

مطالعه تأثیر گرسنگی بر شاخص‌های بیوشیمیایی کبدی و ایمنی غیر اختصاصی بچه ماهی یلی خط کمانی (*Terapon jarbua*, Forsskal, 1775)

• پریا اکبری

دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار دانشکده علوم دریایی گروه شیلات

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۹۴

Email: paria.akbary@gmail.com

چکیده

گونه‌های مختلف ماهیان می‌توانند دوره محرومیت غذایی یا گرسنگی را با استفاده از فعالیت اکتسابی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی که آن‌ها را با شرایط نامناسب محیط سازگار می‌سازد، تحمل نمایند. مطالعه حاضر، به منظور بررسی اثر گرسنگی بر شاخص‌های بیوشیمیایی کبدی و ایمنی غیر اختصاصی بچه ماهی یلی خط کمانی (*Terapon jarbua*, Forsskal, 1775) انجام شد. در این تحقیق، ۱۸۰ بچه ماهی یلی با میانگین (\pm انحراف معیار) طولی $4/46 \pm 0/21$ سانتی‌متر و وزنی $1/98 \pm 0/30$ گرم به دو گروه تغذیه شده و تغذیه نشده و سه تکرار (۳۰ قطعه ماهی در هر تکرار) در مخازن پلاستیکی ۶۰ لیتری مورد مقایسه و مطالعه قرار گرفتند. نمونه برداری از کبد و ماهی در روز صفر و نیز هر هفته یکبار تا هفته چهارم پس از محرومیت غذایی انجام شد. نتایج بدست آمده نشان دهنده کاهش معنی دار سطح کلسترول و تری گلیسرید در گروه تغذیه نشده از هفته ۲ محرومیت غذایی، در مقایسه با گروه تغذیه شده بود ($p < 0/05$). از هفته ۱ محرومیت غذایی، سطوح پروتئین تام و گلیکوژن بطور معنی داری در گروه تغذیه نشده کاهش یافت ($p < 0/05$) و در پایان دوره آزمایش، سطح لیزوزیم در گروه تغذیه نشده بصورت معنی دار افزایش یافت ($p < 0/05$). نتایج حاضر نشان می‌دهد که ماهی یلی خط کمانی می‌تواند با دوره ۱ ماهه گرسنگی سازش یافته و از ذخایر گلیکوژن و چربی بعنوان منابع انرژی استفاده نماید.

کلمات کلیدی: ماهی یلی، گرسنگی، ایمنی، کبد

- Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 109 pp: 90-95

The effect of starvation on liver biochemical and non-specific immune parameters in grunter, *Terapon jarbua* Forsskal, 1775 fingerlings.

By: Akbary, P.; Chabahar Maritime University, Faculty of Marine Sciences, Fisheries group, Iran

Email: paria.akbary@gmail.com

Received: August 2014 Accepted: September 2015

Different fish species tolerate starvation periods using distinct strategies of activating adaptive biochemical and physiological mechanisms that enable them to cope with the adverse condition. The present study was investigated the effect of starvation on liver biochemical and non-specific immune parameters in grunthers (*Terapon jarbua*) fingerlings. In this study, 180 larvae of *Terapon jarbua* studied with mean length 4.46 ± 0.21 cm and weight 1.98 ± 0.30 g that included fed and starved groups each with three replicates (30 fish per replicate) in a 60 liter plastic tanks. Biochemical composition of liver and fish were performed at 0 and once a week until week of food deprivation. The results showed that triglyceride and cholesterol concentrations were significantly lower in starved group than in fed group from week 2 onwards ($p < 0.05$). In starved group, total protein and glycogen concentrations significantly decreased from week 1 onwards ($p < 0.05$). Moreover, lysozyme concentrations were significantly higher in starved group from 3 week onwards ($p < 0.05$). The present results indicate that grunthers can tolerant 1 month starvation period and use lipid and glycogen as energy sources during starvation.

