شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶

صفحات ۴۱۵-۴۰۷

تاثیر روغن های کیلکا و کلزا بر عملکرد رشد مولدین استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

سارا پورحسین سارمه[*1]*، امیرهوشنگ بحری*[2]*، بهرام فلاحتکار*[3]*، مهتاب یارمحمدی*[4]*، علی‌رضا سالارزاده*[2]

۱. دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران.

۲. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۳. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

۴. دانشیار موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۴ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۱۲/۲۸

چکیده

تاثیرات بلند مدت (۶ ماهه) ناشی از جایگزینی روغن ماهی (کیلکا) در جیره غذایی با روغن گیاهی (کلزا) بر عملکرد رشد تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) تا رسیدن به مرحله تخمریزی، مورد ارزیابی قرار گرفت. سه جیره غذایی حاوی روغن ماهی (FO)، روغن گیاهی (VO) و مخلوطی برابر از روغن ماهی و روغن گیاهی (FO+VO) فرمول نویسی شدند. ماهیان تغذیه شده با جیره (FO+VO) وزن بیشتری نسبت به سایر تیمارها دارا بودند. این در حالی بود که ماهیان تیمار VO کمترین وزن را به نمایش گذاشتند ($P<۰/۰۵$). میزان شاخص وضعیت، میانگین رشد روزانه و افزایش وزن بدن به‌طور معنی‌داری در ماهیان تغذیه شده با جیره FO+VO افزایش و در ماهیان تغذیه شده با جیره VO کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). ارزیابی عملکرد ایمنی غیراختصاصی نشان داد که گلبول‌های سفید خون تحت تاثیر جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های ماهی و گیاهی قرار نگرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد استفاده ترکیبی از منابع روغن گیاهی و روغن جانوری می‌تواند به‌طور قابل توجهی چربی مورد نیاز ماهیان استرلیاد را تامین نماید. این تحقیق اهمیت برنامه‌ریزی غذایی در ماهیان خاویاری را به‌منظور بهبود عملکرد رشد و حفظ وضعیت سلامت اثبات می‌نماید.

واژگان کلیدی: **ماهی استرلیاد، چربی، روغن گیاهی، روغن ماهی، رشد، تغذیه.**

* نویسنده مسئول: تلفن: ۹۸۱۱۳۴۴۵۴۶۵۶۸+ ایمیل: sarameh.sps@gmail.com

۱. مقدمه

ماهیان خاویاری در طول حیات خود از نظر جنسی دیر به بلوغ می‌رسند، این بدان معناست که پرورش و تولید ذخایر مولدین کاری هزینه بر بوده و مدت زمان طولانی را در بر می‌گیرد (Szczepkowski *et al*., 2015). استرلیاد *Acipenser ruthenus* به دلیل بلوغ جنسی زودرس و اهمیت اقتصادی، به یکی از گونه‌های متداول پرورشی ماهیان خاویاری در بسیاری از کشورها تبدیل شده است (Williot *et al*., 2005)، بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک گونه مدل برای تحقیقات درباره سایر گونه‌های ماهیان خاویاری به کار گرفته شود (Williot *et al*., 2005).

بی‌شک تغذیه مولدین، یکی از مهمترین مقوله‌های مربوط به تغذیه ماهیان است که بیشترین ضعف در زمینه شناخت و تحقیقات را به خود اختصاص داده است (Luo *et al*., 2015). مطالعات متعددی گزارش نموده‌اند که روغن گیاهی تا زمانی که بتواند نیازهای اسید چرب پایه را تامین نماید، می‌تواند به‌صورت جزئی یا به‌طور کامل در جیره‌های غذایی، جایگزین روغن ماهی گردد بدون آن‌که تفاوت چشمگیری در عملکرد رشد ایجاد نماید (Caballero *et al*., 2002; Turchini *et al*., 2003).

روغن گیاهی کلزا، یک نماینده بالقوه برای جایگزینی روغن ماهی می‌باشد. چراکه این روغن دارای سطح متوسطی از اسید لینولئیک (18:2n-6) و اسید آلفا لینولنیک (18:3n-3) می‌باشد و از نظر اسید اولئیک (18:1n-9) نیز غنی است. به علاوه، نسبت ۲:۱ 18:2n-6/18:3n-3 در روغن کلزا، برای سلامت انسان مفید در نظر گرفته شده است (Ackman, 1990).

