

تاثیر جایگزینی پودر گوشت به جای آرد ماهی جیره بر تولید محصول و شاخص‌های کبدی و احشائی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حبیب نیک نقش^۱، مسعود هدایتی فرد^{۲*}، عبدالصمد کرامت امیرکلایی^۳

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی قائم شهر، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبریان

^۲ دانشیار گروه شیلات و فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران، ص.پ: ۱۶۳

^۳ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده علوم دامی و شیلات، گروه شیلات

* نویسنده مسئول hedayati.m@qaemiau.ac.ir

چکیده

در این پژوهش امکان جایگزینی پودر گوشت با آرد ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر روی ترکیب شیمیایی لاشه و شاخص‌های کبدی آن مورد مطالعه قرار گرفته است. به همین منظور ۴ جیره غذایی با درصد‌های مختلف پودر گوشت (با مقادیر صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد) در جایگزینی با آرد ماهی تهیه شد. پس از تهیه جیره‌ها تعداد ۲۱۶ عدد بچه ماهی با میانگین وزن 0.23 ± 0.058 گرم در ۴ تیمار و ۳ تکرار به مدت ۶۰ روز مورد پرورش قرار گرفتند. در هر تکرار ۱۸ عدد به طور تصادفی رها سازی گردیدند. نتایج نشان داد که در تجزیه شیمیایی لاشه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری از نظر میزان پروتئین مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما اختلاف معنی داری در چربی، خاکستر و رطوبت بین تیمارها دیده شد ($P < 0.05$). بالاترین میزان چربی لاشه در تیمار ۳ و با 6.9 ± 0.110 درصد به دست آمد ($P < 0.05$). از سوی دیگر، همچنین اختلاف مشخصی بین شاخص‌های کبدی بچه‌ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی مشاهده شد؛ به‌طوری‌که بین شاخص‌های وزن کبد (g)، نسبت وزن کبد به وزن بدن، نسبت وزن امعاء و احشاء به وزن بدن و همچنین در شاخص چربی کبدی اختلافات معنی داری بین تمامی تیمارهای آزمایش مشاهده شد ($P < 0.05$). در این بین بالاترین نسبت وزنی امعاء و احشاء در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ درصد پودر گوشت (با ۱۳/۸۳) بدست آمد. در مجموع تیمار ۲ حاوی ۳۳ درصد پودر گوشت، نسبت کارایی پروتئین و شاخص‌های رشد بهتری را نشان داد. شاخص‌های کبدی تیمار مذکور نیز به داده‌های حاصل از تیمار شاهد (تغذیه شده با آرد ماهی) نزدیکتر بودند.

کلمات کلیدی: آرد ماهی، پودر گوشت، جیره غذایی، شاخص‌های کبدی، قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

از مهمترین چالش‌هایی که توسعه پرورش آبزیان در سال‌های آینده در پیش رو خواهد داشت، تامین غذای مناسب از نظر کمیت، کیفیت و قیمت، برای آبزیان پرورشی است. بنابراین توجه به تولید غذای مناسب و مرغوب بر بازده اقتصادی تولید اثر تعیین کننده دارد.

در پرورش قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، تغذیه ماهیان حداقل نیمی از هزینه‌های تولیدی را شامل می‌شود و منابع پروتئینی جیره ۶۷ درصد هزینه کل خوراک‌دهی را تشکیل می‌دهد (Higgs et al., 1979). به دلیل خوش‌خوراکی و ارزش غذایی بالای آرد ماهی، ۲۵ تا ۶۵ درصد غذای آزاد ماهیان از آرد ماهی تشکیل می‌شود (Murai, 1992). افزایش قیمت خوراک را به محتوی پروتئین جیره نسبت دادند. آرد ماهی در پرورش آزاد ماهیان حدود ۵۱ درصد هزینه تولید را به خوداختصاص می‌دهد (Forster, 1999). این در حالی است که منابع تامین آرد ماهی در جهان افزایش چندان نیافته است (Rumsey, 1994 ; Barlow, 1997). کاهش ذخایر دریایی و کم شدن صید دریایی باعث شده تا تولید جهانی آرد ماهی از رشد خوبی برخوردار نباشد؛ که این امر با توجه به افزایش تقاضا برای آرد ماهی و عدم تعادل بین عرضه و تقاضا موجب افزایش قیمت آرد ماهی شده است (Tacon et al., 2008). این شرایط، جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئینی ارزان قیمت دیگر را ناگزیر ساخته است.

