اثرات دوره های مختلف محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد بر شاخص های رشد، بازماندگی و ترکیب بدن بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

هادی سنچولی[۱]، حسین اورجی[۱*]، عبدالصمد کرامت امیر کلایی[۱]، خسرو جانی خلیلی[۱]

* hoseinoraji@yahoo.com

۱- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

تاریخ دریافت:خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

چکیده

در تحقیق حاضر اثرات دوره های مختلف محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد طی مدت ۸ هفته بر عملکرد رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد مطالعه قرار گرفت. بچه‌ماهیان کپور با میانگین وزن اولیه ۰/۷±۲۰/۰۹ گرم در هفت گروه آزمایشی تحت تیمارهای غذایی قرار گرفتند و هر گروه دارای سه تکرار بود. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار A: هشت هفته غذادهی با جیره حاوی ۳۲ درصد پروتئین (گروه شاهد)، تیمار B: یک هفته محدودیت پروتئینی + هفت هفته غذادهی، تیمار C: دو هفته محدودیت پروتئینی + شش هفته غذادهی، تیمار D: سه هفته محدودیت پروتئینی + پنج هفته غذادهی، تیمار E: چهار هفته محدودیت پروتئینی + چهار هفته غذادهی، تیمار F: به‌صورت یک هفته در میان محدودیت پروتئینی و غذادهی، تیمار G: یک هفته محدودیت پروتئینی + ۳ هفته غذادهی مجددا یک هفته محدودیت پروتئینی + ۳ هفته غذادهی. در طی دوره محدودیت از جیره حاوی ۱۶ درصد پروتئین به‌عنوان جیره غذایی محدودیت پروتئینی استفاده شد. بیشترین مقدار وزن نهایی، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، کارایی تبدیل غذایی و نرخ رشد ویژه در تیمار C و کمترین مقدار آن‌ها در تیمار E مشاهده شد. بهترین ضریب تبدیل غذا نیز مربوط به تیمار C بود، که تفاوت مشخصی با تیمارهای D و E داشت ($p<۰/۰۵$). بالاترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز در تیمار F مشاهده شد (۰/۱۶±۲/۴۱)، که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای C و G نشان نداد ($p>۰/۰۵$)، ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). هیچ‌کدام از تیمارها ازنظر خاکستر لاشه باهم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ($p>۰/۰۵$). بیشترین مقدار رطوبت لاشه در تیمار E مشاهده شد که با تیمارهای F و G تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$)، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان داد ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشترین مقدار پروتئین و چربی لاشه در تیمارهای D و F مشاهده شدند. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که هر چه طول زمانی دوره‌های محدودیت پروتئینی بیشتر شود، توان ماهی در جبران کاهش رشد، کمتر خواهد شد اما هرچه طول دوره محدودیت پروتئینی کمتر باشد، ماهی بهتر می‌تواند کمبود رشد خود را جبران نماید.

کلمات کلیدی: محدودیت پروتئینی، رشد جبرانی، ترکیب بدن، شاخص‌های رشد، کپور معمولی *Cyprinus carpio*

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

مقدمه

هزینه‌های غذا، حدود۳۰ تا۷۰ درصد از کل هزینه‌های جاری پرورش را تشکیل می دهد و مشخص‌شده که تغذیه نقش مهمی را در عملکرد سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها ایفا می‌کند. درنتیجه، کیفیت غذا و مدیریت تغذیه بسیار حساس و حائز اهمیت می‌گردد (ابراهیمی، ۱۳۸۵ ، کاظمی، ۱۳۹۱). از میان مواد مغذی مورد نیاز ماهیان، پروتئین به‌عنوان مهم‌ترین و گران‌ترین بخش جیره به‌حساب می‌آید. در بین منابع پروتئینی حیوانی، آرد ماهی مهم‌ترین منبع تأمین پروتئین و عنصر اصلی تشکیل‌دهنده غذای آبزیان است که بخشی از هزینه‌های تولید ماهی را به خود اختصاص می‌دهد که به دلیل کاهش تولید جهانی آرد ماهی در سال‌های آینده (New & Wijkstroem, 2002)، این محصول پاسخگوی نیاز روبه افزایش آن درزمینه مصارف انسانی، صنعتی، دامی و غیره نخواهد بود.

بسیاری از ماهیان در طول زندگی خود دوره‌های مختلف گرسنگی کوتاه‌مدت یا بلندمدت را سپری کرده‌اند. واکنش گونه‌های مختلف ماهیان به دوره‌های مختلف محدودیت غذایی، متفاوت است. ماهی‌ها معمولاً طی دوره‌های مختلف محدودیت تغذیه، از ذخایر مواد مغذی لاشه خود استفاده می‌کنند و در هنگام شروع تغذیه مجدد، ممکن است پدیده رشد جبرانی وارد عمل شود و نرخ رشد افزایش یابد (Heide *et al.*, 2006).

رشد جبرانی در واقع مرحله‌ای از رشد سریع موجود بوده که در پی دوره‌های مختلف محدودیت پروتئینی یا محرومیت غذایی، در بسیاری از گونه‌ها بروز می‌کند که معمولاً با افزایش اشتها همراه است(Xie *et al.*, 2001; Ali *et al.*, 2003). رشد جبرانی در عرصه پرورش آبزیان نیز حائز اهمیت بوده و تأثیر زیادی دارد. به‌کارگیری و استفاده مناسب از این روش می‌تواند در افزایش ضریب رشد و کارایی تغذیه مؤثر باشد. معمولاً رشد جبرانی در ماهیان و آبزیان پرورشی باعث افزایش جذب غذا، افزایش کارایی تغذیه و همچنین تغییر در ترکیب بافت لاشه می‌شود (Nicieza *et al.*, 1997). استفاده از پروتئین با استفاده از دوره‌های مختلف محدودیتی، با توجه به اینکه رشد در ماهیان با سوخت‌وساز پروتئین کنترل می‌شود، برای ماهی مهم خواهد بود (Sveier *et al.*, 2000).

