فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ۳، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۷۳- ۸۵

اثرات آرتمیای غنی‌شده با روغن‌های ماهی و سویا همراه با ویتامین E بر رشد، مقاومت به استرس، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون چربی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

مهدی نادری کوشک[۱]، عبدالمحمد عابدیان کناری[۲*]

۱- دانش‌آموخته تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.
۲- دانشیار، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

دریافت: ۹۲/۱۱/۲۶ پذیرش: ۹۳/۰۵/۲۵

* نویسنده مسئول: aabedian@modares.ac.ir

چکیده:

هدف مطالعه حاضر ارزیابی اثرات آرتمیای غنی‌شده با روغن‌های ماهی و سویا همراه با ویتامین E بر عملکرد رشد، مقاومت به استرس، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون چربی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) می‌باشد. از پنج جیره غذائی مختلف شامل آرتمیای غنی‌نشده (جیره شاهد)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا همراه با ۱۵ یا ۳۰ درصد ویتامین E (جیره‌های S15 و S30) و روغن ماهی همراه با ۱۵ یا ۳۰ درصد ویتامین E (جیره‌های F15 و F30) استفاده شد. لاروها تا حد سیری ظاهری به مدت ۱۷ روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد که ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده در مقایسه با گروه شاهد از نظر رشد و بازماندگی تفاوت معناداری نداشتند اما افزایش سطح ویتامین E از ۱۵ به ۳۰ درصد عملکرد رشد و مقاومت به استرس شوری را بهبود بخشید. محتوای ویتامین E در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های S15 و S30 در مقایسه با تیمارهای دیگر به طور معناداری بالاتر بود. فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی‌نشده و جیره-های F15 و F30 بالاتر بود. بیشترین مقدار TBA در ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی‌نشده مشاهده شد. نتایج نشان داد که اضافه کردن ویتامین E به روغن‌های ماهی و سویا برای غنی‌سازی آرتمیا می-تواند اکسیداسیون روغن ها را کاهش داده و برای سلامتی و کیفیت لارو مفید باشد. در مجموع غنی-سازی آرتمیا با روغن سویا همراه با ۳۰ درصد ویتامین E (جیره S30) جهت تغذیه لارو تاسماهی ایرانی پیشنهاد می‌شود.

کلید واژگان: تاسماهی ایرانی، ویتامین E، استرس، پراکسیداسیون چربی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

ماهیان خاویاری دریای خزر دارای ارزش زیستی و اقتصادی ویژه‌ای هستند. یکی از مشکلات پرورش این ماهیان، وابستگی بالای آن‌ها به غذای زنده و تلفات ناشی از استفاده از جیره خشک به دلیل عدم تطابق در مراحل ابتدایی زندگی می باشد. در حال حاضر از آرتمیا به عنوان یک منبع غذایی مهم برای شروع تغذیه لارو اولیه تاسماهی ایرانی استفاده می شود ولی غذاهای زنده مانند آرتمیا به طور طبیعی از لحاظ اسیدهای چرب ضروری مانند DHA ضعیف هستند. بنابراین غنی سازی آن‌ها با روغن‌ها موجب بهبود ارزش غذائی موجود و کیفیت لارو می شود.

روغن ماهی از لحاظ اسیدهای چرب n-3 غنی بوده و حاوی EPA و DHA که از نیازهای اصلی دوره لاروی ماهیان هستند می‌باشد و امکان اکسیداسیون آن زیاد است اما روغن‌های گیاهی از لحاظ اسیدهای چرب n-6 غنی بوده ولی فاقد اسیدهای چرب n-3 نظیر EPA و DHA هستند و بنابراین اکسیداسیون آن‌ها کمتر می باشد (Hosseini et al., 2010).

به منظور بهبود رشد، بازماندگی و کیفیت لارو اجتناب از مشکلات اکسیداسیون چربی که به عنوان عامل آسیب‌ها و بیماری‌ها و مرگ و میرهای بعدی شناخته می شوند، امری مهم به نظر می رسد (Tocher et al., 2002). پراکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) به غشاهای زنده سلولی آسیب می رساند و ممکن است علت اصلی چندین بیماری در ماهیان شامل زردی[1] و دیستروفی عضلانی تغذیه‌ای باشد (Mourente et al., 2000). غذای ماهیان و مخصوصاً آن‌هایی که در مراحل لاروی استفاده می‌شوند غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) مانند EPA و DHA هستند که مولکول‌هایی با حساسیت بالا در برابر آسیب اکسیداتیو می‌باشند (Halliwell and Gutteridge, 1996) و محتوای بالای n-3 HUFA در بافت، موجب بروز حمله پراکسیداتیو در ماهیان و آسیب‌های بافتی می‌شود (Sargent et al., 1999). بنابراین اگرچه HUFA برای رشد مطلوب و تکامل ماهیان ضروری می‌باشد اما موجب پراکسیداسیون در بافت‌های ماهیان می‌شود (Mourente et al., 2002). گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)[2] رادیکال‌های آزاد و یا مشتقات اکسیژن هستند که تولید مداوم آن‌ها طی فعالیت طبیعی سلول مخصوصاً در میتوکندری، میکروزوم‌ها، غشاهای هسته و فاگوسیت‌ها صورت می‌گیرد (Halliwell and Gutteridge, 1996; Matés, 2000). مقادیر بالا و یا حذف نامناسب ROS منجر به استرس اکسیداتیو می‌شود که ممکن است عامل اختلالات متابولیکی شدید باشد و درنهایت سلامت ماهی را تحت تأثیر قرار دهد (Puangkaew et al., 2005).

ماهیان برای محافظت از سلول‌های خود در برابر آسیب‌های ناشی از ROS دو سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی اصلی دارند، سیستم غیر آنزیمی (ویتامین‌ها و مولکول‌های دیگر مانند گلوتاتیون) و سیستم آنزیمی. ارتقای سیستم غیر آنزیمی با استفاده از ویتامین ها مثل ویتامین E و C بسیار مرسوم می باشد. عملکرد ویتامین E به عنوان یک آنتی‌اکسیدان زنجیره‌شکن، واکنش با رادیکال‌های پراکسید چربی و جلوگیری از واکنش‌های زنجیره‌ای پراکسیداسیون می باشد (Atalah et al., 2012). در سیستم آنزیمی افزایش فعالیت آنزیمهای آنتی‌اکسیدانی موجب محدود و مهار شدن فعالیت رادیکالهای آزاد می گردد (Puangkaew et al., 2005).

