

The use of *Artemia* Nauplii enriched with espresso and docosahexaenoic acid in the post-larval stage of the Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Manizheh Biabani Asrami¹, Mohamad Sudagar^{*2}, Naser Agh³, Hamed Paknegad⁴, Farzaneh Noori⁵

1. Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: m_biabani@ymail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: sudagar_m@gau.ac.ir
3. Professor, Dept. of Biology and Aquaculture, Faculty of Artemia and Aquaculture Institute, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: agh1960@gmail.com
4. Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hkolangi@gmail.com
5. Assistant Prof., Dept. of Biology and Aquaculture, Faculty of Artemia and Aquaculture Institute, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: f.noori@urmia.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 04.16.2023
Revised: 05.09.2023
Accepted: 05.17.2023

Keywords:
Easy DHA,
Espresso,
Post larva 8,
Salt water,
Salt water

ABSTRACT

This research aimed to enrich *Artemia* nauplii with Easy DHA and Espresso to improve the growth and survival of vannamei shrimp post larvae and transfer them to brackish water (Caspian Sea). 2100 vannamei shrimp post-larval with an approximate average weight of 49.54 ± 2.60 mg and an average length of 1.09 ± 0.07 cm (PL8) were selected. For each replication, 50 vannamei shrimp post-larval were randomly placed in forty-two 20-liter glass tanks (containing 15 liters of water) and were distributed indoors. Post-larvae were fed, including freshly hatched *Artemia*, *Artemia* enriched with Easy DHA and espresso, and commercial diet for ten days (in salt water and desalination water). The highest growth rate (weight and length) in the saltwater group was observed in treatment seven ($P < 0.05$). Also, the highest survival rate in this group was observed in group three, with 71% ($P < 0.05$). Among the treatments of the brackish water group, the highest growth rate (weight and length) was observed in group fourteen ($P < 0.05$). The highest survival rate was observed in treatments of nine, ten, and thirteen ($P < 0.05$). Post larvae of the sea and brackish water showed the highest amount of fatty acid C20-5n3 in treatment three and fatty acid C22-6n3 in treatment two ($P < 0.05$). Based on the present study's findings, enrichment of *Artemia* with Easy DHA and Espresso and feeding post larvae with it for nine days can increase survival and resistance to stress (transition to lower salinities) in vannamei shrimp post larvae.

Cite this article: Biabani Asrami, Manizheh, Sudagar, Mohamad, Agh, Naser, Paknegad, Hamed, Noori, Farzaneh. 2024. The use of *Artemia* Nauplii enriched with espresso and docosahexaenoic acid in the post-larval stage of the Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 12 (4), 91-106.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2023.21273.1773

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

استفاده از ناپلی آرتمیای غنی شده با اسپرسو و دوکوزاهگز انوئیک اسید در مرحله پست لاروی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)

منیژه بیابانی اسرمی^۱، محمد سوداگر*^۲، ناصر آق^۳، حامد پاک‌نژاد^۴، فرزانه نوری^۵

۱. دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: m_biabani@ymail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: sudagar_m@gu.ac.ir
۳. استاد گروه زیست‌شناسی و آبی‌پروری، پژوهشکده آرتمیا و آبی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
رایانامه: agh1960@gmail.com
۴. دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: hkolangi@gmail.com
۵. استادیار گروه زیست‌شناسی و آبی‌پروری، پژوهشکده آرتمیا و آبی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
رایانامه: f.noori@urmia.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	هدف از اجرای این پژوهش، غنی‌سازی ناپلی آرتمیا با Easy DHA و اسپرسو به سبب بهبود شاخص‌های رشد پست لارو میگوی وانامی و چالش آن‌ها با آب لب‌شور (دریای خزر) و تعیین میزان بازماندگی بود. تعداد ۲۱۰۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی با میانگین وزن تقریبی $2/60 \pm 49/54$ میلی‌گرم و میانگین طول $1/09 \pm 0/07$ سانتی‌متر (پست لارو ۸) انتخاب و برای هر تکرار ۵۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی به طور تصادفی در ۴۲ وان شیشه‌ای ۲۰ لیتری (حاوی ۱۵ لیتر آب) در فضای سرپوشیده سالن، توزیع شدند. پست لاروها با تیمارهای غذایی شامل: آرتمیا تازه هیچ شده، آرتمیای غنی شده با Easy DHA و اسپرسو و هم‌چنین جیره تجاری برای مدت ده روز (در آب‌شور و آب در حال شیرین شدن) تغذیه شدند. بالاترین میزان رشد در گروه تیمارهای آب‌شور در تیمار هفت مشاهده شد ($P < 0/05$). بالاترین میزان بازماندگی در این گروه، در تیمار سه ۷۱ درصد مشاهده شد ($P < 0/05$). در بین تیمارهای گروه آب لب‌شور، بالاترین میزان رشد در تیمار چهارده مشاهده شد ($P < 0/05$). بالاترین میزان بازماندگی نیز در تیمارهای نه، ده و سیزده مشاهده شد ($P < 0/05$). پست لاروهای آب‌شور و لب‌شور اسیدچرب C20:5n-3 در تیمار سه و C22:6n-3 در تیمار دو، بالاترین مقدار را نشان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۷	
واژه‌های کلیدی: آب‌شور، آب لب‌شور، اسپرسو، پست لارو ۸ Easy DHA	

دادند ($P < 0/05$). براساس یافته‌های مطالعه حاضر، غنی‌سازی آرتمیا با Easy DHA و اسپرسو و تغذیه پست لاروها با آن می‌تواند، بقا و مقاومت در برابر تنش شوری را در افزایش دهد.

استناد: بیابانی اسرمی، منیژه، سوداگر، محمد، آق، ناصر، پاک‌نژاد، حامد، نوری، فرزانه (۱۴۰۲). استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با اسپرسو و دوکوزاهگزانوئیک اسید در مرحله پست لاروی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۲ (۴)، ۹۱-۱۰۶.

DOI: 10.22069/japu.2023.21273.1773



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

میگو پانسفید غربی (وانامی) با نام علمی *Litopenaeus vannamei* به علت دارا بودن شرایط منحصر به فرد بالا در پرورش، به بیش‌تر نقاط جهان راه یافته است و از سال ۲۰۰۳ این گونه رتبه اول پرورش میگو در جهان را به خود اختصاص داده است (۱). این گونه نسبت به شرایط استرس‌زای محیطی و نوسانات شوری تحمل بالایی دارد و همچنین می‌تواند در برابر بیماری‌ها به‌خصوص لکه سفید (white spot) مقاومت بالایی را از خود نشان دهد (۲).

کیفیت پست لارو میگو وانامی یکی از مهم‌ترین عوامل در تفریحگاه‌ها است که بر کل فرآیند پرورش میگوی پرورشی تأثیر می‌گذارد (۲). برخی از شاخصه‌های کیفیت استاندارد لاروها عبارتند از: سرعت رشد و اندازه، وضعیت تغذیه، وضعیت عمومی، ترکیب بیوشیمیایی بدن و وضعیت کبدی-پانکراس (۲، ۳). در مراحل اولیه پست لارو (PL)، تغذیه با طعمه زنده همچنان ضروری است؛ زیرا قابلیت هضم بالا و ثبات کیفیت آب (۴) و همچنین تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی (۵، ۶، ۷) را فراهم می‌کند. از ابتدای توسعه آبی‌پروری میگو در جهان تا به امروز، آرتمیا به‌عنوان غذای اصلی عرضه شده برای پست لاروهای میگو (۸) بوده است زیرا، اندازه آن، کاملاً مناسب برای پست لارو میگو بوده و ذخیره‌سازی آن به شکل سیست خشک شده، آسان می‌باشد (۹). لای و گامبو-دلگادو (۲۰۰۹) نشان دادند که پست لاروهای میگو در مراحل اولیه، مقادیر بیش‌تری از مواد مغذی را از آرتمیا نسبت به یک جیره فرموله دریافت می‌کنند که نشان می‌دهد کربن دریافتی از جیره‌های فرموله، کم‌تر از حد انتظار در رشد پست لارو میگو اثرگذار است و به دلیل قابلیت هضم ضعیف آن می‌باشد (۱۰)؛ همچنین پروتئین‌ها

فراوان‌ترین جزء در رژیم غذایی طبیعی پست لاروها هستند، بنابراین تغذیه آن‌ها با غذاهای زنده غنی از پروتئین مانند روتیفرها و آرتمیا مهم است (۹).

