

## 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<sup>۱</sup>، حسین اورجی<sup>۱\*</sup>، عبدالصمد کرامت امیر کلایی<sup>۱</sup>، خسرو جانی خلیلی<sup>۱</sup>

\* hoseinoraji@yahoo.com

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

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵

#### چکیده

در تحقیق حاضر اثرات دوره های مختلف محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد طی مدت ۸ هفته بر عملکرد رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد مطالعه قرار گرفت. بچه ماهیان کپور با میانگین وزن اولیه  $20/09 \pm 0/07$  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: به صورت یک هفته در میان محدودیت پروتئینی و غذادهی، تیمار G: یک هفته محدودیت پروتئینی + ۳ هفته غذادهی مجدداً یک هفته محدودیت پروتئینی + ۳ هفته غذادهی. در طی دوره محدودیت از جیره حاوی ۱۶ درصد پروتئین به عنوان 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 ( $p < 0/05$ ). بالاترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز در تیمار F مشاهده شد ( $2/41 \pm 0/16$ )، که تفاوت معنی داری با تیمارهای C و G نشان نداد ( $p > 0/05$ )، ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد ( $p < 0/05$ ). هیچ کدام از تیمارها از نظر خاکستر لاشه باهم تفاوت معنی داری نشان ندادند ( $p > 0/05$ ). بیشترین مقدار رطوبت لاشه در تیمار E مشاهده شد که با تیمارهای F و G تفاوت معنی داری نداشت ( $p > 0/05$ )، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی دار نشان داد ( $p < 0/05$ ). همچنین بیشترین مقدار پروتئین و چربی لاشه در تیمارهای D و F مشاهده شدند. در نهایت می توان نتیجه گرفت که هر چه طول زمانی دوره های محدودیت پروتئینی بیشتر شود، توان ماهی در جبران کاهش رشد، کمتر خواهد شد اما هر چه طول دوره محدودیت پروتئینی کمتر باشد، ماهی بهتر می تواند کمبود رشد خود را جبران نماید.

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

\* نویسنده مسئول

**مقدمه**

هزینه های غذا، حدود ۳۰ تا ۷۰ درصد از کل هزینه های جاری پرورش را تشکیل می دهد و مشخص شده که تغذیه نقش مهمی را در عملکرد سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری ها ایفا می کند. در نتیجه، کیفیت غذا و مدیریت تغذیه بسیار حساس و حائز اهمیت می گردد (ابراهیمی، ۱۳۸۵، کاظمی، ۱۳۹۱). از میان مواد مغذی مورد نیاز ماهیان، پروتئین به عنوان مهم ترین و گران ترین بخش جیره به حساب می آید. در بین منابع پروتئینی حیوانی، آرد ماهی مهم ترین منبع تأمین پروتئین و عنصر اصلی تشکیل دهنده غذای آبزیان است که بخشی از هزینه های تولید ماهی را به خود اختصاص می دهد که به دلیل کاهش تولید جهانی آرد ماهی در سال های آینده (New & Wijkstroem, 2002)، این محصول پاسخگوی نیاز روبه افزایش آن در زمینه مصارف انسانی، صنعتی، دامی و غیره نخواهد بود.

بسیاری از ماهیان در طول زندگی خود دوره های مختلف گرسنگی کوتاه مدت یا بلند مدت را سپری کرده اند. واکنش گونه های مختلف ماهیان به دوره های مختلف محدودیت غذایی، متفاوت است. ماهی ها معمولاً طی دوره های مختلف محدودیت تغذیه، از ذخایر مواد مغذی لاشه خود استفاده می کنند 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 مرحله ای از رشد سریع موجود بوده که در پی دوره های مختلف محدودیت پروتئینی یا محرومیت غذایی، در بسیاری از گونه ها بروز می کند که معمولاً با افزایش اشتها همراه است (Xie et al., 2003; Ali et al., 2001). رشد جبرانی در عرصه پرورش آبزیان نیز حائز اهمیت بوده و تأثیر زیادی دارد. به کارگیری و استفاده مناسب از این روش می تواند 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 می شود (Nicieza et al., 1997). استفاده از پروتئین با استفاده از دوره های مختلف محدودیتی، با توجه به اینکه رشد در ماهیان با

