مقایسه اثرات تغذیه‌ای *آرتمیا اورمیانا* (*Artemia urmiana*) غنی شده با سلکوی وارداتی و ساخت داخل بر میزان رشد، بقاء و ناهنجاری‌های مرحله لاروی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

• **یوسفعلی اسدپور***: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، ارومیه، صندوق‌پستی: ۳۶۸

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش مقایسه اثرات تغذیه‌ای آرتمیا (*Artemia urmiana*) غنی شده با روغن غنی‌ساز (سلکوی) ساخت داخل با سلکوی وارداتی در روی لاروهای تازه به تغذیه افتاده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن ۰/۰۰۲±۰/۱ گرم در یک مرحله زمانی تغذیه‌ای ۳۰ روزه در سه تیمار و هر کدام در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. لاروها به تعداد ۵۰۰ عدد به‌صورت تصادفی از حوضچه‌های پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان ارومیه انتخاب شدند. تیمارها شامل: ۱- ناپلیوس آرتمیای غنی شده با سلکوی وارداتی (INVE)، ۲- ناپلیوس آرتمیا ی غنی نشده و ۳- ناپلیوس آرتمیای غنی شده با سلکوی ساخت داخل بودند. نتایج نشان داد که لاروهای تیمارهای ۱ و ۳ رشد سریع‌تری نسبت به تیمار ۲ دارند و میانگین طول، وزن و ضریب چاقی به‌دست آمده از آن تیمارها، اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ دارد ($p<0/05$). درپایان روز سی‌ام درصد بقاء در بین تیمارهای مختلف ۹۰ تا ٦٧ درصد بود، بیش‌ترین درصد مربوط به تیمار ۱ با ۹۰ درصد و کم‌ترین مقدار آن با نسبت ٦٧ درصد مربوط به تیمار ۲ بود. ناهنجاری‌ها ی عمومی که شامل شنای نامتعادل، ضایعات پوستی، بی اشتهایی، بیرون‌زدگی چشم، ساییدگی باله‌ها و دفرمه شدگی به تعداد ۵۰ عدد در تیمار ۱، ٦٧ و ۵۵ عدد به‌ترتیب در تیمارهای ۲ و ۳ بودند که در این‌خصوص تیمارهای ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ دارند ($p<0/05$). نتیجه نهایی تحقیق بیان‌گر این است که روغن سلکوی ساخت داخل می‌تواند جایگزین مشابه وارداتی- تجاری آن شود.

کلمات کلیدی: لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان ، روغن سلکو، *Artemia urmiana*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: asadnazlo@yahoo.com

مقدمه

آرتمیا در صنعت آبزی‌پروری به‌عنوان غذای زنده منحصر به فرد شناخته شده است، ولی این موجود از نظر میزان اسیدهای چرب ضروری (EPA و DHA) فقیر می‌باشد، این اسیدهای چرب بلندزنجیره غیراشباع برای رشد، بازماندگی، مقاومت در برابر بیماری‌ها، پیگمانتاسیون مناسب و حذف اکثر ناهنجاری‌ها بسیار ضروری هستند. تحقیقات انجام یافته توسط Turchini و همکاران (۲۰۰۳) بر روی مرحله لاروی ماهی آزاد، Hafezieh و همکاران (۲۰۰۹) بر روی لارو ماهیان خاویاری و Agh و همکاران (۲۰۰۱) بر روی متابولیسم لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، همگی این موضوع را تایید می‌کنند. اهمیت استفاده از ترکیب‌های غنی‌سازی موجب شده شرکت‌های بزرگ تحقیقاتی در جهان امولسیون‌های غنی‌ساز آماده مصرف را به دنیا عرضه دارند. در این مورد می‌توان به تولیدات شرکت INVE اشاره نمود، که محصولاتی تحت عناوین تجاری Selco، Super Selco، DC DHA A1 Selco و Selco و Easy Selco را تولید و به فروش می‌رسانند (Sorgeloos و همکاران، ۲۰۰۱). این محصول در صنعت آبزی‌پروری ایران نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی خرید آن به‌علت ارزبری با محدودیت‌های اقتصادی روبرو است. این پژوهش با هدف جایگزینی روغن مایع غنی‌ساز ساخت داخل کشور و بررسی اثرات بهبود تغذیه‌ای استفاده از آن در مقایسه با نوع مشابه وارداتی آن بر روی لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تازه به تغذیه افتاده، صورت گرفته است. در این تحقیق، فاکتورهای زیستی رشد، بقاء و ناهنجاری‌های عمومی شامل شنای نامتعادل، اگزوفتالمی، بی اشتهایی، ضایعات پوستی، سایبدگی باله‌ها و دفرمه شدگی مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

