

## تأثیر پریبوتیک ایمونوژن در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل‌ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso* Linne, 1758)

\* مهدی مهاجر استرآبادی<sup>۱</sup>، حبیب وهاب‌زاده<sup>۲</sup>، عباسعلی زمینی<sup>۳</sup>

محمد سوداگر<sup>۳</sup> و رسول قربانی نصرآبادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

<sup>۲</sup> گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

<sup>۳</sup> گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۹

### چکیده

استفاده از پریبوتیک‌ها به‌عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم که به‌طور مؤثری سلامتی میزبان را از طریق تحریک و یا محدود کردن رشد باکتری‌های موجود در روده تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، ایده جدیدی است که در آبزی‌پروری شکل گرفته است. این بررسی برای ارزیابی کارایی پریبوتیک تجاری ایمونوژن در ۵ تیمار (۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد) به جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*)، در ۳ دامنه وزنی، ماهیان ریز با میانگین وزن  $8/71 \pm 0/2$  گرم، ماهیان متوسط با میانگین وزن  $25/15 \pm 0/1$  گرم و ماهیان درشت با میانگین وزن  $53/69 \pm 0/2$  گرم انجام گرفت. ماهیان روزانه با غذای دستی در ۶ وعده تغذیه شدند. آزمایش به‌مدت ۸ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی در تابستان ۱۳۸۸ انجام شد. در انتهای دوره پرورش، میزان رشد و بازماندگی فیل‌ماهیان جوان مقایسه شد. نتایج نشان داد که اختلاف در میانگین وزن، طول، رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن، درصد میزان رشد ویژه و ضریب چاقی در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد ایمونوژن تغذیه شدند، به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) بالاتر از گروه شاهد بود. اختلاف ضریب تبدیل غذایی در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پریبوتیک ایمونوژن تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) پایین‌تر از گروه شاهد بود. میزان بازماندگی در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبوتیک ایمونوژن تغذیه شدند نسبت به ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند، بالاتر بود ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). بر پایه این داده‌ها، نتیجه‌گیری می‌شود که پریبوتیک ایمونوژن می‌تواند در سطوح پایین به‌عنوان مکمل غذایی در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان پرورشی برای افزایش رشد و بازماندگی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ایمونوژن، بازماندگی، پریبوتیک، رشد، فیل‌ماهی (*Huso huso*)

### مقدمه

دارد. از طرفی این گونه به‌علت تولید خاویار سیاه از ارزش شیلاتی برخوردار است (پورعلی‌فاشتمی و همکاران، ۲۰۰۶؛ اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر صید بی‌رویه، آلودگی‌های زیست محیطی، صید غیرمجاز و احداث سدها باعث شده است که فیل‌ماهی در لیست گونه‌های در حال انقراض

فیل‌ماهی (*Huso huso*) بزرگترین ماهی خانواده تاس‌ماهیان و از ماهیان تجاری دریای خزر می‌باشد. که به‌دلیل رشد سریع و تحمل شرایط نامساعد محیطی نسبت به سایر گونه‌ها برای پرورش اهمیت بیشتری

\* مسئول مکاتبه: mohajer\_m@hotmail.com

Roberfroid, ۱۹۹۵؛ اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین پریبیوتیک‌ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می‌شوند. عناصر غذایی که به‌عنوان پریبیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند بایستی خواصی را دارا باشند: (۱) در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش نبایستی 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 (Gibson و Fooks, ۲۰۰۲؛ اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). مثال‌هایی از پریبیوتیک‌ها شامل بتاگلوکان‌ها (Skjermo و همکاران، ۲۰۰۶؛ Couso, ۲۰۰۳)، مانان‌الیگوساکاریدها (Salze و همکاران، ۲۰۰۸)، لاکتوز (Szilagy, ۲۰۰۲) و همین‌طور الیگوفروکتوز و اینولین (Walker و Teitelbaum, ۲۰۰۲) هستند. پریبیوتیک تجاری ایمونوژن شامل  $3 \pm 30$  درصد (۱) و ۳-۱ و ۶) بتاگلوکان،  $3 \pm 18$  درصد مانان‌الیگوساکارید، ۳۲ درصد پروتین، ۸ درصد خاکستر، ۸ درصد رطوبت،  $1/4$  درصد فیبر می‌باشد. بتاگلوکان‌ها و مانان‌الیگوساکاریدها پلی‌ساکاریدهایی متشکل از واحدهای گلوکز هستند که از دیواره سلولی مخمرها، قارچ‌ها و جلبک‌های بزرگ به‌دست می‌آیند (Salze و همکاران، ۲۰۰۸؛ Skjermo و همکاران، ۲۰۰۶). بتاگلوکان‌ها و مانان‌الیگوساکاریدها رشد و بازماندگی را در گونه‌های متفاوت ماهیان افزایش می‌دهند (Gatlin و Li, ۲۰۰۴؛ Gatlin و Li, ۲۰۰۵). در مطالعات قبلی، تأثیر پریبیوتیک تجاری، GroBiotic-A یک مخلوطی از اتولیز ناقص مخمر آب‌جو *Saccharomyces cerevisiae* و بخش‌هایی از ترکیبات شیر و تولیدات تخمیری خشک شده بود، در تغذیه هیبرید ماهیان جوان باس مخطط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) ارزیابی شد، که به‌طور معنی‌داری باعث افزایش رشد

