

## اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای به عنوان مکمل غذایی بر رشد و بقای لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

• محمد صادق علوی یگانه

دانش آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی

• عبدالمحمد عابدیان کناری

استادیار گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی

• مسعود رضایی

استادیار گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی

تاریخ دریافت: خردادماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: بهمن‌ماه ۱۳۸۵

Email: alavi\_tmu@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق با هدف افزایش میزان رشد و بقا در لاروهای قزل آلای رنگین کمان از طریق تغذیه با مکمل آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی در چهار سطح ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد در مقایسه با غذای تجاری در ۹ گروه مختلف و با چهار تکرار به مدت ۶۰ روز در کارگاه تکثیر و پرورش آزادماهیان شهیدباهنر کلاردشت صورت گرفت. لاروهای تازه به تغذیه افتاده قزل آلا به صورت تصادفی از حوضچه‌های پرورش انتخاب شده و با ۹ تیمار غذایی مختلف تغذیه گردیدند. در پایان آزمایش تیمارهای دوم (مخلوط ۹۰٪ غذای تجاری و ۱۰٪ آرد گاماروس رودخانه‌ای) و ششم (مخلوط ۹۰٪ غذای تجاری و ۱۰٪ آرد گاماروس دریایی) به طور معنی‌داری افزایش وزن و ضریب رشد روزانه بیشتری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند ( $p < 0/05$ ) بیشترین میزان رشد در تیمار ششم بدست آمد که از نظر افزایش وزن، افزایش طول و ضریب رشد روزانه اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت ( $p < 0/05$ ). کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی و بیشترین مقدار فاکتور وضعیت نیز در تیمار ششم مشاهده شد اما این اختلاف با اغلب تیمارها معنی‌دار نبود ( $p \geq 0/05$ ). از نظر میزان بقا به جز تیمار پنجم اختلاف معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد ( $p \geq 0/05$ ). توجه به ارزش غذایی، میزان کاروتنوئید کل و اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) به خصوص EPA و DHA موجود در گاماروس دریایی، همچنین افزایش رشد مشاهده شده، تغذیه لارو قزل آلای رنگین کمان با ۱۰٪ مکمل آرد گاماروس توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: تغذیه، غذای لاروی، آرد گاماروس، رشد و بقا، قزل آلای رنگین کمان

Pajouhesh &amp; Sazandegi No 77 pp: 113-123

Effect of gammarus powder as a supplementary diet on growth and survival of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*)

By: M. S. Alavi Yeganeh, MS.c Graduated of Fisheries, Tarbiat Modares University, Dept. of Marine Science , A.m. Abedian and, M. Rezaii., Assist Prof. of Fisheries, Tarbiat Modares University, Dep. of Marine Science

This experiment was conducted to increase the growth and survival of rainbow trout larvae by feeding freshwater and brackish water gammarus powder as a supplementary diet in four different levels (10%, 25%, 50% and 100%) in 9 treatments and 4 replicate. Larvae, which had been, absorbed 2/3 of their yolk sac collected randomly from rearing tanks and fed for 60 day by 9 different supplemented diets and common trade diet as blank. At the end of experiment groups which fed with 10% fresh and brackish water gammarus powder (second and sixth), significantly ( $p < 0.05$ ) showed higher weight gain (WG) and special growth rate (SGR). By comparing with control group, highest growth in weight gain, length gain (LG) and special growth rate, obtained from sixth treatment which have significant difference ( $p < 0.05$ ) with other treatments. Lowest food consumption rate (FCR) and highest condition factor (CF) observed in sixth treatment, but there was not significantly different ( $p > 0.05$ ) with other treatments. During rearing time except of fifth treatment there was not significance different between other treatments in survival rate ( $p > 0.05$ ). Due to high content of total carotenoid and high unsaturated fatty acids (specially EPA and DHA) it can be suggested that using of 10% brackish water gammarus powder is suitable for increasing of growth rate and production of high quality rainbow trout larva.

Key words: Larval feed, Gammarus powder, Growth, Survival, Rainbow trout.

## مقدمه

مرحله آغاز تغذیه خارجی در این خصوص باعث ضعیف شدن و پایین آمدن کیفیت لاروها و در نتیجه تلفات بالا می‌گردد. در پرورش لارو ماهیان اصلی‌ترین مسئله تامین غذای با کیفیت بالاست که به راحتی توسط لارو ماهی پذیرفته و هضم شود (۱۵). بهبود شرایط تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی در این راستا می‌تواند گامی موثر در افزایش تولید ماهی قزل آلائی رنگین کمان محسوب گردد.

ماهی‌ها مانند سایر حیوانات قادر به تولید کاروتنوئیدها نبوده و در شرایط طبیعی این دسته از مواد را از طریق غذای مصرفی خود که شامل جلبکها، سخت پوستان و یا نرم‌تنان بوده و غنی از کاروتنوئیدها می‌باشند تامین می‌کنند. از این رو کاروتنوئیدها در شرایط پرورشی می‌بایست به صورت مکمل غذایی مورد استفاده قرار گیرند (۳۰). در این راستا استفاده از منابع کاروتنوئیدی متعددی از جمله آرد سخت پوستان (۱۷، ۲۲)، مخمرهای قرمز (۱۴) و غیره به صورت مکمل غذایی توسط محققین مختلف توصیه گردیده است. بسیاری از مولفین نیز استفاده از کاروتنوئیدهای سنتز شده را توصیه کرده‌اند (۱۳، ۹)، که در این بین آستاگزانتین و کانتاگزانتین بیش از بقیه مورد توجه می‌باشند. از سوی دیگر در تغذیه قزل آلائی رنگین کمان اسیدهای چرب خانواده لینولیک (۳-ن) نسبت به خانواده لینولینیک<sup>۲</sup> از ارزش بیشتری برخوردارند (۲۳)، و نیاز ماهی قزل آلا و سایر آزاد ماهیان به اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیر<sup>۳</sup> (HUFA) سری ۳-n به اثبات رسیده است (۲۷). با وجود این

