

تأثیر تغذیه با ناپلی آرتمیا، سیست دکپسوله و غذای کنسانتره بر میزان پروتئین، چربی و اسیدهای چرب در لارو نوس قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

• بهنام سلیمی، • پرنیا سید سجادی

دانش آموختگان دکتری عمومی دامپزشکی - دانشگاه ارومیه
• رامین مناف فر

عضو هیئت علمی پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی - دانشگاه ارومیه
• سعید مشکینی

عضو هیئت علمی دانشکده دامپزشکی - دانشگاه ارومیه
تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۷
Email: Raminmanaffar@yahoo.com

چکیده

فعالیت آنزیم‌های دستگاه گوارش لارو آبزیان عموماً ضعیف بوده و این نقص به تدریج در دوران تکامل لارو ترمیم می‌گردد. در چنین موجوداتی غذای زنده با افزایش قابلیت هضم (*Digestibility*) و جذب غذای کنسانتره موجب بهبود رشد و بقا می‌شود. در این تحقیق لارو نوس قزل آلا بوسیله ۵ جیره غذایی مختلف تغذیه و در نهایت پروفیل اسیدهای چرب، چربی تام و پروتئین کل لاشه لاروها بررسی شد. بدین منظور لارو تازه به تغذیه افتاده قزل آلا در ۳ تکرار از ۵ تیمار غذایی شامل ناپلی آرتمیا، سیست دکپسوله، غذای کنسانتره (به عنوان تیمار شاهد)، ترکیب غذای کنسانتره و سیست دکپسوله و ترکیب غذای کنسانتره و ناپلی آرتمیا، در مخازن ۴۰ لیتری پلی اتیلنی به مدت ۲۱ روز پرورش داده شد. در نهایت به تعداد ۱۵ لارو از هر تکرار برداشت شده و مورد آنالیز قرار گرفت. آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌های غذایی و لاشه لاروها نشان داد که لارو قزل آلا توانسته است با تبدیل و ساخت برخی اسیدهای چرب، نیازهای حیاتی خود را رفع نماید. آنالیز آماری پروفیل اسیدهای چرب نمونه‌های تغذیه شده در تیمارهای مختلف نشان داد که لارو قزل آلا با دارا بودن قدرت آنزیمی بالا نیازی به آنزیم‌های کمکی غذای زنده جهت هضم غذای کنسانتره ندارد ($p > 0.05$).

Pajouhesh & Sazandegi No 81 pp: 153 - 160

Effect of feeding with artemia nauplii, decapsulated cyst and formulated food on amount of total lipid, protein and fatty acids in rain bow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*)

By: B. Salimi, P. Seyed Sajadi, Student of Veterinary Medicine, Urmia University, R. Manaffar, Scientific Staff of Artemia and Aquatic Animal Research Institute, S. Meshkini, Scientific Staff of Faculty of Veterinary Medicine – Urmia University.

The digestion enzymatic efficiency in larva and juvenile fishes almost is weak. Evolution of intestine in future helps them to digest food particles. In larviculture these animals feed by live food in beginning. Live food more over his high nutrition value is able to increase digestibility of formulated food. This will help larva to have huge survival and better growth rate. In this study fries of *Oncorhynchus mykiss* were fed by nauplii, encapsulated cysts, formulated food, encapsulated cyst and formulated food, nauplii and formulated food in five treatments with 3 replication for each one. Experiment was 21 days and at the end of experiment 15 individual of every treatments were analyzed. Results demonstrate that rainbow trout's larva is able to make his nutrient requirements. Even comparing of fatty acids in fish bodies and profiles of diets show that, intestine enzymes of this animal even on Laval age are able to digest any kind of food and don't need to other complement live food.

Key words: Artemia, Digestibility, Fatty acid, Larva, *Oncorhynchus mykiss*, Protein.

مقدمه

تکثیر و تولید لاروهای مقاوم با میزان رشد و بازماندگی بالا خصوصاً در گونه‌هایی که در دوران لاروی به غذاهای زنده وابستگی کامل دارند از مهمترین مشکلات آبی پروری در قرن حاضر می باشد. Person در سال ۱۹۹۲ نشان داد که کل هزینه جاری مورد نیاز برای تغذیه لارو آبزیانی که به تغذیه با آرتیمیا وابسته هستند در مدت ۴۵ روز بیش از ۷۹٪ از کل هزینه هاست (۱۰). علت عمده استمرار این وابستگی با وجود چنین هزینه‌گزافی این است که در ابتدای دوران لاروی دستگاه گوارش لاروها بصورت یک لوله ساده و مستقیم بوده و تغییرات دستگاه گوارشی با ایجاد چین خوردگی‌هایی در روده، تشکیل غدد ترش‌چی و شکل‌گیری معده تقریباً در انتهای دوره لاروی به پایان می‌رسد (۱۰). از طرف دیگر غذای فرموله شده حاوی پروتئینها و دیگر موادپست که کار هضم را برای موجود مشکل می‌کند. زیرا بطور میانگین غذای زنده (طبیعی) حاوی حدود ۱۰٪ ماده خشک می‌باشد در حالیکه غذای فرموله شده معمولاً از ۹۰-۶۰٪ ماده خشک تشکیل شده است. از دیگر دلایل هضم آسان غذاهای زنده، اتولیز شدن خود غذا بوسیله آنزیم‌های بافتی موجود می‌باشد که تا زمان فعال شدن کامل آنزیمهای دستگاه گوارش لارو عمل گوارش را حمایت می‌کنند (۱۰). برخی محققین حدس می‌زنند که در گونه‌های تست شده ۸۰٪-۴۰٪ فعالیت آنزیم‌ها بوسیله ارگانسیم‌های غذای زنده به دستگاه گوارش لارو القاء می‌شود. این افراد اعتقاد دارند که به عنوان یک حافظه ژنتیکی کمبود آنزیمی دستگاه گوارش هر موجود در نوع جیره غذای زنده ای که موجود در طبیعت از آنها استفاده می‌کند نهفته است (۱۰). البته در برخی گونه‌ها با توجه به ارتباط مستقیم سبزی غذا و دوره لاروی ماهی، تغذیه با غذای میکرونیزه نیز نتایج خوبی در برداشته است. در حالیکه تکامل ناقص دستگاه گوارش لارو بعضی ماهیان دریایی مانند Peocids پرورش

