غنی سازی ناپلی *Artemia urmiana* با روغن‌های گیاهی و تاثیر آن بر رشد و بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchs mykiss*)

اسماعیل کاظمی[۱]؛ ناصر آق[*۲]؛ فرزانه نوری [۳]؛ حامد اعلمی فر[٤]؛ حسین آدینه[٥] و ابوالحسن راستیان نسب [٦]

n.agh@urmia.ac.ir

۱ و ٤- گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

۲ و ۳- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی، دانشگاه ارومیه صندوق پستی: ۱٦٥-٥٧١٥٣

٥- گروه شیلات، دانشکده گنبد کاووس صندوق پستی: ١٦٣

٦- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، یاسوج صندوق پستی: ٣٨٥-٧٥٩١٤

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱

چکیده

اهمیت استفاده از غذای زنده در بهبود کیفیت لارو آبزیان پرورشی طی چندین دهه به اثبات رسیده است. آرتمیای غنی شده با مواد مغذی ضروری بخصوص اسیدهای چرب بلند زنجیره برای افزایش رشد و درصد بقا و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و بیماری‌های عفونی در گونه‌های مختلف آبزیان مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق اثرات تغذیه‌ای ناپلیوس‌های *Artemia urmiana* غنی شده با روغنهای گیاهی و روغن ماهی بر رشد و بقای لارو قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchs mykiss*) به مدت ۱۰ روز از ابتدای تغذیه فعال مورد بررسی قرار گرفت. لاروهای ماهی قزل‌آلا در قالب ۶ تیمار غذایی (با سه تکرار برای هر تیمار) 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 و ۶) ناپلیوس تازه تخم‌گشایی شده تغذیه شدند. درصد بازماندگی، رشد طولی، وزن تر، وزن خشک و ضریب تبدیل غذایی لاروها در تیمارهایی که با ناپلی آرتمیا غنی شده با روغن ماهی، کلزا و آفتابگردان تغذیه شده بودند بطور معنی‌داری بیشتر از ماهیانی بود که کنسانتره مصرف کرده بودند ولی در شاخص‌های رشد و بازماندگی بین تیمارهایی که از آرتمیای غنی شده با روغن ماهی و روغن‌های گیاهی تغذیه کرده بودند اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نتایج تحقیق نشان داد که روغن‌های گیاهی می‌توانند در غنی‌سازی ناپلی آرتمیا برای تغذیه لارو قزل‌آلا بطور کامل جایگزین روغن ماهی شوند.

لغات کلیدی: قزل‌آلا، تغذیه آغازین، آرتمیا، غنی‌سازی، روغن‌های گیاهی

*نویسنده مسئول

مقدمه

از میان غذاهای زنده موجود که در تغذیه مراحل لاروی آبزیان، میگوی آب شور (آرتمیا) کاربرد وسیعتری دارد و تاکنون جایگزین مناسبی بعنوان غذای فرموله شده بجای آرتمیا تولید نشده است و از این نظر آرتمیا همچنان یک غذای زنده منحصر بفرد بشمار می‌رود (حافظیه و همکاران، ۱۳۸۸؛ Agh *et al*., 2011; Noori *et al*., 2011). آرتمیا می‌تواند تحت فرآیند غنی‌سازی بعنوان حامل برخی مواد مغذی مانند اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها بخصوص ویتامین C (اسید آسکوربیک) و مواد دیگری مانند داروها، واکسن‌ها، هورمون‌ها و رنگدانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Lepage & Roy, 1984). این عمل به منظور انتقال این ترکیبات به جانور شکارچی و بهبود کیفیت لارو، افزایش بازماندگی و مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی و بیماری‌های مختلف صورت می‌گیرد (Bell *et al*., 2002; Lepage & Roy, 1984).

افزایش جهانی تولیدات آبزی‌پروری و کاهش همزمان ذخایر ماهی‌های مورد استفاده برای تولید روغن ماهی، یافتن جایگزینی مناسب بجای روغن ماهی را در جیره غذایی ماهی‌ها، به موضوعی اساسی در صنعت آبزی‌پروری تبدیل کرده است (Lovel, 1988; Al-Owafeir & Belal, 1996 ;Lepage & Roy, 1984). روغن‌های گیاهی که غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع ۱۸ کربنه (C_{18} PUFA) هستند، نماینده‌های مشخصی برای این جایگزینی می‌باشند (Al-Owafeir & Belal, 1996 ;Lovell, 1988; Hafezieh *et al*., 2010 ;Huang *et al*., 2008)، زیرا تولید جهانی روغنهای حاصله از دانه‌های گیاهی در سالهای اخیر بطور پیوسته افزایش یافته است بطوریکه قیمت آنها نسبتاً ثابت و امکان دسترسی به آنها بیشتر است. ماهیان آب شیرین مانند ماهی قزل‌آلای رنگین کمان قادر به طویل‌سازی زنجیره کربنی و غیراشباع سازی اسیدهای چرب ۱۸ کربنه بخصوص اسید لینولنیک به اسیدهای چرب ۲۰ و ۲۲ کربنه HUFA سری n-3 بخصوص ایکوزا پنتانوئیک اسید و دکوزا هگزانوئیک اسید هستند (Sorgeloos *et al*., 1993). توانائی سنتز EPA و DHA از اسید لینولنیک در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به متخصصین تغذیه اجازه ساخت جیره‌های غذایی با استفاده از روغن‌های گیاهی ارزانتر حاوی اسید لینولنیک (مانند روغن بذر کتان) به جای استفاده از روغن‌های گرانتر ماهیان دریایی که غنی از EPA و DHA هستند را می‌دهد (Huang *et al*., 2007; Sorgeloos *et al*., 1993).

