تاثیر سطوح مختلف پربیوتیک ایمنووال بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*)

رضا طاعتی[1*]، مصطفی تاتینا[2]، محمود بهمنی[3]، مهدی سلطانی[4]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تالش،گروه شیلات. تالش، ایران. پست الکترونیکی: r.taati@gmail.com
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندر انزلی، گروه شیلات. بندر انزلی، ایران. پست الکترونیکی: mostafa_tatina@yahoo.com
۳- دانشیار انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. رشت. ایران. پست الکترونیکی: mahmoudbahmani@ymail.com
۴- استاد گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران. ایران. پست الکترونیکی: msoltani@ut.ac.ir

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۶

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این مطالعه به‌منظور ارزیابی تاثیر سطوح متفاوت پربیوتیک ایمنووال بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه‌ی فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*) به مدت ۸ هفته انجام گرفت. پس از یک ماه سازگاری با شرایط پرورشی و جیره پایه، ۲۷۰ عدد فیل‌ماهی با میانگین وزنی ۸/۹۹ ± ۹۵/۳۰ گرم به ۹ تانک فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری و با تراکم ۳۰ عدد در هر تانک در قالب ۳ تیمار (شاهد (۰٪)، ایمنووال ۱٪ و ایمنووال ۳٪) با ۳ تکرار (طرح کاملاً تصادفی) توزیع شدند. در پایان هفته هشتم، وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی پروتئین، ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ اختلافات معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده با پربیوتیک ایمنووال ۳٪ افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد که پربیوتیک ایمنووال در سطح ۳٪ می‌تواند در افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه فیل‌ماهیان جوان پرورشی تاثیرگذار باشد.

کلمات کلیدی: *پربیوتیک، ایمنووال، شاخص های رشد، ترکیب لاشه و فیل ماهی (Huso huso).*

۱. مقدمه

از بین تاس‌ماهیان موجود در منطقه خزر جنوبی، فیل ماهی (*Huso huso*) به‌دلیل 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 به‌شمار می‌رود (محسنی و همکاران، ۱۳۷۹). با توجه به کاهش صید فیل‌ماهی و تقاضای بالا برای گوشت آن، تکثیر و پرورش بچه فیل‌ماهی به‌منظور تولید گوشت از وزن ۳ تا ۵ گرم به‌منظور تامین بچه ماهی مورد نیاز پرورش‌دهندگان این ماهی در ایران ضروری به نظر می‌رسد. در حال حاضر فیل‌ماهی در مزارع پرورشی، استخرهای خاکی یا استخرهای بتونی و محیط‌های محصور شده در ساحل دریا پرورش داده می‌شود (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴).

صنعت غذای آبزیان به‌صورت فراگیر توسعه پیدا کرده و غذاهای فرموله شده برای طیف وسیعی از گونه‌های آبزیان به‌صورت تجاری تولید می‌شود. در دنیای آبزی‌پروری یک تمایل سراسری به‌سمت افزایش روش‌های متراکم پرورش وجود دارد. این تمایل در مقیاس بزرگ، نتیجه مستقیم دسترسی گسترده به غذاهای آبزیان و به موازات آن، روش‌های پیشرفته مدیریت کیفیت آب، کنترل بیماری‌ها و روش‌های کلی پرورش است (گدارد، ۱۹۹۶).

برای تولید تجاری و کارآمد تاس ماهیان، مدیریت قوی، شرایط مناسب پرورش، غذادهی با جیره‌های مناسب که حاوی ترکیبات ارزان و در عین حال موثر که رشد متعارف و کم‌ترین مقدار ضریب تبدیل غذایی (FCR) را داشته باشد، ضروری به‌نظر می‌رسد (Hung and Lutes, 1987). بنابراین به‌منظور افزایش بازده تولید و فراهم آوردن سوددهی بیشتر، ارزیابی اقتصادی تغذیه و تعیین نیازهای غذایی ماهیان بسیار ضروری است (Deng, 2000).

