



University of Guilan with collaboration of Iranian
Aquaculture Society



Aquatic Animals Nutrition

Vol. 6, No. 4, 2021, pages: 1-10

Effects of different protein levels on growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling in the intensive culture system

Mehri Samaii¹, Babak Tizkar^{2*}, Mehrdad Maleki², Naereh Besharati²

1- Graduated from the Research and Training Center for Agriculture and Natural Resources
Research and Education Center, AREEO, Rasht, Guilan, Iran

2- Aquaculture Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education
Center, AREEO, Rasht, Guilan, Iran

Received 01 July 2020

Accepted 04 December 2020

KEYWORDS

Intensive culture
Fiberglass tank
Protein levels
Common carp

ABSTRACT

The present study examined the effects of different protein concentrations on growth of juvenile common carp kept in 15 fiberglass ponds ($0.5 \times 2 \times 2$ m) under intensive culture system involving 5 treatments and 3 replications, based on the following raw protein contents (24.22, 26.15, 28.32, 30.31, 33.29%) included in the fish diet for a period of 60 days and with a water temperature ranging 22-31°C, and dissolve oxygen level of 5.1-7.3 mg/L to determine diet formulation ensuring an optimum growth performance. Each rearing pond was introduced with 250 pieces of juvenile fish (4 ± 0.66 g) amounting to an average of 1 kg fish biomass. The results indicated that juveniles receiving protein levels of 28.32% and 26.15% had the highest body weight, specific growth rate, weight gain percentage and protein yields ($p \leq 0.05$). In addition, the feed conversion ratio related to these two diets showed significant decline ($p \leq 0.05$). The condition factor and survival rate remained the same across all treatments ($p \geq 0.05$). The study revealed that the protein increment ratio of up to 28.15% in the diet contributed to the increased growth indices among juvenile common carp and concentrations beyond that did not lead to any effective increase in fish growth.

*Corresponding author: btizkar@yahoo.com



"مقاله پژوهشی"

تأثیر سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سیستم پرورش متراکم

مه‌ری سمائی^۱، بابک تیزکار^{۲*}، مهرداد ملکی^۲، نائره بشارتی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، گیلان

۲- بخش شیلات، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، گیلان

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۱۱

کلمات کلیدی

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد بچه ماهی کپور معمولی در کارگاه پرورش متراکم و در ۱۵ حوضچه مربع شکل فایبرگلاس (ابعاد ۲ × ۲ × ۰/۵ متر) در ۵ تیمار و سه تکرار بر اساس محتوای ۲۲/۲۹، ۲۴/۳۳، ۲۶/۱۵، ۲۸/۳۲ و ۳۰/۳۱٪ پروتئین خام جیره طی ۶۰ روز در دامنه دمای آب ۳۱-۲۲ درجه سانتی‌گراد و دامنه اکسیژن محلول ۷/۳-۵/۱ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد تا عملکرد بهینه رشد برای بهترین جیره معین شود. هر حوضچه با ۲۵۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزن بدن ۰/۶۶ ± ۴ گرم ماهی‌دار شدند. نتایج نشان داد بچه ماهیانی که از جیره‌های با سطوح پروتئینی ۲۶/۱۵ و ۲۸/۳۲٪ تغذیه شدند، دارای بالاترین افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و بازده پروتئینی بودند ($p < 0/05$). همچنین، میزان ضریب تبدیل این دو جیره نیز نسبت به دیگر جیره‌ها کاهش معنی‌داری داشت ($p < 0/05$). میزان ضریب چاقی و درصد بازماندگی در تمامی تیمارها یکسان بود ($p > 0/05$). در نهایت، این تحقیق نشان داد که افزایش پروتئین جیره تا میزان ۲۸/۱۵٪ باعث افزایش ضرایب رشد بچه ماهیان کپور شده و بیشتر از آن تأثیری در افزایش رشد نخواهد داشت.

