14(3) 261-268, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Compensatory growth of Asian sea bass (*Lates calcarifer)* following short term starvation periods and refeeding: effects on growth and feeding performances, body composition and blood biochemical parameters

Sajad Fatahi* *, Mahmoud Hafezieh, Mansour Sharifian

Iran Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Tehran, Iran

Key Words

Lates calcarifer
Compensatory growth
Growth and feeding performance
Body composition
Blood biochemical parameters

Abstract

Introduction: In present study the effects of short-term starvation and refeeding on growth and feeding performances, body composition and blood biochemical parameters of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) were studied.

Materials & Methods: After 2 weeks adaptation to experimental condition, 6000 fish with an average initial weight of 250±6.0 g in two treatments and one control group were randomly distributed in nine farmed cages. Control treatment fed two times daily to apparent satiation. The first treatment (T1) 3-day starvation and 12 days refeeding and the second treatment (T2) 6-day starvation and 24 days refeeding experienced.

Result: The obtained results showed that the value of the weight gain in the control and T2 groups were significantly lower than T1 group, at the end of the experiment ($P<0.05$). Food conversion ratio and Food conversion efficiency values showed lower and higher in T1 group, while higher and lower their values were observed in the control group ($P<0.05$). However, short terms starvation and refeeding periods did not seem to exert a profound influence on specific growth rate ($P>0.05$). Short-term starvation and refeeding did not affect carcass ash and moisture ($P>0.05$). However, the fat value was significantly ($P<0.05$) higher in the control group and protein value was significantly ($P<0.05$) lower in the T2 group. There were no significant differences in blood biochemical parameters among different treatments ($P>0.05$). However, triglycerides and albumin values was higher in T2 and T3 fish than that in the T1 fish, and there was a tendency in glucose and total protein values to decrease with longer starvation periods.

Conclusion: The results regarding growth and feeding performances, survival and biochemical parameters indicated that the best compensatory strategy occurred in the deprived fish with 3 days and refed with 12 days and that this species can be subjected to short term starvation without any significant effects on growth and feeding performance.

* Corresponding Author's email: s.fatahi1367@gmail.com
Received: 29 June 2021; Reviewed: 2 August 2021; Revised: 4 September 2021; Accepted: 6 October 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.297647.2594

مقاله پژوهشی

رشد جبرانی ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) بعد از دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و غذادهی مجدد: تاثیرات بر عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون

سجاد فتاحی**، محمود حافظیه، منصور شریفیان

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

سی‌باس آسیایی
Lates calcarifer
رشد جبرانی
شاخص رشد
شاخص تغذیه
ترکیب لاشه
پارامترهای بیوشیمیایی خون

چکیده

مقدمه: در مطالعه حاضر اثرات دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد بر عملکرد رشد و تغذیه، ترکیب بیوشیمیایی لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بعد از دو هفته سازگاری به شرایط آزمایشی، ۶۰۰۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۶±۲۵۰ گرم در دو تیمار و یک گروه شاهد و به‌طور تصادفی بین ۹ قفس پرورشی توزیع شدند. تیمار شاهد ۲ بار در طول روز مورد تغذیه قرار می‌گرفت. تیمار اول ۳ روز گرسنگی و ۱۲ روز تغذیه و تیمار دوم ۶ روز گرسنگی و ۲٤ روز تغذیه را تجربه کردند.

نتایج: نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که میزان افزایش وزن در پایان آزمایش در تیمارشاهد و تیمار ۲ به‌صورت معنی داری پایین‌تر از تیمار ۱ بود ($P<0/05$) در صورتی‌که دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و غذادهی مجدد به‌نظر نمی‌رسد اختلاف قابل توجهی در میزان نرخ رشد ویژه اعمال کند ($P>0/05$). ضریب تبدیل غذایی و ضریب بهره‌وری غذایی در تیمار ۱ به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان را نشان دادند ($P<0/05$) درحالی‌که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آن‌ها نیز در گروه شاهد مشاهده گردید ($P<0/05$). دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد تاثیر معنی‌داری ($P>0/05$) بر خاکستر و رطوبت لاشه تیمارهای مختلف نداشت. با این‌حال، میزان چربی در گروه شاهد به‌صورت معنی‌دار بالاترین میزان را نشان داد و کم‌ترین میزان پروتئین به‌صورت معنی‌دار در تیمار ۲ مشاهده گردید ($P<0/05$). تفاوت معنی‌داری در پارامترهای بیوشیمیایی خون بین تیمارهای مختلف وجود نداشت ($P>0/05$). با این‌حال، مقدار تری‌گلیسیرید و آلبومین در ماهیان تیمار ۱ و ۲ بیش‌تر از ماهیان گروه شاهد بود و میزان گلوکز و پروتئین کل با کاهش دوره‌های گرسنگی کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج درخصوص عملکرد رشد و تغذیه و بازماندگی و پارامترهای بیوشیمیایی نشان داد که بهترین استراتژی جبرانی در ماهیان با ۳ روز گرسنگی و ۱۲ روز غذادهی رخ داده است و این گونه می‌تواند در معرض گرسنگی کوتاه‌مدت بدون هیچ‌گونه تأثیر قابل توجهی بر رشد و عملکرد تغذیه قرار گیرد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: s.fatahi1367@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸ تیر ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۱۱ مرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۳ شهریور ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۱٤ مهر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.297647.2594

