مقاله تحقیقی
مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۲، دوره ۶۸، شماره ۲، ۱۸۲-۱۷۵
Original Article
Journal of Veterinary Research. 68,2:175-182, 2013

تأثیر محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال بر شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*)

رضا طاعتی[1*] مصطفی تاتینا[2] محمود بهمنی[3]
۱) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تالش، گروه شیلات، تالش - ایران
۲) دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرانزلی، گروه شیلات، بندرانزلی - ایران
۳) انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت - ایران

(دریافت مقاله: ۱۱ آذر ماه ۱۳۹۱ ، پذیرش نهایی: ۱۷ فروردین ماه ۱۳۹۲)

چکیده

زمینه مطالعه: محرک‌های ایمنی نقش مهمی در تقویت سیستم ایمنی ماهیان و پیشگیری از بروز انواع بیماریها ایفا می‌کنند. **هدف:** این مطالعه به منظور ارزیابی تأثیر سطوح متفاوت محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال بر شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) به مدت ۸ هفته انجام گرفت. **روش کار:** پس از یک ماه سازگاری با شرایط پرورشی و جیره پایه، ۴۵۰ عدد فیل ماهی جوان پرورشی (۹۵/۵۸±۹/۳۸g) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و ۵ تیمار (شاهد (۰٪)، ایمنواستر ۱٪، ایمنووال ۱٪، ایمنواستر ۳٪ و ایمنووال ۳٪) با ۳ تکرار و تراکم ۳۰ عدد در هر تانک توزیع شدند. در پایان هفته هشتم نمونه‌برداری از خون ماهیان به طور تصادفی انجام گرفت (۹ ماهی به ازای هر تیمار). **نتایج:** مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین، MCH، MCV، MCHC، شمارش گلبول‌های قرمز و سفید، شمارش افتراقی، پروتئین کل، آلبومین، IgM و لیزوزیم تعیین شدند. هماتوکریت، هموگلوبین (به استثنای ایمنواستر ۱٪)، تعداد گلبول‌های سفید (به استثنای ایمنووال ۳٪)، MCH، MCV ($p<0/05$) و درصد نوتروفیل در تیمارهای حاوی محرک‌های ایمنی افزایشی را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین تعداد لنفوسیت در ایمنووال ۳٪ رویت گردید. افزایشی در پروتئین کل، آلبومین (به استثنای ایمنواستر ۳٪) و لیزوزیم در تیمارهای حاوی محرک‌های ایمنی نسبت به شاهد مشاهده گردید. **نتیجه‌گیری نهایی:** محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال می‌توانند نقشی را در بهبود شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی ایفا نمایند.

واژه‌های کلیدی: فیل ماهی (*Huso huso*)، بتاگلوکان، مانان اولیگوساکارید، بیوشیمیایی

مقدمه

فیل ماهی (*Huso huso*) به دلیل بومی بودن، رشد نسبتاً سریع، امکان تولید مثل در شرایط اسارت، تامین لارو و بچه ماهی آن با هزینه کمتر در مقایسه با سایر گونه‌های ماهیان خاویاری کاندید مناسبی برای پرورش به شمار می‌رود (۱۵). با توجه به کاهش صید فیل ماهی و تقاضای بالا برای گوشت آن، پرورش فیل ماهی به منظور تولید گوشت ضروری به نظر می‌رسد. در حال حاضر فیل ماهی در مزارع پرورشی، استخرهای خاکی یا استخرهای بتونی و محیط های محصور شده در ساحل دریا پرورش داده می‌شود (۲۴).

در تکثیر و پرورش آبزیان پیشگیری بسیار مهم است. یکی از روش های مفید امروزه، بالا بردن مقاومت از طریق تأثیر در سیستم ایمنی بدن ماهیان می‌باشد که سعی بر تقویت سیستم ایمنی از طرق مختلف مثل واکسیناسیون و استفاده از مواد تشدید کننده ایمنی نظیر محرک‌های ایمنی، پربیوتیک‌ها، ترکیبات گلوکان و... است که در سیستم‌های مدرن پرورش ماهی رایج شده است (۲۳). محرک‌های ایمنی ترکیبات زیستی و یا مواد شیمیایی سنتتیک هستند که واکنش‌های ایمنی را بوسیله ازدیاد عملکرد سلول‌های بیگانه خوار و افزایش تولید آنتی بادی تحریک می‌کنند. این مواد نقش تحریک کنندگی و نیز تنظیم سیستم ایمنی را داشته و به علاوه به صورت بالقوه نقش ایمنی زایی دارند. از عملکردهای مهم محرک‌های ایمنی می‌توان به افزایش قدرت بیگانه خواری، افزایش تولید آنتی بادی، افزایش تولید لیزوزیم، افزایش مهاجرت گلبول‌های سفید و... اشاره نمود (۲۱،۲۳).

محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال براساس خاصیت تحریک کنندگی بتا گلوکان‌های مشتق شده از دیواره سلولی مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) عمل می‌کنند. ایمنواستر حاوی ۱۹٪ مانان الیگوساکارید (MOS) و ۲۰٪، بتا ۳،۱ گلوکان و ایمنووال شامل ۴۰٪ مانان الیگوساکارید و ۱۷٪، بتا ۳،۱ گلوکان می‌باشند (۱۰).