برغم تحقیقات فراوانی که طی چند دهه اخیر در ارتباط با تغذیه ماهی قزل‌آلا در مراحل مختلف رشد انجام شده است هنوز هم درصد تلفات ماهی در مراحل آغازین دوره لاروی رقم قابل توجه ای است که گاهی حتی به حدود ۷۰ درصد کل لاروها در یک مرکز تکثیر می‌رسد. از آنجایی که تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا بخش عمده تولیدات ماهیان آب شیرین را تشکیل می‌دهد، بنظر می‌رسد انجام تحقیقات بیشتری در ارتباط با تغذیه لارو قزل‌آلا ضرورت دارد. به همین منظور در این تحقیق کاربرد روغن‌های گیاهی آفتابگردان، کانولا و سویا بجای روغن ماهی برای غنی‌سازی ناپلی آرتمیا و استفاده از آنها جهت تغذیه لارو ماهی قزل‌آلا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

این تحقیق در مرداد ماه ۱۳۸۸ در سالن تکثیر و پرورش پژوهشکده آرتمیا دانشگاه ارومیه به اجرا درآمد. در این تحقیق برای پرورش لارو ماهی قزل‌آلا از حوضچه‌های پلی‌اتیلینی 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 میانگین (± انحراف معیار) ۱۴/۵±۰/۶ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۸±۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و pH ۷/۵۷±۰/۳ از یک چاه عمیق تامین گردید. ۵۰۰ عدد لارو قزل‌آلا (با میانگین وزن ۱۰۰ میلی‌گرم) در سه تکرار برای هر تیمار غذایی به هر حوضچه منتقل شدند.

سیست آرتمیا ارومیانا با ۸۵ درصد تخم‌گشایی از پژوهشکده آرتمیا تهیه و طبق روش‌های استاندارد پوسته‌زدایی و تخم‌گشایی شدند (Sorgeloos *et al*., 1986). سوسپانسیون‌های غنی‌سازی مورد استفاده حاوی روغن‌های ماهی، کلزا، سویا و آفتابگردان بود. برای تهیه هر کدام از این سوسپانسیون‌ها مقدار یک گرم لسیتین و ۱۰ گرم از روغن‌های مورد نظر به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ولرم ۴۰ درجه سانتیگراد افزوده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با همزن الکتریکی مخلوط گردید تا بصورت کاملاً همگن درآیند. ذرات چربی سوسپانسیون‌های آماده شده توسط یک میکروسکوپ نوری مجهز به میکرومتر چشمی و لام مدرج اندازه‌گیری شدند تا اطمینان شود که قطر ذرات چربی کوچکتر از ۳۰ میکرومتر هستند. سپس مقدار دو میلی لیتر از هر کدام از سوسپانسیون‌های غنی‌سازی آماده شده به ازای هر ۲۰۰ هزار ناپلی به مخروطهای غنی‌سازی

حاوی آب ۳۳ppt و ناپلی‌های تازه تخم‌گشایی شده اضافه شد. عمل غنی‌سازی به مدت ۱۲ ساعت ادامه یافت.

در این تحقیق اثر شش تیمار غذایی بر بازماندگی و شاخصهای رشد لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان مورد آزمایش قرار گرفت که عبارت بودند از :

تیمار اول (تیمار شاهد): غذای کنسانتره تجاری مخصوص لارو قزل‌آلا

تیمار دوم: آرتمیای غنی‌شده با امولسیون روغن ماهی

تیمار سوم: آرتمیای غنی‌شده با امولسیون روغن آفتابگردان

تیمار چهارم: آرتمیای غنی‌شده با امولسیون روغن کلزا

تیمار پنجم: آرتمیای غنی‌شده با امولسیون روغن سویا

تیمار ششم: آرتمیای تازه تخم‌گشایی شده (غنی نشده)

مقدار غذای روزانه لاروها با توجه به وزن متوسط آنها، برای تیمار ۱ از روز اول تا پنجم برحسب ۱۲/۵ درصد وزن بدن و از روز ششم تا دهم برحسب ۱۲ درصد وزن بدن و برای سایر تیمارها از روز اول تا دهم برحسب ۶ درصد وزن خشک ناپلیوس آرتمیا محاسبه و در اختیار لاروها قرار گرفت. بمنظور تامین زمان کافی برای لاروها برای تغذیه، در هر وعده غذایی به مدت نیم ساعت جریان آب قطع شده و غذای مورد نظر در اختیار هر گروه قرار گرفت. غذادهی لاروها در طول دوره پرورش ۵ بار در روز در ساعات ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ انجام گرفت. در طول ده 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 حوضچه‌ها برنامه روزانه تغذیه شروع می‌گردید.