جمعیت رو به رشد جهان، روی آوردن انسان به منابع غذایی جدید به خصوص منابع پروتئینی و به ویژه پروتئین حیوانی را به صورت امری اجتناب ناپذیر درآورده و در این راستا آبی‌زی پروری قرن‌هاست که در جوامع مختلف در حال انجام است (۱۹). اما تنها در چند دهه گذشته تبدیل به فرایندی صنعتی شده است (۲۱). در ایران نیز پرورش ماهی به منظور تولید گوشت از سال ۱۳۳۹ و با تولید ماهی قزل آلائی رنگین کمان شروع شد (۳). با توجه به ذائقه پسند بودن و استقبال مصرف کنندگان از این ماهی و پتانسیل‌های موجود، پرورش این گونه در کشور طی سالهای اخیر افزایش چشمگیری داشته است. به طوری که بنا بر اطلاعات موجود در سالنامه آماری شیلات ایران میزان تولید ماهیان سردآبی کشور از ۸۳۵ تن در سال ۱۳۷۲ به ۲۳۱۳۸ تن در سال ۱۳۸۲ افزایش یافته، همچنین مقدار تولید لارو ماهی قزل آلائی رنگین کمان از ۷/۵ میلیون عدد در سال ۱۳۷۲ به ۱۷۵/۵ میلیون قطعه در سال ۱۳۸۲ افزایش یافته است. هر چند این اطلاعات نشان از افزایش روزافزون پرورش و تولید این ماهی در کشور می‌باشد اما با کمی تامل در این اعداد، مشخص خواهد شد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میزان تولید لارو این ماهی و مقدار محصول نهایی قابل انتظار وجود دارد. به نظر می‌رسد یکی از مشکلات اصلی تکثیر و پرورش ماهی تلفات فراوان دوره لاروی باشد که بنابر عقیده اکثر متخصصین مشکل تغذیه‌ای به خصوص در

۲۶۰ عدد لارو تازه به تغذیه افتاده که حدود دوسوم کیسه زرده آن‌ها جذب شده بود، شمارش و به هر مخزن (هریک از قسمت‌های سینی) منتقل شد. در این حالت تراکم ذخیره سازی معادل ۲۶ لارو برای هر لیتر بود. گاماروس دریایی از جنوب دریای خزر (سواحل شهرستان نور) جمع آوری شده و در دمای کمتر از ۵۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. گاماروس رودخانه‌ای که از رودخانه هراز (منطقه گزنک) جمع آوری و پرورش داده شده و به صورت خشک برای مدت سه ماه انبار شده بود، از یک پرورش دهنده محلی، خریداری گردید. با کوبیدن گاماروس‌های تهیه شده در یک هاون چینی آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای تهیه شده و پس از الک کردن در چهار سطح مختلف به عنوان مکمل غذایی برای یک دوره ۶۰ روزه استفاده شد. از غذای SFT ۰۰ و SFT ۰۱ محصول شرکت چینه به عنوان غذای تجاری استفاده شد.

### تیمارهای غذایی و تعیین مقدار غذای روزانه

در این تحقیق اثر نه تیمار غذایی بر روی لاروهای قزل آلائی رنگین کمان از نظر تأثیر بر رشد و بقا مورد آزمایش قرار گرفت که عبارت بودند از:

تیمار اول (گروه شاهد): ۱۰۰٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار دوم: مخلوط ۱۰٪ آرد گاماروس رودخانه‌ای و ۹۰٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار سوم: مخلوط ۲۵٪ آرد گاماروس رودخانه‌ای و ۷۵٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار چهارم: مخلوط ۵۰٪ آرد گاماروس رودخانه‌ای و ۵۰٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار پنجم: ۱۰۰٪ آرد گاماروس رودخانه‌ای.

تیمار ششم: مخلوط ۱۰٪ آرد گاماروس دریایی و ۹۰٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار هفتم: مخلوط ۲۵٪ آرد گاماروس دریایی و ۷۵٪ غذای کنستانتره تجاری.

لارو ماهی قزل آلا قادر به تبدیل اسیدهای چرب خانواده لینولنیک به اسیدهای چرب با زنجیره بلند به خصوص ایکوزاپنتانویک اسید<sup>۴</sup> (EPA) و دیکوزاهگزانویک اسید<sup>۵</sup> (DHA) نمی‌باشد (۲۳). بنابراین افزودن اسیدهای چرب با زنجیره بلند به خصوص EPA و DHA به جیره غذایی این ماهیان به ویژه در دوران لاروی امری حیاتی و ضروری می‌باشد.

گاماروس‌ها که در اصطلاح محلی به آن‌ها رش نیز گفته می‌شود. از لحاظ رده بندی متعلق به شاخه بند پایان، رده سخت پوستان عالی و راسته ناجورپایان می‌باشند (۱). این گروه از جانوران پراکنش گسترده‌داشته اکثراً دریازی و برخی در رودخانه و آب شیرین به سر می‌برند. در ایران نیز در تمامی سواحل دریای خزر و در بیشتر رودخانه‌هایی که دارای آب زلال و شفاف می‌باشند به وفور یافت می‌شوند (۴). این جانوران به عنوان مصرف‌کنندگان دسته اول با رژیم غذایی پوده خواری و لاشه‌خواری محتوای کاروتنوئید غذایی مصرفی خود را که شامل جلبک، مواد پوسیده گیاهی و بی مهرگان ریز می‌باشد بازیافت و متابولیزه کرده و ذخیره می‌نمایند (۲۰). از این رو دارای غلظت بالایی از کاروتنوئیدها در بدن خود می‌باشند. همچنین این جانوران علاوه بر محتوای پروتئین، از نظر اسیدهای چرب غیر اشباع نیز غنی می‌باشند (۱۱). در این تحقیق پس از سنجش ارزش غذایی گاماروس‌های متعلق به دو زیستگاه مختلف (رودخانه و دریا)، با توجه به مقدار کم مصرفی و قیمت بالای غذای لاروی، از مکمل آرد گاماروس به صورت مخلوط با غذای تجاری استفاده شد و تأثیر آن بر رشد و بقای لارو قزل آلائی رنگین کمان بررسی گردید.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق از آذر تا بهمن ماه سال ۱۳۸۳ به مدت سه ماه در کارگاه تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت انجام شد. برای پرورش لارو ماهی قزل آلا از سینی‌هایی به ابعاد ۲۰×۴۲/۵×۴۲/۵ سانتی متر که جهت انکوباسیون تخم ماهیان قزل آلا به کار می‌روند استفاده شد. به این ترتیب که هر یک از سینی‌ها به دو قسمت مساوی تقسیم

شده و برای چهار تکرار از هر تیمار غذایی از دو سینی استفاده گردید (تصویر ۱). سپس سینی‌ها در تراف‌ها قرار گرفته و جریانی حدود ۱۰ لیتر در دقیقه برای هر تراف برقرار شد.

منبع آب مورد استفاده مخلوط آب چشمه و رودخانه با دمای متوسط ۸/۲ درجه سانتی گراد و pH معادل ۷/۸ (دستگاه pH متر دیجیتالی) بود. تعداد



تصویر ۱- تراف‌ها و سینی‌های مورد استفاده جهت پرورش لاروها

اسمیرنف برای تعیین معنی دار بودن اختلاف بین پارامترهای مورد بررسی تجزیه واریانس یک طرفه (One way ANOVA) مورد استفاده قرار گرفت و در صورت مشاهده اختلاف بین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت تعیین معنی دار بودن یا نبودن اختلاف موجود در سطح ۰/۰۵ استفاده گردید.