مانان الیگوساکاریدها از واحدهای قندی به نام مانوز تشکیل شده‌اند. گیرنده مانوز یک گیرنده داخل سلولی ماکروفاژها و سلول های اندوتلیال بوده که دارای پیوندهای طبیعی شامل گلیکان‌های میکروبی و گلیکوپروتئینی می‌باشد. لیگاندهای حاوی مانوز با سایر گیرنده‌ها متصل شده و سبب فعال سازی گلبول های سفید می‌شوند. زیرا مولکول های حاوی مانوز سیگنال های بین سلولی را به تولید سیتوکین های ضد التهابی

*)نویسنده مسؤول: تلفن: ۴۲۴۵۲۰۵-۰۱۸۲ نمابر: ۴۲۴۵۲۱۱-۰۱۸۲ Email: r.taati@gmail.com

ترغیب می‌نمایند (۱۳). مانان الیگوساکاریدها گلوکومانوپروتئین‌های غیر قابل هضمی هستند که بسترها یا محل استقرار مانوزها را روی پرزهای مخملی روده فراهم آورده و مانع چسبیدن یا اتصال باکتری‌های بیماریزا از جمله سالمونلا، کلستریدیوم و ای کولای به سلول‌های انتروسیت روده شده، همچنین مانع شکل گیری کلونی‌های باکتریایی و جلوگیری از عفونت سلول‌های میزبان می‌شوند که این خود منجر به افزایش انسجام پرزهای مخملی روده به منظور بهبود و افزایش کارایی روده و بهره برداری بیشتر و بهتر از مواد مغذی می‌شود (۱۷).

بتا گلوکان پلی ساکاریدهای تشکیل یافته از مولکول‌های گلوکز بوده که توسط باندهای β-۱،۳ و β-۱،۶ به یکدیگر اتصال می‌یابند. مطالعات نشان داده‌اند بتا گلوکان‌ها با باندهای β-۱،۳ و β-۱،۶ معمولاً در دیواره سلولی مخمرها، باکتری‌ها، جلبک‌ها، قارچ‌ها و گیاهان یافت می‌شوند (۱،۵). گزارش‌های متعددی نشان داده‌اند که گیرنده‌های گلوکان در ماهیان روی ماکروفاژها قرار داشته و قادرند از طریق فعال سازی مستقیم ماکروفاژها باعث ارتقاء ایمنی غیر اختصاصی شوند (۱۹). بتا گلوکان باعث افزایش فعالیت پروتئین‌های ضد میکروبی نظیر لیزوزیم و کمپلمان، تحریک فعالیت‌های بیگانه خواری سلول‌های بیگانه خوار نظیر ماکروفاژها، تولید آنتی بادی توسط سلول‌های پلاسما و همچنین تحریک فرایندهای فعال سازی لنفوسیت‌ها می‌شود که در نتیجه باعث افزایش سطح ایمنی اختصاصی و غیر اختصاصی بدن، افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا و کاهش مرگ و میر در ماهیان می‌شود (۵،۲۱).

اثرات سطوح ۰/۱ و ۰/۵٪ بتا گلوکان بر مکانیسم‌های دفاع غیر اختصاصی هیبرید (*Acipenser ruthenus×A.baeri*) (۱۱) و افزودن سطوح ۱g/kg، ۵ و ۱۰ مخمر آبجو به جیره غذایی ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) بر میزان IgM سرم خون بررسی شدند (۴). Bagni و همکاران در سال ۲۰۰۵ سطح ۰/۱٪ ماکروگارد (حاوی بتا گلوکان) را در کوتاه مدت (۱۵ روز) و طولانی مدت (۶۰ روز) بر واکنش‌های ایمنی ماهی باس دریایی (*Dicentrachus labrax*) ارزیابی کردند. Misra و همکاران در سال ۲۰۰۶ تأثیر سطوح ۱۰۰mg/kg، ۲۵۰ و ۵۰۰ بتا گلوکان را بر سیستم ایمنی، رشد و بقای بچه ماهیان انگشت قد روهو (*Labeo rohita*) و Ai و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثرات دز کم (۰/۰۹٪) و دز زیاد (۰/۱۸٪) بتا گلوکان را در جیره غذایی بر واکنش‌های ایمنی غیر اختصاصی ماهی شوریده زرد بزرگ (*Pseudosciaena crocea*)(۱) مطالعه نمودند. فاکتورهای رشد، شاخص‌های خونی و ایمنی در گربه ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱g/kg ماکروگارد (حاوی بتا ۱،۳ گلوکان) مورد ارزیابی قرار گرفت (۲۷). هدف از این مطالعه ارزیابی برخی شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با سطوح متفاوت محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال می‌باشد.

مواد و روش کار

تهیه ماهی و نگهداری: این تحقیق در مرکز تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی سد سنگر و انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان انجام گرفت. پس از یک ماه سازگاری با شرایط پرورشی و جیره پایه، تعداد ۴۵۰ عدد فیل ماهی جوان با میانگین وزنی ۹/۳۸g ± ۹۵/۵۸ به طور تصادفی به ۱۵ تانک فایبرگلاس با ابعاد (۲×۲×۰/۵۳m) و با تراکم ۳۰ عدد در هر تانک توزیع شدند.

گروه بندی تحقیقاتی: ماهیان مذکور در قالب ۵ تیمار (شاهد (۰٪)، ایمنواستر ۱٪، ایمنووال ۱٪، ایمنواستر ۳٪ و ایمنووال ۳٪) با ۳ تکرار (طرح کاملاً تصادفی) در تانک‌ها ذخیره سازی شدند. ترکیبات غذایی هر یک از جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارایه شده‌اند. محرک‌های ایمنی ایمنواستر ساخت شرکت Awill استرالیا (در سطوح ۱٪ و ۳٪) و ایمنووال ساخت شرکت ICC برزیل (در سطوح ۱٪ و ۳٪) جانشین سلولز موجود در جیره غذایی شدند (۹).

فیل ماهیان جوان به مدت ۸ هفته و براساس حداکثر ۴٪ وزن توده زنده در ۴ نوبت (۲ بامداد، ۸ صبح، ۱۴ عصر و ۲۰ شب) تغذیه شدند (۱۶).

