سفید، هماتوکریت، حجم متوسط یاخته قرمز، میانگین هموگلوبین در سلول، میانگین غلظت هموگلوبین در سلول، نوتروفیل، لنفوسیت، و مونوسیت در دو تیمار پربیوتیک و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه پارامترهای رشد و تغذیه‌ای تاس‌ماهیان ایرانی جوان تغذیه شده با جیره حاوی دو سطح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال (میانگین ± انحراف معیار)

پارامترهای رشد و تغذیه	جیره‌های آزمایشی		
	تیمار شاهد (۰درصد)	تیمار ۱ (۰/۵ درصد)	تیمار ۲ (۱ درصد)
وزن اولیه (گرم)	۴۶/۵۶ ± ۰/۷۶	۴۸/۲۳ ± ۰/۹۱	۴۸/۵۵ ± ۰/۸۶
وزن نهایی (گرم)	۱۳۸/۵۱ ± ۶/۲۱	۱۴۷/۹۲ ± ۷/۹۱	۱۴۷/۵۳ ± ۲/۳۸
وزن کسب شده (گرم)	۹۱/۹۴ ± ۵/۹۴	۹۹/۶۹ ± ۷/۳۴	۹۸/۹۸ ± ۲/۸۵
افزایش وزن بدن	۱۹۷/۴۳ ±۱۲/۲۶	۲۰۶/۶۳ ± ۱۳/۳۳	۲۰۳/۹۶ ± ۸/۷۱
نرخ رشد ویژه (درصد / روز)	۱/۹۴ ±۰/۰۷	۲/۰۰ ± ۰/۰۷	۱/۹۸ ± ۰/۰۵
فاکتور وضعیت	۰/۳۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۹ ± ۰/۰۱	۰/۴۱ ± ۰/۰۲
ضریب تبدیل غذایی	۰/۹۰ ± ۰/۰۵	۰/۸۷ ± ۰/۰۵	۰/۸۸ ± ۰/۰۲
راندمان تغذیه‌ای (درصد)	۱۱۱/۴۶ ± ۶/۷۳	۱۱۵/۰۷ ± ۶/۳۰	۱۱۳/۶۶ ± ۲/۷۴
نرخ کارایی پروتئین	۲/۷۸ ± ۰/۱۶	۲/۸۷ ± ۰/۱۵	۲/۸۳ ± ۰/۰۶

جدول ۳: مقایسه پارامترهای خون‌شناسی تاس‌ماهیان ایرانی جوان پس از ۸ هفته تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال (میانگین ± انحراف معیار)

پارامترهای خون‌شناسی	جیره‌های آزمایشی		
	تیمار شاهد (۰درصد)	تیمار ۱ (۰/۵درصد)	تیمار ۲ (۱ درصد)
یاخته سفید (هزار در میلی‌متر مکعب)	۸/۳۳ ± ۳/۷۸^{b}	۸/۴۶ ± ۲/۰۸^{a}	۹/۳۳ ± ۶/۴۲^{a}
یاخته قرمز (صدهزار در میلی‌متر مکعب)	۵/۰۱ ± ۱/۷۵^{a}	۵/۰۳ ± ۱/۱۵^{a}	۵/۵۸ ± ۱/۴۴^{b}
هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)	۴/۸۳ ± ۰/۲۵^{a}	۴/۸۰ ± ۰/۱۰^{a}	۵/۳۳ ± ۰/۱۵^{b}
هماتوکریت (درصد)	۲۵/۳۳ ± ۲/۵۱^{a}	۲۶/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۲۸/۳۳ ± ۰/۵۷^{a}
حجم متوسط یاخته قرمز (فمتولیتر)	۵۰۴ ± ۳۲/۱۸^{a}	۵۱۵/۳ ± ۱۰/۱۱^{a}	۵۰۷/۳۳ ± ۲/۸۸^{a}
میانگین هموگلوبین در سلول (پیکوگرم)	۹۶/۲۶ ± ۱/۶۱^{a}	۹۵/۳۳ ± ۱/۰۶^{a}	۹۵/۴۶ ± ۰/۹۰^{a}
میانگین غلظت هموگلوبین در سلول (گرم بر دسی‌لیتر)	۱۹/۱۳ ± ۰/۹۰^{a}	۱۸/۴۳ ± ۰/۳۵^{a}	۱۸/۷۳ ± ۰/۲۰^{a}
نوتروفیل (درصد)	۱۵/۶۶ ± ۲/۸۸^{a}	۱۶/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۲۰/۰۳ ± ۲/۰۸^{a}
لنفوسیت (درصد)	۷۸/۶۶ ± ۳/۲۱^{a}	۷۹/۳۳ ± ۱/۱۵^{a}	۷۴/۶۶ ± ۱/۱۵^{a}
مونوسیت (درصد)	۴/۶۶ ± ۰/۵۷^{a}	۴/۳۳ ± ۱/۵۲^{a}	۴/۳۳ ± ۰/۵۷^{a}

حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

بحث

الیگوساکاریدها در تعاریف انجمن بین‌المللی شیمی محض و کاربردی، به‌صورت‌ساکاریدهای حاوی ۱۰-۳ بخش قندی معرفی شده و ساختار اصلی ترکیبات مکمل‌های پربیوتیک را تشکیل می‌دهند (Mussatto و Mancilha، ۲۰۰۷). برخی از انواع پربیوتیک‌ها مانند مانان‌الیگوساکارید، گلوکان و فروکتوالیگوساکارید اثرات مثبتی بر

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

عملکرد رشد، پارامترهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم، ایمنی ذاتی، تخمیر میکروبی و بهبود فلور میکروبی (Microbiota) روده برخی از گونه‌های مختلف داشته‌اند (Mohajer Esterabadi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Taati و همکاران، ۲۰۱۱؛ Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه، اثرات مکمل پربیوتیک ایمنووال که دربردارنده دو ترکیب پربیوتیک تحت عنوان مانان‌الیگوساکارید و بتاگلوکان مشتق شده از دیواره سلولی مخمر می‌باشد بر پارامترهای رشد و پارامترهای خون‌شناسی ماهیان خاویاری کم‌تر مورد مطالعه واقع شده است. مطالعات نشان داده است که مکمل پربیوتیک ایمنووال، قادر به بهبود پارامترهای رشد به‌ویژه وزن کسب شده و مقادیر پارامترهای مختلف خون‌شناسی گونه‌های مختلف ماهیان است (Mohajer Esterabadi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Amirkolaie و Rostami، ۲۰۱۵؛ Akter و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، نتایج مطالعه حاضر در ارتباط با بررسی مصرف سطوح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال بر عملکرد رشد تاس‌ماهیان ایرانی نشان داد که غلظت‌های مختلف این مکمل پربیوتیک اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشد و تغذیه‌ای تاس‌ماهیان ایرانی نداشت. در همین ارتباط، نتایج مطالعه Taati و همکاران (۲۰۱۱) درمورد اثر تغذیه فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان توسط غلظت‌های مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین وزن به‌دست آمده و نرخ رشد ویژه میان تیمارها بود. در مطالعه دیگری که توسط Li و Gatlin (۲۰۰۴) انجام شد، تغییرات معنی‌داری در افزایش وزن به‌دست آمده پس از مصرف سطوح مختلف مکمل در ماهیان هیبرید باس سفید×باس مخطط (*Morone chrysops*× *M. saxatilis*)، مشاهده نکردند که می‌تواند به‌دلیل اختصاصات بیولوژیکی بین‌گونه‌های مختلف و مدت‌زمان مصرف مکمل درجیره آن‌ها باشد. هم‌چنین نتایج مطالعه Pryor و همکاران (۲۰۰۳)، Sado و همکاران (۲۰۱۴) نیز گواهی بر نتایج در مطالعه اخیر است. برخی مطالعات انجام شده تاییدکننده اثر معنی‌دار جیره حاوی مکمل‌های مختلف پربیوتیک بر عملکرد رشد و تغذیه ماهیان است. در همین راستا، مطالعه Aramli و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که عملکرد رشد تاس‌ماهیان ایرانی پس از تغذیه توسط جیره حاوی ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد مکمل بتاگلوکان به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. در مطالعه دیگری، Adel و همکاران (۲۰۱۶) عملکرد رشد فیل‌ماهیان جوان تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل تجاری حاوی دیواره سلولی مخمر (Grobiotic®-A) را