پربیوتیک‌ها در واقع مکمل‌های غذایی بالقوه‌ای هستند که راندمان تغذیه را ارتقا می‌دهند. هر ماده‌ی غذایی نظیر کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم، نشاسته مقاوم، فیبرهای غذایی، برخی پپتیدها، پروتئین و نیز یکسری لیپیدهای معین که به روده برسند به‌عنوان پربیوتیک در نظر گرفته می‌شوند (Fooks and Gibson, 2002). پربیوتیک‌ها همچنین سبب بهبود متابولیسم چربی‌ها از طریق کاهش کلسترول، تری گلیسیریدها و فسفولیپیدها در سرم خون می‌شوند. مهم‌ترین ترکیباتی که به‌عنوان پربیوتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل گلوکوالیگوساکارید(Glucooligosaccharide)، گالاکتو الیگو ساکارید (Galactooligosaccharide)، مانان الیگوساکارید (Mannan oligo saccharide)، ایزومالتو الیگو ساکارید (Isomaltooligosaccharide) و زیلو الیگو ساکارید (Xylooligosaccharide) هستند (RingØ et al., 2010).

پربیوتیک ایمنووال از دیواره سلولی مخمر آبجو (*Saccharomyces cerevisiae*) مشتق شده است (ICC, 2007). مخمر آبجو می‌تواند به‌عنوان منبع پروتئین جایگزین ۲۵ تا ۵۰ درصد پروتئین آرد ماهی در جیره غذایی آبزیان شود، بدون اینکه تاثیر منفی بر میزان رشد آنها بگذارد (Li and Gatlin, 2003).

پربیوتیک ایمنووال دارای ۴۰٪ کربوهیدرات مانان الیگوساکارید (MOS) است (ICC, 2007). مانان الیگوساکارید منبع تغذیه‌ای مناسب برای رشد و فعالیت باکتری‌های فلور دستگاه گوارش نظیر باکتری‌های اسید لاکتیک، لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکترها است (RingØ et al., 1998). مانان الیگوساکاریدها ترکیبات غیرقابل هضمی هستند که بسترها یا محل استقرار مانوزها را روی پرزهای مخملی روده فراهم آورده و مانع اتصال باکتری‌های بیماریزا از جمله سالمونلا، کلستریدیوم و ای‌کولای به سلول‌های پوششی جاذب روده شده، همچنین مانع شکل‌گیری کلونی‌های باکتریایی و جلوگیری از عفونت سلول‌های میزبان می‌شوند که این خود منجر به افزایش انسجام پرزهای مخملی روده به‌منظور بهبود و افزایش کارایی روده و بهره‌برداری بیشتر و بهتر از مواد مغذی و در نتیجه ارتقای کارایی تغذیه می‌شود (Pryor et al., 2003; Newman, 2007).

اکرمی و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید را بر رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به نوسانات شوری در بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) ارزیابی کردند. در یک مطالعه دیگر، شاخص های رشد بین گروه شاهد و گروه تغذیه شده با دُز ۰/۳ درصد مانان الیگوساکارید (MOS) در تاس‌ماهی خلیج مکزیک (*Acipenser oxyrinchus*) مورد بررسی قرار گرفت (Pryor et al., 2003). Staykov و همکاران (۲۰۰۷) نیز اثر سطح ۰/۲ درصد مکمل مانان الیگوساکارید به جیره غذایی قزل آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) را بر فاکتورهای رشد و ماندگاری در دو محیط پرورشی قفس و کانال‌های دراز مطالعه نمودند.

اثر سطوح ۱، ۲ و ۴ درصد مانان الیگوساکارید در جیره غذایی کپور هندی روهو (*Labeo rohita*) بر فاکتورهای رشد مورد آزمایش قرار گرفت (Andrews et al., 2009). Torrecillas و همکاران (۲۰۱۱) کارایی تغذیه و ترکیب لاشه باس دریایی اروپایی (*Dicentrachus labrax*) تغذیه شده با سطوح ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد مانان الیگوساکارید را مورد سنجش قرار دادند. مطالعه حاضر جهت تعیین اثرات سطوح مختلف پربیوتیک ایمنووال بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه فیل‌ماهیان جوان پرورشی اجرا شده است.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی سد سنگر رشت از اواسط مرداد تا

اواسط آبان سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. پس از یک ماه سازگاری با شرایط پرورشی و جیره پایه شامل ۴۲٪ پروتئین، ۱۵٪ چربی، ۱۰/۱٪ خاکستر، ۶/۱٪ رطوبت، ۲/۴ فیبر و ۳۰/۵٪ عصاره عاری از نیتروژن (NFE) با سطح انرژی خام ۳۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم، تعداد ۲۷۰ عدد فیل‌ماهی با میانگین وزنی ۸/۸۹ ± ۹۵/۳۰ گرم به‌طور تصادفی به ۹ تانک فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری با ابعاد (۲×۲×۰/۵۳ متر) و با تراکم ۳۰ عدد در هر تانک در قالب ۳ تیمار (شاهد (۰٪)، ایمنووال ۱٪ و ایمنووال ۳٪) با ۳ تکرار (طرح کاملاً تصادفی) توزیع شدند.