نمونه برداری و اندازه گیری‌ها: میانگین دما، اکسیژن و pH در طول دوره پرورش به ترتیب ۳/۰۶ ^{o}C ± ۲۳/۲۴، ۰/۳۵mg/L ± ۶/۷۳ و ۰/۰۹ ± ۷/۹۲ بودند. در پایان دوره آزمایش نمونه برداری از خون ماهیان به طور تصادفی انجام گرفت (۹ ماهی به ازای هر تیمار). تغذیه ماهیان ۲۴ ساعت قبل از خونگیری قطع شد و سپس با استفاده از سرنگ ۲mL و از طریق ورید ساقه دمی واقع در پشت باله مخرجی خونگیری به عمل آمد. در هنگام خونگیری از مواد بیهوش کننده به علت احتمال تأثیر بر شاخص‌های خونی استفاده نگردید (۲۶). از نمونه‌های خون جمع آوری شده، ۱/۵mL برای جداسازی سرم در لوله‌های اپندورف فاقد ماده ضد انعقاد هپارین و ۰/۵mL در لوله‌های اپندورف حاوی ماده ضد انعقاد هپارین تقسیم گردید.

جهت انجام مطالعات سرولوژی خون موجود در لوله‌های اپندورف فاقد ماده ضد انعقاد هپارین توسط سانتریفوژ (مدل Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatch آلمان) با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده، سرم جدا و با سمپلر در اپندورف‌های تازه ریخته و در دمای ۸۰^{o}C- نگهداری شدند. شاخص‌های خونی شامل تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb)، تعداد گلبول‌های سفید (WBC)، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید شامل لنفوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها، متوسط حجم گلبول قرمز (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) اندازه‌گیری شدند (۱۲). جهت سنجش پروتئین کل و آلبومین به ترتیب از روش بیوره (۷) و روش بروموکرزول گرین (۶) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری سطوح لیزوزیم از روش توصیه

جدول ۱. ترکیبات غذایی جیره‌های آزمایشی برای تغذیه بچه فیل ماهیان در مدت ۸ هفته.
مخلوط ویتامینی a:

(g/100 g vitamin premix except A, 160000 IU and D3, 40000 IU): E, 4; K3, 0.2; B1, 0.6; B2, 0.8; B3, 1.2; B5, 4; B6, 0.4; B9, 0.2; B12, 0.8; H2, 0.02; C, 6; Inositol, 2; BHT (butylated hydroxyl toluene), 2.

مخلوط معدنی b :

(g/100 g mineral premix): Fe, 2.6; Zn, 1.25; Se, 0.2; Co, 0.048; Cu, 0.42; Mn, 1.58; I, 0.1; Cholin chloride, 1.2.

ترکیبات جیره (٪)	شاهد (٪۰)	ایمنواستر ٪۱	ایمنووال ٪۱	ایمنواستر ٪۳	ایمنووال ٪۳
پودر ماهی کیلکا	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲
پودر گوشت	۹	۹	۹	۹	۹
آرد سویا	۱۹/۵	۱۹/۵	۱۹/۵	۱۹/۵	۱۹/۵
آرد گندم	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
روغن آفتاب‌گردان	۹	۹	۹	۹	۹
ملاس	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
لسیتین	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
ال- متیونین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ال-کارنیتین	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
نمک	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ویتامین C	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ویتامین E	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
سلولز	۳	۲	۲	۰	۰
مخلوط ویتامینی [a]	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مخلوط معدنی [b]	۱	۱	۱	۱	۱
ایمنواستر	۰	۱	۰	۳	۰
ایمنووال	۰	۰	۱	۰	۳

شده Ellis در سال ۱۹۹۰ و جهت سنجش میزان ایمنوگلوبولین M (IgM) از روش پیشنهاد شده Siwicki و Anderson در سال ۱۹۹۳ استفاده گردید. اندازه‌گیری شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، آزمایشگاه تشخیص طبی دکتر فدایی رشت و دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران انجام گرفت.

بررسی آماری: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا همگن بودن گروه‌ها با آزمون Levene مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با توجه به همگن بودن داده‌ها، برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. نرم افزار آماری SPSS Version 15 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار برده شد.

نتایج

جدول ۲ نتایج شاخص‌های خونی را در بچه فیل ماهیان پرورشی در پایان هفته هشتم نشان می‌دهد. ماهیان تغذیه کرده از محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ افزایشی را در شاخص MCV نسبت به گروه شاهد نشان دادند که این افزایش بین تیمارهای ایمنووال ۱٪ و ایمنواستر ۳٪ با گروه شاهد معنی‌دار بود ($p<0/05$). بیشترین تعداد لنفوسیت در تیمار ایمنووال ۳٪ رویت گردید. از طرف دیگر، ماهیان تغذیه کرده از دو محرک ایمنی مذکور در شاخص‌هایی نظیر هماتوکریت، هموگلوبین (به استثنای ایمنواستر ۱٪)، WBC (به استثنای ایمنووال ۳٪)، MCH و نوتروفیل افزایشی را نسبت به گروه شاهد نشان دادند. اختلاف معنی‌داری بین تیمار ایمنواستر ۳٪ و تیمارهای ایمنواستر ۱٪ و ایمنووال ۳٪ در تعداد ائوزینوفیل‌ها وجود داشت ($p<0/05$). همچنین بین تیمارهای ایمنواستر ۳٪ و ایمنووال ۳٪ با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری در تعداد مونوسیت‌ها ثبت شد ($p<0/05$).

ماهیان تغذیه کرده از محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ افزایشی را در شاخص‌های پروتئین کل و آلبومین (به استثنای تیمار ایمنواستر ۳٪) نشان دادند (جدول ۳).