مقدمه

تغذیه ماهیان از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در افزایش موفقیت در آبی‌پروری بوده و بخش عمده‌ای از کل هزینه اجرایی مزارع پرورشی را در بر می‌گیرد. از میان گروه‌های مواد مغذی مورد نیاز ماهیان، پروتئین‌ها به عنوان مهم‌ترین منبع و گران‌ترین بخش جیره به حساب می‌آیند. نامتعادل بودن اجزای جیره ضمن کاهش رشد و نارسایی‌های فیزیولوژی و بهداشتی برای آبی‌پروری، مشکلات فراوان زیست‌محیطی را نیز در پی خواهد داشت (Beveridge, 1996; New, 1996; Tucker et al. 2000; Williams et al. 2004). به همین دلیل در رابطه با جیره غذایی، تنها بیشینه رشد مطرح نبوده، بلکه کاهش هزینه تولید از طریق به حداقل رساندن هزینه جیره و به خصوص صرفه‌جویی در منابع پروتئینی با در نظر گرفتن رشد بهینه آبی‌پروری و به حداقل رساندن تبعات نامطلوب زیست‌محیطی در بوم سازگان مرتبط با آبی‌پروری از ملاحظات بسیار مهم و حساس تلقی می‌شود (Lupatsch et al. 2001; Boujard et al. 2004; Ali and Jauncey, 2005; Bureau et al. 2006; Sash et al. 2014). کم یا زیاد بودن پروتئین نسبت به سطح مطلوب در جیره تأثیرات نامطلوبی از نظر اشتها، میزان مصرف غذا، رشد و کیفیت محصول و در نهایت بازده اقتصادی بر جای خواهد گذاشت (Lee et al. 2000; Lupatsch et al. 2001; Lin & Shiau, 2003; Salhi et al. 2004). استفاده از یک جیره غذایی متعادل و مناسب نقش به‌سزایی در تأمین نیازهای غذایی آبی‌پروران و موفقیت در پرورش آن‌ها دارد. ماهیان برای رشد، تولیدمثل و دیگر عملکردهای فیزیولوژیک خود نیاز به مصرف پروتئین، مواد معدنی، ویتامین و منابع انرژی دارند (Tuan et al. 2007). از این رو، نقص در یک یا چند ماده مغذی ضروری موجب کاهش میزان کارایی زیستی ماهی، بیماری یا حتی مرگ می‌شود (Kumar et al. 2010).

پروتئین یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده بدن ماهی است که به عنوان یک ماده مغذی با ارزش و گران‌قیمت مورد نیاز در جیره در مطالعات تغذیه‌ای الویت‌بندی شده است (Newsome et al. 2011). آگاهی از سطح بهینه و کافی پروتئین در رژیم غذایی ماهی علاوه بر آن که شرایط رشد

بهینه آبی‌پروری را فراهم می‌کند، می‌تواند به طور مؤثر باعث کاهش هزینه تغذیه و افزایش بازده تبدیل غذا شود (محسنی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین، کاهش هزینه تغذیه در طول دوره پرورش یک عامل کلیدی مهم برای توسعه موفق در آبی‌پروری محسوب می‌شود (Lin et al. 2003). کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از گونه‌های با ارزش پرورشی در ایران و جهان است که بازارپسندی بسیاری در بین مصرف‌کنندگان دارد. پرورش متراکم این گونه با توجه به تراکم‌پذیری مناسب آن در استخرهای بتونی و فایبرگلاس باعث شده است که تقاضای پرورش آن در مناطق مختلف کشور و به خصوص استان گیلان فزونی یابد. این امر باعث شده است که نیاز به بچه ماهی کپور در اوزان بالا روزبه‌روز افزایش یابد. این تحقیق در نظر دارد با پیدا کردن بهترین درصد پروتئین در جیره بتواند بیش‌ترین بازده تولید را در پرورش متراکم بچه‌ماهی کپور در حوضچه‌های فایبرگلاس به دست آورد. با توجه به این که اطلاعات اندکی در مورد نیازهای غذایی ماهی کپور معمولی در روش متراکم پرورش وجود دارد و تحقیقات قابل ملاحظه‌ای در زمینه میزان پروتئین غذا در این روش پرورشی انجام نشده است، برای بازسازی ذخایر این ماهی و همچنین، پرورش این گونه با ارزش و بازارپسند، تعیین نیازهای غذایی و تنظیم جیره اختصاصی این ماهی، تعیین‌کننده استمرار تکثیر و پرورش آن است. لذا تعیین مقدار بهینه هر یک از مواد غذایی موجود در جیره برای پرورش این گونه، موجب رشد بهتر آن می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از مردادماه لغایت مهرماه سال ۱۳۹۵ در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت در استان گیلان در دامنه دمای آب ۳۱-۲۲ درجه سانتی‌گراد اجرا شد.

