Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

*Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*

**Print ISSN: 2345-427X**
**Online ISSN: 2345-4288**

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

**Manizheh Biabani Asrami[1], Mohamad Sudagar[*2], Naser Agh[3], Hamed Paknegad[4], Farzaneh Noori[5]**

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

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

# استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با اسپرسو و دوکوزاهگزانوئیک اسید در مرحله پست لاروی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)

**منیژه بیابانی اسرمی[۱]، محمد سوداگر*[۲]، ناصر آق[۳]، حامد پاک‌نژاد[٤]، فرزانه نوری[٥]**

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@gau.ac.ir

۳. استاد گروه زیست‌شناسی و آبزی‌پروری، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
رایانامه: agh1960@gmail.com

٤. دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: hkolangi@gmail.com

٥. استادیار گروه زیست‌شناسی و آبزی‌پروری، پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
رایانامه: f.noori@urmia.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کامل علمی- پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱٤۰۲/۰۱/۲۷
**تاریخ ویرایش:** ۱٤۰۲/۰۲/۱۹
**تاریخ پذیرش:** ۱٤۰۲/۰۲/۲۷

**واژه‌های کلیدی:**
آب‌شور،
آب لب‌شور،
اسپرسو،
پست لارو ۸،
Easy DHA

**چکیده**

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 ۲/٦۰ ± ٤۹/٥٤ میلی‌گرم و میانگین طول ۰/۰۷ ± ۱/۰۹ سانتی‌متر (پست لارو ۸) انتخاب و برای هر تکرار ٥۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی به طور تصادفی در ٤۲ وان شیشه‌ای ۲۰ لیتری (حاوی ۱٥ لیتر آب) در فضای سرپوشیده سالن، توزیع شدند. پست لاروها با تیمارهای غذایی شامل: آرتمیا تازه هچ 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 ($P<۰/۰٥$). بالاترین میزان بازماندگی در این گروه، در تیمار سه ۷۱ درصد مشاهده شد ($P<۰/۰٥$). در بین تیمارهای گروه آب لب‌شور، بالاترین میزان رشد در تیمار چهارده مشاهده شد ($P<۰/۰٥$). بالاترین میزان بازماندگی نیز در تیمارهای نه، ده و سیزده مشاهده شد ($P<۰/۰٥$). پست لاروهای آب‌شور و لب‌شور اسیدچرب C20:5n-3 در تیمار سه و C22:6n-3 در تیمار دو، بالاترین مقدار را نشان

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)، ۱۰۶-۹۱.
DOI: 10.22069/japu.2023.21273.1773

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

## مقدمه

میگو پاسفید غربی (وانامی) با نام علمی *Litopenaeus vannamei* به‌علت 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 (٤) و هم‌چنین تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی (۵، ٦، ۷) را فراهم می‌کند. از ابتدای توسعه آبزی‌پروری 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). لاوی 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 به‌دلیل 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)، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA) گزارش شده است (۱۳، ١٤). 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 (١٦، 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

ماهی، امولسیفایرها، ویتامین‌ها، عناصر کمیاب، نگهدارنده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. این محصول به سبب بالا بودن نسبت DHA/EPA بیش از ۷، مناسب برای نیازهای تغذیه‌ای لارو ماهیان و سخت‌پوستان می‌باشد (براساس اطلاعات شرکت سازنده).

میگوی وانامی با توجه به توانایی خود در حفظ تنظیم اسمزی در طیف وسیعی از شوری‌ها، قادر به سکونت در آب‌هایی با شوری‌های مختلف از ۰/۵ تا ٤۰ گرم در لیتر است (۱۹) ولی دامنه بهینه شوری برای پرورش این گونه بین ۱۵ تا ۲۵ گرم در لیتر می‌باشد (۲۰). تولید میگوی دریایی در آب‌های داخلی، به دلیل هزینه بالای زمین و قوانین سختگیرانه حفاظت از محیط زیست در این مناطق ساحلی، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر از پرورش میگو در مناطق ساحلی است (۲۱). علاوه‌بر این، پرورش میگوی دریایی در آب‌های داخلی، به پرورش‌دهنده میگو اجازه می‌دهد تا در فاصله‌ای مطمئن از آب‌های ساحلی با خطر بالقوه آلودگی قرار گیرند (۲۲). بااین‌حال، کاهش شوری ممکن است بر فیزیولوژی میگوی دریایی تأثیر بگذارد و درنتیجه باعث کاهش بقا شود. بقا در مراحل اولیه پرورش تا حد زیادی به سازگاری با شرایط شوری کم بستگی دارد. پست لاروهای خریداری‌شده از تفریخگاه‌های تجاری معمولاً با شوری بالا پرورش و انتقال داده می‌شوند. برای این‌که بتوان با موفقیت این پست لاروها را به شوری‌های کم منتقل کرد و کشت داد، باید پروتکلی برای سازگاری با شوری تعریف نمود. به‌منظور تعیین شرایط بهینه برای پرورش میگو وانامی در آب‌هایی با شوری کم، لازم است محدودیت‌های 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.

هدف از اجرای این پژوهش، غنی‌سازی ناپلی آرتمیا با Easy DHA و اسپرسو به سبب بهبود شاخص‌های رشد و بقای پست لارو میگوی وانامی و انتقال آن‌ها به آب لب‌شور به جهت پرورش در آب‌های داخلی (آب دریای خزر) در کشور بود.