دهندگان را در تغذیه لاروها با غذاهای کنسانتره با شکست روبرو کرد (۱۰). در سالهای اخیر با توجه به هزینه‌های بالای تغذیه با غذای زنده (مثلاً قیمت بالای سیست آرتیمیا) و مشکلات مرتبط با آن، تحقیقات متعددی در جهت ساخت جیره‌های فرموله مناسب‌تر با درصد هضم و جذب بالاتر و همچنین تغذیه همزمان با غذای زنده و کنسانتره بصورت جیره‌های ترکیبی در جهت کاهش میزان مصرف غذای زنده صورت گرفته است. بطور مثال تکنیک علامت‌گذاری رادیواکتیو افزایش معنی‌داری در جذب و متابولیسم نوترینت‌های غذایی وقتیکه این لارو بصورت همزمان و بصورت مقایسه‌ای با غذای زنده و غذای کنسانتره تغذیه می‌شد نشان داد (۹). قزل‌آلا با دارا بودن ویژگی‌های منحصر بفرد از جمله طول نسبتاً کوتاه دوره پرورش، مقاومت ماهی به طیف وسیعی از شرایط فیزیکی شیمیایی محیط رشد، اندازه نسبتاً بزرگ لارو در مراحل اولیه، امکان تکثیر مصنوعی این ماهی در فصول مختلف سال از گونه‌های مهم و تجاری در ایران و دنیا می‌باشد (۷). پرورش نسبتاً راحت این گونه مفید باعث توجه بیشتر مزرعه‌داران و محققان به پرورش این ماهی، افزایش راندمان تولید و کاهش هزینه‌های مرتبط شده است. در این تحقیق لارو نارس قزل‌آلا در ۵ تیمار با سیست دکپسوله و ناپلی آرتیمیا (به عنوان غذاهای زنده)، غذای کنسانتره و ترکیب ۵۰٪ سیست دکپسوله - غذای کنسانتره و ۵۰٪ ناپلی آرتیمیا غذای کنسانتره تغذیه شده در نهایت با بررسی پروفیل اسیدهای چرب، پروتئین کل و چربی تام میزان متابولیسم و آنابولیسم پروتئین و اسیدهای چرب و همچنین نقش غذای زنده به عنوان یک مکمل غذایی که می‌تواند در هضم و جذب غذای کنسانتره در لارو آبزیان نقش اساسی داشته باشد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

لارو نوس (Fry) قزل‌آلا با میانگین وزن ۱۳۰ میلی‌گرم به ۱۵ تانکر

نیز بر اساس افزایش وزن لاروها در هر دوره ۱۰ روزه (پس از بیومتری) تعیین می‌گردید. نهایتاً در روز بیست و یکم بصورت تصادفی ۱۵ لارو از هر تانکر برداشت شده و پس از تخلیه دستگاه گوارش، بوسیله اون ۶۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. چربی تام نمونه‌ها با روش استخراج در اتر اندازه‌گیری شد. آنالیز اسیدهای چرب نیز به روش متیلاسیون مستقیم نمونه و با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف انجام گردید (۱۱). آنالیز پروتئین کل نیز با دستگاه کجلدال اتوماتیک انجام گردید. تجزیه و تحلیل آماری میانگینها با استفاده از برنامه آماری SPSS و آنالیز واریانس تست دانکن انجام شد.

نتایج

برخی فاکتورهای فیزیکی شیمیایی اندازه‌گیری شده در طول دوره آزمایش به شرح ذیل می‌باشد (جدول - ۱).

جدول شماره-۱: فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب در دوره پرورش

درجه حرارت	اسیدیته	اکسیژن محلول
۱۵±۱°C	۷/۵±۰/۵	۷±۰/۸ mg/l

به دلیل انجام این آزمایش در داخل یک سالن بسته فاکتورهای اندازه‌گیری شده تغییر چندانی نداشتند. در ضمن به دلیل استفاده از آب چاه میزان آمونیاک، نیتریت و نیترات کل در حد صفر اندازه‌گیری شد. پیش از شروع آزمایش ابتدا نمونه‌های غذایی از نظر میزان پروتئین، چربی تام و اسیدهای چرب با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج اندازه‌گیری میزان پروتئین کل، چربی تام در نمونه‌های غذایی و نمونه لاشه لاروها پس از اتمام دوره پرورش به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول شماره-۲: آنالیز میزان پروتئین کل و چربی تام غذاهای مختلف استفاده شده در تغذیه لارو قزل‌آلا

درصد پروتئین کل به وزن خشک	درصد چربی تام به وزن خشک	
۵۶/۸±۰/۸۳ ^a	۱۱/۶۳±۰/۵۵ ^a	ناپلی آرمیا
۶۲/۷±۰/۲ ^b	۱۶/۷۷±۰/۱۸ ^b	سیست دکپسوله
۶۳/۱±۰/۲۵ ^b	۱۴/۹۸±۰/۰۹ ^c	غذای کنسانتره

اعداد در یک ستون با حروف یکسان اختلاف معنی دار ندارند ($p > 0.05$)

