

Effect of starvation on growth carcass chemical composition and non-specific immune parameters in grunter *Terapon jarbua* Forsskal, 1775 fry

Paria Akbary¹, Saeide Biabani²,
Khaled Soleimani Far³

1. Assistant Professor of Fisheries Group, Marine
Sciences Faculty, Chabahar Maritime University,
Chabahar, Iran

2. M.A. Student of Fisheries Group, Marine Sciences
Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

3. M.A. Student of Fisheries Group, Marine Sciences
Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
(Received: Oct. 26, 2016 - Accepted: Nov. 17, 2018)

اثر گرسنگی بر شاخص‌های رشد، ترکیبات شیمیایی و سیستم ایمنی غیر اختصاصی بچه‌ماهی یلی خط کمانی (*Terapon jarbua* Forsskal, 1775)

پریا اکبری^{۱*}، سعیده بیابانی^۲، خالد سلیمانی فر^۳

۱. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم
دریایی چابهار، چابهار، ایران

۲. کارشناس ارشد گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی
و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

۳. کارشناس ارشد گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی
و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۸/۲۶)

Abstract

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 growth, chemical compositions and non-specific immune parameters in grunters (*Terapon jarbua*) fry. In this study, 180 fry of *T.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. Sampling of fish was performed at 10, 20 and 30 days of food deprivation. The results showed that specific growth ratio (SGR) and increased weight gain (growth parameters), protein and fat (chemical compositions) levels were significantly lower in starved group than in fed group ($P < 0.05$). In starved group, lysozyme concentrations were significantly higher at day 30 (58.44 ± 5.44 Unit/mL) ($P < 0.05$). The present results indicate that grunters can tolerant 1 month starvation period and use lipid and protein as energy sources during starvation.

Keywords: *Terapon jarbua*, food deprivation, lysozyme, lipid, protein.

چکیده

گونه‌های مختلف ماهیان می‌توانند دوره محرومیت غذایی یا گرسنگی را با استفاده از فعالیت اکسپانسیو مکانیزم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی که آنها را با شرایط نامناسب محیط سازگار می‌سازد تحمل نمایند. مطالعه حاضر، به منظور بررسی اثر گرسنگی بر شاخص‌های رشد، ترکیبات شیمیایی و ایمنی غیر اختصاصی بچه ماهی یلی خط کمانی طراحی گردید. در این تحقیق، ۱۸۰ بچه ماهی یلی با میانگین طولی 4.46 ± 0.21 cm و وزنی 1.98 ± 0.30 g به دو گروه تغذیه شده و تغذیه نشده و سه تکرار (۳۰ قطعه ماهی در هر تکرار) در مخازن پلاستیکی ۶۰L مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه برداری از ماهی در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز محرومیت غذایی انجام شد. نتایج به دست آمده حاکی از کاهش معنی دار شاخص‌های رشد (ضریب رشد ویژه و وزن نهایی)، ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی) گروه تغذیه نشده در مقایسه با گروه تغذیه شده است ($P < 0.05$). در پایان دوره آزمایش، سطح لیوزیم در گروه تغذیه نشده به طور معناداری 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 پروتئین و چربی به عنوان منابع انرژی مورد استفاده قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ماهی یلی، محرومیت غذایی، لیوزیم، چربی، پروتئین.

مقدمه

(2002). از آنجایی که گرسنگی حالت استرس مزمن است که می‌تواند منجر به مهار رشد، اختلال در تولید مثل و پاسخ ایمنی گردد. فعالیت ایمنی و آنتی‌اکسیدانی از عملکردهای فیزیولوژیکی مهم در ماهی به‌منظور جلوگیری از بیماری می‌باشد و تغییر میزان این فعالیت‌ها به‌واسطه شاخص‌های وابسته مختلفی اندازه‌گیری می‌شوند. لیزوزیم یکی از فاکتورهای ایمنی مؤثر برای مقاومت در برابر بیماری‌های عفونی است و افزایش، کاهش میزان آن وابسته به سن، اندازه، جنس و گونه ماهی است (Caruso et al., 2012).