سوخت و ساز پروتئین کنترل می شود، 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 در زمینه تکثیر، پرورش و بازسازی ذخایر ماهی کپور معمولی فعالیت دارد و تغذیه بچه ماهیان با غذای تجاری جهت تأمین نیازهای غذایی اهمیت بالایی دارد، برنامه ریزی دقیق و علمی به منظور غذادهی با کمترین هزینه و بیشترین بازده باید مورد توجه قرار گیرد (علی اصغری و همکاران، ۱۳۹۲). به همین دلیل در فرموله کردن جیره فقط حداکثر رشد مطرح نبوده، بلکه کاهش هزینه جیره و مخصوصاً صرفه جویی در منابع پروتئینی با در نظر گرفتن جنبه اقتصادی پرورش آبزی مورد نظر و به حداقل رساندن آثار نامطلوب زیست محیطی در اکوسیستم از ملاحظات بسیار مهم و حساس در صنعت آبی پروری تلقی می شود. در بعضی مواقع محدودیت پروتئینی و به دنبال آن تغذیه با جیره غذایی مناسب قادر خواهد بود رشد ازدست رفته ماهی را به طور کامل جبران نماید (Schwarz et al., 1985). همچنین در بعضی تحقیقات نشان داده شده است که محدودیت پروتئینی و رشد جبرانی در طی تغذیه مجدد باعث افزایش قابل توجهی در نرخ رشد ویژه می شود (Sevgili et al., 2012). همچنین برخی مطالعات نشان داده اند که ماهی پس از طی دوره محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد با جیره متعادل، قادر به جبران کامل رشد ازدست رفته خود بوده در حالی که سایر تحقیقات، به عدم جبران رشد ازدست رفته پس از طی دوره محدودیت پروتئینی اشاره کرده اند (Wu & Dong, 2002). بنابراین با استفاده از دوره های مختلف محدودیت غذایی به خصوص دوره های محدودیت پروتئینی به عنوان یک راهکار مناسب، می توان در مصرف پروتئین جیره به میزان قابل توجهی صرفه جویی 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:

جدول ۱: معرفی تیمارهای آزمایشی

Table 1: Experimental treatments

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

جدول ۲: تجزیه تقریبی جیره های آزمایشی

Table 2: Proximate composition of experimental diets

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

متوسط وزن اولیه بچه ماهیان ( $20/09 \pm 0/07$  گرم) بود. حجم مخازن پرورشی ۳۰۰ لیتر بوده که تا ۲۰۰ لیتر آن آبگیری شد. تعداد بچه ماهی در هر مخزن نیز ۱۵ قطعه در نظر 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. جیره های 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 می گرفت. میانگین فاکتورهای کیفی آب نیز برطبق جدول زیر در طول دوره پرورش اندازه گیری و ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۳: مقادیر فاکتورهای کیفی آب (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) طی دوره آزمایشTable 3: The measurements of water quality factors (Mean  $\pm$  SD) during experimental period

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

موجود در هر تانک به صورت جداگانه زیست سنجی شدند و نتایج زیست سنجی ثبت شد. برای بررسی عملکرد غذا بر روی بچه ماهیان کپور معمولی از فراسنجه های رشد متداول در اکثر کارگاه های

در پایان آزمایش و یک روز پس از قطع کامل غذاهای، ۳۰ درصد ماهیان از هر تکرار آزمایشی صید و پس از زیست سنجی، چرخ شده و مخلوط حاصل به همراه یخ جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد. سایر ماهیان

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

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

$$100 \times (\text{زمان دوره آزمایش} \div (\text{لگاریتم وزن اولیه} - \text{لگاریتم وزن نهایی})) = \text{نرخ رشد ویژه}$$

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

$$100 \times (\text{پروتئین خام مصرف شده (گرم)} \div \text{افزایش وزن ماهی (گرم)}) = \text{کارایی تبدیل پروتئین}$$

