مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۲ شماره ۳، تابستان ۱۴۰۲، صفحات ۲۲۴تا ۲۴۲

اثر جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئین برنج بر رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901)

مجتبی شیرود نجفی[۱]، عبدالمحمد عابدیان کناری[۱*]

[۱] گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس, مازندران, نور

چکـــیده

این آزمایش به منظور جایگزینی پودر ماهی با کنسانتره پروتئینی برنج صورت گرفت. برای این منظور پنج جیره با پروتئین و انرژی یکسان (به ترتیب۴۰ درصد و ۲۱ $KJ\ g^{-1}\ DM$) ساخته شد. کنسانتره پروتئینی برنج به میزان صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به جای پودر ماهی استفاده شد. بچه ماهیان سفید (میانگین وزن اولیه ۳۵۰±۲۰mg) به صورت سه بار در روز تا حد سیری با جیره های آزمایشی تغذیه شدند. طول دوره آزمایش ۶۰ روز بود. بیشترین وزن نهایی(۱۰۲۰ میلی گرم) و افزایش وزن (۶۷۰ میلی گرم) و کمترین FCR (۱/۵) در تیمار ۵۰ درصد جایگزینی مشاهده شد که با بقیه تیمارها اختلاف معناداری داشت ($P < 0/05$) . میزان زنده مانی ۱۰۰ درصد و اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. هیچ گونه تفاوت معنی داری در ترکیب لاشه (رطوبت، پروتئین، لیپید و خاکستر) بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P > 0/05$). با افزایش میزان جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج از میزان n-3 کاسته شده و میزان n-6 افزایش یافت ($0P</05$). نسبت n-3 به n-6 تا سطح ۲۵ درصد تغییر معنی داری نداشت ولی با افزایش سطح جایگزینی کاهش معنی داری نشان داد. میزان اسید آمینه کل با افزایش سطح کنسانتره تغییر معنی داری در بین تیمارها نداشت. بیشترین مقدار اسیدهای آمینه ضروری مربوط به تیمار ۲۵ درصد بود که با تیمارهای شاهد، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی تفاوت معنی دار داشت. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که از کنسانتره پروتئین برنج می توان به عنوان یک جایگزین برای پودر ماهی تا سطح ۵۰ درصد در جیره بدون تغییر معنی داری در رشد بچه ماهیان سفید استفاده نمود. البته کیفیت اسیدهای چرب لاشه در این سطح حفظ نشد و سطح ۲۵ درصد وضعیت مناسبتری داشته است.

کـــلید واژه‌ها: ماهی سفید، کنسانتره پروتئینی برنج، جایگزینی پودر ماهی، رشد و ترکیب بدن

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

***نویسنده مسول:**
aabedian@modares.ac.ir

مقدمه

در سالیان اخیر آبزی‌پروری در زیر بخش کشاورزی دارای رشد سریعی بوده، اطلاعات آماری نشان می دهد که در سال ۲۰۲۵ سهم تولیدات آبزی‌پروری در غذای جهانی به ۵۲ درصد خواهد رسید [۱]. با رشد و توسعه آبزی‌پروری، تقاضا برای جیره‌های غذایی جدید افزایش پیدا کرده است. در سال ۲۰۱۸ تولید کل جیره غذایی آبزیان، ۴۰/۱ میلیون تن بوده که نسبت به سال قبل آن، رشد چهار درصدی داشته است [۲]. خوراک بیشترین هزینه جاری در مزارع پرورش آبزیان، با سهمی معادل ۶۰-۵۰ درصد از هزینه کل تولید را شامل می‌شود [۳]. پودر ماهی به دلیل کیفیت بالا مهمترین منبع تامین کننده پروتئین در جیره آبزیان است. در دهه‌های اخیر بخش عمده ای از تولید پودر و روغن ماهی به منظور تولید غذای مورد نیاز آبزیان پرورشی

* مسئول مکاتبات: aabedian@modares.ac.ir

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

مصرف شده است [۴]. علاوه بر این، پیش‌بینی شده است که در آینده بواسطه افزایش قیمت و کاهش ذخائر پودر و روغن ماهی، توسعه صنعت آبزی‌پروری به میزان زیادی محدود خواهد شد. این موضوع دست‌اندرکاران صنعت آبزی‌پروری را مجبور ساخت تا منابع جایگزین مناسبی برای پودر و روغن ماهی در جیره آبزیان پیدا نمایند [۵]. در خصوص جایگزینی پودرهای با منشا گیاهی (نخود فرنگی، سویا, برنج، گلوتن جو،گلوتن ذرت, لوبیای گرگی، کانولا) و پودرهای با منشا حیوانی (پودر استخوان وپودر خون، پودر ضایعات مرغداری و پودر ضایعات کشتارگاهی و پودر گوشت) مطالعات زیادی صورت گرفته است که سطوح این جایگزینی با توجه به گونه، اندازه و عادات غذایی ماهی متفاوت بود [۶، ۷ و ۸]. کنسانتره های پروتئینی گیاهی به طور معمول ارزان قیمت بوده و به راحتی می توان آن را با پودر ماهی در جیره غذایی ماهیان آب شیرین و آب شور جایگزین کرد[۹ و ۱۰]. کنسانتره پروتئین برنج بدلیل بالا بودن میزان ماده مغذی آن (حدود ۷۵٪ پروتئین و ۱۱٪ چربی) بسیار مورد توجه است. این میزان پروتئین و لیپید، قابل مقایسه با پروتئین ماهی بوده و از بسیاری از منابع غذایی گیاهی بالاتر است. از کنسانتره پروتئینی پودر برنج در جیره غذایی قزل الای رنگین کمان[۱۱] ؛ سی بریم سر طلایی[۷] و سی بریم لکه سیاه [۱۲], میگوی سفید غربی [۱۳ و۱۴] استفاده شده و نتایج خوبی حاصل شده است.