بررسی کرده و نشان دادند که مقادیر وزن کسب شده ماهیان تغذیه شده توسط جیره حاوی ۱ و ۲ درصد مکمل پربیوتیک مذکور، به‌ترتیب ۳۰ و ۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. علاوه براین، ضریب تبدیل و نرخ رشد به‌ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ درصد و کارایی پروتئین تنها در تیمار ۲ درصد به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. Ramezani و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که میزان وزن نهایی و کسب شده تاس‌ماهی سیبری زیر یک‌سال (*Acipenser baerii*) پس از تغذیه با جیره‌حاوی ۱ درصد ایمنووال به‌طورمعنی‌داری افزایش پیدا کرد. هم‌چنین Akbary و Jahanbakshi (۲۰۱۸) نیز نشان دادندکه تغذیه جیره حاوی ۰/۵، ۱ و ۲ درصد از ایمنوژن در ماهی کفال خاکستری(*Mugil cephalus*) منجر به بهبود برخی از پارامترهای رشد گردید. چگونگی اثر مشتقات پربیوتیک بر عملکرد رشد تاس‌ماهیان به درستی مورد مطالعه واقع نشده است اما، برخی از محققین بر این باورند که، تفاوت در نتایج مطالعات می‌تواند به‌دلیل تفاوت در جیره پایه، مدت زمان آزمایش، انواع و ساختار پربیوتیک، سن ماهی، گونه، دمای محیط، غلظت مصرفی در جیره، میزان جذابیت غذایی، قابلیت تخمیر و تفاوت‌های مورفولوژیکی روده و جمعیت‌های باکتریایی روده میزبان باشد (Dalmo و Bøgwald، ۲۰۰۸؛ Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۵؛ Dawood و همکاران، ۲۰۱۷). از طرفی، ارتقای عملکرد رشد در ماهیان توسط تغذیه توسط جیره حاوی پربیوتیک را می‌توان به محدود نمودن رشد یا حذف عوامل بیماری‌زا از جمله عوامل باکتریایی مهاجم و در پی آن بهبود هضم و جذب مواد مغذی نسبت داد (Zhang و همکاران، ۲۰۱۴). با این‌حال، مطالعات گسترده‌تری در رابطه با مشخص‌شدن نقش اصلی فاکتورهای مسئول ارتقای رشد مورد نیاز است. Guerreiro و همکاران (۲۰۱۷) میزان افزایش دسترسی غذا (Nutrients digestibility) به‌ماهی در اثر مصرف پربیوتیک را به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و مورفولوژی روده نسبت داده‌اند. مطالعات نشان داده‌اند که در ماهی سیم پوزه پهن (*Sciaenops ocellatus*) مصرف پربیوتیک منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی شده است. از طرف دیگر محققان نشان داده‌اند که در ماهی درام قرمز (*Megalobrama amblycephata*) افزایش میزان دسترسی غذا در اثر مصرف پربیوتیک به‌علت بهبود مورفولوژی روده است تا این‌که متاثر از تغییرات فعالیت آنزیم‌های گوارشی باشد(Wu و همکاران، ۲۰۱۳). مقادیر پارامترهای خون‌شناسی در ماهیان، با سطوح پاسخ ایمنی و تشخیص بیماری در ارتباط است (Pryor و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعه حاضر نشان داد که افزایش دو سطح مکمل پربیوتیک در جیره سبب افزایش معنی‌دار تعداد یاخته‌های سفید نسبت به تیمار شاهد نگردید. نتایج مطالعه Amirkolaie و همکاران (۲۰۱۵) نیز حاکی از عدم اثرگذاری سطوح مکمل پربیوتیک ایمنوژن بر مقادیر یاخته سفید ماهی کپورمعمولی بود. گرچه در مطالعات دیگری که با هدف تعیین تغییرات این فاکتور در تغذیه ماهیان کپور هندی (*Labeo rohita*) با مکمل مانان‌الیگوساکارید (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹)، غنی‌سازی

