تأثیر نوع غنی‌ساز و مدت زمان آن بر محتوای غذایی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*)

شهرام دادگر*[۱]، محمود حافظیه[۱]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۹-۱۴۹۶۵

تاریخ دریافت: ۲ تیر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۶ آبان ۱۳۹۳

چکیده

آرتمیا موجودی است که به عنوان غذای زنده در آبزی پروری کاربردهای فراوانی دارد ولی در حالت طبیعی از لحاظ اسیدهای چرب غیر اشباع ارزش غذایی چندانی نداشته و لذا باید غنی سازی شود. در این مطالعه، تأثیر اسیدهای چرب فوق غیر اشباع، سطوح مختلف ویتامین ث و زمان‌های مختلف بر ترکیب بیوشیمیایی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*) مورد بررسی قرار گرفت. سیست آرتمیا ارومیانا در شرایط استاندارد تفریخ و توسط یک امولسیون تجاری و یک روغن ماهی داخلی همراه با سه سطح ویتامین ث طی دو زمان غنی‌سازی و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد فریز و سپس میزان ویتامین ث و اسیدهای چرب آن‌ها مورد آنالیز قرار گرفتند (دو فاکتور اصلی منابع روغنی تجاری ICES30/4 و یک نوع روعن داخلی از تخمدان ماهی خاویاری، سه سطح ویتامین ث ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ و دو زمان جداگانه غنی سازی، ۱۲ و ۲۴ ساعت جمعاً ۲۴ تیمار هر یک با سه تکرار). نتایج نشان داد که تجمع ویتامین ث و اسیدهای چرب به‌خصوص انواع فوق غیر اشباع در ناپلیوس آرتمیای غنی شده با هر دو روغن به‌شکل معنی‌داری نسبت به گروه کنترل افزایش داشته است ($P<0/05$)، هر چند در امولسیون تجاری مکمل شده با ۲۰٪ ویتامین ث بهتر از روغن ماهی خاویاری بود همچنین عملکرد در گروه ۲۴ ساعت غنی‌سازی بسیار بهتر از ۱۲ ساعت غنی‌سازی بود ($P<0/05$).

کلمات کلیدی: آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*)، مدت زمان غنی سازی، مواد غنی‌ساز، زمان غنی‌سازی.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). shdadgar@ifro.ir

مقدمه

اسید آسکوربیک (یک شکل از ویتامین ث) یکی از ترکیبات ضروری افزودنی به غذا چه در شکل غذاهای فرموله و چه در غذاهای زنده می‌باشد (Merchie *et al.,* 1995c). تحقیقات اخیر روی اثر این ویتامین بر رشد لاروی و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی، تأیید کننده اهمیت این ترکیب غذایی به‌ویژه در دوره لاروی است (Merchie et al., 1995b; Hari and Kurup, 2002; Moe *et al.*, 2005). ویتامین ث به‌شکل مستقیم به غذاهای فرموله افزوده می‌شود ولی در مورد غذاهای زنده باید از روش‌های غنی‌سازی برای افزودن این ویتامین به موجود استفاده نمود. روش‌های غنی‌سازی در غذاهای زنده از جمله روتیفر و آرتمیا و استفاده از شکل خاصی از ویتامین ث محلول در چربی (آسکوربیل پالمیتات AP که لیپوفیلیک مشتقی از آسکوربیک اسید و شکل پایداری از ویتامین ث است) تثبیت شده است. سالن‌های هچری آبزیان از این روش غنی‌سازی برای افزایش میزان ویتامین مورد نظر در غذای زنده و متعاقب آن لارو آبزی استفاده می‌کنند. همچنین به‌دلیل کمبود برخی از اسیدهای چرب غیر اشباع در آرتمیا تاکید شده است که آرتمیا به‌عنوان غذای زنده در آبزی پروری و به‌خصوص در مراحل لاروی، با اسیدهای چرب غیر اشباع امگا سه در مورد آبزیان آب شور و امگا شش برای انواع آب شیرین غنی شوند (حافظیه و حسین پور، ۱۳۸۹).

هدف از این مطالعه تعیین اثر ویتامین ث به شکل AP با درصدهای مختلف همراه با روغن‌های حاوی اسیدهای چرب غیر فوق اشباع بر ارزش غذایی ناپلیوس آرتمیا و تعیین تأثیر اسیدهای چرب غیر اشباع با ویتامین ث بر میزان ویتامین ث و اسیدهای چرب در ناپلیوس آرتمیا بود.

