بررسی جایگزینی روغنهای گیاهی به جای روغن ماهی برای غنی سازی ناپلی *Artemia urmiana* و اثرات آن بر بازماندگی و رشد لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

اسماعیل کاظمی[۱]، ناصر آق*[۲]، سعید مشکینی[۳]

۱ – ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده منابع طبیعی، گروه تکثیر و پرورش آبزیان

۲ – ارومیه، دانشگاه ارومیه، پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی

۳ – ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده دامپزشکی

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۳

چکیده

با توجه به اهمیت تغذیه اولیه در رشد، بازماندگی و کیفیت لارو آبزیان و نقش ناپلی آرتمیا به عنوان یک غذای زنده کیفی با قابلیت حمل مواد مغذی، در این تحقیق امکان جایگزینی روغن ماهی با روغنهای گیاهی برای غنی سازی ناپلی آرتمیا جهت تغذیه لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت. لارو قزل آلا از ابتدای تغذیه خارجی تحت شش تیمار غذایی به مدت دو ماه پرورش داده شدند. تیمارهای غذایی طی ۱۰ روز اول تحقیق شامل ۱– غذای کنسانتره تجاری، ۲– ناپلیوس غنی شده با روغن ماهی ، ۳– ناپلیوس غنی شده با روغن آفتابگردان ، ۴– ناپلیوس غنی شده با روغن کلزا ، ۵– ناپلیوس غنی شده با روغن سویا ، ۶– ناپلیوس تازه تخم گشایی شده بود. ولی از روز یازدهم تا پایان دوره کلیه ماهیها فقط با غذای کنسانتره تغذیه شدند. درصد بازماندگی در لاروهایی که با ناپلی غنی شده با روغن کلزا و روغن آفتابگردان تغذیه شده بودند به طور معنی داری بیشتر از لاروهایی بود که از غذای کنسانتره استفاده کرده بودند. رشد طولی، وزن تر و وزن خشک لاروها در کلیه تیمارهایی که با ناپلی آرتمیا تغذیه شده بودند به طور معنی داری بیشتر از ماهیانی بود که کنسانتره مصرف کرده بودند و لاروهایی که از ناپلی غنی شده با روغن کلزا تغذیه کرده بودند از رشد بیشتری برخوردار بودند. نتایج تحقیق نشان داد که روغنهای گیاهی می توانند نقش بسیار برجسته ای در غنی سازی ناپلی آرتمیا و تغذیه لارو قزل آلا ایفاء نمایند.

واژه های کلیدی: قزل آلا، تغذیه آغازین، آرتمیا، غنی سازی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۱۸۹۵۱۷۴، پست الکترونیکی: agh1960@gmail.com

مقدمه

در پرورش لارو ماهیان اصلی ترین مسئله تأمین غذایی مناسب با کیفیت بالا است که به راحتی توسط لارو ماهی پذیرفته و هضم شود (۲۰). موجودات زنده ریز به خصوص زئوپلانکتون ها به عنوان غذای لاروی برای بسیاری از گونه های آبزیان مورد استفاده قرار می گیرد که در این میان در طول دو دهه گذشته آرتمیا مورد توجه بسیار قرار گرفته است و همچنان به عنوان یک ماده غذایی بدون جانشین در مراکز تکثیر و پرورش میگو و ماهیان دریایی کاربرد دارد (۲۹). مهم ترین عامل برای استفاده از آرتمیا به عنوان غذای زنده، ارزش غذایی آن به خصوص در مرحله ناپلیوس است که دارای ۶۶ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی بوده و همچنین کلیه اسیدهای آمینه ضروری و اکثر اسیدهای چرب را در حد مطلوب دارا می باشد (۹). با وجود میزان بالای پروتئین و چربی، نتایج تحقیقات انجام شده بیانگر این موضوع است که اکثر گونه های آرتمیا منجمله آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) دارای

Archive of SID
www.SID.ir

مقادیر اندک اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری امگا ۳ به خصوص اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) بوده و فاقد اسید چرب دوکوزاهگزاانوئیک (DHA) هستند. تقریباً در همه ماهیان دریایی میزان تبدیل اسید لینولنیک به EPA و DAH و اسید لینولئیک به اسید آراشیدونیک (ARA) در حد ناچیز یا صفر می باشد و بدین لحاظ در این گونه ها EPA، DAH و ARA جزء اسیدهای چرب ضروری غذایی هستند. ولی تعداد زیادی از ماهیان آب شیرین توانایی تولید اسید چرب EPA و DHA از اسید لینولنیک (18:3n-3) و آراشیدونیک اسید ARA از اسید لینولئیک (18:2n-6) را دارند (۲۷).

نقش فیزیولوژیک و بیوشیمیایی اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره در نگهداری ساختار اصلی غشاهای سلولی و همچنین به عنوان پیش ماده ایکوزانویدها می باشند (۸، ۲۶و ۲۷). بنابراین با توجه به نقش اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره در رشد و نمو، بقا و کیفیت لاروی اهمیت افزودن این ترکیبات حیاتی در جیره غذایی لاروها مشخص می شود (۲۱). بهره گیری از ویژگی تغذیه ای ناپلیوس آرتمیا که به صورت فیلتر کننده غیر انتخابی است امکان دستکاری در ارزش غذایی ناپلیوس در شرایط فقدان یا کمبود اسیدهای چرب بلند زنجیره را فراهم نموده است که به روش غنی سازی یا کپسول گذاری زیستی معروف می باشد. با استفاده از روش غنی سازی آرتمیا با روغن ماهی و امولسیون اسیدهای چرب بهبود قابل ملاحظه ای در کیفیت غذایی آرتمیا و برطرف نمودن نیاز لارو ماهیان دریایی و آب شیرین به اسیدهای چرب ایجاد شده است (۳۰). در نتیجه انتقال اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره به لاروها از طریق غنی سازی آرتمیا به دلیل اثرات مستقیم و غیر مستقیم اسید های چرب غیر اشباع بلند زنجیره در فرایند های زیستی و فیزیولوژیکی می تواند موجب بهبود رشد، افزایش وزن و افزایش بازماندگی لارو ماهی شود (۱۳).