تاکنون تحقیقات جامعی در رابطه با اثرات محدودیت پروتئینی و عملکرد رشد جبرانی روی بچه ماهی کپور معمولی در ایران منتشر نشده است. با توجه به اینکه ایران درزمینه تکثیر، پرورش و بازسازی ذخایر ماهی کپور معمولی فعالیت دارد و تغذیه بچه‌ماهیان با غذای تجاری جهت تأمین نیازهای غذایی اهمیت بالایی دارد، برنامه-ریزی دقیق و علمی به‌منظور غذادهی با کمترین هزینه و بیشترین بازده باید موردتوجه قرار گیرد (علی‌اصغری و همکاران، ۱۳۹۲). به همین دلیل در فرموله کردن جیره فقط حداکثر رشد مطرح نبوده، بلکه کاهش هزینه جیره و مخصوصاً صرفه‌جویی در منابع پروتئینی با در نظر گرفتن جنبه اقتصادی پرورش آبزی موردنظر و به حداقل رساندن آثار نامطلوب زیست‌محیطی در اکوسیستم از ملاحظات بسیار مهم و حساس در صنعت آبزی‌پروری تلقی می‌شود. در بعضی مواقع محدودیت پروتئینی و به دنبال آن تغذیه با جیره غذایی مناسب قادر خواهد بود رشد ازدست‌رفته ماهی را به‌طور کامل جبران نماید(Schwarz *et al.*, 1985). همچنین در بعضی تحقیقات نشان داده‌شده است که محدودیت پروتئینی و رشد جبرانی در طی تغذیه مجدد باعث افزایش قابل‌توجهی در نرخ رشد ویژه می-شود (Sevgili *et al.*, 2012). همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند که ماهی پس از طی دوره محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد با جیره متعادل، قادر به جبران کامل رشد ازدست‌رفته خود بوده درحالی‌که سایر تحقیقات، به عدم جبران رشد ازدست‌رفته پس از طی دوره محدودیت پروتئینی اشاره کرده‌اند(Wu & Dong, 2002). بنابراین با استفاده از دوره‌های مختلف محدودیت غذایی به‌خصوص دوره‌های محدودیت پروتئینی به‌عنوان یک راهکار مناسب، می‌توان در مصرف پروتئین جیره به میزان قابل‌توجهی صرفه‌جویی کرد.

مواد و روش ها

این آزمایش به مدت ۸ هفته در سالن ونیرو دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گرفت. آزمایش در ۷ تیمار با ۳ تکرار به صورت زیر انجام گرفت:

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

جدول ۱: معرّفی تیمارهای آزمایشی
Table 1: Experimental treatments

	تیمار A	تیمار B	تیمار C	تیمار D	تیمار E
هفته اول	۴۵٪ پروتئین	۳۰ ٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین
هفته دوم	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین
هفته سوم	۴۵٪ پروتئین	۳۰ ٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین
هفته چهام	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین
هفته پنجم	۴۵٪ پروتئین	۳۰ ٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین
هفته ششم	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۳۰٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین
هفته هفتم	۴۵٪ پروتئین	۳۰ ٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین
هفته هشتم	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین	۴۵٪ پروتئین

متوسط وزن اولیه بچه ماهیان (۰/۰۷±۲۰/۰۹ گرم) بود. حجم مخازن پرورشی ۳۰۰ لیتر بوده که تا ۲۰۰ لیتر آن آب‌گیری شد. تعداد بچه ماهی در هر مخزن نیز ۱۵ قطعه درنظر گرفته شد.

تغذیه ماهیان روزانه سه بار (۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ عصر) انجام گرفت. به طوری که در هر وعده، غذا باتوجه به وزن توده زنده درحد سیری ظاهری به ماهیان داده شد تا ماهیان کاملا سیر شده و محدودیتی در تغذیه نداشته باشند. جیره‌های غذایی ۱۶ درصد پروتئین و ۳۲ درصد پروتئین نیز طبق جدول زیر تهیه گردیدند (جدول ۱).

به منظور حفظ کیفیت مناسب آب برای رشد ماهیان روزانه ۶۰ درصد آب مخازن تعویض شد. هوادهی توسط پمپ هواده به روش تزریقی انجام می‌گرفت. میانگین فاکتورهای کیفی آب نیز برطبق جدول زیر در طول دوره پرورش اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۲: تجزیه تقریبی جیره های آزمایشی
Table 2: Proximate composition of experimental diets

مواد اولیه	غذای ۱۶ درصد پروتئین (درصد)	غذای ۳۲ درصد پروتئین (درصد)
آرد ماهی	۱۰	۲۵
آرد سویا	۱۲	۳۰
آرد گندم	۴۲	۲۵
آرد ذرت	۲۰	۸
روغن سویا	۱۰	۶
مکمل معدنی	۱/۵	۱/۵
مکمل ویتامینی	۱/۵	۱/۵
ملاس	۳	۳
آنالیز تقریبی جیره		
پروتئین خام	۱۶/۹	۳۲/۵
چربی خام	۱۲/۵	۹
خاکستر کل	۱۰	۱۰
کربوهیدرات	۵۳	۴۰

جدول ۳: مقادیر فاکتورهای کیفی آب (میانگین±انحراف معیار) طی دوره آزمایش
Table 3: The measurements of water quality factors (Mean ± SD) during experimental period

pH	اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	شوری (گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی-متر)	کل مواد جامد محلول (میلی-گرم بر لیتر)
۸/۲۴±۰/۰۸	۷/۲۶±۰/۱۳	۲۶/۳۸±۱/۲	۰/۴۱±۰/۰۲	۷۶۱/۱۴±۵/۶۷	۳۶۳/۷۱±۱/۱۹

در پایان آزمایش و یک روز پس از قطع کامل غذادهی، ۳۰ درصد ماهیان از هر تکرار آزمایشی صید و پس از زیست‌سنجی، چرخ شده و مخلوط حاصل به همراه یخ جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد. سایر ماهیان موجود در هر تانک به‌صورت جداگانه زیست‌سنجی شدند و نتایج زیست‌سنجی ثبت شد.