اکثر مطالعات درباره ماهیان خاویاری محدود به بچه‌ماهیان، ماهیان انگشت قد و ماهیان جوان می‌باشد (Huang *et al*., 2014; Falahatkar *et al*., 2016; Zhu *et al*., 2016) این در حالی است که تاثیرات ناشی از لیپید غذایی بر عملکرد رشد ماهیان استرلیاد در مرحله رسیدگی جنسی و آمادگی برای تولیدمثل، هنوز مشخص نشده است. هدف اصلی از مطالعه حاضر، تعیین این مطلب بود که آیا جایگزینی روغن ماهی با روغن گیاهی، نقشی در توانایی آنان برای بهره‌گیری از اسیدهای چرب در غذا در زمانی که با یک جیره غذایی بر اساس روغن کیلکا یا روغن کلزا تغذیه شدند، ایفا می‌نمایند. بدیهی است که نتایج این بررسی به مدیریت صحیح تغذیه و سلامت این ماهی ارزشمند کمک شایان توجهی می کند. هدف اصلی این مطالعه، تحقیق درباره مقدار پتانسیل اسیدهای چرب به‌عنوان تنظیم کنندگان برنامه ریزی اولیه غذایی در ماهیان خاویاری به‌منظور بهره برداری بهتر از روغن ماهی و روغن گیاهی و روشن سازی اثر ناشی از جایگزینی FO غذایی با VO بر عملکرد رشد ماهی استرلیاد بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. ماهی، شرایط پرورش و غذادهی

این مطالعه در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی (رشت، گیلان) انجام شد. ۴۵ قطعه ماهی استرلیاد با میانگین وزنی ۲۰/۰۵±۹۹۰/۳۳ گرم که در آنها GV نزدیک موقعیت مرکزی بود، تخمدان در مرحله زرده‌سازی قرار داشت (مرحله III)، رسوب زرده ایجاد و اووسیت ها زرد، بزرگ و کروی بود (Falahatkar and Poursaeid, 2014)، پس از پلاک‌گذاری در ناحیه باله سینه‌ای و بیومتری در ۹ مخزن فایبرگلاس با عمق آب ۳۰ سانتیمتر و حجم آبگیری ۱۱۰۰ لیتر (۵ عدد ماهی در هر مخزن) و دبی ۰/۳ لیتر بر ثانیه توزیع شدند. میانگین دمای آب ۰/۶±۱۱/۹۷ درجه سانتی‌گراد، میانگین اکسیژن محلول ۰/۱۳±۸/۴۳ میلی‌گرم در لیتر و pH ۷/۵-۶/۸ بود. آب مورد نیاز برای پرورش از رودخانه سفیدرود تامین و بعد از فیلتر شدن وارد مخزن‌ها شد.

اقلام غذایی مورد استفاده ابتدا طبق روش‌های موجود در AOAC (۱۹۹۵) آنالیز و سپس فرمولاسیون جیره ها توسط نرم‌افزار UFFDA (جورجیا، آمریکا) انجام گرفت. جیره‌های غذایی، به شکل دست‌ساز تهیه شدند. مولدین روزانه بسته به اشتها ۲ وعده در روز در ساعات ۸ صبح و ۳ بعدازظهر تغذیه شدند. ماهیان با یکی از ۳ تیمار مختلف از نظر روغن (تیمار جیره حاوی ۶ درصد روغن ماهی کیلکا (FO)، تیمار جیره حاوی ۶ درصد روغن گیاهی کلزا (VO) و تیمار جیره حاوی۳ درصد روغن ماهی کیلکا

جدول ۱ - اقلام غذایی و آنالیز تقریبی جیره‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر (n=۳).