۱. Jaundice

۲. Reactive oxygen species

اطلاعات در رابطه با پراکسیداسیون چربی در شرایط *in vivo* و دفاع آنتی اکسیدانی در ماهیان خاویاری بسیار محدود می باشد. از اینرو هدف مطالعه حاضر بررسی سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی در لارو تاسماهی ایرانی در رابطه با منابع روغنی غنی‌شده در آرتمیا و ویتامین E و همچنین بهبود رشد و مقاومت به استرس و تولید لاروهای با کیفیت و سالم می باشد.

مواد و روش‌ها

لاروهای تاسماهی ایرانی از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجائی ساری تهیه شدند و به سالن تکثیر و پرورش ماهی دانشکده علوم دریائی دانشگاه تربیت مدرس در شهرستان نور انتقال یافتند. سپس به صورت تصادفی در مخازن ۹۰ لیتری فایبرگلاس به میزان ۸۰ عدد لارو در هر مخزن توزیع شدند. حجم آبگیری ۲۰ لیتر بود. میانگین وزن اولیه لاروها ۰±۵۱ میلی‌گرم بود. لاروها ابتدا به مدت ۵ روز با شرایط جدید سازگار شدند و در این مدت با ناپلی آرتمیای[۳] غنی‌نشده، تغذیه شدند. سپس تغذیه با ۵ تیمار مختلف به مدت ۱۷ روز انجام شد. تیمارها شامل ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (گروه شاهد، C)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا و ۱۵ درصد وزنی ویتامین E (S15) و غنی‌شده با روغن سویا و ۳۰ درصد وزنی ویتامین E (S30)، آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی و ۱۵ درصد وزنی ویتامین E (F15) و روغن ماهی و ۳۰ درصد وزنی ویتامین E (F30) بودند. دمای آب در طول دوره پرورش حدود ۱±۱۹ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۳±۸/۵ میلی‌گرم در لیتر و pH ۰/۱±۷/۵ بود و لاروها تحت رژیم نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در طی یک شبانه روز قرار داشتند.

تخم‌گشایی سیست آرتمیا در انکوباتورهای یک لیتری و شرایط کشت استاندارد (تراکم ۲ گرم سیست در یک لیتر آب، شوری ۳۵ گرم در لیتر و دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد) انجام شد (Sorgeloos et al., 1986). روغن ماهی کیلکا از شرکت تعاونی تولیدی پودر و روغن ماهی بابلسر، مازندران و روغن سویا از کارخانه خوراک دام و آبزیان ساری، مازندران تهیه شدند. ویتامین E (all-rac-α-Tocopheryl acetate) مربوط به شرکت Merck آلمان بود. ویتامین E به صورت درصد وزنی روغن (w/w) به محلول غنی‌سازی اضافه شد. غنی سازی با دوز ۰/۵ میلی لیتر از محلول غنی سازی به ازای هر لیتر آب انکوباتور انجام شد و بعد از ۱۲ ساعت غنی سازی، آرتمیا مورد تغذیه لارو ماهی قرار گرفت (Leger et al., 1987). لاروها روزانه در ۴ نوبت، تا حد اشباع و در ساعات مشخص (۸ صبح، ۱۲ ظهر، ۴ عصر و ۸ شب) غذادهی شدند.

در انتهای دوره، نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی انجام شد و نمونه‌ها بلافاصله به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. سپس برای انجام آزمون استرس در معرض‌گذاری هوا[۴] تعداد ۷ قطعه از ماهیان هر تکرار در یک سبد پلاستیکی در داخل آب قرار گرفتند و به مدت یک دقیقه سبدها بیرون از آب نگه داشته و سپس وارد آب مخزن پرورش شدند (Carey and McCormick, 1998). برای استرس شوری تعداد ۱۰ قطعه از ماهیان هر تکرار از آب شیرین به صورت ناگهانی به مخازن محتوی آب دریای خزر با شوری ۱۲ ppt منتقل شدند و تلفات به مدت ۳ روز ثبت گردید (Jalali et al., 2008).

۳. *Artemia franciscana*

۴. Air exposure

میزان ویتامین E بدن لاروهای تاسماهی ایرانی به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا HPLC[۵] (Knauer، آلمان) و با آشکارساز فلورسانس (RF-10AXL، Shimadzu، ژاپن) تعیین شد (Huo et al., 1996). ستون کاربردی دستگاه ODS با طول و قطر داخلی ۴/۶ mm × ۲۵۰ بود. شناسایی ویتامین E با توجه به زمان بازداری و محاسبه مقدار آن با مقایسه سطح زیر پیک نمونه ها و استانداردهای تزریق شده انجام شد.

برای سنجش آنزیمهای آنتی اکسیدانی بافت ماهیچه با نسبت (۱:۱۰، حجم/وزن) در بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی مولار، KCl ۱۰۰ میلی مولار و EDTA یک میلی مولار با pH ۷,۴ هموژن شد. نمونه هموژن شده با g ۱۰۰۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و سوپرناتانت برای سنجش فعالیت آنزیم‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Atli and Canli, 2010). فعالیت اختصاصی آنزیم کاتالاز (CAT) با استفاده از H_2O_2 به عنوان سوبسترا انجام شد (Aebi, 1984). سنجش فعالیت اختصاصی سوپراکسید دیسموتاز (SOD) بر پایه توانایی آن در بازداری از احیای Nitroblue tetrazolium به وسیله سوپراکسید صورت گرفت (Winterbourn et al., 1975). فعالیت اختصاصی آنزیم گلوتاتیون S-ترانسفراز (GST) از طریق تشکیل گلوتاتیون-کلرودی‌نیتروبنزن (CDNB) به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۳۴۰ نانومتر، تعیین شد (Habig et al., 1974). مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA) از طریق رنگ‌سنجی تعیین شد (Kirk and Sawyer, 1991).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه و نرم‌افزار SPSS 16.0 (SPSSInc, Chicago, IL, USA) انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده گردید و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene آزمایش شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اعتماد ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

رشد و بازماندگی

نتایج نشان داد که لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از هر دو نوع روغن ماهی و سویا همراه با ۳۰ درصد ویتامین E (S30 و F30) و گروه شاهد (C) که با ناپلی آتمیای غنی‌نشده تغذیه شده بودند، رشد بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی همراه با ۱۵ درصد ویتامین E (F15) کاهش معناداری را از نظر رشد نسبت به سایر تیمارها نشان داد. ضریب چاقی[۶] و درصد بازماندگی لاروهای تاسماهی ایرانی تفاوت معناداری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد.