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

$$100 \times (\text{افزایش وزن ماهی (گرم)} \div \text{مقدار غذای خورده شده در طول دوره پرورش (گرم)}) = \text{ضریب تبدیل غذایی}$$

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

$$100 \times (\text{مقدار غذای خورده شده (گرم)} \div \text{وزن حاصله (گرم)}) = \text{کارایی تغذیه}$$

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

$$100 \times (\text{وزن ماهی (گرم)} \div \text{وزن کبد (گرم)}) = \text{شاخص رشد کبدی}$$

میزان بقا (Sheng-Yao et al., 2012):

$$100 \times (\text{تعداد اولیه ماهیان} \div \text{تعداد نهایی ماهیان}) = \text{میزان بقا}$$

شاخص وضعیت (Hung & lutes, 1987):

$$100 \times (\text{میانگین طول نهایی} \div \text{میانگین وزن نهایی (گرم)}) = \text{شاخص وضعیت}$$

افزایش وزن بدن (Hung et al., 1989):

$$(\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}) = \text{افزایش وزن بدن}$$

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

$$100 \times (\text{وزن اولیه (گرم)} \div (\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)})) = \text{درصد افزایش وزن بدن}$$

## 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 ( $p > 0.05$ ). بیشترین مقدار وزن نهایی در تیمار C، ( $53/86 \pm 0.4$  گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار E ( $46/85 \pm 3/3$  گرم) مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). 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 ( $p < 0.05$ ) ولی با سایر تیمارها تفاوت واضحی نداشت ( $p > 0.05$ ). بهترین ضریب تبدیل غذا نیز مربوط به تیمار C بود ( $1/48 \pm 0.05$ )، که تفاوت مشخصی با تیمارهای D و E داشت ( $p < 0.05$ )، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان نداد ( $p > 0.05$ ). کمترین نرخ رشد ویژه نیز مربوط به تیمار E ( $1/5 \pm 0.13$ ) و بیشترین نرخ رشد ویژه نیز در تیمار C ( $1/76 \pm 0.02$ ) مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). کمترین کارایی تبدیل پروتئین مربوط به تیمار B بود ( $1/56 \pm 0.3$ ) که تفاوت معنی داری با تیمارهای A، D، E و G نداشت ( $p > 0.05$ ) ولی با تیمارهای C و F تفاوت معنی داری نشان داد ( $p < 0.05$ ).

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:

$$6/25 \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین خام}$$

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

این طرح در قالب طرح کاملاً 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 میانگین ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن انجام شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) بیان شد.

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 ( $p > 0.05$ ) اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $p < 0.05$ ). کمترین میزان پروتئین لاشه نیز در تیمار F به مقدار (۵±۵۲/۵ درصد) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای E و G نشان نداد ( $p > 0.05$ ) ولی با سایر تیمارها اختلاف واضحی نشان داد ( $p < 0.05$ ).

بیشترین مقدار چربی لاشه در تیمار F دیده شد (۳۲/۵±۳۸/۵ درصد) که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای E و G نداشت ( $p > 0.05$ ) ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $p < 0.05$ ). کمترین میزان چربی لاشه نیز در تیمار A و با میزان (۳۳/۳±۳۳/۳ درصد) مشاهده شد. هیچ‌کدام از تیمارها از لحاظ خاکستر لاشه باهم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ( $p > 0.05$ ).

بیشترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز مربوط به تیمار F بود (۲/۴۱±۰/۱۶) که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای C و G نشان نداد ( $p > 0.05$ ) ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت ( $p < 0.05$ ). از نظر شاخص وضعیت نیز تیمار E تفاوت معنی‌داری با تیمارهای C، F و G نداشت ( $p > 0.05$ ) ولی با تیمارهای A، B و D تفاوت معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.05$ ). 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) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای F و G نداشت ( $p > 0.05$ ) ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ( $p < 0.05$ ). کمترین مقدار رطوبت لاشه نیز در تیمار B مشاهده شد (۶۹/۸۸±۰/۸۷ درصد).

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

حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف بین تیمارهاست ( $p < 0.05$ ).