مقدمه

موفقیت در پرورش ماهی به کاهش هزینه‌ها در فرآیند تولید بستگی دارد. یک روش مهم برای کاهش هزینه‌های غذا در آبزی‌پروری تجاری، توسعه مدیریت غذادهی مناسب و استراتژی‌های پروش است (۱). هزینه غذای فرموله شده و فعالیت مرتبط با غذادهی از مهم‌ترین عوامل تولید هزینه در تولید ماهیان گوشت‌خوار است (۲). در حال حاضر قسمت اعظم هزینه پرورش (۶۰-۵۰ درصد) صرف تامین غذا می‌شود که این امر باعث افزایش قیمت تمام شده ماهی گردیده است (۳). کارایی یک غذا تنها به کیفیت آن، بلکه به مدیریت غذادهی نیز وابسته می‌باشد. کیفیت خوب و مناسب بودن غذا از لحاظ مواد مغذی زمانی می‌تواند مفید واقع شود که از یک شیوه مناسب غذادهی (میزان غذا، دفعات و برنامه روزانه غذادهی، روش‌های غذادهی) استفاده شود (۴). وضعیت غذادهی نامناسب در آبزی‌پروری ممکن است به غذادهی بیش از حد منجر شود که موجب هدررفت غذا در آب استخر و متعاقباً هزینه‌های تولید بالاتر و آلودگی محیط آبی می‌شود، هم‌چنین غذادهی کم‌تر از حد مورد نیاز، منجر به رشد ضعیف و مرگ‌ومیر بالای ماهیان می‌شود که می‌تواند خسارت بالایی را در آبزی‌پروری به‌وجود آورد (۵). یکی از شیوه‌های مناسب غذادهی استفاده از دوره‌های محدودیت غذایی و غذادهی مجدد است که به عنوان پدیده رشد جبرانی تعریف می‌شود. رشد جبرانی مرحله‌ای از رشد سریع است که بعد از یک غذادهی مجدد به ماهی در ادامه یک دوره محرومیت غذایی یا شرایط غیرنرمال مثل دمای کم اتفاق می‌افتد (۱). چنان‌چه محدودیت غذایی در مدت کوتاه و در سنین پایین اعمال شود، تفاوت چندانی از نقطه نظر مصرف غذا و به تبع آن در کارایی مصرف غذا نخواهد داشت. در واقع هدف از اعمال محدودیت غذایی، سود بردن در دوره رشد جبرانی است چون غذای مصرفی، بیش‌تر صرف رشد می‌شود تا نگه‌داری، در نتیجه هزینه نگه‌داری موجود، پایین خواهد آمد و به‌عبارت دیگر تولید در واحد زمان بیش‌تر است (۱). ماهی سی‌باس آسیایی از خانواده Latidae و با نام علمی *Lates calcarifer* و نام عمومی باراموندی Barramundi، گونه‌ای یوری‌هالین می‌باشد که قادر است در محیط‌های آبی با شوری کم (نسبتاً شیرین) تا شوری‌های بالای دریایی زیست کند. این ماهی بسیار سریع الرشد بوده و در شرایط مناسب محیطی در زمان ۷ ماه به وزن ۶۰۰ گرم می‌رسد، تحریک تولیدمثلی این گونه، مقاومت نسبت به شرایط محیطی و رشد بالای این گونه از یک طرف، هم‌چنین کیفیت گوشت و عامه‌پسندی این ماهی از طرف دیگر سبب توجه بیش‌تر به پرورش این گونه شد، پس از دوره ۳ تا ۴ ماهه هچری و نرسری در این گونه، ماهیان ۳۰ تا ۵۰ گرم آماده ذخیره‌سازی در استخرهای خاکی یا قفس‌های دریایی می‌شوند (۶). نتایج بیش‌تر مطالعات رشد جبرانی با استفاده از یک دوره محرومیت (۷، ۸) یا دوره‌هایی از محرومیت و غذادهی مجدد به‌صورت متناوب (۹، ۱۰، ۱۱) برای القای رشد جبرانی به سه نوع جبران جزئی، کامل یا بیش از حد (۱) دسته‌بندی می‌شود. مطالعه صورت گرفته بر روی هیبرید تیلاپیا نشان داد در پایان آزمایش در هضم‌پذیری، راندمان غذا و میزان پروتئین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای گرسنه مانده برای ۱، ۲ و ۴ هفته و شاهد وجود نداشت (۱۲). Heide و همکاران، در مطالعه خود علت مشاهده جبران جزئی را افزایش در میزان تغذیه روزانه و هم‌چنین بهبود در کارایی غذا بیان کردند (۱۳). Nikki و همکاران، در مطالعه خود بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان دلیل به‌دست آوردن نرخ رشد بالا را پرخوری بیان کردند (۱۰). Morshedi و همکاران، با بررسی عملکرد رشد جبرانی در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) گزارش دادند، دوره‌های مختلف گرسنگی و غذادهی مجدد، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد و تغذیه ماهیان نداشت، هم‌چنین بیش‌ترین میزان چربی و پروتئین لاشه در گروه شاهد مشاهده گردید (۱۴). در مطالعه Azodi و همکاران، بر روی ماهی سی‌باس آسیایی هیچ تفاوت آماری معنی‌داری در میزان رشد بین تیمارهای مختلف ۲، ۴ و ۸ روز گرسنگی و غذادهی مجدد به‌مدت ۴ برابر پس از اتمام دوره آزمایش مشاهده نگردید (۱۵). در تحقیق Tamadoni و همکاران، بهترین تیمار در پاسخ رشد جبرانی در وزن و طول و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تیمار ۸ روز گرسنگی و ۳۲ روز تغذیه مجدد گزارش گردید اما در این تیمار پاسخ‌های استرس اکسیداتیو بعد از ۳۲ روز تغذیه مجدد به سطح طبیعی بازنگشت (۱۶). با توجه به این‌که هدف اصلی برای آبزی پروران بالاترین تولید در کوتاه‌ترین زمان می‌باشد، در مزارع پرورشی می‌توان با به‌اجرا درآوردن صحیح و درست برنامه‌های گرسنگی و تغذیه مجدد، این هدف را محقق ساخت. با توجه به مطالب مذکور، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات دوره‌های مختلف گرسنگی و غذادهی مجدد بر شاخص‌های رشد و تغذیه، ترکیب لاشه و پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهیان سی‌باس آسیایی نگه‌داری شده در قفس‌های پرورشی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر که از اواخر اسفند ۱۳۹۸ تا اوایل اردیبهشت ۱۳۹۹ انجام شد، ماهیان جوان سی‌باس آسیایی مورد استفاده از قفس‌های پرورش ماهی خلیج‌فارس (شرکت کرانه نیلگون افق، بندر لنگه، هرمزگان) تهیه شد و با رسیدن دما به ۲۴ درجه در اسفند ۹۸ ماهیان در قفس‌های تیماربندی شده ذخیره‌سازی گردیدند. در این مطالعه ۶۰۰۰ قطعه ماهی سی‌باس با میانگین وزن اولیه ۲۵۰ گرم و