### نتایج

#### نتایج ارزیابی ارزش غذایی آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی

میانگین محتوای پروتئین، چربی، خاکستر، انرژی و کاروتنوئید کل برای آرد گاماروس رودخانه‌ای و آرد گاماروس دریایی در جدول ۱ نشان داده شده است. درصد رطوبت، پروتئین، چربی و به تبع آن میزان انرژی خام در گاماروس دریایی به طور بارزی بیشتر از گاماروس رودخانه‌ای بود. در حالی که مقدار خاکستر در گاماروس دریایی کمتر از گاماروس رودخانه‌ای بود.

نتایج ارزیابی محتوای کاروتنوئید در مکمل‌های گاماروس رودخانه و دریایی همچنین غذای تجاری ۰۰ SFT و ۰۱ SFT از نظر مقدار کل کاروتنوئیدهای موجود (جدول ۲)، نشان دهنده برتری محسوس آرد گاماروس دریایی نسبت به آرد گاماروس رودخانه‌ای و غذاهای تجاری بود، به طوری که این مقدار برای گاماروس دریایی ۱۴۴/۹ میکروگرم بر گرم و در غذای تجاری ۸/۷۲۵ SFT ۰۰ میکروگرم بر گرم بود.

اسیدهای چرب نیز در مکمل‌های آرد گاماروس رودخانه‌ای و آرد گاماروس دریایی همچنین غذای تجاری ۰۰ SFT و ۰۱ SFT مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۳).

نتایج آنالیز پروفیل اسیدهای چرب در مکمل‌های آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی و دو غذای ۰۰ SFT و ۰۱ SFT نشان دهنده بالاتر بودن محتوای اسید چرب آرد گاماروس دریایی به خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره نسبت به گاماروس رودخانه‌ای و دو غذای تجاری در تمامی موارد می‌باشد.

#### نتایج ارزیابی فاکتورهای رشد

در طول دوره ۶۰ روزه پرورش چهار مرتبه زیست‌سنجی، در روزهای اول، بیستم، چهلیم و شصتم آزمایش صورت گرفت که بر این اساس (نمودار ۱)، تیمار ۶ که با ۱۰ درصد مکمل آرد گاماروس دریایی تغذیه شده بودند با افزایش وزن حدود ۱/۲ گرم و پس از آن تیمار ۲ که با ۱۰ درصد مکمل آرد گاماروس رودخانه‌ای تغذیه شده با افزایش وزن حدود ۱/۱ گرم بیشترین میانگین وزن را داشته و این در حالی بود که لاروهای گروه شاهد حدود ۰/۹ گرم وزن داشتند. بر این اساس بیشترین مقدار افزایش وزن (نمودار ۲) در لاروهای تیمار ششم دیده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ( $p < 0.05$ ) این در حالی بود که لاروهای تیمار پنجم و نهم که به ترتیب با ۱۰۰ درصد آرد گاماروس رودخانه‌ای و ۱۰۰ درصد آرد گاماروس دریایی تغذیه شده بودند کمترین میزان رشد را نشان دادند. همچنین با افزایش نسبت مقدار آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی به مقدار بیش از ۱۰ درصد یعنی در مقادیر ۲۵ و ۷۵ درصد از مقدار افزایش وزن کاسته شد. در تیمارهای با

تیمار هشتم: مخلوط ۵۰٪ آرد گاماروس دریایی و ۵۰٪ غذای کنستانتره تجاری.

تیمار نهم: ۱۰۰٪ آرد گاماروس دریایی.

مقدار غذای روزانه هر گروه از لاروها با توجه به دمای آب مخازن پرورش و وزن متوسط لاروها طبق جداول تغذیه‌ای محاسبه و توزین شد و در ۸ نوبت در اختیار لاروها قرار گرفت.

#### ارزیابی ارزش غذایی آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای

جهت تعیین ارزش غذایی مکمل‌های آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای مقدار پروتئین با روش کلدال (Kjeldahl method) بوسیله دستگاه Kjeltec auto Analyzer Unit ۲۳۰۰، چربی خام با روش Soxhlet، و به کمک دستگاه Soxtec system، خاکستر بوسیله کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه، رطوبت در دمای ۱۰۵ درجه (Oven) و انرژی خام (Bomb Calorimeter PARr ۱۲۶۱)، همگی با استفاده از روشهای AOAC اندازه‌گیری شدند (۵). پروفیل اسیدهای چرب مکمل‌ها و غذای تجاری توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) مدل ۴۶۰۰ Unicam ارزیابی شد. همچنین محتوای کاروتنوئید گاماروس‌ها و غذای تجاری ۰۰ SFT و ۰۱ SFT با حلال استن ۹۰ درصد استخراج شده (۲)، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS Spectrophotometer Jenway ۶۳۰۵)، با ضریب جذب  $E_{1cm} = 1900$ ، در طول موج ۴۷۰ نانومتر (۸)، تعیین گردید.

#### ارزیابی رشد و بقا و فاکتورهای محاسبه شده

پرورش لاروها پس از جذب دوسوم کیسه زرده به مدت ۶۰ روز صورت گرفت. زیست‌سنجی لاروها چهار مرتبه در روزهای اول، بیستم، چهلیم و شصتم صورت گرفت. به این منظور وزن لاروها با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) و طول لاروها با استفاده از کولیس (با دقت ۰/۰۵ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد و فاکتورهای زیر مورد محاسبه قرار گرفت (۷، ۲۶).

الف) افزایش وزن  $W - W_0$  : وزن اولیه  $W_0$ ، وزن نهایی:

ب) طول اولیه  $L_0$ ، طول نهایی:  $L - L_0$  : افزایش طول

ج) ضریب تبدیل غذایی:  $F/Wg = (FCR)$

افزایش وزن  $Wg$ ، مقدار غذای مصرفی:  $F$

د) ضریب رشد ویژه (SGR):  $[\ln(W - W_0) / (T)] \times 100$

مدت زمان پرورش به روز:  $T$

و) ضریب وضعیت (CF):  $W/L \times 100$

$L$ : طول (میلی‌متر)  $W$ : وزن (گرم)

لاروهای تلف شده روزانه از مخازن پرورش جمع‌آوری و ثبت شد و میزان تلفات به صورت درصد از کل محاسبه گردید.

#### تجزیه و تحلیل آماری

پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف

جدول ۱- نتایج ارزیابی محتوای پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت و انرژی خام در آرد گاماروس دریایی و رودخانه ای.