Key words: *Terapon jarbua*, Starvation, Immunity, Liver

مقدمه

بسیاری از ماهیان در طول زندگی خود دوره‌های گرسنگی طولانی یا کوتاه مدت را سپری می‌کنند. درمزارع پرورشی ایران، با تغییر شرایط محیطی از جمله بالا رفتن کدورت آب، درجه حرارت، کاهش اکسیژن و غیره، غذا دهی قطع می‌گردد که این دوره محرومیت غذایی منجر به تغییرات سطوح هورمونی و بیوشیمیایی در بدن ماهیان می‌شود (۱۱،۱۹،۲۰). لذا درک بهتر تأثیر گرسنگی روی فیزیولوژی و ترکیبات بیوشیمیایی کبد در پرورش مناسب ماهی ضروری به نظر می‌رسد (۸).

گونه‌های مختلف ماهیان، با استفاده از استراتژی‌های مشخص از جمله فعالیت مکانیسم‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌توانند دوره محرومیت غذایی را در شرایط محیطی نامناسب تحمل نمایند (۲،۷،۲۱). در ماهیانی که ذخیره چربی زیادی نداشته باشند پروتئین ماهیچه سفید در طول گرسنگی کاهش پیدا می‌کند (۸). گروه دیگری از ماهیان ذخیره پروتئین را حفظ کرده و بیشتر از چربی و یا گلیکوژن برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند (۵،۱۰). معمولاً افزایش گلوکز و انسولین، باعث مهار لیپولیز مواد چربی و در نتیجه منجر به کاهش سطح اسید چرب آزاد پلاسما می‌شود (۱۰،۱۷). این موضوع بیشتر در حیواناتی که با رژیم غذایی

پرکربوهیدرات تغذیه می‌شوند اتفاق افتاده و در موقع محرومیت غذایی، بمنظور حفظ گلوکز خون در حد طبیعی، از گلیکوژن کبد استفاده می‌نماید (۱۰،۱۸). تقریباً با کاهش گلیکوژن کبد، ذخایر چربی برای کسب انرژی استفاده می‌شود (۱۸). ماهی یلی (*Terapon jarbua*) از راسته سوف ماهی شکلان و در خانواده Terapontidae جای دارد. این خانواده بیش از

۱۶ جنس و ۴۵ گونه را در خود جای داده است. حداقل ۴ گونه از یلی ماهیان در خلیج فارس وجود دارند و این گونه آکواریومی هم از آن جمله است که در فارسی به آن یلی خط کمانی می‌گویند. این ماهیان مورد استفاده خوراکی انسان قرار می‌گیرند و گوشت لذیذی دارند. این ماهیان می‌توانند در آب شور و لب شور و شیرین زندگی کنند (۱). هر چند مطالعات زیادی در زمینه اثر محرومیت غذایی و تغذیه مجدد در گونه‌های مختلف ماهیان انجام شده است اما در اکثر این مطالعات به بررسی اثر گرسنگی بر پاسخ‌های متابولیک و رشد پرداخته شده است (۱۷،۲۳). اخیراً مطالعاتی در زمینه اثر گرسنگی بر شاخص‌های هماتولوژیکی (۷)، بیوشیمیایی (۱۴،۱۵،۱۸)، و ایمنی (۷)، صورت گرفته است اما تاکنون در ارتباط با ماهی یلی خط کمانی بعنوان یکی از گونه‌های مهم آکواریومی، مطالعه‌ای صورت نگرفته است.

لذا هدف از این تحقیق، بررسی اثر گرسنگی (۳۰ روزه) بر شاخص‌های بیوشیمیایی (گلیکوژن، کلسترول، تری گلیسیرید کبد) و ایمنی غیراختصاصی (لیزوزیم) بچه ماهی یلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، در آذر ماه ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور (چابهار) با انتقال ۱۸۰ قطعه بچه ماهی یلی خط کمانی از اسکله رمین، واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار انجام شد. پس از طی مرحله سازگاری بمدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، ماهیان با میانگین (\pm انحراف از معیار) طولی 4.46 ± 0.21 سانتی متر و وزنی 1.98 ± 0.30 گرم

سرم فیزیولوژی در دستگاه میکسر، هموژنیزه نموده و با دور ۳۰۰۰ بمدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد، سانتریفیوژ نموده و بعد از جدا سازی مایع رویی، مجدداً در همین دور بمدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده و تا زمان آنالیز در دمای ۸۰- C در میکروتیوبهای ۲ میلی لیتری نگهداری شد. همچنین ۳ قطعه ماهی از هر گروه نیز به روش بالا جهت اندازه گیری پروتئین تام و لیزوزیم هموژنیزه شده و عصاره آن ها جدا گردید (۳،۷). سنجش کلسترول به روش کلسترول اکسیداز (۶)، تری گلیسرید، توسط آنزیم لیپاز، گلیسرول کیناز و پر اکسیداز (۶)، پروتئین تام بروش بیوره (۲۳،۱۳)، تری گلیسرید کبد، بر اساس روش Bidinotto و همکاران (۴)، توسط دستگاه اتوآنالایزر (PFP7,UK)، با استفاده از محلولها و استانداردهای مربوطه و کیت های تجاری (پارس آزمون، تهران) انجام گرفت.

