

اثر ناپلیوس آرتمیا ارومیا غنی شده با روغن بزرک بر رشد و بازماندگی لارو

ماهی سورم *Cichlasoma severum*

عیسی ابراهیمی درجه^{۱*}، جواد معتمدی تهرانی^۲، سید امیر حسین گلی^۳، پریا اکبری^۴ و علی نظام الاسلامی^۲

۱- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۴- استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی، چابهار

دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۰۸

پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۱

* نویسنده مسئول مقاله: e_brahim@cc.iut.ac.ir

چکیده:

اثر ناپلیوس آرتمیا ارومیا غنی شده با روغن بزرک در قالب طرح کاملاً تصادفی با دوتیمار غذایی (۱) ناپلیوس آرتمیا و (۲) ناپلیوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک در ۳ تکرار (هر تکرار ۸۰ قطعه لارو با میانگین وزنی ۳ میلی گرم) بر رشد، بازماندگی و ترکیب اسیدهای چرب لاشه لارو ماهی سورم (*Cichlasoma severum*) ارزیابی شد. نتایج اولین زیست سنجی (۱۸ روز پس از شروع آزمایش) نشان دهنده تفاوت معنادار ($p < 0.05$) در بازماندگی بچه ماهیان تغذیه شده با تیمار یک (81.87 ± 0.29 ٪) نسبت به تیمار دو (68.83 ± 1.62 ٪) بود، ولی تفاوت معناداری در شاخصه های رشد مشاهده نشد ($p > 0.05$). نتایج حاصل در پایان ۱۸ روز دوم آزمایش تفاوت آماری معناداری را در شاخصه های رشد و میزان بازماندگی بین تیمار یک (97.82 ± 1.09 ٪) و تیمار دو (91.16 ± 1.34 ٪) نشان داد ($p < 0.05$). نتایج همچنین نشان داد که این ماهی می تواند اسیدهای چرب خانواده n-۳ را به EPA و DHA تبدیل کند.

کلید واژگان: رشد، بقا، ماهی سورم، روغن بزرک، EPA، DHA

مقدمه

در پرورش گونه‌های مختلف ماهی، تولید انبوه لارو مشکل عمده‌ای به حساب می‌آید. برای تولید لاروهایی با بازماندگی بالا و رشد مطلوب، تغذیه مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این شرایط رساندن لاروها به وزن استاندارد در کوتاه‌ترین زمان، بازماندگی و سلامت آن‌ها را در برابر شرایط استرس‌زا امکان‌پذیر خواهد کرد (Lavens and Sorgeloos, 1996; Evjemo et al., 2004).

در بین موجودات زنده، روتیفر (*Brachionus plicatilis*)، آرتمیا (*Artemia* sp.)، کلادوسرها و گونه‌های متعددی از پاروپایان عموماً در آبی‌پروری استفاده می‌شوند (Zeng et al., 2009; Grageda et al., 2008). آرتمیا به دلیل اندازه کوچک در زمان تغریخ، تغذیه غیرانتخابی و کیفیت غذایی بالا می‌تواند به عنوان غذای آغازین مناسبی برای بسیاری از گونه‌های ماهیان در نظر گرفته شود (Sorgeloos et al., 2001). با وجود کیفیت غذایی بالا، میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره در آرتمیا ناچیز است. اما به دلیل تغذیه غیرانتخابی، امکان غنی‌سازی این موجود با مواد مختلف درمقادیر گوناگون وجود دارد. به دلیل کمبود اسیدهای چرب ضروری، به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA n-۳)، این موجود نمی‌تواند تمام ترکیبات غذایی مورد نیاز برای رشد اولیه لاروهای ماهیان را تأمین کند. از این‌رو در بیش‌تر موارد ابتدا آرتمیا را غنی سازی کرده و سپس استفاده می‌کنند تا نیاز لاروها بهتر تأمین شده و رشد بیش‌تری حاصل شود (Lemm and Lemarie, 1991). از سوی دیگر، به دلیل توسعه آبی‌پروری و همچنین وقوع بعضی بلاهای طبیعی (مانند پدیده El Nino)، صید از دریاها در آینده نزدیک قادر به تأمین پودر و روغن ماهی

مورد نیاز برای تولید غذای آبزیان در مراحل لاروی، بچه ماهی و پرواربندی نخواهد بود (Pauly et al., 2005). بنابراین تحقیق در رابطه با امکان استفاده از دیگر منابع اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع در تغذیه آبزیان مطرح است. ماهیان آب شیرین می‌توانند اسیدهای چرب غیراشباع ۱۸ کربنه (لینولنیک اسید و لینولئیک اسید) را به اسیدهای چرب ^۱PUFA، ۲۰ و ۲۲ کربنه (EPA و DHA) تبدیل کنند (Tocher, 2005). این گروه از اسیدهای چرب، برای بهره‌داران ضروری هستند (Lauritzen et al., 2001). ماهیان آب شیرین به همه اسیدهای چرب نیاز دارند، اما لینولنیک اسید و لینولئیک اسید برای آن‌ها ضروری است (Sargent et al., 2002). تغذیه با ناپلیوس آرتمیا غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره، ضمن تأمین اسیدهای چرب ضروری برای لارو گونه‌های مختلف ماهیان باعث افزایش رشد و ماندگاری در خامه ماهی (Gapasin et al., 1998)، ماهی سیلور ساید (Ashraf et al., 1993)، تاس ماهی ایرانی (Noori et al., 2005; Hafezieh et al., 2010)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Akbari et al., 2011) و ماهی آنجل (Yaghoubi et al., 2011) شده است.

در پژوهش حاضر اثر تیمارهای غذایی مختلف شامل آرتمیای تازه تخم‌گشایی شده و آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک به عنوان غذای آغازین بر رشد و بازماندگی لاروهای ماهی سورم (*Cichlasoma severum*) در دو بازه زمانی ۱۸ روزه و اثر تیمارهای غذایی بر پروفیل اسیدهای چرب لاشه لاروها در پایان مرحله‌ی اول آزمایش بررسی شد.