طول اولیه ۲۶ سانتی‌متر در هر عدد قفس شناور HDPE (شرکت آکواپلاس، ترکیه) ذخیره گردیدند. قطر دهانه قفس‌ها ۱۶ متر و عمق تور مورد استفاده شده برای پرورش ۸ متر بود. چشمه تورهای مورد استفاده شده در طول دوره پرورش، به تناوب تعویض، ۱۶ و ۱۸ میلی‌متر بود. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در این آزمایش ماهیان در سه تیمار نگه‌داری شدند، تیمار اول گروه شاهد بود که ماهیان هر روز دوبار غذادهی می‌شدند و غذادهی کامل و در حد سیری صورت می‌گرفت، ماهیان تیمار دوم متحمل ۳ روز گرسنگی و ۱۲ روز غذادهی مجدد بودند و ماهیان تیمار سوم ۶ روز گرسنگی و ۲۴ روز غذادهی مجدد را متحمل شدند. دوره‌های غذادهی و گرسنگی مطالعه حاضر براساس مطالعات Nikki و همکاران (۱۰) و Azodi و همکاران (۱۵) با پاره‌ای تغییرات انتخاب شد. ماهیان در طی دوره در آب دریا در محیط پرورش با شرایط فیزیکوشیمیایی محیط (دما ^{0C}۱±۲۴-۲۸، pH: ۷/۴، اکسیژن محلول :۶/۹) نگه‌داری گردیدند. غذادهی به ماهیان درحداشباع صورت می‌گرفت و خوراک مورد استفاده در این طرح، غذای تجاری مورد استفاده تهیه شده از شرکت خوراک ۲۱ بیضا بود. طول دوره آزمایش ۳۰ روز بود و هر ۱۵ روز یک‌بار زیست‌سنجی از ماهیان صورت گرفت. برای اندازه‌گیری ماهیان از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم (مدل PX3000 ساخت فرانسه)، و جهت اندازه‌گیری طول کل از تخته زیست‌سنجی بادقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده گردید.برای کاهش استرس ماهیان در طول زیست‌سنجی، ۲۴ ساعت قبل و بعد از هر زیست‌سنجی غذادهی انجام نشد، هم‌چنین ماهیان قبل از زیست‌سنجی توسط محلول گل میخک با دز ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌هوش گردیدند. در پایان آزمایش فاکتورهای زیر مورد بررسی قرار گرفتند (۱۷، ۱۸):

افزایش وزن= میانگین وزن نهایی بدن-میانگین وزن اولیه بدن

نرخ رشد ویژه=

(ln وزن نهایی بدن-ln وزن اولیه بدن)×۱۰۰/تعداد کل روزهای پرورش

بازده غذایی= افزایش وزن/غذای مصرف شده ×۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی= غذای مصرف شده/افزایش وزن

آنالیز تقریبی لاشه ماهیان (کل لاشه ماهی بدون امعا و احشاء) با استفاده از روش‌های بیان شده در استاندارد متد (۱۹) و حداقل با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت به‌وسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون (Memmert, Germany) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به‌وزن ثابت تعیین گردید. میزان خاکستر به‌وسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت محاسبه گردید. میزان پروتئین خام به‌طور غیر مستقیم به‌وسیله آنالیز نیتروژن کل (N×۶/۲۵=پروتئین خام) با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Buchi, model 430and321). میزان چربی خام نیز به‌روش گاز کروماتوگرافی دستگاه Soxtec تعیین گردید (Memmert, Germany).

اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی خون: جهت بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهیان در پایان آزمایش، ۵ ماهی به‌صورت تصادفی از هر تکرار گرفته و سریعاً در داخل محلول ۲ فنوکسی اتانول با غلظت ۰/۵ میلی‌لیتر به‌ازای هر لیتر آب قرار گرفتند. پس از بی‌هوشی از سیاهرگ دمی آن‌ها به‌وسیله سرنگ دو سی‌سی خونگیری شد. مقداری از خون‌های گرفته شده بلافاصله به‌درون تیوب‌های حاوی هپارین برای نمونه‌های خون‌شناسی منتقل و در داخل یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شد. مابقی نمونه‌های تهیه شده بلافاصله به‌درون تیوب حاوی هپارین برای پلاسما منتقل و سپس نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در g ×۱۶۰۰ سانتریفیوژ شدند و بعد از آن پلاسما با استفاده از سمپلر جداسازی و درون تیوب‌های ۲ میلی‌لیتر ریخته شد و تا زمان انجام آزمایشات در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. کمیت پروتئین کل پلاسما با استفاده از کیت (Bio-Rad Laboratories GmbH, Munich, Germany) و با استفاده از آلبومین سرم گاوی به‌عنوان استاندارد پروتئین تعیین شد. آلبومین پلاسما بر اساس شیوه رنگ‌سنجی در ۶۲۰ نانومتر تعیین شد (Quantichrom TM BCG (Albumin Assay Kit مقدار تری‌گلیسرید و گلوکز سرم (برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) از روش آنزیمی، کالریمتری (CHOD-PAP) و در طول موج ۵۴۶ نانومتر با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون انجام شد. پس از اتمام تحقیق، داده‌های وارد نرم‌افزار اکسل گردید. سپس از آزمون Kolmogrove-Smirnove به‌منظور نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. برای مشخص کردن وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون Tukey استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به شاخص‌های رشد شامل وزن اولیه، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری بین میزان افزایش وزن در تیمار متحمل ۳ روز گرسنگی و تیمار گروه شاهد وجود داشت که در این تیمار به‌صورت قابل توجهی بالاتر بود (P<۰/۰۵) ولی در میزان نرخ رشد ویژه هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). میزان بازماندگی در تیمار متحمل ۶ روز گرسنگی کم‌ترین میزان خود را داشت و اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) را با تیمار گروه شاهد نشان داد. نتایج مربوط به شاخص‌های تغذیه‌ای در جدول ۲ ارائه شده است. ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که در تیماری که

متحمل ۳ روز گرسنگی گردید کم‌ترین میزان آن مشاهده شد و بیش‌ترین میزان آن در تیمار گروه شاهد مشاهده گردید. ولی ضریب بهره‌وری غذایی در تیمار متحمل ۳ روز گرسنگی بیش‌ترین میزان خود را داشت و تیمار گروه شاهد کم‌ترین میزان را نشان داد که در این شاخص نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف مشاهده گردید.