هدف از این تحقیق، بررسی اثر گرسنگی (۳۰ روزه) بر شاخص‌های رشد، ترکیبات شیمیایی و ایمنی غیر اختصاصی (لیزوزیم) بچه‌ماهی ماهی یلی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

در آذر ماه ۱۳۹۳ در انستیتو موسسه تحقیقات شیلات چابهار و با انتقال ۱۸۰ قطعه بچه‌ماهی یلی خط کمانی 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 میانگین طولی $4/46 \pm 0/21$ cm و وزنی $1/98 \pm 0/30$ g شمارش شده و با تراکم ۳۰ قطعه به ۶ مخزن ۶۰ L (دو گروه با سه تکرار برای هر گروه) منتقل شدند. در طول دوره، پارامترهای آب اندازه‌گیری شد. به‌طور میانگین در کل دوره شوری L $38 \pm 0/97$ درجه حرارت آب $28/2 \pm 0/5$ °C، اکسیژن محلول $7/01 \pm 0/87$ mg/L و pH آب $7/8 \pm 0/4$ بود. در طی دوره آزمایش فتوپریود به‌صورت ۱۲D:۱۲L بود. به‌منظور هوادهی و نیاز اکسیژن به‌هر یک از مخزن‌ها 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 به همان روش دوره سازگاری تغذیه شدند. گروه دوم (گروه گرسنه)

پرورش ماهی یک صنعت مهم و سودآور بوده و از نظر اقتصادی هزینه مربوط به تغذیه ماهی قسمت اعظم هزینه‌های پرورش را شامل می‌شود (Rahimi et al., 2010). روش‌های متفاوتی برای کاهش این هزینه وجود دارد که از آن میان می‌توان به محرومیت غذایی و غذاهای مجدد که منجر به ایجاد فرایندی به نام رشد جبرانی می‌شود اشاره نمود (Ali et al., 2003). با توجه به مطالعات متعددی که بر روی گونه‌های مختلف ماهیان از جمله گربه ماهی چینی (*Leiocassis longirostris*) (Zhu et al., 2005)، ماهی سفید (*Coregonus lavaretus*) (Kankanen & Pirhonen, 2009) و ماهی شانک (*Sparus aurata*) (Bavcevic et al., 2010) انجام گرفته، بیان شده است که 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 (Bandeem & Leatherland, 1997; Caruso et al., 2012; Small, 2005). در ماهیانی که ذخیره چربی زیادی نداشته باشند پروتئین ماهیچه سفید در طول گرسنگی کاهش پیدا می‌کند (Chatzifotis et al., 2011). گروه دیگری از ماهیان ذخیره پروتئین را حفظ کرده و بیشتر از چربی و یا گلیکوژن برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند (Black & Shinner, 1986; Collins & Anderson, 1995).

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. دست کم ۴ گونه از یلی ماهیان در خلیج همیشه فارس وجود دارند که این گونه آکواریومی هم از آن جمله است در فارسی به آن یلی خط کمانی می‌گویند این ماهیان مورد استفاده خوراکی انسان قرار می‌گیرند و گوشت بسیار خوشمزه‌ای دارند این ماهی می‌تواند در آب شور و لب شور و شیرین زندگی کند (Satari et al.,

۳۰ روز پس از شروع آزمایش تعداد ۶ قطعه ماهی، با متوسط وزن $g \ 0/45$ ، پس از $h \ 24$ گرسنگی، به‌طور تصادفی از کل جمعیت ماهیان صید شده و در دمای $^{\circ}C \ 80-$ نگهداری شد. در انتهای آزمایش نیز، از هر مخزن آزمایش، به‌صورت تصادفی ۳ قطعه لارو ماهی پس از تحمل $h \ 24$ گرسنگی، صید شده و به‌منظور تجزیه ترکیب شیمیایی لاشه به آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار منتقل شد. تجزیه شیمیایی ترکیب لاشه بر اساس روش استاندارد AOAC انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه از روش کلدال، چربی با استفاده از روش سوکسله و از طریق حل نمودن چربی در اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای $^{\circ}C \ 105$ و توزین نمونه بعد از خشک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای $^{\circ}C \ 550$ به مدت $h \ 6$ و توزین نمونه پس از خشک شدن محاسبه شدند (AOAC, 1986).

