14(1) 415-422, Spring 2022

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

Original Research Paper

Effects of replacing fish meal with poultry slaughter waste powder on growth performance, blood factors and carcass of *Barbus grypus* (Heckle, 1843) fingerlings

Masoumeh Jahangiri [1], Alireza Salarzadeh[*1], Delaram Nokhbe Zare [1], Mojdeh Chelemal Dezful Nejad [2], Mehrzad Mesbah [3]

[1]*Department of Fisheries, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran*
[2]*Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*
[3]*Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran*

Key Words

Barbus grypus
Poultry slaughter waste powder
Growth performance
Blood factors
Carcass composition

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to evaluate different levels of substitution of poultry slaughter waste powder for fish meal in fingerlings shirbut diets.

Materials & Methods: Four isonitrogenous and isocaloric diets (30.22 ± 0.02% CP and 19.75 ± 0.015 MJ kg^{-1} diet) were formulated. Treatments included control (no poultry slaughter waste powder) and diets 1, 2 and 3 with 50, 75 and 100% replacement of poultry slaughter waste powder, respectively, with fish meal. Each treatment consisted of three replicates with 50 shirbut (1.5 ± 0.05 g) in 400-liter fiberglass tanks and 3% biomass fed 2 times (8 am and 16) ad libitum.

Results: The results showed that there was no significant difference in growth performance between different diets ($p>0.05$). There was no significant difference between treatments in apparent digestibility coefficient, blood biochemical composition and carcass composition ($p>0.05$).

Conclusion: It can be concluded that replacement of fish meal with poultry slaughter waste powder in the diets of fingerlings shirbut can be done without any negative effect.

* Corresponding Author's email: reza1375bandar@yahoo.com
Received: 21 November 2020; Reviewed: 24 December 2020; Revised: 23 February 2021; Accepted: 31 March 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.273397.2465

مقاله پژوهشی

اثرات جایگزینی پودر ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بر عملکرد رشد، فاکتورهای خون و ترکیب لاشه ماهی انگشت‌قد شیربت (*Barbus grypus*)(Heckle, 1843)

معصومه جهانگیری[۱]، علیرضا سالارزاده[۱*]، دل‌آرام نخبه‌زارع[۱]، مژده چله‌مال‌دزفولی‌نژاد[۲]، مهرزاد مصباح[۳]

[۱] گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

[۲] گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

[۳] گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

کلمات کلیدی

شیربت
پودر ضایعات کشتارگاهی طیور
عملکرد رشد
فاکتورهای خون
ترکیب لاشه

چکیده

مقدمه: هدف از انجام این مطالعه بررسی سطوح مختلف جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌جای پودر ماهی در جیره ماهی انگشت‌قد شیربت بوده است.

مواد و روش‌ها: چهار جیره غذایی با کالری و نیتروژن یکسان (۰/۰۲±۳۰/۲۲ درصد پروتئین خام و ۰/۰۱۵±۱۹/۷۵ مگاژول بر کیلوگرم غذا) تهیه گردید. تیمارها شامل شاهد (بدون پودر ضایعات کشتارگاهی طیور) و جیره‌های ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌جای پودر ماهی در نظر گرفته شدند. هر تیمار دارای ۳ تکرار و در هر تکرار ۵۰ قطعه بچه‌ماهی شیربت (۰/۰۵±۱/۵ گرم) در تانک‌های فایبرگلاس ٤۰۰ لیتری ذخیره شدند. ماهیان به‌میزان ۳ درصد توده زنده ۲ نوبت در روز (۸ صبح و۱٦) تا حد سیری تغذیه شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که از نظر عملکرد رشد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین جیره‌های مختلف وجود نداشت ($p>0/05$). قابلیت هضم ظاهری، ترکیبات بیوشیمیایی خون و ترکیبات لاشه نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت ($p>0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه گرفت جایگزینی پودرماهی با پودرضایعات کشتارگاهی طیور درجیره‌های غذایی ماهیان انگشت‌قد شیربت بدون تاثیر منفی می‌تواند صورت پذیرد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: reza1375bandar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ٤ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۵ اسفند ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش۱۱ فروردین ۱٤۰۰