آنالیز آماری نشان می‌دهد که میزان چربی تام در نمونه‌های ناپلی آرمیا و سیست دکپسوله و غذای کنسانتره بصورت معنی‌داری با یکدیگر تفاوت دارند ($p > 0.05$). بدیت ترتیب بالاترین میزان چربی در نمونه سیست دکپسوله و کمترین در نمونه ناپلی آرمیا دیده می‌شود. میزان چربی کل

(۵ تیمار و ۳ تکرار) پلی اتیلنی ۴۰ لیتری حاوی ۲۵ لیتر آب شیرین در تراکم ۱۲ لارو در هر لیتر شمارش و انتقال داده شد. تمامی تانکرها در ۲۴ ساعت اولیه تغذیه بصورت یکسان با غذای کنسانتره تغذیه شدند. طول دوره پرورش ۲۱ روز بود که در این مدت لاروها ۸ بار در روز و در فواصل ۳ ساعته تغذیه می‌شدند. غذای کنسانتره به عنوان تیمار شاهد و سیست دکپسوله براساس درصد وزن لارو قزل‌آلا، که پس از بیومتری و توزین لاروها در فواصل ۱۰ روزه به دست می‌آمد، با استفاده از فرمول غذایی محاسبه شده و در ۸ وعده در اختیار لاروها قرار می‌گرفت. با توجه به این که ناپلی آرمیای خشک شده چهار بار سبک‌تر از ناپلی زنده می‌باشد با استفاده از ضریب تبدیل (۴ درصد وزن تر به خشک ناپلی) میزان ناپلی مورد نیاز از روی غذای کنسانتره محاسبه گردیده و مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای ترکیبی نیز بر این اساس و بصورت مساوی (۵۰٪ از هر غذا) محاسبه و مورد تغذیه قرار می‌گرفت. با توجه به اینکه لاروهای قزل‌آلا دارای رشد قابل توجهی هستند جهت محاسبه دقیق غذای روزانه در فواصل ۱۰ روزه دوبار اقدام به بیومتری لارو گردیده و محاسبات جدید بر اساس وزن جدید لارو انجام گردید. در حین غذاهای آب ورودی به تانکرها موقتاً به مدت ۰/۵ ساعت جهت تغذیه بهتر لاروها قطع شده و در این مدت با هوادهای، میزان اکسیژن تانکرها در حد مطلوب حفظ می‌شد. غذای کنسانتره (SFT1) مورد نیاز از شرکت میلاد مهاباد تهیه شده و در طول مدت آزمایش جهت جلوگیری از افت ارزش غذایی در درون یخچال نگهداری می‌گردید.

سیست آرمیای مورد استفاده (*Gunther*) *A. urmiana* نیز پس از کنترل کیفی اولیه شامل در صد و قابلیت هج بر حسب نیاز هر روزه، در زوکهای ۱۰۰ لیتری و در شرایط اپتیمم هج شامل نور ۲۰۰۰-۳۰۰۰ لوکس، دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۵ گرم در لیتر با pH= ۸/۵ هج شده و پس از شمارش و محاسبه میانگین ناپلی در میلی‌لیتر، در درون انکوباتوری با دمای +۴ درجه سانتی‌گراد (جهت حفظ ارزش غذایی و کاهش تلفات ناپلی‌ها) نگهداری می‌شدند (۳).

دکپسولاسیون سیست

سیست *Artemia urmiana* پس از شستشو و خالص‌سازی، جهت هیدراته شدن به مدت ۱ ساعت در درون آب شیرین با هوادهای مناسب قرار داده شد. سیستها با الک ۱۵۰ میکرونی جداسازی گردیده و در محلول پوسسته زدایی شامل ۰/۱۵ گرم NaOH و ۰/۵ گرم هیپوکلریت فعال و ۱۴ میلی‌لیتر آب شیرین غوطه‌ور شده و با کنترل دما در مدت ۱۰ دقیقه سیستها پوسسته زدایی شدند. سیستهای دکپسوله پس از شستشوی کامل، به مدت ۳۰ ثانیه در درون اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال قرار داده شد تا اثر محلول پوسسته زدایی بطور کامل مرتفع گردد. در نهایت سیستها دوباره بوسیله آب شیرین بطور کامل شسته شد (۵). سیست‌های دکپسوله فوق در درون انکوباتوری با دمای ۴۰ درجه کاملاً خشک گردیده و تا انتهای آزمایش در درون یخچال (دمای +۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد.

آنالیز داده‌ها

فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب بطور روزانه کنترل و ثبت می‌گردید. روش‌شنایی سالن بصورت ۱۲D L : ۱۲ تنظیم شده و میزان غذای روزانه

نمونه غذای کنسانتره در حد واسط تیمارهای دیگر قرار دارد. اما در آنالیز میزان پروتئین دیده شد که تنها میزان پروتئین کل متعلق به نمونه ناپلی آرتمیا بیش از نمونه های دیگر بوده و این اختلاف معنی دار می باشد ($p < 0/05$). اما تفاوت سطح پروتئین در نمونه سیست دکپسوله و غذای کنسانتره اختلاف آماری نداشت ($p > 0/05$). نتایج آنالیز میزان پروتئین کل و چربی تام در لاشه لاروهای تغذیه شده با تیمارهای غذایی در جدول ۳ آورده شد.

