



تأثیر بیفید و باکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیکی، برخی معیارهای تغذیه‌ای و ترکیبات لاشه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

جواد سهندی^{۱*}، حجت‌الله جعفریان^۲، مهدی سلطانی^۳، پونه ابراهیمی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

۳- استاد گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران

۴- استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گلستان، گرگان

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۲

*نویسنده مسئول مقاله: sahandijavad@gonbad.ac.ir

چکیده

در یک طرح کاملاً تصادفی، تأثیر دو گونه باکتری زیست‌یار، *Bifidobacterium animalis* و *B. lactis* در چهار غلظت صفر (شاهد)، 1×10^9 (T1)، 2×10^9 (T2) و 3×10^9 (T3) واحد کلنی در ۱۰۰ گرم غذا بر شاخص‌های تغذیه‌ای لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن اولیه 0.538 ± 0.197 گرم در مدت ۶۰ روز بررسی شد. اختلاف معناداری بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد از نظر درصد پروتئین و چربی ابقا شده و ترکیبات لاشه لاروها مشاهده شد ($p < 0.05$). تیمار T1 بیشترین میزان نرخ کارایی غذایی و کمترین ضریب تبدیل غذایی را نسبت به دیگر تیمارها نشان داد ($p < 0.05$). با وجود اختلاف معنادار نرخ رشد متابولیکی در تیمارهای T1 و T2 با تیمار T3 و شاهد، اختلاف معناداری بین تیمار شاهد و T3 مشاهده نشد ($p > 0.05$). نتایج بیانگر بهبود شاخص‌های تغذیه و نرخ رشد متابولیکی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان با استفاده از این دو گونه باکتری بود.

کلید واژگان: قزل‌آلای رنگین‌کمان، تغذیه، رشد متابولیکی، زیست‌یار.

مقدمه

بیفیدوباکتریوم‌ها هستند. بیفیدوباکتریوم‌ها از جمله گونه‌های زیست‌یاز هستند که تاکنون مطالعات اندکی در خصوص آن‌ها صورت گرفته است (Tomasik and Tomasik, 2003). فعالیت این دسته از باکتری‌ها علاوه بر بهبود عملکرد هضم و جذب با عوامل بیماری‌زا مقابله می‌کنند (Irianto and Austin, 2006)، به این ترتیب که ضمن اتصال محکم به سلول‌های اپیتelial روده میزبان، موجب کاهش کلنی‌سازی عوامل بیماری‌زا و کاهش تراکم آن‌ها می‌شوند (Sarem-Damerdjii et al., 1995). با ورود زیست‌یارها به دستگاه گوارش، میزبان و قرارگیری در سلول‌های اپیتelial ضمن تولید آنزیم‌های گوارشی موجب بهبود عملکرد هضم و جذب شده و با رشد رقابتی از رشد پاتوژن‌ها نیز جلوگیری می‌کنند (Holzapfel et al., 1997; Casas and Dobrogosz, 1999; Netherwood et al., 1999). زیست‌یارها قادر به تولید آنزیم‌های گوارشی و یا تحریک به تولید این آنزیم‌ها هستند (Jafaryan, 2006) که از آن جمله می‌توان به آنزیم‌های پروتئاز، لیپاز و آمیلاز اشاره کرد که در خصوص این دو گونه استفاده شده تکیه بر تولید بالای آنزیم‌های شکننده پلیمرهای گیاهی است (Schell et al., 2002). در جیره‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که گونه‌ای گوشتخوار تلقی می‌شود، به‌علت توانایی ناچیز آن در هضم این ترکیبات نرخ کمی را از کل جیره شامل می‌شود (FAO, 1978). این آنزیم‌های جانبی باعث افزایش فرایند هضم و افزایش رشد خواهند شد (Douillet and Langdon, 1994). بیفیدوباکتریوم‌ها باکتری‌هایی گرم مثبت، بی‌هوازی، میله‌ای شکل منشعب هستند که با تخمیر همگن قندها اسید لاکتیک تولید می‌کنند. اعضای این جنس متعلق به راسته Actinobacteria هستند که بیشترین ساختار بازهای آلی

زیست‌یارها یکی از جنبه‌های مطالعاتی در تغذیه ماهیان هستند که تعاریف گسترده و مختلفی در خصوص آن‌ها بیان شده است (Jafaryan, 2008). باکتری‌های زیست‌یاز به مکمل‌های غذایی میکروبی زنده‌ای اطلاق می‌شود که با بهبود بخشیدن به تعادل میکروبی روده میزبان تأثیرهای سودمندی برای آن‌ها ایجاد می‌کند (Fuller, 1989). در خصوص روش‌های استفاده نیز چندین شیوه از جمله غنی‌سازی غذای زنده مانند آرتمیا و دافنی که تغذیه‌کننده غیرانتخابی هستند (Jafaryan and همکاران, 2008b)، به‌صورت مکمل‌سازی در جیره (Adineh et al., 2012; Bagheri et al., 2008)، افزودن به آب محیط پرورش (Sahandi et al., 2012) و یا تلقیح برای تخمیر مواد غذایی خام (Moradi et al., 2013) است. نحوه عملکرد زیست‌یارها درون دستگاه گوارش به سه شکل درون سلولی^۱، موکوسی^۲ و تحت موکوسی است (Sherman et al., 2009). در شکل دورن سلولی تمام فعالیت درون محوطه دستگاه گوارش ظاهر می‌شود که جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را متعادل می‌کند. مصرف زیست‌یارها موجب توسعه هموستازی دستگاه گوارش و تحریک توسعه میکروبی شده و از رشد پاتوژن‌ها جلوگیری می‌کند (Ohashi and Ushida, 2009). در مجموع زیست‌یارها شامل گروه‌های عمده‌ای از جلبک‌های ریز، مخمرها، باکتری‌های گرم مثبت و منفی هستند که به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر بهبود رشد و بازماندگی میزبان شناخته شده‌اند (Balcazar et al., 2006). از جمله باکتری‌های زیست‌یاز گرم مثبت که در مطالعه حاضر به‌کار رفته

1. Luminal
2. Mucosal

مواد و روش‌ها

گونه ماهی مورد استفاده در مطالعه

تعداد ۴۷۰ قطعه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با وزن اولیه 0.197 ± 0.0538 گرم (\pm SD میانگین)، از پرورشگاه ماهیان سردابی گل‌چشمه تهیه شد (مازندران، ایران). لاروها در کیسه‌های پلاستیکی با حجم ۱ به ۳ از آب و اکسیژن بسته‌بندی شده و به آزمایشگاه هیدروبیولوژی دانشگاه گنبد کاووس منتقل گردید. لاروها طی مدت ۱۴ روز برای تطبیق با محیط در مخزن پلاستیکی با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر ذخیره شدند.