قرار گیرد. تقریباً ۹۰ درصد از مکان‌های تخمیرزی آن در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر از بین رفته است و هم‌اکنون ۹۱ درصد تولید فیلم ماهی توسط مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری به‌وجود می‌آید (Barannikova و همکاران، ۱۹۹۵). میلیون‌ها فیلم ماهی به‌طور مصنوعی در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در ایران تولید شده و در اندازه انگشت‌قد ۳ تا ۵ گرمی در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر رهاسازی می‌شوند (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین با توجه به کاهش صید فیلم ماهی و تقاضای بالا برای گوشت آن، پرورش فیلم ماهی به‌منظور تولید گوشت از وزن ۳ تا ۵ گرم ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به اینکه در پرورش آبزیان ۵۰ درصد هزینه‌های پرورش مربوط به تغذیه می‌باشد، لذا جهت سودمند کردن امر پرورش ماهیان خاویاری، نیاز به دقت جدی در مراحل غذادهی و استفاده از غذاهای مصنوعی با کیفیت و کارایی مناسب می‌باشد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۶). برای تولید تجاری و کارآمد تاس ماهیان، مدیریت قوی، شرایط مناسب پرورش، غذادهی با جیره‌های مناسب که حاوی ترکیبات ارزان‌تر و در عین‌حال مؤثر که رشد بهینه و کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را داشته باشد ضروری به‌نظر می‌رسد (Lutes و Hung, ۱۹۸۷). در حال حاضر مسأله عمده در آبی‌پروری تجاری، بهبود جیره‌های غذایی فرموله شده برای افزایش رشد و ارتقاء سلامت ماهیان می‌باشد (Chebanov و Billard, ۲۰۰۱). ایده جدیدی که مطرح شده است استفاده از پریبیوتیک در جیره غذایی ماهی و میگو می‌باشد. پریبیوتیک‌ها عناصر غذایی (کربوهیدرات‌های) غیرقابل هضمی هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (Gibson و

و بازماندگی و کارایی تغذیه بالاتری در این ماهیان شد (Li و Gatlin، ۲۰۰۴؛ Li و Gatlin، ۲۰۰۵). تأثیر متفاوت اینولین و لیگو فروکتوز و لاکتوساکارز بر روی رشد لارو ماهی توربوت (*Psetta maxima*) که ماهیان تغذیه شده با لیگوفروکتوز میانگین وزن نهایی آنها نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود (Mahious و همکاران، ۲۰۰۵). تأثیر مثبت پربیوتیک‌های اینولین و لیگوفروکتوز در جیره غذایی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) و گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) را روی شاخص رشد ویژه (SGR) می‌توان اشاره کرد (Mahious و همکاران، ۲۰۰۷). اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در فیل‌ماهی پرورشی را ندارند. همچنین در یک بررسی مشابه استفاده از پربیوتیک اینولین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نشان داد که این پربیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی ماهی قزل‌آلا در نظر گرفته شود (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعه حاضر برای مشخص کردن اثرات پربیوتیک ایمونوژن بر رشد و بازماندگی و ترکیب بیوشیمیایی فیل‌ماهیان جوان اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان در تابستان ۱۳۸۸ اجرا شد. در ابتدا و قبل از انجام آزمایش اصلی تعداد ۸۰۰ قطعه بچه‌فیل‌ماهی به وزن حدود ۲ گرم از استخرهای خاکی پرورش به سالن ونیرو کارگاه منتقل شد، که بچه‌فیل‌ماهیان به ۴ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری به ابعاد (۱/۹×۱/۹×۰/۵۳ متر) با تراکم ۲۰۰ قطعه در هر مخزن منتقل شدند. که 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، به همراه غذای زنده با غذای دستی نیز تغذیه شدند. در پایان دوره آدپتاسیون همه بچه‌فیل‌ماهیان در یک زمان به غذای دستی عادت نکردند، به همین دلیل در سه اندازه، ماهیان ریز، ماهیان متوسط و ماهیان درشت دسته‌بندی شدند. آزمایش اصلی در ۱۵ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری که با حدود ۱۲۰۰ لیتر آب پر شده بود، انجام شد. که در همه مخازن تعداد ۴۵ قطعه بچه‌فیل‌ماهی، به‌طوری‌که در همه تیمارها در تکرار اول ماهیان ریز با وزن  $0.2 \pm 0.071$  گرم (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) و در تکرار دوم ماهیان متوسط با وزن  $0.1 \pm 0.025$  گرم و در تکرار سوم ماهیان درشت با وزن  $0.2 \pm 0.053$  گرم ذخیره‌سازی شد. داخل هر مخزن یک عدد سنگ هوا کار گذاشته شد که به‌وسیله شیلنگ هوادهی به دستگاه هواده متصل بود تا اکسیژن مورد نیاز تأمین گردد. حوضچه‌های فایبرگلاس دارای جریان آب دائمی و فواره‌ای بودند. با شروع آزمایش اصلی، پربیوتیک ایمونوژن در سطوح مختلف ۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد (Li و Gatlin، ۲۰۰۴؛ Li و Gatlin، ۲۰۰۵) به جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان به مدت ۸ هفته اضافه شد. هر دو هفته یک‌بار تمام ماهیان با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و توسط خط‌کش با دقت یک میلی‌متر طول کل آنها اندازه‌گیری شد. زیست‌سنجی در صبح اول وقت، زمانی که ماهیان تغذیه نشده بودند، انجام گردید و بعد از زیست‌سنجی به‌منظور کاهش استرس تحمیلی به بچه‌ماهیان به مدت ۳-۲ ساعت غذادهی قطع گردید (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). ترکیب جیره غذایی مورد استفاده که به شکل گرانول و به‌صورت دستی به ماهیان تحت بررسی خورانده می‌شد، در جدول ۱ آورده شده است.