1. Poly Unsaturated Fatty Acid
2. Highly Unsaturated Fatty Acid

مواد و روش‌ها

پرورش لاروها

تحقیق حاضر در تابستان سال ۱۳۹۰ در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. لاروهای مورد نیاز برای انجام آزمایش از شرکت سپتا ماهیانا آریاپارس خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از هفت روز سازگاری با شرایط آزمایشگاهی (نگهداری در تانک پلاستیکی ۱۰۰ لیتری با تهویه و تعویض ۱۰ درصد آب در روز)، با تراکم ۲۰ قطعه در لیتر (۸۰ قطعه در هر واحد آزمایشی) در واحدهای آزمایشی (ظروف پلاستیکی ۴ لیتری) ذخیره‌سازی شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار غذایی (تیمار ۱ ناپلیوس آرمیا و تیمار ۲ ناپلیوس آرمیای غنی شده با روغن بزرک) و ۳ تکرار برای هر تیمار انجام گرفت. در مرحله اول لاروها به مدت ۱۸ روز با تیمارهای غذایی فوق تغذیه شدند و در پایان روز ۱۸م زیست سنجی شده و میزان رشد، بازماندگی و ترکیب اسیدهای چرب لاشه آن‌ها ارزیابی شد. در مرحله دوم آزمایش لاروها در تیمارهای مربوطه به خود به مدت ۱۸ روز دیگر با غذای تجاری یکسان تغذیه شدند. در پایان روز ۳۶م شاخصه‌های رشد و بازماندگی در تیمارهای مختلف با یکدیگر مقایسه شد.

تخم‌گذاری و غنی‌سازی ناپلیوس آرمیا

سیست آرمیا استفاده شده در این تحقیق از شرکت سپتا ماهیانا آریاپارس (با ضمانت تخم‌گذاری ۵۸ درصد) تهیه و پس از پوسته‌زدایی بر اساس روش‌های استاندارد (De wolf et al., 1979)، تحت شوری ۳۳ گرم در لیتر، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و نور ۲۰۰۰ لوکس تخم‌گذاری شد (Lavens and Sorgeloos, 1996). غنی‌سازی آرمیا به روش کلاسون انجام گرفت (Clawson and Lovell, 1992). به‌ازای هر ۲۰۰ هزار ناپلی ۴ میلی‌لیتر امولسیون

تهیه شد (Agh and Sorgeloos, 2005). برای تهیه ماده غنی‌ساز، ۰/۵ گرم لسیتین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد (آب ولرم) ریخته و به مدت ۵ دقیقه با همزن مخلوط شد. سپس ۵ گرم روغن بزرک اضافه گردید و همزدن به مدت ۱/۵ دقیقه دیگر ادامه پیدا کرد (Clawson and Lovell, 1992). پس از انجام عمل غنی‌سازی برای حفظ ارزش غذایی و کاهش سوخت‌وساز، آرمیاهای غنی‌شده تا زمان استفاده برای تغذیه لاروها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (در آب با شوری ۲۸ جزء در هزار همراه با هوادهی) نگهداری شد (Leger et al., 1987). برای جلوگیری از اکسید شدن امولسیون غنی‌سازی، پس از هر بار مصرف حجم خالی ظرف با گاز نیتروژن (N_2) پر می‌شد (Merchie, 1997).

تعیین مقدارغذای روزانه

مقدار غذای روزانه هر تیمار با توجه به دمای متوسط آب و با استفاده از جدول تغذیه‌ای مربوطه محاسبه و حداقل در ۴ نوبت در اختیار لاروها قرار داده شد. مقدار سیستم مورد نیاز برای استفاده در هر روز با توجه به وزن خشک انفرادی هر عدد ناپلیوس آرمیا ارومیا (۲/۳ میکروگرم) و نیز کارایی تخم‌گذاری آن محاسبه شد.

سنجش شاخصه‌های کیفی آب

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب هر دو روز یکبار، صبح پیش از تغذیه لاروها اندازه‌گیری شد. اکسیژن محلول و درصد اشباعیت اکسیژن آب با اکسیژن متر WTW مدل ۳۲۵، با دقت ۰/۰۱ ppm، EC (ضرب هدایت الکتریکی) با دستگاه Conductivity Meter, 4310T، شوری، دما، pH با Meterohm مدل ۷۴۴ با دقت ۰/۰۱، سختی، آمونیاک و نیتريت به روش تیتراسیون و براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (APHA, 1992). در

عوامل رشد

در این تحقیق عوامل ضریب رشد ویژه، وزن و طول نهایی، میزان افزایش توده زنده، ضریب تبدیل غذایی، میزان افزایش روزانه وزن بدن و درصد بقای لاروها اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

ابتدا طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگورف-اسمیرنف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و در سطح اعتماد ۵ درصد ($p=0/05$) مقایسه شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، (version 15) انجام گرفت.

نتایج

ترکیب شیمیایی بدن ناپلئوس آرتمیا و غذای تجاری

نتایج حاصل از تجزیه تقریبی لاشه ناپلئوس آرتمیا ارومیا (۴ ساعت پس از تخم‌گذاری) و غذای تجاری استفاده شده در این تحقیق (جدول ۱)، نشان‌دهنده ارزش غذایی بالای ناپلیوس آرتمیا به دلیل داشتن سطوح بالایی از پروتئین خام، چربی خام و ماده خشک است.

جدول ۱ ترکیب شیمیایی ناپلیوس آرتمیا ارومیا (۴ ساعت پس از تخم‌گذاری) و غذای تجاری براساس درصد ماده خشک

غذای تجاری	ناپلیوس	ترکیب شیمیایی %
۹	$9/7 \pm 0/49$	رطوبت
۵۹	$61 \pm 0/72$	پروتئین
۱۵	$11/44 \pm 0/52$	چربی
۱۱	$20/69 \pm 1/67$	کربوهیدرات
۹	$6/87 \pm 0/96$	خاکستر
۱/۵	-	فیبر

طول دوره آزمایش، میانگین میزان اکسیژن محلول برابر $5/76 \pm 0/94$ ppm، ضریب هدایت الکتریکی برابر $385/44 \pm 51/63$ μ s، دما برابر $27/1 \pm 1$ درجه سانتی‌گراد، pH برابر $8/43 \pm 0/59$ ، نیترات برابر $0/01$ و آمونیاک برابر $0/02$ ppm برآورد شد.