درصد پروتئین کل به وزن خشک	وزن خشک	درصد چربی تام به وزن خشک	وزن خشک
۶۲/۳ ± ۰/۲ a	۱۸/۱۵ ± ۰/۱۲ a	تغذیه با غذای کنسانتره (نمونه شاهد - تیمار ۱)	۱۸/۰۹ ± ۰/۲ a
۶۴/۴ ± ۰/۱۱ b	۱۸/۷۷ ± ۰/۱۵ b	تغذیه با سیست دکپسوله (تیمار ۲)	۱۷/۹۷ ± ۰ a
۶۲/۸ ± ۰/۲۱ c	۱۸/۰۹ ± ۰/۲ a	تغذیه با ناپلی آرتمیا (تیمار ۳)	۱۷/۵۷ ± ۰/۲۷ c
۶۳/۸ ± ۰/۱۹ d	۱۸/۰۹ ± ۰/۲ a	تغذیه با غذای کنسانتره و سیست دکپسوله (تیمار ۴)	
۶۱/۹ ± ۰/۳ e	۱۷/۵۷ ± ۰/۲۷ c	تغذیه با غذای کنسانتره و ناپلی آرتمیا (تیمار ۵)	

اعداد در یک ستون با حروف یکسان اختلاف معنی دار ندارند ($p > 0/05$)

جدول شماره-۳: آنالیز میزان پروتئین کل و چربی تام در لاشه ماهی تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی

آرتمیا) و چربی کل مربوط به تیمار ۲ (سیست دکپسوله) با دیگر نمونه ها اختلاف معنی داری دارند ($p < 0/05$). میزان چربی در بقیه نمونه ها هیچ تفاوت معنی دار با هم نداشتند ($p > 0/05$). در این بین بالاترین میزان چربی مربوط به سیست دکپسوله و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۵ بود. بررسی نتایج آنالیز پروتئین کل در لاشه ماهی نشان داد که میزان آن در بافت بدن لاروها بصورت معنی داری در تمامی نمونه ها با هم اختلاف دارد ($p < 0/05$). در بین تیمارها بالاترین میزان پروتئین در نمونه تغذیه شده با سیست دکپسوله و پائین ترین میزان پروتئین، در نمونه تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و غذای کنسانتره دیده می شود. در کل با توجه به اینکه در این آزمایش از تیمارهای مختلف غذایی بصورت ترکیبی و غیر ترکیبی در تغذیه لاروهای قزل آلا استفاده شده بود نتایج این آنالیز نشان داد که با وجود اختلاف معنی دار در میانگینهای فوق لاروهای آنالیز شده از نظر میزان چربی تام و پروتئین کل تفاوت چندانی با هم نداشته و حتی اختلافات معنی دار در فاصله عددی بسیار ناچیز بوده و لاروهای تیمارهای مختلف با وجود تغذیه با رژیمهای مختلف غذایی مختلف دارای سطوح چربی و پروتئین نزدیک به هم می باشد. آنالیز اسیدهای چرب مربوط به غذاهای مختلف مورد استفاده در تغذیه لاروها بصورت درصد از مجموع اسیدهای چرب در جدول ذیل آورده شده است (جدول-۴).

آنالیز اسیدهای چرب نمونه های غذایی نشان داد تفاوتی معنی داری مابین میانگین نمونه های هر ردیف از اسیدهای چرب غذاهای مختلف دیده می شود. لذا با توجه به پراکندگی اعداد این اختلافات بصورت کلاسه بندی شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نتایج بررسی اولیه نشان داد که در کل از تمامی جنبه ها ناپلی آرتمیا از نظر ارزش غذایی در شرایط بهتری نسبت به سیست دکپسوله قرار دارد. اما در اغلب موارد غذای کنسانتره به دلیل دارا بودن برخی روغنهای مستخرج از گیاهان و ماهیان غنی تر از سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا می باشد. البته در تعدادی از اسیدهای چرب غیر از دو اسید چرب ایکوزاپنتانویک اسید (EPA) و داکوزاهگزانویک اسید (DHA) برتری با ناپلی آرتمیا می باشد. مثلا از نظر رده بندی ناپلی آرتمیا از نظر کلاس ۳-n بالاترین میزان را با حدود ۱۶/۹۳ درصد از کل اسیدهای چرب را به خود اختصاص داده است. در این جدول بالاترین میزان اسیدهای چرب کلاس n-۶ در نمونه غذای کنسانتره دیده می شود. این در حالیست که ناپلی آرتمیا دارای مقادیر بالاتری از این کلاس نسبت به نمونه سیست دکپسوله می باشد. اما مهمتر از همه دو اسید چرب EPA+DHA در نمونه غذای کنسانتره با رقم ۶/۳۳ بطور چشم گیری بیشتر از دو نمونه سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا می باشد. در کل همانطور که گفته شد غذای کنسانتره وضعیت بهتری نسبت به دیگر غذاهای استفاده شده دارد. البته تفاوتی جزئی در پروفیل اسیدهای چرب سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا نیز دیده می شود. مثلا از کلاس ۶-n میزان دو اسید چرب C₂₀:₄n₆ و C₂₀:₂n₆ در سیست دکپسوله در حد صفر ولی در ناپلی آرتمیا به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۴۴ میلی گرم در گرم از اسیدهای چرب می باشد. میزان اسید چرب لینولنیک (C₁₈:₃n₃) نیز در ناپلی آرتمیا بطور چشمگیری بیشتر از دیگر نمونه هاست که این تاثیر بصورت مستقیم در لاشه لاروهای تغذیه شده با غذای فوق در جدول ۵ مشهود است. نتایج آنالیز اسیدهای چرب در نمونه های لاشه لاروهای قزل آلا در جدول ۵ آورده شده است.