ماهیان تغذیه کرده از ایمنواستر ۱٪ و ایمنووال ۳٪ دارای سطوح بالاتری از IgM نسبت به گروه شاهد بودند. از طرف دیگر، ماهیان تغذیه کرده از محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ افزایشی را در شاخص لیزوزیم نسبت به گروه شاهد نشان دادند (جدول ۴).

بحث

در بسیاری از مزارع پرورشی شرایط محیطی نامطلوب نظیر تغییرات در pH، پایین بودن اکسیژن محلول، نوسانات دمایی، کاهش کیفیت آب جهت پرورش و یا مشکلات مدیریتی شامل تغذیه ناکافی، تغذیه بیش از حد و تراکم خارج از استاندارد استرس‌هایی را بر ماهیان پرورشی ایجاد نموده که سبب کاهش در رشد و تضعیف سیستم ایمنی شده و آنها را در برابر بیماریها مستعد می‌سازد (۲۸). موفقیت‌های اقتصادی فرایند آبزی پروری وابسته به درک عمیق از زیست شناسی و رفتار تغذیه‌ای گونه مورد پرورش و مدیریت شرایط زیست محیطی چرخه تولید است (۲۵). استفاده از جیره‌های غذایی مکمل شده با محرک‌های ایمنی از قبیل بتا گلوکان و مانان الیگوساکارید (MOS) به عنوان ترکیبات اصلی سازنده مخمرها امروزه در آبزی پروری توصیه می‌شود. چرا که آنها قادر به فائق آمدن بر اثرات منفی استرس‌های شایع در پرورش متراکم ماهیان از طریق تقویت سیستم ایمنی هستند (۲۷).

ترکیب بتا ۱،۳ گلوکان از دیواره سلولی مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) مشتق شده و مقاومت موجود را نسبت به عفونت‌های باکتریایی و ویروسی افزایش می‌دهد. بتاگلوکان قادر است فعالیت بیگانه خوارها و سایر بخش‌های مختلف سیستم ایمنی ذاتی یا غیر اختصاصی را در ماهیان تنظیم نماید (۱۹). بتا ۱،۳ گلوکان باعث افزایش فعالیت پروتئین‌های ضد میکروبی نظیر لیزوزیم و

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های خونی بچه فیل ماهیان در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم. (تعداد نمونه: ۹ ماهی به ازای هر تیمار). اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار دارند ($p<0/05$).

شاخص‌های خونی	شاهد(۰٪)	ایمنواستر ۱٪	ایمنووال ۱٪	ایمنواستر ۳٪	ایمنووال ۳٪
هماتوکریت (٪)	۲۳/۰۰±۱/۷۳ [a]	۲۴/۵۵±۲/۰۰ [a]	۲۴/۴۴±۳/۲۸ [a]	۲۴/۵۵±۳/۲۰ [a]	۲۵/۲۲±۳/۱۱ [a]
هموگلوبین (g/dL)	۵/۳۵±۰/۶۱ [a]	۵/۲۷±۰/۷۶ [a]	۵/۷۴±۱/۰۵ [a]	۵/۵۷±۰/۶۲ [a]	۵/۵۰±۰/۵۸ [a]
گلبول قرمز (تعداد × 10^6)	۰/۷۹±۰/۰۸ [a]	۰/۷۲±۰/۱۰ [a]	۰/۶۸±۰/۰۶ [a]	۰/۶۹±۰/۱۴ [a]	۰/۷۴±۰/۱۳ [a]
گلبول سفید (تعداد × 10^3)	۶۴/۰۵±۱۵/۵۸ [a]	۶۶/۶۶±۱۵/۰۸ [a]	۷۲/۷۲±۱۱/۹۹ [a]	۷۰/۶۶±۱۶/۶۳ [a]	۶۳/۸۳±۱۰/۱۶ [a]
MCV (fl)	۲۹۲/۲۷±۲۲/۰۵ [a]	۳۴۲/۲۲±۵۱/۶۲ [ab]	۳۶۰/۴۶±۶۳/۳۴ [b]	۳۶۴/۶۸±۵۶/۸۳ [b]	۳۴۰/۹۸±۳۰/۹۱ [ab]
MCH (pg)	۶۷/۸۳±۵/۷۷ [a]	۷۳/۱۳±۱۱/۶۷ [a]	۸۴/۶۱±۱۷/۹۸ [a]	۸۴/۰۱±۱۹/۴۸ [a]	۷۴/۸۵±۱۰/۷۲ [a]
MCHC (%)	۲۳/۲۰±۱/۳۷ [a]	۲۱/۳۸±۱/۸۹ [a]	۲۳/۳۴±۱/۳۸ [a]	۲۲/۸۲±۲/۵۸ [a]	۲۱/۸۸±۱/۸۶ [a]
لنفوسیت (٪)	۴۷/۴۴±۸/۲۹ [ab]	۴۶/۰۰±۴/۸۴ [ab]	۴۳/۶۷±۱۰/۵۴ [ab]	۳۷/۳۳±۱۱/۲۲ [a]	۵۳/۱۱±۱۰/۰۳ [b]
نوتروفیل (٪)	۲۲/۶۷±۶/۸۱ [a]	۲۸/۷۷±۶/۲۶ [a]	۲۳/۲۲±۱۲/۲۷ [a]	۲۵/۵۵±۸/۰۷ [a]	۲۵/۶۶±۸/۲۹ [a]
ائوزینوفیل (٪)	۲۶/۰۰±۵/۳۶ [ab]	۲۲/۲۲±۶/۱۸ [a]	۲۹/۸۹±۷/۰۷ [ab]	۳۵/۶۶±۱۴/۳۹ [b]	۱۹/۷۷±۳/۹۹ [a]
مونوسیت (٪)	۳/۸۹±۱/۹۰ [b]	۲/۷۷±۲/۲۲ [ab]	۳/۲۲±۱/۷۱ [ab]	۱/۴۴±۱/۱۳ [a]	۱/۳۳±۰/۸۶ [a]

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی بچه فیل ماهیان در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم. (تعداد نمونه: ۹ ماهی به ازای هر تیمار). اعدادی که در هر ردیف دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ($p>0/05$).