## مواد و روش‌ها

**تفریخ سیست و غنی‌سازی ناپلی‌ها:** سیست‌های آرتمیا مورداستفاده در این پژوهش از پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری (ارومیه، ایران) تهیه شد. سیست‌های آرتمیا براساس روش‌های استاندارد ضدعفونی و پوسته زدایی شده و در دمای ۲۸ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۳ گرم در لیتر، تخم‌گشایی گردیدند (۲٤). برای تهیه امولسیون‌های غنی‌سازی با Easy DHA و اسپرسو (محصول شرکت اینوه، بلژیک) بر طبق روش استاندارد انجام شد (۲۵). ذرات چربی امولسیون‌های آماده‌شده توسط یک میکروسکوپ نوری مجهز به میکرومتر چشمی و لام مدرج اندازه‌گیری شد و اطمینان شد که قطر ذرات چربی کوچک‌تر از ۳۰ میکرون هستند. بر این اساس، برای استفاده اسپرسو در آرتمیا، مقدار ۱ گرم در ۱ لیتر آب و دو بار در یک روز با تراکم آرتمیای ٤۰۰ ناپلی در میلی‌لیتر استفاده شد و پس از ۲۲ ساعت از آغاز غنی‌سازی ناپلی‌ها برداشت شدند. برای استفاده Easy DHA مقدار ۰/٦ گرم از آن را در یک لیتر آب شیرین با دمای ۳۵ تا ٤۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و به‌مدت ۱ دقیقه آن را هموژنایزر کرده و سپس با تنظیم مقدار شوری (با استفاده از نمک دریا و برابر با شوری هچ سیست آرتمیا) از آن استفاده شد. تراکم آرتمیا ٤۰۰ ناپلی در میلی‌لیتر بود و ۲٤ ساعت پس از غنی‌سازی (با تزریق یک دوز غنی‌ساز به ظروف حاوی آرتمیا در ساعت صفر) برداشت شدند (براساس دستورالعمل شرکت سازنده).

**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 PL۸ بودند. انتقال پست لاروها با کامیون مخصوص حمل پست لارو میگو و در شوری ۲٦ 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 ۲/٦۰ ± ٤۹/٥٤ میلی‌گرم و میانگین طول ۰/۰۷ ± ۱/۰۹ سانتی‌متر (پست لارو ۸) انتخاب و جهت پرورش به‌طور تصادفی در ٤۲ وان شیشه‌ای ۲۰ لیتری (حاوی ۱٥ لیتر آب) در فضای سرپوشیده سالن پرورش ماهی، پخش شدند. جهت انجام این آزمایش ۱٤ تیمار مختلف غذایی با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. برای هر تکرار ٥۰ قطعه پست لارو میگوی وانامی انتخاب و به‌صورت کاملاً تصادفی در بین تانک‌های شیشه‌ای توزیع شدند. در این مرحله پست لاروها با تیمارهای غذایی شامل آرتمیا تازه هچ‌شده (گروه شاهد)، آرتمیای غنی‌شده با Easy DHA و اسپرسو (۱۰ درصد وزن بدن) و هم‌چنین جیره تجاری (شرکت فرادانه با ٤۲ درصد پروتئین، ٤ 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.

**جدول ۱- تیمارهای مورد آزمایش در این پژوهش.**

| تیمار | شوری آب (گرم بر لیتر) | آرتمیا تازه هچ شده/غنی‌شده | نوع تغذیه |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۲٦ | تازه هچ شده | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ۲ | ۲٦ | Easy DHA | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ۳ | ۲٦ | اسپرسو | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ٤ | ۲٦ | تازه هچ شده | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ٥ | ۲٦ | Easy DHA | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ٦ | ۲٦ | اسپرسو | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ۷ | ۲٦ | - | ۱۰ روز جیره تجاری |
| ۸ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | تازه هچ شده | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ۹ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | Easy DHA | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ۱۰ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | اسپرسو | ۱۰ روز با ناپلی آرتمیا |
| ۱۱ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | تازه هچ شده | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ۱۲ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | Easy DHA | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ۱۳ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | اسپرسو | Co-feeding ناپلی آرتمیا با جیره فرموله شده در طی ۱۰ روز |
| ۱٤ | ۲٦ (انتقال تدریجی به آب شیرین) | - | ۱۰ روز جیره تجاری |

در تیمارهای یک تا هفت پست لارو میگو طی ده روز در آب کاملاً شور با ناپلی آرتمیا (غنی‌شده و تازه هچ‌شده) و جیره تجاری تغذیه شدند. در تیمارهای ۸ تا ١٤ پست لارو میگو طی ده روز به آب شیرین شده (آب دریای خزر، منطقه تازه‌آباد، ساری) انتقال یافته که تغذیه با ناپلی آرتمیای غنی‌شده و تازه هچ‌شده و جیره تجاری انجام شد. در عمل جایگزینی تغذیه (ناپلی آرتمیا با غذای کنسانتره) در روز اول از ۱۰۰ درصد ناپلی آرتمیا استفاده شد که روزانه ۱۰ درصد ناپلی آرتمیا با غذای کنسانتره به‌مدت ده روز در تیمارهای ٤، ٥، ٦ و ١١، ١٢، ١٣ جایگزین شدند.

تعویض آب روزانه به‌میزان 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 به‌صورت زیر اندازه‌گیری شدند: اکسیژن محلول در محدوده ٦/٤٩ تا ٦/٦٤ میلی‌گرم بر لیتر، pH در محدوده ۸/۱۲ تا ۸/۲٦، دما در محدوده ۲۷/۱ تا ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد و TDS در محدوده ۳/۸٦ تا ۲/۱٦ 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 (٤۰/۱، 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 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 ٤۰۰۰ سانتریوفیوژ و بخش بالایی محلول (شامل هگزان-FAME) برداشت شد (این مرحله دو مرتبه تکرار شد تا حداکثر استخراج چربی از نمونه‌ها صورت بگیرد). محلول برداشت‌شده به دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) به جهت تعیین پروفایل اسید چرب تزریق شد (٢٦).