برای بررسی عملکرد پروتئین جیره، ۵ تیمار و سه تکرار به ازای هر تیمار در نظر گرفته شد. به این منظور، ۱۵ حوضچه فایبرگلاس با ابعاد ۰/۵ × ۲ × ۲ متر با حجم تقریبی ۲ مترمکعب انتخاب شد. برای بررسی عملکرد پروتئین، ۵ جیره غذایی با درصدهای پروتئین ۲۲/۲۹، ۲۴/۳۳، ۲۶/۱۵،

وزنی $0/66 \pm 4$ گرم به صورت کاملاً تصادفی انتخاب که پس از ضدعفونی به مدت ۲۰ ثانیه در محلول ۰.۱٪ نمک خوراکی در ۱۵ حوضچه فایبرگلاس کشت داده شدند. پس از سه روز سازگاری با شرایط آزمایشی و استفاده از غذای شاهد، از غذاهای دست‌ساز (تیمار) استفاده شد. زیست‌سنجی بچه ماهیان هر ۱۵ روز یک‌بار به صورت تصادفی (۳۰ قطعه) انجام شد و ماهیان به مدت ۸ هفته بر همین اساس پرورش داده شدند.

جیره‌های تیمار بر اساس جدول زیر ساخته و آماده شدند. سنجش جیره‌ها پس از ساخت در سه تکرار برای هر جیره با استفاده از روش‌های مندرج در AOAC (۱۹۹۶) انجام و نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

۲۸/۳۲ و ۳۰/۳۱ آماده شد که برای سهولت کار به ترتیب تیمارهای A, B, C, D و E خوانده شدند.

میزان حجم آب ورودی و تعویض آب بر اساس تراکم بچه ماهیان و نیاز اکسیژنی آن‌ها و به طور یکسان تنظیم شد. شرایط نوری برای حوضچه‌ها طبیعی و یکسان بود. حوضچه‌ها به دستگاه هوادهی مجهز تا سطح اکسیژن آب در حد متعارف قرار گرفت. قبل از رهاسازی بچه‌ماهیان، حوضچه‌ها کاملاً شستشو و ضدعفونی و هر حوضچه به میزان ۳۰ سانتی‌متر آبگیری شد.

تعداد ۳۷۵۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی تهیه و در یک حوضچه به مدت ۱۵ روز تحقیق نگهداری شد. در شروع آزمایش برای هر حوضچه تعداد ۲۵۰ قطعه بچه‌ماهی با دامنه

جدول ۱ ارقام غذایی استفاده شده در جیره‌های غذایی مطالعه حاضر

جیره					ارقام غذایی (%)
E _(۳۰/۳۱)	D _(۲۸/۳۲)	C _(۲۶/۱۵)	B _(۲۴/۳۳)	A _(۲۲/۲۹)	
۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	آرد گندم
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	ذرت
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	سویا
۳۳	۲۹/۳	۲۵/۵	۲۲/۴	۱۸/۶	پودر ماهی
۱	۱	۱	۱	۱	نشاسته
۱۰	۱۳/۷	۱۷/۵	۲۰/۶	۲۴/۴	سبوس گندم
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مکمل ویتامین ^۱
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مکمل معدنی ^۲
۱	۱	۱	۱	۱	لازین
۱	۱	۱	۱	۱	متیونین
۱	۱	۱	۱	۱	روغن آفتابگردان
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع

^۱شرکت لابراتوار سیانس (قزوین، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی ۱۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ IU ویتامین D₃، ۳۰ گرم ویتامین E، ۱۰ گرم تیامین، ۸ گرم ریبوفلاوین، ۴۰ گرم پیریدوکسین، ۳ گرم اسید فولیک، ۰/۰۱ گرم سیانوکوبالامین، ۱۰۰ گرم ویتامین C، ۱۰ گرم ویتامین K₃، ۱۰ گرم بیوتین، ۲۰ گرم BHT و ۱۰۰ گرم ویتامین اینوزیتول است.

^۲شرکت لابراتوار سیانس. هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی ۲۰ گرم آهن، ۶۰ گرم روی، ۴۰۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲ گرم مس، ۴۰ گرم منگنز و ۴۰۰ میلی‌گرم ید است.