تعیین ترکیب شیمیایی غذای تجاری و ناپلئوس آرتمیا

برای تعیین ترکیب شیمیایی غذای تجاری و ناپلئوس آرتمیا، پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون، نمونه‌های خشک‌شده در هاون به صورت پودر درآورده شد و سپس بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC, 1990) تجزیه شد. ماده خشک از طریق قرار دادن در آون در دما ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین به روش کلدال از طریق محاسبه میزان ازت کل ($N \times 6/25$)، چربی به روش سوکسوله و میزان خاکستر نمونه‌ها با استفاده از کوره الکتریکی (GODAZE SAZ FURNACE مدل A10) مشخص شد (AOAC, 1990). کربوهیدرات با کسر اعداد حاصل از پروتئین، خاکستر و چربی از عدد ۱۰۰ حاصل شد (Taiebi et al., 2009).

تعیین پروفیل اسیدهای چرب

نمونه‌های آرتمیا (برای هر تکرار ۲۰۰ هزار ناپلی) و لاروها (برای هر تکرار ۱۰ عدد) ابتدا در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. برای تعیین پروفیل اسید چرب بدن لاروها و ناپلیوس‌های آرتمیای غنی شده و غنی نشده (سه نمونه از هر تیمار) از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل Agilent 6890N ساخت آمریکا استفاده شد. استخراج اسیدهای چرب از نمونه‌ها طبق روش حلال‌تر انجام شد (Bligh and Dyer, 1959) و طبق روش Goli و همکاران (۲۰۰۸) متیل استر اسیدهای چرب تهیه شد (Goli et al., 2008) و به دستگاه GC تزریق گردید.

ترکیب اسیدهای چرب ناپلیوس آرتمیای غنی شده و غنی نشده

پروفیل اسیدهای چرب آرتمیا ارومیانای غنی نشده و غنی شده با روغن بزرک (جدول ۲) نشان دهنده بیش تر بودن میزان اسیدهای چرب ۱۸ کربنه (لینولئیک و لینولنیک اسید) در آرتمیا غنی شده با روغن بزرک نسبت به آرتمیای

غنی نشده بود ($p < 0.05$). میزان EPA و HUFA در ناپلیوس غنی نشده برابر ۲/۱۵ درصد ماده خشک بدن و میزان DHA کم تر از حد اندازه گیری بود. میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) و نشده (USFA) در ناپلیوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک بیش تر از آرتمیای غنی نشده بود ($p < 0.05$).

جدول ۲ پروفیل اسیدهای چرب ناپلی آرتمیا ارومیان غنی نشده و غنی شده با روغن بزرک (بر حسب درصد در ماده خشک)

اسیدهای چرب	ناپلیوس آرتمیای غنی نشده	ناپلیوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک
14:0	۰	۰
14: 1n-5	۰	۰
16: 0	۱۳/۵±۰/۰۱ ^a	۲۱/۹۲±۰/۲۲ ^b
16: 1n-7	۳/۴۹±۰/۰۱۴	۲/۹۵±۰/۰۰۷
18: 0	۶/۹±۰/۰۰۷ ^a	۲۳±۰/۰۶۳ ^b
18: 1n-9	۱۸/۷۳±۰/۰۳۵ ^a	۲۵/۲۲±۰/۰۱۴ ^b
18: 2n-6	۵/۱±۰/۰۱۴ ^a	۹/۷۵±۰/۰۳۵ ^b
18: 3n-3	۸/۵۲±۰/۰۱۴ ^b	۱۶/۰۸±۰/۰۴۴ ^a
20: 0	۰	۰
20: 1n-9	۰	۰
20: 2n-6	۰	۰
20: 3n-3	۰	۰
20: 4n-6	۰	۰
(20: 5n-3) (EPA)	۲/۱۵±۰/۰۷ ^b	۰ ^a
(22: 6n-3) (DHA)	۰	۰
SFA	۲۰/۴ ^a	۴۴/۸۲ ^b
USFA	۲۲/۲۲ ^a	۲۸/۱۷ ^b
PUFA	۱۳/۶۲ ^a	۲۵/۸۳ ^b
HUFA	۲/۱۵ ^b	۰ ^a

حرف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنادار ($p < 0.05$) است.

ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه ماهیان در پایان ۱۸ روز اول پرورش

ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه ماهیان سورم تغذیه شده با تیمارهای مختلف غذایی در پایان مرحله ی اول آزمایش

(روز ۱۸م) در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان EPA، در بچه ماهیان تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی نشده ($24/52$ درصد) کم تر از میزان این گروه از اسیدهای چرب در تیمار تغذیه شده با ناپلئوس غنی شده بود ($p<0/05$). در مقابل بیش ترین میزان اسیدهای چرب با غیراشباعیت بالا (PUFA) در بچه ماهیان تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک ($25/7$ درصد) مشاهده شد ($p<0/05$). در عین حال اسیدهای چرب ۲۰ کربنه در هیچ یک از تیمارها مشاهده نشد.

(روز ۱۸م) در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان EPA، در بچه ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی نشده ($16/33 \pm 0/047$ درصد) در بچه ماهیان تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک بود. همچنین بیش ترین میزان اسیدهای چرب ۱۸ کربنه (لینولئیک و لینولنیک اسید) در بچه ماهیان تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک مشاهده شد ($p<0/05$). میزان اسیدهای چرب غیراشباع

جدول ۳ پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه ماهی سورم تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیا غنی نشده و غنی شده با روغن بزرک پس از ۱۸ روز اول (بر حسب درصد)

اسیدهای چرب	لاشه لارو تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی نشده	لاشه لارو تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک
14:0	.	.
14: 1n-5	.	.
16: 0	$26/29 \pm 0/015^b$	$20/61 \pm 0/045^a$
16: 1n-7	$2/29 \pm 0/004$	$1/96 \pm 0/034$
18: 0	$21/07 \pm 0/053^b$	$15/38 \pm 0/007^a$
18: 1n-9	$22/23 \pm 0/004$	$23/57 \pm 0/013$
18: 2n-6	$4/78 \pm 0/014^a$	$9/08 \pm 0/028^b$
18: 3n-3	$3/61 \pm 0/036^a$	$16/62 \pm 0/15^b$
20: 0	.	.
20: 1n-9	.	.
20: 2n-6	.	.
20: 3n-3	.	.
20: 4n-6	.	.
(20: 5n-3) (EPA)	$3/37 \pm 0/003$	$2/03 \pm 0/073$
(22: 6n-3) (DHA)	$16/33 \pm 0/047^b$	$10/85 \pm 0/025^a$
SFA	$47/36^b$	$35/99^a$
USFA	$24/52^a$	$25/53^b$
PUFA	$8/39^a$	$25/7^b$
HUFA	$19/7^b$	$12/88^a$

حرف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنادار ($p<0/05$) است.