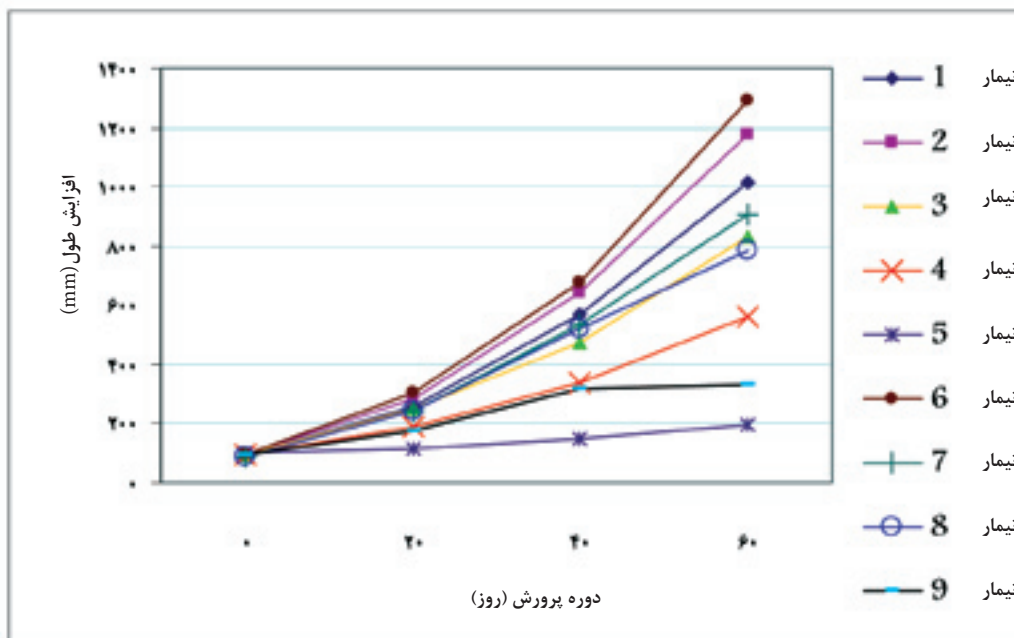
گاماروس	رودخانه ای	دریایی
درصد پروتئین	$39/55 \pm 0/14$	$44/29 \pm 0/19$
درصد چربی	$5/6 \pm 0/74$	$16/9 \pm 0/24$
درصد خاکستر	$42/66 \pm 1/04$	$33/63 \pm 1/46$
درصد رطوبت	$4/55 \pm 1/20$	$6 \pm 0/36$
انرژی خام (cal/g)	$2765/77 \pm 26/69$	$3561/17 \pm 37/25$

جدول ۲- نتایج ارزیابی محتوای کاروتنوئید کل در مکملهای آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی و غذاهای تجاری SFT ۰۰ و SFT ۰۱ (بر حسب میکروگرم بر گرم).

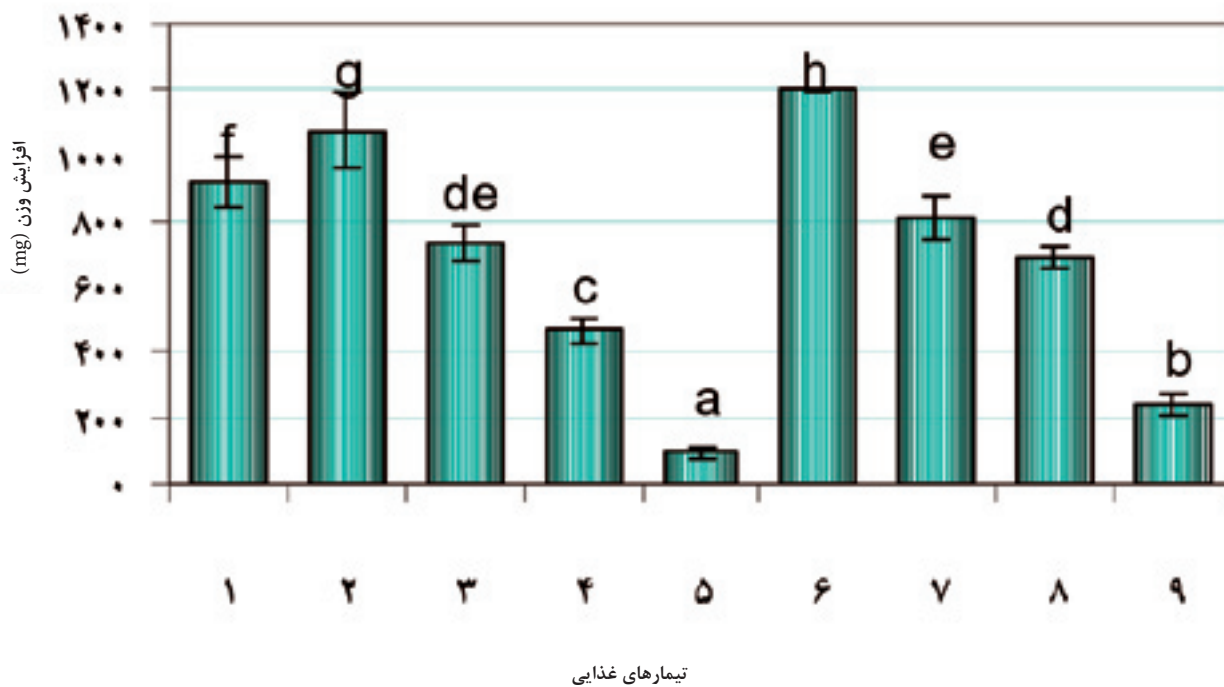
آرد گاماروس دریایی	آرد گاماروس رودخانه ای	غذای تجاری SFT 00	غذای تجاری SFT 01
۱۶۶/۹	۱۷/۵۴	۸/۷۲۵	۱۳/۲۸

جدول ۳- اسیدهای چرب موجود در آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای و غذای تجاری SFT ۰۰ و SFT ۰۱ (بر حسب میلی گرم در هر گرم وزن خشک)