بررسی میانگین میزان چربی تام و پروتئین کل در لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی ترکیبی و غیر ترکیبی نشان داد که در آنالیز چربی کل تنها میزان چربی تیمار ۵ (تغذیه شده با غذای کنسانتره و ناپلی

جدول شماره - ۴: پروفیل اسیدهای چرب جیره های غذایی مورد استفاده در پرورش لارو قزل آلا

	ناپلی آرتمیا	سیست دکیسوله	غذای کنسانتره
SAFA			
C14:0	۱/۳ ± ۰/۰۱۸ a	۰/۸۹ ± ۰/۰۶۵ b	۴ ± ۰/۰۲ c
C16:0	۱۹/۵۶ ± ۰/۵۵۳ a	۲۱/۴۴ ± ۰/۱۸ b	۲۲ ± ۰/۱ b
C18:0	۹/۰۶ ± ۰/۷۵۲ a	۸/۹۱ ± ۱/۱ a	۰/۷ ± ۰/۰۴ b
C20:0	۱/۸۵ ± ۰/۲۵۵ a	۰/۵ ± ۰/۰۰۲ b	۰/۴۵ ± ۰/۰۰۳ b
MUFA			
C14:1n5	۰/۵ ± ۰/۰۳ a	۰/۶ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۷ ± ۰/۰۱ c
C16:1n7	۳/۰۵ ± ۰/۱۸۱ a	۶/۷ ± ۰/۰۷ b	۲/۵۲ ± ۰/۰۳۱ a
C18:1n7, 1n9	۲۷/۳۶ ± ۱/۰۶ a	۳۶ ± ۱/۴ b	۱۱/۸۴ ± ۰/۵۱ c
C20:1n9	۱/۸۶ ± ۰/۰۳ a	۱/۵ ± ۰/۲۸۵ b	۲/۴۸ ± ۰/۰۹ c
(n۶-) PUFA			
C18:2n6cis	۹/۶۷ ± ۱/۳ a	۷/۱۳ ± ۰/۵ b	۲۳/۵۱ ± ۰/۹ c
C20:2n6	۰/۴۴ ± ۰/۰۰۳ a	N.D.	۰/۲۷ ± ۰/۰۲۵ b
C20:4n6	۰/۷۳ ± ۰/۰۱ a	N.D.	۰/۳۵ ± ۰/۰۳۱ b
(n۳-) PUFA			
C18:3n3	۱۶ ± ۰/۵۷ a	۹/۰۴ ± ۰/۲۱ b	۰/۱۳۷ ± ۰/۰۳۲ c
C20:3n3	۰/۳۶ ± ۰/۰۱۵ a	۰/۹۳ ± ۰/۰۹۵ b	۰/۳۵ ± ۰/۰۱۲ a
C20:5n3	۰/۵۷ ± ۰/۰۳ a	۰/۸۵ ± ۰/۰۶۷ b	۴/۷۷ ± ۰/۰۳۹ c
C22:6n3	N.D.	N.D.	۱/۵۶ ± ۰/۰۱
Total			
(n-3)PUFA	۱۶/۹۳	۱۰/۸۲	۶/۸۱
(n-6)PUFA	۱۰/۸۴	۷/۱۳	۲۴/۱۳
DHA+EPA	۰/۵۷	۰/۸۵	۶/۳۳

اعداد در یک ستون با حروف یکسان اختلاف معنی دار ندارند ($p > 0.05$) علامت N.D. نشانگر میزان غیر قابل سنجش (ناچیز) در برخی نمونه هاست.

جدول شماره-۵: پروفیل اسیدهای چرب لاشه ماهی تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی

	تیمار ۱ (کنسانتره)	تیمار ۲ (دکپسوله)	تیمار ۳ (ناپلی)	تیمار ۴ (کنسانتره و دکپسوله)	تیمار ۵ (کنسانتره و ناپلی)
SAFA					
C14:0	۲/۶ ± ۰/۲۹ a	۰/۹۵ ± ۰/۰۰۳ b	۱/۴۱ ± ۰/۲۸۵ cd	۱/۷۳ ± ۰/۰۷۵ d	۱/۳۳ ± ۰/۰۱۸ c
C16:0	۱۸/۲۴ ± ۰/۶۷۵ a	a ۱/۱ ± ۱۸/۳۲	۲۱/۲ ± ۱/۱ b	۲۲/۱ ± ۰/۸۵ b	۲۲/۳ ± ۰/۹۳۱ b
C18:0	۰/۱۴۵ ± ۰/۰۰۲ a	b ۰/۰۰۱ ± ۲/۰	۳/۴۳ ± ۰/۰۲ c	۱/۳۹ ± ۰/۰۰۲ d	۳/۰۲ ± ۰/۱ e
C20:0	۰/۳۳ ± ۰/۱۴ a	b ۰/۰۴ ± ۰/۰۶	۱/۶ ± ۰/۰۱ c	۰/۱۵ ± ۰/۰۲۱ d	۱/۵۷ ± ۰/۰۶ c
MUFA					
C14:1n5	۰/۲۶ ± ۰/۰۱ a	۰/۳۸ ± ۰/۰۵ b	۰/۴ ± ۰/۰۲ b	۰/۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۵ ± ۰/۰۵ c
C16:1n7	۴/۵۷ ± ۰/۱ a	۷/۸۸ ± ۰/۹۹ b	۵/۸ ± ۰/۰۳ c	۲/۶۶ ± ۰/۲۹ d	۱/۵۲ ± ۰/۰۱ e
C18:1n9, 1n7	۳۸/۶ ± ۱/۰۲ a	۱/۲ ± ۰/۰۲ b	۳/۱ ± ۰/۰۴ c	۱۲/۶ ± ۰/۲۹ d	۱۴/۶ ± ۰/۹۲ e
C20:1n9	۱/۹۶ ± ۰/۰۰۲ a	۱/۳۶ ± ۰/۰۱ b	۱/۴ ± ۰/۰۳ b	۱/۱۸ ± ۰/۰۴ c	۱/۵۸ ± ۰/۰۶ d
(n۶-) PUFA					
C18:2n6cis	۲۰/۸ ± ۱/۱ a	۴۳/۹ ± ۱/۸۱ c	۳۶ ± ۱/۳ c	۱۵/۶۳ ± ۱/۰ d	۱۰/۳ ± ۰/۶۳ a
C20:2n6	۱/۱۴ ± ۰/۰۰۴ a	۰/۷۷ ± ۰/۰۰۱ a	۰/۷۷ ± ۰/۰۱ a	۰/۸۲ ± ۰/۰۳ a	۱/۰۴ ± ۰/۰۹ a
C20:4n6	۰/۸ ± ۰/۰۹ a	۰/۸۲ ± ۰/۰۸ a	۰/۴۵ ± ۰/۰۱ b	۰/۷۴۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۹۹ ± ۰/۰۷ c
(n۳-) PUFA					
C18:3n3	۰/۸۴ ± ۰/۰۰۷ a	۷/۰ ± ۱/۰۱ b	۹/۴ ± ۰/۸۴ c	۵/۵ ± ۰/۰۹ d	۸/۹ ± ۰/۰۹ e
C20:3n3	۰/۴ ± ۰/۰۰۹ a	۰/۶۶ ± ۰/۰۷ b	۰/۹ ± ۰/۰۱ c	۰/۲۶ ± ۰/۰۰۸ d	۰/۹ ± ۰/۰۱۱ c
C20:5n3	۱/۹۴ ± ۰/۱۴۱ a	۰/۷۱۳ ± ۰/۰۳ b	۰/۴۲ ± ۰/۰۵ c	۱/۲۱ ± ۰/۰۱۷ d	۱/۱ ± ۰/۰۳۷ e
C22:6n3	۱/۶۶ ± ۰/۰۲۲ a	۰/۶۷ ± ۰/۰۱ b	۰/۷۸ ± ۰/۰۶۴ c	۱/۱۲۴ ± ۰/۰۷ d	۱/۳۸ ± ۰/۰۵ e
Total					
(n-3)PUFA	۴/۸۴	۹/۰۴	۱۰/۶۵	۸/۰۹۵	۱۲/۳
(n-6)PUFA	۲۲/۷۴	۴۵/۴۹	۳۷/۲۲	۱۶/۷۱	۱۲/۳۴
DHA+EPA	۳/۶	۱/۳۸	۱/۲	۲/۳۳	۲/۴۸

