اثر دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و تغذیه مجدد بر شاخص‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی در بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*)

سهیلا نقش‌پور[۱]
عباس بزرگنیا[۲*]
سید مهدی حسینی فرد[۳]
سید روح‌الله جوادیان[۴]

۱. دانشجو دوره دکتری گروه شیلات و آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، قائم‌شهر، ایران.
۲ و ۴. گروه شیلات و آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، قائم‌شهر، ایران.
۳. گروه دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بابل، بابل، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
Dr.bozorgnia@gmail.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۳۰۸۵۴
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵
این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله دکتری است.

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و تغذیه مجدد بر شاخص‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی در بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) *در سال ۱۳۹۷* انجام گردید. ۱۸۰ عدد بچه ماهی با میانگین وزن اولیه ۵/۳۲± ۳۴/۵۸ گرم، در ۴ تیمار: تیمار شاهد (F) که روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی شدند، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه پس از هر گرسنگی و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز که به مدت ۴۰ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میزان شاخص و آنزیم‌های کبدی (آلانین آمینوترانسفرا (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) پس از اعمال گرسنگی و تغذیه مجدد اختلاف معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی نشان ندادند (P>۰/۰۵)، اما در میزان هورمون‌های تیروئیدی تری‌یدوتیرونین (T3) و تیروکسین (T4) با اعمال دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان داد که فیل‌ماهی توانایی با دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد را داشته است؛ اما در میزان هورمون‌های تیروئیدی بعد از تحمل دوره گرسنگی و تغذیه مجدد برگشت به روند عادی مشاهده نشد که این نشان‌دهنده اثر منفی دوره محرومیت غذایی بر سطوح این هورمون‌ها می‌باشد که این می‌تواند تأکیدی بر این باشد که زمان بیشتری برای بازگشت این هورمون‌ها نیاز است.

واژگان کلیدی: فیل‌ماهی، شاخص کبدی، آنزیم‌های کبدی، هورمون‌های تیروئیدی، گرسنگی.

مقدمه

ماهیان خاویاری به دلیل قدرت سازگاری اکولوژیک زیاد، توانایی همزیستی با ماهیان استخوانی و ذخیره ژنتیکی، رشد سریع، نیاز اکسیژنی پایین و قابلیت پرورش در سیستم‌های پرورشی مختلف موردتوجه آبزی پروران قرارگرفته‌اند و ازلحاظ اقتصادی ازنظر گوشت و خاویار بسیار قابل‌توجه هستند (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۷). فیل‌ماهی از بزرگ‌ترین ماهی خاویاری ازنظر جثه در دریای خزر می‌باشد که خاویار آن بسیار گران‌بهاست (بهمنی، ۱۳۸۷). این‌گونه به دلیل رشد سریع و تولیدمثل آن در محیط محصور و مقاومت آن به شرایط مناسب پرورشی برای پرورش در آب‌های داخلی بسیار مناسب می‌باشد. مطالعات خون‌شناسی در گونه‌های مختلف آبزیان این نکته را به اثبات رسانده است که فاکتورهای محیطی و بیولوژیک نظیر کیفیت آب، جنسیت، فصل، گونه، میزان تحرک ماهی، وزن، تغذیه و غیره می‌توانند پارامترهای خونی را تحت تأثیر قرار دهند

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

(رنگرز و همکاران، ۱۳۹۶). هورمون‌های تیروئیدی می‌توانند به‌صورت مستقیم از طریق گیرنده‌های مربوط و یا غیرمستقیم از طریق ارتباط متقابل و اثرات مثبت با دیگر هورمون‌های آنابولیک، رشد سوماتیک ماهیان را افزایش دهند (Higgs *et al.*, 1982).

