

تأثیر سطوح مختلف پریوتیک ایمونوزن در جیره غذایی بر برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso* Linnaeus, 1758)

* مهدی مهاجر استرآبادی^۱، حبیب وهاب‌زاده^۲، عباسعلی زمینی^۲، محمد سوداگر^۳ و رسول قربانی^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران، ^۲ گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی،

واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران، ^۳ گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲۱

چکیده

امروزه مکمل‌های غذایی مانند پریوتیک‌ها و محرک‌های ایمنی به‌عنوان یک جایگزین قوی برای آنتی‌بیوتیک‌ها برای ارتقای سلامت و ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها در آبی‌پروری به‌کار می‌روند. این بررسی برای ارزیابی کارایی پریوتیک تجاری ایمونوزن، با ترکیب اصلی ۳۰ درصد (۱و۳- ۱و۶) بتاگلوکان و ۱۸ درصد مانان الیگوساکارید در جیره غذایی فیل ماهیان جوان (*Huso huso*) به مدت ۸ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی در تابستان ۱۳۸۸ انجام گرفت. شاخص‌های خونی و ایمنی فیل ماهیان جوان در ۵ تیمار ایمونوزن درجیره غذایی (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد) از نظر آماری مقایسه شد. سه گروه وزنی از فیل ماهیان جوان با میانگین وزن $8/71 \pm 0/02$ گرم، $25/15 \pm 0/01$ گرم و $53/69 \pm 0/02$ 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 ایمونوزن 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 ایمونوزن تغذیه شدند بالاتر از سایر تیمارهای تغذیه‌ای بود، که اختلاف معنی‌داری را با سطوح ۲ و ۴ درصد ایمونوزن داشت ($P < 0/05$). هیچ اختلاف معنی‌داری در بین ۳ تیمار وزنی و ۵ تیمار ایمونوزن از نقطه نظر سایر شاخص‌های خونی مشاهده نگردید ($P > 0/05$). به‌نظر می‌رسد ایمونوزن در غلظت ۰/۵ درصد می‌تواند به‌عنوان یک ماده غذایی مکمل در جیره غذایی فیل ماهیان جوان برای تحریک واکنش‌های ایمنی به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: ایمونوزن، پریوتیک، شاخص‌های خونی و ایمنی، فیل ماهی (*Huso huso*)

مقدمه

افزایش تولید سیستم‌های آبی‌پروری، 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

آبی‌پروری را محدود می‌کند (Sado و همکاران، ۲۰۰۸). برای بهتر شدن مقاومت به بیماری‌ها و کاهش استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، مکمل‌های غذایی مانند پریوتیک‌ها 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). پریوتیک‌ها 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 پریبوتیک‌ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می‌شوند (Li و Gatlin، ۲۰۰۴؛ اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). عناصر غذایی که به‌عنوان پریبوتیک 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). پریبوتیک ایمونوژن از دیواره سلولی مخمر آب‌جو (*Saccharomyces cerevisiae*) مشتق می‌شود. ترکیبات این پریبوتیک شامل 3 ± 30 درصد (۳۰-۳۱) بتاگلوکان، 3 ± 18 درصد مانان‌الیگوساکارید، ۳۲ درصد پروتئین، ۸ درصد خاکستر، ۸ درصد رطوبت و $1/4$ 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، زمانی که 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). فیل ماهی (*Huso huso*) گونه پرورشی غالب در بین ماهیان خاویاری در ایران می‌باشد. از عمده مشکلات پرورش بچه‌فیل ماهیان تلفات بسیار بالایی آن‌ها در وزن ۵-۳ گرم می‌باشد (Kasumyan، ۱۹۹۹). پژوهش‌های زیادی در زمینه تأثیر پریبوتیک‌ها بر شاخص‌های خونی و ایمنی ماهیان انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تأثیر مانان‌الیگوساکارید بر شاخص‌های خونی در ماهیان جوان تیلاپای 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

هوادهی و دارای جریان آب دائمی و فواره‌ای بودند. پریبوتیک 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 بچه‌فیل ماهیان برای مدت ۸ هفته اضافه شد. جیره غذایی مورد استفاده به شکل گرانول و به صورت دستی به ماهیان داده شد. ترکیبات جیره غذایی پایه در جدول ۱ آورده شده است.

