اثرات پربیوتیک ایمونوژن در جیره غذایی بر برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso* Linnaeus, 1758)

مهدی مهاجراسترآبادی[1*]، حبیب وهاب‌زاده[1]، عباسعلی زمینی[1]، محمد سوداگر[2] و رسول قربانی[2]

[1] گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

[2] گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۳

چکیده

امروزه مکمل‌های غذایی مانند پربیوتیک‌ها و محرک‌های ایمنی به‌عنوان یک جایگزین قوی برای آنتی‌بیوتیک‌ها برای ارتقای سلامت و ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها در آبزی‌پروری به‌کار می‌روند. این بررسی برای ارزیابی کارایی پربیوتیک تجاری ایمونوژن، با ترکیب اصلی ۳۰ درصد (۱و۳- ۱و۶) بتاگلوکان و ۱۸ درصد مانان الیگوساکارید در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*) به‌مدت ۸ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی در تابستان ۱۳۸۸ انجام گرفت. شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان در ۵ تیمار ایمونوژن درجیره غذایی (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد) از نظر آماری مقایسه شد. سه گروه وزنی از فیل‌ماهیان جوان با میانگین وزن ۸/۷۱±۰/۰۲ گرم، ۲۵/۱۵±۰/۰۱ گرم و ۵۳/۶۹±۰/۰۲ گرم در مخازن ذخیره‌سازی و روزانه در ۶ وعده تغذیه شدند. نتایج نشان داد که تعداد نوتروفیل در ماهیانی که با جیره‌های غذایی شامل ۰/۵، ۱ و ۴ درصد ایمونوژن تغذیه شدند، به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بالاتر از شاهد بود. میزان سطح ایمونوگلوبولین M در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاتر از سایر تیمارهای تغذیه‌ای بود، که اختلاف معنی‌داری را با سطوح ۲ و ۴ درصد ایمونوژن داشت ($P<0/05$). هیچ اختلاف معنی‌داری در بین ۳ تیمار وزنی و ۵ تیمار ایمونوژن از نقطه نظر سایر شاخص‌های خونی مشاهده نگردید ($P>0/05$). به‌نظر می‌رسد ایمونوژن در غلظت ۰/۵ درصد می‌تواند به‌عنوان یک ماده غذایی مکمل در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان برای تحریک واکنش‌های ایمنی به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: ایمونوژن، پربیوتیک، شاخص‌های خونی و ایمنی، فیل‌ماهی (*Huso huso*)

مقدمه

افزایش تولید سیستم‌های آبزی‌پروری، ماهی را در معرض استرس‌های متعدد مانند کیفیت پایین آب، تراکم زیاد، دست‌کاری و حمل و نقل قرار می‌دهد که ممکن است تأثیر منفی روی وضع ایمنی و بهداشت ماهیان داشته باشد (Sado و همکاران، ۲۰۰۸). ضعیف شدن سیستم ایمنی توسط استرس‌های زیست‌محیطی می‌تواند منجر به مستعد شدن ماهیان برای ابتلا به بیماری‌ها شود، که تولید اقتصادی سیستم آبزی‌پروری را محدود می‌کند (Sado و همکاران، ۲۰۰۸). برای بهتر شدن مقاومت به بیماری‌ها و کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، مکمل‌های غذایی مانند پربیوتیک‌ها با ویژگی‌های محرک‌های ایمنی، برای مثال فعال‌سازی گلبول‌های سفید خون (WBC) و افزایش دادن بهداشت روده، به‌طور گسترده در پرورش طیور و مزارع حیوانات استفاده شده است (Sado و همکاران، ۲۰۰۸). پربیوتیک‌ها عناصر غذایی (کربوهیدرات‌های) غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد

* مسئول مکاتبه: mohajer_m@hotmail.com

محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند. بنابراین پربیوتیک‌ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می‌شوند (Li و Gatlin، ۲۰۰۴؛ اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). عناصر غذایی که به‌عنوان پربیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند باید خواصی را دارا باشند: (۱) در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش نباید هضم و جذب شوند، (۲) توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به‌صورت گزینشی تخمیر شوند و (۳) میکروبیوتای روده را به تولید ترکیبات سالم‌تر سوق دهند (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Fooks و Gibson، ۲۰۰۲). پربیوتیک ایمونوژن از دیواره سلولی مخمر آب‌جو (*Saccharomyces cerevisiae*) مشتق می‌شود. ترکیبات این پربیوتیک شامل ۳±۳۰ درصد (۱و۳-۱و۶) بتاگلوکان، ۳±۱۸ درصد مانان‌الیگوساکارید، ۳۲ درصد پروتئین، ۸ درصد خاکستر، ۸ درصد رطوبت و ۱/۴ درصد فیبر می‌باشد. بتاگلوکان‌ها و مانان‌الیگوساکاریدها به‌عنوان محرک‌های ایمنی غیراختصاصی می‌توانند فعالیت بیگانه‌خواری و دیگر بخش‌های سیستم ایمنی اولیه را در ماهیان افزایش دهند (Couso و همکاران، ۲۰۰۳). مانان‌الیگوساکارید استخراج شده از دیواره سلولی مخمر آب‌جو باعث بالا بردن رشد باکتری‌های مفید اسید لاکتیک در روده می‌شود (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹). مانان‌الیگوساکارید به‌طور عمده به‌عنوان یک منبع انرژی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک استفاده می‌شود (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹). باکتری‌های اسید لاکتیک به‌واسطه تولید باکتریوسین‌ها مانع از رشد باکتری‌های بیماری‌زا شده و به این ترتیب اثرات مثبتی بر میکروفلور روده ماهی دارند (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹). بتاگلوکان‌ها تعداد گلبول‌های سفید خون در ماهیان را افزایش می‌دهند (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹). بتاگلوکان‌ها یک گیرنده ویژه روی گلبول‌های سفید خون را تشخیص می‌دهند، زمانی‌که گیرنده توسط بتاگلوکان‌ها اشغال است فعالیت گلبول‌های سفید خون در احاطه کردن، کشتن و هضم کردن باکتری‌های بیماری‌زا بیش‌تر می‌شود (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹). بتاگلوکان‌ها تعداد گلبول‌های قرمز خون ماهیان را افزایش می‌دهند (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹؛ Duncan و Klesius، ۱۹۹۶). بتاگلوکان‌ها باعث بالا بردن غلظت آنتی‌بادی‌ها در ماهیان می‌شوند (Chen و Ainsworth، ۱۹۹۲). در ماهیان معروف‌ترین نوع آنتی‌بادی که به‌طور طبیعی دیده می‌شود ایمونوگلوبولین M (IgM) نام دارد (سلطانی، ۱۳۸۷). استفاده از محرک‌های ایمنی مانند بتاگلوکان‌ها میزان ایمونوگلوبولین سرم خون ماهیان را افزایش می‌دهند (Gatesoupe، ۲۰۰۷؛ سلطانی، ۱۳۸۷). فیل‌ماهی (*Huso huso*) گونه پرورشی غالب در بین ماهیان خاویاری در ایران می‌باشد. از عمده مشکلات پرورش بچه‌فیل‌ماهیان تلفات بسیار بالای آن‌ها در وزن ۵-۳ گرم می‌باشد (Kasumyan، ۱۹۹۹). پژوهش‌های زیادی در زمینه تأثیر پربیوتیک‌ها بر شاخص‌های خونی و ایمنی ماهیان انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تأثیر مانان‌الیگوساکارید بر شاخص‌های خونی در ماهیان جوان تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) (Sado و همکاران، ۲۰۰۸)، تأثیر ۴ تیمار غذایی مختلف شامل مانان‌الیگوساکارید، عصاره مخمر، پروتئین هیدرولیز شده و فیتوپلانکتون کلرلا بر شاخص‌های خونی کپورماهیان هندی انگشت‌قد (*Labeo rohita*) (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹)، تأثیر ۳ نوع تیمار غذایی مختلف شامل مانان‌الیگوساکارید، بتاگلوکان و مخمر آب‌جو (*Saccharomyces cerevisiae*) بر شاخص‌های خونی و ایمنی گربه‌ماهیان کانالی جوان (*Ictalurus punctatus*) (Welker و همکاران، ۲۰۰۷)، تأثیر بتاگلوکان‌ها بر واکنش‌های ایمنی سلولی (فعالیت‌های بیگانه‌خواری) و میزان ایمونوگلوبولین

M در تغذیه ماهیان سیم دریایی سرطلایی (*Sparus aurata*) (Cuesta و همکاران، ۲۰۰۴)، تأثیر ایمونوژن بر شاخص‌های خونی بچه‌ماهیان قره‌برون پرورشی (*Acipenser persicus*) (جافرنوده و همکاران، ۱۳۸۹۸) و تأثیر پربیوتیک‌های ایمونووال و ایمونواستر بر شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) (طاعنی و همکاران، ۱۳۸۹)، اشاره کرد. این مطالعه برای مشخص کردن اثرات ایمونوژن بر برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان در تابستان ۱۳۸۸ اجرا شد. قبل از انجام آزمایش اصلی تعداد ۸۰۰ قطعه بچه‌فیل‌ماهی به وزن حدود ۲ گرم از استخرهای خاکی پرورش به سالن پرورش مقدماتی کارگاه منتقل شدند. سپس بچه‌فیل‌ماهیان به ۴ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری به ابعاد (۰/۵۳×۱/۹×۱/۹ متر) با تراکم ۲۰۰ قطعه در هر مخزن منتقل شدند. بچه‌ماهیان در ابتدا فقط با غذاهای زنده شامل دافنی و شیرونومیده به‌میزان ۶-۴ درصد وزن بدن و ۴ بار در شبانه‌روز تغذیه شدند (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). پس از تهیه جیره غذایی پایه، بچه‌ماهیان شروع به تغذیه از غذای زنده به همراه غذای دستی نمودند. در پایان دوره سازگاری همه بچه‌فیل‌ماهیان در یک زمان به غذای دستی عادت نکردند، به همین دلیل در سه اندازه، ماهیان ریز، متوسط و درشت دسته‌بندی شدند. آزمایش اصلی در ۱۵ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری که با حدود ۱۲۰۰ لیتر آب پر شده بود، انجام شد. در همه مخازن تعداد ۴۵ قطعه بچه‌فیل‌ماهی در سه بلوک، تکرار اول ماهیان ریز با میانگین وزن ۰/۰۲±۸/۷۱ گرم، در تکرار دوم ماهیان متوسط با میانگین وزن ۰/۰۱±۲۵/۱۵ گرم و در تکرار سوم ماهیان درشت با میانگین وزن ۰/۰۲±۵۳/۶۹ گرم ذخیره‌سازی شدند. تمام مخازن مجهز به سیستم هوادهی و دارای جریان آب دایمی و فواره‌ای بودند. پربیوتیک ایمونوژن توسط شرکت ICC امریکا (International Commerce Corporation USA) در کیسه‌های ۲۵ کیلویی سه‌لایه تولید می‌شود. نماینده انحصاری این شرکت در ایران، شرکت سروش رادیان می‌باشد. ایمونوژن در ۵ سطح ۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد (Li و Gatlin، ۲۰۰۴؛ Li و Gatlin، ۲۰۰۵) به جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان برای مدت ۸ هفته اضافه شد. جیره غذایی مورد استفاده به شکل گرانول و به‌صورت دستی به ماهیان داده شد. ترکیبات جیره غذایی پایه در جدول ۱ آورده شده است.

