DOI: 10.22092/vj.2017.109889
شماره ۱۱۶ پاییز ۱۳۹۶
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

تاثیر گرسنگی بر سطوح گلیکوژن تری گلیسیرید، کلسترول و آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد بچه‌ماهی کفال خاکستری *(Mugil cephalus)*

• **پریا اکبری (نویسنده مسئول)**
دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات
• **سعیده بیابانی**
دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات
• **خالد سلیمانی‌فر**
دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵-۰۶-۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵-۰۹-۲۰
Email: paria.akbary@gmail.com

چکیده

در صنعت آبزی‌پروری، توجه به کیفیت ماهیان پرورشی حائز اهمیت است و یکی از فاکتورهای موثر بر تعیین کیفیت تولید، میزان تغذیه و گرسنگی می‌باشد. این تحقیق، به‌منظور تعیین اثر گرسنگی بر گلیکوژن، تری‌گلیسرید، کلسترول و فعالیت آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد بچه‌ماهی کفال خاکستری (Mugil cephalus) انجام گردید. ۱۸۰عدد بچه‌ماهی کفال خاکستری با میانگین وزنی ۱/۱۰±۲۱/۶۲ گرم به‌صورت تصادفی به دو گروه تغذیه شده که دو بار در روز (۸ صبح و ۴ بعد ازظهر) غذادهی شدند و تغذیه نشده (گرسنه) با ۳ تکرار تقسیم شدند (۳۰ قطعه در هر تکرار). نمونه‌برداری از هر گروه به‌ترتیب در ۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته پس از شروع آزمایش، با صید ۵ قطعه ماهی از هر تکرار در هر نوبت انجام شد. تمام فاکتورهای بیوشیمیایی از طریق دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری شدند. مقادیر کلسترول، آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز و تری‌گلیسرید در بین گروه تغذیه شده و تغذیه نشده در طول دوره آزمایش، اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. میزان گلیکوژن در گروه تغذیه نشده کاهش معنی‌داری در مقایسه با گروه تغذیه نشده نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که گلیکوژن به‌عنوان اولین منبع انرژی در ماهی کفال خاکستری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: ماهی کفال خاکستری، گلیکوژن کبدی، محرومیت غذایی، آمینوترانسفراز کبد

● Veterinary Researches & Biological Products No 116 pp: 131-138

Effect of starvation on liver glycogen, triglyceride cholesterol and aminotransferase enzymes in grey mullet, (***Mugil cephalus***) fingerling

By: Akbary, P., (Corresponding Author) Chabahar Maritime University, Faculty of Marine Sciences, Fisheries group, Iran. Biabani, S., Chabahar Maritime University, Faculty of Marine Sciences, Fisheries group, Iran. and Solimani far, Kh., Chabahar Maritime University, Faculty of Marine Sciences, Fisheries group, Iran.

Email: paria.akbary@gmail.com

Received: 2016-09-19 Accepted: 2016-12-10

The quality of farmed fish is becoming increasingly important within the aquaculture industry and levels of feeding and starvation are crucial factors that determine product quality. In this study the effect of starvation on glycogen, triglyceride, cholesterol and aminotransferase enzyme activities of liver in grey mullet fingerling was investigated 180 fingerling were randomly distributed into six tanks (three tanks for each of two experimental groups, fed twice a day (8 AM and 16 PM) and starved) with 30 fish in each tank. The experiment consisted of five samplings performed 0,1,2,3 and 4 weeks after the onset of the experiment Levels of total triglyceride, total cholesterol, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and glycogen were analyzed using an automatic biochemistry analyzer. No significant differences in levels of total cholesterol, triglyceride, AST and ALT of liver were detected between fed and starved groups at any sampling time throughout the experiment. In contrast, liver glycogen levels were significantly lower in starved fish than in fed fish from day 7 onwards. The present results indicate that glycogen is used as the first energy resource in Mugil cephalus.

Key words: *Mugil cephalus,* Liver glycogen, Food deprivation, Liver aminotrasferase

مقدمه

در صنعت آبزی‌پروری، یکی از فاکتورهای موثر برحفظ کیفیت بالای گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی، تغذیه و محرومیت غذایی می‌باشد (۳۱، ۲۵ ،۲۳). در مزارع پرورشی ایران، با تغییر شرایط محیطی ازجمله بالارفتن 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 (۱۲،۲۳،۲۶). لذا درک بهتر تاثیر گرسنگی روی فیزیولوژی و ترکیبات بیوشیمیایی کبد در پرورش مناسب ماهی ضروری به نظر می‌رسد (۱۰).

