



## Evaluation of Growth, Survival, and Health Indices of *Litopenaeus vannamei*: Boone, 1931 Fed Diets Containing Different Percentages of Garlic Powder (*Allium sativum*)

### ARTICLE INFO

#### Article Type

Original Research

#### Authors

Jamali H.<sup>\*1</sup> PhD,  
Meshkini S.<sup>2</sup> PhD

#### How to cite this article

Jamali H, Meshkini S. Study of Sudden Replacement of Live Feed by Commercial Feed Affects Growth, Survival Rate and Resistance to Environmental Stress in Oscar Fish (*Astronotus ocellatus*) Larvae. Journal of Fisheries Science and Technology. 2018;7(4):279-286.

<sup>1</sup>Fisheries Department, Natural Resources Faculty, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Food Hygiene & Quality Control Department, Veterinary Medicine Faculty, Urmia University, Urmia, Iran

#### \*Correspondence

Address: Fisheries Department, Natural Resources Faculty, Urmia University, Nazloo, Daneshgah Boulevard, 11 Kilometer of Sero Road, Urmia, Iran. Postal Code: 5756151818  
Phone: +98 (44) 32752741  
Fax: +98 (44) 32752746  
saeed.jamali11@gmail.com

#### Article History

Received: August 2, 2016

Accepted: September 17, 2018

ePublished: December 20, 2018

### ABSTRACT

The huge attention toward dried food in ornamental fish culture is caused by the difficulty related to live-food preparation. This study investigated the effects replacement of live feed by commercial feed TetraMin on growth, survival rate and resistance to environmental stress in Oscar fish (*Astronotus ocellatus*) larvae. The experimental setup was completely randomized design comprised of five treatments including, namely T1 (Forty days *Artemia* nauplii), T2 (Thirty days *Artemia* then ten days of commercial food), T3 (Twenty days *Artemia* then twenty days of commercial food), T4 (Ten days *Artemia* then thirty days of commercial food) and T5 (Forty days commercial feed). All treatments were performed in triplicate. In this study, fish larvae were fed 4 times a day and to apparent satiation, by commercial feed and live feed. After a 40-day feeding experimental period, all the larvae each aquarium were sampled for biometry and growth determination. Fish larvae in T1, T2, and T3 treatments showed the highest total length, weight and survival rate. Lowest total length, weight and survival rate were recorded in T5 treatment ( $p < 0.05$ ). Also, resistance against challenge tests in T1, T2 and T3 treatments was significantly highest in comparison with T5 ( $p < 0.05$ ). The results of the present study demonstrate that the Oscar fish larvae could consume commercial feed starting from the 20th day without any difference in growth with live food.

**Keywords** *Artemia*; Cichlid; Larva; Growth

### CITATION LINKS

[1] Effects of a probiotic, protexin ... [2] Statistical yearbook of Iran ... [3] Encyclopedia of ... [4] Comparing the breeding ... [5] Aquarium, breeding and rearing ... [6] The study of feeding parameters ... [7] The history, present status and ... [8] Uptake of *Vibrio anguillarum* vaccine ... [9] Enrichment of *Artemia urmiana* nauplii ... [10] A survey of salinity tolerance of Persian ... [11] Enriched *Artemia urmiana* nauplii with ... [12] Use of probiotic *Bacillus* spp. in Rotifer ... [13] Substituting fish oil with crude palm oil ... [14] Live feeds for early stages of fish ... [15] Biochemical composition of copepods for ... [16] Better nutrition enhances the growth of ... [17] Microparticulate feeds for Penaeid larvae ... [18] Extensive rearing of barramundi ... [19] CRC Handbook of ... [20] State of the art in larviculture of fish and ... [21] Effect of diet on fatty acid composition of body zones ... [22] Effect of probiotic *Bacillus* ... [23] Feeding intensively cultured marine ... [24] Early weaning of marine fish larvae onto ... [25] Larval rearing of the Asian catfish, *Pangasius bocourti* ... [26] Very early weaning of common sole ... [27] Evaluation of weaning performance of California ... [28] Effects on growth and survival of loach ... [29] Weaning requirements of larval mullet ... [30] Preliminary results on sea bass ... [31] Effects of *Artemia* enriched with fatty ... [32] The effect of *Artemia* nauplii on spawning ... [33] Manual on the production and use of ... [34] Bioencapsulation of two different ... [35] Growth and feed utilization of large ... [36] Official methods of analysis ... [37] Digestibility, growth and nutrient retention ... [38] Sudden weaning of angel fish ... [39] Green-water rearing and delayed weaning ... [40] Digestive enzymes profile of Solea ... [41] Effects of protein and lipid sources on the ... [42] Improving co-feeding strategies for Neotropical ... [43] Early weaning of Atlantic cod ... [44] Co-feeding microparticulate diets with algae ... [45] The feeding of fish larvae: Present ... [46] Larval nutritional physiology: Studies ... [47] Digestive enzymes in fish larvae and juveniles ... [48] Microparticles types for delivering ... [49] Replacement of live feed by dried feed ... [50] The importance of betaine and some attractive ... [51] Larval development of the freshwater angelfish ... [52] Influence of co-feeding larvae with live and inert ... [53] Early weaning of winter flounder ... [54] Early weaning of Southern flounder ... [55] Skeletal descriptors and quality assessment ... [56] Morphological descriptions of the ... [57] Nutritional components affecting skeletal ... [58] Use of decapsulated *Artemia* cysts ... [59] Common carp fry survival during ...

## بررسی جایگزینی ناگهانی غذای زنده با غذای تجاری روی رشد، نرخ بقا و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی در لارو ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*)

هادی جمالی\* PhD

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

سعید مشکینی PhD

گروه بهداشت مواد غذایی و کنترل کیفیت، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

### چکیده

مشکلات فرآوری تهیه غذای زنده برای جامعه ماهیان آکواریومی موجب توجه روزافزون پرورش‌دهندگان ماهیان آکواریومی به استفاده از غذای دستی شده است. در این مطالعه تاثیر جایگزینی غذای زنده با غذای تجاری تترامین روی رشد، نرخ بقا و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی لارو ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت یک طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ تیمار T<sub>1</sub> (چهل روز ناپلی آرتمیا)، تیمار T<sub>2</sub> (۳۰ روز ناپلی آرتمیا و سپس ۱۰ روز غذای تجاری)، تیمار T<sub>3</sub> (۲۰ روز ناپلی آرتمیا و سپس ۲۰ روز غذای تجاری)، تیمار T<sub>4</sub> (۱۰ روز ناپلی آرتمیا و سپس ۳۰ روز غذای تجاری) و تیمار T<sub>5</sub> (۴۰ روز غذای تجاری) طراحی شد. همه تیمارها با سه تکرار صورت پذیرفت. در این تحقیق لارو ماهیان ۴ نوبت در روز و به میزان سیری از جیره تجاری و غذای زنده تغذیه شدند. بعد از یک دوره آزمایش ۴۰ روزه، تمامی لاروهای موجود در هر یک از آکواریوم‌ها برای زیست‌سنجی و تعیین رشد، نمونه‌برداری صورت گرفت. لارو ماهیان در تیمارهای T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub> و T<sub>3</sub> بالاترین طول نهایی، وزن و نرخ بقا را از خود نشان دادند ( $p < 0.05$ ). کمترین طول نهایی، وزن و نرخ بقا در تیمار T<sub>5</sub> مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). همچنین در تیمارهای T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub> و T<sub>3</sub> لاروها در برابر استرس‌های محیطی در حد معنی‌داری مقاومت بیشتری نسبت به تیمار T<sub>5</sub> نشان دادند ( $p < 0.05$ ). نتایج این مطالعه نشان داد که لارو ماهی اسکار می‌تواند از روز ۲۰ از غذای تجاری بدون هیچ‌گونه اختلاف رشدی نسبت به غذای زنده تغذیه کند.