علی‌رغم اهمیت بالای آرتمیا به‌عنوان غذای زنده در پرورش پست لاروهای میگو، آرتمیا فاقد برخی مواد مغذی ضروری برای رشد و توسعه و تکامل میگو می‌باشد (۸، ۱۱). به‌طور دقیق‌تر، کمبود چربی‌های ضروری برای پست لارو میگو (۱۲)، به‌ویژه اسیدهای چرب چند غیراشباع با زنجیره بلند (LC-PUFA) مانند: اسید آراشیدونیک (ARA)، ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و اسید دوکوزاهگزانویک (DHA) گزارش شده است (۱۳، ۱۴). به این ترتیب غنی‌سازی آرتمیا نقش اساسی در صنعت پرورش میگو برای بهبود تغذیه این گونه دارد. هنگامی که آرتمیا با ذرات غنی از HUFA غنی شود، حاوی مواد مغذی لازم برای ماهی و لارو سخت‌پوستان دریایی برای بهبود رشد، بقا و موفقیت در دگردیسی می‌باشد (۱۵). گزارش‌هایی مبنی بر استفاده از آرتمیا غنی شده با HUFA در میگو جنس *Penaeus* وجود دارد که کیفیت پست لاروها و بقای آن‌ها را در مواجهه با شرایط استرس مانند شوری بهبود بخشیده است (۱۶، ۱۷، ۱۸).

Easy DHA یک محصول تجاری از شرکت تولیدی محصولات آبزیان با نام INVE می‌باشد که دارای ترکیبات مختلفی اعم از روغن ماهی، آب، امولوسیفایرها، ویتامین‌ها، نگهدارنده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. این محصول سبب غنی‌سازی استاندارد آرتمیا با اسیدهای چرب HUFA امگا-۳ می‌شود؛ همچنین سبب افزایش سطح اسید چرب DHA در ناپلی آرتمیا می‌شود (براساس اطلاعات شرکت سازنده).

اسپرسو نیز یکی دیگر از محصولات شرکت INVE می‌باشد که حاوی آب، پودر جلبک، روغن

هدف از اجرای این پژوهش، غنی سازی ناپلی آرتیمیا با Easy DHA و اسپرسو به سبب بهبود شاخص های رشد و بقای پست لارو میگوی وانامی و انتقال آن ها به آب لب شور به جهت پرورش در آب های داخلی (آب دریای خزر) در کشور بود.

مواد و روش ها

تفریح سیست و غنی سازی ناپلی ها: سیست های آرتیمیا مورد استفاده در این پژوهش از پژوهشکده آرتیمیا و آبی پروری (ارومیه، ایران) تهیه شد. سیست های آرتیمیا براساس روش های استاندارد ضد عفونی و پوسته زدایی شده و در دمای ۲۸ تا ۲۹ درجه سانتی گراد و شوری ۳۳ گرم در لیتر، تخم گشایی گردیدند (۲۴). برای تهیه امولسیون های غنی سازی با Easy DHA و اسپرسو (محصول شرکت اینوه، بلژیک) بر طبق روش استاندارد انجام شد (۲۵). ذرات چربی امولسیون های آماده شده توسط یک میکروسکوپ نوری مجهز به میکرومتر چشمی و لام مدرج اندازه گیری شد و اطمینان شد که قطر ذرات چربی کوچک تر از ۳۰ میکرون هستند. بر این اساس، برای استفاده اسپرسو در آرتیمیا، مقدار ۱ گرم در ۱ لیتر آب و دو بار در یک روز با تراکم آرتیمیا ۴۰۰ ناپلی در میلی لیتر استفاده شد و پس از ۲۲ ساعت از آغاز غنی سازی ناپلی ها برداشت شدند. برای استفاده Easy DHA مقدار ۰/۶ گرم از آن را در یک لیتر آب شیرین با دمای ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد ریخته و به مدت ۱ دقیقه آن را هموژنایزر کرده و سپس با تنظیم مقدار شوری (با استفاده از نمک دریا و برابر با شوری هیچ سیست آرتیمیا) از آن استفاده شد. تراکم آرتیمیا ۴۰۰ ناپلی در میلی لیتر بود و ۲۴ ساعت پس از غنی سازی (با تزریق یک دوز غنی ساز به ظروف حاوی آرتیمیا در ساعت صفر) برداشت شدند (براساس دستورالعمل شرکت سازنده).

ماهی، امولسیفایرها، ویتامین ها، عناصر کمیاب، نگهدارنده ها و آنتی اکسیدان ها می باشد. این محصول به سبب بالا بودن نسبت DHA/EPA بیش از ۷، مناسب برای نیازهای تغذیه ای لارو ماهیان و سخت پوستان می باشد (براساس اطلاعات شرکت سازنده).

میگوی وانامی با توجه به توانایی خود در حفظ تنظیم اسمزی در طیف وسیعی از شوری ها، قادر به سکونت در آب هایی با شوری های مختلف از ۰/۵ تا ۴۰ گرم در لیتر است (۱۹) ولی دامنه بهینه شوری برای پرورش این گونه بین ۱۵ تا ۲۵ گرم در لیتر می باشد (۲۰). تولید میگوی دریایی در آب های داخلی، به دلیل هزینه بالای زمین و قوانین سختگیرانه حفاظت از محیط زیست در این مناطق ساحلی، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر از پرورش میگو در مناطق ساحلی است (۲۱). علاوه بر این، پرورش میگوی دریایی در آب های داخلی، به پرورش دهنده میگو اجازه می دهد تا در فاصله ای مطمئن از آب های ساحلی با خطر بالقوه آلودگی قرار گیرند (۲۲). باین حال، کاهش شوری ممکن است بر فیزیولوژی میگوی دریایی تأثیر بگذارد و در نتیجه باعث کاهش بقا شود. بقا در مراحل اولیه پرورش تا حد زیادی به سازگاری با شرایط شوری کم بستگی دارد. پست لاروهای خریداری شده از تفریحگاه های تجاری معمولاً با شوری بالا پرورش و انتقال داده می شوند. برای این که بتوان با موفقیت این پست لاروها را به شوری های کم منتقل کرد و کشت داد، باید پروتکلی برای سازگاری با شوری تعریف نمود. به منظور تعیین شرایط بهینه برای پرورش میگو وانامی در آب هایی با شوری کم، لازم است محدودیت های تحمل آن به شوری و تأثیر سن بر بقای شوری کم نیز در نظر گرفته شود (۲۳). بنابراین درک تأثیر شوری و سختی بر رشد و بقا نیز ضروری است.

پخش شدند. جهت انجام این آزمایش ۱۴ تیمار مختلف غذایی با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. برای هر تکرار ۵۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی انتخاب و به صورت کاملاً تصادفی در بین تانک‌های شیشه‌ای توزیع شدند. در این مرحله پست لاروها با تیمارهای غذایی شامل آرتمیا تازه هیچ‌شده (گروه شاهد)، آرتمیای غنی‌شده با Easy DHA و اسپرسو (۱۰ درصد وزن بدن) و هم‌چنین جیره تجاری (شرکت فرادانه با ۴۲ درصد پروتئین، ۴ مرتبه در روز غذادهی و ۱۰ درصد وزن بدن) برای مدت ۱۰ روز (در آب‌شور و آب در حال شیرین شدن با روش تعویض تدریجی) تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی بر اساس جدول ۱ در نظر گرفته شدند.