یکی از روش‌های کاهش قیمت تمام شده غذا برای تولید هر کیلوگرم ماهی پرورشی، کاهش میزان منبع تامین پروتئین آن یعنی آرد ماهی و جایگزینی آن با منابع دیگر پروتئینی می‌باشد. استفاده از مواد ارزان‌تر نظیر پودر ضایعات کشتارگاه دام و طیور که از ضایعات کشتارگاهی صنعت دام و طیور تهیه می‌شوند، می‌تواند جایگزین مناسبی برای آرد ماهی باشد. در سال‌های اخیر تحقیقات برای یافتن جایگزینی برای تامین پروتئین به جای آرد ماهی افزایش یافت است.

بطوریکه پیرامون جایگزینی مواد همچون آرد استخوان، پورد گوشت، آرد سویا، گلوتن ذرت، کنجاله سویا در خوراک ماهیان تیلاپیا (Hasan et al., 2012)، گربه ماهی سوتچی (*Pangasius hypophthalmus*) (Abdul Kader et al., 2011)، ماهی پمپانو (*Trachinotus carolinus*) (Davis and Rossi, 2014)، ماهی تای فلس‌آبی (*Lepomis macrochirus*) جوان (Masagounder et al., 2014)، تیلاپیای رود نیل (*Oreochromis niloticus*) (Suloma et al., 2013) بررسی صورت گرفت. همچنین Erturk و Sevgili (2014)، Steffens و Gouveia (1994) و (1992) در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، پودر ضایعات کشتارگاهی دام را تا سطح ۵۰ درصد جایگزین آرد ماهی در خوراک معرفی و گزارش نمودند که استفاده از سطوح بالای پودر ضایعات کشتارگاهی دام اثر معنی داری در ضریب چاقی ایجاد نمی‌کند. از سوی دیگر محققانی همچون Pokorny (1982)، Millamena (2002) و Hussain و

همکاران (۲۰۱۱) نیز به بررسی قابلیت هضم ظاهری غذای حاوی آرد ماهی، پودر خون و پودر گوشت برای ماهیان مختلف پرورشی اقدام نمودند و نسبت‌هایی از جایگزینی بین ۶۷ تا ۸۰ درصد را پیشنهاد کردند.

منابع پروتئین حیوانی عمدتاً محصولات فرعی گردآوری شده حاصل از فرآوری محصولات شامل پودر استخوان و گوشت و نیز پودر ضایعات کشتارگاه طیور، که محتوی ۴۵ تا ۶۵ درصد پروتئین خام و اغلب حاوی منابع خوب اسیدهای آمینه ضروری هستند؛ هرچند کیفیت این پودرها بستگی به کیفیت خام اجزاء و مکانیزم مراحل تولید آن دارد (Higgs *et al.*, ; Dong *et al.*, 1993). قابلیت هضم و جذب یک ماده غذایی نشان‌دهنده توانایی موجود زنده در استفاده از آن ماده در سوخت و ساز بوده و یک شاخص ایده‌آل برای ارزش‌گذاری مواد اولیه غذای در صنعت غذا سازی می‌باشد (Amirkolaie *et al.*, 2005). تعیین قابلیت استفاده و میزان کارایی و هضم و جذب مواد مغذی پودر کشتارگاهی دام می‌تواند اطلاعات پایه‌ای مناسبی در جهت تهیه جیره متناسب برای گونه‌های متفاوت ماهیان پرورشی با استفاده از این محصولات را فراهم آورد (Sargent *et al.*, 1995). بطور کلی ماهیان توانایی بالایی برای هضم آرد ماهی دارند که در حدود ۸۰ درصد برآورد شده است (Amirkolaie, 2005) ولی اطلاعات زیادی در رابطه با توانایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان برای هضم مواد مغذی پودر کشتارگاهی دام و عوامل تاثیر گذار بر میزان هضم پذیری وجود ندارد.

در پژوهش کنونی به تاثیر جایگزینی پودر گوشت با آرد ماهی جیره قزل‌آلای رنگین کمان بر روی ترکیب لاشه و شاخص‌های کبدی آن پرداخته شده است.

مواد و روش کار

در آبان ۱۳۹۳ تعداد ۲۱۶ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (با میانگین وزن 58 ± 0.23 گرم و میانگین طول 18 ± 0.54 سانتیمتر) در کارگاه پرورشی دارای سیستم مدار بسته دانمارکی (واقع در استان مازندران، شهرستان ساری) منتقل و به صورت تصادفی در تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. در این پروژه تعداد ۴ تیمار با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. این تیمارها به ترتیب شامل تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (حاوی ۳۳٪ پودر گوشت)، تیمار ۳ (حاوی ۶۶٪ پودر گوشت) و تیمار ۴ (حاوی ۱۰۰٪ پودر گوشت) بودند. تیمار شاهد فاقد پودر پودر کشتارگاهی دام بود (جدول ۱).