کلیدواژه‌ها: آرتمیا، سیچلاید، لارو، رشد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۶

\*نویسنده مسئول: saeed.jamali11@gmail.com

### مقدمه

امروزه علاوه بر پرورش آبزیان خوراکی، صنعت پرورش ماهیان آکواریومی نیز رشد فراوانی یافته و پروژه‌های تحقیقاتی در این زمینه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به این که ماهی زینتی نسبت به ماهیان خوراکی از اهمیت اقتصادی بیشتری برخوردار است، بنابراین بررسی جنبه‌های مختلف پرورش این ماهیان از جمله رشد، بازماندگی و همچنین راه‌های افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها اهمیت دارد [1].

میزان تولید ماهیان زینتی در ایران در سال ۱۳۸۴ حدود ۳۱ میلیون قطعه و در سال ۹۳ حدود ۲۰۴ میلیون قطعه گزارش شده است که رشد چشمگیری را در این صنعت نشان می‌دهد [2]. بیش از هزار گونه از ماهیان آب شیرین، که شامل ۱۰۰ خانواده می‌شوند در لیست ماهیان زینتی تجاری وجود دارد [3]. خانواده سیکلیده از رده ماهیان استخوانی و راسته سوف‌ماهی‌شکلان (Perciformes) با داشتن بیش از ۱۴۰ جنس و ۲۰۰۰ گونه بعد از خانواده کپورماهیان و گام‌ماهیان سومین خانواده بزرگ ماهیان استخوانی است [4]. این خانواده دارای گونه‌های جذاب زیادی است و مهم‌ترین گونه‌هایی که در ایران تکثیر و پرورش داده می‌شوند شامل زبرا سیچلاید (*Cichlasoma nigrofasciatum*)، اسکار (*Astronotus*)

(*Ocellatus*)، آنجل (*Pterophyllum scalare*)، دیسکوس (*Symphysodon discus*) و سورم (*Heros severus*) هستند. ماهی اسکار از شناخته‌شده‌ترین انواع از ماهیان زینتی گوشت‌خوار و از خانواده سیکلیده است. نام علمی این ماهی آسترونوتوس /اوسلاتوس (*Astronotus ocellatus*) است. معروف‌ترین گونه‌های آن اسکار تایگر و اسکار سلطنتی هستند. این ماهی با شکل ظاهری بیضی‌شکل بوده که با دهان بزرگ و لب‌های کلفت دارای رنگ‌های مختلف است و یکی از پرطرفدارترین ماهیان آکواریومی در سطح جهان بوده و در ایران نیز مهم‌ترین و پرفروش‌ترین ماهی آکواریومی محسوب می‌شود [5]. مبنای فعلی تهیه مواد غذایی برای ماهیان زینتی، براساس نتایج آزمایشات انجام‌شده روی ماهیان خوراکی در شرایط متراکم پرورش و همچنین تاکید بر غذای زنده در مراحل آغازی زندگی است. علی‌رغم پیشرفت‌های اخیر که در خصوص تولید جیره‌های فرموله‌شده برای تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی صورت پذیرفته است، با این وجود هنوز هم برای تغذیه اولیه اغلب ماهیان در دوره لاروی، غذاهای زنده از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. غذاهای زنده به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موارد در تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی قلمداد شده، خصوصاً این موضوع در زمانی که لاروهای ماهیان که از نظر تکامل هنوز ناقص هستند، اهمیت بیشتری دارند [6].

در بین انواع مختلف غذاهای زنده آرتمیا به دلیل داشتن درصد بالایی از پروتئین و چربی، اسیدهای چرب مطلوب و آنزیم‌های آمیلاز و تریپسین، کوتاه‌بودن 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 [7]. از طرف دیگر ناپلی آرتمیا طی فرآیند غنی‌سازی، می‌تواند به‌عنوان حامل مواد مختلفی نظیر انواع واکسن‌ها [8]، انواع ترکیبات مغذی [9-11]، عوامل ضد میکروبی [12] مورد استفاده قرار گیرد. این عمل به‌منظور انتقال این ترکیبات به جانور شکارچی و بهبود کیفیت لارو، افزایش بازماندگی و مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی و بیماری‌های مختلف صورت می‌گیرد [13]. مطابق با مطالعات گذشته آرتمیای تازه تفریخ‌شده حدود ۵۶/۲٪ پروتئین، ۱۷٪ چربی، ۳/۶٪ کربوهیدرات و ۷/۶٪ خاکستر دارد [14]. آرتمیا شامل مقدار زیادی کانتازانتین است، این رنگدانه می‌تواند نقش مهمی در ذخیره و آنتی‌اکسیدانی ویتامین A در تغذیه لارو آبزیان داشته باشد. آرتمیا همچنین شامل مقدار زیادی ویتامین C، E، B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> است [15]. در این میان تمایل به استفاده از غذاهای زنده روزبه‌روز کمتر می‌شود و پرورش‌دهندگان به دنبال راهی برای جایگزینی آن با غذای خشک، حتی در مورد لاروهای تازه به تغذیه افتاده هستند. از جمله دلایل این علاقه‌مندی شامل قیمت بالای تمام‌شده برای تهیه غذای زنده [16-18]، تجهیزات پیشرفته برای عمل‌آوری و آماده‌سازی این گونه‌ها، عدم تامین تمامی نیازهای گونه‌های پرورشی به‌وسیله غذای زنده هستند. به‌طور مثال روتیفر و آرتمیا حاوی مقدار کمی از اسیدهای چرب غیراشباع با تعداد متعدد باند مضاعف (HUFA) هستند که به‌عنوان مواد ضروری برای لارو ماهیان دریایی است [19-21]. غذای زنده از نظر میزان ترکیبات مغذی متفاوت هستند که بستگی به منبع، سن و روش پرورش [22, 23] دارد و امکان انتقال آلودگی‌ها و انگل‌ها با غذای زنده با توجه به محیط پرورش آن وجود دارد [24]. بنابراین با توجه به این موارد، استفاده از غذاهای غیرزنده و آماده و جیره‌هایی که متناسب با نیازهای گونه، تهیه‌شده، می‌تواند سوددهی و بازده کارگاه را افزایش داده و نیز انجام بسیاری از امور غیرضروری را کاهش دهد. بنابراین، قطع غذای زنده

تیمار T<sub>2</sub>: ۳۰ روز تغذیه با ناپلی آرتیمیا و ۱۰ روز تغذیه با غذای تجاری، تیمار T<sub>3</sub>: ۲۰ روز تغذیه با ناپلی آرتیمیا و ۲۰ روز تغذیه با غذای تجاری، تیمار T<sub>4</sub>: ۱۰ روز تغذیه با ناپلی آرتیمیا و ۳۰ روز تغذیه با غذای تجاری و تیمار T<sub>5</sub>: ۴۰ روز تغذیه با غذای تجاری مطابق با جدول ۲، با سه تکرار برای هر تیمار صورت گرفت.

