مطالعه رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) با تغذیه از دافنی (*Daphnia magna*) غنی‌شده با امولسیون چربی

ندا فتحی*

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه شیلات، صندوق پستی: ۱٤٥۱٥/۷۷٥، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: nfathei@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰٤/۰٤

چکیده

پژوهش حاضر به مطالعه اثرات غنی‌سازی دافنی (*Daphnia magna*) با اسیدهای چرب ضروری بر رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) طی یک دوره چهارده روزه پرداخت. وزن اولیه بچه ماهیان برابر ۵۲/۶۲ میلی‌گرم بود که توسط سه تیمار غذایی شامل دافنی غنی‌شده با اسیدهای چرب ضروری، دافنی غنی‌نشده و غذای دستی بیومار هر یک با سه تکرار تغذیه شدند. نتایج حاصله بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در رشد بین سه تیمار آزمایشی بود ($p<0.05$). بیشترین نرخ رشد ویژه (۰/۰±۸/۵ درصد روزانه)، افزایش وزن (۲/۱±۱۲۰/۴۸ گرم) و طول کل نهایی (۰/۱±۳۱/۳۰ سانتی‌متر) در تیمار تغذیه شده از دافنی غنی‌شده با اسید چرب ضروری مشاهده شد. با این وجود اختلاف معنی‌داری در میزان بازماندگی بچه ماهیان بین تیمارهای مطالعاتی وجود نداشت ($p>0.05$). مطالعه حاضر نشان داد که تغذیه بچه ماهی سفید با دافنی غنی‌شده با اسید چرب ضروری موجب افزایش رشد آنها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: غنی‌سازی، *Rutilus frisii kutum*، اسیدهای چرب ضروری، *Daphnia magna*.

مقدمه

ماهی سفید با نام علمی (*Rutilus frisii kutum*) متعلق به خانواده کپور ماهیان از مهمترین ماهیان اقتصادی نوار ساحلی جنوب دریای خزر است که به صورت بومی در دریای خزر، دریای سیاه، دریای آزوف و رودخانه‌های منتهی به آنها زندگی می‌کنند. تکثیر مصنوعی ماهی سفید از سال ۱۳٦۱ در رودخانه‌ها آغاز شد، به طوری که تولید انبوه بچه ماهی در استخرهای خاکی و رهاسازی آنها در رودخانه‌ها موجب ترمیم نسبی ذخایر ماهی سفید گردید (رضوی صیاد، ۱۳۷٤). بنابراین تکنیک مناسب پرورش لارو این ماهی با کیفیت مطلوب همراه با رشد مناسب و درصد بازماندگی بالا می‌تواند راهی برای تضمین بقای این بچه ماهیان پس از ورود به دریا و بازسازی ذخایر آنها در دریای خزر باشد

(رضوی صیاد، ۱۳۷۲).

وابستگی کامل بـه غـذای زنـده در مراحـل اولیـه لاروی در تکثیر مصنوعی ماهی سفید اجتنـاب ناپـذیر بوده و به همـین دلیـل، تهیـه و تولیـد غـذاهای زنـده مناسب برای لاروهای تازه به تغذیه افتاده[1] برای بهبود وضعیت تغذیه‌ای، ضریب رشد و کاهش تلفـات لارو از اهمیت ویژه ای برخـوردار اسـت (سـیف آبـادی و همکاران، ۱۳۸۱).

استفاده از غذاهای زنده در پرورش آبزیان از چند جنبه مورد توجه می‌باشد. نخست آنکه امکان اسـتفاده از غذای مصنوعی توسط برخی از گونه‌های آبزیان در مرحله لاروی به دلیـل عـدم تناسـب انـدازه دهـان بـا ذرات غذایی وجود ندارد. دوم اینکه استفاده از غـذای کنسانتره حداقل در این مرحلـه از زنـدگی جوابگـوی نیازهای غذایی لاروها نبـوده و باعـث کـاهش رشـد، سوء تغذیه و بروز مشکلات ناشـی از کـاهش قـدرت دفاعی بدن می‌گردد (Sorgeloos et al, 1993؛ Alam et al, 1995). استفاده از غذاهای زنده در پرورش لارو آبزیان مختلف به دلیل تناسب با رژیم غـذایی طبیعـی موجب تـامین نیازهـای غـذایی و رشـد بهتـر ماهیـان مـی‌گـردد (جـواهری بـابلی، ۱۳۸٦). عـلاوه بـر ایـن تکنیک‌های غنی‌سازی غذای زنده با برخی از ترکیبات غذایی نظیر اسیدهای چرب ضروری اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها موجب افزایش تمایل برای اسـتفاده از آنهـا در آبـزی‌پـروری گردیـده اسـت (Sorgeloos et al, 1993).

