



تأثیر پودر دافنی تخمیر شده با باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر عملکرد رشد و ترکیبات لاشه

پریسا مرادی^{*}، حجت ا... جعفریان^۲، مهدی سلطانی^۳، حسنی قلی‌پور کنعانی^۴، جواد سهندی^۵

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
- ۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
- ۳- استاد، گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۴- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
- ۵- دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش غذای زنده آبزیان، گروه میکروبیولوژی دریا، دانشکده علوم زیستی دریا، دانشگاه اقیانوسی چین، چینگ‌تائو، چین

دریافت: ۹۳/۰۴/۰۲ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۷

* نویسنده مسئول مقاله: moradiparisa3@gmail.com

چکیده:

تأثیر پودر تخمیر شده *Daphnia magna* در جیره بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزنی 0.197 ± 0.0583 گرم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار و در شرایط کاملاً یکسان به مدت ۶۰ روز بررسی شد. پنج جیره با پروتئین یکسان (۵۲/۷۰ درصد) به شکل دو جیره حاوی پودر دافنی تخمیر شده شامل T_1 (۲۰ درصد)، T_2 (۳۰ درصد) و دو جیره حاوی پودر دافنی خام شامل T_3 (۲۰ درصد)، T_4 (۳۰ درصد) و یک جیره بدون افزودن پودر دافنی (جیره شاهد) در نظر گرفته شد. باکتری استفاده شده برای تخمیر شامل پنج گونه باسیلوس تجاری بود. نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنادار پودر دافنی تخمیر شده بر معیارهای رشد در مقایسه با حالت خام در سطوح مشابه و تیمار شاهد بود ($p < 0.05$). تیمارهای T_1 (1.27 ± 0.35) و T_2 (0.46 ± 0.14) دارای ضریب تبدیل کمتری نسبت به تیمارهای آزمایشی T_3 (1.38 ± 0.37) و T_4 (0.42 ± 0.14) و تیمار شاهد (1.87 ± 0.69) بودند ($p < 0.05$). نتایج آنالیز لاشه نشان داد که بیشترین درصد پروتئین (67.23 ± 0.48 درصد) در تیمار T_2 و بیشترین درصد چربی و انرژی (11.26 ± 0.50 درصد، $48.88 \pm 47.61/63$ کالری بر گرم) در تیمار T_4 بود ($p < 0.05$). با توجه به ارزش غذایی دافنی و تأثیر مناسب آن بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و ترکیب بدن این ماهی، در تأمین بخشی از پروتئین جیره ماهی قزل‌آلاتوصیه می‌شود.

کلیدی واژگان: لارو، قزل‌آلا، تخمیر، پودر دافنی، ضریب تبدیل غذایی.

مقدمه

از نظر اقتصادی هزینه تأمین جیره در مزارع پرورش ماهی بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های جاری را شامل می‌شود (De-El-Sayed, 1998; Silva, 1993). پودر ماهی به عنوان منبع اصلی تأمین پروتئین در جیره ماهیان است و به دلیل دارا بودن میزان مناسب اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها به عنوان منبع ارزشمند پروتئین در جیره محسوب می‌شود (Tacon, 1993). علت هزینه بالای خوراک آبزیان استفاده از پودر ماهی به عنوان منبع تأمین کننده پروتئین جیره می‌باشد (Sumathi and Sekaran, 2010). تنها برای تولید یک تن پودر ماهی نیاز به صید ۵ تا ۶ تن ماهی است که با توجه به توسعه سریع آبرزی پروری در جهان لازم است سالانه روند صید ماهی برای تولید پودر مورد نیاز ۱۱ درصد افزایش داشته باشد (Allan, 2004). بنابراین الزام توجه و تحقیق درباره منابع مناسب پروتئین برای جایگزینی کلی و یا به صورت جزئی لازم می‌باشد. تاکنون مطالعات مختلفی درباره استفاده از منابع پروتئینی مختلف در جیره غذایی ماهیان به عنوان جایگزین انجام شده است (Bairagi et al., 2004; Ramachandran and Ray, 2007). بر همین اساس تاکنون منابع مختلف گیاهی و جانوری به منظور جایگزینی کلی یا با بخشی از پودر ماهی پیشنهاد شده است (NRC, 1993). از مطالعات انجام شده در این باره می‌توان به تحقیق Tacon (۱۹۸۵) در استفاده از پودر کرم خاکی (*Hyperiodrilus euryaulos*) و Ayinal (۱۹۹۴) در استفاده از پودر لارو قورباغه (*Bufo spp*) اشاره کرد. همچنین در مطالعه ای که از سوی Annune (۱۹۹۰) صورت گرفت، از پودر وزغ *Bufo regularis* به عنوان بخشی از منبع پروتئین در جیره غذایی ماهی *Clarias lazera* استفاده شد.

وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای در منابع گیاهی و جانوری جایگزین همچون تانن و کیتین باعث محدودیت استفاده از

آنها در جیره ماهیان می‌شود. به همین منظور توجه محققان به کاهش این ترکیبات و امکان استفاده از این منابع در جیره ماهی بوده است و طی این بررسی‌ها فرایند تخمیر به عنوان عامل کاهش ترکیبات ضد تغذیه‌ای و افزایش قابلیت هضم و کارایی غذایی پیشنهاد شد (Ramachandran and Ray, 2004). فرایند تخمیر تحت تأثیر فعالیت قارچی و یا باکتریایی صورت می‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر و مفید همچون پروبیوتیک‌ها در فرایند تخمیر تأثیر مثبت دارد (Ramachandran and Ray, Ghosh et al., 2004). باسیلوس‌ها از جمله ارگانیسم‌های مفیدی هستند که قابلیت تولید آنزیم‌های خارج سلولی را داشته و می‌توانند در فرایند تخمیر به کار گرفته شوند (Bairagi et al., 2004). در مطالعه‌ای Ghosh و همکاران (۲۰۰۴)، با به کارگیری باکتری *Bacillus circulance* جداسازی شده از روده ماهی روهو برای تخمیر جیره گونه مذکور مشاهده کردند که کاتالیزورهای حیاتی در رژیم غذایی تخمیر شده‌های روهو افزایش یافته و همچنین باعث افزایش رشد و بقای لاروها شده است. همچنین Sheikhzadeh و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از مخمر تخمیر شده Hilyses در خوراک لارو ماهی قزل‌آلا شاهد افزایش آنزیم‌های لایزوزیم، پروتئاز و آلکالین فسفاتاز بودند و سرانجام شاهد افزایش کارایی رشد و شاخص‌های ایمنی بودند. افزایش آنزیم‌های گوارشی موجب افزایش فرایند هضم جیره شده به طوری که ترکیبات پیچیده تشکیل دهنده جیره تحت تأثیر آنزیم‌ها به ساختارهای ساده تبدیل می‌شوند و جذب آنها تسهیل می‌شود (Sahandi, 2013).