برای بررسی عملکرد غذا بر روی بچه‌ماهیان کپور معمولی از فراسنجه‌های رشد متداول در اکثر کارگاه‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

تحقیقاتی مرتبط با تغذیه و رشد ماهی استفاده شد. این فراسنجه‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

نرخ رشد ویژه (Pratoomyot *et al*., 2010):

۱۰۰ × (زمان دوره آزمایش ÷ (لگاریتم وزن اولیه - لگاریتم وزن نهایی)) = نرخ رشد ویژه

کارایی تبدیل پروتئین (Frederic *et al*., 2008):

۱۰۰ × (پروتئین خام مصرف‌شده (گرم) ÷ افزایش وزن ماهی (گرم)) = کارایی تبدیل پروتئین

ضریب تبدیل غذایی (Pratoomyot *et al*., 2010):

۱۰۰ × (افزایش وزن ماهی (گرم) ÷ مقدار غذای خورده‌شده در طول دوره پرورش (گرم)) = ضریب تبدیل غذایی

کارایی تغذیه (Fortes-Silva *et al*., 2011):

۱۰۰ × (مقدار غذای خورده‌شده (گرم) ÷ وزن حاصله (گرم)) = کارایی تغذیه

شاخص رشد کبدی (Pratoomyot *et al*., 2010):

۱۰۰ × (وزن ماهی (گرم) ÷ وزن کبد (گرم)) = شاخص رشد کبدی

میزان بقاء(Sheng-Yao *et al*., 2012):

۱۰۰× (تعداد اولیه ماهیان ÷ تعداد نهایی ماهیان) = میزان بقا

شاخص وضعیت (Hung & lutes, 1987):

۱۰۰× (^{3}(میانگین طول نهایی) ÷ میانگین وزن نهایی (گرم)) = شاخص وضعیت

افزایش وزن بدن (Hung *et al*., 1989):

(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)) = افزایش وزن بدن

درصد افزایش وزن بدن (Hung *et al*., 1989):

۱۰۰× (وزن اولیه (گرم) ÷ (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))) = درصد افزایش وزن بدن

جیره های غذایی و لاشه ماهیان به ترتیب در ابتدا و انتهای دوره آزمایش بر اساس روش استاندارد (AOAC, 1990) به شرح زیر تجزیه شدند:

رطوبت: از طریق خشک کردن نمونه ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت

خاکستر: از طریق قرار دادن نمونه ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد تا سوختن کامل (۶ ساعت)

پروتئین خام: از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کلدال و بر اساس فرمول زیر:

۶/۲۵ × درصد نیتروژن = درصد پروتئین خام

چربی خام: از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله بدست آمد.

این طرح در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده های آزمایش به روش آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری SPSS 20 و Excel 2013 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($p<۰/۰۵$) بیان شد.

نتایج

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۴) هیچ کدام از تیمارها از لحاظ وزن اولیه، بازماندگی، شاخص رشد کبدی و میزان غذای خورده شده با هم اختلاف معنی داری نشان ندادند ($p>۰/۰۵$). بیشترین مقدار وزن نهایی در تیمار C، (۵۳/۸۶±۰/۴ گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار E (۴۶/۸۵±۳/۳ گرم) مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشترین میزان افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن در تیمار C به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار E نشان داد ($p<۰/۰۵$) ولی با سایر تیمارها تفاوت واضحی نداشت ($p>۰/۰۵$). بهترین ضریب تبدیل غذا نیز مربوط به تیمار C بود (۱/۴۸±۰/۰۵)، که تفاوت مشخصی با تیمارهای D و E داشت ($p<۰/۰۵$)، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). کمترین نرخ رشد ویژه نیز مربوط به تیمار E (۱/۵±۰/۱۳) و بیشترین نرخ رشد ویژه نیز در تیمار C (۱/۷۶±۰/۰۲) مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). کمترین کارایی تبدیل پروتئین مربوط به تیمار B بود (۱/۵۶±۰/۳) که تفاوت معنی داری با تیمارهای A ، D، E و G نداشت ($p>۰/۰۵$) ولی با تیمارهای C و F تفاوت معنی داری نشان داد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

بیشترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز مربوط به تیمار F بود (۲/۴۱±۰/۱۶) که تفاوت معنی داری با تیمارهای Cو G نشان نداد (p>۰/۰۵) ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت (p<۰/۰۵). ازنظر شاخص وضعیت نیز تیمار E تفاوت معنی‌داری با تیمارهای C، F و G نداشت (p>۰/۰۵) ولی با تیمارهای A ، B و D تفاوت معنی‌داری را نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین شاخص وضعیت مربوط به تیمارهای B و D بود (۱/۸۹ درصد) و کمترین میزان آن نیز در تیمار E به دست آمد (۱/۵۷±۰/۰۶).

بیشترین مقدار رطوبت لاشه در تیمار E مشاهده شد (۷۵/۴۱±۰/۸۲ درصد) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای F و G نداشت (p>۰/۰۵)، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). کمترین مقدار رطوبت لاشه نیز در تیمار B مشاهده شد (۶۹/۸۸±۰/۸۷ درصد).

همچنین بیشترین مقدار پروتئین لاشه نیز در تیمار D مشاهده شده بود (۱±۵۹ درصد)، که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای A، B و C نداشت (p>۰/۰۵) اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). کمترین میزان پروتئین لاشه نیز در تیمار F به مقدار (۵۲/۵±۰/۵ درصد) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای E و G نشان نداد (p>۰/۰۵) ولی با سایر تیمارها اختلاف واضحی نشان داد (p<۰/۰۵).

