



## تأثیر باسیلوس‌های پروبیوتیکی بر کار آبی رشد و تغذیه لارو کپور معمولی، کپور علفخوار و کپور سرگنده تغذیه شده از گونه‌های مختلف ناپلی آرتمیا

هادی جمالی<sup>۱\*</sup>، حجت الله جعفریان<sup>۲</sup>، ساره ناظریان<sup>۳</sup>، محمد صادق آراملی<sup>۱</sup>

۱-دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

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

۳-دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۰۶

\*نوسنده مسئول مقاله: Saeed.jamali11@gmail.com

### چکیده

عملکرد رشد لارو کپور ماهیان (*Cyprinus carpio*، *Hypophthalmichthys*، *A. parthenogenetica*) با تغذیه از ناپلی آرتمیا گونه‌های (*Ctenopharyngodon idella nobilis*، *A. urmiana* و *A. fransiscana* و همچنین یک مخلوط پروبیوتیکی (*Bacillus subtilis* و *B. licheniformis*) بررسی شد. لارو ماهیان (وزن  $10 \pm 15$  میلی گرم) به ۵۴ تانک فایبرگلاس گرد و با حجم ۱۰ لیتر و تراکم ۵ قطعه در لیتر منتقل و با تیمارهای غذایی به مدت ۴ هفته تغذیه شدند. در پایان دوره، شاخص‌های رشد (وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت و کارایی تغذیه) و ترکیبات بیوشیمیایی بدن (پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت) سنجش شدند. بر اساس نتایج، اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد و تغذیه، به‌ویژه نرخ رشد ویژه و کارایی تغذیه مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). بالاترین و پایین‌ترین کارایی رشد و تغذیه به‌ترتیب در کپور علفخوار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا پارتنوژنتیکا و کپور سرگنده تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیانا مشاهده شد. افزایش عملکرد رشد (وزن نهایی، طول نهایی و نرخ رشد ویژه) در تیمار کپور علفخوار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا پارتنوژنتیکا به همراه پروبیوتیک در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

کلید واژگان: کپور، ناپلی آرتمیا، باسیلوس، رشد

## مقدمه

یکی از مشکلات موجود در پرورش لارو ماهیان، پرورش در مراحل اولیه یا نوزادی است که دارای رشدی کند همراه با تلفات است، از این رو روش‌ها و وسایلی که بتوانند توانایی نوزاد ماهیان را در بالا بردن تغذیه آغازین بهبود بخشند، بسیار مهم و ضروری‌اند (Girri et al., 2002). پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان به قابلیت دسترسی به غذای مناسب برای تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامتی و رشد را به‌ویژه در مراحل نوزادی تضمین کند. تولید غذای زنده با کیفیت و کمیت مناسب به‌ویژه در مراحل ابتدایی پرورش لاروها یعنی آغاز تغذیه فعال (تغذیه خارجی)، از اهمیت زیادی برخوردار است. در بین انواع مختلف غذاهای زنده آرتمیا (*Artemia*) به دلیل داشتن درصد بالایی از پروتئین و چربی، اسیدهای چرب مطلوب و آنزیم‌های آمیلاز و تریپسین، کوتاه بودن سن بلوغ، هم‌آوری نسبتاً زیاد و تراکم‌پذیری آن در زمان پرورش، مورد توجه است. تفریخ ساده و آسان ناپلی آرتمیا کمترین زحمت را برای دستیابی به غذای زنده در دسترس برای آبی‌پروری ممکن می‌سازد (Lavens and Sorgeloos, 2000). از طرف دیگر ناپلی آرتمیا در طی فرایند غنی‌سازی، می‌تواند به‌عنوان حامل مواد مختلفی نظیر انواع ترکیبات مغذی (Watanabe et al., 1983)، عوامل ضد میکروبی (Dixon et al., 1995)، انواع واکسن‌ها (Campbell et al., 1993) استفاده شود. در نتیجه با توجه به توانایی آرتمیا در ذخیره‌سازی و انتقال مواد شیمیایی خاص و عدم مشاهده اثر مضر، ابزار دلخواهی برای انتقال مواد شیمیایی از قبیل انواع ویتامین‌ها و زیست‌یارها خواهد بود (Smith et al., 2002). مطابق با مطالعات گذشته آرتمیای تازه تفریخ شده حدود ۵۶/۲ درصد پروتئین، ۱۷ درصد چربی، ۳/۶ درصد کربوهیدرات

و ۷/۶ درصد خاکستر دارد (Conceicao et al., 2010). آرتمیا شامل مقدار زیادی کانتازانتین (*Canthaxantin*) است، این رنگدانه می‌تواند نقش مهمی در ذخیره و آنتی‌اکسیدانی ویتامین A در تغذیه لارو آبیان داشته باشد. آرتمیا همچنین شامل مقدار زیادی ویتامین C، E، B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> است (van der Meeren et al., 2008). لاروهای چندین گونه از ماهیان دریایی مثل سیم، گروپر، ماهی آزاد پس از تغذیه ابتدایی با طعمه کوچک مثل روتیفر (*Brachionus sp.*)، تنها به‌وسیله ناپلیوس آرتمیا می‌توانند تغذیه شوند. در مقایسه با لارو سخت‌پوستان، لاروهای ماهیان دریایی برای دوره طولانی‌تری (برای مثال ۲۰ تا ۴۰ روز) به‌وسیله آرتمیا تغذیه می‌شوند. میزان مصرف آرتمیا در پرورش لاروی ماهیان دریایی بسیار بالاست و محدوده آن بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ گرم سیست به ازای هر ۱۰۰۰ نوزاد است (Hafezieh, 2003).

موفقیت یا شکست در برنامه‌های آبی‌پروری وابسته به شرایط پرورشی لاروهای ماهیاست، به عبارت دیگر عفونت‌های ناشی از باکتری‌ها در شرایط پرورشی، ممکن است باعث افزایش مرگ‌ومیر و کاهش تولید شود (Kapetanovic et al., 2005). از سویی دیگر برای توقف یا کاهش چنین اتفاقات نامطلوب در پرورش لارو ماهی، ممکن است از افزودنی‌های خاص برای غذا استفاده شود. این امر سبب افزایش کارایی هضم یا جذب غذا می‌شود. در این میان، آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله افزودنی‌های دارویی هستند که از سال ۱۹۵۰ به غذاهای ماهی استفاده می‌گردد (Ahilan et al., 2004). با توجه به ایجاد مقاومت دارویی در میزبان که از محدودیت‌های آنتی‌بیوتیک‌ها محسوب می‌گردد، اهمیت باکتری‌های زیست‌یار یا پروبیوتیکی کاملاً آشکار شد، به‌طوری‌که باکتری‌های

باسیلوس پلی میکسا (*Bacillus polymixa*) و باسیلوس لیکنسی فورمیس (*Bacillus licheniformis*) از طریق غنی‌سازی با ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا (*Artemia parthenogenetica*) به صورت موفقیت‌آمیز منجر به افزایش وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل غذایی در گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شد (Jamali et al., 2014). Firouzbaksh و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزودن پروبیوتیک پروتکسینه جیره غذایی ماهیاسکار (*Astronotus ocellatus*) موجب کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن نهایی و نرخ رشد ویژه ماهی اسکار می‌شود (Faghani et al., 2010). اثر جیره‌های غذایی آغشته شده به محصول پروبیوتیکی پروتکسین را بر عواملی نظیر بازماندگی و رشد کپور معمولی دریایی خزر (*Cyprinus carpio*) مطالعه‌نشده نشان داد که با افزایش غلظت پروبیوتیک تغذیه شده، مقادیر وزن و زنده ماندن در لاروهای مذکور افزایش معنادار داشتند.