(DOI): 10.22034/AEJ.2021.273397.2465

مقدمه

ماهی شیربت (*Barbus grypus*) یکی از گونه‌های خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) بوده که در حوزه رودخانه فرات و خلیج فارس انتشار دارد (۱)؛ اما آن‌چه مسلم است در منابع آبی غرب و جنوب‌غرب کشور به‌ویژه آب‌های خوزستان پراکنش گسترده‌ایی دارد (۲). ماهی شیربت از ماهیان بومی خوزستان و دارای ارزش اقتصادی بالاست و چند سالی است تکثیر مصنوعی آن با موفقیت به انجام رسیده و وارد چرخه تولید در سیستم پرورش چندگونه‌ایی در استخر شده است. به‌واسطه اهمیت گونه مزبور در استان خوزستان مطالعات متعددی در زمینه‌های مختلف بر روی این گونه انجام شده است که می‌توان به مطالعه سطوح مختلف اسید اسکوربیک بر برخی پارامترهای رشد ماهی شیربت که توسط Chelemal Dezfoulnejad و همکاران (۳) و نیز مطالعه اثر جنسیت بر مقادیر چربی در خون، کبد و عضله ماهی شیربت پرورشی توسط Sharifi و همکاران (۴) اشاره نمود. این ماهی نسبت به تغییرات شرایط محیطی مقاومت نشان داده و دامنه وسیعی از تغییرات دما و شوری زیست می‌کند (۵). مطالعات زیست‌شناسی این گونه در رودخانه کرخه توسط Ghofleh Marammazi صورت گرفت (۶)، مطالعه نشان داد گونه مزبور همه‌چیز خوار بوده و طیف وسیعی از مواد غذایی را استفاده می‌کند. لذا جهت پرورش اقتصادی آن شناخت سطوح مناسب اجزای غذایی در جیره و نهایتاً تعیین جیره مناسب آن ضروری است. یک جیره متعادل که حاوی تمام مواد مغذی ضروری به نسبت‌های مناسب باشد نه تنها باعث افزایش تولید خواهد گردید، بلکه زمینه را برای بهبود ماهی پس از بروز بیماری‌ها نیز فراهم خواهد آورد؛ هم‌چنین کمک خواهد نمود تا حیوان به اثرات ناشی از استرس‌ها محیطی فائق آید، لذا به‌همین دلیل استفاده از جیره‌های متعادل و کنترل شده در پرورش آبزیان از اهمیت ویژه‌ایی برخوردار است. پروتئین بخش مهم و گران‌قیمت جیره بوده لذا تعیین نوع منبع پروتئین مورد استفاده در جیره نه تنها از دیدگاه زیست‌شناسی بلکه از دیدگاه اقتصادی در صنعت آبزی‌پروری از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به‌طور سنتی، پودر ماهی بخش اصلی منابع پروتئینی در جیره‌های غذایی را به‌دلیل کیفیت مناسب پروتئین آن فراهم می‌آورد. اخیراً به‌واسطه تقاضای بیش از اندازه جهان جهت پودر ماهی و نیز افزایش قیمت این محصول در سطح جهانی، محققان را تشویق به بررسی استفاده از منابع پروتئینی جایگزین با کیفیت بالا و هزینه پایین به‌جای پودر ماهی در بسیاری از گونه‌های آبزیان نموده است. محدودیت‌های مربوط به عرضه‌ی پودر ماهی در جهان انگیزه بالایی را در این زمینه ایجاد کرده است (۷). بنابراین، مطالعات متعددی به‌منظور بررسی اثرات استفاده از دیگر منابع پروتئینی مانند محصولات جانبی حیوانی یا پروتئین‌های گیاهی به‌جای پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان انجام شده است (۸، ۹، ۱۰). محصولات جانبی حیوانی مانند پودر گوشت، پودر استخوان و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور دارای پتانسیل قابل توجهی جهت استفاده به‌عنوان ترکیبات غذایی در سیستم تولید ماهی (۱۱) بوده و این محصولات به‌لحاظ هزینه ارزان‌تر از پودر ماهی هستند (۱۲) محصولات جانبی حیوانی ذکر شده منابع خوبی از آمینواسیدها با محتوای بالای پروتئین، ماده خشک قابل هضم و انرژی مشابهی با پودر ماهی می‌باشند (۱۳). بنابراین، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور یک منبع جایگزین احتمالی برای پودر ماهی است (۱۴، ۱۵، ۱۶). مطالعات بسیاری نیز نشان می‌دهد که ترکیبات پروتئین حیوانی می‌تواند برای تهیه غذای ماهی مفید باشد و این ترکیبات بسیار ارزان‌تر از پودر ماهی هستند (۱۶، ۸، ۹، ۱۷). برخی مطالعات نشان می‌دهد که پودر ضایعات کشتارگاهی طیور نمی‌تواند جایگزین بیش از ۵۰ درصد پودر ماهی در جیره‌های غذایی ماهی گردد (۱۸)، اما برخی مطالعات دیگر نشان دادند که پیشرفت اخیر در کیفیت پودر ضایعات کشتارگاهی طیور می‌تواند جایگزین ۷۵ یا ۱۰۰ درصد پودر ماهی بدون کاهش قابل توجه در رشد گونه‌های *Trachinotus ovatus*، *Lateolabrax japonicus* و نیز *Cromileptes altivelis* گردد (۱۴، ۱۵، ۱۹، ۱۰). هدف اصلی مطالعه حاضر ارزیابی اثرات استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌عنوان یک منبع پروتئینی جایگزین پودر ماهی بر عملکرد رشد، مصرف مواد غذایی، قابلیت هضم ظاهری و برخی اجزاء خون بچه‌ماهیان شیربت پرورش یافته در تانک‌ها فایبرگلاسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه غذایی، فرمولاسیون و ساخت جیره‌ها:

جدول ۱ آنالیز ترکیبات غذایی را که در جیره‌ها مورد استفاده قرار گرفته نشان می‌دهد. ۴ جیره با کالری و نیتروژن یکسان با استفاده از نرم افزار UFFDA تنظیم، که در جدول ۲ مشخصات این جیره‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱: ترکیب تقریبی مواد مغذی اقلام غذایی استفاده شده در جیره‌ها (گرم بر کیلوگرم)

ترکیبات	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	کربوهیدرات	فیبر خام	خاکستر
آرد ماهی	۹۱۶	۷۰۰	۱۲۸	-	-	۱۷۲
آرد ضایعات کشتارگاهی مرغ	۹۲۱	۵۶۰	۱۳۴	۱۲۸	۲۴	۱۵۴
آرد سویا	۹۱۵	۴۸۰	۴۴	۳۶۸	۴۲	۶۶
آرد گلوتن ذرت	۹۰۶	۳۵۰	۴۸	۵۳۲	۲۲	۴۸
سبوس گندم	۹۰۴	۱۴۴	۳۴	۶۶۲	۹۲	۶۸
سبوس برنج	۸۹۶	۹۰	۲۴	۷۶۰	۷۲	۵۴

جدول (۲) : فرمولاسیون و ترکیب تقریبی بیوشیمیایی جیره‌های مختلف آزمایشی (گرم بر کیلوگرم)

جیره / ترکیبات	شاهد	جیره (۱)	جیره(۲)	جیره(۳)
آرد ماهی	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	-
آردضایعات کشتارگاهی مرغ	-	۱۵۰	۲۰۰	۲۶۰
آرد سویا	۱۵۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۵۰
آرد گلوتن ذرت	۱۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
سبوس گندم	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۱۰
سبوس برنج	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰
روغن ماهی	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
روغن آفتابگردان	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
مخلوط ویتامین‌ها*۱	۷	۷	۷	۷
مخلوط مواد معدنی*۲	۸	۸	۸	۸
اکسید کرومیک	۵	۵	۵	۵
ترکیب تقریبی بیوشیمیایی (درصد)				
ماده خشک	۹۲/۸±۰/۱۲	۹۲/۲±۰/۱۴	۹۲/۴±۰/۱۲	۹۲/۶±۰/۰۹
پروتئین خام	۳۰/۱۹±۰/۰۵	۳۰/۱±۰/۰۶	۳۰/۱۸±۰/۰۵	۳۰/۰±۰/۰۷
چربی خام	۱۱/۰۴±۰/۰۹	۱۱/۵۹±۰/۱۱	۱۱/۶۶±۰/۱۲	۱۱/۸۸±۰/۱۰
کربوهیدرات	۴۵/۳۹±۰/۱۵	۴۵/۱۳±۰/۱۴	۴۴/۹۲±۰/۱۳	۴۴/۷۸±۰/۱۳
فیبر خام	۴/۵۸±۰/۰۴	۴/۶۸±۰/۰۵	۵/۰۴±۰/۰۴	۴/۹۸±۰/۰۶
خاکستر	۸/۸±۰/۱۱	۸/۵±۰/۰۹	۸/۲±۰/۱۰	۸/۴±۰/۰۶
انرژی خام (مگا ژول برکیلوگرم)	۱۹/۵۸±۰/۱۴	۱۹/۷۴±۰/۱۲	۱۹/۷۵±۰/۰۱۲	۱۹/۷۷±۰/۱۵
انرژی قابل هضم (مگا ژول برکیلوگرم)	۱۶/۳۱±۰/۱۸	۱۶/۴۴±۰/۱۶	۱۶/۴۶±۰/۱۶	۱۶/۴۹±۰/۱۵

