

## تأثیر سطوح چربی اکسیدشده جیره بر هورمون‌های تیروئیدی در تاسماهی هیبرید

سید امیر تیموری<sup>۱</sup>، امیر پرویز سلاطی<sup>۱\*</sup>، عبدالعلی موحدی نیا<sup>۲،۳</sup>، حسین پاشا زانوسی<sup>۴</sup> و سلیمان حسن پور<sup>۵</sup>

دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۹ / پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۰ / چاپ: ۱۳۹۶/۰۴/۳۰

<sup>۱</sup>گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

<sup>۲</sup>گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

<sup>۳</sup>گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

<sup>۴</sup>گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

<sup>۵</sup>گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

\*مسئول مکاتبات: apsalati@kmsu.ac.ir

**چکیده.** روغن ماهی موجود در جیره ماهی پیوسته در معرض خطر اکسیداسیون است. در مطالعه حاضر، اثرات تغذیه تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان با جیره حاوی سطوح مختلف چربی اکسیدشده بر سطوح هورمون‌های تیروئیدی به عنوان هورمون‌های اصلی دخیل در متابولیسم تحت بررسی قرار گرفت. جهت انجام این آزمایش ۳ رژیم غذایی مختلف با جایگزینی صفر (گروه شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ درصد روغن ماهی اکسیدشده طراحی شد. ۹۰ قطعه تاسماهی هیبرید با میانگین وزن اولیه  $212.6 \pm 0.7$  گرم، پس از ۲ هفته سازگاری با جیره غذایی طراحی شده و شرایط آزمایشی، به صورت تصادفی در ۹ مخزن فایبرگلاس با ابعاد ۲ متر مکعب، در ۳ تیمار و هر کدام ۳ تکرار ذخیره سازی شدند. غذادهی سه بار در روز (ساعات ۸، ۱۴ و ۲۰) و تا حد سیری به مدت ۶ هفته انجام شد. در پایان دوره آزمایش، از ماهی‌ها نمونه خون تهیه و سرم جداسازی شد. هورمون‌های تیروکسین و تری‌یدوتیرونین سرم به روش رادیوایمونواسی اندازه‌گیری شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که تیروکسین، تری‌یدوتیرونین و نسبت تیروکسین به تری‌یدوتیرونین سرم تغییر معنی‌داری در پاسخ به سطوح مختلف چربی اکسیدشده رژیم غذایی نشان نمی‌دهند. با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تغذیه با چربی اکسیدشده اثری بر سطح سرمی هورمون‌های تیروئیدی در تاس ماهی هیبرید ندارد.

**واژه‌های کلیدی.** ماهی، جایگزینی، تترایدوتیرونین، تری‌یدوتیرونین

## Effects of dietary oxidized fish oil on thyroid hormones in Sturgeon hybrid

Seyed Amir Teymouri<sup>1</sup>, Amir Parviz Salati<sup>1\*</sup>, Abdolali Movahedinia<sup>2,3</sup>, Hossein Pasha Zanoosi<sup>4</sup> & Soleiman Hasanpour<sup>5</sup>

Received 09.05.2016/ Accepted 10.06.2017/ Published 21.12.2017

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

<sup>2</sup>Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

<sup>3</sup>Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

<sup>4</sup>Department of Oceanography, Faculty of Marine Sciences, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran

<sup>5</sup>Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

\*Correspondent author: apsalati@kmsu.ac.ir

**Abstract.** Fish oil in the diet of fish is constantly at the risk of oxidation. In this study, the effects of feeding sturgeon hybrid (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) with different levels of oxidized fish oil (OFO) on thyroid hormones were investigated. Three experimental diets were made by replacing 0 (control), 50 and 100% OFO were made. Ninety hybrid sturgeon, with the initial weights of  $212.6 \pm 07g$  were distributed in 9 fiberglass tanks (2 m<sup>3</sup>) randomly after 2 weeks of adaptation with experimental conditions. Feeding was done three times daily (08:00, 14:00 and 20:00) for 6 weeks for satisfaction. At the end of the period, blood samples were taken and their serum was separated. Serum thyroxine and triiodothyronine were measured by radioimmunoassay in blood samples. Serum thyroxine, triiodothyronine and thyroxine/triiodothyronine level showed no significant changes related to dietary OFO. Our findings showed that dietary-OFO had no effect on blood thyroid hormones levels.