جدول ۱: شاخص‌های رشد ماهی سی‌باس آسیایی در تیمارهای مختلف در پایان آزمایش

	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲
وزن اولیه (گرم)	۴±۲۴۰ ^{a}	۲۴۳±۳ ^{a}	۲۴۱±۲ ^{a}
افزایش وزن بدن (گرم)	۱۷۸±۲/۵ ^{a}	۳±۱۸۳/۴ ^{b}	۱۶۳±۱/۸ ^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۵/۹۱±۰/۰۳^{a}	۵/۹۵±۰/۰۱^{a}	۵/۸۹±۰/۰۲^{a}
بازماندگی (درصد)	۹۴/۴۵±۰/۲۳^{a}	۹۳/۶۲±۰/۳۱^{ab}	۹۱/۲۴±۰/۳۲^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)(Mean± S.E)

جدول ۲: شاخص‌های تغذیه‌ای ماهی سی‌باس آسیایی در تیمارهای مختلف در پایان آزمایش

	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲
ضریب تبدیل غذایی	۲/۳۴±۰/۱۳ ^{c}	۲/۱۸±۰/۲۳ ^{a}	۲/۲۶±۰/۱۱ ^{b}
ضریب بهره‌وری غذایی غذا	۰/۴۷±۰/۰۳ ^{a}	۰/۵۸±۰/۰۱ ^{c}	۰/۵۲±۰/۰۴^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)(Mean± S.E)

نتایج مربوط به آنالیز نسبی ترکیب لاشه ماهیان سی‌باس آسیایی در جدول ۳ آورده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت و خاکستر لاشه ماهیان مشاهده نشد (P>۰/۰۵). میزان چربی لاشه در تیمار گروه شاهد بیش‌ترین میزان خود را نشان داد و تفاوت آماری معنی‌داری را با دو تیمار دیگر نشان داد (P<۰/۰۵). میزان پروتئین لاشه نیز در تیمار متحمل ۶ روز گرسنگی کم‌ترین میزان خود را نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشت (P<۰/۰۵).

جدول ۳: ترکیب لاشه ماهی سی‌باس آسیایی در تیمارهای مختلف در پایان آزمایش

	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲
رطوبت	۷۳/۰±۹/۵۵^{a}	۷۳/۰±۵/۳۴^{a}	۷۳/۰±۱/۳۸^{a}
خاکستر	۱/۰±۷۱/۰۶^{a}	۱/۰±۶۷/۰۴^{a}	۱/۰±۶۵/۰۵^{a}
چربی	۶/۰±۲۳/۲۱^{b}	۶/۰±۱۳/۲۸^{a}	۶/۰±۰۹/۲۲^{a}
پروتئین	۱۹/۰±۳/۲۳^{b}	۱۹/۰±۴۱/۴۱^{b}	۱۸/۰±۹۴/۴۸^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)(Mean± S.E)

نتایج مربوط به شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شده در جدول ۴ آورده شده است. نتایج حاصل از آنالیز شاخص‌های خونی نشان داد که در میزان گلوکز اندازه‌گیری شده هیچ اختلافی بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). میزان تری‌گلیسیرید در تیمارهای متحمل گرسنگی به‌میزان قابل توجهی بالاتر از گروه شاهد بود و اختلاف معنی‌داری را با آن نشان داد (P<۰/۰۵) درحالی‌که میزان پروتئین کل در تیمارهای متحمل گرسنگی کم‌تر از گروه شاهد بود و اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان آلبومین در تیمار متحمل ۶ روز گرسنگی مشاهده گردید و با گروه شاهد و هم‌چنین گروه متحمل ۳ روز گرسنگی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵).

جدول ۴: شاخص‌های خونی ماهی سی‌باس آسیایی در تیمارهای مختلف در پایان آزمایش

	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲
گلوکز	۵۴/۱±۱/۲۳^{a}	۵۴/۲±۱/۶۴^{a}	۵۳/۸±۰/۹۸^{a}
تری‌گلیسیرید	۴۵۸/۶۵±۱/۸۶^{a}	۴۸۶/۴۲±۲/۸۴^{b}	۴۹۲/۳۱±۱/۶۹^{b}
پروتئین کل	۳۱۳/۴۲±۱/۳۴^{b}	۲۹۹/۱۸±۱/۴۵^{a}	۲۹۵/۲۳±۰/۹۹^{a}
آلبومین	۵/۳±۰/۲۱^{a}	۵/۶±۰/۲۳^{a}	۶/۱±۰/۲۲^{b}

حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵)(Mean± S.E)

بحث

مهم‌ترین فاکتور در سیستم‌های پرورش آبزیان کنترل رشد می‌باشد. یکی از روش‌های معتبر کنترل رشد می‌تواند استفاده از مکانیسم رشد جبرانی باشد. به‌طور یقین شناخت ماهیت پدیده رشد جبرانی ممکن است منجر به طرح برنامه غذایی گردد که باعث صرفه‌جویی در میزان غذای مصرفی و افزایش کارایی تغذیه‌ای می‌شود (۲۰، ۲۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از نظر شاخص‌های رشد اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای متحمل گرسنگی وجود نداشت، با این‌حال وزن نهایی در ماهیانی که متحمل ۳ روز گرسنگی شده بودند به‌طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود. Nikki و همکاران، با اعمال گرسنگی ۲، ۴ ، ۸ و ۱۴ روز و غذادهی مجدد بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش دادند که تیمار ۸ روز گرسنگی از نظر وزن اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد و سایر تیمارها نشان داد (۱۰). در تحقیقی که توسط Wang و همکاران، بر روی تیلاپیای دورگه صورت گرفت، در پایان آزمایش اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد با تیمارهای ۲ هفته و ۴ هفته گرسنگی مشاهده شد که تیمار ۱ هفته گرسنگی تنها از نظر عددی کم‌تر از گروه شاهد بود (۱۲). Heide و همکاران با تحقیق بر روی کفشک ماهی (۱۳) و Zhu و همکاران با تحقیق بر روی ماهی حوض و گربه ماهی پوزه‌دار چینی (۱۱) تفاوت معنی‌داری را در وزن نهایی بین تیمار شاهد با