هورمون‌های تیروئیدی، بر رشد ماهیان مؤثر بوده و بنابراین پیچیده بوده و بستگی به نوع گونه و فاکتورهای متنوع خارجی و داخلی دارد. فاکتورهای خارجی می‌تواند شامل دما، رژیم غذایی، تناوب غذادهی، فتوپریود، عوامل استرس‌زا و سن باشد. کمیت و کیفیت غذا نیز مهم باشد، زیرا بر وضعیت داخلی تیروئید تأثیر دارند. علاوه بر این، فاکتورهای درونی مرتبط با رشد مانند (هورمون رشد) GH، (شبه انسولین)IGFs، گلوکوکورتیکوئید (کورتیزول) و استروئیدهای جنسی و همراه با آنچه که به‌وسیله هورمون‌های تیروئیدی ممکن است به‌صورت متقابل اثر داشته باشند می‌توانند سبب بهبود نرخ رشد گردند (Abdollahpour and Falahatkar, 2017؛ Abdollahpour *et al.*, 2019). اغلب در غده تیروئید هورمون تیروکسین (T4) تولید می‌شود و تولید تری‌یدوتیرونین (T3) کمتر است. در بافت‌های هدف مانند کبد و آبشش‌ها تیروکسین T4 به شکل فعال‌تر آن یعنی تری‌یدوتیرونین T3 تبدیل می‌شود. هورمون‌های تیروئیدی در کنترل سوخت‌وساز، رشد، تنظیم اسمزی، تکامل و متامورفیسم نقش دارند (عبدالله پور و فلاحتکار، ۱۳۹۷). در همه‌ی مهره‌داران ازجمله ماهیان، نقش اصلی تنظیم مصرف ذخایر بدن در دوره‌های گرسنگی بر عهده‌ی هورمون‌های متعددی ازجمله هورمون‌های تیروئیدی (TH) می‌باشد (Pottinger *et al.*, 2003؛ Abdollahpour *et al.*, 2019). بسیاری از ماهیان در طول زندگی خود دوره‌های گرسنگی طولانی یا کوتاه‌مدت را سپری می‌کنند. در مزارع پرورشی ایران، با تغییر شرایط محیطی ازجمله بالا رفتن کدورت آب، درجه حرارت، کاهش اکسیژن و غیره، غذادهی قطع می‌گردد که این دوره محرومیت غذایی منجر به تغییرات سطوح هورمونی و بیوشیمیایی در بدن ماهیان می‌شود، لذا درک بهتر تأثیر گرسنگی روی فیزیولوژی و ترکیبات بیوشیمیایی کبد در پرورش مناسب ماهی ضروری به نظر می‌رسد (Akbary *et al.*, 2016). در زمان محرومیت غذایی فعالیت غدد درون‌ریز منجر به تعدیل غلظت کورتیزول پلاسما شده، همچنین فعالیت متابولیکی منجر به تغییرات درروند مصرف کربوهیدرات، لیپید و پروتئین‌ها از اجزای مختلف بدن می‌شود. در ماهیانی که ذخیره چربی زیادی نداشته باشند پروتئین ماهیچه سفید در طول گرسنگی کاهش پیدا می‌کند. گروه دیگری از ماهیان ذخیره پروتئین را حفظ کرده و بیشتر از چربی یا گلیکوژن برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند. معمولاً افزایش گلوکز و انسولین، باعث مهار لیپولیز مواد چربی و درنتیجه منجر به کاهش سطح اسید چرب آزاد پلاسما می‌شود. این موضوع بیشتر در حیواناتی که با رژیم غذایی پرکربوهیدرات تغذیه می‌شوند اتفاق افتاده و در موقع محرومیت غذایی، به‌منظور حفظ گلوکز خون در حد طبیعی، از گلیکوژن کبد استفاده می‌نمایند، تقریباً با کاهش گلیکوژن کبدی ذخایر چربی برای کسب انرژی استفاده می‌شود. برخی از تحقیقات نشان داد که در ماهی تغذیه نشده غلظت کورتیزول به‌طور معنی‌داری افزایش‌یافته است، درحالی‌که برخی از مطالعات گزارش کردند که در دوره محرومیت غذایی غلظت کورتیزول کاهش‌یافته است. آمینوترانسفرازها به‌عنوان شاخص‌های فعالیت کبد به کار می‌روند و جزء آنزیم‌های بااهمیت در بررسی وضعیت سلامتی ماهیان هستند (Shalaby, 2005) و شامل آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز می‌باشد. این آنزیم‌ها در سرم خون، سیتوپالسم و میتوکندری و بافت‌های مختلف وجود دارند و فعالیت آن‌ها نماینده وضعیت فیزیولوژیک سلول می‌باشد (Martinez- Porchas *et al.*, 2011).

با توجه به مطالعات صورت گرفته در این تحقیق، بررسی اثر دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و تغذیه مجدد بر شاخص و آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی در بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سالن شرکت پرورش ماهیان خاویاری قره‌برون (مرکز اسلامی) واقع در استان مازندران، شهرستان ساری صورت گرفت. تعداد ۱۸۰ قطعه فیل‌ماهی از همان مرکز خریداری شد. پس از طی مرحله سازگاری، زیست‌سنجی ماهیان انجام شد و ماهیانی که ازلحاظ وزن و طول

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

تقریبی در یک اندازه بودند، به‌طور تصادفی انتخاب و در ۱۲ مخزن فایبرگلاس، هر مخزن حاوی ۱۵ قطعه ماهی با متوسط وزن اولیه ۳۵ گرم توزیع گردیدند و به مدت ۴۰ روز با جیره‌های غذایی ساخته‌شده تغذیه شدند. این تحقیق شامل ۴ رژیم غذادهی مختلف در دوره‌های گرسنگی به ترتیب ۲، ۴ و ۸ روزه و دوره‌های غذادهی مجدد به ترتیب ۸، ۱۶ و ۳۲ روز بوده است. تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی شدند، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه پس از هر گرسنگی و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز پس از دوره گرسنگی غذادهی شدند. بر اساس رفتار تغذیه‌ای بچه ماهیان، غذادهی در حد سیری (حدود ۳ درصد وزن بدن) در ۴ نوبت انجام شد. در جدول ۱ آنالیز تقریبی جیره آزمایشی ارائه‌شده است.