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

جیره با مکمل پربیوتیک به‌میزان ۲ درصد در فیل‌ماهی (Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۱) و ماهیان کفال خاکستری تغذیه شده با ایمنوژن (Akbary و Jahanbakhshi، ۲۰۱۸) و ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*) با زایلوالیگوساکارید (Morshedi و همکاران، ۲۰۱۸) صورت گرفت، میزان یاخته‌های سفید به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا نمود. در برخی موارد افزایش مقادیر یاخته‌های سفید در اثر مصرف پربیوتیک را به تأثیرات منفی مصرف پربیوتیک نسبت داده‌اند. Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۲) افزایش مقادیر یاخته‌های سفید ناشی از غنی‌سازی جیره با سطوح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنوژن را به استرس ناشی از تغذیه با بتاگلوکان نسبت دادند. نتایج مطالعه حاضر در ارتباط با بررسی پارامترهای خون‌شناسی نشان داد که برخی از پارامترها مانند تعداد یاخته قرمز و هموگلوبین تحت تأثیر افزایش غلظت مکمل پربیوتیک ایمنووال در جیره به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. Andrews و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که تغذیه ماهیان کپور هندی (*Labeo rohita*) توسط مکمل مانان الیگوساکارید سبب اختلاف معنی‌دار در تعداد یاخته قرمز، هموگلوبین و حجم متوسط یاخته قرمز در مقایسه با تیمار شاهد بود. نتایج اخیر با یافته‌های حاصل از تأثیر جیره حاوی الیگوفروکتوز بر فیل‌ماهی جوان (Hoseinifar و همکاران، ۲۰۱۱) و تأثیر پربیوتیک ایمنوژن بر ماهی کپورمعمولی (Amirkolaie و همکاران، ۲۰۱۵) نیز مطابقت داشت. افزایش یاخته قرمز و هموگلوبین می‌تواند با برخی عوامل از قبیل افزایش رهاسازی اریتروسیت از طریق بافت‌های خون‌ساز، جذب بهتر کاتیون‌های دوظرفیتی و مدت زمان آزمایش در ارتباط دانست (Yarahmadi و همکاران، ۲۰۱۴). با این حال، Ali و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که پارامترهای خون‌شناسی ماهیان انگشت‌قد باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) از قبیل تعداد یاخته‌های قرمز، یاخته‌های سفید، حجم متوسط یاخته قرمز، میانگین هموگلوبین در سلول و میانگین غلظت هموگلوبین در سلول پس از تغذیه با سطوح مختلف جیره حاوی مانان‌الیگوساکارید تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و تنها مقادیر هموگلوبین در تیمار ۱ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود. هم‌چنین، باید خاطر نشان نمود که استرس نیز می‌تواند سبب افزایش مقادیر یاخته‌های قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین و یاخته‌های سفید خون گردد (Fazio و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات انجام شده توسط Shen و همکاران (۲۰۱۸) در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، نشان داد که بیان تعدادی از ژن‌های ایمنی یاخته‌های قرمز در مواجهه با نوعی محرک ایمنی افزایش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهد که یاخته‌های قرمز علاوه بر نقش حمل اکسیژن، ممکن است در ایمنی مهره‌داران نقش کمکی داشته باشند. البته برای اثبات یافته اخیر مطالعات بیش‌تری مورد نیاز است. در مطالعه حاضر، تغذیه ماهیان توسط جیره حاوی سطوح مختلف مکمل پربیوتیک ایمنووال منجر به تغییر معنی‌دار در تعداد نوتروفیل، لنفوسیت و منوسیت‌ها در مقایسه با تیمار شاهد نگردید. نتایج مطالعات غنی‌سازی جیره سیم سر طلا (*Sparus aurata*) با مکمل‌های پربیوتیک مختلف، نشان‌دهنده عدم تغییر در تعداد سلول‌های نوتروفیل می‌باشد (Guerreiro و همکاران، ۲۰۱۶). در همین راستا، تغذیه فیل‌ماهیان جوان توسط جیره غنی شده با سطوح مختلف پربیوتیک ایمنوژن (Taati و همکاران، ۲۰۱۱)، تغذیه تاس‌ماهی جوان سیبری با سطوح مختلف ایمنوژن (Ramezani و همکاران، ۲۰۱۸) و هم‌چنین تغذیه جیره حاوی سطوح مختلف پربیوتیک ایمنوژن در ماهی کفال خاکستری (Akbary و Jahanbakhshi، ۲۰۱۸) تغییری در تعداد نوتروفیل‌ها ایجاد ننمود. گرچه نوتروفیل‌ها توانایی منحصر به‌فردی در حذف عفونت و رفع التهاب دارند (Castro و Tafalla، ۲۰۱۵؛ Havixbeck و همکاران، ۲۰۱۵). با این‌حال، مطالعه Machado و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که افزایش تعداد نوتروفیل‌ها ممکن است با افزایش مقادیر پارامترهای ایمنی هومورال و فعالیت پراکسیدازها در ارتباط نباشد. مطالعه Hoseinifar و همکاران (۲۰۱۱) در مورد تغذیه فیل‌ماهیان با مکمل مانان‌الیگوساکارید، Welker و همکاران (۲۰۰۷) در مورد مصرف مکمل مانان‌الیگوساکارید در جیره گربه‌ماهی روگاهی (*Ictalurus punctatus*)، Ramezani و همکاران (۲۰۱۸) بررسی اثر مکمل ایمنوژن بر تاس‌ماهی سیبری (*A. baerii*) بیانگر عدم تغییر تعداد لنفوسیت‌های خون در مقایسه با تیمارشاهد بوده است که با نتایج به‌دست آمده در مطالعه اخیر هماهنگ است. اگرچه در مطالعه‌ای که توسط Guerreiro و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت، کاهش میزان لنفوسیت در جیره حاوی ۰/۱ درصد الیگوفروکتوز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محیط پرورش مشاهده شد. به‌طورکلی، اختلاف در نتایج تمامی پارامترهای خون‌شناسی در مطالعات مختلف می‌تواند به نوع پربیوتیک استفاده شده، دوز مصرفی و محدوده وسیعی از فاکتورهای دیگر در ارتباط باشد. علاوه براین، پارامترهای خون‌شناسی در ماهیان می‌توانند تحت تأثیر فاکتورهایی از قبیل گونه، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیک، شرایط محیطی و رژیم غذایی دستخوش تغییراتی گردد (Osuigwe و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف (۰/۵ و ۱ درصد) مکمل پربیوتیک ایمنووال حاوی مانان‌الیگو ساکارید و بتاگلوکان تفاوت معنی‌داری در بهبود پارامترهای رشد تاس‌ماهیان ایرانی ایجاد نکرد که این نتیجه را می‌توان به پارامترهایی نظیر اختصاصات بیولوژیکی گونه‌ای و دمای محیط پرورش نسبت داد. از طرفی، استفاده از جیره حاوی ۱ درصد مکمل پربیوتیک ایمنووال سبب تغییرات معنی‌دار برخی از پارامترهای خون‌شناسی در تاس‌ماهیان ایرانی جوان شد. با توجه به عدم مشاهده تغییرات مثبت در