بچه‌فیل ماهیان در ۶ وعده در ساعات ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ به میزان 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 به مدت 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 $4/2 \pm 0/2$ میلی‌گرم/لیتر، دما $28/8 \pm 1$ درجه سانتی‌گراد، pH $7/06 \pm 0/1$ ، شوری $3/4 \pm 0/12$ گرم/لیتر و هدایت الکتریکی $6211/98 \pm 165/59$ 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 بچه‌فیل ماهیان انجام گرفت. از هر ماهی به‌طور جداگانه ۱ سی‌سی خون برای اندازه‌گیری شاخص‌های خونی توسط لوله‌های هپارینه گرفته شد (سوداگر و همکاران،

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، ۱۳۸۹) و تأثیر پریبوتیک‌های 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 بچه‌فیل ماهی به وزن حدود ۲ گرم از استخرهای خاکی پرورش به سالن پرورش مقدماتی کارگاه منتقل شدند. سپس بچه‌فیل ماهیان به ۴ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری به ابعاد (۱/۹×۱/۹×۰/۵۳ متر) با تراکم ۲۰۰ قطعه در هر مخزن منتقل شدند. بچه‌ماهیان در ابتدا فقط با غذاهای زنده شامل دافنی و شیرونومیده به میزان 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 بچه‌فیل ماهی در سه بلوک، تکرار اول ماهیان ریز با میانگین وزن $8/71 \pm 0/2$ گرم، در تکرار دوم ماهیان متوسط با میانگین وزن $25/15 \pm 0/1$ گرم و در تکرار سوم ماهیان درشت با میانگین وزن $53/69 \pm 0/2$ گرم ذخیره‌سازی شدند. تمام مخازن مجهز به سیستم

M سرم خون بچه‌فیل ماهیان با استفاده از روش نفلومتری (Nephelometric) 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 $\alpha=0/05$ استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS Ver. 14 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

(۱۳۸۴). برای تعیین میزان ایمونوگلوبولین ۲ M 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 اتوزینوفیل با استفاده از روش‌های متداول خون‌شناسی اندازه‌گیری شدند (Rehulka، ۲۰۰۰). ایمونوگلوبولین

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

| اجزاء جیره غذایی | میزان (درصد) |
|-----------------------------|--------------|
| آرد ماهی کیلکا ^۱ | ۵۰ |
| آرد گندم | ۸ |
| آرد جو | ۸ |
| آرد ذرت | ۳/۹۴ |
| آرد سویا | ۱۵ |
| مکمل ویتامینی ^۲ | ۱ |
| مکمل معدنی ^۳ | ۱ |
| نمک | ۲ |
| ویتامین C ^۴ | ۰/۰۶ |
| روغن ماهی کیلکا | ۳ |
| روغن آفتابگردان | ۳ |
| روغن سویا | ۲ |
| مالس | 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 B₁₂: ۰/۲، تیامین: ۵، ریوفلاوین: ۱۵، پریدوکسین: ۱۰، اسید پانتوتیک: ۳۰، کولین کلرید: ۳۰۰، نیاسین: ۱۵۰، اسید فولیک: ۵، بیوتین: ۲، اینوسیتول: ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم.

۳- مکمل معدنی (میلی‌گرم بر کیلوگرم): $2H_2O \cdot CaHPO_4$: ۲۰، $CaCO_3$: ۱۵، KH_2PO_4 : ۱۰، KCl: ۱، NaCl: ۶، $MnSO_4 \cdot H_2O$: ۳۵، $FeSO_4 \cdot 7H_2O$: ۵، $MgSO_4$: ۰/۵، KIO_3 : ۳، $5H_2O \cdot CuSO_4$: ۱۰، $ZnCO_3$: ۳۵، $CoCl_2$: ۰/۰۲۷، Na_2SeO_3 : ۱.

۴- ویتامین C: L-آسکوربیل-۲-پلی فسفات.