شاخص‌های بیو شیمیایی	شاهد(۰٪)	ایمنواستر ۱٪	ایمنووال ۱٪	ایمنواستر ۳٪	ایمنووال ۳٪
پروتئین کل (g/dL)	۱/۵۰±۰/۱۰ [a]	۱/۵۶±۰/۱۶ [a]	۱/۶۱±۰/۲۰ [a]	۱/۵۱±۰/۲۴ [a]	۱/۶۵±۰/۲۱ [a]
آلبومین (g/dL)	۰/۶۰±۰/۰۳ [a]	۰/۶۲±۰/۰۳ [a]	۰/۶۱±۰/۰۷ [a]	۰/۵۹±۰/۱۰ [a]	۰/۶۸±۰/۰۸ [a]

کمپلمان، تحریک سلول‌های بیگانه خوار نظیر ماکروفاژها و تولید آنتی بادی می‌شود که باعث افزایش سطح ایمنی اختصاصی و غیر اختصاصی بدن، افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا و کاهش مرگ و میر در ماهیان می‌شود (۵،۲۱).

در تحقیق حاضر که برای نخستین بار از محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال (حاوی بتا ۳،۱ گلوکان) استفاده شد، افزایشی در فاکتورهای ایمنی نظیر IgM (تیمارهای ایمنواستر ۱٪ و ایمنووال ۳٪) و لیزوزیم سرم خون (تمامی تیمارها در قیاس با شاهد) مشاهده گردید. فرایند ایمنی شدن در ماهیان خاویاری به اندازه کپور ماهیان و آزاد ماهیان رشد و توسعه نیافته است (۲۳). در ماهیان سیستم ایمنی ذاتی یا غیر اختصاصی یک مکانیسم دفاعی اساسی در برابر عوامل بیماریزا محسوب می‌شود. تقویت این سیستم برای ماهیان پرورشی بسیار ارزشمند است چرا که ماهیان در شرایط پرورشی در برابر بسیاری از عوامل باکتریایی فرصت طلب آسیب پذیرند (۲۱). اتصال بتا گلوکان به گیرنده‌های سلولی فرایند بیگانه خواری را از طریق فعال سازی مسیرهای کمپلمان تقویت می‌کند. مطالعات نشان داده است که تغذیه کوتاه مدت با محرک‌های ایمنی سبب تولید اثرات مفید بر سیستم ایمنی و افزایش مقاومت در برابر بیماریها می‌گردد. گزارش‌های متعددی نشان داده‌اند که گیرنده‌های گلوکان در ماهیان روی ماکروفاژها قرار داشته و قادرند از طریق فعال سازی مستقیم ماکروفاژها باعث ارتقاء ایمنی غیر اختصاصی شوند (۱۹). گیرنده مانوز یک گیرنده داخل سلولی ماکروفاژها و سلول‌های اندوتلیال بوده که لیگاندهای حاوی مانوز با سایر گیرنده‌ها متصل شده و سبب فعال شدن گلبول‌های سفید و تولید سیتوکین‌های ضد التهابی می‌شوند (۱۳). ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با دز ۰/۲٪ مانان اولیگوساکارید در هر دو محیط پرورشی قفس و کانال‌های دراز اختلاف معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد در فاکتور لیزوزیم نشان دادند (۲۵).

اثرات سطوح ۰/۱ و ۰/۵٪ بتا گلوکان در جیره غذایی هیبرید (*A.baeri* × *Acipenser ruthenus*) با میانگین وزنی ۱۲g نشان داد که سطوح مذکور بتا گلوکان در مدت ۸ هفته تغذیه سبب افزایش فعالیت گلبول‌های سفید، افزایش فعالیت بیگانه خواری و انفجار تنفسی شده است (۱۱). تأثیر سطوح ۱، ۵ و ۱۰ g/kg مخمر آبجو در جیره غذایی ماهیان سیم دریایی (*Sparus aurata*) به وزن ۱۰۰g تا ۲۰۰ به مدت ۴ هفته مشخص کرد که

جدول ۴. مقایسه شاخص‌های ایمنی بچه فیل ماهیان در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم. (تعداد نمونه: ۹ ماهی به ازای هر تیمار). اعدادی که در هر ردیف دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ($p>0/05$).

شاخص‌های ایمنی	شاهد(۰٪)	ایمنواستر ۱٪	ایمنووال ۱٪	ایمنواستر ۳٪	ایمنووال ۳٪
IgM (mg/dL)	۱۰/۱۳±۴/۶۵ [a]	۱۱/۴۱±۳/۴۶ [a]	۹/۹۴±۵/۸۰ [a]	۹/۷۱±۴/۸۴ [a]	۱۴/۱۲±۳/۶۸ [a]
لیزوزیم (µg/mL)	۰/۳۸±۰/۷۸ [a]	۱/۸۱±۳/۶۵ [a]	۰/۸۲±۱/۶۷ [a]	۰/۴۵±۱/۳۷ [a]	۱/۳۸±۲/۸۰ [a]

سطوح IgM سرم خون به طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. البته بالاترین غلظت IgM در سطح ۵g/kg مشاهده شد. مخمر آبجو به دلیل دارا بودن ترکیبات بتاگلوکان نقش مهمی در ارتقای سیستم ایمنی اختصاصی دارد. همچنین دز مناسب محرک‌های ایمنی و مدت زمان اثر آنها بسیار تعیین کننده می‌باشد (۴). اثر سطح ۰/۱٪ ماکروگارد (ترکیب حاوی بتاگلوکان) در کوتاه مدت (۱۵ روز) و طولانی مدت (۶۰ روز) در ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) با میانگین وزنی ۸۰g اختلافات معنی‌داری را بین گروه شاهد و گروه‌های آزمایشی در میزان لیزوزیم نشان داد. در این بررسی اشاره شد که بتاگلوکان قادر به تحریک فرایندهای فعال سازی گلبول‌های سفید خصوصاً لنفوسیت‌ها می‌باشد (۳).