لاروهای در حال رشد قزل‌آلا در روزهای ۶ و ۱۱ مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. برای این منظور در هر نوبت تعداد ۲۰ لارو از هر تکرار بطور تصادفی صید و وزن، طول کل، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و همچنین درصد

نرخ رشد ویژه (SGR) = ln وزن نهایی – ln وزن اولیه) × ۱۰۰/ دوره رشد (روز)

(Huang *et al*., 2008).

ضریب تبدیل غذایی رطوبت و خاکستر لاشه لاروها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. ضریب چاقی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، میزان رطوبت و خاکستر لاشه لاروها طبق فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

ضریب چاقی (Cf) = وزن ماهی (گرم) / طول ماهی (سانتیمتر) ×۱۰۰

(Grant *et al*., 2008).

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = میزان غذای مصرفی / (وزن نهایی – وزن اولیه)

(Turchini *et al*., 2003).

درصد رطوبت (W) = (وزن نمونه تر با ظرف – وزن نمونه خشک با ظرف) × ۱۰۰/ (وزن نمونه تر با ظرف – وزن خالی ظرف)

(Ceirwyn, 1995).

خاکستر (Ash) = (وزن ظرف با خاکستر – وزن خالی ظرف) × ۱۰۰/ (وزن ظرف با نمونه خشک – وزن خالی ظرف)

(Ceirwyn, 1995).

اولین زیست‌سنجی قبل از شروع تغذیه فعال لاروها صورت گرفت. برای این منظور تعداد ۶۰ لارو بطور تصادفی از میان لاروها انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

برای آماده‌سازی نمونه‌ها برای آنالیز اسیدهای چرب از روش متیل استریفیکاسیون مستقیم استفاده شد (Lepage & Roy, 1984). مقدار نیم میکرولیتر از نمونه‌های آماده شده به دستگاه کروماتوگرافی گازی (از کمپانی Dani ایتالیا) تزریق گردید و شناسایی اسیدهای چرب در نمونه ها با تزریق محلول استاندارد اسیدهای چرب و مقایسه منحنی‌های رسم شده برای هر اسید چرب براساس زمان بازداری آنها انجام گرفت.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۵)، آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن (Duncan) انجام و میزان اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین گردید.

نتایج

نتایج میزان بازماندگی در پایان دوره پرورش نشان می‌دهد که تیمارهای سه و چهار بترتیب با میانگین (± انحراف معیار) ۹۹/۳۳±۰/۴۶ و ۹۸/۴۵±۱/۳۳ درصد بیشترین بازماندگی را در طول دوره پرورش داشته و تیمار یک با ۹۵/۶۷±۰/۶۵ درصد کمترین بازماندگی را بخود اختصاص داده است. اختلاف درصد بازماندگی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار می‌باشد ($P< 0.05$) (جدول ۱).

شاخص‌های رشد شامل: وزن تر، وزن خشک، طول کل، ضریب چاقی، ضریب رشد ویژه، نرخ تبدیل غذایی و همچنین درصد رطوبت و خاکستر در هر یک از تیمارها در روزهای ۶ و

۱۱ مورد بررسی قرار گرفتند. وزن تر، وزن خشک و طول کل در کلیه تیمارهایی که از ناپلی آرتمیا بخصوص از ناپلی غنی شده تغذیه کرده بودند بیشتر از تیمار شاهد بود که از ابتدای تغذیه فعال غذای کنسانتره تجاری مصرف کرده بودند. این پارامترها بویژه در لاروهایی که از آرتمیای غنی شده با روغن کلزا و روغن آفتابگردان تغذیه کرده بودند بطور معنی‌داری نسبت به تیمار اول بیشتر بود ($P<0.05$) (جدول ۲).

بررسی نتایج در پایان دوره نشان می‌دهد که لارو ماهیان تغذیه شده با غذای کنسانتره (تیمار یک) و ناپلی غنی شده با روغن کلزا (تمیار چهار) بترتیب با ۴/۸۰±۰/۹۷ و ۶/۲۳±۰/۴۸ پایین‌ترین و بالاترین SGR و تیمار ۱ با (۱/۸۸±۰/۵۸) بالاترین FCR را داشته و در مقایسه با بقیه تیمارها بطور معنی بیشتر است ($P< 0.05$). ولی بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