جدول ۱- فرمولاسیون و درصد اجزای تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی ماهی قزل آلا رنگین کمان

تیمار ۴ (۱۰۰٪ پودر گوشت)	تیمار ۳ (۶۶٪ پودر گوشت)	تیمار ۲ (۳۳٪ پودر گوشت)	تیمار ۱ (شاهد)	اجزا
۰	۱۵	۳۰	۴۵	آرد ماهی
۴۵	۳۰	۱۵	۰	پودر کشتارگاهی دام
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	آرد سویا
۱۳	۱۰	۹	۵	گلو تن گندم
۲	۴	۴	۶	آرد گندم
۱	۲	۳/۵	۵	آرد ذرت
۶	۶	۵/۶	۵/۶	روغن ماهی
۹	۹	۸/۴	۸/۴	روغن ذرت
۰/۵	۰/۵	۱/۵	۱/۵	بایندر (ملاس چغندر)
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مواد معدنی
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	ویتامین
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	اکسید کروم

تغذیه با جیره‌های تهیه شده به مدت ۶۰ روز انجام شد. میزان غذا دهی در طول دوره ۲ درصد بیومس ماهیان هر تکرار در نظر گرفته شد (Ingle de la Mora *et al.*, 2006). پس از انجام مراحل بیهوشی توسط تریکائین متانوسولفات با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، بررسی اثرات احتمالی جیره های مصرفی بر روی پارامترهای رشد (وزن و طول نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن، رشد روزانه DGR، تبدیل غذایی FCR، ضریب ویژه رشد SGR، شاخص وضعیت CF، نسبت کارایی پروتئین PER، ارزش تولیدات پروتئینی، درصد بازماندگی) و شاخص‌های گوارشی و کبدی (شامل وزن کبد (گرم)، شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشائی (VSI) و درصد چربی کبد) هر ۱۵ روز یکبار اقدام به ارزیابی و محاسبه گردید:

۱- افزایش وزن مطلق (WG) (Biswas, 1993):

وزن ابتدایی بدن (گرم) - وزن نهایی بدن (گرم) = WG

۲- درصد افزایش وزن بدن (%BWI) (Biswas, 1993):

$$\%BWI = (Bwf - Bwi) / Bwi \times 100$$

که در آن: Bwi = متوسط وزن اولیه هر حوضچه، Bwf = متوسط وزن نهایی در هر آکواریوم است.

۳- رشد روزانه (گرم/روز) (DGR) (Biswas, 1993):

$$G.R = (Bwf - Bwi) / n$$

که در آن: Bwi = متوسط وزن اولیه در هر حوضچه، Bwf = متوسط وزن نهایی در هر حوضچه. n = تعداد روزهای پرورش است.

۴- ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Biswas, 1993):

$$FCR = F / (Wt - Wo)$$

که در آن: F = مقدار غذای مصرف شده. Wo = میانگین بیوماس اولیه (گرم)، Wt = میانگین بیوماس نهایی (گرم) است.

۵- ضریب ویژه رشد (SGR) (هدایتی فرد و رضانی، ۱۳۸۶):

$$S.G.R = (Lnwt - Lnwo) / t \times 100$$

که در آن: Wo = میانگین بیوماس اولیه (گرم)، Wt = میانگین بیوماس نهایی (گرم). t = تعداد روزهای پرورش است.

۶- ضریب چاقی یا فولتون (CF):

$$CF = (Bw / TL^3) \times 100$$

که در آن: Bw = میانگین وزن نهایی بدن (گرم)؛ TL = میانگین طول کل نهایی (سانتی‌متر) است.

۷- نسبت کارایی پروتئین (PER): این نسبت گرم اضافه وزن بر گرم پروتئین مصرفی بیان شده، افزایش وزن ماهی را برحسب

پروتئین مصرف شده نشان می‌دهد. پروتئین مصرفی نیز با ضرب درصد پروتئین خوراک در میزان خوراک مصرفی حاصل می‌شود

(Helland et al., 1996):

$$PER (g/g) = \text{پروتئین مصرفی} / \text{افزایش وزن}$$

پروتئین مصرفی = درصد پروتئین موجود در خوراک × مقدار خوراک خورده شد

۸- ارزش تولیدات پروتئینی (PPV): توسط آنالیز بافت ماهی قبل و بعد از تغذیه با خوراک حاوی پروتئین معین به دست آمد و

عموماً به عنوان درصدی از پروتئین حفظ شده از خوراک مصرف شده بیان می‌شود (هدایتی فرد و رضانی، ۱۳۸۶):

$$PPV = \frac{[(\%CP \text{ in fish}_2/100) \times W_2] - [(\%CP \text{ in fish}_1/100) \times W_1]}{\text{Gram feed} \times (\%CP \text{ in feed}/100)} \times 100$$

که در آن CP میزان پروتئین خام، fish₁, fish₂ ماهیان قبل و بعد از خوراک‌دهی و W₁, W₂ وزن ماهیان قبل و بعد از خوراک‌دهی هستند.