استفاده از برخی منابع گیاهی به دلیل وجود فاکتورهای ضد تغذیه ای ویا عدم بالانس ترکیب اسید آمینه و اسید چرب موجب بروز مشکلاتی در ماهی ها می شود. از آنجایی که این منابع اغلب ترکیب اسید آمینه متناسب با نیاز ماهی را دارا نمی باشند، بنابراین افزودن آمینواسیدهای مکمل ضروری می باشد [۱۱]. ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) یک ماهی استخوانی است که به زندگی در آبهای نیمه شور دریای خزر و تالابهای اطراف آن سازگار شده است با توجه به ارزش غذایی بالا، کیفیت عالی گوشت و لذیذ بودن مورد توجه صیادان، ساحل نشینان و مردم کشور ما و حتی سایر کشورهای حاشیه دریای خزر می باشد. این ماهی در کارگاه های تکثیر و پرورش از غذای کنسانتره Starter Kutum Fish (SKF) که حاوی ۳۵-۴۰ درصد پروتئین است، استفاده می کند. با توجه به محدویت پودر ماهی که در بالا اشاره شده یافتن منابع جدید می تواند در توسعه پرورش و شناخت تغذیه ایی این ماهی کمک نماید. با چنین رویکردی این تحقیق به دنبال بررسی اثر جایگزینی کنسانتره پروتئین برنج به جای پودر ماهی در غذای ماهی سفید می باشد که تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است.

مواد و روش‌ها

نحوه پرورش

کار پرورش ماهی با انتقال بچه ماهیان از مرکز تکثیر و پرورش شهید رجائی ساری به سالن تکثیر و پرورش دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس واقع در نور آغاز گشت. پس از انجام مرحله سازگاری، حدود ۱۸۰۰ قطعه بچه ماهی سفید که از لحاظ وزن و طول تقریبی در یک اندازه بودند (با میانگین وزنی ۲۰±۳۴۰ میلی گرم) به طور تصادفی انتخاب و در ۱۵ تانک فایبرگلاسی ۹۰ لیتری به تعداد ۱۲۰ عدد در هر تانک توزیع گردیدند. در این تحقیق ماهی ها به مدت ۶۰ روز

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

با جیره های ساخته شده مورد تغذیه قرار گرفتند. در ابتدا مقدار غذای لازم به حالت خمیری تبدیل گردید و غذادهی ماهی ها تا حد سیری صورت پذیرفت. تعداد دفعات غذادهی در سه وعده(ساعت ۸ ، ۱۲ و ۱۶) انجام گرفت.

آزمایش در یک سالن سرپوشیده با دوره نوری ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی انجام پذیرفت. هوادهی در طول دوره به صورت مداوم صورت می گرفت. اندازه گیری عوامل کیفی آب، همچون دمای آب، pH و اکسیژن در طول دوره سنجش شد. میزانpH ، دما و اکسیژن محلول به ترتیب ۸-۷/۲، ۲۳ درجه سانتی گراد و ۸ میلی گرم در لیتر اندازه گیری گردید. در انتهای دوره وزن و طول ماهیان تیمارهای مختلف سنجیده شد و نمونه هایی نیز برای آنالیزهای شیمیایی برداشته شدند. مقادیر (WG) افزایش وزن بدن، (FCR) ضریب تبدیل غذایی، (WG٪) درصد افزایش وزن بدن و درصد بقا از رابطه های زیر بدست آمد [۱۵].

میانگین وزن اولیه(گرم) – میانگین وزن ثانویه(گرم) = (WG) افزایش وزن بدن

افزایش وزن بدن(گرم) / مقدار غذای خورده(گرم) = (FCR) ضریب تبدیل غذایی

۱۰۰ × میانگین وزن اولیه(گرم)/ میانگین وزن اولیه(گرم) – میانگین وزن ثانویه(گرم) = (WG٪) درصد افزایش وزن بدن

(تعداد ماهی های انتهای دوره/تعداد ماهی های ابتدای دوره)×۱۰۰= درصد بقاء

تیمارها

در این تحقیق از کنسانتره پروتئینی برنج به جای پودر ماهی استفاده شد. برای این منظور از ۴ سطح جایگزینی کنسانتره ی پروتیین برنج(۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰٪) و شاهد (بدون کنسانتره پروتیین برنج) در جیره بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) استفاده گردید.

ساخت غذا

ابتدا مواد لازم جهت ساخت جیره فراهم شد. کنسانتره پروتیینی برنج از شرکت EUNJIN کره جنوبی و سایر ترکیبات از کارخانه تولید غذای دام و طیور و آبزیان مازندران (مازندران, ساری, ایران) تهیه گردید. پس از آنالیز مواد اولیه، ۵ جیره مورد نظر با استفاده از نرم افزار Lindo فرموله و در کارگاه غذا سازی دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس (نور، ایران) ساخته شدند (جدول ۱). جیره های ساخته شده از نظر پروتئینی و انرژی یکسان بود. برای اطمینان از اینکه جیره های ساخته شده با فرمول مورد نظر مطابقت دارد جیره ها دوباره در آزمایشگاه دانشکده مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. به منظور حفظ کیفیت جیره های ساخته شده با توجه به دوره طولانی پرورش، نگهداری آنها تحت شرایط سرد(۲۰- درجه‌ی سانتی گراد) صورت پذیرفت.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

جدول۱. ترکیب مواد اولیه بکار رفته در جیره‌های آزمایشی (درصد)

	درصد جایگزینی				
پودر ماهی	۴۱/۲۹	۳۰/۹۷	۲۰/۶۴	۱۰/۳۲	۰
کنسانتره برنج	۰	۱۰/۳۲	۲۰/۶۴	۳۰/۹۷	۴۰/۲۹
آرد سویا	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آرد گندم	۳۵/۱۸	۳۵/۱۸	۳۵/۱۸	۳۵/۱۸	۳۵/۱۸
روغن ماهی	۲/۷۶	۲/۹۶	۳/۱۵	۳/۳۵	۳/۵۵
روغن سویا	۲/۷۶	۲/۹۶	۳/۱۵	۳/۳۵	۳/۵۵
دی کلسیم فسفات	۱	۱	۱	۱	۱
مواد معدنی •	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
مواد ویتامینی••	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
فیلر(سلولز)	۳	۲/۶۸	۲/۲۱	۱/۸۲	۱/۶۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
آنالیز تقریبی (٪)					
وزن خشک (٪)	۹۲/۲	۹۲/۳	۹۱/۴	۹۱	۹۱/۲
پروتئین (٪)	۴۰/۱۱	۳۸/۹۳	۳۷/۲۳	۳۶/۵۵	۳۸/۹
چربی (٪)	۱۲/۳۳	۱۱/۳۳	۱۲/۳	۱۲	۱۳/۶۶
خاکستر (٪)	۸/۷۳	۷/۲۳	۸	۶/۴	۵/۱
کربوهیدرات (٪)••	۳۸/۸۳	۴۲/۵۱	۴۲/۴۷	۴۵/۰۵	۴۲/۳۴
انرژی کل (Kj/g) ••••	۲۱/۰۱	۲۰/۹۷	۲۰/۹۳	۲۱/۱	۲۱/۸

■ کنسانتره پروتئینی برنج (۶۰-۶۲ درصد پروتئین، ۷ درصد چربی، ۴ درصد خاکستر ، ۱۰ درصد رطوبت و ۳ درصد فیبر) از شرکت EUNJIN کره جنوبی و سایر ترکیبات از کارخانه خوراک دام مازندران (ساری- ایران) تهیه شدند

•- هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی مواد معدنی کمیاب شامل: آهن(۲۰ گرم)، روی(۶۰ گرم)، سلنیم(۴۰۰ میلی گرم)، کبالت(۲۰۰ میلی گرم)، مس(۲ گرم)، منگنز(۴۰ گرم)، ید(۴۰۰ میلی گرم)، کولین کلراید(۶۰ گرم)، کریر(تا ۱ کیلوگرم) می باشد.