مقادیر برخی از اسیدهای چرب مهم در جیره‌های غذایی و همچنین در بافت ماهی قزل‌آلا در پایان دوره پرورش بترتیب در جداول ۳، ۴ و ۵ ارائه شده است. بالاترین غلظت اسیدهای چرب در جیره‌های غذایی بترتیب مربوط به اولئیک، پالمیتولئیک، لینولئیک، ایکوزاپنتانوئیک و استئاریک اسید بود (جدول ۳). در حالیکه در بافت لارو قزل‌آلا در کلیه تیمارها بترتیب مربوط به اولئیک، لینولئیک، استئاریک و دکوزاهگزانوئیک اسید بود. میزان EPA در غذای کنسانتره بطور معنی‌داری پایین‌تر و میزان DHA در آن بطور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. بیشترین میزان EPA در ناپلی غنی شده با روغن ماهی دیده شد که بطور معنی‌داری بیشتر از میزان آن در تیمارهایی بود که با روغن‌های گیاهی غنی‌سازی شده بودند. میزان DHA در ناپلی غنی نشده و ناپلی‌های غنی شده با روغن‌های گیاهی صفر بود (جدول ۵). مقدار کل اسیدهای چرب در ماهی تغذیه شده با جیره روغن آفتابگردان بطور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود ($P<0.05$) و میزان اسیدهای چرب در بافت ماهیان تغذیه شده با ناپلی غنی شده با روغن کلزا، روغن ماهی و روغن سویا بس از روغن آفتابگردان در رتبه‌های بعدی قرار دارند که با ناپلی غنی نشده و غذای کنسانتره اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۴، $P<0.05$).

جدول ۱: درصد بازماندگی ماهی قزل آلا تحت تیمارهای مختلف غذایی در پایان دوره پرورش

گروه‌های آزمایشی	کنسانتره	غنی شده با روغن ماهی	غنی شده با روغن آفتابگردان	غنی شده با روغن کلزا	غنی شده با روغن سویا	ناپلی غنی نشده
روز ۱۱	۹۵/۶۷±۰/۶۵^{a}	۹۸/۲٤±۱/۰۰^{b}	۹۹/۳۳±۰/٤٦^{b}	۹۸/٤٥±۱/۳۳^{b}	۹۷/۹۹±۰/۸۷^{b}	۹۸/۰۹±۰/۱۰^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P<0.05$).

جدول ۲: مقایسه میانگین و انحراف معیار شاخص‌های رشد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف در روز یازدهم

شاخص‌های رشد	کنسانتره	غنی شده با روغن ماهی	غنی شده با روغن آفتابگردان	غنی شده با روغن کلزا	غنی شده با روغن سویا	ناپلی غنی نشده
وزن تر(گرم)	۰/۱٦±۰/۰۱^{a}	۰/۱۹±۰/۰۱^{b}	۰/۱۹±۰/۰۱^{b}	۰/۱۹±۰/۰۱^{b}	۰/۱۸±۰/۰۱^{ab}	۰/۱۸±۰/۰۱^{ab}
وزن خشک (گرم)	۰/۰۲±۰/۰۰^{a}	۰/۰۲±۰/۰۱^{ab}	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۰/۰۳±۰/۰۰^{ab}	۰/۰۲±۰/۰۰^{ab}
طول (سانتیمتر)	۲/٦٥±۰/۰٦^{a}	۲/۸٤±۰/۰٦^{b}	۲/۸٤±۰/۰٥^{b}	۲/۸٤±۰/۰۸^{b}	۲/۸۰±۰/۰۸^{b}	۲/۷٦±۰/۰۲^{ab}
ضریب رشد ویژه	٤/۸۰±۰/۹۷^{a}	٦/۲۰±۰/٦۹^{b}	٦/۲۲±۰/٥۱^{b}	٦/۲۳±۰/٤۸^{b}	٥/۹۸±۰/۷۲^{ab}	٦/۱۱±۰/۷۱^{b}
نرخ تبدیل غذایی	۱/۸۸±۰/٥۸^{b}	۰/٦۷±۰/۰۸^{a}	۰/۷۲±۰/۰٦^{a}	۰/۷۳±۰/٥٥^{a}	۰/۷٥±۰/۰٦^{a}	۰/۷۰±۰/۱۲^{a}
رطوبت	۸٥/٤٤±۱/۱٤^{a}	۸٤/۲٤±۰/٥٥^{a}	۸۳/۳۹±۰/۲۰^{a}	۸۰/۰۳±۲/۳۱^{a}	۸۳/٦۰±۱/۸۸^{a}	۸۳/۹۱±۰/٥٤^{a}
ضریب چاقی	۰/۸٦±۰/۰٦^{a}	۰/۸۲±۰/۰٤^{a}	۰/۸۱±۰/۰۲^{a}	۰/۸۱±۰/۰٤^{a}	۰/۸۲±۰/۰۲^{a}	۰/۸۷±۰/۰٤^{a}
خاکستر	۹/٦۳±۲/۱۰^{a}	۱۲/۰۱±۱/۲٦^{a}	۱٥/۳۰±۱/۷۰^{a}	۱٥/۱۰±۱/۲٥^{a}	۱۰/٦۳±۰/۷۲^{a}	۱۰/۲٥±۰/٤۹^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می‌باشد($P<0.05$).