ترکیبات غذایی هر یک از جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارایه شده‌اند. پربیوتیک ایمنووال ساخت شرکت ICC برزیل در سطوح ۱٪ و ۳٪ جانشین سلولز موجود در جیره شده (Grisdale-Helland et al., 2008; Akrami et al., 2009) و با یک حامل نظیر آرد گندم به‌مدت ۲۰ دقیقه در هم زن برقی مخلوط شده و در نهایت به‌صورت همگن به ترکیبات جامد اضافه شد تا با آنها مخلوط شود. آنگاه مواد اولیه مایع به مواد خشک اضافه شده و ترکیب به‌طور کامل با هم‌زن همگن گردید. پس از افزودن مقداری آب به خمیر، مخلوط از چرخ گوشت بزرگ عبور داده شد تا غذا به پلت‌های استوانه‌ای تبدیل گردد. پلت‌ها در خشک‌کن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. قطر پلت‌ها ۴ میلی متر و طول آن‌ها ۸ میلی‌متر بود.

جدول ۱: ترکیبات غذایی جیره‌های آزمایشی برای تغذیه فیل‌ماهیان جوان پرورشی در مدت ۸ هفته

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

[a] مخلوط ویتامینی
(g 100 g^{-1} vitamin premix except A, 160000 IU and D3, 40000 IU): E, 4; K_3, 0.2; B_1, 0.6; B_2, 0.8; B_3, 1.2; B_5, 4; B_6, 0.4; B_9, 0.2; B_{12}, 0.8; H_2, 0.02; C, 6; Inositol, 2; BHT (butylated hydroxyl toluene), 2.

[b] مخلوط معدنی
(g 100 g^{-1} 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.

فیل‌ماهیان جوان به مدت ۸ هفته و براساس حداکثر ۴٪ وزن توده زنده در ۴ نوبت (۲ بامداد، ۸ صبح، ۱۴ عصر و۲۰ شب) تغذیه شدند (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۲؛ Mohseni et al., 2006). برای تعیین توده زنده تانک‌ها، هر دو هفته یکبار ۱۰۰٪ ماهیان هر تکرار با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم توزین شده و با دقت میلی‌متر طول کل اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت شدند. قبل از انجام زیست سنجی، بچه‌ماهیان به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگه داشته شدند تا لوله گوارش آنها به طور کامل تخلیه گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۳).

اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما و میزان اکسیژن محلول با استفاده از اکسی متر دیجیتال و pH با استفاده از pH متر دیجیتال به‌طور روزانه انجام و داده‌ها ثبت شدند. میانگین دما، اکسیژن و pH در طول دوره پرورش به‌ترتیب ۳/۰۶ ± ۲۳/۲۴ درجه سانتی‌گراد، ۰/۳۵± ۶/۷۳ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۰۹± ۷/۹۲ بودند. در پایان هفته هشتم برخی از فاکتورهای رشد به شرح ذیل مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند: (Hung et al., 1993 and 1997; Luo et al., 2010).

درصد افزایش وزن بدن
$$BWI = \left[\frac{Wt - Wi}{Wi}\right] \times 100$$

شاخص رشد ویژه
$$SGR = \left[\frac{LnWt - LnWi}{T}\right] \times 100$$

میانگین رشد روزانه
$$ADG = \left[\frac{Wt - Wi}{Wi \times T}\right] \times 100$$

ضریب تبدیل غذایی
$$FCR = \frac{Feedfed}{Wt - Wi}$$

ضریب چاقی
$$CF = \frac{W}{L^3} \times 100$$

ضریب کارایی
$$PER = \frac{W_t - W_i}{\text{Protein intake}}$$

پروتئین شاخص کبدی
$$HSI = \frac{WL}{WT} \times 100$$

در فرمول های فوق W وزن ماهی، W_i وزن اولیه ماهی، W_t وزن نهایی ماهی، L طول بدن، T طول مدت پرورش، WL وزن کبد و WT وزن بدن است.