شرایط محل مطالعه

آب مورد استفاده در این مطالعه از چاه تأمین شد که دارای میانگین دمای 17.66 ± 1.33 درجه سانتی‌گراد بود. میزان ۲ لیتر در دقیقه آب وارد هر مخزن می‌شد. برای کنترل شاخص‌های کیفی آب دما، سختی، pH، قلیابیت و شوری در طول دوره مطالعه اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای حفظ تعادل شاخص‌های کیفی آب روزانه ۲ بار مخازن سیفون شده و غذای باقیمانده و فضولات لاروها خارج گردید. میانگین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره ۶۰ روزه مطالعه به‌کارگیری بیفیدوباکتریوم‌ها در تغذیه لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌ترتیب شامل: دما 17.66 ± 1.33 درجه سانتی‌گراد، pH 7.63 ± 0.08 ، هدایت الکتریکی $450.03 \pm 30.12/62$ میکروموس بر سانتی‌متر، شوری 2.01 ± 0.13 میلی‌گرم در لیتر، قلیابیت (۲۴۰ میلی‌مول بر لیتر) و سختی کل (۳۹۱/۶ میلی‌گرم در لیتر) بود.

زیست‌یار مورد استفاده و تهیه غلظت‌های مورد نظر

در این مطالعه از دوگونه بیفیدوباکتر زیست‌یار تحت عناوین علمی *Bifidobacterium animalis* PTCC-1631 و *Bifidobacterium lactis* PTCC-1736 با سه غلظت CFU

در ساختار ژنوم آن‌ها متعلق به سیتوزین و گوانین است (Schell et al., 2002).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) گونه‌ای گوشتخوار است که در سال‌های اخیر تولید آن در سطح دنیا به‌شدت در حال افزایش است (FAO, 2011). همچنین طبق آمار دفتر برنامه‌ریزی و بودجه سازمان شیلات ایران تولید سالانه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از ۲۰۰۰ تن در سال ۱۳۷۹، به بیش از ۷۳۶۴۲ تن در سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است (IFO, 2011). تولید مناسب ماهیان پرورشی مستلزم دسترسی به غذای با کیفیت و قابل هضم برای لاروهاست (Tover- Ramirez et al., 2002; Wache et al., 2006). تغذیه یکی از پرهزینه‌ترین بخش‌های آبرزی‌پروری است و بهینه‌سازی آن می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌های تولید داشته باشد (Jafaryan و همکاران، 2008a). افزودن زیست‌یارها به‌صورت فراورده‌های میکروبی تجاری و یا بومی باعث افزایش رشد و ارتقای کارایی تغذیه می‌شود (Verschuere et al., 1999). برای مثال در مطالعه‌ای Bairagi و همکاران (۲۰۰۴) از باسیلوس‌ها در جیره غذایی ماهی روهو استفاده کردند که موجب افزایش کارایی پروتئین و بهره‌برداری از پروتئین شد. Lesel (۱۹۹۱) گزارش داد که جمعیت میکروبی تلقیح شده به دستگاه گوارش بر روی سطوح مواد غذایی، ترشحات موکوسی و سلول‌های اپیتلیال روده تأثیر داشته است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر دو گونه باکتری اسیدلاکتیک متعلق به جنس بیفیدوباکتریوم تحت عناوین علمی *Bifidobacterium animalis* و *Bifidobacterium lactis* بر شاخص‌های تغذیه‌ای و نرخ رشد متابولیکی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول دوره پرورش است.

با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. در پایان دوره آزمایش و پس از زیست‌سنجی نهایی شاخص‌های تغذیه‌ای بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه و ارزیابی شد:

(Helland et al., 1996) وزن به‌دست آمده (گرم) / غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (Jafaryan, 2006) $100 \times$ [غذای خورده شده (گرم) / وزن توده زنده به‌دست آمده (گرم)] = کارایی تبدیل غذایی (Helland et al., 1996) $100 \times$ [دوره پرورش (روز) / لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی - لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی] = نرخ رشد ویژه (Douillet and Langdon, 1994) [طول کل ماهی (سانتی‌متر) / وزن نهایی ماهی (گرم)] $100 \times$ = عامل وضعیت (Helland et al., 1996) $100 \times$ [مدت مطالعه] / پروتئین اولیه لاشه \times وزن اولیه) - (پروتئین نهایی لاشه \times وزن نهایی) = پروتئین ابقا شده (Helland et al., 1996) $100 \times$ [مدت مطالعه] / چربی اولیه لاشه \times وزن اولیه) - (چربی نهایی لاشه \times وزن نهایی) = چربی ابقا شده (Helland et al., 1996) پروتئین دریافت شده / پروتئین ابقا شده = (گرم) میزان بهره‌وری از پروتئین (Helland et al., 1996) چربی دریافت شده / چربی ابقا شده = (گرم) میزان بهره‌وری از چربی (Helland et al., 1996) انرژی (KJ g) \times غذای دریافتی / (KJ g) انرژی لاشه \times وزن اولیه - (KJ g) انرژی لاشه \times وزن نهایی] $100 \times$ = میزان کارایی انرژی ابقا شده (NRC, 1983) (درصد چربی خام $\times 9/5$) + (درصد پروتئین خام $\times 5/7$) = (Kcal/100g) انرژی کل ماهیچه

$100g^{-1} \times 10^9$ ، 1×10^9 و 2×10^9 استفاده گردید. زیست‌یارهای مذکور از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری صنعتی ایران به‌صورت لیوفیلیزه تهیه و در محیط کشت MRS^۳ رشد داده شدند. از محلول مک فارلند^۴ برای تعیین تعداد باکتری‌ها طبق روش کدورت سنجی^۵ استفاده شد.

