

## اثر ناپلئوس آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C روی رشد، بقاء لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان

\*پریا اکبری<sup>۱</sup>، سیدعباس حسینی<sup>۲</sup>، محمدرضا ایمانپور<sup>۳</sup>،  
محمد سوداگر<sup>۴</sup> و نورمحمد مخدومی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استادیار گروه علوم شیلات،  
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup>کارشناس آزمایشگاه، مرکز تکثیر و پرورش شهید مرجانی آق‌قلا  
تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۶/۲

### چکیده

این پژوهش در بهمن ماه سال ۱۳۸۵ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان (آق‌قلا) و با هدف تعیین میزان رشد و بقاء لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان از طریق تغذیه با آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C در ۴ تیمار مختلف و با ۳ تکرار در هر تیمار به مدت ۴ هفته انجام شد. لاروهای ماهی قزل‌آلا که تغذیه را آغاز کرده‌اند با میانگین وزن  $120/43 \pm 13/5$  میلی‌گرم به صورت تصادفی از حوضچه‌های پرورش ماهی انتخاب و با ۴ تیمار غذایی شامل: غذای کنسانتره تجاری (بیومار ساخت شرکت فرانسه)، ناپلئوس آرتمیای اینستار I آرتمیای غنی‌شده مخلوط آرتمیای غنی‌شده (۱۰ درصد) و غذای کنسانتره (۹۰ درصد) به مدت یک هفته تغذیه شدند. بعد از یک هفته، لاروهای هر تیمار به صورت جداگانه به مدت ۳ هفته با غذای کنسانتره (بیومار) تغذیه شدند نتایج نشانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از نظر رشد لاروها در هفته اول و هفته چهارم ( $P < 0/05$ ) بود. پس از ۲۸ روز آزمایش لاروهای تغذیه شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C با میانگین وزن برابر با  $657/50 \pm 57/93$  میلی‌گرم بالاترین وزن را داشتند ( $P < 0/05$ ) و همچنین تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر درصد بقاء مشاهده شد که بیشترین بقاء مربوط به تیمار تغذیه شده با ناپلئوس غنی‌شده بود (۹۶ درصد). بررسی ترکیبات بدن لاروها در روز هفتم آزمایش نشان داد که لاروهای تیمارهای مختلف از نظر درصد پروتئین و میزان کل چربی در بدن اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0/05$ ) بیشترین میزان چربی در تیمار تغذیه شده با غذای کنسانتره مشاهده شد، همچنین از نظر میزان پروتئین تیمار ۳ و ۴ در وضعیت بهتری نسبت به سایر تیمارها قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: غذای لاروی، آرتمیای غنی‌شده، اسیدهای چرب غیراشباع، ویتامین C، قزل‌آلای رنگین‌کمان

## مقدمه

صنعت آبرزی پروری با مشکلات بسیاری از جمله مشکل تغذیه‌ای، به‌ویژه در شروع تغذیه فعال قزل‌آلا، همراه با تلفات فراوان بچه ماهیان روبرومی‌باشد. به همین دلیل تولید و عرضه بچه ماهی مورد نیاز مزارع پرورش ماهیان سردابی از بازرترین و مهم‌ترین مسائل مورد توجه در این بخش می‌باشد. پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامتی و رشد را (در مراحل نوزادی) تضمین نماید (گیری و همکاران، ۲۰۰۲). آرتمیا به‌دلیل اندازه کوچک در زمان تفریح ناپلی تغذیه غیرانتخابی و کیفیت بالای غذایی می‌تواند به‌عنوان غذای آغازین، توسط بسیاری از گونه‌های ماهیان به‌خصوص در مراحل اولیه زندگی مورد استفاده قرار گیرد (سارجلوس و همکاران، ۲۰۰۱). با وجود کیفیت بالای آرتمیا، میزان اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین C در آنها پایین است. به دلیل تغذیه غیرانتخابی در آرتمیا، توانایی انتقال مواد مختلف در مقادیر گوناگون به آبزیان وجود دارد. بنابراین با تغذیه لاروها و بچه ماهیان با آرتمیا غنی‌سازی شده توسط اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره<sup>۱</sup> و ویتامین C مکانیسم‌های غیراختصاصی مقاومت عمومی در ماهیان و مقاومت آنها در برابر بیماری‌ها و تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر غنی‌سازی با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C باعث افزایش رشد و نرخ ماندگاری در برخی از گونه‌های ماهیان می‌شود (گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸؛ لیم و همکاران، ۲۰۰۲؛ نوری و همکاران، ۲۰۰۵). اثرات غذاهای زنده به‌خصوص آرتمیای غنی‌شده با اسید آسکوربیک در تغذیه گربه ماهی آفریقایی (مرچیه و همکاران، ۱۹۹۷) ماهی سیم اروپایی و گربه ماهی آفریقایی (مرچیه و همکاران، ۱۹۹۵b) شیر ماهی (گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸) خرچنگ دراز آب شیرین و میگوی ببری سیاه (مرچیه و همکاران، ۱۹۹۵a؛ مرچیه و همکاران، ۱۹۹۸) میگوی پا سفید

(*Penaeus vanamei*) (وترز و همکاران، ۱۹۹۹) آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع در قره‌برون (حاجی مرادلو و همکاران، ۲۰۰۴) تغذیه سوف نقره‌ای (*Bidyanus bidyanus*) (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۴) و ماهیان زیتنی آب شیرین (تامارا، ۱۹۸۹) مورد بررسی قرار گرفته است. در ایران غنی‌سازی ناپلئوس آرتمیای ارومیه با امولسیون‌های اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و بررسی پایداری آن در دوره‌های مختلف غنی‌سازی انجام شده است (مناف‌فر، ۲۰۰۱). با توجه به نیاز ماهیان قزل‌آلا به اسیدهای چرب غیراشباع (تاکان، ۱۹۹۰؛ تاکاچی و واتانابه، ۱۹۸۲) و ویتامین C (دابروسکی و همکاران، ۲۰۰۴) در این تحقیق اثر آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C و همچنین غذای کنسانتره تجاری (بیومار) به‌منظور بررسی رشد و بازماندگی لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

غنی‌سازی ناپلئوس آرتمیا: سیست آرتمیای مورد استفاده در این طرح *Artemia urmiana* از مرکز بهره‌برداری آرتمیای دریاچه ارومیه (با ۸۰ درصد تخم‌گشایی)، تهیه و طبق روش‌های استاندارد، پوسته‌زدایی و تخم‌گشایی شدند (سارجلوس و همکاران، ۱۹۹۳؛ لاونس و سارجلوس، ۱۹۹۶). ناپلئوس‌های تازه تخم‌گشایی شده آرتمیا با تراکم ۲۰۰۰۰۰ ناپلئوس در هر لیتر به ظروف مخروطی شکل شیشه‌ای حاوی آب شور با شوری ۲۵ در هزار، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و با هوادهی شدید به کمک پمپ آکواریم، منتقل شدند. غنی‌سازی آرتمیا با استفاده از فرمول ساده شده تریس انجام شد (تریس، ۲۰۰۰). جهت تهیه این ماده غنی‌ساز ۳۰ گرم ژلاتین در ۸۰۰ میلی‌لیتر آب جوش غیریونیزه حل و اجازه داده شد دمای مخلوط حاصله به ۴۰ درجه سانتی‌گراد برسد. ۱۶۰ میلی‌لیتر روغن ماهی کاد به مخلوط اضافه و به‌مدت ۳۰ ثانیه با

تیمار یک: لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان که از غذای کنسانتره شرکت بیومار تغذیه می‌کردند.