••- هر۵ کیلوگرم مکمل ویتامین ۰/۵٪ حاوی ویتامین های: ، D3=2000000IU ،E=150g ،B1=50B2=40g ,K3=50g ،
A=8000000IU B3=150g ،B5=200g ،B6=80g ،B9=15g ، B12=0/05g ،H=1/5g ، C=500g ، BHT=100g ،
اینوزیتول=۵۰۰گرم، کریر=تا ۵ کیلوگرم می باشد

•• کربوهیدرات کل (برحسب ماده خشک) = ۱۰۰- (پروتئین+ چربی + خاکستر)

•••• بر اساس ضریب ۲۳/۶, ۳۹/۵ و ۱۷/۲ (واحد کیلوژول بر گرم) به ترتیب برای پروتئین, چربی و کربوهیدرات محاسبه شد [۱۶].

سنجش ترکیب شیمیائی جیره و لاشه

برای سنجش ترکیب جیره و لاشه شامل سنجش رطوبت، خاکستر، چربی خام و پروتئین خام از روش [۱۷] استفاده گردید. برای سنجش اسید چرب لاشه ماهی نیز در انتهای آزمایش از هر تکرار ۳ قطعه ماهی جدا گردید، جهت استخراج چربی از روش Folch و همکاران [۱۸] استفاده شد. جهت استری کردن چربی از روش Metcalf و Schmitz [۱۹] استفاده شد. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) مجهز به ستون کاپیلاری

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

از نوع (BPX 70 SGE;60m ×0.25 mm i.d., film thickness 0.25µm) و آشکار ساز FID استفاده گردید. ترکیب اسید چرب نمونه‌ها با مقایسه با پیک استاندارد و جهت محاسبه‌ی سطح زیر پیک از نرم افزار Chromatography Varian Star Software (version 6.41) استفاده شد و نتایج به‌صورت درصد گزارش گردید. جدول ۲ مقدار اسید چرب جیره های غذایی را نشان می دهد.

برای سنجش اسید آمینه نیز در انتهای آزمایش از هر تکرار ۳ قطعه ماهی جدا گردید. برای تعیین ترکیب اسیدهای آمینه عضله از روش Lindorth و Mopper [۲۰] استفاده گردید که شامل ۲ مرحله هضم و اشتقاق است. بعد از این مرحله نمونه ها به دستگاه HPLC مدل Knauer (آلمان) تزریق و سطح زیر پیک اسیدهای آمینه مطابق نمونه استاندارد تعیین شد. این آزمایش با ۳ تکرار برای هر تیمار انجام شد. جدول ۳ مقدار اسید آمینه جیره های غذایی را نشان می دهد. کلیه آزمایشات در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس (نور، ایران) انجام شدند.

جدول ۲. مقادیر اسیدهای چرب جیره های آزمایشی (درصد)

	درصد جایگزینی						
C14	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۷۹	
C16	۱۷/۴۳	۱۸/۱۸	۱۹/۱۲	۲۰/۲۴	۲۰/۷۳	۲۷/۸۸	
C18	۱/۶۲	۱/۶	۱/۸	۲/۳۴	۲/۵۳	۴/۴۷	
C18:1n9	۲۵/۳۷	۲۵/۷۵	۲۶/۷۷	۲۷/۴۸	۲۸/۶۶	۲۹/۶۷	
C18:2n6	۱۲/۳۲	۱۷/۸۴	۲۱/۵۹	۲۵/۸۲	۲۸/۳۱	۳۵/۲۱	
C18:3n3	۰/۴	۰/۴۸	۰/۳۴	۰/۵۹	۰/۶۴	۱/۱۶	
C20:4n6	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۲۸	nd[a]	nd	
EPA	۳/۲۳	۲/۸۱	۲/۳۲	۲/۱۱	۱/۸۳	0.07	
DHA	۱۰/۵۸	۹/۶۷	۷/۵۱	۵/۲۹	۳/۱۲	nd	
ΣSFA [b]	۱۹/۲۰	۱۹/۹۱	۲۱/۰۴	۲۲/۶۷	۲۳/۳۳	۳۲/۸	
ΣMUFA [c]	۲۵/۳۷	۲۵/۷۵	۲۶/۷۷	۲۷/۴۸	۲۸/۶۶	۳۰/۲۳	
ΣHUFA [d]	۱۴/۲۸	۱۲/۹	۱۰/۱۹	۷/۶۸	۴/۹۵	۰/۰۷	
Σn3	۱۴/۲۱	۱۲/۹۶	۱۰/۱۷	۷/۹۹	۵/۵۹	۱/۲۳	
Σn6	۱۲/۷۹	۱۸/۲۶	۲۱/۹۵	۲۶/۱	۲۸/۹۵	۳۵/۲۴	
n3/n6	۱/۱	۰/۷	۰/۴۶	۰/۳	۰/۱۹	۰/۰۳	
EPA+DHA	۱۳/۸۱	۱۲/۴۸	۹/۸۳	۷/۴	۴/۹۵	۰/۰۷	

جدول ۳ . مقادیر اسیدهای آمینه جیره های آزمایشی (درصد)

	درصد جایگزینی					
آرژنین	۲/۲۴	۲/۴۸	۲/۰۷	۲/۱	۲/۱۸	۵/۸۹
هیستدین	۱/۱۲	۲/۴۸	۲/۰۷	۲/۱	۲/۱۸	۱/۸۶
ایزولوسین	۱/۵	۱/۶	۱/۴۱	۱/۳	۱/۲۵	۲/۷۷
لوسین	۲/۵۴	۲/۴۵	۲/۵	۲/۴۷	۲/۳۳	۵/۴۲
لیزین	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۴	۰/۳۵	۲/۵
متیونین	۱/۳۵	۱/۳۷	۱/۳۵	۱/۲۷	۱/۳۳	۲/۳۱
فنیل آلانین	۲/۵۹	۲/۶	۲/۴۸	۲/۵۵	۲/۵۹	۳/۶۴