درصد بازماندگی = (تعداد پست لارو باقی‌مانده در انتهای دوره / تعداد پست لارو اولیه در شروع دوره) × ۱۰۰

**تجزیه و تحلیل آماری:** ابتدا داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف از نظر نرمال بودن بررسی شدند. اثرهای متقابل تغذیه با آرتمیا و غذا (در ۷ سطح) و شوری (در ۲ سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آزمایش فاکتوریل ۷ × ۲ (١٤ 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 ($P <$ ۰/۰۵). 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

C14، C18، C18-1n9، C20-5n3، C20-1n9، C20-2n6، C22-6n-3، C24 و اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع چندگانه اثرهای معناداری مشاهده شد (P <۰/۰۵)، ولی اختلافات معنادار از اثرات متقابل این دو عامل در سایر عوامل مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

**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 × زئولیت |
|---|---|---|---|
| وزن | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** |
| طول | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۱۱** | P < ۰/۰۰۸** |
| بازماندگی | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۱٦** |
| اسید چرب C14 | P < ۰/۸٤٥* | P < ۰/۰۵۹* | P < ۰/۰٤۱** |
| اسید چرب C16 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۲۷٤* | P < ۰/۰۸۳* |
| اسید چرب C16-1n7 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۵۸۷* | P < ۰/۵۰٦* |
| اسید چرب C18 | P < ۰/۰۰۱** | P < ۰/۰۰۱** | P < ۰/۰۰۷** |
| اسید چرب C18-1n9 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۳۸** | P < ۰/۰۰۳** |
| اسید چرب C18-1n7 | P < ۰/۰۲۳** | P < ۰/٦٤٦* | P < ۰/۰۵۹* |
| اسید چرب C18-2n6cis | P < ۰/۱۹۲* | P < ۰/۱۰٤* | P < ۰/۹۵۱* |
| اسید چرب C18-3n3 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۲٤** | P < ۰/۱۱٦* |
| اسید چرب C20-1n9 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** |
| اسید چرب C20-2n6 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۵** |
| اسید چرب C20-4n6 | P < ۰/۰۰۳** | P < ۰/۰٤۱** | P < ۰/۱۵۰* |
| اسید چرب C20-5n3 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۹۱۰* | P < ۰/۰۳۰** |
| اسید چرب C22-6n3 | P < ۰/۰۰۳** | P < ۰/۱۲۳* | P < ۰/۰٤۳** |
| اسید چرب C24 | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** |
| SFA | P < ۰/۰۰۱** | P < ۰/۸٤۲* | P < ۰/۹۹۳* |
| MUFA | P < ۰/۰۰۱** | P < ۰/۲٤۱* | P < ۰/۰۰۱** |
| PUFA | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۰** | P < ۰/۰۰۱** |

** P < ۰/۰۵ (معنادار) و* P > ۰/۰۵ (عدم معنادار).

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 <۰/۰۵). هم‌چنین بالاترین میزان بازماندگی در این گروه، در تیمار سه با بیش از ۷۱ درصد مشاهده شد که با تیمار هفت تفاوت مناداری را نشان داد (P <۰/۰۵). 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<۰/۰۵). بالاترین میزان بازماندگی نیز در تیمارهای نه، ده و سیزده مشاهده شد که با تیمار

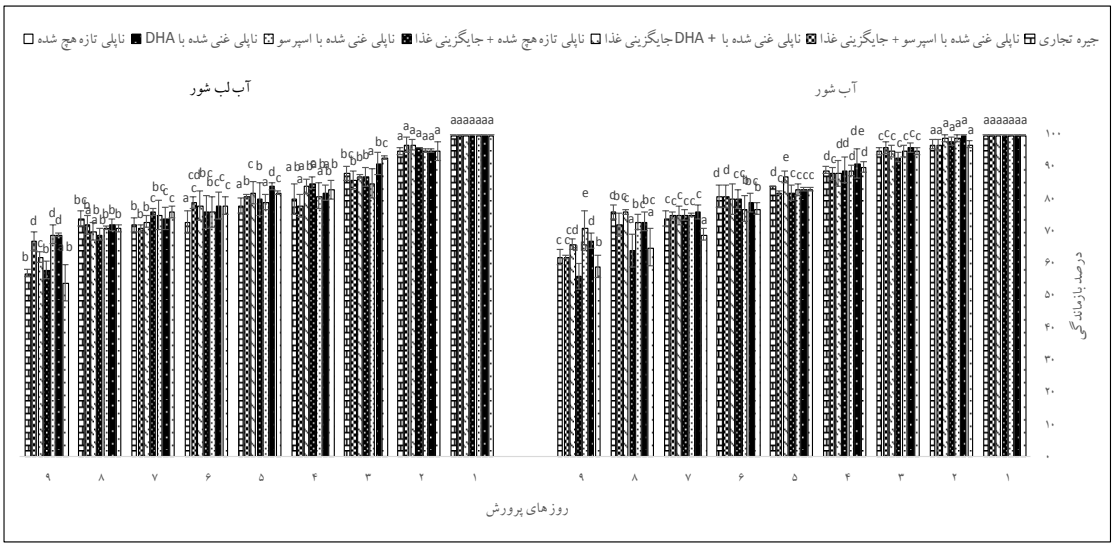
چهارده تفاوت معناداری را نشان داد (P<۰/۰۵). در بین هر دو گروه پرورشی (تمامی تیمارهای پرورش)، تیمار چهارده، بیش‌ترین میزان وزن و طول را در طی این مدت از خود نشان داد (P<۰/۰۵)، درحالی‌که تیمار سه، بالاترین میزان بازماندگی را در بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه از خود نشان داد (P < ۰/۰۵).