Misra و همکاران در سال ۲۰۰۶ اثرات سطوح mg/kg ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ بتا گلوکان را در جیره غذایی به مدت ۸ هفته بر فاکتورهای ایمنی و رشد بچه ماهیان انگشت قد روهو (*Labeo rohita*) با میانگین وزنی ۳۵g بررسی نمودند. شاخص رشد ویژه در سطوح ۲۵۰mg و ۵۰۰ افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. مکانیسم این عمل مشخص نیست اما احتمالاً بتاگلوکان در دستگاه گوارش تجزیه شده و تولید انرژی کرده است. همچنین افزایش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید، غلظت لیزوزیم و غلظت پروتئین سرم خون در سطوح ۲۵۰mg و ۵۰۰ رویت گردید. چگونگی افزایش میزان لیزوزیم به افزایش تعداد گلبول‌های سفید و افزایش فعالیت بیگانه خواری آنها ارتباط داده شد. Ai و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثرات دز کم (۰/۰۹) و دز زیاد (۰/۱۸)٪ بتاگلوکان را در جیره غذایی به مدت ۸ هفته بر واکنش‌های ایمنی غیر اختصاصی ماهی شوریده زرد بزرگ (*Pseudosciaena crocea*) با میانگین وزنی ۹ g و نیز ایجاد مقاومت در برابر باکتری *Vibrio harveyi* مطالعه کردند. نتایج نشان داد که با افزایش دز میزان فعالیت لیزوزیم، میزان بیگانه خواری و انفجار تنفسی نیز افزایش یافته است. میزان تلفات در دز کم در رویارویی با باکتری (*V. harveyi*) اختلاف معنی‌داری با سایرین داشت که علت آن تقویت مکانیسم‌های ایمنی غیر اختصاصی توسط بتاگلوکان بود. افزودن سطوح g/kg ۲، ۴ و ۶ مانان اولیگوساکارید به جیره غذایی باس دریایی با میانگین وزنی ۶۰ g طی مدت ۸ هفته ثابت کرد که فعالیت بیگانه خواری در گروه‌های تغذیه شده با مانان الیگوساکارید افزایشی نسبت به گروه شاهد داشت. این افزایش می‌تواند به دلیل حضور گیرنده‌های مانوز در گلبول‌های سفید قسمت قدامی کلیه باشد که در تشخیص آنتی ژن و فرایند بیگانه خواری دخالت دارند. گیرنده‌های مانوز این توانایی را دارند که آنتی ژن‌ها را شناسایی و آنها را غیر فعال سازند. مانان الیگوساکارید می‌تواند سیستم ایمنی باس دریایی را از طریق تحریک اتصال مانوز به لکتین توسط ترشحات کبدی ارتقاء دهد. همچنین ارتباط مستقیمی بین افزایش سطوح مانان الیگوساکارید با افزایش غلظت لیزوزیم گزارش شد که این افزایش معنی‌دار نبود (۲۶). در قیاس با نتایج مذکور، غلظت لیزوزیم در گربه ماهیان کانالی (*Ictalurus punctatus*) با میانگین وزنی ۴۷۶g که به مدت ۶ هفته با جیره‌های غذایی حاوی ۱g/kg ماکروگارد (ترکیب حاوی بتاگلوکان) و ۲g/kg، Bio-MOS تغذیه شده بودند، کاهشی را نسبت به ماهیان گروه شاهد نشان داد (۲۷). غلظت لیزوزیم در آزاد ماهیان اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) تغذیه شده با سطح ۱٪ مانان الیگوساکارید پایین‌تر از گروه شاهد بود (۹).

در تحقیق حاضر، تعداد گلبول‌های سفید در گروه‌های تغذیه شده با ایمنواستر و ایمنووال (به استثنای ایمنووال ۳٪) افزایشی را نسبت به گروه شاهد نشان دادند. گلبول‌های سفید یکی از مهمترین سلول‌هایی هستند که می‌توانند واکنش‌های ایمنی غیر اختصاصی را در ماهیان تحریک کنند (۲۳). افزایش در تعداد گلبول‌های سفید ناشی از ترکیبات بتاگلوکان بوده چرا که آنها گیرنده‌های خاصی را روی گلبول‌های سفید شناسایی می‌کنند. وقتی بتاگلوکان روی این گیرنده‌ها قرار گیرد، سلول‌ها شروع به بلعیدن باکتری‌ها نموده و باعث ترشح سیتوکین می‌شوند که این سیتوکین‌ها باعث تحریک بیشتر گلبول‌های سفید جدید می‌شوند (۱۸). تعداد گلبول‌های سفید در گربه ماهیان کانالی تغذیه شده با ۲g/kg مانان الیگوساکارید افزایشی را نسبت به گروه شاهد نشان داد (۲۸). ماهیان روهو تغذیه شده با سطوح ۱، ۲ و ۴٪ مانان الیگوساکارید به طور معنی‌داری تعداد گلبول‌های سفید بیشتری نسبت به گروه شاهد داشتند. مشخص گردید که حضور گیرنده‌های مانوز و فعالیت آنها در جهت شناسایی آنتی ژن‌های میکروب‌ها در انجام فرایند بیگانه خواری تأثیر گذار بوده است. گیرنده‌های مانوز اصلی ترین مولکول درگیر در شناسایی آنتی ژن‌ها بوده و فرایند اتصال و غیر فعال کردن آنها را بر عهده دارند (۲).