گونه‌های مختلف ماهیان، با استفاده از استراتژی‌های مشخص از جمله فعالیت مکانیزم‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌توانند دوره محرومیت غذایی را در شرایط محیطی نامناسب تحمل نمایند (۳،۸،۲۹، ۲). در زمان محرومیت غذایی فعالیت غدد درون‌ریز منجر به تعدیل غلظت کورتیزول پلاسما شده همچنین فعالیت متابولیکی منجر به تغییرات در روند 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 (۱،۱۰). گروه دیگری از ماهیان ذخیره پروتئین را حفظ کرده و بیشتر از چربی یا گلیکوژن برای تامین انرژی استفاده می‌کنند (۱۲). معمولا افزایش گلوکز و انسولین، باعث مهار لیپولیز مواد چربی و در نتیجه منجر به کاهش سطح اسید چرب آزاد پلاسما می‌شود (۳۱). 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 (۲۳). تقریبا با کاهش گلیکوژن کبد، ذخایر چربی برای کسب انرژی استفاده می‌شود (۱). برخی از تحقیقات نشان داد که در ماهی تغذیه نشده غلظت کورتیزول به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (۴،۸) در حالی‌که برخی از مطالعات گزارش کردند که در دوره محرومیت غذایی غلظت کورتیزول کاهش یافته است (۵). در زمینه تغییرات متابولیکی اردک ماهی (*Esox Lucius*) و سوف طلایی (*Macquaria ambigua*) و کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) در زمان محرومیت غذایی از چربی به‌عنوان اولین منبع انرژی استفاده می‌کند (۲،۱۸) در حالی‌که سوف قرمز (*Pagrus pagrus*) از پروتئین عضله (۲۸) و ماهی سالمون کوهو (*Oncorhynchus kisutch*) و ماهی کاد (*Gadus morhua*) از کربوهیدرات‌های ذخیره شده به‌شکل گلیکوژن در کبد به‌عنوان منبع اولیه انرژی استفاده می‌نمایند (۲۰،۲۵).

اخیرا مطالعات متعددی در ارتباط با اثر گرسنگی بر شاخص‌های

بیوشیمیایی ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، قزل‌آلای‌رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و کفشک ماهی (*Paralichthys olivaceus*) انجام شده است (۱۶،۱۷،۲۲). اما تاکنون در ارتباط با اثر محرومیت غذایی برفاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد ماهی کفال خاکستری مطالعه‌ای صورت نگرفته است. لذا این تحقیق، تغییرات گلیکوژن، کلسترول، تری‌گلیسیرید و فعالیت آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد بچه‌ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) بر اثر گرسنگی در آغاز آزمایش، ۱،۲، ۳ و ۴ هفته پس از شروع آزمایش در ساعت ۸ صبح، مورد ارزیابی قرار گرفته تا اولویت‌های منابع تامین کننده انرژی در دوران محرمیت غذایی در این گونه تجاری تشخیص داده شود.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

در آذر ماه ۱۳۹۳ در کارگاه مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور و با انتقال ۱۸۰ عدد بچه‌ماهی کفال خاکستری از اسکله رمین واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار به محل آزمایش، انجام شد. پس از طی مرحله سازگاری به‌مدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، ماهی‌ها با وزنی ۱/۱۰±۲۱/۶۲ گرم (میانگین± خطای استاندارد) و میانگین طولی ۰/۲۵±۱۲/۳۰ سانتی‌متر (میانگین± خطای استاندارد) شمارش شده و با تراکم ۳۰ عدد به ۶ مخزن ۶۰ لیتری (دو گروه با سه تکرار برای هر گروه) منتقل شدند. در طول دوره، پارامترهای آب اندازه‌گیری شد. به‌طور میانگین در کل دوره شوری ۰/۹۷ ± ۳۸ گرم بر لیتر درجه حرارت آب ۰/۵±۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۸۷ ± ۷/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و pH آب ۰/۴±۷/۸ بود. در طی دوره آزمایش طول دوره نوری به‌صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. به‌منظور هوادهی و نیاز اکسیژن به هر یک ازمخزن‌ها یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید. یک گروه از ماهیان به‌عنوان گروه شاهد (گروه تغذیه شده) در نظر گرفته شد و دو بار در روز (۸ صبح و ۴ بعد ازظهر) غذای دستی (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز با میزان پروتئین ۴۸ درصد، چربی ۱۴ درصد، فیبر ۱/۹ درصد و خاکستر جیره غذایی ۱۰/۵۷ درصد تغذیه شدند در حالی‌که گروه دوم (گروه گرسنه) هیچ‌گونه غذایی در طی دوره آزمایش دریافت نکردند.