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

| | تیمارهای آزمایشی | وزن نهایی (میلی‌گرم) | طول نهایی (سانتی‌متر) | بازماندگی (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| گروه آب‌شور | ۱ | ۱۵٤/٦۱±٤۰/۳$^{B}$ | ۲/۰۹±۰/۰۸$^{B}$ | ۵۹/۰۰±۳/٤٦$^{AB}$ |
| | ۲ | ۱٦۳/۷۱±۰/۹۷$^{C}$ | ۲/۱٤±۰/۰۹$^{CD}$ | ٦۷/۰۰±۲/۳۰$^{AB}$ |
| | ۳ | ۱٦٤/٤٦±۱/۰۸$^{C}$ | ۲/۱۷±۰/۰۹$^{CD}$ | ۷۱/۰۰±۵/۱۹$^{F}$ |
| | ٤ | ۱٦۲/۹۱±۰/۷۵$^{C}$ | ۲/۰٦±۰/۰۹$^{AB}$ | ۵٦/۰۰±٤/۰٤$^{A}$ |
| | ۵ | ۱٦٦/۰۱±۰/۷۵$^{D}$ | ۲/۱٦±۱/۰۰$^{CD}$ | ٦٦/۰۰±۱/۷۳$^{D}$ |
| | ٦ | ۱٦۸/۲٦±۱/۷۸$^{D}$ | ۲/۲۱±۱/۰۰$^{D}$ | ٦۲/۰۰±۰/۵۷$^{AB}$ |
| | ۷ | ۱۷۳/۹٦±۰/۹٤$^{E}$ | ۲/۳۱±۱/۰۰$^{E}$ | ٦۲/۲۲±۲/۳۰$^{B}$ |
| گروه آب لب‌شور (شیرین‌سازی‌شده) | ۸ | ۱۵۱/٦٦±۰/۹٤$^{A}$ | ۲/۰٤±۰/۱۰$^{AB}$ | ۵٤/۰۰±۵/۷۷$^{A}$ |
| | ۹ | ۱۵۳/۲٦±۰/۸۲$^{B}$ | ۲/۱۱±۰/۰۹$^{C}$ | ٦۹/۰۰±۰/۵۷$^{E}$ |
| | ۱۰ | ۱۵۲/۸٦±۰/۷۰$^{B}$ | ۲/۰۹±۰/۰۸$^{B}$ | ٦۹/۰۰±۲/۸۸$^{E}$ |
| | ۱۱ | ۱۵۰/٤۱±۱/۱۲$^{A}$ | ۱/۹٦±۰/۰۹$^{A}$ | ۵۸/۰۰±۲/۸۸$^{AB}$ |
| | ۱۲ | ۱۵۷/۸۱±٦/۲٤$^{B}$ | ۲/۰٦±۰/۱۱$^{AB}$ | ٦۲/۰۰±۱/۷۳$^{C}$ |
| | ۱۳ | ۱٦۷/۵٦±۳/۰۵$^{D}$ | ۲/۱۹±۰/۱۰$^{D}$ | ٦۷/۰۰±۲/۸۸$^{AB}$ |
| | ۱٤ | ۱۷۷/٦۱±۲/۲۲$^{F}$ | ۲/۳۹±۰/۱۱$^{F}$ | ۵۷/۰۰±۱/۱۵$^{AB}$ |

حروف بزرگ در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای هر دو گروه می‌باشد (P<۰/۰۵)

میزان بازماندگی در بین تیمارهای پست لاروی آب‌شور در روزهای یک تا سه، تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند (P>۰/۰۵). در روز نهم، تیمار سه بالاترین بازماندگی (۷۱ درصد) را از خود نشان داد که دارای تفاوت معناداری با سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). میزان بازماندگی در بین تیمارهای پست لاروی آب شیرین‌سازی‌شده (لب‌شور) در روزهای یک و دو، تفاوت معناداری را از خود نشان ندادند (P>۰/۰۵). در روز نهم، تیمارهای نه، ده و سیزده بالاترین بازماندگی (به‌ترتیب ٦۹، ٦۹ و ٦۷ درصد) را از خود نشان دادند که دارای تفاوت معناداری با سایر تیمارها بودند (P <۰/۰۵). هم‌چنین در بین دو گروه آزمایشی، در روز نهم بازماندگی تیمار سه (ناپلی آرتمیا غنی‌شده با اسپرسو) بیش‌ترین مقدار را به‌صورت معنادار از خود نشان داد (P <۰/۰۵) (شکل ۱).




**شکل ۱- میانگین (±انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری بازماندگی پست لاروهای تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیا (تازه هچ‌شده و غنی‌شده) و غذای فرموله در آب‌شور و آب شیرین‌سازی‌شده.**

**حروف متفاوت نشان‌دهنده معناداری در بین تیمارهای دو گروه (آب شور و شیرین‌سازی‌شده) 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 غنی‌شده با اسپرسو) بالاترین مقدار را نشان دادند. میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و C22:6n3 در تیمار دو (ناپلی غنی‌شده 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 هچ شده) مشاهده شد. اسیدهای چرب C20:2n6 و C24 به‌ترتیب در تیمارهای چهار (ناپلی تازه هچ‌شده همراه با جایگزینی جیره فرموله- coffining) و تیمار شش (ناپلی آرتمیا غنی‌شده با اسپرسو همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) بیش‌ترین مقدار را نشان دادند.