۹- درصد بازماندگی (S) (Biswas, 1993):

$$100 \times \frac{\text{تعداد لاروهای موجود در پایان آزمایش}}{\text{تعداد لاروهای موجود در شروع آزمایش}} = \text{درصد بازماندگی}$$

۱۰- شاخص کبدی (HSI): نسبت کبد به وزن بدن (هدایتی فرد و رضانی، ۱۳۸۶)

۱۱- شاخص احشائی (VSI): نسبت امعاء احشاء به وزن بدن (هدایتی فرد و رضانی، ۱۳۸۶)

تجزیه و تحلیل آماری

جهت انجام محاسبات آماری از طرح کاملاً تصادفی (CRD) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های با نرم افزار SPSS 17 انجام گردید. با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA ONE WAY) استفاده شده است. همچنین از آزمون تکمیلی دانکن (Duncan) در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<0.05) برای تعیین اختلاف‌ها بین گروه‌های آزمایشی استفاده گردید. جداول و نمودارها نیز به وسیله نرم افزار Excel 2007 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

در جدول‌های ۲ و ۳ به ترتیب مقایسه تجزیه شیمیایی لاشه و پارامترهای رشد ماهی قزل آلا تغذیه شده با جیره های مختلف حاوی پودر گوشت نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی لاشه اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر میزان پروتئین لاشه نشان نداد (P<0.05). بیشترین میزان پروتئین لاشه مربوط به تیمار ۶۶ درصد پودر گوشت بود. نتایج اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۱۰۰ درصد پودر گوشت با سایر تیمارها از نظر میزان چربی نشان داد (P<0.05). با توجه به نتایج بیشترین میزان چربی لاشه در تیمار ۱۰۰ درصد پودر گوشت و کمترین میزان آن در تیمار ۶۶ درصد مشاهده شد (جدول ۲). رطوبت لاشه تیمار شاهد و تیمار ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>0.05). هم چنین تیمارهای ۳۳ درصد و ۶۶ درصد نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر از خود نشان ندادند (P>0.05). مطابق با نتایج به دست آمده بیشترین میزان رطوبت لاشه در تیمار ۶۶ درصد پودر گوشت و کمترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ درصد پودر گوشت مشاهده شد. بین تیمارهای مختلف از نظر میزان خاکستر نیز اختلاف مشاهده

شد ($P < 0.05$). مطابق با نتایج به دست آمده بیشترین میزان خاکستر در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار ۱۰۰ درصد پودر گوشت مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه تجزیه شیمیایی لاشه ماهی قزل آلا تغذیه شده با جیره های مختلف حاوی پودر گوشت

ترکیبات لاشه	پیش تیمار (پیش از غذادهی)	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۳۳٪ پودر گوشت)	تیمار ۳ (۶۶٪ پودر گوشت)	تیمار ۴ (۱۰۰٪ پودر گوشت)
پروتئین	۱۶/۷۸	۱۷/۵۸±۰/۰۷ ^a	۱۷/۵۷±۰/۰۸ ^a	۱۷/۶۶±۰/۰۷ ^a	۱۷/۴۷±۰/۰۸ ^a
چربی	۷/۳	۵/۱۵±۰/۰۳ ^b	۴/۶۹±۰/۰۴ ^b	۴/۰۴±۰/۰۲ ^b	۶/۹±۰/۰۱ ^a
رطوبت	۷۵/۹۴	۷۴/۰۶±۰/۰۴ ^b	۷۵/۵۵±۰/۰۳ ^a	۷۵/۸۶±۰/۰۳ ^a	۷۳/۸۵±۰/۰۱ ^b
خاکستر	۳/۲۲	۳/۲±۰/۰۸ ^a	۲/۱±۰/۰۱ ^c	۲/۴±۰/۰۵ ^b	۱/۶±۰/۰۷ ^d

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ردیف است ($P < 0.05$).

با توجه به نتایج بدست آمده از نظر آماری اختلاف معنی داری بین تیمار شاهد و تیمارهای مختلف حاوی پودر گوشت از نظر وزن نهایی، طول نهایی، درصد افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد، شاخص وضعیت، افزایش وزن، نسبت کارایی پروتئین، ارزش تولیدات پروتئین و باز ماندگی مشاهده شد ($P < 0.05$) (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه پارامترهای رشد ماهی قزل آلا تغذیه شده با جیره های مختلف حاوی پودر گوشت