سنجش لیزوزیم

برای سنجش لیزوزی، پس بیهوش کردن ماهی با پودر میخک در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از شروع آزمایش، ۶ قطعه ماهی در هر نوبت نمونه برداری، آن را دو بار با سرم فیزیولوژی شسته و با ۱:۱ سرم فیزیولوژی در دستگاه میکسر هموژنیزه نموده و با دور ۳۰۰۰ به مدت 10 min در دمای $^{\circ}C \ 4$ سانتریفیوژ نموده و بعد از جداسازی مایع رویی مجدد در همین دور به مدت 5 min سانتریفیوژ نموده و تا زمان آنالیز در دمای $^{\circ}C \ 80-$ در میکروتیوب‌های 2 mL نگهداری شد (Hanif et al., 2004).

سنجش میزان لیزوزیم در نمونه‌ها، بر اساس روش توصیه شده توسط Ellis (1990) صورت خواهد گرفت. ابتدا 175 میلی‌لیتر از سوسپانسیون میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (*Micrococcus lysodeikticus*) (محصول سیگما) (معادل مقدار $0/375$ گرم به ازای هر میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم با مولاریته $0/05$ و pH برابر $6/2$) با میزان 250

هیچ‌گونه غذای دستی (شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء، شیراز با میزان پروتئین 48% ، چربی 14% ، فیبر $1/9\%$ و خاکستر جیره غذایی $10/57\%$ در طی دوره آزمایش دریافت نکردند.

زیست‌سنجی و بررسی پارامترهای رشد و تغذیه

به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، نمونه‌برداری از ماهیان آزمایشی به‌ترتیب در آغاز آزمایش، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از شروع آزمایش صورت گرفت. در هر مرحله تعداد ۱۰ قطعه ماهی به‌طور تصادفی از هر مخزن برداشته و با استفاده از پودر گل میخک بیهوش ($g/L \ 2$) شدند. وزن (با دقت $g \ 0/01$) و طول (با دقت 1 mm) آن‌ها ثبت گردید. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی‌ها، شاخص‌های رشد، افزایش وزن بدن (Wahli et al., 2003)، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت و شاخص کبدی (Peres et al., 2011) تعیین شد.

$$BWI = \frac{BWf - BWi}{BWi}$$

BWf = وزن نهایی (g)، BWi = وزن ابتدایی (g)

نرخ رشد ویژه (SGR)

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln W0}{t} \times 100$$

$\ln Wt$ = لگاریتم طبیعی وزن نهایی (g)
 $\ln W0$ = لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی (g)
 t = طول دوره پرورش (d)

فاکتور وضعیت (CF)

$$CF = (Wf/L^3) \times 100$$

Wf = وزن نهایی (g)، L = طول نهایی (cm)

شاخص کبدی (HSI)

$$HSI = (W1 / Wb) \times 100$$

$W1$ = وزن کبد (g)، Wb = وزن بدن (g)

آنالیز لاشه

به‌منظور تعیین ترکیب لاشه، در زمان‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و

به کمک پس آزمون دانکن مقایسات چندگانه صورت گرفت. اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد پذیرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 11.5 و Excel 2013 صورت گرفت.

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه

میانگین افزایش وزن، فاکتور وضعیت، ضریب رشد ویژه، وزن نهایی و شاخص کبدی به‌عنوان مهمترین شاخص‌های رشد مورد محاسبه قرار گرفتند که در جدول ۱ مقادیر آن‌ها آورده شده است. گرسنگی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش وزن بدن و ضریب رشد ویژه شد. به‌طوری‌که کمترین وزن بدن و ضریب رشد ویژه پس از ۳۰ روز محرومیت غذایی در گروه تغذیه‌نشده مشاهده شد ($P < 0.05$). اما طول دوره گرسنگی تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن بدن و شاخص کبدی نداشت ($P > 0.05$).

میکرولیتر از هر نمونه مخلوط و در دمای 22°C آنکوباسیون خواهند شد. میزان جذب نوری پس از ۱۵ و ۱۸۰ ثانیه به روش اسپکتروفتومتری و در طول موج ۶۰۰ نانومتر قرائت می‌گردد. سپس تفاوت جذب نوری بین اولین و دومین مرحله نورسنجی ثبت خواهد شد و نتایج حاصله بر حسب واحد به ازای هر میلی‌لیتر نمونه سرم محاسبه شد.