اقلام جیره (درصد)	روغن کیلکا	روغن کلزا	روغن کیلکا و کلزا
پودر ماهی[۱]	۵۵	۵۵	۵۵
کنجاله سویا[۲]	۱۳	۱۳	۱۳
سبوس گندم[۲]	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۵
آرد گندم[۲]	۸	۸	۸
لسیتین[۲]	۴	۴	۴
روغن ماهی[۲]	۰	۰	۳
روغن کلزا[۳]	۶	۶	۳
مکمل معدنی[۲]	۱	۱	۱
مکمل ویتامینه[۲]	۱/۵	۱/۵	۱/۵
پروبیوتیک[۴]	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ضد قارچ[۵]	۰/۲	۰/۲	۰/۲
آنالیز تقریبی (n=۳)			
پروتئین خام	۴۵/۲±۰/۰۱	۴۳/۸۷±۰/۶۳	۴۴/۸۴±۰/۴۴
چربی خام	۱۸/۷±۰/۰۷	۱۷/۷۵±۰/۱	۱۸/۳۲±۰/۰۱
رطوبت	۳/۶۸±۰/۰۱	۵/۷۹±۰/۰۰	۴/۱۹±۰/۰۶
خاکستر	۸/۴۶±۰/۰۶	۸/۳۷±۰/۰۶	۸/۴۸±۰/۰۷
انرژی قابل هضم (MJ/kg)	۲۰/۰۴	۱۹/۸۸	۲۰/۰۱

[۱] پودر ماهی، شرکت پودر ماهی خزر، کیاشهر، گیلان

[۲] کنجاله سویا، سبوس گندم، آرد گندم، لسیتین، روغن ماهی، مکمل معدنی، مکمل ویتامینه، شرکت خوراک آبزیان مازندران، ساری، مازندران، ایران.

[۳] روغن کلزا، کارخانه کشت و صنعت شمال، ساری، ایران

[۴] پروبیوتیک (Bactocell)، شرکت Lallemand، فرانسه

[۵] ضد قارچ (Biotox)، شرکت آرین دام البرز، البرز، ایران

و ۳ درصد روغن گیاهی کلزا به صورت توام (FO+VO)، به مدت ۶ ماه قبل از فصل تکثیر تغذیه شدند. برای هر تیمار ۳ تکرار به شکل کاملا تصادفی در نظر گرفته شد. فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی آنالیز شده در جیره های غذایی مورد آزمایش، در جدول‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب نشان داده شده‌اند. جیره‌های غذایی به صورت پلت‌های فشرده غرق شونده (sinking extruded pellets) با قطر ۵ میلی‌متر تهیه شدند (Luo *et al*., 2015).

۲.۲. آنالیز شیمیایی، تجزیه و تحلیل اسید چرب

مقادیر مربوط به پروتئین خام، لیپید خام، رطوبت و خاکستر جیره های غذایی، مطابق با روش استاندارد تعیین شدند (AOAC, 1995). برای تجزیه و تحلیل اسید چرب، استخراج چربی کل نمونه ها با سه تکرار مطابق با روش اصلاح شده Folch (۱۹۵۷) انجام گرفت.

۳.۲. پارامترهای رشد

ماهیان به مدت ۱۸ ساعت پیش از ریخت سنجی، گرسنه نگه داشته شدند. سپس با دوز ppm ۴۰۰ به روش غوطه وری با عصاره گل میخک بیهوش (Ghiasi *et al*., 2014) و زیست‌سنجی صورت گرفت. وزن تمام ماهیان به‌صورت انفرادی در آغاز آزمایش و پس از آن به‌صورت ماهیانه با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری گردید. شاخص‌های رشد در تمام تیمارها با استفاده از فرمول زیر تعیین شد (Falahatkar *et al*., 2012; Saravanan *et al*., 2012; Soleimani *et al*., 2016):

WG (گرم) = وزن اولیه - وزن نهایی

SGR (درصد/روز) = [(لگاریتم وزن نهایی) - لگاریتم وزن اولیه)] / [مدت زمان آزمایش / اولیه] × ۱۰۰

BWI (درصد) = [(وزن اولیه -وزن نهایی) / وزن اولیه] × ۱۰۰

ADG (گرم/ماهی/روز) = [(وزن نهایی) -وزن اولیه) / (تعدادروزهای پرورش)] × ۱۰۰

FE (درصد) = [(بیومس نهایی) - بیومس اولیه) / غذای خشک مصرفی] × ۱۰۰

CF = (وزن ماهی) / (طول کل[۳]) × ۱۰۰

FI (گرم/ماهی) = [غذای مصرفی در طول دوره / تعداد ماهی]

VFI (درصد) = [مقدار جیره ورودی × ۱۰۰ / (/ ۲) /

جدول ۲- پروفایل اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (۳ = n رای هر تیمار).