ترکیب اسیدهای چرب روغن بزرک

ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن بزرک نشان داد که میزان لینولنیک اسید در روغن بزرک

۵۱/۳۶ درصد و میزان EPA و DHA آن ناچیز است (جدول ۴).

جدول ۴ پروفیل اسیدهای چرب روغن بزرک (درصد)

اسید چرب	روغن بزرک
14:0	۰
16:0	۶۷۹
18:0	۴/۴۸
سایر SFA	۱/۹۵
مجموع SFA	۱۳/۲۲
18: 1n-9	۳۴/۱۹
سایر MUFA	۰/۷۳
مجموع MUFA	۳۴/۹۲
18: 2n-6	۰/۳۸
18: 3n-6	۰
20: 3n-6	۰
20:4n-6	۰
سایر n6- PUFA	۰/۱۲
مجموع n6-PUFA	۰/۵
18: 3n-3	۵۱/۳۶
18: 5n-3	۰
22: 5n-3	۰
22: 6n-3	۰
سایر n3-PUFA	۰
مجموع n3-PUFA	۵۱/۳۶

نتایج اولین زیست‌سنجی پس از ۱۸ روز

نتایج حاصل از بررسی اثر تغذیه با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک بر معیارهای رشد (وزن نهایی، طول نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR) و میزان افزایش روزانه وزن بدن (IWG)) در بچه ماهی سورم در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تغذیه

با ناپلئوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک بر شاخصه‌های بررسی شده تأثیر نداشته است. در این بین تنها درصد بازماندگی بچه ماهیان تغذیه شده با ناپلئوس آرتمیا غنی نشده و غنی شده با روغن بزرک اختلاف معناداری را نشان داد ($p < 0.05$).

جدول ۵ نتایج اولین بیومتری پس از ۱۸ روز

تیماهای آزمایشی		شاخصه‌های اندازه‌گیری شده
لارو تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌نشده	لارو تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک	
۳±۰/۸۳	۳±۰/۸۳	وزن اولیه (میلی گرم)
۶/۸۲ ±۰/۸۳	۶/۸۲ ±۰/۸۳	طول اولیه (میلی متر)
۱۱/۶±۰/۹۵	۱۳/۵±۰/۷۵	وزن نهایی (میلی گرم)
۷/۱۸±۰/۷۲	۷/۴۲±۰/۶۳	طول نهایی (میلی متر)
۷/۴۵±۰/۴۵	۸/۳±۰/۳	ضریب رشد ویژه (SGR%)
۰/۴۵±۰/۰۳	۰/۶±۰/۰۳	میزان افزایش روزانه وزن بدن
۶۸/۸۳±۱/۶۲ ^b	۸۱/۸۷±۰/۲۹ ^a	IWG (mg/day) درصد بازماندگی

حرف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($p < 0.05$) است.

نسبت به بچه ماهیان تغذیه‌شده با ناپلئوس غنی‌نشده است. به همین ترتیب بیش‌ترین ضریب تبدیل غذایی در بچه ماهیان تغذیه‌شده با ناپلئوس آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک ($5/36 \pm 0/23$) مشاهده شد و اختلاف معناداری را با ضریب تبدیل غذا در بچه ماهیان تغذیه‌شده با ناپلئوس غنی‌نشده نشان داد ($p < 0.05$).

نتایج دومین زیست‌سنجی پس از ۳۶ روز (۱۸ روز دوم آزمایش)

داده‌های جدول ۶ نشان‌دهنده کاهش معنادار ($p < 0.05$) وزن نهایی، نرخ رشد ویژه (SGR)، میزان افزایش روزانه وزن بدن (IWG) و درصد بازماندگی در بچه ماهیان سورم تغذیه‌شده با ناپلئوس آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک

جدول ۶ نتایج دومین بیومتری پس از ۳۶ روز (۱۸ روز دوم آزمایش)

تیماهای آزمایشی		شاخصه‌های اندازه‌گیری شده
تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک	تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌نشده	
۳±۰/۸۳	۳±۰/۸۳	وزن اولیه (روز اول) (میلی گرم)
۲۰۸±۰/۰۱۳۳ ^a	۳۷۵±۰/۰۳۷۱ ^b	وزن نهایی (میلی گرم)
۶/۸۲ ±۰/۸۳	۶/۸۲ ±۰/۸۳	طول اولیه (روز اول) (میلی متر)
۱۱/۹۸±۰/۲۱	۱۳/۸۴±۱/۰۹	طول نهایی (میلی متر)
۱۱/۷۷±۰/۵۳ ^a	۱۳/۴۱±۰/۴۷ ^b	SGR%
۵±۰/۰۷ ^a	۱۰±۰/۲۵ ^b	میزان افزایش روزانه وزن بدن
۵/۳۶±۰/۲۳ ^b	۴/۱۸±۰/۲ ^a	IWG (mg/day) ضریب تبدیل غذایی (FCR)
۹۱/۱۶±۱/۳۴ ^a	۹۷/۸۲±۱/۰۹ ^b	درصد بازماندگی

حرف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) است.