طرح آزمایش

لاروها در ۴ تیمار (۳ تیمار آزمایشی و ۱ تیمار شاهد) با سه تکرار درون مخازن ۱۵ لیتری با تراکم ۲ لارو در هر لیتر برای مطالعه‌ای ۶۰ روزه تقسیم‌بندی شدند. تقسیم‌بندی لاروها به‌صورت کاملاً تصادفی صورت گرفت. جیره مصرفی به‌صورت تجاری تهیه گردید و لاروها در طول دوره روزانه ۴ بار (۸:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۰:۰۰) بر اساس ۴ تا ۸ درصد وزن بدن تغذیه شدند (Mohammadi-Azarm, 2004). دوره روشنایی و تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت در طول دوره مطالعه اعمال گردید. غلظت مورد نظر برای هر تیمار به جیره غذایی مربوطه به همان تیمار افزوده شده و به ماهیان خوراندیده شد. برای بیان ساده تیمارها از نام‌گذاری به شکل C (تیمار شاهد)، T₁ (جیره حاوی 1×10^9)، T₂ (جیره حاوی 2×10^9) و T₃ (3×10^9) بر اساس واحد کلنی در ۱۰۰ گرم غذا استفاده شد. جیره مصرفی گروه شاهد فاقد هر گونه زیست‌یار بود. جیره‌ها پس از اسپری شدن زیست‌یار در دمای اتاق خشک شده و تا زمان مصرف در جای خشک و خنک نگهداری شدند.

بررسی شاخص‌های تغذیه‌ای

برای بررسی تأثیر زیست‌یارهای مصرفی بر شاخص‌های تغذیه‌ای لاروها در انتهای دوره ۶۰ روز مطالعه تمام ماهیان صید و بیهوش شدند. سپس طول نهایی آن‌ها با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و وزن نهایی آن‌ها

3. Man Rogosa Sharpe
4. Mac Farland
5. Optical density

تأثیر بیفید و باکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیکی ... _____ سهندی و همکاران

روش آماری مورد استفاده

این مطالعه بر اساس طرح کاملاً تصادفی طراحی و اجرا گردید که طی آن ۳ 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 برای تعیین معنادار بودن اختلاف بین معیارها از آزمون واریانس یک طرفه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام پذیرفت.

نتایج

استفاده از دو گونه زیست‌یار مورد نظر در جیره غذایی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان موجب افزایش معنادار رشد نهایی وزن در تیمارهای T1 و T2 شد ($p < 0/05$). همچنین درصد نرخ رشد ویژه در لاروهای قزل‌آلا در تیمار آزمایشی T1 بیشترین میزان را داشت و تیمار T2 و T3 در رتبه‌های بعدی قرار داشت. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، بررسی نرخ رشد متابولیکی لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای آزمایشی T1 و T2 بیشترین میزان این نرخ را داشتند ($p < 0/05$).

همچنین نرخ رشد متابولیکی در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان بر اساس روش Dabrowski و همکاران (۱۹۸۶) محاسبه گردید که فرمول آن به شکل زیر است:

$$\text{وزن} / \{ [(\text{افزایش وزن (گرم)}) = \text{نرخ رشد متابولیکی} \{ (1000 / \text{وزن نهایی (گرم)})^{1/4} + (1000 / \text{اولیه (گرم)})^{1/4} \}] \}$$

 تعداد روزهای مطالعه / ۲

بررسی ترکیبات لاشه ماهیان

در ابتدای دوره آزمایش از لاروهای قزل‌آلا، تعداد ۳۰ قطعه نمونه برداری و پس از انجام بیومتری، برای آنالیز لاشه به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین در انتهای دوره آزمایش تعداد ۵ قطعه ماهی از هر تکرار نمونه برداری و طول و وزن آن‌ها اندازه‌گیری و پس از انجماد به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه، تجزیه لاشه و تعیین ترکیبات شیمیایی بدن لاروهای ماهی مطابق با استاندارد (AOAC, 1990) انجام پذیرفت. پروتئین خام با استفاده از روش میکروکجلدال و با تعیین مقدار نیتروژن کل و بر اساس ۰/۱۶ نیتروژن، چربی خام مطابق با روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر تعیین شد.

جدول ۱ معیارهای رشد نهایی و رشد متابولیکی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مکمل شده با سه غلظت متفاوت از *Bifidobacterium animalis* و *Bifidobacterium lactis* (SD ± میانگین)

تیمارهای آزمایشی				
T3	T2	T1	شاهد	
3×10^9	2×10^9	1×10^9	(بدون زیست‌یار)	معیارهای رشد
CFU/100g	CFU/100g	CFU/100g		
$0/54 \pm 0/21$	$0/52 \pm 0/11$	$0/50 \pm 0/13$	$0/57 \pm 0/28$	وزن اولیه (گرم)
$20/70 \pm 4/62^c$	$23/06 \pm 4/84^b$	$24/98 \pm 6/10^a$	$20/98 \pm 4/39^c$	وزن نهایی (گرم)
$6/01 \pm 0/36^c$	$6/29 \pm 0/35^b$	$6/46 \pm 0/40^a$	$5/95 \pm 0/38^c$	نرخ رشد ویژه (درصد)
$14/01 \pm 0/84^c$	$14/44 \pm 0/81^b$	$14/72 \pm 0/95^a$	$14/06 \pm 0/88^c$	نرخ رشد متابولیکی (گرم/کیلوگرم ^{1/4} /روز)

حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین معیارهای رشد در هر ردیف است ($p < 0/05$).