سایر تیمارهای مورد آزمایش گزارش کردند. در توجیه اختلاف معنی‌دار مشاهده شده تحقیق حاضر بین تیمار متحمل سه روز گرسنگی با تیمار شاهد و تیمار متحمل شش روز گرسنگی را می‌توان چنین بیان کرد که در این تیمارها وقتی مقدار غذا کاهش یابد ماهی در ابتدا با از دست دادن وزن به سطح جدیدی از تغذیه سازش می‌یابد و با تغذیه در این سطح جدید افزایش وزنی متناسب با تامین احتیاجات غذایی در شرایط جدید را نشان خواهد داد (۲۲، ۲۳)، پس بایستی محرومیت غذایی در حدی اعمال شود که امکان سازگاری بیش‌تری وجود نداشته باشد، سپس زمانی‌که غذا افزایش می‌یابد ماهی به سطوح بالای غذا سازگار می‌شود و نسبت به افزایش غذا، افزایش ناگهانی را در وزن نشان نمی‌دهد (۲۲، ۲۳، ۲۴)، لذا غذادهی در حد اشباع می‌تواند جبران عقب‌ماندگی را باعث شده و عدم معنی‌دار بودن اختلاف را توجیه کند. هم‌چنین این عدم اختلاف وزنی احتمالاً می‌تواند ناشی از کاهش میزان افت وزنی بدن در زمان گرسنگی به‌دلیل توانایی ماهی در کاهش میزان متابولیسم پایه نسبت داده شود. در زمان محدودیت غذایی میزان متابولیسم پایه عمدتاً به دلیل کاهش میزان متابولیسم و حجم امعاء و احشا کاهش می‌یابد. بنابراین میزان افت وزنی در زمان گرسنگی کاهش پیدا کرده است که این مسئله توام با غذادهی مجدد در طول آزمایش موجب شد اختلاف بین این تیمار با گروه شاهد کاهش یابد این نتیجه‌گیری به‌وسیله سایر محققین مورد تایید قرار می‌گیرد (۲۵). نرخ رشد ویژه هیچ اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد نشان نداد. مطالعات Xie و همکاران بر روی ماهی حوض (۲۶)، Eroldogan و همکاران بر روی سیم دریایی سر طلایی (۲۵) و Imani و همکاران بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲۷) هماهنگ با یافته‌های این تحقیق هیچ اختلاف قابل توجهی را در ضریب رشد ویژه ماهیان مورد آزمایش با تیمارهای شاهد مربوطه نشان نداد. شاید بتوان دلیل این مساله را به سلسله مراتب تغذیه در ماهیان درون مخازن پرورش نسبت داد زیرا ماهیان بعد از برطرف شدن گرسنگی، رفتارهای مخاطره‌جویانه از خود نشان می‌دهند و افراد غالب تلاش بیش‌تری برای به‌دست آوردن غذا می‌کنند (۱) هم‌چنین تنوع فردی بالا نیز ممکن است اثر هر تیمار بر راندمان رشد را پوشانیده باشد (۲۸). ضریب بهره‌وری غذایی نیز در تیمار متحمل سه روز گرسنگی اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد و در گروه شاهد، کم‌ترین میزان آن مشاهده گردید. Eroldogan و همکاران، در مطالعه‌ای مشابه با سیم‌سر طلایی تفاوت آماری معنی‌داری را در ارتباط با شاخص راندمان غذا در بین تیمارهای آزمایشی خود مشاهده کردند (۲۹) و هم‌چنین Wang و همکاران، بر روی ماهی تیلاپیای نیل نیز اختلاف را مشاهده نمودند (۱۲). برخی محققین ازجمله Russell و Wootton، معتقدند افزایش راندمان تغذیه‌ای در طول غذادهی مجدد ممکن است تا حدودی به دلیل کاهش در متابولیسم پایه باشد که در طول محرومیت غذایی اتفاق می‌افتد و تا مراحل اولیه غذادهی مجدد گسترش می‌یابد (۳۰). میزان پروتئین لاشه بعد از اتمام دوره غذادهی در تیمار آزمایشی که متحمل ۶ روز گرسنگی شده بود، تفاوت معنی‌داری را نشان داد و از سایر تیمارها کم‌تر بود و تفاوتی آماری معنی‌داری بین تیمار متحمل سه روز گرسنگی و تیمار شاهد مشاهده نگردید. از آن‌جاکه مجموعه‌ای از شرایط تغذیه‌ای ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، ممکن است تغییر رژیم غذایی و یا محرومیت غذایی بر الگوهای استفاده از انرژی، ذخیره مواد غذایی و ترکیب نسبی لاشه اثر بگذارد (۳۱). Heide و همکاران، گزارش کردند میزان پروتئین بعد از ۹۹ روز آزمایش در سیکل‌های گرسنگی و غذادهی مجدد اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد و تیمارها نشان نداد (۱۳) که در آزمایش حاضر نیز تیمار متحمل سه روز گرسنگی اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان نداد. Wang و همکاران (۱۲)، Adeli و همکاران (۳۲) و Ebrahimi و همکاران (۳۳) اختلاف معنی‌داری را در میزان پروتئین لاشه بین تیمارهای آزمایشی خود به‌ترتیب در هیبرید تیلاپیا (۴ هفته گرسنگی و ۴ هفته تغذیه) و بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با تیمار شاهد مشاهده کردند. Eroldogan و همکاران، با مطالعه بر روی سیم‌دریایی سر طلایی اختلاف معنی‌داری را بین تیماری که برای ۶ روز به‌میزان ۵۰٪ حد اشباع تغذیه شده بود مشاهده کردند (۵)، در این تیمار میزان پروتئین از همه کم‌تر بود درحالی‌که در سایر تیمارها با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت که هم‌راستا با نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر می‌باشد. با توجه به نتایج بیان‌شده می‌توان عنوان کرد که ماهی تلاش زیادی را از طریق فرآیندهای بیولوژیک و فیزیولوژیک برای متعادل کردن اثر گرسنگی بر روی ترکیب شیمیایی بدن خود می‌کند (۳۴). این استراتژی بیوشیمیایی برای حفظ ترکیب بدن در طول گرسنگی ممکن است به‌علت سازگاری به دوره‌های فصلی گرسنگی باشد که بسیاری از ماهیان آن را به‌عنوان بخشی از چرخه طبیعی زندگی خود تجربه می‌کنند (۳۵). هم‌چنین وجود اختلاف معنی‌دار در بعضی فاکتورها ممکن است نشان‌دهنده این باشد که دوره‌های متفاوت گرسنگی و غذادهی قادر به تغییر بعضی از فاکتورهای لاشه خواهد بود به این معنی‌که ماهی بازسازی بعضی از فاکتورها را نسبت به دیگر فاکتورها ترجیح داده است. عوامل متعدد ازجمله اختلاف در گونه‌های مورد آزمایش، تناوب‌های زمان و یا مدت زمان‌های مختلف در دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد و شرایط مختلف آزمایش‌ها (۳۶، ۱۰) می‌تواند مهم‌ترین دلایل تناقض‌های موجود در مطالعات صورت گرفته توسط محققین باشد. میزان چربی بعد از اتمام دوره‌های گرسنگی و