بحث

مطالعات متعددی درباره تأثیر غنی سازی ناپلیوس آرتمیا با اسیدهای چرب ضروری بر بازماندگی لارو بسیاری از ماهیان انجام شده و نتایج متفاوتی ارائه شده است. از جمله مطالعات انجام شده روی لارو کفشک ماهی *Scophthalmus maximus* (Estevez et al., 1999)، لارو ماهی *Sparus aurata* (Koven et al., 2001)، لارو کفشک ماهی *Platichthys stellatus* (Lee et al., 2003) و لارو ماهی *Latris lineate* (Bransden and Battaglene, 2005) نشان دهنده تأثیر نداشتن غنی سازی بر رشد لارو این گونه از ماهیان بوده است. در مقابل مطالعات مشابه در خصوص تأثیر ناپلی آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع بر بازماندگی لارو ماهی *Limanda ferruginea* (Rajkumar and Kumaraguru و Copeman et al., 2002) (vasagam, 2006) نشان داد که استفاده از ناپلیوس آرتمیای غنی شده منجر به افزایش بازماندگی لارو ماهی مذکور شد. تحقیقات یعقوبی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که میزان بازماندگی لاروهای فرشته ماهی تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا غنی شده نسبت به لاروهای تغذیه شده با ناپلی غنی نشده و لاروهای تغذیه شده با غذای تجاری بیومار در حد معناداری ($p < 0/05$) بالاتر بود (Yaghoubi., 2011). از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی امکان غنی سازی، تعیین روش مناسب غنی سازی و ارزیابی تأثیر ناپلیوس غنی سازی شده با روغن بزرک بر ارگانیزم مصرف کننده صورت نگرفته است، ابتدا صحت عمل غنی سازی بررسی شد. مقایسه ترکیب اسیدهای چرب لاشه ناپلیوس غنی سازی شده با روغن بزرک، بلافاصله پس از غنی سازی و ناپلیوس غنی سازی نشده (جدول ۲) نشان دهنده صحت عمل غنی سازی است. با وجود این که

در این مطالعه غنی سازی براساس روش کلاسون (۱۹۹۲)، (روش معمول برای غنی سازی باروغن های با منشأ جانوری) انجام شد، این احتمال وجود دارد که بهینه کردن روش غنی سازی با روغن های گیاهی نیاز به مطالعات تکمیلی داشته باشد.

رشد

کمتر بودن میانگین مقادیر عددی شاخصه های رشد شامل وزن نهایی، طول نهایی و ضریب رشد ویژه در لاروهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی شده با روغن بزرک در مرحله ی اول آزمایش (۱۸ روز اول)، نسبت به لاروهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای غنی نشده، در کنار کاهش معنادار ($p < 0/05$) میزان بازماندگی لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی سازی شده (۶۸/۸۳ درصد) نسبت به لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی سازی نشده (۸۱/۸۷ درصد)، نشان دهنده عملکرد نامناسب ناپلیوس های غنی سازی شده بر رشد و بازماندگی لاروهای ماهی سورم بود (جدول ۵). به این ترتیب کاهش معنادار ($p < 0/05$) شاخصه های وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، افزایش روزانه وزن بدن و بازماندگی لاروها در تیمار تغذیه شده با آرتمیای غنی سازی شده نسبت به تیمار تغذیه شده با آرتمیای غنی سازی نشده و در مقابل بالاتر بودن ضریب تبدیل غذایی در این تیمار، گویای عملکرد نامناسب این تیمار غذایی است. از آنجایی که تاکنون تحقیقی درباره تأثیر غنی سازی ناپلیوس آرتمیا با روغن بزرک بر شاخص های رشد در لارو ماهیان مختلف صورت نگرفته است، از این رو امکان مقایسه نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه وجود ندارد. با وجودی که تأثیر نداشتن غنی سازی ناپلیوس آرتمیا با اسیدهای چرب غیراشباع بر شاخصه های رشد در لارو بسیاری از ماهیان به

رأدارد (جدول ۴)، اما نتوانسته تأثیر مثبتی در بهبود عملکرد فیزیولوژیک ایجاد کند و رشد و بازماندگی لاروها را افزایش دهد. نکته مهم قابل توجه دیگر این است که اسید لینولنیک که حجم قابل توجهی از اسیدهای چرب روغن بزرک را به خود اختصاص می‌دهد، یکی از حساس‌ترین اسیدهای چرب نسبت به اکسیداسیون است. از آنجایی که روغن مورد استفاده در این تحقیق از بازار تهیه شده است، این احتمال وجود دارد که دارای میزان قابل توجهی پراکسید بوده که از طریق ایجاد ترکیبات کتون و آلدوئیدی توانسته است رشد لاروها را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین می‌توان گفت محتوای اسیدهای چرب روغن بزرک بر عملکرد غذا تأثیر داشته و کارایی مناسبی را در تغذیه لاروها ایجاد نکرده است.

ج- حضور اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی گونه‌های مختلف ماهیان عملکردهای متفاوتی را نشان داده است. یکی از دلایل مهم این‌گونه تفاوت‌ها را می‌توان عدم یکنواختی کارایی غنی‌سازی دانست که ناشی از میزان توسعه و تکوین ناپلئوس‌ها و در نتیجه اختلاف در ظرفیت متابولیکی آن‌هاست (Furuita et al., 1999). با توجه به این‌که در تحقیق حاضر غنی‌سازی با روغن بزرک بر اساس روش غنی‌سازی با منابع روغن جانوری (روش کلاسون؛ ۱۹۹۲) انجام شد، این امکان وجود دارد که روش غنی‌سازی با روغن‌های گیاهی کاملاً منطبق با روش غنی‌سازی مورد استفاده در این تحقیق نبوده و از این‌رو عملکرد متفاوتی از تحقیقات مشابه را باعث شده باشد.

بر اساس داده‌های جدول ۳ مقادیر اسید لینولنیک و اسید لینولئیک در لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌شده نسبت به گروه شاهد به‌طور معناداری ($p < 0.05$) افزایش یافته است. مطالعات انجام شده نشان داد که محتوای اسیدهای چرب لاشه ماهی تحت تأثیر محتوای اسید چرب جیره (Bell et al., 2001; Bell et al., 2003) و فرایندهای

اثبات رسیده است (لارو کفشک ماهی *Scophthalmus maximus* (Estevez et al., 1999)، لارو ماهی *Sparus aurata* (Koven et al., 2001)، لارو کفشک ماهی *Platichthys stellatus* (Lee et al., 2003) و لارو ماهی *Latris lineate* (Bransden and Battaglene, 2005)). اما عملکرد منفی غنی‌سازی با استفاده از روغن بزرک بر شاخصه‌های مورد بررسی، به‌خصوص بازماندگی لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌سازی شده می‌تواند ناشی از دلایل زیر باشد:

الف- در بیش‌تر مطالعاتی که تأثیر مثبت غنی‌سازی ناپلئوس آرتمیا با اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع بر عملکرد رشد (لارو تاس ماهی آدریاتیک *Acipenser nacaarii* (McKenzie et al., 1999) و لارو کفشک ماهی *Platichthys stellatus* (Lee et al., 2003)، بازماندگی (لارو ماهی *Hippoglossus hippoglossus* (Hamre and Harboe, 2008))، مقاومت نسبت به تنش‌های محیطی و ... گزارش شده است، اسیدهای چرب موردنظر از منابع روغن‌های جانوری به‌خصوص روغن ماهی کاد یا روغن کبد ماهی تأمین شده است. این روغن‌ها سرشار از اسیدهای چرب EPA و DHA هستند که در تقویت سیستم ایمنی بسیار تأثیرگذارند (Lauritzen et al., 2001). در حالی‌که روغن بزرک استفاده شده در تحقیق حاضر بدون این دو اسید چرب بوده (جدول ۴)، بنابراین این اختلاف می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر نتایج به دست آمده داشته و تفاوت‌های بیان شده را ایجاد کرده باشد.