باسیلوس‌ها از باکتری‌های گرم مثبت میله‌ای شکل و بی‌هوازی می‌باشند که به عنوان پروبیوتیک در جیره غذایی ماهیان و یا آب محیط پرورش افزوده می‌شوند. باکتری‌های

از این رو، این مطالعه با هدف ارزیابی جیره حاوی پودر تخمیر شده با پنج گونه باسیلوس پروبیوتیکی و پودر خام دافنی ماگنابرای ارتقای عملکرد رشد و بهبود ترکیبات لاشه لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

باکتری‌های استفاده شده در این مطالعه

باسیلوس‌های پروبیوتیکی (پروتکسین - انگلستان) استفاده شده برای تخمیر پودر دافنی شامل *Bacillus B.circulance*, *B. polymyxa*, *B.licheniformis*, *subtilis* و *B.laterosprous* بودند. باکتری‌ها به صورت مخلوط تجاری حاوی ۵ گونه باسیلوس مذکور تهیه و در پلیت‌های تریپتیک سوی آگار، TSA در دمای ۳۰°C به مدت ۲۴ ساعت کشت شدند. پس از کشت باکتری‌ها غلظت CFU 1×10^8 g⁻¹ با استفاده از روش کدورت سنجی تهیه شد. برای این کار طبق دستورالعمل دهقان (۱۳۹۰) از محلول نیمه مک‌فارلند (Mac-Farland) و قرائت غلظت باکتریایی با دستگاه اسپکتوفتومتر Biochrom مدل Libera-S22 استفاده شد.

فرایند تخمیر پودر *Daphnia magna*

گونه دافنی استفاده شده در این مطالعه *D. magna* بود که با استفاده از تور پلانکتون‌گیری از استخرهای خاکی پرورش دافنی کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی (آق‌قلا - گلستان) صید و پس از شستشو با آب کافی، متراکم‌سازی گردید. دافنی‌ها پس از آب‌گیری اولیه با استفاده از صافی پارچه‌ای برای خشک کردن به دستگاه آون منتقل و در دمای ۶۰°C به مدت ۲۰ ساعت خشک شد (Edmondson and Winberg, 1971). پس از خشک شدن دافنی‌ها بیوماس تهیه شده با استفاده از آسیاب الکتریکی تفال مدل VBL-999A1 (Paris-

پروبیوتیکی قادر به تولید هر چه بیشتر آنزیم‌های خارج سلولی هستند که از آن جمله می‌توان به آنزیم‌های پروتئاز، لیپاز و آمیلاز اشاره کرد. این آنزیم‌ها باعث افزایش فرایند هضم شده و افزایش رشد را به همراه دارند (Douillot and Langdon, 1994). درباره استفاده از این باسیلوس‌ها در جیره غذایی لارو ماهیان می‌توان به مطالعه Jafaryan و همکاران (۲۰۰۸ و ۲۰۰۹) و Sahandi و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد. Ramachandran و Ray (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای در همین خصوص پودر دانه باقلای سیاه را پس از تخمیر با باسیلوس‌های پروبیوتیکی برای تغذیه کپور ماهی روهو استفاده کردند. نتایج به دست آمده نشان داد کیفیت پودر دانه باقلای سیاه بهبود یافته است به طوری که موجب کاهش شاخص‌های ضدتغذیه‌ای، افزایش سطح پروتئین و کاهش میزان فیبر شده است. همچنین Mukhopadhyay و Ray (۱۹۹۹) پس از تخمیر آرد دانه کنجد با هدف استفاده برای تغذیه کپور ماهی روهو (*Labeo rohita*)، شاهد کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای از جمله فیتات و تانن در پودر تخمیر شده بودند.

دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) از خانواده کلادوسرا از زئوپلانکتون‌های متعلق به آب شیرین است که اغلب در مطالعات مربوط به بررسی کیفی آب‌ها استفاده می‌شود. با این حال مطالعات مختلفی درباره به کارگیری اینگونه با اهداف مختلف آبی‌پروری انجام شده است. در همین زمینه Jafaryan و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که استفاده از پودر دافنی ماگنا مکمل‌سازی شده با باسیلوس‌های پروبیوتیکی موجب ارتقای معیارهای رشد و تغذیه‌ای در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان شد. همچنین در مطالعه Jafaryan و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از دافنی ماگانغنی‌سازی شده با باسیلوس‌های پروبیوتیکی موجب افزایش رشد و بقا در لاروهای قزل‌آلا گردید.

(France)، به صورت پودر درآمده و با استفاده از الک آزمایشگاهی یکنواخت شد. پودر تهیه شده توزین و پس از ترکیب با محلول پایه شامل ترکیبات KH_2PO_4 , 4; Na_2HPO_4 , 4; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.2; CaCl_2 , 0.0001 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.004 (گرم در لیتر) به میزان ۵۰ درصد وزنی/حجمیه منظور آماده سازی شرایط برای فعالیت باکتریایی به پودر دافنی افزوده شد (Ramachandran and Ray, 2007) و برای استریل اتوکلاو گردید. پس از عمل اتوکلاو سوسپانسیون باکتریایی شامل پنج گونه باسیلوس با غلظت $1 \times 10^8 \text{ CFU g}^{-1}$ به آن افزوده شد و در دمای 37°C به مدت ۱۵ روز تخمیر شد (Ramachandran and Ray, 2007).