آنالیز آماری

داده‌ها در نتایج به‌صورت میانگین \pm خطای استاندارد (Means \pm SE) بیان شده است. نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون T-test جهت مقایسه میانگین داده‌ها بین دو گروه (گرسنه و تغذیه‌شده) و از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه شاخص‌ها در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰) در هر گروه استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن

جدول ۱. تغییرات شاخص‌های رشد در گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده ماهی یلی خط کمانی در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از شروع آزمایش

اختلاف معنی‌دار بین دو گروه	گروه تغذیه‌نشده	گروه تغذیه‌شده	زمان (روز)
			وزن نهایی (گرم)
$P < 0.05$	۸/۹۷ \pm ۰/۲۱ ^a	۱۲/۸۵ \pm ۰/۳۵ ^b	۱۰
$P < 0.05$	۷/۵۴ \pm ۱/۷۹ ^b	۱۳/۱۱ \pm ۰/۵ ^{ab}	۲۰
$P < 0.05$	۴/۵۴ \pm ۲/۸۹ ^c	۱۵/۳۷ \pm ۰/۴ ^a	۳۰
			افزایش وزن (%)
$P > 0.05$	۹۹/۰۳ \pm ۰/۲۱ ^a	۹۹/۱۵ \pm ۰/۲۵ ^a	۱۰
$P > 0.05$	۹۹/۱۴ \pm ۰/۱۵ ^a	۹۹/۲۹ \pm ۰/۱۳ ^a	۲۰
$P > 0.05$	۹۸/۱۹ \pm ۰/۱۹ ^a	۹۹/۳۸ \pm ۰/۱۱ ^a	۳۰
			فاکتور وضعیت
$P > 0.05$	۰/۸۸ \pm ۰/۰۷ ^a	۰/۹۲ \pm ۰/۰۵ ^a	۱۰
$P > 0.05$	۰/۸۰ \pm ۰/۲۵ ^b	۰/۸۸ \pm ۰/۲۵ ^{ab}	۲۰
$P > 0.05$	۰/۸۴ \pm ۰/۲۵ ^{ab}	۰/۹۱ \pm ۰/۰۳ ^a	۳۰
			ضریب رشد ویژه
$P < 0.05$	۰/۳۵ \pm ۰/۰۷ ^a	۰/۵۴ \pm ۰/۲۰ ^b	۱۰
$P < 0.05$	۰/۲۸ \pm ۰/۲۵ ^{ab}	۰/۵۹ \pm ۰/۰۵ ^{ab}	۲۰
$P < 0.05$	۰/۱۵ \pm ۰/۲۵ ^c	۰/۶۳ \pm ۰/۲۵ ^c	۳۰
			شاخص کبدی
$P > 0.05$	۱/۲۴ \pm ۰/۳۵ ^a	۱/۵۸ \pm ۰/۰۷ ^a	۱۰
$P > 0.05$	۱/۰ \pm ۰/۰۷ ^a	۱/۵۸ \pm ۰/۰۶ ^a	۲۰
$P < 0.05$	۰/۹۳ \pm ۰/۵۳ ^a	۱/۶۰ \pm ۰/۰۹ ^a	۳۰

داده‌ها بر اساس میانگین \pm خطای معیار (Means \pm S.E) بیان شده است (۳۰ قطعه ماهی از هر گروه). حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار

می‌باشد ($P < 0.05$). اختلاف معنی‌دار بین گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده در سطح ۵ درصد نشان داده شده است.

شد و تفاوت معنی‌داری را با گروه تغذیه‌شده نشان داد
($P < 0.05$).

لیزوزیم

طبق جدول ۳ مشاهده می‌شود که میزان لیزوزیم با افزایش دوره گرسنگی افزایش یافت به طوری که به استثنای ۳۰ روز محرومیت غذایی اختلاف معنی‌داری در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ روز در گروه تغذیه‌نشده وجود نداشت ($P > 0.05$).

ترکیب شیمیایی لاشه

نتایج مربوط به تأثیر مدت زمان گرسنگی بر ترکیبات شیمیایی لاشه ماهی نیز در جدول ۲ ارائه شده است. در زمان‌های مختلف گرسنگی، میزان پروتئین و چربی لاشه در گروه تغذیه‌نشده کمتر از گروه تغذیه‌شده بود و کمترین میزان آن‌ها مربوط به ۳۰ روز پس از محرومیت غذایی بود ($P < 0.05$). بیشترین میزان رطوبت و خاکستر در گروه تغذیه‌نشده ۳۰ روز پس از محرومیت غذایی مشاهده

