تاثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا بر روی پارامترهای رشد، بقاء و متابولیسم اسیدهای چرب در بچه ماهیان تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

- **ابراهیم حسین نجدگرامی***: پژوهشکده آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه، صندوق‌پستی ۱۶۵- ۵۷۱۵۳
- **ناصر آق** : پژوهشکده آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه، صندوق‌پستی ۱۶۵- ۵۷۱۵۳
- **علی آقازاده** : گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، صندوق‌پستی ۱۶۵- ۵۷۱۵۳
- **رضا ملک زاده** : پژوهشکده آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه، صندوق‌پستی ۱۶۵- ۵۷۱۵۳

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

در این تحقیق تاثیرات استفاده از روغن سویا بر روی پارامترهای رشد، بقاء و متابولیسم اسیدهای چرب در جیره غذایی بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی بررسی شد. برای این منظور تعداد ۱۸۰ عدد بچه‌ماهی تاسماهی ایران با وزن اولیه ۲۱۰ گرم در ۳ تیمار غذایی (۱۰۰ درصد روغن ماهی، ۵۰ درصد روغن سویا و ۱۰۰ درصد روغن سویا) به مدت ۷۸ روز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج طرح نشان داد که جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا تاثیر معنی‌دار بر افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و بقاء در بچه‌ماهیان تاسماهی ایران نداشته است ($P<0.05$). آنالیز بافت ماهیچه پس از طی دوره پرورش نشان داد که ترکیب اسیدهای چرب در بدن بچه‌ماهیان به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر جیره‌های مورد استفاده بوده است و تجمع اسیدهای چرب لینولئیک (C18:2n6) و لینولنیک (C18:3n3) در بافت بچه ماهیان به‌ترتیب در تیمار سوم و اول دارای بالاترین مقدار بود. هم‌چنین نتایج طرح نشان داد که استفاده از ۵۰ درصد روغن سویا مسیر غیراشباع‌سازی (Desaturation) و بلندزنجیره‌سازی (Elongation) اسیدهای چرب سری C18 PUFA را در بچه‌ماهیان تحریک می‌کند و بالاترین مقادیر EPA, DHA و اسید آراشیدونیک در این تیمار مشاهده شد. تاثیرات بازدارنده میزان بالای اسید لینولئیک در تیمار۱۰۰ درصد روغن سویا بر روی سنتز DHA در بافت ماهیان از نتایج دیگر طرح بود.

کلمات کلیدی: تاسماهی ایرانی، متابولیسم، اسید چرب، روغن سویا، روغن ماهی

* پست الکترونیک نویسنده مسئول : e.gerami@urmia.ac.ir

مقدمه

رشد سریع صنعت آبزی‌پروری در طول سه دهه گذشته وابستگی آن را به پودر و روغن ماهی افزایش داده است (Tacon، 2004). این ترکیبات از اجزاء مهم تشکیل دهنده جیره ماهیان پرورشی بوده و دارای ارزش اقتصادی بالایی هستند. با توجه به مصرف بالای آن‌ها در بخش تولیدات حیوانی، نگرانی در مورد توسعه پایدار صنعت آبزی‌پروری در سال‌های آینده افزایش یافته است (Francis و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین در طول سال‌های گذشته، محققان همواره به‌دنبال جایگزینی این مواد با منابع تجدیدپذیر گیاهی بودند. استفاده از روغن‌های گیاهی با توجه به قیمت آن‌ها و هم‌چنین دارا بودن اسیدهای چرب ضروری یکی از جایگزین‌های مطرح در حال حاضر می‌باشند (Izquierdo و همکاران، ۲۰۰۳). تحقیقات اخیر نشان داده که اسیدهای چرب موجود در بافت ماهیان رابطه مستقیمی با اسیدهای چرب موجود در جیره دارد (Bell و همکاران، ۲۰۰۳؛ Francis و همکاران، ۲۰۰۶). اسیدلینولنیک و اسیدلینولئیک از اسیدهای چرب مهم در جانوران به‌شمار می‌روند که بدن جانداران قادر به سنتز این اسیدهای چرب نیستند و باید در جیره غذایی جانوران موجود باشند. این اسیدهای چرب حلقه اول تغییر و تبدیلات سنتز اسیدهای چرب بلند زنجیره هستند. با توجه به نتایج تحقیقات اخیر تقریبا تمام ماهیان آب شیرین قابلیت تبدیل اسیدهای چرب 18:2n6 (اسید لینولئیک) به 24:4n6 (اسید آراشیدونیک) و 18:3n3 (آلفا اسیدلینولنیک) به 20:5n3 (ایکوزپنتائنوئیک اسید) و در نهایت 22:6n3 (دیکوز هگزانوئیک اسید) را دارا هستند (Sargent و همکاران، ۲۰۰۲؛ Kanasawa و همکاران ۱۹۷۹).

تاسماهیان از لحاظ ارزش اقتصادی از ارزشمندترین ماهیان دنیا هستند و جزء ماهیان بسیار قدیمی به‌شمار می‌روند که قدمت ۲۵۰ میلیون ساله دارند و به لحاظ قدمت، به آن‌ها فسیل زنده نیز می‌گویند (حسینی، ۱۳۷۷). اطلاعات در مورد متابولیسم اسیدهای چرب و هم‌چنین میزان مناسب جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به‌طوری‌که کیفیت و میزان اسیدهای چرب بلند زنجیره (HUFA) افت نکند در جیره این ماهیان، مخصوصاً در تاسماهی ایرانی کمیاب است و عمدتاً اطلاعات موجود به مقایسه پروفیل اسیدهای چرب در جیره‌ها و بافت ماهی اشاره کرده است. این ماهیان با توجه به شرایط خاص تکاملی خود که قسمتی از مراحل تکاملی خود را در آب شور و لب شور و قسمتی از آن را در آب شیرین سپری می‌کنند از لحاظ تحقیقات تغذیه‌ای حائز اهمیت هستند. بنابراین این تحقیق با هدف تعیین میزان اپتیمم جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا به طوری‌که میزان اسیدهای چرب بلندزنجیره (HUFA) افت نکند و هم‌چنین تعیین قابلیت بلندزنجیره‌سازی (Elongation) و غیراشباع‌سازی (Desaturation) در تاسماهی ایرانی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