جیره های غذایی

در تهیه جیره غذایی تیمارها سعی شد تا جیره غذایی دارای پروتئین یکسان باشد به طوری که پنج جیره غذایی دارای ترکیبات تقریبی یکسان (۵۲/۷۰ درصد پروتئین؛ ۸/۵۲ درصد چربی؛ $653/61$ کالری بر گرم انرژی؛ $93/13$ درصد ماده خشک) با استفاده از پودر دافنی به صورت

تخمیر شده و خام (تخمیر نشده) در سطوح ۲۰ و ۳۰ درصد تهیه شد. ترتیب تیمارهای آزمایشی و درصد جایگزینی آرد دافنی در جیره لاروهای قزل آلا رنگین کمان در مطالعه ۶۰ روزه شامل شاهد: جیره پایه بدون افزودن آرد دافنی، T۱: جیره دارای ۲۰ درصد دافنی تخمیر شده، T۲: جیره دارای ۳۰ درصد دافنی تخمیر شده، T۳: جیره دارای ۲۰ درصد دافنی خام و T۴: جیره دارای ۳۰ درصد دافنی خام بود. برای این منظور جیره تجاری ۲۱ بیضا (فارس - ایران) ابتدا آسیاب شده و میزان لازم از آرد با استفاده از روش مربع پیرسون محاسبه و به آرد جیره افزوده و مخلوط گردید و مجدد به شکل پلت درآمد. برای کاهش هرگونه عامل بیرونی فرایند مذکور در خصوص جیره شاهد بدون افزودن پودر دافنی صورت گرفت. لاروها روزانه ۴ بار به میزان ۴ تا ۸ درصد وزن بدن تغذیه شدند. آنالیز ترکیبات مغذی دافنی و جیره غذایی پیش از تهیه جیره های آزمایشی ارزیابی شد (جدول ۱).

جدول ۱ نتایج آنالیز تقریبی جیره مصرفی و پودر دافنی ماگنا مصرفی در این مطالعه

نوع ماده	درصد پروتئین	درصد چربی	درصد خاکستر	درصد رطوبت
جیره مصرفی	۵۰	۱۷	۹/۷۰	$10 <$
پودر دافنی ماگنا	۳۶/۶۸	۲۸/۹۹	۲۸/۱۵	۹۵/۰۱

طرح آزمایش

مطالعه حاضر با استفاده از مخازن پلاستیکی ۱۵ لیتری با جریان مداوم آب به میزان ۲ لیتر در دقیقه انجام شد. تعداد ۷۰۰ لارو قزل آلا رنگین کمان با میانگین وزنی $0/197 \pm 0/538$ گرم با تراکم ۲ قطعه لارو در لیتر در ۱۵ حوضچه پلاستیکی تقسیم شد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. هر کدام از مخازن آزمایشی به وسیله

آب بدون کلر آبیگری شده و با استفاده از هواده الکتریکی هواده یگردید. تمامی تیمارها با توجه به جدول رابطه وزن و درجه حرارت برای مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. حذف مواد غذایی خورده نشده و مدفوع به صورت روزانه از طریق سیفون کردن انجام شد. همچنین شاخص های کیفی آب مخازن پرورش به صورت هفتگی کنترل شد.

شاخص‌های رشد

در پایان مطالعه تمامی لاروهای هر حوضچه با استفاده از عصاره گل میخک با غلظت ۰/۱ گرم در لیتر بیهوش شده و وزن و طول ماهیان با ترازوی Kern مدل KB 360-3N ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ و تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. تلفات لاروها در طول دوره آزمایش از حوضچه خارج و ثبت گردید. معیارهای مورد مطالعه براساس فرمول‌های ذیل محاسبه گردید:

$$= \text{[وزن اولیه - وزن نهایی]} \times 100 \text{ (Tacon, 1990)}$$

درصد افزایش وزن

$$\text{[دوره پرورش]} \times 100 \text{ (Helland et al., 1996)}$$

(روز)/لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی - لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی = نرخ رشد ویژه

$$\times 100 \text{ (De-Silva and Anderson, 1995) [مدت}$$

مطالعه / (وزن اولیه - وزن نهایی)] = درصد میانگین رشد روزانه

$$\times 100 \text{ (De-Silva and Anderson, 1995) [غذای}$$

نسبی خورده شده / نرخ رشد ویژه) = درصد کارایی تبدیل رشد

$$\times 100 \text{ (De-Silva and Anderson, 1995) [مدت}$$

مطالعه $\times$ افزایش وزن) $\times 100$ / غذای خورده شده] = درصد غذای نسبی خورده شده

$$\text{Helland et al., 1996) (وزن به دست آمده (گرم) / غذای}$$

زنده خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

$$\times 100 \text{ (Helland et al., 1996) [غذای خورده شده}$$

(گرم) / وزن توده زنده به دست آمده (گرم) = کارایی تبدیل غذایی

بررسی ترکیبات بدنی ماهیان

در پایان دوره آزمایش تعداد ۵ عدد لارو ماهی از هر تکرار نمونه برداری و طول و وزن آنها اندازه‌گیری و پس از

انجماد به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه، تجزیه لاشه لاروها مطابق با استاندارد (AOAC, 1990) انجام شد. پروتئین خام با استفاده از روش میکرو کج‌دال و با تعیین مقدار نیتروژن کل و براساس ۰/۱۶ نیتروژن، چربی خام مطابق با روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر، رطوبت و ماده خشک لاشه به‌طور وزنی پس از خشک کردن در دمای 105°C برای مدت ۲۴ ساعت تعیین شد. همچنین خاکستر لاشه با استفاده از سوزاندن نمونه‌ها در کوره با حرارت 550°C ظرف مدت ۸ ساعت تعیین گردید.