**Keywords.** fish, replacement, tetraiodothyronine, triiodothyronine

## مقدمه

تغذیه مناسب در سیستم‌های پرورشی به منظور حفظ سلامتی و در نتیجه افزایش تولید با کیفیت بالا ضروری است. علم تغذیه ماهی در سال‌های اخیر پیشرفت زیادی به خود دیده و از جیره‌های غذایی تجاری که، باعث افزایش رشد و سلامتی ماهی می‌شود، استفاده کرده است (Watanabe, 1981). ویژگی‌های تغذیه‌ای و فیزیکی جیره‌های غذایی می‌تواند توانایی ماهیان را برای مقاومت در برابر بیماری‌های عفونی تغییر دهد. شیوع بیماری‌ها در ماهیان معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که ماهیان در اثر تغییر فاکتورهایی مثل تغذیه تحت استرس قرار می‌گیرند. رژیم غذایی مناسب مثل حضور ماکرو نوترینت‌ها و میکرونوترینت‌ها شامل اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب PUFA، ویتامین‌ها، عناصر کمیاب، برای بهبود سلامتی و پیشگیری از بیماری‌ها در محیط‌های پرورش آبزیان ضروری است (Lall, 2000). براساس مطالعات انجام شده، اهمیت چربی‌ها در روند رشد ماهی به خوبی ثابت شده و انواع زیادی از منابع چربی حیوانی و گیاهی به‌طور وسیع در ساخت جیره‌های غذایی ماهیان استفاده می‌شوند (Nasopoulou & Zabetakis, 2012). چربی رژیم غذایی، نقش مهمی در فرایند-های تولید انرژی در بافت‌های حیوانات دارد و منبع اسیدهای چرب ضروری (Essential Fatty Acids: EFA) به حساب می‌آید. علاوه بر این، چربی رژیم غذایی، نقش حامل مواد مغذی محلول در چربی، به ویژه ویتامین‌های محلول در چربی از قبیل (A, D, E و K) عمل می‌کند (Watanabe, 1981). یکی از چربی‌هایی که به‌مثابه منبع تأمین انرژی در جیره ماهیان، تولید چربی خوراکی، تهیه غذای جانوران خشکی و آبی و تولیدات صنعتی استفاده می‌شود، روغن ماهی است که از استخراج روغن کل بدن ماهی یا از ضایعات ماهی به‌دست می‌آید و از اجزای غذایی اصلی در ترکیبات جیره غذایی ماهیان به حساب می‌آید (Karalazos, 2007). روغن ماهی بسیار هضم‌پذیر است و منبع غنی اسیدهای چرب ضروری، به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیر سری n-3، یا PUFA مانند ایکوزاپنتانوئیک اسید، دکوزاهگزانوئیک اسید و آراشیدونیک اسید است (Karalazos, 2007; Nasopoulou & Zabetakis, 2012). از سوی دیگر، هنگامی که این چربی‌ها در معرض اکسیژن اتمسفر، عناصر نور یا گرما قرار گیرند، از طریق واکنش‌های زنجیره‌ای