نمونه‌برداری از ماهیان آزمایشی به‌ترتیب در آغاز آزمایش، ۱،۲، ۳ و ۴ هفته پس از شروع آزمایش در ساعت ۸ صبح صورت گرفت. در هر مرحله تعداد ۵ عدد ماهی به‌طور تصادفی از هر مخزن برداشته و با استفاده از پودر گل میخک (۲ گرم بر لیتر) بیهوش شدند (۲۳). نمونه‌های انتخابی تشریح و پس از جداسازی بافت کبد توسط تانک ازت به آزمایشگاه منتقل ودر فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

هموژنیزه کردن کبد و تهیه نمونه‌های سرم

برای سنجش شاخص‌های گلیکوژن، کلسترول، تری‌گلیسرید و آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبد ماهی، پس از خارج نمودن کبد از بدن ۵ عدد ماهی در هر نوبت نمونه‌برداری، آن را دو بار با سرم فیزیولوژی شسته و با ۱:۱ سرم فیزیولوژی در دستگاه همزن برقی هموژنیزه نموده و با دور ۳۰۰۰ به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ نموده و بعد از جداسازی مایع رویی، مجددا در همین دور به‌مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده و تا زمان آنالیز در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد در میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری نگهداری شد (۱۵).

کلسترول به‌روش کلسترول اکسیداز، تری‌گلیسرید به‌روش لیپاز، گلیسرول کیناز و پراکسیداز (۷)، گلیکوژن به‌روش گلیکوژن اکسیداز (۶) با استفاده از کیت پارس آزمون (تهران) توسط دستگاه اتوآنالایزر (UK,PFPv) اندازه‌گیری شدند. به‌منظور اندازه‌گیری آلانین آمینوترانسفراز (alanine aminotransferase (ALT)) و آسپارتات آمینوترانسفراز ((aspartate aminotransferase (AST) از روش Park و همکاران (۲۵) استفاده شد.

مدل ریاضی

مدل آماری برای آنالیز آماری داده‌ها و اجزای آن عبارت بودند از:

$$Yijk=\mu+b\,(xi-\bar{x})+Ti+tj+(T\times t\,(ij+eijk$$

در این مدل

Yijk مقدار هر مشاهده است

μ = اثر میانگین جامعه

b(xi-x اثر عامل کوواریت

Ti = اثر تیمارهای آزمایشی

tj= اثر زمان نمونه برداری

(T×t ij) برهم کنش تیمار با زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

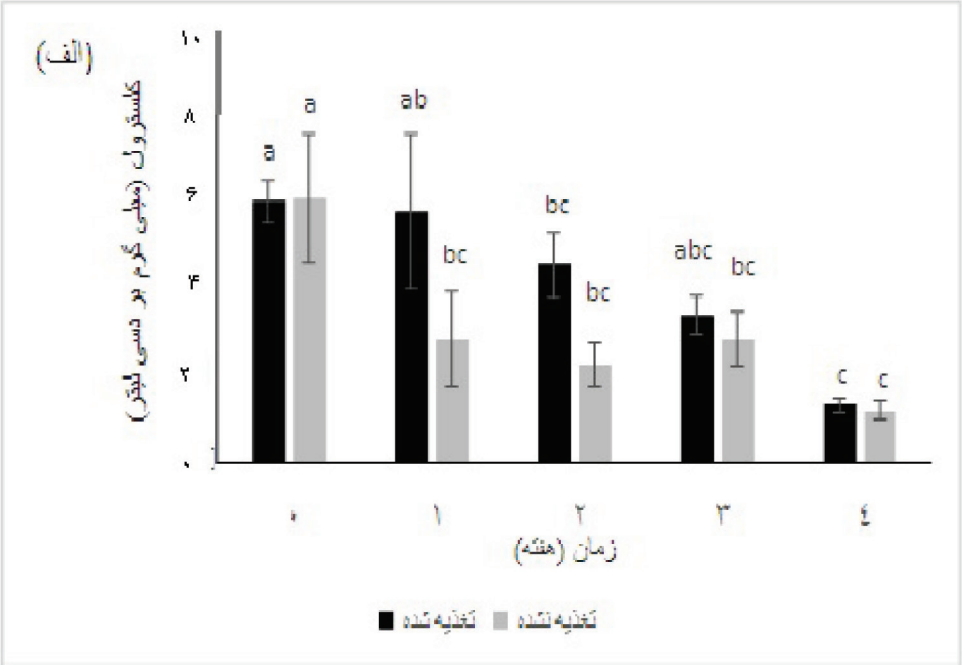
eijk = اثرات باقی مانده می‌باشد (۲۱).