جدول ۳: میزان برخی از اسیدهای چرب مهم در جیره‌های غذایی آزمایشی و در غذای تجاری (مقادیر هر اسید چرب برحسب درصد از کل اسیدهای چرب است)

نوع غذا / اسید چرب	غذای کنسانتره sft00	ناپلی غنی شده با روغن ماهی	ناپلی غنی شده با روغن آفتابگردان	ناپلی غنی شده با روغن کانولا	ناپلی غنی شده با روغن سویا	ناپلی غنی نشده
C18:0	۲/۳۳±۰/۰۳^{b}	٤/٥٥±۰/۲۲^{cd}	٤/٧٤±۰/٦١^{cd}	٤/١١±۰/١٤^{c}	٤/۰٤±۰/١۰^{c}	٤/٩١±۰/٧٢^{d}
C18:1n9	١٦/٨٧±۰/۰٢^{a}	١٧/٣۰±۰/٢٢^{ab}	١٨/۰٦±١/٦٧^{ab}	٢۰/٧۰±١/٨٧^{c}	١٧/٨٤±١/۰٦^{ab}	١٨/٢٧±١/۰٣^{ab}
C18:1n7	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	١۰/٨٩±١/٧٨^{bc}	١۰/٥٩±٢/٤٥^{bc}	١۰/٧٦±۰/٣٣^{bc}	٩/١٦±١/٢۰^{b}	١٢/٧٨±١/٤۰^{c}
C18:2n6	٢٦/٦١±۰/۰٢^{a}	٤/٣٨±١/٩١^{a}	٩/٩٣±۰/٩١^{c}	٨/٤٥±۰/٧٧^{c}	٩/۰٩±۰/٥٢^{c}	٦/٢١±۰/۰٥^{b}
C18:3n3	٣/٩٣±۰/۰٦^{ca}	٢/٢٤±١/١١^{a}	٣/٢۰±۰/٣۰^{bc}	٣/٤٩±۰/٢٤^{bca}	٢/٧٧±۰/۰٤^{ab}	٣/۰٨±۰/١۰^{bc}
C20:4n6	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	١/٤۰±۰/١٩^{bc}	١/٤٢±۰/٢۰^{bc}	١/٣٦±۰/١٤^{bc}	١/٢٦±۰/۰٢^{b}	١/٥٦±۰/١٤^{c}
C20:5n3 (EPA)	۰/٧٣±۰/۰٦^{a}	٦/٧٧±١/۰٤^{c}	٥/٥٦±۰/٥٤^{b}	٤/٨٤±۰/٢٤^{b}	٤/٨٨±۰/١٦^{b}	٦/٦٨±۰/٤۰^{c}
C22:6n3 (DHA)	١/۰٢±۰/۰١^{c}	۰/٦٥±۰/١١^{b}	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<0.05).

جدول ٤: غلظت متیل استرهای اسیدهای چرب در بافت ماهی قزل‌آلا تحت تیمارهای مختلف غذایی در پایان دوره پرورش (مقادیر برحسب میلی‌گرم در هر گرم نمونه تر بافت ماهی است)

نوع غذا	غذای کنسانتره sft00	ناپلی غنی شده با روغن ماهی	ناپلی غنی شده با روغن آفتابگردان	ناپلی غنی شده با روغن کانولا	ناپلی غنی شده با روغن سویا	ناپلی غنی نشده
مقدار اسید چرب	٢٨/٧٦±۰٦/٤٦^{a}	٩٦/٢۰±٥/٩٩^{c}	١٢٣/٩٦±١٦/٨^{d}	١۰٦/٤٥±٦/٢٢^{c}	٩١/٦٢±٢/٩٣^{c}	٦٩/٢٨±٣/١٩^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<0.05).

جدول ٥: درصد اسیدهای چرب مهم در بافت ماهی قزل‌آلا تحت تیمارهای مختلف غذایی در پایان دوره پرورش (مقادیر هر اسید چرب برحسب درصد از کل اسیدهای چرب است)

