در
امور دام و آبزیان شماره ۸۱ زمستان ۱۳۸۷

# تاثیر تغذیه با ناپلی آرتمیا، سیست دکپسوله و غذای کنسانتره بر میزان پروتئین، چربی و اسیدهای چرب در لارو نو رس قزل آلای 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 آنزیم های دستگاه گوارش لارو آبزیان عموماً ضعیف بوده و این نقص به تدریج در دوران تکامل لارو ترمیم می گردد. در چنین موجوداتی غذای زنده با افزایش قابلیت هضم (Digestibility) و جذب غذای کنسانتره موجب بهبود رشد و بقاء می شود. در این تحقیق لارو نو رس 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، درمخازن 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 نمونه های 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 نمونه های تغذیه شده در تیمارهای مختلف نشان داد که لارو قزل آلا با دارا بودن قدرت آنزیمی بالا نیازی به آنزیم های کمکی غذای زنده جهت هضم غذای کنسانتره ندارد ($p > ۰/۰۵$).**

**کلمات کلیدی: اسیدهای چرب، پروتئین، غذای زنده، قابلیت هضم، لارو قزل آلا.**

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

تکثیــر و تولید لاروهای مقاوم با میزان رشــد و بازماندگی بالا خصوصاً در گونــه هایی کــه در دوران لاروی به غذاهای زنده وابســتگی کامل دارند از مهمترین مشکلات آبزی پروری در قرن حاضر می باشد. Person در سال ۱۹۹۲ نشــان داد کــه کل هزینه جاری مورد نیاز بــرای تغذیه لارو آبزیانی کــه به تغذیه با آرتمیا وابســته هســتند در مــدت ۴۵ روز بیش از ۷۹٪ از کل هزینه هاســت (۱۰). علت عمده اســتمرار این وابستگی با وجود چنین هزینه گزافی این اســت که در ابتدای دوران لاروی دســتگاه گوارش لاروها بصورت یک لوله ســاده و مستقیم بوده و تغییرات دستگاه گوارشی با ایجاد چین خوردگی هایی در روده، تشــکیل غدد ترشــحی و شکل گیری معده تقریباً در انتهای دوره لاروی به پایان می رســد (۱۰). از طرف دیگر غذای فرموله شده حاوی پروتئینها و دیگر موادیست که کار هضم را برای موجود مشکل می کند. زیرا بطور میانگین غذای زنده (طبیعی) حاوی حدود ۱۰٪ ماده خشــک می باشد در حالیکه غذای فرموله شــده معمولا از ۹۰- ۶۰ ٪ ماده خشــک تشکیل شده اســت. از دیگر دلایل هضم آسان غذاهای زنده، اتولیز شــدن خود غذا بوسیله آنزیم های بافتی موجود می باشد که تا زمان فعال شــدن کامل آنزیمهای دســتگاه گوارش لارو عمل گوارش را حمایت می کنند (۱۰). برخی محققین حدس می زنند که در گونه های تست شده ۸۰٪ - ۴۰٪ فعالیت آنزیم ها بوســیله ارگانیسم های غذای زنده به دستگاه گوارش لارو القاء می شــود. این افراد اعتقاد دارند که به عنوان یک حافظه ژنتیکی کمبود آنزیمی دســتگاه گوارش هر موجود در نوع جیره غذای زنده ای که موجود در طبیعت از آنها اســتفاده می کند نهفته است (۱۰). ا لبته در برخی گونه ها با توجه به ارتباط مستقیم سایز غذا و دوره لاروی ماهی، تغذیه با غذای میکرونیزه نیز نتایج خوبی در برداشته است. درحالیکه تکامل ناقص دســتگاه گوارش لارو بعضی ماهیان دریایی مانند Peocids پرورش دهندگان را در تغذیه لاروها با غذاهای کنسانتره با شکست روبرو کرد (۱۰). در ســالهای اخیــر با توجه به هزینه های بالای تغذیــه با غذای زنده ( مثلاً قیمت بالای سیســت آرتمیا ) و مشکلات مرتبط با آن، تحقیقات متعددی در جهت ساخت جیره های فرموله مناسب تر با درصد هضم و جذب بالاتر و همچنیــن تغذیه همزمــان با غذای زنده و کنســانتره بصورت جیره های ترکیبــی در جهت کاهش میــزان مصرف غذای زنده صورت گرفته اســت. بطــور مثال تکنیک علامت گذاری رادیواکتیو افزایش معنی داری در جذب و متابولیســم نوترینتهای غذایی وقتیکه این لارو بصورت همزمان و بصورت مقایســه ای با غذای زنده و غذای کنســانتره تغذیه می شد نشان داد (۹). قــزل آلا با دارا بودن ویژگی های منحصر بفرد از جمله طول نســبتاً کوتاه دوره پرورش، مقاومت ماهی به طیف وســیعی از شــرایط فیزیکو شیمیایی محیط رشد، اندازه نسبتاً بزرگ لارو در مراحل اولیه، امکان تکثیر مصنوعی ایــن ماهی در فصول مختلف ســال از گونه های مهــم و تجاری در ایران و دنیا می باشــد (۷). پرورش نســبتا راحت این گونه مفید باعث توجه بیشتر مزرعه داران و محققان به پرورش این ماهی، افزایش راندمان تولید و کاهش هزینه های مرتبط شده است. دراین تحقیق لارو نورس قزل آلا در ۵ تیمار با سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا (به عنوان غذاهای زنده)، غذای کنسانتره و ترکیب ۵۰٪ سیســت دکپســوله - غذای کنســانتره و ۵۰٪ ناپلی آرتمیا غذای کنســانتره تغذیه شده در نهایت با بررســی پروفیل اسیدهای چرب، پروتئین کل و چربی تام میزان متابولســیم وآنابولیسم پروتئین و اسیدهای چرب و همچنین نقش غذای زنده به عنوان یک مکمل غذایی که می تواند در هضم و جذب غذای کنســانتره در لارو آبزیان نقش اساسی داشته باشد مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