بچه‌فیل‌ماهیان در ۶ وعده در ساعات ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ به‌میزان ۴ درصد وزن توده زنده غذادهی شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۳؛ یوسف‌پور و همکاران، ۱۳۸۲). قبل از پخش غذا در مخازن فایبرگلاس ابتدا آب ورودی مخازن به‌مدت ۲۰-۱۰ دقیقه بسته شده تا غذایی که در مخازن پخش می‌شود از دسترس ماهی‌ها خارج نگردد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). برای پیش‌گیری از بروز آلودگی‌های احتمالی ۱ ساعت بعد از پخش غذا خروجی‌های مخازن را باز نموده تا فضولات و غذاهایی را که مورد استفاده قرار نگرفته از مخازن تخلیه گردند (یوسف‌پور و همکاران، ۱۳۸۲). میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش شامل اکسیژن ۰/۲±۴/۲ میلی‌گرم/ لیتر، دما ۱±۲۸/۸ درجه سانتی‌گراد، pH ۰/۱±۷/۵۶، شوری ۰/۱۲±۳/۴ گرم/ لیتر و هدایت الکتریکی ۱۶۵/۵۹±۶۲۱۱/۹۸ میلی‌موهس/ سانتی‌متر بود. نوسانات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در طول مدت پرورش نشان ندادند. برای بررسی برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی در پایان دوره آزمایش از هر تکرار ۳ قطعه ماهی انتخاب شدند. خون‌گیری از طریق قطع ساقه دمی بچه‌فیل‌ماهیان انجام گرفت. از هر ماهی به‌طور جداگانه ۱ سی‌سی خون برای اندازه‌گیری شاخص‌های خونی توسط لوله‌های هپارینه گرفته شد (سوداگر و همکاران،

۱۳۸۴). برای تعیین میزان ایمونوگلوبولین M ۲ سی‌سی خون که مخلوطی از خون ۳ قطعه ماهی از هر تکرار بود، توسط لوله‌های غیرهپارینه گرفته شد. سپس تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبولی (MCV)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، درصد نوتروفیل، لنفوسیت، منوسیت و ائوزینوفیل با استفاده از روش‌های متداول خون‌شناسی اندازه‌گیری شدند (Rehulka، ۲۰۰۰). ایمونوگلوبولین M سرم خون بچه‌فیل‌ماهیان با استفاده از روش نفلومتریک (Nephlometric) اندازه‌گیری شد (Cuesta و همکاران، ۲۰۰۴). این پژوهش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی، با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال α=۰/۰۵ استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS Ver. 14 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب بیوشیمیایی جیره غذایی پایه برای بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴؛ محمدی، ۱۳۸۱)

اجزاء جیره غذایی	میزان (درصد)
آرد ماهی کیلکا[1]	۵۰
آرد گندم	۸
آرد جو	۸
آرد ذرت	۳/۹۴
آرد سویا	۱۵
مکمل ویتامینی[2]	۱
مکمل معدنی[3]	۱
نمک	۲
ویتامین C[4]	۰/۰۶
روغن ماهی کیلکا	۳
روغن آفتابگردان	۳
روغن سویا	۲
ملاس	۱
لیستین	۲
ترکیب بیوشیمیایی جیره غذایی	**میزان (درصد)**
پروتئین	۳۶/۶
کربوهیدرات	۱۵/۷
چربی	۲۶
خاکستر	۱۱/۸
رطوبت	۶/۴
فیبر	۳/۵

۱- آرد ماهی کیلکا محتوی ۶۰ درصد پروتئین.

۲- مکمل ویتامینی (میلی‌گرم بر کیلوگرم): ویتامین A: ۶۰۰۰ IU/kg، ویتامین D: ۴۰۰۰ IU/kg، ویتامین E: ۴۵۰ IU/kg، ویتامین K: ۱۰۰ IU/kg، ویتامین B_{12}: ۰/۲، تیامین: ۵، ریبوفلاوین: ۱۵، پریدوکسین: ۱۰، اسید پانتوتنیک: ۳۰، کولین کلرید: ۳۰۰، نیاسین: ۱۵۰، اسید فولیک: ۵، بیوتین: ۲، اینوسیتول: ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم.

۳- مکمل معدنی (میلی‌گرم بر کیلوگرم): $CaHPO_4\ 2H_2O$: ۲۰، $CaCO_3$: ۱۵؛ KH_2PO_4: ۱۰؛ KCl: ۱؛ NaCl: ۶؛ $MnSO_4\ H_2O$: ۳۵؛ $FeSO_4\ 7H_2O$: ۰/۵؛ $MgSO_4$: ۳؛ KIO_3: ۳؛ $CuSO_4\ 5H_2O$: ۱۰؛ $ZnCO_3$: ۳۵؛ $CoCl_2$: ۰/۰۰۲۷؛ Na_2SeO_3: ۱.

۴- ویتامین C: L- آسکوربیل ۲- پلی‌فسفات.

