

تأثیر پروبیوتیک مولتی بهسیل و پری بیوتیک بهسام بر عملکردهای تغذیه، میزان انرژی اتلافی و نرخ ترشح آمونیاک و اوره در نوزادان ماهی آمور (*Ctenophryngodon idella*)

سمیرا جعفریان^۱، جواد قاسم‌زاده^۱، حجت‌الله جعفریان^{۲*}

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، سیستان و بلوچستان

۲- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، گلستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۴

چکیده

این مطالعه برای ارزیابی تأثیر پری بیوتیک بهسام و پروبیوتیک تجاری مولتی بهسیل بر میزان ترشح آمونیاک، اوره و اتلاف انرژی در نوزادان ماهی آمور (*Ctenophryngodon idella*) انجام شد. سه سطح از بهسام و بهسیل (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از جیره) در جیره‌های آزمایشی، مکمل سازی و برای تغذیه نوزادان ماهی آمور (وزن اولیه $10/1 \pm 625/2$ میلی‌گرم) استفاده شد. آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در پایان آزمایش، وزن نهایی ماهیان، نسبت کارایی پروتئین و چربی نوزادان ماهیان آمور تغذیه شده با سطوح مختلف بهسام و بهسیل در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت ($p < 0/05$). همچنین نتایج به‌روشنی نشان داد که سطوح مختلف بهسام و بهسیل تأثیرات مفیدی را در میزان آمونیاک و اوره دفعی از نوزادان ماهی و نرخ انرژی اتلافی در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد داشت. حداقل آمونیاک و اوره در تیمار بهسام ۶۰۰ و حداکثر اتلاف انرژی از طریق ترشح آمونیاک اوره در شاهد بود، اما حداقل انرژی اتلافی به‌وسیله آمونیاک و اوره در تیمار بهسام ۶۰۰ به دست آمد. کل انرژی اتلافی از طریق نیتروژن متابولیک (آمونیاک و اوره) و درصد انرژی اتلافی به انرژی خورده شده در تیمارهای آزمایشی پری بیوتیکی و پروبیوتیکی در مقایسه با شاهد کاهش یافت. حداکثر مصرف انرژی در گروه شاهد به دست آمد، ولی در تیمارهای آزمایشی کاهش یافت و حداقل آن در تیمار بهسام ۶۰۰ به دست آمد. این مطالعه روشن کرد که سطوح مختلف بهسام و بهسیل در پرورش اولیه نوزادان ماهی آمور تأثیرات متفاوتی را بر عملکرد تغذیه، ترشح آمونیاک، اوره و انرژی اتلافی در این ماهی دارد.

کلمات کلیدی: پروبیوتیک، پری بیوتیک، ماهی آمور (*Ctenophryngodon idella*)، ترشح آمونیاک، اتلاف انرژی، مصرف انرژی

مقدمه

به علت افزایش تراکم در مزارع پرورش ماهی و نبود قوانین کنترل‌کننده، نگرانی‌ها درباره فشار آبی‌پروری به محیط‌زیست از طریق افزایش بیش‌ازحد مواد مغذی (به‌ویژه نیتروژن و فسفر) به شکل غذای ته‌نشین شده و یا رهاسازی آن‌ها به شکل مواد دفعی در مزارع پرورش ماهی افزایش پیدا کرده است و این موارد در نهایت، منجر به آلودگی محیط آب می‌شود (Skonberg et al. 1997). بنابراین، برای کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست فن‌آوری‌های شیلاتی باید توسعه پیدا کنند. از جمله روش‌های مؤثری که در این رابطه مطرح شد، می‌توان به دست‌کاری ترکیبات جیره غذایی برای متعادل کردن مواد مغذی موجود در جیره‌ها و استفاده از افزودنی‌های غذایی اشاره کرد (Sajjadi and Carter, 2004). فرآورده اصلی در سوخت و ساز پروتئین در ماهیان استخوانی، آمونیاک و میزان قابل‌توجهی ترکیبات نیتروژن دار و اوره است (Wood, 1993). مقدار دفع این متابولیت‌ها برای گونه‌های مختلف ماهیان، با تغذیه آن‌ها در ارتباط است و این امر برای تاسیسات پرورش متراکم ماهی مهم است، زیرا نحوه سوخت و ساز پروتئین تا حدی تعریف‌کننده یک رژیم غذایی خاص است (Ge'lineau et al. 1998).

مطالعات مختلف نشان داده است که نرخ ترشح آمونیاک و اوره بعد از مصرف غذا در ماهیان پرورشی به سطوح پروتئین (Ballestrazi et al. 1994)، دمای آب (Kikuchi et al. 1995) و ترکیبی از تأثیرات دمای آب، سطوح پروتئین و منابع انرژی در گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی بستگی دارد (Medale et al. 1995). در خصوص ترشح آمونیاک و اوره بعد از مصرف غذا در ماهیان مختلف، Kalla (۲۰۰۲) با بررسی تأثیر جیره‌های غذایی مکمل سازی شده در تأسیسات پرورش متراکم آبزیان در برخی از گونه‌های ماهیان استخوانی و Garg و همکاران (۲۰۰۲) نیز با بررسی تأثیر جیره‌های غذایی مکمل سازی شده در دو گونه از کپور ماهیان هندی، گزارش کردند که تولید این محصولات دفعی در جیره‌های غذایی با منابع پروتئینی حیوانی، در مقایسه با منابع پروتئینی گیاهی بیشتر است، هرچند که برای رسیدن به آبی‌پروری پایدار، استفاده از منابع پروتئینی ارزان‌قیمت

برای بالا بردن ثبات محصولات غذایی در آب، خواه از منابع حیوانی باشد یا گیاهی، غیرقابل‌اجتناب خواهد بود (Lim and Lee, 2009). Robaina و همکاران (۱۹۹۷)، Kalla (۲۰۰۲)، Garg و همکاران (۲۰۰۲)، Sushma و Rajaharia (۲۰۰۷) و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که وقتی میزان آمونیاک مترشحه در آب پرورشی ماهیان بالا باشد، نرخ عملکرد رشد در ماهیان کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، تغذیه نقش مهمی در حفظ سلامت و رفتار طبیعی، در گونه‌های مختلف ماهیان دارد (Keshavanath, 2006).