در انتهای دوره از هر تکرار تعداد ۲ عدد ماهی (مجموعاً ۱۸ نمونه) به‌صورت تصادفی انتخاب و آنالیز لاشه جهت تعیین سطوح پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت انجام شد. جهت سنجش میزان پروتئین از روش کجلدال و برای ارزیابی میزان چربی از روش سوکسله استفاده گردید. کوره‌ی الکتریکی برای تعیین خاکستر با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت به کار برده شد. جهت تعیین رطوبت از دستگاه آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت استفاده گردید (AOAC, 1995). کلیه آزمایشات آنالیز لاشه در آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان گیلان به‌عنوان آزمایشگاه مرجع استان انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا همگن بودن گروه‌ها با آزمون Levene ارزیابی شد. سپس با توجه به همگن بودن داده‌ها، برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه 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 به‌کار برده شد.

۳. نتایج

جدول ۲ نتایج شاخص‌های رشد را در فیل‌ماهیان جوان پرورشی در پایان هفته هشتم نشان می‌دهد. شاخص‌هایی نظیر وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی پروتئین و ضریب چاقی به‌طور معنی‌داری توسط ایمنووال ۱٪ و ۳٪ در مقایسه با گروه شاهد در وضعیت بسیار خوبی قرار گرفتند (P<۰/۰۵). با وجود بالا بودن میزان شاخص کبدی در گروه ایمنووال ۳٪ در مقایسه با گروه شاهد، این افزایش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). نرخ بقا در کل مدت ۸ هفته پرورش در همه تیمارهای آزمایشی ۱۰۰٪ بود.

جدول ۳ نتایج پارامترهای آنالیز لاشه را در فیل‌ماهیان جوان پرورشی در پایان هفته هشتم نشان می‌دهد. ماهیان تغذیه کرده از پربیوتیک ایمنووال در سطوح ۱٪ و ۳٪ پروتئین بیشتری نسبت به گروه شاهد در لاشه خود داشتند. اختلاف معنی‌داری بین تیمار ایمنووال ۳٪ با گروه شاهد در میزان پروتئین لاشه وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان چربی و رطوبت لاشه بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های رشد فیل‌ماهیان جوان پرورشی در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم

شاخص‌های رشد	شاهد (۰٪)	ایمنووال ۱٪	ایمنووال ۳٪
وزن اولیه (گرم)	۹۵/۰۸ ±۱۰/۳۰ ^{a}	۹۵/۹۳ ± ۸/۸۹ ^{a}	۹۴/۹۰ ± ۷/۶۶ ^{a}
وزن نهایی (گرم)	۲۹۰/۲۸ ±۵۸/۲۳ ^{a}	۳۴۴/۶۴ ±۵۰/۹۱ ^{b}	۳۴۳/۷۳ ± ۶۱/۸۴ ^{b}
طول اولیه (سانتی متر)	۳۰/۸۴ ±۱/۰۹ ^{a}	۳۰/۸۰ ±۰/۹۶ ^{a}	۳۰/۷۶ ±۱/۳۴ ^{a}
طول نهایی (سانتی متر)	۴۲/۲۶ ±۲/۵۷ ^{a}	۴۳/۷۰ ±۱/۹۰ ^{b}	۴۴/۰۱ ±۲/۴۹ ^{b}
درصد افزایش وزن بدن	۲۰۷/۱۵ ±۱۳/۸۵ ^{a}	۲۶۱/۲۸ ±۱۴/۵۷ ^{b}	۲۶۵/۱۳ ±۲۰/۱۴ ^{b}
شاخص رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۹۹ ±۰/۰۸ ^{a}	۲/۲۸ ±۰/۷۰ ^{b}	۲/۳۰ ±۰/۱۰ ^{b}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۷۰ ±۰/۱۰ ^{b}	۱/۳۹ ±۰/۰۸ ^{a}	۱/۳۲ ±۰/۰۸ ^{a}
میانگین رشد روزانه (گرم در روز)	۳/۶۹ ±۰/۲۴ ^{a}	۴/۶۶ ±۰/۲۵ ^{b}	۴/۷۳ ±۰/۳۶ ^{b}
ضریب کارایی پروتئین	۱/۳۹ ±۰/۰۸ ^{a}	۱/۷۰ ±۰/۱۰ ^{b}	۱/۸۱ ±۰/۱۰ ^{b}
ضریب چاقی	۰/۳۸ ±۰/۰۰۵ ^{a}	۰/۴۳ ±۰/۰۱ ^{c}	۰/۴۰ ±۰/۰۰۵ ^{b}
شاخص کبدی (٪)	۳/۵۹ ±۰/۳۷ ^{a}	۳/۴۹ ±۰/۴۰ ^{a}	۳/۶۸ ±۰/۳۸ ^{a}