بیشترین مقدار چربی لاشه در تیمار F دیده شد (۳۸/۵±۱/۳۲ درصد) که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای E و G نداشت (p>۰/۰۵) ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). کمترین میزان چربی لاشه نیز در تیمار A و با میزان (۳۳/۳۳±۰/۵۸ درصد) مشاهده شد. هیچ‌کدام از تیمارها ازلحاظ خاکستر لاشه باهم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (p>۰/۰۵)

جدول ۴: مقایسه اثرات محدودیت پروتئینی بر شاخص های رشد بچه ماهیان کپور معمولی (میانگین ± انحراف معیار)

Table 4: Effects of different protein restriction on growth performance of fingerling Common Carp (Mean ± SD)

تیمار	A	B	C	D	E	F	G
وزن اولیه	۲۰/۰۳±۰/۰۳^{a}	۲۰/۰۷±۰/۰۶^{a}	۲۰/۱۱±۰/۱^{a}	۲۰/۰۹±۰/۰۵^{a}	۲۰/۱۳±۰/۰۶^{a}	۲۰/۱۵±۰/۰۴^{a}	۲۰/۰۹±۰/۰۷^{a}
وزن نهایی	۵۰/۸۷±۰/۴۴^{ab}	۴۹/۰۳±۴/۹۱^{ab}	۵۳/۸۶±۰/۴^{b}	۴۹/۲۹±۰/۰۸^{ab}	۴۶/۸۵±۳/۳۰^{a}	۵۲/۲۲±۳/۷۵^{b}	۵۳/۰۲±۰/۳^{b}
افزایش وزن	۳۰/۸۴±۰/۴۱^{ab}	۲۸/۹۶±۴/۹۱^{ab}	۳۳/۷۵±۰/۴۶^{b}	۲۹/۲۰±۰/۱۱^{ab}	۲۶/۷۲±۳/۳۶^{a}	۳۲/۰۷±۳/۷۱^{b}	۳۲/۹۲±۰/۳۵^{b}
درصد افزایش وزن	۱۵۳/۹۲±۱/۸۵^{ab}	۱۴۴/۳۳±۲۴/۵۳^{ab}	۱۶۷/۸۳±۲/۹۸^{b}	۱۴۵/۳۶±۰/۸۹^{ab}	۱۳۲/۷۶±۱۷/۱۷^{a}	۱۵۹/۰۷±۱۸/۱۰^{b}	۱۶۳/۹۱±۲/۲۴^{b}
غذای مصرفی	۵۰/۸۳±۰/۷۴^{a}	۵۱/۷۵±۵/۵۰^{a}	۵۴/۸۸±۱/۱^{a}	۵۶/۶۹±۰/۱^{a}	۵۵/۸۳±۴/۳۴^{a}	۵۵/۸۶±۹/۵۵^{a}	۵۴/۹۷±۴/۷۲^{a}
ضریب تبدیل غذا	۱/۶۵±۰/۰۱^{a}	۱/۶۷±۰/۱۵^{a}	۱/۴۸±۰/۰۵^{a}	۱/۹۴±۰/۰۱^{b}	۱/۹۱±۰/۱۷^{b}	۱/۵۷±۰/۰۹^{a}	۱/۵۱±۰/۰۷^{a}
نرخ رشد ویژه	۱/۶۶±۰/۰۱^{ab}	۱/۵۹±۰/۱۷^{ab}	۱/۷۶±۰/۰۲^{b}	۱/۶۰^{ab}	۱/۵۰±۰/۱۳^{a}	۱/۷۰±۰/۱۲^{b}	۱/۷۳±۰/۰۱^{b}
کارایی تبدیل پروتئین	۱/۹۰±۰/۰۰۵^{ab}	۱/۵۶±۰/۳^{a}	۲/۲۰±۰/۰۲^{bc}	۱/۹۹±۰/۰۲^{ab}	۱/۹۰±۰/۲۲^{ab}	۲/۴۱±۰/۱۶^{c}	۲/۱۵±۰/۱۷^{abc}
شاخص وضعیت	۱/۸۴±۰/۲^{b}	۱/۸۹±۰/۰۶^{b}	۱/۷۵±۰/۱۳^{ab}	۱/۸۹±۰/۲۴^{b}	۱/۵۷±۰/۰۶^{a}	۱/۶۵±۰/۱^{ab}	۱/۶۴±۰/۰۳^{ab}
کارایی غذا	۶۰/۶۶±۰/۲۱^{bc}	۵۶/۲۵±۹/۸۹^{abc}	۶۱/۵±۰/۵۹^{c}	۵۱/۵۱±۰/۲۱^{ab}	۴۷/۸۹±۵/۰۱^{a}	۵۷/۷۷±۳/۸۳^{bc}	۶۰/۱۷±۴/۷۷^{bc}
شاخص کبدی	۲/۵۶±۰/۱^{a}	۲/۶۶±۰/۵۴^{a}	۲/۱۷±۰/۱^{a}	۲/۷۵±۰/۲۸^{a}	۲/۶۲±۰/۵۶^{a}	۲/۴۷±۰/۶^{a}	۲/۶۲±۰/۵۲^{a}
بازماندگی	۹۳/۳۳^{a}	۹۳/۳۳±۱۱/۵۵^{a}	۹۱/۱۱±۳/۸۴^{a}	۱۰۰^{a}	۹۱/۱۱±۷/۷۰^{a}	۹۱/۱۱±۱۰/۱۸^{a}	۹۱/۱۱±۱۰/۱۸^{a}

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف بین تیمارهاست (p<۰/۰۵).