اعداد در یک ستون با حروف یکسان اختلاف معنی دار ندارند (p > ۰/۰۵)

راحتی پروتئین غذای کنسانتره را هضم نموده و الزاماً استفاده از ناپلی آرتمیا و یا سیست دکپسوله در جهت افزایش کارایی هضم در دستگاه گوارش برای شکستن مولکولهای بزرگ پروتئین غذای کنسانتره لازم و حیاتی نیست. از طرفی چون پروتئین گرانترین جزء جیره غذایی آبزیان می باشد، بالا بردن میزان آن در جیره غذایی و استفاده از آن به عنوان منبع تولید انرژی مقرون بصره نبوده و می توان با افزودن لپیدها و کربوهیدراتها به عنوان منابع تامین کننده انرژی، میزان پروتئین در جیره غذایی را به حداقل رساند (۱۴). به همین جهت معمولاً غذای فرموله شده ای با ۴۸-۴۲٪ پروتئین خام و ۲۴-۱۶٪ لیپید برای این ماهیان توصیه میشود (۷). با وجود پائین بودن مقادیر اسیدهای چرب EPA و DHA در ناپلی آرتمیا و همچنین سیست دکپسوله مقدار این دو اسید چرب بسیار مهم در لاشه ماهیان تغذیه شده با این دو ماده در حد متناسبی قرار دارد. اما کماکان به دلیل بالا بودن این دو اسید چرب در غذای کنسانتره مقدار آن نیز در لاشه ماهیان تغذیه شده با این ماده خشک غذای در حد بالایی از کل اسیدهای چرب قرار دارد. توجه به میزان بالای اسید لینولنیک (۱۸:۳n۳) در سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا که یکی از شاخصترین تفاوت های *A. urmiana* با دیگر گونه هاست (۲) این نکته را به اثبات می رساند که برعکس ماهیان دریایی، سیستم متابولیسمی قزل آلا می تواند اسید لینولنیک (۱۸:۳n۳) را به EPA و DHA تبدیل نموده (۳) و نیاز موجود را به این دو اسید چرب ارزشمند مرتفع نماید. بدین جهت و با توجه به توانایی آنابولیسمی لارو قزل آلا می توان بطور غیر مستقیم و با افزایش اسیدهای چرب خاص به جیره غذایی لارو سطح برخی اسیدهای چرب ضروری را در بالا برد. البته نباید فراموش کرد که اولاً این توانایی در مورد ماهیان قزل آلا مصداق داشته و اغلب ماهیان دریایی توانایی محدودی در تبدیل اسید لینولنیک به EPA و DHA هستند. دوم اینکه اسیدهای چرب کلاسهای مختلف قادر به تبدیل به یکدیگر نبوده و فقط اسیدهای چرب یک کلاس قادرند از اسیدهای چرب مادر آن کلاس سنتز شوند (۱۲). بنابر این و با در نظر گرفتن اینکه میزان مطلوب اسیدهای چرب ضروری آزاد ماهیان در حدود ۲/۵٪ از کل اسیدهای چرب هست (۱۱) جیره غذایی فرموله شده آنها باید حاوی هر دو نوع روغن گیاهی و روغن ماهی حاوی اسیدهای چرب پایه هر کلاس باشد. اما با وجود هزینه های سنگین، نتایج تحقیقات Kolkovski (۲۰۰۱) در تغذیه همزمان با غذای کنسانتره و آرتمیا و همچنین در صد بقای ۸۰٪ در تغذیه همزمان لارو انواع آبزیان از جمله *Seabream* با غذای زنده و کنسانتره و دیگر یافته های علمی اخیر باعث توجه بیش از پیش پرورش دهندگان به استفاده از غذاهای زنده به عنوان جیره های ترکیبی شده است (۱۳). اما بررسی نتایج آزمایش فوق نشان داد که تغذیه ترکیبی لارو قزل آلا با ناپلی آرتمیا یا سیست دکپسوله و غذای کنسانتره موجب افزایش قابلیت هضم (Digestibility) در لارو قزل آلا نمی شود زیرا تفاوت چندانی در میزان جذب اسیدهای چرب در تغذیه ترکیبی نسبت به غذاهای غیر ترکیبی دیده نمی شود (جدول ۳-). بطور مثال میزان اسید چرب DHA به عنوان یکی از مهمترین اسیدهای چرب بدن در تغذیه با جیره های ترکیبی ۱/۳ و ۱/۱۲۴ میلی گرم در گرم از کل اسیدهای چرب می باشد که کاملاً با مقادیر بدست آمده در تغذیه با جیره های غیر ترکیبی هماهنگی داشت. یا مثلاً در مورد اسید چرب EPA و اسید لینولنیک نیز این هماهنگی در میزان جذب مابین نمونه های تغذیه