انواع مختلفی از روغنهای گیاهی برای تغذیه ماهیان دریایی از طریق غنی سازی زئوپلانکتونها مورد استفاده قرار می گیرد که نتایج خوبی بر حسب رشد و بقا داشته است. اگرچه آنها اسیدهای چرب n-3 HUFA را که جزء نیازهای اساسی لارو ماهیان دریایی به شمار می روند در مقایسه با روغن ماهی به مقدار کافی فراهم نمی کنند (۱۶). از طرف دیگر با توجه به نیاز ماهیان آب شیرین به اسیدهای چرب ۱۸ کربنه بتوان از این روغنها به راحتی برای تغذیه آنها استفاده کرد. بعضی از اسیدهای چرب برای قزل آلا ضروری بوده و ماهی به دلیل فقدان آنزیمهای لازم قادر به ساختن آنها نیست و باید از طریق غذاها تأمین شوند. اسید لینولئیک (18:2n6) و اسید آلفا لینولنیک(18:3n3) دو اسید چرب ضروری برای ماهی قزل آلا هستند. معمولاً وقتی لیپید های غذایی از روغنهایی نظیر سویا، کلزا، آفتابگردان، ذرت و تخم پنبه که غنی از اسید لینولئیک هستند تأمین شوند، کمبود اسید های چرب ضروری دیده نمی شود (۶).

Gordon و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا برای تغذیه آزاد ماهی باعث رشد و بازده غذایی مشابه می شود بدون آنکه اثر ناخوشایندی بر سلامتی ماهی داشته باشد. اگرچه استفاده بیش از ۵۰ درصد روغن کانولا در تغذیه سبب کاهش PUFA، EPA و DHA می گردد (۱۴). مطالعات آذری و همکاران (۱۳۸۳و ۱۳۷۹) نشان داد که میزان EPA، DHA و مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری امگا ۳ در طی غنی سازی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا در زمانهای ۳، ۶ و ۹ ساعت با هر سه نوع امولسیون روغن کبد ماهی، کاد، کیلکا و دانه سویا افزایش می یابد (۲و۳).

Drew و همکاران (۲۰۰۷) ضمن بررسی تأثیر جایگزینی آرد و روغن ماهی با پروتئین غلیظ شده کانولا و ترکیب روغن کانولا و روغن بذر کتان بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گزارش

Archive of SID

www.SID.ir

نمودند که جایگزینی روغن ماهی با ترکیبی از روغنهای کانولا و بذر کتان اثرات معکوس بر روند رشد ماهی ندارد (۱۲). حافظیه و همکاران (۲۰۰۹) اثر آرتمیای غنی شده با امولسیون اسیدهای چرب، دو نوع روغن ماهی و روغن بذر کتان را بر رشد لارو ماهی خاویاری قره برون مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که تغذیه لاروها با آرتمیاهای غنی شده با اسیدهای چرب و روغن ماهی باعث افزایش معنی دار طول کل و وزن تر لاروها نسبت به تیمار تغذیه با آرتمیای غنی نشده و غنی شده با روغن بذر کتان می شود (۶ و ۱۶). Phillips و همکاران (۱۹۵۲، ۱۹۶۲ و ۱۹۶۳) در مطالعات خود بر روی جیره غذایی ماهی آزاد دریافتند که اضافه کردن ۱۵ درصد روغن ماهی به جیره غذایی آن سبب افزایش رشد می گردد. ولی در جیره غذایی قزل آلای قهوه ای که از روغن ذرت به عنوان تنها منبع چربی استفاده شده بود رشد کاهش یافته و میزان مرگ و میر بعد از ۱۲ هفته به ۲۵ درصد افزایش می یابد (۲۳، ۲۴ و ۲۵). میرزاخانی (۱۳۸۳) نشان داد که لاروهای قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری امگا ۳ بیشترین افزایش وزن را نسبت به لاروهایی که از آرتمیای غنی نشده و غذای کنسانتره تغذیه کرده بودند داشتند (۷). اکبری و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از آرتمیای غی شده با اسیدهای چرب باعث مقاومت بیشتر قزل آلا نسبت به استرسهای محیطی می شود (۴). چگنی و همکاران (۱۳۸۹) نیز نشان دادند که استفاده از ناپلی آرتمیا درمقایسه با غذای کنسانتره باعث افزایش معنی دار شاخصهای رشد لارو قزل آلا می شود (۱).

علی رغم تحقیقات فراوانی که در طی چند دهه اخیر در ارتباط با تغذیه ماهی قزل آلا در مراحل مختلف رشد آن انجام شده و استفاده از غذای کنسانتره برای تغذیه این ماهی در سطح دنیا تثبیت شده است، هنوز هم درصد تلفات ماهی در مراحل اول دوره لاروی رقم قابل توجه ای است که گاهی حتی به حدود ۷۰ درصد کل لاروها در یک مرکز تکثیر می رسد. از آنجایی که تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا بخش عمده تولیدات ماهیان آب شیرین را تشکیل می دهد به نظر می رسد انجام تحقیقات بیشتری در ارتباط با تغذیه لارو قزل آلا ضرورت دارد. جایگزینی روغن ماهی و سایر روغنها و اسیدهای چرب که از قیمت بالایی نیز برخوردارند با روغنهای گیاهی پایه یک استراتژی است که به طور فزاینده به عنوان یک ترکیب ضروری جهت کاهش اتکا به منابعی که دسترسی به آنها محدود می باشد و نیز به منظور کاهش هزینه، مورد تأیید صنعت تولید خوراک آبزیان قرار گرفته است (۱۲). لذا با جایگزینی روغنها و اسیدهای چرب گران قیمت با روغنهای گیاهی در غنی سازی ناپلی آرتمیا جهت تغذیه لارو ماهیان از جمله قزل آلا می توان گامی بلند در توسعه و ارتقاء صنعت آبزی پروری برداشت. به همین منظور در این تحقیق کاربرد روغنهای گیاهی آفتابگردان، کانولا و سویا به جای روغن ماهی برای غنی سازی ناپلی آرتمیا و استفاده از آنها جهت تغذیه لارو ماهی قزل آلا و اثرات بعدی تغذیه مراحل اولیه بر پارامترهای رشد و بازماندگی آنها تا مرحله انگشت قد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

پرورش لاروها: این تحقیق در مرداد ۱۳۸۸ در سالن تکثیر و پرورش پژوهشکده آرتمیا دانشگاه ارومیه به اجرا درآمد. در این تحقیق برای پرورش لارو ماهی قزل آلا از حوضچه های پلی اتیلینی با حجم ۱۰۰ لیتر استفاده شد. هر حوضچه ۷۵ لیتر آبگیری گردید و برای هر حوضچه جریان آب با دبی ۲ لیتر در دقیقه برقرار شد. آب مورد استفاده با دمای حدود ۰/۶ ± ۱۴/۵ درجه سانتی گراد، اکسیژن محلول ۸±۰/۵ میلی گرم در لیتر و pH=۷/۵۷ ±۰/۳ از یک چاه عمیق تأمین گردید. تعداد ۵۰۰ قطعه لارو قزل آلا (با میانگین وزن ۱۰۰ میلی گرم) در سه تکرار برای هر تیمار غذایی به هر حوضچه منتقل شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