لارو نــو رس (Fry) قزل آلا با میانگیــن وزن ۱۳۰ میلی گرم به ۱۵ تانکر

(۵ تیمـار و ۳ تکرار) پلـی اتیلنی ۴۰ لیتری حاوی ۲۵ لیتر آب شـیرین در تراکـم ۱۲ لارو در هر لیتر شـمارش و انتقال داده شـد. تمامی تانکرها در ۲۴ سـاعت اولیه تغذیه بصورت یکسـان با غذای کنسانتره تغذیه شدند. طـول دوره پـرورش ۲۱ روز بود که در این مـدت لاروها ۸ بار در روز و در فواصل ۳ سـاعته تغذیه می شدند. غذای کنسانتره به عنوان تیمار شاهد و سیسـت دکپسوله براسـاس درصد وزن لارو قزل آلا، که پس از بیومتری و توزین لاروها در فواصل ۱۰ روزه به دسـت می آمد، با اسـتفاده از فرمول غذادهی محاسبه شده و در۸ وعده در اختیار لاروها قرار می گرفت. با توجه به این که ناپلی آرتمیای خشـک شـده چهار بار سبک تر از ناپلی زنده می باشـد با استفاده از ضریب تبدیل ۴ ( درصد وزن تر به خشک ناپلی) میزان ناپلی مورد نیاز از روی غذای کنسـانتره محاسـبه گردیده و مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای ترکیبی نیز بر این اسـاس و بصورت مساوی (۵۰٪ از هر غذا ) محاسـبه و مورد تغذیه قرار می گرفت. با توجه به اینکه لاروهای قزل آلا دارای رشـد قابل توجهی هستند جهت محاسبه دقیق غذای روزانه در فواصل ۱۰ روزه دوبار اقدام به بیومتری لارو گردیده و محاسـبات جدید بر اسـاس وزن جدیـد لارو انجام گردید. در حیـن غذادهی آب ورودی به تانکرها موقتا" به مدت ۰/۵ ساعت جهت تغذیه بهتر لاروها قطع شده و در این مدت با هوادهی، میزان اکسـیژن تانکرها در حد مطلوب حفظ می شد. غذای کنسـانتره (SFT۱) مورد نیاز از شرکت میلاد مهاباد تهیه شده و در طـول مدت آزمایش جهت جلوگیری از افت ارزش غذایی در درون یخچال نگهداری می گردید.

سیست آرتمیای مورد اسـتفاده *A.urmiana* (Gunther) نیز پس از کنترل کیفی اولیه شـامل در صد و قابلیت هچ بر حسـب نیاز هر روزه، در زوکهای ۱۰۰ لیتری و در شـرایط اپتیمم هچ شـامل نـور ۳۰۰۰- ۲۰۰۰ لوکس، دمای ۲۹ درجه سـانتی گراد درجه و شـوری ۳۵ گـرم در لیتر با pH= ۸/۵ هچ شـده و پس از شمارش و محاسـبه میانگین ناپلی در میلی لیتر، در درون انکوباتوری با دمای ۴+ درجه سانتی گراد (جهت حفظ ارزش غذایی و کاهش تلفات ناپلی ها) نگهداری می شدند (۳).