جدول ۱: آنالیز تقریبی جیره آزمایشی.

مواد مغذی	درصد
پروتئین خام	۵۲
چربی خام	۱۵
خاکستر	۱۳/۵
رطوبت	۱۰

اندازه‌گیری شاخص کبدی با استفاده از فرمول زیر تعیین شد (Higgs *et al.*, 2009):

شاخص کبدی= (وزن بدن (گرم) / وزن کبد (گرم))۱۰۰

برای اندازه‌گیری آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد ماهی، از هر تیمار ۵ عدد ماهی برداشته شد و پس از خارج کردن کبد، آن را دو بار با سرم فیزیولوژی شسته و با نسبت ۱:۱ سرم فیزیولوژی در دستگاه همزن برقی هموژنیزه نموده و در دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانرتیفیوژ و بعد از جداسازی مایع رویی، مجدداً در همین دور به مدت ۵ دقیقه سانرتیفیوژ و تا زمان آنالیز در دمای ۸۰ – درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Hanif *et al.*, 2004). برای اندازه‌گیری آلانین آمینوترانسفرا (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) از روشPark و همکاران (۲۰۱۲) استفاده شد. اندازه‌گیری آنزیم‌های آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در سرم با استفاده از کیت تجاری پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر مدل اپندروف (Ependorf, EPOS) ساخت کشور آلمان انجام شد.

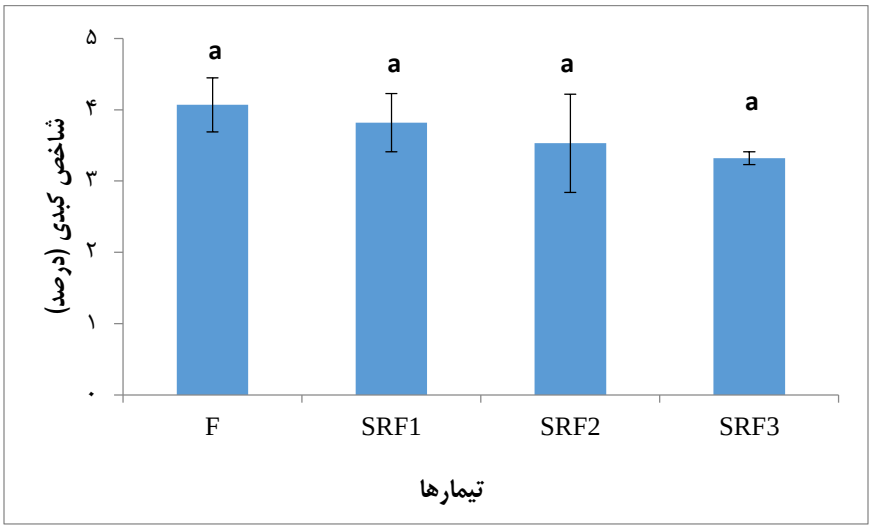
اندازه‌گیری هورمون‌های تیروئیدی تری‌یدوتیرونین و تیروکسین (T3 و T4) از پلاسما با روش رادیوایمونواسی (RIA) برحسب نانوگرم بر میلی‌لیتر و از روش Van der Leiner و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. ابتدا معرف‌ها رو آماده کرده سپس تعداد چاهک موردنیاز انجام آزمایش رو برداشته و ۵۰ میکرو لیتر ازسرم، استاندارد و نمونه در چاهک‌های موردنظر انتقال و سپس ۱۰۰ میکرو لیتر از محلول آنزیم کونژوگه (Enzym Conjugate) رقیق‌شده با بافر رو به هر چاهک اضافه شد. چاهک‌ها با برچسب مخصوص به مدت ۶۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد. ۵۰ میکرو لیتر محلول متوقف کننده واکنش به کلیه چاهک‌ها اضافه شد و به مدت ۲۰ ثانیه به‌آرامی پلت را تکان داده شد بعدازاینکه تمام‌رنگ آبی به رنگ زرد تبدیل شد مقدار جذب هر چاهک با طول‌موج ۴۵۰ نانومتر و با محنی استاندارد خوانده شد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One–Way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون آماری دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه بیست و دوم برای آنالیز داده‌ها و Excel برای رسم جداول استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از اثر گرسنگی و تغذیه مجدد بر شاخص کبدی در فیل‌ماهی در شکل ۱ نشان داده‌شده است. با توجه به نمودار و نتایج حاصله در بین تیمارهای آزمایشی ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)؛ اما بیشترین مقدار شاخص کبدی در تیمار شاهد مشاهده شد و با اعمال گرسنگی ۲، ۴ و ۸ و تغذیه مجدد ۸، ۱۶ و ۳۲ روز روند کاهشی در میزان شاخص کبدی مشاهده شد.