غنی سازی ناپلی آرتمیا: سیست آرتمیا ارومیانا با ۸۵ درصد تخم گشایی از پژوهشکده آرتمیا تهیه و طبق روشهای استاندارد پوسته زدایی و تخم گشایی شدند (۱۱، ۲۸ و ۲۹). محلولهای غنی سازی مورد استفاده حاوی روغنهای ماهی کاد، کلزا، سویا و آفتابگردان بود. برای تهیه هر کدام از این محلولها مقدار یک گرم لسیتین و ۱۰ گرم از روغنهای مورد نظر به ۱۰۰ میلی لیتر آب ولرم ۴۰ درجه سانتی گراد افزوده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با همزن الکتریکی مخلوط گردید تا محلولهای مورد نظر به صورت همگن درآیند. سپس مقدار دو میلی لیتر از هر کدام از محلولهای غنی سازی آماده شده به ازای هر ۲۰۰ هزار ناپلی به مخروطهای یک لیتری حاوی اب ppt ۳۳ اضافه شد. عمل غنی سازی به مدت ۱۲ ساعت ادامه یافت.

تیمارهای غذایی و تعیین مقدار غذای روزانه: در این تحقیق اثر شش تیمار غذایی بر پارامترهای رشد و بازماندگی لاروهای قزل آلای رنگین کمان مورد آزمایش قرار گرفت که عبارت بودند از:

تیمار اول(تیمار شاهد): غذای کنسانتره تجاری مخصوص قزل آلا تهیه شده از شرکت چینه

تیمار دوم: آرتمیای غنی شده با امولسیون روغن ماهی به مدت ۱۰ روز و غذای کنسانتره به مدت ۵۰ روز

تیمار سوم: آرتمیای غنی شده با امولسیون روغن آفتابگردان به مدت ۱۰ روز و غذای کنسانتره به مدت ۵۰ روز

تیمار چهارم: آرتمیای غنی شده با امولسیون روغن کلزا به مدت ۱۰ روز و غذای کنسانتره به مدت ۵۰ روز

تیمار پنجم: آرتمیای غنی شده با امولسیون روغن سویا به مدت ۱۰ روز و غذای کنسانتره به مدت ۵۰ روز

تیمار ششم: آرتمیای تازه تخم گشایی شده (غنی نشده) به مدت ۱۰ روز و غذای کنسانتره به مدت ۵۰ روز

مقدار غذای روزانه لاروها با توجه به وزن متوسط آنها، برای تیمار ۱ از روز ۶-۱ بر حسب ۱۲/۵ درصد وزن بدن، از روز ۱۱-۶ بر حسب ۱۲ درصد وزن بدن، از روز ۳۱-۱۱ برای کل تیمارها بر حسب ۱۵ درصد وزن بدن و از روز ۶۰-۳۱ بر حسب ۱۱ درصد وزن بدن محاسبه و در اختیار لاروها قرار گرفت. با توجه به تیمارهایی غذایی فوق الذکر طی ۱۰ روز اول از ناپلی آرتمیا (غنی شده و غنی نشده) به عنوان غذاهای آزمایشی و از غذای کنسانتره به عنوان غذای شاهد استفاده شد و از روز ۱۱ تا روز ۶۰ به مدت ۵۰ روز کلیه تیمارها با غذای کنسانتره مورد تغذیه قرار گرفتند. غذادهی لاروها در طول دوره پرورش ۵ بار در روز در ساعات ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ انجام گرفت.

در طول ۶۰ روز تحقیق ، هر روز صبح قبل از شروع تغذیه ، ابتدا تلفات احتمالی لاروها در هر حوضچه شمارش شده و پس از خارج کردن لاروهای مرده از حوضچه ها برنامه روزانه تغذیه شروع می گردید.

بررسی زیست سنجی لاروهای قزل آلا: لاروهای در حال رشد قزل آلا در روزهای ۱۱، ۳۱ و ۶۱ مورد زیست سنجی قرار گرفتند. وزن و طول کل لاروها، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و همچنین درصد رطوبت و خاکستر لاشه لاروها در روزهای فوق مورد اندازه گیری قرار گرفتند. ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، میزان رطوبت و خاکستر لاشه لاروها طبق فرمولهای زیر محاسبه گردید:

ضریب چاقی $Cf=w/L^3\times100$ (Grant et al. 2008)(15)

که در آن W وزن ماهی بر حسب گرم و L طول ماهی بر حسب سانتیمتر می باشد .

$SGR=(\ln wf-\ln wi)\times100/t$ (Huang et al. 2008)(19)
نرخ رشد ویژه

که در آن wf وزن نهایی ، wi وزن اولیه و t دوره رشد بر حسب روز می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

ضریب FCR=f/(wf-wi) (Turchini et al. 2003)(31) تبدیل غذایی

که در آن f میزان غذای مصرفی، wf وزن نهایی و wi وزن اولیه می باشد.

درصد (W=(G1-G2) ×100/(G1-T) (AOAC) (۱۰ رطوبت

که در آن G1 وزن نمونه تر با ظرف و G2 وزن نمونه خشک با ظرف و T وزن خالی ظرف می باشد

خاکستر Ash=(E-B) ×100/(D-B) (AOAC) (۱۰)

که در آن E وزن ظرف با خاکستر، B وزن خالی ظرف و D وزن ظرف با نمونه خشک می باشد.

اولین زیست سنجی قبل از شروع تغذیه فعال لاروها صورت گرفت برای این منظور تعداد ۶۰ لارو به طور تصادفی از میان لاروها انتخاب و مورد زیست سنجی قرار گرفتند.

آنالیز آماری: برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۵)، آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (one way ANOVA) استفاده شد و مقایسه میانگین داده ها با کمک آزمون دانکن (Duncan) انجام و میزان اختلاف معنی دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین گردید.

نتایج

ترکیب اسیدهای چرب در غذاهای مورد استفاده شده: ترکیب اسیدها در غذاهای مورد استفاده در ۱۰ روز اول و تا پایان دوره در جدول ۱ ارائه شده است. همان طور که نتایج نشان می دهد درصد اسید چرب لینولئیک که یکی از اسیدهای چرب مادر به حساب می آید در آرتمیاهایی که با روغنهای کلزا و آفتابگردان و همچنین در غذای کنسانتره بیش از سایر تیمارهاست. درصد اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک (EPA) در ناپلیهای غنی شده با روغنهای گیاهی نیز به طور قابل توجه ای نسبت آرتمیای غنی نشده افزایش یافته است هرچند مقدار آن در ناپلی غنی شده با روغن ماهی از بیشتر از کلیه تمیارهاست. درصد اسید چرب دکوزاهگزانوئیک (DHA) در غذای کنسانتره بیش از مقدار آن در آرتمیاهای غنی شده با روغن ماهی است در حالی که این اسید چرب در سایر تیمارها یافت نشد (جدول ۱).