T1 بود که از جیره حاوی کمترین غلظت زیست‌یاری مصرفی تغذیه شده بود. درصد پروتئین و چربی ابقا شده در تیمارهای آزمایشی افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان پروتئین ابقا شده در تیمار آزمایشی T1 و بیشترین میزان چربی ابقا شده در تیمار T2 مشاهده شد. نتایج مشابهی در خصوص نرخ بهره‌وری از پروتئین و چربی مشاهده شد ($p < 0/05$).

نتایج تأثیر دو گونه زیست‌یاری مورد استفاده در مطالعه حاضر بر شاخص‌های تغذیه‌ای در جدول ۲ آورده شده است. در خصوص نتایج مربوط به نرخ کارایی نتاج نشان‌دهنده اختلاف معنادار تیمار T1 و T2 نسبت به شاهد بود ($p < 0/05$). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی به دست آمده مربوط به گروه شاهد به میزان $0/329 \pm 1/205$ و کمترین میزان $0/250 \pm 1/019$ مربوط به تیمار

جدول ۲ معیارهای تغذیه‌ای لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مکمل شده با سه غلظت متفاوت از

Bifidobacterium lactis و *Bifidobacterium animalis* (SD \pm میانگین)

تیمارهای آزمایشی				شاهد	معیارهای تغذیه
T3	T2	T1	(بدون زیست‌یار)		
3×10^9	2×10^9	1×10^9			
CFU/100g	CFU/100g	CFU/100g			
$0/862 \pm 0/192^c$	$0/961 \pm 0/201^b$	$1/041 \pm 0/254^a$	$0/874 \pm 0/183^c$	نرخ کارایی غذایی	
$1/215 \pm 0/263^a$	$1/086 \pm 0/230^b$	$1/019 \pm 0/250^b$	$1/205 \pm 0/329^a$	ضریب تبدیل غذایی	
$22/376 \pm 5/164^c$	$24/628 \pm 5/324^b$	$27/566 \pm 6/923^a$	$22/340 \pm 4/836^c$	افزایش پروتئین (درصد)	
$2/999 \pm 0/693^c$	$4/122 \pm 0/887^a$	$3/640 \pm 0/916^b$	$2/391 \pm 0/586^d$	افزایش چربی (درصد)	
$2/079 \pm 0/479^c$	$2/284 \pm 0/493^b$	$2/540 \pm 0/637^a$	$2/049 \pm 0/443^c$	نرخ بهره‌وری پروتئین (درصد)	
$54/798 \pm 12/244^c$	$83/880 \pm 17/607^a$	$74/321 \pm 18/181^b$	$55/490 \pm 11/630^c$	نرخ بهره‌وری چربی (درصد)	
$5/280 \pm 1/218^c$	$5/812 \pm 1/256^b$	$6/505 \pm 1/633^a$	$5/271 \pm 1/141^c$	انرژی ابقا شده به شکل پروتئین (کیلوژول در روز)	
$4/674^c$	$4/807^a$	$4/778^b$	$4/522^d$	میزان انرژی کل ماهیچه‌ها (کیلوکالری در ۱۰۰ گرم)	

حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین معیارهای رشد در هر ردیف است ($p < 0/05$).

میزان پروتئین خام نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی بود ($p < 0/05$). با این حال اختلاف معناداری بین تیمار T1 و T2 در این خصوص مشاهده نشد. بیشترین میزان چربی و انرژی خام متعلق به تیمار T2 بود که نسبت به دیگر تیمارها و گروه شاهد به صورت معناداری بیشتر بود ($p < 0/05$). تیمار T1 و T3 در این دو شاخصه اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند اگرچه با گروه شاهد اختلاف معنادار بود.

همچنین اختلاف معناداری درباره انرژی ابقا شده به شکل پروتئین و انرژی کل ماهیچه، که در واقع به میزان پروتئین و چربی ابقا شده در پیکره لاروهای تحت تیمارهای مختلف تغذیه‌ای مربوط است، بین تیمارهای آزمایشی و شاهد مشاهده گردید ($p < 0/05$). نتایج ترکیبات لاشه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۳ نشان داده شده است. تیمار T1 تغذیه شده با جیره حاوی کمترین غلظت بیفیدوباکتریوم‌ها دارای بیشترین

تأثیر بیفیدوباکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیسی ... _____ سهندی و همکاران

جدول ۳ ترکیبات شیمیایی بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره حاوی سه غلظت‌های متفاوت بیفیدوباکتریوم (SD± میانگین)

تیمارهای آزمایشی	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	انرژی (کالری بر گرم)
شاهد	66/046 ± 0/287 ^b	8/706 ± 0/331 ^c	4407/046 ± 77/498 ^c
تیمار T1	68/336 ± 0/391 ^a	9/550 ± 0/105 ^b	4516/853 ± 27/855 ^b
تیمار T2	66/763 ± 0/699 ^a	11/230 ± 0/361 ^a	4627/310 ± 27/465 ^a
تیمار T3	67/893 ± 0/257 ^b	9/810 ± 0/633 ^b	4544/803 ± 34/766 ^{ab}

حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین ترکیبات بیوشیمیایی در هرستون است (p < 0/05).