### دکپسولاسیون سیست

سیسـت *Artemia urmiana* پس از شستشـو و خالص سـازی، جهت هیدراته شـدن به مدت ۱ ساعت در درون آب شـیرین با هوادهی مناسب قرار داده شد. سیستها با الک ۱۵۰ میکرونی جداسازی گردیده و در محلول پوسـته زدایی شـامل ۰/۱۵ گرم NaOH و ۰/۵ گرم هیپوکلریت فعال و ۱۴ میلی لیتر آب شیرین غوطه ور شده و با کنترل دما در مدت ۱۰ دقیقه سیسـتها پوسته زدایی شدند. سیستهای دکپسوله پس از شستشوی کامل، به مدت ۳۰ ثانیه در درون اسـید کلریدریک ۰/۱ نرمال قرار داده شد تا اثر محلول پوسـته زدایـی بطور کامل مرتفع گردد. در نهایت سیسـتها دوباره بوسـیله آب شیرین بطور کامل شسته شد (۵). سیست های دکپسوله فوق در درون انکوباتـوری بـا دمای ۴۰ درجه کاملاً خشـک گردیده و تا انتهای آزمایش در درون یخچال (دمای ۴+ درجه سانتی گراد) نگهداری شد.

### آنالیز داده ها

فاکتورهـای فیزیکو شـیمیایی آب بطور روزانه کنتـرل و ثبت می گردید. روشـنایی سـالن بصورت ۱۲D L : ۱۲ تنظیم شـده و میزان غذای روزانه نیـز بر اسـاس افزایش وزن لاروها در هـر دوره ۱۰ روزه (پس از بیومتری) تعیین می گردید. نهایتاً در روزبیسـت ویکم بصورت تصادفی ۱۵ لارو از هر تانکر برداشـت شده و پس از تخلیه دستگاه گوارش، بوسیله اون ۶۰ درجه سـانتی گراد در مدت ۲۴ سـاعت خشک شدند. چربی تام نمونه ها با روش اسـتخراج در اتـر اندازه گیری شـد . آنالیز اسـیدهای چـرب نیز به روش متیلاسـیون مستقیم نمونه و با اسـتفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف انجام گردیـد (۱۱). آنالیز پروتئین کل نیز با دسـتگاه کجلـدال اتوماتیک انجام گردید. تجزیه و تحلیل آماری میانگینها با اسـتفاده از برنامه آماری SPSS و آنالیز واریانس تست دانکن انجام شد.

## نتایج

برخی فاکتورهای فیزیکو شیمیایی اندازه گیری شده در طول دوره آزمایش به شرح ذیل می باشد (جدول – ۱).

**جدول شماره-۱: فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب در دوره پرورش**

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

بـه دلیل انجام این آزمایش در داخل یک سـالن بسـته فاکتورهای اندازه گیری شـده تغییر چندانی نداشـتند. در ضمن به دلیل استفاده از آب چاه میزان آمونیاک، نیتریت و نیترات کل در حد صفر اندازاه گیری شـد. پیش از شروع آزمایش ابتدا نمونه های غذایی از نظر میزان پروتئین، چربی تام و اسیدهای چرب با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج اندازه گیری میزان پروتئین کل، چربی تام در نمونه های غذایی و نمونه لاشـه لاروها پس از اتمام دوره پرورش به ترتیب در جداول ۲ و۳ آورده شده است.

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

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

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

آنالیز آماری نشان می دهد که میزان چربی تام در نمونه های ناپلی آرتمیا و سیسـت دکپسوله و غذای کنسانتره بصورت معنی داری با یکدیگر تفاوت دارنـد ($p > ۰/۰۵$). بدیـت ترتیب بالاترین میزان چربی در نمونه سیسـت دکپسـوله و کمترین در نمونه ناپلی آرتمیا دیده می شود. میزان چربی کل

نمونه غذای کنسانتره در حد واسط تیمارهای دیگر قرار دارد. اما درآنالیز 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 <۰/۰۵). اما تفاوت سطح پروتئین در نمونه سیست دکپسوله و غذای کنسانتره اختلاف آماری نداشت (p >۰/۰۵). نتایج آنالیز میزان پروتئین کل و چربی تام در لاشه لاروهای تغذیه شده با تیمارهای غذایی در جدول ۳ آورده شد.