تجزیه و تحلیل آماری

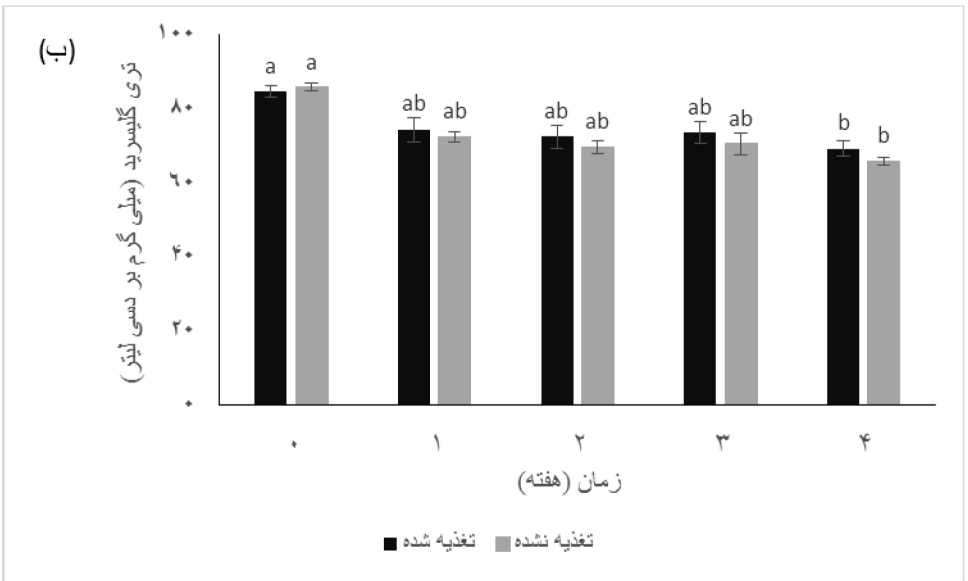
داده هادر نتایج به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد (Means±SD) بیان شده است. طبیعی بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. از آنالیز خطی جهت مقایسه گلیکوژن، کلسترول، تری‌گلیسیرید ALT و AST کبد بین دو گروه (گرسنه و تغذیه شده) و از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) جهت مقایسه شاخص‌ها در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (۰، ۱،۲، ۳ و ۴ هفته) در هر گروه استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن به‌کمک آزمون دانکن مقایسات چندگانه صورت گرفت.اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد پذیرفته شد.تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار Excel ۲۰۱۳ و SPSS ۱۱،۵ صورت گرفت

نتایج

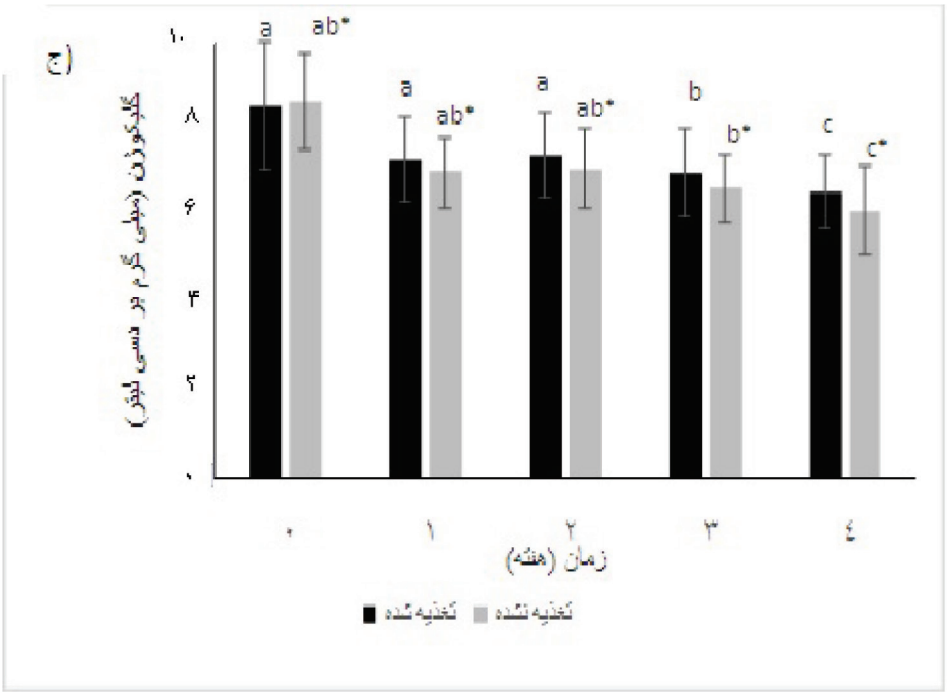
اثر گرسنگی بر میزان کلسترول، تری‌گلیسرید و گلیکوژن کبدی به‌ترتیب در نمودار ۳-۱ نشان داده شده است. میزان گلیکوژن در گروه تغذیه نشده با افزایش زمان گرسنگی کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه تغذیه شده نشان داد (P <۰/۰۵). کمترین میزان گلیکوژن، ۴ هفته پس از محرومیت غذایی (۰/۸۷±۶/۰۹ میلی‌گرم بر دسی-لیتر) مشاهده شد (P<۰/۰۵). همچنین در هر دو گروه (تغذیه شده و تغذیه نشده)، میزان گلیکوژن در بین زمان-های مختلف نمونه‌برداری اختلاف