سنجش میزان لیزوزیم در نمونه‌ها، بر اساس روش توصیه شده توسط Ellis در سال ۱۹۹۰ انجام شد (۱۱). ابتدا ۱۷۵ میلی لیتر از سوسپانسیون میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (*Micrococcus lysodeikticus*) (محصول سیگما) معادل مقدار ۰/۳۷۵ گرم به ازای هر میلی لیتر بافر فسفات سدیم با مولاریته ۰/۰۵ و اسیدیتیه برابر با ۶/۲) با میزان ۲۵۰ میکرولیتر از هر نمونه، مخلوط و در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد انکوباسیون شد. میزان جذب نوری پس از ۱۵ و ۱۸۰ ثانیه به روش اسپکتروفتومتری و در طول

شمارش شده و با تراکم ۳۰ قطعه به ۶ مخزن ۶۰ لیتری (دو گروه با سه تکرار برای هر گروه) منتقل شدند. یک گروه از ماهیان بعنوان گروه شاهد (گروه تغذیه شده) در نظر گرفته شد و با غذای کنسانتره (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز با میزان پروتئین ۴۸٪، چربی ۱۴٪، فیبر ۱/۹٪ و خاکستر جیره غذایی ۱۰/۵۷٪) تغذیه شدند. گروه دوم (گروه گرسنه) هیچگونه غذای دستی در طی دوره آزمایش دریافت نکردند. بطور میانگین، در کل دوره، شوری آب، ۳۸±۰/۹۷ گرم در هزار، میزان درجه حرارت آب، ۲۸/۲±۰/۵ درجه سانتی گراد، اکسیژن محلول در آب، ۷/۰۱±۰/۸۷ میلی گرم بر لیتر و اسیدیتیه آب، ۷/۸±۰/۴ بود. در طی دوره آزمایش دوره نوری بصورت ۱۲ ساعت روشنایی ۱۲ و ۱۲ ساعت تاریکی بود. به منظور هوا دهی و نیاز اکسیژن به هر یک از مخزن ها یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید.

نمونه برداری از کبد و ماهی در روز صفر و هر هفته یکبار تا هفته چهارم پس از محرومیت غذایی، به منظور تعیین شاخص های بیوشیمیایی کبد (کلسترول، تری گلیسرید و گلیکوژن) و پروتئین تام و ایمنی غیر اختصاصی (فعالیت لیزوزیم) ماهی صورت گرفت. برای هر مرحله نمونه برداری، ۵ قطعه ماهی از هر گروه بصورت تصادفی انتخاب شد و پس از کشتن، کبد آنها را دو بار با سرم فیزیولوژی شسته و به نسبت یک به یک با

جدول ۱. مقادیر تری گلیسرید و کلسترول کبد ماهی یلی خط کمانی تغذیه شده و تغذیه نشده (گرسنه) در زمانهای مختلف نمونه برداری را نشان می دهد.