رادیکال آزاد کاملاً به پراکسیداسیون خود به خودی برای تبدیل به هیدروپراکسیدهای چربی سمی و ناپایدار (محصولات اولیه اکسیداسیون) حساس هستند (Chen et al., 2012). در ادامه، هیدروپراکسیدهای ناپایدار چربی می‌توانند به آسانی به رادیکال-های آلوکوسی اسیدهای چرب تجزیه شوند یا با شکسته شدن بیشتر، مجموعه‌ای از محصولات ثانویه اکسیداسیونی مانند آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها را آزاد کنند (Howell et al., 1998) که منبع اصلی طعم و بوی ناخوشایند جیره حاوی چربی اکسیدشده هستند (Hamre et al., 2001). اثر چربی اکسیدشده جیره بر رشد، ایمنی، دفاع آنتی‌اکسیدانی و تکامل اسکلتی عضلانی در *Hippoglossus hippoglossus* مشخص شده است (Lewis-McCrea and Lall, 2007). از دیگر آثار وجود چربی اکسیدشده در جیره می‌توان به اثر آنها بر متابولیسم اشاره کرد. هورمون‌های تیروئیدی یکی از مهم‌ترین هورمون‌های دخیل در تنظیم متابولیسم در ماهیان هستند. متابولیسم لپیدها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تحت تأثیر عمل‌کرد غده تیروئید است (Clark, 2000). Engberg و همکاران (1996) نشان دادند که تغذیه موش با رژیم‌های غذایی حاوی چربی اکسید شده، غلظت تیروکسین در پلاسما خون آنها را افزایش می‌دهد. همچنین Eder و Stangl (2000)، با مطالعه تیروکسین و کلسترول پلاسما در خوک‌های تغذیه شده با چربی‌های اکسیدشده نشان دادند که رابطه نزدیکی بین تغییرات هورمون‌های تیروئیدی و سوخت‌وساز کلسترول وجود دارد.

از آنجا که دوره‌گیری از روش‌های مؤثر در معرفی گونه-های جدید برای افزایش تولید، افزایش درصد بازماندگی، مقاومت به بیماری، سازگاری با محیط‌های پرورشی و تغییر در ساختار تولید مثل است، از این رو هیبرید تحت بررسی در این تحقیق که از تلاقی بین فیل ماهی نر و استرلیاد ماده حاصل شده است، علاوه بر ویژگی‌های فوق دارای دهان بزرگ‌تر و صفحات جانبی بیشتر در قیاس با نمونه‌های والد است و همچنین تمایل دارد مدت بیشتری را در رودخانه سپری کند. در سال 1952، دانشمندان روس برای اولین بار موفق به تولید هیبرید از فیل ماهی ماده و استرلیاد نر شدند. در نتیجه، هیبرید نسل F1، بستر نامیده شد. مطالعات بعدی مشخص کرد که این گونه برای پرورش مناسب است (Burtseve, 1972). باتوجه به مطالعه Hasanpour

پودر گل میخک با غلظت ۲۰۰ ppm بیهوش و با استفاده از سرنگ ۲/۵ میلی‌لیتر فاقد ماده ضد انعقاد، از سیاهرگ ساقهٔ دمی نمونه‌گیری انجام شد (سه عدد ماهی از هر تکرار). سپس سرم نمونه‌های خون با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه، جدا شد و تا زمان انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت هورمون‌های  $T_3$  و  $T_4$  سرم به روش RIA (radioimmunoassay) و با استفاده از کیت تجاری ایمونوتک (Immunotech, Radiová, Prague, Czech Republic) و بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده اندازه‌گیری شد (Alijani Ardeshir et al., 2016). برای این کار، ابتدا نمونه‌ها و مواد کیت یک ساعت قبل از شروع کار از یخچال خارج شدند تا به دمای اتاق برسند. پس از اضافه کردن نمونه و معرف‌ها، تیوب‌ها و رتکس و به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شدند. سپس، محتوای تیوب‌ها خالی و با قرار دادن آنها به صورت سروته بر روی کاغذ خشک‌کن به مدت ۲ دقیقه، مایع درون آنها کاملاً خارج شد. پس از خشک شدن تیوب‌ها، مقدار تشعشعات گامای آنها در دستگاه شمارندهٔ گاما LKB2 (فنلاند) اندازه‌گیری شد.

طرح کلی این تحقیق در قالب کاملاً تصادفی برنامه‌ریزی و اجرا شد. کلیه داده‌های مربوط به این تحقیق به صورت  $Mean \pm SE$  بیان شده‌اند. جهت بررسی وجود یا فقدان اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (One - Way ANOVA) استفاده شد و سپس آزمون دانکن مورد استفاده قرار گرفت و مقادیر ( $p < 0.05$ ) معنی‌دار تلقی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و رسم نمودارها به وسیلهٔ نرم‌افزار EXCEL 2010 انجام گرفت.