نتایج

نتایج نشان داد که میانگین تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پرپیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند، در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند، بالاتر بود. ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). 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 ($P > 0/05$). MCHC و تعداد نفوسیت در تیمار ۱ درصد ایمونوژن و تعداد ائوزینوفیل در تیمار ۴ درصد ایمونوژن بالاترین مقدار بود، ولی اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). تعداد لنفوسیت در تیمار شاهد بالاترین مقدار و در تیمار ۴ درصد پایین‌ترین مقدار بود، ولی اختلاف آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). 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 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 ($P < 0/05$) (جدول ۲).

مقادیر شاخص‌های خونی و ایمونوگلوبولین M بین گروه‌های وزنی (ریز، متوسط و درشت) معنی‌دار نبودند ($P > 0/05$). 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 پرپیوتیک ایمونوژن بر برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل ماهیان جوان در پایان ۸ هفته پرورش

| سطوح ایمونوژن (درصد) | | | | | شاخص‌های خونی و ایمنی |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| ۰ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۴ | |
| 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 سفید (هزار/ میلی‌لیتر) |
| ۰/۸۸±۰/۰۱ ^a | ۰/۹۷±۰/۰۸ ^a | ۰/۸۹±۰/۰۹ ^a | ۰/۹۱±۰/۰۱ ^a | ۰/۹۱±۰/۰۴ ^a | گلبول‌های قرمز (میلیون/ میلی‌لیتر) |
| ۶/۶۵±۰/۴۱ ^a | ۷/۰۲±۰/۰۳ ^a | ۶/۶۹±۰/۸۹ ^a | ۷/۱۵±۰/۷۹ ^a | ۷/۱۳±۰/۴۲ ^a | هموگلوبین (گرم/ دسی‌لیتر) |
| ۲۰/۵۶±۱/۳۹ ^a | ۲۱/۷۸±۰/۸۴ ^a | ۲۰/۳۳±۲/۶۴ ^a | ۲۲±۲/۷۳ ^a | ۲۱/۸۹±۱/۸۴ ^a | هماتوکریت (درصد) |
| 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 | (MCV) حجم متوسط گلبولی (فمتولیتر) |
| 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 | (MCH) غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (پیکوگرم) |
| 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 | (MCHC) غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (گرم/ دسی‌لیتر) |
| ۱۷/۸۹±۱/۲۶ ^b | ۲۱/۸۹±۱/۰۷ ^a | ۲۱/۴۴±۲/۵۲ ^a | ۱۹/۵۶±۰/۵۱ ^{ab} | ۲۲±۰/۳۳ ^a | نوتروفیل (درصد) |
| ۷۱/۷۸±۲/۶۷ ^a | ۶۹/۱۱±۱/۶۴ ^a | ۶۷/۳۳±۳/۹۳ ^a | ۷۰/۳۳±۱ ^a | ۶۷/۴۴±۲/۱۷ ^a | لنفوسیت (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 | منوسیت (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 | ائوزینوفیل (درصد) |
| 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 | (IgM) ایمونوگلوبولین M (گرم/ لیتر) |

(mean ± SD)، اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0/05$).

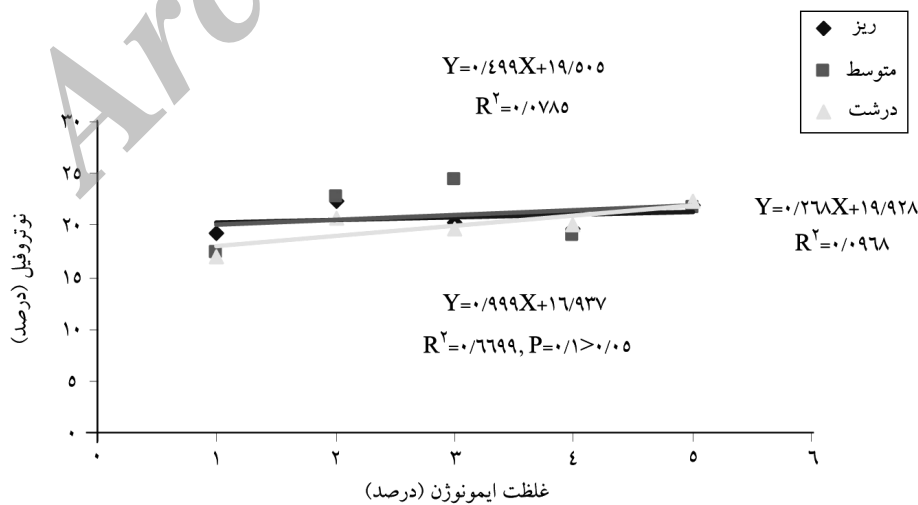
جدول ۳- مقدار برخی از شاخص‌های خونی و ایمنی فیل ماهیان جوان در سه گروه وزنی در پایان ۸ هفته پرورش

