غنی‌سازی دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) با روغن‌های ماهی و کلزا بر رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید دریای خزر

فائقه نوری[1*] و ندا فتحی[2]

۱) گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: f.n000@yahoo.com
۲) گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۲٦

چکیده

تحقیق حاضر به مطالعه تاثیر دافنی (*Daphnia magna*) غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد و کلزا بر فاکتورهای رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید به مدت چهارده روز از ابتدای تغذیه فعال پرداخت. لاروهای ماهی سفید با وزن اولیه ۲/۱۱±۵۲/۶ میلی‌گرم با تراکم ده عدد در هر لیتر آب در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار غذایی شامل دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد، دافنی غنی‌شده با روغن کلزا و دافنی غنی‌نشده تغذیه شدند. میزان رشد طولی، وزنی، افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه لاروها در تیمارهایی که با دافنی غنی‌شده تغذیه شده بودند به شکل معنی‌داری بیش از لاروهای تغذیه شده با دافنی غنی‌نشده بود ($p<0.05$) در حالی که درصد بازماندگی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). بیشترین مقدار ضریب رشد ویژه در لاروهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با روغن کلزا به میزان ۰/۰۱±۸/۵۰ درصد روزانه و کمترین مقدار در تیمار تغذیه شده با دافنی غنی‌نشده به میزان ۱/۱۲±۷/۵۰ درصد روزانه مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که روغن کلزا می‌تواند در غنی‌سازی دافنی برای تغذیه لارو ماهی سفید جایگزین نسبتاً مناسب روغن ماهی باشد.

واژه‌های کلیدی: *Rutilus kutum*، غنی‌سازی، *Daphnia magna*، اسیدهای چرب غیراشباع، روغن کلزا.

مقدمه

اهمیت استفاده از غذاهای زنده در بهبود کیفیت لارو آبزیان پرورشی به خصوص لارو ماهیان دریایی اثبات شده است (Lavens & Sorgeloos, 1996). دافنی یکی از انواع غذاهای زنده برای لارو ماهیان آب شیرین است که گونه دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) پرکاربردترین گونه از آنها در آبزی‌پروری می‌باشد (Macedo & Pinto-Coelho, 2001). ارزش غذایی بدن دافنی به ترکیبات شیمیایی موجود در منابع غذایی مورد استفاده آن وابسته است. ترکیبات تقریبی بدن دافنی با وجود داشتن منابع مطلوب پروتئینی برای رشد لارو ماهیان دارای اسیدهای چرب غیراشباع اندک بوده و برای تامین اسیدهای چرب ضروری

وابسته به منابع غذایی مصرفی هستند (Goulden & Place, 1993).

اهمیت چربی‌ها در رشد ماهی به خوبی به اثبات رسیده و از منابع مختلف چربی شامل حیوانی و گیاهی به طور وسیع در جیره‌های غذایی ماهیان استفاده می‌شود. چربی‌ها منبع انرژی و تامین‌کننده اسیدهای چرب ضروری می‌باشند. اسیدهای چرب ضروری در صورت تامین از طریق جیره‌های غذایی موجب رشد مناسب ماهی می‌شوند (Lepege & Roy, 1984).

کاهش ذخایر ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) طی سال‌های گذشته به علت محدود شدن محل‌های تخم‌ریزی طبیعی، صید بی‌رویه و افزایش آلودگی‌ها به طور چشمگیری افزایش یافته است، به طوری که نیاز به مراکز تکثیر مصنوعی و تولید بچه ماهی‌های سالم و مقاوم برای حفظ و ازدیاد ذخایر این ماهیان با ارزش ضروری به نظر می‌رسد.

اسیدهای چرب غیراشباع در افزایش رشد، بازماندگی و مقاومت لاروها به عوامل بیماری‌زا دارای اهمیت بسیاری هستند. به علاوه نیاز تغذیه‌ای لارو ماهیان آب شیرین به اسیدهای چرب غیراشباع غیرقابل انکار است. دافنی می‌تواند تحت فرآیند غنی‌سازی به عنوان حامل اسیدهای چرب غیراشباع و برخی دیگر از مواد مغذی مانند اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، هورمون‌ها و واکسن‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Lepage & Roy, 1984).

دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) غنی شده با لاکتوباسیلوس‌های پروبیوتیکی در ارتقا برخی از معیارهای رشد و کارآیی تغذیه در لارو تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) موثر بوده است (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۲). استفاده از دافنی ماگنا (*D. magna*) غنی‌شده با عصاره مخمر (*Saccharomyces cerevisiae*) می‌تواند باعث بهبود پارامتر رشد در لارو تاس ماهی ایرانی و افزایش تحمل ماهی در برابر شرایط استرسی گردد (لشکربلوکی و همکاران، ۱۳۹۰).

یافتن جایگزین مناسب روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان با توجه به رشد روز افزون تولیدات صنعت آبزی‌پروری و کاهش هم‌زمان ذخایر طبیعی ماهیان به موضوع مهمی در این صنعت تبدیل شده است (Lepage & Roy, 1984). روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع ۱۸ کربنه بوده و می‌توانند به عنوان جایگزینی مناسب برای روغن‌های جانوری مطرح باشند، زیرا تولید روغن‌های گیاهی در سال‌های اخیر به طور پیوسته افزایش یافته و قیمت آنها نسبتاً ثابت و امکان دسترسی به آنها بیشتر است.

ماهیان آب شیرین مانند ماهی سفید دریای خزر قادر به طویل‌سازی زنجیره کربنی و غیراشباع‌سازی اسیدهای چرب ۱۸ کربنه مانند اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسید اولئیک به اسیدهای چرب ۲۰ و ۲۲ کربنه به خصوص اسید ایکوزا پنتانوئیک (EPA) و اسید دیکوزا هگزانوئیک (DHA) نیستند (Sorgeloos *et al*, 2001). بنابراین این امکان وجود دارد که بتوان از روغن‌های گیاهی ارزان‌تر حاوی اسیدهای چرب ۱۸ کربنه مانند روغن کلزا به جای روغن‌های گران‌تر مانند روغن ماهیان دریایی برای غنی‌سازی غذاهای زنده مورد تغذیه لارو ماهیان استفاده کرد (Sargent *et al*, 1999). غنی‌سازی ناپلی *Artemia urmiana* با اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های C و E منجر به بهبود رشد، بازماندگی و افزایش مقاومت به تنش شوری در لارو فیل ماهی (*Huso Huso*) شده است (جلالی، ۱۳۸۷). روغن‌های گیاهی کلزا و آفتابگردان همچنین می‌توانند جایگزین روغن ماهی در غنی‌سازی ناپلی *A. urmiana* برای تغذیه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شوند، به طوری که اثرات کمبود اسیدهای چرب در آن دیده نشود (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۱).

روغن کلزا دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع از جمله اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید آلفالینولنیک بوده و هیچ پراکسیدی تا دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تولید نمی‌کند (احمدی، ۱۳۷۸). بنابراین غنی‌سازی می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های مهم در افزودن این منابع چربی به غذاهای زنده محسوب شود. تحقیق حاضر به مطالعه اثر دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد و روغن کلزا بر رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید در مقایسه با دافنی غنی‌نشده پرداخت. به علاوه این تحقیق به بررسی کاربرد روغن کلزا به عنوان جایگزین روغن ماهی برای غنی‌سازی دافنی و استفاده از آن برای تغذیه لارو ماهی سفید پرداخت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سالن آکواریوم دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. برای پرورش لارو ماهی سفید از آکواریوم‌های شیشه‌ای با حجم ٤٠ لیتر استفاده گردید. هر آکواریوم به میزان ۱۵ لیتر آبگیری شد. آب مورد استفاده در این آزمایش از منبع چاه با میانگین دمایی ۱/۳±۱۹/۰ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۳±٦/۳ میلی‌گرم در لیتر و pH برابر ۰/۲±۸/۷ تامین شد. لاروهای دوازده روزه ماهی سفید از کارگاه تکثیر شهید رجایی با کیسه‌های پلاستیکی با نسبت ۱:۳ هوا به آب به سالن تکثیر منتقل و بعد از هم‌دمایی به تعداد ۱۰ عدد لارو با میانگین وزن ۲/۱±۵۲/٦ میلی‌گرم به ازای هر لیتر آب به صورت تصادفی به آکواریوم‌ها انتقال یافتند. طول کل و میانگین وزن اولیه لاروها به ترتیب توسط کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم در آغاز آزمایش اندازه‌گیری شد.

تعداد ۳ تیمار با ۳ تکرار شامل دافنی غنی‌نشده به عنوان تیمار شاهد، دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد و دافنی غنی‌شده با روغن کلزا به مدت ١٤ روز برای تغذیه لارو ماهی سفید انتخاب گردید.