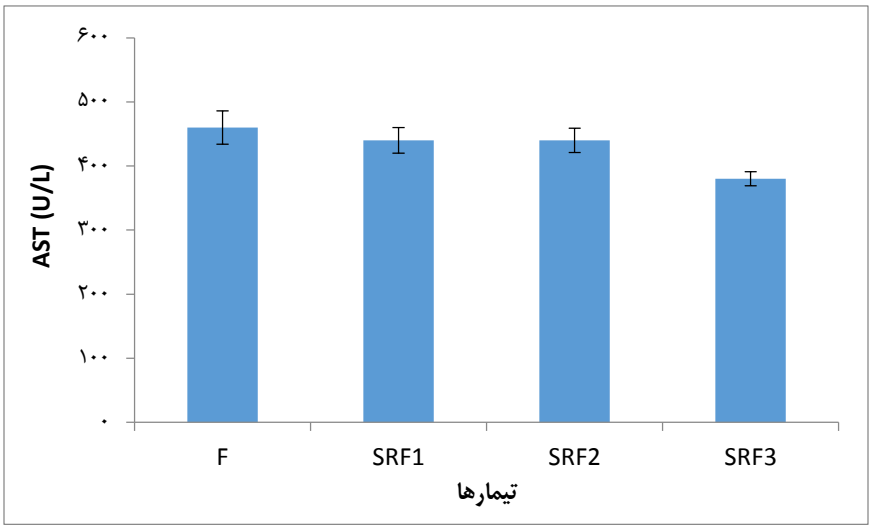


شکل ۱: شاخص کبدی اندازه‌گیری شده در فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های گرسنگی متفاوت به مدت ۴۰ روز (سال ۱۳۹۷).

میانگین و انحراف معیار (Mean ± S.D). تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز.

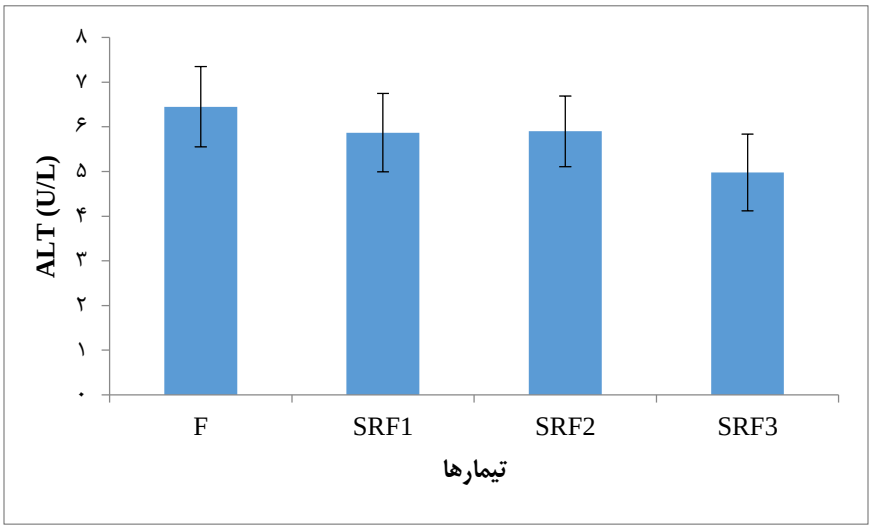
نتایج حاصل از میزان آنزیم‌های کبدی در بافت کبد و پلاسما در شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داده‌شده است. بیشترین میزان آنزیم‌های کبدی در بافت و پلاسما در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار SRF3 مشاهده شد که این مقادیر در تیمارهای مختلف ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>۰/۰۵).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]



شکل ۲: میزان آسپارتات آمینو ترانسفراز اندازه‌گیری شده در پلاسما فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