۵. High Performance Liquid Chromatography

۶ Condition Factor (CF)

جدول ۱ عملکرد رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده با تیمارهای مختلف آرتمیا بعد از ۱۷ روز پرورش

پارامترهای رشد	تیمارهای مختلف				
	C	S15	S30	F15	F30
وزن نهایی (mg)	۱۹۰,۰۰±۱۰,۰۰^{a}	۱۸۳,۳۳±۱۵,۲۷^{ab}	۲۰۳,۳۳±۱۵,۲۷^{a}	۱۶۰,۰۰±۱۰,۰۰^{b}	۱۹۶,۶۷±۱۵,۲۷^{a}
ضریب چاقی	۰,۳۵±۰,۰۲	۰,۳۹±۰,۰۰	۰,۳۸±۰,۰۲	۰,۳۶±۰,۰۲	۰,۳۹±۰,۰۱
درصد افزایش وزن	۲۷۲,۵۴±۱۹,۶۰^{a}	۲۵۹,۴۷±۲۹,۹۵^{ab}	۲۹۸,۶۹±۲۹,۹۵^{a}	۲۱۳,۷۲±۱۹,۶۰^{b}	۲۸۵,۶۲±۲۹,۹۵^{a}
نرخ رشد ویژه	۵,۹۷±۰,۲۳^{a}	۵,۸۰±۰,۳۷^{a}	۶,۲۷±۰,۳۳^{a}	۵,۱۹±۰,۲۸^{b}	۶,۱۲±۰,۳۵^{a}
درصد بازماندگی	۹۶,۳۳±۱,۵۲	۹۶,۳۳±۱,۵۲	۹۷,۳۳±۱,۵۲	۹۵,۹۶±۱,۵۲	۹۸,۶۶±۱,۵۲

ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (C)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا و ۱۵ درصد ویتامین E (S15) و غنی‌شده با روغن سویا و ۳۰ درصد ویتامین E (S30)، آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی و ۱۵ درصد ویتامین E (F15) و روغن ماهی و ۳۰ درصد ویتامین E (F30). میانگین وزن اولیه لاروها ۵۱ میلی‌گرم بود. مقدارهای مختلف پارامترهای رشد (mean ± SD) با حروف متفاوت از لحاظ آماری دارای اختلاف معنادار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$).

ضریب چاقی (CF) = (وزن بر حسب گرم / (طول بر حسب سانتی‌متر)$^{-3}$) × ۱۰۰.

درصد افزایش وزن = (وزن نهایی – وزن اولیه) / وزن اولیه × ۱۰۰.

نرخ رشد ویژه (SGR, % day^{-1}) = (Ln وزن نهایی – Ln وزن اولیه) / (تعداد روزهای پرورش) × ۱۰۰.

درصد بازماندگی = (تعداد اولیه ماهیان – تعداد ماهیان تلف شده) / (تعداد اولیه ماهیان) × ۱۰۰.

میزان ویتامین E

بیشترین میزان ویتامین E لاشه در لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن سویا و ویتامین E (S15 و S30) و کمترین میزان ویتامین E لاشه در لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی و ویتامین E (F15 و F30) و لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (گروه شاهد) مشاهده شد (جدول ۲).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

فعالیت اختصاصی آنزیم کاتالاز با اینکه در تیمار تغذیه شده با F15 بالاترین میزان و در تیمار تغذیه شده با S30 کمترین میزان را نشان داد، از لحاظ آماری تفاوت‌ها معنادار نبودند (جدول ۲). فعالیت اختصاصی آنزیم SOD در تیمار شاهد بالاترین میزان را نشان داد. همچنین تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی و ویتامین E نسبت به تیمارهای تغذیه شده با روغن سویا و ویتامین E، فعالیت بالاتری را نشان دادند و کمترین فعالیت آنزیم SOD در تیمار تغذیه شده با S30 مشاهده شد. آنزیم GST در تیمار شاهد و تیمارهای تغذیه شده با F15 و F30 فعالیت اختصاصی بالایی را نشان داد.

مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA)

بیشترین مقدار TBA در لاروهای تیمار شاهد که از ناپلی آرتمیای غنی‌نشده تغذیه شده بودند، مشاهده شد. مقدار TBA در بین تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده تفاوت معناداری را نشان نداد.

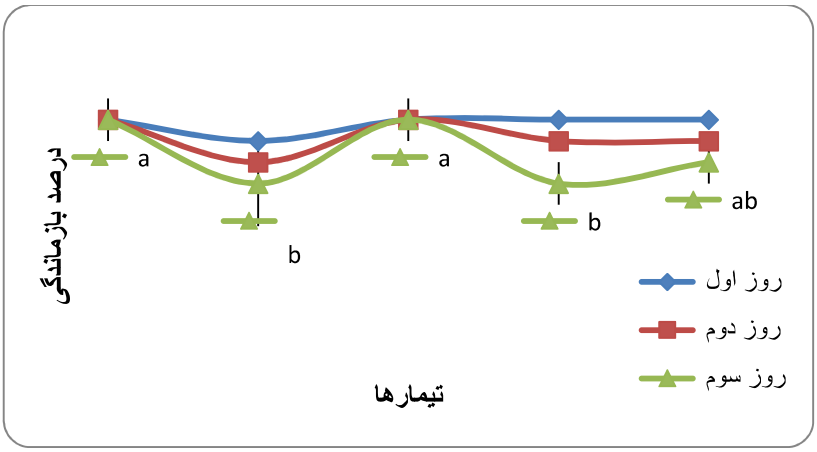
جدول ۲ محتوای ویتامین E (µg/g وزن مرطوب)، فعالیت اختصاصی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (U mg^{-1} protein) و مقدار TBA (mg/kg بافت) در لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده با تیمارهای مختلف آرتمیا