نتایج

نتایج نشان داد که میانگین تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پربیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند، در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند، بالاتر بود. ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). میانگین مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH، در ماهیانی که با جیره غذایی شامل ۲ درصد ایمونوژن تغذیه شدند، در مقایسه با سایر تیمارهای تغذیه‌ای بالاتر بود، ولی این اختلاف معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). MCHC و تعداد منوسیت در تیمار ۱ درصد ایمونوژن و تعداد ائوزینوفیل در تیمار ۴ درصد ایمونوژن بالاترین مقدار بود، ولی اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). تعداد لنفوسیت در تیمار شاهد بالاترین مقدار و در تیمار ۴ درصد پایین‌ترین مقدار بود، ولی اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). تعداد نوتروفیل در ماهیانی که با جیره‌های غذایی شامل ۰/۵، ۱ و ۴ درصد ایمونوژن تغذیه شدند، به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بالاتر از شاهد بود.

میزان سطح ایمونوگلوبولین M در ماهیانی که با جیره غذایی شامل ۰/۵ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاتر از سایر تیمارهای تغذیه‌ای بود، که اختلاف معنی‌داری را با سطح‌های ۲ و ۴ درصد ایمونوژن داشت ($P<۰/۰۵$) (جدول ۲).

مقادیر شاخص‌های خونی و ایمونوگلوبولین M بین گروه‌های وزنی (ریز، متوسط و درشت) معنی‌دار نبودند ($P>۰/۰۵$). میانگین تعداد گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV و MCH در ماهیان درشت بالاترین مقدار و در ماهیان ریز کم‌ترین مقدار بود. میزان ایمونوگلوبولین M در ماهیان ریز بالاترین مقدار و در ماهیان متوسط و درشت کم‌ترین مقدار بود (جدول ۳).

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک ایمونوژن بر برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان در پایان ۸ هفته پرورش

سطوح ایمونوژن (درصد) / شاخص‌های خونی و ایمنی	۰	۰/۵	۱	۲	۴
گلبول‌های سفید (هزار/ میلی‌لیتر)	۲۴/۰۲±۱/۱۹^{a}	۲۵/۲۴±۰/۳۹^{a}	۲۳/۱۴±۰/۷۵^{a}	۲۴/۳۵±۱/۷۶^{a}	۲۵/۰۵±۲/۳۲^{a}
گلبول‌های قرمز (میلیون/ میلی‌لیتر)	۰/۸۸±۰/۰۱^{a}	۰/۹۷±۰/۰۸^{a}	۰/۸۹±۰/۰۹^{a}	۰/۹۱±۰/۱^{a}	۰/۹۱±۰/۰۴^{a}
هموگلوبین (گرم/ دسی‌لیتر)	۶/۶۵±۰/۴۱^{a}	۷/۰۲±۰/۳^{a}	۶/۶۹±۰/۸۹^{a}	۷/۱۵±۰/۷۹^{a}	۷/۱۳±۰/۴۲^{a}
هماتوکریت (درصد)	۲۰/۵۶±۱/۳۹^{a}	۲۱/۷۸±۰/۸۴^{a}	۲۰/۳۳±۲/۶۴^{a}	۲۲±۲/۷۳^{a}	۲۱/۸۹±۱/۸۴^{a}
(MCV) حجم متوسط گلبولی (فمتولیتر)	۲۳۶/۱۵±۱۵/۰۳^{a}	۲۲۶/۲۴±۳۱/۵۸^{a}	۲۳۳/۳۷±۲۲/۳۳^{a}	۲۴۶/۱۱±۵/۵۲^{a}	۲۴۱/۴۴±۲۴/۳۲^{a}
(MCH) غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (پیکوگرم)	۷۵/۴۶±۳/۹^{a}	۷۲/۶±۹/۳۵^{a}	۷۶/۳۱±۵/۳۴^{a}	۸۰/۳۲±۱/۲^{a}	۸۷/۳۷±۵/۷۵^{a}
(MCHC) غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (گرم/ دسی‌لیتر)	۳۱/۹۷±۰/۴۶^{a}	۳۲/۲۲±۰/۴^{a}	۳۲/۶۱±۰/۷۳^{a}	۳۲/۵۵±۰/۵۵^{a}	۳۲/۵۸±۰/۸۹^{a}
نوتروفیل (درصد)	۱۷/۸۹±۱/۲۶^{b}	۲۱/۸۹±۱/۰۷^{a}	۲۱/۴۴±۲/۵۲^{a}	۱۹/۵۶±۰/۵۱^{ab}	۲۲±۰/۳۳^{a}
لنفوسیت (درصد)	۷۱/۷۸±۲/۶۷^{a}	۶۹/۱۱±۱/۶۴^{a}	۶۸/۳۳±۳/۹۳^{a}	۷۰/۳۳±۱^{a}	۶۷/۴۴±۲/۱۷^{a}
منوسیت (درصد)	۴/۷۸±۰/۶۹^{a}	۳/۸۹±۱/۲۶^{a}	۵/۴۴±۱/۳۹^{a}	۵/۲۲±۱/۰۷^{a}	۴/۸۹±۱/۱۷^{a}
ائوزینوفیل (درصد)	۵/۵۶±۲/۱۷^{a}	۵/۱۱±۱/۳۵^{a}	۴/۷۸±۱/۸۴^{a}	۴/۸۹±۰/۸۴^{a}	۵/۶۷±۰/۶۶^{a}
(IgM) ایمونوگلوبولین M (گرم / لیتر)	۰/۲۱±۰/۰۳^{ab}	۰/۲۷±۰/۰۸^{a}	۰/۲۱±۰/۰۲^{ab}	۰/۲±۰/۰۱^{b}	۰/۲±۰/۰۱^{b}