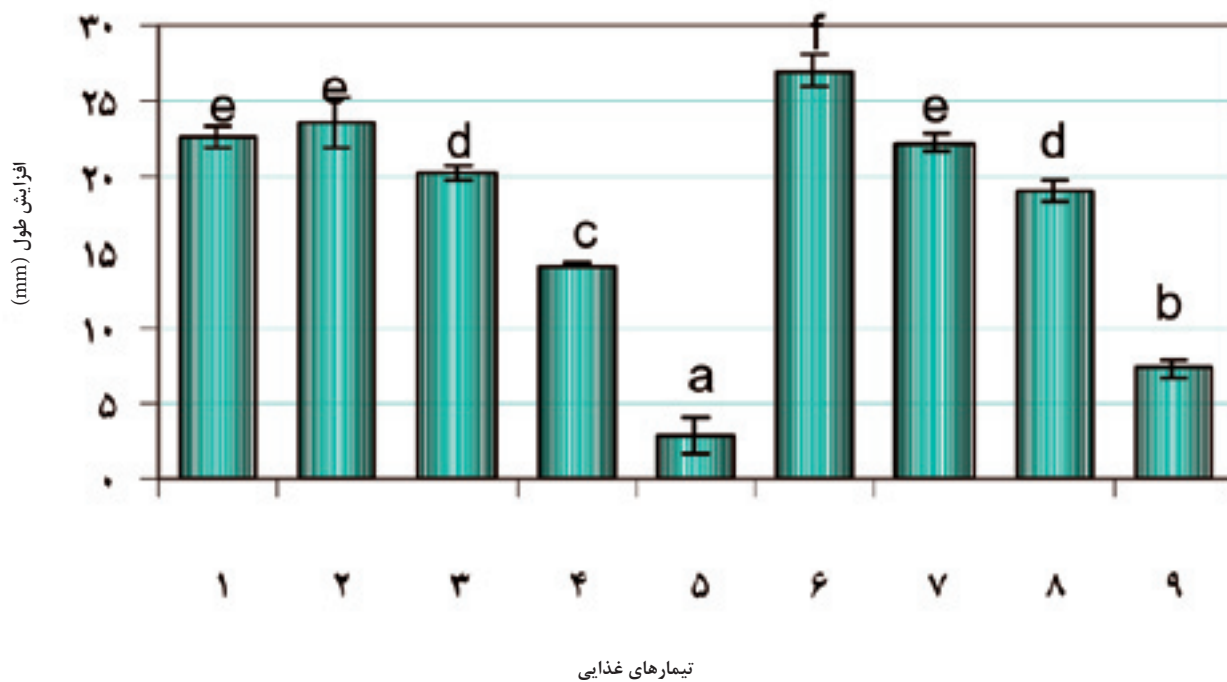
غذای تجاری SFT 01	غذای تجاری SFT 00	آرد گاماروس رودخانه ای	آرد گاماروس دریایی	اسیدهای چرب
۱/۱۸۵	۰/۸۱۸	۱/۲۳۴	۱/۶۸۹	۱۴:۰
۷/۶۵۰	۳/۵۵۸	۲/۴۹۱	۳/۹۷۳	۱۶:۰
۱/۵۶۱	۰/۸۹۹	۱/۴۶۹	۱/۹۱۴	۱۶:۱ (n - 7)
۱/۱۰۹	۱/۰۳۹	۰/۳۶۴	۰/۲۷۹	۱۸:۰
-	-	۰/۳۳۱	۱/۳۴۶	۱۸:۱ (n - 6)
۱۰/۳۰۴	۱۰/۵۳۶	۲/۴۸۴	۵/۹۷۵	۱۸:۱ (n - 9)
-	۰/۱	۰/۰۲۴	۰/۰۲۷	۱۸:۳ (n - 3)
۱/۷۲۴	۱/۳۲۴	۰/۱	۰/۴	۱۸:۳ (n - 6)
-	۱/۱۸۰	۰/۱۲۳	۷/۳۷۹	۲۰:۵ (n - 3)
-	-	۰/۰۱۱	۳/۳۷۳	۲۲:۶ (n - 3)
۱۳/۵۸۹	۱۴/۰۳۹	۴/۵۴۲	۲۰/۴۱۴	مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع ( $\sum$ UFA)
-	۱/۲۸	۰/۱۵۸	۱۰/۷۹۹	مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیر ( $\sum_{n-3}^{PUFA}$ ) <sup>۶</sup>
-	۱/۱۸۰	۰/۱۳۴	۱۰/۷۵۸	مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیر ( $\sum$ HUFA) n -3



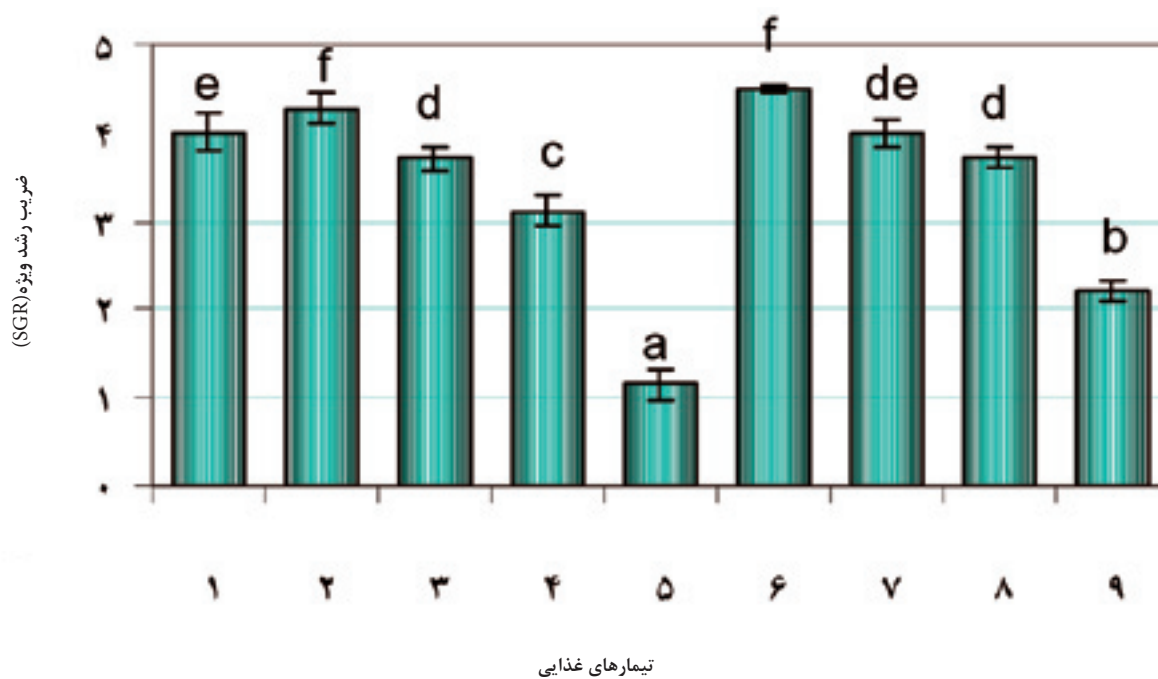
نمودار ۱ - میانگین وزن لاروهای قزل آلی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی در دوره‌های زیست سنجی در کل دوره پرورش