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

اجزاء جیره غذایی	میزان (درصد)
آرد ماهی کیلکا	۵۰
آرد گندم	۸
آرد جو	۸
آرد ذرت	۳/۹۴
آرد سویا	۱۵
مکمل معدنی	۱
مکمل ویتامینی	۱
نمک	۲
ویتامین C	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

روی توری‌های مخصوص دستگاه خشک‌کن صنعتی در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸-۷ ساعت قرار داده و پس از خشک شدن غذا، پلت‌ها شکسته شده تا اندازه مناسب ۳-۲ میلی‌متر پیدا نمایند، سپس در بسته‌های مناسب بسته‌بندی و در سردخانه با درجه حرارت حدود ۴-۱ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). بچه‌فیل ماهیان در ۶ وعده در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴ و ۴ به میزان ۴ درصد وزن توده زنده غذادهی شدند (یوسف‌پور پیربازاری و همکاران، ۱۳۸۲؛ محسنی و همکاران، ۱۳۸۳). قبل از پخش غذا در مخازن فایبرگلاس ابتدا آب ورودی مخازن به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه بسته شده تا غذایی که در مخازن

برای تهیه جیره‌ها ابتدا مواد اولیه خشک شامل آرد ماهی، آرد گندم، آرد جو، آرد ذرت، آرد سویا، مکمل‌های معدنی و ویتامینی، نمک، ویتامین C و پریبیوتیک ایمونوژن (با توجه به تیمارهای مختلف ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد) توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و مخلوط گردیدند، پس از توزین و مخلوط کردن مواد اولیه مایع شامل، لیستین، روغن ماهی، روغن آفتابگردان، روغن سویا، ملاس به مواد خشک اضافه شدند و ترکیب توسط دستگاه هم‌زن برقی کاملاً با یکدیگر مخلوط شده، پس از آن به وسیله دستگاه چرخ گوشت صنعتی غذا به پلت‌های استوانه‌ای شکل تبدیل شده، قطر پلت‌ها با توجه به اندازه دهان ماهی انتخاب شد. سپس پلت‌ها را بر

خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی با حرارت  $550 \pm 25$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت با استفاده از اتوو برقی با درجه حرارت  $103 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شدند (ماجدی، ۱۳۷۶).

این تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) انجام شد. جهت مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال  $\alpha = 0/05$  انجام گرفت. جهت تعیین همبستگی بین سطوح مختلف ایمونوزن و برخی از پارامترهای رشد از آزمون رگرسیون خطی استفاده شد. نرم‌افزار آماری Spss Ver. 14 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نرم‌افزار Excel 2003 برای رسم نمودارها استفاده شد.

### نتایج

درجه حرارت آب، اکسیژن محلول در آب، pH، شوری و هدایت الکتریکی آب به‌طور روزانه ثبت شد. که به‌طور میانگین به‌ترتیب  $28/8 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد،  $4/2 \pm 0/2$  میلی‌گرم بر لیتر،  $7/56 \pm 0/1$ ،  $3/4 \pm 0/12$  گرم بر لیتر،  $6211/98 \pm 165/59$  میلی‌موس / سانتی‌متر بود و نوسانات فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در طول مدت پرورش نشان نداد.

در پایان دوره پرورش، عملیات زیست‌سنجی انجام و طی آن طول کل و وزن کلیه ماهیان اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اختلاف میانگین وزن نهایی و شاخص رشد ویژه در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پربیوتیک ایمونوزن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه (شاهد) تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف میانگین طول نهایی و درصد میانگین رشد روزانه و درصد افزایش وزن بدن در کل

پخش می‌شود از دسترس ماهی‌ها خارج نگردد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). جهت پیشگیری از بروز آلودگی‌های احتمالی یک ساعت بعد از پخش غذا خروجی‌های مخازن را بازنموده تا فضولات و غذاهایی را که مورد استفاده قرار نگرفته از مخازن تخلیه گردند (یوسف‌پور پیربازاری و همکاران، ۱۳۸۲). پارامترهای فیزیوشیمیایی آب شامل اکسیژن، دما، pH، شوری و هدایت الکتریکی آب به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). با استفاده از اطلاعات وزن و طول ماهیان، انواع شاخص‌های رشد شامل درصد میانگین رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب چاقی، شاخص کبدی و بازماندگی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شد (Hung و همکاران، ۱۹۹۳).

$$\text{درصد میانگین رشد روزانه} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{تعداد روزهای آزمایش} \times \text{وزن اولیه}} \times 100$$

$$\text{درصد افزایش وزن بدن} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

$$\text{شاخص رشد ویژه} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{Ln وزن ثانویه}}{\text{تعداد روزهای آزمایش}} \times 100$$

$$\text{ضریب تبدیل غذایی} = \frac{\text{میزان غذا}}{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}$$

$$\text{ضریب چاقی} = \frac{\text{وزن}}{\text{طول}^3} \times 100$$

$$\text{شاخص کبدی} = \frac{\text{وزن کبد}}{\text{وزن کل ماهی}} \times 100$$

وزن بر حسب گرم، طول بر حسب سانتی‌متر، میزان غذا بر حسب گرم.

در پایان دوره آزمایش از هر مخزن ۳ قطعه ماهی جهت آنالیز لاشه نمونه‌برداری شد و میزان پروتئین به روش ماکروکجلدال، چربی به روش سوکسله،

کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه (شاهد) تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف ضریب چاقی در پایان دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). میزان بازماندگی در ماهیان ریز کمترین مقدار و در ماهیان درشت کمترین مقدار بود. ضریب تبدیل غذایی در ماهیان درشت بالاترین مقدار و در ماهیان متوسط کمترین مقدار بود، ولی اختلاف ضریب تبدیل غذایی بین ماهیان ریز و متوسط معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). میزان بازماندگی در ماهیان ریز کمترین مقدار و در ماهیان متوسط بالاترین مقدار بود (جدول ۳).