ب- مطالعات انجام شده نشان داد که HUFA اثر مثبتی بر بازماندگی و رشد در لارو ماهیان دارد. بر اساس نظر محققان، HUFA می‌تواند با تأثیر بر غشای سلولی، باعث عملکرد فیزیولوژیکی بهتر آن در لاروها شود (Ako et al., 1994). در حالی‌که روغن بزرک مقادیر زیادی از اسیدهای چرب ۱۸ کربنه (لینولئیک و لینولنیک اسید)

بسیار خوب این فرایند، به نظر می‌رسد استفاده از روغن بزرک نقش مهمی در ابقای DHA داشته است. مطالعات مشابه انجام شده در این خصوص، تحریک فرایند غیراشباع سازی و طول‌سازی اسیدهای چرب در کبد آزاد ماهیان را ناشی از استفاده از روغن‌های گیاهی در جیره دانسته است (Bell et al., 2001; Bell et al., 2003; Tocher et al., 2001). به این ترتیب نتایج حاصل از مطالعات سایر محققان هنگام استفاده از روغن‌های کانولا، بزرک و نخل روغنی در ماهی آزاد اطلس (Bell et al., 2002; Bell et al., 2004) با یافته‌های حاصل از این تحقیق مطابقت داشته و از سوی آن‌ها تأیید می‌شود.

بر اساس یافته‌های این تحقیق میزان اسیدهای چرب (16: 0)، (18: 0) و (18: 1n-9) پس از غنی‌سازی افزایش یافته (جدول ۲) که با مطالعه Masiha در این زمینه همخوانی دارد (Masiha, 2011). میزان EPA در آرتمیا شاهد برابر $2/15 \pm 0/07$ اندازه‌گیری شد، در حالی که پس از غنی‌سازی میزان EPA کاهش یافته و در حد اندازه‌گیری نبوده است. علت این امر را می‌توان به نبود EPA و DHA در روغن بزرک (جدول ۴) و استفاده از این دو اسید چرب طی دوره غنی‌سازی نسبت داد. نبود اسیدهای چرب ضروری به‌خصوص DHA، EPA و نسبت DHA:EPA در آرتمیا و در نتیجه کاهش ارزش غذایی آن برای تغذیه نوزاد آبزیان به‌خصوص آبزیان دریایی از سوی سایر محققان (Leger et al., 1987; Noori et al., 2005) نیز به اثبات رسیده است. گاپاسین در سال ۱۹۹۶ نیاز به اسیدهای چرب در ماهیان آب شیرین و ماهیان دریایی را متفاوت دانست و اضافه کرد که گونه‌های آب شیرین به (18: 2n-) و (6) و (18: 3n-3) و گونه‌های دریایی به EPA و DHA احتیاج جیره‌ای دارند (Van Stappen, 1996). در این تحقیق از روغن بزرک که دارای مقادیر کافی از اسیدهای چرب لینولنیک و لینولنیک است (جدول ۴)، استفاده شد.

متابولیسمی است (Tocher, 2003; Tocher et al., 2003). نتایج حاضر نشان‌دهنده افزایش میزان PUFA در لاشه لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک نسبت به تیمار شاهد است (جدول ۳). از سوی دیگر، کاهش معنادار ($p < 0/05$) مقدار اسیدای چرب اشباع در لاشه لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن بزرک در مقایسه با لاروهای تغذیه‌شده با آرتمیای غنی‌نشده، می‌تواند ناشی از کمبود اسیدهای چرب اشباع در ترکیب روغن بزرک (جدول ۴) استفاده شده در این آزمایش باشد که با یافته‌های سایر محققان در خصوص استفاده از روغن بزرک در قزل‌آلا (Masiha, 2011; Nguyen, 2006) همخوانی داشته و نشان‌دهنده نقش محتوای اسیدهای چرب جیره بر ترکیب اسیدهای چرب لاشه در ماهیان است (Bell et al., 2003; Bell et al., 2001). بالاتر بودن مقدار DHA نسبت به EPA در لاشه لاروها در هرو گروه آزمایشی (جدول ۳)، با توجه به نبود DHA در پروفیل اسیدهای چرب ناپلئوس‌های استفاده شده (جدول ۲) نکته قابل توجهی است که می‌تواند ناشی از تبدیل زیستی EPA به DHA در این ماهیان باشد. نتایج مشابهی در خصوص شکل‌گیری فرایند زیستی تبدیل EPA به DHA در مطالعه Huang و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از روغن کانولا در جیره غذایی ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) گزارش شده که مؤید یافته‌های این تحقیق است (Huang et al., 2007). این نتیجه‌گیری با یافته‌های دیگر محققان نیز در توافق کلی است (Tocher et al., 2000; Masiha, 2011). ابقای ترجیحی DHA در لاشه بچه ماهیان آزمایش شده را می‌توان ناشی از عملکرد اختصاصی آنزیم Fatty acyl transferase دانست که اسیدهای چرب را به تری آسید گلیسرول و فسفولیپید تبدیل می‌کند. با توجه به بازده

larvae of *Mugil cephalus* by the feeding of enriched *Artemia* nauplii. *Aquaculture*, 122: 81-89.

AOAC. 1990. In: W. Horwitz (Ed). Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists (AOAC). Vol.1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, Washington DC. 1963 pp.

APHA. 1992. Standard Methods for the Examination of water and waste water, 18th Edition. American Public Health Association. Washington, D.