## نتایج

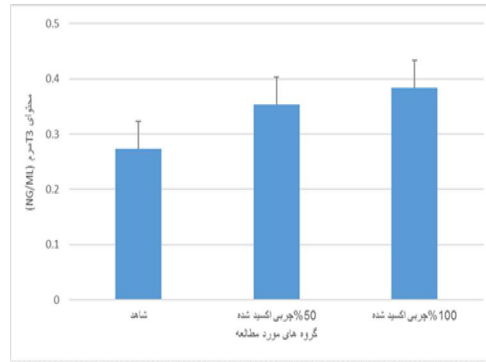
نتایج اندازه‌گیری میزان هورمون  $T_3$  در تاسماهیان دورگه تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسیدشده در شکل ۱ آمده است. با توجه به شکل، میزان هورمون  $T_3$  در سرم تاسماهیان، با افزایش سطح چربی اکسیدشده جیرهٔ غذایی نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد، به طوری که بیشترین میزان این هورمون در گروه‌های تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی ۱۰۰ درصد چربی اکسیدشده مشاهده شد، اما این تغییرات در بین تیمارهای مختلف

و همکاران (2016) و اثبات تغییرات پروفایل لیپیدی در تاسماهی هیبرید، این مطالعه با هدف بررسی اثر سطوح مختلف چربی اکسیدشده جیره در تاسماهی هیبرید ( $Huso huso \sigma \times \rho$ ) *Acipenser ruthenus* ♀ بر تغییرات هورمون‌های تیرویدی مؤثر در سوخت و ساز انجام شد.

## مواد و روش‌ها

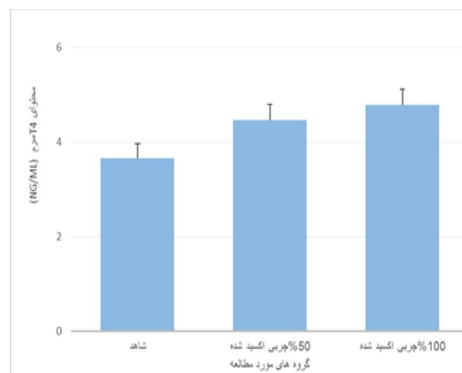
مطالعه حاضر در سالن و نیروی مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی واقع در سد سنگر انجام گرفت. ماهیان مورد استفاده در این آزمایش، از همین کارگاه تهیه و تعداد ۹۰ عدد تاسماهی هیبرید جوان با میانگین وزنی  $212/8 \pm 0/7$  گرم به صورت تصادفی در ۹ مخزن فایبرگلاس ( $n=10$ )، با حجم ۲ متر مکعب و حجم آبگیری ۷۰۰ لیتر توزیع شده و به مدت دو هفته جهت سازگاری با محیط آزمایشی با جیره پایه (جدول ۱) تغذیه شدند. سیستم آبرسانی به صورت آبشار با دبی ( $10 \pm 2$  لیتر بر دقیقه) وارد هر مخزن می‌شد و از خروجی مرکزی خارج می‌شد. سیستم خروجی مخازن طوری طراحی شده بود که ارتفاع آب در تمام مخزن‌ها یکسان باشد. روشنایی دائمی (۲۴ ساعت نور) با استفاده از نور مصنوعی در محیط کارگاه تأمین شده بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره به صورت روزانه تحت سنجش قرار گرفتند. دمای آب  $16/2 \pm 0/29$  درجهٔ سانتی‌گراد و pH آب  $7/13 \pm 0/11$  و میزان اکسیژن محلول  $9/53 \pm 0/07$  میلی‌گرم در لیتر بود. گروه‌های آزمایشی در مطالعه حاضر به صورت ۳ تیمار (۰، ۵۰، و ۱۰۰ درصد روغن اکسیدشدهٔ جیره) و هر تیمار سه تکرار بررسی شدند. بدین صورت که اقلام غذایی تهیه شد و پس از تنظیم فرمول غذایی (جدول ۱)، ابتدا اجزای غذایی غربال و با هم مخلوط شدند. سپس روغن ماهی به مخلوط اضافه شد. جهت اکسید کردن روغن ماهی مورد استفاده در مطالعه حاضر، روغن ماهی کیلکای خالص (شرکت قائم ساحل پودر، رشت، ایران) در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در معرض هوادهی شدید قرار گرفت (Koshio et al., 1994) تا عدد پراکسید آن به بیش از ۴۰۰ meq/kg افزایش یابد.