بحث

مطلوبی بر عملکرد تغذیه میزبان خواهند داشت (Matteo et al., 2010). اغلب رفتار گونه‌های مختلف ماهیان در تأثیرپذیری از زیست‌یارها در غلظت‌های مختلف به‌کارگیری آن‌ها کاملاً متفاوت است (Jafaryan, 2006; Jafaryan et al., 2008a). بهبود معیارهای تغذیه‌ای مسلماً افزایش رشد را موجب خواهد شد به‌طوری‌که در مطالعه حاضر نرخ رشد ویژه در تیمارهای آزمایشی افزایش معناداری یافت (p < 0/05). مانند آنچه دربارهٔ نرخ رشد ویژه در این مطالعه مشاهده شد Adineh و همکاران (2013) با مکمل‌سازی جیره غذایی با باسیلوس‌ها و تغذیه لارو ماهی قزل‌آلا، شاهد افزایش نرخ رشد ویژه در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد بودند. زیست‌یارها اغلب از روش‌های مختلف از جمله اتصال به سلول‌های دیواره روده، رقابت با عوامل بیماری‌زا، افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی و تعادل فلور میکروبی روده موجب افزایش رشد و بهبود عملکرد تغذیه می‌شوند. میزان پروتئین ابقا شده در تیمار T1 در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش معناداری داشت، همچنین نتایج مربوط به آنالیز لاشه ماهی‌ها نشان‌دهنده بیشترین میزان ابقای پروتئین در این تیمار بود. این افزایش ابقای پروتئین احتمالاً به‌علت فعالیت دو گونه

به‌کارگیری زیست‌یارها در جیره غذایی ماهی باعث ایجاد تعادل میکروبی روده، ساختن ترکیبات مفید از جمله ویتامین‌ها و برخی آنزیم‌ها، تحریک و افزایش کارایی سیستم ایمنی، افزایش فعالیت‌های گوارشی و آنزیمی و به‌دنبال آن افزایش رشد و توسعه سطوح غذایی می‌شود (Gatesoupe, 1999). مطابق با گزارش Herick (1972) نحوهٔ عملکرد باکتری‌های اسید لاکتیک تولید لاکتات و یا تحریک رشد میکروب‌های تولیدکننده این اسید آلی است که موجب تغییر pH روده میزبان می‌گردد و علاوه بر بهبود هضم و جذب، کاهش فلور میکروبی بیماری‌زا را در پی دارد. بنابراین بهبود معیارهای تغذیه‌ای همچون افزایش کارایی غذایی در تیمارها از 0/183 ± 0/874 در تیمار شاهد به 0/254 ± 1/041 در تیمار T1 بود و همچنین کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌تواند به‌علت عملکرد بیفیدوباکتریوم‌های مصرف شده باشد. البته آنچه مورد توجه است اینکه با افزایش غلظت بیفیدوباکتریوم‌ها در تیمارهای آزمایشی معیارهای تغذیه‌ای کاهش داشته است و علت این کاهش را می‌توان در تحقیقاتی جستجو کرد که نشان می‌دهد باکتری‌های زیست‌یار اغلب زمانی‌که در غلظت‌های مناسب به‌کار برود، تأثیر

بیفیدوباکتریوم‌های زیست‌یار، جعفریان و سلطانی (۲۰۱۲) با استفاده از زیست‌یار ساکارومایسیس سروسیسه در تغذیه تاس ماهی ایرانی *Acipenser pericus* موجب افزایش میزان بهره‌برداری از پروتئین و چربی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد شدند، به طوری که میزان بهره‌برداری از پروتئین از رقم $0/13 \pm 0/45$ گرم پروتئین در تیمار شاهد به $0/22 \pm 0/71$ گرم در تیمار آزمایشی و نرخ بهره‌برداری از چربی در تیمار شاهد از $0/017 \pm 0/056$ گرم به $0/032 \pm 0/102$ گرم در تیمار دوم رسید. همسو با این نتایج، در مطالعه حاضر تیمار T2 ضمن افزایش درصد پروتئین ابقا شده ($6/923 \pm 27/566$ درصد)، دارای نرخ بهره‌برداری بالایی ($0/637 \pm 2/540$ درصد) بود که در مقایسه با دیگر تیمارها و تیمار شاهد دارای اختلاف معنادار بود. با وجود افزایش درصد پروتئین در تیمار اول (T1)، درصد افزایش چربی در تیمار دوم (T2) بیشتر بود ($p < 0/05$). همچنین نرخ بهره‌برداری از چربی در تیمار T2، $0/887 \pm 4/122$ درصد محاسبه شد که نسبت به دیگر تیمارها دارای اختلاف معنادار بود ($p < 0/05$). بالا بودن درصد افزایش پروتئین ابقا شده موجب افزایش انرژی ابقا شده به شکل پروتئین در تیمار T1 شد. همچنین میزان کل انرژی در ماهیچه‌ها در تیمار T2 بیشترین میزان و در تیمار شاهد کمترین میزان را داشت ($p < 0/05$) زیرا انرژی چربی در مقایسه با انرژی پروتئین بیشتر است. متابولیسم همواره بزرگ‌ترین بخش از بودجه انرژی را به خود اختصاص می‌دهد و نقش محوری را در تغییرات فیزیولوژیک از جمله رشد بازی می‌کند (Wikeliski et al., 2003; Metcalfe et al., 1995). نرخ

بیفیدوباکتریوم در غلظت مؤثره در دستگاه گوارش لاروهای قزل‌آلاست. مطابق با این نتایج Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از گونه‌های زیست‌یار *Lactobacillus*، *Streptococcus faecium* و *Saccharomyces cerevisiae* در لاروهای تیلاپپای نیل، *Oreochromis niloticus* با میانگین وزنی $152/3$ میلی‌گرم، ظرف مدت ۹ هفته شاهد بهبود معیارهای تغذیه‌ای بودند. افزایش ابقای پروتئین مستلزم افزایش جذب آن از جیره مصرفی است. همچنین تغییرات کاهشی ضریب تبدیل غذایی مستلزم افزایش میزان بهره‌برداری لاروها از پروتئین و چربی موجود در جیره مصرفی است. در مطالعه حاضر کاهش ضریب تبدیل غذایی از $0/329 \pm 1/205$ در تیمار شاهد به $0/250 \pm 1/019$ در تیمار T1، گویای افزایش بهره‌برداری لاروها از پروتئین و چربی است. در مطالعه سهندیو همکاران (۲۰۱۲) استفاده از باسیلوس‌های زیست‌یار در پرورش لاروی کپور نقره‌ای، نرخ کارایی غذایی و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز از سوی Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) در استفاده از لاکتوباسیلوس‌ها و یک گونه استرپتوکوکوس در جیره غذایی تیلاپپای نیل در خصوص کاهش ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. بهبود نرخ بهره‌وری از پروتئین و چربی به ترتیب در تیمارهای T1 و T2 مشاهده شد بر همین اساس افزایش میزان پروتئین و چربی ابقا شده در تیمارهای T1 و T2 قابل توجیه است. مطابق با نتایج مربوط به میزان بهره‌وری و افزایش آن در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی

تأثیر بیفیدوباکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیکی ... _____ سهندی و همکاران

به‌کارگیری باکتری‌های زیست‌یار برای مدیریت میکروبی امری غیرقابل اجتناب است (Olafsen and Handesn, 1992). در تحقیقی بر روی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان Mohammadi-Azarm و همکاران (۲۰۰۴) از زیست‌یار تجاری پروتکسین شامل لاکتوباسیلوس‌های زیست‌یار، که شامل یک گونه بیفیدوباکتریوم نیز بود، در تغذیه لاروهای ماهی قزل‌آلا استفاده نمود که موجب بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه شد. لاروهای تغذیه شده با جیره حاوی CFU $100g \times 10^9 \times 1$ در این مطالعه بیشترین وزن را نسبت به دیگر تیمارها کسب کرد که با سایر تیمارهای آزمایشی و البته گروه شاهد اختلاف معناداری را نشان داد ($p < 0.05$). این افزایش رشد و بهبود شرایط تغذیه‌ای و افزایش قابلیت بهره‌برداری لارو ماهی قزل‌آلا از ترکیبات مغذی جیره مصرفی در حضور بیفیدوباکتریوم صورت گرفت. مطابق با این نتایج، طبق گزارش جعفریان (۲۰۰۶) زیست‌یارها با ترشح آنزیم‌های خارج سلولی موجب بهبود عملکرد هضم و جذب می‌شوند که سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش کارایی غذایی نیز خواهد شد. این کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش نرخ رشد متابولیکی در اثر فعالیت آنزیمی در نتیجه فعالیت زیست‌یارها بوده که علاوه بر بهبود هضم و جذب، موجب تأمین آمینواسیدهای ضروری و ویتامین‌ها نیز می‌گردد (Dall and Moriarty, 1983; Tover-Ramirez et al., 2002). آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشه لاروهای ماهی قزل‌آلا نیز تأیید کننده این نتایج است که استفاده از بیفیدوباکتریوم‌ها سبب بهبود ترکیبات شیمیایی در پیکره لاروها شده است و بر اساس آنچه که درباره افزایش کارایی غذایی و نرخ

رشد متابولیکی در واقع تعیین‌کننده میزان انرژی صرف شده برای رشد است که در مطالعه حاضر در تیمارهای T1 و T2 به ترتیب بیشترین میزان را داشت ($p < 0.05$). بالا بودن نرخ رشد متابولیکی در تیمار T1 در مقایسه با دیگر تیمارها مطابق با کارایی ابقای انرژی و پروتئین ابقا شده در این تیمار است که نشان می‌دهد با استفاده از زیست‌یار لارو ماهی می‌تواند بیشتر از ترکیبات جیره بهره‌برداری کند. این بهبود در ابقای پروتئین و انرژی تحت تأثیر فعالیت فلور میکروبی دستگاه گوارش و تأثیر آن بر عملکرد سوخت‌وساز است (Yanbo and Zirong, 2006)، به طوری که پروتئین ابقا شده و چربی برای تأمین انرژی مصرف می‌شود و همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، افزایش غلظت بیفیدوباکتریوم‌ها موجب کاهش ابقای پروتئین شده و افزایش ابقای چربی از نظر متابولیکی مناسب نیست. بر اساس مطالعه Abraham و همکاران (۲۰۰۸) ساختار میکروبی دستگاه گوارش ماهیان با ورود باکتری‌های موجود در محیط و غذا قابل تغییر است. افزایش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در دوره بلند مدت اتفاق خواهد افتاد و این موضوع از سویقمی و همکاران (۲۰۱۰) درباره ماهی سفید دریای خزر، *Rutilusfrisiikutum* ارزیابی و تأیید شد. استفاده از بیفیدوباکتریوم‌ها ضمن بهبود معیارهای تغذیه‌ای موجب توازن فعالیت متابولیکی در لاروها شده است که می‌تواند به‌عنوان موفقیت بزرگ برای تأمین انرژی از منبع مناسب آن در جیره مصرفی باشد و نتایج این مطالعه گویای این مسئله است. کنترل جمعیت میکروبی مراحل اولیه زیست‌آزبان در طول مدت پرورش اولیه از موارد ضروری بوده و در این راستا

نگارندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از همکاری صمیمانه مدیر آزمایشگاه‌های دانشگاه گنبد کاووس جناب دکتر جواد بیات کوهسار و همچنین از مسئولان محترم آزمایشگاه‌های دانشگاه آقایان جعفرزاده و حسینی و خانم سراوانی ابراز می‌دارند. این مطالعه در قالب طرح پایان‌نامه کارشناسی ارشد طراحی و اجرا گردید.

منابع

Abraham, T. J., Mondal, S. and Babu, Ch. S. 2008. Effect of commercial aquaculture probiotic and fish gut antagonistic bacterial flora on the growth and disease resistance of ornamental fishes *Carassius auratus* and *Xiphorus helleri*, Ege University, *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1: 27-30.

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.

AOAC. 1990. In: W. Horwitz (Ed.), Official Methods of Analyses, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA. 445.