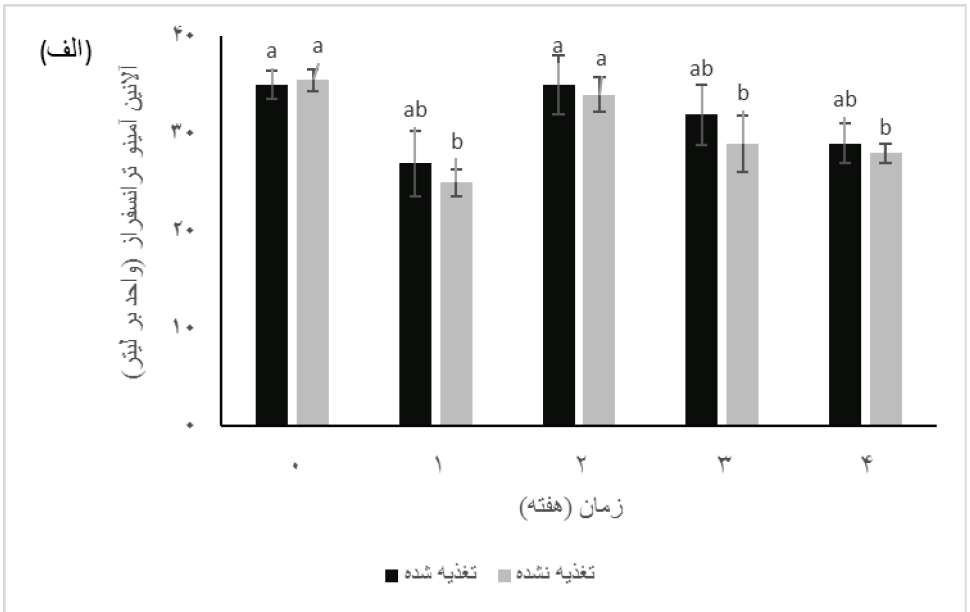
نمودار۱- میانگین (± خطای معیار) غلظت کلسترول کبد ماهی کفال خاکستری تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان‌های مختلف آزمایش. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر یک از گروه‌های تغذیه شده و تغذیه نشده است (P<۰/۰۵).



نمودار۲- میانگین (± خطای معیار) غلظت تری‌گلیسیرید کبد ماهی کفال خاکستری تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان‌های مختلف آزمایش. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر یک از گروه‌های تغذیه شده و تغذیه نشده است (P<۰/۰۵).



نمودار۳- میانگین (± خطای معیار) غلظت گلیکوژن کبد ماهی کفال خاکستری تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان‌های مختلف آزمایش. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر یک از گروه‌های تغذیه شده و تغذیه نشده است (P<۰/۰۵). علامت ستاره نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان‌های مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).



نمودار۴- میانگین (±خطای معیار) غلظت آلانین آمینو ترانسفراز ماهی کفال خاکستری تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان‌های مختلف آزمایش. حروف نامشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر یک از گروه‌های تغذیه شده و تغذیه نشده است (P<۰/۰۵).

معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵).

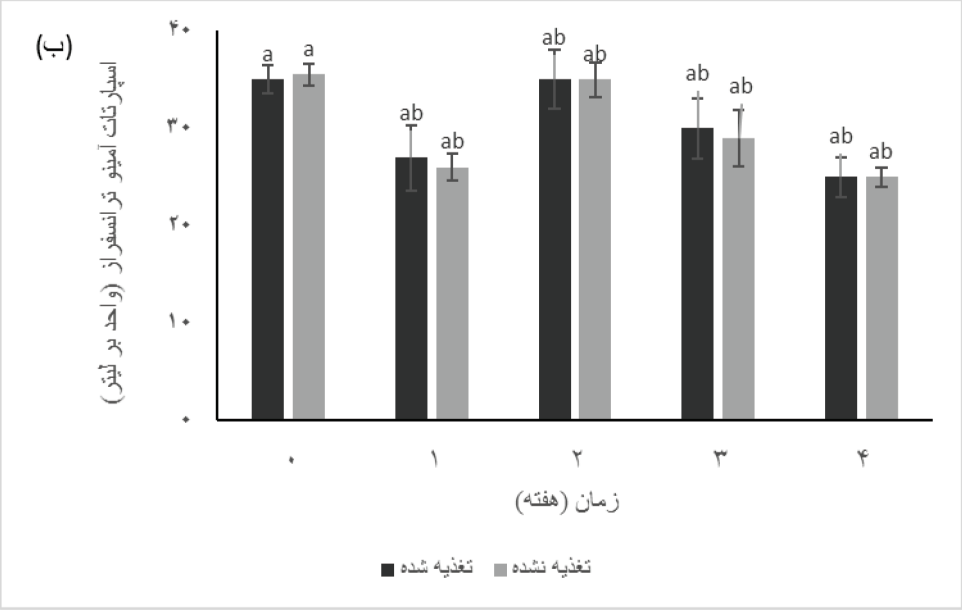
با افزایش زمان محرومیت غذایی، میزان کلسترول و تری‌گلیسرید کبد نیز کاهش یافت و کمترین میزان کلسترول (۰/۴۴± ۲/۴۴ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و تری‌گلیسرید (۰/۹۸± ۶۵/۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) ۴ هفته پس از گرسنگی مشاهده شد.