پارامترها	تیمارهای مختلف				
	C	S15	S30	F15	F30
ویتامین E	۱۸,۵۷±۱,۲۷^{b}	۲۳,۸۹±۱,۳۶^{a}	۲۴,۱۷±۱,۳۸^{a}	۱۸,۵۹±۱,۱۶^{b}	۲۰,۶۱±۰,۷۱^{b}
CAT	۶,۷۳±۰,۷۰	۸,۱۳±۱,۵۵	۶,۴۷±۱,۲۹	۸,۷۶±۰,۹۶	۶,۹۳±۰,۸۳
SOD	۳۲۴,۳۹±۶۵,۸۳^{a}	۲۲۰,۰۶±۴۵,۳۶^{b}	۸۸,۸۴±۱۰,۴۷^{c}	۲۷۶,۷۲±۲۵,۶۶^{ab}	۲۵۰,۱۵±۲۴,۳۵^{ab}
GST	۱۳,۳۹±۱,۹۶^{a}	۸,۳۷±۰,۴۸^{b}	۹,۹۳±۰,۹۴^{b}	۱۳,۸۲±۲,۰۵^{a}	۱۳,۴۸±۲,۲۴^{a}
TBA	۰,۰۲۷±۰,۰۰۱^{a}	۰,۰۱۱±۰,۰۰۳^{b}	۰,۰۱۲±۰,۰۰۱^{b}	۰,۰۱۴±۰,۰۰۱^{b}	۰,۰۱۴±۰,۰۰۱^{b}

ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (C)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا و ۱۵ درصد ویتامین E (S15) و غنی‌شده با روغن سویا و ۳۰ درصد ویتامین E (S30)، آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی و ۱۵ درصد ویتامین E (F15) و روغن ماهی و ۳۰ درصد ویتامین E (F30). CAT: کاتالاز، SOD: سوپراکسید دیسموتاز، GST: گلوتاتیون S-ترانسفراز. مقدارهای مختلف پارامترها (mean ± SD) با حروف متفاوت از لحاظ آماری دارای اختلاف معنادار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

مقاومت به استرس‌های شوری و در معرض‌گذاری هوا

مقاومت به استرس شوری ۱۲ ppt در روزهای اول و دوم استرس در بین تیمارهای مختلف لاروهای تاسماهی ایرانی هیچ تفاوت معناداری را نشان نداد. در روز سوم استرس، بالاترین مقاومت در تیمار شاهد، تیمار تغذیه شده با S30 و پس از آن‌ها در تیمار تغذیه شده با F30 مشاهده شد (نمودار ۱). مقاومت به استرس در معرض‌گذاری هوا در بین تیمارهای مختلف لاروهای تاسماهی ایرانی هیچ تفاوت معناداری را نشان نداد (نمودار ۲).



نمودار ۱. درصد بازماندگی لاروهای تاسماهی ایرانی در شوری ۱۲ ppt. ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (C)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا و ۱۵ درصد ویتامین E (S15) و غنی‌شده با روغن سویا و ۳۰ درصد ویتامین E (S30)، آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی و ۱۵ درصد ویتامین E (F15) و روغن ماهی و ۳۰ درصد ویتامین E (F30). درصدهای بازماندگی (mean ± SD) با حروف متفاوت از لحاظ آماری دارای اختلاف معنادار می‌باشند (P<۰/۰۵).

نمودار ۲. درصد بازماندگی لاروهای تاسماهی ایرانی در زمان استرس در معرض‌گذاری هوا. ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (C)، آرتمیای غنی‌شده با روغن سویا و ۱۵ درصد ویتامین E (S15) و غنی‌شده با روغن سویا و ۳۰ درصد ویتامین E (S30)، آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی و ۱۵ درصد ویتامین E (F15) و روغن ماهی و ۳۰ درصد ویتامین E (F30).

بحث

نتایج نشان داد که لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده (F30 و S30) و گروه شاهد (C) رشد بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. این بدان معنی است که ناپلی آرتمیای غنی‌نشده به دلیل داشتن ذخایر زرده ای می‌تواند برای لارو تاسماهی ایرانی غذایی مناسب باشد و شاید نیازی به غنی‌سازی ندارد، بنابراین بدون غنی‌سازی هم می‌توان از ناپلی آرتمیا استفاده نمود. ماهیان سوکلا[۷] جوان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ویتامین E به طور معناداری رشد و بازماندگی بیشتری را نسبت به آن‌هایی که با جیره پایه تغذیه شده بودند، نشان می‌دهند (Zhou et al., 2012). پارامترهای رشد و ضریب‌های استفاده از غذا در فیل‌ماهی[۸] جوان تغذیه شده با جیره تکمیل نشده با ویتامین E نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره‌های تکمیل شده با ویتامین E به طور معناداری پایین تر بود (Falahatkar et al., 2012). همچنین Safarpour Amlashi و همکاران (2011) دریافتند که ویتامین E یک ماده مغذی ضروری برای رشد طبیعی فیل‌ماهی می‌باشد. رشد لارو فیل‌ماهی تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با ویتامین E و HUFA بالاتر بود در حالیکه بازماندگی تفاوت معناداری را بین تیمارها نشان نداد (Jalali et al., 2008). بیشترین میزان رشد *Acipenser naccarii* وقتی که جیره حاوی هردوی روغن ماهی و ویتامین E بود، مشاهده شد (Agradi et al., 1993).

در لاروهای تاسماهی ایرانی تغذیه شده با تیمارهای غنی‌شده، ماهیان تغذیه شده با جیره‌های S30 و F30 عملکرد بهتری از نظر رشد نسبت به سایر تیمارهادارند، پس می‌توان نتیجه گرفت که لارو تاسماهی ایرانی می‌تواند از هردوی روغن های حیوانی و گیاهی استفاده کند. این ممکن است به این دلیل باشد که ویتامین E در بهبود عملکرد هردوی روغن‌های حیوانی و گیاهی موثر بوده است. دلیل دیگر می تواند این باشد که لارو تاسماهی ایرانی توانایی طویل‌سازی و غیراشباع‌سازی اسیدهای چرب لینولئیک و آلفا- لینولنیک به آراشیدونیک اسید، DHA و EPA را دارد که قبلاً در فیل‌ماهی (Hosseini et

۷. *Rachycentron canadum*

۸. *Huso huso*

al., 2010) تاسماهی روس[۹] جوان (Sener et al., 2005) و همچنین تاسماهی سفید[۱۰] (Deng et al., 1998) اثبات شده است.