*۱) ویتامین A : $IU\ kg^{-1}$ ۷۵۰۰، ویتامین D3 : $IU\ kg^{-1}$ ۶۰۰۰ ، ویتامین E : $IU\ kg^{-1}$ ۱۵۰، ویتامین K : $mg\ kg^{-1}$ ۰/۰۶، اسید اسکوربیک $mg\ kg^{-1}$ ۱۵۰، کولین: $mg\ kg^{-1}$ ۳۰۰۰، نیاسین: $mg\ kg^{-1}$ ۳، پانتوتنیک اسید: $mg\ kg^{-1}$ ۳۰، پیرودوکسین : $mg\ kg^{-1}$ ۶۰ ، ریبوفلاوین : $mg\ kg^{-1}$ ۱۵. *۲) سولفات منگنز: $mg\ Kg^{-1}$ ۰/۰۶، یدید پتاسیم: $mg\ Kg^{-1}$ ۰/۱۸، سولفات روی : $mg\ Kg^{-1}$ ۰/۰۲، سولفات کبالت : $mg\ Kg^{-1}$ ۲ ، سلنیت سدیم : $mg\ Kg^{-1}$ ۳ ، کلرید پتاسیم : $g\ Kg^{-1}$ ۰/۹، کلرید سدیم : $g\ Kg^{-1}$ ۰/۴

جیره‌ها شامل جیره شاهد (فاقد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور)، جیره ۱ (۵۰ در صد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور)، جیره ۲ (۷۵ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور) و جیره ۳ (۱۰۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی طیور). برای تهیه جیره‌ها پودر ماهی از شرکت گنو پودر (بندرعباس) و پودر ضایعات کشتارگاهی طیور از گروه تولیدی یادگار (مشهد) و سایر ترکیبات جیره از بازار اهواز تهیه گردید. اقلام غذایی استفاده شده در ساخت هر یک از جیره‌های غذایی با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین و به‌صورت دستی مخلوط شدند. پس از ۵ دقیقه مخلوط کردن روغن و آب ولرم مورد نیاز به طور تدریجی به مخلوط غذایی اضافه و هم‌زده شد. پس از شکل‌گیری، مخلوط حاصل، با دستگاه آسیاب پلت‌زنی به‌صورت رشته‌هایی به قطر ۲ میلی‌متر درآمد. رشته‌ها روی سینی گسترده و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انکوباتور به‌مدت ۱۲ ساعت نگه‌داشته تا کاملاً خشک شدند. بعد از خشک شدن، جیره‌های غذایی شماره‌گذاری و در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند .

ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی: همان‌طورکه در جدول ۲ نشان داده شده است، چهار جیره غذایی آزمایشی از نظر محتوای پروتئین (۳۰-۳۰/۱۹ درصد) و انرژی ناخالص (۱۹/۵۸-۱۹/۷۷ مگاژول بر کیلوگرم جیره غذایی) تقریباً مشابه هم بودند. اما با این وجود همان‌طورکه جدول ۳ نشان‌داده شده از نظر محتوای اسیدهای آمینه با یکدیگر تفاوت داشته، ولی اسیدهای آمینه ضروری ماهی شیربت مطابق با جداول NRC (۲۰) تحقق یافته است. جهت سنجش اسیدهای آمینه جیره‌های مختلف از دستگاه HPLC (شرکت Shimadzu ژاپن) استفاده گردید.

مکان انجام آزمایش، تهیه بچه‌ماهی و نحوه پرورش: آزمایش در بخش آبزی‌پروری دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. بچه‌ماهیان مورد نیاز از مرکز تکثیر دشت آزادگان تهیه گردید. قبل از شروع آزمایش ماهیان به‌مدت ۲ هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایش در تانک‌های ۲۰۰۰ لیتری و با جیره تجاری (۴۵ درصد پروتئین، ۱۲ درصد چربی) شرکت بیضاء (شیراز) مورد تغذیه قرار گرفتند. در شروع آزمایش ماهیان با وزن اولیه ۱/۵±۰/۰۵ گرم توزین و به تعداد ۵۰ قطعه در تانک‌های فایبرگلاس ۴۰۰ لیتری ذخیره‌دار گردیدند. برای هر تیمار آزمایشی سه تکرار منظور شد. شرایط اکسیژنی و نیز جریان آب در تمامی تانک‌ها یکسان منظور گردید. درجه حرارت در طول مدت آزمایش بین ۲۷/۴-۲۷ درجه سانتی‌گراد، pH نیز بین ۷/۸-۷/۶، اکسیژن محلول بین ۶/۳-۶/۱ میلی‌گرم برلیتر و میزان یون‌آمونیم نیز بین ۰/۰۳-۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد و اختلافی بین تیمارهای مختلف آزمایشی وجود نداشت. جهت سنجش درجه حرارت، اکسیژن محلول، یون آمونیم و نیز pH از دستگاه دیجیتال Aquaread (مدل AP-7000) استفاده گردید. غذادهی نیز روزانه در دو نوبت ۸ صبح و ۱۶ عصر، به‌میزان ۳ درصد توده زنده غذادهی صورت گرفت. در مجموع آزمایش به‌مدت ۸ هفته انجام گردید.

محاسبه قابلیت هضم ظاهری (Apparent Digestibility Coefficients :ADC): برای تعیین میزان هضم‌پذیری جیره‌های غذایی از روش Gul و همکاران استفاده شد (۲۱). بچه‌ماهیان به‌مدت ۷ تا ۱۰ روز با جیره‌های حاوی ۰/۵ درصد اکسید کروم (Cr_2O_5) مورد تغذیه

قرار گرفتند. پس از پایان زمان غذادهی در هر روز، غذای مصرف نشده و یا از دسترس ماهی خارج شده، از کف حوضچه‌های پرورش جمع‌آوری شد تا با مدفوع ماهی تداخل پیدا نکند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان غذادهی، جمع‌آوری مدفوع از هر حوضچه انجام شد. برای تعیین هضم‌پذیری، از روش سنجش مقایسه‌ای مقادیر اکسید کروم موجود در نمونه‌های مدفوع استفاده شد (۲۲).