شاخص رشد	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۳۳٪ پودر گوشت)	تیمار ۳ (۶۶٪ پودر گوشت)	تیمار ۴ (۱۰۰٪ پودر گوشت)
وزن نهایی (گرم)	۱۲۰/۷±۰/۰۷ ^b	۱۲۲/۷۰±۰/۰۱ ^a	۱۰۸/۴۶±۰/۰۱ ^c	۸۵/۶۲±۰/۰۱ ^d
طول نهایی (cm)	۲۴/۷±۰/۰۱ ^a	۲۳/۰۶±۰/۰۲ ^b	۲۱/۸۳±۰/۰۱ ^c	۱۹/۳۳±۰/۰۳ ^d
درصد افزایش وزن	۱۴۳/۲۹±۰/۰۱ ^a	۱۴۳/۴۴±۰/۰۷ ^a	۱۱۵/۷۵±۰/۰۹ ^b	۹۳/۸۱±۰/۰۳ ^c
رشد روزانه (گرم)	۱/۳۲±۰/۰۰ ^a	۱/۱۷±۰/۰۰ ^b	۰/۹۱±۰/۰۰ ^c	۰/۵۷±۰/۰۰ ^d
ضریب تبدیل غذایی FCR	۱/۴۲±۰/۰۰ ^c	۱/۳±۰/۰۰ ^d	۱/۶۹±۰/۰۰ ^b	۲/۴۷±۰/۰۰ ^a

۰/۳۳±۰/۰۰ ^d	۰/۵۳±۰/۰۰ ^c	۰/۶۲±۰/۰۰ ^b	۰/۷۳±۰/۰۰ ^a	ضریب ویژه رشد (% در روز)
۱/۱۳±۰/۰۰ ^a	۱/۰۳±۰/۰۰ ^b	۰/۹۳±۰/۰۰ ^c	۰/۸۲±۰/۰۰ ^d	شاخص وضعیت CF
۳۵/۵۱±۰/۱ ^d	۶۰/۸۳±۰/۱ ^c	۷۰/۷۶±۰/۱ ^b	۷۶/۱۶±۰/۱ ^a	افزایش وزن (گرم)
۱/۰۶±۰/۰۰ ^d	۱/۴۵±۰/۰۰ ^c	۱/۸۵±۰/۰۰ ^a	۱/۶۷±۰/۰۰ ^b	نسبت کارایی پروتئین
۱۸/۲۷±۰/۰۰ ^d	۲۸/۳۲±۰/۰۰ ^c	۳۲/۴۳±۰/۰۰ ^b	۳۴/۴۵±۰/۰۰ ^a	ارزش تولیدات پروتئینی
۹۹/۶۶±۰/۱ ^b	۹۸/۷۷±۰/۰۰ ^c	۱۰۰ ^a	۹۶/۳±۰/۰۱ ^d	درصد بازماندگی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ردیف است ($P < 0.05$).

نتایج نشان داد بین شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلا در اثر مصرف جیره‌های متفاوت، اختلاف وجود دارد ($P < 0.05$). این تفاوت در پارامترهای طول نهایی، وزن نهایی، درصد افزایش وزن، افزایش وزن روزانه، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده شده است. افزودن پودر گوشت به جیره ماهیان موجب افزایش شاخص‌های رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید.

همچنین نسبت کارایی پروتئین و ارزش تولیدات پروتئین در گروه‌های آزمایشی مختلف تحت تاثیر قرار گرفت ($P < 0.05$) و با افزایش میزان حضور پودر گوشت در جیره از میزان این دو فاکتور کاسته شده است. علاوه بر این با افزایش مقدار پودر گوشت، میزان ارزش تولیدات پروتئین کاهش نسبی از خود نشان داده است که می‌توان به کاهش مقدار پروتئین جیره در نتیجه کمبود آرد ماهی به عنوان منبع اصلی تامین کننده پروتئین جیره نسبت داد (Hasan et al., 2012).

با توجه به نتایج پارامترهای مرتبط با رشد، می‌توان نتیجه گیری نمود که با افزایش میزان پودر گوشت در جیره قزل‌آلای رنگین کمان، کاهش محسوسی در میزان نسبت کارایی پروتئین و ارزش تولیدات پروتئین رخ می‌دهد؛ این تغییر هم‌زمان با کاهش میزان حضور آرد ماهی از تیمار شاهد (صرفاً با آرد ماهی) تا تیمار ۴ (بدون حضور آرد ماهی) بود. علت این روند کاهش نمی‌تواند صرفاً به دلیل تغییر میزان پروتئین جیره‌ها باشد چرا که علیرغم روند عددی کاهش پروتئین در تیمارها (از شاهد به سمت تیمار ۴)، لیکن این تفاوت معنی‌دار نبوده است (جدول ۱)؛ لذا نقش عملکردی و مکانیز هضم آرد ماهی در تغذیه آبزیان می‌تواند عامل این تفاوت شاخص‌های پروتئینه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی پودر گوشت باشد.