طراحی آزمایش و تیمارها: پست لاروهای میگو وانامی از یکی مراکز تکثیر میگوی جنوب کشور واقع در شهرستان چابهار تهیه شد. پست لاروهای خریداری‌شده در مرحله PL8 بودند. انتقال پست لاروها با کامیون مخصوص حمل پست لارو میگو و در شوری ۲۶ گرم در لیتر و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد همراه با آب سبز حاوی جلبک کتوسروس انجام شد. تعداد ۲۱۰۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی با میانگین وزن تقریبی $2/70 \pm 49/54$ میلی‌گرم و میانگین طول $1/09 \pm 0/07$ سانتی‌متر (پست لارو ۸) انتخاب و جهت پرورش به طور تصادفی در ۴۲ وان شیشه‌ای ۲۰ لیتری (حاوی ۱۵ لیتر آب) در فضای سرپوشیده سالن پرورش ماهی،

جدول ۱- تیمارهای مورد آزمایش در این پژوهش.

تیمار	شوری آب (گرم بر لیتر)	آرتمیا تازه هیچ شده/غنی‌شده	نوع تغذیه
۱	۲۶	تازه هیچ شده	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۲	۲۶	Easy DHA	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۳	۲۶	اسپرسو	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۴	۲۶	تازه هیچ شده	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۵	۲۶	Easy DHA	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۶	۲۶	اسپرسو	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۷	۲۶	-	۱۰ روز جیره تجاری
۸	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	تازه هیچ شده	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۹	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	Easy DHA	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۱۰	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	اسپرسو	۱۰ روز با ناپلی آرتمیا
۱۱	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	تازه هیچ شده	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۱۲	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	Easy DHA	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۱۳	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	اسپرسو	Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز
۱۴	۲۶ (انتقال تدریجی به آب شیرین)	-	۱۰ روز جیره تجاری

۰/۹ درصد (w/v) مخلوط شده و به نمونه اضافه شد تا اسیدچرب متیل استر آن استخراج شود (FAME). سپس نمونه برای مدت ۱۰ دقیقه و با دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ و بخش بالایی محلول (شامل هگزان-FAME) برداشت شد (این مرحله دو مرتبه تکرار شد تا حداکثر استخراج چربی از نمونه‌ها صورت بگیرد). محلول برداشت شده به دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) به جهت تعیین پروفایل اسید چرب تزریق شد (۲۶).

درصد بازماندگی = (تعداد پست لارو باقی مانده در انتهای دوره / تعداد پست لارو اولیه در شروع دوره) $\times 100$

تجزیه و تحلیل آماری: ابتدا داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف از نظر نرمال بودن بررسی شدند. اثرهای متقابل تغذیه با آرتمیای و غذا (در ۷ سطح) و شوری (در ۲ سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آزمایش فاکتوریل 2×7 (۱۴ تیمار) با کمک آنالیز واریانس دوطرفه (Two-Way ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) انجام گرفت. در صورت عدم معنادار بودن اثرهای متقابل غذا و شوری در برخی از شاخص‌ها، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و از آزمون توکی (Tukey) در سطح ۵ درصد استفاده شد ($P < 0/05$). نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Office Excel (نسخه ۲۰۱۳) رسم شدند.

نتایج

آنالیز واریانس دوطرفه حاصل از تأثیر متقابل غذا و شوری نشان داد که از میان عوامل بررسی شده، در فاکتورهای وزن، طول، بازماندگی، اسیدهای چرب

در تیمارهای یک تا هفت پست لارو میگو طی ده روز در آب کاملاً شور با ناپلی آرتمیای (غنی شده و تازه هچ شده) و جیره تجاری تغذیه شدند. در تیمارهای ۸ تا ۱۴ پست لارو میگو طی ده روز به آب شیرین شده (آب دریای خزر، منطقه تازه‌آباد، ساری) انتقال یافته که تغذیه با ناپلی آرتمیای غنی شده و تازه هچ شده و جیره تجاری انجام شد. در عمل جایگزینی تغذیه (ناپلی آرتمیای با غذای کنسانتره) در روز اول از ۱۰۰ درصد ناپلی آرتمیای استفاده شد که روزانه ۱۰ درصد ناپلی آرتمیای با غذای کنسانتره به مدت ده روز در تیمارهای ۴، ۵، ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۳ جایگزین شدند.

تعویض آب روزانه به میزان ۱۰ درصد و کاهش شوری روزانه به مقدار ۱/۷ گرم بر لیتر بود (تعویض بخشی از آب با آب دریای خزر). همچنین برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب تانک‌های پرورش پست لاروها به صورت زیر اندازه‌گیری شدند: اکسیژن محلول در محدوده ۶/۴۹ تا ۶/۶۴ میلی‌گرم بر لیتر، pH در محدوده ۸/۱۲ تا ۸/۲۶، دما در محدوده ۲۷/۱ تا ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد و TDS در محدوده ۳/۸۶ تا ۲/۱۶ میلی‌گرم بر لیتر بودند.

در پایان آزمایش طول، وزن و بازماندگی پست لاروها مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین پروفایل اسیدهای چرب پست لاروها نیز، مورد بررسی قرار گرفتند.

آنالیز اسید چرب: برای اندازه‌گیری اسیدچرب از پروتکل ترانس آمیلیشن استفاده شد. به این صورت که مقدار ۱۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه پست لارو (تمام بدن) درون ظرف شیشه‌ای درب‌دار گذاشته شد. مقدار ۱ میلی‌لیتر از محلولی شامل H_2SO_4 ۲/۵ درصد و متانول ۹۸ درصد به هر ظرف اضافه شد (۴۰/۱، v/v) و برای مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شد. بعد از سرد شدن در دمای اتاق، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان با ۱/۵ میلی‌لیتر NaCl

C14, C18, C18-1n9, C20-5n3, C20-1n9. مشاهده شد ($P < 0/05$)، ولی اختلافات معنادار از اثرات متقابل این دو عامل در سایر عوامل مشاهده نشد ($P > 0/05$) (جدول ۲).

C20-2n6, C22-6n-3, C24 و اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع چندگانه اثرهای معناداری

جدول ۲- آنالیز واریانس دوطرفه حاصل از تأثیر متقابل غذا و شوری بر شاخصه‌های رشد، بازماندگی و پروفایل اسیدهای چرب.

عوامل	غذا	شوری	اثر متقابل شوری × ژنولیت
وزن	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$
طول	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/011^{**}$	$P < 0/008^{**}$
بازماندگی	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/016^{**}$
اسید چرب C14	$P < 0/845^*$	$P < 0/059^*$	$P < 0/041^{**}$
اسید چرب C16	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/274^*$	$P < 0/083^*$
اسید چرب C16-1n7	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/587^*$	$P < 0/506^*$
اسید چرب C18	$P < 0/001^{**}$	$P < 0/001^{**}$	$P < 0/007^{**}$
اسید چرب C18-1n9	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/038^{**}$	$P < 0/003^{**}$
اسید چرب C18-1n7	$P < 0/023^{**}$	$P < 0/646^*$	$P < 0/059^*$
اسید چرب C18-2n6cis	$P < 0/192^*$	$P < 0/104^*$	$P < 0/951^*$
اسید چرب C18-3n3	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/024^{**}$	$P < 0/116^*$
اسید چرب C20-1n9	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$
اسید چرب C20-2n6	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/005^{**}$
اسید چرب C20-4n6	$P < 0/003^{**}$	$P < 0/041^{**}$	$P < 0/150^*$
اسید چرب C20-5n3	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/910^*$	$P < 0/030^{**}$
اسید چرب C22-6n3	$P < 0/003^{**}$	$P < 0/123^*$	$P < 0/043^{**}$
اسید چرب C24	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$
SFA	$P < 0/001^{**}$	$P < 0/842^*$	$P < 0/993^*$
MUFA	$P < 0/001^{**}$	$P < 0/241^*$	$P < 0/001^{**}$
PUFA	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/000^{**}$	$P < 0/001^{**}$

$P < 0/05^{**}$ (معنادار) و $P > 0/05$ (عدم معنادار).