جدول (۳): میزان اسیدهای آمینه در جیره‌های مختلف (گرم بر کیلوگرم) و مقایسه با مرجع (NRC)

جیره‌ها	اسیدهای آمینه ضروری										اسیدهای آمینه غیر ضروری				
	آرژنین	هیستیدین	لیزین	لوسین	ایزولوسین	والین	متیونین	ترئونین	فنیل آلانین	تریپتوفان	گلوتامیک اسید	آسپارتیک اسید	گلیسیین	سرین	پرولین
مرجع*	۱۲/۸	۸/۵	۱۴/۳	۱۰/۵	۸/۷	۷/۸	۹/۲	۱۰/۵	۱۵/۵	۲/۸	–	–	–	–	–
شاهد	۱۶/۸	۹/۲	۱۴/۶	۲۰/۴	۱۰/۸	۱۳/۸	۹/۸	۱۰/۳	۲۰/۷	۲/۹	۴۳	۲۴/۳	۱۸/۸	۱۱/۷	۱۸/۴
جیره۱	۱۷/۴	۸/۸	۱۴/۸	۲۱/۶	۱۱/۳	۱۴/۸	۹/۶	۱۱/۱	۲۰/۴	۳/۱	۴۲/۹	۲۴/۲	۱۹/۲	۱۵	۲۰/۴
جیره۲	۱۸/۲	۸/۹	۱۴/۵	۲۲	۱۱/۷	۱۵/۳	۱۰/۴	۱۱/۶	۲۴/۹	۳	۴۳/۸	۲۴/۹	۱۸/۹	۱۶/۴	۲۱/۱
جیره۳	۱۸/۳	۹/۱	۱۴/۸	۲۲/۴	۱۲	۱۵/۸	۱۲/۱	۱۱/۹	۲۴/۵	۳/۱	۴۳/۹	۲۴/۵	۱۷/۹	۱۷/۷	۲۱/۸

* میزان نیاز به اسیدهای آمینه ضروری براساس NRC (National Research Council)(۲۰)

بیومتری و زیست‌سنجی ماهیان: بیومتری و زیست‌سنجی بچه‌ماهیان به‌منظور محاسبه میزان غذای مورد نیاز در ابتدا و انتهای دوره پرورش و سپس هر دو هفته یک مرتبه در طول دوره تغذیه آزمایشی انجام شد. محاسبه شاخص‌های رشد براساس داده‌های بیومتری ابتدا و انتهای دوره و طبق فرمول‌های زیر انجام شد (۱۰):

درصد افزایش وزن (Wg: Weight gain): $[(W_f-W_i) / W_i]\times100$

نرخ رشد ویژه (SGR: Specific growth rate):

$[(\ln W_f-\ln W_i)/T]\times100$

ضریب تبدیل غذایی (FCR: Feed conversion ratio):

افزایش وزن بدن (گرم) /غذای مصرف شده (گرم)

نسبت بازده پروتئین (PER: Protein efficiency ratio)

مقدار پروتئین مصرفی (گرم) /افزایش وزن بدن (گرم)

متوسط افزایش روزانه وزن (ADG: Average daily gain) :

طول دوره آزمایش (روز)/ میانگین وزن نهایی ماهی- میانگین وزن اولیه ماهی (گرم)

غذای مصرفی (FI: feed intake): تعداد ماهی/ غذای خشک مصرفی

در فرمول‌های بالا W_i (وزن اولیه برحسب گرم)، W_f (وزن نهایی بر حسب گرم) و T (طول دوره آزمایش برحسب روز) می‌باشد.

آنالیز شیمیایی جیره‌ها و لاشه: قبل از شروع آزمایش ترکیبات مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی (سه نمونه از هر یک از اقلام غذایی) و نیز در پایان دوره ۸ هفته‌ای پرورش، پس از آخرین زیست سنجی جهت محاسبه شاخص‌های رشد، از هر تکرار ۱۰ قطعه ماهی در پایان آزمایش به‌طور تصادفی صید و با انجام آزمایش آنالیز تقریبی لاشه، مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و ماده خشک آن‌ها محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری رطوبت از طریق قراردادن نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و توزین آن پس از خنک شدن در دسیکاتور انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین پس از هضم با اسید سولفوریک در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌روش کلدال و اندازه‌گیری چربی با روش سوکسله و حلال اتر صورت گرفت. خاکستر نمونه‌ها از طریق سوزاندن نمونه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت اندازه‌گیری شد (۲۳). جهت سنجش انرژی ناخالص (مگاژول بر کیلوگرم جیره غذایی) مطابق با روش Schulz و همکاران با استفاده از ارزش گرمایی: ۲۳/۹، ۳۹/۸ و ۱۷/۶ مگاژول بر گرم جیره غذایی به‌ترتیب برای پروتئین، چربی و کربوهیدرات محاسبه شد (۲۴). محتویات انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های غذایی آزمایشی نیز ۱۸/۹، ۳۵/۷ و ۱۴/۷ مگاژول بر گرم جیره غذایی به‌ترتیب برای پروتئین، چربی و کربوهیدرات مطابق با روش Jobling محاسبه گردید (۲۵). نمونه‌های جیره‌ها جهت سنجش اسیدهای آمینه نیز ابتدا در اسید کلریدریک ۶ مولار در دمای ۱۰۶ درجه سانتی‌گراد طی ۲۴ ساعت و در ظروف شیشه‌ای حاوی نیتروژن قبل از آنالیز آمینواسید جهت هیدرولیز شدن قرار گرفت؛ سپس بعد از هیدرولیز شدن نمونه‌های جیره‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با فشار بالا (HPLC) آنالیز گردید (۲۶).