مـاهی سـفید در سـنین اولیـه از پلانکتـون‌هـای جانوری تغذیه کرده و بتدریج قادر بـه تغذیـه از لارو حشرات، کفزیـان، نرمتنـان، سـخت‌پوسـتان و برخـی بی‌مهرگان می‌گردد. دافنی در این میان به عنـوان یـک غذای زنده قابل مصرف در تغذیـه لاروهـای تـازه بـه تغذیه افتاده ماهی سفید علیرغم داشتن منـابع مطلـوب پروتیینی از درصد پایینی از اسیدهای چرب غیراشـباع برخـوردار اسـت (Lavens & Sorgeloos, 1996). از سوی دیگر ماهیان آب شیرین قادر به سـنتز اسـیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و اولئیک نمی‌نبوده و نیازمند تامین آنها از طریق جیره غذایی می‌باشند (Sargent et al, 1999). روغن خوراکی کانولا دارای مقـدار بـالایی از اسیدهای چرب ضروری نظیر اسید اولئیـک، اسـید لینولئیـک و اسـید آلفالینولنیـک بـوده و هـیچ گونـه پراکسیدی تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد تولید نمی‌کند (احمدی، ۱۳۷۸). بنابراین غنی سازی[2] دافنی به عنوان روشی ارزشمند در افزودن این منابع چربی به غذاهای زنده‌ای نظیر دافنی محسـوب مـی‌شـود. تـامین منـابع مختلف اسیدهای چرب می‌تواند سبب افزایش مقاوت لاروها به عوامل بیماری‌زا، مقاومـت بـه اسـترس‌هـای محیطی و درنهایت ارتقـای رشـد و بازمانـدگی گـردد (Sargent et al, 1999). تحقیق حاضر بر ایـن اسـاس به مطالعه اثـر دافنـی غنـی‌شـده بـا اسـیدهای چـرب ضـروری بـر رشـد و بازمانـدگی لارو مـاهی سـفید پرداخت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آکواریوم‌های شیشـه‌ای مسـتطیلی با ابعاد ۳۰×۳۰×٤۰ سانتی‌متر با حجم آبگیری ۱۵ لیتـر انجام شد. آکواریوم‌ها قبل از ورود لاروهـا بـه خـوبی شسته شده و مجهز به سنگ هوا جهت تامین اکسـیژن گردیدند. دمای آب آکواریوم‌ها توسـط بخـاری برقـی برابر ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. لاروهـای دوازده روزه ماهی سـفید از کارگـاه تکثیـر شـهید رجـایی بـا کیسه‌های پلاستیکی (بـا نسـبت ۱:۳ آب بـه هـوا) بـه سالن تکثیر منتقل و بعد از هم‌دمایی به تعداد ۱۰ عـدد

[1] First-Feeding Larvae

[2] Enrichment

لارو به ازای هر لیتر آب به طور 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 گرم در آغاز آزمایش اندازه‌گیری شد.

تیمارهای غذایی شامل دافنی غنی‌نشده، دافنی غنی‌شده با روغن کانولا و غذای دستی بیومار هر یک با سه تکرار برای تغذیه لارو ماهی سفید طی ١٤ روز در قالب طرح آماری کاملا تصادفی انتخاب شدند. محلول غنی‌سازی دافنی طبق روش Ako و همکاران (١٩٩٤) با روغن کانولا و آب شیرین آماده شد. میزان ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول غنی‌سازی به ازای هر لیتر آب طبق روش Von Elert (۲۰۰۲) به ظروف نگهداری دافنی با تراکم ۱۰۰۰ عدد در لیتر تحت شرایط هوادهی اضافه شد. غنی‌سازی طی ٦ ساعت در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. میانگین اندازه دافنی‌ها برابر ۱/۷±۰/۰۱۲ میلی‌متر بود.