جدول ۲ درصد ترکیبات مواد غذایی در تیمارهای مختلف مطالعه حاضر

رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر	جیره
۱۱/۲۱ ± ۱/۴۵	۲۲/۲۹ ± ۱/۷۵	۵/۳۲ ± ۰/۷۵	۶/۲۱ ± ۰/۲۵	A
۱۱/۲۴ ± ۱/۲۳	۲۴/۳۳ ± ۱/۹۵	۵/۷۵ ± ۰/۲۲	۶/۱۱ ± ۰/۳۵	B
۱۱/۲۵ ± ۱/۳۲	۲۶/۱۵ ± ۱/۵۵	۵/۳۱ ± ۰/۳۵	۶/۱۶ ± ۰/۴۷	C
۱۱/۲۱ ± ۱/۲۸	۲۸/۳۲ ± ۱/۴۵	۵/۲۱ ± ۰/۲۸	۶/۰۵ ± ۰/۲۲	D
۱۱/۲۳ ± ۱/۶۴	۳۰/۳۱ ± ۱/۶۵	۵/۵۴ ± ۰/۲۵	۶/۲۹ ± ۰/۲۸	E

* برگرفته از آزمایشگاه مرکزی اداره کل دامپزشکی استان گیلان

به منظور کاهش تنش، قطع غذاهای کلیه بچه ماهیان ۱۲ ساعت قبل و بعد از هر مرحله زیست‌سنجی انجام شد. برای سنجش شاخص‌های رشد، از جمله ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، درصد افزایشی وزن بدن، کارایی پروتئینی، نرخ رشد روزانه بر حسب درصد در روز، فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی، افزایش وزن بدن و درصد بازماندگی از رابطه‌های زیر استفاده شد (Hung and Lutes 1987; Ronyai et al. 1990):

در ابتدای دوره پرورش، غذاهای در سه وعده در ساعت‌های ۸، ۱۱ و ۴ به میزان ۵٪ کل وزن بدن بچه ماهیان در نظر گرفته شد. پس از گذشت سه الی چهار روز با توجه به افزایش دمای آب مقدار غذای مصرفی به میزان ۱۰٪ وزن بدن افزایش یافت. تعداد ۳۰ عدد بچه ماهی از هر تکرار هر ماه یکبار به صورت انفرادی زیست‌سنجی شدند. به منظور توزین بچه‌ماهیان از ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم و برای اندازه‌گیری طول بچه‌ماهیان از تخته زیست‌سنجی استفاده شد. پس از اندازه‌گیری درازای چنگالی و وزن بچه ماهیان، غذاهای آنان بر اساس اوزان جدید تغییر یافت.

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده \ (میانگین زی توده نهایی (گرم) - میانگین زی توده اولیه (گرم))
 ضریب رشد ویژه (درصد \ روز) = (لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم) - لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)) \ (تعداد روزهای پرورش) × ۱۰۰

افزایش وزن بدن (درصد) = {میانگین وزن نهایی (گرم) - میانگین وزن اولیه (گرم)} \ میانگین وزن اولیه (گرم) × ۱۰۰
 کارایی پروتئینی (گرم) = میانگین وزن نهایی (گرم) - میانگین وزن اولیه (گرم) \ پروتئین خورده شده (گرم)
 نرخ رشد روزانه (درصد \ روز) = میانگین وزن اولیه ماهی (گرم) - میانگین وزن نهایی ماهی (گرم) \ (تعداد روزهای پرورش) × ۱۰۰
 فاکتور وضعیت = وزن ماهی (گرم) \ درازای کل ماهی (سانتی متر) × ۱۰۰
 افزایش وزن بدن (گرم) = وزن نهایی بدن (گرم) - وزن اولیه بدن (گرم)
 بازماندگی = (تعداد اولیه \ تعداد نهایی) × ۱۰۰

۵٪ استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 18 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2010 استفاده شد.

این تحقیق در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی انجام شد. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف آزمایش شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه میانگین داده‌ها بین تیمارهای مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون دانکن در سطح احتمال

نتایج

اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($p > 0.05$). در دیگر شاخص‌های رشد نیز جیره‌های غذایی B، C و D بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن، رشد روزانه (گرم) و میزان افزایش وزن را نسبت به جیره‌های غذایی A و E نشان دادند ($p \leq 0.05$).

میزان ضریب چاقی و بازماندگی ماهیان در کل دوره در تیمارهای مختلف اختلافی نشان نداد و بچه‌ماهیان در تمامی تیمارها از چاقی یکسانی برخوردار بودند و با افزایش سطح پروتئین جیره، بازماندگی بچه‌ماهیان افزایش نیافت ($p > 0.05$).