**جدول ۲)** جدول تعداد روزهای غذادهی لارو سه گونه ماهی سیچلاید با ناپلی آرتیمیا و غذای تجاری

| T <sub>5</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>1</sub> |               |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| -              | ۱۰             | ۲۰             | ۳۰             | ۴۰             | ناپلی آرتیمیا |
| ۴۰             | ۳۰             | ۲۰             | ۱۰             | -              | غذای تجاری    |
| ۴۰             | ۴۰             | ۴۰             | ۴۰             | ۴۰             | کل            |

تعویض آب این آکواریوم‌ها روزانه یک‌بار با استفاده از ایجاد خلا از ناحیه کف آنها سیفون می‌شد. هوادهی برای تامین اکسیژن از طریق پمپ مرکزی انجام شد و شرایط نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بود. دمای مطلوب آب آکواریوم برای لارو ماهیان ۲۶°C تا ۲۸ است که این کار توسط یک بخاری اتوماتیک برای هر آکواریوم تامین شد. ناپلی آرتیمیا به‌وسیله صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون فیلتر و توسط آب مقطر استریل کاملاً شسته شد و به‌ترتیب برای تغذیه لاروها در تیمارهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. تغذیه روزانه لاروهای ماهیان در تیمارهای تغذیه‌شده با ناپلی آرتیمیا و غذای تجاری به میزان سیری و این مقدار غذا روزانه در چهار نوبت در ساعت‌های ۸، ۱۱، ۱۵ و ۱۹ در اختیار لارو ماهی قرار گرفتند.

#### تجزیه بیوشیمیایی ناپلی آرتیمیا فرانسیسکانا به‌منظور تعیین ترکیبات مغذی آن

به‌منظور تعیین ترکیب تقریبی مواد غذایی ناپلی آرتیمیا مقدار ۱۵ گرم ناپلی آرتیمیا در دمای ۱۰۵°C در آون به‌مدت ۲۴ ساعت، کاملاً خشک شده و رطوبت آنها از دست رفت. رطوبت و ماده خشک لاشه، به‌طور وزنی تعیین شد [35]. ترکیبات شیمیایی ناپلی آرتیمیا مطابق با استاندارد AOAC (۱۹۹۰) [36] صورت پذیرفت. ماده خشک به‌دست‌آمده سپس توسط دستگاه‌های مختلف مورد تجزیه قرار گرفت و ترکیب شیمیایی ناپلی ها تعیین شد. پروتئین خام با استفاده از روش میکروکجلدال و با تعیین مقدار نیتروژن کل و تبدیل آن به پروتئین خام براساس ۰/۱۶ نیتروژن و چربی خام مطابق با روش سوکسوله از طریق استخراج چربی به‌وسیله اتر، انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالری‌متر و همچنین خاکستر نیز از طریق سوزاندن در کوره ۶۰۰°C به‌مدت ۲ ساعت، تعیین شد [37].

#### زیست‌سنجی لاروهای ماهی

به‌منظور بررسی وضعیت رشد ماهیان و به‌منظور به‌دست‌آوردن بیوماس لاروهای ماهی برای محاسبه غذای روزانه در طول دوره آزمایش، هر ۱۰ روز یک‌بار تعداد ۱۰ قطعه از لاروهای ماهی به‌طور تصادفی از هر تکرار نمونه‌برداری و میانگین طول و وزن آنها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. لاروهای ماهی پس از بیومتری به آکواریوم‌های مربوطه برگردانده می‌شدند. در انتهای دوره آزمایش تمامی لارو ماهیان صید و سپس طول و وزن آنها با استفاده از کولیس ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. سپس براساس داده‌های به‌دست‌آمده و طبق فرمول‌های موجود، برخی از معیارهای رشد از جمله نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و فاکتور وضعیت (CF) تعیین شدند.

#### تست مقابله در برابر عوامل استرس‌زا

نتایج حاصل از کاربرد آزمایش تنش اطلاعات مفیدی مبنی بر

و تغییر رژیم غذایی لارو به سمت غذای فرموله‌شده در مراحل پرورشی امری مهم و ضروری است. پروتکل‌های جایگزینی با درجات متفاوتی از موفقیت در آبی‌پروری برای هر دو گونه‌های آب شیرین و گونه‌های ماهیان دریایی گزارش شده است [25-29] و غذای خشک اغلب در روز ۴۰-۲۰ پرورش لارو استفاده می‌شود [24, 30]. مدت‌زمان استفاده ناپلی آرتیمیا برای ماهیان خانواده سیکلیده در مطالعات گذشته متنوع بوده و از ۲۰ روز [31] تا ۴۰ روز [32] برای ماهیان سیکلید متفاوت بوده است. در صنعت پرورش ماهیان آکواریومی، اطلاعات زیادی درباره زمان تغذیه لارو با غذای دستی، وجود ندارد. در این مطالعه تاثیر جایگزینی غذای زنده (ناپلی آرتیمیا) با غذای تجاری تترامین روی رشد، نرخ بقا و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی لارو ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) طی روزهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### تهیه غذای تجاری و ناپلی آرتیمیا

غذای تجاری شامل ترکیبات مختلف از جمله پودر ماهی، پودر کرپل، پروتئین هیدرولیزشده ماهی، مخمر، لیزین، بتائین، متیونین و پروتئین گرفته شده از گیاهان (تترامین؛ آلمان) تهیه شدند. آنالیز ترکیبات شیمیایی این غذا در جدول ۱ ارائه شده است. سیستم‌های آرتیمیا فرانسیسکانا (*Artemia franciscana*) مورد استفاده در این تحقیق از مراکز تجاری تهیه و برای این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. لایه کوریون سیستم‌ها به طریقه شیمیایی طی فرایند کپسول‌زدایی، جدا شد [33]. تخم‌گشایی سیستم‌های کپسول‌زدایی‌شده از طریق به‌کارگیری ظروف شیشه‌ای قیفی‌شکل با حجم ۸ لیتر با استفاده از آب دریا (۳۰ppt) صورت پذیرفت. سیستم‌ها پس از کپسول‌زدایی با تراکم ۵ گرم در لیتر در ظروف شیشه‌ای در دمای ۳۰°C، شرایط نوری (۲۰۰۰ لوکس) و هوادهی شدید انکوباسیون شدند [34]. بعد از ۲۴ ساعت ناپلی‌های تخم‌گشایی و ضدعفونی‌شده، با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت، از سیستم‌ها جدا شده و با استفاده از صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون، سیفون شدند (جدول ۱).