میانگین رشد ویژه بچه‌فیل ماهیان ریز در زیست‌سنجی دوم با افزایش غلظت ایمونوژن کاهش می‌یابد ولی این اختلاف معنی‌دار نیست ( $P > 0/05$ ). ضریب همبستگی بین مقادیر رشد ویژه بچه‌فیل ماهیان متوسط و درشت در زیست‌سنجی دوم با مقادیر غلظت ایمونوژن بسیار پایین است در نتیجه رابطه رگرسیونی بین آنها وجود ندارد (شکل ۱).

دوره پرورش در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه (شاهد) تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود ( $P < 0/05$ ). اختلاف ضریب چاقی در پایان دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). میزان بازماندگی و شاخص کبدی در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند بالاتر بود ولی این اختلاف معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ) (جدول ۲). وزن نهایی، طول نهایی، درصد میانگین رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه در

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف پریبیوتیک ایمونوژن روی شاخص‌های رشد بچه‌فیل ماهیان طی ۸ هفته پرورش

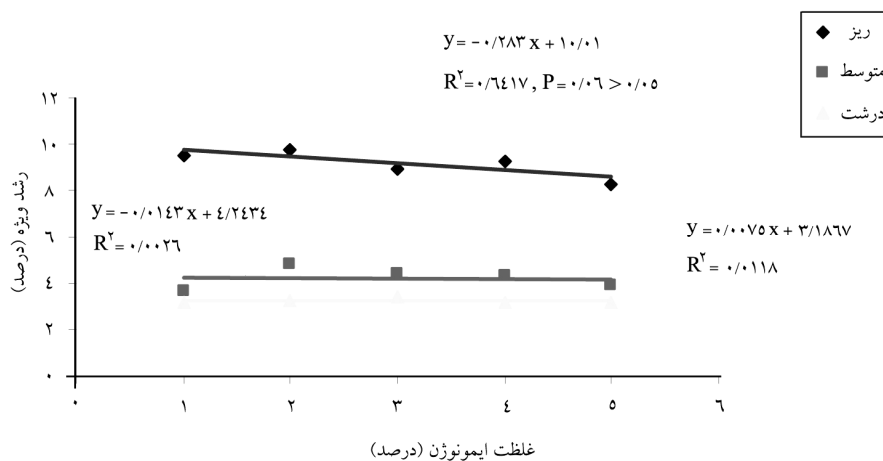
شاخص‌های رشد	پریبیوتیک ایمونوژن (درصد)				
	۰	۰/۵	۱	۲	۴
وزن اولیه (گرم)	۲۹/۱۸±۲۲/۷۵ <sup>a</sup>	۲۹/۱۷±۲۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲۹/۱۹±۲۲/۷۵ <sup>a</sup>	۲۹/۱۹±۲۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲۹/۱۸±۲۲/۷۴ <sup>a</sup>
وزن نهایی (گرم)	۱۱۴/۳۹±۳۸/۲۹ <sup>c</sup>	۱۴۹/۲۷±۴۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۳۴/۹±۴۲/۵۱ <sup>ab</sup>	۱۲۶/۱۴±۴۰/۴۷ <sup>bc</sup>	۱۱۸/۴۹±۳۷/۹۸ <sup>c</sup>
طول اولیه (سانتی‌متر)	۱۹/۱±۵/۸ <sup>a</sup>	۱۹/۲±۶/۳ <sup>a</sup>	۱۹/۲±۵/۸ <sup>a</sup>	۱۹/۱±۵/۸ <sup>a</sup>	۱۹±۵/۷ <sup>a</sup>
طول نهایی (سانتی‌متر)	۳۱/۱±۴/۸ <sup>bc</sup>	۳۳±۴ <sup>a</sup>	۳۲/۳±۴/۲ <sup>ab</sup>	۳۲±۴/۱ <sup>abc</sup>	۳۰/۸±۴/۶ <sup>c</sup>
درصد میانگین رشد روزانه (درصد)	۸/۳۲±۵/۴۸ <sup>b</sup>	۱۲/۳±۹/۸۴ <sup>a</sup>	۱۰/۴۸±۷/۴۳ <sup>ab</sup>	۹/۵۲±۶/۴۰ <sup>ab</sup>	۸/۸۸±۶/۲۶ <sup>ab</sup>
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	۴۳۲/۹۱±۲۸۵/۲۲ <sup>b</sup>	۶۲۴/۱۵±۵۱۱/۵۸ <sup>a</sup>	۵۴۴/۹۲±۳۸۶/۱۷ <sup>ab</sup>	۴۹۴/۸۵±۳۳۲/۶۰ <sup>ab</sup>	۴۶۱/۹۳±۳۲۵/۵۴ <sup>ab</sup>
شاخص رشد ویژه (درصد)	۳/۰۲±۱/۰۶ <sup>c</sup>	۳/۵۷±۱/۲۶ <sup>a</sup>	۳/۳۶±۱/۱۴ <sup>ab</sup>	۳/۲۲±۱/۱۰ <sup>bc</sup>	۳۰/۱۰±۱/۱۱ <sup>bc</sup>
ضریب تبدیل غذایی	۱/۳۸±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۱/۰۲±۰/۲۳ <sup>c</sup>	۱/۱۶±۰/۲۶ <sup>bc</sup>	۱/۲۳±۰/۲۸ <sup>ab</sup>	۱/۳۲±۰/۳۱ <sup>ab</sup>
ضریب چاقی	۰/۳۸±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۴۱±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۳۹±۹/۰۳ <sup>ab</sup>	۰/۳۸±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۴±۰/۰۵ <sup>a</sup>
شاخص کبدی	۳/۲۲±۰/۴۳ <sup>a</sup>	۳/۳۱±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۳/۱۶±۰/۲ <sup>a</sup>	۲/۹±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۳/۰۷±۰/۴۶ <sup>a</sup>
بازماندگی (درصد)	۷۹/۲۶±۳۰/۱۷ <sup>a</sup>	۸۳/۷±۲۴/۴۸ <sup>a</sup>	۸۰±۲۹/۰۶ <sup>a</sup>	۸۰/۷۴±۲۹/۵۹ <sup>a</sup>	۸۰/۷۴±۲۹/۵۹ <sup>a</sup>

(Mean±S.D.)، اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0/05$ ).