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

تره اونین	۱/۵۲	۱/۶۱	۱/۴۴	۱/۴۸	۱/۴۲	۲/۶۴
والین	۲/۲۱	۲/۱۲	۲/۱۷	۲/۲۳	۲/۱۵	۳/۵۲
آلانین	۲/۴۲	۲/۲۳	۲	۱/۸۶	۱/۶۵	۳/۹۵
آسپاراتیک	۲/۲	۲/۱	۲	۲/۱۴	۲/۰۷	۵/۹۲
گلوتامیک	۱۰/۵	۱۰/۳۵	۱۰/۲۹	۱۰/۲۶	۱۱/۱۴	۱۱/۲۱
گلایسین	۲/۲۲	۲/۳۴	۲/۱۲	۲/۰۴	۱/۹۵	۳/۱۳
سرین	۱/۲۲	۱/۳۹	۱/۳۴	۱/۳۷	۱/۴	۳/۵۸
تیروزین	۱/۰۸	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۰۷	۱/۱	۳/۷۵
ΣEAA	۱۵/۴۶	۱۷/۰۳	۱۵/۸۷	۱۵/۹	۱۵/۷۸	۳۰/۵۵
ΣNEAA	۱۹/۶۴	۱۹/۵۵	۱۸/۸۹	۱۸,۷۴	۱۹,۳۱	۳۱/۵۴
EAA/	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۹۷

ΣEAA: مجموع اسیدهای آمینه ضروری ΣNEAA: مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری

تجزیه و تحلیل آماری

از نرم افزار SPSS (16.0) برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگراف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد.. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌داری هر یک از شاخص های رشد و شیمیایی ، از روش تجزیه واریانس یک طرفه و با آزمون دانکن (سطح معنی داری ۰/۰۵) مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت. همبستگی بین اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه جیره و بدن ماهی با استفاده از معادله رگرسیون مشخص شد.

نتایج

پارامترهای رشد

نتایج مربوط به پارامترهای رشد در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج مربوط به رشد نشان داد که بیشترین و کمترین رشد به ترتیب مربوط تیمار ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد جایگزینی بود. تیمارهای ۲۵ و ۷۵ درصد تفاوت معنی داری را در رشد نسبت به گروه شاهد از خود نشان ندادند ($P>0/05$) .

تیمار ۱۰۰ درصد دارای بیشترین ضریب تبدیل غذایی و کمترین افزایش وزن بود. از طرف دیگر کمترین ضریب تبدیل غذایی و بیشترین افزایش وزن در تیمار ۵۰ درصد جایگزینی مشاهده شد. در طول دوره پرورش در هیچیک از گروه ها تلفاتی مشاهده نشد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

جدول۴. مقایسه نتایج پارامترهای رشد و بقاء در تیمارهای مختلف جایگزینی پودر ماهی با پودر کنسانتره برنج

پارامترهای رشد تیمار	شاهد	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
وزن اولیه (میلی گرم)	۳۴۰	۳۴۰	۳۴۰	۳۴۰	۳۴۰
وزن نهایی(میلی گرم)	۹۴۰±۱۵۰^{b}	۹۳۰±۱۳۰^{b}	۱۰۲۰± ۱۲۰^{a}	۸۹۰±۱۳۰^{bc}	۸۶۰±۱۱۰^{c}
افزایش وزن(میلی گرم)	۶۰۰±۲۰^{b}	۵۹۰±۲۰^{b}	۶۷۰±۳۰^{a}	۵۴۰±۳۰^{c}	۵۱۰±۳۰^{d}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۶۸±۰/۰۵^{c}	۱/۷۱±۰/۰۶^{b}	۱/۵±۰/۰۴^{d}	۱/۷۳±۰/۰۵^{ab}	۱/۷۵±۰/۰۲^{a}
زنده مانی (٪)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

میانگین± انحراف معیار (سه تکرار)، وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P>۰/۰۵)

تجزیه تقریبی لاشه

آنالیز مربوط به رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر لاشه در جدول ۵ نشان داده شده است. . بین تیمارهای مختلف با تیمار شاهد هیچ گونه تفاوت معنی داری در میزان رطوبت، چربی و پروتئین دیده نشد (P>۰/۰۵). بیشترین تغییرات مربوط به چربی لاشه بود که از ۱۰ درصد در تیمار ۲۵ درصد به ۱۴/۶۶ درصد در تیمار ۵۰ درصد جایگزینی تغییر نمود ولی اختلاف موجود از لحاظ آماری معنی دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۵. مقایسه نتایج مربوط به تجزیه تقریبی لاشه در تیمارهای مختلف جایگزینی پودر ماهی با پودر کنسانتره برنج

آنالیز تقریبی(درصد) تیمار	شاهد	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
رطوبت	۷٤/۸±۰/۲	۷٤/۳±۰/۳	۷٤/۷±۰/۱	۷۵/۵±۰/۲	۷۵/۸±۰/۲۵
پروتئین	٦٤/٦٧±۰/۲۵	٦۵/٦۱±۰/۲٦	٦٦/۰۹±۰/۲۳	٦٤/۷۳±۰/۲۱	٦٤/۵۵±۰/۲٦
چربی	۱۱/۳۳±۰/٤	۱۰±۰/۲	۱٤/٦٦±۰/۳	۱۳±۰/۵	۱٤±۰/۲
خاکستر	۵/۵±۰/۰۳	٦/۵۳±۰/۰۲	٤/۵±۰/۰۳	۵/۳۳±۰/۰٤	۵/۳٤±۰/۰۲

میانگین± انحراف معیار (سه تکرار)، عدم وجود حروف در هر ردیف نشانه عدم اختلاف معنی‌دار است (P>۰/۰۵)

نتایج ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهی

نتایج مربوط به پروفیل اسید چرب لاشه ماهی در جدول ۶ آمده است .یک روند افزایشی در میزان SFA و یک روند کاهشی در میزان HUFA با تغییر سطح جایگزینی مشاهده شده است و تفاوت معنی داری بین تیمارهای صفر ،۲۵، ۵۰ با تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی وجود داشت (P> 0/05). مقدار MUFA در بین تیمارهای مختلف تغییر زیادی نداشت و بیشترین مقدار در تیمار ۱۰۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها مشاهده شد.