نتایج حاصل از اثر جیره‌های پروتئینی مختلف بر ضرایب رشد بچه‌ماهی کپور در حوضچه‌های فایبرگلاس در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که در جدول نتایج دیده می‌شود، با افزایش سطح پروتئین از ۲۴٪ تا سطح ۲۸٪ ضریب کارایی جیره غذایی کاهش یافت و این کاهش، اختلاف معنی‌داری را با جیره پروتئین بالاتر (۳۰٪) و جیره با پروتئین پایین (۲۲٪) نشان داد ($p \leq 0.05$). همچنین، نتایج بیانگر آن بود که جیره غذایی D دارای بالاترین ضریب رشد ویژه (2.96 ± 0.04) و جیره غذایی A دارای کمترین رشد ویژه (1.96 ± 0.28) بود ($p \leq 0.05$). مقدار ضریب رشد ویژه بین تیمار D و تیمار C

جدول ۳ مقایسه شاخص‌های رشد بچه ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین جیره در پایان هفته هشتم.

E _(۳۰/۳۱)	D _(۲۸/۳۲)	C _(۲۶/۱۵)	B _(۲۴/۳۳)	A _(۲۲/۲۹)	شاخص‌های رشد
3.69 ± 1.11^a	2.65 ± 0.91^b	2.58 ± 0.08^b	3.03 ± 0.30^a	4.87 ± 0.36^a	ضریب تبدیل غذایی
1.96 ± 0.28^b	2.96 ± 0.04^a	2.34 ± 0.99^a	2.04 ± 0.51^b	1.40 ± 0.18^b	ضریب رشد ویژه (درصد/روز)
20.73 ± 53.73^b	223.8 ± 7.62^a	24.06 ± 21.47^a	239.5 ± 10.33^a	20.38 ± 45.26^b	افزایش وزن بدن (%)
1.20 ± 0.48^c	1.89 ± 0.58^a	1.68 ± 0.68^{ab}	1.42 ± 0.48^b	1.3 ± 0.38^c	بازده پروتئینی (g)
2.79 ± 0.89^b	3.73 ± 0.13^a	4.34 ± 0.36^a	3.99 ± 0.17^a	2.4 ± 0.75^b	رشد روزانه (%)
11.28 ± 1.213^b	13.68 ± 0.149^a	13.07 ± 0.89^a	12.83 ± 0.28^a	10.3 ± 0.21^b	افزایش وزن (g)
2.13 ± 0.01	2.116 ± 0.05	2.091 ± 0.22	2.096 ± 0.07	2.25 ± 0.05	ضریب چاقی
96.60 ± 0.85	96.20 ± 0.85	97 ± 1.98	96.60 ± 3.11	95.80 ± 0.85	بازماندگی (%)
16.32 ± 65.35^b	18.45 ± 5.87^a	18.1 ± 8.33^a	18.19 ± 7.82^a	14.69 ± 9.67^b	وزن نهایی (g)
8.15 ± 1.34^b	9.61 ± 1.05^a	9.14 ± 1.66^{ab}	9.24 ± 1.37^{ab}	8.04 ± 1.54^b	درازای نهایی (cm)

*حروف غیر همسان در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

بحث

این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط نوپریان و همکاران (۱۳۸۴) روی ماهی سفید (*Rutilus frisii*) مطابقت دارد. در آن تحقیق با افزایش پروتئین جیره تا ۳۵٪ ضرایب رشد بچه‌ماهیان سفید ۲ گرمی بهبود یافته و با افزایش بیشتر پروتئین به سطح ۴۰٪ ضرایب رشد تغییری نیافت و در بعضی از ضرایب کاهش نسبی نیز مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز با رسیدن پروتئین جیره به ۲۸٪ ضرایب رشد بهبود یافته و با

در این تحقیق بهترین جیره برای کپورهای پرورشی سطح پروتئین ۲۶٪ (جیره C) تعیین شد. اگرچه نتایج آماری اختلاف معنی‌داری را بین جیره C و D نشان ندادند، ولی به علت کمتر بودن هزینه‌های تولید جیره C و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از استفاده از پروتئین بالاتر در جیره، می‌توان جیره C را به عنوان جیره برتر معرفی کرد.

می‌یابد (Barrows et al. 2007). به همین علت، جیره‌های A و B، مقدار ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن، رشد روزانه و در نهایت افزایش وزن کمتری را نسبت به تیمارهای C و D نشان دادند. در خصوص جیره E (پروتئین ۳۰٪)، زیاد بودن پروتئین جیره باعث کاهش رشد نسبت به جیره‌های D و C شد. محققان متعددی به این نتیجه رسیده‌اند که پروتئین جیره برای هر گونه‌ای، در یک سطح متعارف باعث افزایش رشد می‌شود و بیش از آن با تولید مواد سمی، انرژی زیادی از ماهی برای حذف مواد آمینو مازاد مصرف می‌شود که این امر در کاهش رشد ماهیان مؤثر است (Brauge et al. 1995; Steffan et al. 1999; Gunasekera et al. 2000).