طول دوره آزمایش شش هفته بود و غذادهی به صورت روزانه، سه نوبت بر حسب اشتها (ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰) انجام گرفت. جهت خون‌گیری، تاسماهیان هیبرید با استفاده از



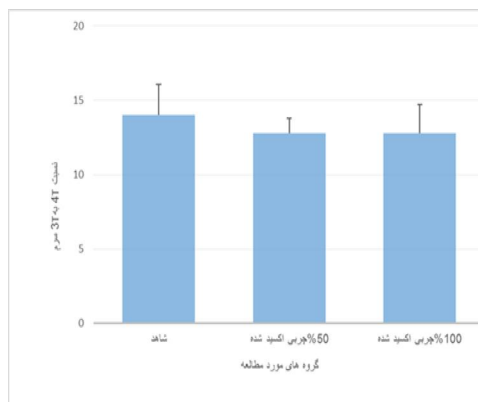
شکل ۱- تغییرات سطح هورمون T3 (ng/ml) در سرم ماهی دورگه (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسیدشده به مدت ۶ هفته.

**Fig. 1.** Changes in serum T3 levels (ng/ml) in juvenile serum sturgeon hybrid (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) fed by different oxidized oil levels for 6 weeks.



شکل ۲- تغییرات سطح هورمون T4 (ng/ml) در سرم ماهی دورگه (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسیدشده به مدت ۶ هفته.

**Fig. 2.** Changes in serum T4 levels (ng/ml) in juvenile serum sturgeon hybrid (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) fed by different oxidized oil levels for 6 weeks.



شکل ۳- تغییرات نسبت سطح هورمون T4 به T3 در سرم تاسماهیان دورگه (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسیدشده به مدت ۶ هفته.

**Fig. 3.** Changes in serum T4/T3 ratio in juvenile serum sturgeon hybrid (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) fed by different oxidized oil levels for 6 weeks.

های مصرف و غیره بستگی دارد (Eder & Strangle, 2000; Eder & Kirchgessner, 1997).