جیره های آزمایشی			
منبع لیپید	روغن کیلکا	روغن کلزا	روغن کلزا + روغن کیلکا
C14:0	۲/۳۷^{a}	۱/۷۵^{b}	۱/۷۷^{b}
C15:0	۰/۵۷^{a}	۰/۳۸^{b}	۰/۳۹^{b}
C16:0	۲۰/۴۸^{a}	۱۷/۴۷^{c}	۱۷/۶۸^{b}
C16:1	۳/۸۶^{a}	۲/۶۸^{c}	۲/۸۵^{b}
C17:0	۰/۶۳^{a}	۰/۳۶^{c}	۰/۴۳^{b}
C17:1	۰/۵۳^{a}	۰/۱۷^{c}	۰/۲۷^{b}
C18:0	۴/۴۲^{a}	۴/۰۷^{b}	۳/۹۷^{c}
C18:1(n-9)C	۳۰/۹۵^{c}	۳۵/۷۷^{b}	۳۶/۰۱^{a}
C18:2(n-6)C	۱۶/۴۳^{c}	۲۱/۷۴^{a}	۲۱/۳۹^{b}
C18:3(n-6)	۰/۱۴^{a}	۰/۰۹^{b}	۰/۰۹^{b}
C18:3(n-3)	۲/۱۵^{c}	۳/۱۹^{a}	۳/۰۷^{b}
C20:0	۰/۲۸^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۳۲^{a}
C20:1	۱/۰۱^{a}	۰/۵۸^{c}	۰/۶۵^{b}
C20:2	۰/۳۱^{c}	۰/۴۶^{b}	۰/۵۵^{a}
C20:3 (n-3)	۰/۲۶^{a}	۰/۱۶^{c}	۰/۲۱^{b}
C20:3 (n-6)	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۲۱
C20:4(n-6) ARA	۰/۴۹^{a}	۰/۲۷^{c}	۰/۳۸^{b}
C22:0	۰/۱۲^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۰۶^{b}
C22:1	۰/۰۴^{c}	۰/۳۲^{a}	۰/۲۹^{b}
C20:5(n-3) EPA	۳/۵۷^{a}	۲/۲۸^{b}	۲/۲۵^{b}
C22:4 (n-6) DTA	۰/۱۴^{b}	۰/۱۶^{a}	۰/۰۲^{c}
C24:0	۰/۵۶^{a}	۰/۴۱^{b}	۰/۴۰^{b}
C22:5 (n-6)	۰/۵۳^{a}	۰/۳۷^{b}	۰/۳۵^{b}
C22:5 (n-3) DPA	۰/۲۵^{a}	۰/۱۴^{b}	۰/۱۵^{b}
C22:6(n-3) DHA	۹/۸۱^{a}	۶/۵۷^{b}	۶/۴۹^{c}
SFA	۲۹/۴۳	۲۵/۰۶	۲۵/۰۲
MUFA	۳۸/۱۴	۱۴/۱۶	۴۱/۶۵
PUFA	۳۲/۴۵	۳۴/۰۵	۳۳/۵۸
n-6 PUFA	۱۶/۹۲	۲۲/۰۱	۲۱/۷۷
n-3 PUFA	۱۵/۵۳	۱۲/۰۴	۱۱/۸۱
n-3/n-6 Total	۰/۹۱	۰/۵۴	۰/۵۴
n-3/n-6 PUFA	۰/۹۱	۰/۵۵	۰/۵۴
n-3/ n-6 MUFA	۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۵۴
DHA/EPA	۲/۷۵	۲/۸۸	۲/۸۸
EPA/ARA	۷/۲۸	۸/۴۴	۵/۹۲
DHA/ARA	۲۰/۰۲	۲۴/۳۳	۱۷/۰۸

مقادیر با حروف متفاوت، به طور معنی داری متفاوت می باشند (P<۰/۰۵).

[بیومس انتهایی + بیومس ابتدایی) تعداد روزهای تغذیه شمارش گردیدند.