Ashraf, M., Bengtson, D. A. and Simpson, K. L. 1993. Effects of dietary fatty acid enrichment on survival, growth and salinity stress test performance of inland silversides. *The Progressive Fish Culturist*, 55: 280-283.

Bell, J. G., Henderson, R. J., Tocher, D. R., McGhee, F., Dick, J. R., Porter, A., Smullen, R. and Sargent, J. R. 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue fatty acid compositions and hepatic fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 132: 222-230.

Bell, J. G., Henderson, R. J., Tocher, D. R. and Sargent, J. R. 2004. Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: modification of flesh fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet. *Lipids*, 39: 223-232.

Bell, J. G., Tocher, D. R., Henderson, R. J., Dick, J. R., Crampton, V. O. 2003. Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *The Journal of Nutrition*, 133: 2793-2801.

Bell, M. V., Dick, J. R. and Porter, A. E. A. 2001. Biosynthesis and tissue deposition of docosahexaenoic acid (22:6n-3) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lipids*, 36: 1153-1159.

Bligh, E. G., Dyer, W. J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.

Brandsen, M. P. and Battaglene, S. C. 2005. Effect of dietary 22:6n-3 on growth, survival and tissue fatty acids profile of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae fed enriched *Artemia*. *Aquaculture*, 243: 331-344.

Clawson, J. A. and Lovell, R. T. 1992. Improvement of nutritional value of *Artemia* for

افزایش نسبی مقادیر این اسیدهای چرب در لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی سازی شده (جدول ۳) موفقیت آمیز بودن عمل غنی سازی را نشان می دهد.

در مجموع یافته های حاصل از این تحقیق ضمن تأیید امکان غنی سازی ناپلئوس آرتمیا با روغن بزرک نشان دهنده تأثیر منفی ناپلئوس غنی سازی شده بر عملکرد رشد و بازماندگی لارو ماهی سورم است. از این رو انجام مطالعات تکمیلی در خصوص بهبود روش غنی سازی و بررسی امکان استفاده از سایر منابع روغن های گیاهی برای غنی سازی ناپلئوس آرتمیا و تأثیر آن بر رشد و بقای لارو ماهیان پیشنهاد می شود. علاوه بر این نتایج حاصل نشان داد که لارو ماهی سورم می تواند اسیدهای چرب خانواده n-3 را به EPA و DHA تبدیل کند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از پژوهشکده شهید اعتباری دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل پشتیبانی های مالی در این طرح تشکر می نمایند.

مراجع

Agh, N. and Sorgeloos, P. 2005. Handbook of Protocols and Guidelines for Culture and Enrichment of Live Food for Use in Larviculture. *Artemia & Aquatic Animals Research Center*, Urmia University, Urmia - Iran, 60 pp.

Ahmadi, M. R., Leibovitz, H. and Simpson, K. L. 1990. Characterization of Uromiah Lake artemia by isoelectrofocusing of isozyme patterns. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 95 (1): 115-118.

Akbary, P., Hosseini, S. A. and Imanpoor M. R. 2011. Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(4): 557-569.

Ako, H., Tamani, C. S., Bass, P. and Lee, C. S. 1994. Enhancing the resistance to physical stress in

- Hafezieh, M., Mohd Salah Kamarudin, S., Che Rose Bin Saad., Mostafa Kamal Abd Sattar., Agh, N. and Valinassab, T. 2010. Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(1): 61-72.
- Hamre, K. and Harboe, T. 2008. Artemia enriched with high n-3 HUFA may give a large improvement in performance of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L) larvae. *Aquaculture*, 277: 239-243.
- Huang, S. S. Y., Oo, A. N., Higgs, D. A., Brauner, C. J. and Satoh, S. 2007. Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red seabream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, 271: 420-431.
- Javaheri Baboli, M. Matinfar, A. Agh, N. 2006. A Survey of the Subsistence Effects of n-3 HUFA Enriched Artemia nauplii as a Start Feeding for Caspian Salmon (*Salmo trutta caspius*) Larvae. *Environmental Sciences*, 11: 55-64. (In Persian)
- Koven, W., Barr, Y., Lutzky, S., Ben-Atia, I., Weiss, R., Harel, M., Behrens, P. and Tandler, A. 2001. The effect of dietary arachidonic acid (20: 4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, 193: 107-122.
- Lauritzen, L., Hansen, H. S., Jorgensen, M. H. and Michaelsen, K. F. 2001. The essentiality of long chain n3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Progress in Lipid Research*, 40: 1-94.
- Lavens, P., Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Food Agriculture Organisation of the United Nation, 400p.
- Lee, S. M., Lee, J. H. and Kim, K. D. 2003. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture*, 225: 269-281.
- Leger, P., Bengston, D. A. and Sorgeloos, P. 1987. The nutritional value of Artemia. Artemia research and its application, Vol. 3, Universa press wettern, Belgium. Pp: 357-370.
- Lemm, C. A. and Lemarie, D. P. 1991. Survival and growth of larval striped bass (*Morone saxatilis*) fed Artemia enriched with highly unsaturated fatty acids (HUFA). *Aquaculture*, 99: 117-126.
- hybrid stripped bass/white menhaden oil. *Aquaculture*, 108: 125-134.
- Copeman, L. A., Parrish, C. C., Brown, J. A. and Harel, M. 2002. Effect of docosahexaenoic, eicosapentaenoic and arachidonic acids in the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): live food enrichment experiment. *Aquaculture*, 210: 285-304.
- De wolf, T., Cirillo, A., Candrev, P., Deichman, M. and Sorgeloos, P. 1979. Improvement in artemia cyst decapsulation. *Artemia Biology*, 70-72.
- Estevez, A. and Kanazawa, A. 2003. Effect of (n-3) PUFA and vitamin A Artemia enrichment on pigmentation success of turbot, (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 1: 159-168.
- Estevez, A., McEvoy, L. A. and Bell, J. G. 1999. Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae fed live-prey enriched in arachidonic and eicosapentaenoic acids. *Aquaculture*, 180: 321-343.
- Evjemo, J. O., Reitan, K. I. and Olsen, Y. 2004. Copepods as live food organisms in the rearing of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on nutritional value. *Aquaculture*, 227: 191-211.
- Furuita, H., Konishi, K. and Takeuchi, T. 1999. Effect of different levels of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in *Artemia* nauplii on growth, survival and salinity tolerance of larvae of the Japanese flounder (*Paralichthys oliaceus*). *Aquaculture*, 170: 59-69.
- 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 performance. *Aquaculture*, 162: 269-285.
- Goli, S. A., Mat Sahri, M. and Kadivar, M. 2008. Enzymatic interesterification of structured lipids containing conjugated linoleic acid with palm stearin for possible margarine production. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 1102-1108.
- Grageda, M. V. C., Tomonari, K., Yoshitaka, S. and Atsushi, H. 2008. Effect of feeding copepod and Artemia on early growth and behavior of the self-fertilizing fish, *Rivulus marmoratus*, under laboratory condition. *Aquaculture*, 281: 100-105.