مواد و روش‌ها

سیست آرتمیا ارومیانا در شرایط انکوباسیون استاندارد (دمای آب ۲۸ درجه سانتی‌گراد، شوری ۳۰ گرم در لیتر، pH=۸ و شدت نور ۲۰۰۰ لوکس)(Van Sttapen, 1996) در تانک‌های مخروطی ۳۰۰ لیتری با هوادهی شدید تفریخ شدند و بعد از ۲۴ ساعت با کمک روش جذب نوری ناپلیوس‌ها جمع آوری، شسته و بلافاصله به ۳۹ عدد ظروف غنی‌ساز مخروطی ۲ لیتری (۳۰۰ ناپلیوس در هر میلی لیتر آب)، محتوی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر روغن‌های مورد استفاده (امولسیون ICES30/4 و روغن تخمدان ماهی خاویاری) و درصدهای مختلف آسکوربیل پالمیتات (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) به‌عنوان ویتامین ث محلول در چربی منتقل شدند و با استفاده از روش استاندارد غنی‌سازی (Von Elert, 2002) به‌مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت غنی شدند اختصار ICES30/4 :10:12 به‌معنی استفاده از امولسیون تجاری با ۱۰ درصد مکمل ویتامین ث و ۱۲ ساعت غنی‌سازی و به‌ترتیب تا ICES30/4 :30:24 که به‌معنی استفاده از امولسیون تجاری با ۳۰ درصد مکمل ویتامین ث و ۲۴ ساعت غنی‌سازی و اختصار Sturgeon :10:12 به‌معنی استفاده از روغن تخمدان ماهی خاویاری با ۱۰ درصد مکمل ویتامین ث و ۱۲ ساعت غنی‌سازی به ترتیب تا Sturgeon :30:24 به‌معنی استفاده از روغن تخمدان ماهی خاویاری با ۳۰ درصد مکمل ویتامین ث و ۲۴ ساعت غنی‌سازی می‌باشد. ICES30/4 یک امولسیون تجاری ساخت شرکت INVE کشور بلژیک است که به‌دلیل وجود اسیدهای چرب امگا ۳ بالا

(DHA و EPA) با روغن تخمدان ماهی خاویاری که یک روغن ماهی با قابلیت تولید آسان در سالن‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری و میزان بالای EPA و ARA است، قابل مقایسه می‌باشد. محلول غنی‌ساز با امولسیون پلی سوربات روغن‌ها و آب شیرین طبق روش (Ako *et al*., 1994) و سپس اضافه کردن میزان درصد آسکوربیل پالمیتات نسبت به کل میزان محلول به‌صورت روزانه آماده شد تا در طی روزهای آزمایش محلول غنی‌ساز تازه در اختیار باشد. تیمارهای آرتمیا غنی شده شامل: آرتمیا غنی شده با ICES30/4 به‌ترتیب همراه با ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آسکوربیل پالمیتات طی دو زمان غنی‌سازی ۱۲ و ۲۴ ساعت (شش گروه)، آرتمیا غنی شده با روغن تخمدان ماهی خاویاری با همان درصدهای آسکوربیل پالمیتات طی دو زمان غنی‌سازی ۱۲ و ۲۴ ساعت (شش گروه) و یک گروه کنترل که ناپلیوس آرتمیا غنی نشده و گرسنه بود. همه تیمارهای آزمایشی و کنترل با سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفته و سپس میزان چربی کل، پروتئین، ویتامین ث و اسیدهای چرب در آن‌ها اندازه‌گیری شد. در پایان ۱۲ و ۲۴ ساعت غنی‌سازی بخشی از نمونه‌های هر تکرار تیمارها به تانک نیتروژن -۸۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شد تا در زمان آزمایشات مورد آنالیز قرار گیرند. میزان ویتامین ث با کمک دستگاه HPLC مدل Kenauer اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری اسیدهای چرب با استخراج چربی از آرتمیا از طریق فرآیند صابونی شدن با ۲ گرم NaOH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول (Folch *et al*., 1957) و آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب (FAME) به‌وسیله ترانس استریفیکاسیون با بور نیتروفلوراید (BF3) در متانول (Metacalf and Schmitz, 1961) و اندازه‌گیری FAME با کمک دستگاه GC مدل DANI-1000 و دتکتور FID انجام گرفت. ستون مورد استفاده BPX 70 با طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر بود و از گاز هلیم به‌عنوان ناقل و تحت فشار ۱۰۰ کیلو پاسکال استفاده شد. دمای دتکتور و انژکتور به‌ترتیب ۲۶۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب و شیب دمایی ۱۸۳ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه با افزایش ۴ درجه در هر دقیقه، تا مرز ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد رسانده و به مدت ۲۰ دقیقه در این دما نگهداشته شد. سپس منحنی‌های به‌دست آمده از اسیدهای چرب مختلف بر روی مونیتور اتصالی به دستگاه TGC با استاندارد داخلی C18:0 مقایسه گردید.

به‌منظور تحلیل آماری داده‌ها از آنالیز واریانس سه فاکتوریل استفاده شد و برای مقایسه میانگین گروه‌های تیماری که دارای اختلاف معنی‌دار بودند، از آزمون توکی در سطح ۹۵ درصد، با کمک برنامه آماری SPSS نسخه ۱۴ استفاده گردید.