تیمار دوم: لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان که از ناپلی آرتیمیا (اینستار I) تغذیه می‌کردند.

تیمار سوم: لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان که از ناپلی‌های غنی‌شده با محلول تریس (حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین C) تغذیه می‌کردند.

تیمار چهارم: لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان که از مخلوط ۱۰ درصد ناپلی آرتیمیای غنی‌شده و ۹۰ درصد غذای کنسانتره بیومار تغذیه می‌کردند.

مقدار غذای روزانه هر گروه از لاروها با توجه به دمای متوسط آب حوضچه‌ها و با استفاده از جداول تغذیه‌ای مربوطه (تاکان، ۱۹۹۰) تعیین و در ۶ نوبت در اختیار لاروهای قزل‌آلا قرار گرفت. مقدار سیست مورد نیاز برای کشت در هر روز، با توجه به وزن خشک انفرادی هر عدد ناپلئوس آرتیمیای ارومیه که حدود ۲/۷ میکروگرم است (طیبی، ۲۰۰۱) و نیز کارایی تخم‌گشایی سیست‌های مورد استفاده در تحقیق محاسبات لازم انجام گرفت. بدیهی است که با توجه به حساسیت لاروهای قزل‌آلا به میزان اکسیژن محلول آب و برای این که فرصت کافی به لاروها جهت استفاده و تغذیه از ناپلئوس‌های آرتیمیا داده شود، در هر وعده غذایی به‌مدت نیم ساعت جریان آب قطع و غذای مورد نیاز در اختیار هر گروه قرار می‌گرفت و پس از آن جریان آب مجدد برقرار می‌شد. مدت زمان لازم برای بررسی تیمارهای غذایی یک هفته بود، پس از آن همه تیمارها به‌مدت ۳ هفته فقط با غذای کنسانتره (بیومار) تغذیه شدند و شاخص‌های رشد در ۴ زمان ۸، ۲۱ و ۲۹ روزگی بررسی گردید. در طول اجرای تحقیق، هر روز صبح قبل از شروع تغذیه لاروها ابتدا تلفات احتمالی لاروها در هر تانک شمارش و ثبت و سپس لاروهای مرده از تانک‌ها خارج می‌شد.

مخلوط‌کن هم زده شد، سپس آسکوربیل پالمیتات (۱۶ گرم) و ۴ زرده تخم‌مرغ اضافه شده و به‌مدت ۹۰ ثانیه هم زده شد. (مخلوط حاصله قابلیت نگهداری به‌مدت یک هفته در یخچال را دارا می‌باشد). ۰/۵ میلی‌لیتر از ماده غنی‌ساز به هر لیتر آب آرتیمیای تازه تخم‌گشایی شده ریخته شد بعد از ۱۰ الی ۱۲ ساعت بعد ۰/۵ میلی‌لیتر دیگر از این ماده به هر لیتر آب اضافه گردید. پس از گذشت ۲۴ ساعت از اولین غنی‌سازی هوادهی قطع و به سرعت با استفاده از الک‌های با روزنه‌های ۱۵۰ میکرومتری عبور داده و به آرامی با آب شیرین شستشو شدند و دوباره در آب با شوری ۲۵ در هزار در حال هوادهی تا زمان تغذیه لاروهای قزل‌آلا در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (لگر و همکاران، ۱۹۸۷؛ تریس، ۲۰۰۰). ترکیب اسیدهای چرب موجود در امولسیون تریس در تحقیق ایمانپور در سال ۲۰۰۵ آورده شده است.

**تیمارهای تغذیه‌ای و تعیین مقدار غذای روزانه:** این طرح در بهمن ماه سال ۱۳۸۵ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی شهرستان آق‌قلا گرگان به اجرا درآمد. اثر ۴ تیمار غذایی در مدت یک هفته بر روی لاروهای قزل‌آلا که کیسه زرده را جذب کرده و در شروع تغذیه فعال بودند (با وزن متوسط  $13/5 \pm 120/43$  میلی‌گرم) و با تراکم ۱۰ لارو در هر لیتر آب (با درجه حرارت  $9/3 \pm 1/36$  درجه سانتی‌گراد،  $pH=8/1 \pm 0/06$ ، میزان اکسیژن محلول  $7/89 \pm 0/33$  قسمت در میلیون)، با ۳ تکرار برای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفت. منبع آب مورد استفاده از مخلوط آب رودخانه و چاه بود. دو روز قبل از اجرای تیمارهای غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان خریداری شده از مرکز تکثیر ماهیان سردابی ضمیری (واقع در ۳۰ کیلومتری شهرستان آق‌قلا) که حدود دو سوم کیسه زرده آنها جذب شده بود به تعداد ۱۰۰ قطعه برای هر حوضچه (ده عدد در هر لیتر) شمارش و منتقل شدند. تیمارها عبارت بودند از:

تعیین میزان اسیدهای چرب در غذاها: برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب در ناپلئوس‌های آرمیای غنی‌شده، غنی‌نشده و لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف (سه نمونه از هر تیمار) از دستگاه گاز کروماتوگراف (مدل DANI-4600 ایتالیایی) استفاده شد. نمونه‌های آرمیا (هر تکرار شامل ۲۰۰ هزار ناپلی آرمیا) و لاروها (هر تکرار ۱۰ عدد) ابتدا در آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند (AOAC, ۱۹۹۰) و سپس تا زمان استخراج اسید چرب در ظروف در بسته و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. لازم به ذکر است که میزان ویتامین C به دلیل در دسترس نبودن دستگاه HPLC اندازه‌گیری نشد.

تعیین میزان ترکیبات بدن لاروها: پس از بررسی‌های اولیه زیست‌سنجی در روز هفتم و بیست و نهم دوره پرورش، برای تعیین ترکیبات بدن (پروتئین چربی) تعداد ۱۰ قطعه لارو به صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و پس از خشک کردن آب سطحی بدن، لاروها به صورت یک لایه نازک در کف پتری دیش قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در آن با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. پس از خارج کردن توده خشک از آن، لاروهای خشک شده در هاون به صورت پودر در آمده و تا زمان استخراج چربی و پروتئین در ظروف سربسته در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در ضمن برای تعیین درصد رطوبت لاروها، حدود ۰/۵ گرم از آنها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت کاملاً خشک شده سپس با محاسبه اختلاف وزن تر و خشک نمونه‌ها درصد رطوبت آنها محاسبه گردید (AOAC<sup>۱</sup>, ۱۹۹۰). اندازه‌گیری نیتروژن با استفاده از روش میکروکلدال<sup>۲</sup> و چربی خام به روش سوکسله از

طریق استخراج اتر<sup>۳</sup> صورت گرفت و همچنین خاکستر نیز از طریق سوزاندن در کوره در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت تعیین شد (AOAC, ۱۹۹۰).