درصد بازماندگی: نتایج میزان بازماندگی در پایان دوره پرورش نشان می دهد که تیمار چهار با ۳/۱۲±۹۵/۶۰ درصد بیشترین بازماندگی را در طول دوره پرورش داشته و تیمار یک با ۱/۵۳±۸۷/۶۷ درصد کمترین بازماندگی را به خود اختصاص داده است. اختلاف درصد بازماندگی در بین تیمارها معنی دار می باشد (p<۰/۰۵) (جدول ۲).

شاخصهای رشد: شاخصهای رشد شامل وزن تر، وزن خشک، طول کل، ضریب چاقی، ضریب رشد ویژه، نرخ تبدیل غذایی، درصد رطوبت و خاکستر در هر یک از تیمارها در روزهای ۱۱، ۳۱ و ۶۱ مورد بررسی قرار گرفتند. وزن تر، وزن خشک و طول کل از روز ۱۱ به بعد تقریباً در کلیه تیمارهایی که در مرحله اول از ناپلی آرتمیا به خصوص از ناپلی غنی شده تغذیه کرده بودند بیشتر از تیمار اول بود که از ابتدای تغذیه فعال غذای کنسانتره تجاری مصرف کرده بودند. این پارامترها به ویژه در لاروهایی که در طی ۱۰ روز اول از آرتمیا غنی شده با روغن کلزا و روغن آفتابگردان تغذیه کرده بودند به طور معنی داری نسبت به تیمار اول بیشتر بود (p<0/05) (جدول ۳).

بررسی ضریب رشد ویژه و نرخ تبدیل غذایی در پایان دوره نشان می دهد که تیمارهای یک و چهار به ترتیب با (۰/۱۸±۴/۷۸، ۰/۱۵±۵/۷۲) پایین ترین و بالاترین SGR و تیمار ۱ و ۶ به ترتیب با (۰/۱۰±۱/۱۶، ۰/۰۷±۱/۱۷) بالاترین FCR را داشته و نسبت به سایر تیمارهای غذایی اختلاف معنی دارند (p<0.05). ولی بین سایر تیمارها اختلاف معنی دار وجود ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- پروفیل اسیدهای چرب در تیمارهای غذایی در ۱۰ روز اول تغذیه (مقادیر نشانگر درصد اسیدهای چرب از کل اسیدهای چرب می باشد)

اسیدهای چرب	غذای کنسانتره	غنی شده با روغن ماهی	غنی شده با روغن آفتابگردان	غنی شده با روغن کانولا	غنی شده با روغن سویا	آرتمیای غنی نشده
C14:0	۶/۳۹	۵/۸۰	۵/۰۱	۴/۹۵	۶/۱۷	۵/۴۵
C14:1n5	۰/۱۶	۱/۳۲	۱/۶۴	۲/۰۲	۲/۷۴	۲/۰۸
C16:0	۱۷/۵۲	۱۳/۶۰	۱۴/۰۸	۱۴/۸۷	۱۵/۵۱	۱۵/۶۴
C16:1n7	۲/۲۳	۹/۰۱	۸/۹۰	۸/۹۰	۱۱/۰۱	۱۱/۰۷
C18:0	۲/۳۳	۴/۸۰	۴/۹۱	۴/۱۸	۳/۹۹	۴/۲۴
C18:1n9	۱۶/۸۷	۷/۲۷	۱۹/۱۸	۲۲/۷۲	۱۷/۰۹	۱۷/۲۱
C18:1n7	۰/۰۰	۱۲/۶۷	۱۱/۲۹	۱۰/۸۶	۱۰/۳۱	۱۱/۸۴
C18:2n6	۲۶/۶۱	۵/۶۴	۱۰/۹۸	۹/۳۲	۹/۶۹	۵/۱۶
C18:3n6	۰/۰۰	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۵۱	۰/۵۵	۰/۵۰
C18:3n3	۳/۹۳	۲/۹۹	۳/۵۱	۳/۷۶	۲/۸۲	۲/۹۹
C20:0	۱/۴۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C20:1n9	۰/۰۰	۴/۳۲	۳/۵۵	۲/۵۱	۲/۸۳	۴/۴۳
C20:2n6	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C20:3n3	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C20:4n6	۰/۰۰	۱/۵۶	۱/۵۴	۱/۲۲	۱/۲۸	۱/۴۲
C20:5n3 (EPA)	۰/۷۲	۷/۹۷	۵/۸۲	۴/۵۷	۴/۶۹	۲/۴۲
C22:6n3 (DHA)	۱/۰۲	۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
SFA	۱۹/۸۵	۳۱/۰۷	۳۰/۲۸	۲۹/۹۱	۲۹/۸۱	۳۱/۷۳
PUFA	۷/۱۳	۱۷/۵۸	۱۴/۴۱	۱۲/۰۶	۱۱/۶۲	۱۱/۲۶
HUFA	۱/۷۴	۱۰/۲۸	۷/۳۵	۵/۷۹	۵/۹۷	۳/۸۴
MUFA	۴۵/۷۲	۳۲/۵۸	۳۹/۶۷	۴۱/۴۶	۳۸/۳۴	۳۳/۹۴

جدول ۲- درصد بازماندگی ماهی قزل آلا تحت تیمارهای مختلف غذایی در پایان دوره پرورش

گروههای آزمایشی	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
روز ۱۱	۹۵/۶۷±۰/۶۵^{a}	۹۸/۲۴±۱/۰۰^{b}	۹۹/۳۳±۰/۴۶^{b}	۹۸/۴۵±۱/۳۳^{b}	۹۷/۹۹±۰/۸۷^{b}	۹۸/۰۹±۰/۱۰^{b}
روز ۳۱	۹۲/۵۸±۱/۳۲^{a}	۹۵/۸۹±۳/۳۸^{ab}	۹۵/۸۹±۱/۱۵^{ab}	۹۷/۸۰±۱/۷۳^{b}	۹۵/۲۸±۱/۳۲^{ab}	۹۵/۲۲±۲/۱۵^{ab}
روز ۶۱	۸۷/۶۷±۱/۵۳^{a}	۹۳/۰۰±۳/۰۱^{ab}	۹۴/۸۶±۰/۶۱^{b}	۹۵/۶۰±۳/۱۲^{b}	۹۲/۸۶±۱/۱۵^{ab}	۹۱/۶۰±۱/۴۰^{ab}