همچنین شاخص وضعیت (یا ضریب چاقی CF) و درصد بازماندگی نیز در تیمارهای مختلف تفاوت نشان داد ($P < 0.05$) بطوریکه با افزایش میزان پودر گوشت در جیره، بهبود کیفی و افزایش در شاخص CF مشاهده شد، لیکن علیرغم تغییرات معنی‌دار، اختلاف چشمگیری در پارامتر بازماندگی و بقاء ماهیان مشاهده نشد.

نتایج حاصل از تحقیق کنونی با اظهارات Hasan و همکاران (۲۰۱۲) همسو بود سطح جایگزینی ۳۳ درصد یا یک‌سوم پودر گوشت به جای آرد ماهی را مناسب دانسته بودند. درحالیکه Abdul Kader و همکاران (۲۰۱۱) و Suloma و همکاران (۲۰۱۳) مقادیر بالاتر یعنی به ترتیب ۶۷ و ۷۸ درصدی را برای جایگزینی پودر گوشت پیشنهاد نموده بودند که می‌تواند به اختلاف شرایط پرورش و گونه ماهی مرتبط باشد. درحالیکه Masagounder و همکاران (۲۰۱۴) در میزان شاخص‌های رشد اختلافی مشاهده نکردند. درحالیکه Pokorny (۱۹۸۲) نشان داد که ۴۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی دام و ۱۰ درصد چربی دام می‌تواند جایگزین مناسب آرد ماهی در خوراک قزل‌آلا گردد. اما Emre و همکاران (۲۰۰۳) هیچگونه اختلافی در جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاه طیور با آرد ماهی در جیره بچه ماهی انگشت قد کپور (*Cyprinus carpio*) مشاهده نکردند. که تفاوت عملکرد در ماهی همه-چیزخوار کپور با ماهی گوشت‌خوار قزل‌آلای رنگین کمان را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، افزودن مکمل می‌تواند موجب بهبود عملکرد هضم و پذیرش جایگزین‌های آرد ماهی گردد (Rossi and Davis, 2014). در پژوهش کنونی جایگزینی ۱۰۰ درصدی پودر گوشت به جای آرد ماهی موجب کاهش شاخص‌های رشد و گوارشی قزل‌آلا شده بود که پیش از این نیز توسط Rossi و Davis (۲۰۱۴) ماهی پمپانو تایید شده بود.

از طرفی بکار بردن پودر گوشت در جیره موجب کاهش قیمت خوراک و کاهش هزینه تولید خواهد شد؛ Masagounder و همکاران (۲۰۱۴) در جایگزینی آرد ماهی با پودر گوشت و استخوان، کنجاله سویا و گلوتن ذرت در رژیم غذایی ماهی تای فلس آبی نشان دادند که جیره متشکل از کنجاله سویا و پودر گوشت و استخوان مقرون به صرفه‌ترین جیره می‌باشد.

نتایج تایید کننده نظرات Suloma و همکاران (۲۰۱۳)، Sevgili و Erturk (۲۰۰۴)، Steffens (۱۹۹۴)، Gouveia (۱۹۹۲) بود. همچنین مطابق جدول ۴ مقایسه پارامترهای کبدی و دستگاه گوارش ماهی قزل‌آلا تغذیه شده با جیره‌های مختلف حاوی پودر گوشت نشان داد که وزن کبد، نسبت کبد به وزن بدن، نسبت امعاء و احشا به وزن بدن و درصد چربی کبد، دارای اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف آزمایشی بود ($P < 0.05$).

جدول ۴- مقایسه پارامترهای کبدی و دستگاه گوارش ماهی قزل آلا تغذیه شده با جیره‌های مختلف حاوی پودر گوشت

شاخص کبدی و احشائی	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۳۳٪ پودر گوشت)	تیمار ۳ (۶۶٪ پودر گوشت)	تیمار ۴ (۱۰۰٪ پودر گوشت)
وزن کبد (g)	۱۴۳/۲۹±۰/۰۱ ^b	۱۴۳/۴۴±۰/۰۷ ^a	۱۱۵/۷۵±۰/۰۹ ^c	۹۳/۸۱±۰/۰۳ ^d
شاخص کبدی (HSI)	۱/۲۵±۰/۰۰ ^c	۱/۱۴±۰/۰۰ ^d	۱/۳۳±۰/۰۰ ^b	۱/۵۶±۰/۰۰ ^a
شاخص احشائی (VSI)	۱۰/۷۶±۰/۰۱ ^c	۸/۵±۰/۰۸ ^d	۱۲/۴±۰/۰۴ ^b	۱۳/۸۳±۰/۰۱ ^a
چربی کبد (/.)	۱۰/۴۶±۰/۰۳ ^d	۱۴/۷۰±۰/۰۴ ^c	۱۷/۶۰±۰/۰۲ ^b	۲۱/۲۰±۰/۰۱ ^a

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ردیف است ($P < 0.05$).