نوع غذا / اسید چرب	غذای کنسانتره sft00	ناپلی غنی شده با روغن ماهی	ناپلی غنی شده با روغن آفتابگردان	ناپلی غنی شده با روغن کانولا	ناپلی غنی شده با روغن سویا	ناپلی غنی نشده
C18:0	٥/١٨±۰/٦٤^{a}	٥/٩٦±۰/٣٤^{a}	٥/٨١±۰/٥٢^{a}	٤/٩٣±١/٩٧^{a}	٥/٧٢±۰/٤١^{a}	٥/٨٢±۰/١٣^{a}
C18:1n9	١٩/٥٩±٢/۰٢^{a}	١٩/٦٦±٢/٢۰^{a}	٢١/٨٤±۰/٩۰^{a}	٢٨/٩۰±١/٣٥^{b}	٢۰/٤۰±١/٥٤^{a}	٢١/٨٩±١/٥٩^{a}
C18:2n6	١٦/٦١±٢/١٨^{d}	٧/۰٧±١/٤٤^{a}	٩/٥٥±۰/٤۰^{bc}	١۰/٨٨±۰/٧٤^{c}	٨/٥٦±۰/٥٨^{ab}	٨/٢٦±۰/٥١^{ab}
C18:3n3	٢/١۰±۰/١٩^{a}	٣/٣۰±۰/٤١^{b}	٣/٩٩±۰/٥٤^{bc}	٤/٤۰±۰/٢٤^{c}	٣/٥٣±۰/٣٥^{b}	٣/٧١±۰/٤٥^{bc}
C20:4n6	۰/٩٤±۰/٢۰^{a}	١/١٣±۰/٢٢^{ab}	١/١٨±۰/١٧^{ab}	١/٨١±۰/١٦^{c}	١/٣٢±۰/١١^{b}	١/٣٥±۰/۰٧^{b}
C20:5n3(EPA)	۰/٥٨±۰/١۰^{a}	۰/٩٣±۰/۰٧^{cd}	۰/٧٧±۰/١٢^{b}	١/۰٧±۰/۰٧^{d}	۰/٨٣±۰/۰٦^{bc}	۰/٩۰±۰/۰٣^{bc}
C22:6n3(DHA)	٢/٢٥±۰/٤٤^{a}	٢/٦٤±۰/١٣^{a}	٢/٢٧±۰/٢٤^{a}	٢/٦٢±۰/٥٦^{a}	٢/٣٩±۰/١٩^{a}	٢/٧٣±۰/٢٩^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<0.05).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد کـه روغـن مـاهی را بـه آسـانی می‌توان با روغن‌های گیاهی بخصوص روغـن کـانولا و آفتـابگردان جهت غنی‌سازی ناپلی آرتمیا برای تغذیـه لارو قـزل‌آلا جـایگزین نمود بدون آنکه اثرات کمبود اسیدهای چـرب در آن ظـاهر شـود. Hafezieh و همکاران (۲۰۱۰ و ۲۰۰۹) از آرتمیـای غنـی‌سـازی شده با اسیدهای چرب، روغن ماهی و روغن پنبه دانه و آرتمیـای غنی نشده برای تغذیه لارو ماهی قره‌برون استفاده کردند و نشـان دادند که بازماندگی لاروهایی که از آرتمیای غنـی‌سـازی شـده بـا روغن پنبه دانه تغذیه کرده بودنـد بطـور معنـی‌داری پـایین‌تـر از ماهیانی است که از آرتمیای غنی شده با روغن ماهی تغذیه کـرده بودند ولی بین لاروهایی که از آرتمیای غنی نشده و غنی شده بـا روغن پنبه دانه تغذیه کرده بودند، اختلاف معنی‌داری از نظر بازمانـدگی وجـود نداشـت (حافظیـه و همکـاران، ۱۳۸۸؛ Bell *et al.*, 2001; Hafezieh *et al.*, 2009). در حالیکه در تحقیق حاضر بیشـترین بازماندگی در لاروهایی دیده شـد کـه از آرتمیـای غنـی شـده بـا روغن‌های گیـاهی آفتـابگردان و کـانولا تغذیـه کـرده بودنـد. لـذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این روغن‌ها منابع بهتری نسـبت بـه روغن پنبه دانه برای غنی‌سازی آرتمیـا هسـتند چـون اسـتفاده از آرتمیاهای غنی شده با این روغن‌ها باعث بالاترین بازمانـدگی لارو ماهی قزل‌آلا نسبت به سایر تیمارها شد.

Bell و همکاران (۲۰۰۱) اثر معنی‌داری در میزان بازماندگی ماهی آزاد اقیـانوس اطلـس (*Salmo salar*) در اثـر جـایگزینی روغن ماهی با روغن نارگیل مشـاهده نکردنـد، هـر چنـد میـزان اسیدهای چرب امگا ۳ در گروه‌هـایی کـه از جیـره حـاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد روغن نارگیل استفاده کرده بودند، بطـور معنـی‌داری کمتر از گروه تغذیه شده با روغن ماهی بود. در تحقیق حاضر نیز جـایگزینی ۱۰۰ درصـدی روغـن مـاهی بـا روغـن‌هـای گیـاهی آفتابگردان، کلزا و سویا برای غنی‌سازی نـاپلی آرتمیـا در تغذیـه لارو قزل‌آلا اختلاف معنی‌داری در میزان بازماندگی ایجاد نکـرد ولی یافته‌های این تحقیق در خصـوص میـزان اسـیدهای چـرب امگا ۳ در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن‌هـای گیـاهی (کلـزا و آفتابگردان) برخلاف نتایج بدست آمده توسـط Bell و همکـاران (۲۰۰۱) نه تنها کاهشی را بافت ماهی نشـان نمـی‌دهـد بلکـه از غلظت بـالاتری نیـز برخـوردار مـی‌گـردد. Phillips و همکـاران (۱۹۵۲، ۱۹۶۲ و ۱۹۶۳) گزارش نمودنـد کـه در جیـره غـذایی قزل‌آلای قهوه‌ای کـه از روغـن ذرت بعنـوان تنهـا منبـع چربـی استفاده شده بود رشد کاهش یافته و میزان مرگ و میـر بعـد از ۱۲ هفته به ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. لـذا بنظـر مـی‌رسـد کـه امکان جایگزینی کامل روغن ماهی با روغـن ذرت در طـول دوره پرورش قزل‌آلای قهوه ای وجود ندارد. هرچند تحقیق حاضـر در مراحل کاملاً اولیه رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انجـام شـد ولی جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیـاهی توانسـت میـزان تلفات در لارو این ماهی را در این دوره بسیار حساس به حـداقل ممکن کاهش داد که به سهم خود یافته بسیار با ارزشی است. به احتمـال قـوی دلیـل اصـلی اخـتلاف در نتـایج ایـن تحقیـق بـا یافته‌های سایر محققین را می‌توان در نوع غـذای اسـتفاده شـده یافت. از آنجـایی کـه نـاپلی آرتمیـا خـود حـاوی مقـادیر کـافی اسیدهای چرب بلند زنجیـره امگـا ۳ هسـت غنـی‌سـازی آن بـا روغن‌های گیاهی برخلاف افزودن این روغن‌ها به غذای کنسانتره مانع کاهش این اسیدهای چرب در بافت ماهی شده است. لذا بـا توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیـری نمـود کـه برای افزایش میزان اسیدهای چرب مهم غیر از اسـیدهای چـرب غیراشباع بلند زنجیره در نـاپلی آرتمیـا بـرای تغذیـه لارو مـاهی قزل‌آلا و احتمالاً سایر ماهیان آب شیرین نیازی به غنی‌سازی آن با روغن ماهی نیست بلکه غنی‌سازی با روغن‌های گیاهی کلـزا و آفتابگردان می‌تواند نیاز لارو به این اسیدهای چرب را بطور کامل تامین نماید.