محلول غنی‌کننده برای غنی‌سازی دافنی طبق روش Ako و همکاران (١٩٩٤) با روغن کبد ماهی کاد (Seven Seas, UK) و روغن کلزا، پلی‌سوربات (Tween 80, Merck) و آب شیرین آماده شد. غنی‌سازی با استفاده از ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول نهایی به عنوان ماده غنی‌کننده به ازای هر لیتر آب در ظروف غنی‌سازی با تراکم ۱۰۰۰ عدد دافنی در لیتر آب با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و pH برابر ۸ برای مدت ٦ ساعت طبق روش Von Elert (۲۰۰۲) صورت گرفت. نمونه‌ها بعد از شستشو با آب شیرین جمع‌آوری و به مدت ٢٤ ساعت در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد درون آون خشک و برای تعیین پروفیل اسید چرب با دستگاه GC-mass استفاده شدند.

پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های دافنی با مشتق‌سازی اسید چرب به روش Metcalf و Schmitz (١٩٦١) با افزودن ۲ گرم هیدروکسید سدیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول انجام گرفت. پروفیل اسید چرب نمونه با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Unicam 4600, USA) تعیین که ستون آن از نوع ۷۰ BPX به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر بود.

مقدار غذای روزانه لاروها با توجه به وزن متوسط و دمای آب مخازن پرورشی به میزان ۱۰ درصد وزن لاروها محاسبه گردید. غذادهی به لاروها در چهار نوبت طی روز صورت گرفت. لازم به ذکر است هر روز پیش از شروع غذادهی باقی‌مانده غذا در کف آکواریوم با سیفون خارج و میزان تلفات احتمالی لاروها شمارش و ثبت شد. فاکتورهای رشد از جمله مقدار افزایش وزن بدن (BW) به صورت درصد طبق رابطه ۱ به دست آمد (Sokal & Rohlf, 1981).

رابطه (۱): $$BW = (BWf-BWi)/BWi\times100$$

که BWi در آن برابر متوسط وزن اولیه و BWf برابر متوسط وزن نهایی لاروها در هر آکواریوم بود. ضریب رشد ویژه (SGR) نیز طبق رابطه ۲ تعیین گردید (Wootton, ۱۹۹۰).

رابطه (۲): $SGR = (LnWt - LnWo)/t \times 100$

که Wo در آن برابر میانگین زی‌توده اولیه (میلی‌گرم)، Wt برابر میانگین زی‌توده نهایی (میلی‌گرم) و t برابر تعداد روزهای پرورش بود. همچنین بازماندگی (SR) ماهیان به شکل درصد در انتهای دوره محاسبه شد (Bilton & Robins, 1973).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-10 به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها هر یک با سه تکرار توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج

مقادیر اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف غذایی در جدول ۱ آورده شده است. بیشترین غلظت اسیدهای چرب ۱۸ کربنه در دافنی غنی‌شده با روغن کلزا و بیشترین غلظت اسیدهای چرب ۲۰ و ۲۲ کربنه در دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد حاصل شد.

شاخص‌های رشد شامل طول کل، وزن تر، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، بازماندگی در تیمارها طی روزهای ۱، ۵، ۹ و ۱٤ بررسی شدند (جدول ۲). رشد در لاروهای تغذیه شده با دافنی غنی‌نشده به شکل معنی‌داری کمتر از دو تیمار دیگر بود ($p<0.05$)، در حالی که در میان تیمارهای تغذیه شده از دافنی غنی‌شده با روغن کبد کاد و روغن کلزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$). طول کل و وزن تر در تیمارهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده بیش از تیمار تغذیه شده با دافنی غنی‌نشده بود.

جدول ۱. مقادیر اسیدهای چرب (بر حسب درصد) در تیمارهای مختلف غنی‌سازی دافنی (*D. magna*)

	دافنی غنی‌نشده	دافنی غنی‌شده با روغن کلزا	دافنی غنی‌شده با روغن کبد کاد
C 18:0	٤/۳±۰/۰٦^{b}	۳/٤±۱/۲۷^{b}	۱۰/۹±۰/۰۱^{a}
C18:1n9	۳۱/۵±۰/٦٤^{b}	۵۸/۹±٤/۷۲^{a}	۳۸/۳±۰/۰٤^{b}
C18:2n6	٦/۷±۰/۱۵^{b}	۱۱/۲±۰/٦۹^{a}	٦/۷±۰/۱۵^{b}
C18:3n3	۳/۱ ±۰ /٤۸^{a}	۳/۳±۰ /۳۷^{a}	مشاهده نشد
C20:4n6	۰/۰۷±۰/۱۱۵^{c}	۰/۱±۰/۰٤^{b}	۳/۱±۰/۰۱^{a}
C20:5n3 (EPA)	۰/۰۷±۰/۰۱۱^{c}	۰/٤±۰/۰٦^{b}	٤/٦±۰/۱۵^{a}
C22:6n3 (DHA)	۰/۰۳±۰/۰۱۵^{c}	۰/۳±۰/۱۹^{b}	۱/٦±۰/۰۱^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