جدول ۳- مقایسه میانگین و انحراف معیار شاخصهای رشد لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف در روز ۶۱

شاخصهای رشد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
وزن تر(گرم)	۱/۷۷±۰/۱۹^{a}	۲/۶۴±۰/۳۹^{b}	۲/۵۱±۰/۰۴^{b}	۳/۱۰±۰/۲۷^{c}	۲/۷۹±۰/۱۲^{bc}	۲/۴۸±۰/۰۵^{b}
وزن خشک (گرم)	۰/۴۱±۰/۰۵^{a}	۰/۶۵±۰/۱۰^{b}	۰/۶۰±۰/۰۴^{b}	۰/۷۳±۰/۱۱^{b}	۰/۶۰±۰/۰۵^{b}	۰/۶۰±۰/۰۵^{b}
طول (سانتی متر)	۵/۶۳±۰/۱۶^{a}	۶/۴۳±۰/۲۸^{b}	۶/۲۹±۰/۱۲^{b}	۶/۶۳±۰/۳۰^{b}	۶/۴۰±۰/۱۳^{b}	۶/۲۸±۰/۱۳^{b}
ضریب رشد ویژه	۴/۷۸±۰/۱۸^{a}	۵/۴۴±۰/۲۶^{b}	۵/۳۷±۰/۰۲^{b}	۵/۷۲±۰/۱۵^{c}	۵/۵۵±۰/۰۷^{bc}	۵/۳۵±۰/۰۳^{b}
نرخ تبدیل غذایی	۱/۱۶±۰/۱۰^{b}	۰/۹۶±۰/۱^{a}	۰/۹۸±۰/۰۲^{a}	۰/۹۶±۰/۰۹^{a}	۰۵^{a}	۱/۱۷±۰/۰۷^{b}

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبت	۷۶/۴۱±۰/۴۳^{ab}	۷۵/۲۴±۰/۳۰^{a}	۷۶/۱۳±۱/۵۸^{ab}	۷۶/۵۰±۱/۸۳^{ab}	۷۸/۴۵±۱/۱۲^{b}	۷۵/۷۶±۱/۸۳^{a}
ضریب چاقی	۰/۹۵±۰/۰۳^{a}	۰/۹۵±۰/۰۳^{a}	۱/۰۰±۰/۰۶^{a}	۱/۰۶±۰/۱۰^{a}	۱/۰۷±۰/۰۳^{a}	۱/۰۰±۰/۰۶^{a}
خاکستر	۱۷/۳۴±۱/۱۱^{b}	۱۲/۷۱±۳/۷۴^{a}	۱۲/۲۴±۱/۱۶^{a}	۱۴/۵۴±۱/۰۵^{ab}	۱۶/۷۱±۱/۲۵^{b}	۱۵/۳۸±۱/۹۰^{ab}

جدول ۴- درصد اسیدهای چرب بلند زنجیره در بافت ماهی قزل آلا تحت تیمارهای مختلف غذایی در پایان دوره پرورش

تیمار	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3	C20:4n6	C20:5n3 (EPA)	C22:6n3 (DHA)
۱	۳/۷۶±۰/۲۲^{a}	۱۷/۰۴±۰/۷۷^{a}	۲۷/۸۴±۱/۹۰^{a}	۳/۹۱±۰/۲۶^{ab}	۱/۴۳±۰/۲۰^{a}	۱/۷۶±۰/۰۹^{a}	۱۲/۲۵±۰/۴۵^{a}
۲	۳/۸۴±۰/۲۴^{a}	۱۷/۷۶±۰/۳۳^{ab}	۳۰/۷۴±۰/۷۸^{b}	۴/۲۳±۰/۱۹^{b}	۱/۵۷±۰/۱۸^{a}	۱/۵۸±۰/۴۲^{a}	۱۳/۳۹±۰/۹۹^{a}
۳	۴/۱۴±۰/۲۲^{ab}	۱۷/۲۵±۰/۵۵^{a}	۲۸/۳۳±۰/۹۳^{ab}	۳/۸۷±۰/۰۹^{ab}	۱/۷۲±۰/۳۲^{a}	۱/۹۷±۰/۱۸^{a}	۱۶/۵۱±۱/۰۱^{c}
۴	۴/۴۳±۰/۴۴^{b}	۱۸/۴۰±۰/۳۶^{bc}	۲۹/۱۷±۱/۴۰^{ab}	۴/۰۲±۰/۱۰^{ab}	۱/۶۲±۰/۱۰^{a}	۱/۷۰±۰/۱۰^{a}	۱۳/۷۹±۰/۸۸^{ab}
۵	۴/۱۹±۰/۰۶^{ab}	۱۸/۸۵±۰/۶۹^{c}	۳۰/۰۲±۰/۶۷^{ab}	۴/۰۸±۰/۱۸^{ab}	۱/۵۱±۰/۲۷^{a}	۱/۷۳±۰/۱۷^{a}	۱۲/۷۱±۰/۹۵^{a}
۶	۴/۴۴±۰/۱۶^{b}	۱۷/۳۱±۰/۶۶^{a}	۲۷/۶۶±۱/۹۰^{a}	۳/۶۹±۰/۲۹^{a}	۱/۶۷±۰/۰۶^{a}	۱/۸۹±۰/۰۴^{a}	۱۵/۷۶±۲/۲۸^{bc}

آنالیز پروفیل اسیدهای چرب: مقادیر برخی از اسیدهای چرب مهم در بافت ماهی قزل آلا در پایان دوره پرورش در جدول ۴ قابل مشاهده است. بالاترین غلظتهای اسیدهای چرب در کلیه تیمارها مربوط به اولئیک، لینولئیک و دکوزاهگزانوئیک اسید بود.

بحث و نتیجه گیری

بازماندگی: نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ناپلی آرتمیا خصوصاً آرتمیای غنی شده با روغنهای گیاهی در مراحل اولیه رشد قبل از تغذیه با غذای دستی بازماندگی ماهی قزل آلا را در طول دوره رشد به طور معنی داری افزایش می دهد. میرزاخانی (۱۳۸۳) نشان داد که لاروهای قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با آرتمیا غنی شده از اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری امگا ۳ به مدت ۲۰ روز و سپس ادامه تغذیه با غذای کنسانتره تا ۵۰ روز باعث افزایش بازماندگی آنها نسبت به لاروهایی می شود که از آرتمیای غنی نشده و یا غذای کنسانتره تغذیه کرده بودند ولی اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نکردند (۷). در تأیید یافته های میرزاخانی، در تحقیق حاضر نیز بین تیمارهایی که از ابتدا از غذای کنسانتره تغذیه کرده بودند یا در ابتدا از آرتمیای غنی نشده و غنی شده با روغن ماهی تغذیه کرده و سپس غذای کنسانتره دریافت کرده بودند اختلاف معنی داری دیده نشد. ولی بازماندگی لاروهایی که در ابتدا از ناپلی غنی شده با روغن کانولا و آفتابگردان تغذیه کرده بودند با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار بود ($P<0.05$).