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۳: مقایسه پارامترهای آنالیز لاشه فیل ماهیان جوان پرورشی در تیمارهای مختلف در پایان هفته هشتم (تعداد نمونه: ۶ عدد ماهی به ازای هر تیمار)

ترکیبات (٪)	شاهد (۰٪)	ایمنووال ۱٪	ایمنووال ۳٪
پروتئین	۱۴/۶۹ ±۰/۶۱ ^{a}	۱۵/۰۳ ± ۰/۴۸ ^{ab}	۱۵/۴۰ ± ۰/۲۵ ^{b}
چربی	۹/۲۰ ±۱/۰۴ ^{a}	۱۱/۲۵ ± ۰/۸۰ ^{b}	۹/۶۲ ± ۰/۴۹ ^{a}
خاکستر	۱/۰۶ ±۰/۰۴ ^{a}	۱/۰۱ ± ۰/۰۶ ^{a}	۱/۰۶ ± ۰/۰۷ ^{a}
رطوبت	۷۳/۸۴ ±۱/۴۶ ^{b}	۷۱/۴۱ ± ۰/۸۴ ^{a}	۷۳/۰۶ ± ۰/۸۱ ^{b}

اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

موفقیت‌های اقتصادی فرایند آبزی‌پروری وابسته به درک عمیق از زیست‌شناسی و رفتار تغذیه‌ای گونه‌ی مورد پرورش و مدیریت شرایط زیست محیطی چرخه‌ی تولید است (Staykov et al., 2007). امروزه، تقاضای جهانی برای دریافت غذاهای دریایی سالم تحقیقات را در مورد محرک های رشد طبیعی و یا جایگزین و استفاده از انواع پربیوتیک ها در غذای آبزیان ارتقا داده است. رشد سریع و مقاومت بالا در برابر بیماری‌ها از مهم‌ترین ملاحظات در آبزی پروری به‌حساب می‌آیند (Genc et al., 2007).

در میان انواع مختلف پربیوتیک‌ها، بسیاری از مطالعات در ارتباط با آبزیان بر لزوم استفاده از ترکیب مانان الیگوساکارید (MOS) تاکید دارند. زیرا این ترکیب باعث افزایش بقا، بهبود عملکرد رشد و افزایش کارایی تغذیه شده است. از طرف دیگر، اثرات مفید آن بر سلامت روده از طریق بهبود فرایندهای هضم و جذب غذا، افزایش در جمعیت باکتری های مفید روده و تحریک

سامانه‌ی ایمنی در برابر عوامل بیماریزا در آبزیان به اثبات رسیده است (Sang and Fotedar, 2010).

افزودن ۰/۲ درصد مکمل MOS در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به وزن ۳۰ گرم در مدت ۴۲ روز (پرورش در قفس) و بچه ماهیانی به وزن ۱۰۱ گرم در مدت ۹۰ روز (پرورش در کانال‌های دراز) به‌طور معنی‌داری وزن نهایی را در هر دو تیمار افزایش داده و باعث کاهش چشمگیری در ضریب تبدیل غذایی و تلفات در هر دو گروه آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد شده است. همبستگی مثبتی نیز بین سطح MOS و میزان جذب مواد غذایی گزارش شد (Staykov et al., 2007).

در یک تحقیق دیگر در گروهی از گربه ماهیان کانالی (*Ictalurus punctatus*) با میانگین وزنی ۴۷۶ گرم که به مدت ۶ هفته با جیره غذایی حاوی ۲ گرم در کیلوگرم Bio-MOS تغذیه شده بودند افزایش قابل ملاحظه‌ای در وزن نهایی، ضریب کارایی تغذیه و درصد بقا در مقایسه با جمعیت شاهد ملاحظه شد (Welker et al., 2007).

جیره‌های غذایی مکمل شده با ۱، ۲ و ۴ درصد MOS فاکتورهای وزن نهایی، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی را طی مدت ۶۰ روز در بچه ماهیان انگشت قد ماهی روهو (*Labeo rohita*) با میانگین وزنی ۴ گرم بهبود بخشیده‌اند. اثرات مثبت MOS استخراج شده از دیواره‌ی سلولی مخمر می‌تواند علت به‌وجود آمدن شرایط مناسب برای فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در روده باشد، چرا که MOS منبع انرژی این باکتری‌ها است (Andrews et al., 2009).