طول کل لارو ماهی سفید پس از چهارده روز تغذیه در میان تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p<0.05$)، بیشترین و کمترین طول کل به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با روغن کلزا به میزان ۳۱/۳±۰/۱۲ میلی‌متر و دافنی غنی‌نشده به میزان ۲۷/۵±۰/۳۲ میلی‌متر بود (جدول ۲).

بیشترین درصد افزایش وزن بدن در انتهای دوره آزمایش در روز چهاردهم در لاروهای تغذیه شده از دافنی غنی‌شده با روغن کبد کاد به میزان ۲۳۱/۰±۳/۱۲ درصد و کمترین آن در گروه لاروهای تغذیه شده از دافنی غنی‌نشده به میزان ۱۸۵/۲±۲/۱۲ درصد به دست آمد. تفاوت معنی‌داری در مقادیر

ضریب رشد ویژه بین تیمارهای دافنی غنی‌نشده با دافنی‌های غنی‌شده وجود داشت ($p<0.05$)، به طوری که بیشترین مقدار ضریب رشد ویژه در تیمار لاروهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با روغن کلزا (۸/۵±۰/۰۱) و کمترین میزان آن در تیمار تغذیه شده با دافنی غنی‌نشده (۷/۵±۱/۱۲) مشاهده گردید (جدول ۲). درصد بازماندگی در میان تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$).

جدول ۲. فاکتورهای رشد و بازماندگی(میانگین±انحراف معیار) لارو ماهی سفید تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی طی ۱٤ روز پرورش

	دافنی غنی‌نشده	دافنی غنی‌شده با روغن کلزا	دافنی غنی‌شده با روغن کبد کاد
طول کل اولیه (میلی‌متر)	۲۱/۸±۳/۳۱^{a}	۲۱/۸±۳/۳۱^{a}	۲۱/۸±۳/۳۱^{a}
طول کل ثانویه (میلی‌متر)	۲۷/۵±۰/۳۲^{a}	۳۱/۳±۰/۱۲^{b}	۳۱/۲±۰/۲۱^{b}
افزایش وزن بدن (میلی‌گرم)	۹۷/٤±۱/۲۲^{a}	۱۲۰/٤±۲/۱۲^{b}	۱۲۱/۰±۳/۱۲^{b}
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۸۵/۲±۲/۱۲^{a}	۲۲۸/۹±۱/۲۱^{b}	۲۳۱/۰±۳/۱۲^{b}
ضریب رشد ویژه (درصد)	۷/۵±۱/۱۲^{a}	۸/۵±۰/۰۱^{b}	۸/۳±۰/۰٦^{b}
بازماندگی (درصد)	۹٦±۲/ ۲۱^{a}	۹٦±۲/ ۷۱^{a}	۹۷±۳/ ۲۱^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تغذیه لارو ماهی سفید با دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد و روغن کلزا منجر به افزایش رشد در مقایسه با دافنی غنی‌نشده گردید. مطالعات نشان می‌دهد که میزان رشد در تغذیه لارو ماهی خاویاری ایرانی (*Acipenser persicus*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) با دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد (غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره) نسبت به لاروهای تغذیه شده از دافنی غنی‌نشده به مراتب بیشتر بود (Nazari *et al*., 2008؛ Gholami, 2010). نتایج رشد لارو ماهی سفید در مطالعه حاضر نشان داد که اسیدهای چرب ضروری اثر مثبتی در افزایش رشد لاروها داشته است. اختلاف معنی‌داری در میزان رشد بین تیمارهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با روغن کبد ماهی کاد و دافنی غنی‌شده با روغن کلزا مشاهده نگردید ($p>0.05$) که می‌تواند به توانایی ماهیان آب شیرین در تبدیل اسیدهای چرب غیراشباع کوتاه زنجیره به اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره نظیر اسید ایکوزا پنتانوئیک و اسید دیکوزا هگزانوئیک مربوط باشد (Takeuchi & Watanabe, 1977؛ Izquierdo, 1996؛ Lee & Kim, 2003). یافته‌های پژوهش Bell و همکاران (۲۰۰۱) نیز مشابه نتایج تحقیق حاضر بود به طوری که 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. همچنین تاثیر مثبت غنی‌سازی دافنی با روغن‌های گیاهی مثل کانولا در رشد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) به اثبات رسیده است (Esmaeili Fereidouni *et al*, 2013).