میزان آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز در زمان‌های مختلف محرومیت غذایی در نمودار۴ و ۵ نشان داده شده است. کمترین میزان آلانین آمینوترانسفراز (نمودار۴) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (نمودار۵) ۴ هفته پس از محرومیت غذایی مشاهده شد و بین دو گروه تغذیه شده و نشده در زمان‌های مختلف گرسنگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

هنگامی‌که ماهی با محرومیت غذایی مواجهه می‌گردد هورمون‌های وابسته به استرس (کته کول آمین و کورتیزول) از طریق فعالیت سیستم غدد درون ریز- عصبی در خون آزاد شده و منجر تغییر میزان شاخص‌های بیوشیمیایی و هماتولوژیکی می‌گردد (۶، ۷،۱۰). همچنین در مهره داران، در زمان مواجهه با گرسنگی، سازگاری‌هایی برای حفظ عملکرد متابولیسم بدن رخ می‌دهد. یکی از مهم‌ترین این سازگاری‌ها، کاهش هزینه‌های انرژی و صرف ذخایر انرژی بدن به‌منظور حفظ عملکرد متابولیسم است (۱۳).

با توجه به نتایج، گرسنگی به‌مدت ۴ هفته باعث کاهش معنی‌دار مقدار گلیکوژن کبد در ماهی کفال خاکستری شد (P<۰/۰۵) که با نتایج به‌دست آمده از کفشک زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) (۲۹)، ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۷)، سیم دریایی (*Spa-rus aurata*) (۲۲) هم‌خوانی داشت. همچنین Barcellos و همکاران (۴) اثر گرسنگی بر گلیکوژن کبد گربه‌ماهی نقره‌ای (Rhamdia quelen) بررسی کردند در پایان دوره گرسنگی ۷ ،۱۴ و ۲۱ روز میزان گلیکوژن به‌طور معنی‌داری کاهش یافته بود (P<۰/۰۵). با گذر جاندار از حالت سیری به‌حالت گرسنگی، مقدار گلوکزی که از مواد غذایی به‌دست می‌آید کمتر شده و گلیکوژن کبدی برای حفظ گلوکز خون در حد طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد و یکی از دلایلی که عموما گلیکوژن کبدی نخستین سوبسترا مورد استفاده در طی محرومیت غذایی می‌باشد آن است که به‌راحتی تجزیه شده و مورد استفاده قرار می گیرد (۲،۱۹). همچنین در این دوران بسیاری از مواد گلوکوژنیک نیز در روند گلوکونئوژنز به گلوکز و گلیکوژن تبدیل می‌شوند، زیرا برخی از نسوج و سلول‌ها از جمله سیستم عصبی مرکزی و گلبول‌های قرمز به تامین مداوم گلوکز وابسته‌اند (۲۴).

در تحقیق حاضر، در زمان محرومیت غذایی (۴ هفته) بین گروه تغذیه شده و تغذیه نشده از نظر میزان کلسترول و تری‌گلیسرید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هر چند با افزایش زمان محرومیت غذایی میزان آن به‌طور معنی-داری کاهش یافت این موضوع نشان می‌دهد که کبد اندام اصلی برای تنظیم محتوای کلسترول تام و کلسترول پلاسما و استرهای کلسترول در پلاسما می‌باشد (۲). در طول گرسنگی به‌علت



نمودار۵- میانگین (±خطای معیار) غلظت آسپارتات آمینو ترانسفراز ماهی کفال خاکستری تغذیه شده و تغذیه نشده در زمان های مختلف آزمایش. حروف نامشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین زمان‌های مختلف در هر یک از گروه‌های تغذیه شده و تغذیه نشده است (P<۰/۰۵).