**جدول ۱)** آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی غذای تجاری و ناپلی آرتیمیا فرانسیسکانا

| ترکیب بیوشیمیایی             | غذای تجاری | ناپلی آرتیمیا |
|------------------------------|------------|---------------|
| ماده خشک (درصد)              | ۹۲         | ۱۰/۳۱/۱۰۳     |
| پروتئین خام (درصد)           | ۴۷/۵       | ۴۲/۶۵±۳/۵     |
| چربی خام (درصد)              | ۶/۵        | ۱۷/۸±۲/۴۳     |
| خاکستر                       | ۱۰/۵       | ۳/۱۱±۰/۴۱     |
| انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم) | ۴۲۰۰       | ۴۶۵۰/۵±۲۵۱/۳  |

### طرح آزمایش

به‌منظور به‌دست‌آوردن لاروهای اسکار که از نظر طولی و وزنی نسبتاً یکسان باشند، از یک مولد که در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی دز آبی‌پرور تکثیر شد، به تعداد ۶۰۰ قطعه لارو ۳ روزه تهیه شدند. طول متوسط این لاروها ۶/۵ میلی‌متر و وزن متوسط ۲۰ میلی‌گرم بود. سپس لاروها به یک آکواریوم با حجم ۱۰۰ لیتر منتقل شدند. به‌منظور انجام تحقیق تعداد ۱۵ آکواریوم به ابعاد ۴۰×۳۰×۲۰ سانتی‌متر و حجم ۲۰ لیتر در نظر گرفته شدند. لارو ماهیان پس از دو روز سازگاری با شرایط آزمایشگاهی تعداد ۴۰ عدد لارو در هر آکواریوم ذخیره‌سازی شدند. این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار شامل تیمار T<sub>1</sub>: ۴۰ روز تغذیه با ناپلی آرتیمیا،

(۲۷/۴ میلی‌متر) و نرخ رشد ویژه (۷/۳۳) در این تیمار مشاهده شد. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین نتایج این تیمار با تیمار T<sub>2</sub> که در آن لارو ماهیان اسکار به مدت ۳۰ روز از ناپلی آرتیمیا و ۱۰ روز از غذای تجاری و تیمار T<sub>3</sub> که در آن لارو ماهیان اسکار به مدت ۲۰ روز از ناپلی آرتیمیا و ۲۰ روز از غذای تجاری تغذیه شده بودند، مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). پایین‌ترین وزن نهایی (۲۴۱/۲ میلی‌گرم)، طول نهایی (۱۵/۳۴ میلی‌متر) و نرخ رشد ویژه (۶/۲۲) در تیمار T<sub>5</sub> که لارو ماهیان اسکار به مدت ۴۰ روز از غذای تجاری تغذیه شده بودند، مشاهده شد اگرچه بالاترین فاکتور وضعیت (۰/۴۲) در این تیمار مشاهده شد (جدول ۳).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که لارو ماهیان اسکار که به مدت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز از ناپلی آرتیمیا تغذیه شده بودند دارای بازماندگی بالاتری نسبت به تیمارهایی که به مدت ۱۰ روز از ناپلی آرتیمیا یا بدون تغذیه از ناپلی آرتیمیا تغذیه شده بودند هستند (نمودار ۱). بالاترین نرخ بدشکلی (۲۴/۷٪) در تیمار T<sub>5</sub> که در آن لارو ماهیان اسکار به مدت ۴۰ روز از غذای تجاری تغذیه شده بودند مشاهده شد. پایین‌ترین نرخ بدشکلی در تیمار T<sub>1</sub> (۶/۷۱٪)، T<sub>2</sub> (۶/۵۱٪) و T<sub>3</sub> (۶/۷۵٪) گزارش شد (نمودار ۲).

نتایج این مطالعه نشان داد که لارو ماهیان اسکار که به مدت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز از ناپلی آرتیمیا تغذیه شده‌اند مقاومت بیشتری نسبت به استرس‌های محیطی دارند (نمودارهای ۳ و ۴). به‌طوری‌که بالاترین متوسط زمان کشنده (LT<sub>50</sub>) نسبت به استرس آمونیاکی ۳۰۷ دقیقه، ۳۰۱ دقیقه و ۲۹۵/۸ دقیقه و استرس دمایی ۹۴/۸ دقیقه، ۱۰۱/۶ دقیقه و ۹۷/۲ دقیقه به‌ترتیب در تیمارهای T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub> و T<sub>3</sub> مشاهده شد ( $P<0/05$ ). پایین‌ترین مقاومت در برابر استرس آمونیاکی (۱۲۶/۷ دقیقه) و استرس دمایی (۴۲/۵ دقیقه) در تیمار T<sub>5</sub> که در آن لارو ماهیان اسکار به مدت ۴۰ روز از غذای تجاری تغذیه شده بودند، مشاهده شد.

نیازمندی لاروها به ترکیبات ضروری در اختیار محققین قرار می‌دهد. بعد از اتمام دوره غذایی برای بررسی عملکرد این جیره‌ها، دو محیط استرس‌زا برای دادن شوک به لاروها آماده شدند که شامل شوک دما ( $35^{\circ}\text{C}$  حرارت) و شوک آمونیاک (یک میلی‌گرم در لیتر) بودند. با استفاده از بخاری الکتریکی مدرج، دمای مورد نظر تنظیم شد. دامنه هر کدام از عوامل استرس‌زا برای مدت زمان مورد نظر مشخص شد. بدین‌صورت که قبل از شروع آزمایش، تعداد ۱۰ ماهی برای تعیین غلظت مورد نیاز در این مدت زمان، برای تست‌های مختلف مورد آزمایش قرار گرفت. بعد از مشخص کردن این مقادیر، تعداد ۲۰ قطعه لارو، از لاروهای موجود در هر تکرار به‌طور مجزا در تانک‌هایی که شامل محیط استرس‌زا (دما و آمونیاک) بود، قرار گرفتند و میزان زمان مرگ و میر ۵۰٪ لاروها در آن بعد از مرگ لاروهای موجود در آکواریوم به‌عنوان میزان مقاومت لاروها مشخص شد. میزان مقاومت لاروها در این مطالعه برحسب دقیقه تعیین شد. آزمایش در شرایط بدون غذایی و اکسیژن‌رسانی به آکواریوم‌های تحت مطالعه صورت پذیرفت [38].

### تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مربوط به تغییرات معیارهای رشد، بقا و نرخ مرگ و میر لاروهای ماهی در این آزمایش در تیمارهای مربوط از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه و براساس آزمون توکی در سطح ۰/۰۵، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 در محیط ویندوز صورت گرفت.

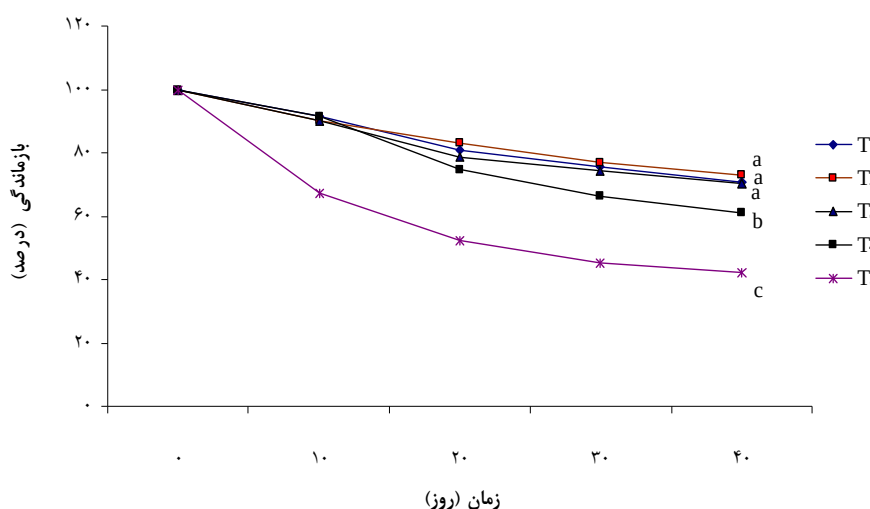
### یافته‌ها

برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه لارو ماهی اسکار تغذیه شده با جیره‌های مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. بالاترین بازدهی رشد و تغذیه در تیمار T<sub>1</sub> که در آن لارو ماهیان اسکار به مدت ۴۰ روز از ناپلی آرتیمیا تغذیه شده بودند مشاهده شد. به‌طوری‌که بالاترین وزن نهایی (۳۷۵/۴ میلی‌گرم)، طول نهایی