بررسی‌های زیست‌سنجی لاروهای قزل‌آلا: در طول این بررسی در ۴ مرحله لاروهای قزل‌آلا مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند که در هر مرحله وزن و طول کل<sup>۴</sup> لاروها با دقت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. (مشکینی، ۲۰۰۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۵). اولین زیست‌سنجی قبل از شروع تغذیه لاروها صورت گرفت. برای این منظور تعداد ۱۲۰ لارو به طور تصادفی از میان لاروهای منتقل شده به مرکز انتخاب و مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. در مرحله بعدی پس از ۷ روز لاروهای قزل‌آلا تحت تیمارهای تغذیه‌ای مختلف قرار گرفتند، در روز هشتم از هر تیمار تعداد ۳۰ لارو (۱۰ لارو از هر یک از سه تکرار هر تیمار) به طور تصادفی برداشته شد. همچنین در روزهای بیست و یکم و بیست و نهم (مرحله سوم و چهارم) مانند مرحله قبل، تعداد ۳۰ لارو از هر تیمار انتخاب و در هر مرحله پارامترهای ذیل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (کوئتا و همکاران، ۲۰۰۲؛ لارا فلورس و همکاران، ۲۰۰۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

$$SGR\% = [\ln Wt_2 - \ln Wt_1 / t_2 - t_1] \times 100 \quad (1)$$

نرخ رشد ویژه = SGR,  $\ln Wt_1$  = لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی،  $\ln Wt_2$  = لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی،  $t_2 - t_1$  = طول دوره آزمایش

$$BWG\% = [Wt_2 - Wt_1 / Wt_2] \times 100 \quad (2)$$

وزن نسبی بدن = BWG%,  $Wt_1$  = وزن اولیه ماهی (گرم)،  $Wt_2$  = وزن نهایی ماهی (گرم)

$$IWG \text{ (mg/day)} = 1000 \times WG/t \quad (3)$$

میزان افزایش روزانه وزن بدن = IWG, WG = وزن به دست آمده (گرم)، t = تعداد روزهای پرورش

3- Ether Extract  
4- Total Length

1- Association of Official Analytical Chemists, AOAC  
2- Micro Kjeldal

$$CV\ SGR\ \% = 100 \times SD / \text{mean}\ SGR \quad (4)$$

ضریب تغییرات رشد ویژه (درصد) =  $CV\ SGR\ \%$ ،  $SD$  = انحراف معیار رشد ویژه،  $\text{mean}\ SGR$  = میانگین نرخ رشد ویژه

$$BWG = Wt_2 - Wt_1 \quad (5)$$

میزان افزایش توده زنده (میلی گرم) =  $BWG$ ،  $Wt_2$  = وزن نهایی (میلی گرم)،  $Wt_1$  = وزن اولیه (میلی گرم)

$$FCR = g\ \text{dry}\ \text{feed}\ \text{given} / g\ \text{live}\ \text{weight}\ \text{gain} \quad (6)$$

ضریب تبدیل غذایی =  $FCR$ ،  $g\ \text{dry}\ \text{feed}\ \text{given}$  = غذای داده شده به ماهی (گرم)،  $g\ \text{live}\ \text{weight}\ \text{gain}$  = وزن به دست آمده ماهی (گرم)

**بررسی درصد بقاء لاروهای قزل آلا:** با شمارش روزانه تعداد تلفات لاروهای قزل آلا رنگین کمان در طول دوره پرورش در تیمارهای مختلف درصد بقای لاروها از روز اول تا روز ۲۹ با توجه به معادله زیر محاسبه شد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

$$\text{Mortality}\ (\%) = 100 \times n_2 / n_1 \quad (7)$$

تعداد ماهی زنده نهایی =  $n_2$ ،  $n_1$  = تعداد ماهی اولیه،  $\text{Mortality}\ (\%)$  = درصد بقاء

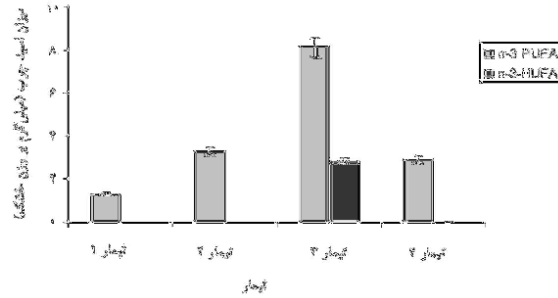
**تجزیه و تحلیل آماری:** برای تجزیه و تحلیل آماری، از روش آنالیز واریانس یک طرفه<sup>۱</sup> استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن<sup>۲</sup> انجام و وجود یا اختلاف معنی دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد و ۹۹ درصد تعیین گردید. همچنین آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام گرفت (وانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

## نتایج

نتایج بررسی ترکیب اسیدهای چرب ناپلئوس آرتمیای تازه تخم گشایی شده، و آرتمیای غنی و نگهداری شده در

یخچال در جدول ۱ نشان داد که پس از غنی سازی آرتمیای ارومیه با محلول غنی ساز تریس، که حاوی روغن ماهی کاد است میزان EPA، DHA و n-3HUFA افزایش یافت که به ترتیب ۰/۳۲±۰/۷۷۲، ۰/۲۵±۰/۱۲۷ و ۰/۲۸±۰/۹۹۹ میلی گرم در هر گرم وزن خشک آرتمیا تعیین شده است. نتایج بررسی ترکیب اسیدهای چرب در لاروهای قزل آلا رنگین کمان تغذیه شده با تیمارهای مختلف غذایی در روز ۲۹ آزمایش در جدول ۲ نشان داد که EPA و DHA به ترتیب به میزان ۰/۳۲±۰/۹۸۸، ۰/۱۰±۰/۳۶ میلی گرم در هر گرم وزن خشک لارو فقط در لاروهای تیمار سوم که از آرتمیای غنی شده تغذیه کرده بودند دیده شد و در سایر تیمارها EPA و DHA مشاهده نگردید. مقایسه میانگین اسیدهای چرب غیراشباع چند زنجیره سری n-3 PUFA در لاروها نشان داد که در بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ). بیشترین میزان که برابر است با ۰/۲۶±۰/۱۴ میلی گرم در هر گرم وزن خشک لارو در تیمار سوم مشاهده شد (شکل ۱). از نظر میزان کل اسیدهای چرب غیراشباع<sup>۳</sup> کمترین میزان در لاروهای تیمار دوم که از ناپلی اینستار I (غنی نشده) تغذیه کرده بودند دیده شد و سایر تیمارها با هم اختلاف معنی داری داشتند ( $P < 0/05$ ).

نتایج حاصل از رشد قزل آلا در سه مرحله رکوردگیری (روز هشتم، بیست و یکم و بیست و نهم) در ۴ تیمار مختلف در جدول ۳ منعکس شده است. لازم به ذکر است که در مورد همه پارامترهای اندازه گیری شده اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ).