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

| | درصد چربی تام به وزن خشک | درصد پروتئین کل به وزن خشک |
|---|---|---|
| تغذیه با غذای کنسانتره ( نمونه شاهد - (تیمار۱) | ۱۸/۱۵ ± ۰/۱۲ a | ۶۲/۳ ± ۰/۲ a |
| تغذیه با سیست دکپسوله ( تیمار۲) | ۱۸/۷۷ ± ۰/۱۵ b | ۶۴/۴ ± ۰/۱۱ b |
| تغذیه با ناپلی آرتمیا ( تیمار۳) | ۱۸/۰۹ ± ۰/۲ a | ۶۲/۸ ± ۰/۲۱ c |
| تغذیه با غذای کنسانتره و سیست دکپسوله ( تیمار۴) | ۱۷/۹۷ ± ۰a/۲۴ | ۶۳/۸ ± ۰/۱۹ d |
| تغذیه با غذای کنسانتره و ناپلی آرتمیا ( تیمار۵) | ۱۷/۵۷ ± ۰/۲۷ c | ۶۱/۹ ± ۰/۳ e |

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

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 آرتمیا) و چربی کل مربوط به تیمار۲ (سیست دکپسوله) با دیگر نمونه ها اختلاف معنی داری دارند (p <۰/۰۵). میزان چربی در بقیه نمونه ها هیچ تفاوت معنی دار با هم نداشتند (p >۰/۰۵). 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 معنی‌داری در تمامی نمونه ها با هم اختلاف دارد (p<۰/۰۵). 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).

آنالیزاسیدهای چرب نمونه های غذایی نشان داد تفاوتهای 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 ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و داکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) برتری با ناپلی آرتمیا می باشد. مثلا از نظر رده بندی ناپلی آرتمیا از نظر کلاس n-۳ 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 DHA+EPA 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 تفاوتهای جزئی در پروفیل اسیدهای چرب سیست دکپسوله و ناپلی آرتمیا نیز دیده می شود. مثلا از کلاس n-۶ میزان دواسید چرب C۲۰:۴n۶ و C۲۰:۲n۶ درسیست دکپسوله در حد صفر ولی در ناپلی آرتمیا به ترتیب ۰/۷۳ و۰/۴۴ میلی گرم در گرم از اسیدهای چرب می باشد. میزان اسید چرب لینولنیک (C۱۸:۳n۳) 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 آلای در جدول ۵ آورده شده است.

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

| | ناپلی آرتمیا | سیست دکپسوله | 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 ± ۰/۰ ۰۲ 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 ± ۰/۷ 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 ±۰/۰ ۲۵ 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 ±۰/۰ ۳۲ c |
| C20:3n3 | ۰/۳۶ ±۰/۰۱۵ a | ۰/۹۳ ±۰/۰۹۵ b | ۰/۳۵ ±۰/۰ ۱۲ a |
| C20:5n3 | ۰/۵۷ ±۰/۰۳ a | ۰/۸۵ ±۰/۰۶۷ b | ۴/۷۷ ±۰/۰ ۳۹ 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 >۰/۰۵)

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

| | تیمار۱ (کنسانتره) | تیمار۲ (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 ± ۰/۶ | 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 ± ۰/۴ 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 |
| PUFA (n۶-) | | | | | |
| 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 ± ۰/۹ 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 |
| PUFA (n۳-) | | | | | |
| C18:3n3 | ۰/۸۴ ± ۰/۰۰۷ a | ۷/۰ ± ۱/۰۱ b | ۹/۴ ± ۰/۸۴ c | ۵/۵ ± ۰/۰۹ d | ۸/۹ ± ۰/۹ 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($p > ۰/۰۵$)