ارزیابی پارامترهای بیوشیمیایی خون: نمونه‌های خون با استفاده از سرنگ‌های هپارینی از رگ نزدیک به دم ماهی‌ها در انتهای دوره رشد جمع‌آوری شد. نمونه‌های خون در دور ۳۰۰۰ در ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جهت جداسازی پلاسمایی که به‌منظور تعیین پارامترهای خون مورد استفاده قرار می‌گیرد، سانتریفیوژ شد. آنالیز پروتئین کل پلاسما با استفاده از روش رنگ‌سنجی مطابق با روش Ruane و همکاران انجام شد (۲۷). کراتینین مطابق با روش Pincus تعیین شد (۲۸). فعالیت‌های آمینوترانسفرازآسپارات (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) بااستفاده از روش رنگ‌سنجی توسط کیت‌های شرکت پارس آزمون (lot No.92005) و با کمک دستگاه اتوآنالایزر COBAS MIRA انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای آنالیز آماری داده‌ها، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون گلموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ جهت تحلیل پارامترهای رشد و نیز آنزیم‌ها از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده گردید. مقایسه میانگین بین تیمارها نیز از طریق آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ صورت گرفت.

نتایج

عملکرد رشد: همان‌طورکه در جدول ۴ نشان داده شده، متوسط وزن اولیه ماهی‌ها در محدوده بین ۱/۵ تا ۱/۶ گرم با تفاوت‌های ناچیز در میان گروه‌های جیره غذایی قرار داشت و هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری از نظر پارامتر مذکور بین تیمارها وجود ندارد (p>۰/۰۵). روند مشابهی در زمینه افزایش کل وزن، افزایش‌وزن روزانه، نرخ رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) مشاهده شد (p<۰/۰۵). متوسط مقادیر جذب خوراک (مصرف شده) ۷۰، ۷۱، ۷۱ و ۷۱ گرم به‌ترتیب برای تیمارهای شاهد، جیره ۱، جیره ۲ و جیره ۳ نشان داده شده است که نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌باشد (p>۰/۰۵). از طرف دیگر، بهترین مقادیر FCR (پایین‌ترین مقدار) در جیره شاهد مشاهده گردید، اما تفاوت معنی‌داری با سایر جیره‌ها نداشت (p>۰/۰۵). از نظر پارامتر نسبت بازده پروتئینی نیز داده‌ها نشان می‌دهد که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین جیره‌های مختلف وجود ندارد (p>۰/۰۵).

قابلیت هضم ظاهری: نتایج نشان داد که قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، انرژی، پروتئین خام، چربی و کربوهیدرات با استفاده از سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌میزان قابل توجهی تحت تاثیر قرار نگرفته، به‌همین دلیل بین قابلیت هضم ظاهری جیره‌های مختلف هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (p>۰/۰۵) (جدول ۵).

پارامترهای بیوشیمیایی خون: داده‌ها نشان می‌دهند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آزمایشی برای پروتئین کل، آلبومین، اوره، کراتینین و آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) بعد از ۸ هفته دوره تغذیه‌ایی با جیره‌های مختلف در خون ماهیان مورد بررسی وجود ندارد (p>۰/۰۵) (جدول ۶).

آنالیز لاشه: آنالیز شیمیایی لاشه نشان داد که تیمارهای مختلف غذایی استفاده شده تفاوت معنی‌داری از نظر ماده خشک بدن، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر نداشتند (p>۰/۰۵) (جدول ۷).

جدول ۴: میانگین (±SE) پارامترهای مختلف رشد در بچه‌ماهیان شیربت تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی پس از ۸ هفته

جیره‌ها	متوسط وزن اولیه (گرم)	متوسط وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	متوسط افزایش وزن روزانه (گرم بر روز)	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	غذای مصرف شده (گرم در هر قطعه ماهی)	ضریب تبدیل غذایی	نسبت بازده پروتئینی
شاهد	۱/۵ ± ۰/۰۵	۵۴/۶ ± ۲/۵	۵۳/۱ ± ۱/۱	۰/۴۴ ± ۰/۱۵	۳/۰ ± ۰/۵	۷۰/۰ ± ۳/۰	۱/۳۱ ± ۰/۱۵	۲/۵۱ ± ۰/۲
جیره۱	۱/۶ ± ۰/۰۶	۵۳/۸ ± ۱/۸	۵۲/۲ ± ۱/۴	۰/۴۳ ± ۰/۲	۲/۹۲ ± ۰/۴	۷۱/۰ ± ۲/۰	۱/۳۶ ± ۰/۲	۲/۴۴ ± ۰/۱۵
جیره۲	۱/۶ ± ۰/۰۵	۵۴/۱ ± ۲/۰	۵۲/۵ ± ۱/۵	۰/۴۳ ± ۰/۳	۲/۹۳ ± ۰/۲	۷۱/۰ ± ۴/۰	۱/۳۵ ± ۰/۲	۲/۴۵ ± ۰/۱۸
جیره۳	۱/۵ ± ۰/۰۶	۵۴/۳ ± ۱/۵	۵۲/۸ ± ۱/۶	۰/۴۴ ± ۰/۱	۲/۹۹ ± ۰/۳	۷۱/۰ ± ۳/۰	۱/۳۴ ± ۰/۱	۲/۴۶ ± ۰/۱۶

جدول ۵: میانگین (±SE) قابلیت هضم ظاهری در جیره‌های مختلف آزمایشی (گرم برکیلوگرم وزن تر)

جیره‌ها	ماده خشک	انرژی	پروتئین خام	چربی	کربوهیدرات
شاهد	۸۵/۸ ± ۴/۰	۹۰/۴ ± ۴/۰	۹۴/۴ ± ۳/۰	۹۵/۵ ± ۲/۰	۷۱/۸ ± ۱/۰
جیره۱	۸۵/۵ ± ۲/۰	۸۹/۸ ± ۲/۰	۹۴/۵ ± ۴/۰	۹۵/۳ ± ۲/۰	۷۱/۹ ± ۳/۰
جیره۲	۸۵/۶ ± ۱/۰	۸۹/۶ ± ۳/۰	۹۴/۳ ± ۲/۰	۹۵/۴ ± ۳/۰	۷۱/۶ ± ۲/۰
جیره۳	۸۵/۴ ± ۲/۰	۹۰/۲ ± ۱/۰	۹۴/۶ ± ۳/۰	۹۵/۶ ± ۳/۰	۷۱/۵ ± ۴/۰

جدول ۶: میانگین (±SE) پارامترهای مختلف خون در بچه‌ماهیان شیربت تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی پس از ۸ هفته