غذادهی مجدد بین تیمار شاهد با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد. Salam و همکاران، نیز بیان کردند که دوره‌های گرسنگی اختلاف معنی‌داری را در ترکیبات بیوشیمیایی بدن از جمله چربی در ماهی کاتلا (*Catla catla*) به‌وجود می‌آورد (۳۴). یک ارتباط معکوس بین میزان چربی و آب بدن وجود دارد، به این معنا که لیپیدهای کاتابولیز شده با حجم برابر آب جایگزین می‌شوند (۳۷، ۳۸). اگرچه تحت شرایط گرسنگی متعادل که منجر به کاهش لیپید می‌شود، وزن بدن از طریق جذب آب حفظ می‌شود که این پدیده در طبیعت در ماهی آزاد ساکای به اثبات رسیده است. این ماهیان تمام ذخایر لیپید خود را در اولین بخش از مهاجرت استفاده می‌کنند ولی تغییری در وزن‌شان مشخص نمی‌شود (۳۹). Zhu و همکاران، عنوان کردند که سیکل‌های گرسنگی و غذادهی مجدد بر روی هر دو پارامتر چربی و انرژی تاثیر معنی‌داری ندارد (۱۱). در این مطالعه نتایج حاصل از آنالیز لاشه نشان داد که دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت و غذادهی مجدد بر روی برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده مثل خاکستر و رطوبت بی‌تاثیر بود. این نتایج با برخی مطالعات صورت گرفته هم‌خوانی دارد. Qinton و Blake (۲۰)، Tian و Qin (۷، ۴۰)، Eroldogan و همکاران (۲۵) و Azodi و همکاران (۴۱) با اعمال دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد بر روی گونه‌های مختلف ماهیان گزارش دادند که از نظر میزان خاکستر و رطوبت بین گروه شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. با توجه به مطالب عنوان شده توسط سایر محققین و نتایج این تحقیق می‌توان به این نتیجه رسید که دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد بر روی دو پارامتر رطوبت و خاکستر اثر ندارد. به‌نظر می‌رسد علت این عدم اختلاف در خصوص رطوبت لاشه احتمالاً ارتباط معکوس بین لیپید بدن و میزان آب به‌علت جایگزینی لیپید کاتابولیز شده با یک حجم برابر آب باشد. یافته‌های مشابه توسط Yousef و Denton (۴۲)، Miglavs و Jobling (۴۳)، Quinton و Blake (۲۰) و Love (۳۷) نیز اشاره به این موضوع دارند که در طول دوره گرسنگی، وزن بدن با جذب آب برای جبران کاهش مواد ارگانیک حفظ می‌شود. اندازه‌گیری گلوکز خون نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود ندارد که این عدم اختلاف احتمالاً به‌دلیل بازیابی سریع این متابولیت خون پس از تغذیه مجدد باشد. مطالعات متعددی مبنی بر کاهش گلوکز خون در طی گرسنگی وجود دارد. در بچه‌ماهیان باس دریایی اروپایی (*Dicentrachus labrax*) قند خون پس از ۵ روز بی‌غذایی و در قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta farioi*) پس از ۱۰ روز بی‌غذایی کاهش می‌یابد (۴۴). Zammit و Newsholme، با بررسی روی بالغین همان گونه‌ها تغییری در قند خون پس از ۴۰ روز القای بی‌غذایی مشاهده نکردند (۴۵). در کپور و مارماهی، تغییراتی در قند خون پس از چندین هفته بی‌غذایی مشاهده نشد (۴۴). در مطالعه Hochachka و Sinclair (۴۶)، Ebrahimi Dorche و همکاران (۴۷) بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان، Caruso و همکاران (۴۸) بر روی red porgy سطوح گلوکز پلاسمای خون در طول دوره‌های مختلف گرسنگی، پایدار ماند که هم‌راستا با مطالعه حاضر بود. در بسیاری از گونه‌هایی ماهی حفظ قند خون در سطح پایه در طی محرومیت غذایی به‌طور مستقیم در ارتباط با توانایی تحریک گلیکوژن کبدی حداقل در طی مراحل اولیه گرسنگی می‌باشد. هم‌چنین، کاهش میزان مصرف گلوکز راه دیگری جهت حفظ گلوکز پلاسما می‌باشد. کاهش قند خون یک علامت قوی برای محدودیت جذب گلوکز توسط سلول‌ها و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های کاهنده گلوکز می‌باشد (۴۴، ۴۹). در مطالعه Azodi و همکاران، سطح گلوکز خون بین تیمارهای مورد آزمایش و گروه شاهد دارای تفاوت بود و تیمار با ۴ روز گرسنگی اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان نداد (۴۱). پروتئین‌ها از مهم‌ترین ترکیبات سرم خون هستند و نقش بسیار مهمی را در سیستم ایمونولوژیک و فیزیولوژیک ماهی بازی می‌کنند (۵۰). در مطالعه Azodi و همکاران، هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین کل و آلبومین بین تیمارهای مختلف آزمایشی پس از ۶۰ روز طول دوره آزمایش مشاهده نگردید (۴۱) که در تضاد با مطالعه حاضر بود. در این آزمایش بیش‌ترین میزان پروتئین کل در تیمار گروه شاهد مشاهده گردید که دارای اختلاف معنی‌دار با سایرین بود و بیش‌ترین میزان آلبومین نیز در تیمار متحمل ۶ روز گرسنگی مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را با دو تیمار دیگر نشان داد. عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در مطالعه Azodi و همکاران، می‌تواند به‌دلیل تفاوت در نوع ماهیان پرورشی و هم‌چنین شرایط محیطی متفاوت و طول دوره آزمایش باشد که ماهیان می‌توانند در طول ۶۰ روز به این شرایط سازگاری پیدا کرده باشند و در نتیجه هیچ اختلاف معنی‌داری در این فاکتورها مشاهده نگردید (۴۱). تری‌گلیسیریدها مهم‌ترین ذخایر در دسترس چربی هستند که در فازهای اولیه گرسنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴۴). در پایان آزمایش کم‌ترین میزان تری‌گلیسیرید در تیمار متحمل ۶ روز گرسنگی مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد، در مطالعه Azodi و همکاران، تیماری که متحمل ۴ روز گرسنگی شد و بیش‌ترین میزان گرسنگی را داشت، اختلاف قابل توجهی را با سایر تیمارها و با گروه شاهد نشان داد (۴۱) که در راستای مطالعه حاضر بود. در برخی از مطالعات گزارش شده است که سطح تری‌گلیسیرید پلاسما در پاسخ به محرومیت غذایی در برخی از ماهیان کاهش می‌یابد (۵۱) و در مغایر با این نتایج برخی نیز یافته‌های متفاوتی را گزارش کرده‌اند (۴۹، ۵۲، ۵۳). در مجموع با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان بیان کرد که دوره‌های گرسنگی و غذادهی مجدد تاثیری منفی بر روی ترکیب بیوشیمیایی