زمان (هفته)	گروه تغذیه شده	گروه تغذیه نشده	اختلاف معنی دار بین دو گروه
تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)			
۰	۱۹۳/۶۷±۳/۴۶ ^a	۱۸۷/۸±۱۱/۰۹ ^a	p>۰/۰۵
۱	۱۵۰/۱۴±۲/۳۵ ^c	۱۷۲/۴±۱۱/۳۵ ^{ab}	p>۰/۰۵
۲	۱۸۲/۴±۴/۰۱ ^{ab}	۶۹/۵۴±۱/۷۹ ^c	p<۰/۰۵
۳	۱۶۳/۶±۳/۰۹ ^{bc}	۶۴/۵۴±۲/۸۹ ^c	p<۰/۰۵
۴	۱۸۸/۲±۲/۲۰ ^{ab}	۶۳/۹±۱/۹۸ ^c	p<۰/۰۵
کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)			
۰	۳۰۸/۲۲±۱۱/۰۱ ^a	۳۱۲/۳۳±۳/۰۳ ^a	p>۰/۰۵
۱	۲۵۶/۷۶±۳/۵۷ ^{ab}	۲۳۶/۷۸±۳/۲۹ ^{ab}	p>۰/۰۵
۲	۲۸۳/۲۲±۱۴/۴۹ ^{ab}	۱۸۳/۵۶±۱۱/۱۶ ^{bc}	p<۰/۰۵
۳	۲۹۵/۸۹±۱/۹۴ ^{ab}	۱۷۸/۷۸±۱/۳۱ ^{bc}	p<۰/۰۵
۴	۲۷۲/۶۷±۳/۳۳ ^{ab}	۱۵۴/۸۷±۱۰/۴۴ ^c	p<۰/۰۵

حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار است (p<۰/۰۵). بین دو گروه تغذیه شده و تغذیه نشده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد نشان داده شده است.

بر دسی لیتر) و کلسترول ($11/16 \pm 183/56$ میلی گرم بر دسی لیتر) در ماهی یلی خط کمانی کاهش یافت. جدول ۱ مقادیر تری گلیسیرید و کلسترول کبد ماهی یلی خط کمانی تغذیه شده و تغذیه نشده (گرسنه) در زمانهای مختلف نمونه برداری را نشان می‌دهد.

نتایج مربوط به تأثیر مدت زمان گرسنگی بر گلیکوژن کبد و پروتئین تام ماهی یلی خط کمانی نیز در جدول ۲ ارائه شده است، بطوریکه پس از ۱ هفته گرسنگی سطوح گلیکوژن و پروتئین تام ماهی یلی خط کمانی کاهش می‌یابد و تا ۴ هفته محرومیت غذایی اختلاف معنی دار با شروع آزمایش تقریباً حفظ می‌شود. همچنین مقایسه آنها با گروه تغذیه شده حاکی از اختلاف معنی دار بین گروه تغذیه نشده و گروه تغذیه شده در کلیه مراحل آزمایش می‌باشد ($p < 0/05$ و $0/01$).

نتایج مربوط به سطوح لیپوزیم ماهی یلی خط کمانی در زمانهای مختلف گرسنگی در جدول ۳ ارائه شده است. افزایش نسبی در میزان لیپوزیم تا ۳ هفته محرومیت غذایی دیده می‌شود اما با شروع آزمایش، اختلاف معنی داری را نشان نمی‌دهد ولی در هفته ۴ تفاوت معنی دار دیده می‌شود. همچنین مقایسه آن با گروه تغذیه شده حاکی از اختلاف معنی دار بین گروه تغذیه نشده و گروه تغذیه شده در هفته ۴ آزمایش می‌باشد ($p < 0/05$).

موج ۶۰۰ نانومتر قرائت گردید. سپس تفاوت جذب نوری بین اولین و دومین مرحله نورسنجی ثبت و نتایج حاصله بر حسب واحد به ازاء هر میلی لیتر نمونه سرم محاسبه شد (۱۱).

داده‌ها در نتایج بصورت میانگین \pm انحراف معیار (Means \pm SD) بیان شده است. طبیعی بودن داده‌ها بوسیله آزمون کالموگراف اسمیرنوف (Kol-mogorov-Smirnov) مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون T-test جهت مقایسه میانگین‌های گلیکوژن، کلسترول و تری گلیسیرید کبدی، لیپوزیم و پروتئین تام عصاره ماهی بین دو گروه (گرسنه و تغذیه شده) و از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه جهت مقایسه شاخص‌ها در زمانهای مختلف نمونه برداری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰) در هر گروه استفاده شد و در صورت معنی دار بودن به کمک پس آزمون دانکن، مقایسه چند گانه صورت گرفت. اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد پذیرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار Excel ۲۰۱۳ و SPSS نسخه ۱۱/۵ صورت گرفت.