کپور ماهیان از جمله مهم‌ترین ماهیان برای رسیدن به یک تولید صنعتی قوی در کشور هستند، بنابراین تعداد زیادی از کپور ماهیان از جمله کپور معمولی، کپور علف‌خوار، کپور نقره‌ای، کپور سرگنده و کپور سیاه از شرق (چین)، روسیه و اروپای شرقی (رومانی و مجارستان) به مدت چهار سال به آب‌های ایران معرفی شدند. بعضی از این ماهیان هم اکنون در میان اکثر ماهیان مهم اقتصادی بخشی از تولیدات سالیانه را در استخرهای ایران تشکیل می‌دهند (Shamsi et al., 2009). در حال حاضر، گونه‌های کپور ماهیان چینی با توجه به گسترش بسیار خوب آنها در جهان و از جمله در کشور ایران از ارزش بسیار خوبی در جهت تأمین پروتئین سفید برخوردار بوده و سالیانه مقادیر عظیمی از این ماهیان در

زیست‌یاد در آبی‌پروری برای کنترل بیماری‌ها و همچنین به عنوان مکمل‌هایی برای بهبود رشد لاروهای ماهی استفاده شد. در برخی موارد نیز به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی برای لاروهای ماهی به کار گرفته شد (Irianto and Austin, 2002, 2003). روده لارو ماهیان به سرعت توسط باکتری‌های محیطی در خلال روزهای اول زندگی پس از تخم‌گذاری اشغال می‌گردد. این اجتماعات اولیه کلنی شده در روده لاروهای ماهی ممکن است در مراحل اولیه زندگی لاروهای ماهی در رقابت با باکتری‌هایی که به عنوان پروبیوتیک معرفی می‌شوند، به یک برتری رقابتی دست یابند، بنابراین تلقیح باکتری‌های پروبیوتیکی باید هم‌زمان با جذب کیسه زرده از طریق افزودن به آب محیط پرورشی و در هنگام شروع تغذیه فعال از طریق غذای زنده صورت گیرد (Vadstein et al., 1993, Hansen, and Olafsen, 1999). برخی از مهم‌ترین گونه‌های باسیلوس‌های پروبیوتیکی مورد استفاده در آبی‌پروری شامل: باسیلوس سابتیلیس (*Bacillus subtilis*)، باسیلوس سرئوس (*Bacillus cereus*)، باسیلوس کوآگولانس (*Bacillus coagulans*)، باسیلوس کلانیوسی (*Bacillus canusii*)، باسیلوس مگاتریوم (*Bacillus megaterium*) و باسیلوس لیکنسی فورمیس است (Oggioni et al., 2003). تحقیقات نشان می‌دهد این میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش عملکرد هضمی آنزیم‌ها (Tovar-Ramirez et al., 1998)، افزایش معیارهای رشد و تغذیه‌ای لاروهای ماهیان روهو (Ghosh et al., 2003)، افزایش بقای لاروهای ماهی روهو (Bairagi et al., 2004) و افزایش رشد و بقای لاروهای میگوی ببری سبز (Rengpipat et al., 1998) می‌شود. استفاده از محصولات تجاری پروتکسین‌ها و باکتری‌های باسیلوس سابتیلیس (*Bacillus subtilis*)، باسیلوس سیرکولانس (*Bacillus circulans*)، باسیلوس لاتروسپوروس (*Bacillus laterosporus*)،

جدا شده و با استفاده از صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون، سیفون شدند.

#### باسیلوس‌های پروبیوتیکی

در این آزمایش از سوسپانسیون باکتریایی مخلوط ۲ گونه از باسیلوس‌ها شامل باسیلوس سابتیلیس (*Bacillus subtilis*) و باسیلوس لیچنی فورمیس (*Bacillus licheniformis*) از شرکت نیکوتک (پروتکسین) استفاده شد. مطابق با دستورالعمل شرکت پروتکسین، سوسپانسیون مخلوط اسپور باسیلوس‌های پروبیوتیکی در حجم ۱۰ میکرولیتر به ظروف شیشه‌ای حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل اضافه شد. پس از افزودن مقدار ۲۶ میلی‌گرم از محیط کشت اختصاصی آنها به این سوسپانسیون، بلافاصله به شدت بهم زده شده و در دمای  $37^{\circ}\text{C}$  به مدت ۸ ساعت انکوباسیون گردید. در پایان زمان انکوباسیون باسیلوس‌ها به باکتری‌های رویشی تبدیل شده و سوسپانسیون مخلوط باکتریایی با غلظت  $1 \times 10^6$  (CFU/liter) تهیه گردید. سوسپانسیون باکتریایی تهیه شده به تعداد ۴ بار در روز به حوضچه‌های پرورش ماهیان اضافه شد.

#### طرح آزمایش

لارو ماهی کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) از کارگاه پرورش ماهیان گرم آبی سد وشمگیر تهیه شدند. لاروها در ۱۸ تیمار آزمایشی جداگانه به ترتیب از ناپلی سه گونه از آرتمیا شامل آرتمیا اورمیانای دریاچه ارومیه (*Artemia urmiana*)، آرتمیای فرانسیسکانا (*Artemia fransiscana*) و آرتمیا پارتنوژنتیکا دریاچه مهارلوی استان فارس (*Artemia parthenogenetica*) تغذیه شدند. در این آزمایش لارو کپور ماهیان در طول مدت ۲۸ روز

استخرهای پرورشی و همچنین در آبندان‌ها و آبگیرهای طبیعی تولید و برای مصرف مردم به بازار عرضه می‌گردد. یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی و پرورش این ماهیان در دوره لاروی آنها بوده که تغذیه اولیه آنها می‌تواند نقش بسیار مهمی در رشد و بقای آنها داشته باشد. بر همین اساس برایتامین این هدف مهم دو گونه از آرتمیای بومی کشورمان از جمله آرتمیا اورمیانای دریاچه ارومیه و آرتمیا پارتنوژنتیکا دریاچه مهارلو در مقایسه با آرتمیای فرانسیسکانا که به‌عنوان یک گونه خارجی قلمداد می‌شود، در تغذیه کپور ماهیان بررسی شد.

#### مواد و روش‌ها

##### تولید ناپلی آرتمیا

سیست‌های آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) از مرکز تحقیقات دریاچه ارومیه تهیه و برای این مطالعه به کار رفت. همچنین سیست آرتمیا مهارلو (*Artemia parthenogenetica*) از مرکز شیلات و آبیان استان فارس - شیراز تهیه شد. سیست‌های آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia fransiscana*) از یک شرکت تجاری تهیه گردید. لایه کوریون هریک از سیست‌ها به‌طور جداگانه به طریقه شیمیایی در طی فرایند کپسول‌زدایی، جدا شد (Lavens, and Sorgelos, 1996). تخم‌گشایی سیست‌های کپسول‌زدایی شده از طریق به‌کارگیری ظروف شیشه‌ای قیفی شکل با حجم ۸ لیتر با استفاده از آب دریا (۳۰ ppt) انجام پذیرفت. سیست‌ها پس از کپسول‌زدایی با تراکم ۵ گرم در لیتر در ظروف شیشه‌ای در دمای  $30^{\circ}\text{C}$ ، شرایط نوری (۲۰۰۰ لوکس) و هوادهی شدید انکوباسیون شدند (Gomez-Gil et al., 1998). پس از ۲۴ ساعت ناپلی‌های تخم‌گشایی و ضدعفونی شده، با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت، از سیست‌ها

مقدار غذای خورده شده توسط لاروهای ماهی در هر تیمار محاسبه گردید.

### زیست‌سنجی لاروهای ماهی

برای بررسی وضعیت رشد ماهیان و به‌منظور به‌دست آوردن بیوماس لاروهای ماهی برای محاسبه غذای روزانه در طول دوره آزمایش، به فاصله هر ۷ روز تعداد ۵ قطعه از لاروهای ماهی به‌طور تصادفی از هر حوضچه نمونه‌برداری و میانگین طول و وزن آنها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. لاروهای ماهی پس از بیومتری به حوضچه‌های مربوطه برگردانده شدند. در انتهای دوره آزمایش تمامی ماهیان حوضچه‌ها در هر تیمار آزمایشی پس از انجام بیومتری (طول و وزن)، نمونه‌هایی از آنها به آزمایشگاه منتقل و مطابق با دستورالعمل AOAC (۱۹۹۰) آنالیز گردید. بر اساس داده‌های به‌دست آمده از بیومتری و آنالیز لاشه و داده‌های درصد پروتئین، چربی و انرژی خام لاشه لاروهای ماهی، معیارهای رشد و تغذیه‌ای از جمله: وزن و طول نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (CF)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نسبت کارایی پروتئین (PER)، چربی (LER)، ارزش تولید پروتئین (PPV) و ارزش تولید چربی (LPV) برای لاروهای ماهی در هر یک از تیمارها محاسبه شد.

### تجزیه و تحلیل آماری:

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده در ارتباط با فاکتورهای رشد، تغذیه و آنالیز لاشه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS-16 بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام پذیرفت.