Penaues indicus post larva, to salinity stress, M.Sc. thesis of fisheris sciences, Tehran University, 63p. (In Persian)

Taiebi, L. Saif Abadi, J. Abedian, A. and Agh, N. 2009. Checking of hatching cysts and biochemical composition of Artemia nauplii (*Artemia urmiana*) at different times of incubation. *Iranian Journal of Fishery Science*, 2: 102-112. (In Persian)

Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11: 107-184.

Tocher, D.R., Bell, J.G., Dick, R.J. and Crampton, V.O. 2003. Effects of dietary vegetable oil on Atlantic salmon hepatocyte fatty acid desaturation and liver fatty acid composition. *Lipids*, 38: 723-732.

Tocher, D. R., Bell, J. G., Dick, R.J., Henderson, R.J., McGhee, F., Michell, D. and Morris, P. C. 2000. Polyunsaturated fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation and the effects of dietary linseed and rapeseed oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 23: 59-73.

Tocher, D. R., Bell, J. G., MacGlaughlin, P., McGhee, F. and Dick, J. R. 2001. Hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition of liver in salmonids: effects of dietary vegetable oil. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 130: 257-270.

Van Stappen, G. 1996. Artemia: In: Manual on the production and use of live food for aquaculture, Eds. Lavens, P. and Sorgeloos, P., FAO. Publication, pp. 101-318.

Yaghoubi M. 2011. Effect of Enrichment of Artemia Nauplii with HUFA on Growth, Survival and Resistance to Environmental stress in larvae of Angel fish (*Pterophyllum scalare*), M. Sc. Thesis of fishery sciences, Isfahan University of Technology, 56p. (In Persian)

Zeng, C., Camus, T. and McKinnon, A. D. 2009. Egg production, egg hatching success and population increase of tropical paracalanid copepod, *Bestiolina similis* (Calanoida: Paracalanidae) fed different microalgal diets. *Aquaculture*, 297: 169-175

Masiha A. 2011. Effect of replacement of fish oil with Canola and Flaxed oils on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) M. Sc. Thesis of fishery sciences, Isfahan University of Technology, 72p. (In Persian)

McKenzie, D.J., Piraccini, G., Agnisola, C., Steffensen, J.F., Bronzi, P., Bolis, C.L., Tota, B. and Taylor, E.W. 1999. The influence of dietary fatty acid composition on the respiratory and cardiovascular physiology of Arriatic sturgeon (*Acipenser naccari*) a review. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 265-269.

Merchie, G. 1997. The effect of supplemental ascorbic acid in enriched live food for *Clarias gariepinus* larvae at startfeeding. *Aquaculture*, 151: 245-258.

Nguyen, J. P. 2006. The effect of a diet supplemented with flaxseed oil on the lipid content and fatty acid profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle tissue. Thesis of M. Sc. In Family and Consumer Sciences, West Virginia University, 38 p.

Noori, F., Azari Takami, G. and Sorgeloos, P. 2005. Enrichment of Artemia with essential fatty acids ,lipid emulsion and vitamin C and its effect on the performance of *Acipenser persicus* larvae under the effect of salinity stress. 5th International Symposium on Sturgeon, Ramsar, Iran, 5 p.

Pauly, D., Watson, R. and Alder, J. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 360: 5-12.

Rajkumar, M. and Kumaraguru vasagam, K .P. 2006. Suitability of the copepod, *Acartia cluasi* as a live feed for seabass larvae (*Lates calcarifer Bloch*): compared to traditional live -food organisms with special on the nutritional value. *Aquaculture*, 261: 649-658.

Sargent, J. R., Tocher, D. R. and Bell, G. 2002. The Lipids. In: J. E. Halver, R. W. Hardy, (Eds), *Fish Nutrition*, Third Edition, Academic Press, California, USA, pp. 181-257.

Sorgeloos, P., Dhert, P. and Candreva, P. 2001. Use of brine shrimp Artemia spp., In marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200: 147-159.

Taiebi, A. 2001. Effects of feeding with HUFA-enriched Artemia on growth, survival and resistance

Effect of nauplii of *Artemia urmiana* enriched with flaxseed oil on the growth and survival of *Cichlasoma severum* larvae

Eisa Ebrahimi Dorche ^{1*}, Javad Motamedi Tehrani ², Seyed Amir Hossein Goli ³, Paria Akbari ⁴ and Ali Nezameslami ²

1- Associate Prof., Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

2- M.Sc Student of Fisheries, Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan

3- Assistant Prof., Dept. of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan

4- Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar

Received: 26.02.2013

Accepted: 13.10.2013

*Corresponding author: e_ebrahimi@cc.iut.ac.ir

Abstract:

The effect of *Artemia urmiana* nauplii enriched with flaxseed oil on growth performance, survival and fatty acid composition of severum, *Cichlasoma severum*, larvae (0.3 mg initial weight) was investigated through a completely randomized block design with two treatments, viz., (1) larvae fed with plain nauplii, (2) larvae fed with nauplii enriched with flaxseed oil, in three replications. Results of the first biometry (day18th), showed a significantly higher survival rate in treatment 1 ($81.87 \pm 0.29\%$) than treatment 2 ($68.83 \pm 1.62\%$) ($P < 0.05$), but there were no significant differences in the specific growth rates, the average weight and length gains between treatments ($P > 0.05$). At the end of the second period of the experiment (day36th), significant differences in growth performance and survival rate was recorded between treatment 1 ($97.82 \pm 1.09\%$) and treatment 2 ($91.16 \pm 1.34\%$) ($P > 0.05$). The larvae was also found to convert n-3 fatty acids to EPA and DHA.

Key words: *Cichlasoma severum*, growth, survival, flaxseed oil, EPA, DHA