نتایج

با مراجعه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود که گرسنگی، تأثیر معنی داری بر کلسترول و تری گلیسیرید کبدی دارد، بطوریکه پس از ۲ هفته گرسنگی، میانگین سطوح تری گلیسیرید کبدی ($1/79 \pm 69/54$ میلی گرم

جدول ۲. مقادیر گلیکوژن کبدی و پروتئین تام عصاره ماهی یلی خط کمانی تغذیه شده و تغذیه نشده (گرسنه) در زمانهای مختلف نمونه برداری

اختلاف معنی دار بین دو گروه	گروه تغذیه نشده	گروه تغذیه شده	زمان (هفته)
			گلیکوژن (میلی مول بر گرم)
$p > 0/05$	$107/8 \pm 1/09^a$	$106/0 \pm 15/19^{ab}$	۰
$p < 0/05$	$72/4 \pm 1/35^b$	$105/4 \pm 3/35^{ab}$	۱
$p < 0/05$	$64/54 \pm 1/79^b$	$101/4 \pm 3/01^{ab}$	۲
$p < 0/05$	$43/54 \pm 2/89^c$	$113/6 \pm 13/09^a$	۳
$p < 0/05$	$45/9 \pm 4/98^c$	$108/2 \pm 12/20^{ab}$	۴
			پروتئین تام (گرم بر دسی لیتر)
$p > 0/05$	$3/37 \pm 1/03^a$	$3/45 \pm 0/33^a$	۰
$p < 0/01$	$2/42 \pm 0/29^{bc}$	$2/89 \pm 0/37^c$	۱
$p < 0/05$	$2/56 \pm 0/24^b$	$3/83 \pm 0/49^a$	۲
$p < 0/01$	$2/38 \pm 0/31^{bc}$	$3/56 \pm 0/94^{ab}$	۳
$p < 0/01$	$2/24 \pm 0/24^c$	$3/46 \pm 0/23^{abc}$	۴

حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار است ($p < 0/05$). اختلاف معنی دار بین دو گروه تغذیه شده و تغذیه نشده در سطوح ۵ و ۱ درصد نشان داده شده است.

بحث

تعیین شدت گرسنگی در کفشک زیتونی باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، می‌توان گفت که در زمان گرسنگی، پروتئین نیز در تأمین انرژی در ماهی یلی خط کمانی نقش دارد (۹).

از آنجائیکه گرسنگی حالت استرس مزمن است، می‌تواند منجر به مهار رشد، اختلال در تولید مثل و پاسخ ایمنی گردد (۱۵). فعالیت ایمنی و آنتی اکسیدانی از عملکردهای فیزیولوژیکی مهم در ماهی بمنظور جلوگیری از بیماری می‌باشد و تغییر میزان این فعالیت‌ها بواسطه شاخص‌های وابسته مختلفی اندازه گیری می‌شوند (۷). لیزوزیم یکی از فاکتورهای ایمنی مؤثر برای مقاومت در برابر بیماری‌های عفونی است و افزایش یا کاهش میزان آن وابسته به سن، اندازه، جنس و گونه ماهی می‌باشد (۷). نتایج مربوط به سطوح لیزوزیم ماهی یلی خط کمانی در زمانهای مختلف گرسنگی در جدول ۳ ارائه شده است. افزایش نسبی در میزان لیزوزیم تا ۳ هفته محرومیت غذایی دیده می‌شود. اما با شروع آزمایش، اختلاف معنی داری را نشان نمی‌دهد. ولی در هفته ۴ تفاوت معنی دار دیده می‌شود. همچنین مقایسه آن با گروه تغذیه شده حاکی از اختلاف معنی دار بین گروه تغذیه نشده و گروه تغذیه شده در هفته ۴ آزمایش می‌باشد ($p < 0.05$). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Feng و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی تاس ماهی چینی (*Acipenser sinensis*) همخوانی دارد. آنها نشان دادند که با افزایش طول دوره گرسنگی، میزان لیزوزیم در تاس ماهی افزایش می‌یابد (۱۲). این موضوع نشان می‌دهد که سیستم ایمنی غیراختصاصی در ماهی یلی خط کمانی در طول دوره گرسنگی حفظ می‌گردد.

در کل، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گرسنگی بمدت ۴ هفته منجر به کاهش معنی دار گلیکوژن کبد، پروتئین تام (از هفته ۱) و تری گلیسیرید، کلسترول (از هفته ۲)، افزایش لیزوزیم (از هفته ۴)، در طول محرومیت غذایی، در مقایسه با گروه تغذیه شده ها می‌باشد که این امر نشان می‌دهد که ماهی یلی خاکستری ذخایر گلیکوژن و چربی را بعنوان منابع انرژی مورد استفاده قرار می‌دهد.