نتایج

ضمن اندازه گیری میزان اسیدهای چرب (mg g-1 چربی) در امولسیون ICES30/4 و روغن تخمدان ماهی خاویاری جدول ۱، متوسط چربی کل بر حسب درصد وزن خشک، ویتامین ث بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک و اسیدهای چرب بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک ناپلیوس آرتمیا غنی شده با روغن‌ها، غلظت‌های مختلف ویتامین ث طی دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت در جدول‌های ۲ الی ۴ آورده شده است.

اختلاف معنی‌داری بین روغن‌ها در تجمع ویتامین ث در آرتمیا به‌دست آمد ($P<0/05$). امولسیون ICES30/4 حداکثر میزان ویتامین را در پیکره ناپلیوس آرتمیا پدید آورد (۶۷/۰۰ ± ۷۶۷/۴۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک).

بین سطوح مختلف ویتامین ث (P<۰/۰۵) و دو زمان غنی‌سازی (P<۰/۰۵) نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت. غلظت ۲۰ درصد ویتامین ث بهترین غلظت (۸۱/۱۳ ± ۸۳۹/۳۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک) و زمان ۲۴ ساعت بهترین زمان غنی‌سازی (۵۶/۳۱± ۸۲۴/۹۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک) برای انباشتگی ویتامین ث در آرتمیا به‌دست آمد. تیمار ترکیبی امولسیون ICES30/4 همراه با ۲۰ درصد ویتامین ث و طی ۲۴ ساعت غنی‌سازی با انباشتگی ماکزیمم ویتامین ث (۴۸/۰۰±۱۰۶۳/۷۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک) به‌عنوان بهترین تیمار انتخاب که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان ویتامین ث در گروه کنترل با حداقل میزان (۳۵/۲۱ ± ۲۹۴/۳۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵).

روغن‌ها به عنوان فاکتور اصلی بر میزان چربی در ناپلیوس آرتمیا تأثیر معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵) و روغن تخمدان ماهی خاویاری (۱/۳۶±۱۹/۶۳ درصد) حداکثر میزان چربی را در ناپلیوس آرتمیا به‌دست داد حال آن‌که دو فاکتور اصلی دیگر یعنی درصدهای ویتامین ث و زمان‌های غنی‌سازی و همچنین تیمارهای ترکیبی اختلاف معنی‌داری را در میزان چربی ناپلیوس نشان نداد (P>۰/۰۵).

روغن‌ها، سطوح ویتامین ث ، زمانهای غنی‌سازی و تیمارهای ترکیبی هیچ کدام تأثیر معنی‌داری بر میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع ناپلیوس آرتمیا نداشتند (P>۰/۰۵).

جدول آنالیز واریانس نشان داد که روغن‌ها بر میزان مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه تأثیر معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵) ولی سطوح ویتامین ث، زمان‌های غنی‌سازی و تیمارهای ترکیبی بر میزان مجموع این اسیدهای چرب تأثیر معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که ۱۰ درصد ویتامین ث به‌عنوان بهترین سطح (۱/۷۷±۴۶/۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، ۱۲ ساعت به عنوان بهترین زمان غنی‌سازی(۲/۵۶±۴۷/۴۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و تیمار ترکیبی روغن تخمدان ماهی خاویار همراه با ۱۰ درصد ویتامین ث طی ۱۲ ساعت غنی‌سازی بهترین تیمار(۲/۸۰±۵۱/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و بیشترین میزان اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه در ناپلیوس آرتمیا مشاهده گردید.

روغن‌ها، زمان‌های غنی‌سازی به‌عنوان فاکتورهای اصلی و تیمارهای ترکیبی بر نرخ DHA/EPA تأثیر معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵) ولی سطوح ویتامین ث تأثیر معنی‌داری بر این نسبت در آرتمیا نشان نداد. امولسیون ICES30/4 با ایجاد نسبت ۰/۰۳±۰/۴۹ به‌عنوان بهترین منبع روغن، زمان ۲۴ ساعت با ایجاد نسبت ۰/۰۳±۰/۴۲ به‌عنوان بهترین زمان غنی‌سازی و تیمار ترکیبی امولسیون ICES30/4 همراه با ۳۰ درصد ویتامین ث طی ۲۴ ساعت غنی‌سازی بهترین تیمار ترکیبی تشخیص داده شد (۰/۰۳±۰/۶۰).

همه فاکتورهای اصلی و تیمارهای ترکیبی بر نرخ ω3/ω6 در ناپلیوس آرتمیا تأثیر معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵). ICES30/4 با ایجاد نسبت ۰/۲۴±۵/۷۰، سطح ۳۰ درصد ویتامین ث با ایجاد نسبت ۰/۱۳±۴/۶۳، زمان ۲۴ ساعت با ایجاد نسبت ۰/۲۰±۴/۷۳ و تیمار ترکیبی ICES30/4 همراه با ۳۰ درصد ویتامین ث طی ۲۴ ساعت غنی‌سازی با ایجاد نسبت ۰/۲۴±۶/۲۹ به‌عنوان بهترین فاکتورهای اصلی و تیمار ترکیبی به‌دست آمدند.