روغن غنی‌ساز ساخت داخل از مرکز تحقیقات آرتمیای کشور و سلکوی وارداتی از شرکت INVE تهیه و مورد مصرف قرار گرفت. برای شناسائی تک‌تک اسیدهای چرب نمونه‌ها از دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Agilent-۶۸۹۰ استفاده شد. از طرف دیگر به‌منظور انجام عملیات غنی‌سازی برروی آرتمیا، سیست‌های *A.urmiana* از بانک سیست مرکز تحقیقات آرتمیای کشور واقع در ارومیه تهیه و ضدعفونی شد. برای برطرف کردن آلودگی آن‌ها با هیپوکلریت سدیم (۲۰۰ppm) به‌مدت ۳۰ دقیقه به‌حالت غوطه‌ور در زوک‌های یک لیتری ضدعفونی شدند (Vanstappen و همکاران، ۱۹۹۶). برای تخمه‌گشایی سیست‌های آرتمیا از روش استاندارد (Sorgeloos و همکاران، ۱۹۹۳) استفاده شد. برای جداسازی لاروها از پوسته سیست‌ها و مواد زاید دیگر از ویژگی نورگرایی مثبت لاروهای آرتمیا استفاده شد. بعد از جمع‌آوری کل ناپلیوس‌ها، در مجموع نمونه‌ها میانگین گرفته شد تا تعداد ناپلیوس‌ها در یک میلی‌لیتر محاسبه شود. در این تحقیق از تراکم‌های ۲۰۰,۰۰۰ ناپلیوس آرتمیا اینستار I در هر لیتر آب‌شور استفاده شد. میزان آب مورد نیاز حاوی ناپلیوس محاسبه و به درون زوک‌های تمیز حاوی آب تازه با شوری ۳۵ ppt به حجم یک لیتر با هوادهی مناسب جهت غنی‌سازی منتقل شدند (Bengetson و همکاران، ۱۹۹۱). تهیه محلول‌های غنی‌ساز

آرتمیا و اعمال عملیات غنی‌سازی: برای غنی‌سازی آرتمیا براساس تکنیک‌های غنی‌سازی بلژیکی (Sorgeloos و همکاران، ۲۰۰۱) به‌شرح ذیل استفاده شد:

تیما ر ۱: ناپلیوس حاوی امولسیون غنی‌ساز وارداتی (شاهد)

تیما ر ۲: ناپلیوس بدون محلول غنی‌ساز

تیما ر ۳: ناپلیوس حاوی امولسیون غنی‌ساز ساخت داخل

غلظت مورد استفاده برای هر تیمار ۰/۴ گرم به‌ازای هر لیتر آب حاوی ۲۰۰,۰۰۰ ناپلی در ظروف مخلوطی شکل ۲/۵ لیتری است. زمان مورد استفاده از محلول ۱۲ ساعت و با دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد با اکسیژن‌دهی معادل ppm ۸ و با شوری ۳۰ گرم در لیتر بود. در ضمن جهت آنالیز شیمیایی آرتمیاهای غنی شده برای تعیین میزان غنی شدگی با امولسیون‌ها، از هر کدام از تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به‌میزان ۱ گرم ناپلی غنی شده آرتمیا برداشت شده و با آب مقطر شستشو و پس از آب‌گیری با اسپاتول جمع‌آوری و به‌درون میکروتیوب‌ها منتقل، پس از درج مشخصات هر تیمار بر روی میکروتیوب‌ها برای تعیین پروفیل و میزان اسیدهای چرب با مخلوط یخ در داخل یخدان فایبرگلاسی به مرکز آزمایشگاهی جهاد دانشگاهی ارومیه منتقل شدند.

استخراج اسیدهای چرب و تعیین پروفیل آن‌ها پس از آماده‌سازی، نمونه‌ها به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شده و توسط دستگاه، کروماتوگرام‌های نمونه‌ها به‌دست آمد.

آزمایش‌های مرحله دوم از عملیات میدانی تیمارها: انجام مرحله دوم که بر روی تعداد ۵۰۰ لارو ماهیان تازه به تغذیه افتاده ماهی قزل‌آلا بود، در شرکت قزل ماهی سردآبی زیوه واقع در کیلومتر ۳۷ ارومیه به‌دلایل داشتن امکانات کافی و انجام عملیات تکثیر ماهی قزل‌آلا انجام شد. در این مرحله در سالن تکثیر این کارگاه ۳ تراف مستطیلی با ظرفیت کلی هر کدام ۴۰

لیتر آب و هر تراف با ۵۰۰ قطعه لارو ماهیانی که تقریباً دو سوم از کیسه زرده خود را جذب و در حال شروع به تغذیه خارجی بودند و دارای میانگین وزنی ۲±۱۰۰ میلی‌گرم بودند، با تراکم ۲۵ قطعه در هر لیتر با (ظرفیت آبی ۲۰ لیتر) به‌شرح ذیل انجام شد:

تیمار۱: لاروهای تازه به تغذیه افتاده با ناپلی غنی‌شده از سلکوی شرکت INVE

تیمار۲: لاروهای تازه به تغذیه افتاده با نائوپلی آرتمیای بدون غنی شدگی

تیمار۳: تراف مخصوص لاروهای تازه به تغذیه افتاده با ناپلی غنی شده از امولسیون تولید داخل

شرایط دمایی ۱۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن‌دهی (با تنظیم آب ورودی) معادل ۷ میلی‌گرم در لیتر، pH معادل ۷/۸ برای تمامی تیمارها در کارگاه بود. غذای آغازین لارو به‌شکل گرانولی با سایز ۰/۴ الی ۰/۷ میلی‌متر با ترکیب (۴۸ درصد پروتئین، ۱۲ درصد چربی خام، ۱۳ درصد خاکستر، ۲/۵ درصد فیبر، ۱/۵ درصد فسفر و ۱۱ درصد رطوبت بود. جهت سهولت و کاهش درصد خطا، عملیات تخم‌گشایی سیست‌ها و غنی‌سازی ناپلیوس‌ها و غذادهی به لاروها در همان کارگاه به‌مدت یک‌ماه انجام شد. محاسبه درصد تخم‌گشایی موثره از رابطه $HE = N\times۲۰۰۰$ و $H\% = (N\times۱۰۰)\ (N + U + E)^{-1}$ است.

N: میانگین ناپلیوس‌های حاصله، U: تعداد متوسط حالت چتری شکل‌ها، E: تعداد سیست‌های تخم‌گشایی نشده

ناپلیوس‌های جمع‌آوری شده به‌میزان ۲۰۰,۰۰۰ عدد در هر لیتر آب اعم از غنی شده و غنی نشده تفکیک و به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای مصرف به‌صورت زنده نگه‌داری و برای مدت ۲ روز استفاده می‌شد. مقدار غذای روزانه مورد نیاز هر یک از تیمارها براساس رابطه ذیل محاسبه و ۶ بار در هر ۲۴ ساعت انجام شد (Stickney، ۱۹۹۱):

٪۵×وزن متوسط لاروها×تعداد لاروهای هر تیمار=مقدار غذای روزانه به گرم

میزان غذای هر تیمار براساس ۵ درصد کل وزن توده زنده آن محاسبه گردید. با گذشت هر روز میزان ۰/۵گرم به کل غذای روزانه اضافه می‌گردید، مقدار ناپلیوس مورد نیاز در هر روز محاسبه و هر روز در ۶ مرحله شبانه روز به ساعات ۷، ۱۱، ۱۵، ۱۹ و ۲۴ به جیره غذایی تیمارهای ۲ و۳ اضافه می‌شد. در ۱۰ روز دوم و در ۱۰ روز سوم میزان یک درصد به جیره‌ها اضافه شده است. در هر بار غذادهی حدود نیم‌ساعت جریان آب به حداقل رسانده می‌شد تا ماهیان فرصت لازم برای تغذیه را داشته باشند. هر روز صبح تعداد تلفات هر حوضچه شمارش ثبت و به آرامی لاشه‌های مرده از تراف‌ها با سیفون خارج می‌شدند. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز هر روز کنترل می‌شد، فیلترها و تورهای خروجی آب تراف‌ها هر روز تمیز می‌شدند. به‌منظور آگاهی از عملکرد تیمارها هر روز در طول دوره پرورش حرکات و رفتارهای تغذیه‌ای ماهی‌ها شامل نحوه شنا کردن، گرفتن غذا و ناپلیوس آرتمیاها و ناهنجاری‌ها مورد مشاهده، بررسی و ثبت قرار گرفت. زیست‌سنجی لاروها در پایان روز سی‌ام کاملاً تصادفی عمل شده و جهت زیست‌سنجی لاروها از ترازوی دیجیتال با دقت ۰۱/ گرم و یک خط‌کش میلی‌متری استفاده شد.

با توجه به مقادیر طول کل و وزن‌های اندازه‌گیری شده ماهی‌ها، شاخص‌های رشد با استفاده از روابط زیر محاسبه و ارزیابی شد:

$\%K = FBW/TL^{۳}\times۱۰۰$

درصد نرخ ویژه رشد (SGR)=(ln وزن نهایی-ln وزن اولیه)×۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی=میزان غذایی مصرفی/وزن اولیه-وزن نهایی

TL: میانگین طول نهایی بر حسب سانتی‌متر در هر تیمار، FBW: میانگین وزن نهایی در هر تیمار

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و آزمون واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن انجام و میزان اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تعیین گردید .

نتایج

نتایج آنالیز پروفایل و درصد اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده، تیمارها به‌شرح جدول ۱ به‌دست آمد.