Atalah و همکاران (2012) نشان دادند که در سطوح متوسط HUFA جیره، افزایش ویتامین E از سطح متوسط به سطح بالا، عملکرد رشد لارو سیم دریایی سرطلایی[۱۱] را بهبود می‌بخشد. در مطالعه حاضر نیز عملکرد رشد در لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با افزایش میزان ویتامین E از ۱۵ درصد به ۳۰ درصد به طور معناداری بهبود پیدا کرد. در این مطالعه دلیل رشد کمتر لاروهای تغذیه شده با F15 می‌تواند افزایش استرس پراکسیداسیون باشد زیرا سطح پایین ویتامین E و وجود HUFA ممکن است موجب افزایش اکسیداسیون در لاروهای این تیمار شده باشد. Tocher و همکاران (2003) دریافتند که افزایش استرس پراکسیداسیون در halibut[۱۲] ممکن است دلیل رشد و بازماندگی کمتر در مقایسه با turbot[۱۳] و مخصوصاً سیم دریایی باشد. در سیم دریایی جوان، تغذیه با جیره حاوی کمترین مقدار ویتامین E منجر به کاهش بازماندگی و رشد شد (Tocher et al., 2002).

Rainuzzo و همکاران (1994) رابطه‌ای بین سطوح n-3 HUFA در غذای زنده استفاده شده توسط لارو turbot و رشد لارو پیدا نکردند که در این مطالعه نیز تفاوتی بین رشد گروه شاهد و تیمارهای تغذیه شده با S30 و F30 مشاهده نشد درحالیکه سطوح متفاوتی از n-3 HUFA را از طریق تغذیه با آرتمیا دریافت کرده بودند. Imanpoor و همکاران (2011) نیز مشاهده کردند که n-3 HUFA جیره هیچ اثری روی رشد تاسماهی ایرانی جوان ندارد چون حتی با مقدار کم n-3 HUFA جیره، می‌تواند از روغن کانولا در جیره‌ها به خوبی استفاده کند و طویل‌سازی C18:3n-3 به EPA و DHA را انجام دهد.

غنی‌سازی آرتمیا با ویتامین E اثر معناداری روی رشد و بازماندگی لارو walleye[۱۴] نداشت (Kolkovski et al., 2000). همچنین هیچ تفاوت معناداری در رشد ماهی آزاد ترانس‌ژنیک coho[۱۵] در رابطه با ویتامین E جیره، مشاهده نشد (Huang et al., 2004). نتایج مختلف ممکن است به دلیل عواملی همچون گونه، سن، اثر متقابل مواد مغذی جیره مانند آستازانتین، سلنیم و ویتامین C و همچنین شرایط آب و شرایط پرورش باشد.

در این پژوهش میزان ویتامین E در تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی نسبت به روغن سویا کمتر بود، بنابراین استفاده از روغن ماهی جهت غنی‌سازی آرتمیا نیاز به ویتامین E را در لارو تاسماهی ایرانی افزایش می‌دهد. این افزایش ممکن است ناشی از کاهش جذب آلفا- توکوفرول به دلیل افزایش اکسیداسیون و تخریب ویتامین E در جیره غذایی و لوله گوارش، کاهش نسبت آلفا- توکوفرول به اسیدهای چرب چند غیراشباع در بدن ماهی (Bieri and Poukka, 1970; Evarts and Bieri, 1974) و همچنین افزایش اکسیداسیون در لاروهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی به خاطر وجود HUFA در این روغن باشد. سطوح ویتامین E در فیله و کبد ماهی آزاد اقیانوس اطلس انعکاسی از سطح آن در جیره بود و بیشتر به وسیله n-3 HUFA جیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Waagbø et al., 1991). ویتامین E کبد گربه ماهی کانالی[۱۶] با افزایش ویتامین E جیره،

۹. *Acipenser gueldenstaedtii*

۱۰. *Acipenser transmontanus*

۱۱. *Sparus aurata*

۱۲. *Hippoglossus hippoglossus*

۱۳. *Scophthalmus maximus*

۱۴. *Stizostedion vitreum*

۱۵. *Oncorhynchus kisutch*

۱۶. *Ictalurus punctatus*

افزایش می‌یابد اما با افزایش سطوح روغن ماهی کاهش می‌یابد (Lim et al., 2010).

کاهش میزان ویتامین E جیره منجر به کاهش سطوح ویتامین E بافت در ماهیان دریایی جوان سه گونه turbot ، halibut و sea bream می‌شود (Tocher et al., 2002). در این پژوهش نیز تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیای غنی‌نشده (گروه شاهد) سطح کمتری از ویتامین E را نسبت به تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن سویا و ویتامین E نشان داد.

فعالیت آنزیم‌های SOD و GST عموماً انعکاسی از سطوح ویتامین E جیره و بافت ماهی می‌باشد، به طوری که بیشترین فعالیت در ماهیان تغذیه شده با کمترین سطح ویتامین E یعنی تیمار شاهد و تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی و ویتامین E (F15 و F30) مشاهده شد. کاهش تولید و میزان دسترسی به سوبسترای O_2^- در پاسخ به اضافه کردن ویتامین E ممکن است دلیل کاهش فعالیت SOD در تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن سویا و ویتامین E بخصوص تیمار تغذیه شده با S30 باشد که کمترین فعالیت آنزیم SOD در این تیمار مشاهده شده است. Tocher و همکاران (2002) نیز مشاهده کردند که کاهش میزان ویتامین E جیره منجر به کاهش سطوح ویتامین E بافت و عموماً فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کبد و سطوح بالاتر پراکسیدهای چربی می‌شود.

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن ماهی و ویتامین E نسبت به تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن سویا و ویتامین E فعالیت اختصاصی بالاتری را نشان دادند. بنابراین وقتی که روغن ماهی جهت غنی‌سازی استفاده می‌شود، اکسیداسیون آن هم می‌تواند بیشتر باشد.

کاهش نسبت PUFA به ویتامین E در اثر افزایش سطوح ویتامین E جیره، سطوح تولیدات پراکسیداسیون چربی را در ماهیان دریایی جوان کاهش می‌دهد (Tocher et al., 2002) و با افزایش سطح ویتامین E جیره، TBARS در نوزاد ماهی rohu[1] کاهش پیدا کرد ولی در ماهیان تغذیه تغذیه شده با جیره دارای کمبود ویتامین E ، میزان آن حداکثر بود (Sau et al., 2004). همچنین ماهیان cobia جوان تغذیه شده با جیره پایه به طور معناداری غلظت TBARS بالاتری را در کبد نسبت به آن‌هایی که با جیره-های حاوی ویتامین E تغذیه شده بودند، نشان دادند (Zhou et al., 2012). نتایج این مطالعات با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد مقدار TBA مطابقت دارد به طوری که بیشترین میزان TBA در تیمار شاهد مشاهده شد که با آرتمیای غنی‌نشده تغذیه شده بودند و سطوح کمتری از ویتامین E داشتند. همچنین به دلیل حضور ویتامین E در تیمارهای غنی‌شده، مقدار TBA در لاروهای تغذیه شده با این تیمارها به طور معناداری کمتر از لاروهای تیمار شاهد می‌باشد.