| ماهیان درشت | ماهیان متوسط | ماهیان ریز | بلوک | شاخص‌های خونی |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------|---|
| ۵۳/۶۹±۰/۰۲ گرم | ۲۵/۱۵±۰/۰۱ گرم | ۸۷۱±۰/۰۲ گرم | | |
| ۲۴/۷۸±۱/۱۹ ^a | ۲۴/۵۷±۲/۰۶ ^a | ۲۳/۷۵±۱/۰۲ ^a | | گلبول‌های سفید (هزار / میلی‌لیتر) |
| ۰/۹۴±۰/۰۶ ^a | ۰/۹±۰/۰۹ ^a | ۰/۹±۰/۰۶ ^a | | گلبول‌های قرمز (میلیون / میلی‌لیتر) |
| ۷/۳۳±۰/۴۹ ^a | ۶/۷۹±۰/۶۵ ^a | ۶/۶۷±۰/۳۵ ^a | | هموگلوبین (گرم / دسی‌لیتر) |
| ۲۲/۵۳±۱/۷۳ ^a | ۲۱±۲/۱۱ ^a | ۲۰/۴±۱/۳ ^a | | هماتوکریت (درصد) |
| ۲۴۶/۸۳±۱۶/۸۲ ^a | ۲۳۶/۳۳±۱۶/۲۳ ^a | ۲۲۶/۸۴±۲۳/۴۰ ^a | | (MCV) حجم متوسط گلبولی (فمتولیترا) |
| ۷۹/۴۵±۳/۷۵ ^a | ۷۶/۳۵±۴/۸۸ ^a | ۷۴/۰۳±۷/۲۲ ^a | | (MCH) غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (پیکوگرم) |
| ۳۲/۱۳±۰/۶۶ ^a | ۳۲/۳۷±۰/۳۵ ^a | ۳۲/۶۶±۰/۸ ^a | | (MCHC) غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (گرم / دسی‌لیتر) |
| ۱۹/۹۳±۱/۹۳ ^a | ۲۱±۲/۸۲ ^a | ۲۰/۸۳±۱/۳۶ ^a | | نوتروفیل (درصد) |
| ۶۹/۴±۲/۵۴ ^a | ۶۹/۵۳±۳/۸۲ ^a | ۶۹/۲۷±۱/۷۵ ^a | | لنفوسیت (درصد) |
| ۴/۸۷±۱/۲۲ ^a | ۵±۱/۳۱ ^a | ۴/۶۷±۱/۰۳ ^a | | منوسیت (درصد) |
| ۵/۸±۰/۶۹ ^a | ۴/۴۷±۰/۹۶ ^a | ۵/۳۴±۱/۸۶ ^a | | اِئوزینوفیل (درصد) |
| ۰/۲±۰/۰۱ ^a | ۰/۲±۰/۰۲ ^a | ۰/۲۵±۰/۰۶ ^a | | (IgM) ایمونوگلوبولین M (گرم / لیتر) |

(mean ± SD)، اعداد در هر ردیف با حروف مشابه بدون اختلاف معنی‌دار هستند ($P > 0.05$).

اختلاف معنی‌دار نیست ($P > 0.05$). ضریب همبستگی بین میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل ماهیان ریز و متوسط با مقادیر غلظت ایمونوزن بسیار پایین است، در نتیجه رابطه رگرسیونی بین آن‌ها وجود ندارد (شکل ۱).