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

شاخص‌های رشد جهت حصول اطمینان از نتایج مثبت پارامترهای خونی لازم است که مطالعات بیش‌تری بر روی سایر شاخص‌ها از قبیل پارامترهای ایمنی، بررسی فلورمیکروبی روده، مطالعات بافت‌شناسی و مواجهه با عوامل بیماری‌زا صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از کلیه همکاران بخش‌های آبزی‌پروری، فیزیولوژی، بیوشیمی و اکولوژی موسسه تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر که در اجرای این تحقیق یاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

منابع

۱. **Adel, M.; Navak, S.; Lazado, C.C. and Yeganeh, S., 2016.** Effects of dietary prebiotic GroBiotic® A on growth performance, plasma thyroid hormones and mucosal immunity of great sturgeon, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). Journal of Applied Ichthyology. Vol. 32, No. 5, pp: 825-831.

۲. **Adeli, A. and Namdar, M., 2015.** The Iranian caviar and its substitutes in the world market. Ecopersia. Vol. 3, No. 1, pp: 933-944.

۳. **Ai, Q.; Mai, K.; Tan, B.; Xu, W.; Duan, Q.; Ma, H. and Zhang, L., 2006.** Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture. Vol. 260, pp: 255-263.

۴. **Akbary, P. and Jahanbakhshi, A., 2018.** Growth yield, survival, carcass quality, haematological, biochemical parameters and innate immune responses in the grey mullet (*Mugil cephalus* Linneaus, 1758) fingerling induced by Immunogen® prebiotic. Journal of Applied Animal Research. Vol. 46, No. 1, pp: 10-16.

۵. **Akter, M.N.; Sutriana A.; Talpur, A.D. and Hashim, R., 2016.** Dietary supplementation with mannan oligosaccharide influences growth, digestive enzymes, gut morphology, and microbiota in juvenile striped catfish, (*Pangasianodon hypophthalmus*). Aquaculture International. Vol. 24, pp: 127-144.

۶. **Ali, S.R.; Ambasankar, K.; Praveena, E.; Nandakumar, S. and Syamadayal, J., 2017.** Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition, haematology and biochemical parameters of Asian seabass. Aquaculture Research. Vol. 48, No. 3, pp: 899-908.

۷. **Amirkolaie, A.K. and Rostami, B., 2015.** Effects of Dietary Supplementation with Immunogen® on the Growth, Hematology and Gut Microbiota of Fingerling Common Carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus). Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 18, pp: 379-385.

۸. **Andrews, S.R.; Sahu, N.P.; Pal, A.K. and Kumar, S., 2009.** Hematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. Aquaculture Research. Vol. 41, pp: 61-69.

۹. **Angulo, F., 2000.** Antimicrobial agents in aquiculture: potential impact in public health. Enfermedades Infecciosas y Microbiología. Vol. 20, No. 6, pp: 217-219.

۱۰. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by GW Latimer Jr. 19th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1263 P.

۱۱. **Aramli, M.S.; Kamangar, B. and Nazari, R.M., 2015.** Effects of dietary β-glucan on the growth and innate immune response of juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 47, No. 1, pp: 606-610.

۱۲. **Blaxhall, P.C. and Daisley, K.W., 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology. Vol. 5, pp: 771-781.

۱۳. **Bledsoe, G.E.; Bledsoe, C.D. and Rasco, B., 2003.** Caviars and fish roe products. Critical Reviews in Food Science Nutrition. Vol. 43, pp: 317-356.

۱۴. **Castro, R. and Tafalla, C., 2015.** Overview of fish immunity. Edited by Beck, B.H. and Peatman, E., 1st Ed. Mucosal Health in Aquaculture, Academic Press, USA. pp: 3-55.

۱۵. **Dalmo, R.A. and Bøgwald, J., 2008.** ß-Glucans as conductors of immune symphonies. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 25, No. 4, pp: 384-396.

۱۶. **Dawood, M.A.O.; Koshio, S.; Ishikawa, M.; Yokovama, S.; El Basuini, M.F.; Hossain, M.S.; Nhu, T.H.; Moss, A.S.; Dossou, S. and Wei, H., 2017.** Dietary supplementation of β-glucan improves growth performance, the innate immune response and stress resistance of red sea bream. Aquaculture Nutrition. Vol. 23, pp: 148-159.

۱۷. **Dimitroglou, A.; Merrifield, D.L.; Moate, R.; Davies, S.J.; Spring, P.; Sweetman, J. and Bradley, G., 2009.** Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Animal Science. Vol. 87, No. 10, pp: 3226-3234.