روش آماری استفاده شده

این مطالعه براساس طرح کاملاً تصادفی طراحی و اجرا گردید که طی آن ۴ تیمار آزمایشی و ۱ تیمار تحت عنوان شاهد همراه با ۳ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. تجزیه داده‌ها پس از بررسی طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و برای تعیین معنادار بودن اختلاف بین معیارها از آزمون واریانس یک طرفه براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

معیارهای کیفی آب شامل دما ($17/66 \pm 1/33^{\circ}\text{C}$)، pH ($7/63 \pm 0/08$)، هدایت الکتریکی ($450/03 \mu\text{mhos/cm}$)، شوری ($3012/62 \pm 0/13 \text{ mg/L}$)، قلیائیت (240 mmol/L) و سختی کل ($391/6 \text{ mg/L}$) بود که میزان این شاخص‌ها نشان‌دهنده مساعد بودن شرایط پرورش برای لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. همچنین نتایج شاخص‌های رشد (جدول ۲) نشان داد که استفاده از پودر دافنی تخمیر شده در جیره غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان، تأثیر معناداری بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و ترکیبات بدنی لاشه لاروها داشته است، به‌طوری‌که بیشترین

میزان رشدوزنی مربوط به تیمار T_۲ ($20/69 \pm 6/05$ گرم) و T_۱ ($20/66 \pm 4/97$ گرم) می باشد که به ترتیب دارای ۲۰ و ۳۰ درصد پودر دافنی ماگنای تخمیر شده بودند ($p < 0/05$). استفاده از پودر دافنی خام نیز در تیمارهای T_۳ ($19 \pm 4/39$ گرم) و T_۴ ($18/49 \pm 4/24$ گرم) موجب افزایش رشد

معنادار نسبت به تیمار شاهد ($14/50 \pm 3/69$ گرم) گردید ($p < 0/05$) هرچند بین دو تیمار دریافت کننده سطوح مختلف پودر دافنی خام اختلاف معناداری مشاهده نشد. درخصوص رشد طولی لاروها اختلاف معناداری مشاهده نگردید ($p < 0/05$).

جدول ۲ تغییرات وزنی و معیارهای رشد لاروهای قزل آلائی رنگین کمان تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی تخمیر شده و خام ($\pm SD$ میانگین).

تیمارهای آزمایشی					معیارهای رشد
T _۴	T _۳	T _۲	T _۱	شاهد	
$0/583 \pm 0/197$	$0/583 \pm 0/197$	$0/583 \pm 0/197$	$0/583 \pm 0/197$	$0/583 \pm 0/197$	وزن اولیه (گرم)
$18/49 \pm 4/24^b$	$19 \pm 4/39^b$	$20/69 \pm 6/05^a$	$20/66 \pm 4/97^a$	$14/50 \pm 3/69^c$	وزن نهایی (گرم)
$12/02 \pm 0/92^a$	$11/96 \pm 1/02^a$	$12/41 \pm 1/30^a$	$12/25 \pm 1/02^a$	$12/13 \pm 11/03^a$	طول نهایی (سانتی متر)
$17/96 \pm 4/24^b$	$18/46 \pm 4/39^b$	$20/15 \pm 6/05^a$	$20/13 \pm 4/97^a$	$13/96 \pm 3/69^c$	درصدافزایش وزن بدن
$5/80 \pm 0/40^c$	$5/84 \pm 0/41^{bc}$	$5/96 \pm 0/52^{ab}$	$5/98 \pm 0/43^a$	$5/35 \pm 0/94^d$	درصدنرخ رشد ویژه
$29/93 \pm 7/07^b$	$30/78 \pm 7/33^b$	$33/58 \pm 10/09^a$	$33/55 \pm 8/29^a$	$23/18 \pm 6/14^c$	درصد میانگین رشد روزانه
$130/06 \pm 39/63^b$	$134/83 \pm 40/81^b$	$151/38 \pm 57/89^a$	$150/58 \pm 47/10^a$	$94/28 \pm 31/82^c$	درصد کارایی تبدیل رشد
$7/42 \pm 1/43^b$	$4/62 \pm 1/25^{bc}$	$4/38 \pm 1/54^{bc}$	$4/25 \pm 1/18^c$	$6/28 \pm 2/33^a$	درصد غذای نسبی خورده شده
$1/41 \pm 0/42^b$	$1/38 \pm 0/37^{bc}$	$1/31 \pm 0/42^{bc}$	$1/27 \pm 0/35^c$	$1/87 \pm 0/69^a$	ضریب تبدیل غذایی
$0/74 \pm 0/17^b$	$0/76 \pm 0/18^b$	$0/83 \pm 0/25^a$	$0/83 \pm 0/20^a$	$0/57 \pm 0/15^c$	کارایی تبدیل غذایی

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنادار در سطح ($p < 0/05$) است.