### نتایج

(چهار هفته) در یک نرخ تغذیه‌ای معادل ۳۰ درصد بیوماس ماهیان و به تعداد ۴ بار در روز تغذیه شدند. وزن اولیه لاروهای این ماهیان ۱۰۰ میلی‌گرم بود. لاروهای سالم این ماهیان به ترتیب با تراکم ۵ قطعه در لیتر در حوضچه‌های پلاستیکی با حجم آبگیری ۱۰ لیتر ذخیره‌سازی شدند. تیمارهای آزمایشی فاقد پروبیوتیک شامل: کپور علف‌خوار- اورمیان (G-U)، کپور علف‌خوار- فرانسیسکانا (G-F) و کپور علف‌خوار- پارتنوژنتیکا (G-P) و همچنین بیگ هد- اورمیان (B-U)، بیگ هد- فرانسیسکانا (B-F) و بیگ هد- پارتنوژنتیکا (B-P) و نیز تیمارهای کپور- اورمیان (C-U)، کپور- فرانسیسکانا (C-F) و کپور- پارتنوژنتیکا (C-P) طراحی و تیمارهای آزمایشی حاوی پروبیوتیک شامل: کپور علف‌خوار- اورمیان- باکتری (G-U-B)، کپور علف‌خوار- فرانسیسکانا- باکتری (G-F-B) و کپور علف‌خوار- پارتنوژنتیکا- باکتری (G-P-B) و همچنین بیگ هد- اورمیان- باکتری (B-U-B)، بیگ هد- فرانسیسکانا- باکتری (B-F-B) و بیگ هد- پارتنوژنتیکا- باکتری (B-P-B) و نیز تیمارهای کپور- اورمیان- باکتری (C-U-B)، کپور- فرانسیسکانا- باکتری (C-F-B) و کپور- پارتنوژنتیکا- باکتری (C-P-B) طراحی و با سه تکرار اجرا گردید. تعویض آب حوضچه‌ها روزانه در چهار نوبت و به فواصل زمانی ۶ ساعت انجام می‌شد. به‌منظور محاسبه دقیق غذای خورده شده واقعی، در محل لوله خروجی هر یک از حوضچه‌های پرورشی یک عدد توری با اندازه چشمه ۱۲۰ میکرون قرار گرفته که ناپلی آرتیمیا خورده نشده را به‌طور جداگانه جمع‌آوری می‌کرد. در انتهای هر روز، از طریق شمارش تعداد آنها در واحد حجم، بیوماس آنها محاسبه می‌شد. مقدار وزن ناپلی از کل وزن عرضه شده آنها کسر شده و سرانجام

برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه لارو کپور ماهیان تغذیه شده با گونه‌های مختلف ناپلی آرتیمیا در جدول ۳ ارائه شده است. لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا بالاترین بازدهی رشد و تغذیه را در مقایسه با کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا ارومیانا و ناپلی آرتیمیا فرانسیسکانا از خود نشان دادند. پایین‌ترین بازدهی رشد و تغذیه در تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا ارومیانا به دست آمد ( $p < 0.05$ ).

آنالیز تجزیه بیوشیمیایی گونه‌های مختلف ناپلی آرتیمیا (*Artemia parthenogenetica*, *Artemia fransiscana* و *Artemia urmiana*) و لارو کپور ماهیان (*Cyprinus carpio* و *Hypophthalmichthys nobilis*) در جدول ۱ و ۲ آمده است. بیشترین پروتئین خام و چربی خام در ناپلی آرتیمیا ارومیانا به ترتیب (۵۶/۸۳ درصد)، (۲۱/۲ درصد) و کمترین میزان در ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا به ترتیب (۳۹/۰۹ درصد) و (۱۷/۸۶ درصد) به دست آمد.

جدول ۱ آنالیز تجزیه بیوشیمیایی گونه‌های مختلف ناپلی آرتیمیا

گونه‌های آرتیمیا	<i>A. parthenogenetica</i>	<i>A. urmiana</i>	<i>A. fransiscana</i>
پروتئین خام (درصد)	۳۹/۰۹±۲/۳۳	۵۶/۸۳±۶/۳۳	۴۰/۶۵±۳/۱۶
چربی خام (درصد)	۱۷/۸۶±۱/۰۲	۲۱/۲±۳/۲۲	۱۸/۹۱±۴/۲
انرژی خام (کیلوکالری/گرم)	۴۵۹۲/۷۱±۳۳۳۶	۴۷۲۷/۴±۲۴۵/۶	۴۶۷۳±۳۵۱
ماده خشک (درصد)	۱۱/۷۶±۱/۱۲	۹/۰۹±۱/۲۲	۱۱/۷۶±۲/۸۲
خاکستر (درصد)	-	۳/۷۵±۰/۲۰	-

جدول ۲ آنالیز تجزیه بیوشیمیایی اولیه لارو گونه‌های مختلف کپور ماهیان

گونه‌های ماهی	کپور معمولی	کپور علف‌خوار	کپور سرگنده
پروتئین خام (درصد)	۷۱/۴۷±۲/۲۴	۷۲/۷۸±۳/۴۱	۷۲/۵۶±۲/۵۴
چربی خام (درصد)	۱۲/۳۲±۱/۱۵	۱۱/۵۴±۰/۷۹	۱۱/۱۷±۱/۳۱
انرژی خام (کیلوکالری/گرم)	۴۵۶۴±۳۹	۴۴۹۷±۶۵	۴۴۳۷±۴۷
ماده خشک (درصد)	۲۵/۵۱±۲/۳۷	۲۵/۲۳±۱/۶۲	۲۰/۱۱±۰/۸۹
فیبر خام (درصد)	۰/۴۴±۰/۰۵	۰/۴۱±۰/۰۷	۰/۳۸±۰/۰۳

ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا تغذیه شده بود، به دست آمد ( $p < 0.05$ ). پایین‌ترین بازدهی رشد و تغذیه در بین کپور ماهیان پرورش یافته در سیستم فاقد پروبیوتیک متعلق به کپور سرگنده تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا ارومیانا (B-U) بود.

بهترین بازدهی رشد و تغذیه در بین کپور ماهیان پرورش یافته در سیستم فاقد پروبیوتیک متعلق به کپور علف‌خوار تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتیمیا به دست آمد، به طوری که بالاترین وزن نهایی (۵۴۵/۳ میلی‌گرم)، طول نهایی (۴۰/۴۳ میلی‌متر) و نرخ رشد ویژه (۵/۳۴) در تیمار G-P که در آن لارو کپور علف‌خوار از

پروبیوتیک استفاده شده در سیستم پرورش لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرمیا اثرهای متفاوتی را بر روی معیارهای رشد لارو کپور ماهیان در تیمارهای مختلف داشت، به طوری که بازدهی رشد در لارو کپور معمولی و کپور علف‌خوار افزایش و در لارو کپور سرگنده کاهش را نشان داد ( $p < 0.05$ ). بهترین بازدهی رشد در بین کپور ماهیان پرورش یافته در سیستم حاوی پروبیوتیک متعلق به کپور علف‌خوار تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرمیا به دست آمد، به طوری که بالاترین وزن نهایی ( $631/5$  میلی‌گرم) و طول نهایی ( $42$  میلی‌متر) در تیمار P-G-B، که در آن لارو کپور علف‌خوار از ناپلی آرمیا پارتنوژنتیک تغذیه شده بود، به دست آمد ( $p < 0.05$ ). پایین‌ترین وزن و طول نهایی در بین کپور ماهیان پرورش یافته در سیستم حاوی پروبیوتیک متعلق به کپور سرگنده تغذیه شده با ناپلی آرمیا پارتنوژنتیک ( $249$  میلی‌گرم) و ( $31/6$  میلی‌متر) بود.

جدول ۳ شاخص‌های رشد و تغذیه لارو کپور ماهیان تغذیه شده با گونه‌های مختلف ناپلی آرتیمیا