حافظیه و همکاران (۱۳۸۸) از آرتمیای غنی سازی شده با اسیدهای چرب، روغن ماهی و روغن پنبه دانه و آرتمیای غنی نشده برای تغذیه لارو ماهی قره برون استفاده کردند و نشان دادند که بازماندگی لاروهایی که از آرتمیای غنی سازی شده با روغن پنبه دانه تغذیه کرده بودند به طور معنی داری پایین تر از ماهیانی است که از آرتمیای غنی شده با روغن ماهی تغذیه کرده بودند ولی بین لاروهایی که از آرتمیای غنی نشده و غنی شده با روغن پنبه دانه تغذیه کرده بودند اختلاف معنی داری از نظر بازماندگی وجود نداشت (۴، ۱۶ و ۱۷). در حالی که در تحقیق حاضر بیشترین بازماندگی در لاروهایی دیده شد که از آرتمیای غنی شده با روغنهای گیاهی کانولا و آفتابگردان تغذیه کرده بودند. لذا می توان نتیجه گیری کرد که این روغنها احتمالاً منابع بهتری نسبت به روغن پنبه دانه برای غنی سازی آرتمیا هستند چون استفاده از آرتمیاهای غنی شده با این روغنها باعث بالاترین بازماندگی لارو ماهی قزل آلا نسبت به سایر تیمارها شدند.

نتایج تحقیق حاضر یافته های Gordon و همکاران (۲۰۰۱) را درخصوص امکان جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا برای تغذیه آزاد ماهیان منجمله قزل آلا کاملا تایید می نماید (۱۴). ولی یافته های موجود در این تحقیق در

Archive of SID
www.SID.ir

خصوص میزان اسیدهای چرب PUFA، EPA و DHA در نتیجه جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا برخلاف نتایج به دست آمده توسط آنها نه تنها کاهشی را در بافت ماهی نشان نمی دهد بلکه از غلظت بالاتری نیز برخوردار می گردد. Phillips و همکاران (۱۹۵۲، ۱۹۶۲ و ۱۹۶۳) گزارش نمودند که در جیره غذایی قزل آلای قهوه ای که از روغن ذرت به عنوان تنها منبع چربی استفاده شده بود رشد کاهش یافته و میزان مرگ و میر بعد از ۱۲ هفته به ۲۵ درصد افزایش می یابد. لذا به نظر می رسد امکان جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن ذرت وجود ندارد (۲۳، ۲۴ و ۲۵).

یافته های متخصصین فوق درخصوص استفاده از برخی روغنهای گیاهی و نتایج بهتر این تحقیق در مقایسه با نتایج سایر محققین، اهمیت استفاده از روغن کانولا و آفتابگردان به عنوان روغنهای مناسب برای افزایش بازماندگی لارو و بچه ماهی قزل آلا آشکار می کند.

رشد: بر اساس بررسیهای انجام شده، اهمیت چربیها بر روند رشد ماهی به خوبی ثابت شده و انواع زیادی از منابع چربی حیوانی و گیاهی به طور وسیع در فرمول بندی جیره های غذایی ماهی استفاده می شوند. چربیها نه تنها منبع انرژی، بلکه منبعی برای اسیدهای چرب ضروری محسوب می شوند. در کل اگر جیره های غذایی نیاز اسیدهای چرب ضروری ماهی را تأمین نمایند، باعث رشد کافی ماهی می شوند (۲۲). نتایج آنالیز اسیدهای چرب لاشه ماهیان قزل آلای تغذیه شده با تیمارهای مختلف در این تحقیق نشان می دهد که میزان اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک و دکوزاهگزانوئیک (DHA) در کلیه تیمارها از غلظت بالایی برخوردار هستند. در غلظت آراشیدونیک اسید (ARA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) هیچ اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود ندارد. غلظت DHA در بافت ماهیها در کلیه تیمارها در انتهای دوره بیشتر از مقدار آن در ماهی تغذیه شده با غذای کنسانتره بود. غلظت DHA در ماهیان تغذیه شده با ناپلی غنی شده با روغن آفتابگردان و کانولا حتی از غلظت آن در ماهیهایی که از ناپلی غنی شده با روغن ماهی تغذیه کرده بودند بیشتر بود. این نتایج ارزش بسیار بالای روغنهای گیاهی را به عنوان جایگزین در تغذیه ماهی قزل آلا نشان می دهد.

Huang و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن روغن کانولا به جای روغن ماهی به جیره سیم دریایی قرمز *Pagrus major* و اسمولت ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) تأثیری بر پارامترهای رشد ندارد (۱۸ و ۱۹). استفاده از روغن کانولا به جای روغن ماهی در ۱۰ روز اول تغذیه لارو ماهی قزل آلا در تحقیق حاضر نشان داد که اثرات مثبت آن نه تنها در همان مرحله بلکه در مراحل بعدی رشد نیز باقی می ماند. نتایج این تحقیق یافته های Huang و همکاران را در خصوص امکان جایگزینی روغن ماهی با روغنهای گیاهی من جمله روغن کانولا را در مراحل اولیه رشد نیز کاملاً تأیید می کند. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر در خصوص رشد بیشتر لارو ماهی قزل آلای تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با روغن ماهی حاوی غلظتهای بالاتری از اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در مقایسه با ناپلی غنی نشده و غذای کنسانتره با یافته های میرزاخانی (۱۳۸۳) (۷) نیز همخوانی دارد. حافظیه و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقات خود نشان دادند که استفاده از ناپلی آرتمیا غنی شده با روغن بذر کتان برای تغذیه لارو ماهی قره برون باعث کاهش معنی دار رشد در مقایسه با استفاده از ناپلی غنی سازی شده با روغن ماهی می شود. تحقیق آنها نشان می دهد که روغن بذر کتان از قابلیتهای پایین تری برای حمایت از رشد لارو قره برون دارد لذا روغن گیاهی مناسبی برای غنی سازی نیست و نمی تواند جایگزین روغن ماهی شود (۶). در حالی که غنی سازی ناپلی آرتمیا با روغن آفتابگردان و روغن کانولا در این تحقیق منجر به نتایج قابل توجه ای شد و امکان جایگزینی روغن ماهی را با این روغنهای گیاهی ثابت نمود. Phillips و همکاران

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۹۵۲، ۱۹۶۲ و ۱۹۶۳) گزارش نمودند که افزودن روغن ذرت در جیره غذایی قزل آلای قهوه ای به عنوان تنها منبع چربی باعث کاهش رشد و افزایش درصد میزان مرگ و میر می شود. تحقیق آنان نشان می دهد که روغن ذرت نمی تواند جایگزین روغن ماهی شود (۲۳، ۲۴ و۲۵).