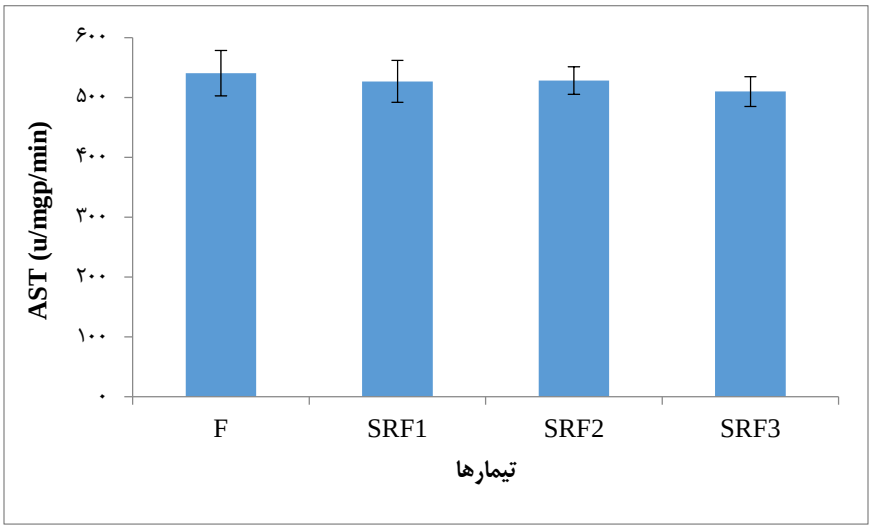
تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز.



شکل ۳: میزان آلانین آمینو ترانسفراز اندازه‌گیری شده در پلاسما فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

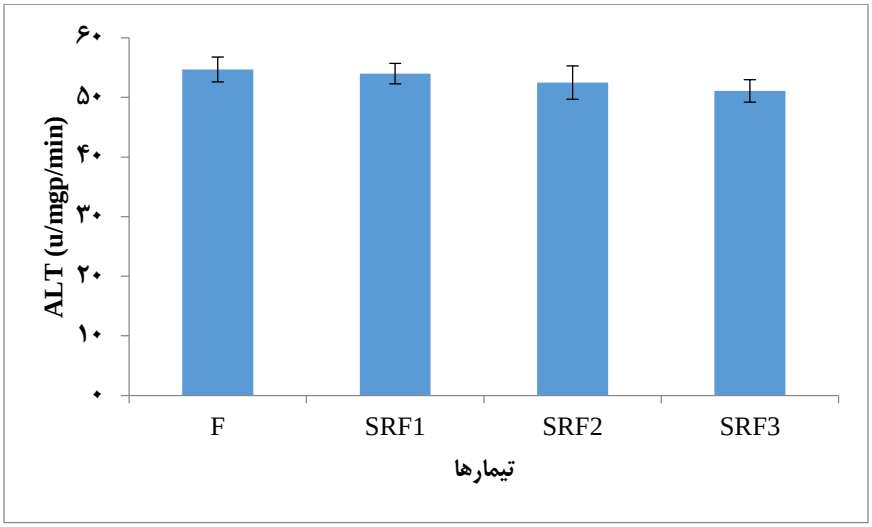
تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]



شکل ۴: میزان آسپارتات آمینو ترانسفراز اندازه‌گیری شده در بافت کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز.

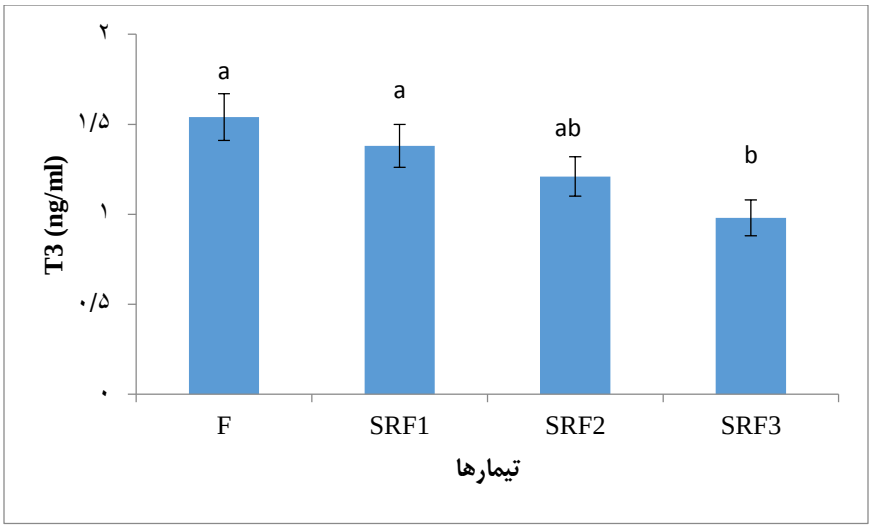


شکل ۵: میزان آلانین آمینو ترانسفراز اندازه‌گیری شده در بافت کبد فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز

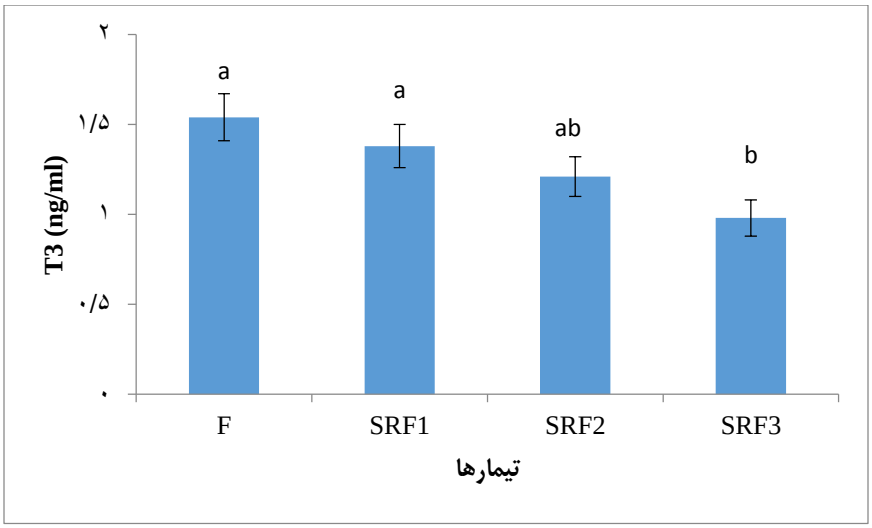
[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

مقادیر هورمون‌های تیروئیدی (T3 و T4) در اشکال ۶ و ۷ نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد که در میزان هورمون‌های T3 و T4 در تیمارهای مختلف گرسنگی و تغذیه مجدد اختلاف معنی‌داری نشان داند (P<۰/۰۵). بیشترین میزان T3 در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار SRF3 مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میزان T4 در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار SRF2 مشاهده شد که تیمارهای شاهد و SRF1 با تیمارهای SRF2 و SRF3 دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵).



شکل ۶: میزان تری‌یدوتیرونین (T3) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز.



شکل ۷: میزان تیروکسین (T4) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوره‌های متفاوت گرسنگی (سال ۱۳۹۷).

تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دوروزه و غذادهی ۸ روزه، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهارروزه و غذادهی ۱۶ روزه و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر دوره‌های گرسنگی به ترتیب ۲، ۴ و ۸ روزه و دوره‌های غذادهی مجدد به ترتیب ۸، ۱۶ و ۳۲ روز بر شاخص و آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی در بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) انجام شد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در میزان شاخص کبدی و آنزیم‌های کبدی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد و ماهی توانسته تا حدودی بعد دوره گرسنگی و غذادهی مجدد خود را به تیمار شاهد نزدیک کند، اما روند کاهشی در میزان این شاخص‌ها با تیمار شاهد مشاهده شد. تغییرات متابولیکی و فیزیولوژیکی در دوره‌های مختلف گرسنگی و غذادهی مجدد در مطالعات متعددی در گونه‌های مختلف آبزیان انجام‌شده است. تناقض در نتایج به‌دست‌آمده در این نوع مطالعات در گونه‌های مختلف و حتی در یک‌گونه نیز گزارش‌شده است. در مطالعه Rahmati و همکاران (۲۰۱۹) اثر استراتژی گرسنگی و تغذیه مجدد نتایج مشابهی در ماهی آزاد دریای خزر داشت (Rahmati *et al.*, 2019). آسیب‌های واردشده در کبد سبب اختلال در ساخت آنزیم‌های کبدی و رهاسازی به داخل پلاسما می‌گردد (Shi *et al.*, 2006). کبد اولین اندامی است که تحت تأثیر دورهای مختلف گرسنگی قرار می‌گیرد و پس از غذادهی مجدد تغییرات شاخص‌های کبدی به سطح گروه شاهد می‌رسد که بیانگر توانایی بالای این‌گونه در سازگاری با شرایط محیطی و محرومیت غذایی و قابلیت استفاده از ذخایر گلیکوژن کبدی و نیز استفاده از ذخایر چربی موجود در کبد به‌منظور تأمین انرژی موردنیاز در زمان گرسنگی است (یارمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گرسنگی و تغذیه مجدد بر میزان AST و ALT اثر معناداری نداشت که بامطالعه Cho و همکاران (۲۰۰۶) بر کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthyso livaceus* L.) و Akbary و همکاران (۲۰۱۶) بر ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) پس از ۸ هفته گرسنگی، همچنین در مطالعه یارمحمدی و همکاران (۱۳۹۴) با دوره‌های گرسنگی ۱ تا ۴ هفته‌ای و تغذیه مجدد ۴ هفته‌ای بر تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) مطابقت داشت. Park و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که گرسنگی منجر به افزایش معنی‌دار میزان AST و ALT پس از ۴ هفته در ماهی کفشک زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) شد. آن‌ها بیان داشتند که افزایش طول دوره گرسنگی منجر به آسیب کبدی شده، به‌طوری‌که کاهش فضای درون‌سلولی در سیتوپلاسم سلول‌های کبدی به همراه داشته و در مقابل سطوح آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز افزایش یافت. تناقض بامطالعه حاضر می‌تواند به دلیل کوتاه بودن دوره گرسنگی و تغذیه مجدد در این مطالعه باشد. شاخص کبدی نیز روند کاهشی با توجه به دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد نشان داد که هرچند این روند معنی‌داری نبود در مطالعه عشوری و همکاران (۱۳۹۴) نیز کاهش شاخص کبدی در طی دوره گرسنگی را گزارش کردند و علت آن‌ها مصرف ذخایر انرژی در دسترس بدن در طی گرسنگی بیان کردند.