در مطالعه حاضر، میزان پروتئین کل و آلبومین در فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱٪ و ۳٪ ایمنواستر و ایمنووال بالاتر از گروه شاهد بود. طبق گزارش Andrews و همکاران در سال ۲۰۰۹ افزایش در میزان غلظت پروتئین کل و آلبومین می‌تواند به دلیل واکنش‌های ایمنی غیر اختصاصی قویتر ناشی از ترکیبات مانان الیگوساکارید و بتاگلوکان باشد.

در این تحقیق، افزایشی در میزان هماتوکریت، هموگلوبین (به

استثنای ایمنواستر ۱٪)، تعداد گلبول های سفید (به استثنای ایمنووال ۳٪)، MCH، MCV و نوتروفیل در گروه‌های تغذیه شده با محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ در قیاس با گروه شاهد مشاهده گردید. اختلاف معنی‌داری در تعداد گلبول های قرمز، میزان هموگلوبین، میزان پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین در ماهیان روهو تغذیه کرده از سطوح ۱، ۲ و ۴٪ مانان الیگوساکارید گزارش شد (۲). افزایشی در میزان هماتوکریت و هموگلوبین در گربه ماهی کانالی تغذیه شده با سطح g/kg ۱ ماکروگارد (حاوی بتاگلوکان) در مقایسه با گروه شاهد وجود داشت. اما در ماهیان تغذیه شده با سطح g/kg ۲ مانان الیگوساکارید کاهشی در تعداد گلبول های قرمز، میزان هماتوکریت و هموگلوبین نسبت به شاهد گزارش شد (۲۷). رژیم های غذایی حاوی ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱٪ مانان الیگوساکارید اثر معنی‌داری بر هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد گلبولهای قرمز، MCV، MCH، MCHC و پروتئین کل در ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) نداشتند (۲۰).

چون فیل ماهی دارای مراحل طولانی رشد و سن بالای رسیدگی جنسی می‌باشد، پس اثرات این محرک‌های ایمنی بر شاخص های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی نیاز به زمان بیشتری دارد. البته به نظر می‌رسد نوسانات و تفاوت‌ها در فاکتورهای خونی و ایمنی در تحقیقات گوناگون دانشمندان به خصوصیات گونه ماهی مورد مطالعه، میزان دز القاء شده مانان الیگوساکارید و بتا گلوکان، ترکیبات جیره‌های غذایی، دوره پرورش و... وابسته باشند. طبق مطالعات Sado و همکاران در سال ۲۰۰۸ با توجه به خونسرد بودن ماهیان اثرات فاکتورهای محیطی می‌تواند قابل توجه باشد.

تشکر و قدردانی

از آقایان مهندس محمد حسین طلوعی ریاست وقت مرکز تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی، دکتر فریبرز جمالزاد، مهندس ابراهیم حصیرباف، مهندس محمد پوردهقانی و مهدی ملکی صمیمانه تشکر می‌نماییم.

References

1. Ai, Q., Mai, K., Zhang, L., Tan, B., Zhang, W., Xu, W., et al. (2007) Effect of dietary β-1, 3 glucan on innate immune response of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Fish Shellfish Immunol. 22: 394-402.
2. Andrews, S.R., Sahu, N.P., Pal, A.K., Kumar, S. (2009) Haematological modulation and growth of Labeo rohita fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. Aquac Res. 41: 61-69.
3. Bagni, M., Romano, N., Finoia, M.G., Abelli, L., Scapigliati, G., Tiscar, P.G., et al. (2005) Short- and long-term effects of a dietary yeast β-glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrachus labrax*). Fish Shellfish Immunol. 18: 311-325.
4. Cuesta, A., Meseguer, J., Esteban, M.A. (2004) Total serum immunoglobulin M levels are affected by immunomodulators in seabream (*Sparus aurata*). Vet Immunol Immunopathol. 101: 203-210.
5. Dalmo, A.R., Bogwald, J. (2008) β-glucans as conductors of immune symphonies. Fish Shellfish Immunol. 25: 384-396.
6. Doumas, B.T., Watson, W., Biggs, H. G. (1971) Albumin standards and measurement of serum albumin with bromocresol green. Clin Chem Acta. 31: 87-96.
7. Doumas, B.T., Bayse, D.D., Carter, R.J., Peters, T.J.R., Schaffer, R.A. (1981) Candidate reference method for determination of total protein in serum. I. Development and validation. Clin Chem. 10:42-50.
8. Ellis, A.E. (1990) Lysozyme assays. In: Techniques in Fish Immunology. Stolen, J.S., Fletcher, D.P., Anderson, B.S., Van Muiswinkel, W.B. (eds.). SOS Publication, USA. p.101-103.
9. Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Gatlin III, D.M. (2008) The effect of dietary supplement with mannan- oligosaccharide, fructo- oligosaccharide or galacto- oligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture. 283: 163-167.
10. ICC, (Industrial Comercio Exportacao E. Importacao) (2007) Immunowall product information sheet. Brazil.
11. Jeney, G., Jeney, Z. (2002) Application of immunostimulants for modulation of the non-specific defense mechanisms in sturgeon hybrid: *Acipenser ruthenus* × *A.baeri*. J Appl Ichthyol. 18: 416-419.
12. Klontz, G.W. (1994) Fish hematology. In: Techniques in Fish Immunology. Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Rowley, A.F., Kelikoff, T.C., Kaatari, S.L., Smith,

S.A. (eds.). Vol. 3. SOS Publications, Fair Haven, New Jersey, USA. p.121-132.