اگر چه اثر چربی اکسیده روی سوخت و ساز بدن حیوانات به خوبی مشخص شده است، اما مطالعات در باب اثر بالقوه چربی اکسید شده روی متابولیسم هورمون‌های تیرویدی در حیوانات اندک است. Eder و Stangl (2000) نشان دادند که رابطه ای نزدیک بین تغییرات هورمون‌های تیرویدی و سوخت و ساز کلسترویل در خوک‌های تغذیه شده با روغن اکسید شده به وسیله حرارت وجود دارد و چربی اکسید شده جیره غذایی می‌تواند موجب افزایش غلظت هورمون‌های تیرویدی در خون شود. به این صورت که تغذیه با رژیم غذایی حاوی چربی اکسید شده به وسیله حرارت، غلظت تیروکسین آزاد و کل در پلازما را افزایش می‌دهد (Eder & Strangle, 2000; Eder 1999). غلظت هورمون‌های تیرویدی پلازما، غلظت کلسترویل پلازما و قطعات لیوپروتئینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Field *et al.*, 1986; Tanis *et al.*, 1996). افزایش غلظت هورمون T<sub>4</sub> در خوک‌های تغذیه شده با چربی اکسید شده با کاهش غلظت کلسترویل پلاسمای آنها در ارتباط بود. بنابراین، مطالعه آنها نشان داد که رابطه نزدیکی بین تغییرات هورمون تیرویدی و متابولیسم کلسترویل در خوک‌های تغذیه شده با چربی اکسید شده وجود دارد. اما با توجه به فقدان تغییرات معنی‌دار در میزان کلسترویل سرم در تاسماهی هیبرید تغذیه شده با چربی اکسید شده (Hasanpour *et al.*, 2016)، به نظر می‌رسد در ماهیان عوامل دیگری نیز بر کلسترویل خون و در نتیجه بر متابولیسم چربی تأثیر گذار باشند. از جمله این عوامل می‌توان تغییر در فعالیت آنزیم لیوپروتئین لیپاز را پیشنهاد کرد. از طرف دیگر، وضعیت تغذیه حیوانات و مصرف انرژی، به طور ویژه دارای اثر قابل توجهی روی آزادسازی هورمون‌های تیرویدی از غده تیروئید و میزان دیدیناسیون کبدی است (Katzeff *et al.*, 1990). در مطالعه قبلی بر روی این ماهی مشخص شد که تغذیه تاسماهی هیبرید با جیره حاوی چربی اکسید شده اثری بر میزان دریافت غذا و بازدهی آن ندارد که می‌تواند توجیهی برای عدم تغییر سطوح هورمون‌های تیرویدی در این مطالعه باشد (Hasanpour *et al.*, 2016). در مطالعات مختلف قابلیت هضم مواد مغذی، افزایش هورمون‌های تیرویدی و به دنبال آن کاهش

معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). نتایج اندازه‌گیری میزان هورمون T<sub>4</sub> در تاسماهیان دورگه تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسید شده در شکل ۲ نمایش داده شده است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، مصرف سطوح مختلف چربی اکسید شده رژیم غذایی باعث افزایش سطح هورمون T<sub>4</sub> سرم تاسماهیان نسبت به گروه شاهد شده است. به طوری که بیشترین میزان این هورمون در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ درصد چربی اکسید شده نسبت به گروه شاهد مشاهده شد، اما افزایش میزان این هورمون در بین گروه‌های تغذیه‌ای گوناگون اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $p > 0.05$ ). نتایج اندازه‌گیری نسبت هورمون T<sub>4</sub> به T<sub>3</sub> در تاسماهیان دورگه تغذیه شده با سطوح مختلف چربی اکسید شده در شکل ۳ نمایش داده شده است. با توجه به شکل ۳، نسبت هورمون T<sub>4</sub> به T<sub>3</sub>، با افزایش سطح چربی اکسید شده جیره غذایی نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا کرد که کمترین میزان این نسبت، مربوط به گروه تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی ۵۰ درصد چربی اکسید شده بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های تغذیه‌ای مختلف مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

## بحث

متابولیسم هورمون‌های تیرویدی تحت تأثیر چندین عامل مغذی مانند تأمین انرژی، پروتئین یا برخی از عناصر ضروری قرار می‌گیرد. مطالعات اخیر نشان داده است که ترکیب اسیدهای رژیم غذایی نیز غلظت هورمون‌های تیرویدی در گردش پلازما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چربی با سطح بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع تک یا چند زنجیر در موش (Takeuchi *et al.*, 1995) و خوک (Eder & Kirchgessner, 1997) به ایجاد غلظت‌های بالای تری‌یدوتیرونین (T<sub>3</sub>) پلازما در مقایسه با چربی‌های با محتوای عمده اسیدهای چرب اشباع خوک یا گاو منجر شد. این مطالعات نشان دادند که چربی اکسید شده رژیم غذایی غلظت‌های هورمون T<sub>4</sub> کل و آزاد در پلازما را افزایش می‌دهد. این اثر ممکن است به دلیل افزایش آزادسازی آن هورمون از غده تیروئید باشد. به نظر می‌رسد که احتمالاً اثر چربی‌های اکسید شده به عواملی مانند مقدار چربی، غلظت محصولات اولیه و ثانویه پراکسیداسیون چربی‌ها، شرایط آنتی‌اکسیدانی بدن حیوانات دوره