شرایط نگهداری بچه ماهیان و تیمارهای غذایی

تعداد ۱۸۰ بچه‌ماهی تاسماهی ایرانی، با وزن اولیه ۲۱۰ گرم به‌صورت تصادفی در حوضچه‌های فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری ذخیره‌سازی شدند. آب این حوضچه‌ها به‌صورت غیرچرخشی و از آب چاه تامین می‌شد که پس از هوادهی و ضدعفونی با اشعه UV وارد سیستم پرورش می‌شد. درجه حرارت آب در طول دوره ثابت و حدود ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. رژیم نوری مورد استفاده شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. غذادهی در طول دوره روشنایی و به‌صورت دستی در ۳ نوبت (8:00, 14:00, 19:00) انجام می‌گرفت. محاسبه مقدار غذای روزانه براساس ۲ ٪ توده زنده حوضچه‌ها صورت می‌گرفت ولی غذادهی در روزهای بعدی با توجه به سیری ظاهری انجام می‌شد. قبل از شروع طرح بچه‌ماهیان به‌مدت ۲ هفته در حوضچه‌های فایبرگلاس بزرگ‌تر نگهداری شدند تا با شرایط آزمایش کاملاً سازگار شوند. بعد از دو هفته بچه‌ماهیان زیست‌سنجی شدند و وزن اولیه آن‌ها (۶/۴ ± ۲۱۷/۶) برای محاسبات بعدی ثبت شد. در انتها طرح بچه‌ماهیان دوباره زیست‌سنجی شدند و پارامترهای ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR) و افزایش وزن بدن بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

Weight gain = final weight- initial weight

Specific growth rate(ضریب رشد ویژه) = $(\ln w_2 - \ln w_1) / t$

FCR (ضریب تبدیل غذایی) = quantity of food distributed / weight gain

سه جیره فرموله شده ایزوکالریفیک (*iso-calorific*)، ایزونیتروژنوس (*iso-nitrogenus*) و ایزولیپیدیک (*iso-lipidic*) که حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۱۵ درصد چربی خام بودند به‌مدت ۷۸ روز برای تغذیه بچه‌ماهیان استفاده شد. اختلاف این جیره‌ها در نوع روغن مورد استفاده بوده است که در تیمار اول ۱۰۰ درصد روغن ماهی و در تیمار دوم ۵۰ درصد روغن ماهی و ۵۰ درصد روغن سویا و در تیمار سوم ۱۰۰ درصد روغن سویا استفاده شد (جدول ۱). جیره‌ها با توجه به اندازه دهان بچه‌ماهیان به‌صورت پلت (۴میلی‌متر) آماده شدند. ترکیب تقریبی جیره‌ها در جدول ۱ و ترکیب اسیدهای چرب این جیره در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱: ترکیب و اجزاء جیره‌های غذایی مورد استفاده در طرح (گرم در ۱۰۰ گرم جیره)

اجزاء	جیره‌ها (گرم در ۱۰۰ گرم جیره)		
	۱۰۰ درصد روغن ماهی	۵۰ درصد روغن سویا	۱۰۰ درصد روغن سویا
پودر ماهی	۵۱/۷	۵۱/۷	۵۱/۷
پودر سویا	۲۳	۲۳	۲۳
آرد گندم	۹/۹۵	۹/۹۵	۹/۹۵
روغن ماهی	۵/۴	۲/۷	-
روغن سویا	-	۲/۷	۵/۴
میکرو نوترینت‌ها	۹/۹۵	۹/۹۵	۹/۹۵
ترکیب تقریبی جیره‌ها (گرم در ۱۰۰ گرم جیره)			
پروتئین خام	۴۵/۵	۴۴/۶	۴۵/۲
چربی	۱۵/۲	۱۵/۴	۱۴/۸

روش نمونه‌گیری

در ابتدای طرح تعداد ۳ عدد بچه‌ماهی برای آنالیز و تعیین میزان اولیه اسیدهای چرب در گوشت بچه‌ماهیان نمونه‌برداری شد. هم‌چنین در انتهای طرح ۳ بچه‌ماهی از هر حوضچه انتخاب و به‌وسیله یک چاقوی جراحی قطعه‌ای از گوشت بین باله شکمی و پشتی آن‌ها گرفته شد و پس از جدا کردن پوست و چربی‌های اضافی، گوشت‌ها باهم مخلوط و یک نمونه به صورت تصادفی از آن برای آنالیز اسیدهای چرب برداشته شد. قبل از انتقال به آزمایشگاه نمونه‌ها در دمای ۸۰درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آنالیز اسیدهای چرب

اندازه‌گیری درصد چربی توسط سوکسله و پروفیل اسیدهای چرب نمونه‌ها توسط دستگاه گاز کرماتوگراف Dani GC 1000 (Alltech ECONO-CAPEC-1000 ، ۲۵/. میکرومتر* ID ۳۲ میلی‌متر* ۳۰ متر) انجام گرفت.

استخراج چربی موجود در نمونه توسط اتر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت که در این مرحله جداسازی اسیدهای چرب موجود در ساختمان مولکولی تری آسیل گلیسرول‌ها و سایر مولکول‌ها صورت می‌گیرد و سپس چربی استخراج شده به متیل استرهای اسیدهای چرب تبدیل گردید. برای این منظور به ازاء هر ۰/۱ گرم چربی، ۱ میلی‌لیتر هپتان نرمال و ۰/۰۵ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی ۲ نرمال اضافه می‌گردد، نمونه به‌هم زده می‌شود تا گلیسرول از اسیدهای چرب جدا شده و رسوب کند. لایه شفاف بالایی حاوی متیل استر اسیدهای چرب محلول در هپتان می‌باشد این قسمت توسط سرنگ به ویال‌های کوچک منتقل شده و تا زمان تزریق به دستگاه در دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود (Lieboritz و همکاران، ۱۹۷۸).

جدول ۲: ترکیب اسیدهای چرب جیره‌ها (میلی گرم اسید چرب بر گرم چربی)

اسیدهای چرب	جیره ها		
	۱۰۰درصد روغن سویا	۵۰درصد روغن سویا	۱۰۰ درصد روغن ماهی
Total saturated	۱۵۵± ۳/۶ b	۱۶۶/۳ ± ۳/۲ b	۲۰۷/۳± ۱/۸ a
Total monoenoeic	۱۳۹/۷± ۳/۶ c	۲۴۹/۹ ± ۶/۵ b	۲۸۶/۵± ۶/۳ a
C18:2n6	۲۴۶± ۴/۲ a	۱۵۰/۵ ± ۶/۳ b	۴۸/۶± ۸/۹ c
C20:2n6	nd	nd	۰/۸۵±۰/۲
C20:4n6	۰/۷ ± ۰/۲ b	۲/۵ ± ۰/۵ a	۰/۹ ±۰/۰ b
C18:3n3	۷/۲ ± ۸/۰	۱۰/۳ ± ۱/۰	۹/۴ ±۰/۳
C20:3n3	۰/۵ ± ۰/۰ c	۲/۱ ±۰/۲ b	۶/۲ ± ۰/۵ a
C20:5n3(EPA)	۰/۵± ۰/۰ c	۱۱/۳± ۰/۶ b	۲۶/۴ ±۰/۷ a
C22:6n3(DHA)	۹/۹ ± ۰/۶ b	۱۰/۵ ± ۰/۶ b	۲۸/۵ ± ۰/۵ a
Total n-3	۱۸/۲ ± ۷/۴ c	۳۴/۳ ± ۰/۰ b	۷۰/۶ ± ۲/۰ a
Total n-6	۲۴۶/۷ ± ۴/۰ a	۱۵۳ ± ۷/۰ b	۵۰/۳ ± ۸/۹ c