لاشه، عملکرد رشد و تغذیه ماهیان نداشت و هر دو تیماری که محرومیت غذایی را تجربه کردند بعد از اعمال دوره‌های غذادهی، رشد جبرانی کامل را نشان دادند. با این‌حال که میزان پروتیئن پلاسما در تیمارهای متحمل گرسنگی روند منفی را نسبت به گروه شاهد نشان داد اما سایر پارامترهای بیوشیمیایی خون شامل گلوکز، تری گلیسرید و آلبومین تاثیر منفی را تجربه نکردند. در مطالعه حاضر با جمع‌بندی نتایج مربوط به بازماندگی، وزن نهایی، عملکرد تغذیه، پارامترهای بیوشیمیایی خون و کیفیت لاشه (پروتئین و چربی) تیمار ۳ روز گرسنگی و ۱۲ روز تغذیه مجدد به‌عنوان بهترین استراتژی تغذیه‌ای در این گونه معرفی شد. این نتیجه‌گیری ضمن تایید یافته‌های سایر محققین، توانایی ماهی سی‌باس آسیایی را در رسیدن به رشد مطلوب پس از یک‌دوره محرومیت غذایی در شرایطی مشابه با شرایط این تحقیق مورد تاکید قرار می‌دهد.

منابع

1. **Ali, M., Nicieza, A. and Wootton, R.J., 2003.** Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish. 4: 147-190.
2. **Gaylord, G.T. and Gatlin III, D.M., 2001.** Dietary protein and energy modification to maximize compensatory growth of channel catfish, Ictalurus punctatus. Aquac. 194: 337-348.
3. **Tacon, A.G.J. and Metian, M., 2008.** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. Aquac. 285: 146-158.
4. **Bascinar, N., Cakmak, E., Cavdar Y. and Aksungur, N., 2007.** The Effect of Feeding Frequency on Growth Performance and Feed Conversion Rate of Black Sea Trout, *Salmo trout labrax Pallas*, 1811. Turkish J. Fish. Aquat. Sci. 7: 13-17.
5. **Eroldogan O.T., Kumlu, M., Kiris, G.A. and Sezer, B., 2006.** Compensatory growth response of Sparus aurata following different starvation and refeeding protocols. Aquac. Nutr. 12: 203-210.
6. **Nafisi, M., Morshedi, V., Tarabi Mozanzadeh, M., Ahmadi, A.H. and Golshan, M., 2019.** Biology and breeding of Asian sea bass (*Lates calcarifer*). Publications of the Iran Fisheries Science Research Institute. 615 p. (In Persian)
7. **Tian, X. and Qin, J.G., 2003.** A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi, *Lates calcarifer*. Aquac. 224: 169-179.
8. **Fakhrian, M., Morshedi, V. and Pirali Zefrehei, A.R., 2021.** Effects of deprivation and compensatory growth feed on growth and feeding performance, body composition, blood parameters and structure of liver and intestine tissues in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Journal of Animal Environment. 13(3): 155-164. (In Persian)
9. **Hayward, R.S., Noltie, D.B. and Wang, N., 1997.** Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. Trans. Am. Fish. Soc. 126: 316-322.
10. **Nikki, J., Pirhonen, J., Jobling, M. and Karjalainen, J., 2004.** Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *oncorhynchus mykiss* (walbaum), held individually. Aquac. 235: 285-296.
11. **Zhu, X., Xie, S., Zou, Z., Lei, W., Cui, Y., Yang, Y. and Wootton, R.J., 2004.** Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassisus auratus gibelio*, and Chinese long snout catfish, *Leiocassis longirostris*, experiencing cycles of feed deprivation and refeeding. Aquac. 241: 235-247.
12. **Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y. and Cai, F., 2000.** Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, reared in seawater. Aquac. 189: 101-108.
13. **Heide, A., Foss, A., Stefansson, S.O., Mayer, I., Norbery, B., Roth, B., Jenssen, M.D., Nortvedt, R. and Imsland, A.K., 2006.** Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile Atlantic halibut: Effects of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquac. 261: 109-117.
14. **Morshedi, V., Kochanian, P., Bahmani, M., Yazdani-Sadati, M.A., Pourali, H.R., Ashouri, G., Pasha-Zanoosi, H. and Azodi. M., 2013.** Compensatory growth in sub-yearling Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt, 1869: Effects of starvation and refeeding on growth, feed utilization and body composition. J. Appl. Ichthyol. 29(5): 978-983.
15. **Azodi, M., Nafisi, M., Morshedi, V., Modarresi, M. and Faghih-Ahmadani, A., 2016.** Effects of intermittent feeding on compensatory growth, feed intake and body composition in Asian sea bass (*Lates calcarifer*). Iran. J. Fish. Sci. 15(1): 144-156.
16. **Tamadoni, R., Nafisi Bahabadi, M., Morshedi, V., Bagheri, D. and Torfi Mozanzadeh, M., 2020.** Effect of short-term fasting and re-feeding on growth, digestive enzyme activities and antioxidant defence in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782). Aquac. Res. 51(4): 1437-1445.
17. **Abdelghany, A.E. and Ahmad, M.H., 2002.** Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquac. Res. 33: 415-423.
18. **Marcouli, P.A., Alexis, M.N., Andriopoulou, A. and Iliopoulou Georgudaki, J., 2006.** Dietry lysine **requirement of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquac. Nutr. 12: 25-33.**
19. **AOAC. 1995.** Official Methods of Analysis of AOAC International, vol. I. Agricultural Chemicals; Contaminants, Drugs, 16th edition. AOAC International, Arlington, VA. 1298 p.
20. **Quinton, J.C. and Blake, R.W., 1990.** The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. J. Fish Biol. 37: 33-41.
21. **Zhu, X., Xie, S., Lei, W., Cui, Y., Yang, Y. and 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. Aquac. 248: 307-314.
22. **Bone, Q., Marshall, N.B. and Blaxter, J.H.S., 1995.** Biology of Fishes, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London. 332 p.
23. **Dobson, S.H. and Holmes, R.M., 1984.** Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson J. Fish Biol. 25: 649-656.
24. **Gall, G.A.E. and Crandell, C.A., 1992.** The rainbow trout. Aquac. 100: 1-332.