جدول ۳- شاخص‌های رشد بچه‌فیل ماهیان در بلوک‌های مختلف (ماهیان ریز، ماهیان متوسط، ماهیان درشت) در کل دوره پرورش

شاخص‌های رشد	بلوک	ماهیان ریز	ماهیان متوسط	ماهیان درشت
وزن اولیه (گرم)		۸/۷۱±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۲۵/۱۵±۰/۱۸ <sup>b</sup>	۵۳/۶۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>
وزن نهایی (گرم)		۸۹/۲۵±۱۶/۲۳ <sup>c</sup>	۱۲۷/۰۳±۶/۸۳ <sup>b</sup>	۱۶۹/۶۳±۲۰/۲۱ <sup>a</sup>
طول اولیه (سانتی‌متر)		۱۳/۲±۰/۱ <sup>c</sup>	۱۹/۱±۰/۲ <sup>b</sup>	۲۵±۰/۳ <sup>a</sup>
طول نهایی (سانتی‌متر)		۲۷/۶±۱/۵ <sup>c</sup>	۳۱/۸±۰/۶ <sup>b</sup>	۳۶/۲±۰/۹ <sup>a</sup>
درصد میانگین رشد روزانه (درصد)		۱۷/۷۹±۳/۶۲ <sup>a</sup>	۷/۷۹±۰/۵۱ <sup>b</sup>	۴/۱۵±۰/۷۲ <sup>c</sup>
درصد افزایش وزن بدن (درصد)		۹۲۴/۹۹±۱۸۸/۴۶ <sup>a</sup>	۴۰۵/۱۱±۲۷/۲۵ <sup>b</sup>	۲۱۵/۹۷±۳۷/۶۵ <sup>c</sup>
شاخص رشد ویژه (درصد)		۴/۴۵±۰/۳۴ <sup>a</sup>	۳/۱۱±۰/۱ <sup>b</sup>	۲/۲۰±۰/۲۲ <sup>c</sup>
ضریب تبدیل غذایی		۱/۰۸±۰/۱۸ <sup>b</sup>	۱/۰۴±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۱/۵۵±۰/۲ <sup>a</sup>
ضریب چاقی		۰/۴۲±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۳۹±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۳۶±۰/۰۲ <sup>c</sup>
شاخص کبدی		۳/۴±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۲/۹۷±۰/۲ <sup>b</sup>	۳/۰۲±۰/۳۲ <sup>b</sup>
بازماندگی (درصد)		۴۸±۴/۳۳ <sup>c</sup>	۹۹/۵۵±۰/۹۹ <sup>a</sup>	۹۵/۱۱±۰/۹۹ <sup>b</sup>

(Mean±S.D.)، اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).



شکل ۱- روابط رگرسیونی میانگین رشد ویژه بچه‌فیل ماهیان در زیست‌سنجی دوم با غلظت ایمونوژن

وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). میزان چربی در ماهیانی که با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند بالاترین مقدار و در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۲ درصد ایمونوژن تغذیه شدند پایین‌ترین مقدار بود و بین تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ). میزان خاکستر در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۲ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاترین مقدار و در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۱ درصد ایمونوژن تغذیه شدند پایین‌ترین مقدار بود و اختلاف آنها از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۴).

نتایج آنالیز ترکیب بیوشیمیایی بدن فیل ماهیان جوان نشان داد که میزان پروتئین خام در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۴ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاترین مقدار و در ماهیانی که با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند پایین‌ترین مقدار بود ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ). میزان رطوبت در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۱ درصد ایمونوژن تغذیه شدند بالاترین مقدار و در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۴ درصد ایمونوژن تغذیه شدند پایین‌ترین مقدار بود و بین شاهد و تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف پریبیوتیک ایمونوژن بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه‌فیل ماهیان در پایان دوره پرورش

ترکیبات بیوشیمیایی	پریبیوتیک ایمونوژن (درصد)				
	۰	۰/۵	۱	۲	۴
رطوبت	۷۳/۸±۰/۸۷ <sup>a</sup>	۷۳/۸±۱/۱۱ <sup>a</sup>	۷۵/۰۳±۰/۶۵ <sup>a</sup>	۷۴±۰/۷ <sup>a</sup>	۷۳/۴±۰/۸۷ <sup>a</sup>
پروتئین	۱۲/۲۳±۰/۸۵ <sup>a</sup>	۱۳/۴±۰/۶۵ <sup>a</sup>	۱۲/۴±۱/۴۴ <sup>a</sup>	۱۳/۵۷±۰/۵۵ <sup>a</sup>	۱۴/۲±۰/۹۶ <sup>a</sup>
چربی	۱۲/۲±۱/۶۱ <sup>a</sup>	۱۰/۸±۱/۳۹ <sup>a</sup>	۱۱/۱۷±۱/۱۷ <sup>a</sup>	۱۰/۴±۰/۵۳ <sup>a</sup>	۱۰/۴۷±۰/۹ <sup>a</sup>
خاکستر	۱/۷۷±۰/۳۸ <sup>ab</sup>	۱/۹۷±۰/۴۷ <sup>ab</sup>	۱/۴±۰/۱ <sup>b</sup>	۲/۰۳±۰/۳ <sup>a</sup>	۱/۹۳±۰/۲۵ <sup>ab</sup>

(Mean±S.D.)، اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0/05$ ).