اثرات استفاده از روغن‌های گیاهی به جای روغن ماهی در گونه‌های مختلف ماهیان می‌تواند متفاوت باشد به طوری که Yildiz و Sener (۲۰۰٤) اثر روغن‌های آفتابگردان، سویا و ماهی را بر رشد ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) بررسی کردند و بیشترین افزایش وزن را در گروه تغذیه شده با روغن ماهی گزارش نمودند.

بقا میان تیمارها در این آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت و درصد بازماندگی لاروها تحت تاثیر فرآیند غنی‌سازی قرار نگرفت. کاظمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز اثر معنی‌داری در میزان بازماندگی لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی آفتابگردان، کلزا و سویا مشاهده نکردند. همچنین Kolkovski و همکاران (۲۰۰۰) نیز به نتایج مشابهی در مورد بازماندگی لارو ماهی بزرگ چشم (*Stizostedion vitreum*) تغذیه شده با ناپلی آرتمیا غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره دست یافتند.

بنابراین با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری نمود که جایگزینی روغن ماهی به عنوان یک منبع گران قیمت با روغن گیاهی ارزان قیمت همچون روغن کلزا جهت غنی‌سازی دافنی می‌تواند مانند روغن ماهی شرایط زیستی نسبتاً مناسبی برای رشد بهتر لارو ماهی سفید که از ارزش و اهمیت خاصی برای مراکز تکثیر برخوردار است، فراهم نماید.

سپاسگزاری و قدردانی

نویسندگان از اعضا هیات علمی گروه شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری و مسئولان و کارشناسان محترم مرکز تکثیر و پرورش شهید رجایی ساری به خاطر مشارکت‌های علمی، فنی و امکانات آزمایشگاهی سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

احمدی، م. (۱۳۷۸) کیفیت و کاربرد دانه های روغنی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۱۱۳ صفحه.

جعفریان، ح.، سلطانی، م.، ناصری، ا.، میری، س.م.، قیاسی، ی. و جعفریان، س. (۱۳۹۲) نقش دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی شده با لاکتوباسیلوس های پروبیوتیکی بر رشد و کارآیی تغذیه در لارو تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله تحقیقات دامپزشکی، ٦٨ (١): ٧٩-٨٧.

جلالی، م.ع. (۱۳۸۷) اثرات ناپلیوس آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) غنی‌شده با اسید چرب و ویتامین C و E بر میزان رشد، بازماندگی و مقاومت به تنش‌های دما و شوری در لارو فیل ماهی (*Huso huso*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ٦١ صفحه.

کاظمی، ا.، آق، ن.، نوری، ف.، اعلمی‌فر، ح.، آدینه، ح. و راستیان‌نسب، ا. (۱۳۹۱) غنی‌سازی *Artemia urmiana* با روغن‌های گیاهی و تاثیر آن بر رشد و بازماندگی لارو قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۲):۸۹-۹۷.

لشکربلوکی، م.، جعفریان، ح. و کرامت، ع. (۱۳۹۰) بررسی تاثیر دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی‌شده با عصاره مخمر ساکارومایسیس سرویزیا (*Saccharomyces cerevisiae*) بر رشد و مقاومت لاروهای ماهی تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در برابر عوامل استرس زا. مجله منابع طبیعی ایران، ٦٤ (٤): ٣٤٥-٣٥٥.

Ako, H., Tamura, C.S., Bass, P. and Lee, C.S. (1994) Enhancing the resistance to physical stress in larvae of *Mugil cephalus* by the feeding enriched *Artemia* nauplii. Aquaculture, 122: 81-90.

Bell, G.J., Mcevoy, J., Tocher, D.R., Mcghee, F., Patric, 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 Nutriotion, 131: 1535-1543.

Bilton, H.T. and Robins, G.L. (1973) The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of fulton channel sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 30: 1-5.