جدول ۱: میزان اسیدهای چرب در امولسیون ICES30/4 و روغن تخمدان ماهی خاویاری (mg g-1 چربی)

	ICES 30/4 (درصد)	روغن تخمدان ماهی خاویاری (درصد)
چربی کل	۶۰	۵۴
C20:4n6 (ARA)	۰/۷۸	۵/۰۰
C20:5n3 (EPA)	۶/۲۹	۷/۵۵
C22:6n3 (DHA)	۲۰/۹۰	۲/۷۶
DHA/EPA	۳/۳۲	۰/۳۶
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳۲/۱۷	۲۸/۸۰
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دو گانه	۲۱/۸۷	۴۱/۲۸
مجموع اسیدهای چرب امگا	۰/۷۸۶	۵/۰۰
مجموع اسیدهای چرب امگا ۳	۲۷/۱۹	۱۰/۳۱
ω -3/ω-6	۳۴/۸۵	۲/۰۶

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار میزان چربی کل، ویتامین ث و اسیدهای چرب در تیمارهای ناپلیوس آرتمیا ارومیانا گروه غنی‌شده با امولسیون ICES30/4

نمونه	شاهد	ICES30/4:10:12	ICES30/4:10:24	ICES30/4:20:12	ICES30/4:20:24	ICES30/4:30:12	ICES30/4:30:24
چربی ٪ (وزن خشک)	۲۲/۳۱±۰.۶۳	۱۶/۵۰±۰.۹۵	۱۶/۱۷±۰.۷۰	۱۶/۶۳±۱.۹۵	۱۶/۶۶±۰.۳۳	۱۵/۵۳±۱.۰۷	۱۵/۹۴±۱.۲۹
Vit.C (µg/g DW)	۲۹۴/۳±۳۵.۲۱	۵۱۰/۱±۴۰.۰۱b	۶۲۲/۳±۳۵.۹۹c	۷۳۶/۵±۶۱.۰۰c	۱۰۶۳/۸±۴۸.۰۰e	۷۰۰/۸±۵۰.۰۰c	۹۷۱/۸±۶۶.۱۲d
اسیدهای چرب (میلی گرم بر گرم وزن).							
C20:4n6(ARA)	۰/۸۹±۰.۱۰	۲/۵۸±۰.۲۰	۲/۳۰±۰.۲۰	۲/۴۱±۰.۲۰	۲/۴۳±۰.۲۰	۲/۳۸±۰.۱۲	۲/۰۰±۰.۱۱
C20:5n3 (EPA)	۱/۰۷±۰.۱۴	۵/۸۲±۲.۲۸۲^{bc}	۶/۸۹±۰.۵۳^{cd}	۶/۶۱±۰.۳۳^{c}	۸/۰۹±۰.۳۲^{d}	۶/۴۳±۰.۱۸^{bc}	۷/۸۳±۰.۴۷^{d}
C22:6n3 (DHA)	۰/۰۰±۰.۰۰	۲/۲۹±۰.۳۹^{b}	۳/۴۹±۰.۴۰^{bc}	۳/۰۳±۰.۲۸^{bc}	۴/۰۶±۰.۱۹^{bc}	۳/۸۴±۰.۵۷^{bc}	۴/۱۷±۰.۳۷^{c}
DHA/EPA	۰/۰۰±۰.۰۰	۰/۳۹±۰.۰۲^{bc}	۰/۵۱±۰.۰۲^{c}	۰/۴۶±۰.۰۳^{bc}	۰/۵۰±۰.۰۳^{c}	۰/۶۰±۰.۰۳^{d}	۰/۵۳±۰.۰۴^{c}
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۲۴/۵۵±۱.۷۳	۲۷/۲۳±۲.۱۱	۳۱/۸۸±۱.۸۲	۲۶/۵۸±۳.۷۸	۳۶/۲۸±۳.۵۶	۳۲/۳۹±۲.۶۹^{ab}	۳۳/۹۵±۲.۸۹^{ab}
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دو گانه	۴۷/۰۴±۳.۹۰	۴۵/۵۹±۲.۶۵^{ab}	۴۴/۴۶±۲.۶۵^{ab}	۴۸/۳۹±۴.۶۵^{ab}	۴۰/۵۱±۲.۱۱^{ab}	۴۳/۹۲±۲.۹۹	۴۶/۰۳±۴.۲۵
مجموع اسیدهای چرب امگا۳	۱/۰۷±۰.۱۵	۸/۱۱±۰.۶۲^{c}	۱۰/۳۸±۰.۹۲^{d}	۹/۶۴±۰.۶۱^{cd}	۱۲/۴۱±۰.۵۰^{e}	۱۰/۲۸±۰.۷۵^{d}	۱۲/۰۰±۰.۸۴^{e}
ω 3/ω6	۱/۲۱±۰.۱۰	۵/۴۱±۰.۲۱^{d}	۵/۶۹±۰.۲۰^{d}	۵/۱۱±۰.۲۰^{d}	۶/۰۲±۰.۲۳^{d}	۵/۶۹±۰.۲۳^{d}	۶/۲۹±۰.۲۴^{e}