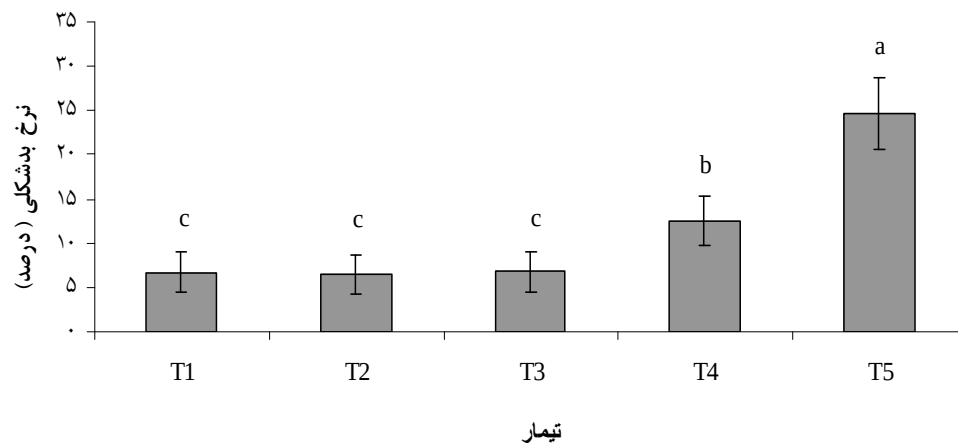
جدول ۳) شاخص‌های رشد و تغذیه لارو ماهی اسکار تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا فرانسسکانا و غذای تجاری

| پارامتر              | T <sub>1</sub>          | T <sub>2</sub>          | T <sub>3</sub>          | T <sub>4</sub>          | T <sub>5</sub>          |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| وزن نهایی (میلی‌گرم) | ۳۷۵/۴±۳۴/۶ <sup>a</sup> | ۳۵۸/۲±۳۱/۵ <sup>a</sup> | ۳۵۵/۵±۲۶/۵ <sup>a</sup> | ۲۹۶/۷±۲۵/۵ <sup>b</sup> | ۲۴۱/۲±۲۷/۱ <sup>c</sup> |
| طول نهایی (میلی‌متر) | ۲۷/۴±۲ <sup>a</sup>     | ۲۶/۸±۲/۲ <sup>a</sup>   | ۲۶/۵±۲/۵ <sup>a</sup>   | ۱۹/۰۸±۱/۵ <sup>b</sup>  | ۱۵/۳±۱/۸ <sup>c</sup>   |
| نرخ رشد ویژه         | ۷/۳۳±۰/۳۴ <sup>a</sup>  | ۷/۲۱±۰/۳۷ <sup>a</sup>  | ۷/۱۹±۰/۳۹ <sup>a</sup>  | ۶/۷۴±۰/۳۳ <sup>b</sup>  | ۶/۲۲±۰/۲۵ <sup>c</sup>  |
| فاکتور وضعیت         | ۰/۱۳±۰/۰۱۲ <sup>c</sup> | ۰/۱۴±۰/۰۰۹ <sup>c</sup> | ۰/۱۴±۰/۰۱۵ <sup>c</sup> | ۰/۲۷±۰/۰۲۶ <sup>b</sup> | ۰/۴۲±۰/۰۳۱ <sup>a</sup> |

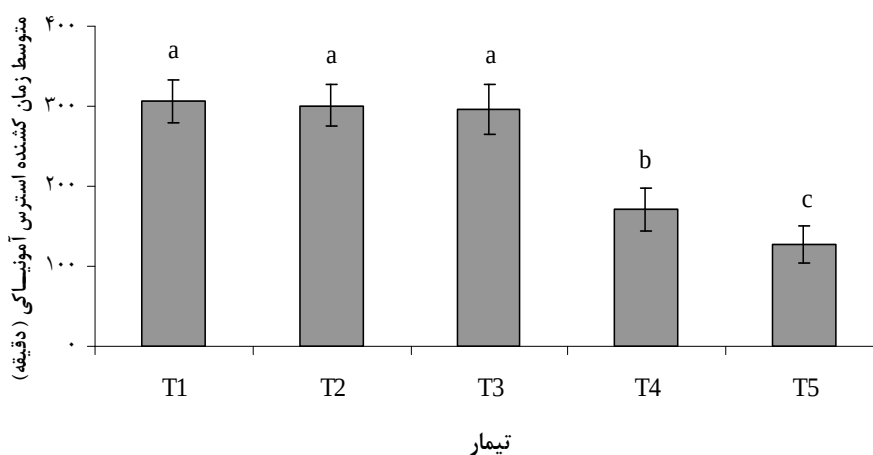
حروف لاتین غیرمشترک نشانه معنی‌دار بودن است ( $P<0/05$ ).



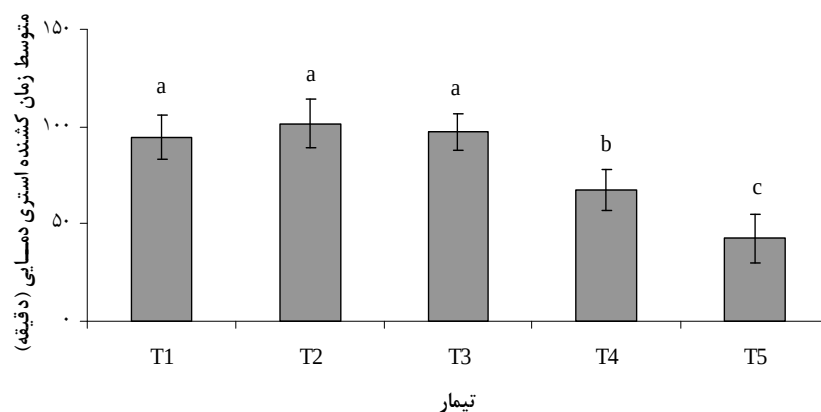
نمودار ۱) نرخ بازماندگی (٪) لارو ماهی اسکار تغذیه شده با ناپلی آرتیمیا و جیره تجاری



نمودار ۲) نرخ بدشکلی (%) در لارو ماهی اسکار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و جیره تجاری



نمودار ۳) متوسط زمان کشنده (LT<sub>50</sub>) استرس آمونیاکی (دقیقه) در لارو ماهی اسکار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و غذای تجاری



نمودار ۴) متوسط زمان کشنده (LT<sub>50</sub>) استرس دمایی (دقیقه) در لارو ماهی اسکار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و غذای تجاری

اول که لاروها در آن به مدت ۴۰ روز از ناپلی آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه کرده بودند به دست آمد. پایین ترین طول و وزن در تیمار T<sub>5</sub> که لارو ماهیان به مدت ۴۰ روز فقط از غذای تجاری تغذیه شده بودند، مشاهده شد. در تحقیق مشابهی نیز کمترین مقدار رشد و بقا در ماهی فلاندر تابستانی (*Paralichthys dentatus*) [39]، کفشک سنگالی

## بحث

در لارو ماهیان اسکار که با غذای تجاری و ناپلی آرتمیا فرانسیسکانا تغذیه شده بودند، اختلاف معنی دار بین طول و وزن نهایی آنها دیده شد. البته بین تیمارهای T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub> و T<sub>3</sub> اختلافات معنی داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). بیشترین طول و وزن نهایی در لارو ماهی اسکار در تیمار

(*Solea senegalensis*) [40] و ماهی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) [41] زمانی که از غذای تجاری تغذیه شدند، مشاهده شد.