هورمون‌های تیروئیدی در تنظیم متابولیسم ماهیان نقش دارند (Navarro and Gutierrez, 1995). اکثر محققین بیان داشتند که مقادیر پلاسمایی T3 در طی گرسنگی کاهش می‌یابد. کاهش هورمون‌های تیروئیدی در پاسخ به گرسنگی در ماهیان نیز می‌تواند با کاهش میزان متابولیسم به مکانیسم‌های هومئوستازی حمایتی برای تحمل این‌چنین دوره‌هایی کمک نماید (عشوری و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه حاضر میزان هورمون‌های T3 و T4 در تیمارهای مختلف گرسنگی و تغذیه مجدد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. کاهش T3 در دوره‌های گرسنگی در مطالعات سایر محققین نیز گزارش‌شده است (De pedro *et al.*, 2003؛ Raine *et al.*, 2005). در مطالعه عشوری و همکاران (۱۳۹۴) نیز میزان T3 کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد، ولی در میزان هورمون T4 اختلاف معنی‌دار نبود. Power و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که جهت بازیابی تغییرات رخداده در سیستم اندوکرینی پس از غذادهی مجدد به زمان بیشتری نیاز است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نشان داد که فیل‌ماهی (*Huso huso*) در میزان آنزیم‌های کبدی و شاخص‌های کبدی توانایی سازگاری با دوره‌های گرسنگی و بازگشت نسبی این آنزیم‌ها و شاخص کبدی بعد تغذیه مجدد را داشته است؛ اما در میزان هورمون‌های تیروئیدی بعد از تحمل دوره گرسنگی و تغذیه مجدد برگشت به روند عادی مشاهده نشد که این نشان‌دهنده اثر منفی دوره محرومیت غذایی بر سطوح این

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

هورمون‌ها می‌باشد که این می‌تواند تأکیدی بر این باشد که زمان بیشتری برای بازگشت این هورمون‌ها نیاز است. بااین‌وجود، می‌بایست مطالعات تکمیلی بیشتری برای تائید این نتایج و نیز در خصوص نحوه تأثیر گرسنگی و مدت‌زمان‌های کوتاه یا بلند و تأثیر آن بر این هورمون‌ها انجام گردد.

منابع

بهمنی، م.، ۱۳۸۷. بررسی اکو فیزیولوژی استرس از طریق اثر بر محور HPI و HPG سیستم ایمنی و فرایند تولیدمثل در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکتری بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۷۷ ص.

رنگرز، م.، جعفریان، ح.، گلزاریان‌پور، کیاوش. و عقیلی‌نژاد، م.، ۱۳۹۶. مقایسه فصلی آنزیم‌های کبدی و پارامترهای خونی فیل‌ماهیان پرواری در پن. تغذیه آبزیان، ۳ (۱): صفحات ۲۴-۱۳.

عبدالله پور، ح. و فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۷. نقش و کاربرد هورمون‌های تیروئیدی در فیزیولوژی و آبزی‌پروری. فصلنامه علوم آبزی‌پروری پیشرفته، ۱: ۳۶-۱۹.

عشوری، ق.، یاوری، و.، بهمنی، م.، یزدانی، م. ع.، کاظمی، ر.، مرشدی، و. و فتح هالهی، م.، ۱۳۹۴. پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بچه ماهیان سیبری دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و تغذیه مجدد: اثرات رشد جبرانی. مجله علوم و فنون دریایی، شماره ۱، صفحات ۳۲-۲۱.

فلاحتکار، ب.، خدابخشی، ل. و فرامرزپور، س.، ۱۳۹۷. روند تغییرات استروئیدهای جنسی و شاخص‌های بیوشیمیایی خون استرلیاد پرورشی (*Acipenser ruthenus*) طی مرحله جذب تخمک. مجله پژوهش‌های جانوری، جلد ۳۱ (۱): صفحات ۴۱-۲۸.

یارمحمدی، م.، پورکاظمی، م.، کاظمی، م.، حسن‌زاده، م. و یزدانی، م.ع.، ۱۳۹۴. تأثیر دوره‌های گرسنگی بر شاخص‌های خونی استرس در تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). علوم و فنون شیلات، ۴(۴): صفحات ۱۴۷-۱۳۵.