## بحث

سرعت رشد و مقاومت به بیماری‌ها در آبزیان پرورشی دو مسئله بسیار مهم و مورد توجه هستند (Li و Gatlin, ۲۰۰۵). بیماری‌های میکروبی باعث کاهش زیاد در تولید آبزی پروری متراکم شده است، و نیاز است که برای بهتر شدن ایمنی و بازماندگی ماهیان و سود اقتصادی در این مورد کنترل صورت گیرد (Skjermo و همکاران, ۲۰۰۶). پریبیوتیک‌ها مکمل‌های غذایی بالقوه‌ای هستند که اثرات زیان‌بار عوامل عفونت‌زا را کاهش و راندمان تغذیه را ارتقا می‌دهند (Gibson و Fooks, ۲۰۰۲). مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میانگین وزن نهایی و شاخص رشد ویژه در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند، در مقایسه با بقیه تیمارها بالاترین مقدار بود و اختلاف آن با گروه شاهد معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). میانگین درصد افزایش وزن بدن در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی پایه (شاهد) تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پرورش در ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند در مقایسه با بقیه تیمارها پایین‌ترین مقدار و برابر  $1/02 \pm 0/23$  بود و در

گروه شاهد بالاترین مقدار و برابر  $1/38 \pm 0/36$  بود و اختلاف آنها معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). میزان بازماندگی در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۰/۵ درصد پریبیوتیک ایمونوژن تغذیه شدند (۸۳/۷ درصد) در مقایسه با ماهیانی که با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند (۷۹/۳ درصد) بالاتر بود ولی این اختلاف معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). Li و Gatlin (۲۰۰۳) سطوح مختلف مخمر آب‌جو *Saccharomyces cerevisiae* خشک شده را در جیره غذایی هیبرید باس مخطط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) ارزیابی کردند. ۳ سطح مختلف از مخمر آب‌جو خشک شده (۱، ۲ و ۴ درصد) به جیره غذایی پایه به‌مدت ۸ هفته اضافه شد. نتایج در پایان ۸ هفته آزمایش تغذیه‌ای نشان داد که ماهیانی که با جیره‌های غذایی حاوی ۱ درصد و ۴ درصد مخمر آب‌جو خشک شده تغذیه شدند بالاترین افزایش وزن را نشان دادند، که اختلاف آنها با ماهیانی که با جیره غذایی شاهد تغذیه شدند معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). کارایی غذایی در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۱ درصد مخمر آب‌جو خشک شده تغذیه شدند بالاترین مقدار بود ولی اختلاف آن با گروه شاهد و تیمارهای دیگر معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). میزان بازماندگی در همه تیمارها بالا بود (۹۸/۳-۹۳/۳ درصد) و اختلاف آنها با یکدیگر معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). که نتایج آن مشابه نتایج



تحقیق ما است، که علت آن نیز تشابه ترکیبات پریبوتیک ایمونوژن با مخمر آبجو است. مخمر آبجو محتوی ترکیبات متفاوت تحریک کننده ایمنی ماهیان نظیر بتاگلوکانها، مانان الیگوساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک، مانوپروتئین هاوکتین است و پریبوتیک ایمونوژن نیز از دیواره سلولی مخمر آبجو مشتق شده است که ترکیب اصلی آن بتاگلوکان و مانان الیگوساکارید است. البته در این تحقیق افزایش وزن ماهیان در تیمار ۴ درصد مخمر آبجو با گروه شاهد معنی دار بود که با نتایج تحقیق ما متفاوت است که علت آن تفاوت در نوع ماهی مورد مطالعه می باشد. Li و Gatlin (۲۰۰۴) تغذیه هیبرید باس منخط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) با جیره غذایی حاوی پریبوتیک Grobiotic AE و اتولیز ناقص مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) و تأثیر آنها را روی فاکتورهای رشد بررسی کردند که در پنج تیمار جداگانه تغذیه به مدت ۷ هفته انجام شد. سطوح ۱ درصد و ۲ درصد پریبوتیک تجاری Grobiotic AE که یک مخلوطی از اتولیز ناقص مخمر آبجو و بخش هایی از ترکیبات شیر و تولیدات تخمیری خشک شده بود، در مقایسه با ۱ درصد و ۲ درصد اتولیز ناقص مخمر آبجو در جیره غذایی باس راه ارزیابی شد. نتایج در پایان ۷ هفته آزمایش تغذیه ای نشان داد که افزایش وزن به طور معمول در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۱ درصد و ۲ درصد Grobiotic AE تغذیه شدند در مقایسه با ماهیانی که با غذای پایه تغذیه شدند بالاتر بود، ولی این اختلاف معنی دار نبود ( $P > 0.05$ ). کارایی غذایی در ماهیانی که با جیره غذایی ۱ درصد و ۲ درصد Grobiotic AE تغذیه شدند به طور معنی داری در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). میزان بازماندگی در همه تیمارها بالا بود (۱۰۰-۹۲/۳ درصد) ولی اختلاف

معنی داری، بین تیمارها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). که نتایج آن مشابه نتایج تحقیق ما است، که علت آن تشابه بعضی از ترکیبات پریبوتیک Grobiotic AE با پریبوتیک ایمونوژن است، زیرا هر دو پریبوتیک از دیواره سلولی مخمر آبجو مشتق شده اند. البته در این تحقیق کارایی غذایی در ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۲ درصد Grobiotic AE تغذیه شدند به طور معنی داری در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود که با نتایج تحقیق ما متفاوت است، که علت آن تفاوت در بعضی از ترکیبات پریبوتیک Grobiotic AE با پریبوتیک ایمونوژن می باشد، که بخش هایی از ترکیبات شیر و تولیدات تخمیری خشک شده در ترکیب پریبوتیک Grobiotic AE وجود دارد که از این لحاظ با پریبوتیک ایمونوژن متفاوت است. دلیل دیگر آن تفاوت در نوع ماهی مورد مطالعه است.