Torrecillas و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده کردند که باس دریایی اروپایی (*Dicentrachus labrax*) (میانگین وزنی ۶۰ گرم) تغذیه شده با سطوح ۲ ، ۴ و ۶ گرم در کیلوگرم MOS در جیره غذایی تفاوتی را در وزن بدن، ضریب چاقی و شاخص رشد ویژه نسبت به گروه شاهد در مدت ۸ هفته نشان نداد. ضریب تبدیل غذایی در سطوح ۲ و ۴ گرم در کیلوگرم به‌طور معنی‌داری بهبود یافته بود. مطالعات آن‌ها نشان داد که MOS سبب تولید گلوکز کبدی شده که انرژی لازم برای سوخت و ساز بافت‌های بدن را فراهم آورده و باعث ارتقا رشد و بهتر شدن ضریب تبدیل غذایی می‌شود. همچنین اشاره گردید که اثر MOS بر کارایی تغذیه می‌تواند در ارتباط با سامانه‌ی سیری محیطی (سیری و پیام‌های اشتها) و یا در ارتباط با سیستم دراز مدت (ذخیره انرژی بدن) باشد که اطلاعاتی را برای سیستم مرکزی تغذیه ای هیپوتالاموس فراهم می‌کند.

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، افزودن سطوح ۰/۱٪ و ۰/۳٪ پربیوتیک ایمنووال که حاوی MOS است، سبب شده است که ماهیان تغذیه کرده از این پربیوتیک رشد بهتری را نسبت به گروه شاهد در مدت ۸ هفته نشان دهند. به‌طوری‌که وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص رشد ویژه، میانگین رشد روزانه، ضریب کارایی پروتئین و ضریب چاقی به‌طور معنی‌داری در ماهیان تغذیه شده با ایمنووال در هر دو سطح ۰/۱٪ و ۰/۳٪ در مقایسه با گروه شاهد افزایش پیدا کنند.

نتایج تحقیق حاضر مشابه نتایج مطالعات ذکر شده فوق می‌باشد. مانان الیگوساکارید منبع تغذیه‌ای برای رشد و فعالیت باکتری‌های فلور دستگاه گوارش نظیر باکتری‌های اسید لاکتیک، لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکترها هستند (RingØ et al., 1998). مانان الیگوساکاریدها به‌عنوان منبع انرژی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک مصرف می‌شوند (Miles,1993). به‌نظر می‌رسد تاثیر پربیوتیک‌ها بر عملکرد رشد ماهیان به‌دلیل جلوگیری ترکیب مانان الیگوساکارید از تجمع باکتری‌های بیماری زا در روده به خاطر تولید ترکیبات ضد باکتریایی (باکتریوسین) است. چسبیدن باکتری‌ها به روده امر مهمی در تشکیل کلونی و بیماری‌زایی است. سلول‌های موکوسی پوششی روده در برابر اتصال باکتری‌ها دارای مکانیسم‌های دفاعی شامل ترشح موکوس، در برگرفتن باکتری‌ها و فعالیت موسین هستند (Bavington et al., 2004).

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذا است. چون علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی آب محیط پرورش و به تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۸۵). در این تحقیق بهترین ضریب تبدیل در جیره حاوی ایمنووال ۰/۳٪ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد داشت که نشان از کارایی و قابلیت هضم بهتر این سطح از پربیوتیک است.

Staykov و همکاران (۲۰۰۷) اعلام نمودند که پایین بودن میزان ضریب تبدیل غذا در قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با مانان الیگوساکارید به خاطر جذب کامل غذا بوده است.

میزان پروتئین لاشه در بچه‌فیل‌ماهیان تغذیه شده با ایمنووال در سطوح ۱ و ۳ درصد در انتهای دوره افزایشی را نسبت به شاهد نشان داد. این ناشی از راندمان مناسب تغذیه، بالا بودن

بازده پروتئین، ابقاء پروتئین و جذب اسیدهای آمینه است. با این وجود اثرات پربیوتیک‌ها بر اسیدهای آمینه نیاز به تحقیقات بیشتری دارد (Genc et al., 2007).