شکل ۱- میانگین میزان n-3 HUFA و n-3 PUFA در بدن لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز ۲۹ آزمایش.

جدول ۱- میانگین میزان اسیدهای چرب در ناپلی آرتمیا (برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک).

| اسیدهای چرب | آرتمیا غنی نشده | آرتمیا غنی شده |
|-------------|-----------------|----------------|
| ۱۴:۰        | ۱/۳۰±۰/۱۰       | ۱/۳۰±۰/۲۰      |
| ۱۶:۰        | ۱۵/۷۹±۰/۳۹      | ۱۵/۵۰±۰/۹۵     |
| ۱۸:۰        | ۳/۹۹±۰/۷۸       | ۴/۵۳±۰/۰۷      |
| (۱۸:n-۹)    | ۱۸/۳۵±۰/۴۷      | ۱۶/۶۷±۰/۴۳     |
| (۱۸:۲n-۶)   | ۱۰/۱۲±۰/۹۵      | ۱۱/۳۳±۰/۵۴     |
| (۱۸:۳n-۳)   | ۳۰/۴۸±۰/۸۳      | ۳۶/۴۳±۰/۳۷     |
| (۲۰:۵n-۳)   | ۲/۸۰±۰/۴۳       | ۷/۷۲±۰/۳۲      |
| (۲۲:۶n-۳)   | tr              | ۱/۲۷±۰/۲۵      |
| SFA         | ۲۱/۴۱±۰/۸۴      | ۲۲/۵۹±۰/۳۰     |
| USFA        | ۶۲/۵۱±۰/۵۷      | ۶۷/۸۳±۰/۳۷     |
| PUFA        | ۲۷/۱۸±۰/۸۴      | ۴۳/۴۲±۰/۳/۵    |
| HUFA        | ۲/۸۰±۰/۴۳       | ۸/۹۹±۰/۲۸      |

tr = مقدار ناچیز، SFA = مجموع اسیدهای چرب اشباع، USFA = مجموع اسیدهای چرب غیراشباع، PUFA = مجموع اسیدهای چرب غیراشباع چندزنجیره، HUFA = مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره.

جدول ۲- میانگین میزان اسیدهای چرب در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان (برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در روز ۲۹ آزمایش.

| اسیدهای چرب | تیمار ۱                 | تیمار ۲                 | تیمار ۳                  | تیمار ۴                 |
|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ۱۴:۰        | ۳/۴۹±۰/۱۷ <sup>a</sup>  | ۰/۶۹±۰/۰۳ <sup>c</sup>  | ۰/۸۵±۰/۰۹۴ <sup>c</sup>  | ۳/۱۲±۰/۰۶ <sup>b</sup>  |
| ۱۶:۰        | ۲۳/۸۶±۰/۲۵ <sup>b</sup> | ۲۲/۶۸±۰/۱۵ <sup>c</sup> | ۱۹±۰/۱۹ <sup>d</sup>     | ۲۸/۴۴±۰/۱۱ <sup>a</sup> |
| ۱۸:۰        | ۱/۸±۰/۱۶ <sup>d</sup>   | ۶/۲۳±۰/۲۵ <sup>a</sup>  | ۵/۸۲±۰/۱۱ <sup>b</sup>   | ۴/۲۲±۰/۱۸ <sup>c</sup>  |
| (۱۸:n-۹)    | ۱۴/۹۹±۰/۰۸ <sup>c</sup> | ۱۴/۶۷±۰/۰۸ <sup>d</sup> | ۱۶/۶۱±۰/۱۴ <sup>a</sup>  | ۱۵/۴۸±۰/۱۹ <sup>b</sup> |
| (۱۸:۲n-۶)   | ۱۸/۰۷±۰/۱۱ <sup>b</sup> | ۱۳/۹۵±۰/۲۱ <sup>c</sup> | ۱۲/۲۳±۰/۱۲ <sup>d</sup>  | ۱۹/۵۵±۰/۲۶ <sup>a</sup> |
| (۱۸:۳n-۳)   | ۱/۳۶±۰/۰۶۹ <sup>d</sup> | ۳/۲۶±۰/۲۰ <sup>b</sup>  | ۵/۳۱±۰/۰۸ <sup>a</sup>   | ۲/۶±۰/۱۵ <sup>c</sup>   |
| (۲۰:۵n-۳)   | -                       | -                       | ۲/۹۸±۰/۰۳۲               | -                       |
| (۲۲:۶n-۳)   | -                       | -                       | ۰/۳۶±۰/۱۰                | -                       |
| SFA         | ۱۹/۱۴±۰/۱۱ <sup>b</sup> | ۱۷/۸۴±۰/۰۶ <sup>d</sup> | ۲۱/۰۱±۰/۰۳۲ <sup>a</sup> | ۱۸/۸۴±۰/۲۰ <sup>c</sup> |
| USFA        | ۳۹/۱۵±۰/۱۹ <sup>b</sup> | ۳۴/۱۰±۰/۱۹ <sup>d</sup> | ۳۷/۹۱±۰/۰۳۲ <sup>c</sup> | ۴۱/۱۵±۰/۱۲ <sup>a</sup> |
| PUFA        | ۱/۲۹±۰ <sup>d</sup>     | ۳/۳۰±۰/۲۱ <sup>b</sup>  | ۸/۱۴±۰/۲۶ <sup>a</sup>   | ۲/۹۱±۰/۱۶ <sup>c</sup>  |
| HUFA        | -                       | -                       | ۳/۴۴±۰/۲۳                | -                       |

تذکر: در هر ردیف اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

مطابق آیین برخطی از مدارهای رشد (سازماندهی) و سایر روش‌های مرسوم به شرح زیر است. همچنین در صورت لزوم، می‌تواند به روش دیگری و با رعایت شرایط زیر عمل کند.

| ردیف | شرح فعالیت    | تاریخ شروع | تاریخ اتمام | وضعیت       | مسئول | ملاحظات | تعداد |
|------|---------------|------------|-------------|-------------|-------|---------|-------|
| ۱    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۱/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱       | مشمول |
| ۲    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲       | مشمول |
| ۳    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۳       | مشمول |
| ۴    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۴       | مشمول |
| ۵    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۵       | مشمول |
| ۶    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۶       | مشمول |
| ۷    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۷       | مشمول |
| ۸    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۸       | مشمول |
| ۹    | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۹       | مشمول |
| ۱۰   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۰      | مشمول |
| ۱۱   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۱      | مشمول |
| ۱۲   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۲      | مشمول |
| ۱۳   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۳      | مشمول |
| ۱۴   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۴      | مشمول |
| ۱۵   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۵      | مشمول |
| ۱۶   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۶      | مشمول |
| ۱۷   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۷      | مشمول |
| ۱۸   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۸      | مشمول |
| ۱۹   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۱۹      | مشمول |
| ۲۰   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۰      | مشمول |
| ۲۱   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۱      | مشمول |
| ۲۲   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۲      | مشمول |
| ۲۳   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۳      | مشمول |
| ۲۴   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۴      | مشمول |
| ۲۵   | تعمیرات اساسی | ۱۳۸۵/۰۳/۰۱ | ۱۳۸۵/۰۳/۳۱  | پایان یافته | مهندس | ۲۵      | مشمول |