بازده پروتئینی نشان‌دهنده میزان تأمین اسیدآمینه‌های مورد نیاز از ذخایر پروتئینی جیره بوده و بیان‌گر تعادل بین انرژی و پروتئین جیره است (Lovell, 1983). در تحقیق حاضر، میزان بازده پروتئینی با افزایش سطح پروتئین جیره تا ۲۸٪ افزایش یافت و سپس با افزایش پروتئین جیره به ۳۰٪، کاهش معنی‌دار نشان داد. این نتایج با تحقیقات به عمل آمده توسط Ozorio و همکاران (۱۹۹۷) Dabrowski روی ماهی کپور علفخوار و همکاران (۲۰۰۶) Li و همکاران (۲۰۱۰) Megalobrama روی سیم بدون پوزه (*amblycephala*) مطابقت داشت. علت این امر ممکن است نسبت بیشتر استفاده از پروتئین جیره به عنوان ماده آلی انرژی‌زا در جیره با پروتئین بالاتر باشد (Ozorio et al. 2006).

جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئینی تأثیر معنی‌داری بر ضریب چاقی ماهیان تیمار نداشتند. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط حق‌پرست و همکاران (۱۳۹۳) روی بچه‌ماهیان هیبرید ماهی سفید و ماهی ماش (*Aspius aspius*)، مغایرت داشت. علت این مغایرت را شاید بتوان در نزدیک بودن سطوح پروتئینی در تیمارهای مختلف این تحقیق دانست. چنین نتایجی را غفله مرمضی (۱۳۹۱) روی ماهی هامور (*Epinephelus coioides*) به دست آورد. بر خلاف نظر غفله مرمضی و همکاران (۱۳۹۶)، افزایش سطوح پروتئینی جیره در این تحقیق تأثیر معنی‌داری روی میزان بازماندگی ماهیان در پایان دوره نداشت. در تحقیق

افزایش بیشتر آن و رسیدن به سطح ۳۰٪ کاهش معنی‌داری در ضرایب رشد مشاهده شد. همچنین، Dabrowski (۱۹۷۷) روی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)، Singh و Bhanot (۱۹۸۸) روی ماهی کاتلا (*Catla catla*)، Reyes و Santiago (۱۹۹۱) روی کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) کاهش ضریب رشد و وزن را با افزایش میزان پروتئین جیره گزارش کرده‌اند. Harper و همکاران (۱۹۷۰) و Verara و همکاران (۱۹۹۶) علت این امر را افزایش سطوح اسیدآمینه آزاد در سرم خون، به علت بالا بودن پروتئین جیره و در نتیجه، افزایش مصرف انرژی برای دفع نیتروژن از کلیه‌ها دانستند. همچنین، سید حسنی و همکاران (۱۳۹۲) نیز کاهش ضرایب رشد را در نتیجه افزایش سطوح پروتئینی ناشی از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده اسیدآمینه‌های ذخیره‌شده در کبد دانستند. میزان بازده غذایی در این تحقیق با افزایش پروتئین جیره از سطح ۲۲٪ به ۲۸٪ کاهش معنی‌دار نشان داد و سپس، با افزایش سطح پروتئین به ۳۰٪ به طور معنی‌دار به میزان بازده غذایی افزوده شد. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط Borba (۲۰۰۳) روی ماهی *Piracanjuba Brycon orbignyanus* متفاوت بود. در تحقیق انجام‌شده توسط Borba (۲۰۰۳) اختلاف معنی‌داری روی بازده غذایی جیره‌های مختلف پروتئینی مشاهده نشد، ولی Ozorio و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیقی که روی ماهی سیم دریایی سفید (*Diplodus sargus*) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح پروتئین جیره میزان بازده غذایی کاهش معنی‌داری خواهد یافت.

تحقیق انجام‌شده توسط Ahmad (۲۰۰۸)، روی گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) نشان داده است که افزایش و کاهش انرژی و پروتئین جیره از سطح متعارف و مورد نیاز بدن، برای هر گونه، باعث کاهش رشد و ضرایب آن می‌شود. این مسأله در تحقیق حاضر نیز با کاهش ضریب رشد ویژه در جیره‌های غذایی A و E که دارای سطوح پایین و بالای پروتئینی جیره‌های تیمار بودند، نیز مشاهده شد. در جیره‌های با پروتئین پایین (A و B) به علت پایین بودن سطح انرژی، مقداری از پروتئین جیره صرف انرژی‌های مورد نیاز بدن می‌شود، لذا مقدار پروتئین لازمه برای رشد کاهش

سیدحسینی، م.، محسنی، م.، پورعلی، ح.، یزدانی ساداتی، م.ع. ۱۳۹۲. تاثیر سطوح پروتئین و نسبت های مختلف کربوهیدرات به چربی بر رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشهن فیل ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*). ۲: ۵۵-۷۰.