جدول ۵: مقایسه اثرات محدودیت پروتئینی بر ترکیب بدن بچه ماهیان کپور معمولی (میانگین ± انحراف معیار)

Table 5: Effects of different protein restriction on body composition of Common Carp (Mean ± SD)

تیمار	A	B	C	D	E	F	G
رطوبت	۷۰/۰±۶۶/۹۶^{a}	۶۹/۰±۸۸/۸۷^{a}	۶۹/۲±۹۳/۱۵^{a}	۷۰/۰±۳۴/۵۳^{a}	۷۵/۰±۴۱/۸۲^{b}	۷۴/۱±۲/۰۹^{b}	۷۴/۱±۷۷/۷۱^{b}
پروتئین	۵۸/۰±۳۳/۵۸^{c}	۵۷/۱±۳۳/۱۵^{c}	۵۷/۲±۱۷/۳۶^{bc}	۱±۵۹^{c}	۵۲/۰±۸۳/۵۸^{a}	۵۲/۰±۵/۵^{a}	۵۴/۰±۸۳/۰۲^{ab}
چربی	۳۳/۰±۳۳/۵۸^{a}	۳۴/۰±۵/۵^{ab}	۱±۳۵/۷۳^{abc}	۳۳/۱±۵/۳۲^{a}	۳۷/۰±۶۷/۵۸^{cd}	۳۸/۱±۵/۳۲^{d}	۳۶/۳±۶۷/۰۵^{bcd}
خاکستر	۷^{a}	۶/۰±۳۳/۵۸^{a}	۶/۰±۶۷/۵۸^{a}	۶/۰±۵/۵^{a}	۷/۰±۶۷/۵۸^{a}	۷/۱±۳۳/۱۵^{a}	۶/۱±۶۷/۱۵^{a}

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

بحث

به‌طورکلی محدودیت پروتئینی و رشد جبرانی در ماهی، روش‌هایی هستند تا بتوان با هزینه کمتر در امر پرورش ماهی، تولید بالاتری داشت. ازآنجایی‌که پرورش ماهی کپور معمولی به‌صورت تک‌گونه‌ای و با استفاده از غذای دستی معمولاً هزینه بالایی دارد، لذا در تحقیق حاضر، اثرات دوره‌های مختلف محدودیت پروتئینی بر عملکرد رشد، کارایی تبدیل پروتئین و ترکیب لاشه ماهی کپور مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی از ۱۶به۳۲ درصد، میزان رشد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل آن می‌تواند این باشد که افزایش راندمان رشد ماهی با میزان پروتئین جیره غذایی ارتباط مستقیم داشته و در فرآیند متابولیکی، پروتئین هم منبع انرژی بوده و هم در رشد نقش اصلی را ایفا می‌نماید (Hepher, 1988). نتایج مشابهی مبنی بر مؤثر بودن پروتئین بر میزان رشد ماهی هامور (*Cromileptes altivelis*)(Usman *et al.*, 2005) و هامور مالاباری (*Epinephelus malabaricus*)(Tuan & Williams, 2007)، مشاهده‌شد.

افزایش رشد و ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای محدودیتی در تیمار C، F و G از تمام تیمارها به‌ویژه تیمار شاهد بهتر بود. تیمار D و E نیز ضعیف‌ترین تیمارها بودند که دلیل این اتفاق، افزایش بازه زمانی طول دوره محدودیت پروتئینی بوده است. که نشان می‌دهد هرچه طول این دوره بیشتر باشد، ماهی توان رشد جبرانی خود را از دست می‌دهد. تیمار C، بهترین تیمار ازنظر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بود. این نتایج، با نتایجی که روی کفشک ماهی ژاپنی(Wu *et al.*, 2006)، ماهی کپور معمولی(Schwarz *et al.*, 1985) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) به‌دست آمد، مطابقت دارد. ماهیان در طی فاز محدودیت از ذخایر پروتئین لاشه خود جهت جبران رشد استفاده می‌کنند و طی دوره تغذیه مجدد، پروتئین موجود در غذا صرف تولید بافت جدید می‌شود. درنتیجه ماهی بعد از مصرف پروتئین پایین در جیره، با ورود به فاز تغذیه مجدد، برای جبران کمبود رشد از پروتئین غذا بهتر استفاده کرده که درنهایت منجر به ایجاد رشد جبرانی شده است. همچنین در تیمار F که به‌صورت یک هفته در میان متحمل دوره‌های محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد با جیره اصلی می‌شد و تیمار G نیز که ماهیان برای یک هفته تحت تأثیر دوره‌ی محدودیتی و سه هفته تغذیه مجدد قرار می‌گرفتند، افزایش رشد بدن و ضریب تبدیل غذایی از تیمار شاهد بالاتر بود. نتایج ما با نتایجی که روی ماهی کپور معمولی (Schwarz *et al.*, 1985)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Sevgili *et al.*, 2012) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) به‌دست آمد، مطابقت دارد، به‌گونه‌ای که محدودیت پروتئینی در بازه زمانی کوتاه‌مدت و نزدیک به گروه شاهد، توانست رشد جبرانی را در ماهی به‌وجود آورد، اما محدودیت پروتئینی در بازه زمانی طولانی‌مدت، رشد جبرانی را کاهش داد.

در پایان آزمایش نشان داده شد که شاخص‌های رشد در تیمار F نسبت به تیمار E که هر دو متحمل چهار هفته محدودیت پروتئینی اما با سلسله مراتب غذایی متفاوت قرار گرفتند، بهتر بوده است. که شاید بتوان دلیل این امر را دوره‌های محدودیتی و تغذیه‌ای کوتاه‌مدت و نزدیک به هم در تیمار F دانست که نشان می‌دهد ماهیان در طی این دوره‌ها توان بیشتری در جبران رشد ازدست‌رفته خود دارند و هر چه دوره‌های محدودیت پروتئینی و تغذیه با جیره متعادل به یکدیگر نزدیک‌تر باشد، ماهی بهتر می‌تواند رشد ازدست‌رفته خود را جبران نماید، زیرا ماهیان بعد از برطرف شدن دوره محدودیتی، رفتارهای مخاطره‌جویانه از خود نشان می‌دهند و غالباً تلاش بیشتری برای به‌دست آوردن غذا و تأمین کمبود پروتئین موردنیاز خود نشان می‌دهند(Ali *et al.*, 2003). درصورتی‌که محدودیت پروتئینی بلندمدت توان ماهی را برای رشد جبرانی کاهش می‌دهد و ماهی به‌اندازه‌ای ضعیف می‌شود که دیگر نمی‌تواند رشد ازدست‌رفته خود را جبران کند. مطالعه روی حیوانات خشک‌زی مانند خوک و مرغ خانگی، نتایج متضادی را در دوره‌های اثر محدودیت پروتئینی روی رشد جبرانی متوالی نشان داده‌اند. برای نمونه، Chiba و همکاران در سال ۲۰۰۲، هیچ‌گونه پاسخ رشد جبرانی را در محدودیت پروتئینی داده‌شده به خوک‌ها پیدا نکردند، درحالی‌که (Critser و همکاران در سال ۱۹۹۵؛ Reynolds & Whang *et al.*, 2003؛ Yang *et al.*, 2008; O'Dohetry, 2006;) در خوک‌ها، و (Yang *et al.*, 2009) در جوجه‌ها گزارش کردند که محدودیت پروتئینی موجب بروز رشد جبرانی به‌محض انتقال به فاز تغذیه با پروتئین کافی شده بود. نتایج مطالعه حاضر درباره پاسخ رشد جبرانی و محدودیت