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 DHA+EPA 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 نورس قزل آلا انجام گرفت. تاکنون مطالعات بسیار گسترده ای در خصوص نیازهای غذای آبزیان تجاری خصوصاً آبزیانی که بصورت مستقیم در سبد 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 برطرف 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 بقاء 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 درسیست 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 تقریبا 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 درغذای کنسانتره مقادیر این اسیدهای چرب درغذای 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 درلارو قزل آلا ایجاد کرده است ($p < ۰/۰۵$). 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 راحتی پروتئین غذای کنسانتره را هضم نموده و الزاما" 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 بصرفه نبوده و می توان با افزودن لیپیدها و کربوهیدراتها به عنوان منابع تامین کننده انرژی، میزان پروتئین در جیره غذایی را به حداقل رساند (۱۴). به همین جهت معمولا 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 (n۳:C۱۸) 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 (n۳:C۱۸) را به EPA وDHA تبدیل نموده (۳ ،۶) 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 اولا" 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 تحقیقاتKolkovski (۲۰۰۱) در تغذیه همزمان با غذای کنسانتره و آرتمیا وهمچنین 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) درلارو قزل آلا نمی شود زیرا تفاوت چندانی درمیزان جذب اسیدهای چرب در تغذیه ترکیبی نسبت به غذاهای غیر ترکیبی دیده نمی شود (جدول -۳). بطور مثال میزان اسید چربDHA 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 کاملا با مقادیر بدست آمده در تغذیه با جیره های غیر ترکیبی هماهنگی داشت. یا مثلا در مورد اسید چربEPA و اسید لینولنیک نیز این هماهنگی در میزان جذب مابین نمونه های تغذیه

منفرد و غذای ترکیبی دیده می شـود. امـا تغییرات اندک در میزان برخی از اسـیدهای چرب فوق ارتباط مسـتقیمی با شـرایط متابولیسم و تبدیل اسیدهای چرب به هم داشته و مقایسه آماری تک تک آنها نتیجه علمی در بر نخواهد داشـت. از طرف دیگر متناسب بودن میزان چربی و پروتئین در لاشـه 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 خـود را بدون نیـاز به آنزیم های کمکی حتی از غذاهای کنسـانتره تامین نمایـد که این مطلب تائیدی بر توانایی آنزیمی لارو قزل آلا در مقایسـه با لاروهای دیگر آبزیان 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 کـه 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 نیسـت. اما علیرغم این مسائل، نتایج رشد و بازماندگی لاروها و راندمان هزینه های صرف شـده نسـبت به میزان رشد لاروها کلید اصلی اسـتفاده ازغـذای زنده درتغذیه لارو قزل آلا خواهد بود. زیرا ممکن اسـت میـزان تغذیه لارو قـزل آلا در تغذیه ترکیبی با غـذای زنده افزایش معنی داری یافته و در نتیجه میزان بازماندگی و رشـد لارو نیز چشـمگیر گردد. بـه همین جهت هیچ پرورش دهنـده ای تا وقتیکه از ارزش و برتری کامل غذای فرموله نسـبت به غذای زنده اطمینان حاصـل نکند غذای زنده را با فرموله شـده جایگزین نخواهد کرد. این در حالیسـت کـه تولید، عرضه و اسـتفاده از غذای زنده برای تغذیه آبزیان معمولا بسیار مشکلتر و پرهزینه تر از غذاهای کنسـانتره می باشد و در مواردی مانند ماهیان قزل آلا که بر اسـاس 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 اشـاره شد تغذیه با غذاهای زنده تنها با بررسـی تامین نیازهای غذایی ماهیان، میزان رشد، بقاء و تقویت سیستم ایمنی ماهی و همچنین اصلاح کیفیت غذای فرموله شده در جهت افزایش میـزان هضم پذیـری آن و همچنین توجه به قیمـت و کیفیت غذای زنده مقدور خواهد بود (۴).

## سپاسگزاری

بدینوسـیله از همکاران پژوهشـکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه خصوصاً آقای دکتر رامین ملکی بابت همکاری ایشـان در آنالیز نمونه های اسیدهای چرب کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

## منابع مورد استفاده

۱. ادهمـی ،غ.، ۱۳۸۰، تعیین ارزش غذایی فرآورده های مختلف آرتمیا جهت استفاده در مراکز تکثیر و پرورش آبزیان. پایان نامه دکتری دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ۷۶ صفحه.

۲. پورجعفـر ، م.،۱۳۷۷، تعییـن میـزان چربی و اسـیدهای چـرب ناپلئوس آرتمیا ارومیانا از ایسـتگاههای مختلف صید در طول سـال. پایان نامه دکتری دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ۸۵ صفحه.

۳. منـا ف فـر، ر.،۱۳۸۰، غنـی سـازی ناپلیـوس *Artemia urmiana* با امولسیون اسیدهای چرب و جلبک تک سلولی *Dunaliella tertiolecta* و بررسـی متابولیسم HUFA تحت انکوباسیون سـرد. 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, Wettern, 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. Sunders 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.