یافته‌های محققین فوق درخصوص استفاده از برخـی روغـن‌هـای گیاهی و نتایج بهتر این تحقیق در مقایسه بـا نتـایج سـایر محققـین، اهمیت استفاده از روغن کانولا و آفتابگردان بعنوان روغن‌های مناسـب برای افزایش بازماندگی لارو ماهی قزل‌آلا را آشکار می‌کند.

براساس بررسی‌های انجام شده، اهمیت چربی‌ها بر روند رشد ماهی بخوبی ثابت شده و انواع زیادی از منابع چربـی حیـوانی و گیاهی بطور وسـیع در فرمـول‌بنـدی جیـره‌هـای غـذایی مـاهی استفاده می‌شوند. چربی‌ها نه تنها منبع انرژی، بلکه منبعی بـرای اسیدهای چرب ضروری محسوب می‌شوند. در کل اگر جیره‌هـای غذایی نیاز اسیدهای چرب ضروری ماهی را تامین نمایند، باعـث رشد کافی ماهی مـی‌شـوند (Legendre *et al.*, 1995). نتـایج آنالیز اسیدهای چـرب لاشـه ماهیـان قـزل‌آلای تغذیـه شـده بـا تیمارهای مختلـف در ایـن تحقیـق نشـان مـی‌دهـد کـه میـزان اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیـک و دکوزاهگزانوئیـک (DHA) در کلیه تیمارها از غلظت بـالایی برخـوردار هسـتند. در غلظـت آراشـیدونیک اسـید (ARA) و ایکوزاپنتانوئیـک اسـید (EPA) هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. غلظـت DHA در بافت ماهی‌ها در کلیه تیمارها در انتهای دوره بیشتر از مقـدار 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 بعنوان جایگزین روغن ماهی جهت غنی‌سازی ناپلی آرتمیا با هدف تامین نیازهای اسید چرب در تغذیه ماهی قزل‌آلا رنگین کمان را نشان می‌دهد.

Bell و همکاران (۲۰۰۱) پس از جایگزینی روغن ماهی با روغن نارگیل در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های رشد در ماهی‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵ تا ۱۰۰ درصد روغن نارگیل در مقایسه با جیره حاوی روغن ماهی اختلاف معنی‌داری نداشتند. Viegas و Contreras (۱۹۹۴) از روغن نارگیل و سویا در جیره *Colossoma macropomum* انگشت قد استفاده کردند و اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد و FCR مشاهد نکردند. Al-Owafeir و Belal (۱۹۹۶) نیز به نتایج مشابهی در مورد ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) دست یافتند. برعکس استفاده از روغن نارگیل در جیره گربه ماهی آفریقایی (*Heterobranchus longifilif*) باعث بالاترین رشد در مقایسه با روغن بادام زمینی، پنبه دانه و روغن کبد ماهی گردید (Legendre *et al*., 1995).

Yildiz و Sener (۲۰۰۴) اثر روغن‌های آفتابگردان و سویا و روغن ماهی را بر رشد ماهی خاردار (Sea bass) بررسی کردند و بیشترین افزایش وزن را در گروه تغذیه شده با روغن ماهی گزارش نمودند. آنها بیشترین میزان FCR را در گروه تغذیه شده با روغن آفتابگردان و کمترین FCR را در گروه روغن ماهی بدست آوردند، هر چند آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری بین FCR گروهها نشان نداد.