استفاده از پری بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها در تغذیه آبزیان پرورشی، به‌منظور افزایش عملکرد تولیدی آن‌ها در طول سال‌های اخیر (Gibson and Roberfroid, 1995)، با توجه به اینکه این محصولات به‌عنوان محرک‌های رشد و همچنین محرک ایمنی معرفی شده‌اند، در جیره‌های غذایی ماهیان و نرم‌تنان در دهه‌های اخیر توسعه یافته است (Chitsaz et al. 2016)، به طوری که تاکنون گزارش‌های متعددی در خصوص تأثیر استفاده از پروبیوتیک و پری بیوتیک‌ها در جیره غذایی گونه‌های مختلف ماهیان بر شاخص‌های رشد و تغذیه ارائه شده است (Dawood and Koshio, 2016). به رغم این گزارش‌های متعدد، به علت نبود اطلاعات کافی در زمینه توان بالقوه پرو و پری بیوتیک‌های تجاری در مراحل نوزادی گونه‌های مختلف آبزیان، از جمله نوزادان ماهی‌آمر (Ctenophryngodon idella) و با توجه به اینکه پاسخ‌های فیزیولوژیک مربوط به نرخ ترشح متابولیت‌های مختلف، پس از به‌کارگیری خوراکی تحریک‌کننده‌های ایمنی مختلف (پروبیوتیک‌ها و پری بیوتیک‌ها) در بافت‌های هدف در طول دهه اخیر کمتر بررسی شده است و از سوی دیگر، تغذیه نوزادان ماهی‌آمر از غذاهای غیر گیاهی، موجب شده است که آبی‌پروران در سال‌های اخیر در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان گرم آبی تمایل به استفاده از جیره‌های فرموله شده در تغذیه نوزادان و بچه ماهیان‌آمر پیدا کنند. از آنجا که استفاده از مکمل‌های غذایی و از جمله پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها می‌تواند در افزایش کارآیی رشد این ماهی بسیار مفید واقع شود، لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیرگذاری محصولات

هر تیمار به صورت تصادفی به مخازن فایبرگلاس با حجم آبگیری ۲۰ لیتر معرفی شدند. برای تأمین هوادهی و نیاز اکسیژنی ماهیان نیز به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به پمپ هواده الکتریکی مدل Haila متصل بود، نصب شد. آب مورد استفاده برای پرورش ماهیان در طول دوره نیز از نظر اکسیژن محلول، pH، نیتريت و سختی توسط دستگاه واترچکر مدل ۸۳۲۰۰ به شکل روزانه به صورت روزانه و مقادیر فسفات، سولفات، نیتريت، نترات، بی کربنات، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم نیز با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر Hach مدل DR2000 به صورت هفتگی و اندازه گیری دمای آب نیز هر روز ۳ مرتبه و همزمان با تغذیه نوزادان پایش شد که در قالب مقادیر میانگین در جدول ۱ ارائه شده است.

بیولوژیک تجاری بهسام (پروبیوتیک) و مولتی بهسیل (پروبیوتیک) بر عملکردهای تغذیه، میزان انرژی اتلافی و نرخ ترشح آمونیاک و اوره در نوزادان ماهی آمور طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و روش آزمایش

این مطالعه در اواسط فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه آبی پروری دانشگاه گنبدکاووس به مدت ۴۵ روز انجام شد. برای شروع کار تعداد ۱۲۰۰ قطعه نوزاد ماهی آمور از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید چمران (گلستان، ایران) تهیه و پس از سازگاری یک هفته‌ای و اطمینان از سلامت آن‌ها، نوزادان ماهی آمور (با وزن متوسط $1.0/1 \pm 0.625/2$ میلی گرم)، شمارش و به تعداد ۵۰ قطعه در

جدول ۱ معیارهای کیفی آب ورودی به حوضچه‌های پرورش بچه ماهی آمور (میانگین \pm انحراف معیار).

معیار	شوری (mg L ⁻¹)	اکسیژن محلول (mg L ⁻¹)	نیتريت (mg L ⁻¹)	نترات (mg L ⁻¹)	فسفات (mg L ⁻¹)	سولفات (mg L ⁻¹)	مقدار جامدات محلول (mg L ⁻¹)
مقدار	۵۲۵ \pm ۳۲/۴۱	۷/۵ \pm ۰/۶۵	۰/۰۱۳ \pm ۰/۰۰۱	۱/۰۵۶ \pm ۱/۴۳	۰/۴۶ \pm ۰/۰۲	۸۴/۱۰ \pm ۶/۷۲	۵۶۸/۵۶ \pm ۵۰/۲۵

ادامه جدول ۱ معیارهای کیفی آب.

معیار	هدایت الکتریکی آب ($\mu\text{m s}^{-1}$)	pH	کدورت (NTU)	دما (°C)	بی کربنات (mg L ⁻¹)	کلسیم (mg L ⁻¹)	منیزیم (mg L ⁻¹)	سدیم (mg L ⁻¹)	پتاسیم (mg L ⁻¹)
مقدار	۸۲۹/۳۸ \pm ۸۲/۶۶	۷/۶ \pm ۰/۱۸	۷/۵ \pm ۰/۶۵	۲۴/۵ \pm ۱/۳۵	۳۴۰ \pm ۲۷	۸۴/۶۸ \pm ۴/۲	۲۱/۱۲ \pm ۱/۵	۵۴/۱۰ \pm ۲/۲	۱/۵ \pm ۰/۱۱

و میزان پری بیوتیک و پروبیوتیک برای هر تیمار، پس از محاسبه با غذا مخلوط شد. پس از آن، با اضافه کردن درصد مشخصی آب مقطر (۴۰ mL/100 g) به حالت نیمه خمیری در آمد و پس از گذراندن از الک‌های فلزی با قطر متناسب با اندازه دهان نوزادان ماهی (۴۰۰-۱۰۰ میکرون) به صورت گرانول‌های غذایی تبدیل شد. سپس این گرانول-های غذایی در درون انکوباتور با دمای ۴۰°C به مدت ۵ ساعت خشک شدند (دارای ۱۰٪ رطوبت) و مطابق با اندازه دهان نوزادان ماهی آمور و بر اساس برنامه زمان بندی غذایی و مقادیر غذای محاسبه شده در اختیار آنها قرار گرفت. مقدار غذای موردنیاز بر اساس جدول استاندارد معادل ۴٪ وزن بدن در روز تعیین و در هر یک از تیمارهای آزمایشی به آنها

تهیه و ساخت جیره‌های آزمایشی

در این تحقیق، از محصولات تجاری بهسام (پروبیوتیک) حاوی دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* و لاکتوباسیل‌های گرم مثبت که می‌توانند نقش پری بیوتیک را ایفا کنند و همچنین، محصول تجاری مولتی بهسیل (پروبیوتیک) حاوی 1×10^{11} CFU/g از مخلوط پروبیوتیک‌های باکتریایی شامل گونه‌های مختلف لاکتوباسیلوس، باسیلوس، قارچ *Aspergillus oryzae* و مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از شرکت زیست بهمن ایران تهیه و استفاده شد. سپس از غذای کنسانتره (شرکت اسکرینینگ ایتالیا) با قطر ۱/۵ mm دارای ۵۰٪ پروتئین خام، ۲۰٪ چربی خام و ۹/۵٪ خاکستر) استفاده شد

یک، در طول دوره آزمایش با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند.