غذادهی به صورت روزانه با توجه به دمای آب مخازن پرورشی و وزن توده زنده ماهیان محاسبه (۱۰ درصد وزن لاروها) در چهار نوبت انجام گرفت. غذای بیومار پس از توزین به صورت پودر یکنواخت به لاروها داده شد. میزان تلفات احتمالی لاروها هر روز قبل از شروع فرآیند غذادهی شمارش و ثبت شد. دمای آب، میزان اکسیژن و pH آب نیز هر دو روز یک بار اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۱). باقیمانده غذا قبل از هر وعده غذایی جهت حفظ کیفیت آب و جلوگیری از مصرف غذای باقی‌مانده در کف آکواریوم توسط لارو با سیفون خارج و پس از تعیین وزن خشک از وزن اولیه هر وعده غذایی کاسته شد.

کلیه داده‌های آماری به دست آمده با نرم افزار SPSS با روش آماری آنالیز واریانس یک طرفه تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌توسط آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام و نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL ترسیم شدند.

جدول ۱. میانگین ویژگی فیزیکی و شیمیایی آب مخازن پرورشی لارو ماهی سفید دریای خزر

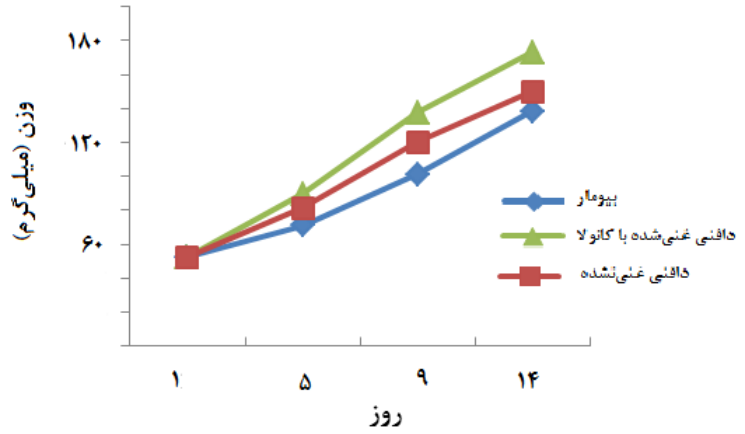
دما (سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	pH
۱۹±۱	٦/۳±۰/۳	۸/۷±۲/۰

نتایج

یافته‌های حاصل از توزین لاروها در روزهای ۱، ۵، ۹ و ١٤ آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. رشد لاروهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با اسیدهای چرب ضروری به شکل معنی‌داری بیش از دو تیمار دیگر می‌باشد ($p<0.05$).

بیشترین درصد افزایش وزن بدن در انتهای دوره آزمایش (روز چهاردهم) در لاروهای تغذیه شده از دافنی غنی‌شده با اسید چرب ضروری (۱/۲±۲۲۸/۹٦ درصد) و کمترین آن در گروه لاروهای تغذیه شده از غذای دستی بیومار (۳/۱±۱٦۳/۰۱ درصد) به دست آمد (جدول۲). مقادیر ضریب رشد ویژه نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.05$)، به طوری که بیشترین مقدار ضریب رشد ویژه در تیمار لاروهای ماهی سفید تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با اسید چرب (۸/۵) و کمترین آن نیز در تیمار تغذیه شده با غذای دستی بیومار (۸۵±٦/۹۲) دیده شد. درصد بازماندگی در میان تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$).