میانگین وزن نهایی بچه‌فیل ماهیان ریز، متوسط و درشت در پایان هفته هشتم به ترتیب برابر $۸۹/۲۵ \pm ۱۶/۲۳$ گرم، $۱۲۷/۰۳ \pm ۶/۸۳$ گرم و $۱۶۹/۶۳ \pm ۲۰/۲۱$ گرم بود، که اختلاف آن‌ها با هم از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل ماهیان درشت با افزایش غلظت ایمونوزن افزایش می‌یابد ولی این



شکل ۱- روابط رگرسیونی میانگین نوتروفیل خون بچه‌فیل ماهیان با غلظت ایمونوزن

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه پریوتیک ایمونوژن به طور معنی داری تعداد نوتروفیل خون فیل ماهیان 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 دارد که می‌توانند یک گیرنده ویژه را روی گلبول‌های سفید تشخیص دهند. زمانی که 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 به واسطه عوامل استرس‌زای محیطی، منجر به حساسیت بیشتر به انواع بیماری‌ها می‌شود که توسعه اقتصاد آبی‌پروری 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*) به دلیل داشتن بتاگلوکان و مانان‌الیگوساکارید قادر است واکنش‌های ایمنی را در گونه‌های متفاوت ماهیان افزایش دهد و بنابراین می‌تواند به عنوان یک کاتالیزور فوق‌العاده سلامت برای پرورش ماهی به کار رود (Li و Gatlin، ۲۰۰۴). 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 معنی داری 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

پریوتیک ایمونوژن تغذیه شدند نسبت به گروه شاهد بالاتر بود، ولی از نظر آماری اختلاف معنی دار 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 تیلاپای 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 معنی داری بر شاخص‌های خونی ماهیان جوان تیلاپای نیل نداشت. این نتیجه با نتایج به دست 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 به طور معنی داری ($P < 0/05$) در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به تیمارهای ۲ و ۴ درصد بالاتر بود. تعداد گلبول‌های قرمز به طور معنی داری در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود، ولی اختلاف آن با تیمار ۱ درصد مخمر معنی دار نبود. مقدار هموگلوبین به طور معنی داری در تیمار ۱ درصد مانان‌الیگوساکارید نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. این نتیجه با نتایج به دست آمده در این پژوهش متفاوت است. علت تفاوت این است که ایمونوژن علاوه بر مانان‌الیگوساکارید دارای

اوتوزینوفیل و ایمونوگلوبولین M (IgM) در تیمارهای مختلف معنی دار نبود. این نتیجه با نتایج به دست آمده در این پژوهش مشابه است. علت آن تشابه ترکیب ایمونوژن با ایمونووال و ایمونواستر می باشد. زیرا در ترکیب هر سه بتاگلوکان و مانان الیگوساکارید 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 معنی دار بود. اختلاف درصد نوتروفیل در تیمارهای مختلف معنی دار نبود. این نتایج با یافته های به دست آمده در پژوهش حاضر متفاوت است. علت تفاوت می تواند وزن ابتدایی بچه فیل ماهیان در شروع آزمایش باشد. در این پژوهش بچه فیل ماهیان 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 ذخیره سازی شدند، در صورتی که در پژوهش طاعتی و همکاران (۱۳۸۹) وزن فیل ماهیان جوان در شروع آزمایش ۹۵ گرم بود. Cuesta و همکاران (۲۰۰۴) اثر بتاگلوکان ها را در تغذیه ماهیان سیم دریایی سرطلایی (*Sparus aurata*) بررسی کردند. آزمایش نشان داد که ماهیانی که با بتاگلوکان ها تغذیه شدند، فعالیت های بیگانه خواری و میزان ایمونوگلوبولین M (IgM) در سرم خون به طور معنی داری ($P < 0/05$) نسبت به گروه شاهد افزایش یافته بود. این نتیجه با برخی نتایج به دست آمده در این پژوهش مشابه است. چرا که در ترکیب پربیوتیک ایمونوژن بتاگلوکان و مانان الیگوساکارید وجود داشته و نقش محرک ایمنی را در ماهیان ایفا می کنند. جافر و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر سطوح مختلف ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد ایمونوژن را در جیره غذایی بچه ماهیان قره برون پرورشی (*Acipenser persicus*) بر شاخص های خونی بررسی کردند. آزمایش نشان داد