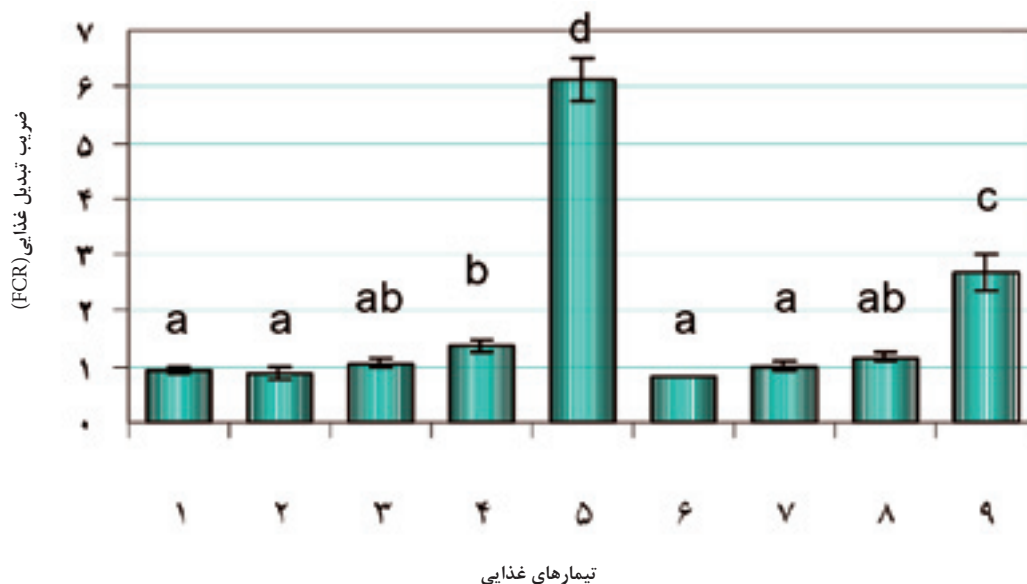
نمودار ۲ - نتایج افزایش وزن لاروهای قزل آلی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی در دوره پرورش



نمودار ۳- نتایج افزایش طول لاروهای قزل آلی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی در دوره پرورش



نمودار ۴- ضریب رشد ویژه لاروهای قزل آلی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی طی دوره پرورش



نمودار ۵- ضریب تبدیل غذایی در لاروهای قزل آلی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی طی دوره پرورش

ترکیبات تنها محدود به رنگ آمیزی عضله و پوست ماهی نمی باشد، بلکه حضور کاروتنوئیدها در جیره هضم و جذب غذا را افزایش داده و منجر به رشد بهتری گردد (۱۰، ۲۵، ۲۸).

همچنین وجود مقدار معینی از کاروتنوئیدها در جیره برای تخم گشایی موفقیت آمیز و بقای لارو ضروری است (۱۲). بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط Krinsky در سال ۱۹۹۳ جذب نور و ویژگیهای آنتی اکسیدانی کاروتنوئیدها بقای ماهی را در شرایط سخت موجب می گردد (۱۸)، وی پیشنهاد می کند که کاروتنوئیدها نقش مشابه عملکرد بیولوژیک آلفا-توکوفرول دارند. این ترکیبات در عملکرد زیستی سیستم ایمنی ماهی مفید می باشند (۶).

از سوی دیگر لارو ماهی قزل آلا قادر به تبدیل اسیدهای چرب خانواده لینولینیک به اسیدهای چرب با زنجیره بلند به خصوص ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دیکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) نمی باشد (۲۳). اسیدهای چرب ضروری برای رشد طبیعی، حفظ ساختار و عملکرد سلول و تولید ایکوزانوئیدها مورد استفاده قرار می گیرند (۲۴) و کمبود آنها منجر به کاهش رشد، افزایش محتوای آب عضلات، تجمع چربی در کبد، کاهش تغذیه و در نتیجه افزایش FCR، بروز علائم شوک، پوسیدگی باله ها، تورم میتوکندری و کاهش هموگلوبین می گردد (۲۹). همچنین اسیدهای چرب ضروری قابلیت سیستم ایمنی را افزایش می دهند (۱۶).

بر اساس نتایج بدست آمده تغذیه لارو ماهی قزل آلی رنگین کمان با مکمل آرد گاماروس به مقدار ۱۰ درصد از کل جیره منجر به رشد بیشتر نسبت به لاروهای تغذیه شده با ۱۰۰٪ غذای تجاری می شود. اما با استفاده از نسبتهای بالاتر از آرد گاماروس رودخانه ای و دریایی یعنی ۲۵٪، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ با کاهش رشد همراه بود. در توضیح می توان چنین بیان کرد که مکمل آرد گاماروس در مقایسه با غذای تجاری SFT ۰۰ و SFT ۰۱ محتوای بالاتری از اسیدهای چرب ضروری و کاروتنوئیدها

نسبت مشابه آرد گاماروس، برتری محسوسی در لاروهای تغذیه شده با آرد گاماروس دریایی مشاهده شد. نتایج مشابهی در ارتباط با فاکتورهای همچون افزایش طول و ضریب رشد روزانه (SGR) وجود داشت (نمودارهای ۳ و ۴). به طوری که بیشترین افزایش طول در لاروهای تیمار ششم مشاهده شد که اختلاف معنی داری را با سایر تیمارها نشان داد ( $p < 0.05$ ) ضریب رشد روزانه نیز در تیمارهای ششم و دوم بیش از سایر تیمارها بود ( $p < 0.05$ ) کمترین مقدار فاکتور ضریب تبدیل غذایی (FCR) در تیمار ششم مشاهده شد (نمودار ۵)، اما تنها با تیمارهای سوم، پنجم و نهم اختلاف معنی داری داشت ( $p < 0.05$ ) در ارتباط با فاکتور وضعیت، کمترین مقدار مربوط به تیمار پنجم بود که اختلاف معنی داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد ( $p < 0.05$ ) اما اختلاف معنی داری بین دیگر تیمارها مشاهده نشد ( $p \geq 0.05$ ) (نمودار ۶).