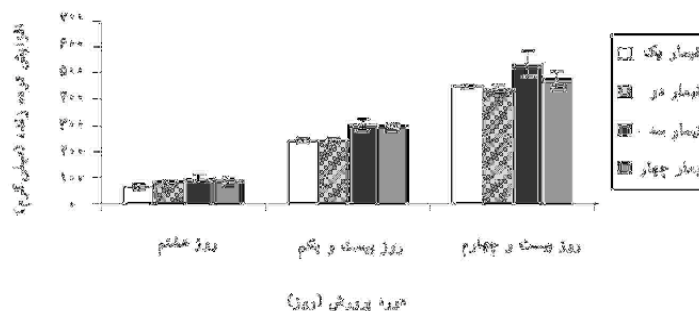
تذکره: در صورت بروز تغییرات در جدول فوق، باید به صورت فوری به مدیریت گزارش شود.

با توجه به شکل ۲ میانگین افزایش توده زنده در تیمار ۳ نسبت به سایر گروه‌ها در سه مرحله زیست‌سنجی (روز ۸، ۲۱ و ۲۹) بیشتر بود و در سطح اعتماد ۹۵ درصد بین تیمار ۱ و تیمارهای ۳ و ۴ در طول دوره آزمایش و همچنین در روز هفتم آزمایش بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و در روز بیست و یکم و بیست و نهم آزمایش بین تیمار ۱ و ۲ در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری دیده نشد ( $P > 0.05$ ).

در این بررسی درصد بقای لاروهای قزل‌آلا در سه مرحله زیست‌سنجی (روزهای هشتم، بیست و یکم و بیست و نهم) تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها نشان داد ( $P < 0.05$ ) که بیشترین درصد بقاء مربوط به تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C بود (تیمار ۳ و ۴) که در بین آنها تیمار ۳ بیشترین درصد بقاء را نشان داد و در سطح اعتماد ۹۹ درصد تیمار ۱ اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت به گونه‌ای که کمترین درصد بقاء لاروها در طول دوره پرورش در این تیمار مشاهده شد ( $P < 0.01$ ) (جدول ۴).

نتایج اثر تیمارهای مختلف غذا بر میزان رطوبت پروتئین و چربی در بدن لاروهای قزل‌آلا در روز ۸ و ۲۹ آزمایش در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان پروتئین بدن لاروهای که در بخش اول آزمایش (هفته اول) از غذای حاوی آرتمیای تغذیه کرده بودند یعنی تیمارهای دوم تا چهارم، نسبت به تیمار اول بالاتر ولی میزان چربی برعکس این حالت، در تیمار اول بیشتر از سایر تیمارها دیده شد (جدول ۵).

مطابق نتایج حاصل (جدول ۳) میانگین وزن در تیمار ۳ نسبت به سایر گروه‌ها در سه مرحله زیست‌سنجی (روزهای هشتم بیست و یکم و بیست و نهم) بیشتر بود اما اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین تیمار ۱ و ۲ در روزهای بیست و یکم و بیست و نهم وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). همچنین در سطح اعتماد ۹۵ درصد بین تیمار ۳ و ۴ در روز بیست و یکم اختلاف معنی‌دار دیده نشد ( $P > 0.05$ ). این در حالی است که اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد بین تیمار ۳ و سایر گروه‌های آزمایشی مشاهده شد ( $P < 0.01$ ). مطابق جدول‌های شاخص رشد (جدول ۳) در روزهای هشتم و بیست و یکم میانگین طول لاروها در تیمار ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نشان نداد ( $P > 0.05$ ) و در کل دوره پرورش کمترین میزان طول در لاروهای تیمار ۱ مشاهده شد و بیشترین میانگین طول در تیمار ۳ مشاهده شد ( $P < 0.01$ ). مطابق جدول ۳ در روز هشتم آزمایش اختلاف محسوسی بین تیمارها (به‌جز تیمار ۱) از لحاظ نرخ رشد ویژه دیده نشد ( $P > 0.05$ ). همچنین در روز بیست و یکم (جدول ۴) اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین تیمار ۱ و ۲ همچنین بین تیمار ۳ و ۴ از لحاظ نرخ رشد ویژه دیده نشد ( $P > 0.05$ ). اما نرخ رشد ویژه در تیمار ۳ از نظر عددی بیشتر از سایر تیمارها بود و در پایان دوره آزمایشی (جدول ۵) اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹ درصد بین تیمار ۳ و سایر تیمارها وجود داشت ( $P < 0.01$ ). ولی در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۱ با ۴ و همچنین ۱ با ۲ مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین افزایش توده زنده نهایی لاروهای قزل‌آلا در روزهای هشتم و ۲۱ و ۲۹ آزمایش در تیمارهای مختلف.



جدول ۴- میانگین و انحراف معیار درصد بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مختلف تا روز ۲۹ آزمایش.

| تیمار   | روز اول تا هشتم       | روزهفتم تا بیست و یکم | روز بیست و یکم تا بیست و نهم | روز اول تا بیست و نهم |
|---------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| تیمار ۱ | ۸۶±۳/۵۱ <sup>c</sup>  | ۸۷±۲/۹۹ <sup>b</sup>  | ۹۰±۰/۸۱ <sup>b</sup>         | ۶۷±۱ <sup>d</sup>     |
| تیمار ۲ | ۹۶±۱/۱۵ <sup>ab</sup> | ۹۴±۲/۱۲ <sup>a</sup>  | ۹۳±۳/۴۳ <sup>ab</sup>        | ۸۴±۲ <sup>c</sup>     |
| تیمار ۳ | ۹۸±۱/۱۵ <sup>a</sup>  | ۹۹±۰/۶۴ <sup>a</sup>  | ۹۹±۰/۶ <sup>a</sup>          | ۹۶±۱ <sup>a</sup>     |
| تیمار ۴ | ۹۳±۱/۵۲ <sup>b</sup>  | ۹۵±۲/۷۷ <sup>a</sup>  | ۹۵±۲/۷۷ <sup>ab</sup>        | ۸۸±۲/۰۸ <sup>b</sup>  |

تذکر: در هر ردیف اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌دار دارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد رطوبت پروتئین، چربی و خاکستر در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان در روز هشتم و بیست و نهم آزمایش وزن خشک بدن.