جدول ۲. تغییرات ترکیبات شیمیایی لاشه در گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده ماهی یلی خط کمانی در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از شروع آزمایش

اختلاف معنی‌دار بین دو گروه	گروه تغذیه‌نشده	گروه تغذیه‌شده	زمان (روز)
			پروتئین (%)
$P < 0.05$	۱۶/۰±۰/۰۳ ^a	۲۰/۸۳±۰/۰۹ ^b	۱۰
$P < 0.05$	۱۴/۰۴±۰/۲۴ ^b	۲۱/۳۲±۰/۰۶ ^{ab}	۲۰
$P < 0.05$	۱۴/۵±۰/۴۹ ^b	۲۱/۵۰±۰/۴۵ ^a	۳۰
			چربی (%)
$P < 0.05$	۱/۱۸±۰/۰۲ ^a	۳/۶۲±۰/۱۳ ^c	۱۰
$P < 0.05$	۰/۸۸±۰/۰۱ ^b	۵/۵۵±۰/۰۷ ^b	۲۰
$P < 0.05$	۰/۷۴±۰/۰۳ ^c	۶/۴۱±۰/۰۵ ^a	۳۰
			خاکستر (%)
$P > 0.05$	۵/۲۶±۰/۱۳ ^b	۵/۲۷±۰/۰۹ ^a	۱۰
$P > 0.05$	۴/۱۶±۰/۱۷ ^c	۳/۸۲±۰/۱۰ ^b	۲۰
$P < 0.05$	۶/۵۴±۰/۰۵ ^a	۵/۱۵±۰/۰۷ ^a	۳۰
			رطوبت (%)
$P < 0.05$	۷۴/۸۸±۰/۳۳ ^b	۷۲/۹۳±۰/۰۳ ^a	۱۰
$P < 0.05$	۷۷/۱۶±۰/۰۲ ^a	۷۳/۲۴±۰/۴۵ ^a	۲۰
$P < 0.05$	۷۷/۴۰±۰/۰۳ ^a	۷۳/۰۳±۰/۴۹ ^a	۳۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± خطای معیار (Means ± S.E) بیان شده است (۶ قطعه ماهی از هر گروه). حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$). اختلاف معنی‌دار بین گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده در سطح ۵ درصد نشان داده شده است.

جدول ۳. تغییرات سطوح لیزوزیم در گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده ماهی یلی خط کمانی در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از شروع آزمایش

اختلاف معنی‌دار بین دو گروه	گروه تغذیه‌نشده	گروه تغذیه‌شده	زمان (روز)
			لیزوزیم (Unit/mL)
$P > 0.05$	۴۵/۷۸±۲/۲۹ ^b	۳۸/۷۶±۵/۵۷ ^{ab}	۱۰
$P > 0.05$	۴۹/۵۶±۴/۰۶ ^b	۴۷/۲۲±۱/۴۹ ^a	۲۰
$P < 0.05$	۵۸/۴۴±۵/۴۴ ^a	۳۲/۶۷±۰/۳۳ ^{ab}	۳۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± خطای معیار (Means ± S.E) بیان شده است (۶ قطعه ماهی از هر گروه). حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$). اختلاف معنی‌دار بین گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده در سطح ۵ درصد نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فاکتورهای وزن نهایی و ضریب رشد ویژه از مهم‌ترین فاکتورهایی بودند که در اثر اعمال گرسنگی کاهش معنی‌داری را داشتند که با مطالعات صورت گرفته بر روی فیل ماهی (*Huso huso*) (Falahatkar et al., 2013) و باس دریایی (*Sparus aurata*) (Peres et al., 2011) همخوانی دارد.