پروفایل اسیدهای چرب پست لارو میگوهای تغذیه‌شده در آب‌شور نشان داد که تفاوت معناداری بین اسیدهای چرب C16:1n7، C18:2n6cis و اسیدهای چرب اشباع (SFA) مشاهده نشد (P>۰/۰۵). اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع تک (MUFA) و C18-1n7 در تیمار پنج (ناپلی آرتمیا غنی‌شده با Easy DHA همراه با جایگزینی جیره فرموله- coffining) بیش‌ترین مقدار را به‌صورت معنادار از خود نشان دادند (P<۰/۰۵). اسید چرب C20-4n6 در تیمار چهار بالاترین مقدار را به‌صورت معنادار از خود نشان داد (P<۰/۰۵). اسیدهای چرب C16 و C18-3n3 در تیمار پنج (ناپلی آرتمیا غنی‌شده با Easy DHA همراه با جایگزینی جیره فرموله- coffining) بالاترین مقدار را به‌صورت معنادار از خود نشان دادند (P<۰/۰۵) (جدول ٤).

جدول ٤- میانگین (± انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری بر اسیدهای چرب پست لاروهای پرورشی تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیا (تازه هچ‌شده و غنی‌شده) و غذای فرمولە برای مدت ۹ روز در آب‌شور.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C14 | ۱/۹۰±۰/۳۲ | ۲/۲۱±۰/٦۸ | ۱/۹۳±۰/۱۰ | ۲/٤٥±۰/۱۳ | ۱/٤۲±۰/۳۱ | ۲/۱۹±۰/٦۳ | ۲/٤٦±۰/۲٥ |
| C16 | ۱۳/۳۹±۰/۳٤$^{a}$ | ۱٥/۷٦±۱/۹٤$^{ab}$ | ۱۱/۷۳±۰/۸۷$^{a}$ | ۱۲/٤۸±۰/٥۰$^{a}$ | ۱۷/۹۰±۰/٥۷$^{b}$ | ۱۲/٥٦±۲/٤۷$^{a}$ | ۱٦/۳۹±۰/۹٤$^{ab}$ |
| C16-1n7 | ۳/۱۲±۰/۳٦$^{a}$ | ۲/٦۸±۰/۰۲$^{a}$ | ۲/٥٦±۰/۲۳$^{a}$ | ۳/۱٤±۰/۰۷$^{a}$ | ۳/۲٦±۰/۲٥$^{a}$ | ۳/۰۱±۰/۰۲$^{a}$ | ۳/۷۰±۰/۳۱$^{a}$ |
| C18 | ٦/۳۹±۰/۳۷ | ۷/۹۳±۰/۷۸ | ۹/٥۷±۰/٥٤ | ۸/٦۲±۰/۳۹ | ۸/٤۷±۰/۳٥ | ٤/۹۷±۱/۸۷ | ۷/۱۷±۰/۲۸ |
| C18-1n9 | ۱۰/۳۱±۰/٥۱ | ۱۰/۷۲±۰/۸٦ | ۱٤/۰۸±۰/۲۳ | ۱۰/۱۸±۰/٥۳ | ۱۲/۹۹±۰/٦۲ | ۹/۹۱±۰/۳۲ | ۹/۷٥±۰/٤۷ |
| C18-1n7 | ٥/۸٦±۱/۰۰$^{ab}$ | ٥/۳٦±۰/۷۱$^{ab}$ | ٥/٤۷±۰/۱۸$^{ab}$ | ٦/۱٦±۰/۱۷$^{ab}$ | ۸/٤۷±۰/٤۱$^{b}$ | ۳/۹۳±۱/۳۰$^{a}$ | ٥/۹۸±۰/۳۳$^{ab}$ |
| C18-2n6cis | ٥/۳۹±۱/۸٤$^{a}$ | ٤/۱۳±۰/٥٦$^{a}$ | ٤/۹٤±۰/۰٥$^{a}$ | ٦/۰۹±۰/۱٦$^{a}$ | ٥/۹٦±۰/۳٦$^{a}$ | ٥/٦۳±۰/۱۰$^{a}$ | ٤/٦٤±۰/۲۰$^{a}$ |
| C18-3n3 | ٥/٥۰±۰/۰۱$^{bc}$ | ۳/۱۷±۰/۰۳$^{a}$ | ۲/٦۰±۰/۲۷$^{a}$ | ٤/۳۲±۰/۱۰$^{abc}$ | ٦/۲۰±۰/۳۸$^{c}$ | ٤/۰۳±۰/۷۹$^{ab}$ | ٤/۰۱±۰/۱٦$^{ab}$ |
| C20-1n9 | ۰/۹۰±۰/۰٤ | ND | ۰/٤۹±۰/۰۳ | ND | ۰/۸۳±۰/۰٥ | ND | ND |
| C20-2n6 | ۱/۸۹±۰/۷۱ | ۳/٦۳±۰/۱۷ | ۱/۹۹±۰/۲۲ | ٤/۸٥±۰/۲٥ | ۱/٦٥±۰/۳٦ | ٤/۸۰±۰/٤٦ | ۱/۷۱±۰/۱٦ |
| C20-4n6 | ۳/٦٥±۰/۲۷$^{abc}$ | ۲/۰۹±۰/۸۳$^{a}$ | ۲/۷٤±۰/۰۹$^{a}$ | ٥/۲۲±۰/۲۱$^{c}$ | ۲/۷۷±۰/۱۲$^{ab}$ | ٥/۰۰±۰/٤۲$^{bc}$ | ۳/٤۲±۰/۳۱$^{abc}$ |
| C20-5n3 | ۱۲/۰٦±۰/٤۲ | ۱٤/۹۷±۰/۷٦ | ۲٦/۱۱±۰/۲۲ | ۱۷/٥۹±۱/۲٥ | ۱٥/۱٤±۰/٤٥ | ۱۲/٤۲±۰/٥٦ | ۱۸/۰۸±۰/۷٤ |
| C22-6n3 | ٤/٤۱±۰/۹٤ | ۱٥/۳۰±۰/۰۹ | ٤/٤۸±۰/۲٦ | ۷/٤۳±۰/۳۱ | ۲/۸۱±۰/۱۷ | ۷/۳٦±۰/۱٦ | ٥/۸۲±۰/٥۳ |
| C24 | ٥/۱۷±۰/۲۹ | ۲/۹٤±۰/٥۱ | ۲/۷۸±۰/۳۳ | ۸/۰۹±۱/٦٤ | ۳/۷۰±۰/۲٥ | ۹/۷۷±۱/۰۸ | ٥/۹۸±۰/٦٦ |
| SFA | ۲٦/۸۷±۰/٦٦$^{a}$ | ۲۸/۸٤±۲/۹۰$^{a}$ | ۲٦/۰۱±۰/۱۰$^{a}$ | ۳۱/٦٦±۲/٤۰$^{a}$ | ۳۱/٥۰±۰/۸٦$^{a}$ | ۲۹/٥۱±٦/۰٦$^{a}$ | ۳۲/۲۷±۲/۱٤$^{a}$ |
| MUFA | ۲۰/۲۰±۱/۸۳$^{ab}$ | ۱۸/۷٦±۱/٦۰$^{ab}$ | ۲۲/٦۲±۰/۱٤$^{b}$ | ۱۹/٤۸±۰/٦۳$^{ab}$ | ۲٥/٥۷±۰/٤۱$^{c}$ | ۱٦/۸۷±۰/۹۹$^{a}$ | ۱۹/٤٥±۱/۱۳$^{ab}$ |
| PUFA | ٤۰/۹۳±۰/٥۳ | ٤۳/۲۹±۰/۹۲ | ٤۲/۸٦±۰/۳۰ | ٤٥/٥۳±۱/۰٤ | ۳٤/٥٥±۰/۹٦ | ۳۹/۲٦±۰/۲۰ | ۳۷/۷۱±۰/۳۱ |