بازداری از ساخته شدن لیپید بافت چربی به‌طور مستقیم تبدیل به اسیدهای چرب استری شده در سرم می‌گردد و پاسخ معمول ماهیان در طی دوره گرسنگی برطرف کردن نیازهای انرژی خود با استفاده از ذخایر چربی است (۱۸). در برخی ماهیان همانند کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) لیپیدها از منابع مهم انرژی است که در زمان گرسنگی به‌سرعت کاهش پیدا می‌کند در حالی‌که ذخیره گلیکوژن کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۰). در برخی تحقیق‌های صورت گرفته در این راستا، دوره محرومیت غذایی منجر به کاهش، افزایش و عدم اختلاف معنی‌دار بر میزان کلسترول ماهی شده است (۱۸) که دلیل نتایج متناقض به‌دست آمده، می‌تواند تفاوت در نوع گونه، اندازه، طول دوره محرومیت غذایی و یا شرایط آزمایش باشد (۲۲، ۱۰).

آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز در میتوکندری حیوانات آبزی حضور داشته و سطح فعالیت آن‌ها شاخص مهمی برای تشخیص عملکرد هضم و آسیب‌های کبد ماهی می‌باشد (۲،۱۱). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گرسنگی بر میزان AST و ALT تاثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) که با نتایج حاصل از تحقیق چو و همکاران (۹) و اکبری و همکاران (۱) مطابقت داشت. آن‌ها نشان دادند که میزان AST و ALT به ترتیب در کفشک ماهی زیتونی و کفال خاکستری پس از ۸ هفته گرسنگی اختلاف معنی‌داری را با گروه تغذیه شده نشان نداد (P>۰/۰۵). در حالی‌که پارک و همکاران (۲۰) گزارش کردند که گرسنگی منجر به افزایش معنی‌دار میزان AST و ALT پس از ۴ هفته شد آن‌ها نشان دادند که افزایش طول دوره گرسنگی منجر به آسیب کبدی شده به‌طوری که کاهش فضای درون سلولی در سیتوپلاسم سلول‌های کبدی به‌همراه داشته و در مقابل سطوح آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمبنو ترانسفرازافزایش یافت. Ostaszewaska و همکاران (۲۴) و Rios و همکاران (۲۷) بیان نمودند که گرسنگی باعث آتروفی هپاتوسیت‌های کبدی و دژنره شدن بافت کبد در ماهی می‌شود. محققان مزبور تغییرات مشاهده شده در کبد ماهی گرسنه را ناشی از کمبود مواد مغذی و به جریان افتادن ذخایر کبدی برای تامین انرژی مورد نیاز بدن ماهی عنوان کردند (۲۴،۲۷). می‌توان دلیل تناقض نتایج به‌دست آمده در این رابطه را اختلاف در شرایط محیطی پرورش (درجه حرارت و تراکم) دانست (۲۵، ۲۴).

بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که محرومیت غذایی به‌مدت ۴ هفته، تغییری در میزان کلسترول، تری‌گلیسیرید، ALT وAST کبد ایجاد ننمود ولی توانست منجر به کاهش معنی‌دار گلیکوژن کبد در طول دوره گرسنگی در مقایسه با گروه تغذیه شده شود که این امر نشان می‌دهد که گلیکوژن به‌عنوان اولین منبع انرژی در ماهی کفال خاکستری مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما لزوم انجام تحقیقات متعدد در زمینه بررسی اثر طول دوره محرومیت غذایی بر میزان ترکیبات بیوشیمیایی کبد گونه‌های مختلف ماهی‌های دریایی توصیه می‌گردد

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور و کارشناس محترم آزمایشگاه آسیب شناسی و پاتوبیولوژی صدف در شهرستان چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Akbary, P. 2015. The effect of starvation on liver biochemical and non-specific immune parameters in grunter, *Terapon jarbua* Forsskal, 1775 fingerlings. *Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 109: 90-95.

2. Akbary, P. A.R. Jahanbakhshi. 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.

3. Bandeen, J., J.F. Leatherland. 1997. Changes in the proximate composition of juvenile white suckers following re-feeding after a prolonged fast. *Aquaculture International* 5:327-337.

4. Barcellos, L. J. G., A. Marqueze, M. Trapp, R. M. Quevedo, D. Ferreira. 2010. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundia *Rhamdia quelen*. Aquaculture 300:231-236.