(mean ± SD)، اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

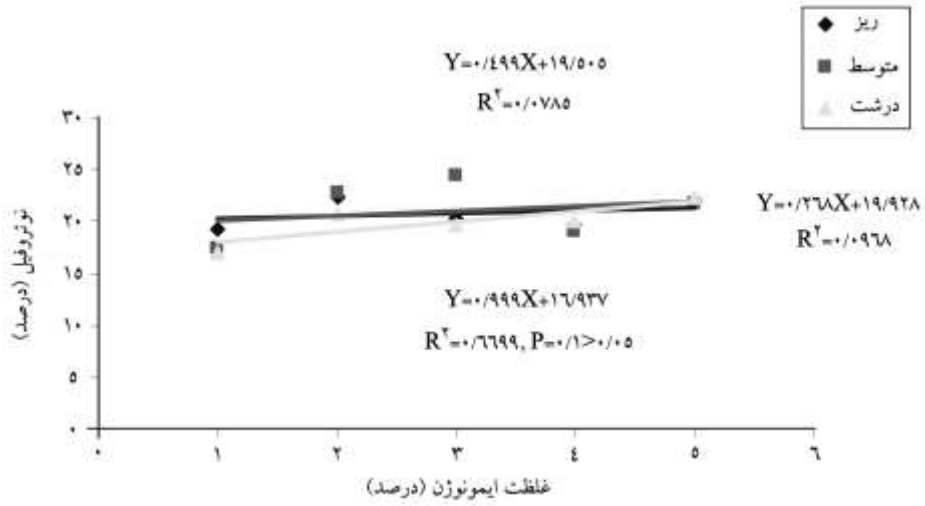
جدول ۳- مقدار برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل‌ماهیان جوان در سه گروه وزنی در پایان ۸ هفته پرورش

بلوک / شاخص‌های خونی	ماهیان ریز ۸/۷۱±۰/۰۲ گرم	ماهیان متوسط ۲۵/۱۵±۰/۰۱ گرم	ماهیان درشت ۵۳/۶۹±۰/۰۲ گرم
گلبول‌های سفید (هزار/ میلی‌لیتر)	۲۳/۷۵±۱/۰۲$^{\alpha}$	۲۴/۵۷±۲/۰۶$^{\alpha}$	۲۴/۷۸±۱/۱۹$^{\alpha}$
گلبول‌های قرمز (میلیون/ میلی‌لیتر)	۰/۹±۰/۰۶$^{\alpha}$	۰/۹±۰/۹$^{\alpha}$	۰/۹۴±۰/۰۶$^{\alpha}$
هموگلوبین (گرم/ دسی‌لیتر)	۶/۶۷±۰/۳۵$^{\alpha}$	۶/۷۹±۰/۶۵$^{\alpha}$	۷/۳۳±۰/۴۹$^{\alpha}$
هماتوکریت (درصد)	۲۰/۴±۱/۳$^{\alpha}$	۲۱±۲/۱۱$^{\alpha}$	۲۲/۵۳±۱/۷۳$^{\alpha}$
(MCV) حجم متوسط گلبولی (فمتولیتر)	۲۲۶/۸۴±۲۳/۴۰$^{\alpha}$	۲۳۶/۳۳±۱۶/۲۳$^{\alpha}$	۲۴۶/۸۳±۱۶/۸۲$^{\alpha}$
(MCH) غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (پیکوگرم)	۷۴/۰۳±۷/۲۲$^{\alpha}$	۷۶/۳۵±۴/۸۸$^{\alpha}$	۷۹/۴۵±۳/۷۵$^{\alpha}$
(MCHC) غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (گرم/ دسی‌لیتر)	۳۲/۶۶±۰/۷$^{\alpha}$	۳۲/۳۷±۰/۳۵$^{\alpha}$	۳۲/۱۳±۰/۶۶$^{\alpha}$
نوتروفیل (درصد)	۲۰/۷۳±۱/۳۶$^{\alpha}$	۲۱±۲/۸۲$^{\alpha}$	۱۹/۹۳±۱/۹۳$^{\alpha}$
لنفوسیت (درصد)	۶۹/۲۷±۱/۷۵$^{\alpha}$	۶۹/۵۳±۳/۸۲$^{\alpha}$	۶۹/۴±۲/۵۴$^{\alpha}$
منوسیت (درصد)	۴/۶۷±۱/۰۳$^{\alpha}$	۵±۱/۳۱$^{\alpha}$	۴/۸۷±۱/۲۲$^{\alpha}$
ائوزینوفیل (درصد)	۵/۳۴±۱/۸۶$^{\alpha}$	۴/۴۷±۰/۹۶$^{\alpha}$	۵/۸±۰/۶۹$^{\alpha}$
(IgM) ایمونوگلوبولین M (گرم / لیتر)	۰/۲۵±۰/۰۶$^{\alpha}$	۰/۲±۰/۰۲$^{\alpha}$	۰/۲±۰/۰۱$^{\alpha}$

(mean ± SD)، اعداد در هر ردیف با حروف مشابه بدون اختلاف معنی‌دار هستند (P>۰/۰۵).