۱۸. **Drabkin, D.L., 1950.** Spectrophotometric studies. XV. Hydration of macro sized crystals of human hemoglobin, and osmotic concentrations in red cells. Journal of Biological Chemistry. Vol. 185, No. 1, pp: 231-45.

۱۹. **Ebrahimi, G.H.; Ouraji, H.; Khalesi, M.K.; Sudagar, M.; Barari, A.; Zarei Dangesaraki, M. and Jani Khalili, K.H., 2012.** Effects of a prebiotic, Immunogen®, on feed utilization, body composition, immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* infection in the common carp *Cyprinus carpio* (*Linnaeus*) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 96, pp: 591-599.

۲۰. **FAO. 2016.** FishStat-Software for Fishery Statistical Time Series. United Nations Food and Agriculture Organisation, Rome.http://fao.org/fisherv/statistics/software/fishstati/en.

۲۱. **Fazio, F.; Ferrantelli, V.; Fortino, G.; Arfuso, F.; Giangrosso, G. and Faggio, C., 2015.** The influence of acute handling stress on some blood parameters in cultured sea bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758). Italian Journal of Food Safety. Vol. 4, 1 p.

۲۲. **Geraylou, Z.; Souffreau, C.; Rurangwa, E.; De Meester, L.; Courtin, C.M.; Delcour, J.A. and Ollevier, F., 2013.** Effects of dietary arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) and endogenous probiotics on the growth performance, non-specific immunity and gut microbiota of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Fish and Shellfish Immunology. Vol. 35, No, 3, pp: 766-775.

۲۳. **Ghaedi, G.; Keyvanshokooh, S.; Mohammadi Azarma, H. and Akhlaghi, M., 2015.** Effects of dietary β-glucan on maternal immunity and fry quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 441, pp: 78-83.

۲۴. **Ghiasi, F.; Mirzargar, S.S.; Badakhshan, H. and Shamsi, S., 2010.** Effects of low concentration of cadmium on the level of lysozyme in serum, leukocyte count and phagocytic index in *Cyprinus carpio* under the wintering conditions. J of fisheries and Aquatic Science. Vol. 5, No, 2, pp: 113-119.

۲۵. **Guerreiro, I.; Serra, C.R.; Enes, P.; Couto, A.; Salvador, A.; Costas, B. and Oliva-Teles, A., 2016.** Effect of short chain fructooligosaccharides (scFOS) on immunological status and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) reared at two temperatures. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 49, pp: 122-131.

۲۶. **Guerreiro, I.; Oliva-Teles, A. and Enes, P., 2018.** Prebiotics as functional ingredients: focus on Mediterranean fish aquaculture. Reviews in aquaculture. Vol. 10, pp: 800-832.

۲۷. **Havixbeck, J.J. and Barreda, D.R., 2015.** Neutrophil Development, Migration, and Function in Teleost Fish. Biology. Vol. 4, pp: 715-734.

۲۸. **Hevroy, E.M.; Espe, M.; Waagbo, R.; Sandness, K.; Rund, M. and Hemer, G.I., 2005.** Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition. Vol. 11, pp: 301-313.

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

and serum biochemical parameters. Journal of Aquatic Animal Health. Vol. 30, No. 2, pp: 155-163.

۴۵. **Roberfroid, M.B., 2005.** Introducing inulin-type fructans. British Journal of Nutrition. Vol. 93, No. 1, pp: 13-26.

۴۶. **Ross, L.G. and Ross, B., 1999.** Anasthetic and sedative techniques for aquatic animals. Edited by LG Ross and B Ross. 2nd Ed. Blackwell Science, Oxford, UK, pp: 22-57.

۴۷. **Sado, R.Y.; Bicudo, A.J. and Cyrino, J.E., 2014.** Growth and intestinal morphology of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) fed dietary prebiotics (mannan oligosaccharides-MOS). Anais da Academia Brasileira de Ciências. Vol. 86, No. 3, pp: 1517-1524.

۴۸. **Salem, M.; Gaber, M.M.; Zaki, M.A.D. and Nour, A.A., 2016.** Effects of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition and intestine of the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture Research. Vol. 47, No. 11, pp: 3516-3525.

۴۹. **Sang, H.M.; Fotedar, R. and Filer, K., 2010.** Effects of dietary mannan oligosaccharide on the survival, growth immunity and digestive enzyme activity of freshwater crayfish, *Cherax destructor*. Aquaculture Nutrition. Vol. 17, pp: 629-635.

۵۰. **Selvaraj, V.; Sampath, K. and Sekar, V., 2006.** Adjuvant and immunostimulatory effects of beta-glucan administration in combination with lipopolysaccharide enhances survival and some immune parameters in carp challenged with *Aeromonas hydrophila*. Veterinary Immunology and Immunopathology. Vol. 114, pp: 14-24.