زیست‌سنجی و برآورد شاخص‌های تغذیه‌ای

به‌منظور بررسی شاخص‌های رشد در انتهای دوره آزمایش تمام بچه ماهیان موجود در هر مخزن خارج شدند و وزن (با دقت ۰/۱ گرم) و طول (با دقت ۱ mm) آن‌ها ثبت شد. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی، برخی از شاخص‌های رشد (شامل وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب رشد حرارتی، سرعت رشد وزنی، غذای خورده شده روزانه) محاسبه شدند و برای محاسبه آنها بر اساس منابع موجود از معادلات زیر استفاده شد (De Silva & Anderson, 1995; Helland et al. 1996):

افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

(مقدار غذای خورده شده به گرم / افزایش وزن بدن به گرم) × ۱۰۰ = کارایی غذا (درصد)

مقدار چربی خورده شده (گرم) / وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی (گرم/گرم)

مقدار مصرف پروتئین (گرم) / افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)

از هر ظرف به‌طور جداگانه گرفته و سپس غلظت آمونیاک از طریق روش فنول-هیپوکلرید به‌صورت زیر تعیین شد (Solorzano, 1969). آمونیاک کل از تفریق مقدار به‌دست‌آمده با مقدار آمونیاک مخزن بدون ماهی به دست آمد. غلظت اوهره با استفاده از آنزیم اوهره آز محاسبه شد (Elliott, 1976). لازم به ذکر است که در طول انجام این آزمایش‌ها، تغذیه نوزادان به‌طور کامل قطع شد (Elliott, 1976; Brafield, 1985; Engin and Carter, 2001).

اندازه‌گیری آمونیاک و اوهره

اندازه‌گیری آمونیاک و اوهره در انتهای دوره پس از ۶۰ روز غذایی با پروبیوتیک‌ها انجام شد. به این صورت که تعداد ۵ ماهی به‌طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شدند و پس از توزین، ماهیان هر تکرار به‌طور جداگانه، به مدت ۲۴ ساعت بدون هوادهی در ظروف ۱۶ لیتری قرار گرفتند. به‌منظور جلوگیری از تأثیر ترشحات نیتروژنی مربوط به باکتری‌ها و دیگر ریزموجودات آبی، همراه با نمونه تکرارهای آمونیاک و اوهره، یک مخزن ۱۶ لیتری از همان آب اما بدون ماهی نیز به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. در پایان ۲۴ ساعت، نمونه آب

نیتروژن آمونیاکی مترشحه (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) = [آمونیاک نهایی (میلی‌گرم بر لیتر) - آمونیاک اولیه (میلی‌گرم بر لیتر)] × حجم آب ÷ [وزن توده ماهی در هر تانک (کیلوگرم)]

نیتروژن اوهره مترشحه (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) = [اوهره نهایی (میلی‌گرم بر لیتر) - میزان اوهره اولیه (میلی‌گرم بر لیتر)] × حجم آب ÷ [وزن توده ماهی در هر تانک (کیلوگرم)]

انرژی تلف شده بر اساس آمونیاک مترشحه (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) = [آمونیاک مترشحه (میلی گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) \div ۱۰۰۰] \times ۲۴/۸۳ (کیلوژول بر گرم)

انرژی تلف شده بر اساس اوره مترشحه (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) = [اوره مترشحه (میلی گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز) \div ۱۰۰۰] \times ۲۳/۰۳ (کیلوژول بر گرم) \div

انرژی کل تلف شده به انرژی خورده شده = (مجموع انرژی تلف شده بر اساس آمونیاک و اوره \div انرژی خورده شده از طریق جیره) \times ۱۰۰

حاوی ۶۰۰ mg/kg پروبیوتیک بهسام از افزایش وزن بیشتری در مقایسه با ۶ تیمار دیگر برخوردار بودند ($p < 0.05$). همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده از جدول ۲ مشخص شد که با افزودن پروبیوتیک و پروبیوتیک-های مورد استفاده در این مطالعه به جیره غذایی نوزادان ماهی آمور، شاخص‌های تغذیه‌ای اندازه‌گیری شده شامل FCR، FCE، PER، LER و GSI در مقایسه با تیمار شاهد بهبود معنی‌داری داشته‌اند ($p < 0.05$)، به طوری که کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی (1.75 ± 0.35) و بالاترین مقدار نرخ کارایی غذا (14.67 ± 6.10)، نسبت کارایی پروتئین (1.33 ± 0.32) و نسبت کارایی چربی (1.35 ± 0.56) در تیمار بهسام ۶۰۰، و درباره شاخص GSI نیز بالاترین مقدار اندازه‌گیری شده (9.6 ± 2.6) درصد) در تیمار بهسام ۴۰۰ و کمترین مقدار برای تمام شاخص‌های تغذیه‌ای در تیمار شاهد ثبت شد.

آمونیاک و اوره مترشحه

نتایج به دست آمده از تأثیر پروبیوتیک و پروبیوتیک مورد استفاده در این مطالعه بر میزان دفع نیتروژن در جدول ۳ ذکر شده است. میزان نیتروژن (که بر اساس پروتئین خام جیره به دست آمده است) و میزان انرژی دریافت شده، در همه تیمارهای آزمایشی، برابر بود. در این مطالعه مشخص شد بیشترین مقدار آمونیاک مترشحه در جیره شاهد (فاقد ترکیب پروبیوتیکی) و کمترین آن از سطحی معادل mg/g 0.3 BW/day در تیمار بهسام ۶۰۰ بوده است. نکته مثبت اینکه در همه تیمارهای آزمایشی، میزان ترشح آمونیاک به نسبت گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$).

تعیین میزان مصرف انرژی (EE) در نوزادان ماهی آمور نیز با استفاده از رابطه ریاضی ارائه شده توسط Brafield (۱۹۸۵) انجام شد. در این رابطه میزان مصرف اکسیژن محلول، تولید دی‌اکسید کربن و نیتروژن اوره و آمونیاک مترشحه بر مبنای میلی مول در هر کیلوگرم از بدن ماهی در ۲۴ ساعت محاسبه شد. میزان مصرف EE بر مبنای کیلوژول بر وزن ماهی در هر ۲۴ ساعت محاسبه شد. میزان پروتئین و چربی مصرفی برای انجام فرآیند سوخت و ساز در ماهی با استفاده از روش Brafield (۱۹۸۵) محاسبه و تعیین شد.

$$EE = -11.18 O_2 + 2.64 CO_2 - 9.55 N$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های تغذیه و ترشح آمونیاک و اوره با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۰.۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SPSS (V.19) در محیط ویندوز بین تیمارهای مختلف انجام شد.