حروف کوچک در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای داخل هر گروه (آب‌شور) می‌باشد (P<۰/۰٥)

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

براساس آنالیز واریانس دوطرفه حاصل از تأثیر غذا- شوری در تیمارهای پست لارو تغذیه شده در آب شیرین‌سازی‌شده، بیش‌ترین مقدار اسید چرب C14 در تیمار دوازده (ناپلی آرتمیا غنی‌شده 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 غنی‌شده با Easy DHA بیش‌ترین مقدار بود. اسیدهای چرب C20 و C20:2n6 بیش‌ترین مقدار در تیمار یازده (ناپلی تازه هچ‌شده همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) مشاهده شد. اسید چرب C20:5n3 در تیمار ده (ناپلی غنی‌شده با اسپرسو) بیش‌ترین مقدار را نشان داد.

اسیدهای چرب C18-1n7، C18-2n6cis و C20-4n6 در پست لاروهای تغذیه‌شده با غذاهای مختلف در آب شیرین‌سازی‌شده (لب‌شور) تفاوت معناداری را از خود نشان نداند (P>۰/۰٥). اسیدهای

چرب C16 و C16-1n7 در تیمار چهارده (تغذیه‌شده با جیره تجاری) بیش‌ترین مقدار را نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها دارای تفاوت معناداری بودند (P<۰/۰۵). اسیدهای چرب غیراشباع (SFA) و اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع تک (MUFA) در تیمار چهارده (تغذیه با جیره تجاری) بالاترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵). اسید چرب C18-3n3 در تیمارهای هشت (ناپلی آرتمیا تازه هچ‌شده) و دوازده (ناپلی آرتمیا غنی‌شده با Easy DHA همراه با جایگزینی جیره فرموله-coffining) بالاترین مقدار را نشان دادند که نسبت به سایر تیمارها تفاوت معناداری داشتند (P<۰/۰۵) (جدول ۵).

**جدول ۵- میانگین (± انحراف معیار) اثر متقابل غذا- شوری اسیدهای چرب پست لاروهای پرورشی تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیا (تازه هچ‌شده و غنی‌شده) و غذای فرموله برای مدت ۹ روز در آب شیرین‌سازی‌شده (لب‌شور).**

| | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C14 | ۱/۵۷±۰/۳۲ | ۱/۸۸±۰/٦۸ | ۱/۵۹±۰/۱۰ | ۱/۲۸±۰/۰۸ | ۲/۹۳±۰/۵۳ | ۱/۱٦±۰/۰۵ | ۱/۱۸±۰/۱۵ |
| C16 | ۱۳/۰٦±۰/۳٤$^{a}$ | ۱٦/٤۳±۱/۹۳$^{abc}$ | ۱۱/۳۹±۰/۸۷$^{a}$ | ۱٤/۹۹±۰/۸٤$^{ab}$ | ۱٤/۵۷±۰/۵۵$^{ab}$ | ۱٦/۷۸±۰/٦۳$^{abc}$ | ۱۹/۱٦±۰/٦۱$^{c}$ |
| C16-1n7 | ۲/۷۹±۰/۳٦$^{ab}$ | ۲/۳۵±۰/۰۲$^{ab}$ | ۲/۳۱±۰/۲۳$^{a}$ | ۲/۹٦±۰/۲۸$^{abc}$ | ۳/٤۵±۰/۱۰$^{bc}$ | ۳/۱٤±۰/۱۵$^{abc}$ | ٤/۱۰±۰/۱۱$^{c}$ |
| C18 | ٦/۰٦±۰/۳۷ | ۷/٦۰±۰/۷۸ | ۱۰/۲٤±۰/۵٤ | ۹/۷۵±۰/٦۱ | ۱۰/۱٤±۰/۵۲ | ۹/۸۸±۰/۱۳ | ۱۱/۰۹±۰/۲٤ |
| C18-1n9 | ۹/۹۷±۰/۵۱ | ۱۱/۳۹±۰/۸٦ | ۱٦/۷۵±۰/۲۳ | ۱۰/۲٦±۰/٤۷ | ۱۱/۰۵±۲/۳۷ | ۱۳/۹۳±۰/۲۷ | ۱۵/۵٦±۰/٤۵ |
| C18-1n7 | ۵/۵۳±۱/۰۰$^{a}$ | ۵/۰۲±۰/۷۱$^{a}$ | ۵/۱٤±۰/۱۸$^{a}$ | ٦/۵٤±۰/۲۸$^{a}$ | ٦/۸۷±۰/۵۳$^{a}$ | ۷/۱٤±۰/۱۷$^{a}$ | ٦/۱۱±۰/٤۱$^{a}$ |
| C18-2n6cis | ۵/۰٦±۱/۸٤$^{a}$ | ۳/۸۰±۰/۵٦$^{a}$ | ٤/٦۱±۰/۰۵$^{a}$ | ۵/۸۰±۰/۵۱$^{a}$ | ٤/۳٤±۰/۵۸$^{a}$ | ٤/۸۰±۰/۲۱$^{a}$ | ۳/۳٤±۰/۳۱$^{a}$ |
| C18-3n3 | ۵/۱٦±۰/۰۱$^{d}$ | ۲/۸٤±۰/۰۳$^{ab}$ | ۲/۲۷±۰/۲٦$^{a}$ | ۳/۸۰±۰/۳۰$^{bc}$ | ٤/۸۹±۰/۰۵$^{d}$ | ٤/۷۰±۰/۱٤$^{cd}$ | ۳/٤۹±۰/۱٦$^{b}$ |
| C20-2n6 | ۱/۵٦±۰/۷۱ | ۳/٤۹±۰/۱۷ | ۱/٦٦±۰/۲۲ | ۳/۹۹±۰/۱۲ | ۰/۵۰±۰/۰۱ | ۱/۳۲±۰/۲۲ | ۱/۳٤±۰/۲۲ |
| C20-4n6 | ۳/۳۱±۰/۲۷$^{a}$ | ۱/۷٦±۰/۸۳$^{a}$ | ۲/٤۱±۰/۰۹$^{a}$ | ۳/۳۷±۰/۲۷$^{a}$ | ۳/۷۸±۱/۰۹$^{a}$ | ۳/٤۱±۰/۲٤$^{a}$ | ۲/۷٦±۰/۲۰$^{a}$ |
| C20-5n3 | ۱۹/۷۳±۰/٤۲ | ۱٤/٦٤±۰/۷٦ | ۲۱/۷۸±۰/۲۲ | ۱٦/۳۲±۰/٦۸ | ۱٤/۹۱±۱/٦۸ | ۱٦/۷۰±۱/۰۰ | ۱۵/۹٦±۰/۳۷ |
| C22-6n3 | ٤/۰۸±۰/۹٤ | ۱۲/۷۸±۰/۰۹ | ٤/۱۵±۰/۲٦ | ٤/۷۳±۱/۲۰ | ۵/۵۵±۱/۷۷ | ۵/٦۷±۰/۳٤ | ٤/۰۸±۰/۱۲ |
| C24 | ٤/۸٤±۰/۲۹ | ۲/٦۰±۰/۵۱ | ۲/٤۵±۰/۳۳ | ۵/٦۲±۰/۳۹ | ٤/۲۸±۰/۵۰ | ۲/۲٤±۰/۳۹ | ۲/۰۹±۰/۱۳ |
| SFA | ۲۵/۵٤±۰/٦٦$^{a}$ | ۲۸/۵۳±۲/۹۰$^{ab}$ | ۲۵/٦۸±۰/۱۰$^{a}$ | ۳۱/٦٦±۰/۲٤$^{abc}$ | ۳۱/۹۳±۲/۱۱$^{abc}$ | ۳۰/۰۸±۱/۲۱$^{ab}$ | ۳۳/۵٤±۰/۵۷$^{bc}$ |
| MUFA | ۱۸/۳۰±۱/۸۷$^{a}$ | ۱۸/۷۷±۱/٦۰$^{a}$ | ۲٤/۱۳±۰/۱۸$^{ab}$ | ۱۹/۷۷±۰/٤۸$^{ab}$ | ۲۱/۳۸±۱/۹٤$^{ab}$ | ۲٤/۲۲±۰/٦۰$^{ab}$ | ۲۵/۸۷±۰/۱۵$^{b}$ |
| PUFA | ۳۸/۹٤±۰/۵۳ | ۳۹/۳۲±۰/۹۲ | ۳٦/۹۱±۰/۳۰ | ۳۸/۰٤±۰/٦۷ | ۳٤/۰۰±۰/٦۸ | ۳٦/٦۲±۰/۱۱ | ۳۰/۹۹±۰/۵۱ |