بررسی نتایج فوق نشان میدهد که مقادیر اسیدهای چرب کلاس n-۳ در ماهیان تغذیه شده با سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا بسیار قابل توجه تر از نمونه تغذیه شده با غذای کنسانتره می باشد. حتی مقادیر این اسید چرب در نمونه تغذیه شده با غذای کنسانتره و سیست دکپسوله و همچنین کنسانتره و ناپلی آرتمیا نیز قابل توجه بوده و به ترتیب حدود ۸ و ۱۱ درصد از کل اسیدهای چرب می باشد. در مورد دو اسید چرب EPA+DHA نیز همانطور که انتظار می رفت بالا بودن میزان این دو اسید چرب در غذای کنسانتره باعث شده است که بالاترین میزان در لاشه ماهیان تغذیه شده با غذای کنسانتره و ترکیب کنسانتره با سیست دکپسوله و یا ناپلی دیده شود. این در حالیست که با وجود پائین بودن مقادیر دو اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و داکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) در سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا مقادیر این دو اسید چرب در لاشه لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا و سیست دکپسوله بطور قابل توجهی افزایش یافته است که دلایل آن در بخش ذیل توضیح داده شده است.

بحث

این تحقیق به منظور بررسی توان هضم، جذب، متابولیسم و آنابولیسم پروتئین، چربی و اسیدهای چرب در لارو نارس قزل آلا انجام گرفت. تاکنون مطالعات بسیار گسترده ای در خصوص نیازهای غذای آبزیان تجاری خصوصاً آبزیانی که بصورت مستقیم در سبب غذایی انسانها نقش دارند صورت پذیرفته است. بطور مثال براساس تحقیقات انجام شده نیاز طبیعی ماهیان سرد آبی از خانواده آزاد ماهیان با ۴۰-۳۵٪ پروتئین به همراه ۲۰-۱۵٪ چربی بر طرف می شود (۸). با توجه به این نکته که در سیستمهای پرورش آبزیان بیش از ۶۰٪ هزینه های جاری فقط صرف تغذیه آبزیان می شود، توجه به رژیم غذایی و دستیابی به بالاترین رشد و بقا با صرف کمترین هزینه و اصولاً بالانس جیره غذایی بسیار مورد اهمیت بوده و هست. نتایج آنالیز ارزش غذایی سه نوع غذای مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که ارزش غذایی غذای کنسانتره در اغلب موارد بیشتر محصولات آرتمیا می باشد. از آنالیز اسیدهای چرب نمونه های غذایی مشخص شد اسید چرب EPA در سیست دکپسوله و ناپلی *Artemia urmiana* بسیار کم بوده (به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۸۵ میلی گرم در گرم اسیدهای چرب) و میزان اسید چرب DHA تقریباً در حد صفر می باشد که این مورد با توجه به شناخت قبلی از انواع آرتمیا دور از انتظار هم نبود (۱). اما به علت وجود روغن ماهی در غذای کنسانتره مقادیر این اسیدهای چرب در غذای کنسانتره حداقل ۵ برابر ناپلی آرتمیا و سیست دکپسوله می باشد. نتایج نشان داد که تغذیه لارو قزل آلا بوسیله جیره های غذایی مختلف تاثیر معنی داری در میزان جذب چربی و پروتئین کل در لارو قزل آلا ایجاد کرده است ($p < 0/05$). این رابطه خصوصاً در میزان چربی بصورت کاملاً مستقیم و معنی دار دیده میشود یعنی بالا بودن میزان چربی در جیره غذایی باعث افزایش ذخیره چربی در لارو شده است. اما با توجه به تامین حداقل نیازهای فیزیولوژیک ماهی اختلافات جزئی (معنی دار در سطوح بالاتر از نیازهای ماهی) از نظر کاربردی قابل توجه نیست. همچنین بررسی میزان پروتئین در رژیم غذایی و لاشه لاروها نشان داد که با توجه به توانایی هضم و جذب کامل پروتئین در لارو قزل آلا این موجود با قابلیت مناسب سیستم آنزیمی دستگاه گوارش قادر هست به