۴.۲. سنجش پارامترهای خون

در انتهای آزمایش، تغذیه قطع و ۴۸ ساعت بعد از قطع تغذیه، ماهیان بیهوش و خونگیری از ناحیه ساقه دمی توسط سرنگ آغشته به هپارین صورت گرفت. تعداد گلبول سفید خون توسط لام هموسیتومتر (Yuan *et al*., 2008) و درصد افتراقی گلبول های سفید خون بر اساس روش Klont (۱۹۹۴)

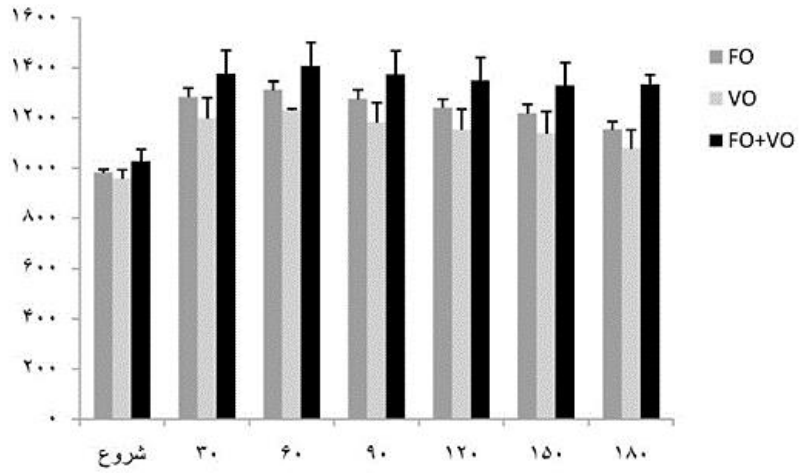
۵.۲. آنالیز آماری

مقایسه میانگین ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و اختلاف میانگین در سطح معنی داری P<۰/۰۵ تعیین گردید. تجزیه و تحلیل با نرم افزار (Version 16, Chicago, USA) SPSS انجام شد. داده ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارایه شدند.

جدول ۳- میانگین شاخص های رشد در ماهی استرلیاد پس از ۶ ماه تغذیه با جیره‌های حاوی روغن های ماهی و گیاهی (n= ۱۵ برای هر تیمار).

پارامترهای رشد	روغن کیلکا	روغن کلزا	روغن کیلکا و کلزا
وزن اولیه (گرم)	۹۸۳/۳۳±۱۱/۶۱	۹۵۸/۸۷±۳۴/۹۰	۱۰۲۸/۸±۴۷/۰۵
وزن نهایی (گرم)	۱۱۵۴±۳۲/۲۵^{ab}	۱۰۷۹±۷۴/۹۳^{b}	۱۳۳۴/۸±۳۷/۷۶^{a}
وزن کسب شده (گرم)	۱۷۰/۶۷±۳۲/۹۳^{ab}	۱۲۰/۱۳±۴۸/۴۳^{b}	۳۰۶±۲۷/۱^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۰۹±۰/۰۱^{ab}	۰/۰۶±۰/۰۲^{b}	۰/۱۴±۰/۰۱^{a}
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۷/۳۸±۳/۳۶^{ab}	۱۲/۳۳±۴/۶۸^{b}	۳۰/۰۱±۳/۶۸^{a}
میانگین رشد روزانه (روز/ماهی/گرم)	۰/۱±۰/۰۲^{ab}	۰/۰۷±۰/۰۲^{b}	۰/۱۷±۰/۰۲^{a}
شاخص وضعیت	۰/۴۴±۰/۰۱^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۱^{b}	۰/۴۸±۰/۰۱^{a}
میزان کارایی غذا (درصد)	۱۳/۴۱±۲/۴۹	۹/۷۲±۳/۷۶	۲۴/۲±۴/۱۸
غذای مصرف شده (ماهی/گرم)	۴۳۰/۱۲±۸/۸۹	۴۱۴/۹۳±۳/۵۷	۴۴۸/۰۸±۴۵/۹۶
میزان غذای مصرف شده در روز (درصد)	۰/۲۱±۰/۰۱	۰/۲۲±۰/۰۱	۰/۲۲±۰/۰۱

مقادیر با حروف متفاوت، به طور معنی‌داری متفاوت می باشند (P>۰/۰۵).



شکل ۱- میانگین وزن ماهی استرلیاد تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن های ماهی (FO) و گیاهی (VO) در طی ۶ ماه آزمایش (n= ۱۵ برای هر تیمار). مقادیر با حروف مختلف به طور معنی‌داری متفاوت می باشند (P<۰/۰۵).

۳. نتایج

۱.۳. عملکرد رشد

وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه، افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه و شاخص وضعیت در ماهیان تیمار FO+VO به طور معنی داری بالاتر (P<۰/۰۵) از ماهیان تیمار VO بود (جدول ۳).