میانگین اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار آماری را نشان می‌دهد ($P<۰/۰۵$)

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار میزان چربی کل، ویتامین ث و اسیدهای چرب در تیمارهای ناپلیوس آرتمیا ارومیانا گروه غنی‌شده با روغن تخمدان ماهی خاویاری

نمونه	ICES30/4:10:12	ICES30/4:10:24	ICES30/4:20:12	ICES30/4:20:24	ICES30/4:30:12	ICES30/4:30:24
چربی ٪ (وزن خشک)	۱۸/۰۷±۰.۸۳	۱۹/۲۹±۰.۷۸	۲۰/۰۰±۲.۲۳	۲۰/۷۱±۱.۰۰	۱۹/۴۵±۰.۷۷	۲۰/۰۰±۱.۲۲
Vit.C (µg/g DW)	۴۱۰/۳±۶۳/۰۲^{a}	۶۰۸/۷±۶۰/۰۳^{bc}	۶۳۹/۲±۸۹/۱۲^{bc}	۹۱۷/۸±۷۸/۲۲^{d}	۶۰۴/۲±۸۰/۱۱^{bc}	۸۷۳/۸±۸۳/۰۰^{d}
اسیدهای چرب (میلی گرم بر گرم وزن خشک)						
C20:4n6(ARA)	۱/۴۹±۰/۱۰	۱/۸۲±۰/۲۰	۱/۸۹±۰/۱۳	۲/۲۳±۰/۲۱	۱/۸۱±۰/۱۲	۱/۹۰±۰/۱۱
C20:5n3 (EPA)	۳/۱۸±۰/۳۹^{a}	۴/۸۱±۰/۶۲^{b}	۴۲/۵±۰/۳۶^{bc}	۶/۱۴±۰/۲۷^{bc}	۵/۰۹±۰/۱۶^{bc}	۶/۳۶±۰/۴۳^{bc}
C22:6n3 (DHA)	۱/۰۰±۰/۱۱^{a}	۱/۹۹±۰/۱۴^{ab}	۱/۶۸±۰/۶۴^{ab}	۲/۲۲±۰/۳۱^{ab}	۱/۰۴±۰/۲۰^{ab}	۱/۶۱±۰/۳۰^{ab}
DHA/EPA	۰/۳۱±۰/۰۳^{b}	۰/۴۲±۰/۰۲^{bc}	۰/۳۱±۰/۰۲^{b}	۰/۳۶±۳/۰۳^{b}	۰/۲۰±۰/۰۲^{a}	۰/۲۵±۰/۰۲^{ab}
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳۳/۲۵±۱/۷۵	۳۳/۱۸±۱/۵۹	۳۴/۸۴±۳/۳۰	۳۴/۲۱±۲/۶۹	۳۳/۴۲±۱/۸۲	۲۹/۰۱±۱/۰۸
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دو گانه	۵۱/۴۸±۲/۸۰^{b}	۴۹/۸۹±۲/۵۵^{ab}	۴۸/۲۹±۲/۸۶^{ab}	۴۳/۷۷±۵/۰۱^{ab}	۴۶/۷۴±۳/۰۹^{ab}	۴۰/۳۹±۳/۱۵^{a}
مجموع اسیدهای چرب امگا۳	۴/۱۷±۰/۵۰^{a}	۶/۸۰±۰/۷۵^{bc}	۷/۱۰±۱/۰۰^{bc}	۸/۳۶±۰/۵۸^{c}	۶/۱۳±۰/۳۶^{b}	۷/۹۷±۰.۷۴^{bc}
ω 3/ω6	۱/۶۱±۰/۱۰^{a}	۲/۹۶±۰/۱۲^{b}	۲/۹۳±۰/۱۳^{b}	۳/۴۴±۰/۲۱^{bc}	۲/۵۵±۰/۱۸^{b}	۳/۹۹±۰/۲۰^{c}

میانگین اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار آماری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵)

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار میزان چربی کل، ویتامین ث و اسیدهای چرب در فاکتورهای اصلی منابع روغنی، سطوح مختلف ویتامین ث و زمان‌های مختلف غنی‌سازی ناپلیوس آرتمیا ارومیانا