فاکتور وضعیت و شاخص کبدی پارامترهایی هستند که توضیح‌دهنده وضعیت فیزیولوژیکی است (Rehulka, 2000). در این تحقیق طبق جدول ۱ فاکتور وضعیت ماهی یلی خط کمانی بعد از ۳۰ روز گرسنگی کاهش معنی‌داری را در مقایسه با گروه تغذیه‌نشده نشان داد که با مطالعه صورت گرفته توسط Shreni (1979) روی گربه ماهی (*Heteropneustes fossilis*) همخوانی داشت. ولی (Velisek et al., 2005) نشان دادند که گرسنگی کوتاه‌مدت (۱۰ روز) باعث کاهش معنی‌داری در فاکتور وضعیت در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گردید. که با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت که علت این تفاوت در نتایج به‌دست‌آمده را می‌توان نوع گونه، جنس و اندازه دانست (Mirsa et al., 2006; Wahli et al., 2003; Rehulka, 2000). گرسنگی همان‌طور که انتظار می‌رفت باعث کاهش شاخص کبدی شد و با افزایش طول دوره گرسنگی مقدار آن کاهش بیشتری نشان داد ولی این تغییرات در طول آزمایش معنی‌دار نبود که با نتایج به‌دست‌آمده (Wang et al., 2005) بر روی تحقیق خود بر روی هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) همخوانی داشت (Wang et al., 2005). آنها اشاره کردند که وزن کبد در اثر گرسنگی کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل کاهش چربی و گلیکوژن در اثر میزان گلوکونئوزنزیس پایین باشد.

نتایج به‌دست‌آمده حاکی از اثر معنی‌دار گرسنگی بر میزان پروتئین و چربی در گروه تغذیه‌نشده در

زمان‌های مختلف (۱۰، ۲۰ و ۳۰) در مقایسه با گروه تغذیه شده می‌باشد. Wang et al. (2000) با مطالعه بر روی هیبرید تیلاپیا به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین و چربی در پایان دوره محرومیت غذایی بین گروه شاهد و تیمارهای گرسنه مشاهده شده و با افزایش طول دوره میزان چربی و پروتئین کاهش می‌یابد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. همچنین Zhu et al. (2003) نشان دادند که در پایان دوره محرومیت غذایی، میزان چربی در گروه تغذیه شده ماهی سه خاره (*Gasterosteus aculeatus*) به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه‌های گرسنه بود، اما بین زمان‌های مختلف گرسنگی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. می‌توان بیان نمود که ماهیان در طی دوره گرسنگی به‌منظور برطرف نمودن نیازهای انرژی خود از ذخایر چربی و پروتئین استفاده می‌نمایند و از پروتئین زمانی استفاده می‌نمایند که ذخایر چربی به اتمام رسیده باشد لذا اولین اثر گرسنگی بر ترکیب بیوشیمیایی بدن بعضی از گونه‌ها کاهش میزان چربی می‌باشد (Wang et al., 2000). میزان خاکستر لاشه به استثنای روز ۳۰ تفاوت معنی‌داری را بین گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده نشان داد که نتایج حاضر با نتایج Xie et al. (2001) بر روی ماهی حوض (*Carassius auratus*) همخوانی داشت.

لیزوزیم یکی از فاکتورهای ایمنی مؤثر برای مقاومت در برابر بیماری‌های عفونی است و افزایش کاهش میزان آن وابسته به سن، اندازه، جنس و گونه ماهی است (Caruso et al., 2012). 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 معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. ولی در هفته ۴ تفاوت معنی‌دار دیده می‌شود همچنین مقایسه آن با گروه تغذیه‌شده حاکی از اختلاف معنی‌دار بین گروه تغذیه‌نشده و گروه

تغذیه نشده در مقایسه با گروه تغذیه شده گردید. اما هر چند فاکتور وضعیت و شاخص کبدی کاهش یافت اما تفاوت معنی‌داری را بین گروه تغذیه‌شده و گروه تغذیه‌نشده نشان نداد که این امر نشان می‌دهد ماهی یلی خط کمانی می‌تواند با دوره ۱ ماهه گرسنگی سازش یافته و از ذخایر پروتئین و چربی به‌عنوان منابع انرژی مورد استفاده قرار می‌دهد.

تقدیر و تشکر

از همکاری ریاست و پرسنل محترم انستیتو مؤسسه تحقیقات شیلات چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