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

پروتئینی داده‌شده به بچه ماهیان کپور معمولی، کاملاً با سایر محققین دیگر همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر نرخ رشد ویژه ماهیان تحت تأثیر دوره‌های مختلف محدودیت پروتئینی قرار گرفت. به این صورت که در تیمار C، ماهیانی که متحمل دو هفته محدودیت پروتئینی شده بودند، بیشترین نرخ رشد ویژه را داشتند و کمترین مقدار آن نیز در تیمار E مشاهده شد. این نتایج با نتایجی که روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام‌گرفته بود (Sevgili *et al*., 2012)، کاملاً مطابقت دارد به‌طوری‌که نرخ رشد ویژه ماهیان، در طی محدودیت پروتئینی نزدیک به گروه شاهد که بازه زمانی کوتاه‌مدت است، جبران شد. نتایج ما با نتایجی که روی میگوی چینی به‌دست آمد در تضاد است به‌گونه‌ای که هیچ‌کدام از میگوها اختلاف معنی‌داری ازنظر نرخ رشد ویژه باهم نداشتند (Wu & Dong, 2002).

بیشترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز مربوط به تیمار F بود (۰/۱۶±۲/۴۱) که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای C و G نداشت. ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان داد. کارایی تبدیل پروتئین نیز تحت تأثیر دوره‌های محدودیت پروتئینی قرار گرفت، به‌گونه‌ای که ماهی در مرحله‌ای که با کمبود پروتئین مواجه است، از پروتئین ذخیره‌شده در بدن خود استفاده کرده و برای جبران این کمبود پروتئین، غذای بیشتری مصرف کرده است و با شروع تغذیه با پروتئین کافی، از این پروتئین در جهت تولید بافت بدن، بهتر استفاده کرده است. این نتایج با نتایجی که روی قزل‌آلای رنگین‌کمان(Sevgili *et al*., 2012) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) انجام‌شده بود، مطابقت دارد.

بازماندگی یکی از پارامترهای مهم در آبزی‌پروری است و می‌تواند تحت تأثیر دوره‌های گرسنگی و محدودیت‌های غذایی قرار گیرد. در اغلب موارد، ماهیانی که برای مدت کوتاه تحت تأثیر دوره‌های گرسنگی قرار می‌گیرند، بازماندگی بالایی دارند اما اگر دوره گرسنگی طولانی شود، مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد(Dabrowski *et al*., 1986.; sheng *et al*., 2006). در این تحقیق، هیچ اختلاف معنی‌داری در نرخ بازماندگی بین گروه کنترل و تیمارهای مختلف مشاهده نشد و کلیه تیمارها از بازماندگی بالایی برخوردار بودند که می‌تواند به دلیل کوتاه بودن دوره‌های محدودیتی باشد. درصد بازماندگی در بین تیمارهای محدودیتی و تیمار کنترل هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند، که این موضوع نشان‌دهنده بی‌تأثیر بودن جیره‌های غذایی بر روی مرگ‌ومیر گونه موردمطالعه است (Kim *et al*., 2004).

در این پژوهش در پایان آزمایش آنالیز لاشه ماهیان در هر گروه آزمایشی تعیین شد (جدول ۴). با افزایش دوره‌های محدودیت پروتئینی به میزان رطوبت و خاکستر لاشه ماهی افزوده شد، به‌گونه‌ای که در تیمار E بیشترین میزان رطوبت و خاکستر لاشه به‌دست آمد. این نتایج با نتایج حاصله بر روی ماهی کپور معمولی(Schwarz *et al*., 1985)، قزل‌آلای رنگین‌کمان(Sevgili *et al*., 2012) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) که در پایان فاز محدودیت پروتئینی، مقدار رطوبت و خاکستر لاشه به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت همخوانی دارد. بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که دوره‌های محدودیت پروتئینی در مقدار رطوبت و خاکستر لاشه تأثیرگذار است به‌گونه‌ای که با افزایش مدت‌زمان این دوره‌های محدودیتی، مقدار رطوبت و خاکستر لاشه نیز افزایش می‌یابد. این افزایش رطوبت و خاکستر در بدن ماهی به علت این است که با افزایش دوره‌های محدودیت پروتئینی، پروتئین کمتری در بدن ذخیره می‌شود. چون ماهی‌ها در این حالت از پروتئین لاشه خود استفاده می‌کنند، درنتیجه به میزان رطوبت و خاکستر لاشه افزوده می‌شود.

بر اساس آنالیز داده‌های آماری در بین تیمارهای محدودیتی، بیشترین مقدار چربی لاشه در تیمار F و کمترین مقدار آن در تیمار A به‌دست آمد. که نشان می‌دهد محدودیت پروتئینی باعث شده تا چربی جیره در بدن بچه‌ماهیان کپور معمولی ذخیره شود. علت افزایش چربی لاشه نیز به‌خاطر افزایش چربی جیره ۱۶ درصد پروتئین بوده که در طی فاز محدودیت پروتئینی، این چربی اضافی در بدن ذخیره شده است.