تشکر و قدردانی

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

کبد اندام اصلی برای تنظیم محتوای کلسترول تام و کلسترول پلاسما و استرهای کلسترول در پلاسما می‌باشد. در طول گرسنگی بعلت بازداری از ساخته شدن لیپید، بافت چربی بطور مستقیم تبدیل به اسیدهای چرب استری شده در سرم می‌گردد (۷). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پس از ۲ هفته گرسنگی، سطوح میانگین تری گلیسیرید ($69/54 \pm 1/79$) میلی گرم بر دسی لیتر) و کلسترول ($183/56 \pm 11/16$) میلی گرم بر دسی لیتر) کبد ماهی یلی خط کمانی کاهش یافته است. همچنین مقایسه آن‌ها با گروه تغذیه شده حاکی از اختلاف معنی دار بین گروه تغذیه نشده و گروه تغذیه شده در زمانهای ۲، ۳ و ۴ هفته آزمایش بود ($p < 0.05$). در برخی تحقیق‌های صورت گرفته در این راستا، دوره محرومیت غذایی منجر به کاهش، افزایش و عدم اختلاف معنی دار بر میزان کلسترول ماهی شده است (۱۶، ۸) که دلیل نتایج متناقض بدست آمده، می‌تواند تفاوت در نوع گونه، اندازه، طول دوره محرومیت غذایی و یا شرایط آزمایش باشد (۸، ۱۸).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بعد از دوره محرومیت غذایی میزان گلیکوژن کبد بطور معنی اداری در گروه تغذیه نشده کمتر از گروه تغذیه شده بود ($p < 0.05$)، که این موضوع نشان می‌دهد که گلیکوژن، اولین سوپسترا در ابتدای دوره محرومیت غذایی است که به راحتی تجزیه و مورد استفاده قرار می‌گیرد. Barcellos و همکاران (۲۰۱۰)، اثر گرسنگی را بر گلیکوژن کبد گربه ماهی نقره‌ای (*Rhamdia quelen*) بررسی کردند که در پایان دوره گرسنگی ۴، ۱۴ و ۲۱ روزه، میزان گلیکوژن بطور معنی داری کاهش یافته بود ($p < 0.05$) (۳). همچنین Wooker و همکاران (۲۰۰۶) کاهش معنی داری را بدنبال محرومیت غذایی در میزان گلیکوژن کبدی در کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) نشان دادند (۲۲)، که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش دوره محرومیت غذایی، میزان پروتئین تام در ماهی یلی خط کمانی کاهش معنی داری پیدا کرده، همچنین مقایسه آن‌ها با گروه تغذیه شده حاکی از اختلاف معنی دار بین گروه تغذیه نشده و گروه تغذیه شده در کلیه مراحل آزمایش می‌باشد که با تحقیق صورت گرفته بر روی کفشک چپ رو (*Solea senegalensis*) و کفشک زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) همخوانی دارد (۳، ۹). Cho در سال ۲۰۰۹ گزارش نمود، میزان پروتئین می‌تواند شاخص خوبی به منظور

جدول ۳. مقادیر لیزوزیم ماهی یلی خط کمانی تغذیه شده و تغذیه نشده (گرسنه) در زمانهای مختلف نمونه برداری

زمان (هفته)	گروه تغذیه شده	گروه تغذیه نشده	اختلاف معنی دار بین دو گروه
لیزوزیم (Unit/mL)			
۰	$42/22 \pm 5/01$ ab	$41/33 \pm 3/03$ b	$p > 0.05$
۱	$38/76 \pm 5/57$ ab	$45/78 \pm 2/29$ b	$p > 0.05$
۲	$47/22 \pm 1/49$ a	$49/56 \pm 4/06$ b	$p > 0.05$
۳	$36/89 \pm 0/94$ ab	$51/78 \pm 3/31$ b	$p > 0.05$
۴	$32/67 \pm 1/33$ ab	$58/44 \pm 5/44$ a	$p < 0.05$

حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار است ($p < 0.05$). بین دو گروه تغذیه شده و تغذیه نشده، اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد نشان داده شده است.