بتاگلوکان و ترکیبات دیگر می باشد، در صورتی که Andrews و همکاران (۲۰۰۹) از مانان الیگوساکارید خالص استفاده کردند. تفاوت دیگر در نوع ماهی مورد مطالعه است. Welker و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر بتاگلوکان، مانان الیگوساکارید و مخمر آب جو را در تیمارهای جداگانه در جیره غذایی گربه ماهیان کانالی جوان (*Ictalurus punctatus*) بر شاخص های خونی و ایمنی بررسی کردند. از بتاگلوکان در دو سطح ۰/۱ و ۰/۰۱ درصد، مانان الیگوساکارید در سطح ۰/۲ درصد و مخمر آب جو در سطح ۰/۰۱ درصد استفاده کردند. آزمایش این محققین نشان داد که اختلاف تعداد گلبول های سفید و قرمز و میزان هموگلوبین در تیمارهای مختلف معنی دار نبود. این نتیجه با نتایج به دست آمده در این پژوهش مشابه است. علت تشابه این است که در ترکیب ایمونوژن، بتاگلوکان و مانان الیگوساکارید وجود دارد. میزان هماتوکریت در تیمار ۰/۱ درصد بتاگلوکان به طور معنی داری بالاتر از گروه شاهد بود، ولی اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار نبود. این نتیجه با نتایج به دست آمده در این پژوهش متفاوت است. علت تفاوت این است که ایمونوژن علاوه بر بتاگلوکان دارای مانان الیگوساکارید و ترکیبات دیگر می باشد، در صورتی که Welker و همکاران (۲۰۰۷) از بتاگلوکان خالص استفاده کردند. علت دیگر تفاوت در نوع ماهی مورد مطالعه است. طاعتی و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر سطح های ۱ و ۳ درصد ایمونووال و ایمونواستر را در جیره غذایی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) بر شاخص های خونی و ایمنی بررسی کردند. آزمایش نشان داد که اختلاف تعداد گلبول های سفید، تعداد گلبول های قرمز، میزان هموگلوبین، هماتوکریت، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول های قرمز (MCHC)، درصد لنفوسیت، منوسیت،

آبزی پرورشی، نوع پرپیوتیک مصرفی و درجه خلوص آن و میزان مورد استفاده آن در جیره می‌توان ارزیابی کرد (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). بر پایه این نتایج، پرپیوتیک ایمونوژن در سطح ۰/۵ درصد می‌تواند به‌عنوان یک ماده غذایی مکمل در جیره غذایی بچه‌فیل ماهیان 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 پرپیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن فیل ماهیان (*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 پرپیوتیک‌ها در آبزی‌پروری. مجله علمی و پژوهشی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال چهارم، شماره اول، صفحات ۷۷ تا ۸۴.
- ۳- جعفرنوده، ع.، سوداگر، م.، حیدری، م.، اصلان‌پرویز، ح.، ۱۳۸۹. تأثیر پرپیوتیک 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.، آکسوچیچ‌پانوماریف، س.، محمدزاده، ه.، عابدیان، ع.، حسینی، ع.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به‌عنوان جاذب بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل ماهیان جوان (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره دوم، صفحات ۴۱ تا ۴۹.
- ۶- طاعتی، ر.، سلطانی، م.، بهمی، م.، زمینی، ع.، ۱۳۸۹. مطالعه مقایسه‌ای اثرات محرک‌های ایمنی (ایمونواستر و ایمونوال) بر

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 ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ 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 پرپیوتیک‌ها در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی را به نوع گونه پرورشی، اندازه و سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک

- برخی از شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی و رشد بچه‌فیل ماهیان 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 غذایی برای بچه‌فیل ماهیان. مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، شماره ۳، صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۷.
- ۸- محمدی، م.، ۱۳۸۱. تعیین میزان بهینه پروتئین جیره غذایی بچه‌فیل ماهیان پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس نور، ۴۲ صفحه.
- ۹- یوسف پورپیروزبازاری، 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 potenciales 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, *Oncorhynchus 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 containing commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. *J. World Aquac. Soc.* 38, 24-35.