نتایج آزمون میدانی کارگاهی: در مرحله بعدی بررسی زیست‌سنجی لاروها انجام شد. برای این منظور لاروها در روز اول شروع به تغذیه مختلط زیست‌سنجی شده و وزن اولیه آن‌ها به‌دست آمد که برروی تعداد ۵۰ قطعه لارو ماهی بود و سپس در مرحله پایانی روز سی‌ام نیز زیست‌سنجی کامل آن‌ها انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج درصد بازماندگی لاروهای ماهیان تحت تیمارهای مختلف غذایی در روز سی‌ام از دوره آزمایش (مرحله پایانی) در شکل ۱ نشان داده شده است.

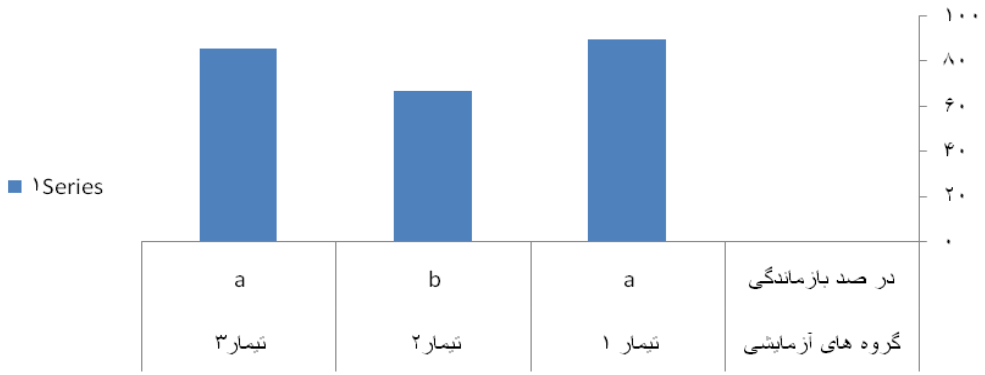
جدول ۱: نتایج آنالیز پروفیل و درصد اسیدهای چرب تیمارها

نمایه اسید چرب	تیمار۱ (ناپلیوس غنی شده با سلکوی وارداتی)	تیمار۳ (ناپلیوس غنی شده با سلکوی ساخت داخل)	تیمار ۲ (ناپلیوس غنی نشده آرتمیا)
C14:0	۲/۱۱	۳/۲۳	۳/۱۱
C14:1n5	۰/۰۶	۰/۰۸	۱/۰۵
C16:0	۹/۴۸	۱۱/۴۸	۱۰/۴۸
C16:1n7	۴/۳۳	۵/۵۳	۶/۵۴
C18:0	۳/۵۵	۴/۵۵	۳/۵۵
C18:1n9	۱۲/۰۶	۱۶/۸۶	۱۳/۵۴
C18:2n6cis	۵/۴۴	۴/۱۱	۵/۸۰
C18:3n3	۱/۹۰	۰/۸۷	۳/۳۷
C20:0	۰/۹۰	۱/۴۳	۰
C18:3n6	۶/۸۸	۴/۸۷	۰/۸۷۲
C18:4n3	۱/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۲
C22:0	۱/۹۰	۰/۲۴	۰/۲۴
C20:3n6	۱/۵۵	۰/۴۹	۱/۴۹
C20:3n3	۱/۲۹	۱/۲۱	۱/۰۲
C20:4n6	۰/۸۸	۰/۷۸	۱/۰۸
C20:5n3	۱/۶۵	۰/۶۵	۰/۵۴
C22:5n6	۶/۵۱	۵/۵۱	۰/۰۰
C22:5n3	۳/۲۸	۲/۲۸	۰/۰۰
C22:6n3	۸/۱۲	۹/۶۸	۰/۰۰
C24:0	۱/۵۴	۰/۵۴	۰/۰۰
SFA	۱۹/۴۸	۲۱/۴۷	۱/۳۹
MUFA	۱۶/۴۵	۲۳/۴۸	۲۱/۱۴
PUFA	۳۸/۶۱	۳۷/۴۷	۱۴/۴۵
EPA	۸/۱۰	۷/۶۵	۰/۵۷
DHA	۱۸/۹۰	۱۷/۵۱	۰/۰۰
ARA	۰/۸۸	۰/۷۸	۱/۰۸
LA	۵/۴۴	۴/۱۱	۵/۸۰
ALA	۸/۷۸	۵/۷۶	۴/۱۲

جدول ۲- نتایج بررسی شاخص‌های زیست‌سنجی لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد آزمایش در مرحله پایانی روز سی‌ام

گروه‌های آزمایشی / شاخص‌های زیست‌سنجی	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار۳
وزن اولیه (گرم)	۰/۱ ±۰/۰۰۲a	۰/۱ ±۰/۰۰۲a	۰/۱ ±۰/۰۰۲a
وزن تر (گرم)	۰/۶۸ ± ۰/۰۳a	۰/۵۸ ± ۰/۰۳b	۰/۶۱±۰/۰۳a
طول کل (سانتی‌متر)	۴/۵ ±۰/۳a	۳/۱ ± ۰/۲b	۴/۰ ±۰/۱a
ضریب رشد ویژه	۴/۵۹ ±۱۰b	۳/۶۳ ±۸a	۴/۲۵ ±۸b
ضریب تبدیل غذایی	۰/۸۳ ±۰/۴a	۰/۶۲ ±۰/۳b	۰/۷۳ ±۰/۰۱a
ضریب چاقی	۶/۱ ±۰/۲a	۴/۷ ±۰/۲b	۵/۹ ±۰/۳a

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.