عملکرد ضعیف لارو ماهیان در استفاده از غذای فرموله شده به بلع ضعیف، نرخ هضم پایین توسط ماهی و ارزش پایین غذا که باعث کاهش کیفیت آب شده، نسبت داده می شود [42-44]. در این میان عدم حضور معده فعال، ناکافی بودن آنزیم های گوارشی و کمک آنزیم های گوارشی غذاهای زنده برای هضم خود طعمه از عوامل عدم موفقیت غذاهای تجاری نسبت به طعمه های زنده گزارش شده است [45, 46]. مگوکوت و همکاران [27] گزارش کردند که تفاوت سیستم گوارش لارو و بچه ماهی معده فعال است. حضور معده فعال می تواند موجب بهبود هضم مکانیکی و آنزیمی شده و عملکرد تغذیه و رشد ارتقا یابد [46]. اگرچه کلوکووسکی [47] گزارش کرد که عدم موفقیت جایگزینی غذای زنده با غذای فرموله شده به عوامل بیشتری از جمله جاذب ها، محرک های ترشح آنزیم های گوارشی و سیستم انتقال مواد مغذی بستگی دارد. لانگدون [48] گزارش کرد که ذرات غذایی کوچک تر دارای آبشویی سریع تری هستند و این عامل باعث عدم ارایه کافی مواد مغذی به لارو شده که می تواند عملکرد لارو را تحت تاثیر قرار دهد. یکی از دلایل احتمالی عدم تغذیه لارو ماهی از غذای پلت می تواند عدم تعادل بین اندازه غذا و اندازه دهان ماهی باشد. اگر پلت تهیه شده بزرگ تر از اندازه دهان باشد این غذا عملاً نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد [49]. افزودن مواد جاذب می تواند با تحریک حواس چشایی یا بویایی لارو ماهیان موجب افزایش مصرف غذا شود. اسید آمینه های آزاد از شناخته شده ترین مواد جاذب در صنعت تغذیه ماهیان هستند [50]. کرامت و /براهیمی [49] گزارش کردند که در تیمار تغذیه شده از غذای زنده به علت مصرف بیشتر ماهی از غذا و تخلیه آسان تر غذای خورده نشده از آب، فضولات کمتری در ظروف محتوی لارو جمع شده بود ولی در تیمار غذای دستی، غذای خورده نشده زیادی در کف ظروف محتوی لارو جمع شده بود و احتمالاً این شرایط موجب وخامت کیفیت آب ظرف مورد نظر شده بود. این وضعیت یکی از دلایل کاهش یا عدم تغذیه لارو ماهیان تغذیه شده از غذای دستی بود.

یکی دیگر از عوامل مهم موفقیت در تغییر غذای لارو از غذای زنده به غذای دستی شناخت تکامل در مرحله رشد است. در ماهی هالیبوت بهترین زمان جایگزینی غذای زنده با غذای دستی حدود روز ۴۶ پس از تفریح گزارش شد که در واقع ۴ روز بعد از تکمیل شدن متامورفیزم بود [27]. کللیک و همکاران [51] گزارش کردند که در ماهی آنجل متامورفیزم در روز ۲۳ کامل می شود و از این روز می تواند به خوبی از غذای پودری تغذیه کند. نتایج مشابه در دیگر ماهیان پهن نشان داد که کمترین رشد و بقا در زمانی رخ داد که جایگزینی قبل از اتمام متامورفیزم اتفاق افتاده است [39, 41, 52, 53]. تاثیر غذای زنده و تجاری بر نرخ بدشکلی لارو ماهی اسکار مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین نرخ بدشکلی در لارو ماهی اسکار مربوط به تیمار T5 آزمایشی که لارو ماهیان به مدت ۴۰ روز از غذای تجاری تغذیه کرده بودند به دست آمد. فالک و هالت [54] گزارش کردند که در لارو ماهی فلاندر جنوب (*Paralichthys lethostigma*) وقتی به مدت ۲۹ روز از ناپلی آرتمیا تغذیه شدند بدشکلی اسکلتی به طور معنی داری کمتر از زمانی بود که لارو ماهیان به مدت ۱۷ و ۲۳ روز با ناپلی آرتمیا تغذیه شدند. بدشکلی اسکلتی موجب کاهش رشد و بقای لارو شده و بازارپسندی این ماهیان را کاهش می دهد [55, 56]. عوامل زنده و غیرزنده از جمله ژنتیک، تغذیه و شرایط پرورشی می توانند موجب ایجاد ناهنجاری های اسکلتی شوند. در امر تغذیه ناهنجاری های

ستون فقرات را به کمبود فسفولیپیدها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، ویتامین C و مقدار زیاد ویتامین A نسبت داده اند [57]. بیشترین مقاومت در برابر استرس دما و آمونیاک در لارو ماهی اسکار مربوط به تیمار T1, T2 و T3 آزمایشی که لارو ماهیان به مدت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز از ناپلی آرتمیا /فرانسیسکانا تغذیه کرده بودند به دست آمد. لیم و همکاران [58] گزارش کردند که مقاومت در برابر استرس در ماهی تابع شرایط فیزیولوژیکی ماهی است که می تواند تحت تاثیر پاتوژن های بیماری زا، کیفیت ضعیف آب و شرایط تغذیه باشد. در مطالعه ای [38] گزارش شد که ماهی آنجل زمانی که به مدت ۱۴ و ۲۸ روز با ناپلی آرتمیا تغذیه می شوند طول، وزن و بقای بیشتری نسبت به گروهی که اصلاً از ناپلی آرتمیا تغذیه نشده بودند، داشتند، اگرچه اختلاف معنی داری بین گروه ها در مقاوت به استرس شوری نبود. جلیک و همکاران [59] گزارش کردند که لارو ماهیان کپور معمولی که به مدت ۲۱ روز از ناپلی آرتمیا /سالیئا (*Artemia salina*) تغذیه شده بودند مقاومت بیشتری نسبت به استرس های طولانی مدت شوری نسبت به ماهیانی که به مدت ۴، ۸ و ۱۲ روز از ناپلی آرتمیا تغذیه شده بودند، داشتند. اگرچه در استرس های بالای شوری تفاوت معنی داری بین گروه ها وجود نداشت.