	منابع روغن		درصدهای ویتامین ث			زمان‌های غنی سازی	
	ICES30/4	روغن خاویاری	۱۰ درصد	۲۰ درصد	۳۰ درصد	۱۲ ساعت	۲۴ ساعت
چربی کل(٪ وزن خشک)	۱۶ /۴۷±۱/۰۵^{a}	۱۹/۶۳±۱/۳۶^{b}	۱۷/۸۵±۱/۴۱^{m}	۱۸/۵۴±۲/۴۲^{m}	۱۷/۶۸±۲/۱۸^{m}	۱۷ /۷۲±۲/۱۰^{x}	۱۸/۳۲±۱/۹۶^{x}
ویتامین ث (میکرو گرم بر گرم وزن خشک)	۷۶۷/۵۰±۶۷/۰۰^{a}	۶۷۵/۶۰±۵۵/۱۱^{a}	۵۳۷/۸۵±۵۴/۲۳^{m}	۸۳۹/۳۳±۸۱/۱۳^{n}	۷۸۷/۶۰±۷۰/۲۰^{n}	۶۰۰/۱۰±۳۷/۳۹^{x}	۸۴۳/۰۰±۵۶/۳۱^{y}
اسیدهای چرب (میلی گرم بر گرم وزن خشک)							
C20:4n6 (ARA)	۲/۳۵±۰/۲۱^{b}	۱/۸۵±۰/۲۲^{a}	۲/۰۵±۰/۱۵^{m}	۲/۲۴±۰/۱۷^{m}	۲/۰۲±۰/۲۱^{m}	۲/۰۹±۰/۱۸^{x}	۲/۱۱±۰/۲۰^{x}
C20:5n3 (EPA)	۶/۹۴±۰/۳۵^{b}	۵/۱۶±۰/۳۷^{a}	۵/۱۷±۰/۳۰^{m}	۵/۵۶±۰/۲۱^{m}	۶/۴۲±۰/۲۰^{n}	۵/۴۲±۰/۱۸^{x}	۶/۶۸±۰/۲۹^{y}
C22:6n3 (DHA)	۳/۴۷±۰/۳۵^{b}	۱/۵۸±۰/۲۸^{a}	۲/۱۸±۰/۱۶^{m}	۲/۷۴±۰/۲۳^{m}	۲/۶۶±۰/۲۴^{m}	۲/۱۴±۰/۲۳^{x}	۲/۹۱±۰/۱۸^{x}
DHA/EPA	۰/۴۹±۰/۰۳^{b}	۰/۳۰±۰/۰۲^{a}	۰/۴۰±۰/۰۲^{m}	۰/۴۰±۰/۰۳^{m}	۰/۳۹±۰/۰۳^{m}	۰/۳۷±۰/۰۲^{x}	۰/۴۲±۰/۰۳^{x}
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳۱ /۳۸±۲/۸۰^{a}	۳۲ /۹۸±۲/۰۳^{a}	۳۱/۳۸±۱/۲۱^{m}	۳۲/۹۷±۲/۲۲^{m}	۳۲/۱۹±۱/۴۱^{m}	۳۱/۲۸±۱/۷۱^{x}	۳۳/۰۸±۱/۵۱^{y}
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دو گانه	۴۴ /۸۱±۳/۹۰^{a}	۴۶ /۷۶±۳/۲۴^{b}	۴۷ /۸۵±۱/۷۷^{n}	۴۵/۲۴±۳/۱۲^{m}	۴۴/۲۷±۲/۲۴^{m}	۴۷/۴۰±۲/۵۶^{y}	۴۴/۱۷±۲/۲۰^{x}
مجموع اسیدهای چرب امگا۳	۱۰/۴۶±۰/۷۰^{b}	۶/۷۵±۰/۶۵^{a}	۷/۳۶±۰/۴۶^{m}	۹/۳۶±۰/۴۴^{n}	۹ /۰۹±۰/۴۴^{n}	۷/۵۶±۰/۴۲^{x}	۹/۶۵±۰/۴۸^{y}
ω- 3/ ω- 6	۵/۷۰±۰/۲۴^{b}	۲/۹۱±۰/۲۱^{a}	۳/۹۱±۰/۱۵^{m}	۴/۳۷±۰/۱۳^{n}	۴/۶۲±۰/۱۵^{n}	۳/۸۸±۰/۲۱^{x}	۴/۷۳±۰/۲۰^{y}

میانگین اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار آماری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵)