نتایج مربوط به آنالیز لاشه لارو قزل آلائی رنگین کمان پس از دوره ۶۰ روزه مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است که بیانگر اختلاف معناداری بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد بود. در خصوص پروتئین خام تیمار T_۲ تغذیه شده با جیره حاوی بیشترین سطح پودر دافنی تخمیر شده دارای بیشترین میزان پروتئین خام نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بود ($p < 0/05$). همچنین کمترین درصد پروتئین خام در گروه شاهد مشاهده شد. تیمار T_۳ و T_۴ تغذیه شده با سطوح مختلف ۲۰ و ۳۰ درصد از پودر دافنی خام دارای بیشترین میزان چربی خام و انرژی خام بود که نسبت به سایر تیمارها و گروه شاهد این رقم به صورت معناداری بیشتر بود ($p < 0/05$). تیمار T_۱ و T_۳ در این دو شاخصه اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند اگرچه با

لاروهای قزل آلائی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد پودر تخمیر شده دافنی، بیشترین افزایش وزن را داشتند که از نظر آماری اختلاف معناداری نسبت به جیره حاوی ۳۰ درصد پودر تخمیر شده پودر دافنی نشان نداد ($p > 0/05$). همچنین نرخ رشد ویژه در ماهیانی که از سطوح مختلف ۲۰ و ۳۰ درصد پودر دافنی ماگنا تخمیر شده تغذیه شده بودند، دارای اختلاف معناداری بود ($p < 0/05$). ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی از ۱/۸۷ در تیمار شاهد به ۱/۲۷ در تیمار T_۱ تغذیه شده با ۲۰ درصد پودر دافنی تخمیر شده کاهش یافت. به علاوه کارایی تبدیل رشد نشان داد تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۲۰ و ۳۰ درصد از پودر دافنی تخمیر شده و خام بیشترین کارایی تبدیل رشد را دارند ($p < 0/05$).

گروه شاهد دارای اختلاف معنادار بود. بیشترین میزان ماده خشک و خاکستر به ترتیب متعلق به تیمارهای T₂ و T₃ بود هرچند تیمارهای T₃ و T₁ به ترتیب اختلاف معنادار با دو تیمار مذکور نداشتند.

جدول ۳ ترکیبات لاشه لاروهای قزل آلا ی رنگین کمان تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی تخمیر شده و خام (SD± میانگین)

تیمار					ترکیبات بدن
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁	شاهد	
۶۶/۰۸ ± ۰/۴۸ ^c	۶۷/۱۱ ± ۰/۵۰ ^b	۶۸/۲۳ ± ۰/۴۸ ^a	۶۵/۸۸ ± ۰/۲۱ ^{cd}	۶۵/۰۲ ± ۰/۶۸ ^d	درصد پروتئین خام
۱۱/۲۶ ± ۰/۵۰ ^a	۱۰/۵۱ ± ۰/۳۳ ^b	۹/۶۳ ± ۰/۲۰ ^{cd}	۱۰/۱۹ ± ۰/۵۳ ^{bc}	۸/۹۵ ± ۰/۲۷ ^d	درصد چربی خام
۴۷۶۱/۶۳ ± ۴۲/۸۸ ^a	± ۳۹/۶۵ ^b	± ۲۲/۳۲ ^b	± ۴۸/۶۱ ^b	۴۴۹۶/۰۸ ± ۳۰/۷۶ ^c	انرژی خام (کالری بر گرم)
۶/۲۷ ± ۰/۵۸ ^b	۵/۷۱ ± ۰/۳۸ ^c	۶/۹۵ ± ۰/۵۶ ^a	۷/۱۲ ± ۰/۷۴ ^a	۶/۱۳ ± ۰/۳۹ ^{bc}	درصد خاکستر
۲۳/۸۵ ± ۱/۸۸ ^a	۲۴/۲۳ ± ۱/۲۰ ^a	۲۲/۸۸ ± ۲/۲۱ ^a	۲۴/۳۴ ± ۱/۴۱ ^a	۲۴/۳۸ ± ۰/۷۹ ^a	درصد ماده خشک

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنادار در سطح (p < ۰/۰۵) است.

بحث

آنتن منشعب‌ها (Cladocera) در آبی‌پروری از جمله موارد مهم تغذیه‌ای برای پرورش لارو ماهیان به شمار می‌روند. ارزش غذایی دافنی تا حد زیادی به ترکیبات غذایی در دسترس آن وابسته است. با روند روبه رشد تولید آبزیان مختلف از جمله ماهیان در رأس آنها گونه قزل آلا توجه به منابع پروتئینی مختلف مهم می‌باشد. Adineh و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای پیشنهاد کردند کهاز پودر دافنی ماگنابه صورت مکمل سازی شده با باسیلوس های پروبیوتیکی به میزان ۵۰ درصد در جیره غذایی لارو ماهی قزل آلا استفاده شود. در مطالعات دیگر موجودات مختلفی از جمله ناجورپایان برای استفاده در جیره غذایی ماهی استفاده شد که از آن جمله می‌توان به مطالعه Moren و همکاران (۲۰۰۶) و Azimi و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد. البته وجود برخی ترکیبات ضد تغذیه‌ای از جمله کیتین، فیتات و تانن در ساختار پیکره موجود یا ماده مورد استفاده می‌تواند بر قابلیت هضم و جذب ترکیبات مغذی تأثیر منفی داشته باشد (Krogdahl et al., 2005). در همین

زمینه Suontama و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند استفاده از جورپایان بر قابلیت هضم تأثیر منفی داشت. برای همین Ramachandran و Ray (۲۰۰۷) پیشنهاد کردند که از فرایند تخمیر برای کاهش ترکیبات ضد تغذیه‌ای استفاده شود. هر چند درباره تخمیر منابع پروتئینی جانوری همچون دافنی که در این مطالعه به آن پرداخته شده است، گزارشی در دست نیست. با این حال فرایند تخمیر درباره منابع گیاهی و برخی ضایعات از جمله کشتارگاهی طیور وجود دارد که برای مثال می‌توان به تخمیر آرد نخود *Lathyrus sativus* با استفاده از باسیلوس های پروبیوتیکی اشاره کرد. این امر به طور قابل ملاحظه‌ای در کاهش میزان فیبر خام، تانن ها، اسید فایتیک، نئوروتوکسین، β-ODAP تأثیر داشت (Ramachandran, et al., 2005). بهبود ترکیبات غذایی موجود در ساختار ماده مورد استفاده پس از تخمیر نیز در مطالعه Mukhopadhyay و Ray (۱۹۹۹) درباره تخمیر پودر دانه کنجد بررسی شد و نتایج نشان داد که ترکیبات مغذی پودر دانه کنجد همچون میزان چربی دستخوش تغییر گردید، به طوری که میزان چربی