تفاوت مناداری را نشان داد ($P < 0/05$). در بین تیمارهای گروه آب لب‌شور (شیرین‌سازی‌شده)، بالاترین میزان رشد (وزن و طول) در تیمار چهارده مشاهده شد که دارای تفاوت معنادار با سایر تیمارهای این گروه بود ($P < 0/05$). بالاترین میزان بازماندگی نیز در تیمارهای نه، ده و سیزده مشاهده شد که با تیمار

بالاترین میزان رشد (وزن و طول) در گروه تیمارهای آب‌شور در تیمار هفت مشاهده شد که بالاترین مقدار را به‌صورت معنادار نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد ($P < 0/05$). هم‌چنین بالاترین میزان بازماندگی در این گروه، در تیمار سه با بیش از ۷۱ درصد مشاهده شد که با تیمار هفت

چهارده تفاوت معناداری را نشان داد ($P < 0/05$). در این مدت از خود نشان داد ($P < 0/05$), در حالی که تیمار سه، بالاترین میزان بازماندگی را در بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه از خود نشان داد ($P < 0/05$).

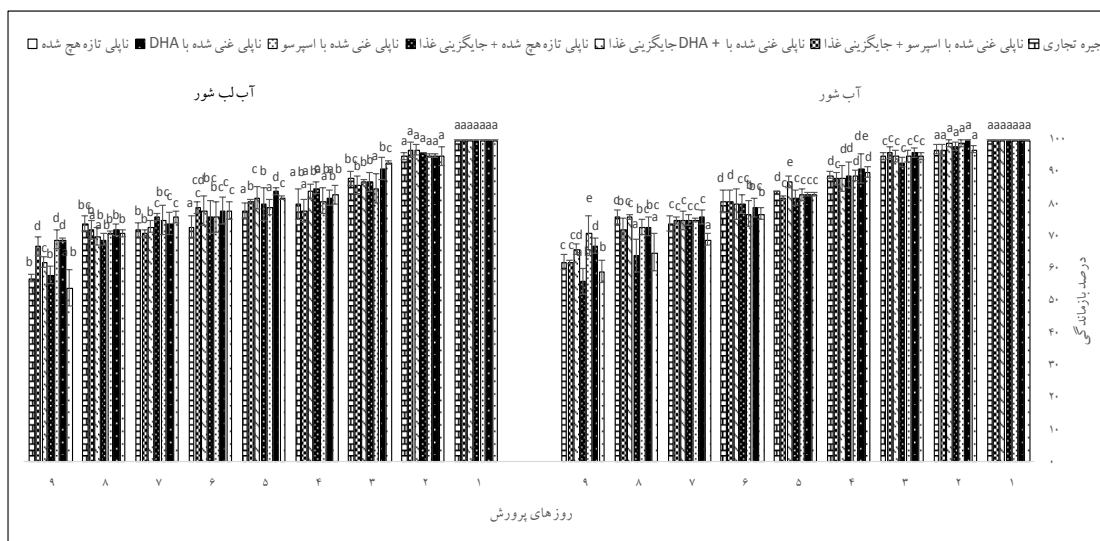
جدول ۳- میانگین (\pm انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری بر وزن و طول نهایی و بازماندگی پست لاروهای پرورشی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا (تازه هچ شده و غنی شده) و غذای فرموله برای مدت ۱۰ روز.

تیمارهای آزمایشی	وزن نهایی (میلی گرم)	طول نهایی (سانتی متر)	بازماندگی (درصد)
۱	۱۵۴/۶۱±۴۰/۳ ^B	۲/۰۹±۰/۰۸ ^B	۵۹/۰۰±۳/۴۶ ^{AB}
۲	۱۶۳/۷۱±۰/۹۷ ^C	۲/۱۴±۰/۰۹ ^{CD}	۶۷/۰۰±۲/۳۰ ^{AB}
۳	۱۶۴/۴۶±۱/۰۸ ^C	۲/۱۷±۰/۰۹ ^{CD}	۷۱/۰۰±۵/۱۹ ^F
۴	۱۶۲/۹۱±۰/۷۵ ^C	۲/۰۶±۰/۰۹ ^{AB}	۵۶/۰۰±۴/۰۴ ^A
۵	۱۶۶/۰۱±۰/۷۵ ^D	۲/۱۶±۱/۰۰ ^{CD}	۶۶/۰۰±۱/۷۳ ^D
۶	۱۶۸/۲۶±۱/۷۸ ^D	۲/۲۱±۱/۰۰ ^D	۶۲/۰۰±۰/۵۷ ^{AB}
۷	۱۷۳/۹۶±۰/۹۴ ^E	۲/۳۱±۱/۰۰ ^E	۶۲/۲۲±۲/۳۰ ^B
۸	۱۵۱/۶۶±۰/۹۴ ^A	۲/۰۴±۰/۱۰ ^{AB}	۵۴/۰۰±۵/۷۷ ^A
۹	۱۵۳/۲۶±۰/۸۲ ^B	۲/۱۱±۰/۰۹ ^C	۶۹/۰۰±۰/۵۷ ^E
۱۰	۱۵۲/۸۶±۰/۷۰ ^B	۲/۰۹±۰/۰۸ ^B	۶۹/۰۰±۲/۸۸ ^E
۱۱	۱۵۰/۴۱±۱/۱۲ ^A	۱/۹۶±۰/۰۹ ^A	۵۸/۰۰±۲/۸۸ ^{AB}
۱۲	۱۵۷/۸۱±۶/۲۴ ^B	۲/۰۶±۰/۱۱ ^{AB}	۶۲/۰۰±۱/۷۳ ^C
۱۳	۱۶۷/۵۶±۳/۰۵ ^D	۲/۱۹±۰/۱۰ ^D	۶۷/۰۰±۲/۸۸ ^{AB}
۱۴	۱۷۷/۶۱±۲/۲۲ ^F	۲/۳۹±۰/۱۱ ^F	۵۷/۰۰±۱/۱۵ ^{AB}

حروف بزرگ در هر ستون نشان دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای هر دو گروه می باشد ($P < 0/05$)

میزان بازماندگی در بین تیمارهای پست لاروی آب شور در روزهای یک تا سه، تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند ($P > 0/05$). در روز نهم، تیمار سه بالاترین بازماندگی (به ترتیب ۶۹، ۶۹ و ۶۷ درصد) را از خود نشان دادند که دارای تفاوت معناداری با سایر تیمارها بودند ($P < 0/05$). هم چنین در بین دو گروه آزمایشی، در روز نهم بازماندگی تیمار سه (ناپلی آرتمیا غنی شده با اسپرسو) بیشترین مقدار را به صورت معنادار از خود نشان داد ($P < 0/05$) (شکل ۱).