Abdollahpour, H. and Falahatkar, B., 2017. Improve growgh performance in starlet sturgeon Acipenser ruthenus larvae subsequent thyroxine injection to broodstock. 8th international symposium on sturgeons, Vienna, Austria, September 2017.

Abdollahpour, H., Falahatkar, B., Efatpanah, I., Meknatkhah, B. and Van Der Kraak, G., 2019. Influence of thyroxine on spawning performance and larval development of Sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus*. Aquaculture, 497: 134-139.

Abdollahpour, H., Falahatkar, B., Efatpanah, I., Meknatkhah, B. and Van Der Kraak, G., 2019. Hormonal and physiological changes in Sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* treated with thyroxine. Aquaculture, 507: 293-300.

Akbary, P. and Jahanbakhshi, A. R., 2016. Effect of starvation on growth, biochemical, hematological and non-specific immune parameters in two different size groups of grey mullet, *Mugil cephalus*. Acta Ecologica Sinica, 36: 205-211.

Cho, S., H., S. M., Lee, B. H., Park, S.C., Ji, J., Lee, J., Bae, S. Y., Oh. 2006. Compensatory growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and changes in proximate composition and body condition indexes during fasting and after refeeding in summer season. Journal of World Aquaculture Society, 37:168-174.

De Pedro, N., Delgado, M.J., Gancedo, B. and Alonso-Bedate, M., 2003. Changes in glucose, glycogen, thyroid activity and hypothalamic catecholamine's in tench by starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology B, 173 (6): 475–481.

Hanif, A., Bakopoulos, V. and Dimitriadis Maternal, G. J., 2004. Transfer of humoral specific and non-specificimmune parameters to sea bream (*Sparus aurata*) larvae. Fish and Shellfish Immunology, 17: 411-435.

Higgs, D. A., Fagerlund, U. H., Eales, J. G. and McBride, J. R., 1982. Application of thyroid and steroid hormones as anabolic agents in fish culture. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 73(1): 143-176.

Leiner K.A., Han G.S. and MacKenzie D.S., 2000. The effects of photoperiod and feeding on the diurnal rhythm of circulating thyroid hormones in the red drum, *Sciaenops ocellatus*. General and comparative Endocrinology, 120 (1): 88– 98.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]

Martinez-Porchas, M., HernandezRodriguez, M., Davila-Ortiz, J., VilaCruz, V. and Ramos Enriquez, J.R., 2011. A preliminary study about the effect of benzo[a] pyrene (BaP) injection on the thermal behavior and plasmatic parameters of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus L*.) acclimated to different temperatures. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 6: 76-85.

Navarro, I. and Gutiérrez, J., 1995. Fasting and starvation. In: Hochachka P.W., Mommsen T. (Eds.) Biochemistry and Molecular Biology of Fishes. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 393–434.

Park, I. S., Hur, J. W. and Choi, J. W., 2012. Hematological responses, survival, and respiratory exchange in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, during starvation. Asian Australas Journal Animal Science, 25:1276-1284.

Park, I. S., Woo, S. R., Kim, E. M. and Cho, S. H., 2006. Effect of feeding and starvation on growth and phenotypic trait in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Journal of Aquaculture, 19:183-187.

Pottinger, T. G., Rand-Weaver, M. and Sumpter, J. P., 2003. Overwinter fasting and re-feeding in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*: plasma growth hormone and cortisol levels in relation to energy obilization. Comparative Biochemistry and Physiology B, 136 (3): 403–417.

Power, D. M., Melo, J. and Santos, C. R. A., 2000. The effect of food deprivation and re-feeding on the liver, thyroid hormones and transthyretin in sea bream. Journal of Fish Biology, 56 (2): 374–387.

Rahmati, F., Falahatkar, B. and Khara. 2019. Effects of various feeding and starvation strategies on growth, hematological and biochemical parameters, and body composition of Caspian brown trout (*Salmo caspius* Kessler 1877) parr. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 18 (3): 418-427.

Raine, J. C., Cameron, C., Vijayan, M. M., Mac Kenzie, D. S. and Leatherland, J. F., 2005. Effect of fasting on thyroid hormone levels, and TRa and TRß mRNA accumulation in late-stage embryo and juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Comparative Biochemistry and Physiology A, 140 (4): 452–459.

Shalaby, A., 2005. The opposing effect of ascorbic acid (Vitamin C) on Ochratoxin toxicity in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. 6 th International Symposium on Tilapia in Aquacaculture, Philipines, pp. 150-157.

Shi, X., Li, D., Zhuang, P., Nie, F. and Long, L., 2006. Comparative blood biochemistry of Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*, and Chinese surgeon, *Acipenser sinensis*. Fish Physiology and Biochemistry, 32: 63-66.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-01-07]