5. Barton, B. A., C.B. Schreck, L.G. Fowler. 1988. Fasting and diet content affect stress-induced changes in plasma glucose and cortisol in juvenile Chinook salmon. *The Progressive Fish Culturist* 16:22-50

6. Bidinotto, P.M., R.H.S. Souza, G. Moraes. 1997. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of micro samples. Bacia do Tecnica. *CEPTA Pirassununga* 10: 53–60

7. Burtis, C.A., E. R. Ashwood, D. E. Brund. 1994. Tietz Textbook of Clinical Chemistry (5thed.). W.B. Sunders Company. Philadelphia. USA. 560P

8. Caruso, G., M. G. Denaro, R. Caruso, L. Genovese, F. Mancari, G. Maricchiolo. 2012. Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758): Response of some haematological, biochemical and nonspecific immune parameters. *Marine Environmental Research* 81:18-25.

9. Caruso, G., M.G. Denaro, R. Caruso, F. Mancari, L. Genovese, G. Maricchiolo. 2011. Response to short term starvation of growth, haematological, biochemical and non-specificimmune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*, Brünnich, 1768), *Marine Environmental Research* 72: 46–52.

10. Chatzifotis, S., M. Papadaki, S. Despoti, C. Roufidou, E. Antonopoulou. 2011. Effect of starvation and re-feeding on reproductive indices, body weight, plasma metabolites and oxidative enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 316:53-59.

11. 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.

12. Collins, A. L., T.A. Anderson. 1995. The regulation of endogeneous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. *Journal of Fish Biology* 47:1004-1015.

13. Geiger, S. C. Wagner, J.H. Lignot, Y. Le Maho, J.P. Robin, 2010. Intestinal response to prolonged fasting and subsequent feeding in mallard (*Anas platyrhynchos*). *Wildfowl Special* 2:167-175.

14. Hajimoradi, M., .A N. Mahboubi soufiani, S.K.A.D. Alameh, 2007. Effect of starvation on plasma levels of cholesterol, glucose and protein in ranibow trout, *Oncorhynchous mykiss*. *Journal of Marine Sciences and Technology* 6: 23-30.

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

16. Hemre, G., I.Q Lie, A. Sundby. 1993. Dietary carbohydrate utilization in cod (*Gadus morhua*): metabolic responses to feeding and fasting. *Fish Physiology and Biochemistry* 10:455-463.

17. Hilton, J.W. 1982. The effect of pre fasting diet and water temperature on liver glycogen and liver weight in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, during fasting. *Journal of Fish Biology* 20:69-78.

18. Ince, B. W., A. Thorpe. 1976. The effects of starvation and force-feeding on the metabolism of the northern pike, *Esox lucius L. Journal of Fish Biology* 8:79-88.

19. Kamra, S.K. 1966. Effect of starvation and re feeding on some liver and blood constituent of *Gadus morhua*, *Journal of Fish Research* 23:975-982.

20. Larsen, D., B. R. Abeckman, W.W. Dickhoff. 2001. The effect of low temperature and fasting during the winter on metabolic stores and endocrine physiology (insulin, insulinlike growth factor-I, and thyroxine) of coho salmon, Oncorhynchus kisutch. *General Comparative Endocrinology* 123:308-323.

21. Le, Ch. T., Emberly, L.E. 2016. Introductory Biostatistic. Wiley. Uk.

22. Metón, I., F. Fernández, I.V. Baanante. 2003. Short- and long-term effects of refeeding on key enzyme activities in glycolysis gluconeogenesis in the liver of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture 225: 99–107

23. Ogata, H. Y. H. Oku, T. Murai. 2002. Growth performance and macronutrient retention of offspring from wild and selected red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture* 206:279-287.

24. Ostaszewska, T., M. Korwin-Kossakowski, J.Wolnicki. 2005. Morphological changes of digestive structures in starved tench *Tinca tinca* (L.) juveniles. *Aquaculture International* 14: 113-126.

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

26. Park, I. -S., S.R. Woo, E. M. Kim, S.H. Cho. 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.

27. Rios, F.S., L. Donatti, M.N. Fernandes, A.L Kalinin, F.T. Rantin. 2007. Liver histopathology and accumulation of melano-macrophage centres in *Hoplias malabaricus* after long-term food deprivation and re-feeding. *Fish Biology* 71: 1393-1406.

28. Rueda, F. M., F. J. Martinez, S. Zamora, M. Kentouri, P. Divanach. 1998. Effect of fasting and refeeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus* L. Aquaculture Research 29:447-452.

29. Small, B. C. 2005. Effect of fasting on nychthemeral concentrations of plasma growth hormone (GH), insulin-like growth factor I (IGF-I), and cortisol in channel catfish *(Ictalurus punctatus)*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 142:217-223.

30. Smutna, M., L.Vorlova, Z. Svobodova. 2002. Pathobiochemistry of ammonia in the internal environment of fish (review). *Acta veterinaria Brno* 71: 169-181.

31. Wookhur, J., J. He, J. Jo, I. Park. 2006. Effects of long-term starvation on hepatocyte ultrastructure of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Ichthyology Research* 53: 306-310.