نتایج

عملکرد تغذیه‌ای

در شروع آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ وزن اولیه وجود نداشت ($p > 0.05$) اما در پایان دوره ۴۵ روزه غذایی توسط محصولات تجاری مورد استفاده در این مطالعه، از نظر وزن نهایی در ۷ تیمار مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به گونه‌ای که ماهیان تغذیه شده با جیره

همچنین کمترین میزان اوره مترشحه نیز در تیمارهای بهسام ۶۰۰ و بهسیل ۶۰۰ مشاهده شد که برای هر دو تیمار مقدار 0.001 ± 0.060 mg/g BW/day ثبت شد. بیشترین میزان انرژی تلف شده بر اساس آمونیاک و اوره نیز به ترتیب از $9/64$ و $2/30$ kJ/kg/BW/day در تیمار شاهد به $7/82$ kJ/kg/BW/day در تیمار بهسیل ۶۰۰ برای انرژی اتلافی بر اساس آمونیاک و $1/72$ kJ/kg/BW/day در تیمار بهسام ۶۰۰ برای انرژی اتلافی بر اساس اوره کاهش یافت. کمترین میزان انرژی کل تلف شده از طریق ترشح آمونیاک و اوره نیز در تیمار بهسام ۶۰۰ ($9/18$ kJ/kg/BW/day) به دست آمد که تفاوت معنی داری با دیگر تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد داشت ($p < 0.05$). سطوح مصرف انرژی نیز در تیمارهای تأثیر پذیرفته از محصولات بهسام و مولتی بهسیل در مقایسه با تیمار شاهد از کاهش معنی داری برخوردار بود ($p < 0.05$) و از مقدار $114/35$ kJ/kg/BW/day در تیمار شاهد به پایین ترین سطح خود در تیمار بهسام ۶۰۰ معادل با $73/45$ kJ/kg/BW/day رسید.

جدول ۲ تغییرات پارامترهای تغذیه‌ای نوزادان ماهی آمور در گروه شاهد و تیمارهای مورد تغذیه با جیره‌های غذایی مکمل سازی شده توسط محصولات تجاری بهسام (پروبیوتیک) و مولتی بهسیل (پروبیوتیک) (میانگین \pm انحراف معیار).

تیمار		پارامتر رشد				
شاهد	بهسام ۲۰۰	بهسام ۴۰۰	بهسیل ۲۰۰	بهسیل ۴۰۰	بهسیل ۶۰۰	
وزن نهایی (گرم)	۴/۳۵ \pm ۰/۶۱ ^c	۵/۱۶ \pm ۰/۹۳ ^{ab}	۵/۰۳ \pm ۱/۰۱ ^{ab}	۵/۴ \pm ۱/۰۵ ^a	۵/۰۲ \pm ۱/۰۵ ^{ab}	۴/۸۲ \pm ۰/۸۲ ^b
ضریب تبدیل غذایی	۲/۲۵ \pm ۰/۵۱ ^a	۱/۸۱ \pm ۰/۳۴ ^b	۱/۸۵ \pm ۰/۳۱ ^b	۱/۷۵ \pm ۰/۳۵ ^b	۱/۸۹ \pm ۰/۴۱ ^b	۱/۹۲ \pm ۰/۲۸ ^b
کارایی تغذیه (%)	۴۸/۳۳ \pm ۱۰/۵۰ ^b	۵۷/۳۷ \pm ۱۱/۲۰ ^a	۵۵/۹۳ \pm ۱۰/۳۳ ^a	۶۰/۱۱ \pm ۱۴/۶۷ ^a	۵۵/۷۸ \pm ۱۳/۱۵ ^a	۵۳/۵۲ \pm ۹/۱۴ ^a
نسبت کارایی پروتئین	۱/۰۷ \pm ۰/۰۳ ^c	۱/۲۸ \pm ۰/۲۶ ^{ab}	۱/۲۴ \pm ۰/۲۲ ^{ab}	۱/۳۳ \pm ۰/۳۲ ^a	۱/۲۴ \pm ۰/۲۹ ^{ab}	۱/۱۹ \pm ۰/۲۰ ^b
نسبت کارایی چربی	۴/۴۷ \pm ۱۰/۲۵ ^c	۵/۳۲ \pm ۱/۱۲ ^{ab}	۵/۱۸ \pm ۰/۹۵ ^{ab}	۵/۵۶ \pm ۱/۳۵ ^a	۵/۱۷ \pm ۱/۳۵ ^{ab}	۴/۹۵ \pm ۰/۸۵ ^b
شاخص گاستروسوماتیک (%)	۸/۶۰ \pm ۱/۴ ^{abc}	۸/۱۵ \pm ۰/۷۲ ^{abc}	۹/۶ \pm ۲/۶ ^a	۹/۰۸ \pm ۱/۳۵ ^{ab}	۶/۸۹ \pm ۱/۱۱ ^{bc}	۶/۵۲ \pm ۲/۱۱ ^c

* در هر ردیف حروف لاتین غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

جدول ۳ نیتروژن ازدست‌رفته بر اساس آمونیاک و اوره مترشحه از نوزادان ماهی آمور در گروه شاهد و تیمارهای مورد تغذیه با جیره‌های غذایی مکمل سازی شده توسط محصولات تجاری پربیوتیک (بهسام) و پروبیوتیکی (مولتی بهسیل) (میانگین \pm انحراف معیار).