## REFERENCES

- Alijani Ardeshir, R., Rastgar, S., Movahedinia, A., Yarahmadi, Z. 2016. Alterations in the plasma thyroid and cortisol hormones in Yellowfin Sea bream, *Acanthopagrus latus*, following exposure to Benzo(a)Pyrene. – *Pollut. 2*: 77-82.
- Borsting, C.F., Engberg, R.M., Jakobsen, K., Jensen, S.K. and Andersen, J.O. 1994. Inclusion of oxidized fish oil in mink diets: the influence on nutrient digestibility and fatty-acid accumulation in tissues. – *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.* 72: 132-145.
- Burtsev, I.A. 1972. Progeny of an intergeneric hybrid of beluga and sterlet. In genetics, selection and hybridization (Sobel, Y., ed.). – Keter Press, pp 211-220.
- Chen, Z., Guo, L., Amarnath, V. and Davies, S. 2012. Identification of novel bioactive aldehyde-modified phosphatidylethanolamines formed by lipid peroxidation. – *Free Radic. Biol. Med.* 53: 1226-1238.
- Corcos Benedetti, P., Di Aquino, M., Di Felice, M., Gentili, V., Tagliamonte, B. and Tomassi, G. 1987. Effects of a fraction of thermally oxidized soy bean oil on growing rats. – *Nut. Rep. Int.* 36: 387-401.
- Eder, K. and Kirchgessner, M. 1997. Zinc deficiency and vitamin E status in rats fed olive oil or linseed oil. – *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 77: 66-76.
- Eder, K. 1999. The effect of an oxidized dietary oil on plasma cholesterol and thyroid hormone concentrations in miniature pigs fed on a hyperlipidemic diet. – *Anim. Physiol. Anim. Nut.* 82: 271-281.
- Eder, K. and Stangle, G.I. 2000. Plasma thyroxine and cholesterol concentrations of miniature pigs are influenced by thermally oxidized dietary lipids. – *J. Nutr.* 130: 116-121.
- Engberg, R.M., Lauridsen, C., Jensen, S.K. and Jakobsen, K. 1996. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets: its influence on nutrient balance and the antioxidant status of broilers. – *Poult. Sci.* 75: 1003-1011.
- Field, F.J., Albright, E. and Mathur, S.N. 1986. The effect of hypothyroidism and thyroxine replacement on hepatic and intestinal HMG-CoA reductase and ACAT activities and biliary lipids in the rat. – *Metab.* 35: 1085-1089.
- Gupta, R.P., Verma, P.C. and Garg, S.L. 1997. Effect of experimental Zinc deficiency on thyroid gland in Guinea-Pigs. – *Ann. Nutr. Metab.* 41: 376-381.
- Hamre, K., Kolas, K., Sandnes, K., Julshamn, K. and Kiessling, A. 2001. Feed intake and absorption of lipid oxidation products in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets coated with oxidized fish oil. – *Fish Physiol. Biochem.* 25: 209-219.
- Hasanpour, S., Salati, A.P., Falahatkar, B. and Mohammadi Azarm, H. 2016. Effects of dietary oxidized fish oil on growth and lipid metabolism in hybrid sturgeon (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀). – *J. Mar. Sci. Technol.* 15: 78-88.
- Howell, B.R., Day, O.J., Ellis, T. and Baynes, S.M. 1998. Early life stages of farmed fish. In: Black, K.D., Pickering, A.D. (eds.) *Biology of farmed fish*. – Sheffield Academic Press, Sheffield, pp 27-