میانگین وزن نهایی بچه‌فیل‌ماهیان ریز، متوسط و درشت در پایان هفته هشتم به‌ترتیب برابر ۱۶/۲۳±۸۹/۲۵ گرم، ۶/۸۳±۱۲۷/۰۳ گرم و ۲۰/۲۱±۱۶۹/۶۳ گرم بود، که اختلاف آن‌ها با هم از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل‌ماهیان درشت با افزایش غلظت ایمونوژن افزایش می‌یابد ولی این اختلاف معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵). ضریب همبستگی بین میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل‌ماهیان ریز و متوسط با مقادیر غلظت ایمونوژن بسیار پایین است، در نتیجه رابطه رگرسیونی بین آن‌ها وجود ندارد (شکل ۱).



شکل ۱- روابط رگرسیونی میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل‌ماهیان با غلظت ایمونوژن

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه پربیوتیک ایمونوژن به‌طور معنی‌داری تعداد نوتروفیل خون فیل‌ماهیان را نسبت به گروه شاهد افزایش داد. افزایش یافتن تعداد گلبول‌های سفید از جمله نوتروفیل‌ها در گروه‌هایی که با سطوح ۰/۵، ۱ و ۴ درصد ایمونوژن تغذیه شدند، به بتاگلوکان بستگی داردکه می‌توانند یک گیرنده ویژه را روی گلبول‌های سفید تشخیص دهند. زمانی‌که گیرنده توسط گلوکان‌ها اشغال است، فعالیت گلبول‌های سفید در احاطه کردن، کشتن و هضم کردن باکتری‌های بیماری‌زا بیش‌تر می‌شود (Andrews و همکاران، ۲۰۰۹).

اختلال در سیستم ایمنی ماهیان به‌واسطه عوامل استرس‌زای محیطی، منجر به حساسیت بیش‌تر به انواع بیماری‌ها می‌شودکه توسعه اقتصاد آبزی‌پروری را محدود می‌نماید. استفاده از مکمل‌های غذایی که در افزایش رشد و بالا بردن سیستم ایمنی نقش دارند از جمله راه‌کارهایی می‌باشند که در افزایش سلامت، مقاومت نسبت به استرس و عوامل بیماری‌زا می‌توانند مفید واقع شوند (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). دیواره سلولی مخمر آب‌جو (*Saccharomyces cerevisiae*) به‌دلیل داشتن بتاگلوکان و مانان‌الیگوساکارید قادر است واکنش‌های ایمنی را در گونه‌های متفاوت ماهیان افزایش دهد و بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک کاتالیزور فوق‌العاده سلامت برای پرورش ماهی به‌کار رود (Li و Gatlin، ۲۰۰۴). میزان سطح ایمونوگلوبولین M در ماهیانی که با جیره غذایی شامل ۰/۵ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاتراز سایر تیمارهای تغذیه‌ای بود، که اختلاف معنی‌داری را با سطح‌های ۲ و ۴ درصد ایمونوژن داشت. از طرفی این مطالعه نشان می‌دهد تعداد گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبولی (MCV)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، منوسیت و ائوزینوفیل در ماهیانی که با پربیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند نسبت به گروه شاهد بالاتر بود، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نبود. Sado و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر سطوح مختلف ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید را در جیره غذایی ماهی‌های جوان تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) بر شاخص‌های خونی شامل تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبولی (MCV)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، بررسی کردند. آزمایش نشان داد که جیره‌های غذایی شامل مانان‌الیگوساکارید تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های خونی ماهیان جوان تیلاپیای نیل نداشت. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشابه است. چرا که در ترکیب ایمونوژن، مانان‌الیگوساکارید وجود داشته، که هر دو مانان‌الیگوساکارید از دیواره سلولی مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) مشتق شده‌اند. Andrews و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر مانان‌الیگوساکارید، عصاره مخمر آب‌جو، پروتئین هیدرولیز شده و فیتوپلانکتون کلرلا را بر شاخص‌های خونی کپورماهیان هندی جوان (*Labeo rohita*) بررسی کردند. نتایج پژوهش اخیر نشان داد که تعداد گلبول‌های سفید به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به تیمارهای ۲ و ۴ درصد بالاتر بود. تعداد گلبول‌های قرمز به‌طور معنی‌داری در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود، ولی اختلاف آن با تیمار ۱ درصد مخمر معنی‌دار نبود. مقدار هموگلوبین به‌طور معنی‌داری در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش متفاوت است. علت تفاوت این است که ایمونوژن علاوه‌بر مانان‌الیگوساکارید دارای