با افزایش میزان جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج از میزان n-3 کاسته شده و میزان n-6 افزایش یافت (0P</05). نسبت n-3 به n-6 تا سطح ۲۵ درصد تغییر معنی داری نداشت ولی با افزایش سطح جایگزینی کاهش معنی داری نشان داد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

بیشترین میزان اسید چرب اشباع مربوط به اسید پالمتیک می باشد، یک روند افزایشی در میزان اسید پالمتیک با افزایش سطح جایگزینی وجود داشت .لینولئیک اسید در تیمار شاهد ۱۴/۰۹ درصد بود که با افزایش سطح RPC در تیمار ۱۰۰ درصد به ۱۹/۴۸ درصد رسید .برعکس EPA و DHA به ترتیب از ۲/۹۸ و ۱۲/۲۳ در تیمار شاهد به ۱/۵۵ و ۶/۶۳ درصد در تیمار ۱۰۰ درصد رسیدند .به طور کلی نتایج اسیدهای چرب نشان داد که با جایگزینی پودر برنج به جای پودر ماهی از ارزش غذایی لاشه ماهی کاسته می شود و هر چه این جایگزینی افزایش می یابد ارزش غذایی ماهی کمتر می گردد.

شکل ۱ همبستگی بین اسیدهای چرب جیره و اسیدهای چرب بدن ماهی سفید را نشان می دهد. همانطور که مشخص است در خصوص همه اسیدهای چرب رابطه قوی بین جیره و بدن ماهی وجود دارد و نشان می دهد اسیدهای چرب جیره کاملا روی اسیدهای چرب بدن تاثیر گذار هستند. با افزایش جایگزینی پودر کنسانتره برنج میزان اسید چرب اشباع بدن افزایش و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع (HUFA) و نسبت n3/n6 کاهش می یابد.

جدول۶. نتایج ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه ماهی سفید تغذیه شده با تیمارهای جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج

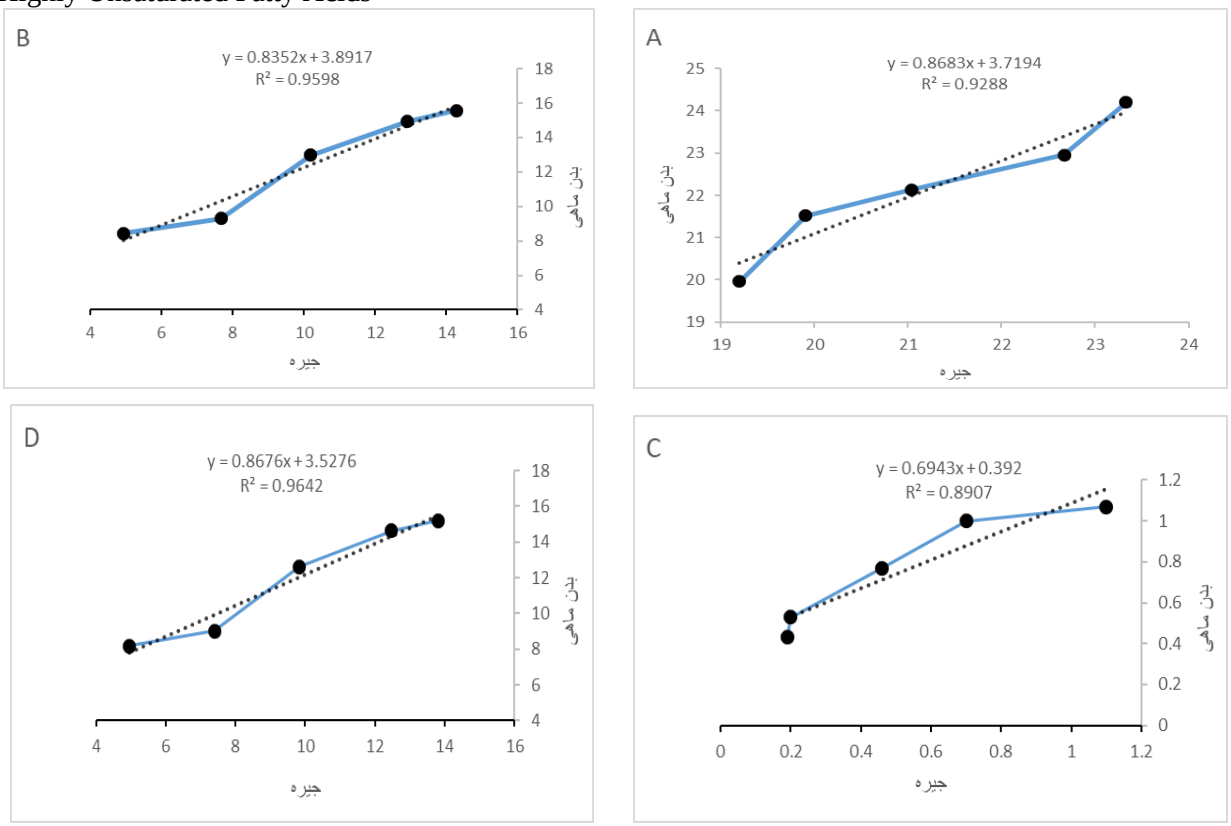
درصد اسیدهای چرب/تیمار	شاهد	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
C14	۰/۱۳±۰/۰۲	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۰۸±۰/۰۱	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۰۵±۰/۰۱
C16	۱۵/۴۶±۱/۳^{c}	۱۶/۷۲±۲/۱^{b}	۱۶/۴۷±۱/۸^{b}	۱۷/۷۴±۱/۵^{a}	۱۸/۶۸±۱/۴^{a}
C18	۴/۲۸±۰/۴	۴/۶۲±۰/۳	۴/۵۱±۰/۲	۵/۰۷±۰/۲۴	۵/۳۷±۰/۳۱
C18:1n9	۲۳/۵۲±۲/۳	۲۲/۷۸±۱/۲	۲۳/۱۸±۱/۴	۲۳/۶۲±۱/۵۴	۲۵/۲۱±۱/۶
C18:2n6	۱۴/۰۹±۰/۹^{d}	۱۴/۵۳±۱/۲^{d}	۱۶/۳۴±۰/۸^{c}	۱۷/۶±۱/۴^{b}	۱۹/۴۸±۰/۸^{a}
C18:3n6	۰/۰۵±۰/۰۱	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۰۶±۰/۰۱	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۰۵±۰/۰۱
C18:3n3	۰/۳۵±۰/۱	۰/۳۲±۰/۱	۰/۳۸±۰/۰۹	۰/۴۷±۰/۱۲	۰/۵±۰/۲
C20:4n6	۰/۳۶±۰/۰۸	۰/۲۸±۰/۰۵	۰/۳۷±۰/۰۹	۰/۲۶±۰/۱	۰/۲۷±۰/۱
EPA	۲/۹۸±۰/۲^{a}	۲/۵۵±۰/۳۱^{b}	۲/۱۲±۰/۱۴4^{c}	۱/۸۷±۰/۲۴^{cd}	۱/۵۵±۰/۱۳^{d}
DHA	۱۲/۲۳±۰/۲^{a}	۱۲/۰۹±۰/۲2^{a}	۱۰/۵±۰/۳^{b}	۷/۱۶±۰/۲۴^{c}	۶/۶۳±۰/۲^{d}
SFA ^{a}	۱۹/۹۶±۱/۲^{d}	۲۱/۵۲±۱/۴^{cd}	۲۱/۱۳±۰/۹^{c}	۲۲/۹۶±۱/۱^{b}	۲۴/۲±۰/۸^{a}
MUFA ^{b}	۲۳/۵۲±۰/۴^{b}	۲۲/۷۸±۰/۸^{b}	۲۳/۱۸±۰/۶^{b}	۲۳/۶۲±۱/۸^{b}	۲۵/۲۱±۱/۲^{a}
HUFA ^{c}	۱۵/۵۷±۰/۶^{a}	۱۴/۹۲±۰/۵^{a}	۱۲/۹۹±۰/۴^{a}	۹/۲۹±۰/۴^{b}	۸/۴۵±۰/۴^{b}
Σn3	۱۵/۵۶±۰/۳^{a}	۱۴/۹۶±۰/۵^{b}	۱۳/۰۱±۰/۲^{c}	۹/۵±۰/۳^{d}	۸/۶۹±۰/۲^{e}
Σn6	۱۴/۵±۰/۵^{d}	۱۴/۸۵±۰/۸^{d}	۱۶/۷۸±۰/۲^{c}	۱۷/۹±۰/۲^{b}	۱۹/۸±۰/۲^{a}
n3/n6	۱/۰۷±۰/۰۵^{a}	۱±۰/۰۲^{a}	۰/۷۷±۰/۰۱^{b}	۰/۵۳±۰/۰۲^{c}	۰/۴۳±۰/۰۱^{d}
EPA+DHA	۱۵/۲۱±۰/۱۲^{a}	۱۴/۶۴±۰/۲۱^{b}	۱۲/۶۲±۰/۱۶^{c}	۹/۰۳±۰/۱۴^{d}	۸/۱۹±۰/۰۸^{e}