جیره‌ها	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	آلبومین (گرم در دسی لیتر)	اوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	کراتینین (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	AST (واحد بین‌المللی در لیتر (IU/l))	ALT (واحد بین‌المللی در لیتر (IU/l))
شاهد	۶/۴ ± ۱/۱۱	۳/۲۲ ± ۰/۳۳	۷/۲ ± ۰/۱۴	۱/۱۲ ± ۰/۳	۱۲۴/۰ ± ۰/۶۵	۴۴/۰ ± ۰/۴۱
جیره۱	۶/۴ ± ۰/۸	۳/۲۴ ± ۰/۲۲	۷/۱۳ ± ۰/۱۲	۱/۱۴ ± ۰/۳۴	۱۲۲/۰ ± ۰/۴۸	۴۴/۰ ± ۰/۳۲
جیره۲	۶/۴۲ ± ۰/۹	۳/۳ ± ۰/۳۲	۷/۳ ± ۰/۱۶	۱/۱۶ ± ۰/۲	۱۲۴/۰ ± ۰/۵۶	۴۵/۰ ± ۰/۲۲
جیره۳	۶/۳ ± ۰/۶	۳/۲۶ ± ۰/۲	۷/۵ ± ۰/۱۵	۱/۱۸ ± ۰/۲۶	۱۲۶/۰ ± ۰/۵۲	۴۴/۵ ± ۰/۳۸

جدول ۷: میانگین (±SE) آنالیز لاشه در بچه‌ماهیان شیربت تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی پس از ۸ هفته (گرم بر کیلوگرم وزن تر)

جیره‌ها	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر
اولیه	۲۴۲ ± ۱/۶	۱۵۲ ± ۱/۸	۳۲ ± ۱/۵	۵۸ ± ۱/۲
شاهد	۲۷۱ ± ۳/۱۸	۱۵۸ ± ۲/۱۶	۵۷ ± ۱/۸	۵۸ ± ۱/۴
جیره۱	۲۷۰ ± ۳/۶	۱۵۲ ± ۲/۲	۵۹ ± ۱/۶	۵۶ ± ۱/۶
جیره۲	۲۷۶ ± ۳/۱۴	۱۵۶ ± ۲/۲	۵۹ ± ۱/۴	۵۹ ± ۱/۲
جیره۳	۲۷۴ ± ۱/۱۶	۱۵۴ ± ۲/۱۱	۵۸ ± ۱/۱۶	۵۴ ± ۱/۶

بحث

استفاده از منابع جایگزین مقرون به صرفه‌تر و قابل دسترس‌تر مانند پودر ضایعات کشتارگاهی طیور به‌جای پودر ماهی در غذای آبزیان، هدف مهم صنایع آبزی‌پروری و شرکت‌های تولیدکننده غذا می‌باشد. این محصول جانبی صنعت طیور دارای پروتئین بالا، هزینه پایین و حاوی آمینو اسیدهای ضروری برای تولید ماهی است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پودر ضایعات کشتارگاهی طیور یک جایگزین مناسب پودر ماهی در جیره‌های غذایی ماهی شیربت است؛ عملکرد رشد (افزایش وزن نهایی، وزن روزانه و نرخ رشد ویژه) و مصرف مواد غذایی (ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین) ماهی شیربت نشان‌دهنده آن است که بین تیمارهای مختلف هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده، لذا امکان استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره غذایی بدون کاهش معنی‌دار هنگام جایگزینی ۱۰۰ درصدی پودر ماهی وجود دارد؛ در تحقیقاتی که Panicz و همکاران بر روی لای‌ماهی (*Tinca tinca*) (۲۹) و نیز Parés-Sierra و همکاران بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۶) به‌منظور جایگزین پودر ضایعات کشتارگاهی طیور با پودر ماهی انجام دادند نیز جایگزینی ۱۰۰ درصد پودر ضایعات کشتارگاهی هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری را در پارامترهای رشد نشان ندادند؛ لذا این یافته‌ها در توافق با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. با این حال، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور می‌تواند تا ۷۵ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره‌های غذایی بدون کاهش اسیدهای آمینه در ماهیان *Sparus aurata* (۳۰)، *Pagrus major* (۳۱)، *Morone chrysops*×*Morone saxatilis* (۳۲)، *Cromileptes altivelis* (۱۹) و gibelio *Carassius auratus* (۳۳) گردد. در مقابل، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور تنها کم‌تر از ۵۰ درصد می‌تواند جایگزین پودر ماهی برای برخی گونه‌های ماهی دریایی گردد (۸، ۹، ۳۴). در این مطالعه، پارامترهای رشد بین تیمارهای آزمایشی و شاهد تقریباً نتایج مشابهی را نشان دادند؛ Rawles و همکاران، گزارش نمودند در ماهی hybrid striped bass، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور باعث رشد پایین‌تر ماهی نسبت به جیره غذایی شاهد حاوی ۱۰۰ درصد پودر ماهی می‌گردد (۳۵)؛ Rawles و همکاران، این مساله را به عدم تعادل برخی آمینو اسیدها نسبت دادند که ممکن است باعث کاهش عملکرد رشد در ماهی مذکور شده باشد (۳۲). هم‌چنین استدلال نمودند که کاهش رشد مشاهده شده در این گونه ممکن است به واسطه کاهش طعم و مزه پودر ضایعات کشتارگاهی طیور باشد. با این‌حال، در مطالعه حاضر تعادل در اسیدهای آمینه جیره شاهد و جیره‌های آزمایشی چه در اسیدهای آمینه ضروری و نیز غیرضروری در حدود مورد انتظار گونه شیربت سنجش و اندازه‌گیری گردید و قطعاً علت عدم تفاوت معنی‌دار در پارامترهای رشد بین تیمارهای مختلف آزمایشی با شاهد، پروفایل مناسب اسیدهای آمینه تامین شده در جیره‌های مورد مطالعه بوده است. دلایل اصلی ارائه نتایج مختلف استفاده از ضایعات کشتارگاهی طیور در جیره‌های غذایی آبزیان مختلف ممکن است به‌واسطه گونه‌های مختلف ماهی و کیفیت متنوع پودر ضایعات کشتارگاهی طیور استفاده شده، که به‌میزان قابل توجهی توسط روش‌های پردازش آن‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد، باشد (۸)؛ چون با پیشرفت صنعت فرآوری ضایعات کشتارگاهی طیور، خشک کردن و آماده‌سازی آن‌ها و نهایتاً استفاده به‌عنوان منبع پروتئینی موجب گردیده، کیفیت محصول دریافتی به‌عنوان یک منبع پروتئینی نیز از ارزش نسبی بالاتری برخوردار باشد. جیره‌های غذایی آزمایشی در این مطالعه نشان‌دهنده قابلیت هضم ظاهری مناسب جهت جیره‌های غذایی آزمایش شده می‌باشد. این نتایج در توافق با نتایج Hernández و همکاران (۳۶) است؛ علاوه بر این مقادیر قابلیت هضم ظاهری جهت ماده خشک خوراک، پروتئین، چربی، کربوهیدرات و انرژی نیز توسط چندین محقق در مطالعات انجام شده بر روی آبزیان دیگر که با جیره‌های جایگزین شده با پودر ماهی با ضایعات کشتارگاهی طیور تغذیه شده بودند نیز به ثبت رسیده است (۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰). هم‌چنین نتایج مشابهی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhyncus mykiss*) توسط Bureau و همکاران (۴۱، ۱۳) و Keramat Amirkolaie و همکاران (۴۲) نیز درخصوص عدم تفاوت قابلیت هضم ظاهری گزارش شده است. ترکیب تقریبی لاشه شیربت نشان داد که ماده خشک، پروتئین، چربی و خاکستر تحت تاثیر استفاده ۱۰۰ درصدی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور قرار نگرفتند. نتایج مشابهی توسط Hernández و همکاران (۳۶) در *Oreochroms niloticus* و ماهی sunshine bass