همچنین مقدار پروتئین لاشه، با افزایش بازه زمانی محدودیت با پروتئین کاهش یافت. این یافته‌ها با یافته‌هایی که روی کپور معمولی(Schwarz *et al*., 1985)، قزل‌آلای رنگین‌کمان(Sevgili *et al*., 2012) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) به‌دست آمد، مطابقت دارد. به‌طوری‌که در پایان آزمایش، با افزایش طول دوره محدودیت پروتئینی، از میزان پروتئین لاشه کاسته شد. دلیل این پدیده این است که در مرحله تغذیه با پروتئین ۱۶ درصد، نیاز پروتئینی ماهی برای رشد تأمین نمی‌شود و ماهی از پروتئین لاشه خود جهت جبران

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

رشد استفاده می‌کند، درنتیجه از پروتئین لاشه ماهی کاسته می‌شود.

البته به‌جز در مقدار درصد خاکستر لاشه، نتایج آنالیز لاشه در این تحقیق نشان می‌دهد که دوره‌های محدودیت پروتئینی تأثیر معنی‌داری روی درصد پروتئین، چربی و رطوبت لاشه ماهی کپور معمولی دارد. به‌گونه‌ای که با افزایش دوره محدودیتی پروتئینی، درصد رطوبت و چربی لاشه افزایش‌یافته و مقدار پروتئین لاشه نیز کاهش‌یافته است. درمجموع با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دوره‌های مختلف محدودیت پروتئینی می‌تواند روی رشد و ترکیب بدن بچه ماهیان کپور معمولی تأثیر بگذارد.

در پایان می‌توان بیان نمود که در طی محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد ماهیان، فاکتورهای مختلفی نقش دارند. به‌طورکلی با افزایش مدت‌زمان دوره محدودیت پروتئینی، توان ماهی در جبران رشد در طی فاز تغذیه مجدد کاهش می‌یابد و هر چه بازه زمانی محدودیت پروتئینی کوتاه‌تر باشد، ماهی توان جبران رشد بهتری پیدا خواهد کرد. به این صورت که هرچه فاصله زمانی دوره‌های محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد کمتر باشد، ماهی قادر خواهد بود با توان بیشتری از پروتئین جیره استفاده کرده و رشد ازدست‌رفته خود را جبران نماید و محدودیت پروتئینی نیز، تأثیر منفی کمتری روی رشد ماهیان بگذارد

منابع

ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۵. تغذیه و نیازهای غذایی ماهیان در آبزی‌پروری، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۳۰۴صفحه.

علی‌اصغری، م.، طاهری، ح. و قبادی، ش.، ۱۳۹۲. اثر محرومیت غذایی و رشد جبرانی روی شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio*. صفحات ۶۱-۷۰.

کاظمی، م.، ۱۳۹۱. اصول جیره‌نویسی غذایی آبزیان، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۵۵صفحه.

Ali, M., Nicieza, A. and Wootton, R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish and Fisheries, 4: 147–190. DOI: 10.1046/j.1467-2979.2003.00120.x

AOAC (Association of Official Analytical Chemists)., 1990. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland USA, 208772417. [ISBN: 0-935584-77-3]

Chiba, L., Kuhlers, D., Froblish, L., Jungest, S., Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. and Cummins, K., 2002. Effect of dietry restriction on grows performance and carcass quality of pigs selected for lean grows efficiency. Livestock production Science, 74: 93-102. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00288-3

Critser, D.J., Miller, P.S. and Lewis, A.J., 1995. The effects of dietary protein concentration on compensatory growth in barrows and gilts. Journal of Animal Science, 73: 3376–3383. doi:10.2527/1995.73113199x

Dabrowski, K., Takashima, F. and Strussmann, C., 1986. Does recovery growth occur in larval fish. Bulletin of the Japanese Society of Science, 52, 1869 p.

Fortes-Silva, R., Sanchez-Vazquez, F.J. and Martinez, F.J., 2011. Effects of pretreating a plant-based diet with phytase on diet selection and nutrient utilization in European *(sea bass)*. Aquaculture , 319(3-4): 417-422. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.07.023

Frederic, T.B., Gibson, G.T., Wendy, M.S., Lucas, P. and Charlie, E.S., 2008. The effect of Vitamin premix in extruded plant based and Fish meal based Diets on Growth efficiency and health of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 283(1-4):148-155. DOI:org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.014

Heide, A.,Foss, A., Stefansson, S.O., Mayer, I., Norberg, B., Roth, B., Jenssen, M.D., Nortvdt, R. and Imsland, A.K., 2006. Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile *(Atlantic halibut*): Effects of short term starvation periods and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

subsequent feeding. Aquaculture, 261: 109–117. DOI: org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.050

Hepher, B., 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University. Press, Cambridge, Great Britain., 388 p.

Hung, S.S.O. **and lutes, P.B., 1987**. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*), at 20 Ċ Aquaculture, 65: 307-317. DOI: org/10.1016/0044-8486(87) 90243-2

Hung, S.S.O., lutes, P.B. and Storebakken, T., 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon *(Acipenser transmontanus)* sub yearling at different feeding rates. Aquaculture. 80: 147-153. DOI: org/10.1016/0044-8486(89)90280-9

Kim, K.W., Wang, X., Chio, S.M., Park, G.J. and Bai S.C., 2004. Evaluation of optimum dietary protein –to- energy ration Juvenile olive flounder *(Paralichthys olivaceus)*, (Temminck et Schlegel). Aquaculture Research, 35: 250-255. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2004.01003.x

New, M.B. and Wijkstroem, U.N., 2002. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds. Further thoughts on the fishmeal trap. FAO Fish. Circ. 975: 61 p.

Nicieza, A.G. and Metcalfe, N.B., 1997. Growth compensation in juvenile *(Atlantic salmon)*: responses to depressed temperature and food availability. Ecology 78, 2385-2400. DOI: 10.1890/0012-9658(1997)078[2385:GCIJAS]2.0.CO;2

Pratoomyot, J., Bendiksen, E.A., Bell, J.G. and Tocher, D.R., 2010. Effects of increasing Replacement of Dietary Fish meal with Plant Protein sources on Growth performance and body Lipid Composition of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Aquaculture, 305(1-4): 124-132.