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 <sup>a</sup>	۶۹/۰±۸۸/۸۷ <sup>a</sup>	۶۹/۲±۹۳/۱۵ <sup>a</sup>	۷۰/۰±۳۴/۵۳ <sup>a</sup>	۷۵/۰±۴۱/۸۲ <sup>b</sup>	۷۴/۱±۲/۰۹ <sup>b</sup>	۷۴/۰±۷۷/۷۱ <sup>b</sup>
پروتئین	۵۸/۰±۳۳/۵۸ <sup>c</sup>	۵۷/۱±۳۳/۱۵ <sup>c</sup>	۵۷/۲±۱۷/۳۶ <sup>bc</sup>	۱±۵۹ <sup>c</sup>	۵۲/۰±۸۳/۵۸ <sup>a</sup>	۵۲/۰±۵/۵ <sup>a</sup>	۵۴/۰±۸۳/۰۲ <sup>ab</sup>
چربی	۳۳/۰±۳۳/۵۸ <sup>a</sup>	۳۴/۰±۵/۵ <sup>ab</sup>	۱±۳۵/۷۳ <sup>abc</sup>	۳۳/۱±۵/۳۲ <sup>a</sup>	۳۷/۰±۶۷/۵۸ <sup>cd</sup>	۳۸/۱±۵/۳۲ <sup>d</sup>	۳۶/۳±۶۷/۰۵ <sup>bcd</sup>
خاکستر	۷ <sup>a</sup>	۶/۰±۳۳/۵۸ <sup>a</sup>	۶/۰±۶۷/۵۸ <sup>a</sup>	۶/۰±۵/۵ <sup>a</sup>	۷/۰±۶۷/۵۸ <sup>a</sup>	۷/۱±۳۳/۱۵ <sup>a</sup>	۶/۱±۶۷/۱۵ <sup>a</sup>

**بحث**

به طور کلی محدودیت پروتئینی و رشد جبرانی در ماهی، روش هایی هستند تا بتوان با هزینه کمتر در امر پرورش ماهی، تولید بالاتری داشت. از آنجایی که پرورش ماهی کپور معمولی به صورت تک گونه ای و با استفاده از غذای دستی معمولاً هزینه بالایی دارد، لذا در تحقیق حاضر، اثرات دوره های 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 ۱۶ به ۳۲ درصد، میزان رشد به طور معنی داری افزایش یافت که دلیل آن می تواند این باشد که افزایش راندمان رشد ماهی با میزان پروتئین جیره غذایی ارتباط مستقیم داشته و در فرآیند متابولیسمی، پروتئین هم منبع انرژی بوده و هم در رشد نقش اصلی را ایفا می نماید (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)، مشاهده شد.

افزایش رشد و ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای محدودیتی در تیمار C، F و G از تمام تیمارها به ویژه تیمار شاهد بهتر بود. تیمار D و E نیز ضعیف ترین تیمارها بودند که دلیل این اتفاق، افزایش بازه زمانی طول دوره محدودیت پروتئینی بوده است. که نشان می دهد هر چه طول این دوره بیشتر باشد، ماهی توان رشد جبرانی خود را از دست می دهد. تیمار C، بهترین تیمار از نظر 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) به دست آمد، مطابقت دارد. ماهیان در طی فاز محدودیت از ذخایر پروتئین لاشه خود جهت جبران رشد استفاده می کنند و طی دوره تغذیه مجدد، پروتئین موجود در غذا صرف تولید بافت جدید می شود. در نتیجه 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 در نهایت منجر به ایجاد رشد جبرانی شده است. همچنین در تیمار F که به صورت یک هفته در میان متحمل دوره های محدودیت پروتئینی و تغذیه مجدد با جیره اصلی می شد و تیمار G نیز که ماهیان برای یک هفته تحت تأثیر دوره ی

محدودیتی و سه هفته تغذیه مجدد قرار می گرفتند، 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)، قزل آلائی رنگین کمان (Sevgili et al., 2012) و میگوی چینی (Wu & Dong, 2002) به دست آمد، مطابقت دارد، به گونه ای که محدودیت پروتئینی در بازه زمانی کوتاه مدت و نزدیک به گروه شاهد، توانست رشد جبرانی را در ماهی به وجود آورد، اما محدودیت پروتئینی در بازه زمانی طولانی مدت، رشد جبرانی را کاهش داد.