داده‌ها با حروف مختلف در سطح $\alpha = 0.05$ دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

هم‌چنین با توجه به اطلاعات به‌دست آمده در مورد اسیدهای چرب در بدن بچه ماهیان، شاخص‌های آتروجنیک (Atherogenic index) و ترومبوجنیک (Thrombogenic index) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Vali hosseini و همکاران، ۲۰۱۰):

Atherogenic index = C12:0 + 4(C14:0) + C16:0 / MUFA+n3+n6
Thrombogenic index= C11:0 + C16:0 + C18:0 / 0.5(MUFA) + 0.5(n6) + 3(n3) + (n3/n6)

آنالیز آماری

برای آنالیز داده‌های حاصل از زیست‌سنجی و آنالیز اسیدهای چرب از نرم‌افزارSpss استفاده شد. داده‌ها در مرحله اول از بابت همسان بودن واریانس‌ها (Homogeneity of variances) مورد بررسی قرار گرفتند و بعد از اطمینان از همسانی واریانس‌ها، آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد اجرا شد. برای تعیین معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها از تست دانکن استفاده شد.

نتایج

در این تحقیق از ۳ جیره ایزوکالریفیک (*iso-calorific*)، ایزونیتروژنوس(*iso-nitrogenus*)و ایزولیپیدیک (*iso-lipidic*) استفاده شد و فرق عمده این جیره‌ها در ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها بوده است (جداول ۱ و ۲). میزان اسیدهای چرب اشباع (Saturated)، monoenoeic ، DHA،EPA و هم‌چنین میزان کل n3 در تیمار روغن ماهی به‌طور معنی‌داری از دو تیمار دیگر بالاتر بود. نتایج تحقیق نشان داد که افزایش رشد بدن در تاسماهی ایرانی در تیمارهای غذایی دارای اختلاف معنی‌دار نبود و این مقدار در بچه‌ماهیان تغذیه شده با تیمار اول (۱۰۰ درصد روغن ماهی) برابر ۲۲۰ گرم و در بچه‌ماهیان تغذیه شده با تیمار سوم (۱۰۰ درصد روغن سویا) ۲۰۷ گرم بود. ضریب تبدیل غذایی دارای تغییراتی بود این مقدار در بچه ماهیان تغذیه شده با روغن سویا ۲/۵ و در بچه‌ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی ۲/۴ بود. هم‌چنین اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در مورد پارامترهای ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و بقاء مشاهده نشد (جدول ۳). تغییرات ترکیب بدنی بچه‌ماهیان در طول دوره پرورش دارای تغییرات معنی‌دار بود که در جدول شماره ۴ آمده است.

جدول ۳: تاثیر تیمارهای غذایی بر روی پارامترهای رشد در بچه ماهیان تاسماهی ایرانی

فاکتورهای رشد	۱۰۰ درصد روغن سویا	۵۰ درصد روغن سویا	۱۰۰ درصد روغن ماهی
وزن ابتدا (گرم)	۲۲۰± ۶/۳	۲۱۶ ± ۳/۴	۲۱۶/۵ ± ۱۲
وزن پایانی (گرم)	۴۳۰± ۱۳/۴	۴۲۹ ± ۱/۴	۴۳۶ ± ۲/۱
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۰۷ ± ۷/۰	۲۱۳ ± ۱/۴	۲۲۰ ± ۱۴/۱
ضریب تبدیل غذایی	۲/۵ ± ۰/۰	۲/۵ ± ۰/۰	۲/۴ ± ۰/۱
ضریب رشد ویژه	۰/۸ ± ۰/۰	۰/۸ ± ۰/۰	۰/۹ ± ۰/۰۷
مرگ ومیر(%)	۲ ± ۰/۰	۲ ± ۱/۴	۱/۵ ± ۰/۷

داده‌ها با حروف مختلف در سطح $\alpha = 0.05$ دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

مقدار اسیدهای چرب اشباع و monoenoeic در ترکیب بدنی بچه‌ماهیان درتیمارهای غذایی دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0.05$) و بالاترین میزان این گروه از اسیدهای چرب به‌ترتیب در تیمار غذایی دوم و اول مشاهده شد. در گروه اسیدهای چرب n6، بالاترین مقدار C18:2n6 که اسید چرب شاخص این خانواده است و هم‌چنین میزان کل n6، در تیمار غذایی سوم مشاهده شد (۶ و ۴ برابر تیمار اول به‌ترتیب) که اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها داشت. هم‌چنین استفاده از تیمار غذایی اول و دوم در جیره غذایی بچه‌ماهیان، میزان اسیدآراشیدونیک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و پایین‌ترین میزان آن در تیمار غذایی سوم مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴: ترکیب اسیدهای چرب در ماهیچه بچه ماهیان تاسماهی ایران در تیمارهای مختلف (میلی گرم اسید چرب بر گرم چربی)