تیمار	وزن نهایی (میلی گرم)	طول نهایی (میلی متر)	نرخ رشد ویژه	ضریب تبدیل غذایی	فاکتور وضعیت	ارزش تولید پروتئین	نسبت کارایی پروتئین	نسبت کارایی چربی
C.P	۴۹۳/۴±۵۸/۴ <sup>d</sup>	۳۵/۵۲±۲/۹۴ <sup>e</sup>	۴/۹۴±۰/۶۸ <sup>c</sup>	۳/۴۳±۱/۳۶ <sup>g</sup>	۱/۰۸±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۰/۶۹±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۰/۷۵±۰/۰۴ <sup>d</sup>	۱/۶۱±۰/۱۱ <sup>e</sup>
C.F	۴۶۸/۹±۹۸/۱ <sup>e</sup>	۳۴/۴۸±۳/۲۷ <sup>f</sup>	۴/۷۳±۰/۹۵ <sup>d</sup>	۳/۶۱±۱/۸۲ <sup>f</sup>	۱/۱۲±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۰/۵۹±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۶۷±۰/۰۷ <sup>c</sup>	۱/۴۶±۰/۱۵ <sup>f</sup>
C.U	۳۸۹/۲±۷۳/۹ <sup>g</sup>	۳۲/۳۴±۲/۵۹ <sup>h</sup>	۴/۰۹±۰/۷۸ <sup>e</sup>	۴/۳۴±۱/۲۱ <sup>e</sup>	۱/۱۴±۰/۲۰ <sup>a</sup>	۰/۵۷±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۴±۰/۰۳ <sup>g</sup>	۱/۰۹±۰/۰۹ <sup>i</sup>
C.P.B	۵۹۱/۶±۹۴/۲ <sup>b</sup>	۴۱/۸۷±۲/۱۶ <sup>a</sup>	۵/۶۵±۰/۵۹ <sup>a</sup>	۲/۸۶±۱/۳۴ <sup>i</sup>	۱/۰۹±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۶۶±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۹۰±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۹۴±۰/۱۷ <sup>b</sup>
C.F.B	۵۶۲/۸±۱۰۱/۳ <sup>c</sup>	۳۶/۶۹±۳/۵۹ <sup>d</sup>	۵/۳۶±۰/۹۲ <sup>b</sup>	۳/۰۲±۱/۵۳ <sup>h</sup>	۱/۱۲±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۰/۵۸±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۸۱±۰/۰۶ <sup>c</sup>	۱/۷۰±۰/۱۱ <sup>d</sup>
C.U.B	۴۹۸/۲±۸۸/۴ <sup>d</sup>	۳۵/۹۰±۳/۲۹ <sup>e</sup>	۴/۹۶±۰/۸۰ <sup>c</sup>	۳/۳۹±۱/۲۳ <sup>g</sup>	۱/۰۷±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۰/۵۴±۰/۰۶ <sup>bc</sup>	۰/۵۲±۰/۰۶ <sup>f</sup>	۱/۳۹±۰/۰۹ <sup>g</sup>
G.P	۵۴۵/۳±۷۹/۹ <sup>c</sup>	۴۰/۴۳±۲/۷۸ <sup>ab</sup>	۵/۳۴±۰/۶۹ <sup>b</sup>	۳/۰۸±۰/۰۹ <sup>h</sup>	۰/۸۱±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۶۶±۰/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۸۳±۰/۰۶ <sup>c</sup>	۱/۸۰±۰/۱۳ <sup>c</sup>
G.F	۴۴۹/۱±۶۸/۰ <sup>۶f</sup>	۳۹/۴۹±۳ <sup>b</sup>	۵±۰/۷۸ <sup>c</sup>	۳/۳۶±۰/۳۲ <sup>g</sup>	۰/۸۰±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۵۸±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۶۵±۰/۰۴ <sup>e</sup>	۱/۴۲±۰/۱۲ <sup>fg</sup>
G.U	۴۸۷/۸±۷۶/۱۳ <sup>d</sup>	۳۸/۶۷±۲/۵۹ <sup>c</sup>	۴/۹۴±۰/۶۸ <sup>c</sup>	۳/۴۶±۰/۱۸ <sup>g</sup>	۰/۸۳±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۵۱±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۰/۵۱±۰/۰۷ <sup>f</sup>	۱/۳۸±۰/۱۱ <sup>g</sup>
G.P.B	۶۳۱/۵±۸۸/۳ <sup>a</sup>	۴۲±۴/۰۱ <sup>a</sup>	۵/۸۰±۰/۹۷ <sup>a</sup>	۲/۶۳±۰/۲۱ <sup>j</sup>	۰/۸۳±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۶۶±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۹۷±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۲/۰۹±۰/۱۴ <sup>a</sup>
G.F.B	۵۵۸/۱±۹۷/۵ <sup>c</sup>	۳۹/۸۷±۳ <sup>b</sup>	۵/۳۶±۰/۸۱ <sup>b</sup>	۲/۹۸±۰/۴۳ <sup>h</sup>	۰/۸۵±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۶۱±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۸۱±۰/۰۷ <sup>c</sup>	۱/۷۵±۰/۱۳ <sup>d</sup>
G.U.B	۴۵۷/۷±۵۲/۱ <sup>ef</sup>	۳۷/۶۵±۳/۰ <sup>۲c</sup>	۴/۶۷±۰/۹۰ <sup>d</sup>	۳/۶۱±۰/۳۷ <sup>f</sup>	۰/۸۴±۰/۱۴ <sup>b</sup>	۰/۵۰±۰/۰۸ <sup>c</sup>	۰/۴۸±۰/۰۳ <sup>f</sup>	۱/۳۰±۰/۱۲ <sup>h</sup>
B.P	۲۹۴/۹±۶۲/۸ <sup>b</sup>	۳۲/۸±۴/۰ <sup>۱h</sup>	۳/۱۲±۰/۴۷ <sup>f</sup>	۵/۹۶±۱/۳۳ <sup>d</sup>	۰/۸۳±۰/۱۲ <sup>b</sup>	۰/۶۳±۰/۰۹ <sup>ab</sup>	۰/۴۳±۰/۰۵ <sup>g</sup>	۰/۹۳±۰/۰۹ <sup>j</sup>
B.F	۳۰۱/۸±۹۷/۵ <sup>b</sup>	۳۳/۷±۲/۲ <sup>g</sup>	۳/۲۲±۰/۳۲ <sup>f</sup>	۵/۷۹±۱/۲۵ <sup>d</sup>	۰/۷۸±۰/۰۸ <sup>b</sup>	۰/۵۷±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۴۲±۰/۰۳ <sup>g</sup>	۰/۹۱±۰/۰۵ <sup>j</sup>
B.U	۲۸۴±۵۸/۸ <sup>h</sup>	۳۳/۳±۲/۳ <sup>g</sup>	۳±۰/۴۴ <sup>f</sup>	۶/۱۷±۱/۲۹ <sup>c</sup>	۰/۷۶±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۵۲±۰/۰۸ <sup>c</sup>	۰/۲۸±۰/۰۳ <sup>i</sup>	۰/۷۷±۰/۰۵ <sup>k</sup>
B.P.B	۲۴۹±۴۶/۸ <sup>i</sup>	۳۱/۶±۱/۷ <sup>i</sup>	۲/۵±۰/۳۴ <sup>h</sup>	۷/۰۶±۱/۲۱ <sup>a</sup>	۰/۷۸±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۶۵±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۰/۳۶±۰/۰۴ <sup>h</sup>	۰/۷۹±۰/۰۸ <sup>k</sup>
B.F.B	۲۶۴/۲±۶۲/۹ <sup>i</sup>	۳۲/۳±۲/۵ <sup>h</sup>	۲/۷۱±۰/۵۶ <sup>g</sup>	۶/۶۵±۱/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۷۷±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۰/۵۷±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۳۷±۰/۰۴ <sup>h</sup>	۰/۸۰±۰/۰۸ <sup>k</sup>
B.U.B	۲۵۱±۶۳/۲ <sup>i</sup>	۳۱/۷±۲/۷ <sup>i</sup>	۲/۵۱±۰/۵۷ <sup>h</sup>	۷±۱/۲۸ <sup>a</sup>	۰/۷۶±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۲۷±۰/۰۹ <sup>c</sup>	۰/۲۵±۰/۰۳ <sup>i</sup>	۰/۶۹±۰/۰۷ <sup>l</sup>

حروف لاتین غیر مشترک نشانه معنادار بودن است (p<۰/۰۵).



بازدهیدر نسبت کارایی پروتئین (۰/۹۷) و چربی (۲/۰۹) در تیمار G-P-B، که در آن لارو کپور علف‌خوار در سیستم پرورش حاوی پروبیوتیک که از ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا تغذیه شده بود، به دست آمد (جدول ۳).

نتایج مربوط به ترکیب بیوشیمیایی بدن لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتیمیا در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین پروتئین، چربی و انرژی خام در لارو کپور ماهیان به ترتیب در تیمارهای B-F، C-P، و C-P-B (۷۲/۵۴ درصد)، (۱۲/۵۰ درصد) و (۶۸/۰۸ کیلوکالری بر گرم) و کمترین میزان به ترتیب در تیمارهای C-P، G-U-B، C-P (۶۷/۷۰ درصد)، (۱۰/۵۲ درصد) و (۴۳۷۴ کیلوکالری بر گرم) به دست آمد ( $p < 0/05$ ).

نتایج معیارهای تغذیه اختلاف معناداری را بین تیمارهای مختلف نشان داد. بهترین ضریب تبدیل غذایی در بین کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتیمیا در تیمار G-P-B، که در آن لارو کپور علف‌خوار از ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا تغذیه شده بود، به دست آمد ( $p < 0/05$ ). بهترین مقدار در ارزش تولید چربی (۰/۶۹) در تیمار C-P، که در آن لارو کپور معمولی پرورش یافته در سیستم فاقد پروبیوتیک از ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا تغذیه شده بود، به دست آمد (جدول ۳). این در حالی است که بهترین بازدهی در ارزش تولید پروتئین (۱/۸۶) در تیمار P-G-B، که در آن لارو کپور علف‌خوار در سیستم پرورش حاوی پروبیوتیک که از ناپلی آرتیمیا پارتنوژنتیکا تغذیه شده بود، به دست آمد (جدول ۳) ( $p < 0/05$ ). بهترین

جدول ۴ آنالیز تجزیه بیوشیمیایی لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتیمیا

تیمار	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	انرژی خام (کیلوکالری/گرم)	ماده خشک (درصد)	فیبر خام (درصد)
C.P	۶۷/۷۰±۰/۴۴ <sup>l</sup>	۱۲/۵۰±۰/۳۹ <sup>a</sup>	۴۵۶۱±۴۶ <sup>d</sup>	۱۴/۱۰±۷/۰۷ <sup>o</sup>	۰/۴۲±۰/۰۳ <sup>cd</sup>
C.F	۷۰/۸۷±۱/۰۵ <sup>h</sup>	۱۱/۱۶±۰/۶۹ <sup>def</sup>	۴۴۲۱±۵۵ <sup>e</sup>	۱۸/۶۴±۵/۶۰ <sup>l</sup>	۰/۴۳±۰/۰۴ <sup>c</sup>
C.U	۷۱/۶۶±۰/۶۹ <sup>f</sup>	۱۰/۶۹±۰/۵۵ <sup>ghi</sup>	۴۴۰۷±۶۷ <sup>k</sup>	۲۶/۵۷±۹/۵۰ <sup>g</sup>	۰/۳۰±۰/۰۳ <sup>h</sup>
C.P.B	۶۸/۶۲±۵/۴۵ <sup>k</sup>	۱۲/۷۸±۲/۴۵ <sup>a</sup>	۴۶۰۸±۵۰ <sup>a</sup>	۳۰/۵۰±۴/۱۸ <sup>d</sup>	۰/۳۲±۰/۰۵ <sup>gh</sup>
C.F.B	۷۱/۲۴±۸/۲۲ <sup>g</sup>	۱۱/۰۸±۱/۰۵ <sup>def</sup>	۴۴۲۳±۴۵ <sup>e</sup>	۲۲/۱۴±۲/۱۰ <sup>z</sup>	۰/۴۳±۰/۰۴ <sup>c</sup>
C.U.B	۷۰/۵۳±۴/۳۳ <sup>i</sup>	۱۱/۳۲±۲/۴۵ <sup>cde</sup>	۴۵۳۶±۶۲ <sup>c</sup>	۲۹/۴۴±۴/۱۷ <sup>c</sup>	۰/۲۹±۰/۰۲ <sup>h</sup>
G.P	۷۱/۷۵±۱/۱۷ <sup>f</sup>	۱۱/۸۹±۰/۷ <sup>b</sup>	۴۵۷۳±۷۰ <sup>c</sup>	۲۹/۳۲±۱/۱۷ <sup>c</sup>	۰/۴۱±۰/۰۳ <sup>cd</sup>
G.F	۷۳/۱۵±۰/۰۶ <sup>bc</sup>	۱۱/۰۴±۰/۷۵ <sup>def</sup>	۴۴۳۱±۵۴ <sup>i</sup>	۲۶/۹۳±۲/۲۶ <sup>f</sup>	۰/۴۴±۰/۰۷ <sup>bc</sup>
G.U	۷۲/۲۸±۰/۹۲ <sup>e</sup>	۱۰/۶۶±۰/۳ <sup>hi</sup>	۴۳۹۳±۷۴ <sup>l</sup>	۱۵/۲۰±۳/۶۱ <sup>n</sup>	۰/۴۲±۰/۰۳ <sup>cd</sup>
G.P.B	۷۲/۵۴±۳/۱۸ <sup>de</sup>	۱۱/۸۵±۱/۱۷ <sup>b</sup>	۴۵۹۸±۳۶ <sup>b</sup>	۳۰/۷۶±۲/۳۶ <sup>d</sup>	۰/۴۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>
G.F.B	۷۳/۴۷±۳/۲۳ <sup>ab</sup>	۱۱/۶۵±۰/۸۳ <sup>bc</sup>	۴۴۷۸±۳۵ <sup>g</sup>	۳۷/۱۴±۴/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۴۷±۰/۰۴ <sup>ab</sup>
G.U.B	۷۲/۸۶±۱/۲۹ <sup>cd</sup>	۱۰/۵۲±۰/۶۳ <sup>i</sup>	۴۳۷۴±۶۲ <sup>n</sup>	۱۸/۱۸±۳/۴۱ <sup>m</sup>	۰/۴۴±۰/۰۲ <sup>bc</sup>
B.P	۶۹/۵۱±۱/۱۲ <sup>j</sup>	۱۱/۳۴±۰/۵ <sup>cd</sup>	۴۴۷۵±۲۹ <sup>g</sup>	۳۱/۱۱±۴/۱۸ <sup>c</sup>	۰/۴۲±۰/۰۵ <sup>cd</sup>
B.F	۷۳/۱۹±۰/۷۱ <sup>bc</sup>	۱۰/۸۹±۰/۳۸ <sup>fghi</sup>	۴۴۸۴±۸۸ <sup>f</sup>	۲۳/۳۳±۳/۸۲ <sup>i</sup>	۰/۳۷±۰/۰۴ <sup>ef</sup>
B.U	۷۲/۸۸±۰/۳۸ <sup>cd</sup>	۱۰/۹۶±۰/۳۷ <sup>efgh</sup>	۴۴۰۴±۸۸ <sup>k</sup>	۲۱/۶۷±۲/۸۹ <sup>k</sup>	۰/۳۵±۰/۰۲ <sup>fg</sup>
B.P.B	۶۸/۷۹±۲/۲۳ <sup>k</sup>	۱۱/۶۵±۰/۸۳ <sup>bc</sup>	۴۵۳۹±۷۲ <sup>c</sup>	۲۵/۱۷±۳/۱۹ <sup>h</sup>	۰/۳۹±۰/۰۶ <sup>de</sup>
B.F.B	۷۳/۵۴±۴/۵۴ <sup>a</sup>	۱۰/۵۸±۰/۴۹ <sup>i</sup>	۴۴۳۸±۵۳ <sup>h</sup>	۳۶/۱۷±۵/۸ <sup>b</sup>	۰/۳۹±۰/۰۳ <sup>de</sup>
B.U.B	۷۲/۵۴±۳/۱۷ <sup>de</sup>	۱۰/۸۴±۱/۱۸ <sup>fghi</sup>	۴۳۸۹±۷۳ <sup>m</sup>	۲۵/۴۷±۲/۲۱ <sup>h</sup>	۰/۳۰±۰/۰۶ <sup>h</sup>

حروف لاتین غیر مشترک نشانه معنادار بودن است ( $p < 0/05$ ).



با غذاهای زنده بود. Pooling و همکاران نشان دادند که استفاده از ناپلی آرتمیا در تغذیه لارو گربه ماهی افریقایی (*Clarias gariepinus*) میزان بقا را تا حد زیادی افزایش می دهد. Ritar و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که در تغذیه لایستر صخره ای (*Jasus edwardsii*) با غذاهای زنده از جمله آرتمیا، اویستر (*Crassostrea gigas*)، کلم (*Katelesia scalarina*) و ماسلز (*Mytilus edulis planulatus*)، بهترین وزن نهایی (۱۸۰ میلی گرم) و بقا (۶۹/۸ درصد) در تیمار تغذیه شده با آرتمیا به دست آمد.

Beck و Bengtson (۱۹۸۲) گزارش کردند که بین اندازه ناپلی های آرتمیا و میزان مرگ و میر همبستگی بالایی وجود دارد به طوری که در تغذیه از ناپلی هشت گونه آرتمیا توسط ماهی سیلورسید اقیانوس اطلس (*Menidia menidia*)، با افزایش اندازه از ۴۸۰ میکرومتر میزان مرگ و میر ۲۰ درصد افزایش نشان داد. تفاوت در نرخ رشد لارو آبزیان تغذیه شده از ناپلی گونه های مختلف آرتمیا به تفاوت در میزان انرژی (۰/۰۷۲۵-۰/۰۳۶۶ ژول) و وزن خشک (۱/۳۳-۱-۶۱ میکروگرم) ناپلی آرتمیها با منشأ جغرافیایی مختلف نسبت داده می شود. این اختلاف رشد می تواند به علت تغذیه از ناپلی ها در مراحل بالاتر رشد که دارای ۳۹ درصد انرژی و ۳۴ درصد وزن خشک کمتری نسبت به ناپلی تازه تفریخ شده هستند، نیز باشد (Vanhaecke, 1983). مقدار انرژی و وزن خشک ناپلی های تازه آرتمیا در صورتی که در دمای ۲ تا ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شوند، به مدت ۲۴ ساعت بدون تغییر ثابت می ماند (Leger, 1983). چندین گزارش درباره تأثیرات مختلف ناپلی آرتمیا با منشأ جغرافیایی متفاوت منتشر شده است (Bookhout and Costlow, 1970, Johns et al., 1980, 1981, Watanabe et al., 1980, Beck and Bengtson, 1982, Leger and Sorgeloos,