غفله مرضی، ج. ۱۳۹۱. بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و انرژی غذایی بر شاخص های رشد ماهی هامور در مرحله انگشت قد. پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۰ ص.

غفله مرضی، ج.، ذبیح نجف آبادی، م.، پقه، ا.، حافظیه، م. ۱۳۹۶. تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر شاخص های رشد، کارایی غذا، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) جوان. علوم و فنون دریایی ۱۶: ۱۵-۱.

مالکی مقدم، م.، جانمحمدی، ح.، تقی زاده، ا.، شیخ زاده، ن. ۱۳۹۴. مطالعه امکان تنظیم جیره غذایی عاری از پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل الای رنگین کمان. پژوهش های علوم دامی ۲۵: ۱۰۶-۹۵.

محسنی، م.، یوسفی، ا.، طاعتی، ر.، علیپور، ع.، حسن پور، س. ۱۳۹۸. اثر اسیدهای آمینه لایزین و متیونین جیره بر شاخص های رشد، خون، آنزیم های کبدی و واکنش های ایمنی فیل ماهی (*Huso huso*). تغذیه آبزیان ۵: ۱۵۶-۱۴۴.

نویریان، ح.، مصطفی زاده، ص.، طلوعی، م. ۱۳۸۴. بررسی تاثیرات سطوح مختلف پروتئین بر روی معیارهای شاخص رشد بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان ۷۶: ۶۸-۶۱.

اشاره شده، با افزایش سطوح پروتئین جیره، ضرایب رشد افزایش یافت، ولی از میزان بازماندگی ماهیان به طور قابل ملاحظه ای کاسته شد.

پژوهش حاضر نشان می دهد که بچه ماهیان کپور معمولی در حوضچه های فایبرگلاس و در شرایط متراکم دارای نیاز پروتئینی ۲۶٪ هستند و به نظر می رسد که افزایش پروتئین جیره از این سطح، هزینه بالاتر و آلودگی های ناشی از تولید مواد سمی در آب را فراهم می کند. با وجود این، تحقیقات تکمیل کننده بعدی می تواند جیره های متناسب با رشد بیشینه بچه کپور معمولی را در شرایط متراکم در حوضچه تعیین کند.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از کلیه همکارانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نموده اند؛ به خصوص همکاران محترم مرکز بازسازی ذخایر ژنتیکی شهید انصاری رشت، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

حق پرست، پ.، فلاحتکار، ب.، خوش خلق، م.ر.، مکنت خواه، ب.، عفت پناه، ا.، نصراله زاده، ا. ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص های رشد و کارایی غذا در ماهی دورگه حاصل از تلاقی ماهی ماش (*Aspius aspius*) ماده و ماهی سفید (*Rutilus frisii*). توسعه آبی پروری ۸: ۳۲-۲۱.

خمر، ر.، قرایی، ا.، غفاری، م.، راهداری، ع. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهی سفیدک سیستان. اقیانوس-شناسی ۶: ۱۱-۱۸.

Ahmad, M.H. 2008. Respons of African catfish (*Clarias gariepinus*) to different dietary protein and lipid levels in practical diets, Journal of the World Aquaculture Society 39: 541-548.

Ali, M.Z., Jauncey, K. 2005. Approaches to optimizing dietary protein to energy ratio for African catfish *Clarias gariepinus*. Aquaculture Nutrition 11: 95-101.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Vol. 1 & 11, 15th edition. Kenneth. H. (ed). Arlington. Virginia, USA, 1298 p.