شکل ۱: نمودار درصد بازماندگی لاروهای ماهیان تحت تیمارهای مختلف غذایی در روز سی‌ام

نتایج میزان بازماندگی در پایان دوره آزمایش (روز سی‌ام) نشان داد که تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب با نسبت ۹۰، ۶۷ و ۸۶ درصد بودند که بیش‌ترین بازماندگی در طول دوره پرورش مربوط به تیمار ۱ و کم‌ترین بازماندگی با مقدار ۶۷٪ به تیمار ۲ اختصاص داشت. اختلاف درصد بازماندگی بین تیمار ۲ با تیمارهای ۱ و ۳ نیز معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵).

در این تحقیق شنای نامتعادل، ضایعات پوستی، بی‌اشتهایی، بیرون‌زدگی چشم، ساییدگی باله‌ها به‌عنوان ناهنجاری‌های عمومی تلقی می‌شد و تعداد آن‌ها شمارش و آنالیز گردید. ناهنجاری‌ها در طول دوره آزمایش، کنترل و بررسی و تعداد آن‌ها ثبت و مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن به شرح شکل ۲ آورده شده است.

شکل ۲: نمودار مربوط به تعداد ناهنجاری‌های شمارش شده در طول دوره آزمایش تا روز سی‌ام

ناهنجاری‌های عمومی (شنای نامتعادل، ضایعات پوستی، بی‌اشتهایی، بیرون‌زدگی چشم، ساییدگی باله‌ها) در گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری در تیمارها نشان دادند به‌طوری‌که بیش‌ترین آن‌ها در گروه آزمایشی ۲ با مقدار ۶۷ مورد و کم‌ترین آن در گروه آزمایشی ۱، به تعداد ۵۰ مورد می‌باشد. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۲ با تیمارهای ۱ و ۳ وجود دارد، ولی هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح بین تیمارهای ۱ و ۳ وجود ندارد (p≥۰/۰۵). آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه لاروها در روز سی‌ام مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن‌ها در جدول ۳ آورده شده است.

جدول۳: آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه لاروهای تغذیه شده با تیمارها در پایان روز سی‌ام

گروه‌های آزمایشی / شاخص‌های زیست‌سنجی	تیمار۱ (ناپلیوس غنی شده با سلکوی‌وارداتی)	تیمار۳ (ناپلیوس غنی‌شده با سلکوی ساخت داخل)	تیمار ۲ (ناپلیوس غنی نشده آرتمیا)
پروتئین (براساس وزن خشک) (%)	۷۲/۰۸ ± ۰/۷a	۷۱/۷۰ ±۰/۵a	۷۰/۳۶ ± ۰/۸b
رطوبت (%)	۸۲/۸۰ ± ۰/۱a	۸۳/۱۰ ±۰/۵a	۸۲/۲۵ ± ۰/۳a
خاکستر (%)	۷/۷۱ ±۰/۵a	۷/۴۰ ±۰/۷a	۷۰/۰۱ ± ۰/۳b
چربی کل (%)	۱۴/۸ ±۰/۱a	۱۴/۱۵ ±۰/۴a	۱۳/۶۰ ± ۰/۲b

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

بحث

آرتمیا به‌عنوان یک غذای زنده منحصر به فرد در صنعت آبزی‌پروری شناخته شده است، ولی فاقد اسیدهای چرب EPA و DHA می‌باشد، از طرف دیگر به‌علت شرایط خاص زیستی‌اش امکان غنی‌سازی با انواع ترکیبات شیمیایی دارد، لذا غنی‌سازی آن نتایج مثبت و شگرفی را در افزایش رشد، بازماندگی و هم‌چنین مقاومت به انواع بیماری‌ها، استرس‌های محیطی و ناهنجاری‌ها دارد. تاثیر مثبت آرتمیا غنی شده با روغن سلکوی ساخت داخل در تیمار ۳ بیان‌گر این موضوع در فاکتورهای زیستی لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول مورد پرورش ۳۰ روزه آن است، که این تیمار اختلاف معنی‌داری در رشد، بازماندگی و کاهش ناهنجاری‌ها در لاروها دارد (P<۰/۰۵). این نتایج با گزارش حافظیه و همکاران (۱۳۸۷) بر روی رشد، بازماندگی و مقاومت در شوری‌های مختلف در لاروهای ماهی قره‌برون و فیل‌ماهی مطابقت دارد.