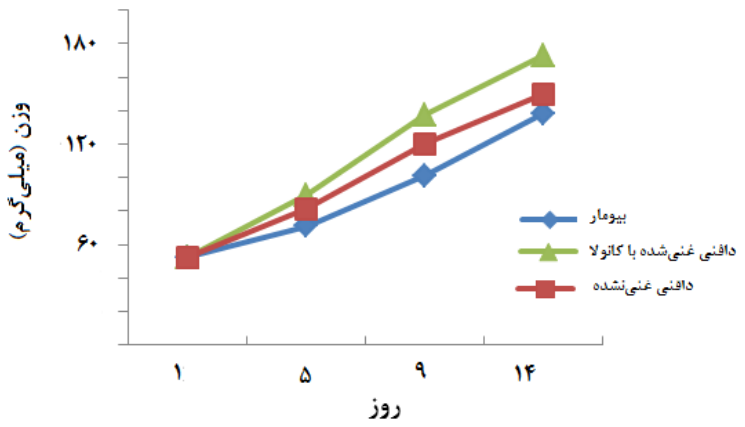
همچنین طول کل لارو ماهی سفید نیز پس از ۱٤ روز تغذیه در میان تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0.05$). بیشترین و کمترین طول به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با اسید چرب (۳۱/۳۰ میلی‌متر) و غذای دستی بیومار (۲۵/۷۸ میلی‌متر) به دست آمد (جدول۲).



شکل ۱. متوسط وزن لارو ماهی سفید طی ۱٤ روز تغذیه با جیره‌های آزمایشی

جدول ۲. متوسط رشد و بازماندگی لارو ماهی سفید تغذیه شده با تیمارهای مختلف پس از طی ۱٤روز پرورش. حروف مشابه در هر ردیف بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

پارامتر رشد	تیمار ۳ (دافنی غنی‌شده)	تیمار۲ (دافنی غنی‌نشده)	تیمار۱ (غذای بیومار)
طول کل اولیه (میلی‌متر)	۲۱/۸±۳/۳	۲۱/۸±۳/۳	۲۱/۸±۳/۳
طول کل ثانویه (میلی‌متر)	$۳۱/۳۰±۰/۱^{a}$	$۲۷/۵۱±۰/۳^{b}$	$۲۵/۷۸±۰/٤^{b}$
افزایش وزن بدن (میلی‌گرم)	$۱۲۰/٤۸±۲/۱^{a}$	$۹۷/٤۸±۱/۲^{b}$	$۸۵/۷۸±۳/٤^{c}$
درصد افزایش وزن بدن (درصد)	$۲۲۸/۹٦±۱/۲^{a}$	$۱۸۵/۲۵±۲/۱^{b}$	$۱٦۳/۰۱±۳/۱^{c}$
نرخ رشد ویژه (درصد)	$۸/۵±۰/۰^{a}$	$۷/۵۰±۷۱^{b}$	$٦/۹۲±۰/۰۸^{c}$
بازماندگی (درصد)	۹٦±۲/۲	۹٦±۲/۱	۹٤±٤/۲



شکل۲. میانگین طول کل لارو ماهی سفید تغذیه شده از دافنی غنی‌شده، دافنی غنی‌نشده و غذای بیومار طی ۱٤ روز

مطالعه فاکتورهای خونی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در تعداد گلبول قرمز، گلبول سفید، لنفوسیت و IgM بین تیمارها وجود دارد ($p<0.05$)، هرچند از نظر فاکتورهایی نظیر مونوسیت و نوتروفیل اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد (جدول ٦). بیشترین تعداد گلبول قرمز، گلبول سفید، هموگلوبین، هماتوکریت، لنفوسیت و IgM مربوط به تیمار حاوی ١٤ میلی‌گرم لوتئین در هر کیلوگرم غذا و بیشترین تعداد منوسیت‌ها در تیمار حاوی ٢٠ میلی‌گرم لوتئین در هر کیلوگرم غذا وجود داشت، در حالی که بیشترین تعداد نتروفیل‌ها در تیمار شاهد دیده شد. کمترین تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و لنفوسیت مربوط به تیمار شاهد و کمترین تعداد گلبول سفید و IgM مربوط به تیمار تیمار ١٤ میلی‌گرم لوتئین، کمترین تعداد منوسیت در تیمار حاوی ١٦ میلی‌گرم لوتئین و کمترین تعداد نوتروفیل مربوط به تیمارهای تیمار حاوی ١٤ و ١٦ میلی‌گرم لوتئین در هر کیلوگرم غذا بود.