- Ali, M.; Nicieza, A.; Wootton, R.J.; (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*; 4(2): 147-190.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC); (1989). Guidelines for collaborative study procedure to validate characteristics of method of analysis. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*; 72: 694-704.
- Bandeem, J.; Leatherland, J. F.; (1997) 'Changes in the proximate composition of juvenile white suckers following re-feeding after a prolonged fast. *Aquaculture International*; 5: 327-337
- Bavcevic, L.; Klanjscek, T.; Karamarko, V.; Anicic, I.; Legovic, T.; (2010) Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. *Aquaculture*; 301(1-4): 57-63.
- 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: 497-502.
- 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 hematological, biochemical and nonspecific immune parameters. *Mar Environ Res*; 81:18-25.
- Chatzifotis, S.; Papadaki, M.; Despoti, S.; Roufidou, C.; 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
- Collins, A. L.; 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
- Ellis, A.E.; (1990). Lysozyme Assays: In Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson, B.S., Van Muiswinkel, W.B, editors. *Techniques in Fish Immunology*. Fair Haven, N.J: SOS Publications; 103pp.
- Falahatkar, B.; Akhavan, S.R.; Efatpanah, I.; Meknatkhah, B.; (2013). Effect of feeding and starvation during the winter period on the growth performance of young-of-year (YOY) great sturgeon, *Huso huso*. *Journal of Appl Ichthyol*; 29: 26-30.
- Feng *et al.* (2011) بر روی تاس ماهی چینی *Acipenser sinensis* همخوانی داشت آنها نشان دادند که با افزایش طول دوره گرسنگی میزان لیزوزیم در تاس ماهی افزایش یافت. 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 به مدت ۴ هفته منجر به کاهش معنی‌دار وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، پروتئین و چربی لاشه و افزایش لیزوزیم (در طول محرومیت غذایی) در گروه

- Feng, G.; Shi, X.; Huang, X.; Zhuang, P.; (2011). Oxidative stress and antioxidant defenses after long-term fasting in blood of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). International Conf Environ Sci Biotech.; 8:469-475.
- Hanif, A.; Bakopoulos, V.; Dimitriadis Maternal, G.J.; (2004). Transfer of humoral specific and non-specific immune parameters to sea bream (*Sparus aurata*) larvae. Fish Shellfish. Immun; 17:411-435
- Kankanen, M.; Pirhonen, J.; (2009). The effect of intermittent feeding on feed intake and compensatory growth of whitefish *Coregonus lavaretus* L. Aquaculture; 288 (1-2): 92-97.
- Misra, C. K.; Kuamr, D. B.; Mukherjee, S. C.; Pattnaik, P.; (2006). Effect of long term administration of dietary β -glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohito* fingerlings. Aquaculture; 255: 82-94.
- Peres, H.; Santos, S.; Teles, A.O.; (2011). Lack of compensatory growth response in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles following starvation and subsequent refeeding. Aquaculture; 318: 384-388.
- Rahimi, R.; Farhangi, M.; Mojazi Amiri, B.; rezaie, F.; Norouzitalab, P.; Afzali, A.; (2010). Compensatory growth assessment by plasma IGF-I hormone measurement and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Afri J Biotech; 9(25): 3949-3954.
- Rehulka, J.; (2000). Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture; 190 : 27-47.
- Satari, M.; Shahsavani, D.; Shafii, Sh.; (2004). Ichthyology II. Haghshenas ed. 502 pp.
- Shreni, K.D.; (1979). Influence of starvation on the brain and liver cholesterol level of the cat fish *Heteropneustes fossilis*. Proc Anim Sci; 88(3):205-208.
- 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*). Comparative Biochemistry and Physiology, Molecular Biology. 142: 217-223.
- Velisek, J.; Svobodova, Z. and Piaakova, V. (2005) Effects of Clove Oil Anaesthesia on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Veterinaria Brunensis; 74: 139-146.
- Wahli, T.; Verlhac, V.; Griling, P.; Gabaudan, J.; Aebischer, C.; (2003). Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture; 225: 371-386.
- Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y.; Cai, F.; (2000). Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* * *O. niloticus*, reared in seawater. Aquaculture; 189: 101-108.
- Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y.; Cai, F.; (2005). Partial compensatory growth in hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* \times *O. niloticus*) following food deprivation. Appl Ichthyol; 21: 389-393.
- Xie, S., Zhu, X.; Cui, Y.; Wootton, R.J.; Lei, W.; Yang, Y.; (2001). Compensatory growth in the gable carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. J Fish Biol; 58: 999-1009.
- Zhu, X.; Wu, L.; Cui, Y.; Yang Y.; Wootton, R.J.; (2003). Compensatory growth response in three-spined stickleback in relation to feed-deprivation protocols. J Fish Biol;. 62: 195-205.
- Zhu, X.; Xie, S.; Lei, W.; Cui, Y.; Yang, Y.; Wootton, R. J.; (2005). Compensatory growth in the Chinese long snout catfish, *Leiocassis longirostris*, following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Aquaculture; 248(1-4): 307-314.