بحث

نتایج نشان داد که برای افزودن ارزش غذایی آرتمیا اورمیانا، سطح ویتامین ث در آن با بهره‌گیری از آسکوربیل پالمیتات باید افزایش یابد بیشترین تجمع این ویتامین زمان استفاده از امولسیون ICES30/4 با ۱۰٪ ویتامین ث و طی ۲۴ ساعت غنی‌سازی به‌دست آمد. نتایج مشابهی از مطالعات Dabrowski, 1991; Nelis *et al*., 1994; Merchie *et al*., 1995a این موضوع را تأیید می‌کنند. همچنین در مطالعه ای روی روتیفر، تجمع این ویتامین در بدن آن زمانی که از غذای زنده (ریز جلبک کلرلا) غنی شده با ویتامین ث اسکوریک اسید استفاده گردید، شش برابر نسبت به روتیفر معمولی تغذیه شده با کلرلا غنی نشده بود (Merchie *et al*., 1995a). در مطالعه حاضر ۲۰٪ بهترین میزا ن ویتامین ث تجمعی در آرتمیا به‌وجود آورد که با یافته‌های Kolkovski و همکاران (۲۰۰۰) همخوانی دارد ولی Merchie و همکاران (1995a) میزان ۳۰ درصد ویتامین ث را بهترین درصد غنی سازی مطرح نمودن که دلیل این تضاد، احتمالاً اختلاف گونه آرتمیا و نوع ویتامین ث مصرفی بوده است. همچنین بهترین زمان غنی سازی ۲۴ ساعت به‌دست آمد که با یافته‌های Kolkovski و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. بهره‌گیری از روغن‌های مصرفی، مکمل شده با سطوح مختلف ویتامین ث طی دو زمان غنی سازی نتوانست تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی آرتمیا به‌وجودآورد که این موضوع با یافته‌های Kolkovski و همکاران (۲۰۰۰) و Aragao و همکاران (۲۰۰۴) تفاوت نشان می‌دهد. از دلایل این تفاوت، اختلاف در گونه آرتمیا و سطوح انتخاب شده روغن جهت غنی‌سازی می‌باشد که قبلاً نیز مشابه این دلایل توسط Ibeas و همکاران (۱۹۹۴) گزارش شده بود. همچنین روش‌های مختلف غنی‌سازی که توسط Dhert و همکاران (۱۹۹۳) مطرح شده ممکن است از دلایل این اختلاف باشد.

در خصوص بهره‌گیری از روغن‌های غنی از HUFA، نقش آن‌ها در افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در بافت آبزی هدف و از جمله آرتمیا گزارش‌های متعددی وجود داردکه نتایج بسیاری از آن‌ها از جمله تحقیقات انجام گرفته توسط هاری و کروپ (۲۰۰۲)، کولکوسکی و همکاران (۲۰۰۰)، آگیره و گاتلین (۱۹۹۹)، آلبرکشتاین و همکاران (۱۹۸۸)، گاپاسین و همکاران (۱۹۹۸)، مرچی و همکاران (1995a,1995b,1997)، مرچه و همکاران (۱۹۹۶)، مرچه و همکاران (۱۹۹۷)، مونترو و همکاران (۱۹۹۹)، ارتونو و همکاران (۲۰۰۱)، ارتونو و همکاران (۱۹۹۹)، رینوزو و همکاران (۱۹۹۷)، ردی و رامش (۱۹۹۶) و سادوفسکی و همکاران (۲۰۰۰) و نیز بنیاراتپالین و همکاران (۱۹۹۴) با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. امولسیون ICES30/4 روغن تخمدان ماهی خاویاری مکمل شده با ویتامین ث توانستند میزان DHA، EPA و ARA را در ناپلیوس آرتمیا افزایش دهند هر چند Merchie و همکاران (۱۹۹۵a) نشان داده بودند که ویتامین ث اضافی مکمل در روغن‌های HUFA نمی‌تواند بر میزان اسیدهای چرب غیر اشباع ناپلیوس آرتمیا اثر گذارد. در این بین امولسیون ICES30/4 نسبت به روغن تخمدان ماهی خاویاری تجمع بیشتر DHA را در بدن ناپلیوس آرتمیا به‌دست داد (۲۰/۹۰ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک آرتمیا غنی شده با امولسیون تجاری در مقایسه با ۲/۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک آرتمیا غنی شده با

روغن تخمدان ماهی خاویاری). با توجه به‌یافته‌های حاصله، بهترین پروتوکل غنی‌سازی ناپلیوس آرتمیا در این بررسی، استفاده از ICES30/4 مکمل شده با ۲۰ درصد ویتامین ث و ۲۴ ساعت غنی‌سازی مطرح گردید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از همکاران مرکز تحقیقات آرتمیا و سایر آبزیان دانشگاه ارومیه به‌دلیل انجام آزمایشات آنالیز شیمیایی آرتمیا اعلام می دارند.

منابع

۱. حافظیه، م.، حسین پور، ح. ۱۳۸۹. استفاده از ناپلیوس آرتمیا ارومیانا غنی شده با روغن‌های حاوی HUFA در پرورش لارو تاسماهی ایرانی. مجله علمی شیلات ایران، ۳، ۴۰-۲۹.