جدول ۶. مقایسه میانگین پارامترهای خونی ماهیان در بین تیمارها

پارامترها / تیمارها	شاهد	تیمار لوتئین ١٤	تیمار لوتئین ١٦	تیمار لوتئین ٢٠
گلبول قرمز (n× 106/µL)	١٠٠٦١١١±١٦٩٣١٤	١٨٩٩٧٢±١٢٢٧٧٧٨	٣٠٥٤١١±١٢٧٦٣٣٣	١٥٣٥٥٥٦±١٨١٠٢٩
گلبول سفید (n× 103/µL)	٤١٣٣/٣±٧١٥/٩	٤٠٠٠±٤٣٣	٤٦٢٢/٢±٧٢٩/٣	١١٨٧٤٤±٦٥٣٣/٣
هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)	٦/٥١±١/٢٧	١٠/٠٢±١/٢١	٨/٢١±٢/١٣	٧/٩٤±١/٣٩
هماتوکریت (درصد)	٣٧/١١±٧/٣٢	٥٠/٢٢±٥/٧٦	٤٠/٤٤±١٠/٦٧	٤٢/٣٣±٩/٢٢
لنفوسیت (درصد)	٦٢/٤٤±١٢/٣	٩٧/٣٣±٢/٧٤	٩٧/٣٣±١/٥	٩٤/٣٣±٢/٨٣
منوسیت (درصد)	٢/٢٢±٢/٥٩	١/٦٧±٢/٧٨	١/٧٨±٢/٠٥	٢/٣٣±٢/٤٥
نوتروفیل (درصد)	٢/٦٧±٢/٤٥	١/٨٩±١/٥٤	٣/٥٦±٣/٥١	٤±٣/٣٢
IgM (میلی‌گرم در لیتر)	٩/٦٣±١/٣٥	١١±٣/٥	٨±٠/٤٤	٥/٤٣±٠/٧٨

بحث و نتیجه‌گیری

میزان رشد وزنی، طولی و نرخ رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با دافنی غنی‌شده با اسید چرب ضروری نسبت به دو گروه دیگر بیشتر بود که مطابق با یافته‌های Gapasin و همکاران (١٩٩٨)، Copeman و همکاران (٢٠٠٢) و Lee و Kim (٢٠٠٣) می‌باشد. نیازهای تغذیه‌ای به اسیدهای چرب *n*-3 به خصوص EPA و DHA برای گونه‌های متفاوت ماهیان دریایی به اثبات رسیده است، به طوری که موجب افزایش رشد لارو آبزیان مختلف می‌گردند (Glencross & Smith, 1999; 2001).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که که تغذیه لارو ماهی سفید با دافنی غنی‌شده منجر به افزایش رشد در مقایسه با دافنی غنی‌نشده و غذای دستی می‌گردد. رشد لارو ماهی سفید در این مطالعه نشان داد که اسیدهای چرب چنداشباع[1] تاثیر مثبتی در افزایش رشد لارو بچه ماهیان سفید دارند. رشد بیشتر (وزن نهایی) لارو ماهی سفید تغذیه شده با دافنی غنی‌شده بیانگر ارتباط این اسیدهای چرب با افزایش رشد لارو بوده که نتایج مشابهی نیز در مورد لارو تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با دافنی *D. magna* غنی‌شده توسط روغن کبد ماهی کاد به دست آمد (Nazari *et al,* 2008). همچنین غذای کنسانتره در مقایسه با غذاهای زنده تکافوی نیازهای غذایی لارو را ندارد، به طوری که شاهد کاهش معنی‌داری رشد در تیمار غذای دستی بیومار در مقایسه با تیمار

[1] Poly unsaturated fatty acid (PUFA)

حاوی دافنی غنی‌نشده بودیم. بنابراین می‌توان گفت که استفاده از غذای زنده در پرورش لارم ماهی سفید علاوه بر تامین نیازهای غذایی، با رژیم غذایی آنها نیز هم‌خوانی و تناسب دارد (جواهری بابلی، ۱۳۸٦).