خام از ۵۶ گرم در کیلوگرم پودر دانه کنجد خام پس از تخمیر به ۶۷ گرم در کیلوگرم رسید. این بهبود قاعدتاً موجب افزایش کارایی ترکیبات مغذی جیره و افزایش ابقای آن در پیکره موجود مصرف‌کننده می‌شود. Azimi و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود در استفاده از پودر گاماروس به عنوان جایگزین بخشی از پودر ماهی در جیره غذایی قزل‌آلا اختلاف معناداری را در میزان رشد مشاهده نکردند و بیان نمودند که احتمال نبود اختلاف معنادار، به دلیل وجود دیواره کیتینی و غیرقابل هضم است. فرایند تخمیر احتمالاً کاهش ترکیبات ضد تغذیه ای همچون کیتین را همراه داشته و کاهش ترکیبات ضد تغذیه منجر به افزایش بهره‌برداری ماهی از خوراک شده است؛ بنابراین استفاده از پودر دافنی تخمیر شده در مطالعه حاضر موجب افزایش وزن نهایی و نرخ رشد ویژه در تیمار T۱ شده است. با این حال، میزان ترکیبات ضد تغذیه ای در پودر دافنی مورد استفاده بالا نبوده است، زیرا استفاده از پودر دافنی بدون تخمیر نیز افزایش رشد معناداری را در مقایسه با تیمار شاهد داشته است ($p < 0.05$). البته گفتنی است که ترکیبات پیکره دافنی تا حد زیادی وابسته به رژیم غذایی در دسترس آن است. طبق مطالعات Jones در سال ۱۹۷۵ در طول مدت تخمیر تغییرات ترکیبات مواد مغذی همچون کاهش و حذف برخی مواد در اثر نور، فعالیت میکروبی، حرارت و اکسیژن امکان پذیر است. این در حالی است که کاهش ترکیبات مغذی طی سنتز میکروبی بسیار ناچیز بوده و در عوض موجب افزایش نرخ کارایی آنها می‌گردد (Wee, 1991). بهبود نرخ کارایی ترکیبات مغذی از جمله پروتئین، چربی و کربوهیدرات از جمله عوامل بهبود رشد در ماهیان خواهد بود و امکان افزایش رشد در خصوص ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ترکیبات تخمیر شده دور از

انتظار نیست. شاخص کارایی تبدیل رشد به عنوان یک شاخص فیزیولوژی و بیوانرژتیک ماهی تحت شرایط آزمایشگاهی به جای نرخ انرژی تعیین می‌گردد (De Silva and Anderson, 1995). میزان این معیار در مطالعه حاضر نشان داد که تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۲۰ و ۳۰ درصد از پودر دافنی تخمیر شده کارایی تبدیل رشد بالاتری را در مقایسه با تیمارهای دیگر داشتند ($p < 0.05$). همچنین نرخ کارایی تبدیل رشد در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی تخمیر نشده نیز نسبت به تیمار شاهد به طور معناداری بالاتر بود. همسو با این نتایج Jafaryan و همکاران (۲۰۰۹) از پودر دافنی ماگنا به همراه باسیلوس‌های پروبیوتیکی در جیره غذایی لارو قزل‌آلای رنگین کمان استفاده کردند و شاهد اختلاف معنادار این نرخ در تیمار شاهد ($8/08 \pm 52/99$ درصد) در مقایسه با تیمار آزمایشی ($18/54 \pm 78/87$ درصد) بودند. در واقع می‌توان گفت بهره‌برداری لاروها از جیره غذایی آزمایشی افزایش داشته است و در همین جهت، کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش کارایی غذایی حاصل شده است. در تیمارهای تغذیه شده با پودر دافنی تخمیر شده، شاهد کاهش ضریب تبدیل غذایی و غذای نسبی خورده شده بودیم به طوری که کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار T۱ ($0/352 \pm 1/273$) و بیشترین میزان مربوط به تیمار شاهد ($0/690 \pm 1/876$) بود. همچنین معیارهای رشد از جمله وزن نهایی به دست آمده، نرخ رشد ویژه و میانگین رشد روزانه افزایش معنادار را در تیمارهای تغذیه شده با پودر دافنی تخمیر شده در مقایسه با تیمار تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی خام داشت ($p < 0.05$). این نتایج در موافقت با نتایج مشاهده شده از سوی Adineh و همکاران (۲۰۱۳) بود، با این تفاوت که در مطالعه Adineh و همکاران (۲۰۱۳) باسیلوس‌های پروبیوتیکی به صورت

مکمل سازی شده با آرد دافنی در اختیار لاروهای قزل آلا قرار گرفت، ولی در این مطالعه آرد دافنی در ابتدایه وسیلهٔ باسیلوس ها تخمیر شده و سپس به جیره افزوده شد. دربارهٔ بهبود ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تغذیه شده با پودر دافنی تخمیر شده و نشده نسبت به تیمار شاهد نتایج مشابهی از سوی همین محققان در سال ۲۰۰۷ گزارش شد. Bairagi و همکاران (۲۰۰۴)، به منظور ارزیابی ارزش غذایی برگ گیاه لوسیاناتلقیح شده با باسیلوس های پروبیوتیکی که دارای فعالیت های سلولولتیک و آمیلولتیک خارج سلولی هستند، برای تغذیه بچه ماهیان انگشت قد ماهی رو هو استفاده کردند. نتایج نشان داد که فعالیت سلولاز، پروتئاز و لیپاز در ماهیان تغذیه شده از پودر برگ درخت لوسیان، تلقیح شده با باکتری های پروبیوتیکی، به طور معنادار افزایش یافت. همچنین Ray و Mukhopadhyay (۱۹۹۶) گزارش دادند استفاده از پودر کنجد تخمیر شده به عنوان یکی از منابع جایگزین پروتئین موجب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش رشد در بچه ماهیان انگشت قد رو هو گردید. Ghosh و همکاران (۲۰۰۴) نیز از جیره تخمیر شده با *Bacillus circulance* برای تغذیه لارو ماهی رو هو استفاده کردند که نتایج به دست آمده نشان داد استفاده از جیره تخمیر شده در دوره زمانی ۵ روز موجب افزایش معیارهای رشد در لاروهای ماهی رو هو گردید. این نتایج همسو با نتایج مطالعه حاضر بود که بیانگر بهبود رشد در تیمارهای T۱ و T۲ تغذیه شده با جیره حاوی سطوح یکسان از پودر تخمیر شده دافنی در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی سطوح یکسان پودر دافنی خام بود. احتمالاً همان طور که اشاره شد، آنزیم های خارج سلولی ترشح شده به وسیلهٔ باسیلوس های پروبیوتیکی موجب شکست پیوندهای پیچیده زنجیره های پپتیدی شده و همچنین