Carassius auratus gibelio و (۳۴) *Epinephelus malabricus*، (۴۳) (۳۳) نیز گزارش شده است. اندازه‌گیری پارامترهای خونی تفاوت قابل توجهی بین تیمارها از نظر پروتئین کل، آلبومین، اوره، کراتین و آنزیم‌های Ast و Alt با تیمار شاهد را نشان نداد. این نتایج در توافق با مطالعاتی است که توسط Parés-Sierra و همکاران بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۶)، Zhu و همکاران بر روی *Acipenser baerii* (۴۴) و Rawles و همکاران، بر روی ماهی bass hybrid striped (۳۲) انجام شده است. نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌دهد که جایگزینی بالقوه ۱۰۰ درصد پودر ماهی با پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در تغذیه ماهی شیربت بدون به‌خطر افتادن عملکرد رشد، کارایی مصرف مواد غذایی و نیز ویژگی‌های خون امکان‌پذیر است. مهم است که منابع جیره غذایی جایگزین پودر ماهی نه تنها مقادیر صحیحی از مواد غذایی و تعادل رشد بهینه و کارایی خوراک را تامین کنند، بلکه بتوانند ترکیب بهینه کل بدن و محتویات خون را نیز حفظ نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از جناب دکتر مجتبی علیشاهی و همکاران محترم در کلینیک دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز و نیز جناب دکتر جاسم غفله‌مرمضی از پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور (اهواز) به سبب همکاری ارزنده‌شان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. **Coad, B.W., 1979.** A provisional, annotated check-list of the freshwater fishes of Iran.
2. **Najafpour, N., Al-Mukhtar, M., Eskandari, G. and Nikpei, M., 1996.** Final report of the identification project of some fresh water fishes of Khuzestan, Iran Fisheries Research Institute. 96 p. (In Persian)
3. **Chelemal Dezfoul Nejad, M., Moradi, M., Mesbah, M. and Javaheri Baboli, M., 2012.** Effect of different levels of vitamin C on some growth parameters *Barbus grypus*. Journal of Animal Environment. 5(1): 129-134. (In Persian)
4. **Sharifi, P., Mesbah, F. and Shahriari, A., 2019.** Effect of sexuality on lipid content in blood, liver and muscle in cultured *Barbus grypus*. Journal of Animal Environment. 11(2): 289-294. (In Persian)
5. **Ghofleh Marmmazi, J., 2000.** Nutrition status and sexual development of barb fish (Barbus grypus) in water resources of Khuzestan. Iran Scientific Journal of Fisheries. 68-80. (In Persian)
6. **Ghofleh Marmmazi, J., 1997.** Some taxonomic and biological characteristics of barb fish (*Barbus grypus*) in Acet water resources of Khuzestan. 21 p. (In Persian)
7. **Olsen, R.L. and Hasan, M.R., 2012.** A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. Trends in Food Science & Technology. 27(2): 120-128.
8. **Ren, X., Wang, Y., Chen, J.M., Wu, Y.B., Huang, D., Jiang, D.L. and Li, P., 2018.** Replacement of fishmeal with a blend of poultry byproduct meal and soybean meal in diets for largemouth bass, *Micropterus salmoides*. Journal of the World Aquaculture Society. 49(1): 155-164.
9. **Rossi, J., Waldemar, R. and Davis, D.A., 2012.** Replacement of fishmeal with poultry by-product meal in the diet of Florida pompano *Trachinotus carolinus* L. Aquaculture. 338: 160-166.
10. **Wang, Y., Wang, Fei., Ji, W.X., Han, H. and Li, P., 2015.** Optimizing dietary protein sources for Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) with an emphasis on using poultry by-product meal to substitute fish meal. Aquaculture Research. 46(4): 874-883.
11. **Wang, Y., Kong, L., Li, C. and Bureau, D.P., 2010.** The potential of land animal protein ingredients to replace fish meal in diets for cuneate drum, *Nibea miichthioides*, is affected by dietary protein level. Aquaculture Nutrition. 16(1): 37-43.
12. **Chai, X.J., Ji, W.X., Han, H., Dai, Y.X. and Wang, Y., 2013.** Growth, feed utilization, body composition and swimming performance of giant croaker, *Nibea japonica* Temminck and Schlegel, fed at different dietary protein and lipid levels. Aquaculture Nutrition. 19(6): 928-935.
13. **Bureau, D.P., Harris, A.M., Bevan, D.J., Simmons, L.A., Azevedo, P.A. and Cho, C.Y., 2000.** Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture. 181(3-4): 281-291.
14. **El-Husseiny, O.M., Mahamadou, M., Issoufou, H. and Suloma, A., 2013.** Determination of the order of amino acid limitation in slaughterhouse poultry by-product meal in African catfish diet by amino acid addition assay. Journal of the Arabian Aquaculture Society. 8(2): 373-384.
15. **Ma, X., Wang, F., Han, H., Wang, Y. and Lin, Y., 2014.** Replacement of dietary fish meal with poultry by-product meal and soybean meal for golden pompano, *Trachinotus ovatus*, reared in net pens. Journal of the World Aquaculture Society. 45(6): 662-671.
16. **Parés-Sierra, G., Durazo, E., Ponce, M.A., Badillo, D., Correa-Reyes, G. and Viana, M.T., 2014.** Partial to total replacement of fishmeal by poultry by-product meal in diets for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and their effect on fatty acids from muscle tissue and the time required to retrieve the effect. Aquaculture Research. 45(9): 1459-1469.
17. **Saadiah, I., Abol-Munafi, A. and Utama, C.C., 2011.** Replacement of fishmeal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using poultry by-product meal. Aquaculture International. 19(4): 637-648.
18. **Fowler, L.G., 1991.** Poultry by-product meal as a dietary protein source in fall chinook salmon diets. Aquaculture. 99(3-4): 309-321.
19. **Shapawi, R., Ng, W.K. and Mustafa, S., 2007.** Replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. Aquaculture. 273(1): 118-126.
20. **National Research Council. 2011.** Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies Press.
21. **Gul, Y., Salim, M. and Rabbani, B., 2007.** Evaluation of apparent digestibility coefficients of different dietary