حروف کوچک در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معناداری در بین تیمارهای داخل هر گروه (آب لب‌شور) می‌باشد (P<۰/۰۵)

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

## بحث

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

با ناپلی آرتمیا غنی‌شده با اسپرسو (آب‌شور) و اسپرسو و Easy DHA (آب شیرین‌سازی‌شده- آب لب‌شور) مشاهده شد. بالاترین میزان رشد (وزنی و طولی) در پست لاروهای پرورش‌یافته در آب‌شور و آب شیرین‌سازی‌شده (لب‌شور) مربوط به تغذیه با جیره تجاری بود که در مقایسه با پست لاروهای تغذیه‌شده با ناپلی آرتمیا تازه هچ‌شده و غنی‌شده بیش‌تر بود. که از دلایل اصلی آن، احتمالاً مدت زمان کوتاه تغذیه پست لاروها با ناپلی آرتمیا (تازه هچ‌شده و غنی‌شده) می‌باشد. از همین‌رو، پارامترهای رشد پست لارو میگو وانامی در هنگام تغذیه با آرتمیا غنی‌شده در مدت ۱۲ روز، هیچ تفاوتی در پارامترهای رشد (طول، وزن و ضریب تغییر اندازه جمعیت) مشاهده نشد (۱۷، ۲۷، ۲۸). هم‌چنین، پوترا و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که غنی‌سازی ۱۲ روزه آرتمیا با امولسیون‌های گاما (EPA و DHA) هیچ تأثیر قابل‌توجهی بر رشد اختصاصی میگو وانامی ندارد که یکی از دلایل اصلی را مدت زمان کوتاه تغذیه پست لارو میگو با ناپلی آرتمیا (تازه هچ‌شده و غنی‌شده) عنوان کردند (۲۹).

تعامل بین DHA و EPA و بین EPA و ARA باید به‌طور هم‌زمان در هنگام بررسی اثرات غذاهای زنده بر روی لارو آبزیان دریایی در نظر گرفته شود (۳۰). گارسیا و همکاران (۲۰۰۸b) عنوان کردند که نسبت DHA/EPA/ARA باید به جای درصدها یا غلظت‌های 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 گونه‌های ماهیان دریایی حدود ۱۰/۵/۱ باشد (۳۰). بااین‌حال، در مطالعه حاضر، بهترین عملکرد رشد پست لارو (آب‌شور و آب لب‌شور) در جیره تجاری با نسبت DHA/EPA/ARA تقریباً ۷/۳/۱ مشاهده شد. از سوی دیگر، آرتمیا زنده حاوی نسبت DHA/EPA/ARA ۳/۲/۱ باعث بقا و رشد ضعیف لارو شد. هم‌چنین، Garcia و همکاران (۲۰۰۸b) گزارش داد که در استفاده از آرتمیا در پرورش لارو ماهی اقیانوس اطلس، با نسبت DHA/EPA/ARA ۷/۲/۱ عملکرد مربوط به رشد و بازماندگی لارو را بهبود بخشید (۳۱).

سطوح بهینه آراشیدونیک اسید و نرخ تولید ایکوزانوئید در بافت‌ها باید به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با چرخه زندگی و سبک زندگی یک گونه خاص مرتبط باشد (۳۲). به عنوان مثال، ماهی قزل‌آلا 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 ایکوزانوئید از آراشیدونیک اسید افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر نیز با انتقال تدریجی پست لاروهای میگو آب‌شور به به آب شیرین‌تر (لب‌شور) نیاز به اسیدهای چرب بلند زنجیره و انتقال آن‌ها از طریق ناپلی آرتمیا غنی‌شده ضروری بود چراکه کاهش مقدار اسید اسیدهای چرب بلندزنجیره در بدن پست لاروی انتقال داده شده به آب شیرین مشاهده شد درحالی‌که مقادیر این اسیدهای چرب در تیمارهای گروه آب‌شور کمی بیش‌تر بودند.

هیچ اطلاعاتی در مورد اثر آرتمیا غنی‌شده 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 آرتمیا غنی‌شده (با اسپرسو و Easy DHA) تغذیه شدند، به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافت. در مطالعه حاضر، سطوح DHA و EPA در هر دو امولسیون تجاری (اسپرسو و Easy DHA)

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 آب لب‌شور و حدود ٤ 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 آب لب‌شور و بیش از ٤۰ 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 وانامی زمانی که با آرتمیا غنی‌شده با اسپرسو تغذیه می‌شد بیش‌تر از آرتمیا غنی‌نشده و سایر تیمارها در هر دو گروه آب‌شور و آب لب‌شور 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 وانامی افزایش دهد. بااین‌حال، 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 وانامی بهبود یابد.

## تقدیر و تشکر

این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهش‌گران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره «٤۰۰٥٤٥۲» انجام شده است.

## 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., Conceiçao, L. E. C., & Izquierdo, M. S. (2013). Fish larval nutrition and feed for-mulation: 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., Søttrup, 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, probionts and biomedicine through bioencapsulated *Artemia* as a means to enhance the growth and survival and reduce the pathogenesity 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 Penaus 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 Aquauculture. 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 polyunsatu-rated 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. A*quaculture 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.