استفاده از محلول غنی‌ساز ساخت داخل در این پروژه توانست به‌میزان قابل توجهی تجمع اسیدهای چرب EPA و DHA را در پیکره *Artemia urmiana* بالا برده و نتایج تغذیه‌ای آن‌را در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقایسه با ناپلیوس غنی نشده و روغن تجاری وارداتی به‌خوبی نشان دهد، و این با نتایج Sorgeloos و همکاران (۲۰۰۱) بر روی لاروهای ماهی باس‌دریایی و شانک ماهی با روغن غنی‌ساز تجاری شرکت INVE مشابهت و یکسانی دارد، بیان‌گر این دو موضوع است که روغن غنی‌ساز ساخت داخل با توان و امکانات داخلی به‌خوبی قابل جایگزینی با نمونه‌های مشابه تجاری و وارداتی آن‌ها هستند. وجود اسیدهای چرب ضروری EPA و DNA در جیره غذایی اولیه لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان موجب بهبود رشد و افزایش معنی‌دار ترکیبات پروتئینی، خاکستر و درصد چربی کل در لارو ماهیان شده است. این نتایج با مطالعات Rainzzo و همکاران (۱۹۹۷) و Turchini و همکاران (۲۰۰۳)، هم‌خوانی دارد. به‌طورکلی تاثیر مثبت روغن‌های غنی‌ساز حاوی اسیدهای چرب ضروری غیراشباع EPA و DNA بر روی لاروهای انواع آبزیان تکثیر و پرورش گزارش شده است (Agh و همکاران، ۲۰۱۱؛ حافظیه و همکاران، ۱۳۸۵؛ Manaffar و همکاران، ۲۰۰۲؛ Huck و همکاران، ۲۰۰۱؛ Narciso و همکاران، ۲۰۰۱). وجود اسیدهای چرب ضروری در جیره مراحل لاروی علاوه بر تاثیر مثبت در رشد و سایر فاکتورهای زیستی آبزیان پرورشی موجب افزایش پروتیئن به‌علت صرفه جویی در مصرف آن برای تولید انرژی است، چون لاروها اساساً منبع اصلی انرژی خود را از اسیدهای چرب می‌گیرند و این با نتایج Kolkorski و همکاران (۲۰۰۴)، Lauff و همکاران (۱۹۸۴) و Rimmer و همکاران (۱۹۷۸) مشابهت دارد.

آنالیز نتایج در مرحله پایانی (روز سی‌ام) نشان می‌دهد شاخص‌های رشد اعم از وزن تر، طول کل، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی در تیمار ۲ در مقایسه با سایر تیمارها (۱ و ۳) دارای اختلاف معنی‌دار است (p≤۰/۰۵) و این اختلاف در ضریب تبدیل غذایی مشخص‌تر است که در جدول ۲ آورده شده است، این نتیجه با کارهای مطالعاتی Agh و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی لارو ماهی *Acipenser persicus* انجام شده است، مشابهت کامل دارد. نتایج میزان بازماندگی در پایان دوره آزمایش (روز سی‌ام) نشان می‌دهد که تیمار ۱ با نسبت ۳±۹۰ درصد بیش‌ترین بازماندگی را در طول دوره پرورش دارد، ولی تیمار ۲ کم‌ترین بازماندگی با مقدار ۳±۷۶درصد را به نسبت خود اختصاص داده است. اختلاف درصد بازماندگی بین تیمارهای ۱ با تیمار ۳ معنی‌دار نیست (p≥۰/۰۵). میزان درصد بازماندگی این پژوهش با کارهای مطالعاتی حافظیه و همکاران (۲۰۱۰ و ۲۰۰۹) بر روی لاروهای قره‌برون مطابقت و هم‌خوانی دارد، لذا سوسپانسیون‌های تولید داخل می‌توانند در آن‌ها نیز کاملاً مشابه تجاری محصولات این تحقیق جایگزین شوند.

در این تحقیق شنای نامتعادل، ضایعات پوستی، بی‌اشتهایی، بیرون‌زدگی چشم، ساییدگی باله‌ها و دفرمه شدگی به‌عنوان ناهنجاری‌های عمومی تلقی شد و تعداد آن‌ها شمارش و آنالیز گردید. ناهنجاری‌های عمومی (شنای نامتعادل، ضایعات پوستی، بی‌اشتهایی، بیرون‌زدگی چشم، ساییدگی باله و دفرمه شدگی‌ها) در تیمارها اختلاف معنی‌داری در تیمارها نشان می‌دهند، به‌طوری که بیش‌ترین آن‌ها در تیمار ۲ با مقدار ۶۷ مورد و کم‌ترین آن در گروه آزمایشی ۱، به تعداد ۵۰ مورد می‌باشد و این با نتایج گزارش شده از Watanabe و همکاران (۱۹۹۴) تطبیق دارد.