میزان بازماندگی در بین تیمارهای پست لاروی آب شور در روزهای یک تا سه، تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند ($P > 0/05$). در روز نهم، تیمار سه بالاترین بازماندگی (۷۱ درصد) را از خود نشان داد که دارای تفاوت معناداری با سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). میزان بازماندگی در بین تیمارهای پست لاروی آب شیرین سازی شده (لب شور) در روزهای یک و دو، تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند



شکل ۱- میانگین (\pm انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری با زماندگی پست لاروهای تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیا تازه هج شده و غنی شده) و غذای فرموله در آب شور و آب شیرین‌سازی شده. حروف متفاوت نشان‌دهنده معناداری در بین تیمارهای دو گروه (آب شور و شیرین‌سازی شده) در هر روز می‌باشند.

بر اساس آنالیز واریانس دو طرفه حاصل از تأثیر غذا- شوری در تیمارهای پست لارو تغذیه شده در آب شور، بیش‌ترین مقدار اسید چرب C14 در تیمار هفت (جیره تجاری) ثبت شد. اسیدهای چرب C18، C18:1n9 و C20:5n3 در تیمار سه (ناپلی غنی شده با اسپرسو) بالاترین مقدار را نشان دادند. میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و C22:6n3 در تیمار دو (ناپلی غنی شده با Easy DHA بیش‌ترین مقدار بود. اسید چرب C20 تنها در تیمارهای یک، سه و پنج ثبت شد که بیش‌ترین مقدار در تیمار یک (ناپلی تازه هج شده) مشاهده شد. اسیدهای چرب C20:2n6 و C24 به ترتیب در تیمارهای چهار (ناپلی تازه هج شده همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) و تیمار شش (ناپلی آرتمیا غنی شده با اسپرسو همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) بیش‌ترین مقدار را نشان دادند (جدول ۴).

بر اساس آنالیز واریانس دو طرفه حاصل از تأثیر غذا- شوری در تیمارهای پست لارو تغذیه شده در آب شور، بیش‌ترین مقدار اسید چرب C14 در تیمار هفت (جیره تجاری) ثبت شد. اسیدهای چرب C18، C18:1n9 و C20:5n3 در تیمار سه (ناپلی غنی شده با اسپرسو) بالاترین مقدار را نشان دادند. میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و C22:6n3 در تیمار دو (ناپلی غنی شده با Easy DHA بیش‌ترین مقدار بود. اسید چرب C20 تنها در تیمارهای یک، سه و پنج ثبت شد که بیش‌ترین مقدار در تیمار یک (ناپلی تازه هج شده) مشاهده شد. اسیدهای چرب C20:2n6 و C24 به ترتیب در تیمارهای چهار (ناپلی تازه هج شده همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) و تیمار شش (ناپلی آرتمیا غنی شده با اسپرسو همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) بیش‌ترین مقدار را نشان دادند.

جدول ۴- میانگین (± انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری بر اسیدهای چرب پست لاروهای پرورشی تغذیه شده با ناپلی آرتمیای تازه هچ شده و غنی شده) و غذای فرموله برای مدت ۹ روز در آب شور.

	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	
	۲/۴۶±۰/۲۵	۲/۱۹±۰/۶۳	۱/۴۲±۰/۳۱	۲/۴۵±۰/۱۳	۱/۹۳±۰/۱۰	۲/۲۱±۰/۶۸	۱/۹۰±۰/۳۲	C14
	۱۶/۳۹±۰/۹۴ ^{ab}	۱۲/۵۶±۲/۴۷ ^a	۱۷/۹۰±۰/۵۷ ^b	۱۲/۴۸±۰/۵۰ ^a	۱۱/۷۳±۰/۸۷ ^a	۱۵/۷۶±۱/۹۴ ^{ab}	۱۳/۳۹±۰/۳۴ ^a	C16
	۳/۷۰±۰/۳۱ ^a	۳/۰۱±۰/۰۳ ^a	۳/۲۶±۰/۲۵ ^a	۳/۱۴±۰/۰۷ ^a	۲/۵۶±۰/۲۳ ^{ab}	۲/۶۸±۰/۰۲ ^a	۳/۱۲±۰/۳۶ ^a	C16-1n7
	۷/۱۷±۰/۲۸	۴/۹۷±۱/۸۷	۸/۴۷±۰/۳۵	۸/۶۲±۰/۳۹	۹/۵۷±۰/۵۴	۷/۹۳±۰/۷۸	۶/۳۹±۰/۳۷	C18
	۹/۷۵±۰/۴۷	۹/۹۱±۰/۳۲	۱۲/۹۹±۰/۶۲	۱۰/۱۸±۰/۵۳	۱۴/۰۸±۰/۲۳	۱۰/۷۲±۰/۸۶	۱۰/۳۱±۰/۵۱	C18-1n9
	۵/۹۸±۰/۳۳ ^{ab}	۳/۹۳±۱/۳۰ ^a	۸/۴۷±۰/۴۱ ^b	۶/۱۶±۰/۱۷ ^{ab}	۵/۴۷±۰/۱۸ ^{ab}	۵/۳۶±۰/۷۱ ^{ab}	۵/۸۶±۱/۰۰ ^{ab}	C18-1n7
	۴/۶۴±۰/۲۰ ^a	۵/۶۳±۰/۱۰ ^a	۵/۹۶±۰/۳۶ ^a	۶/۰۹±۰/۱۶ ^a	۴/۹۴±۰/۰۵ ^a	۴/۱۳±۰/۵۶ ^a	۵/۳۹±۱/۸۴ ^a	C18-2n6cis
	۴/۰۱±۰/۱۶ ^{ab}	۴/۰۳±۰/۷۹ ^{ab}	۶/۲۰±۰/۳۸ ^c	۴/۳۲±۰/۱۰ ^{abc}	۲/۶۰±۰/۲۷ ^a	۳/۱۷±۰/۰۳ ^a	۵/۵۰±۰/۰۱ ^{bc}	C18-3n3
	ND	ND	۰/۸۳±۰/۰۵	ND	۰/۴۹±۰/۰۳	ND	۰/۹۰±۰/۰۴	C20-1n9
	۱/۷۱±۰/۱۶	۴/۸۰±۰/۴۶	۱/۶۵±۰/۳۶	۴/۸۵±۰/۲۵	۱/۹۹±۰/۲۲	۳/۶۳±۰/۱۷	۱/۸۹±۰/۷۱	C20-2n6
	۳/۴۲±۰/۳۱ ^{abc}	۵/۰۰±۰/۴۲ ^{bc}	۲/۷۷±۰/۱۲ ^{ab}	۵/۲۲±۰/۲۱ ^c	۲/۷۴±۰/۰۹ ^a	۲/۰۹±۰/۸۳ ^{ab}	۳/۶۵±۰/۲۷ ^{abc}	C20-4n6
	۱۸/۰۸±۰/۷۴	۱۲/۴۲±۰/۵۶	۱۵/۱۴±۰/۴۵	۱۷/۵۹±۱/۲۵	۲۶/۱۱±۰/۲۲	۱۴/۹۷±۰/۷۶	۱۲/۰۶±۰/۴۲	C20-5n3
	۵/۸۲±۰/۵۳	۷/۳۶±۰/۱۶	۲/۸۱±۰/۱۷	۷/۴۳±۰/۳۱	۴/۴۸±۰/۲۶	۱۵/۳۰±۰/۰۹	۴/۴۱±۰/۹۴	C22-6n3
	۵/۹۸±۰/۶۶	۹/۷۷±۱/۰۸	۳/۷۰±۰/۲۵	۸/۰۹±۱/۶۴	۲/۷۸±۰/۳۳	۲/۹۴±۰/۵۱	۵/۱۷±۰/۲۹	C24
	۳۲/۲۷±۲/۱۴ ^a	۲۹/۵۱±۶/۰۶ ^a	۳۱/۵۰±۰/۸۶ ^a	۳۱/۶۶±۲/۴۰ ^a	۲۶/۰۱±۰/۱۰ ^a	۲۸/۸۴±۲/۹۰ ^a	۲۶/۸۷±۰/۶۶ ^a	SFA
	۱۹/۴۵±۱/۱۳ ^{ab}	۱۶/۸۷±۰/۹۹ ^a	۲۵/۵۷±۰/۴۱ ^c	۱۹/۴۸±۰/۶۳ ^{ab}	۲۲/۶۲±۰/۱۴ ^b	۱۸/۷۶±۱/۶۰ ^{ab}	۲۰/۲۰±۱/۸۳ ^{ab}	MUFA
	۳۷/۷۱±۰/۳۱	۳۹/۲۶±۰/۲۰	۳۴/۵۵±۰/۹۶	۴۵/۵۳±۱/۰۴	۴۲/۸۶±۰/۳۰	۴۳/۲۹±۰/۹۲	۴۰/۹۳±۰/۵۳	PUFA