در پایان آزمایش نشان داده شد که شاخص های 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 دوره های محدودیتی و تغذیه ای کوتاه مدت و نزدیک به هم در تیمار F دانست که نشان می دهد ماهیان در طی این دوره ها توان بیشتری در جبران رشد از دست رفته خود دارند و هر چه دوره های محدودیت پروتئینی و تغذیه با جیره متعادل به یکدیگر نزدیک تر باشد، ماهی بهتر می تواند رشد از دست رفته خود را جبران نماید، زیرا ماهیان بعد از برطرف شدن دوره محدودیتی، رفتارهای مخاطره جویانه از خود نشان می دهند و غالباً تلاش بیشتری برای به دست آوردن غذا و تأمین کمبود پروتئین مورد نیاز خود نشان می دهند (Ali et al., 2003). در صورتی که محدودیت پروتئینی بلندمدت توان ماهی را برای رشد جبرانی کاهش می دهد و ماهی به اندازه ای ضعیف می شود که دیگر نمی تواند رشد از دست رفته خود را جبران کند. مطالعه روی حیوانات خشک زی مانند خوک و مرغ خانگی، نتایج متضادی را در دوره های اثر محدودیت پروتئینی روی رشد جبرانی متوالی نشان داده اند. برای نمونه، Chiba و همکاران در سال ۲۰۰۲، هیچ گونه پاسخ رشد جبرانی را در محدودیت پروتئینی داده شده به خوک ها پیدا نکردند، در حالی که (Critser و همکاران در سال ۱۹۹۵؛

Whang et al., 2003; Reynolds & Yang et al., 2008; O'Doherty, 2006;) در خوک ها، و (Yang et al., 2009) در جوجه ها گزارش کردند که محدودیت پروتئینی موجب بروز رشد جبرانی به محض انتقال به فاز تغذیه با پروتئین کافی شده بود. نتایج مطالعه حاضر درباره پاسخ رشد جبرانی و محدودیت

نشان‌دهنده بی‌تأثیر بودن جیره‌های غذایی بر روی مرگ‌ومیر گونه مورد مطالعه 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، در نتیجه 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

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 از نظر نرخ رشد ویژه باهم نداشتند (Wu & Dong, 2002).

بیشترین میزان کارایی تبدیل پروتئین نیز مربوط به تیمار F بود ( $2/41 \pm 0/16$ ) 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 ارزی‌پروری 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

Analysis of AOAC International, 18th Edition, Current through Revision, AOAC International Suite 500481, Maryland USA, 208772417. [ISBN: 0-935584-77-3]

**Chiba, L., Kuhlert, D., Froblis, L., Jungst, S., Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. and Cummins, K., 2002.** Effect of dietary 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

رشد استفاده می‌کند، در نتیجه از پروتئین لاشه ماهی کاسته می‌شود.

البته به جز 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. به گونه‌ای که با افزایش دوره محدودیتی پروتئینی، درصد رطوبت و چربی لاشه افزایش یافته و مقدار پروتئین لاشه نیز کاهش یافته است. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده 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. به طور کلی با افزایش مدت زمان 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 هر چه 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، ۳۰۴ صفحه.

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، ۱۵۵ صفحه.

**Ali, M., Nieceza, 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



- 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 °C *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'Doherty, J.V., 2006.** The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory growths, 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 (*Salmo salar L.*): the effect of dietary protein level and protein particle size. *Aquaculture* 185, 101–120. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00344-0

- 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. *Aquaculture 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 requirements 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 Chinese 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

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

Sachooli H.<sup>1</sup>; Ouraji H.<sup>1\*</sup>; Keramat Amirkolaii A.<sup>1</sup>; Jani Khalili Kh.<sup>1</sup>

\* hoseinoraji@yahoo.com

1- Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

### 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 ( $20/09 \pm 0/07$ ) 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