ناپلی آرتمیا به عنوان یک منبع غذایی مغذی و مناسب برای بسیاری از ماهیان و سخت پوستان استفاده می شود (لگر، ۱۹۸۵). در مطبوعات علمی هشت گونه آرتمیا ثبت شده است که شامل: *Artemia franciscana*, *Artemia salina*, *Artemia monica persimilis*, *Artemia sinica armiana* و *Artemia tibetiana* است (Hou, et al., 2006). این گونه ها و نژادها ممکن است اختلاف قابل ملاحظه ای در ضخامت سیست، طول ناپلی های تفریخ شده (۵۰۰-۴۰۰ میکرومتر)، هم زمانی و میزان تفریخ (۲۵۰۰۰-۱۵۰۰۰۰ ناپلی به ازای هر گرم سیست)، نرخ رشد، ترکیبات بیوشیمیایی (اسیدهای چرب ضروری، اسید اسکوربیک، رنگدانه ها و ترکیبات ضروری) و بنابراین ارزش غذایی داشته باشند (Van Stappen, 1996) که می تواند بر روی تراکم و روش ذخیره و پرورش اختلاف ایجاد کند. شاخص های رشد و تغذیه لارو کپور ماهیان تغذیه شده با گونه های مختلف ناپلی آرتمیا اختلاف معناداری را در تیمارهای مختلف نشان داد ( $p < 0/05$ ). لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتمیا پارتنوژنتیک، بالاترین بازدهی رشد و تغذیه را در مقایسه با کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیا و ناپلی آرتمیا فرانسیسکانا از خود نشان دادند. پایین ترین بازدهی رشد و تغذیه در تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیا به دست آمد ( $p < 0/05$ ). Roozbehfar و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که در تغذیه تاس ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) با غذاهای زنده بهترین وزن (۸۱۵/۷۳ میلی گرم) و ضریب تبدیل غذایی (۳/۲۲) متعلق به ناپلی آرتمیا بود. این نتایج مشابه نتایج Roozbehfar و همکاران (۲۰۱۳) در تغذیه تاس ماهی ایرانی

آرتمیاها تعیین می‌کند که سیستم‌های تولید شده چه زمانی و در کدام منطقه تولید شده‌اند.

پروبیوتیک استفاده شده در سیستم پرورش لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اثرهای متفاوتی را بر روی معیارهای رشد لارو کپور ماهیان در تیمارهای مختلف داشت، به طوری که بازدهی رشد در لارو کپور معمولی و کپور علف‌خوار افزایش و در لارو کپور سرگنده کاهش را نشان داد. بهترین بازدهی رشد در بین کپور ماهیان پرورش یافته در سیستم حاوی پروبیوتیک متعلق به کپور علف‌خوار تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتمیا به دست آمد ( $p < 0/05$ ). Avella. و همکاران (۲۰۱۰) برای بهبود پرورش لارو ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) در تحقیقی از ترکیب سه گونه پروبیوتیک باسیلی شامل باسیلوس سابتیلیس (*Bacillus subtilis*)، باسیلوس لیکنی فورمیس (*Bacillus licheniformis*) و باسیلوس پامیلیس (*Bacillus pumilus*) استفاده کردند. بر این اساس آنها پیشنهاد کردند که پروبیوتیک‌های مصرفی برای ماهیان دریایی به ویژه ماهی سیم دریایی بهتر است در مرحله اولیه زندگی از طریق غذای زنده مانند آرتمیا و روتیفر که اثرهای مثبتی بر وضعیت عمومی و همچنین رشد ماهی دارد، استفاده شوند. Jafaryan و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند لارو ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) تغذیه شده با آرتمیا ارومیانای غنی شده با سوسپانسیون مخمر نانوبی و پروبیوتیک‌های باسیلی تأثیر معناداری بر ارتقای شاخص‌های رشد این ماهی دارد، به طوری که در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک‌ها نرخ رشد ویژه از  $7/84$  به  $8/54$  درصد وزن بدن در روز افزایش یافت. نتایج مشابهی نیز در به‌کارگیری باسیلوس‌های پروبیوتیکی در تغذیه با ناپلی غنی شده با پروبیوتیک‌های مذکور در لاروهای تاس‌ماهی ایرانی به دست آمد، نرخ

(1984). توجهات زیادی برای عملکرد ضعیف بعضی از آرتمیاها در مطالعات ارائه شده است از جمله: اندازه ناپلی‌ها (Beck and Bengtson, 1982)، وجود مواد آلاینده (Bookhout and Costlow, 1970, Helfrich, 1973, Olney ) (Watanabe et al., 1980)، نبود اسیدهای چرب ضروری (Watanabe et al., 1978, Fujita et al., 1980, Schauer et al., 1980, Leger et al., 1984) و عملکرد ضعیف در حرکت ناپلی‌ها (Klein-MacPhee et al., 1980, Olney et al., 1980, ) (Schauer et al., 1980). Leger و همکاران (۱۹۸۵) گزارش کردند که میزان اسیدهای چرب در ناپلی تازه تفریح شده ۱۵ گونه از آرتمیای به دست آمده از خلیج سان پابلو و سان فرانسیسکو به سه گروه زیر تقسیم می‌شود که می‌تواند نقش مهمی بر روی تأثیرات مغذی ناپلی آرتمیا داشته باشد: گروه اول، دارای مقدار زیادی  $16:1\omega7$ ،  $16:1\omega9$ ،  $20:5\omega3$  و مقدار ناچیزی  $18:2\omega6$ ،  $18:3\omega3$ ،  $18:4\omega3$  هستند؛ گروه دوم، دارای مقدار ناچیزی  $16:1\omega7$ ،  $16:1\omega9$ ،  $20:5\omega3$  و مقدار زیادی  $18:2\omega6$ ،  $18:3\omega3$  و  $18:4\omega3$  هستند و گروه سوم، دارای مقدار متوسطی از  $16:1\omega7$ ،  $16:1\omega9$ ،  $20:5\omega3$ ،  $18:3\omega3$  و  $18:4\omega3$  می‌باشند. نتایج این آزمایش به وسیله پرورش آبزیان تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتمیا از جمله سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (Fujita et al., 1982) (Watanabe et al., 1980)، خرچنگ پهن آبی (*Rithropanopeus harrissii*) (Johns et al., 1980)، فلاندر زمستانی (*Pseudopleuronectes americanus*) (Klein-MacPhee et al., 1980)، سیلورسید اقیانوس اطلس (*Menidia menidia*) (Beck et al., 1980) و میگوی آبی (*Penaeus stylirostris*) (Leger et al., 1984) تأیید شد. Hinchcliffe و Riley (۱۹۷۲) و Vos و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که میزان اسیدهای چرب موجود در ناپلی آرتمیا به میزان اسیدهای چرب مواد غذایی که والدین‌شان مصرف کرده‌اند، بستگی دارد. این بدین معنی است که میزان مواد مغذی ناپلی

هضم چربی موجب کاهش ذخیره چربی لاشه ماهیان شده است (Ghosh et al., 2003). پروبیوتیک‌ها با ترشح آنزیم‌های مختلف از جمله آنزیم پروتئاز موجب افزایش قابلیت هضم ترکیبات پروتئینی غذای خورده شده در روده جانور آبی شده و در نتیجه سبب می‌شوند تا این ترکیبات در روده آبی به خوبی جذب شده و میزان درصد پروتئین خام لاشه را بالا می‌برند (Ghosh et al., 2001). بنابراین ارزش تولید پروتئین که نشان‌دهنده میزان پروتئین خام به دست آمده در لاشه ماهی نسبت به پروتئین خورده شده توسط ماهیاست، افزایش می‌یابد. در همین راستا پروتئین به دست آمده در ماهی در طول دوره پرورش لارو ماهی که بر حسب میلی‌گرم در روز بیان می‌گردد نیز ارتقا می‌یابد. در واقع پروبیوتیک‌ها با افزایش قابلیت هضم و جذب پروتئین در روده ماهی، باعث افزایش کارایی پروتئین شده و در نتیجه واحد بیشتری از وزن ماهی به نسبت پروتئین خورده شده به دست می‌آید (Ghosh et al., 2004).

نتایج این مطالعه نشان داد که لارو کپور علف‌خوار قابلیت بالایی برای بهره‌برداری از مواد مغذی ناپلی آرتمیا دارد. به هر حال، لارو سه گونه از کپور ماهیان نشان دادند که در شرایط محیطی ثابت، در تغذیه از ترکیبات غذایی مختلف، عملکردهای مختلفی از خود بروز می‌دهند. در تحقیق حاضر پروبیوتیک‌های به کار رفته باعث افزایش توانایی لاروهای کپور ماهیان در بهره‌برداری از غذای خورده شده شدند. این مطالعه مشخص کرد که پروبیوتیک‌های باسیلی قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر ارتقای عملکرد رشد، افزایش شاخص‌های تغذیه‌ای و افزایش برخی از سطوح ترکیبات مغذی در لارو کپور ماهیان در دوره پرورش لاروی دارند.