ماهیان تیمار FO کاهش وزن معنی‌داری را در اولین ماه تغذیه نسبت به ماه های دیگر نشان دادند (P<۰/۰۵). در آخرین ماه پرورش، تیمار VO کاهش وزن معنی داری را در مقایسه با تیمار FO+VO نمایان ساخت (شکل ۱).

۲.۳. پاسخ ایمنی

پاسخ های گلبول های سفید به تغییرات روغن در جیره غذایی در جدول ۴ ارایه شده است. تغییرات در ترکیب لیپید غذایی تاثیری بر روی تعداد گلبول های سفید خون و درصد افتراقی گلبول‌های سفید نشان نداد(P>۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر مولدین ماهی استرلیاد به خوبی با جیره‌های آزمایشی سازگاری یافتند، چرا که هیچ مرگ و میری در ماهیان تغذیه شده با منابع مختلف روغن موجود در جیره غذایی در طول ۶ ماه آزمایش وجود نداشت و رشد نسبتاً مناسبی یافتند. به نظر می‌رسد افزایش معنی‌دار وزن ماهیان تغذیه شده با FO در طول دوره پرورش در مقایسه با شروع تغذیه در تحقیق حاضر به دلیل نیاز به مقدار بالاتری از LC-PUFA به ویژه n-3 LC-PUFA می‌باشد که در روغن

جدول ۴- پارامترهای خون در ماهی استرلیاد پس از ۶ ماه تغذیه با جیره‌های حاوی روغن های ماهی و گیاهی (n= ۱۵ برای هر تیمار).

پارامترهای خونی	روغن کیلکا	روغن کلزا	روغن کیلکا و کلزا
WBC (cell/mm^3)	۵۳۰۶/۶۷±۳۵۳/۲۸	۵۷۲۰±۳۸۹/۰۴	۵۲۴۶/۶۷±۳۶۰/۱۴
لنفوسیت (٪)	۷۴/۳۳±۰/۸	۷۴±۰/۹۲	۷۵/۸±۰/۸۳
نوتروفیل (٪)	۲۱/۰۷±۰/۵۶	۲۱/۳۳±۰/۷۱	۲۰/۲۰±۰/۶۷
مونوسیت (٪)	۴/۱۳±۰/۲۷	۴±۰/۲۹	۳/۶۸±۰/۲۷
ائوزینوفیل (٪)	۱/۱۳±۰/۰۹	۱/۴۷±۰/۱۳	۱/۲۷±۰/۱۲

مقادیر با حروف متفاوت، به طور معنی‌داری متفاوت می باشند (P>۰/۰۵).

ماهی موجود است (De Silva *et al*., 2010) و برای رشد بهینه و سلامت ماهیان پرورشی ضروری شناخته شده است (Turchini *et al*., 2009). با این وجود، در انتهای دوره پرورش، اثرات افزایش دهنده رشد ناشی از سری های n-6 و n-3 اسیدهای چرب، مقدم بر اثرات ناشی از سری های n-3 و n-6 به تنهایی بود، به طوری که ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی FO+ VO افزایش وزن معنی‌داری را به نمایش گذاشتند. چنین به نظر می‌رسد که ماهی استرلیاد در اوایل مرحله رسیدگی جنسی به اسیدهای چرب n-3 نیاز بیشتری داشته اما در ادامه و در انتهای رسیدگی جنسی به هر ۲ اسیدهای چرب n-3 و n-6 نیازمند است.

افزایش چشمگیر نرخ رشد ویژه، افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه و شاخص وضعیت در ماهیان تیمار FO+VO نسبت به سایر تیمارها می تواند نشان دهنده تاثیر در صرفه جویی منبع پروتئینی در ماهیان گروه FO+VO باشد. عموماً افزایش در سطح لیپید غذایی موجب بهبود رشد، بازده غذا و پروتئین می‌گردد چرا که موجب نگاه داشتن پروتئین‌هایی می‌گردد که می‌توانند به‌طور متفاوت کاتابولیز شده و به‌عنوان منبعی از انرژی به کار گرفته شده باشند (Skalli *et al*., 2004). با این وجود گزارشها مبین آن است که ماهیان دارای یک سطح مطلوب از لیپیدهای غذایی می باشند که بر اساس آنها چربی غذایی می تواند موجب کاهش رشد گردند (López *et al*., 2006). به طوری‌که لیپید غذایی مازاد ممکن است موجب کاهشی در فعالیت آنزیم های گوارشی یا بازده جذب مواد تشکیل دهنده غذا گردد (*Zhao et al*., 2015) که می‌تواند کاهش در میزان افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و میانگین رشد روزانه ماهیان تغذیه شده با جیره VO را توضیح دهد.