آرتمیای غنی‌شده از HUFA اثرات سودمندی بر تحمل استرس شوری در لارو تاسماهی ایرانی و فیل‌ماهی دارد (Noori et al., 2011). افزایش مقاومت می‌تواند نتیجه بهبود وضعیت تغذیه ای یا اثرات ویژه HUFA روی عملکرد غشا و مکانیسم‌های تنظیم اسمزی باشد (Palacios et al., 2004). همچنین قابلیت تراوایی یون‌ها می‌تواند به وسیله اسیدهای چرب غشا تحت تأثیر قرار گیرد، افزایش محتوی DHA در غشا می‌تواند آن را نسبت به ترشح Na^+ نفوذپذیرتر سازد (Di Costanzo et al., 1983; Hulbert and Else, 1999; Turner et al., 2003). اضافه کردن ویتامین‌های C، E و C+E به HUFA در غنی‌سازی آرتمیا

۱. *Labeo rohita*

به طور معناداری مقاومت فیل‌ماهی جوان را به شوری ppt ۱۲ افزایش می‌دهد و می‌تواند مقاومت این ماهی را تحت شرایط استرس بهبود بخشد (Jalali et al., 2010). پس دلیل مقاومت بالاتر لاروهای تاسماهی ایرانی تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده از روغن و ۳۰ درصد ویتامین E نسبت به روغن و ۱۵ درصد ویتامین E در مقابل استرس شوری در روز سوم استرس در این مطالعه می‌تواند به خاطر وجود مقدار بیشتری از آنتی‌اکسیدان ویتامین E در آرتمیای استفاده شده توسط آن‌ها باشد. ویتامین E غشاهای سلولی را در برابر تولید رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند و به نگهداشتن سیالیت غشای سلولی کمک می‌کند. بنابراین ظرفیت تنظیم اسمزی و فعالیت Na^+/K^+-ATPase در استرس شوری تثبیت می‌شود (Liu et al., 2007). انباشتگی تولیدات اکسیداسیون چربی می‌تواند به DNA آسیب برساند و فعالیت‌های آنزیمی و سیالیت غشا را تغییر دهد (Matés et al., 1999).

در این مطالعه مقاومت به استرس شوری در تیمار تغذیه شده با S30 و F30 نسبت به تیمار شاهد تفاوت معناداری را نشان نداد. Abedian و همکاران (2007) نیز مشاهده کردند که استرس شوری هیچگونه اختلاف معناداری را از نظر بازماندگی بین لاروهای تاسماهی ایرانی تغذیه شده با دافنی غنی‌شده از روغن کبد ماهی کاد و دافنی غنی‌نشده نشان نمی‌دهد.

با توجه به درصد بالای بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی در برابر استرس شوری که در روز سوم نیز در تیمار شاهد بازماندگی لاروها بیشتر از ۹۳ درصد می‌باشد، به نظر می‌رسد لاروهای تاسماهی ایرانی حدوداً یک ماه پس از تفریخ قابلیت تحمل شوری ppt ۱۲ را از طریق تنظیم اسمزی و حفظ تعادل الکترولیتها در محیطهای هایپر اسموتیک داشته باشند، بنابراین توصیه می‌شود که با انجام مطالعات تکمیلی از این توانایی جهت امکان تعیین زمان دقیق تکامل سیستم تنظیم اسمزی لارو تاسماهی ایرانی به منظور دستیابی به زمان سازگاری زیستی لاروها به آب لب‌شور دریای خزر و رهاسازی آن‌ها و در نتیجه امکان ارائه الگویی جدید در شرایط پرورشی به منظور افزایش بهره‌وری در بازسازی ذخایر آن‌ها بهره‌برداری نمود.

در مطالعه حاضر مقاومت به استرس در معرض‌گذاری هوا در تیمارهای تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده و غنی‌نشده از لحاظ آماری اختلاف معناداری را نشان نداد. اسیدهای چرب n-3 و ویتامین E در تنظیم رشد و نیازمندیهای انرژی جهت پاسخ به استرس کمبود اکسیژن[۱] نقش دارند (Agradi et al., 1993). وقتی که لاروهای ۱۵ روزه کفال خاکستری[۲] در یک تست استرس در معرض هوا قرار گرفتند، در ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن ماهی منهادن (Menhaden) (نسبت DHA/EPA بالا) تعداد کمی از تلفات مشاهده گردید و یا تلفات نداشتند ولی ماهیان تغذیه شده با آرتمیای غنی‌نشده تلفات بالایی داشتند (Ako et al., 1994). از طرفی، سطوح ویتامین E در مقاومت لارو سیم دریایی در برابر استرس در معرض‌گذاری هوا اثر معناداری نداشت (Atalah et al., 2012). تفاوت نتایج دیگران با مطالعه حاضر شاید به دلیل کوتاه بودن زمان در معرض‌قرارگیری لاروها با هوا در این مطالعه باشد. شاید زمان یک دقیقه برای اعمال استرس در لارو تاسماهی ایرانی کافی نیست و لاروها باید مدت زمان بیشتری در معرض هوا قرار گیرند.

به طور کلی می‌توان گفت هرچند غنی‌سازی آرتمیا با روغن‌ها و ویتامین E در مقایسه با تیمار شاهد از نظر رشد و بازماندگی و مقاومت به استرس اختلاف ویژه و معناداری را نشان نداد ولی در سایر شاخص‌ها مانند

۱. Hypoxic

۲. *Mugil cephalus*

اکسیداسیون چربی اثرات چشمگیری را نشان داد که ممکن است در دراز مدت اثرات مثبتی بر سلامت و کیفیت لارو تاسماهی ایرانی داشته باشد. بنابراین به منظور بهبود برخی از فاکتورهای فیزیولوژیک لارو و تولید بچه‌ماهیان سالم و با کیفیت می‌توان تغذیه لارو تاسماهی ایرانی را با آرتمیای غنی‌شده از روغن سویا و ۳۰ درصد ویتامین E انجام داد. مطالعه در مورد اثرات استفاده از روغن همراه با سایر ویتامین‌ها و همچنین استفاده از مخلوط روغن‌های گیاهی و جانوری نیز پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Abedian, K. A. A. M., Oveysipour, M. and Nazari, R. 2007. Effects of n3-HUFA enriched *Daphnia magna* on growth, survival, stress resistance, and fatty acid composition of larvae of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences,* 7: 1-14.