Li و Gatlin (۲۰۰۵) در تحقیق دیگری، یک آزمایش تغذیه ای به مدت ۱۶ هفته برای ارزیابی کردن پریبوتیک تجاری Grobiotic-A که یک مخلوطی از اتولیز ناقص مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) و بخش هایی از ترکیبات شیر و تولیدات تخمیری خشک شده بود، در جیره غذایی هیبرید باس منخط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) در مقایسه با اتولیز ناقص مخمر آبجو انجام دادند. دو سطح ۱ درصد و ۲ درصد مخمر آبجو و ۲ درصد Grobiotic-A به جیره غذایی پایه اضافه شد. نتایج در پایان ۱۶ هفته آزمایش تغذیه ای نشان داد که ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۲ درصد Grobiotic-A و ۲ درصد مخمر آبجو تغذیه شدند در مقایسه با تیمارهای دیگر به طور معنی داری بالاترین بیوماس را داشتند ( $P < 0.05$ ). کارایی غذایی در ماهیانی که با ۲ درصد مخمر آبجو تغذیه شدند به طور معنی داری

بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $P < 0/05$ ). میزان بازماندگی ماهیانی که با جیره غذایی ۱ درصد مخمر آبجو و ۲ درصد Grobiotic-A تغذیه شدند به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) بالاتر بود از ماهیانی که با جیره غذایی پایه تغذیه شدند. که نتایج آن مشابه نتایج تحقیق حاضر است Helland و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر سه نوع پریبیوتیک مانان‌الیگوساکارید، فروکتوالیگوساکارید و گالاتکوالیگوساکارید را به‌میزان ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره در آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) بررسی کردند و نتیجه‌گیری کردند که پریبیوتیک مانان‌الیگوساکارید و فروکتوالیگوساکارید در افزایش تولید ماهی آزاد اقیانوس اطلس تأثیر مثبتی دارد. که نتایج آن مشابه نتایج تحقیق حاضر است. اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) تأثیر اینولین بر رشد و بقاء فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*) را در سطوح ۱ و ۲ و ۳ درصد پریبیوتیک اینولین که جایگزین سلولز جیره شاهد گردیدند بررسی و دریافتند که پریبیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در فیل ماهی پرورشی نداشت. در بالاترین سطح اینولین (به‌میزان ۳ درصد جیره) عملکرد رشد و تغذیه در مقایسه با سایر تیمارها کاهش یافت و نتیجه‌گیری کردند این پریبیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی فیل ماهی باشد. همچنین در یک بررسی مشابه استفاده از پریبیوتیک اینولین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نشان داد که این پریبیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی ماهی قزل‌آلا در نظر گرفته شود و در تیمارهای

تحت بررسی تفاوت آماری معنی‌داری در زنده‌مانی مشاهده نگردید (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). در مجموع تفاوت‌های موجود در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف در به‌کارگیری انواع پریبیوتیک‌ها در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی را به نوع گونه پرورشی، اندازه و سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک آبزی پرورشی، نوع پریبیوتیک مصرفی و درجه خلوص آن و میزان مورد استفاده آن در جیره و احتمالاً جمعیت‌های میکروبی ویژه قادر به استفاده از انواع مختلف پریبیوتیک ارزیابی کرد (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۹). در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که افزودن پریبیوتیک ایمونوژن به‌میزان ۰/۵ درصد در جیره غذایی فیل ماهیان جوان پرورشی بالاترین کارایی را بر شاخص‌های رشد و بازماندگی دارد. پیشنهاد می‌گردد که در تحقیق دیگری اثر این پریبیوتیک بر جمعیت لاکتوباسیل‌های روده فیل ماهیان جوان بررسی شود تا مکانیزم عمل پریبیوتیک ایمونوژن بر افزایش رشد و بازماندگی به‌طور دقیق‌تر معلوم شود.

### 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 به جهت همکاری صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

- اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، و ابراهیمی، ا.، ۱۳۸۷. تأثیر سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین بر رشد و زنده‌مانی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان (۱۷-۱۹ اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۷). صفحات ۱۰-۱۲.
- اکرمی، ر.، حاجی‌مرادلو، ع.، متین‌فر، ع.، عابدیان‌کناری، ع.، و 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 علمی پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. آذر و دی ۱۳۸۷. صفحات ۵۵ تا ۶۷.
- اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، و قرایی، ا.، ۱۳۸۹. کاربرد پربیوتیک‌ها در آبی‌پروری. مجله علمی و پژوهشی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آذرشهر. سال چهارم، شماره اول.
- سوداگر، م.، آذری‌تاکامی، ق.، آکسویچ‌پانوماریف، س.، محمدزاده، ه.، عابدیان، ع.، و حسینی، ع.، ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تأثیر افزایش برخی از مواد جاذب (بتائین، متیونین و مخلوط بتائین + متیونین) در جیره غذایی فیل‌ماهیان پرورشی به‌منظور افزایش تحریک غذاگیری و بالا بردن میزان رشد و بازماندگی. رساله دکتری شیلات (Ph.D.)، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۹ ص.
- سوداگر، م.، ایمانپور، م.، و حسینی‌فر، س.، ۱۳۸۶. استفاده از پربیوتیک اپتیمم (آسکوژن یا واناژن) در جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی و تأثیر آن روی فاکتورهای رشد و میزان بقا. مجله علوم دریایی نور. شماره ۳.
- ماجدی، م.، ۱۳۷۶. روش‌های آزمون شیمیایی مواد غذایی. مؤسسه نشر جهاد وابسته به جهاد دانشگاهی. ۱۲۱ ص.
- محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، و پورعلی، ح.، ۱۳۸۳. تعیین بهترین دفعات غذاهای برای بچه‌فیل‌ماهیان. مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، شماره ۳. ص ۱۵۷-۱۴۵.
- محمدی، م.، ۱۳۸۱. تعیین میزان بهینه پروتئین جیره غذایی بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس نور. ۴۲ ص.
- یوسف‌پور پیربازاری، ح.، آق‌تومان، و.، 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. ص ۱۸۰-۱۶۹.
- Barannikova, I.A., Burtsev, I.A., Vlasenko, A.D., Gershanovich, A.D., Makarov, E.V. and Chebanov, M.S., 1995. Sturgeon fisheries in Russia In: proceeding of the International symposium on sturgeons, Moscow, September 1993 (eds A.D. Gershanovich and T.I.J. Smith) VNIRO publishing. Moscow. pp. 124-130.
- Chebanov, M. and Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquat. Living Resour.* 14, 375-381.
- Couso, N., Castro, R., Magarinas, B., Obach, A. and Lamas, J., 2003. Effect of oral administration of glucans on the resistance of gilthead seabream to pasteurellosis. *Aquaculture* 219, 99-109.
- Fooks, L.J. and Gibson, G.R., 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition* 88 (1) 39-49.
- Gibson, G.R. and Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125, 1401-1412.
- Helland, B.G., Helland, S.J. and Gatlin, D.M., 2008. The effect of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 283, 163-167.
- Hung, S.S.O. and Lutes, P.B., 1987. optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20 °C. *Aquaculture* 65, 307-317.

- Hung, S.S.O., Lutes, P.B., Shqueir, A.A. and Conte, F.S., 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* 115, 297-303.
- Li, P. and Gatlin, M., 2003. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed Supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) *Aquaculture* 219, 681-692.
- Li, P. and 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.
- Li, P. and 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.
- Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Metailler, R. and Ollevier, F., 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning Turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture International* 14, 219-229.
- Mahious, A.S., Van Loo, J. and Lieffrig, F., 2007. Inulin and oligofructose in aquaculture: A review. *Aquaculture Europe 2007*. October 14-27. pp. 326-327. (Istanbul, Turkey)
- Pourali Fashtami, H.R., Mohseni, M. and Alizadeh, M. 2006. Comparison of beluga (*Huso huso*) growth rate in brackish and fresh-water. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 15, 43-50. (In Persian)
- Salze, G., Mclean, E., Schwarz, M.H. and Craig, S.R., 2008. Dietary mannanoligo Saccharide enhances Salinity tolerance and gut development of larval cobia. *Aquaculture* 274, 148-152.
- Skjermo, J., Storseth, T.R., Hansen, K., Handa, A. and Oie, G., 2006. Evaluation of (1→3, 1→6)β-glucans and High-M alginate used as immunostimulatory dietary supplement during first feeding and weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture* 261, 1088-1101.
- Szilagy, A., 2002. Lactose- apotential prebiotic. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 16, 1591-1602.
- Teitelbaum, J.E. and Walker, W.A., 2002. Nutritional impact of pre-and probiotics as protective gastrointestinal organisms. *Annu. Rev. Nutr.* 22, 107-138.

**Effect of dietary immunogen prebiotic on growth and survival indices of giant sturgeon (*Huso huso* Linne, 1758) juveniles**

**\*M. Mohajer Esterabadi<sup>1</sup>, H. Vahabzadeh<sup>2</sup>, A.A. Zamini<sup>2</sup>,  
M. Sudagar<sup>3</sup> and R. Ghorbani Nasrabadi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated, Dept. of Fisheries, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

<sup>2</sup>Dept. of Fisheries, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

<sup>3</sup>Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

---

**Abstract**

The use of prebiotics, nondigestible dietary ingredients that beneficially affect the host by selectively stimulating the growth and /or activating the metabolism of health- promoting bacteria in the intestinal tract, is a novel concept in aquaculture. This survey was conducted for evaluation the efficiency of commercial prebiotic immunogen in five treatments (0, 0.5%, 1%, 2%, 4%) in ration of giant sturgeon (*Huso huso*) juveniles in 3 weight range of small fishes with average weight  $8.71\pm 0.02$  gr, medium fishes with average weight  $25.15\pm 0.01$  gr and large fishes with average weight  $53.69\pm 0.02$  gr. fishes were fed up six meals a day. The trial at period 8-week was conducted in Shahid Marjani Sturgeon hatchery of breeding and culture in summer 2009. At the end of culture period, growth performance and survival rate for giant sturgeon juveniles compared. The results showed that difference in average of weight, length, daily growth, body weight increase percent, specific growth rate percent and condition factor of fishes fed by diets containing 0.5% and 1% immunogen significantly ( $P<0.05$ ) higher than control group. Difference food conversion rate in fishes fed the diets supplemented with 0.5% and 1% prebiotic immunogen significantly ( $P<0.05$ ) lower than control group. Survival rate in fishes fed contained 0.5% prebiotic immunogen was higher than fishes fed by basal diet but there was not statistically significant ( $P>0.05$ ). Based on these data, it is concluded that immunogen prebiotic in lower level can serve as functional feedstuffs in the diet of giant sturgeon juveniles by enhancing growth performance and survival.

**Keywords:** Immunogen; Survival; Prebiotic; Growth; Giant sturgeon (*Huso huso*)

---

\*Corresponding author; mohajer\_m@hotmail.com