Esmaeili Fereidouni, A., Fathi, N. and Khalesi, M.K. (2013) Enrichment of *Daphnia magna*

the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177: 191-199.

Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1981) The principle and practices of statistics in biological research. Elsevier publication. New York, 589 p.

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, Ph. and Tackaert, W. (2001) Use of the brine shripm, Artemia spp, in marine fish larvaiculture. Aquaculture, 3: 73-86.

Takeuchi, T. and Watanabe, T. (1977) Requirement of carp for essential fatty acids. Bulletin Japan Society Science Fish, 43: 541-551.

Von Elert, E. (2002) Determination of limiting polyunsaturated fatty acids in *Daphnia galeata* using a new method to enrich food algae with single fatty acids. Limnology and Oceanography, 47: 1764-1773.

Wootton, R.J. (1990) Ecology of teleost fish. Chapman & Hall. London, 458 p.

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.

with canola oil and its effects on the growth, survival, stress resistance of Caspian kutum (*Rutilus kutum*) larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 119-126.

Gholami, M. (2010) Effects of n-3 HUFA enrichment *Daphnia magna* on growth, survival, stress resistance and fatty acid composition of whitefish fry. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 5(1): 49-55.

Goulden, C.E. and Place, A.R. (1993) Lipid accumulation and allocation in *Daphnia* (Cladocera). Bulletin of Marine Sciences, 53: 106-114.

Izquierdo, M.S. (1996) Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. Aquaculture Nutrition, 2: 183-191.

Kolkovski, S., Czesny, S., Yackey, C., Moreau, R. and Chila, F. (2000) The effect of vitamin C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acids-enriched *Artemia* nauplii on growth, survival and stress resistance of freshwater walleye (*Stizostedion vitreum*) larvae. Aquaculture, 6: 199-200.

Lavens, P. and Sorgeloos, P. (1996) Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO fisheries Technical Paper. Rome, 305 p.

Lee, S.M. and Kim, K.D. (2003) Effect of dietary essential fatty acid on growth, body composition and blood chemistry of starry flounder (*Platichthys stellatus*). Aquaculture, 225: 269-281.

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.

Macedo, C.F. and Pinto-Coelho, R.M. (2001) Nutritional status response of *Daphnia laevis* and *Moina micrura* from a tropical reservoir to different algal diets: *Scebedesnus quadricauda* and *Ankistrodesmus gracilis*. Brazilian Journal of Biology, 61: 555-562.

Metcalf, L.D. and Schmitz, A.A. (1961) The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Animal Chemistery, 33: 363-364.

Nazari, R.M., Ovissi Pour, M.R. and Abedian kenari, A.M. (2008) Enrichment of *Daphnia magna* with Cod liver oil and its effects on the growth, survival, stress resistance and fatty acids composition of Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 7(1): 1-14.

Sargent, J., Bell, G., Mcevoy, L., Tocher, D. and Estevez, A. (1999) Recent developments in

Enrichment of *Daphnia magna* with fish and canola oils on growth and survival of the Caspian kutum larvae

Faegheh Noori[1*] and Neda Fathi[2]

1) Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: f.n000@yahoo.com

2) Department of Aquaculture, Agricultural and Natural Resource of Sari University, Sari, Iran.

Date of Submission: 2014/07/10 Date of Acceptance: 2014/11/17

Abstract

A 14-days period experiment of larval first feeding was conducted to investigate the effects of *Daphnia magna* enriched with cod liver and canola oils on growth and survival of the Caspian kutum larvae. The feeding trial of the Kutum (*Rutilus kutum*) larvae with initial weight of 52.6±2.11 mg at density of 10 No L^{-1} based on completely randomized design with three replications for each treatment as follows: 1) non-enriched *Daphnia*, 2) enriched *Daphnia* with cod liver oil and 3), and enriched *Daphnia* with canola oil. Results showed that body weight and specific growth rate of larvae fed with enriched *Daphnia* were significantly higher than larvae fed with non-enriched *Daphnia* ($p<0.05$). However, no significant difference was observed in the survival rate between the treatments ($p>0.05$). Maximum and minimum levels of SGR were observed in the larvae fed with *Daphnia magna* enriched with canola oil (8.50±0.01) and non-enriched *Daphnia* (7.50±1.12), respectively. The present study indicates that canola oil can be replaced with fish oil for enrichment of *Daphnia* for feeding the Caspian kutum larvae.

Keywords: *Rutilus kutum,* Enrichment, *Daphnia magna*, unsaturated fatty acids, canola oil.