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. *Methods Enzymol.,* 105: 121-126.

Agradi, E., Abrami, G., Serrini, G., McKenzie, D., Bolis, C. and Bronzi, P. 1993. The role of dietary n-3 fatty acid and vitamin e supplements in growth of sturgeon (*Acipenser naccarii*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology,* 105: 187-195.

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

Safarpour Amlashi, A., Falahatkar, B., Sattari, M. and Gilani, M. 2011. Effect of dietary vitamin E on growth, muscle composition, hematological and immunological parameters of sub-yearling beluga *Huso huso* L. *Fish and shellfish immunology,* 30: 807-814.

Atalah, E., Hernández-Cruz, C., Ganga, R., Ganuza, E., Benítez-Santana, T., Roo, J., Fernández-Palacios, H. and Izquierdo, M. 2012. Enhancement of gilthead seabream (*Sparus aurata*) larval growth by dietary vitamin E in relation to two different levels of essential fatty acids. *Aquaculture Research,* 43: 1816-1827.

Atli, G. and Canli, M. 2010. Response of antioxidant system of freshwater fish *Oreochromis niloticus* to acute and chronic metal (Cd, Cu, Cr, Zn, Fe) exposures. *Ecotoxicology and Environmental Safety,* 73: 1884-1889.

Bieri, J. and Poukka, R. 1970. In vitro hemolysis as related to rat erythrocyte content of α-tocopherol and polyunsaturated fatty acids. *Journal of Nutrition,* 100: 557-564.

Carey, J. B. and McCormick, S. D. 1998. Atlantic salmon smolts are more responsive to an acute handling and confinement stress than parr. *Aquaculture,* 168: 237-253.

Deng, D., Hung, S. and Conklin, D. 1998. Lipids and fatty acids: White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) require both n-3 and n-6 fatty acids. *Aquaculture,* 161: 333-335.

Di Costanzo, G., Duportail, G., Florentz, A. and Leray, C. 1983. The brush border membrane of trout intestine: influence of its lipid composition on ion permeability, enzyme activity and membrane fluidity. *Molecular Physiology,* 4: 279-290.

Evarts, R. P. and Bieri, J. 1974. Ratios of polyunsaturated fatty acids to α-tocopherol in tissues of rats fed corn or soybean oils. *Lipids,* 9: 860-864.

Falahatkar, B., Amlashi, A. S. and Conte, F. 2012. Effect of dietary vitamin E on cortisol and glucose responses to handling stress in juvenile Beluga *Huso huso*. *Journal of Aquatic Animal Health,* 24: 11-16.

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 olivaceus*. *Aquaculture,* 170: 59-69.

Gapasin, R., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P. and Nelis, H. 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. *Aquaculture,* 162: 269-286.

fed with vitamins C, E, and HUFA-enriched *Artemia urmiana* nauplii. *Fish Physiology and Biochemistry,* 36: 555-564.

Kirk, S. and Sawyer, R. 1991. *Pearson's composition and analysis of foods,* Longman Group Ltd, 634-648.

Kolkovski, S., Czesny, S., Yackey, C., Moreau, R., Cihla, F., Mahan, D. and Dabrowski, K. 2000. The effect of vitamins C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acids-enriched Artemia nauplii on growth, survival, and stress resistance of fresh water walleye *Stizostedion vitreum* larvae. *Aquaculture Nutrition,* 6: 199-206.

Leger, P., Naessens-Foucquaert, E. and Sorgeloos, P. 1987. International Study on Artemia. XXXV. Techniques to manipulate the fatty acid profile in Artemia nauplii and the effect on its nutritional effectiveness for the marine crustacean *Mysidopsis bahia* (M.). *Artemia research and its applications,* 3: 411-424.

Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Shelby, R., Li, M. H. and Klesius, P. H. 2010. Growth performance, vitamin E status, and proximate and fatty acid composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing various levels of fish oil and vitamin E. *Fish Physiology and Biochemistry,* 36: 855-866.

Liu, Y., Wang, W. N., Wang, A. L., Wang, J. M. and Sun, R. Y. 2007. Effects of dietary vitamin E supplementation on antioxidant enzyme activities in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) exposed to acute salinity changes. *Aquaculture,* 265: 351-358.

Matés, J. 2000. Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology,* 153: 83-104.

Matés, J. M., Pérez-Gómez, C. and De Castro, I. N. 1999. Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry,* 32: 595-603.

Mourente, G., Dıaz-Salvago, E., Bell, J. and Tocher, D.R. 2002. Increased activities of hepatic antioxidant defence enzymes in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fed dietary oxidised oil: attenuation by dietary vitamin E. *Aquaculture,* 214: 343-361.

Mourente, G., Díaz-Salvago, E., Tocher, D. R. and Bell, J. 2000. Effects of dietary polyunsaturated

Habig, W. H., Pabst, M. J. and Jakoby, W. B. 1974. Glutathione S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry,* 249: 7130-7139.

Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1996. Lipid peroxidation: a radical chain reaction. In: Free Radicals in Biology and Medicine (Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. eds), Clarendon Press, Oxford, pp. 188–266.

Hosseini, S. V., Abedian-Kenari, A., Rezaei, M., Nazari, R. M., Feás, X. and Rabbani, M. 2010. Influence of the in vivo addition of alpha-tocopheryl acetate with three lipid sources on the lipid oxidation and fatty acid composition of Beluga sturgeon, *Huso huso*, during frozen storage. *Food Chemistry,* 118: 341-348.

Huang, C. H., Higgs, D. A., Balfry, S. K. and Devlin, R. H. 2004. Effect of dietary vitamin E level on growth, tissue lipid peroxidation, and erythrocyte fragility of transgenic coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology,* 139: 199-204.

Hulbert, A. and Else, P.L. 1999. Membranes as possible pacemakers of metabolism. *Journal of Theoretical Biology,* 199: 257-274.