2. Aguirre, P., Gatlin, D.M., 1999. Dietary vitamin C requirement of red drum *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture Nutrition, 5, 247-249.
3. Ako, H., Tamaru, C.S., Bass, P., 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.
4. Albrektsen, S., Lie, O., Sandnes, K., 1988. Ascorbyl palmitate as a dietary vitamin C source for rainbow trout (*Salmo gaidneri*). Aquaculture, 71, 359-368.
5. Boonyaratpalin, M., Boonyaratpin, S., Supamataya, K., 1994. Ascorbyl-phosphate-Mg as a dietary vitamin C source for sea bass *Lates calcarifer*. In: Proc. 3rd Asian Fisheries Forum (Chou, L.M., Munro, A.D., Lam, T.J., Chen, T.W., Cheong, L.K.K., Ding, J.K., Hooi, K.K., Khoo, H.W., Phang, V.P.E., Shim, K.F. and C.H. Tan, Eds), Asian Fisheries Society, Manila, the Philippines. pp. 725-728.
6. Folch, J., Lees, M., Stanely. G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biology Chemistry, 226, 497-509.
7. Dabrowski, K., 1991. Some aspects of ascorbate metabolism in developing embryos of the brine shrimp. Canadian Journal of Fish Aquaculture Science, 48, 1905-1908.
8. Dąbrowski, K., 1994. Primitive Actinopterigian fishes can synthesize ascorbic acid. Experientia, 50, 745-748.
9. Dhert, Ph., Sorgeloos, P., Devresse, B., 1993. Contributions towards a specific DHA enrichment in the live food *Bruchionus plicatilis* and *Artemia* sp. In: Reinertsen, H., Dahle, L.A., Jorgensen, L. and K. Tvinnereim (eds.), Fish Farming Technology. Balkema, Rotterdam, Netherlands, 109-115
10. Gapasin, R.S.J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P., 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.
11. Hari, B., Kurup, B.M., 2002. Vitamin C (ascorbyl 2 polyphosphate) requirement of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man).Asian Fisheries Society, Manila, the Philippines. Asian Fisheries Science, 15, 145-154.
12. Kolkovski, S., Czesny, S., Yackey, C., Moreau, R., Cihla, F., Mahan, D., Dabrowski, K., 2000. The effect of vitamin C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acid-enriched Artemia nauplii on growth, survival, and stress resistance of freshwater walleye (*Stizostedion vitreum*) larvae. Aquaculture Nutrition, 6,199-20.
13. Li, Y., Lovell, R.T., 1985. Elevated levels of dietary ascorbic acid increase immune responses in channel catfish. Journal of Nutrition, 115, 123–131.
14. Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Dehasque, M., Nelis, H., De Leenheer, A., Sorgeloos, P., 1995a. Variation of ascorbic acid content in different live food organisms. Aquaculture, 134, 325-337.
15. Merchie, G., Lavens, P., Dhert, Ph., Pector, R., Mai Soni, A.F., Abbs, M., Nelis, H., De Ollevier, F., Leenheer, A., Sorgeloos, P., 1995b. Live food mediated vitamin C transfer to *Dicentrarchus labrax* and Clarias gariepinus. Journal of Applied Ichthyology, 11, 336-341.
16. Merchie, G., Lavens, P., Radull, J., De Nelis, H., Leenheer, A., Sorgeloos, P., 1995c. Evaluation of vitamin C-enriched artemia nauplii for larvae of the giant freshwater prawn. Aquaculture International. 3, 355-363.
17. Merchie, G., Lavens, P., Storch, V., Ubel, U., De Nelis, H., Leenheer, A., Sorgeloos, P., 1996. Influence of dietary vitamin C dosage on turbot *Scophthalmus maximus* and European

sea bass *Dicentrarchus labrax* nursery stages. Component Biochemistry and Physiology. 114, 123-133.
18. Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos, P., 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture, 155, 165-181.
19. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A., 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry, 33, 363-364.
20. Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.M., Tort, L., 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171, 269-278.
21. Nelis, H.J., Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos, P., De Leenher, A.P., 1994. Solid phase extraction of ascorbic acid-2-sulfate from cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. Annals of. Chemistry, 66, 1330-1333.
22. Ortuno, J., Cuesta, A., Esteban, A., Meseguer, J., 2001. Effect of oral administration of high vitamin C and E dosages on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. Veterinary Immunology and Immunopathology, 79, 167–180.
23. Ortuno, J., Esteban, A., Meseguer, J., 1999. Effects of high dietary intake of vitamin C on non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Fish and Shellfish Immunology, 9, 429– 443.
24. Rainuzzo, J.S., Reitan, K.I., Olsen, Y., 1997. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. Aquaculture, 155, 103-115.
25. Reddy, H.R., Ramesh, T.J., 1996. Dietary essentiality of ascorbic acid for common carp *Cyprinus carpio* L. Indian Journal of Experimental Biology, 34(11), 1144-1146.
26. Sadowski J., Filipiak, J., Trzebiatowski, R., Plust, M., 1999. Preliminary studies on effects of diet enrichment with propiscin, bio-immuno, and ascorbyl sulphate on cage culture of carp (*Cyprinus carpio* L.) juveniles in cooling water. Folia Univ. Agric. Stetin., 192 Piscaria, (25), 71-77.
27. Sadowski, J., Trzebiatowski, R., Wielopolska, M., 2000. Effects of ascorbic acid and glucose applied as food supplements on selected indices of Siberian sturgeon (*Acipenser baeribandt*, 1858) culture in cooling water. Acta Ichthyologica Et Piscatoria, 30 (2), 13-20.