اسیدهای چرب	جیره ها			
	۱۰۰ درصد روغن سویا	۵۰درصد روغن سویا	۱۰۰ درصد روغن ماهی	ترکیب اولیه اسیدهای چرب در بدن بچه‌ماهی
کل اسیدهای چرب اشباع	۹۰/۵±۱/۳ a	۸۲/۶±۰/۶ b	۸۳/۶±۰/۹ b	۸۲/۹± ۰/۸
کل مونوئنوئیک	۱۱۹/۵±۱۰/۶ b	۲۵۶/۵±۴/۷ a	۲۶۸/۹±۴/۰ a	۱۰۱/۱± ۴/۶
C18:2n6	۶۶/۰±۲/۸ a	۱۲/۶±۰/۹ b	۱۱/۳± ۰/۰ b	۱۲/۳± ۰/۳
C20:2n6	۱/۱±۰/۴ b	۲/۶±۰/۱ a	۱/۶± ۰/۰ b	۲/۱± ۰/۳
C20:4n6	۱/۶±۰/۴ b	۴/۲±۰/۸ ab	۳/۵±۰/۶ a	۳/۸± ۰/۵
C18:3n3	۸±۰/۱ a	۴/۸±۰/۳ b	۳±۱ b	۲/۹± ۰/۲
C20:3n3	۰/۵±۰/۰ a	۰/۱±۰/۰ b	۰/۲± ۰/۰ b	۱/۲± ۰/۱
C20:5n3	۴/۵±۱/۱ b	۷/۱±۰/۲ a	۵/۲±۰/۶ ab	۴/۵± ۰/۴
C22:6n3	۲/۱±۰/۱ c	۱۷±۰/۸ a	۱۱/۴±۰/۹ b	۱۴/۱± ۱/۱
کل n-3	۱۴/۳±۰/۰ c	۲۹/۱±۱ a	۱۹/۹±۲/۴ b	۲۵/۳± ۲/۶
کل n-6	۶۸/۴± ۴/۱ a	۱۹/۴±۱/۸ b	۱۶/۴±۰/۵ b	۱۷± ۲/۱
شاخص آتروجنیک	۰/۵۴± ۰/۰ a	۰/۳۸±۰/۰ b	۰/۳۶± ۰/۰ b	۰/۳۴± ۰/۰
شاخص ترومبوجنیک	۰/۳۶±۰/۱ b	۰/۳۶±۰/۱ b	۰/۴۱± ۰/۰ a	۰/۲۶± ۰/۱

داده‌ها با حروف مختلف در سطح $\alpha = 0.05$ دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

استفاده از درصدهای مختلف روغن ماهی و سویا در جیره بچه ماهیان ترکیب اسیدهای چرب خانواده n3 را در بدن بچه ماهیان تغییر داد و بالاترین مقادیر C18:3n3 و C20:3n3 در تیمار غذایی سوم مشاهده شد و برعکس ماهیانی که از تیمار غذایی دوم تغذیه کرده بودند بالاترین سنتز EPA ، DHA و n3 را داشتند که با تیمار غذایی سوم اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۴).

شاخص‌های آتروجنیک (Atherogenic Index) و ترومبوجنیک(Thrombogenic Index) تغییرات معنی‌داری را در تیمارهای غذایی نشان دادند و بالاترین میزان شاخص‌های آتروجنیک و ترومبوجنیک به‌ترتیب در تیمار غذایی سوم و اول مشاهده شد (جدول ۴).

بررسی مقادیر گروه‌های اسید چرب اشباع شده و مقایسه این مقادیر با مقدار اولیه آن‌ها در بدن بچه‌ماهیان و هم‌چنین بعد از ۷۸ روز تغذیه با تیمارهای غذایی نشان داد که تجمع این گروه از اسیدهای چرب در بدن بچه ماهیان معنی‌دار نبوده است برعکس در مورد اسیدهای چرب گروه monoenoeic استفاده از تیمار غذایی اول تجمع این اسیدهای چرب را به‌طور معنی‌داری در بدن بچه‌ماهیان افزایش داد و الگوی تجمع این گروه از اسیدهای چرب بر اساس میزان اسیدهای چرب این گروه در غذای مورد استفاده بوده است (جدول ۵). هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که اسیدهای چرب گروه n3 از الگوی اسیدهای چرب monoenoeic پیروی نمی‌کنند و میزان تجمع این اسیدهای چرب در تیمار غذایی ۵۰ درصد سویا بالاترین میزان را داشته است در حالی‌که در غذای استفاده شده بالاترین میزان در تیمار غذایی اول وجود داشت. تجمع اسیدهای چرب n6 براساس الگوی غذای مصرفی بوده و بالاترین میزان این گروه از اسیدهای چرب در تیمار غذایی سوم دیده شد.

جدول ۵: مقادیر گروه‌های مختلف اسیدهای چرب در جیره‌های غذایی و بدن بچه ماهیان و میزان تجمع آن‌ها در بدن ماهی (گرم اسید چرب در ماهی)

	PUFA n6	PUFA n3	MUFA	SFA
اسیدهای چرب جیره غذایی				
FO 100	۳/۹±۰/۶ c	۵/۶±۰/۱ a	۲۲/۶±۰/۶ a	۱۶/۲± ۰/۰ a
SO 50	۱۲/۳±۰/۵ b	۲/۷± ۰/۰ b	۲۰/۱±۰/۶ b	۱۳/۴±۰/۳ b
SO 100	۱۹/۷±۰/۳ a	۲/۰± ۰/۱ c	۱۱/۱±۰/۲ c	۱۲/۳±۰/۴ c
مقادیر اولیه در بدن بچه‌ماهیان				
FO 100	۰/۹±۰/۰	۱/۴±۰/۰	۵/۴±۰/۳	۴/۵±۰/۳
SO 50	۰/۹±۰/۰	۱/۴±۰/۰	۵/۵±۰/۰	۴/۵± ۰/۰
SO 100	۰/۹±۰/۰	۱/۴±۰/۰	۵/۵±۰/۱	۴/۶± ۰/۱
مقادیر نهایی در بدن بچه‌ماهیان				
FO 100	۱/۸± ۰/۰ b	۲/۱±۰/۲ b	۲۹/۳±۰/۵ a	۹/۱± ۰/۱
SO 50	۲/۰±۰/۲ b	۳/۱±۰/۰ a	۲۷/۵±۰/۶ a	۸/۸± ۰/۰
SO 100	۷/۴±۰/۱ a	۱/۶±۰/۱ b	۱۲/۸±۰/۶ b	۹/۵±۰/۴
تجمع اسیدهای چرب در بافت ماهیچه				
FO 100	۰/۸± ۰/۰ b	۰/۸±۰/۱ b	۲۳/۸±۰/۸ a	۴/۶± ۰/۳
SO 50	۱/۲±۰/۲ b	۱/۶±۰/۰ a	۲۲±۰/۶ a	۴/۴± ۰/۰
SO 100	۶/۵±۰/۱ a	۰/۲ ±۰/۱ c	۷/۳±۱/۳ b	۵±۰/۲

مقادیر با حروف مختلف در سطح ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

در جدول FO مخفف تیمار روغن ماهی(Fish oil) و SO مخفف تیمار روغن سویا (Soybean oil) است.