در قیاس با نتایج فوق، اکرمی و همکاران (۱۳۸۸) اثر مانان الیگوساکارید با سطوح ۰ ، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ گرم در کیلوگرم جیره تجاری را به مدت ۶۰ روز در بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) مورد ارزیابی قرار دادند و عنوان نمودند که از نظر رشد، کارایی تغذیه و بازماندگی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

در یک تحقیق دیگر که توسط Pryor و همکاران (۲۰۰۳) بر روی تاس‌ماهی خلیج مکزیک (*Acipenser oxyrinchus*) با میانگین وزنی ۱۳۰ گرم و به مدت ۵ هفته انجام شد هیچ تفاوتی در وزن نهایی، طول چنگالی، ضریب چاقی، شاخص رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا بین گروه شاهد و گروه تغذیه شده با ۰/۳ درصد MOS مشاهده نگردید که علت شسته شدن مانان الیگوساکارید از جیره در محیط قبل از آنکه مورد مصرف ماهیان قرار گیرد بیان شده است، هرچند که این موضوع مورد ارزیابی قرار نگرفت.

Grisdale-Helland و همکاران (۲۰۰۸) ثابت کردند که افزودن ۱ درصد MOS به غذای ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) با میانگین وزنی ۲۰۰ گرم طی مدت ۱۶ هفته تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم، میزان جذب غذا و رشد این ماهی نداشته، همچنین سبب کاهش میزان پروتئین لاشه شده است. این محققین کوتاه بودن دوره آزمایش و عدم توانایی پرزهای گوارشی روده در ممانعت از تشکیل کلونی‌های باکتری‌های بیماریزا در روده را علل کاهش قابلیت هضم غذا و در نهایت رشد بیان نمودند.

وزن نهایی، شاخص رشد ویژه، کارایی تغذیه در تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) با میانگین وزنی ۱۳ گرم تغذیه شده با سطوح ۰/۲ ، ۰/۴ ، ۰/۶ ، ۰/۸ و ۱ درصد MOS به مدت ۴۵ روز، کاهشی را نسبت به جمعیت شاهد نشان دادند. به‌نظر می‌رسد که کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم جمع شده در غشای سیتوپلاسمی سلول‌های انتروسیت روده باعث ایجاد اثرات مخرب بر ساختار پرزهای گوارشی روده شده‌اند (Sado et al., 2008).

پیچیدگی ساختار کربوهیدرات در دیواره‌ی سلولی مخمر، نژادهای گوناگون مخمر، فرایند تخمیر و فرآوری همگی می‌توانند بر عملکرد کربوهیدرات‌ها اثر بگذارند (Newman, 2007). استفاده از مانان الیگوساکارید به‌عنوان پربیوتیک به‌منظور ارتقای شاخص‌های رشد ماهیان نیاز به مطالعات بیشتری بر روی گونه‌های مختلف ماهیان دارد تا بتوان نتایج متناقض دانشمندان را تفسیر نمود. اختلاف موجود در نتایج تحقیقات دانشمندان مختلف را می‌توان به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیکی گونه، نوع مواد اولیه به‌کار رفته در تهیه جیره‌های غذایی و کمیت و کیفیت آنها، فرمولاسیون جیره‌های غذایی، نوع پربیوتیک مصرفی و میزان سطح مورد استفاده ربط داد.

۵. سپاسگزاری

از آقایان مهندس محمد حسین طلوعی ریاست وقت مرکز تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی سد سنگر، دکتر فریبرز جمالزاد، مهندس انوشیروان جعفرزاده و مهندس محمد پوردهقانی صمیمانه تشکر می‌نماییم.

منابع

ابراهیمی، ع.؛ پوررضا، ج.؛ پاناماریوف، س.و.؛ کمالی، الف.؛ و حسینی، ع.، ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر شاخص های رشد و ترکیب لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان. سال هشتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۳. صفحات ۲۴۱- ۲۲۹.

اکرمی، الف.؛ کریم آبادی، ع.؛ محمدزاده، ح.؛ و احدی فر، الف.، ۱۳۸۸. تأثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید بر رشد، بازماندگی، ترکیب بدن و مقاومت به تنش شوری در بچه ماهی‌سفید (*Rutilus frisii kutum*) . مجله علوم و فنون دریایی. دوره هشتم، شماره ۳ و ۴، پاییز و زمستان ۱۳۸۸. صفحات ۵۷- ۴۷.

پورعلی، ح.ر.؛ محسنی، م.؛ آق تومان، و.؛ و توکلی، م.، ۱۳۸۲. پرورش بچه فیل ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. مجله علمی شیلات ایران. ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۴۸- ۳۷.

سوداگر، م.؛ آذری تاکامی، ق.؛ پانوماریف، س.؛ محمودزاده، ه.؛ عابدیان، ع.؛ و حسینی، ع.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین بعنوان جاذب بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل ماهیان جوان. مجله علمی شیلات ایران، شماره۲، تابستان ۸۴. صفحات ۴۹- ۴۱.