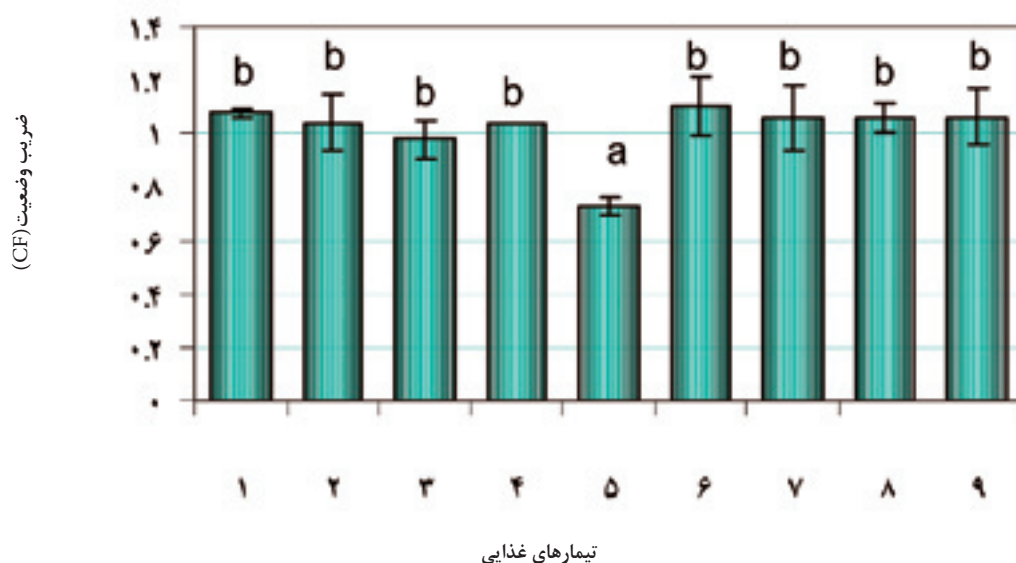
### نتایج ارزیابی میزان بقا یا زنده ماندن

پس از جمع آوری و ثبت تلفات روزانه لاروهای تیمارهای مختلف غذایی (نمودار ۷)، مقدار بقا یا زنده ماندن در لاروهای تیمار ششم، هفتم و دوم بیش از تیمار شاهد بود اما به جز تیمار پنجم که کمترین مقدار بقا یا زنده ماندن را دارا بود اختلاف معنی داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد ( $p \geq 0.05$ )

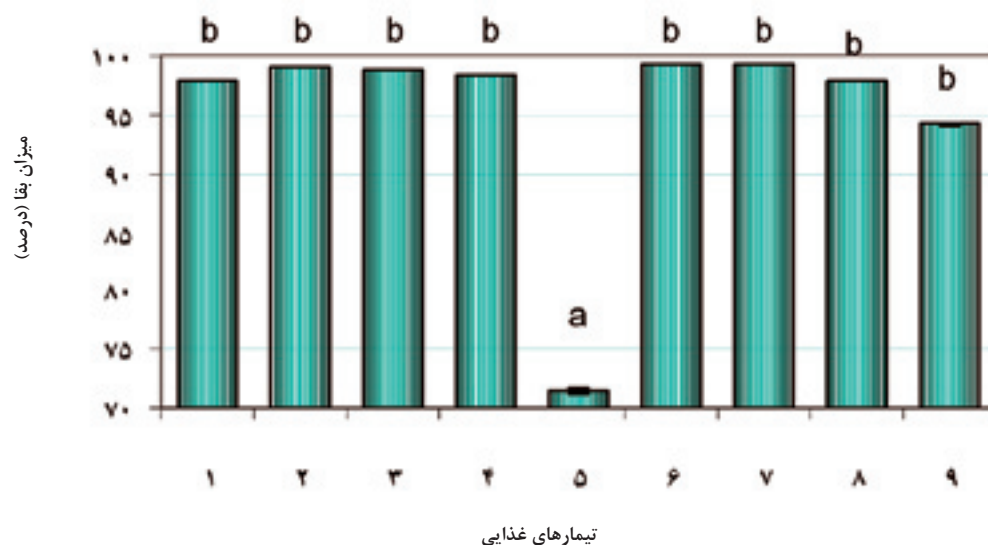
### بحث

ماهی در شرایط طبیعی کاروتنوئیدها را از غذای مصرفی خود همچون جلبکها، سخت پوستان و نرم تنان که غنی از این ترکیبات می باشند دریافت می نماید. اما در محیطهای پرورشی کاروتنوئیدها بایستی به صورت مکمل به جیره اضافه گردند (۳۰). نقش و اهمیت این





نمودار ۶- ضریب وضعیت در لاروهای قزل آلابی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی طی دوره پرورش



نمودار ۷- میزان بقا لاروهای قزل آلابی رنگین کمان پس از تغذیه با تیمارهای مختلف غذایی طی دوره پرورش

جیره و سایر عناصر نامشخص لازم برای رشد مطلوب گردیده و در نهایت رشد کمتر در تیمارهای تغذیه شده با مکمل آرد گاماروس را موجب گردیده است.

در تجزیه و تحلیل نتایج فاکتورهای رشد بدست آمده از لاروهای تغذیه شده با نسبتهای مشابه از مکمل آرد گاماروس رودخانه‌ای و دریایی، برتری محسوسی در لاروهای تغذیه شده با مکمل آرد گاماروس دریایی نسبت به لاروهای تغذیه شده با مکمل آرد گاماروس

را دارا می‌باشد که نقش به‌سزایی در رشد و هضم و جذب کامل غذا بر عهده دارند. اما در مقادیر بیش از ۱۰٪ به نظر می‌رسد با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی ارزش غذایی آرد گاماروس دریایی و رودخانه‌ای (جدول ۱) و نیازهای غذایی لارو قزل‌آلابی رنگین‌کمان که برای مثال به بیش از ۵۰٪ پروتئین جهت رشد مطلوب نیاز دارد (۲۳)، جایگزین شدن بیش از ۱۰ درصد از جیره با آرد گاماروس علی‌رغم تامین محتوای مناسب کاروتنوئیدها و اسیدهای چرب در غذا موجب کاهش مقدار پروتئین کل

۴ - هاشمی رابری، ز.، ۱۳۷۵؛ بیولوژی و بررسی امکان تکثیر و پرورش گاماروس رودخانه جاجرود در منطقه خجیر، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، ۶۳ص.

5- AOAC (Association of Official Analytic Chemists), 1990; Official Methods of Analysis AOAC, Washington DC, 1963 P.

6- Bendich, A., 1989; Carotenoids and the immune response. J.Nut. No.119, 112-115.

7- Biswas, S.P. , 1993; Manual of methods in fish biology. South Asian publisher Pvt Ltd., New Delhi International Book Co., Absecon Highlands, N.J. 157 P.

8- Bjerkeng, B., 1992; Analysis of carotenoids in salmonids. In: Quality assurance in the fish industry (Huss, H.H.,Jakobsen, M., Liston, J. eds), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 417-425.

9- Bjerkeng, B., Storebakken, T., Liaaen-Jensen. S., 1992; Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. Aquaculture, Vol. 108, pp. 333-346.

10- Christiansen, R., Lie, O., Torrissen, O. J., 1994; Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture and Fisheries Management, No. 25, pp. 903-914.

11- Correia, A. D., Costa, M. H., Luis, O. J., Livingstone, D. R., 2003; Age-related changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body *Gammarus locusta* (Crustacea: Amphipoda). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. No. 289, pp. 83-101.