25. **Eroldogan, O.T., Tasbozan, O. and Tabakoglu, S., 2008.** Effects of restricted feeding regimes on growth and feed utilization of juvenile Gilthead Sea bream, *Sparus aurats*. J. World Aquac. Soc. 39: 267-274.

26. **Xie, S., Zhu, X., Cui, Y., Lei, W., Yang, Y. and Wootton, R.J., 2001.** Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. J. Fish Biol. 58: 999-1009.

27. **Imani, A., Farhani, M., Yazdanparast, R., Bakhtiari, M., Shokoh Saljughi, Z. and Majazi Amiri, B., 2008.** Nutrition and growth indicators in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, during different periods of food deprivation and re-feeding. Iranian Scientific Fisheries Journal. 18(2): 1-11. (In Persian)

28. **Sun, L., Chen, H. and Huang. L., 2006.** Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquac. 261(3): 872-878.

29. **Eroldogan, O.T., Kumlu M. and Aktasx, M., 2004.** Optimum feeding rate for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared in seawater and freshwater. Aquac. 231: 501-515.

30. **Russell, N.R. and Wootton, R.J., 1992.** Satiation, digestive tract evacuation and return of appetite in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) following short periods of pre-prandial starvation. Environ. Biol. Fishes. 38: 385-390.

31. **Ali, M., Iqbal, R., Rena, S.A., Athar, M. and Iqbal, F., 2006.** Effect of feed cycling on specific growth rate, condition factor and RNA/DNA ratio of *Labeo rohita*. Afr. J. Biotechnol, 17: 1551-1556.

32. **Adeli, M., Maleki, Sh., Ghelichi, A., Amiri, S., and Adeli, Z., 2018.** Effect of starvation periods and compensatory growth on growth indices and body composition in fingerling common carp (*Cypinus carpio*). Journal of Animal Environment. 10(4): 301-308. (In Persian)

33. **Ebrahimi, Kh., Mohammadnejad Shamushki, M., Javadian, R., Keshavarz Divkolai, M., Karbakhsh Ravi, A.; 2013.** Effect of Starvation and Compensatory Growthon Carcass Quality in *Cyprinus Carpio* (Linnaeus, 1758). Physiology and animal development. 7(3): 41-48. (In Persian)

34. **Salam, A., Ali, M. and Masud, S., 2000.** Effect of various food deprivation regimes on body composition dynamics of thaila, *Catla catla*". J. Sci. Res. 11: 26-32.

35. **Weatherley, A.H. and Gill, H.S., 1987.** The Biology of Fish Growth, Academic Press, London. 443 p.

36. **Jobling, M. and Koskela, J., 1996.** Inter individual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in subsequent period of compensatory growth. J. Fish Biol. 49: 658-667.

37. **Love, R.M., 1980.** The Chemical Biology of Fishes, Vol. 2. Academic Press, London. 943 p.

38. **Wilkins, N.P., 1967.** Starvation of the Herring, *Cluoea harengusL*: Survival and some gross biochemical changes. Comp. Biochem. Physiol. 23: 503-518.

39. **Vijayan, M.M., Maule, A.G., Schreck, C.B. and Moon, T.W., 1993.** Hormonal control of hepatic glycogen metabolism in food-deprived, continuously swimming coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1676-1682.

40. **Tian, X. and Qin, J.G., 2004.** Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi, *Lates calcarifer*. Aquac. 235: 273-283.

41. **Azodi, M., Ebrahimi, E., Farhadian, O., Mahboobi-Soofiani, N. and Morshedi, V., 2015.** Compensatory growth response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum following short starvation periods. Chin. J. Oceanol. Limnol. 33(4): 928-933.

42. **Denton, J.E. and Yousef, M.K., 1976.** Body composition and organ weights of rainbow trout, Salmo gairdneri. J. Fish Biol. 8: 489-499.

43. **Miglavs, I. and Jobling, M., 1989.** The effects of feeding regime on proximate body composition and patterns of energy deposition in Juvenile Arctic Charr, *Salvelinus alpines*. J. Fish Biol. 35: 1-11.

44. **Navarro, I. and Gutie´rrez, J., 1995.** Fasting and starvation. In: Hochachka, P.W. and Mommsen, T.P., 1998. (eds) Biochemistry and molecular biology of fishes. Elsevier, New York. 4: 393-433.

45. **Zammit, V.A. and Newsholme., E.A., 1979.** Activities of enzymes of fat and ketone-body metabolism and effects of starvation on blood concentrations of glucose and fat fuels in teleost and elasmobranch. Fish Physiol. Biochem. 184: 313-322.

46. **Hochachka, P.W. and Sinclair, A.C., 1962.** Glycogen stores in trout tissues before and after stream planting. Trans. Am. Fish. Soc. 19: 127-136.

47. **Ebrahimi Dorche, E., Zare Shahraki, M. and Borhani, M., 2017.** Effects of starvation and re-feeding on growth performance and blood plasma of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Aquatic Ecology. 7(1): 146-151. (In Persian)

48. **Caruso, G., Denaro, M.G., Caruso, R., Genovese, L., Mancari, F. and 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.

49. **Pe´rez-Jime´nez, A., Guedes, M.J., Morales, A.E. and Oliva-Teles, A., 2007.** Metabolic responses to short starvation and refeeding in *Dicentrarchus labrax*. Effect of dietary composition. Aquac. 265: 325-335.

50. **Kumar, S., Sahu, N.P., Pal, A.K., Choudhury, D., Yengkokpam, S. and Mukherjee, S.C., 2005.** Effect of dietary carbohydrate on haematology, respiratory burst activity and histological changes in L. *Rohita* juveniles. Fish Shellfish Immunol. 19: 331-344.

51. **Falahatkar, B., Abbasalizadeh, A., Tolouei, M.H. and Jafarzadeh, A., 2009.** Compensatory growth following food deprivation in great sturgeon. 6th Symposium on sturgeon. 241-243. (In Persian)

52. **Furne´, M., Morales, A.E., Trenzado, C.E., Garcı´a-Gallego, M., Hidalgo, M.C., Domezain, A. and Rus, A.S., 2012.** The metabolic effects of prolonged starvation and refeeding in sturgeon and rainbow trout. J. Comp. Physiol. 182: 63-76.

53. **Pe´rez-Jime´nez, A., Cardenete, G., Hidalgo, M.C., Garcia-Alcazar, A., Abellan, E. and Morales, A.E., 2012.** Metabolic adjustments of *Dentex dentex* to prolonged starvation and re-feeding. Fish Physiol. Biochem. 38: 1145-1157.