جدول ۶ مقادیر اسیدهای چرب خانواده n6 را نشان می‌دهد و میزان تجمع C18:2n6 به‌عنوان اسیدچرب شاخص این خانواده بر اساس الگوی میزان این اسید چرب در غذای مورد استفاده بوده است. هم‌چنین C20:2n4 (اسیدآراشیدونیک) که از اسیدهای چرب مهم این خانواده است کاهش معنی‌داری در تیمار سوم بعد از ۷۸ روز در بدن بچه‌ماهیان نشان داد به‌عبارت دیگر سنتز این اسید چرب در بچه‌ماهیان کم‌تر از میزان استفاده آن در طول دوره پرورش بوده و بچه‌ماهیان در طول این دوره از ذخیره اولیه اسید آراشیدونیک خود استفاده کرده بودند.

جدول ۶: مقادیر اسیدهای چرب گروه n6 در جیره‌های غذایی و بدن بچه‌ماهیان و میزان تجمع آن‌ها در بدن ماهی (گرم اسید چرب در ماهی)

	C20:4n6	C20:2n6	C18:2n6
اسیدهای چرب جیره غذایی			
FO 100	۰/۰۷± ۰/۰ b	۰/۰۶± ۰/۰	۳/۸±۰/۷ c
SO 50	۰/۲± ۰/۰ a	nd	۱۲/۱±۰/۴ b
SO 100	۰/۰۶± ۰/۰ b	nd	۱۹/۷±۰/۲ a
مقادیر اولیه در بدن بچه‌ماهیان			
FO 100	۰/۱۸± ۰/۰	۰/۱± ۰/۰	۰/۶± ۰/۰
SO 50	۰/۲± ۰/۰	۰/۱± ۰/۰	۰/۶± ۰/۰
SO 100	۰/۲± ۰/۰	۰/۱± ۰/۰	۰/۶± ۰/۰
مقادیر نهایی در بدن بچه‌ماهیان			
FO 100	۰/۳۸±۰/۰۷ ab	۰/۱۸±۰/۰۱ b	۱/۲±۰/۰۱ b
SO 50	۰/۴۵±۰/۰۹ a	۰/۲۷±۰/۰۱ a	۱/۳±۰/۰۹ b
SO 100	۰/۱۷±۰/۰۴ b	۰/۱۱± ۰/۰۴ b	۷/۰±۰/۰۸ a
تجمع اسیدهای چرب در بافت ماهیچه			
FO 100	۰/۲± ۰/۰۶ab	۰/۰۶± ۰/۰	۰/۵۶±۰/۰۵ b
SO 50	۰/۲۵± ۰/۰۹ a	۰/۱۶± ۰/۰	۰/۶۹± ۰/۰۹ b
SO 100	- ۰/۰۳± ۰/۰b	nd	۶/۴±۰/۱۰ a

مقادیر با حروف مختلف در سطح ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

الگوی تجمع اسیدچرب C18:3n3 که از اسیدهای چرب شاخص خانواده n3 است بر اساس مقدار این اسید چرب در غذای مصرفی بوده و بالاترین میزان در تیمار غذایی سوم مشاهده شد. بالاترین مقدار اسید چرب C20:3n3 در تیمار غذایی اول مشاهده شد ولی در انتهای دوره پرورشی میزان تجمع این اسیدچرب در بدن بچه ماهیان منفی بوده و ذخیره اولیه این اسید چرب توسط بچه‌ماهیان مصرف شده بود. روغن ماهی دارای مقادیر بالای C20:5n3 (EPA) و C22:6n3 (DHA) هست و میزان این اسیدهای چرب با افزایش جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا کاهش می یابد.

جدول ۷: مقادیر اسیدهای چرب گروه n3 در جیره‌های غذایی و بدن بچه‌ماهیان و میزان تجمع آن‌ها در بدن ماهی (گرم اسید چرب در ماهی)

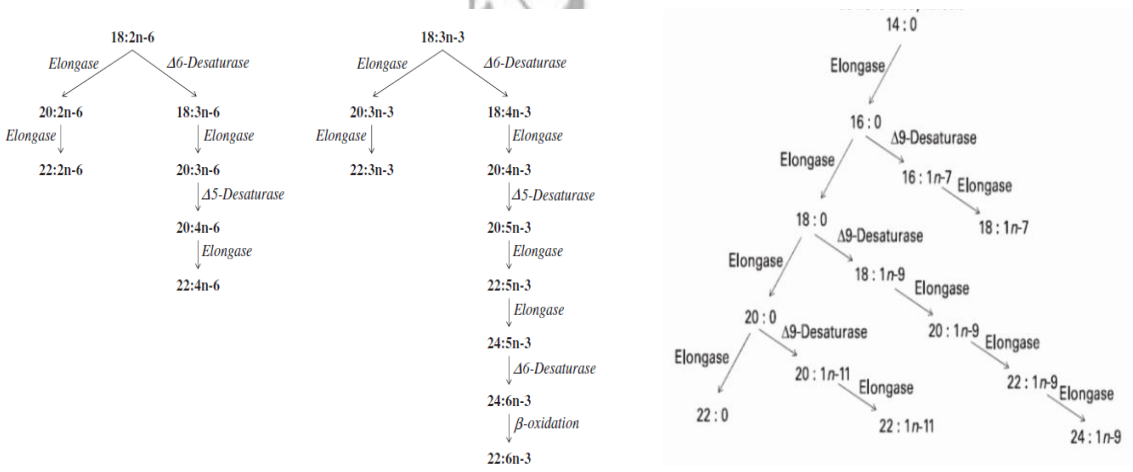
	C22:6n3	C20:5n3	C20:3n3	C18:3n3
اسیدهای چرب جیره غذایی				
FO 100	۲/۳±۰/۰ a	۲/۰± ۰/۰a	۰/۵± ۰/۰a	۰/۷± ۰/۰b
SO 50	۰/۸± ۰/۰b	۰/۹± ۰/۰b	۰/۱± ۰/۰b	۰/۸± ۰/۰b
SO 100	۰/۷± ۰/۰c	۰/۰۴± ۰/۰c	۰/۰۴± ۰/۰c	۱/۱± ۰/۱ a
مقادیر اولیه در بدن بچه‌ماهیان				
FO 100	۰/۷± ۰/۰	۰/۲± ۰/۰	۰/۰۶± ۰/۰	۰/۱ ± ۰/۰
SO 50	۰/۷± ۰/۰	۰/۲± ۰/۰	۰/۰۶± ۰/۰	۰/۱ ± ۰/۰
SO 100	۰/۷± ۰/۰	۰/۲± ۰/۰	۰/۰۶± ۰/۰	۰/۱ ± ۰/۰
مقادیر نهایی در بدن بچه‌ماهیان				
FO 100	۱/۲±۰/۰۹ b	۰/۵۷±۰/۰۶ ab	۰/۰۳± ۰/۰b	۰/۳۲±۰/۱ b
SO 50	۱/۸± ۰/۰۸a	۰/۷۷±۰/۰۲ a	۰/۰۱± ۰/۰b	۰/۵۱± ۰/۰۳b
SO 100	۰/۲±۰/۰۱ c	۰/۴۸±۰/۱ b	۰/۰۶± ۰/۰۱a	۰/۸۶± ۰/۰۴a
تجمع اسیدهای چرب در بافت ماهیچه				
FO 100	۰/۴۸±۰/۰۵ b	۰/۳۳± ۰/۰۴ab	- ۰/۰۳± ۰/۰	۰/۱۷± ۰/۱۰ a
SO 50	۱/۰۶± ۰/۰۸a	۰/۵۲± ۰/۰۲ a	- ۰/۰۵± ۰/۰	۰/۳۶± ۰/۰۳a
SO 100	- ۰/۵۴±۰/۰۴ c	۰/۲۴±۰/۱۲ b	nd	۰/۷± ۰/۰۴b