تیمار	شاهد	بهسام ۲۰۰	بهسام ۴۰۰	بهسام ۶۰۰	بهسیل ۲۰۰	بهسیل ۴۰۰	بهسیل ۶۰۰
نیتروژن مصرف‌شده (گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵	۱/۷۳ \pm ۰/۲۵
انرژی مصرف‌شده (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲	۴۵۰/۲۵ \pm ۱۲/۱۲
نیتروژن دفعی بر اساس آمونیاک (گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۰/۳۹ \pm ۰/۰۴ ^a	۰/۳۵ \pm ۰/۰۳ ^b	۰/۳۳ \pm ۰/۰۱ ^{bc}	۰/۳۰ \pm ۰/۰۱ ^C	۰/۳۳ \pm ۰/۰۲ ^{bc}	۰/۳۳ \pm ۰/۰۲ ^{bc}	۰/۳۲ \pm ۰/۰۴ ^{bc}
نیتروژن دفعی بر اساس اوره (گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۰/۰۸۰ \pm ۰/۰۱۵ ^a	۰/۰۷۳ \pm ۰/۰۰۱ ^{ab}	۰/۰۷۱ \pm ۰/۰۰۲ ^{ab}	۰/۰۶۰ \pm ۰/۰۰۱ ^b	۰/۰۶۵ \pm ۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۶۵ \pm ۰/۰۰۷ ^b	۰/۰۶۰ \pm ۰/۰۰۱ ^b
مجموع نیتروژن دفع شده از طریق ترشح آمونیاک و اوره (گرم بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۰/۴۹ \pm ۰/۰۵ ^a	۰/۴۴ \pm ۰/۰۲ ^b	۰/۴۱ \pm ۰/۰۲ ^{bc}	۰/۳۸ \pm ۰/۰۳ ^c	۰/۴۱ \pm ۰/۰۲ ^{bc}	۰/۴۰ \pm ۰/۰۱ ^{bc}	۰/۳۹ \pm ۰/۰۱ ^{bc}
نیتروژن کل تلف‌شده از طریق ترشحات به نیتروژن مصرفی (درصد)	۲۸/۳۲ \pm ۲/۸۹ ^a	۲۵/۲۴ \pm ۲/۰۲ ^b	۲۳/۷۰ \pm ۰/۰۱ ^{bc}	۲۱/۷۷ \pm ۰/۸۸ ^c	۲۳/۷۹ \pm ۱/۱۶ ^{bc}	۲۳/۴۱۰ \pm ۰/۸۷ ^{bc}	۲۲/۸۳ \pm ۰/۲۸ ^{bc}
انرژی اتلاف شده از طریق ترشح آمونیاک (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۹/۶۴ \pm ۰/۹۹ ^a	۸/۷۰ \pm ۰/۷۴ ^b	۸/۱۹ \pm ۰/۱۲ ^{bc}	۷/۴۵ \pm ۰/۲۵ ^{bc}	۸/۰۷ \pm ۰/۳۷ ^{bc}	۸/۱۰ \pm ۰/۳۷ ^{bc}	۷/۸۲ \pm ۰/۱۲ ^c
انرژی اتلاف شده از طریق ترشح اوره (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۲/۳۰ \pm ۰/۲۳ ^a	۱/۹۶ \pm ۰/۱۱ ^b	۱/۸۴ \pm ۰/۱۵ ^{bc}	۱/۷۲ \pm ۰/۱۱ ^c	۱/۹۵ \pm ۰/۱۲ ^b	۱/۸۴ \pm ۰/۰۹ ^{bc}	۱/۸۵ \pm ۰/۱۶ ^{bc}
مجموع انرژی اتلاف شده از طریق آمونیاک و اوره مترشحه (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۱۱/۹۹ \pm ۱/۲۳ ^a	۱۰/۶۵ \pm ۰/۸۶ ^b	۱۰/۰۳ \pm ۰/۱۰ ^{bc}	۹/۱۸ \pm ۰/۳۶ ^c	۱۰/۰۳ \pm ۰/۴۶ ^{bc}	۹/۹۱ \pm ۰/۳۷ ^{bc}	۹/۶۷ \pm ۰/۱۳ ^{bc}
انرژی کل تلف‌شده از طریق ترشحات به انرژی مصرفی (درصد)	۲/۶۶ \pm ۰/۲۷ ^a	۲/۳۷ \pm ۰/۱۹ ^b	۲/۲۳ \pm ۰/۰۱ ^{bc}	۲/۰۴ \pm ۰/۰۸ ^c	۲/۲۳ \pm ۰/۱۱ ^{bc}	۲/۰۲ \pm ۰/۰۸ ^{bc}	۲/۱۵ \pm ۰/۲۷ ^{bc}
مصرف انرژی (کیلوژول بر کیلوگرم وزن ماهی در روز)	۱۱۴/۲۵ \pm ۳/۲۵ ^a	۸۷/۱۲ \pm ۳/۴۴ ^b	۷۵/۹۲ \pm ۷/۹۵ ^d	۷۳/۴۵ \pm ۴/۶۱ ^d	۸۲/۲۸ \pm ۵/۱۵ ^{bc}	۷۸/۹۹ \pm ۷/۲۳ ^{cd}	۸۵/۳۳ \pm ۴/۷۷ ^b

*در هر ردیف حروف لاتین غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

بحث

تغییرات شاخص‌های رشد و تغذیه در بین تیمارهای مختلف در این تحقیق، نشان داد که افزودن مقدار ۶۰۰ mg/kg پربیوتیک بهسام به جیره غذایی نوزادان ماهی آمور منجر به افزایش معنی‌دار برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه بجز شاخص گاستروسوماتیک در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد شد. در مورد شاخص گاستروسوماتیک تفاوت معنی‌دار در تیمار بهسام ۴۰۰ مشاهده شد. درخصوص ضریب تبدیل غذایی نیز با وجود عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار درون گروهی بین تیمارهای آزمایشی حداقل مقدار این شاخص در تیمار بهسام ۶۰۰ مشاهده شد. به نظر می‌رسد این پربیوتیک از طریق تغییر در ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده مانند افزایش ارتفاع ریزپرزها و همچنین اصلاح جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌توانند کارایی روده را افزایش داده و سبب بهبود جذب مواد مغذی و ارتقای شاخص‌های رشد شوند (Dimitroglou et al., 2010). وجود اثرات مثبت این نوع پربیوتیک بر شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی در این آزمایش ممکن است به دلیل نوع ترکیب تشکیل‌دهنده این مواد باشد. به طوری که مانان الیگوساکارید موجود در ساختار بهسام منبع تغذیه‌ای مناسب برای رشد و فعالیت باکتری‌های فلور دستگاه گوارش مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک، لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکترهاست (Ringo and Vadstein, 1998) و تخمیر آن در روده منجر به از بین رفتن باکتری‌های مضر و در نتیجه، تولید باکتری‌های مفید از جمله باکتری‌های اسیدلاکتیک دانست که ترکیباتی همانند باکترسیون‌ها را تولید، و به این طریق از رشد ریزموجودات دیگر در روده جلوگیری می‌کنند (Akrami et al., 2009). همچنین فروکتوالیگوساکارید و اینولین موجود در محصول تجاری بهسام نیز جزء پربیوتیک‌های شناخته‌شده‌ای هستند که به‌صورت گزینشی توسط باکتری‌های مفید روده‌ای از قبیل بیفیدوباکترها و لاکتوباسیلوس‌ها تخمیر شده و سبب رشد این باکتری‌های مفید در روده می‌شوند (Gibson, 1998). همسو با نتایج حاضر، Atar و Ates (۲۰۰۹) در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، Gultepe و همکاران (۲۰۱۰) در