۳. مناف فر، ر.، ۱۳۸۰، غنی سازی ناپلیوس *Artemia urmiana* با *Dunaliella tertiolecta* امولسیون اسیده‌های چرب و جلبک تک سلولی و بررسی متابولیسم HUFA تحت انکوباسیون سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۰ صفحه.
4. Abatzopoulos, Th.J., Beardmore, J.A., Clegg J.S and Sorgeloos P., 2002, Artemia basic and application biology. Kluwer Academic Publishers, pp: 250-277.
5. Bengtson, D.A., Leger, ph. And Sorgeloos, P., 1991, Use of Artemia as a food source for aquaculture, PP: 250-280 I: Artemia Biology. Brown, R. A., sorgeloos, P., Trotman, C.N.A (Eds). CRC press, Inc, Boca Rotan Florida, USA, 347 P.
6. Cho, C.Y. and Cowey, C.B., 1991, Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. In: Wilson, R.P (ed.) Handbook of Nutrient Requirement of Finfish. CRC Press, Boca Reaton, PP: 131-143.
7. Hardy, R.W., 2000, Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Webster, C.D and Lim, C.E. (eds.) Nutrient requirements and feeding of Finfish for aquaculture .CABI Press, Boca Raton, pp:105-121
8. Kim, K.L., Kayes, T.B. and Amundos, C.H., 1984, Requirements for sulfurcontaining amino acids and utilization of D. methionine by Rainbow trout. Fed. Proc. 433338 (Ars).
9. Kolkovski, S., Koven, W.M. and Tandler, A., 1997, The mode of action of artemia in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture 155: 193-205.
10. Kolkovski, S., 2001, Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implication and applications to formulated diets, Aquaculture 200 (2001) 181-201.
11. Leibovitz, H. E., Bengston, D. A., Maugle, P. U. and Simpson, K. L. 1987, Effect of dietary artemia lipid fractions on growth and survival of inland silversides *Menidia beryllina*. In: Artemia research and it applications Vol. 3, Universa press, Wetter, Belgium, pp. 469-478.
12. NRC(National Research Council), 1983, Nutrition requirement of coldwater fishes. National Academic of Sciences, Washington, D.C, 102 p.
13. Roskoski, R. and Brazda, F.G., 1996, Biochemistry 1st Edn. W.B. Saunders company, Philadelphia USA. pp: 151-153.
14. Tandler, A. and Kolkovski, S., 1991, Rates of ingestion and digestibility as limiting factors in the successful use of microdiet in *Sparus aurata* larvae rearing. Larvi'91. European Aquaculture Society, special publication no. 15. Gent, Belgium
15. Webster, C.D and Lim, C.E., 2002, CABI Publishing Nutrient Requirements and Feeding of Fish for Aquaculture, pp: 1-27.

منفرد و غذای ترکیبی دیده می شود. اما تغییرات اندک در میزان برخی از اسیده‌های چرب فوق ارتباط مستقیمی با شرایط متابولیسم و تبدیل اسیده‌های چرب به هم داشته و مقایسه آماری تک تک آنها نتیجه علمی در بر نخواهد داشت. از طرف دیگر متناسب بودن میزان چربی و پروتئین در لاشه حیوان با جیره غذایی نیز نشان داد که آنزیم های گوارشی لارو قزل آلا این موجود را قادر می سازد که بتواند حداقل نیازهای پروتئینی و چربی خود را بدون نیاز به آنزیم های کمکی حتی از غذاهای کنسانتره تامین نماید که این مطلب تأییدی بر توانایی آنزیمی لارو قزل آلا در مقایسه با لاروهای دیگر آریزان می باشد (۷). در کل با مرور کلی مطالب فوق و توجه به قابلیت بالای تغذیه لارو قزل آلا می توان این نکته مهم را استنباط کرد که لارو قزل آلا حداقل برای تامین نیازهای غذایی خود نیازی به تغذیه با غذای زنده نداشته و می توان با بالا بردن ارزش غذای کنسانتره این ماده را به یک غذای ایده آل برای این موجود تبدیل نمود و لازم به صرف هیچگونه هزینه اضافی نیست. اما علیرغم این مسائل، نتایج رشد و بازماندگی لاروها و راندمان هزینه های صرف شده نسبت به میزان رشد لاروها کلید اصلی استفاده از غذای زنده در تغذیه لارو قزل آلا خواهد بود. زیرا ممکن است میزان تغذیه لارو قزل آلا در تغذیه ترکیبی با غذای زنده افزایش معنی داری یافته و در نتیجه میزان بازماندگی و رشد لارو نیز چشمگیر گردد. به همین جهت هیچ پرورش دهنده ای تا وقتیکه از ارزش و برتری کامل غذای فرموله نسبت به غذای زنده اطمینان حاصل نکند غذای زنده را با فرموله شده جایگزین نخواهد کرد. این در حالیست که تولید، عرضه و استفاده از غذای زنده برای تغذیه آریزان معمولاً بسیار مشکلتر و پرهزینه تر از غذاهای کنسانتره می باشد و در مواردی مانند ماهیان قزل آلا که بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق نیازی به تغذیه با غذای زنده برای افزایش میزان هضم و جذب نداشتند این جایگزینی بی معنی می باشد. در هر حال همانطور که پیش از این نیز اشاره شد تغذیه با غذاهای زنده تنها با بررسی تامین نیازهای غذایی ماهیان، میزان رشد، بقاء و تقویت سیستم ایمنی ماهی و همچنین اصلاح کیفیت غذای فرموله شده در جهت افزایش میزان هضم پذیری آن و همچنین توجه به قیمت و کیفیت غذای زنده مقدور خواهد بود (۴).

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاران پژوهشکده آرتیمیا و جانوران آبری دانشگاه ارومیه خصوصاً آقای دکتر رامین ملکی بابت همکاری ایشان در آنالیز نمونه های اسیده‌های چرب کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع مورد استفاده

۱. ادهمی، غ.، ۱۳۸۰، تعیین ارزش غذایی فرآورده های مختلف آرتیمیا جهت استفاده در مراکز تکثیر و پرورش آریزان. پایان نامه دکتری دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ۷۶ صفحه.
۲. پورجعفر، م.، ۱۳۷۷، تعیین میزان چربی و اسیده‌های چرب ناپلئوس آرتیمیا ارومیا از ایستگاههای مختلف صید در طول سال. پایان نامه دکتری دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ۸۵ صفحه.