| تیمار   | زمان نمونه‌برداری (روز) | رطوبت درصد              | پروتئین درصد             | چربی درصد               | خاکستر درصد             |
|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| تیمار ۱ | هشتم                    | ۸۱/۶۱±۰/۱۰ <sup>a</sup> | ۶۵/۶۰±۰/۲۵ <sup>d</sup>  | ۱۲/۰۵±۰/۵۶ <sup>a</sup> | ۷/۰۷±۰/۴۰ <sup>d</sup>  |
| تیمار ۲ | هشتم                    | ۸۱/۰۲±۰/۴۴ <sup>b</sup> | ۶۶/۹۹±۰/۱۳ <sup>b</sup>  | ۱۱/۳±۰/۰۷ <sup>b</sup>  | ۱۱/۳±۰/۰۷ <sup>b</sup>  |
| تیمار ۳ | هشتم                    | ۸۱/۰۶±۰/۵۴ <sup>b</sup> | ۶۷/۷۱±۰/۴۹ <sup>a</sup>  | ۶۷/۷۱±۰/۴۹ <sup>a</sup> | ۶/۹۸±۰/۳۹ <sup>a</sup>  |
| تیمار ۴ | هشتم                    | ۸۱/۰۵±۰/۱۸ <sup>b</sup> | ۶۷/۳۰±۰/۱۵ <sup>c</sup>  | ۱۱/۳۳±۰/۴۶ <sup>b</sup> | ۶/۸۷±۰/۵۴ <sup>c</sup>  |
| تیمار ۱ | بیست و نهم              | ۸۳/۶۱±۰/۵۳ <sup>a</sup> | ۶۸/۷۰±۰/۵۵ <sup>c</sup>  | ۱۴/۶۴±۰/۴۶ <sup>a</sup> | ۷/۳۱±۰/۷۹ <sup>a</sup>  |
| تیمار ۲ | بیست و نهم              | ۸۳/۶۱±۰/۵۳ <sup>a</sup> | ۷۰/۰۸±۰/۷۷ <sup>a</sup>  | ۱۳/۶۷±۰/۳۰ <sup>d</sup> | ۷/۶۱±۰/۲۹ <sup>ab</sup> |
| تیمار ۳ | بیست و نهم              | ۸۱/۵۰±۰/۴۰ <sup>b</sup> | ۷۱/۸۲±۰/۲۸ <sup>ab</sup> | ۱۴/۱۵±۰/۱۴ <sup>c</sup> | ۷/۳۲±۰/۵۵ <sup>a</sup>  |
| تیمار ۴ | بیست و نهم              | ۸۱/۲۵±۰/۳۴ <sup>b</sup> | ۶۹/۲۵±۰/۳۴ <sup>b</sup>  | ۱۴/۳۶±۰/۲۲ <sup>b</sup> | ۷/۳۹±۰/۴۷ <sup>b</sup>  |

تذکر: در هر ردیف اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌دار دارند ( $P < 0.05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

۱) و ناپلئوس آرتیمیای غنی‌نشده (تیمار ۲) موجب بهبود رشد و افزایش درصد بازماندگی می‌شود. ارتباط بین استفاده از آرتیمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع در تغذیه لاروی و افزایش رشد و بازماندگی در تحقیقاتی که بر روی برخی ماهیان و سخت‌پوستان انجام شده به اثبات رسیده است (طیبی، ۲۰۰۱؛ گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸). مقادیر اسیدهای چرب ناپلی تازه تخم‌گشایی و غنی‌شده آرتیمیا در جدول ۱ نشان داد که مقادیر DHA و EPA پس از غنی‌سازی آرتیمیا افزایش یافته است که با مطالعات انجام شده توسط گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸ در این زمینه هم‌خوانی دارد. طی این بررسی مقادیر اسید لینولنیک، لینولنیک، دکوزا هگزانوئیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید، و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره در آرتیمیای غنی‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از آرتیمیای شاهد اندازه‌گیری شد ( $P < 0.05$ ). در آرتیمیای شاهد میزان اسیدهای چرب DHA و EPA پایین می‌باشد که با مطالعات صورت گرفته در این زمینه هم‌خوانی دارد (جدول ۳) (گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به جدول ۲ مشخص می‌شود که در نوزادهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

در بافت‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، اسیدهای چرب لینولنیک (۳-n) نسبت به خانواده لینولنیک (۶-n) از ارزش بیشتری برخوردارند (سدویک، ۱۹۹۰). همچنین نیاز ماهی قزل‌آلا و سایر آبزیان به اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (۳-HUFA-n) جهت بهبود رشد به اثبات رسیده است (تاکون، ۱۹۹۰). با وجود این لاروماهیان قزل‌آلا قادر به تبدیل اسیدهای چرب خانواده لینولنیک<sup>۱</sup> به اسیدهای چرب بلند زنجیره مثل ایکوزا پنتانوئیک اسید<sup>۲</sup> و دیکوزا هگزانوئیک اسید<sup>۳</sup> نمی‌باشند (سدویک، ۱۹۹۰)، بنابراین افزودن اسیدهای چرب غیراشباع به‌خصوص ایکوزا پنتانوئیک اسید و دیکوزا هگزانوئیک اسید به جیره غذایی ماهیان به‌ویژه در دوران لاروی، امری حیاتی و ضروری به‌نظر می‌رسد. نتایج تحقیق حاضر ثابت کرد که تغذیه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با آرتیمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب بلند زنجیره و ویتامین C در مقایسه با غذای کنسانتره (تیمار

1- Linolenic Acid (18:3n-3)

2- Eicosa Pentaenoic Acid (EPA.20:5n-3)

3- Docosaheaxaenoic Acid (DHA .22:6n-3)

غنی شده مقادیر اسید لینولنیک، اسید لینولئیک، دکوزا هگزانوئیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید و مجموع اسیدهای چرب بلند زنجیره نسبت به تیمار ۱ به طور معنی داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت (جدول ۲). تمامی اسیدهای چرب ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ کربنه در نوزادهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تیمار ۱ وجود دارد و میزان اسیدهای چرب DHA و EPA در حد پایینی است. که بعد از غنی‌سازی در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بعد از غنی‌سازی میزان اسیدهای چرب ۱۴ و ۱۶ کربنه کاهش و اسیدهای ۲۰ و ۲۲ کربنه افزایش یافت (جدول ۲) که با مطالعات صورت پذیرفته توسط محققان دیگر روی سایر آبزیان پرورشی هم‌خوانی دارد (حاجی‌مرادلو و همکاران، ۲۰۰۴؛ گاپاسین و همکاران، ۱۹۹۸). لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر ویتامین C اندازه‌گیری نشد ولی اسید آسکوربیک در گروه زیادی از فعالیت‌های شیمیایی زنده شرکت می‌کند و مقادیر آن در تخم ماهی بالا است که نشان از اهمیت بالای این ریزمغذی در مراحل اولیه زندگی ماهیان دارد (دابرووسکی و بلوم، ۱۹۹۴). رشد لاروها (میانگین وزن، میانگین طول کل، افزایش روزانه وزن بدن، درصد نسبی وزن بدن، میانگین افزایش توده نهایی و نرخ رشد ویژه) در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) در همه فاکتورها نشان داد، همان‌طور که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است متوسط بیشترین افزایش وزن تا روز ۲۹ آزمایش مربوط به تیمار استفاده‌کننده از آرتمیای غنی شده با اسید چرب بلند زنجیره و ویتامین C (تیمار ۳) و کمترین آن مربوط به تیمارهای ۱ و ۲ (غذای کنسانتره و ناپلی غنی‌نشده) با عدم اختلاف معنی دار بین دو تیمار می‌باشد ( $P > 0.05$ ). که با نتایج تحقیق گاپاسین و همکاران در سال ۱۹۹۸ روی خامه ماهی (*Chanos chanos*) تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با HUFA و ویتامین C روی رشد لاروها و مقاومت به استرس (تلفات کمتر) هم‌خوانی داشت. در خصوص ضریب تبدیل غذایی تا روز ۸ آزمایش تیمارهایی که از ناپلی آرتمیا (غنی‌شده و نشده) تغذیه نمودند به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است که