دسترسی اسیدهای چرب را تسهیل کرده است و این موضوع باعث افزایش ابقای پروتئین و چربی در لاشه ماهی قزل آلا رنگین کمان شده است (Sahandi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Sahandi, 2013; Farzanfar, 2006). در این خصوص افزایش درصد پروتئین خام در لاشه ماهی قزل آلا در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی تخمیر نشده، احتمالاً به همین علت بوده است. کاهش چربی در تیمارهای تغذیه شده با پودر دافنی تخمیر شده در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی خام نیز به دلیل بهبود بهره برداری از چربی به منظور تأمین انرژی مصرفی ماهی بوده است که با مطالعه Lovell (۱۹۹۸) مطابقت می کند. از آنجایی که غذای زنده همچون دافنی دارای ترکیبات مغذی قابل توجهی از جمله انواع ویتامین ها و مواد معدنی است (New, 1998)، فرایند تخمیر باعث افزایش بهره وری آن درون جیره شده و میزان خاکستر در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی پودر دافنی تخمیر شده افزایش معنادار یافت، در حالی که اختلاف معناداری در میزان درصد ماده خشک در بین تیمارهای آزمایشی و شاهد مشاهده نشد. در نتیجه می توان گفت که استفاده از پودر دافنی ماگنا تخمیر شده در جیره غذایی ماهی قزل آلا رنگین کمان در هر دو سطح ۲۰ و ۳۰ درصد بر عملکرد رشد تأثیر داشته و توانسته است به عنوان جایگزین بخشی از منبع پروتئینی در جیره مفید واقع شود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از تمام کارکنان دانشگاه گنبد کاووس ابراز می دارند. این مطالعه در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی و اجرا گردید.

- De-Silva, S.S. 1993.** Supplementary feeding in semi-intensive aquaculture systems. Proceedinbgs of the FAO/AADCP regional expert consultation on farm-made aqua feeds, Dec. 14-18, FAORAPA/AADCP, Bangkok, Thailand, 24-60p.
- De-Silva, S.S. and Anderson, T.A. 1995.** Fish Nutrition in Aquaculture, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK, 318 p.
- Douillet, P.A. and Langdon, C.J. 1994.** Use of a probiotic for the culture of larvae of the pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquaculture*, 119: 25-40.
- El-Sayed, A.F.M. 1998.** Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. feeds. *Aquaculture Research*, 29: 275-280.
- Farzanfar, A. 2006.** The use of probiotics in shrimp aquaculture. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 48: 149-158.
- Helland, S.J., Grisdale, H.B. and Nerland, S. 1996.** A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture*, 139: 157-163.
- Jafaryan, H., Morrovat, R. and Shirzad, H. 2008.** The use of bioencapsulated *Daphnia magna* with Bacillus probiotic and its effects on growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae, *Journal of Biology*, 21: 24-35.
- Jafaryan, H., Taati Kali, M. and Nazarpour, A.R. 2009.** Evaluation of Bacillus probiotic effect on growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with supplementaion of Daphnia meal (*Daphnia magna*), *Journal of Agricultural Science and Natural Resource*, 16(3): 48-59.
- Jones, I.D. 1975.** Effects of proceseeing by fermentation on nutrients. In Nutritional Evaluation of Food Processing. Ed R.S. Harris and E. Karmas, 2nded. Avi Pub. Con., Inc., Westport, Conn, 324p.
- Krogdahl, A., Hemre, G.-Land Mommsen, T.P. 2005.** Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11: 103-122
- Lovell, T. 1998.** Nutrition and feeding of fish. Second edition kluwer Academic Publisher.
- Moren M., Suontama J., Hemre G.I., Karlsen Ø., Olsen R.E., Mundheim H., Julshamn K. 2006. Element concentrations in meals from krill and
- Adineh, H., Jafaryan, H., Sahandi, J. and Alizadeh, M. 2013.** Effect of *Bacillus spp.* Probiotic on growth and feeding performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 16(1): 29-36.
- Ako, H. and Tamaru, C.S. 1999.** Are feeds for food fish practical for aquarium fish. *International Aquatic Feeds*, 2: 30-36.
- Allan, G. 2004.** Fish for feed vs Fish for food, In: Fish, Aquaculture and Food Security: Sustaining fish as a fund, Parliament House Canberra, 20-26 p.
- Annune, P.A. 1990.** Preliminary investigation on the suitability of Toad meal, *Bufo regularis*, (Ruess, 1834), in the diets of *Clarias lazera* Curvier and Valenciennes. *Journal of Aquatic Sciences*, 5: 37-42.
- AOAC. 1990.** In: W. Horwitz (Ed.), Official Methods of Analyses, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA. 445.
- Ayinla, O.A., Kayode, O., Idoniboye-obu, T.I.E., Oresegun, A. and Adindu, V.E. 1994.** Use of Tadpole meal as substitute for fish meal in the diet of *Heterobranchius bidorsalis* (Geoffrey st, Hillaire, 1809). *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 9: 25-33.
- Azimi, A., Hosseini, S.A., Sudagar, M. and Aslanparviz, H. 2011.** Effect of replacement of Caspian Sea gammarus meal by partial kilka fish meal on growth performance, feed conversion ratio and survival of juveniles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 20(3): 63-74.
- Bairagi, A., Sarkar-Ghosh, K., Sen, S.K. and Ray, A.K. 2004.** Evaluation of nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research*, 35: 436-446.
- Dehghan, M. 2012.** Screening of probiotic bacteria and yeast from gastrointestinal tract of Beluga (*Huso huso*) fingerling and study the potential of bioencapsulation with *Artemia urmiana*, MSC these, Gonbad Kavous University. Gonbad Kavous, Pp. 19.

larvae (*Oncorhynchus mykiss*), Master thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, 109 p.