Huo, J. Z., Nelis, H., Lavens, P., Sorgeloos, P. and De Leenheer, A. 1996. Determination of vitamin E in aquatic organisms by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Analytical Biochemistry,* 242: 123-128.

Imanpoor, M. R., Asghari, M. and Asadi, R. 2011. Requirements for n-3 highly unsaturated fatty acids in feeding juvenile Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*) and its effects on growth, carcass quality, and fatty acid composition. *Aquaculture International,* 19: 1035-1046.

Jalali, M. A., Hosseini, S. A. and Imanpour, M. R. 2008. Effect of vitamin E and highly unsaturated fatty acid-enriched *Artemia urmiana* on growth performance, survival and stress resistance of Beluga (*Huso huso*) larvae. *Aquaculture Research,* 39: 1286-1291.

Jalali, M. A., Hosseini, S. A. and Imanpour, M. R. 2010. Physiological characteristics and stress resistance of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles

juveniles. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences,* 29: 1101-1107.

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P., Tackaert, W. and Versichele, D. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture. Ghent University, Belgium, 319 pp.

Tocher, D. R., Mourente, G., Van der Eecken, A., Evjemo, J. O., Diaz, E., Bell, J., Geurden, I., Lavens, P. and Olsen, Y. 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition,* 8: 195-207.

Tocher, D. R., Mourente, G., Van der Eecken, A., Evjemo, J. O., Diaz, E., Wille, M., Bell, J. and Olsen, Y. 2003. Comparative study of antioxidant defence mechanisms in marine fish fed variable levels of oxidised oil and vitamin E. *Aquaculture International,* 11: 195-216.

Turner, N., Else, P. L. and Hulbert, A. 2003. Docosahexaenoic acid (DHA) content of membranes determines molecular activity of the sodium pump: implications for disease states and metabolism. *Naturwissenschaften,* 90: 521-523.

Waagbø, R., Sandnes, K., Sandvin, A. and Lie, Ø. 1991. Feeding three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E to Atlantic salmon (*Salmo salar*). Growth and chemical composition. Fisk.Dir. Skr., Ser. Ernoering, 4(1): 51-63.

Winterbourn, C. C., Hawkins, R., Brian, M. and Carrell, R. 1975. The estimation of red cell superoxide dismutase activity. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine,* 85: 337-341.

Zhang, X. D., Wu, T. X., Cai, L. S. and Zhu, Y. F. 2007. Effects of α-tocopheryl acetate supplementation in preslaughter diet on antioxidant enzyme activities and fillet quality of commercial-size Sparus macrocephalus. *Journal of Zhejiang University Science B,* 8: 680-685.

Zhou, Q. C., Wang, L. G., Wang, H. L., Wang, T., Elmada, C. Z. and Xie, F. J. 2012. Dietary vitamin E could improve growth performance, lipid peroxidation and non-specific immune responses for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition,* 19: 421-429.

fatty acid/vitamin E (PUFA/tocopherol ratio on antioxidant defence mechanisms of juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata* L., Osteichthyes, Sparidae). *Fish Physiology and Biochemistry,* 23: 337-351.

Noori, F., Takami, G., Van Speybroeck, M., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P. 2011. Feeding *Acipenser persicus* and *Huso huso* (Acipenseriformes) larvae with *Artemia urmiana* nauplii enriched with HUFA and vitamin C: II. Effect on tolerance to shock exposure of environmental factors. *Journal of Applied Ichthyology,* 27: 787-795.

Palace, V., Majewski, H. and Klaverkamp, J. 1993. Interactions among antioxidant defenses in liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to cadmium. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 50: 156-162.

Palacios, E., Bonilla, A., Luna, D. and Racotta, I. S. 2004. Survival, Na^+/K^+-ATPase and lipid responses to salinity challenge in fed and starved white pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. *Aquaculture,* 234: 497-511.

Puangkaew, J., Kiron, V., Satoh, S. and Watanabe, T. 2005. Antioxidant defense of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to dietary n-3 highly unsaturated fatty acids and vitamin E contents. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology,* 140: 187-196.

Rainuzzo, J. R., Reitan, K. I., Jørgensen, L. and Olsen, Y. 1994. Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsions of different lipid classes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology,* 107: 699-710.

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.

Sau, S., Paul, B., Mohanta, K. and Mohanty, S. 2004. Dietary vitamin E requirement, fish performance and carcass composition of rohu (*Labeo rohita*) fry. *Aquaculture,* 240: 359-368.

Sener, E., Yildiz, M. and Savas, E. 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 3, No. 2, Summer 2014

Effects of enriched *Artemia* with fish and soybean oils supplemented with vitamin E on growth, stress resistance, antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae

Mahdi Naderi Kooshk[1] and Abdolmohammad Abedian Kenari[2*]

1- M.Sc graduated of Aquaculture, Aquaculture Department, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor.
2- Associate Prof., Aquaculture Department, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor.

Received: 15/02/2014 Accepted: 16/08/2014

* Corresponding author: aabedian@modares.ac.ir

Abstract:

The aim of the present study was to evaluate the effects of enriched *Artemia* with fish and soybean oils supplemented with vitamin E on growth performance, stress resistance, antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. Five experimental diets including non-enriched *Artemia* (control diet), *Artemia* enriched with soybean oil supplemented with 15 or 30% vitamin E (S15 and S30 diets) and fish oil supplemented with 15 or 30% vitamin E (F15 and F30 diets) were used. The larvae were fed to apparent satiation for 17 days. The results indicated that fish fed enriched *Artemia* had no significant differences compared with control group in terms of growth and survival, but increase in vitamin E levels from 15 to 30 % improved growth performance and resistance to salinity stress. Vitamin E content in fish fed S15 and S30 diets was significantly higher compared with the other treatments. Antioxidant enzymes activity in fish fed non-enriched *Artemia*, F15 and F30 diets were higher. The highest TBA value was observed in fish fed non-enriched *Artemia*. The results demonstrated that the addition of vitamin E to the fish and soybean oils for *Artemia* enrichment could reduce oxidation of oils and beneficial for the health and quality of larvae. In conclusion, enrichment of *Artemia* with soybean oil supplemented with 30 % vitamin E (S30 diet) is recommended for feeding Persian sturgeon larvae.

Keywords: Persian sturgeon, vitamin E, stress, lipid peroxidation, antioxidant enzymes