۵۱. **Shen, Y.; Wang, D.; Zhao, J. and Chen, X., 2018.** Fish red blood cells express immune genes and responses. Aquaculture and Fisheries, Vol. 3, No. 1, pp: 14-21.

۵۲. **Soleimani, N.; Hoseinifar, S.H.; Merrifield, D.L.; Barati, M. and Abadi, Z.H., 2012.** Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 32, No. 2, pp: 316-321.

۵۳. **Song, S.K.; Beck, B.R.; Kim, D.; Park, J.; Kim, J.; Kim, H.D. and Ringø, E., 2014.** Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 40, No. 1, pp: 40-48.

۵۴. **Taati, R.; Soltani, M.; Bahmani, M. and Zamini, A.A., 2011.** Effects of the prebiotics Immunoster and Immunowall on growth performance of juvenile beluga (*Huso huso*). J of Applied Ichthyology. Vol. 27, pp: 796-798.

۵۵. **Tacon, A.G.J., 1990.** Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Famed Fish and Shrimp. Argent Laboratories Press. Redmond, Washington, USA. Vol. 4, 24 P.

۵۶. **Wang, Q.; Cheng, L.; Liu, J.; Li, Z.; Xie, S. and De Silva, S.S., 2015.** Freshwater aquaculture in PR China: trends and prospects. Review Aquaculture. Vol. 7, No. 4, pp: 283-302.

۵۷. **Welch, A.A.; Lund, E.; Amiano, P.; Dorronsoro, M.; Brustad, M. and Kumle, M., 2002.** Variability of fish consumption within the 10 European countries participating in the European investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. Public Health Nutrition. Vol. 5, pp: 1273-1285.

۵۸. **Welker, T.L.; Lim, C.; Yildirim-Aksoy, M.; Shelby, R. and Klesius, P.H., 2007.** Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. Journal of The World Aquaculture Society. Vol. 38, pp: 24-35.

۵۹. **Wu, Y.; Liu, W.B.; Li, H.Y.; Xu, W.N.; He, J.X.; Li, X.F. and Jiang, G.Z., 2013.** Effects of dietary supplementation of fructooligosaccharide on growth performance, body composition, intestinal enzymes activities and histology of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. Aquaculture Nutrition. Vol. 19, pp: 886-894.

۶۰. **Yarahmadi, P.; Farahmand, H.; Miandare, H.K.; Mirvaghefi, A. and Hoseinifar, S.H., 2014.** The effects of dietary Immunogen® on innate immune response, immune related genes expression and disease resistance of rainbow trout. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 37, pp: 209-214.

۶۱. **Zhang, Q.; Yu, H.; Tong, T.; Tong, W.; Dong, L.; Xu, M. and Wang, Z., 2014.** Dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide enhance the growth, non specific immunity of juvenile ovate pompano, *Trachinotus ovatus* and its disease resistance against *Vibrio vulnificus*. Fish and Shellfish Immunology. Vol.38, pp:7-14.

۲۹. **Hoseinifar, S.H.; Eshaghzadeh, H.; Vahabzadeh, H. and Peykaran Mana, N., 2015.** Modulation of growth performances, survival, digestive enzyme activities and intestinal microbiota in common carp (*Cyprinus carpio*) larvae using short chain fructooligosaccharide. Aquaculture Research. Vol. 47, No. 10, pp: 3246-3253.

۳۰. **Hoseinifar, S.H.; Mirvaghefi, A.; Merrifield, D.L.; Amiri, B.M.; Yelghi, S. and Bastami, K.D., 2011.** The study of some haematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga (*Huso huso*) fed oligofructose. Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 37, No. 1, pp: 91-96.

۳۱. **Jung-Schroers, V.; Adamek, M.; Jung, A.; Harris, S.; Doza, O. S.; Baumer, A. and Steinhagen, D., 2016.** Feeding of beta-1,3/1,6-glucan increases the diversity of the intestinal microflora of carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture Nutrition. Vol. 22, pp: 1026-1039.

۳۲. **Jung-Schroers, V.; Adamek, M.; Harris, S.; Svakuri, H.; Jung, A.; Irnazarow, I. and Steinhagen, D., 2018.** Response of the intestinal mucosal barrier of carp (*Cyprinus carpio*) to a bacterial challenge by Aeromonas hydrophila intubation after feeding with β-1,3/1,6-glucan. Journal of Fish Disease. Vol. 41, No. 7, pp: 1077-1092.

۳۳. **Kumari, J. and Sahoo, P.K., 2006.** Dietary beta-1,3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus* (L.). Journal of Fish Diseases. Vol. 29, pp: 95-101.

۳۴. **Lam, K.L. and Cheung, P.C.K., 2013.** Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. Vol. 2, pp: 45-64.