protein levels with and without fish meal for *Labeo rohita*. Pakistan Veterinary Journal. 27(3): 121.

22. **Divakaran, S., Obaldo, T., Leonard, G. and Forster, Ian. P., 2002.** Note on the methods for determination of chromic oxide in shrimp feeds. Journal of agricultural and food chemistry. 50(3): 464-467.

23. **AOAC. 2006.** Official methods of analysis of AOAC International (18 EDN) AOAC International Maryland, USA.

24. **Schulz, C., Wickert, M., Kijora, C., Ogunji, J. and Rennert, B., 2007.** Evaluation of pea protein isolate as alternative protein source in diets for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Research. 38(5): 537-545.

25. **Jobling, M., 1994.** Book of fish bioenergetics-fish and fisheries series 13: London: Chapman & Hall.

26. **Lindroth, P. and Mopper, K., 1979.** High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthaldialdehyde. Analytical chemistry. 51(11): 1667-1674.

27. **Ruane, N., Huisman, E. and Komen, J., 2001.** Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. Journal of fish biology. 59(1): 1-12.

28. **Pincus, M., 1996.** Interpreting laboratory results: reference values and decision making. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, Nineteenth edition. WB Saunders, Philadelphia, PA, USA. 74-91.

29. **Panicz, R., Żochowska-Kujawska, J., Sadowski, J. and Sobczak, M., 2017.** Effect of feeding various levels of poultry by-product meal on the blood parameters, filet composition and structure of female tenches (*Tinca tinca*). Aquaculture Research. 48(10): 5373-5384.

30. **Nengas, I., Alexis, M.N. and Davies, S.J., 1999.** High inclusion levels of poultry meals and related byproducts in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. Aquaculture. 179(1-4): 13-23.

31. **Takagi, S., 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(3): 428-438.

32. **Rawles, S., Thompson, K., Brady, Y., Metts, L., Aksoy, M., Gannam, A., Twibell, R., Ostrand, S. and Webster, C.d., 2011.** Effects of replacing fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reduced protein level on the performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone chrysops*♀× *M. saxatilis*♂). Aquaculture Nutrition. 17(3): e708-e721.

33. **Hu, M., Wang, Y., Wang, Q., Zhao, M., Xiong, B., Qian, X., Zhao, Y. and Luo, Z., 2008.** Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassius auratus* gibelio. Aquaculture. 275(1-4): 260-265.

34. **Wang, Y., Li, K., Han, H., Zheng, Z.X. and Bureau, D.P., 2008.** Potential of using a blend of rendered animal protein ingredients to replace fish meal in practical diets for malabar grouper (*Epinephelus malabricus*). Aquaculture. 281(1-4): 113-117.

35. **Rawles, S., Riche, M., Gaylord, T., Webb, J., Freeman, D. and Davis, M., 2006.** Evaluation of poultry by-product meal in commercial diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops*♀× *M. saxatilis*♂) in recirculated tank production. Aquaculture. 259(1-4): 377-389.

36. **Hernández, C., Olvera-Novoa, M., Hardy, R.W., Hermosillo, A., Reyes, C. and González, B., 2010.** Complete replacement of fish meal by porcine and poultry by-product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: digestibility and growth performance. Aquaculture Nutrition. 16(1): 44-53.

37. **Gunben, E.M., Senoo, S., Yong, A. and Shapawi, R., 2014.** High potential of poultry by-product meal as a main protein source in the formulated feeds for a commonly cultured grouper in Malaysia (*Epinephelus fuscoguttatus*). Sains Malaysiana. 43(3): 399-405.

38. **Nik Sin, N.N., Mustafa, S., Suyono, H. and Shapawi, R., 2020.** Efficient utilization of poultry by-product meal based diets when fed to giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Applied Aquaculture. 1-20.

39. **Srour, T.m., Essa, M., Abdel-Rahim, M. and Mansour, M., 2016.** Replacement of fish meal with poultry by-product meal (PBM) and its effects on the survival, growth, feed utilization, and microbial load of European seabass, *Dicentrarchus labrax* fry. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science. 7: 293-301.

40. **Moloudinia, B., Noverian, H.A., Sajjadi, M., Pajand, Z. and Sayed Hassani, H., 2019.** Replacement of fish meal with poultry by-product meal and its effects on growth and body composition of juvenile Siberian sturgeon, Acipenser baerii (Brandt, 1869). Journal of Aquatic Ecology. 8(3): 73-83. (In Persian)

41. **Bureau, D.P., Harris, A.M. and Cho, C.Y., 1999.** Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 180(3-4): 345-358.

42. **Keramat Amirkolaie, A., Shahsavari, M. and Hedayatyfard, M., 2014.** Full replacement of fishmeal by poultry by-product meal in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972) diet. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 13(4): 1069-1081.

43. **Pine, H.J., Daniels, W.H., Davis, D.A., Jiang, M. and Webster, C.D., 2008.** Replacement of Fish Meal with Poultry By-product Meal as a Protein Source in Pond-raised Sunshine Bass, *Morone chrysops*♀ x *M. saxatlis*♂, Diets. Journal of the World Aquaculture Society.

44. **Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, X., Xue, M., Niu, C., Guo, L. and Yu, Y., 2011.** Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt), results in performance equal to fish meal fed fish. Aquaculture Nutrition. 17(2): e389-e395.