با توجه به اینکه لاروهای تازه تفریح شده توانایی محدودی برای هضم جیره های تجاری دارند و ترکیب نامتعادل، طعم و مزه یا ویژگی های فیزیکی نامناسب و جذابیت های پایین آن اغلب منجر به بقای کم و عملکرد ضعیف رشد می شود بنابراین انتخاب درست غذای تجاری برای لارو ها از محدودیت های مطالعه است. اگرچه نیاز به مطالعات بیشتری روی استفاده از تکنیک های غذایی در پرورش لارو ماهی اسکار از جمله غذای ترکیبی (استفاده همزمان غذای زنده و غذای تجاری) و غنی سازی غذای زنده با ترکیبات مغذی است.

### نتیجه گیری

با توجه به این که شاخص های رشد، بقا و مقاومت در برابر استرس های محیطی در تیمارهایی که به مدت ۲۰ روز از ناپلی آرتمیا تغذیه شده بودند، هیچ گونه اختلاف رشدی را با تیمارهایی که به مدت ۳۰ و ۴۰ روز از ناپلی آرتمیا تغذیه کرده بودند، نداشت از این رو استفاده از غذای تجاری به جای غذای زنده در پرورش لاروی ماهی اسکار در روز ۲۰ می تواند برای تغذیه لارو این ماهی مناسب باشد.

**تشکر و قدردانی:** نویسندگان مطالعه حاضر از تمامی کارکنان آزمایشگاه ماهی شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

**تاییدیه اخلاقی:** این مقاله قبلاً در هیچ نشریه ای اعم از داخلی یا خارجی چاپ نشده است. این مقاله صرفاً برای بررسی و چاپ به مجله علوم و فنون شیلات ارسال شده و تا هنگام پایان بررسی، داوری مقاله و اعلام نظر نهایی مجله، به مجله دیگری ارسال نخواهد شد. در جریان اجرای این تحقیق و تهیه مقاله کلیه اصول اخلاق حرفه ای مرتبط با موضوع تحقیق از جمله رعایت حقوق آزمودنی ها، سازمان ها و نهادها و نیز مولفین و مصنفین رعایت شده است. چنان چه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می پذیریم و مجله مجاز است با اینجانب مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و در این صورت هیچ گونه ادعایی نخواهم داشت.

**تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می دارند هیچ گونه تعارض منافع وجود ندارد.



feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*. 2008;274(2-4):375-97.

16- Rodgers LJ, Barlow CG. Better nutrition enhances the growth of barramundi larvae. *Austasia Fish*. 1987;46:30-2.

17- Kanazawa A. Microparticulate feeds for Penaeid larvae. *Actes de colloques Ifremer*. 1989;9:395-404.

18- Rimmer MA, Rutledge WP. Extensive rearing of barramundi larvae. Queensland: Department of Primary Industries; 1991.

19- McVey JP. CRC Handbook of Mariculture. 1st Volume. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press; 1993. p. 544.

20- Sorgeloos P, Lavens P, Leger P, Tachaert W. State of the art in larviculture of fish and shellfish. In: Lavens P, Sorgeloos P, Jaspers E, Ollevier F, editors. *Larvi 91 - fish & crustacean larviculture symposium*. Gent: European Aquaculture Society; 1991. pp. 484-6.

21- Navarro JC, Mc Evoy LA, Amat F, Sargent JR. Effect of diet on fatty acid composition of body zones in larvae of the sea bass *Dicentrarchus labrax*: A chemometric study. *Mar Biol*. 1995;124(2):177-83.

22- Jamali H, Jafaryan H, Nazerian S, Aramli MS. 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. *Fish Sci Technol*. 2015;4(2):27-43. [Persian]

23- Tucker JW Jr. Feeding intensively cultured marine fish larvae. In: Allan GL, Dall W, editors. *Proceedings of the aquaculture nutrition workshop*, Salamander Bay, 15-17 April 1991. Taylors Beach NSW: NSW Fisheries; 1992. pp. 129-46.

24- Person-Le Ruyet J. Early weaning of marine fish larvae onto microdiets: Constraints and perspectives. *Actes de colloques Ifremer*. 1989;9:625-42.

25- Hung LT, Tuan NA, Cacot P, Lazard J. Larval rearing of the Asian catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): Alternative feeds and weaning time. *Aquaculture*. 2002;212(1-4):115-27.

26- Bonaldo A, Parma L, Badiani A, Serratore P, Gatta PP. Very early weaning of common sole (*Solea solea* L.) larvae by means of different feeding regimes and three commercial microdiets: Influence on performances, metamorphosis development and tank hygiene. *Aquaculture*. 2011;321(3-4):237-44.

27- Muguet JB, Lazo JP, Conklin DE, Piedrahita RH. Evaluation of weaning performance of California halibut (*Paralichthys californicus*) larvae using growth, survival and digestive proteolytic activity. *Aquac Nutr*. 2011;17(2):e486-93.

28- Wang Y, Hu M, Wang W, Cao L. Effects on growth and survival of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) larvae when co-fed on live and microparticle diets. *Aquac Res*. 2009;40(4):385-94.

29- Ballagh DA, Stewart Fielder D, Pankhurst PM. Weaning requirements of larval mullet, *Argyrosomus japonicus*. *Aquac Res*. 2010;41(10):e493-504.

30- Cahu CL, Zamborino Infante JL, Eseaffre AM, Bergot P, Kaushik S. Preliminary results on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae rearing with compound diet from first feeding, comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture*. 1998;169(1-2):1-7.

31- Yaghoobi M. Effects of *Artemia* enriched with fatty acids (HUFA) on survival, growth and resistance to environmental stress in angelfish (*Pterophyllum scalar*) larvae [Dissertation]. Esfahan: Esfahan University; 2010. [Persian]

**سهم نویسندگان:** هادی جمالی (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/روش‌شناس/پژوهشگر اصلی (۶۰٪)؛ سعید مشکینی (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۴۰٪)

**منابع مالی:** این مقاله نتیجه بخشی از سمینار تحقیقاتی دکتر "بررسی جایگزینی ناگهانی غذای زنده با غذای تجاری روی سیچلاید ماهیان" است که با حمایت مالی دکتر مشکینی صورت گرفته است.

## منابع

1- Firouzbakhsh F, Noori F, Khalesi MK, Jani Khalili K. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. *Fish Physiol Biochem*. 2011;37(4):833-42.

2- IFO. Statistical yearbook of Iran Fisheries Organization. 1st Edition. Office of Planning and Budget; 2015. [Persian]

3- Stickney RR, editor. *Encyclopedia of aquaculture*. Hoboken: Wiley; 2000.

4- Changizi R, Matinfar A, Jamili Sh, Ghiasvand Z. Comparing the breeding indices in different sex ratio and photoperiod in *Cichlosoma nigrofasciatum* as an ornamental fish. *Pajouhesh & Sazandegi*. 2008;(79):135-43. [Persian]

5- Emadi H. *Aquarium, breeding and rearing of freshwater aquariums fish*. Aquatic Science Press; 1981. [Persian]

6- Jafaryan H. The study of feeding parameters of Beluga (*Huso huso*) larvae fed with *Artemia* nauplii and *Daphnia*. *J Aquat Nutr Biochem*. 2014;2:67-79. [Persian]

7- Lavens P, Sorgeloos P. The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*. 2000;181(3-4):397-403.