در پژوهش حاضر در بین تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر وزن کبد، چربی کبد، نسبت وزن کبد به وزن بدن و نسبت بین وزن امعا و احشا به وزن بدن اختلاف مشاهده شد ($P < 0.05$). بطوریکه وزن کبد بچه‌ماهیان تیمار ۲ (با ۳۳ درصد پودر گوشت) با ۱۴۳/۲۹ گرم، نسبت به سایر تیمارها، حتی تیمار شاهد که صرفاً با آرد ماهی به عنوان منبع پروتئین تغذیه شدند، بالاتر بود. علیرغم معنی دار بودن ($P < 0.05$)، اختلاف عددی زیادی بین تیمار ۲ و تیمار شاهد دیده نشد و بعد از جایگزینی تا ۳۳ درصد از آرد ماهی جیره با پودر گوشت، همزمان با افزایش این ماده غذایی، وزن کبد کاهش یافته است.

شاخص کبدی HSI تیمار ۲ نیز با ۱/۱۴ کمترین میزان را در بین سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$) لیکن کمترین تفاوت را نیز همانند شاخص وزن کبد با تیمار شاهد نشان داد. شاخص احشائی VSI نیز روندی همانند HSI نشان داد و در تیمار ۲ (با ۳۳ درصد پودر گوشت جایگزین شده) کمترین میزان را با سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$) به طوریکه در این تیمار VSI با ۸/۵۰±۰/۰۸ نزدیک‌ترین شاخص را با تیمار شاهد (با ۱۰/۴۶±۰/۰۳) نشان داد، درحالیکه در تیمارهای ۳ و ۴ (با ۶۶ و ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر گوشت) به ترتیب با ۱۲/۴±۰/۰۴ و ۲۱/۲۰±۰/۰۱ بیشترین تفاوت را نشان داد.

در مطالعه مشابه Shapawi و همکاران (۲۰۰۷) کاربرد پودر گوشت اثری بر شاخص HSI و VSI دیده نشده بود که موید نتایج پژوهش کنونی نیز می‌باشد. سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاه طیور در جیره غذایی قزل‌آلا و سیم دریایی سرخ (Red seabream) بر شاخص HSI اثر داشت (Takagi *et al.*, 2000; Steffens, 1994). در همین حال جان‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) اعلام کردند شاخص کبدی در سطح ۲۰ درصد جایگزینی با دیگر تیمارها اختلاف دارد و همچنین شاخص احشائی VSI در بین جیره‌های تنظیم شده (به استثناء جایگزینی ۶۰ درصد با ضایعات کشتارگاه طیور و حتی با جیره غذایی تجاری) تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

افزایش در میزان چربی کبد در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر گوشت (تیمار ۴) منطبق بر افزایش چربی لاشه در این تیمار نیز می‌باشد، که می‌توان به بالا رفتن میزان چربی در جیره نسبت داد.

یافته ترویجی

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش چنین نتیجه گرفته می‌شود که افزودن پودر گوشت به جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان تا سطح ۳۳ درصد می‌تواند منجر به بهبود فاکتورهای رشد، بازماندگی و همچنین شاخص‌های کبدی (HSI) و احشائی (VSI) گردد و پودر گوشت می‌تواند جایگزین مناسبی برای آرد ماهی در مناطق دور از ساحل و یا در شرایط دشوار بودن دسترسی با آن باشد.

منابع

جان‌محمدی، ح.، تقی‌زاده، ا.، و مالکی مقدم، م.، ۱۳۸۸. تاثیر جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر رشد و صفات لاشه در تغذیه ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان، مجله پژوهش‌های علوم دامی، ۱(۲): ۱۲۶-۱۳۶.

هدایتی‌فرد، م. و رمضانی، ح.، ۱۳۸۶. ماهی‌شناسی کاربردی، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول، قائم‌شهر، ۲۲۶ص.

Abdul Kader, M., Bulbul, M., Yokoyama, S., Ishikawa, M. and Koshio, S., 2011. Evaluation of Meat and Bone Meal as Replacement for Protein Concentrate in the Practical Diet for Sutchi Catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage 1878), Reared under Pond Condition. Journal of world Aquaculture Society, 42(3): 287-296.

Amirkolaie, A. K., 2005. Dietary carbohydrate and faecal waste in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) (PhD dissertation), Wageningen University, The Netherlands, 149p.

Amirkolaie, A.K., El-Shafai, S.A., Eding, E.H., Schrama, J.W. and Verreth, J. A. J., 2005. Comparison of faecal collection method with high and low quality diets regarding digestibility and faeces characteristics measurements in Nile tilapia, Aquaculture, Res. 36, 578-585.

Barlow, S., 1997. Fish meal-supply limits demand. Animal Feed Technology (Feed Tech), 1(1): 34-35.