ماهی سم دریایی (*Sparus aurata*)، لشکربلوکی و همکاران (۱۳۹۰) در تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، Nazari Juibari و همکاران (۲۰۱۳) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، Kühlwein و همکاران (۲۰۱۴) بر روی کپور آینه‌ای^۱ افزایش معنی‌داری را از نظر شاخص‌های تغذیه‌ای با پربیوتیک‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده کردند. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده، Hoseinifar و همکاران (۲۰۱۴، ۲۰۱۵) با افزودن فروکتوالیگوساکارید به جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی، Eshaghzadeh و همکاران (۲۰۱۵) با افزودن پربیوتیک اینولین به جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی، Akrami و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی بچه‌ماهیان قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*) و Razeghi Mansour و همکاران (۲۰۱۲) با افزودن مانان الیگوساکارید به جیره غذایی فیل‌ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد از نظر شاخص‌های تغذیه‌ای مشاهده نکردند. عدم مشاهده اثرات مثبت پربیوتیک در این مطالعات را می‌توان به ناتوانی میکروبی روده‌ای در تخمیر پربیوتیک‌های اضافی و متعاقب آن، انباشتگی مواد غیرقابل‌هضم در دیواره روده دانست که در نهایت، باعث تحریک روده می‌شود (Hoseinifar et al., 2011). در مطالعات انجام‌شده توسط Robaina و همکاران (۱۹۹۷)، Kalla (۲۰۰۲)، Garg و همکاران (۲۰۰۲)، Sushma (۲۰۰۷) و Rajaharia و همکاران (۲۰۰۸) مشخص شد که وقتی میزان آمونیاک مترشحه در آب پرورشی ماهیان بالا باشد، نرخ عملکرد رشد ماهیان کاهش پیدا می‌کند. در همین راستا، در مطالعه حاضر با بررسی میزان ترشح آمونیاک و اوره در آب نگهداری نوزادان ماهی آمور مشخص شد که استفاده از محصولات زیستی بهسام و مولتی بهسیل در جیره غذایی نوزادان ماهی آمور به شکل قابل قبولی باعث کاهش ترشح این ترکیبات نیتروژنه حاصل از سوخت و ساز شده است، به طوری که بالاترین میزان تأثیرگذاری نیز در تیمار بهسام ۶۰۰ تعیین شد. دلیل

¹ Mirror carp

مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر نرخ ترشح آمونیاک و اوره و انرژی اتلاف شده از این طریق هستند. در همین راستا، Altinok و Grizzle (۲۰۰۱) ثابت کردند که شوری آب نقش مهمی در نسبت ترشح آمونیاک و اوره در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، تاس ماهی خلیج *Acipenser oxyrinchus desotoi*، قرمز حوض و قزل‌آلای قهوه‌ای و همچنین، انرژی از دست رفته آن‌ها دارد. نتیجه به‌دست‌آمده در خصوص انرژی اتلافی از طریق ترشح آمونیاک و اوره در مطالعه حاضر، همسو با نتایج سایر محققان است. سرگری و همکاران (۱۳۹۳)، حسن‌پور فتاحی و همکاران (۱۳۹۴)، Jamali و همکاران (۲۰۱۴)، Lashkarboloki و همکاران (۲۰۱۲)، Faramarzi و همکاران (۲۰۱۲) و Moazami و همکاران (۲۰۱۵) در استفاده از باکتری‌های مفید به‌عنوان عوامل زیستی مؤثر، توانستند میزان اتلاف انرژی ناشی را کاهش دهند. یکی از دلایل احتمالی کاهش معنی‌دار مصرف انرژی در تیمارهای آزمایشی تغذیه‌شده با پروبیوتیک بهسام و پروبیوتیک مولتی بهسیل در مقایسه با شاهد ممکن است کسب انرژی توسط نوزادان ماهی امور از دیگر منابع تأمین‌کننده انرژی از ترکیبات غیر پروتئینی مانند چربی‌ها و قندهای سخت هضم باشد که مانع از آمین-زدایی پروتئین‌ها و در نتیجه، دفع کمتر مواد نیتروژنه به آب محیط پرورش می‌شود و احتمالاً این روند، منجر به کاهش مصرف انرژی در ماهیان می‌شود. در مجموع، نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر حاکی از آن است که به‌کارگیری سطوح مختلف پروبیوتیک بهسام و پروبیوتیک مولتی بهسیل می‌توانند قابلیت تأثیرگذاری بالایی در افزایش عملکرد تغذیه و برخی از شاخص‌های ایمنی داشته باشند. داشتن اطلاعات جامع‌تر در این خصوص مستلزم تحقیقات بیشتری است و مطمئناً مطالعات آینده ابعاد جدیدی از این موضوع را روشن خواهد کرد که امروزه برای ما ناشناخته هستند.

منابع

حسن‌پور فتاحی، ا.، جعفریان، ح.، خسروی، ع.ر. ۱۳۹۴. اثرات ترکیبی مخمر ساکارومایسیس سرویزیا و قارچ آسپرژیلوس نایجر بر پارامترهای هماتولوژی و

اصلی این امر احتمالاً این است که نوزادان ماهی امور در مرحله رشد نیاز به نیتروژن بیشتری برای انباشت پروتئین در بدن خود دارند و احتمالاً جیره‌های غذایی غنی شده توسط محصولات تجاری بهسام (پروبیوتیک) و مولتی بهسیل (پروبیوتیک) در طول دوره ۴۵ روزه غذایی به‌خصوص تیمار بهسام ۶۰۰ باعث بالا بردن انباشت نیتروژن در پروتئین بدن به شکل افزایش قابلیت هضم پروتئین در این مطالعه شده است. دلیل تأثیر پروبیوتیک و پروبیوتیک تجاری مورد استفاده در این مطالعه بر قابلیت هضم نیتروژن مشخص نیست. همچنین این موضوع را می‌توان به کارایی بالای جیره‌های غذایی غنی شده با این محصولات تجاری به‌خصوص تیمار حاوی ۶۰۰ mg/kg پروبیوتیک تجاری بهسام نسبت داد، زیرا وقتی کارایی جیره غذایی بالا باشد، آمین‌زدایی^۲ پروتئین‌های غذای مصرف نشده رخ نمی‌دهد و عدم انجام آن، مانع از ترشح متابولیت‌هایی مانند آمونیاک و اوره می‌شود. این نتایج همسو با نتایج Singh و همکاران (۲۰۰۳)، Kalla و همکاران (۲۰۰۴)، Wu و همکاران (۲۰۰۵)، Jindal و همکاران (۲۰۰۵) و Jindal و همکاران (۲۰۱۵) و Raparia و همکاران (۲۰۱۶) Bhatnagar است. همچنین، در تحقیق حاضر میزان انرژی اتلافی از طریق ترشح آمونیاک و اوره در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک بهسام و پروبیوتیک مولتی بهسیل در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌دار داشت. به طوری که بهترین نتایج در خصوص انرژی اتلافی، از طریق آمونیاک مترشحه در تیمار بهسیل ۶۰۰ و انرژی اتلافی از طریق اوره مترشحه در تیمار بهسام ۶۰۰ مشاهده شد. در مبحث انرژی زیستی، بودجه انرژی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر آن، انرژی از دست‌رفته از طریق ترشح آمونیاک و اوره از بدن ماهی است. در پرورش ماهیان و به‌خصوص دوره پرورش نوزادی ماهیان پرورشی، افزایش بازده انرژی و کاهش هدررفت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عوامل متعددی در اتلاف انرژی در ماهی نقش دارند و در این خصوص نیز بعضی از متغیرها مانند غذای مصرفی، دما، دست‌کاری، شرایط فیزیکوشیمیایی آب و باکتری‌ها از