حروف کوچک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای داخل هر گروه (آب شور) می باشد ($P < 0.05$)

T1: تغذیه با ناپلی آرتمیای تازه هچ شده در طی ۱۰ روز، T2: تغذیه با ناپلی آرتمیای غنی شده با Easy DHA در طی ۱۰ روز، T3: تغذیه با ناپلی آرتمیای غنی شده با اسپرسو در طی ۱۰ روز، T4: Co-feeding ناپلی آرتمیای با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T5: Co-feeding ناپلی آرتمیای غنی شده با Easy DHA با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T6: Co-feeding ناپلی آرتمیای غنی شده با اسپرسو با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T7: ۱۰ روز با جیره تجاری

مقدار بود. اسیدهای چرب C20 و C20:2n6 بیشترین مقدار در تیمار یازده (ناپلی تازه هچ شده همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) مشاهده شد. اسید چرب C20:5n3 در تیمار ده (ناپلی غنی شده با اسپرسو) بیشترین مقدار را نشان داد. اسیدهای چرب C18-1n7، C18-2n6cis و C20-4n6 در پست لاروهای تغذیه شده با غذاهای مختلف در آب شیرین سازی شده (لب شور) تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند ($P > 0.05$). اسیدهای

براساس آنالیز واریانس دوطرفه حاصل از تأثیر غذا- شوری در تیمارهای پست لارو تغذیه شده در آب شیرین سازی شده، بیشترین مقدار اسید چرب C14 در تیمار دوازده (ناپلی آرتمیای غنی شده با Easy DHA همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) ثبت شد. اسیدهای چرب C18 و C18:1n9 در تیمار چهارده (جیره تجاری) بالاترین مقدار را نشان دادند. میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره و C22:6n3 در تیمار نه (ناپلی غنی شده با Easy DHA بیشترین

مقدار را نشان دادند ($P < 0/05$). اسید چرب C18-3n3 در تیمارهای هشت (ناپلی آرتیمیا تازه هچ شده) و دوازده (ناپلی آرتیمیا غنی شده با Easy DHA همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) بالاترین مقدار را نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها تفاوت معناداری داشتند ($P < 0/05$) (جدول ۵).

چرب C16 و C16-1n7 در تیمار چهارده (تغذیه شده با جیره تجاری) بیشترین مقدار را نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها دارای تفاوت معناداری بودند ($P < 0/05$). اسیدهای چرب غیراشباع (SFA) و اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع تک (MUFA) در تیمار چهارده (تغذیه با جیره تجاری) بالاترین

جدول ۵- میانگین (\pm انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری اسیدهای چرب پست لاروهای پرورشی تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا تازه هچ شده و غنی شده) و غذای فرموله برای مدت ۹ روز در آب شیرین سازی شده (لب شور).

	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8	
C14	1/18±0/15	1/16±0/05	2/93±0/53	1/28±0/08	1/59±0/10	1/88±0/68	1/57±0/32	
C16	19/16±0/61 ^c	16/78±0/63 ^{abc}	14/57±0/55 ^{ab}	14/99±0/84 ^{ab}	11/39±0/87 ^a	16/43±1/93 ^{abc}	13/06±0/34 ^a	
C16-1n7	4/10±0/11 ^c	3/14±0/15 ^{abc}	3/45±0/10 ^{bc}	2/96±0/28 ^{abc}	2/31±0/23 ^a	2/35±0/02 ^{ab}	2/79±0/36 ^{ab}	
C18	11/09±0/24	9/88±0/13	10/14±0/52	9/75±0/61	10/24±0/54	7/60±0/78	6/06±0/37	
C18-1n9	15/56±0/45	13/93±0/27	11/05±2/37	10/26±0/47	16/75±0/23	11/39±0/86	9/97±0/51	
C18-1n7	6/11±0/41 ^a	7/14±0/17 ^a	6/87±0/53 ^a	6/54±0/28 ^a	5/14±0/18 ^a	5/02±0/71 ^a	5/53±1/00 ^a	
C18-2n6cis	3/34±0/31 ^a	4/80±0/21 ^a	4/34±0/58 ^a	5/80±0/51 ^a	4/61±0/05 ^a	3/80±0/56 ^a	5/06±1/84 ^a	
C18-3n3	3/49±0/16 ^b	4/70±0/14 ^{cd}	4/89±0/05 ^d	3/80±0/30 ^{bc}	2/27±0/26 ^a	2/84±0/03 ^{ab}	5/16±0/01 ^d	
C20-2n6	1/34±0/22	1/32±0/22	0/50±0/01	3/99±0/12	1/66±0/22	3/49±0/17	1/56±0/71	
C20-4n6	2/76±0/20 ^a	3/41±0/24 ^a	3/78±1/09 ^a	3/37±0/27 ^a	2/41±0/09 ^a	1/76±0/83 ^a	3/31±0/27 ^a	
C20-5n3	15/96±0/37	16/70±1/00	14/91±1/68	16/32±0/68	21/78±0/22	14/64±0/76	19/73±0/42	
C22-6n3	4/08±0/12	5/67±0/34	5/55±1/77	4/73±1/20	4/15±0/26	12/78±0/09	4/08±0/94	
C24	2/09±0/13	2/24±0/39	4/28±0/50	5/62±0/39	2/45±0/33	2/60±0/51	4/84±0/29	
SFA	33/54±0/57 ^{bc}	30/08±1/21 ^{ab}	31/93±2/11 ^{abc}	31/66±0/24 ^{abc}	25/68±0/10 ^a	28/53±2/90 ^{ab}	25/54±0/66 ^a	
MUFA	25/87±0/15 ^b	24/22±0/60 ^{ab}	21/38±1/94 ^{ab}	19/77±0/48 ^{ab}	24/13±0/18 ^{ab}	18/77±1/60 ^a	18/30±1/87 ^a	
PUFA	30/99±0/51	36/62±0/11	34/00±0/68	38/04±0/67	36/91±0/30	39/32±0/92	38/94±0/53	

حروف کوچک در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای داخل هر گروه (آب لب شور) می باشد ($P < 0/05$)

T8: تغذیه با ناپلی آرتیمیا تازه هچ شده در طی ۱۰ روز، T9: تغذیه با ناپلی آرتیمیا غنی شده با Easy DHA در طی ۱۰ روز، T10: تغذیه با ناپلی آرتیمیا غنی شده با اسپرسو در طی ۱۰ روز، T11: Co-feeding ناپلی آرتیمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T12: Co-feeding ناپلی آرتیمیا غنی شده با Easy DHA با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T13: Co-feeding ناپلی آرتیمیا غنی شده با اسپرسو با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز، T14: ۱۰ روز با جیره تجاری

شیوه‌های غنی‌سازی بهینه و استراتژی‌های تغذیه مرتبط با تولید بهینه لارو انجام شده است. بازماندگی بالای پست لاروها در انتهای روز نهم به هنگام تغذیه