۳۵. **Li, P. and Gatlin, D.M., 2004.** Dietary brewer's yeast and the prebioticGrobiotic®-Ainfluence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Aquaculture. Vol. 231, pp: 445-456.

۳۶. **Machado, M.; Azeredo, R.; Díaz-Rosales, P.; Afonso, A.; Peres, H.; Oliva-Teles, A. and Costas, B., 2015.** Dietary tryptophan and methionine as modulators of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) immune status and inflammatory response, Fish and Shellfish Immunology. Vol. 42, pp: 353-362.

۳۷. **Merrifield, D.L.; Bradley, G.; Harper, G.M.; Baker, R.T.M.; Munn, C.B. and Davies, S.J., 2009**. Assessment of the effects of vegetative and lyophilized *pediococcus acidilactici* on growth, feed utilization, intestinal colonization and health parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. Vol. 17, pp.73-79.

۳۸. **Mohajer Esterabadi, M.; Vahabzadeh, H.; Zamani, A.A.; Soudagar, M. and Ghorbani, N.R., 2010.** Effect of dietary immunogen prebiotics on growth and survival indices of giant sturgeon (*Huso huso* Linne, 1758) juveniles. Journal of Fisheries. Vol. 4, pp: 610-672.

۳۹. **Morshedi, V.; Agh, N.; Noori, F.; Jafari, F.; Tukmechi, A.; Marammazi, J. and Pagheh, E., 2018.** Effects of dietary xylooligosaccharide on growth and feeding performance, body composition and physiological responses of sobaity seabream (*Sparidentex hasta*) juvenile. Aquaculture Nutrition. Vol. 24, pp: 1796-1803.

۴۰. **Mussatto, S.I. and Mancilha, I.M., 2007.** Non-digestible oligosaccharides: a review. Carbohydrate polymers. Vol. 68, No. 3, pp: 587-597.

۴۱. **Osuigwe, D.I.; Obiekezie, A.I. and Onuoha, G.C., 2005.** Some haematological changes in hybrid catfish (*Heterobranchus longifilis* × *Clarias gariepinus*) fed different dietary levels of raw and boiled jack bean (*Canavalia ensiformis*) seed meal. African Journal of Biotechnology. Vol. 4, pp: 1017-1021.

۴۲. **Poorbagher, H.; Hosseini, S.V.; Hosseini, S.M.; Aflaki, F. and Regenstein, J.M., 2017.** Metal accumulation in Caspian sturgeons with different feeding niches, condition factor, body size & age. Microchemical journal. Vol. 132, pp: 43-48.

۴۳. **Pryor, G.S.; Roves, J.B.; Chapman, F.A. and Miles, R.D., 2003.** Mannanoligosaccharides in fish nutrition: effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. North American Journal of Aquaculture. Vol. 65: pp: 106-111.

۴۴. **Ramezani, S.; Eshaghzadeh, H.; Saeimee, H. and Darvishi, S., 2018.** Subyearling Siberian sturgeon *Acipenser baerii* fed a diet supplemented with ImmunoGen: Effects on growth performance, body composition, and hematological

(DOI): 10.22034/aej.2020.115584

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

Effects of yeast cell membrane prebiotic (immunowall®) on growth performance and hematological parameters in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)

- **Soheil Yousefi*:** Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, Iran
- **Maryam Monsef Shokri*:** International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
- **Hamid Allaf Navirian:** Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, Iran
- **Seyed Hossein Hoseinifar:** Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: July 2019 Accepted: October 2019

Keyword: Immunowall, Growth parameters, Hematological parameters, Persian sturgeon, Prebiotic supplement

Abstract

In this study, the effects of the prebiotic supplement, Immunowall® was evaluated on growth performance and hematological parameters of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). For this purpose, juvenile Persian sturgeon with an average initial weight 47.78±0.39 were randomly distributed into nine tanks (500 l) with triplicate treatments were fed by basal diets containing 0.5%, 1% prebiotic supplement and a diet without prebiotic supplement as control (0%) during 8 weeks. After the end of experiments, no significant difference was observed in growth and feed utilization parameters in fish which fed by experimental diets comparison to control diet ($P>0.05$). Assessment of hematological parameters showed that red blood cell and hemoglobin were significantly higher in the fish fed diet containing 1% compared to control ($P<0.05$). Also, no significant differences different were observed between other parameters including white blood cell, mean cell volume, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, white blood cell, neutrophil, lymphocyte and monocyte ($P>0.05$). This study revealed that administration of 0.5 and 1% Immunowall does not have a significant effect on growth parameters and food performance. Also, using a diet containing 1% Immunowall can significantly change some of the hematological parameters of Persian sturgeon. For confirmation of the positive effect of prebiotic, it is needed to study biochemical parameters, immune response and fish survival rate after pathogenic bacterial challenge.

* Corresponding Author's email: monsef_shokri@yahoo.com