بتاگلوکان و ترکیبات دیگر می‌باشد، در صورتی‌که Andrews و همکاران (۲۰۰۹) از مانان‌الیگوساکارید خالص استفاده کردند. تفاوت دیگر در نوع ماهی مورد مطالعه است. Welker و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر بتاگلوکان، مانان‌الیگوساکارید و مخمر آب‌جو را در تیمارهای جداگانه در جیره غذایی گربه‌ماهیان کانالی جوان (*Ictalurus punctatus*) بر شاخص‌های خونی و ایمنی بررسی کردند. از بتاگلوکان در دو سطح ۰/۱ و ۰/۰۱ درصد، مانان‌الیگوساکارید در سطح ۰/۲ درصد و مخمر آب‌جو در سطح ۰/۰۱ درصد استفاده کردند. آزمایش این محققین نشان داد که اختلاف تعداد گلبول‌های سفید و قرمز و میزان هموگلوبین در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشابه است. علت تشابه این است که در ترکیب ایمونوژن، بتاگلوکان و مانان‌الیگوساکارید وجود دارد. میزان هماتوکریت در تیمار ۰/۱ درصد بتاگلوکان به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود، ولی اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار نبود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش متفاوت است. علت تفاوت این است که ایمونوژن علاوه‌بر بتاگلوکان دارای مانان‌الیگوساکارید و ترکیبات دیگر می‌باشد، در صورتی‌که Welker و همکاران (۲۰۰۷) از بتاگلوکان خالص استفاده کردند. علت دیگر تفاوت در نوع ماهی مورد مطالعه است. طاعتی و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر سطح‌های ۱ و ۳ درصد ایمونووال و ایمونواستر را در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) بر شاخص‌های خونی و ایمنی بررسی کردند. آزمایش نشان داد که اختلاف تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، درصد لنفوسیت، منوسیت، ائوزینوفیل و ایمونوگلوبولین M (IgM) در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشابه است. علت آن تشابه ترکیب ایمونوژن با ایمونووال و ایمونواستر می‌باشد. زیرا در ترکیب هر سه بتاگلوکان و مانان‌الیگوساکارید وجود دارد. علت دیگر، تشابه در نوع ماهی مورد مطالعه است. اختلاف حجم متوسط گلبولی (MCV)، در تیمار ۱ درصد ایمونووال و ۳ درصد ایمونواستر با گروه شاهد معنی‌دار بود. اختلاف درصد نوتروفیل در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. این نتایج با یافته‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر متفاوت است. علت تفاوت می‌تواند وزن ابتدایی بچه‌فیل‌ماهیان در شروع آزمایش باشد. در این پژوهش بچه‌فیل‌ماهیان در سه بلوک، تکرار اول ماهیان ریز با میانگین وزن ۸/۷۱ گرم، در تکرار دوم ماهیان متوسط با میانگین وزن ۲۵/۱۵ گرم و در تکرار سوم ماهیان درشت با میانگین وزن ۵۳/۶۹ گرم ذخیره‌سازی شدند، در صورتی‌که در پژوهش طاعتی و همکاران (۱۳۸۹) وزن فیل‌ماهیان جوان در شروع آزمایش ۹۵ گرم بود. Cuesta و همکاران (۲۰۰۴) اثر بتاگلوکان‌ها را در تغذیه ماهیان سیم دریایی سرطلایی (*Sparus aurata*) بررسی کردند. آزمایش نشان داد که ماهیانی که با بتاگلوکان‌ها تغذیه شدند، فعالیت‌های بیگانه‌خواری و میزان ایمونوگلوبولین M (IgM) در سرم خون به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) نسبت به گروه شاهد افزایش یافته بود. این نتیجه با برخی نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشابه است. چرا که در ترکیب پربیوتیک ایمونوژن بتاگلوکان و مانان‌الیگوساکارید وجود داشته و نقش محرک ایمنی را در ماهیان ایفا می‌کنند. جافر و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر سطوح مختلف ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد ایمونوژن را در جیره غذایی بچه‌ماهیان قره‌برون پرورشی (*Acipenser persicus*) بر شاخص‌های خونی بررسی کردند. آزمایش نشان داد

که اختلاف تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبولی (MCV)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، درصد لنفوسیت، منوسیت و ائوزینوفیل در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشابه است. اختلاف تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد ایمونوژن با گروه شاهد معنی‌دار بود. اختلاف درصد نوتروفیل در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود. این نتایج با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش متفاوت است. علت آن به‌کار بردن سطوح متفاوت ایمونوژن در این دو آزمایش می‌باشد. علت دیگر تفاوت در گونه ماهی مورد مطالعه است. در مجموع تفاوت‌های موجود در نتایج گزارش شده توسط محققان مختلف در به‌کارگیری انواع پربیوتیک‌ها در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی را به نوع گونه پرورشی، اندازه و سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک آبزی‌پرورشی، نوع پربیوتیک مصرفی و درجه خلوص آن و میزان مورد استفاده آن در جیره می‌توان ارزیابی کرد (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). بر پایه این نتایج، پربیوتیک ایمونوژن در سطح ۰/۵ درصد می‌تواند به‌عنوان یک ماده غذایی مکمل در جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان به‌کار برده شود که واکنش‌های ایمنی را تحریک می‌کند. پژوهش‌های بیش‌تری درباره مکانیزم‌های عمل ایمونوژن و کاربرد آن در آبزی‌پروری مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از راهنمایی‌ها و حمایت مدیر کل محترم شیلات استان گلستان جناب آقای مهندس علی‌اکبر پاسندی و رئیس وقت مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان جناب آقای مهندس سیداکبر علی‌محمدی و کارشناسان و پرسنل محترم آن مرکز و آقای مهندس سیدمرتضی حسینی به جهت همکاری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- اکرمی، ر.، حاجی‌مرادلو، ع.، متین‌فر، ع.، عابدیان‌کناری، ع.، علی‌محمدی، ا.، ۱۳۸۷. اثرات سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن فیل‌ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال پانزدهم، شماره پنجم، صفحات ۵۵ تا ۶۷.

۲- اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، قرایی، ا.، ۱۳۸۹. کاربرد پربیوتیک‌ها در آبزی‌پروری. مجله علمی و پژوهشی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال چهارم، شماره اول، صفحات ۷۷ تا ۸۴.

۳- جافرنوده، ع.، سوداگر، م.، حیدری، م.، اصلان‌پرویز، ح.، ۱۳۸۹. تأثیر پربیوتیک ایمونوژن بر شاخص‌های رشد، بقاء، برخی شاخص‌های خونی و فلور باکتریایی روده بچه‌ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۸۲ صفحه.