Barrows, T.F., Gaylord, G.T., Stone, A.J.D., Smith, E.C. 2007. Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology and plasma amino acid

- concentration of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture Research* 38: 1747-1158.
- Beveridge, M.C.M. 1996. *Cage Aquaculture* Fishing News Books, Oxford, 352 p.
- Borba, M.R., Fracalossi, D.M.D., Pezzato, L.E., Menoyo, D., Bautista, J.M. 2003. Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein and lipid concentration. *Aquatic Living Resources* 16: 362-369.
- Boujard, T., Gelineau, A., Coves, D., Corraze, G., Dutto, G., Gasset, E., Kaushik, S.J. 2004. Regulation of feed intake, growth, nutrient and energy utilization in European sea bass fed high fat diets. *Aquaculture* 231: 529-545.
- Brauge, C., Corraze, G., Medal, F. 1995. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, nitrogen excretion and plasma glucose levels rainbow trout rear at 8 or 18°C. *Reproduction, Nutrition, Development* 35: 517-520.
- Bureau, D.P., Hua, K., Cho, C.Y. 2006. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout growing from 150-600 g. *Aquaculture Research* 37: 1090-1098.
- Dabrowski, K. 1977. Protein requirement of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture* 12: 63-73.
- Gunasekera, R.M., De Silva, S.S., Collins, R.A., Gooley, G., Ingram, B.A. 2000. Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Aquaculture Research* 31:181-187.
- Harper, A.E., Benevenga, N.J., Wohleuter, R.M. 1970. Effect of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. *Physiological Reviews* 50: 428-558.
- 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.
- Hung, S.S.O., Lutes, P.B., Storebakken, T., 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub yearling at different feeding rates. *Aquaculture* 80: 147-153.
- Kumar, V., Makkar, P.S., Amselgruber, H.P.S., Klaus, W., Becker, K. 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2063-2072.
- Lee, S.M., Cho, S.H., Kim, K.D. 2000. Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder. *Journal of the World Aquaculture Society* 31: 306-315.
- Li, X., Jiang, Y., Liu, W., Gec, X., 2012. Protein sparing effect of dietary lipid in practical diets snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings: effects on digestive and metabolic responses. *Fish Physiology and Biochemistry* 38: 529-541.
- Lin, Y.H., Shiau, Y.S.H. 2003. Dietary lipid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus* and effects on immune responses. *Aquaculture* 225: 243-250.
- Lovell, R.T. 1988. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Rainbow, New York. 267.
- Lupatsch, I., Kissil, W.M., G., Sklan, D. 2001. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species gilthead seabream, European seabass and white grouper. Energy expenditure for protein and lipid deposition. *Aquaculture* 225: 175-189.
- New, M.B. 1996. Responsible use of aquaculture feeds. *Aquaculture Asia*. 1: 3-15.
- Newsome, S.D., Fogel, M.L., Kelly, L., del Rio, C.M. 2011. Contributions of direct incorporation from diet and microbial

- amino acids to protein synthesis in Nile tilapia. *Functional Ecology* 25: 1051-1062.
- Ozorío, R.O.A., Valente, L.M.P., Pousao-Ferreira, P., Oliva-Teles, A. 2006. Growth performance and body composition of white sea bream (*Diplodus satgus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. *Aquaculture Research* 37: 255-263.
- Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F. 1990. Cross breeding of starlet and Lena river sturgeon. *Aquaculture Hungrica (Szarwas)* 6: 13-18.
- Salhi, M., Bessonart, M., Chediak, G., Bellagamba, M., Carnevia, D. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture* 231: 433-444.
- Santiago, C.B., Reyes, O.S. 1991. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. *Aquaculture* 93: 155-165.
- Sash, B. Mohabarata Ajay, K.P. 2014. Growth response of common carp to different feed ingredients incorporate diets. *Advances Applied Science Research* 5: 169-173.
- Singh, B.N., Bhanto, K.K. 1988. Observation on the protein requirement of *Catla catla* (Ham) fry. In: *Proceeding of First Indian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society. Indian Branch, Mangalore, 77-78.*
- Steffan, W., Rennert, B., Wirth, M., Kruger, R. 1999. Effect of two lipid levels on growth, feed utilization, body composition and some biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Ichthyology* 15: 159-164.
- Tibbetts, S.M., Lall, S.P. Andreson, D.M. 2000. Dietary requirement of juvenile American eel fed practical diets. *Aquaculture* 186: 145-155.
- Tucker, J.R., J.W., Venizelos, A., Benetti, D.D. 2000. Grouper culture. In *Encyclopedia of aquaculture. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 418-421.*
- Tuan L.A., Williams, K.C. 2007. Optimum dietary protein and lipid specification for juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture* 267: 129-138.
- Verara, J.M., Fernandez-Palacios, H., Robaina, L. Jauncey, K. De La Higuera, M., Izquierdo, M. 1996. The effects of varying dietary protein level on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of gilthead sea bream. *Fisheries Science* 62: 620-623.
- Williams, K.C., Ievan, S., Barclay, M. 2004. Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquaculture Nutrition* 10: 125-134.