مقادیر با حروف مختلف در سطح ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

این الگو در انتهای دوره پرورشی در بدن بچه‌ماهیان مشاهده نشد و تیمار غذایی دوم دارای بالاترین مقادیر EPA و DHA بود. جایگزینی ۱۰۰ درصد روغن ماهی با روغن سویا میزان DHA را شدیداً در بدن بچه‌ماهیان کاهش داد به‌طوری‌که در انتهای طرح میزان تجمع در بدن بچه‌ماهیان منفی (Disappearance) بود (جدول ۷).

بحث

روغن ماهی از اجزاء مهم تغذیه‌ای در جیره ماهیان پرورشی گوشت‌خوار به‌شمار می‌رود. این روغن حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب بلند زنجیره (HUFA) به‌ویژه EPA و DHA هست که نقش به‌سزایی در ساختار سلولی ایفا می‌کنند. به‌طور مثال نقش DHA در ساختار غشاء سلول‌های مغز، شبکیه چشم و اسپرم انکارناپذیر است (Kroes وهمکاران ، ۲۰۰۳). بنابراین هرگونه کاهش در مقادیر این اسیدچرب می‌تواند صدمات جبران ناپذیری در سلامتی انسان به‌وجود آورد. از طرف دیگر رشد سریع صنعت آبزی‌پروری و استفاده از منابع ماهیان دریایی (By product) برای استحصال پودر و روغن ماهی خطر انقراض نسل این ماهیان را تشدید کرده است و بیم آن می‌رود که در سال‌های آینده علاوه بر کاهش شدید منابع این ماهیان، رشد صنعت آبزی‌پروری نیز با مشکل مواجه شود. جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های مختلف گیاهی از جمله روش‌های مورد نظر محققان برای جبران این کمبود به‌شمار می‌رود. مطالعات مختلف نشان داده است که جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی با توجه به عدم وجود اسیدهای چرب بلند زنجیره در این روغن‌ها مسیر غیراشباع‌سازی و بلند زنجیره‌سازی (شکل ۱) را در ماهیان فعال می‌کند ولی در هر حال این فعالیت‌های متابولیکی در جهت افزایش اسیدهای چرب بلند زنجیره برای جبران کاهش اسیدهای چرب بلند زنجیره کافی نبوده و در نتیجه کمبود این اسیدهای چرب در بافت ماهیان احساس می‌شود(Turchiniوهمکاران،۲۰۰۹). بنابراین‌در استراتژی جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی، کیفیت نهایی محصول که ارتباط مستقیم با مقادیر اسیدهای چرب بلند زنجیره دارد باید مد نظر قرارگیرد.



شکل ۱: مسیر بلند زنجیره‌سازی و غیراشباع‌سازی اسیدهای چرب اشباع و تشکیل اسیدهای چرب monoenoeic (سمت راست) و هم‌چنین تعییر و تبدیلات اسیدهای چرب لینولئیک C18:2n6 و اسید لینولنیک C183n3 به اسیدهای چرب بلند زنجیره (سمت چپ) (Francis، ۲۰۰۷).

در این تحقیق تاثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا در سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد در جیره غذایی بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که تغذیه بچه‌ماهیان با تیمارهای غذایی تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای رشد، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه ندارد. نتایج در مورد تاثیرات استفاده از روغن‌های گیاهی

بر روی رشد در ماهیان متناقض است. به‌طور مثال نتایج مشابه با تحقیق حاضر در برخی از مطالعات در مورد سالمون آتلانتیک(Torstensen وهمکاران، ۲۰۰۴)و ماهی قزل‌آلا(Caballero وهمکاران، ۲۰۰۲) مشاهده شده است درحالی‌که استفاده از روغن‌های گیاهی در برخی از ماهیان مانند کاچارا (*Pseudoplatystoma coruscans*)(Martino و همکاران،۲۰۰۲) و سی‌بریم (*Sparus auratus*)(Menoyo و همکاران، ۲۰۰۴) باعث تغییرات معنی‌دار در رشد این ماهیان شده است. به‌نظر می‌رسد دلیل این نتایج متناقض در میزان پودرماهی مصرفی در جیره‌های ماهیان و هم‌چنین قابلیت آن‌ها در مصرف چربی به‌عنوان انرژی و در نتیجه ذخیره پروتئین بیش‌تر می‌باشد. برای مثال ماهی سالمون آتلانتیک قابلیت ذخیره‌سازی پروتئین و استفاده از چربی به‌عنوان منبع انرژی را داراست درحالی که در ماهیانی مانند کاد مورای (Murry cod) این قابلیت وجود ندارد و هر گونه تغییر در ترکیب اسیدهای چرب جیره با توجه به نقش این اسیدهای چرب در ساختار سلولی بر روی رشد این ماهیان تاثیر می‌گذارد (Francis و همکاران، ۲۰۰۷).

ترکیب اسیدهای چرب بافت بدن ماهیان تحت تاثیر پروفیل اسیدهای چرب جیره است (مقدار ضریب همبستگی آن‌ها بین ۰/۹۵ تا ۱ هست) (Bell و همکاران، ۲۰۰۱). اسیدهای چرب جیره پس از مصرف در بدن جانوران،درساختار سلولی وبافت‌ها ذخیره (Accumulation) می‌شوند و مقداری هم برای سوخت و ساز و تولید انرژی (β-oxidation) مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به داده‌های حاصل از این تحقیق تجمع اسیدهای چرب اشباع در بدن بچه‌ماهیان برخلاف ترکیب اسیدهای چرب اشباع جیره معنی‌دار نبوده است. به‌نظر می‌رسد مقدار بالای اسیدهای چرب اشباع در تیمار اول در بدن بچه ماهیان صرف سوخت و ساز و تولید انرژی شده و یا به وسیله آنزیم Δ-9 desaturase به اسیدهای چرب monoenoeic تبدیل شده‌اند.