میانگین± 3 SD تکرار، وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ($P<0/05$)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

[a] Saturated Fatty Acids
[b] Mono Unsaturated Fatty Acids
[c] Highly Unsaturated Fatty Acids



شکل ۱ : همبستگی بین اسیدهای چرب جیره و بدن ماهی سفید
(EPA+DHA) D ، (n3/n6) C ،(HUFA) B ،(SFA) A

نتایج ترکیب اسیدهای آمینه لاشه ماهی

میزان اسید آمینه کل با افزایش سطح RPC تغییر معنی داری از خود نشان نداد (جدول ۷). بیشترین مقدار کل اسید آمینه ضروری مربوط به تیمار ۲۵ درصد بود که با تیمارهای شاهد، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی تفاوت معنی دار داشت. با بررسی نسبت اسید آمینه ضروری به غیر ضروری مشخص گردید اختلاف معنی داری بین تیمار ۲۵ درصد با سایر تیمارها وجود دارد و این تیمار دارای بیشترین مقدار است ($P<0/05$).

شکل ۲ همبستگی بین اسیدهای آمینه جیره و اسیدهای آمینه بدن ماهی سفید را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شودف هرچند رابطه کمی بین اسیدهای آمینه ضروری جیره و بدن ماهی وجود دارد ولی به طور کلی نتایج حاصله رابطه قوی بین جیره و بدن ماهی نشان نداد و بنظر می رسد اسیدهای آمینه علاوه بر غذا تحت تاثیر عوامل دیگری نیز باشند و یا اینکه علاوه بر بافت خوراکی در قسمتهای دیگر بدن مورد استفاده قرار می گیرد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

جدول ۷. نتایج ترکیب اسیدهای آمینه لاشه بچه ماهی سفید تغذیه شده با تیمارهای جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج

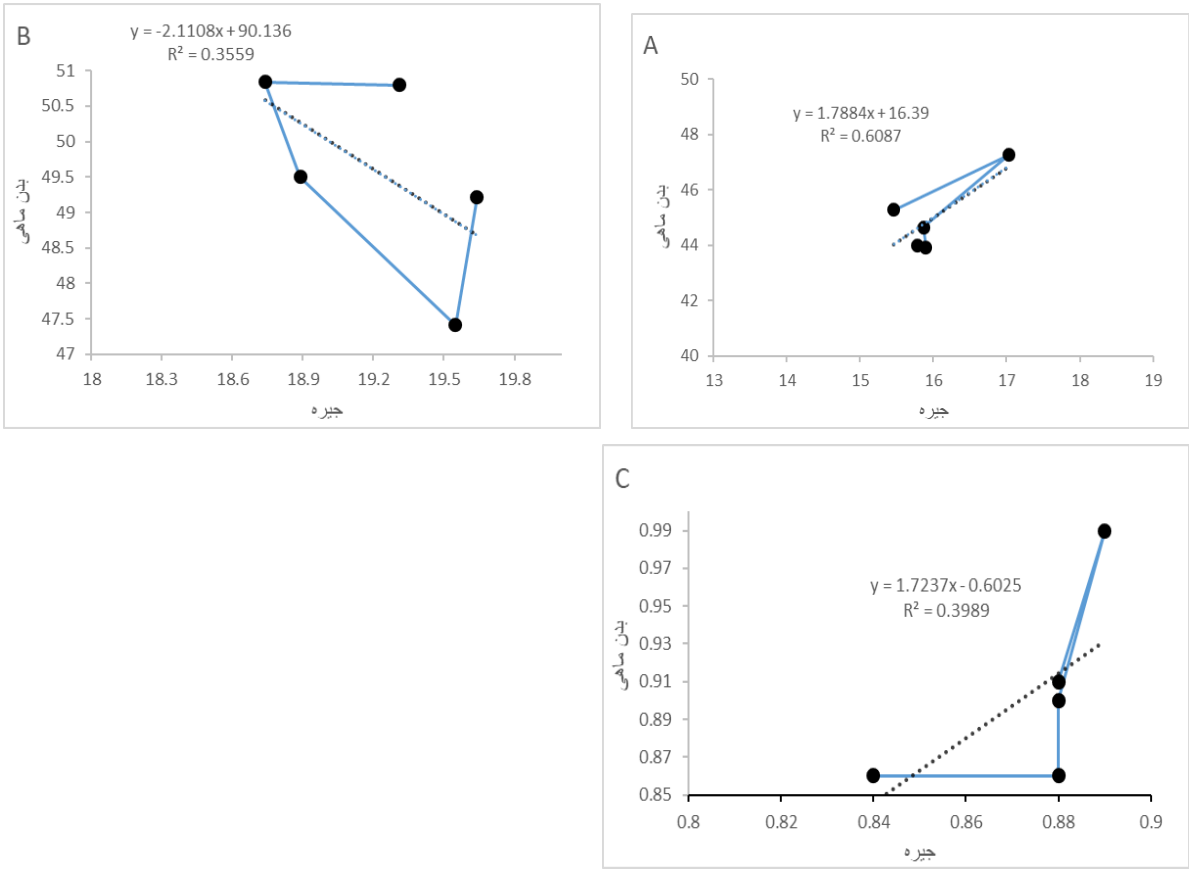
اسیدآمینه/تیمار(٪)					
	شاهد	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
آرژنین	٦/٥٤±٠/٢	٦/٩٨±٠/٥٤	٦/٧٣±٠/٣	٦/٣٧±٠/٢٣	٦/٥±٠/٢
هیستیدین	٢/٠٣±٠/٠٨	١/٧٦±٠/٥٤	١/٩±٠/١	١/٧٢±٠/٠٨	١/٦٤±٠/٠٥
ایزولوسین	٦/٤٧±٠/٢١	٧/٢٨±٠/٢٨	٦/٢٣±٠/٠٨	٦/١٧±٠/١٣	٦/٢٧±٠/١٥
لوسین	٧/٤٧±٠/١٣	٦/٨٩±٠/٣	٧/٢±٠/٢	٨/٢٤±٠/٠٤	٨/٠٦±٠/٠٩
لایزین	٣/٣٨±٠/٢	٢/٩٣±٠/٣٢	٣/٠٣±٠/٤	٣/٠٣±٠/٢	٢/٩٧±٠/٠٧
متیونین	٣/٣٢±٠/١٢	٣/٦٦±٠/١٢	٣/٣٦±٠/١٤	٣/٠٩±٠/٠٥	٣/١١±٠/٠٤
فنیل آلانین	٣/٩٥±٠/١	٤/٩٢±٠/٢٨	٤/٢٣±٠/٢٣	٣/٦١±٠/١١	٣/٦٨±٠/١٨
ترئونین	٥/٣±٠/١١	٥/٨٢±٠/٣٢	٥/٢±٠/٤	٤/٧٧±٠/١١	٥±٠/١٧
والین	٦/٨±٠/٠٦	٧±٠/٨٩	٦/٧٦±٠/٢٦	٦/٩١±٠/١٣	٦/٧٣±٠/١٧
اسید های آمینه					
آلانین	٩/٤٧±٠/١٧	٨/٠٩±٠/٨	٩/٠٢±٠/١	٩/٠٦±٠/١٣	٩/٣٩±٠/١٥
آسپارتیک اسید	٨/٢٨±٠/٢٨	٧/٢٧±٠/٧	٨±٠/٧	٩/٣±٠/٥١	٨/٧±٠/٢٨
گلوتامیک اسید	١١/٩٨±٠/٥٨	١٠/٧٦±٠/٨	١٣±٠/٨	١٣/٨٤±٠/٦	١٢/٥٩±٠/٤
گلایسین	١٠±٠/٣٢	١٠/٩٩±٠/٤	١٠/٢±٠/٧	٩/٨٥±٠/١١	١٠/٦٢±٠/٩
سرین	٦/٥±٠/١	٦/٨٥±٠/٥٣	٦/٤٦±٠/٢٤	٦/٠٣±٠/٢	٦/٧٢±٠/٤
تیروزین	٢/٩٧±٠/٠٦	٣/٤٣±٠/٢٥	٢/٦٣±٠/٢	٢/٧٥±٠/١٥	٢/٧٣±٠/٠٥
جمع کل اسیدهای آمینه	٩٤/٥١±٠/٢	٩٤/٦٧±١/٢	٩٤/١٧±١/٨	٩٤/٧٨±٠/٨٥	٩٤/٧٩±٠/٤٥
ΣEAA	٤٥/٢٨±١/٢^{b}	٤٧/٢٦±١/٤٥^{a}	٤٤/٦٦±١/٢٣^{b}	٤٣/٩٢±٠/٩٤^{b}	٤٣/٩٩±١/١٤^{b}
ΣNEAA	٤٩/٢٢±١/١٢	٤٧/٤١±١/٣	٤٩/٥±١/١٤	٥٠/٨٦±١/١٩	٥٠/٨±١/٥٤
EAA/ NEAA	٠/٩١±٠/٠٥^{b}	٠/٩٩±٠/٠٣^{a}	٠/٩±٠/٠٢^{b}	٠/٨٦±٠/٠٣^{b}	٠/٨٦±٠/٠٤^{b}

میانگین± 3 SD تکرار، وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است (P<0/05)

Essential amino acid (EAA)
Non-essential amino acid (NEAA)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]



شکل ۲ : همبستگی بین اسیدهای آمینه جیره و بدن ماهی سفید

(EAA/ NEAA) C ،(ΣNEAA) B ،(ΣEAA) A

بحث

پارامترهای رشد

در سالهای اخیر تحقیقات زیادی در رابطه با جایگزینی پودر ماهی با پروتئین های گیاهی صورت گرفته است که با توجه به نوع گونه و سن آن نتایج متفاوتی حاصل شده است [۲۱]. بنابراین لازم است روی هر گونه به طور جداگانه مطالعه شود. نتایج حاضر در این تحقیق نشان داد که جایگزینی تا سطح ۵۰ درصد تاثیر منفی بر رشد نمی گذارد. حتی در سطح ۵۰ درصد جایگزینی وضعیت رشد از گروه شاهد بهتر می باشد. علت این امر شاید وجود برخی عوامل موثر در رشد باشد که در سطوح مناسب جایگزینی اثر گذار می گردند, ولی در سطوح بالاتر جایگزینی عوامل محدود کننده هستند که موثر واقع می شوند. تاثیر منفی در رشد و وزن بدست آمده در این تحقیق در تیمارهای سطوح بالای جایگزینی با نتایج [۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶ و ۱۱] مشابه می باشد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