فلاحتکار، ب.؛ سلطانی، م.؛ ابطحی، ب.؛ کلباسی، م.ر.؛ پورکاظمی، م.؛ و یاسمی، م.، ۱۳۸۵. تاثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهیان جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۲، پاییز ۸۵ . صفحات۱۰۳– ۹۸.

گدارد، الف.، ۱۹۹۶. مدیریت غذا در پرورش متراکم آبزیان. ترجمه: فتحا... بلداجی، ۱۳۸۲. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۳۷ صفحه.

محسنی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح.ر.؛ و علیزاده. م.، ۱۳۷۹. پرورش گوشتی فیل ماهی در وان فایبر گلاس. پروژه مشترک با سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گیلان. ۳۰ صفحه.

Akrami, R.; Hajimoradloo, A.H.; Matinfar, A.; Abedian Kinari, A.M., 2009. Effect of dietary prebiotic inulin on growth performance, intestinal microflora, body composition and hematological parameters of juvenile beluga, *Huso huso*. Journal of the World Aquaculture Society, 40(6): 771-779.

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. Aquaculture Research, 41: 61-69.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Arlington, Virginia, USA. 1298P.

Bavington, C.D.; Lever, R.; Mulloy, B.; Grundy, M.M.; Page, C.P.; Richardson, N.V. and McKenzie, J.D., 2004. Anti-adhesive glycoproteins in echinoderm mucus secretions. Comparative Biochemistry and Physiology, 139: 607-617.

Deng, X., 2000. Artificial reproduction and early life stages of the green sturgeon (*Acipenser medirostris*). MS Thesis, University of California, Davis, USA. 63P.

Fooks, L.J. and Gibson, G.R., 2002. Probiotic as a modulator of the gut flora. British Journal of Nutrition, 88(1): 39-49.

Genc, M.A.; Aktas, M.; Genc, E.; Yilmaz, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus*. Aquaculture Nutrition, 13: 156-161.

Grisdle-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.

Hung, S.S.O.; 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.; Conte, F.S., 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture, 115: 297-303.

Hung, S.S.O.; Storebakken, T., Cui, Y.; Tian, L.; Einen, O., 1997. High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture Nutrition, 3: 281-286.

ICC (Industrial Comercio Exportacao E. Importacao), 2007. Immunowall product information sheet. Brazil.

Li, P.; Galtin III, D.M., 2003. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). Aquaculture, 219: 681-692.

Luo, G.; Xu, J.; Teng, Y.; Ding, C.; Yan, B., 2010. Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) reared in freshwater. Aquaculture Research, 41: 210-219.

Miles, R.D., 1993. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract: natural ways to prevent colonization by pathogens. In: Lycons T.P. (Ed) Biotechnology in feed industry. Nottingham University Press, Nottingham, UK. pp.133-150.

Mohseni, M.; Pourkazemi, M.; Bahmani, M.; Falahatkar,

consumption. Journal of the World Aquaculture Society, 39(6): 821-826.

Sang, H.M.; Fotedar, R., 2010. Effect of mannan-oligosaccharide dietary supplementation on performances of the tropical spiny lobsters juvenile (*Panulirus ornatus*). Fish and Shellfish Immunology, 28: 483-489.

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*). Aquaculture International, 15: 153-161.

Torrecillas, S.; Makol, A.; Caballero, M.J.; Montero, D.; Gines, R.; Sweetman, J.; Izquierdo, M.S., 2011. Improved feed utilization, intestinal mucus production and immune parameters in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides (MOS). Aquaculture Nutrition, 17(2): 223-233.

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. Journal of the World Aquaculture Society, 38: 24-35.

B.; Pourali, H.R.; Salehpour, M., 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, 22: 278-282.

Newman, K., 2007. Form follows function in picking MOS product. Feedstuffs, 79(4): 1-2.

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

RingØ, E.; Olsen, R.E.; Gifstad, T.Ø.; Dalmo, R.A.; Amlund, H.; Hemre, G.I.; Bake, A.M., 2010. Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition, 16: 117-136.

RingØ, E.; Bendiksen, H.R.; Gausen, S.J.; Sundsfjord, A.; Olsen, R.E., 1998. The effect of dietary fatty acids on lactic acid bacteria associated with the epithelial mucosa and from faecalia of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Journal of Applied Microbiology, 85: 855- 864.

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