² Deamination

لشکربلوکی، م.، جعفریان، ح.، کرامت، ع.، فرهنگ، م.، آدینه، ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی شده با عصاره مخمر ساکارومایسیس سرویزیا (*Saccharomyces cerevisiae*) بر رشد و مقاومت لاروهای ماهی تاس ایرانی (*Acipenser persicus*) در برابر عوامل استرس زا. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران ۶۴: ۳۴۵-۳۵۵.

بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله تحقیقات دامپزشکی ۷۰: ۴۷۳-۴۶۳.

سرگزی، ح.، جعفریان، ح.، یلغی، س.، فرهنگ، م. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر باسیلوسهای پروبیوتیکی بر انرژی مصرف شده و ترشح آمونیاک و اوره در لارو ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Wabaum, 1792). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی ۲: ۱۷-۲۸.

Akrami, R., Karimabadi, K., Mohammadzadeh, H., Ahmadifar, E. 2009. Effect of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry stage. Journal of Marine Science and Technology 8: 47-57.

Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A., Ziaei, R. 2012. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance and immune response of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Veterinary Advances 2: 507-513.

Altinok, I., Grizzle, G.M. 2001. Excretion of ammonia and urea by phylogenetically diverse fish species in low salinities. Aquaculture 238: 499-507.

Atar, H.H. Ates, M. 2009. The effects of commercial diet supplemented with mannan oligosaccharide (MOS) and vitamin B12 on the growth and body composition of the carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). Journal of Animal and Veterinary Advances 8: 2251-2255.

Ballestrazi R, Lanari D, Agaro ED, Mion A. 1994. The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing seabass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture 127: 197-206.

Brafield, A.E. 1985. Laboratory studies of energy budgets. In: Tytler, P., Calow, P. (Eds.). Fish Energetics, New perspectives. Croom Helm, London, 257-282.

Chitsaz, H. Akrami, R. Arab Arkadeh, M. 2016. Effect of dietary synbiotics on growth, immune response and body composition of Caspian roach (*Rutilus rutilus*). Iranian Journal Fisheries Sciences 15: 170-182

Dawood M.A.O, Koshio S.H. 2016. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. Aquaculture 454: 243-251.

De Silva, S.S. and Anderson, T.A. 1995. In: Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London, 319 p.

Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R., Davies, S.J. 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance feed utilization, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 300: 182-188.

Elliott J.M. 1976. Energy losses in the waste products of brown trout (*Salmo trutta* L). Animal Ecology 45: 561-580.

Engin, K., Carter, C.G. 2001. Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis*

- australis*) as influenced by dietary protein level. *Aquaculture* 199: 123-136.
- Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., Ringø, E. 2015. The effects of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Aquaculture Nutrition* 21: 242-247.
- Faramarzi, M., Jafaryan, H., Roozbehfar, R., Jafari, M., Biria, M. 2012. Influences of probiotic Bacilli on ammonia and urea excretion in two conditions of starvation and satiation in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Global Veterinaria* 8: 185-189.
- Garg, S.K., Kalla, A., Bhatnagar, A. 2002. Evaluation of raw and hydrothermally processed leguminous seeds as supplementary feed for the growth of two Indian Major Carp species. *Aquaculture Research* 33:151-163.
- Gélineu, A., Médale, F., Boujard, T. 1998. Effect of feeding time on postprandial nitrogen excretion and energy expenditure in rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 52: 655-664.
- Gibson, G.R. 1998. Dietary modulation of the Human Gut Microflora using the prebiotics oligofructose and Inulin. *Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose Conference*, May 18-19, Bethesda.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125: 1401-1405.
- Gultepe, N., Salnur, S., Hossu, B., Hisar, O. 2010. Dietary supplementation with Mannan oligosaccharides (MOS) from Bio-Mos enhances growth parameters and digestive capacity of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition* 17: 482-487.
- Helland, S.J., Grisdale, H.B., Nerland, S. 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture* 139: 157-163.
- Hoseinifar, S.H., Mirvaghefi, A., Mojazi Amiri, B., Khoshbavar Rostami, H., Merrifield, D.L. 2011. The effects of oligofructose on growth performance, survival and autochthonous intestinal microbiota of beluga (*Huso huso*) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 17: 498-504.
- Hoseinifar, S.H., Eshaghzadeh, H., Vahabzadeh, H., Peykaran Mana, N. 2015. Modulation of growth performances, survival, digestive enzyme activities and intestinal microbiota in common carp (*Cyprinus carpio*) larvae using short chain fructooligosaccharide. *Aquaculture Research* 47: 3246-3253.
- Hoseinifar, S.H., Soleimani, N., Ringø, E. 2014. Effects of dietary fructooligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *The British Journal of Nutrition* 112: 1296-1302.
- Jamali, H., Tafi, A., Jafaryan, H., Patimar, R. 2014. Effect of enriched *Artemia partenogenetica* with probiotic (*Bacillus spp.*) on growth, survival, fecal production and nitrogenous excretion in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Journal of Fisheries and Livestock Production* 2: 1-6.
- Jindal, M., Garg, S.K. 2005. Effect of replacement of fishmeal with defatted canola on growth performance and nutrient retention in the fingerlings of *Channa punctatus* (Bloch). *Panjab University Research Journal* 55: 183-189.
- Jindal, M. 2011. Protein requirements of catfish *Clarias batrachus* for sustainable