Bagheri, T., Hedayati, S., Yavari, V., Alizade, M. and Farzanfar, A. 2008. Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fry Given Diet Supplemented with Probiotic during the Two Months of First Feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 8: 43-48.

Bairagi, A., Ghosh, K. S., Sen, S. K. and Ray, A. K. 2004. Evaluation of the 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.

Balcazar, J. L., Balas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Vendrell, D., Calvo, A. C., Marques, I., Girons, O. and Muzquiz, L. 2007. Changes in intestinal

رشد متابولیکی بیان شد، این بهبود ترکیبات شیمیایی احتمالاً به علت فعالیت بیفیدوباکتریوم‌ها بوده است. سطح پروتئین خام در تیمار T1 و T2 دارای اختلاف معناداری با تیمار شاهد بود ($p < 0.05$). این در حالی بود که تیمار T1 نسبت به تیمار T2 درصد چربی خام کمتر و نرخ رشد متابولیکی بیشتری داشت که نشان‌دهنده رابطه مستقیم این دو معیار با یکدیگر بود. همسو با این تحقیق، Bagheri و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که مصرف زیست‌یارها موجب افزایش درصد پروتئین خام لاشه قزل‌آلا رنگین‌کمان و کاهش درصد چربی شده است که منجر به بهبود کیفیت گوشت ماهی خواهد شد. در این مطالعه میزان پروتئین از $66/046 \pm 0/287$ در شاهد به $68/336 \pm 0/391$ در تیمار T1 رسید. همچنین میزان چربی از $0/331 \pm 8/706$ در شاهد به $11/230 \pm 0/361$ در تیمار T2 رسید. مطابق با این تحقیق Jafaryan و همکاران در سال ۲۰۰۸ با استفاده از لاکتوباسیلوس‌های زیست‌یار، موجب افزایش ترکیبات مغذی لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان از جمله پروتئین، چربی و انرژی خام شدند که با نتایج این مطالعه همخوانی داشت. در مجموع، این مطالعه نشان داد که استفاده از دو گونه *Bifidobacterium* و *Bifidobacterium animalis lactis* علاوه بر افزایش رشد و بهبود معیارهای تغذیه‌ای موجب افزایش نرخ رشد متابولیکی و همچنین افزایش ترکیبات شیمیایی لاشه از جمله پروتئین، چربی و انرژی خام شده و موجب تعادل متابولیکی در مصرف ترکیبات مغذی جیره در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود.

تشکر و قدردانی

- Herrick, J. B. 1972.** Therapeutic nutrition using Lactobacillus species. *Veterinary Medicine*, 67: 1249
- Holzappel, W. H., Harberer, P., Snel, J., Schillinger, U. and Huisin'tVeld J. 1998.** Overview of gut flora and probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 41, 85-101.
- IFO. 2011.** Office of Planning, Budget and Statistic, Statistical year book of IFO 2000- 2009, Online at <http://fisheries.ir/portal/Home/ShowPage.aspx?Object>.
- Irianto, A. and Austin, B. 2002.** Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Disease*. 25: 333-342.
- Jafaryan, H. 2006.** The effect of Bacillus bacteria as the probiotic on growth, survival and intestinal enzymes in Persian Sturgeon larvae (*Acipenser persicus*) by enrichment with *Artemia urmiana*. Ph.D thesis, Faculty of Agriculture and Environmental Resources, Gorgan University, p: 103.(Abstract in English)
- Jafaryan, H. and Soltani, M. 2012.** Effects of bioencapsulated *Daphnia magna* with *Saccharomyces cerevisiae* on the growth and feeding performance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 6(1): 13-18.
- Jafaryan, H., Asadi, R. and Bagheri, A. 2008a.** The promotion of growth parameters and feeding efficiency of *Acipenser nudiventris* larvae by using of probiotic bacillus via bioencapsulation of *Artemia urmiana*. *Aquaculture Europe*. 27 october, 2007. Istanbul, turkey. P 260-261.
- Jafaryan, H., Morovat, R. and Shirzad, H. 2008b.** The use of bioencapsulated *Daphnia magna* by probiotic bacillus and their effect on the growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae, *Iranian Journal of Biology*, 21(1): 24-35. (Abstract in English)
- Lara-Flores, M., Miguel, A., Beatriz, E. and Lopez-Madrid, W. 2003.** Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 216: 193-201.
- microbiota and immuneresponse following probiotic administration in brown trout (*Salmo trutta*). *British Journal of Nutrition*. 97:522-527.
- Casas I. A. and Dobrogosz W. J. 1997.** *Lactobacillus reuteri*: overview of a new probiotic for humans and animals. *Microecology and Therapy*, 26: 221-231.
- Dabrowski, K., Murai, T. and Becker, K. 1986.** Physiological and nutritional aspects of intensive feeding of carp. In: *Aquaculture of Cyprinids* (Billard, R. & Marcel, J. eds), INRA, Paris, pp. 55-70.
- Dall, W. and Moriarty., D. J. W. 1983.** Functional aspects of nutrition and digestion. In: Mantel LH (ed) *The biology of crustacea*. Vol. 5. Internal anatomy and physiological regulation. Academic Press, p 215-261.
- 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.
- FAO. 1978.** Aquaculture development and coordination programme. Fish feed technology. Lectures presented at the FAO/UNDP Training Course in Fish Feed Technology, Seattle, Washington, 9 October - 15 December, 1978, <http://www.fao.org/docrep/X5738E/X5738E00.htm>
- FAO. 2011.** Fisheries and Aquaculture Department, The State of world Fisheries and Aquaculture (SOFIA)-2010, Online viewed 16September 2011, <http://www.fao.org/fishery/publication/sofia/en>.
- Fuller, R. 1989.** Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 66: 365-378.
- Gatesoupe, F.J. 1999.** The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*. 180:147-165.
- Ghomi, M. R., Heshmatipour, Z., Nazari, R. M., Sohrabnejad, M., Zarei, M., Nikoo, M., Ovissipour, M. and EsmaciliMolla, A. 2010.** Intestinal microfora of Kutum *Rutilus frisii kutum* under dietary supplemetation with probiotic and vitamin C. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16(5): 635-642.
- 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.