عکس‌المعل دریافت غذا در تیمارهای ۱ و ۳ نسبت به تیمار ۲ بیش‌تر مورد مشاهده بود ولی این وضعیت در بین تیمارهای ۱ و ۳ نسبت به یکدیگر زیاد قابل توجه و مشاهده نبود و این نقطه بیان‌گر عامل تحرک طعمه و پراهمیتی آن در رفتارهای تغذیه‌ای لاروهای ماهی قزل‌آلا است. گزارش Dhert و همکاران (۲۰۰۱) و Sorgeloos و همکاران (۲۰۰۱) نیز در گزارشی نقش غذاهای زنده در بهبود کیفی تغذیه در لاروهای ماهی باس دریایی و ماهی شانک آورده شده است که با مورد مشاهده با این تحقیق نتایج کاملاً یکسانی دارد. چون نائوپلی آرتمیا به‌علت تحرک باعث تحریک تغذیه‌ای لاروها می‌شود.

غذاهای زنده قابلیت هضم و جذب بیش‌تری در مقایسه با غذاهای فرموله شده دارند که می‌توان آن‌را با آنزیم‌های موجود در آن‌ها توجیه نمود. این مسئله در نتایج تحقیقات Leger و همکاران (۱۹۸۷) نیز در مورد لارو ماهی سالمون اقیانوسی آورده شده است. بالا بودن ضریب رشد در تیمارهای ۱ و ۳ نسبت به تیمار ۲ این توانایی را توجیه می‌کند و صحت نتایج تحقیقاتی این پروژه را به‌اثبات می‌رساند. نامحلول بودن و سفتی فضولات لاروهای تغذیه کننده از ناپلی آرتمیا در تیمارهای ۱ و ۳ نسبت به تیمار ۲ مشخص می‌باشد و این مزیت در بهداشت انکوباتورها و کاهش بار باکتریایی تاثیر مثبت دارد.

تاثیر کاملاً مثبت و معنی‌دار ناپلی آرتمیا غنی شده در بالا بودن درصد بازماندگی بیان‌گر اهمیت روغن‌های غنی‌ساز و نقش آن‌ها در توجیه اقتصادی آن‌ها در کارگاه‌های تکثیر و پرورش آبزیان و در صنعت آبزی‌پروری است. این موضوع در گزارش تحقیقاتی Rainuzzo و همکاران (۱۹۹۸) نیز بر روی ماهیان شانک و باس دریایی گزارش شده است و نتایج این پروژه را تایید می‌کند. نتیجه نهایی تحقیق نشان می‌دهد که سوسپانسیون‌های ساخت داخل به‌آسانی و با موفقیت می‌توانند در غنی‌سازی ناپلی آرتمیا برای صنعت آبزی‌پروری جایگزین نمونه‌های تجاری وارداتی آن شود. تولید روغن غنی‌ساز سلکو در داخل کشور با توانمندی‌های داخلی مشابه نمونه‌های خارجی آن به‌خوبی امکان‌پذیر بوده و کلیه آزمون‌های میدانی آن نیز موفقیت‌آمیز می‌باشد و به‌راحتی می‌توانند جایگزین روغن‌های غنی‌ساز خارجی شوند.

درصد پروتئین خام در تیمارهای ۲ نسبت به تیمار اول و سوم معنی‌دار است. کم‌ترین درصد، ۷۰±۰/۰۷ درصد مربوط به تیمار ۲ و بیش‌ترین درصد، ۷۲±۰/۰۸ درصد مربوط به تیمار ۱ می‌باشد. درصد رطوبت در هیچ‌یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری در طول دوره آزمایش‌ها نشان نداد. درصد چربی کل در طول دوره پرورش زمانی ۳۰ روز پایانی بررسی نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار معادل ۱۴/۸±۰/۰۲ درصد در تیمار ۱ است. درصد ترکیب شیمیایی لاشه لاروها در روز سی‌ام از تست نشان می دهد درصد چربی و درصد پروتئین کل و درصد رطوبت در تیمار ۱ با تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری در ۳۰ روز اول آزمایش دیده می‌شود و این با گزارش Baskerville وهمکاران (۲۰۰۲) بر روی لارو ماهی‌های *Gadus morhua* مطابقت دارد.

تشکر و قدردانی

لازم است از زحمات کلیه پرسنل مراکز تحقیقاتی آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه ارومیه، مرکز تحقیقات امور دام و منابع طبیعی جهادکشاورزی استان آذربایجان‌غربی، آزمایشگاه‌های کنترل کیفی مواد غذایی و مهندسی مواد غذایی آن، جهاد دانشگاهی ارومیه، پرسنل و کارکنان کارگاه تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای زیوه (شرکت قزل ماهی)، مرکز تحقیقات آب‌های دور چابهار، مرکز تحقیقات دریایی بندرعباس، کارخانه فرآوری روغن آفتابگردان خوی و کارخانه فرآوری روغن زیتون رودبار، تشکر و قدردانی شود.