بحث

مطالعات متعددی در گونه‌های مختلف ماهیان دریایی و میگو برای تعیین نیازهای تغذیه‌ای،

با ناپلی آرتمیای غنی شده با اسپرسو (آب شور) و اسپرسو و Easy DHA (آب شیرین سازی شده- آب لب شور) مشاهده شد. بالاترین میزان رشد (وزنی و طولی) در پست لاروهای پرورش یافته در آب شور و آب شیرین سازی شده (لب شور) مربوط به تغذیه با جیره تجاری بود که در مقایسه با پست لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیای تازه هیچ شده و غنی شده بیش تر بود. که از دلایل اصلی آن، احتمالاً مدت زمان کوتاه تغذیه پست لاروها با ناپلی آرتمیای (تازه هیچ شده و غنی شده) می باشد. از همین رو، پارامترهای رشد پست لارو میگو وانامی در هنگام تغذیه با آرتمیای غنی شده در مدت ۱۲ روز، هیچ تفاوتی در پارامترهای رشد (طول، وزن و ضریب تغییر اندازه جمعیت) مشاهده نشد (۱۷، ۲۷، ۲۸). هم چنین، پوترا و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که غنی سازی ۱۲ روزه آرتمیای با امولسیون های گاما (EPA و DHA) هیچ تأثیر قابل توجهی بر رشد اختصاصی میگو وانامی ندارد که یکی از دلایل اصلی را مدت زمان کوتاه تغذیه پست لارو میگو با ناپلی آرتمیای (تازه هیچ شده و غنی شده) عنوان کردند (۲۹).

سطوح بهینه آراشیدونیک اسید و نرخ تولید ایکوزانویید در بافت ها باید به طور مستقیم یا غیرمستقیم با چرخه زندگی و سبک زندگی یک گونه خاص مرتبط باشد (۳۲). به عنوان مثال، ماهی قزل آلا و مهاجرت متعاقب آن از آب شیرین به آب دریا بدون شک یک دوره استرسزا در رشد طبیعی ماهی است که در طی آن احتمالاً تقاضا برای تولید ایکوزانویید از آراشیدونیک اسید افزایش می یابد. در مطالعه حاضر نیز با انتقال تدریجی پست لاروهای میگو آب شور به آب شیرین تر (لب شور) نیاز به اسیدهای چرب بلند زنجیره و انتقال آن ها از طریق ناپلی آرتمیای غنی شده ضروری بود چراکه کاهش مقدار اسید اسیدهای چرب بلند زنجیره در بدن پست لاروی انتقال داده شده به آب شیرین مشاهده شد درحالی که مقادیر این اسیدهای چرب در تیمارهای گروه آب شور کمی بیش تر بودند.

هیچ اطلاعاتی در مورد اثر آرتمیای غنی شده بر روی نمایه اسیدهای چرب پست لارو *L. vannamei* پس از تنها ۹ روز آزمایش گزارش نشده است که مطابق با زمان تولید پست لارو در هچرهای تجاری است. در طول این آزمایش، کیفیت پست لارو از نظر محتوای اسیدهای چرب ضروری (DHA و EPA) هنگامی که پست لاروها با آرتمیای غنی شده (با اسپرسو و Easy DHA) تغذیه شدند، به طور قابل توجهی بهبود یافت. در مطالعه حاضر، سطوح DHA و EPA در هر دو امولسیون تجاری (اسپرسو و Easy DHA)

تعامل بین DHA و EPA و بین EPA و ARA باید به طور هم زمان در هنگام بررسی اثرات غذای زنده بر روی لارو آبیان دریایی در نظر گرفته شود (۳۰). گارسیا و همکاران (۲۰۰۸b) عنوان کردند که نسبت DHA/EPA/ARA باید به جای درصدها یا غلظت های تکی این اسیدهای چرب ضروری، شاخص ارزش غذایی یک رژیم غذایی خاص در نظر گرفته شود (۳۱). سارجنت و همکاران (۱۹۹۹) پیشنهاد کرد که نسبت DHA/EPA/ARA بهینه برای بسیاری از گونه های ماهیان دریایی حدود ۱۰/۵/۱ باشد (۳۰). با این حال، در مطالعه حاضر، بهترین عملکرد رشد پست لارو (آب شور و آب لب شور) در جیره تجاری با نسبت DHA/EPA/ARA تقریباً

غنی‌شده با اسپرسو تغذیه می‌شد بیش‌تر از آرتمیا غنی‌نشده و سایر تیمارها در هر دو گروه آب‌شور و آب‌لب‌شور بود.

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های مطالعه حاضر تحت شرایط آزمایشی خاص اعمال شده، غنی‌سازی آرتمیا با Easy DHA و اسپرسو و تغذیه پست لاروها با آن برای مدت زمان نه روز، می‌تواند، بقا و مقاومت در برابر استرس (انتقال به شوری‌های پایین‌تر) را در پست لارو میگو و انامی افزایش دهد. با این حال، مطالعات تغذیه‌ای تکمیلی مورد نیاز است، به‌ویژه مطالعاتی که در آن‌ها مدت زمان استفاده از غنی‌کننده‌ها افزایش یابد و نسبت‌های اسیدهای چرب ضروری بلندزنجیره (به‌خصوص DHA، EPA و ARA) با استفاده از غنی‌سازی توسط آرتمیا یا روتیفر ارزیابی شود تا تولید انبوه در طول رشد اولیه پست لاروهای میگو و انامی بهبود یابد.

تقدیر و تشکر

این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهش‌گران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره «۴۰۰۵۴۵۲» انجام شده است.

افزایش یافت و اثر قابل‌توجهی بر محتوای این اسید چرب در پست لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌شده در مقایسه با آرتمیا غنی‌نشده و جیره تجاری نشان داد. به‌طور مشابه، چندین گزارش قبلی تأیید کردند که محتوای DHA در پست لارو *P. vannamei* زمانی که با آرتمیا غنی‌شده با محصولات تجاری مانند Easy-DHA Selco پس از ۱۵ روز آزمایش تغذیه شدند، بالاتر بود (۲۷، ۳۳). محتوای DHA در پست لارو تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌شده با Easy DHA در حدود ۳ برابر در آب‌لب‌شور و حدود ۴ برابر در آب‌شور بیش‌تر از پست لارو تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌نشده و مقدار EPA در پست لارو تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌شده با اسپرسو در حدود ۱۰ درصد در آب‌لب‌شور و بیش از ۴۰ درصد در آب‌شور بیش‌تر نسبت به سایر تیمارها بود. این نتایج بسیار شبیه به نتایج به‌دست آمده توسط احمدی و همکاران (۲۰۱۹) بود که پست لارو میگو *P. vannamei* تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌شده با مکمل‌های تجاری حاوی DHA در حدود ۲/۵ برابر بیش‌تر در پست لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیا غنی‌نشده گزارش کردند، همچنین، هیچ تفاوت قابل‌توجهی در پست لارو برای محتوای EPA یافت نشد (۲۷) درحالی‌که در مطالعه حاضر، محتوای EPA در پست لارو میگو و انامی زمانی که با آرتمیا

منابع

- 1.FAO. (2006). The State of World Fisheries and Aquaculture, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy.
- 2.Mirzaei, N., Mousavi, S. M., Yavari, V., Souri, M., Pasha-Zanoosi, H., & Rezaie, A. (2021). Quality assessment of *Litopenaeus vannamei* post-larvae produced in some commercial shrimp hatcheries of Choubdeh Abadan, Iran. *Aquaculture*, 530, 735708.
- 3.Racotta, I. S., Palacios, E., Hernández-Herrera, R., Bonilla, A., Perez-Rostro, C. I., & Ramirez, J. L. (2004). Criteria for assessing larval and postlarval quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931). *Aquaculture*, 233 (1-4), 181-195.
- 4.Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G., & Sorgeloos, P. (2001). Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 200 (1-2), 129-146.
- 5.Kanazawa, A. (2003). Nutrition of marine fish larvae. *Journal of Applied Aquaculture*, 13 (1-2), 103-143.