میزان کل اسیدهای چرب monoenoeic در جیره غذایی اول ۲ برابر این مقدار در تیمار سوم بوده درحالی‌که پس از طی دوره پرورش، تجمع آن‌ها در بدن بچه‌ماهیان در تیمار اول ۳ برابر تیمار سوم بود. با توجه به این‌که میزان اسیدهای چرب اشباع در تیمار اول در جیره‌ها بالاتر از بقیه تیمارها بود و بخشی از اسیدهای چرب monoenoeic به‌وسیله آنزیم Δ-9 desaturase از اسیدهای چرب اشباع ساخته می‌شوند به‌نظر می‌رسد مقادیر بالای اسیدهای چرب اشباع مسیر غیراشباع‌سازی و بلند زنجیره‌سازی را به‌وسیله آنزیمΔ-9 desaturase در بچه ماهیان تحریک می‌کند (شکل ۱). نتایج به‌دست آمده در این مطالعه با نتایج Turchini و همکاران (۲۰۰۶) و هم‌چنین Francis و همکاران (۲۰۰۷) بر روی ماهی کاد هم‌خوانی دارد.

آنزیم‌هایΔ-5desaturase و Δ-6 مسئول غیراشباع‌سازی اسیدچرب لینولنیک به EPA وDHA و هم‌چنین اسید چرب لینولئیک به اسید آراشیدونیک در بدن ماهیان هستند (Turchini و همکاران، ۲۰۰۹). در ماهیانی که فعالیت آنزیم‌های Δ-5 desaturase و Δ-6 بالاست میزان تبدیل اسیدهای‌چرب ضروری(اسیدلینولنیک و لینولئیک) به اسیدهای چرب بلند زنجیره هم بالاست. در این تحقیق میزان اسید لینولئیک درجیره بچه‌ماهیان در تیمار سوم ۵ برابر و در تیمار دوم ۳ برابر تیمار اول بود درحالی‌که در انتهای دوره پرورش میزان تجمع این اسید چرب در بدن بچه‌ماهیان در تیمار سوم ۱۱ برابر و در تیمار دوم ۱/۲ برابر تیمار اول بود. با توجه به اختلاف این دو نسبت در جیره و بدن بچه‌ماهیان در تیمار سوم و اول و هم‌چنین دوم، به‌نظر می‌رسد در صورت استفاده از درصد مناسب روغن‌های گیاهی در جیره‌های غذایی، بچه‌ماهیان با کمک آنزیم‌های Δ-5 desaturase و Δ-6 قادر به بلند زنجیره‌سازی و غیراشباع‌سازی این اسیدچرب به اسید آراشیدونیک هستند در مقابل استفاده از درصد بالای روغن‌های گیاهی می‌تواند باعث تجمع بیش‌تر این اسیدچرب در بافت ماهی و در نتیجه کاهش کیفیت نهایی محصول شود. نتایج تحقیقات Wanders و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از غلظت بالای اسید لینولئیک در تغذیه انسان می‌تواند با افزایش کلسترول بد (HDL) باعث افزایش بیماری‌های قلبی و عروقی شود.

اسید آراشیدونیک از اسیدهای چرب بسیار مهم در بدن جانداران می‌باشد که نقش کلیدی در رشد و تقویت ماهیچه‌های اسکلت، ساختار مغز و همچنین تقویت سیستم ایمنی دارد. اسید لینولئیک به‌عنوان پیش‌ساز این اسیدچرب مطرح است و ماهیان با بلند زنجیره‌سازی و غیراشباع‌سازی‌این‌اسیدچرب‌به‌وسیله‌آنزیم‌های desaturase Δ-5 و Δ-6 باعث افزایش تولید اسید آراشیدونیک در کبد

می‌شود. میزان این اسید چرب در تیمار غذایی دوم دارای بالاترین مقدار بود درحالی‌که پس از طی دوره پرورش بچه ماهیانی که در تیمار سوم بودند دارای بالانس منفی این اسیدچرب بودند و این بچه‌ماهیان از ذخایر اسیدچرب در بافت‌های خود در طول دوره پرورش استفاده کرده بودند. لازم به‌ذکر است که این تیمار دارای بالاترین میزان اسید لینولئیک بوده و باید بالاترین میزان اسید آراشیدونیک در این تیمار مشاهده می‌شد. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که میزان بالای اسید لینولئیک می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور مهم سبب کاهش اسید آراشیدونیک‌موجوددربافت‌هاو سلول‌ها(Down-regulating) شود(Adamو همکاران، ۲۰۰۸؛ Mantzioris و همکاران، ۱۹۹۵؛ Spector، ۱۹۸۱)

الگوی تجمعی اسیدچرب لینولنیک براساس میزان این اسیدچرب در جیره بچه‌ماهیان بوده است ولی میزان تجمع DHA و EPA در بدن بچه‌ماهیان براساس میزان این اسیدهای چرب در جیره نبوده و بالاترین میزان EPA و DHA در تیمار دوم مشاهده شد. چنان‌چه در بحث تولید اسیدآراشیدونیک اشاره شد استفاده از درصد مناسب روغن‌های گیاهی می‌تواند در افزایش تولید EPA و DHA و تحریک مسیر بلند زنجیره‌سازی در بافت‌های بچه‌ماهیان موثر باشد. هم‌چنین میزان تجمع DHA در تیمار سوم منفی بود که نشان‌دهنده این مسئله هست که جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا در سطح ۱۰۰ درصد در جیره بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی علاوه براین‌که باعث عدم سنتز این اسید چرب به‌وسیله آنزیم‌های Δ-5 desaturase و Δ-6 در بدن بچه‌ماهیان می‌شود باعث کاهش ذخایر اولیه این اسید چرب در بافت‌ها نیز خواهد شد.

تحقیق حاضر نشان داد که جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا در سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد تاثیری بر روی پارامترهای رشد در بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی ندارد. ولی جایگزینی در سطح ۱۰۰ درصد میزان تجمع اسیدچرب لینولئیک را در بافت بچه‌ماهیان افزایش و میزان DHA را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و درنتیجه کیفیت محصول کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا در سطح ۵۰ درصد علاوه براین‌که تاثیر منفی بر میزان DHA و EPA ندارد میزان این اسیدهای چرب را در بافت بچه ماهیان نسبت به تیمار روغن ماهی افزایش می‌دهد بنابراین می‌تواندبه‌عنوان یک گزینه مناسب برای جایگزینی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع:

۱. **حسینی، م.، ۱۳۷۷** . پایانی بر صید غیرمسئولانه. مجموعه مقالات. ۱۹۰ صفحه.