این نتایج می‌توانند گویای آن باشد که نسبت غذایی n-3/n-6، نقش مهمی را در افزایش عملکرد رشد ماهی استرلیاد ایفا می‌نماید. بالاترین و پایین‌ترین نسبت اسیدهای چرب n-3/n-6 در تحقیق حاضر به ترتیب در ماهیان تغذیه شده با جیره FO+VO و جیره VO مشاهده گردید که گویای اهمیت نسبت اسیدهای چرب n-3/n-6 در عملکرد رشد ماهی استرلیاد است. در تطابق با نتایج حاضر، مطالعات قبلی نیز نشان می-دهند تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) و تاسماهی روسی (*A. gueldenstaedtii*) نیز نیازمند هر دو اسیدهای چرب n-3 و n-6 می‌باشند (Şener *et al*., 2005). در همین راستا بررسی Huang و همکاران (۲۰۱۴) حاکی از آن بود که تاسماهی آمور (*Acipenser schrenckii*) ممکن است به 18:3n-3 در جیره غذایی نیاز داشته باشد تا نسبت n-3/n-6 را متعادل سازد. نتایج بررسی آنها نشان داد که نسبت غذایی n-3/n-6، نقش مهمی در افزایش عملکرد رشد تاسماهی آمور ایفا می‌نماید.

مطالعه حاضر تفاوت چشمگیری را از نظر تعداد گلبول‌های سفید خون در بین تیمارهای مختلف نشان نداد. در این راستا Thompson و همکاران (۱۹۹۶) تفاوتی در تعداد سلول‌های خونی ماهی آزاد تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن ماهی یا روغن گیاهی نیافتند. همچنین سطوح لیپید تاثیر معنی‌داری روی تعداد گلبول‌های سفید خون تیلاپیای نیل نداشت (Kasheif *et al*., 2011).

از این‌رو، مطالعات بیشتری مورد نیاز است تا روشن نماید که آیا نسبت غذایی n-3/n-6، در تمام مراحل رشد و رسیدگی جنسی تاسماهی استرلیاد ثابت است و یا ممکن است یک نیاز تغذیه ای مختص با مرحله رسیدگی جنسی و فصل تولیدمثل داشته باشد. تحقیقات بیشتری به‌منظور درک بهتر ارتباط بین

لیپیدهای غذایی جایگزین برای روغن ماهی، عملکرد رشد و پاسخ ایمنی مورد نیاز است تا مشخص گردد که چگونه نسبت اسیدهای چرب غذایی، طول مدت تغذیه، سن، مرحله تکاملی و رسیدگی جنسی، عملکرد رشد و سیستم ایمنی را تنظیم می نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله ضمن قدردانی از پرسنل محترم مجتمع بازسازی ذخایر تاسماهیان شهید دکتر بهشتی به ویژه ریاست محترم جناب آقای مهندس درویشی مراتب سپاس خود را اعلام نموده و همچنین شایسته است از جناب آقای مهندس کابلی ریاست محترم شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران، خانم مهندس نوری جنگی و دانشجویان محترم رشته تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه گیلان به جهت کمک و یاری در مراحل اجرایی این تحقیق تشکر نماییم.

References

Ackman, R.G., 1990. Canola fatty acids—an ideal mixture for health, nutrition and food use. In: Shahidi, F., (Eds.), Canola and Rapeseed. Avi, New York, NY. pp. 81-98.

AOAC., 1995. Official methods of analysis. 14th (Eds.), Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, pp. 1-45.

Caballero, M.J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214, 253-271.

De Silva, S.S., Francis, D.S., Tacon, A.G.J., 2010. Fish oils in aquaculture: in retrospect. In: Turchini, G.M., Ng, W.K., Tocher, D.R., (Eds.), Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds. Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, pp. 1–20.

El-Kasheif, M.A., Amal, S.S., Seham, A., 2011. Effects of varying levels of fish oil on growth performance, body composition and haematological characteristics of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 15, 125-141.

Falahatkar, B., Haghparast, P., Meknatkhah, B., Rahmati, M., 2016. Effects of dietary protein/lipid ratio on growth performance, feed utilization and blood parameters of great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) during the winter season. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 1243-1247.