6. Hamre, K., Yufera, M., Ronnestad, I., Boglione, C., Conceição, L. E. C., & Izquierdo, M. S. (2013). Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Review in Aquaculture*, 5, 26-58.
7. Eryalcin, K. M. (2018). Effects of different commercial and enrichments on biochemical composition and fatty acid profile of rotifer (*Brachionus Plicatilis*, Müller 1786) and *Artemia* Fran-ciscana. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 81-90.
8. Radhakrishnan, D. K., Akbar Ali, I., Schmidt, B. V., John, E. M., Sivanpillai, S., & Vasunambesan, S. T. (2020). Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: an overview. *Aquaculture Research*, 51, 1-17.
9. Cobo, M. L., Wouters, R., Wille, M., Sonnenholzner, S., & Sorgeloos, P. (2015). Evaluation of frozen umbrella-stage *Artemia* as first animal live food for *Litopenaeus vannamei* (Boone) larvae. *Aquaculture Research*, 46 (9), 2166-2173.
10. Gamboa-Delgado, J., & Le Vay, L. (2009). *Artemia* replacement in co-feeding regimes for mysis and postlarval stages of *Litopenaeus vannamei*: Nutritional contribution of inert diets to tissue growth as indicated by natural carbon stable isotopes. *Aquaculture*, 297 (1-4), 128-135.
11. Rajkumar, M., & Kumaraguru Vasagam, K. P. (2006). Suitability of the copepod, *Acartia clausi* as a live feed for Seabass larvae (*Lates calcarifer* Bloch): Compared to traditional live-food organisms with special emphasis on the nutritional value. *Aquaculture*, 261 (2), 649-658.
12. Navarro, J. C., Amat, F., & Sargent, J. R. (1992). Fatty acid composition of coastal and inland *Artemia* sp. populations from Spain. *Aquaculture*, 102 (3), 219-230.
13. Navarro, J. C., Henderson, R. J., McEvoy, L. A., Bell, M. V., & Amat, F. (1999). Lipid conversions during enrichment of *Artemia*. *Aquaculture*, 174 (1-2), 155-166.
14. Dhont, J., Dierckens, K., Sôttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M., & Sorgeloos, P. (2013). Rotifers, *Artemia* and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. *In Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, 157-202.
15. Zakeri, M., Kochanian, P., Marammazi, J. G., Yavari, V., Savari, A., & Haghi, M. (2011). Effects of dietary n-3 HUFA concentrations on spawning performance and fatty acids composition of broodstock, eggs and larvae in yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*. *Aquaculture*, 310 (3-4), 388-394.
16. Karthik, R., Pushpam, A. C., Ramalingam, K., Yuvaraj, D., & Vanitha, M. C. (2015). Attenuation of negative impacts by micro algae and enriched *Artemia salina* on *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei* larval culture. *Aquaculture*, 10(5): 347-356.
17. Immanuel, G., Citarasu, T., Sivaram, V., Babu, M. M., & Palavesam, A. (2007). Delivery of HUFA, probiotics and biomedicine through bioencapsulated *Artemia* as a means to enhance the growth and survival and reduce the pathogenesis in shrimp *Penaeus monodon* post-larvae. *Aquaculture International*, 15 (2), 137-152.
18. Rees, J. F., Curé, K., Piyatiratitivorakul, S., Sorgeloos, P., & Menasveta, P. (1994). Highly unsaturated fatty acid requirements of *Penaeus monodon* post-larvae: an experimental approach based on *Artemia* enrichment. *Aquaculture*, 122 (2-3), 193-207.
19. Saoud, I. P., Davis, D. A., & Rouse, D. B. (2003). Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, 217, 373-383.
20. Boyd, C. E. (1989). Water quality management and aeration in shrimp farming. 2nd ed. Alabama Fisheries and Allied Aquacultures Departmental. Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama, USA.
21. Atwood, H. L., Young, S. P., Tomasso, J. R., & Browdy, C. L. (2003). Survival and growth of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* post-larvae in

- low-salinity and mixed-salt environments. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34, 518-523.
22. Moya, M., Lawrence, A. L., Collins, C. A., & Samocha, T. M. (1999). Acclimation of *Penaeus vannamei* post-larvae to 2 ppt ground saline water in Sonora Desert, Arizona. p.424 (abstr.). In: World Aquaculture. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
 23. Jayasankar, V., Jasmani, S., Nomura, T., Nohara, S., Huong, D. T. T., & Wilder, M. N. (2009). Low salinity rearing of the Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*: Acclimation, survival and growth of post-larvae and juveniles. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 43, 345-350.
 24. Sorgeloos, P. (1980). The use of the brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P., Tackaert, W., Versichele, D. (1986) Manual for the culture and use of brine shrimp.
 25. Guinot, D., Monroig, O., Hontoria, F., Amat, F., Varó, I., & Navarro, J. C. (2013a). Enriched on-grown *Artemia* metanauplii actively metabolise highly unsaturated fatty acid-rich phospholipids. *Aquaculture*, 412 (413), 173-178.
 26. Miquel, M., & Browse, J. (1992). Arabidopsis mutants deficient in polyunsaturated fatty acid synthesis: Biochemical and genetic characterization of a plant oleoyl-phosphatidylcholine desaturase. *Journal of Biology Chemistry*, 267, 1502-1509.
 27. Ahmadi, A., Torfi, M. M., Agh, N., & Nafisi Bahabadi, M. (2019). Effects of enriched *Artemia* with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on growth performance, stress resistance and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* post-larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18, 562-774.
 28. Soler, M. M., de Vicose, G. C., Filgueira, J. R., Sánchez, J. Z., Oñate, E. Y., Chimborazo, M. M., Díaz, W. I., Abad, E. R., & Afonso López, J. M. (2023). Effect of HUFA in Enriched *Artemia* on Growth Performance, Biochemical and Fatty Acid Content, and Hepatopancreatic Features of *Penaeus vannamei* Postlarvae from a Commercial Shrimp Hatchery in Santa Elena, Ecuador. *Aquaculture Nutrition Article*, ID 7343070, 10.
 29. Putra, D. F., Trisyahdar, T. N., Dewiyanti, I., & Muham-madar, A. A. (2018). Effect of enhanced *Artemia* with gamat emulsion on growth performance and survival rate of white shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci.* 216, 012005.
 30. Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., & Estevez, A. (1999). Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, 177, 191-199.
 31. Garcia, A. S., Parrish, C. C., & Brown, J. A. (2008b). Use of enriched rotifers and *Artemia* during larviculture of Atlantic cod (*Gadus morhua* Linnaeus, 1758): effects on early growth, survival and lipid composition. *Aquaculture Research*, 39, 406-419.
 32. Choi, J., Han, G. S., Lee, K. W., Byun, S. G., Lim, H. J., Lee, C. H., Lee, D. Y., & Kim, H. S. (2021). Effects of feeding differentially enriched *Artemia* nauplii on the survival, growth, fatty acid composition, and air exposure stress response of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) larvae. *Aquaculture Reports*, 21, 100829.
 33. Nafisi Bahabadi, M., Mozanzadeh, M. T., Agh, N., Ahmadi, A., & Yaghoubi, M. (2018). Enriched *Artemia* with L-lysine and DL-methionine on growth performance, stress resistance, and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* post-larvae. *Journal of Applied Aquaculture*, 30(4), 325-336.