#### منابع

رشد ویژه از ۹/۲۳ به ۱۰/۱۸ درصد در روز، کارایی تبدیل غذا از ۳۱/۹۹ به ۴۳/۹۶ درصد ارتقا یافت (Jafaryan, 2006). این نتایج همانند نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر بود. غنی‌سازی آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia franciscana*) با باسیلوس‌های پروبیوتیک در پرورش میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) به کار رفته و بر بازماندگی و رشد آنها تأثیر معناداری گذاشتند (Ziaei-Nejad, 2006). بهترین بازدهی در نسبت کارایی پروتئین (۰/۹۷) و چربی (۲/۰۹) در تیمار G-P-B که در آن لارو کپور علف‌خوار در سیستم پرورش حاوی پروبیوتیک، که از ناپلی آرتمیا پارتنوژنتیک تغذیه شده بود، به دست آمد. نتایج مشابهی از به کارگیری باسیلوس‌های پروبیوتیکی در تغذیه از ناپلی غنی شده با پروبیوتیک‌های مذکور در لاروهای تاس ماهی ایرانی به دست آمد، کارایی تبدیل غذا از ۳۱/۹۹ به ۴۳/۹۶ درصد ارتقا یافت و نسبت کارایی پروتئین از ۵/۱۶ به ۷/۰۳ و نسبت کارایی چربی نیز از ۱۳/۷۳ به ۱۸/۸۴ افزایش یافت (Jafaryan, 2006). نتایج مربوط به ترکیب بیوشیمیایی بدن لارو کپور ماهیان تغذیه شده با ناپلی گونه‌های مختلف آرتمیا نشان داد که باسیلوس‌های پروبیوتیکی فوق‌الذکر در ارتقای سطوح مواد مغذی بدن ماهی نقش بسیار خوبی را داشته است. نتایج مشابهی از سوی Jafaryan و همکاران (۲۰۰۷) در به کارگیری باسیلوس‌های پروبیوتیکی در تغذیه از ناپلی آرتمیا ارومیانای غنی شده با پروبیوتیک‌های مذکور در لاروهای فیل ماهی به دست آمد، در این تحقیق میزان پروتئین خام و ماده خشک افزایش و میزان چربی خام کاهش نشان داد. همچنین در تحقیقی دیگر Bagheri (۲۰۰۸) نشان داد وجود پروبیوتیک در تغذیه لارو ماهی قزل‌آلا باعث کاهش چربی و افزایش پروتئین لاشه می‌شود. باسیلوس‌های پروبیوتیکی احتمالاً از طریق کاهش قابلیت

- Campbell, R., Dams, A., Tatner, M.F., Chair, M. and Sorgeloos, P. 1993.** Uptake of *Vibrio anguillarum* vaccine by *Artemia salina* as a potencial oral delivery system to fish fry. *Fish & Shellfish Immunology*, 3: 451-459.
- Conceicao, L.E.C., Yufera, M., Makridis, P., Morais, S. and Teresa Dinis, M. 2010.** Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41: 613-640.
- Dixon, B. A., poucke, S. O. V., Chair, M., Dehasque, M., Nelis, H., Sorgeloos, J. and De leenheer, A. P. 1995.** Bioencapsulation of the antibacterial drug sarafloxacin in nauplii of the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 7: 42-45.
- Faghani, H. 2010.** Compare of protexin and Primalac commercial probiotics on growth and survival of Sea Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Marine Biology, Islamic Azad University*, 2 (6): 65-74. (In Persian)
- Firouz bakhsh, F., Noori, F., Khalesi, M. K. and Jani-Khalili, K. 2011.** Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, 37: 833-842.
- Fujita, S., Watanabe, T. and Kitajima, C. 1980.** Nutritional quality of *Artemia* from different locations as a living feed for marine fish from the viewpoint of essential fatty acids. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture, edited by G. Pearson et al., Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 277-290.
- Ghosh, k., chakraborty, K., Sen, S.K. and Ray, A.K. 2001.** Effect of thermostable bacterial  $\alpha$ -Amylase on growth and feed utilization in Rohu. *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aquaculture -Bimidgeh*, 53: 101-109.
- Ghosh, k., Sen, S.k. and Ray, A.k. 2003.** Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in Formulated diets for Rohu, *Labeo rohita*, Fingerlings. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 55: 13-21.
- Ghosh, k., Sen, S.K. and Ray, A.k. 2004.** Growth and survival of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) spawn feed diets formented with intestine bacterium, *Bacillus circulans*. *Acta Ichthyologica et piscatorial*, 34(2): 155-165.
- Ahilan, B., Shine, G. and Santhanam, R. 2004.** Influence of probiotics on the growth and gut microflora load of juvenile Gold fish (*Carassius auratus*). *Asian Fisheries Science*, 171: 271-278.
- AOAC. 1990.** In: W.Horwitz(ed). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Vol.1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, Washington.
- Avella, M.A., Gioacchini, G., Decamp, O., Makridis, P., Bracciatelli, C. and Carnevali, O. 2010.** Application of multi-species of bacillus in sea bream larviculture. *Aquaculture*, 305: 12-19.
- Bagheri, T., Hedayati, S.A., Yavari, V., Alizade, M. and Farzanfar, A. 2008.** Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*) Fry Given Diet Supplemented with Probiotic During the Two Months of First Feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 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.
- Beck, A.D. and Bengtson, D.A. 1982.** International study on *Artemia*. XXII. Nutrition in aquatic toxicology: diet quality of geographical strains of the brine shrimp *Artemia*. In, aquatic toxicology and hazard assessment: 5th Conf., edited by J.G. Pearson et al., Am. Soc. For Testing and Materials, ASTM STP 766, Philadelphia, U.S.A., pp. 161-169.
- Beck, A.D., Bengtson, D.A. and Howell, W.H. 1980.** International study on *Artemia*. V. Nutritional value of five geographical strains of *Artemia*. Effects on survival and growth of larval Atlantic Silverside, *Menidia menidia*. P. 249-259. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture. Persoone, G., P. Sorgeloos, O. Roels, and E. Jaspers (Eds). Universa press, Wetteren, Belgium, 428 p.
- Bookhout, C.G. and Costlow, J.P. 1970.** Nutritional effects of *Artemia* from different locations on larval development of crabs. *Helgolander Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 20: 435-442.

- Jafaryan, H., Soltani, M. and Abedian, A. 2007.** The influence of some of the probiotic bacillus on feeding efficiency and nutrient body composition of Beluga (*Huso huso*) larvae. *Journal of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 14:60-71. (Abstract in English)
- Jamali, H., Tafi, A.A., Jafaryan, H. and Patimar, R. 2014.** Effect of Enriched *Artemia parthenogenetica* 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): 2-6.
- Johns, D.M., Peters, M.E. and Beck, A.D. 1980.** International study on *Artemia*. VI. Nutritional value of geographical and temporal strains of *Artemia*: effects on survival and growth of two species of brachyuran larvae. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture, edited by G. Pearson et al., Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 291-304.
- Johns, D.M., Berry, W.J. and McLean, S. 1981.** International study on *Artemia*. XXI. Investigations into why some strains of *Artemia* are better food sources than others. Further nutritional work with larvae of the mud crab *Rithropanopeus harrissii*. *World Mariculture Society*, 12: 303-314.
- Kapetanovic, D., Kurtovic, B. and Teskeredzic, E. 2005.** Difference in bacterial population in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) fry after transfer from incubator to pools. *FTB*. 48:189-193.
- Klein-MacPhee, G., Howell, W.H. and Beck, 1980.** International study on *Artemia*. VII. Nutritional value of five geographical strains of *Artemia* to winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* larvae. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture, edited by G. Pearson et al., Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 305-312.
- Lavens, P. and Sorgelos, P. 1996.** Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO, *Fisheries technical paper*, 361: 283-295.
- Lavens, P. and Sorgeloos, P. 2000.** The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181: 397-403.
- Leger, P. and Sorgeloos, P. 1984.** International study on *Artemia*. XXIX. Nutritional evaluation of
- Girri, S.S., Shoo, S.K., Sahu, B.B., Sahu, A.K., Mohanty, S.N., Mohanty, P.K. and Ayyappan, S. 2002.** Larval survival and growth in walago att (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regims. *Aquaculture*, 213: 157-161.
- Gomez-Gil, B., Herrera-Vega, M.A., Aberu-Grobis, F.A. and Roque, A. 1998.** Bioencapsulation of two different vibrio species in nauplii of the Brineshrimp (*Artemia franciscana*). *Applied and Environmental Microbiology*, 64: 2318-2322.
- Hafezieh, M. 2003.** *Artemia*: Brine shrimp. Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran. 244 p. (In Persian)
- Hansen, G.H. and Olafsen, J.A. 1999. Bacterial interactions in early life stages of marine cold water fish. *Microbial Ecology*, 38: 1-26.
- Helfrich, P. 1973.** The feasibility of brine shrimp production on Christmas Island. Sea Grant Technical Report UNIHI-SEA GRANT-TR-73-02. 173pp.
- Hinchcliffe, P.R. and Riley, J.P. 1972.** The effect of diet on the component fatty acid composition of *Artemia salina*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 52: 203-211.
- Hou, L., Bi, X., Zou, X., He, C., Yang, L., Qu, R. and Liu, Z.W. 2006.** Molecular systematics of bisexual *Artemia* populations. *Aquaculture Research*, 37:671-680.
- Irianto, A. and Austin, B. 2002.** Probiotic in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 25: 1-10.
- Irianto, A. and Austin, B. 2003.** A short communication: use of dead probiotic cells to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 26: 59-62.
- Jafaryan, H. 2006.** The effects of bacillus bacteria as a probiotic on the growth factors, survival rate and digestive enzymes activity in the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae by enrichment of *Artemia urmiana* nauplii. Ph.D. Thesis of Fishery. Gorgan University of Agri. Sci. & Natural Resources. 103 pp. (Abstract in English)
- Jafaryan, H., Ahmadi, M. and Gezel, H. 2009.** *Artemia urmiana* as a vector to carry beneficial microorganisms into digestive tract of cultivable fish larvae: a review. International symposium / Workshop on biology and Distribution of *Artemia*. 13-14 December. Urmia-Iran. 298-302.