تحقیقات فوق و نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اثرات استفاده از روغن‌های گیاهی بجای روغن ماهی در گونه های مختلف ماهیان می‌تواند متفاوت باشد. هر چند تحقیق مشابه‌ای با هدف جایگزینی روغن ماهی گرانقیمت با روغن‌های گیاهی ارزان قیمت بخصوص روغن کانولا و روغن آفتابگردان برای غنی‌سازی ناپلی آرتمیا جهت تغذیه لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان قبلا انجام نشده است ولی با توجه به پروفیل اسیدهای چرب و افزایش غلظت مجموع اسیدهای چرب منجمله اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در بافت لاروهای تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های گیاهی و افزایش قابل توجه بازماندگی و رشد آنها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های کلزا و آفتابگردان برای غنی‌سازی ناپلی آرتمیا می‌تواند مانند روغن ماهی شرایط بیولوژیکی مناسبی برای رشد بهتر و بازماندگی بالاتر لارو ماهی قزل‌آلا را تضمین نماید با این تفاوت که دوره غنی‌سازی با روغن‌های گیاهی در مقایسه با روغن ماهی به میزان ۵۰ درصد کمتر است و این عامل خود از نظر کاهش هزینه‌های غنی‌سازی و دسترسی سریعتر به آرتمیای غنی شده، از ارزش و اهمیت خاصی برای برای مراکز تکثیر برخوردار است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین و کارشناسان محترم پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه بخاطر حمایت مالی، امکانات آزمایشگاهی و مشارکت‌های فکری و فنی سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

حافظیه، م.؛ کامارودین، ص.؛ سعد، چ.؛ کمال عبد ستار، م.؛ آق، ن. و حسین‌پور، ح.، ۱۳۸۸. مقایسه ترکیبات شیمیایی آرتمیا ارومیانا غنی شده با منابع و سطوح مختلف اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (HUFA) در زمانهای مختلف، مجله علمی شیلات، سال هجدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، صفحات ۴۳ تا ۵۴.

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, doi:10.1111/j. 1365-2109.2011.03031.x.

Al-Owafeir M.A. and Belal I.E.H., 1996. Replacing palm oil for soybean oil in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. Aquaculture Research, 27:221–224.

Bell G.J., Henderson R.J., Tocker D.R., Ghee F.M., Dick J.R., Porter A., Smullen R.P. and Legendre M., Kerdchuen N., Corraze G. and Bergot P., 1995. Larval rearing of African catfish, *Heterobranchus longifilus* (Teleostei, Clariidae): Effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. Aquatic Living Resources, 8:355–363.

Bell G.J., Mcevoy J., Tocher D.R., Mcghee F., Patrick J.C. and 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.

Lepage G. and Roy C.C., 1984. Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. Journal of Lipid Research, 25:1391-1396.

Lovell T., 1988. Nutrition and Feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, 260P.

Noori F., Azari Takami G., Van Speybroeck M., Van Stappen G., Shiri-Harzevili A. and Sorgeloos P., 2011. Feeding *Acipenser persicus* and *Huso huso* larvae with *Artemia urmiana* nauplii enriched with highly unsaturated fatty acids and vitamin C: Effect on growth, survival and fatty acid profile. Applied Journal of Ichthyology, 27:781-786.

Phillips A.M., Lovelace Jr., F.E., Brockway D.R. and Balzer Jr. G.C., 1952. The nutrition of trout. Cortland Hatchery Report No. 21, Fisheries Research Bulletin, No. 16. New York Conservation Department, Albany, N.Y., USA, 46P.

Phillips A.M., Podoliak Jr., H.A., Poston H.A., Livingston D.L., Brooke H.E., Pyle E.A. and 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., USA, 35P.

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

Sargent J.R., 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affect muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, 132:222-230.

Ceirwyn S.J., 1995. Analytical Chemistry of Foods. Chapman & Hall, London, UK, 120P.

Grant A.A.M., Baker D., Higgs D.A., Brauner C.J., Richards J.G., Balfry S.K. and 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.

Hafezieh M., Kamarudin M.S., Bin Saad C.R., Kamal Abd Sattar M., Agh N. and 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.

Hafezieh M., Kamarudin M.S., Bin Saad C.R., Kamal Abd Sattar M., Agh N., Valinasab T., Sharifian M. and 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.

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.

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

Sorgeloos P., Lavens P., Leger P., Tackaert W. and Versichele D., 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. State University of Ghent, Gent, Belgium. 196P.

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

Turchini G.M., Mentasti T., Frøyland L., Orban E., Caprino F., Moretti V.M. and 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.

Viegas E.M.M. and Contreras E.S.G., 1994. Effect of dietary crude palm oil and a deodorization distillate of soybean oil on growth of tambaqui (*Colossoma macropomum*). Aquaculture, 124:127–131.

Yildiz M. and Sener E., 2004. The effect of dietary oils of vegetable origin on the performance, body composition and fatty acid profiles of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) Juveniles. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 28:553-562.