Falahatkar, B., Poursaeid, S., 2014. Gender identification in Great Sturgeon (*Huso huso*) using morphology, sex steroids, histology and endoscopy. *Anantomia Histologia Embryologia*, 43, 81-89.

Falahatkar, B., Mohammadi, H., Noveirian, H., 2012. Effects of different starter diets on growth indices of Caspian Kutum *Rutilus frisii kutum* larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11, 28-36.

Folch, J., Lees, M., Sloan-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

Ghiasi, S., Falahatkar, B., Dabrowski, K., Abasalizadeh, A., Arslan, M., 2014. Effect of thiamine injection on growth performance, hematology and germinal vesicle migration in sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* L. *Aquaculture International*, 22, 1563-1576.

Huang, F., Jiang, M., Wen, H., Liu, W., Yang, C. G., Wu, F., Tian, J., Wie, Q.W., 2014. Effects of different dietary lipid sources on growth performance, tissue fatty acid composition and serum lipid indices of juvenile Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869. *Journal of Applied Ichthyology*, 30, 1602–1608.

Klont, G.W., 1994. Fish hematology. In: Stelon, J.S., Fletcher, T.C., Rowley, A.F., Kelikoff, T.C, Kaattari, S.L., Smith, S.A., (Eds.), Techniques in Fish Immunology. SOS Pub, pp. 121-132.

López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M., Bureau, D.P., 2006. Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture*, 253, 557-563.

Luo, L., Ai, L., Li, T., Xue, M., Wang, J., Li, W., Wu, X., Liang, X., 2015. The impact of dietary DHA/EPA ratio on spawning performance, egg and offspring quality in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquaculture*, 437, 140-145.

Saravanan, S., Geurden, I., Figueiredo-Silva, A.C., Kaushik, S.J., Haidar, M.N., Verreth, J.A.J., Schrama, J.W., 2012. Control of voluntary feed intake in fish: a role for dietary oxygen demand in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different macronutrient profiles. *British Journal of Nutrition*, 108, 1519-1529.

Şener, E., Yildiz, M., Savaş, E., 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles. Turkish Journal of *Veterinary and Animal Sciences*, 29, 1101–1107.

Skalli, A., Hidalgo, M.C., Abellan, E., Arizcun, M., Cardenete, G., 2004. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex*

L.) at different growth stages. *Aquaculture*, 235, 1-11.

Soleimani, S.M., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B., Yazdani, M.A., 2016. Fish meal replacement powder earthworm (*Eisinia foetidae*) in diet for Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) and its effect on growth performance, feed efficiency and carcass composition. *Journal of Aquatic Ecology*, 5, 21-30. (In Persian)

Szczepkowski, M., Kolman, R., Szczepkowska, B., 2015. Impact of feed ration on growth and the results of sterlet, *Acipenser ruthenus L*., artificial reproduction. *Aquaculture Research*, 46, 2147-2152.

Thompson, K.D., Tatner, M.F., Henderson, R.J., 1996. Effects of dietary (n-3) and (n-6) polyunsaturated fatty acid ratio on the immune response of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Nutrition*, 2, 21–31.

Turchini, G.M., Torstensen, B.E., Ng, W.K., 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1, 10-57.

Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfré, F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 225, 251-267.

Williot, P., Brun, T.R., Rouault, T., Pelard, M., Mercier, D., Ludwig, A., 2005. Artificial spawning in cultured sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* L., with special emphasis on hermaphrodites. *Aquaculture*, 246, 263-273.

Yuan, C.T., Pan, X.P., Gong, Y., Xia, A.J., Wu, G.H., Tang, J.Q., Han, X.D., 2008. Effects of astragalus polysaccharides (APS) on the expression of immune response genes in head kidney, gill and spleen of the common carp, *Cyprinus carpio* L. *International Immunopharmacology*, 8, 51-58.

Zhao, J., Wen, X., Li, S., Zhu, D., Li, Y., 2015. Effects of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and antioxidants of juvenile mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador). *Aquaculture*, 435, 200-206.

Zhu, H., He, A., Chen, L., Qin, J., Li, E., Li, Q., Wang, H., Zhang, T., Su, X., 2016. Effects of dietary lipid level and n-3/n-6 fatty acid ratio on growth, fatty acid composition and lipid peroxidation in Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Aquaculture Nutrition*, (In Press)