با تحقیقات کوئتا و همکاران (۲۰۰۲) و تاکوچی و واتانابه (۱۹۸۲) هم‌خوانی داشت. بررسی تلفات لاروهای قزل‌آلا در این تحقیق، نشان می‌دهد که تغذیه آنها با آرتمیای اینستار I (غنی‌نشده) نسبت به غذای کنسانتره تا حدودی باعث افزایش بقاء می‌شود ولی استفاده از اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بلند در غذای روزانه که در تیمار سوم و چهارم دیده می‌شود بقاء لاروها را بسیار بیشتر افزایش داده است و علت آن هم احتمالاً به دلیل فراهم بودن و دخالت HUFA-۳ در غشای سلولی لاروهاست که از لحاظ فیزیولوژیکی باعث بهبود وضعیت آنها می‌شود (آکو و همکاران، ۱۹۹۴). نتایج این تحقیق یافته‌های پیشین مبنی بر اهمیت اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره را در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را تایید می‌کند در مطالعه‌ای که تاکوچی و واتانابه در سال ۱۹۸۲ انجام دادند با افزودن ۱ درصد دیکوزا پنتانوئیک اسید با ۱ درصد HUFA در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش رشد شدند و در نتایج آنها به اثبات رسید که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به DHA و HUFA نسبت به اسید لینولئیک (۳-۳:۱۸) در مورد افزایش رشد بهتر پاسخ می‌دهد. همچنین در مرحله دوم آزمایش (از روز هشتم به بعد) که همه لاروها در تیمارهای مختلف با غذای کنسانتره تغذیه شدند بیشترین میزان رشد در لاروهایی دیده شد که در دوره اول آزمایش از آرتمیای غنی شده و یا مخلوط آرتمیای غنی شده با غذای کنسانتره تغذیه کرده بودند (تیمار ۳ و ۴) به این ترتیب با نتایج تحقیق تاکوچی و واتانابه (۱۹۸۲) و نتایج تحقیق حاضر، اهمیت بالای اسیدهای چرب بلند زنجیره در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌خصوص در دوران لاروی روشن می‌شود. مشکینی (۲۰۰۳) اثر تغذیه ناپلئوس آرتمیای غنی شده با ویتامین C روی رشد و بقاء در قزل‌آلای رنگین‌کمان را بررسی کرد و بیشترین رشد را در تیمار تغذیه شده از آرتمیای غنی شده و کنسانتره مشاهده نمود. ولی در تحقیق حاضر شاید به دلیل عدم میزان کافی ناپلئوس آرتمیا در جیره غذایی مخلوط (تیمار ۴) که ۱۰ درصد را شامل می‌شد سبب شد که رشد کمتری نسبت

به تیمار تغذیه شده از ناپلی آرتمیای غنی شده (تیمار ۳) داشته باشد و توصیه می‌شود به منظور توجیه اقتصادی بهتر، این نسبت ناپلئوس آرتمیا به غذای کنسانتره تغییر نماید و در مراکز از مخلوط این دو جیره استفاده گردد. نتایج حاصل از تأثیر ۴ نوع غذای مختلف در ترکیبات بدن لاروهای قزل‌آلا این تحقیق نشان داد که لاروها در روز هشتم آزمایش از نظر پروتئین در تیمارهای مختلف به استثنای تیمار ۱ اختلاف محسوسی را نشان نمی‌دهند ولی بیشترین میزان پروتئین در لاروهای تغذیه شده با آرتمیا (غنی شده و نشده) دیده شد. تحقیق حاضر نشان می‌دهد که وجود آرتمیا غنی شده در جیره غذایی روزانه لاروماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در میزان چربی کل بدن لارو تغییری ایجاد نمی‌کند ولی باعث بهبود میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره می‌شود که در رشد ماهیان موثر است (تاکوچی و واتانابه، ۱۹۸۲؛ تاکون، ۱۹۹۰). استفاده از آرتمیا (غنی شده و نشده) در جیره آغازین لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش پروتئین در بدن لاروها می‌شود علت آن نیز به دلیل بالاتر بودن پروتئین در ناپلئوس آرتمیا ارومیانا (طبیعی، ۲۰۰۳) (جدول ۹) نسبت به غذای کنسانتره است. بنابراین می‌توان چنین اظهار داشت که ناپلئوس آرتمیای ارومیه اگرچه از نظر

اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره ممکن است ضعیف باشد ولی از نظر میزان پروتئین می‌تواند نیاز لاروهای قزل‌آلا را در مراحل آغاز تغذیه به‌طور کامل برآورده سازد و بر غذای کنسانتره تجاری برتری دارد.

بنابراین برای دستیابی به تولید بالا، بهینه‌سازی وضعیت تغذیه لاروهای قزل‌آلا به‌خصوص با استفاده از اسیدهای چرب و ویتامین C در جیره غذایی روزانه و انتقال آن به بدن ماهی از طریق غذای زنده، استفاده از آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره در مراکز تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توصیه می‌شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مدیریت مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی (آق‌قلا)، آقای مهندس علی محمدی و آقای مهندس مخدوم کارشناس آزمایشگاه و سایر پرسنل محترم آن مرکز و همچنین آقای مهندس صفافر کارشناس آزمایشگاه کنترل کیفی غذا و دارو تهران که در انجام این تحقیق ما را یاری کردند سپاسگزاری می‌نمایم.

### منابع

1. Ako, h., Tamani, C.S., Bass, P., and Lee, C.S. 1994. Enhancing the resistance to physical stress in larvae of *Mugil cephalus* by the feeding of enriched *Artemia nauplii*, *Aquaculture*, jour. 122: 81-90.
2. AOAC. 1990. In: W. Horwitz (Ed). Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists (AOAC). Vol.1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, ashington DC, 1963p.
3. Gapsin, R.S.J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P., and Nelis, H.J. 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish. (*Chanos chanos*) larval performance, *Aquaculture*. 162:269-285.
4. Girri, S.S., Sahoo, S.K., SHU, B.B., Sahu, A.K., Mohanty, S.N., Mohanty, P.K., and Ayyappan, S. 2002. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light photoperiod and feeding regims. *Aquaculture*. 213:157-161.
5. Hajimoradloo, A., Agh, N., and Ghorbani, R. 2004. Effect of W<sub>3</sub> Un saturate Fatty Acid- enriched *Artemia urmiana* on survival of *Acipenser persicus*, final report of proposal research, Gorgan, *Journal of Agri. Sci. & Nutr. Resour*, 41p. (In Persian)
6. Imanpour, M.R. 2005. Effects of light spectrum, photoperiod and enrichment on larviculture and fingerlings osmoregulation in *Rutilus frisii kutum*. Ph.D. Thesis of fisheries sciences, Agriculture and Natural Resources University of Gorgan, 107p. (In Persian)
7. Koueta, N., Boucaud-Camou, E., and Noel, B. 2002. Effect of enriched natural diet on survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis*. *Aquaculture*, 203:293-310.
8. Lavens, P., and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture (Eds) food and agriculture organization of the United Nations, Pp: 101-248.