- aquaculture. *Indian Journal of Fisheries* 58: 95-100.
- Kalla, A. 2002. Effects of supplementary feeding in some teleost on growth, digestibility and water quality parameters in intensive fish culture system. *Aquaculture Research* 54: 68-75.
- Kalla, A., Garg, S.K. 2004. Use of plant proteins in supplementary diets for sustainable aquaculture. In: Garg, S.K., and Jain, K.L. (eds.), *Proceedings of National Workshop on Rational Use of Water resources for Aquaculture*, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, India, 6-20.
- Keshavanath, P., Patil, P. 2006. Nutrition in ornamental fishes. *Fishing Chimes* 26: 13-17.
- Kikuchi, K., Sato, T., Iwata, N., Sakaguchi, I., Deguchi, Y. 1995. Effect of temperature on nitrogenous excretion of Japanese flounder. *Fisheries Science* 61: 604-607.
- Kühlwein, H., Merrifield, D.L., Rawling, M.D., Foey, A.D., Davies, S.J. 2014. Effects of dietary β -(1, 3) (1, 6)-D-glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-immunological profile of mirror carp (*Cyprinus carpio* L). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98: 279-289.
- Lim, S.J., Lee, K.J. 2009. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*. *Aquaculture* 290: 283-289.
- Medale, F., Brauge, C., Vallee, F., Kaushik, S.J. 1995. Effect of dietary protein/energy ratio, ration size, dietary energy source and water temperature on nitrogen excretion in rainbow trout. *Water Science and Technology* 31: 185-194.
- Moazami, N., Jafaryan, H., Ebrahimi, P., Gholipour kananni, H. 2015. The effect of A-max and celmanax yeast commercial products on energy losing based on ammonia and urea excretion in common carp (*Cyprinus carpio*) in comparison with probiotic bacilli. International conference on sustainable development with a focus on agriculture and tourism. 16-17 September, Tabriz, Iran, 16-22.
- Nazari Juibari, E. 2013. Effect of probiotic L-famyvn on growth performance, nutrient digestibility and digestive enzyme activities of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). M.Sc. Thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 87 p.
- Rajaharia, N. 2008. Role of plant proteins and optimization of dietary calcium and phosphorus levels for growing *Cirrihinus mrigala* (Hamilton). M.phil Dissertation, Kurukshetra, Haryana India.
- Raparia, S.H., Bhatnagar, A. 2016. Effect of dietary protein source and probiotic inclusion on pattern of excretion of ammonia and orthophosphate in holding water in *Catla catla* culture system. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 4: 1-7.
- Razeghi Mansour, M., Akrami, R., Ghobadi, S.H., Amani Denji, K., Ezatrahimi, N., Gharaei, A. 2012. Effects of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (*Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry* 38: 829-835.
- Ringo, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T.M., Olsen, R.E. 2006. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture Research* 37: 891-897.
- Ringo, E., Vadstein, O. 1998. Colonization of *Vibrio pelagius* and *Aeromonas caviae* in early developing turbot (*Scophthalmus*

- maximus* L.) larvae. Journal of Applied Microbiology 84: 227-233.
- Robaina, L., Moyano, F.J., Izquierdo, M.S., Socorro, J., Vergara, M., Montera, D. 1997. Corn gluten and meat and bone meals as protein sources in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* nutritional and histological implications. Aquaculture 157: 347-359.
- Sajjadi, M., Carter, C.G. 2004. Effect of the phytic acid and phytase on feed intake, growth, digestibility and trypsin activity in Atlantic salmon (*Salmo salar* L). Aquaculture Nutrition 10: 135-142.
- Singh, K., Garg, S.K., Kalla, A., Bhatnagar, A. 2003. Oil cakes as protein source in supplementary diets for the growth of *Cirrhinus mrigala* (Ham.) fingerlings. Laboratory and field studies. Bioresource Technology 86: 283-291.
- Skonberg, D.L., Yogev, L., Hardy, R.W., Dong, F. 1997. Metabolic response to dietary phosphorus intake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 157: 11-24.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. Limnology and Oceanography 14: 799-801.
- Sushma, A. 2007. Effect of artificial feeding and probiotics on growth performance, survival and digestibility in fresh water fish, *Aorichthys aor* (Hamilton). M.phil, Dissertation, Kurukshetra University, Kurukshetra, Haryana, India.
- Wood, C.M. 1993. Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans, D.H. (Ed.). Physiology of Fishes. CRC Press, Boca Raton, 379-425.
- WU, T.X., Song, Z.F., Cai, L.S. Ding, X.Y., Yu, Q.S. 2005. Effects of the dietary supplementation with fructooligosaccharides on the excretion of nitrogen and phosphorus in *Miichthys miiuy* fries. Journal of Zhejiang University Science B 6:798-802.

Effect of probiotic (Moltibehsil) and prebiotic (Behsam) on feed performances, energy losses and ammonia and urea excretions in grass carp, *Ctenophryngodon idella* larvae

Samira Jafaryan¹, Javad Ghasemzadeh¹, Hojatollah Jafaryan^{2*}

1- Department of Fisheries, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime and Marine University, Chabahar, Sistan and Baluchistan, Iran

2- Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavoods, Gonbad Kavoods, Golestan, Iran

Received 10 May 2017; accepted 24 November 2017

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of two commercial prebiotic and probiotic called Behsam and Behsil, respectively, in feeding performance, ammonia and urea excretions as well as energy losses in grass carp, *Ctenophryngodon idella* fry. Three levels of Behsam and Behsil (200, 400 and 600 mg/kg of diet) were supplemented to experimental diets and fed to grass carp fry (initial weight of 625.15 ± 10.12 mg). The present study was conducted in a completely randomized design. At the end of experiment, the fish final weight, food conversion ratio, protein and lipid efficiency ratio of the grass carps fed supplemented diet with different levels of Behsam and Behsil had significantly difference with control group ($p < 0.05$). The results clearly exhibited that the different levels of Behsam and Behsil had positive effects on the ammonia and urea excretions in fish fry and also the energy decreasing rate in experimental treatments in comparison with control group. Minimum of ammonia-N and urea-N excretions were obtained in treatment Behsam 600. The maximum energy losses via excretion of ammonia and urea were obtained in control. However, the minimum energy losses were obtained in fish fry fed with 600 mg/kg Behsam. The total energy losses by nitrogenous wastes such as ammonia, urea and energy losses rate (%) per energy intake were decreased in the various experimental treatments in comparison with control. Maximum energy expenditure was detected in control group, but it decreased in experimental treatments and minimum value was obtained in treatment containing 600 mg/kg Behsam. In this study, it was found that the various Behsam and Behsil levels in rearing grass carp fry exhibit different effects on feeding performance, ammonia and urea excretions as well as energy losses in this fish.

Keywords: Commercial probiotic, Grass carp, *Ctenophryngodon idella*, Ammonia excretion, Energy losses, Energy expenditure

*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com