13. Linehan, S.A., Martinez-Pomares, L., Gordon, S. (2000) Macrophage lectins in host defense. Microbes Infect. 2: 279-288.
14. Misra, C.K., Das, B.K., Mukherjee, S.C., Pattnaik, P. (2006) Effect of long term administration of dietary β-glucan on immunity, growth and survival of Labeo rohita fingerlings. Aquaculture. 255: 82-94.
15. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Pourali, H.R., Alizadeh, M. (2000) Meat production culture of *Huso huso* in fiberglass tank. A common project with management and planning organization. Iranian Fisherles Research Organization (IFRO).
16. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H.R., Salehpour, M. (2006) Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. J Appl Ichthyol. 22: 278-282.
17. Newman, K. (2007) Form follows function in picking MOS product. Feedstuffs. 79: 1-2.
18. Raa, J. (1996) The use of immunostimulatory substances in fish and shellfish farming. Res Fish Sci. 4: 229-288.
19. Robertsen, B. (1999) Modulation of the non-specific defense of fish by structurally conserved microbial polymers. Fish Shellfish Immunol. 9: 269-290.
20. Sado, R.Y., Almeida Bicudo, A.J.D., Cyrino, J.E.P. (2008) Feeding dietary mannan oligosaccharides to juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. J World Aquacult Soc. 39: 821-826.
21. Sakai, M. (1999) Current research status of fish immunostimultants. Aquaculture. 172: 63-92.
22. Siwicki, A.K., Anderson, D.P. (1993) Non-Specific defence mechanisms assay in fish: II. Potential killing activity of neutrophils and macrophages, lysozyme activity in serum and organs and total immunoglobulin level in serum. Disease diagnosis and prevention methods, FAO-project GCP/INT/JPA, IFI, Olsztyn, Poland. p.105-112.
23. Soltani, M. (2007) Fish and Shellfish Immunology. University of Tehran Press. Tehran, Iran.
24. Sudagar, M., Azari Takami, G., Panomarev, C.A., Mahmoudzadeh, H., Abedian, A., Hosseini, S.A. (2005) The effects of different dietary levels of betaine and methionine as attractant on the growth factors and survival rate of juvenile beluga (*Huso huso*). Iran Sci Fish J. 14: 41-50.
25. Staykov, Y., Spring, P., Denev, S., Sweetman, J. (2007) Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquacult Int. 15: 153-161.
26. Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M.J., Montero, D., Robaina, L., Real, F., et al. (2007) Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish Shellfish Immunol. 23: 969-981.
27. Welker, T., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Shelby, R., Klesius, P.H. (2007) Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. J World Aquacult Soc. 38: 24-35.
28. Winton, J.R. (2001) Fish health management. In: Fish Hatchery Management. Wedemeyer, G. (ed.). (2nd ed.) American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA.

The effect of immunoster and immunowall immunostimulants on hematological, biochemical and immune indices in farmed juveniles great sturgeon (*Huso huso*)

Taati, R.[1*], Tatina, M.[2], Bahmani, M.[3]

[1]*Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh-Iran*

[2]*Department of Fisheries, Bandar Anzali Branch, Islamic Azad University, Bandar Anzali-Iran*

[3]*Dr. Dadman International Sturgeon Research Institute, Rasht-Iran*

(Received 1 December 2012 , Accepted 5 April 2013)

Abstract:

BACKGROUND: Immunostimulants play an important role in strengthening the immune system of fishes and prevention of various diseases. **OBJECTIVES:** This study was carried out to evaluate the effect of different levels of Immunoster (IS) and Immunowall (IW) immunostimulants on hematological, biochemical and immune indices in farmed juveniles great sturgeon (*Huso huso*) over 8 weeks. **METHODS:** After one month acclimatization period to rearing conditions and basal diet, 450 farmed juveniles great sturgeon (95.58 ± 9.38 g) were categorized as a completely randomized designing into five treatments (Control, IS 1%, IW 1%, IS 3% and IW 3%) in three replicates groups and kept at a density of 30 fish per tank. At the end of 8th week, blood samples were randomly collected (9 fish per treatment). **RESULTS:** The values of hematocrit, hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular value (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), WBC, RBC, cell differentiation, total protein, albumin, IgM and lysozyme were determined. Hematocrit, hemoglobin (except IS 1%), WBC (except IW 3%), MCH, MCV ($p<0.05$) and percent of neutrophil showed an increase in both immunostimulant treated groups compared the control one. Meanwhile the maximum lymphocyte count was seen in IW 3%. It was also observed an increase in total protein, albumin (except IS 3%) and lysozyme concentrations of the treated groups compared the control one. **CONCLUSIONS:** It can be concluded that Immunoster and Immunowall can improve hematological, biochemical and immune indices in juvenile farmed great sturgeons.

Key words: great sturgeon (*Huso huso*), β-glucan, mannan oligosaccharide, biochemistry

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Ingredients of the experimental diets for feeding of juveniles great sturgeon in 8 weeks.

Table 2. Comparison of hematological indices of juveniles great sturgeon in different treatments at the end of 8th week. (n= 9 per group).

Table 3. Comparison of biochemical indices of juveniles great sturgeon in different treatments at the end of 8th week. (n= 9 per group).

Table 4. Comparison of immune indices of juveniles great sturgeon in different treatments at the end of 8th week. (n= 9 per group).

***Corresponding author's email: r.taati@gmail.com, Tel: 0182-4245205, Fax: 0182-4245211**