یافته های این تحقیق نتایج حاصل از تحقیق Drew و همکاران(۲۰۰۷) درخصوص تأثیر مثبت جایگزینی روغن ماهی با ترکیبی از روغنهای کانولا و بذر کتان بر رشد ماهی قزل آلا تأیید می کند(۱۲). از نتایج بسیار عالی تحقیق حاضر در خصوص تأثیر روغن کانولا و یافته های Drew و همکاران (۲۰۰۷) (۱۲) و حافظیه و همکاران (۱۳۸۸) (۶) می توان نتیجه گیری نمود که روغن کانولا کمبودهای روغن بذر کتان را نیز جبران می نماید چون نه تنها به صورت تکی بلکه بصورت ترکیبی با روغن بذر کتان نیز باعث رشد و بازماندگی بیشتر لارو می شود.

در تحقیق جواهری بابلی و همکاران (۱۳۸۵) تغذیه لارو ماهی آزاد خزر (*Salmo trutta caspius*) باناپلیوس تازه تخم گشایی شده (غنی سازی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره و غنی نشده) باعث افزایش معنی دار رشد نسبت به استفاده از غذای کنسانتره گردید. تحقیق آنها همچنین نشان داد که تغییر رژیم غذایی لاروهای ماهی آزاد دریای خزر از غذای زنده به غذای کنسانتره تجاری باعث تغییر آهنگ رشد لاروهای ماهی آزاد دریای خزر می شود به طوری که در ادامه رشد تیمار تغذیه شده با غذای کنسانتره تجاری دارای بالاترین ضریب رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن بود (۵). درحالی که در تحقیق حاضر تغییر رژیم غذایی به غذای کنسانتره تغییری در روند رشد لاروهای قزل آلا در مراحل بعدی رشد ایجاد ننمود و لاروهایی که در ابتدا از آرتمیا غنی سازی شده با روغن کانولا، روغن آفتابگردان و روغن ماهی تغذیه کرده بودند در مرحله تغییر رژیم نیز دارای بیشترین رشد بودند.

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر ثابت می نماید که جایگزینی روغن ماهی گران قیمت با روغنهای گیاهی ارزان قیمت خصوصاً روغن کانولا و روغن آفتابگردان برای غنی سازی ناپلی آرتمیا جهت تغذیه لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان امکان پذیر است. به نظر می رسد بالا بودن غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در این تیمارها شرایط رشد و بازماندگی بالاتر را در ماهیانی که در مرحله اول رشد از تیمارهای حاوی روغنهای گیاهی تغذیه کرده بودند فراهم نموده است.

تشکر و قدردانی:

بدین وسیله از ریاست و کارشناسان محترم پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه به خاطر امکانات آزمایشگاهی و مشارکتهای فکری و فنی سپاسگزاری و قدردانی می گردد.

منابع

۱- چگنی، ح.ر.، اسلامی، ع.ن.، احمدی فر، ا.، عظیمی، ع.، حسینی، س.ع و جلالی، م.ع. بهینه سازی زمان تغذیه لاروهای قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از ناپلئوس آرتمیا و جیره تجاری. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۳، شماره ۶، ۱۳۸۹، صفحه ۸۶۶- ۸۵۸

۲- آذری تاکامی، ق .مشکینی، س. رسولی، ع.امینی، ف.۱۳۸۳. بررسی اثرات تغذیه ای ناپلیوس های *Artemia urmiana* غنی شده با ویتامین C روی رشد، درصد بقا و مقاومت در برابر استرس های محیطی در لاروهای قزل آلای رنگین کمان.مجله پژوهش و سازندگی ، شماره ۶۶. ص ۲۵-۳۲.

۳- آذری تاکامی، ق.۱۳۷۹. بررسی پایداری اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره طی غنی سازی آرتمیا با روغن ماهی مختلف و دوره های گرسنگی. گزارش نهایی طرح پژوهشی ، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی. ۳۱ ص.

۴- اکبری، پ.، حسینی، س.ع.، ایمانپور، م.ر.، سوداگر، م و شالویی، ف. بررسی اثر ناپلئوس های آرتمیا ارومیانا(*Artemia urmiana*) غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره

Archive of SID
www.SID.ir

و ویتامین C روی مقاومت در برابر تنش محیطی دما و کمبوداکسیژن در لاروهای قزل آلای رنگین کمان، مجله زیست شناسی ایران، شماره ۴، پاییز ۱۳۸۷، صفحه ۶۱۰-۶۰۰.

۵- جواهری، م.، متین فر، ع.، آق، ن. ۱۳۸۵. بررسی اثرات زیستی ناپلیوس آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع زنجیر بلند به عنوان غذای آغازین برای لارو ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*). فصلنامه علمی – پژوهشی علوم طبیعی، سال سوم، شماره ۱۱، بهار ۱۳۸۵.

۶- حافظیه، م. ۱۳۸۸، مقایسه ترکیبات شیمیایی آرتمیا رومیانا غنی شده با منابع و سطوح مختلف اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (HUFA) در زمانهای مختلف،مجله علمی شیلات، شماره ۱، ۴۴ ص.

۷- میرزاخانی، م. ۱۳۸۳. اثرات استفاده از آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره و آرتمیای غنی نشده بر رشد و بازماندگی لاروهای قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۵۲ ص.

۸- هوی، وای. اچ، ۱۹۹۶ . کتاب جربی ها و روغنهای خوراکی. ترجمه و تدوین مالک، ف. انتشارات فرهنگ و قلم، ۱۳۷۹. ۴۴۸ ص.

9- Ahmadi , M.R., Leibovitz, H., Simpson, K.L., 1990. Nutrient composition of Iranian brine shrimp (*Artemmia urmiana*). Comp, Biochem. Physiol . vol 95 B. No. 2, pp: 225-228.

10- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official Methods of Analysis. 15 Edn. AOAC, Washington, DC., USA.