12- Craik, C. A., 1985. Egg quality and egg pigment content in salmoni fishes. Aquaculture, No. 47, pp. 61-88.

13- Foss, P., Storebakken, T., Austreng, E., Liaaen-Jensen, S., 1987; Carotenoids in diets for salmonids V. Pigmentation of rainbow trout and sea trout with astaxanthin source in salmonids diet. Aquaculture. Vol. 20, pp. 123-134.

14- Johnson, E. A., Villa, T. G., Lewis, M., 1980; *Phaffia rhodozyma* as an astaxanthin source in salmonids diets. Aquaculture, Vol. 20, pp. 123-134.

15- Kim, J., Masee, K. G. and Hardy, W. H., 1996; Adult artemia as food for first feeding coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, NO. 144, pp. 217-226.

16- Kiron, V., Fukuda, H., Takeuchi, T., Watanabe, T., 1995. Essential fatty acid nutrition and defence mechanisms in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 111, Issue 3, pp. 361-367.

17- Kotic, I. V., Tolokonnikov G. Y., Dubrovin V., 1974; The effect of krill meal additions to feeds on muscle pigmentation

رودخانه‌ای به چشم می‌خورد، که با توجه به برتری محسوس مکمل آرد گاماروس در مقادیر پروتئین، چربی (جدول ۱)، کاروتنوئید کل (جدول ۲) و اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA (جدول ۳) منطقی به نظر می‌رسد.

با توجه به نتایج بدست آمده از میزان بقا یا زنده مانی لاروها در دوره پرورش هر چند اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد اما میزان تلفات کمتر در تیمارهای دوم، سوم، ششم و هفتم نسبت به تیمار شاهد احتمالاً با ترکیبات غذایی مکمل آرد گاماروس و تأثیر آن در تقویت سیستم ایمنی مرتبط باشد.

ایده آل بودن شرایط پرورش در آزمایش مذکور که با توجه به تلفات پایین تیمار شاهد مشهود است می‌تواند از معنی دار نبودن اختلاف میزان بقا یا زنده مانی با تیمارهای دیگر باشد.

در مجموع نتایج تحقیق حاضر بر این موضوع دلالت دارد که تغذیه مناسب مراحل آغازین لارو ماهی قزل آلا در افزایش رشد و بقای لاروهای این گونه موثر است و به علت فراهم نمودن مواد غذایی مورد نیاز، گذر لاروها از شرایط تغذیه خارجی بهتر صورت می‌گیرد و در نتیجه با افزایش رشد و مقاومت لاروها میزان بازماندگی و در نهایت میزان تولید نیز افزایش می‌یابد. بنابراین برای تولید لاروهای مقاوم و با کیفیت مطلوب استفاده از مکمل غذایی آرد گاماروس دریایی به میزان ۱۰٪ از کل جیره توصیه می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه پرسنل زحمتکش مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت همچنین مسئول محترم آزمایشگاه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس که ما را در انجام این تحقیق یاری دادند تشکر و قدردانی می‌گردد.

### پاورقی‌ها

- 1 -Linoleic Acid (18: 3n-3)
- 2 -Linolenic Acid (18: 2n-6)
- 3 -Highly Unsaturated Fatty Acids
- 4 -Eicosapentaenoic Acid (20: 5n-3)
- 5 -Docosahexaenoic Acid (22: 6n-3)
- 6-Poly Unsaturated Fatty Acids

### منابع مورد استفاده

- ۱ - جابر، ل.، ۱۳۷۶؛ بررسی مقدماتی بیولوژی آمفی پودهای دریایی خزر (منطقه نور و سواحل همجوار). پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۳ص.
- ۲ - فرهی آشتیانی، ص.، مهدیه، م. و نحوی، ا.، ۱۳۸۱؛ تأثیر شوری، انوزین و کمبود فسفات بر میزان رشد و تولید آستاگزانتین در جلبک سبز تک سلولی همتوکوکوس پلوویالیس (*Haematococcus pluvialis*) مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره دوم، ص ۲۰۱-۲۱۳.
- ۳ - محبوبی صوفیانی، ن.، ۱۳۸۰؛ جزوه درسی تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ نشده.

- in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Ichtyol.*, Vol, 19. pp. 114-123.
- 18- Krinsky, N., 1993. Actions of carotenoids in biological systems. *Annu. Rev. Nutr.*, Vol. 13, pp. 561 – 587.
- 19- Lee, C.S. and Donaldson, E.M. 2001; General discussion on reproductive biotechnology in finfish aquaculture. *Aquaculture*, Vol. 197: 303-320.
- 20- Mac-Neil, C., Dick, J. T.A, Elwood, R., 1997; The trophic ecology of freshwater *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda): Problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. *Biol Rev.* No. 72, pp. 349-364.
- 21- Melamed, P. Gong, Z. Fletcher, G. and Hew, G.L., 2002; The potential impact of modern biotechnology on fish aquaculture. *Aquaculture*, Vol. 204, pp. 255-269.
- 22- Satio, A., Regier, L.W., 1971; Pigmentation of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) by feeding dried crustacean waste. *J. Fish Res. Board Can.*, Vol, 26, pp. 357-360.
- 23- Sedwick, S. D., 1990; Trout farming handbook, 5th ed. Fishing News Book. pp. 101-113.
- 24- Shepherd, J. and Bromage, N. 1988; Intensive fishfarming, Professional Scientific Publications, Osney Mead, Oxford, Great Britain, 416 P.
- 25- Storebakken, T., Choubert, G., 1991; Flesh pigmentation of rainbow trout fed astaxanthin or canthaxanthin at different feeding rates in freshwater and saltwater. *Aquaculture*, No. 95, pp. 289-295.
- 26- Tacon, A. 1990; Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. *Argent Labor atones press*. PP: 4-27.
- 27- Takeuchi, T. and Watanabe, T., 1982; Effect of various polyunsaturated fatty acid on growth and fatty acid compositions of Rainbow trout, Coho salmon and Chum salmon. *Bulletin of the Japan Society of Scientific Fisheries*, vol. 48, PP: 1745-1752.
- 28- Torrissen, O. J., 1986; Pigmentation of Salmonids a-comparison of astaxanthine and canthaxanthine as pigment sources for rainbow trout. *Aquaculture*. No. 53, pp. 271-278.
- 29- Watanabe, T.; Takeuchi, T.; Saito, M. and Nishimura, K., 1984; Effect of low protein– high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* No. 50, pp. 1207–1215.
- 30- Wozniak, M., 1996; The role of carotenoids in Fish. *Protectio Aquarum et Piscatoria*, No. 22, pp. 65-75.