- Biswas, S.P., 1993. Manual of Methods in Fish Biology, New Delhi: South Asian Publishers, 157p.
- Dong, F. M., Hardy, R. W., Haard, N. F., Barrow, F. T., Rasco, B. A., Fairgrieve, W. T., and Foster, I. P., 1993. Chemical composition and protein digestibility of poultry By-products meals for salmonid diets, *Aquaculture*, 116: 149-158.
- Emre, Y., Sevgili, H. and Diler, I., 2003. Replacing Fish Meal with Poultry By-Product Meal in Practical Diets for Mirror Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerlings, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 81-85.
- Forster, I., 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals, *Aquaculture Nutrition*, 5: 143-145.
- Gouveia, A. J. R., 1992. The use of poultry by-product and hydrolysed feather meal as a feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Publicacoes Do Instituto De Zoologia, N. 227. Portugal.
- Hasan, M. T., Khalil, S. M. I., Kashem., M. A., Hashem, S., and Mazumder, S. K., 2012. Substitution of fish meal by meat and bone meal for the preparation of Tilapia fry feed, *International Journal of Animal and Fisheries Sciences*, 5(5): 464-469.
- Helland, S.J., Gridsale, B., and Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks, *Aquaculture*, 139: 157-163.
- Higgs, D. A., 1995. Chapter II. use of rapeseed /canola protein products in fin fish Diets. In :D. sesa and C.lim (eds). AOAC mono graph entitled Nutrition and utilization technology in Aquaculture.
- Higgs, D. A., Markert, J. R., Macquarie, D. W., McBride, J. R., Dosamjh, B. S., Nichols, C. and Hoskins, J., 1979. In: Halver, J.E., Tiews, E. (Eds.), Development of practical dry diets for Coho Salmon using poultry by-product meal, feather meal, soybean meal, and rapeseed as major protein sources, *Finfish Nutrition and Fish feed Technology*, 2: 193–207.
- Hussain, S. M., Afzal, M., Salim, M., Javid, M., Khichi, T. A. A., Hussain, M., and Raza, S. A., 2011. Apparent digestibility of fish meal, blood meal and meat meal for Labeo Rohita fingerling, *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(4): 807-811.
- Ingle de la Mora, G., Arredondo-Figueroa, J. L. Ponce- Palafox, J. T. delos Angeles Barriga-Sosa, I., and Vernon-Carter, J. E., 2006. Comparison of red chilli (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet pigmentation, *Aquaculture*, 258: 487-495.
- Masagounder, K., Hayward, R. S., and Firman, J. D., 2014. Replacing fish meal with increasing levels of meat and bone meal, soybean meal and corn gluten meal, in diets of juvenile bluegill, *Lepomis macrochirus*. *Aquaculture Research*, 45: 1202–1211.
- Millamena, O. M., 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*, *Aquaculture*, 204: 75-84

- Murai, T., 1992. Protein nutrition of rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 191-207.
- Pokorny, J., 1982. Dried poultry wastes as fish meal replace in rainbow Trout Feed mixtures, *Bull , Vysk, Ustvu, Ryb, Hydrobiol* 18: 12-27. In: Sevgili H and Erturk MM, 2004. Effects of replacement of fish meal with poultry by product meal on growth performance in practical diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Akdeniz University Ziraat Fakultesi Dergisi.
- Rossi, W. J., and Davis, D. A., 2014. Meat and Bone Meal as an Alternative for Fish Meal in Soybean Meal-Based Diets for Florida Pompano, *Trachinotus carolinus* L. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45 (6): 613-624.
- Rumsey, G., 1994. What is the future of fish meal use? *Feed International*, 15: 10-16.19.
- Sargent J., Henderson R.J., and Tocher D.R., 1989. *Fish Nutrition*, 2nd edition, Academic Press, London, pp: 153–218.
- Sevgili, H., and Erturk, M. M., 2004. Effects of replacement of fish meal with poultry by product meal on growth performance in practical diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Akdeniz University Ziraat Fakultesi Dergisi. 17(2): 161-167.
- Shapawi, R., Wing-Keong, N., G., and Saleem, M., 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*, *Aquaculture*, 273: 118–126.
- Steffens, W., 1994 . Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 124: 27-34.
- Suloma, A., Mabroke, R. A., and EL-Haroun, E. R., 2013. Meat and bone meal as a potential source of phosphorus in plant-protein-based diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International*, 21(2): 375-385.
- Tacon, A. G. J., and Metian, M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded Aquafeeds: Trends and future prospects, *Aquaculture*, 285: 146–15.
- Tacon, A. G. J. and Jackson, A. J., 1985. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell (Eds.), *Nutrition and Feeding in Fish*, Academic Press, 119-145.
- Takagi, S. T., Hosokawa, H., Shimeno, S., and Ukawa, M., 2000. Utilization of poultry by-product meal in a diet for red sea bream *Pagrus major*, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 66: 428–438.