Iranian Journal of Veterinary Research, 13(4): 289-295.

Sarem-Damerdjii, L.O., Sarem, F., Marchal, L. and Nicolas, J. P. 1995. In vitro colonisation ability of human colon mucosa by exogenous *Lactobacillus* strains. *FEMS Microbiology Letter*, 131: 133-137.

Schell, M., Karmirantzou, M., Snels, B., Vilanova, D., Dergler, B., Pessi, G., Zwahlen, M. C., Desiere, F., Bork, P., Delley, M., Pridmore, R. D. and Arigoni, F. 2002. The genome sequence of *Bifidobacterium longum* reflects its adaptation to the human gastrointestinal tract. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 99(22): 14422-14427.

Sherman, P. M., Ossa, J. C. and Johnson-Henry, K. 2009. Unraveling mechanisms of action of probiotics. *Nutritional Clinical Practice*. 24: 10-14.

Tomasik, P. J. and Tomasik, P. 2003. Probiotics and Prebiotics. *Cereal chemistry*.80(2): 113-117.

Tovar-Ramirez D., Zambonino J., Cahu C., Gatesoupe F.J., Vazquez-Juarez R. and Lésel R. 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, 204: 113-123.

Verschuere, L., Rombaut, G., Huys, G., Dhont, J., Sorgeloos, P., and Verstraete, W., 1999. Microbial control of the culture of *Artemia* juveniles through preemptive colonization by selected bacterial strains. *Applied Environmental Microbiology*, 65: 2527-2533

Waché Y., Auffray F., Gatesoupe F. J., Zambonino J., Gayet V., Labbé L. and Quentel C. 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*, 258: 470-478.

Wikelski, M., Spinny, L., Schelsky, W., Scheuerlein, A. and Gwinner, E. 2003. Slow pace of life in tropical sedentary birds: a common garden experiment on four stonechat population from

Lesel, R. 1991. Does a digestive active bacterial flora exist in fish? In: *Fish Nutrition in Practice*. Biarritz, France, pp. 655-664.

Matteo, A., Avella, A., Giorgia, G., Olivier, D., Pavlos, B., Makridis, C., Claudia, B., Oliana, A. and Carnevali, A. 2010. Application of multispecies of *Bacillus* in sea bream larviculture. *Aquaculture*, 305: 12-19.

Metcalf, N. B., Taylor, A. C. and Thorpe, J. E. 1995. Metabolic rate, social status and life-history strategies in Atlantic salmon. *Animal Behavior*, 49: 431-436.

Mohammadi-Azarm, H., Abedian-Kenari, A. and Abtahi, B. 2004. Effects of Protexin probiotic on growth and survival of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Iranian Journal of Marine Science*, 3(2,3): 69-75. (Abstract in English)

Moradi, P., Jafaryan, H., Soltani, M. and Gholipour-Kanani, H. 2013. Study of fermented *Daphnia* meal (*Daphnia magna*) with *Bacillus* probiotics effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae, 1st National Conference of Aquatic Animal Science, Guilan University, Rasht- Iran, 5-7 September, 64-68. (Abstract in English)

Netherwood, T., Gilbert, H. J., Parker, D. S. and Donnell, A. G. 1999. Probiotics shown to change bacterial community structure in the avian gastrointestinal tract. *Applied Environmental Microbiology*, 65: 5134-5138.

NRC. 1983. Nutrition requirement of warm water fishes and shellfishes. National Academy of Science, Washington DC.

Ohashi, Y. and Ushida, K. 2009. Health-beneficial effects of probiotics: Its mode of action. *Animal Science Journal*, 80: 361-371.

Olafsen, J. A. and Hansen, G. H. 1992. Intact antigen uptake in intestinal epithelial cells of marine fish larvae. *Journal of Fish Biology*. 40: 141-156.

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*),

تأثیر بیفیدوباکترهای زیست‌یار بر نرخ رشد متابولیکی ... _____ سهندی و همکاران

different latitudes. Proc. Royal. Soc. London B 270: 2383-2388.

Yanbo, W. and Zirong, X. 2006. Effect of probiotic for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzymes activities. *Animal feed science and technology*, 127: 283-292.



Effects of Bifidobacter Probiotics on Metabolic Growth Rate, Some Nutritional Parameters and Carcass Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Larvae

Javad Sahandi ^{1*}; Hojatollah Jafaryan ²; Mehdi Soltani³; Pouneh Ebrahimi ⁴

1- M.Sc. Student, Department of Fisheries and Forestry, Faculty of natural resource, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

2-Associate professor, Department of Fisheries and Forestry, Faculty of natural resource, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

3- Full professor, Department of Aquatic Animal Health, Faculty of veterinary, University of Tehran, Tehran, Iran

4- Assistance professor Department of Chemical science, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran

Received:12.1.2014

Accepted: 24.5.2014

*Corresponding author's: sahandijavad@gonbad.ac.ir

Abstract

In a completely randomized design, the effects of two probiotic bacteria, *Bifidobacterium animalis* and *B. lactis* at four concentrations of 0 (control), 1×10^9 (T1), 2×10^9 (T2) and 3×10^9 (T3) CFU 100g^{-1} on nutritional parameters of rainbow trout fry (0.538 ± 0.197 g body weight) were compared for 60 days, with each treatment carried in three replications. A significant difference was observed between treatments and the control in protein and lipid gain and also body composition ($p < 0.05$). Despite a significant difference of metabolic growth rate in T1 and T2 with T3 and the control, no significant difference was observed between T3 and the control. The results demonstrated that the use of these bacteria could improve nutritional parameters and metabolic growth rate of rainbow trout fry.

Keywords: Rainbow trout, Feeding, Metabolic growth, Probiotic.