101-103

12. Feng, G., X. Shi, X. Huang, and P. Zhuang. 2011. Oxidative stress and antioxidant defenses after long-term fasting in blood of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). *Procedia Environ. Sci.* 8:469-475
13. Hanif, A., Bakopoulos, V., and Dimitriadis Maternal, G.J. 2004. Transfer of humoral specific and non-specific immune parameters to sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Fish. Shellfish. Immunol.* 17: 411-435
14. Hemre, G., Lie, -I. Ø. and Sundby, A. 1993. Dietary carbohydrate utilization in cod (*Gadus morhua*): metabolic responses to feeding and fasting. *Fish. Physiol Biochem.* 10:455-463.
15. 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. *J. Fish. Biol.* 20:69-78.
16. Ince B. W., and Thorpe A. 1976. The effects of starvation and force-feeding on the metabolism of the Northern pike, *Esox lucius* L.; *J. Fish. Biol.* 8: 79-88
17. Jezierska B., Hazel R.J., and Gerking S.D. 1983. Lipid mobilization during starvation in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, with attention to fatty acids; *J. Fish. Biol.* 21: 681-692.
18. Metón, I., Fernández, F., and Baanante, I.V. 2003. Short- and long-term effects of refeeding on key enzyme activities in glycolysis and gluconeogenesis in the liver of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 225: 99-107
19. Ogata, H., Oku, Y. H., and Murai, T. 2002. Growth performance and macronutrient retention of offspring from wild and selected red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, 206:279-287.
20. 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). *J. Aquacult.* 19:183-187.
21. Small, B.C. 2005. Effect of fasting on nycthemeral concentrations of plasma growth hormone (GH), insulin-like growth factor I (IGF-I), and cortisol in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Comp Biochem Physiol Biochem. Mol. Biol.* 142:217-223.
22. Wookhur, J., He, Jo. J., and Park, I. 2006. Effects of long-term starvation on hepatocyte ultrastructure of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Ichthyol Res.* 53: 306-310
23. Wootton, L. I. 1964. Micro-analysis in medical biochemistry in micrometer, 4th ed. J & A Churchill, London. p. 264.

منابع مورد استفاده

- ۱- ستاری، م، شاهسونی، د، شفیعی، ش. ۱۳۸۳. ماهی شناسی ۲ سیستماتیک انتشارات حق شناس ۵۰۲ صفحه.
2. Bandeen, J., and Leatherland, J. F. 1997. Changes in the proximate composition of juvenile white suckers following re-feeding after a prolonged fast. *Aquacult Int.* 5:327-337
3. Barcellos, L. J. G., Marqueze, A., Trapp, M., Quevedo, R. M., and Ferreira, D. 2010. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundia *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*. 300:231-236
4. Bidinotto, P.M., Souza, R.H.S., and Moraes, G. 1997. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. *Bol. Tec. CEPTA. Pirassununga* 10: 53-60
5. Black, D., and Shinner E.R. 1986. Features of lipid transport system of fish as demonstrated by studies on starvation in rainbow trout; *J. Comp. Physiol.* 156: pp. 497-502.
6. Burtis, C.A., Ashwood, E. R., Brund, D.E. (1994) *Tietz Textbook of Clinical Chemistry* (5th ed.). W.B. Saunders Company. Philadelphia. USA. 560P
7. Caruso, G., Denaro, M.G., Caruso, R., Genovese, L., Mancari, F., Maricchiolo, G. 2012. Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758): Response of some haematological, biochemical and nonspecific immune parameters. *Mar. Environ. Res.* 81:18-25
8. Chatzifotis, S., Papadaki, M., Despoti, S., Roufidou, C., and Antonopoulou, E. 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.
9. Cho, S. H., S. -M. Lee, B. H. Park, S. -C. Ji, J. Lee, J. Bae, and 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. *J. World. Aquac. Soc.* 37:168-174.
10. Collins, A.L., and Anderson, T.A. 1995. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. *J. Fish Biol.* 47:1004-1015.
11. Ellis, A.E. 1990. *Lysozyme Assays*: In Stolen JS, Fletcher TC, Anderson DP, Roberson BS, Van Muiswinkel WB, editors. *Techniques in Fish Immunology*. Fair Haven, NJ: SOS Publications;