DOI: org/10.1016/j.aquaculture.2010.04.019

Reynolds, A.M. and O'Dohetry, J.V., 2006. The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory grows , carcass composition and nitrogen utilization in grower-finisher pigs. Livestock science 104, 112-120.

DOI: 10.1016/j.livsci.2006.03.012

Schwarz, F.J., Plank, J. and Kirchgessner, M., 1985. Effects of protein or energy restriction with subsequent realimentation on performance of carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, 48: 23-33.

DOI: org/10.1016/0044-8486(85)90049-3

Sevgili, H., Hossu, B., Emre, R. and Kanyilmaz, M., 2012. Compensatory growth after various levels of dietary protein restriction in *rainbow trout, (Oncorhynchus mykiss).* Aquaculture, pp: 126-134. DOI: org/10.1016/j.aquaculture.2012.03.030

Sheng, J., Lin, Q., Chen, Q., Shen, L. and Lu, J., 2006. Effect of starvation on the initiation of feeding, growth and survival rate of juvenile seahorses, *(Hippocampus trimaculatus)* Leach and (*Hippocampus kuda*) Bleeker. Aquaculture, 271: 469–478. DOI 10.1016/j.aquaculture.2006.05.061

Sheng-Yao, K., Wei-Wei, X., Lin, F., Yang, L. and Jun, J., 2012. Effects of graded Levels of Dietary methionine Hydroxyl analogue on immune response and antioxidant status of immune organs in juvenile Jian Carp (*Cyprinus carpio*). Fish & Shellfish Immunology, 32(5): 629-636. DOI: org/10.1016/j.fsi.2011.12.012

Sveier, H., Raae, A.J. and Lied, E., 2000. Growth and protein turnover in Atlantic salmon (*Salmon salar L.*): the effect of dietary protein level and protein particle size. Aquaculture 185, 101–120. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00344-0

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

Tuan, L.A. and Williams, K.C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specification for juvenile malabar grouper *(Epinephelus malabaricus).* Aquaculture, 267:129-138. DOI: .org/10.1016/j.aquaculture.2007.03.007

Usman, R., Laining, A., Ahmad, T. and Williams, K.C., 2005. Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper (*Cromileptes altivelis)* Valenciennes. Aquacture Research, 36: 1285-1292. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2005.01341.x

Whang, K.Y., Kim, S.W., Donovan, SM., Mckeith, F.K. and Easter, RA., 2003. Effect of Protein deprivation on subsequent growth performance, gain of body components, and protein requirments in growing Pigs. Journal of Animal science 81: 705-715.

Wu, L. and Dong, S., 2002. Effects of Protein restriction with subsequent relimentation on growth performance of juvenile Chines shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). Aquaculture 2010, pp: 343-358

Wu, L., Deng, H., Geng, Z. and Wang, G., 2006. Effects of protein restriction with subsequent realimentation on growth performance of juvenile Japanese flounder, (*Paralichthys olivaceus).* Acta Ecologica Sinica China. 26: 3711–3717.

Xie, S., Zhu, X., Cui, Y., Wootton, R.J., Lei, W. and Yang, Y., 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Journal of Fish Biology, 58: 999–1009. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2001.tb00550.x

Yang, Y.X., Guo, J., Yoon, S.Y., Jin, Z., Choi, J.Y., Piao, X.S., Kim, B.W., Ohh, S.J., Wang, M.H. and Chae, B.J., 2009. Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. British Poultry Science. 50: 218–227. doi: 10.1080/00071660902736706.

Yang, Y.X., Jin, Z., Yoon, S.Y., Choi, J.Y., Shinde, P.L., Piao, X.S., Kim, B.W., Ohh, S.J. and Chae, B.J., 2008. Lysine restriction during grower phase on growth performance, blood metabolites, carcass traits and pork quality in grower finisher pigs. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A Animal Science- 58: 14–22. DOI: org/10.1080/09064700801959908

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

Effects of different protein restriction and realimentation on growth performance and body composition of fingerling Common Carp (*CyprinusCarpio*)

Sachooli H.[1]; Ouraji H.[1*]; Keramat Amirkolaii A.[1]; Jani Khalili Kh.[1]

* hoseinoraji@yahoo.com

1- Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

[Downloaded from isfj.ir on 2026-09-15]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.2.8.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113489]

Abstract

In this study, the effects of protein restriction in the diet and re-feeding with complete diet on growth performance and body composition of fingerling common carp *(Cyprinus carpio)* were studied during 8 weeks. Common carp fingerlings with an average initial weight (20/09 ± 0/07) in seven experimental groups were fed with three replications. Treatment A: 8 weeks were fed diet with 32% protein (control group), for treatments of B, C, D, E, F and G respectively the protein restriction phase was considered one week, two weeks, three weeks, four weeks, one week within three weeks of feeding the diet containing 16% protein as dietary protein restriction Highest final weight, body weight increase, percentage of body weight gain, feed conversion efficiency and specific growth rate was observed in group C and the lowest was observed in group E. Highest feed conversion ratio was observed in treatment C which significantly higher than treatment D and E ($p<0/05$). Highest protein efficiency ratio was observed in treatment F which showed no significant difference between treatments C and G ($p>0.05$) but with other treatments were significantly different ($p<0/05$).none of the treatments ash did not show a significant difference together ($p>0/05$). Highest of the moisture content of the carcass observed in treatment E which not significantly different with treatments F and G ($p>0/05$) but showed significant differences ($p<0/05$) with other treatments. Also highest carcass protein and fat was levels in treatment D and F were observed. In the end it can be concluded that the more protein during long periods of limitation, the ability of fish to compensate for the slowdown, but will be less than the length of the limitation period is less protein, the better fish can compensate for the lack.

Keywords: Protein restriction, Compensatory growth, Body composition, Growth Indicators, Common carp (*Cyprinus carpio*)

*Corresponding author