منابع

۱. **حافظیه، م.؛ کامارودین، ص.؛ سعد، چ.؛ کمال‌عبدالستار، م.؛ آق، ن. و حسین‌پور، ح.، ۱۳۸۸.** مقایسه ترکیبات شیمیایی *آرتمیا اورمیانا* غنی شده با منابع و سطوح مختلف اسیدهای چرب غیراشباع باند زنجیره. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۸، شماره ۱، صفحات ۴۳ تا ۵۴.

2. **Agh, N.; Noori, F.; Irani, A.; Vanstappen, G. and Sorgeloos, P., 2011.** Fine tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, *Acipenser persicus* and Beluga, *Huso huso*. Aquaculture Research. Vol. 44, No. 3, pp: 335-344. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.03031.x

3. **AOAC. 1990.** Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edn. Association of Official Analytical Chemists Inc. Arlington, VA. 129 P.

4. **Baskerville-Bridges, B. and Kling, L.J., 2000.** Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet. Aquaculture. Vol. 189, No. 1-2, pp: 109-117.

5. **Bengtson, D.A.; Leger, P. and Sorgeloos, P., 1991.** Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. In: R.A. Broune; P. Sorgeloos and C.N.A. Trotman (eds.), Artemia biology. CRC Press, Boca Raton, FL. USA. pp: 255-280.

6. **Hafezieh, M.; Kamarudin, M. S.; Bin Saad, C.B.; Abd Sattar, M.K.; Agh, N.; Valinassab, T.; Sharifian, M. and Hosseinpour, H., 2009.** Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 9, No. 1, pp: 61-72.

7. **Huck-Iriart, C.; Jorge Candal, R. and Lidia Herrera, M., 2011.** Effect of processing conditions and composition on sodium caseinate emulsions stability. Procedia Food Science. Vol. 1, pp: 116-122.

8. **Han, K.; Geurden, I. and Sorgeloos, P., 2001.** Fatty acid changes in enriched and subsequently starved *Artemia franciscana* nauplii enriched with different essential fatty acids. Aquaculture. Vol. 199, No. 1-2, pp: 93-105.

9. **Kolkovski, S.; Curnow, J. and King, J., 2004.** Intensive rearing system for fish larvae research I. Marine fish larval rearing system. Aquac. Eng. Vol. 31, pp: 295-308.

10. **Lauff, M. and Hofer, R., 1984.** Proteolyticenzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. Aquaculture. Vol. 37, pp: 335-346.
11. **Léger, P.; Bengtson, D.A.; Sorgeloos, P.; Simpson, K.L. and Beck, A.D., 2001.** The nutritional value of *Artemia:* a review. In: Sogeloos, P., Bengtson, D. A., Decleir, W., Leger, P., Bengston, D.A., Simpson, K.L. and Sorgeloos, P., 1986. The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanography of Marine Biology, Annual Review. Vol. 24, pp: 521-623.
12. **Manaffar, R., 2002.** Enrichment of *Artemia urmiana* nauplii using emusion of fatty acids and *Dunaliella* algae and investigation of fatty acids metabolism at cold temperature. MSc Thesis. Agriculture Faculty. Urmia University. Iran. 79 p. (In Persian).
13. **Narciso, L. and Morais, S., 2001.** Fatty acid profile of *Palaemon serratus* (Palaemonidae) eggs and larvae during embryonic and larval development using different live diets. Journal of Crustacean Biology. Vol. 21, No. 3, pp: 566-574.
14. **Rainuzzo, J.R.; Reitan, K.I. and Olsen, Y., 1997.** The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. Aquaculture. Vol. 155, No. 1-4, pp: 103-115.
15. **Rimmer, D.M. and Power, G., 1978.** Feeding response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) alevins in flowing and still water. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. Vol. 35, No. 3, pp: 329-332.
16. **Sorgeloos, P.; Dhert, P. and Candreva, P., 2001.** Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. Aquaculture. Vol. 200, No. 1-2, pp: 147-159.
17. **Sorgeloos P.; Leger P. and Tackaert W., 1993.** The use of Artemia in marine fish larviculture. TML Conference Proceedings. Vol. 3, pp: 73-86.
18. **Turchini, G.M.; Mentasti, T. and Frøyland, L., 2003.** Effects of alternative dietary lipidsources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture. Vol. 225, pp: 251-267.
19. **Van Stappen, G., 1996.** Introduction, Biology and Ecologyof *Artemia*. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Lavens, P and Sorgeloos, P. (Eds). FAO Fisheries technical paper. Vol. 361, pp: 79-163.
20. **Watanabe, T. and Kiron, Y., 1994.** Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture. Vol. 124, No. 1-4, pp: 223-251.