رشد حیوانات، متعاقب تغذیه با رژیم‌های غذایی حاوی روغن اکسیدشده گزارش شده است (Yoshida & Kajimoto, 1989; Engberg *et al.*, 1996; Borsting *et al.*, 1994; Corcos *et al.*, 1987). این افزایش سطوح هورمون‌های تیروئیدی با هدف تأمین انرژی لازم متابولیسم پایه رخ می‌دهد. اثر چربی‌های اکسیدشده روی سوخت و ساز هورمون‌های تیروئیدی، می‌تواند ناشی از استرس اکسیداتیو باشد. در نتیجه مصرف بالای آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ویتامین E ممکن است از بروز این پیامدها جلوگیری کند. مطالعات حاکی از آن است که استرس اکسیداتیو می‌تواند سوخت‌وساز هورمون‌های تیروئیدی را تحت تأثیر قرار دهد (Gupta *et al.* 1997). در مطالعه حاضر، عدم تفاوت معنی‌دار در مقادیر هورمون‌های تیروئیدی در بین ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی نسبت‌های مختلف چربی اکسید شده، نشان‌دهنده فقدان تأثیر چربی اکسیدشده خوراکی بر سطوح هورمون‌های تیروئیدی و در نتیجه سطح متابولیسم پایه در تاسماهیان دورگه است. این موضوع می‌تواند به واسطه عدم افزایش کاتابولیسم، و عدم حساسیت به چربی اکسیدشده در جیره غذایی برای رشد صورت پذیرد.

## سپاسگزاری

از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر برای تأمین هزینه‌های مالی این مطالعه تشکر می‌گردد.

66.

**Karalazos, V.** 2007. Sustainable alternative to fish meal and fish oil in fish nutrition: effects on growth, tissue fatty acid composition and lipid metabolism. – Ph.D Thesis. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland, pp 205.

**Katzeff, H.L., Yang, M.U., Presta, E., Leibel, R., Hirsh, J. and Van Itallie, T.** 1990. Calorie restriction and iopanoic effects of thyroid hormone metabolism. – Am. J. Clin. Nutr. 52: 263-266.

**Koshio, S., Ackman, R.G. and Lall, S.P.** 1994. Effects of oxidized herring and canola oils in diets on growth, survival, and flavor of Atlantic salmon, (*Salmo salar*). – J. Agric. Food Chem. 42: 1164-1169.

**Lall, S.P.** 2000. Nutrition and health of fish. In: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M. Olvera-Novoa, M.A. and Civera-Cerecedo, R. 2000. Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 19-22 Noviembre,

**Lewis-McCrea, L.M. and Lall, S.P.** 2007. Effects of moderately oxidized dietary lipid and the role of vitamin E on the development of skeletal abnormalities in juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). – Aquaculture 262: 142-155.

**Nasopoulou, C. and Zabetakis, I.** 2012. Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds, a review. – LWT-Food Sci. Technol. 47: 217-224.

**Tanis, B.C., Westendorp, G.J. and Smelt, H.M.** 1996. Effect of thyroid substitution on hypocholesterolemia in patients with subclinical hypothyroidism: a reanalysis of intervention studies. – Clin. Endocrinol. 44: 643-649.

**Takeuchi, H., Matuso, T., Tokuyama, K., Shimomura, Y. and Suzuki, M.** 1995. Diet induced thermogenesis is lower in rats fed a lard diet than in those fed a high oleic acid safflower oil diet, a safflower oil diet or a linseed oil diet. – J. Nutr. 125: 920-925.

**Watanabe, T.** 1981. Lipid nutrition in fish. – Comp. Biochem. Physiol. 73B: 3-15.

**Yoshida, H. and Kajimoto, G.** 1989. Effect of dietary vitamin E on the toxicity of autoxidized oil to Rats. – Ann. Nut. Metab. 33: 153-161.

\*\*\*\*\*

**How to cite this article:**

**Teymouri, S.A., Salati, A.P., Movahedinia, A., Zanoosi, H.P. and Hasanpour, S.** 2017. Effects of dietary oxidized fish oil on thyroid hormones in Sturgeon hybrid. – Nova Biologica Rep. 4: 281-287.

تیموری، س.ا.، سلاطی، ا.پ.، موحدی نیا، ع.، زانوسی، ح.ب. و حسن‌پور، س. ۱۳۹۶. تأثیر سطوح چربی اکسیدشده جیره بر هورمون‌های تیروئیدی در تاسماهی هیبرید. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۲۸۷-۲۸۱.