8- Campbell R, Adams A, Tatner MF, Chair M, Sorgeloos P. Uptake of *Vibrio anguillarum* vaccine by *Artemia salina* as a potential oral delivery system to fish fry. *Fish Shellfish Immunol*. 1993;3(6):451-9.

9- Manaffar R, Abtahi B, Agh N. Enrichment of *Artemia urmiana* nauplii using emulsion of fatty acids and an investigation of hufa metabolism in cold incubation. *Iran J Nat Resour*. 2005;58(1):125-34. [Persian]

10- Hafezieh M, Hosseinpour H. A survey of salinity tolerance of Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*) fed with enriched live food containing HUFA and vitamin C. *Iran Sci Fish J*. 2012;21(3):45-54. [Persian]

11- Agh N, Kazemi E, Noori F, Aalamifar H, Adineh H, Rastian Nasab A. Enriched *Artemia urmiana* nauplii with vegetable oil and effect on growth and survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Iran Sci Fish J*. 2012;2:89-97. [Persian]

12- Jamali H, Imani A, Abdollahi D, Roozbehfar R, Isari A. Use of probiotic *Bacillus* spp. in Rotifer (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* (*Artemia urmiana*) enrichment: Effects on growth and survival of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, larvae. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2015;7(2):118-25.

13- Bell JG, Henderson RJ, Tocher DR, Mc Ghee F, Dick JR, Porter A, et al. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *J Nutr*. 2002;132(2):222-30.

14- Conceição LEC, Yúfera M, Makridis P, Morais S, Teresa Dinis M. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquac Res*. 2010;41(5):613-40.

15- Van Der Meeren T, Olsen RE, Hamre K, Fyhn HJ. Biochemical composition of copepods for evaluation of

- 45- Dabrowski K. The feeding of fish larvae: Present « state of the art » and perspectives. *Reprod Nutr Dev*. 1984;24(6):807-33.
- 46- Segner H, Rösch R, Verreth J, Witt U. Larval nutritional physiology: Studies with *Clarias gariepinu*, *Coregonus lavaretus* and *Scophthalmus maximus*. *J World Aquac Soc*. 1993;24(2):121-34.
- 47- Kolkovski S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. *Aquaculture*. 2001;200(1-2):181-201.
- 48- Langdon CJ. Microparticles types for delivering nutrients to marine fish larvae. *Aquaculture*. 2003;227(1-4):259-75.
- 49- Keramat Amir Kolaei AS, Ebrahimi MH. Replacement of live feed by dried feed affects growth and survival rate in fighter (*Betta splendens*) larvae. *J Fish*. 2008;2(2):49-56. [Persian]
- 50- Polat A, Bekievik G. The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives. In: Brufau J, Tacon A, editors. *Feed manufacturing in the Mediterranean region: Recent advances in research and technology Zaragoza*. 1998. p. 211.
- 51- Çelik İ, Çelik P, Gürkan M, Şahin T. Larval development of the freshwater angelfish *Pterophyllum scalare* (Teleostei: Cichlidae). *Turk J Fish Aquat Sci*. 2014;14:863-74.
- 52- Pedro Cañavate J, Fernández-Díaz C. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. *Aquaculture*. 1999;174(3-4):255-63.
- 53- Khemis I, Audet C, Fournier R, Dela Noue J. Early weaning of winter flounder (*Pseudopleuronectes Americanus* Walbaum) larvae on a commercial microencapsulated diet. *Aquac Res*. 2003;34: 445-452.
- 54- Faulk CK, Joan Holt G. Early weaning of Southern flounder, *Paralichthys lethostigma*, larvae and ontogeny of selected digestive enzymes. *Aquaculture*. 2009;296(3-4):213-8.
- 55- Boglione C, Gagliardi F, Scardi M, Cataudella S. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture*. 2001;192(1):1-22.
- 56- Lewis LM, Lall SP, Eckhard Witten P. Morphological descriptions of the early stages of spine and vertebral development in hatchery-reared larval and juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*. 2004;241(1-4):47-59.
- 57- Cahu C, Zambonino Infante JL, Takeuchi T. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*. 2003;227(1-4):245-58.
- 58- Lim LC, Cho YL, Dhert P, Wong CC, Nelis H, Sorgeloos P. Use of decapsulated *Artemia* cysts in ornamental fish culture. *Aquac Res*. 2002;33(8):575-89.
- 59- Jelkić D, Opačak A, Horvat D, Safner R. Common carp fry survival during salinity stress test: Effect of feeding regime - short communication. *Veterinarski Arhiv*. 2014;84(4):429-38.
- 32- Heidary M, Akbary P. The effect of *Artemia* nauplii on spawning, fecundity, percent of fertilization and growth of angel fish (*Pterophyllum scalar*). *J Anim Res*. 2013;26(4):355-64. [Persian]
- 33- Lavens P, Sorgeloos P, editors. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1996. pp. 283-95.
- 34- Gomez-Gil B, Herrera-Vega MA, Alberto Abreu-Grobois F, Roque A. Bioencapsulation of two different *Vibrio* species in nauplii of the brine shrimp (*Artemia franciscana*). *Appl Environ Microbiol*. 1998;64(6):2318-22.
- 35- Azevedo PA, Leeson S, Cho CY, Bureau DP. Growth and feed utilization of large size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in freshwater: Diet and species effects, and responses over time. *Aquac Nutr*. 2004;10(6):401-11.
- 36- AOAC. Official methods of analysis of AOAC. 1<sup>st</sup> Volume. 15<sup>th</sup> Edition. Horwitz W, editor. Arlington: AOAC; 1990.
- 37- Sørensen M, Storebakken T, Shearer KD. Digestibility, growth and nutrient retention in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets extruded at two different temperatures. *Aquac Nutr*. 2005;11(4):251-6.
- 38- Sakunthala Herath S, Senarathna Atapaththu KS. Sudden weaning of angel fish *pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) larvae from brine shrimp (*Artemia* sp) nauplii to formulated larval feed. *SpringerPlus*. 2013;2:102.
- 39- Bengtson DA, Lydon L, Ainley JD. Green-water rearing and delayed weaning improve growth and survival of summer flounder. *North Am J Aquac*. 1999;61(3):239-42.
- 40- Ribeiro L, Zambonino-Infante JL, Cahu C, Dinis MT. Digestive enzymes profile of *Solea senegalensis* post larvae fed *Artemia* and a compound diet. *Fish Physiol Biochem*. 2002;27(1-2):61-9.
- 41- Teshima SI, Koshio S, Ishikawa M, Alam MS, Hernandez LHH. Effects of protein and lipid sources on the growth and survival of red sea bream *Pagrus major* and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* receiving micro-bound diets during larval and early juvenile stage. *Aquac Nutr*. 2004;10(4):279-87.
- 42- Jamali H, Ahmadifard N, Noori F, Agh N, Gisbert E. Improving co-feeding strategies for Neotropical green terror cichlid (*Aequidens rivulatus*) larvae with lecithin-enriched *Artemia franciscana* nauplii: Effects on survival, growth performance and body composition. *Aquac Res*. 2018;49(12):3909-18.
- 43- Baskerville-Bridges B, Kling LJ. Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet. *Aquaculture*. 2000;189(1-2):109-17.
- 44- Lazo JP, Dinis MT, Joan Holt G, Faulk C, Arnold CR. Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*. 2000;188(3-4):339-51.