۴- سلطانی، م.، ۱۳۸۷. ایمنی‌شناسی ماهیان و سخت‌پوستان. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۲۶۴ صفحه.

۵- سوداگر، م.، آذری‌تاکامی، ق.، آلکسویچ‌پانوماریف، س.، محمدزاده، ه.، عابدیان، ع.، حسینی، ع.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به‌عنوان جاذب بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره دوم، صفحات ۴۱ تا ۴۹.

۶- طاعتی، ر.، سلطانی، م.، بهمنی، م.، زمینی، ع.، ۱۳۸۹. مطالعه مقایسه‌ای اثرات محرک‌های ایمنی (ایمونواستر و ایمونووال) بر

برخی از شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی و رشد بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*). رساله دکتری رشته شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۸ صفحه.

۷- محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، ۱۳۸۳. تعیین بهترین دفعات غذادهی برای بچه‌فیل‌ماهیان. مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، شماره ۳، صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۷.

۸- محمدی، م.، ۱۳۸۱. تعیین میزان بهینه پروتئین جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس نور، ۴۲ صفحه.

۹- یوسف‌پورپیربازاری، ح.، آق‌تومان، و.، محسنی، م.، ۱۳۸۲. مطالعه تعیین بهترین درصد غذا نسبت به وزن توده زنده در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران، ویژه‌نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۱۶۹ تا ۱۸۰.

10. Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Kumar, S., 2009. Hematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannanoligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. *J. Aquac. Res*. 41, 61-69.
11. Chen, D., Ainsworth, A.J., 1992. Glucan administration potentiales immune defense mechanisms of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafineque. *J. Fish Dis*. 15, 295-304.
12. Couso, N., Castro, R., Magarinas, B., Obach, A., Lamas, J., 2003. Effect of oral administration of glucans on the resistance of gilthead seabream to pasteurellosis. *Aquaculture* 219, 99-109.
13. Cuesta, A., Meseguer, J., Esteban, M.A., 2004. Total serum immunoglobulin M levels are affected by immunomodulators in seabream (*Sparus aurata* L.). *Vet. Immunol. Immunopathol*. 101, 203-210.
14. Duncan, P.L., Klesius, P.H., 1996. Dietary immunostimulants enhance nonspecific immune responses in channel catfish but not resistance to *Edwardsiella ictaluri*. J. *Aquat. Anim. Health*. 8, 241-248.
15. Fooks, L.J., Gibson, G.R., 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition* 88 (1), 39-49.
16. Gatesoupe, F.J., 2007. Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. Aquaculture, 267, 20-30.
17. Kasumyan, A., 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behaviour. *J. Appl. Ichthyol*. 15, 228-232.
18. Li, P., Gatlin, D.M., 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE in fluence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture* 231, 445-456.
19. Li, P., Gatlin, D.M., 2005. Evaluation of the prebiotic Grobiotic™ AE and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture* 248, 197-205.
20. Rehulka, J., 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, Condition and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhinchus mykiss*. *Aquaculture* 190, 27-47.
21. Sado, R.Y., Bicudo, A.J.D.A., Cyrno, J.E.P., 2008. Feeding dietary mannanoligosaccharid to juvenile nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. *J. World Aquac. Soc*. 39, 821-826.
22. Welker, T.L., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Shelby, R., Klesius, P.H., 2007. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel cat fish, *Ictalurus punctatus*, fed diets cantaining commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. *J. World Aquac. Soc*. 38, 24-35.

Journal of New Technologies in Aquaculture Development, Azadshahr Branch, Islamic Azad University
Vol. 16, No. 3, Autumn 2022

Effects of dietary prebiotic Immunogen on some hematological and immunological indices of great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles

M. Mohajer Esterabadi[1]*, H. Vahabzadeh[1], A.A. Zamini[1], M. Sudagar[2] and R. Ghorbani[2]

[1] Dept. of Fisheries, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
[2] Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

Nowadays dietary supplements such as immunostimulants and prebiotics are being applied as a potential replacement of antibiotics in preferment of health and creation resistance against diseases in aquaculture. This survey was conducted to evaluate the efficiency of commercial prebiotic Immunogen with main ingredients 30% (1, 3-1,6) ßglucan and 18% mannanoligosaccharide in ration of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles in 8weeks in Shahid Marjani Sturgeon Propagation and Rearing Center in summer 2009. Hematological and immunological indices of great sturgeon juveniles in five treatments (0, 0.5%, 1%, 2% and 4%) of Immunogen in diet statistically compared. Three weight groups of great sturgeon juveniles with average weight 8.71±0.02 g, 25.15±0.01 g and 53.69±0.02 g were stocked in tanks and fed six times a day. The results showed the number of neutrophil in fishes fed with the diet supplemented with 0.5%, 1% and 4% Immunogen was significantly higher (P<0.05) than the control. Level of immunoglobulin M (IgM) in fishes fed with the diet supplemented with 0.5% Immunogen was higher than the other diet treatments. No significant difference was observed in other hematological indices between three weight of treatments and five treatments of Immunogen (P>0.05). It seemed that Immunogen in concentration 0.5% can serve as functional feedstuffs in the diet of great sturgeon juveniles by stimulating immunity responses.

Keywords: Immunogen; Prebiotic; Hematological and immunological indices; Great Sturgeon (*Huso huso*)

* - Corresponding Authors; Email: mohajer_m@hotmail.com