- Roozbehfar, R., Jamali, H. and Hematian, R. 2012.** The Potential of Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) in Exploitation of *Artemia urmiana* in Comparison with *Daphnia* sp. and its Mixture. *World Applied Sciences Journal*, 20: 776-780.
- Roozbehfar, R., Jamali, H., Jafari M. and Hematian R. 2013.** A Comparative Study on the Growth Rate of Persian Sturgeon, *Acipenser persicus*, Larvae Fed with *Artemia urmiana* and *Daphnia* sp. *Global Veterinaria*, 10: 116-120.
- Schauer, P.S., Johns, D.M., Olney, C.E. and Simpson, K.L. 1980.** International study on *Artemia*. Lipid level, Energy content and fatty acid composition of the cysts and newly hatched nauplii from five geographical strains of *Artemia*. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture, edited by G. Pearson et al., Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 365-373.
- Shamsi, S., Jalali, B. and Aghazadeh Meshgi, M. 2009.** Infection with *Dactylogyrus* spp. among introduced cyprinid fishes and their geographical distribution in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Vol. 10, No. 1, Ser. No. 26.
- Smith, G.G., Ritar, A.J., Phleger, C.F., Nelson, M.M., Mooney, B., Nichols, P.D. and Hart, P.R. 2002.** Changes in gut content and composition of juvenile *Artemia* after oil enrichment and during starvation. *Aquaculture*, 208: 137-158.
- Tovar-Ramirez, D., Zambonino, J., Cahu, C., Gatesoupe, F. J., Vazquez-Juarez, R. and Lesel, R. 2004.** Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, 204: 113-123.
- Vadstein, O., Qie, G., Olsen, Y., Salvesen, I. and skak-Break, G. 1993.** A strategy to obtain microbial control during larval development of marine fish. In: Reinertsen H. Dahle L. A. Jogensen ference on Fish Farming Technology. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Van der Meeren, T., Olsen, R.E., Hamre, K. and Fyhn, H.J. 2008.** Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*, 274: 375-397.
- Vanhaecke, P., Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1983.** International study on *Artemia*. XVII. Energy consumption in cysts and early larval stages of *Artemia* nauplii from different geographical origins for the marine crustacean *Mysidopsis bahai*. *Marine Ecology Progress Series*, 15: 307-309.
- Leger, P., Bieber, G. and Sorgeloos, P. 1984.** International study on *Artemia*. XXXIII. Promising results in larval rearing of *penaeus stylirostris* using a prepared diets as algal substitute and for *Artemia* enrichment. Paper presented at the 15th annual meeting of the WMS, Vancouver, BC. March 18-22, 1984.
- Leger, P., Sorgeloos, P., Millamena, O.M. and Simpson, K.L. 1985.** International study on *Artemia*. XXV. Factors determining the nutritional effectiveness of *Artemia*: The relative impact of chlorinated hydrocarbons and essential fatty acids in San Francisco Bay and San Pablo Bay *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 93: 71-82.
- Leger, P., Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. 1983.** International study on *Artemia*. XXIV. Cold storage of live *Artemia* nauplii from various geographical sources potentials in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 2: 69-78.
- Oggioni, M.R., Ciabattini, A., Cuppone, A. M. and Pozzi, G. 2003.** Bacillus spores for vaccine delivery. *Vaccine* 21, S2/96-S2/101.
- Olney, C.E., Schauer, P.S., McLean, S., Lu, Y. and Simpson, K.L. 1980.** International study on *Artemia*. VIII. Comparison of the chlorinated hydrocarbons and heavy metals in five different strains of newly hatched *Artemia* and a laboratory reared marine fish. In, the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3, Ecology, Culturing, use in aquaculture, edited by G. Pearson et al., Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 343-352.
- Pooling, L., Schoonbee, J., Prinsloo, H. and Wild, A.J.B. 1988.** The evaluation of live feed in the early larval growth of the sharptooth catfish (*C. gariepinus*). *Water South Africa*, 14: 19-24.
- Rengpipat, S., Phianphak, W., Piyatiratitvorakul, S. and Menasveta p. 1998.** Effects of probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. *Aquaculture*, 167: 301-313.
- Ritar, A.J., Thomas, C.W. and Beech, A.R. 2002.** Feeding *Artemia* and shellfish to phyllosoma larvae of southern rock lobster (*Jasus edwardsii*). *Aquaculture*, 212: 179-190.

various geographical strains of *Artemia*. *Annales De La Societe Royale Zoologique De Belgique*, 113: 155-164.

**Van Stappen, G. 1996.** Use of cysts. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper 361 (ed. by P. Lavens and P. Sorgeloos), pp: 107-136. FAO, Rome, Italy.

**Vos, J., Leger, P., Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. 1984.** Quality evaluation of brine shrimp *Artemia* cysts produced in Asian salt ponds. *Hydrobiologia*, 108: 17-23.

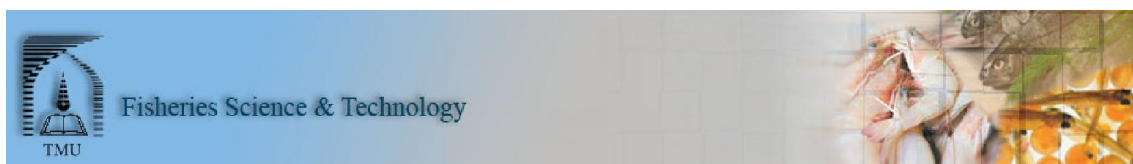
**Watanabe, T., Kitajima, C. and Fujita, S. 1983.** Nutritional values of live organisms used in japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture*, 34: 115-143.

**Watanabe, T., Oowa, F., Kitajima, C. and Fujita, S. 1978.** Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 44: 1115-1121.

**Watanabe, T., Oowa, F., Kitajima, C. and Fujita, S. 1980.** Nutritional studies in the seed production of fish. IX. Relationship between dietary value of brine shrimp *Artemia salina* and their content of  $\omega$ 3 unsaturated fatty acids. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 46: 35-41.

**Ziaei-Nejad, S., Habibi Rezaei, M., Azari Takami, G., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A.R., and Shakouri, M. 2006.** The effect of *Bacillus spp.* Bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252: 516-524.





## Effect of probiotic *Bacillus* spp. on growth and feed efficiency of common carp, grass carp and bighead larvae fed with nauplii of different *Artemia* species

Hadi Jamali<sup>1\*</sup>, Hojatollah Jafaryan<sup>2</sup>, Sareh Nazerian<sup>3</sup>, Mohammad Sadegh Aramli<sup>1</sup>

1- Ph.D. Student, Department of Fisheries, Urmia University, Urmia

2- Associate Prof., Department of Fisheries, GonbadKavous University, GonbadKavous

3- Ph.D. Student, Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari

\*Corresponding author: Saeed.jamali1@gmail.com

### Abstract

The growth performance of cyprinids larvae (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys nobilis* and *Ctenopharyngodon idella*) fed with the nauplii from different *Artemia* species, including *A. parthenogenetica*, *A. franciscana* and *A. urmiana* as well as a probiotic mixture (*Bacillus subtilis* and *B. licheniformis*) was investigated. Fish larvae ( $100 \pm 15$  mg) were allocated into 54 circular fiberglass tanks filled with 10 liters of water (density of 5 fish per liter) and fed for 4 weeks with the designated diets. At the end of the feeding trial, feed and growth indices [final weight, specific growth rate (SGR), condition factor (CF) and food efficiency] and body composition (crude protein, crude lipid, ash and moisture) were assessed. Significant differences were observed in feed and growth parameters especially in terms of specific growth rate and feed efficiency ( $P < 0.05$ ). The highest and lowest growth and feeding efficiency were observed in *C. idella* fed with *A. parthenogenetica* nauplii and *H. nobilis* fed with *A. urmiana* nauplii, respectively. Subsequently, elevated growth performance (final weight, final length and SGR) was observed in *C. idella* fed with nauplii of *A. parthenogenetica* and probiotic compared to other group ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** Carp, *Artemia* nauplii, *Bacillus*, Growth