2. **Adam, O.; Tesche, A. and Wolfram, G., 2008**. Impact of linoleic acid intake on arachidonic acid formation and eicosanoid biosynthesis in humans. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids, 79:177-181.
3. **Bell, J.G.; McEvoy, l.; Tocher, D.R.; McGhee, F.; Campbell, P.I. and Sargent, l.R., 2001**. Replacement offish oil with rape seed oil in diets of Atlantic salmon *(Salmo safar)* affects tissue lipid compositions and patocyte fatty acid metabolism. 1 Nutr. 131: 1535- 1543.
4. **Bell, J. G.; McGhee, F.; Campbell, P.J. and Sargent, J.R., 2003.** Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): Changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". Aquaculture, 218:515-528.
5. **Caballero, M.J.; Obach, A.; Rosenlund, G.; Montero, D.; Gisvold, M. and 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.
6. **Francis, D.S.; Turchini, G.M.; Jones, P.L. and De Silva, S.S., 2006**. Effects of dietary oil source on the growth and muscle fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. Aquaculture, 253:547-556.
7. **Francis, D.S.; Turchini, G.M. and Jones, P.L., 2007**. Dietary lipid source modulates in vivo fatty acid metabolism in the freshwater fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). J. Agric. Food Chem., 55:1582 –1591.
8. **Hosseini, S.V.; Kenari, A.A.; Regenstein, J.M.; Rezaei, M.; Nazari, R.M.; Moghaddasi, M.; Kaboli, S.A. and Grant, A.A.M., 2010.** Effects of Alternative Dietary Lipid Sources on Growth Performance and Fatty Acid Composition of Beluga Sturgeon, *Huso huso* Juveniles. J. World Aquacult. Soc., 41:4p.
9. **Izquierdo, M.S.; Obach, A.; Arantzamendi,**

15. **Menoyo, D.; Izquierdo, M.S.; Robaina, L.; Gine´s, R.; Lopez- Bote, C.J. and Bautista, J.M., 2004.** Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soyabean oils. Br. J. Nutr, 92:41-52.
16. **Sargent, J.R.; Tocher, D.R. and Bell, J.G., 2002.** The lipids In Fish Nutrition; Halver, J. E., Hardy, R. W. Eds.; Academic Press, Elsevier: San Diego, CA, pp.181-257.
17. **Spector, A.A.; Kaduce, T.L.; Hoak, J.C. and Fry, G., 1981.** Utilization of arachidonic acid and linoleic acid by cultured human endothelial cells. J. Clin. Invest, 68:1003-1101.
18. **Tacon, A.G.J., 2004.** Use of fish meal and fish oil in aquaculture: A global perspective. Aquat. Resour. Cult. DeV, 1:3-14.
19. **Turchini, G.M. and Francis, D.S., 2009.** Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and b-oxidation) in rainbow trout fed fish oil or linseed oil-based diets. Br. J. Nutr, 102:69–81.
20. **Torstensen, B.E.; Frøyland, L. and Lie, Q., 2004.** Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil – effects on Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) tissue and lipoprotein composition and lipogenic enzyme activities. Aquac. Nutr, 10:175–192.

L.; Montero, D.; Robaina, L. and Roselund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. Aquaculture Nutrition, 9:397–407.

10. **Kanazawa, A.; Teshima, S.I. and Ono, K., 1979**. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. Comp. Biochem. Physiol. B, 63:295–298.
11. **Kroes, R.; Schaefer, E.J.; Squire, R.A. and Williams, G.M., 2003**. A review of the safety of DHA45-oil,FoodChem.Toxicol.,41:1433-1446
12. **Lieboritz, H.E.; Bengston, D.A.; Maugle, P.D. and Simpson, K.L., 1987.** Effect of artemia lipid fraction on growth and survival of larvae inland silverside.Artemia research and its application (ecology, culturing, use in aquaculture).Universapress,Wetteren.3:469-479.
13. **Mantzioris, E.; James, M.J.; Gibson, R.A. and Cleland, L.G., 1995.** Differences exist in the relationships between dietary linoleic and alpha-linolenic acids and their respective long chain metabolites.Am. J.Clin.Nutr,61:320-324.
14. **Martino, R.C.; Cyrino, J.E.P.; Portz, L. and Trugo, L.C., 2006.** Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudo platystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture, 209:233-246.

Partial replacement of fish oil by soybean oil on growth performance, survival and fatty acid metabolism in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) fingerlings

- **Ebrahim H. Najdegerami***: Artemia and Aquatics Research Institute, Urmia University, P.O.Box: 57153-165, Urmia, Iran
- **Naser Agh:** Artemia and Aquatics Research Institute, Urmia University, P.O.Box: 57153-165, Urmia, Iran
- **Ali aghazadeh:** Department Of Animal science, faculty of Ariculture, Urmia University, P.O.Box: 57153-165, Urmia, Iran
- **Reza Malekzadeh:** Artemia and Aquatics Research Institute, Urmia University, P.O.Box: 57153-165, Urmia, Iran

Received: November 2012 Accepted: February 2013

Key words: Persian sturgeon, metabolism, fatty acid, fish oil, soybean oil

Abstract:

The aim of the study was to investigate the replacement of fish oil by soybean oil and the effects on the growth performance, survival and fatty acid metabolism in Persian sturgeon fingerlings. Three *iso-nitrogenous* and *iso-lipidic* experimental diets containing 100% fish oil, 50 and 100% soybean oil were fed to triplicate group of fingerlings (initial weight 210 g). No significant difference was observed in the case of weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio and survival ($P > 0.05$). Fillet fatty acid composition was analyzed and the results showed that fillet fatty acid composition was highly affected by dietary fatty acid profile and the highest accumulation rate of linoleic acid (C18:2n6) and linolenic acid (C18:3n3) was observed in 100% soybean and fish oil respectively. Also feeding 50% soybean oil stimulated elongation and desaturation pathway of C18 PUFA in fingerlings and the highest amount of EPA, DHA arachidonic acid (AA) was observed in this treatment. Data obtained show that replacing fish oil with 100% soybean oil had inhibitory effect on the elongation and desaturation of C18 PUFA and the lowest amount of DHA and AA obtained in fingerlings fillet.

*Corresponding author's email: e.gerami@urmia.ac.ir