Sahandi, J., Jafaryan, H., Soltani, M., Ebrahimi, P. 2014. Effects of Bifidobacter Probiotics on Metabolic Growth Rate, Some Nutritional Parameters and Carcass Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Larvae, *Journal of Fisheries Science and Technology*, 3(3): 25-37.

Sheikhzadeh, N., Heidarieh, M., Karimi-Pashaki, A., Nofouzi, K., Ahrab-Farshbafi, M. and Akbari, M. 2012. Hilyses fermented *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the growth performance and skin non-specific immune parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish and Shellfish Immunology*, 32: 1083-1087.

Sumathi, C. and Sekaran, G. 2010. Nutritional evaluation of animal fleshing as a fish meal replacer in *Labeo rohita*, *Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition*, 2(2-4): 6-10.

Suontama, J., Karlsen, Ø., Moren, M., Hemre, G.I., Melle, W., Langmyhr, E., Mundheim, H., Ringø, E. and Olsen, R.E. 2007. Growth, feed conversion and biobiochemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and Atlantichalibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed diets supplemented with krill or amphipods. *Aquaculture Nutrition*, 13:241-255.

Tacon, A.G.J. 1990. Essential nutrient proteins and amino acids. Standard methods for nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Argent Laboratories Press, Redmond, WA, 2-20 p.

Tacon, A.G.J. 1993. Feed ingredients for warm water fish: fish meal and other processed feedstuffs. FAO Fisheries Circular No: 856, FAO Rome, 64 p.

Tacon, A.G.J. and Jackson, A. J. 1985. Protein sources in fish feeds. In: Cowey C.B., Nackle A. M., Bell J.G. (eds.): Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London, U.K., 120-145p.

Wee, K.L. and Wang, S.S. 1987. Nutritive value of Leucaena leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*. 62:97-108.

amphipods, possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. *Aquaculture*, 261:174-181.

Mukhopadhyay, M. and Ray, A.K. 1999. Effect of fermentation on the nutritive value of sesame seed meal in the diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerling. *Aquaculture Nutrition*, 5: 229-236.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J., Kautsky, N., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. and Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.

New, M.B. 1998. Global aquaculture: Current trends and challenges for the 21st century. In: *Anans do Aquacultura Brasil* 98, Vol. I. Nov.2-6, Recife.

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington, DC. USA. 124p.

Ramachandran, S., Bairagi, A. and Ray, A.K. 2005. Improvement of nutritive value of grass pea (*Lathyrus sativus*) seed meal in the formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings after fermentation with a fish gut bacterium. *Bioresource Technology*, 96: 1465-1472.

Ramachandran, S. and Ray, A.K. 2007. Nutritional evaluation of fermented black gram (*Phaseolus mungo*) seed meal in compound diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 74-79.

Sahandi, J., Jafaryan, H., Roozbehfar, R., Babaei, S. and Dehestani, M. 2012. The use of two enrichment forms (*Brachionus plicatilis* enrichment and rearing water enrichment) with probiotic bacilli spore on growth and survival of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Iranian Journal of Veterinary Research*, 13(4): 289-295.

Sahandi, J. 2013. Effect of two probiotic, *Bifidobacterium animalis* and *Bifidobacterium lactis* in-feed on growth and digestibility of Rainbow trout

Effect of fermented *Daphnia* meal with *Bacillus* probiotic in-feed of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae on growth performance and carcass composition

Parisa Moradi^{1*}, Hojatollah Jafaryan², Mehdi Soltani³, Hosna Gholipour Kanani⁴, Javad Sahandi⁵

1- M.Sc Graduate, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

2- Associate Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

3- Professor, Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary, University of Tehran

4- Assistance Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

5- PhD Student, Department of Marine Microbiology, Faculty of Marine Life Science, Ocean University of China, Qingdao, China

Received: 23.06.2016

Accepted: 05.02.2017

*Correspondence author: moradiparisa3@gmail.com

Abstract:

In a completely randomized experiment, the effect of *Daphnia magna* meal on growth performance and carcass composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae (body weight 0.538 ± 0.197 g) was evaluated for a period of 60 days. Five diets with the same protein content (crude protein 52.70%) were prepared, including two diets containing fermented daphnia meal T₁ (20%), T₂ (30%), two diets containing raw meal T₃ (20%) and T₄ (30%), and a basal diet without daphnia meal as the control. The bacterial species used for fermenting included five commercial probiotic species. Fermented daphnia meal brought about significantly higher growth and the lowest feed conversion ratios, viz. T₁ (1.27 ± 0.35) and T₂ (1.31 ± 0.46), in comparison with T₃ (1.38 ± 0.37), T₄ (1.41 ± 0.42) and the control (1.84 ± 0.69) ($p < 0.05$). The result of carcass composition analyzes showed that the highest protein percentage ($68.23 \pm 0.48\%$) was in T₂ and the highest percentage of fat and energy ($11.26 \pm 0.50\%$, 4761.63 ± 48.88 Cal g⁻¹) were in T₄ ($p < 0.05$). The overall results of this experiment indicated that daphnia could be considered as a suitable partial protein source in rainbow trout larval feed.

Keywords: Larvae, Trout, Fermentation, Daphnia meal, Feed conversion ratio.