11- Bengeston, D. A., Leger, Ph., Sorgeloos, P., 1991. Use of Artemia as a food source for aquaculture, PP: 250-280 In: *Artemia* Biology (Eds). Browne, R. A. Sorgeloos, P. and Trotman, C.N.A.CRC press Inc, Boca Raton, Florida, USA.

12- Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M., Van Kessel, A.G., 2007. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 267: 260-268.

13 - Gills, H.S., Weatherley, A.H., 1984. Protein, lipid and caloric content of bluntnose minnow, Pimephales notatus rafinosque, during growth at different temperatures. J. Fish Biol, 25:491-500.

14- Gordon Bell, J., Mcevoy, J., Tocher, DR., Mcghee, F., Campell, P.J., Sargent, J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of atlantic salmon (*salmo salar*) affects tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, 131:1535-1543.

15- Grant, A. A. M., Baker, D., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Richards, J.G., Balfry, S.K., Schulte, P.M., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall Chinook (Oncorhynchus tshawytscha). Aquaculture, 277, 303-312.

16- Hafezieh, M., Kamarudin, M.S., Bin Saad, C.R., Kamal Abd Sattar, M., Agh, N., Hosseinpour, H., 2009. Effect of enriched *Artemia urmiana* on growth, survival and composition of larval Persian sturgeon. Turkish Journal of fisheries and Aquatic sciences, 9: 201-207

17- Hafezieh, M., Kamarudin, M.S., Bin Saad, C.R., Kamal Abd Sattar, M., Agh, N., Valinasab, T., Sharifian, M., Hosseinpour, H., 2010. Effect of enriched *Artemia urmiana* on growth, survival and fatty acid composition of the Persian sturgeon larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9(1): 61-72.

18- Huang, S.S.Y., Oo, A. N., Higgs, D.A., Brauner, C.J. and Satoh, S., 2007. Effects of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, Pagrus major. Aquaculture, 271:420-431.

19- Huang, S.S.Y., Fu, C.H.L., Higgs, D.A., Balfry, S.K., Schulte, P.M., Brauner, C.J., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring Chinook salmon parr, *Onchorhynchus tshawytscha*. Aquaculture, 274:109-117.

20- Kim, J., Massee, K.C., Hardy, R.W., 1996. Adult *Artemia* as food for first feeding coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture 144: 277-226.

21- Lisac, D., Franicevic, V., Vijmelka, Z., Buble, J., Leger, Ph., Sorgeloos, P., 1986. International study on Artemia: XL III. The effect of live food fatty acid content on growth and survival of sea bream (*Sparus aurata)* larvae. pp. 1-10, paper presented at the conference Ich Thyopathology in Aquaculture, 21-24 October 1986, Dobrovnik, Yogoslavic.

Archive of SID

www.SID.ir

22- Martino, R. C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L. C., 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture, 209: 233-246.

23- Phillips, A. M., Jr., Livingston, D.L., Poston, H.A., Brooke, H. A., 1963. The effect of diet mixture and calorie source on growth, mortality, conversion and chemical composiion of brook trout. Progr. Fish Cult. 25: 8.

24- Phillips, A. M., Lovelace Jr., F.E., Brockway, D.R., Balzer, Jr.G.C., 1952. The nutrition of trout. Cortland Hatchery Reportno. 21, Fisheries Research Bulletin no. 16. New York Conservation Department, Albany, N. Y., p. 46.

25- Phillips, A. M., Podoliak Jr., H.A., Poston, H. A., Livingston, D. L., Brooke, H. E., Pyle, E.A., Hammer, G.L., 1962. The utilization of calorie sources by brook trout. Cortland Hatchery Report no. 31, Fisheries Research Bulletin no. 26. New York Conservation Department, Albany, N.Y., p. 35.

26- Sargent, J.R., 1995. Origins and function of egg lipids nutritional implications. IN: Bromage, N.R., Roberts, J.R.(Eds)., Broodstock mangament and egg and larval quality . Oxford unniversity. Press, UK, pp. 353-372.

27- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., Estevez, A., 1999.Recent development in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture 177: 191-199.

28- Sorgeloos, P., Leger, Ph. and Tackaert, W., 1993. The use of *Artemia* in marine fish larviculture. TML Conference Proceedings. 3: 73-86.

29- Sorgeloos, P., Dhert, P., Can dreva, P., 2001.Use of the shrimp *Artemia*, *Artemia* SPP., in marine fish larviculture. Aquaculture 200: 147-159.

30- Takeuchi, T., Watanabe, T., 1982. Effect of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of Rainbow trout, coho salmon and chom salmon. Bulletin of the japans society of scientific fisheries, vol 48, pp: 145-1752.

31- Turchini, G. M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfr´e, F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture 225: 251–267.

Archive of SID

www.SID.ir

A survey on replacement of fish oil with vegetable oils for enrichment of *Artemia urmiana* nauplii and its effect on survival and growth of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss)*

Kazemi E.[1], Agh N.[2] and Meshkini S.[3]

[1] **Aquaculture Dept., Faculty of Natural Sciences, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran**

[2]**Artemia and Aquatic Animals Research Institute, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran**

[3]**Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran**

Abstract

The importance of start feeding on growth, survival and quality of larvae and role of *Artemia* as a nutritious live food with ability of carrying various essential nutrients is a well documented fact. In this study the possibility of replacing fish oil with vegetable oils for enrichment of *A. urmiana* nauplii and its use in start feeding of rainbow trout larvae were investigated. Six feeding treatments were used in two phases to feed the rainbow trout larvae from the beginning of the exogenous feeding for a period of two months. The feeding treatments during the first 10 10 days included: 1) Commercial diet, 2) *A. urmiana* nauplii enriched with fish oil, 3) *A. urmiana* nauplii enriched with Sunflower oil, 4) *A. urmiana* nauplii enriched with Canola oil, 5) *A. urmiana* nauplii enriched with Soybean oil, 6) Newly hatched un-enriched *A. urmiana* nauplii. The larvae in all groups were fed on commercial diet during the second phase from day 11 until end the experiment. Survival percentage of the larvae fed on *Artemia* nauplii enriched with canola and sunflower oils were significantly higher than those fed on commercial diet. Total length, wet weight and dry weight of the larvae in all treatments received *Artemia* nauplii during first phase were significantly higher compared to those fed on commercial feed from the beginning. Highest growth was obtained in the larvae fed on *Artemia* nauplii enriched with canola oil. The results of this research showed that vegetable oils can play essential role in enrichment of *Artemia* nauplii and feeding the rainbow trout.

Keywords: Rainbow trout, starter feeding, Artemia, Enrichment.

Archive of SID

www.SID.ir