البته درصد بازماندگی لاروها در طول دوره پرورش تحت تاثیر فرآیند غنی‌سازی قرار نگرفت که این موضوع مطابق با یافته‌های Kolkovski و همکاران (۲۰۰۰) بود که رابطه‌ای بین غنی‌سازی غذا با اسیدهای چرب چندغیراشباع و بازماندگی لارو Stizostedion vitreum گزارش نکردند. همچنین در مطالعه غنی‌سازی دافنی با روغن کبد کاد طی زمان‌های متفاوت در تغذیه تاس ماهی ایرانی(*Acipenser persicus*) مشخص شد که اختلاف معنی‌داری ($p>0.05$) در درصد بقاء لاروها وجود ندارد (Nazari et al, 2008). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که غنی‌سازی دافنی با کمک اسیدهای چرب ضروری تاثیر بر افزایش بقا در بچه ماهی سفید دریای خزر ندارد. با این وجود استفاده از غذای غنی‌شده دافنی می‌تواند به افزایش وزن بچه ماهیان از طریق بهبود سوخت و ساز ناشی از مصرف اسیدهای چرب ضروری گردد.

منابع

احمدی، م. (۱۳۷۸) کیفیت و کاربرد دانه‌های روغنی. نشر آموزش کشاورزی. تهران، ۱۱۳ صفحه.

جواهری بابلی، م. (۱۳۸٦) بررسی تاثیر ناپلیوس آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلندزنجیره و ویتامین C بر رشد، بقا و مقاومت لارو ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutta caspius*. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. ۹٤ ص.

رضوی صیاد، ب. (۱۳۷۲) تغذیه ماهی سفید. سازمان تحقیقات شیلات ایران. تهران، ۱۳۱ صفحه.

رضوی صیاد، ب. (۱۳۷٤) بیولوژی ماهی سفید. سازمان تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۱٦۵ صفحه.

سیف آبادی، س.ج.، اورجی، ح. و نظری، ر.م. (۱۳۸۱) تاثیر ال-کارنیتین روی مراحل اولیه رشد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). علوم دریایی ایران، ٤: ۷۷-۸۳.

Alam, M.J., Ang, K.J. and Begum, M., 1995. Use of egg custard augmented with cod liver oil and *Moina micrura* on production of freshwater prawn post larvae. Aquaculture International, 3:249-259.

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.

Copeman, L.A., Parrish, C.C., Brown J.A. and Harel, M. (2002). Effect of docosahexaenoic, eicosapentaenoic and arashidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) : alive food enrichment experiment. Aquaculture, 210: 285-304.

Gapasin, R.S.J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P. and Nelis, H.J. (1998). Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish. *(Chanos chanos*) larval performanace. Aquaculture, 162:269-304.

Glencross, B.D. and Smith, D.M. (1999). The linoleic and linolenic acid requirements of the prawn, *Penaeus monodon*. Aquaculture Nutrition, 5:53-64.

Glencross, B.D. and Smith, D.M. (2001) Optimizing the dietary levels of eicosapentaenoic and docosahexaenoic essential fatty acids for the prawn, *Penaeus monodon*. Aquaculture Nutrition, 7:101-112.

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 Nutrition, 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 PP.

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.

Nazari, R.M., Ovissipour, 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 the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177:191–199.

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P.H. and Tackaert, W. (1993) The use of *Artemia inmarine* fish larviulture. TML Conference Proceeding, 3:73-86.

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.

Study of survival and growth performance of Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fed by oil emulsion-enriched *Daphnia magna*

Neda Fathi*

Department of Fisheries, Science and Research Branch, P.O. Box: 14515/775, Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: nfathei@yahoo.com

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of daphnia (*Daphnia magna*) enriched with essential fatty acids on growth and survival larval kutum (*Rutilus frisii kutum*) of the Caspian Sea over two weeks. The Kutum fish fries had initial weight of 52.62 mg which were in triplicate with daphnia enriched with essential fatty acids, non-enriched daphnia and hand-fed biomar diet. The results indicated significant difference in growth performance between three treatments ($p<0.05$). The maximum specific growth rate (8.5±00 % d-1), weight gain (120.48±2.1 g) and final total length (31.3±0.1 cm) were observed in the daphnia treatment enriched by essential fatty acid. However, there was no significant difference in survival rate between treatments ($p>0.05$). This study showed that enrichment of daphnia with essential fatty acid enhances growth performance.

Keywords: enrichment, *Rutilus frisii kutum*, essential fatty acids, *Daphnia magna*.