9. Lara-Flors, M., Olvera-Novoa, Miguel A., Guzman-Mendez, Beatriz E., and Lopez-Madrid, W. 2003. Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisia* as growth parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Aquaculture*, jour. 216:193-201.
10. Leger, P., Bengston, D.A., and Sorgeloos, P. 1987. The nutritional value of Artemia. *Artemia Research and its application* Vol. 3.
11. Lim, L.C., Dhert, P., Chew, W.Y., Dermaux, V., Nelis, H., and Sorgeloos, P. 2002. Enhancement of stress resistance of guppy *Poecilia reticulata* through feeding with vitamin C supplement. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 33-40.
12. Manaffar, R. 2001. Enriching *Artemia urmiana* with emulsion of fatty acid and Dunaliella and effect of HUFA metabolism under cold incubation. M.Sc thesis of fisheries sciences, Tehran. Modares University. 70p.
13. Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Dehasque, M., Nelis, H., Deleenheer, A., and Sorgeloos, P. 1995a. Variation of ascorbic acid content in different live food organisms *Aquaculture*, 134:325-337.
14. Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Pector, R., Maisoni, A.F., Nelis, H., Ollevier, F., Deleenheer, A., and Sorgeloos, P. 1995b. Live food mediated vitamin C transfer to *Dicentrarchus labrax* and *Clarias gariepinus* J. *Appl. Ichthyol.* 11:336-341.
15. Merchie, G., Lavens, P., Verreth, J., Ollevier, F., Nelis, H., Deleenheer, A., Storch, V., and Sorgeloos, P. 1997. The effects of supplemental ascorbic acid in enriched live food for *Clarias gariepinus* larvae of start feeding. *Aquaculture*, 151:245-258.
16. Merchie, G., Kontara, E., Lavens, P., Robles, R., Kurmaly, K., and Sorgeloos, P. 1998. Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (fabricius) *Aquaculture Research*. 29:579-585.
17. Meshkini, S. 2003. The effect of vitamin C- enriched *Artemia urmiana* on growth, survival and resistance to environmental stresses, Ph.D. Thesis of veterinary sciences, Tehran university, 139p. (In Persian)
18. Noori, F., Azari Takami, G., and Sorgeloos, P. 2005. Enrichment of Artemia with essential fatty acids, lipid emulsion and vitamin C and its effect on the performance of *Acipenser persicus* larvae under the effect of salinity stress, P. 9-13, 5<sup>th</sup> international symposium on sturgeon, Ramsar, Iran, (In Persian).
19. Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, Ph., and Tackaert, W. 1993. The use of Artemia in marine fish larviculture TML Conference Proceeding. 3:73-86.
20. Sorgeloos, P., Dhert, P., and Candreva, P. 2001. Use of brine shrimp *Artemia* spp., In marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200:147-159.
21. Sedgwick, S.D. 1990. Trout farming handbook, 5th ed. Fishing News books, Pp:101-113.
22. Smith, D.M., Hunter, B.J., Allen, G.L., Roberts, D.C.K., Booth, M.A., and Gleicros, B.D. 2004. Essential fatty acids in diet of silver perch, *Bidyanus bidyanus*: effect of linolenic and linoleic acid on growth and survival. *Aquaculture*, 236:377-390.
23. Taiebi, A. 2001. Effects of feeding with HUFA-enriched Artemia on growth, survival and resistance *Fenneropenaus indicus* post larva, to salinity stress, M.Sc. thesis of fisheries sciences, Tehran University, 63p. (In Persian)
24. Takon, A.G.J. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp, Argent laboratories press, Vol1 the Essential Nutrient. 117p.
25. Takeuchi, T., and Watanabe, T. 1982. Effect of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of *Rainbow trout*, *Coho Salmon* and *Chum Salmon*. *Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries*. 41:1745-1752.
26. Tamaru, C.S. 1998. Enrichment of Artemia for use in freshwater ornamental fish production. *Trop. Agri. and human resource*, number. 133:21.
27. Treece, G.D. 2000. Artemia production for marine larvae *Fish Culture*. SRAC publication NO. 702.
28. Wang, C., Xie, S., Zheng, K., Zhu, X., Lie, W., Yang, Y., and Liu, J. 2005. Effects of live food and formulated diets on survival, growth and protein content of first- feeding larvae of *Pleleobagrus fulvidraco*. *Journal of Appl. Ichthyol.* 21:210-214.
29. Wouters, R., Gomez, L., Lavens, P., and Calderon. 1999. Feeding enriched Artemia biomass to *Penaeus vannamei* broodstock: its effects on reproductive performance and larval quality. *Journal of Shellfish Research*. 18: 2. 651-656.

## **The effect of n-3HUFA and vitamin C- enriched *Artemia urmiana* nauplii on growth, survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae**

**\*P. Akbary<sup>1</sup>, S.A. Hosseini<sup>2</sup>, M.R. Imanpoor<sup>3</sup>, M. Sudagar<sup>2</sup> and N.M. Makhdomi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Former M.Sc. Student, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Associat Prof., Dept. of Fisheries Marjani Reproduction and Culture Complex of Sturgeon fish, Gorgan, Iran

---

---

### **Abstract**

The objective of this study was to investigate the effect feeding rainbow trout larvae with HUFA and vitamin C- enriched *Artemia urmiana* nauplii in an- one week period. For this purpose, 4 feeding treatments were applied to rainbow trout larva (with average weight of  $120.43 \pm 13.5$  mg) as follows. 1) artificial food 2) newly hatched *Artemia* 3) enriched *Artemia* 4) 10% enriched *Artemia* and 90% artificial food. After one week experiment, all groups of fish were switched to the commercial diet for an additional 3 week period to determine if any early benefits in weight gain were sustained when fish were switched to pelleted. In the first week and end of experiment, results showed that growth of larva in various treatments were significantly different ( $P < 0.05$ ). After 4 weeks, the larva in treatment 3 with the average weight of  $657.50 \pm 57.93$  mg had the highest body weight ( $P < 0.05$ ). The highest percentage of survival (96%) was observed in treatment 3 ( $P < 0.05$ ). investigate of proximate compositions of trout larvae in the first week showed that the protein and total lipids in the body of larvae had significant differences between treatments ( $P < 0.05$ ). The highest crud lipid was observed in treatment 1 and the crud protein in the larvae of treatment 3 and 4 was significantly different compared to other treatment groups ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** larval feed enriched Artemia; Highly Un Saturated Fatty Acids; vitamin C; *Oncorhynchus mykiss*