نتایج سایر محققین نیز نشان داد که RPC جایگزین مناسبی برای پودر ماهی در جیره ماهیان بوده که با نتایج خوبی بر رشد و قابلیت هضم ظاهری همراه بود [۱]. می‌تواند تا سطح ۲۰ درصد در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان و سی بریم لکه سیاه جایگزین شود [۱۱و ۲۷]. رشد کم در سطوح بالا می تواند در نتیجه هضم و جذب پایین باشد [۲۵ و ۲۸]. کمبود یا عدم تعادل اسید های آمینه می تواند از دلایل کاهش رشد محسوب شود. همچنین کربوهیدرات زیاد در سطوح بالای جایگزینی موجب کاهش هضم و جذب غذا شده و در پی آن کاهش رشد را بدنبال دارد. این تاثیر منفی در گونه هایی که رجحان غذایی آنها بیشتر از نوع گوشتخواری می باشد بیشتر است. ماهی سفید نیز در اندازه انگشت قد بیشتر تمایل به گوشتخواری و تغذیه از سخت پوستان، نرم تنان، شیرونومیده و نماتودها دارد [۲۹]. بنابراین وجود کربوهیدرات زیاد در جیره می تواند موجب کاهش هضم و جذب غذا شود. بیشترین FCR در تیمار ۱۰۰ درصد مشاهده شد که منتج از کاهش رشد در این تیمار می باشد همچنین ممکن است این تاثیر منفی در نتیجه اثر بازدارندگی RPC بر آنزیمهای تجزیه کننده پروتئین باشد [۱۲]. با توجه به عدم مشاهده تلفات در تمامی تیمارهای جایگزینی مشخص می شود که این گونه می تواند از کنسانتره برنج به خوبی استفاده نماید. نتایج بقا در این تحقیق با نتایج [۳۰] مشابه می باشد.

ترکیب بدن

اختلاف در ترکیب شیمیایی بدن در گونه های آبزی به عوامل متعددی بستگی دارد دلیل اصلی این اختلاف مربوط به منبع تغذیه آبزی می باشد ([۳۱]. در تحقیق حاضر اختلاف معنی داری در آنالیز تقریبی ماهیچه مشاهده نشد (جدول ۵) اگرچه یک افزایش جزئی در میزان چربی در سطوح بالای جایگزینی وجود داشت ولی معنی دار نبود. بنابراین عدم وجود اختلاف معنی دار در ترکیب بدن احتمالا می تواند به دلیل برآورده شدن حداقل نیازهای موجود توسط تیمارهای غذایی مختلف باشد. نتایج مختلفی در زمینه جایگزینی پروتئین های گیاهی وجود دارد. در بعضی از مطالعات با افزایش سطح پروتئین گیاهی جیره تاثیر معنی داری در میزان جربی کل بدن مشاهده نشد [۳۲ و ۳۳] و در برخی دیگر کاهش میزان کل چربی ماهیچه گزارش شده است [۲۵ و ۳۰]. Kaur and Saxena [۲۶] گزارش کردند که با افزایش گلوتن ذرت تغییری در میزان پروتئین لاشه سه گونه ماهی کپور (کاتلا، روهو و مریگال) ایجاد نشد. [۳۴] نیز گزارش نمودند، سطوح مختلف سویا تاثیری بر ترکیب بدن شانک و باس دریایی نداشت.

به خوبی مشخص می باشد که جایگزینی پودر ماهی با پودر های گیاهی، پروفیل اسید چرب جیره را تغییر می دهد که در پی آن اسید چرب گوشت ماهی نیز تغییر خواهد کرد [۳۵]. Holman [۳۶] گزارش نمود که مقدار اسید چرب لاشه از پروفیل موجود در جیره تاثیر می پذیرد. در مطالعه حاضر میزان SFA و HUFA با افزایش جایگزینی کنسانتره برنج به ترتیب افزایش و کاهش داشت که علت آن می تواند ناشی از افزایش و کاهش پالمیتیک اسید، DHA و EPA باشد (جدول۶). پروتئین های گیاهی از نظر اولئیک اسید غنی می باشند، در نتیجه با افزایش سطح جایگزینی کنسانتره برنج، تجمع آن در بافت ماهی مشاهده گردید .این افزایش در تیمار ۱۰۰ درصد محسوس تر بود .بیشترین میزان MUFA نیز

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

در این تیمار مشاهده شد. علت دیگر تجمع اولئیک اسید در بافت می تواند به سبب وجود مقادیر زیاد لینولئیک اسید و لینولنیک اسید در جیره باشد .این ۲ اسید چرب از فرآیند اشباع زدایی اولئیک اسید در بافت ممانعت به عمل می آورند نتایج مشابه ای نیز توسط سایر محققین گزارش شده است [۳۷، ۳۸ و ۳۹]. در تحقیق حاضر با افزایش سطح جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج میزان اسید چرب های گروه n-6 افزایش و میزان اسید چرب های گروه n-3 کاهش یافت این نتایج با کار [۴۰، ۱۱و۴۱] مشابه می باشد .تغییرات ناشی از n-6 و n-3 بر نسبت این دو تاثیرگذار می باشد و با افزایش سطح جایگزینی این نسبت کاهش یافت. یک دلیل برای افزایش میزان n-6 ،اسید چرب لینولئیک می باشد .این اسید چرب در منابع گیاهی غنی است بنابراین با افزایش سطح RPC در جیره مقدار آن افزایش می یابد. Tocher و همکاران [۴۲] بیان کردند که تغییرات مقادیر اسید چربهای گروه C-18 در نتیجه رقابت آنزیمی برای تجزیه لینولنیک اسید و لینولئیک اسید می باشد. بنابراین مقدار لینولئیک زیاد در جیره باعث کاهش فرآیند اشباع زدایی، n-3 PUFA می شود و مقدار n-6 PUFA افزایش می یابد .این افزایش در مقدار اسید چربهای گروه n-6، نسبت n-3 به n-6 را کاهش می دهد. پروتئین های با منشا گیاهی از نظر EPA و DHA فقیر می باشند بنابراین در تحقیق حاضر با افزایش سطح جایگزینی این اسید چرب کاهش یافتند، این نتایج مشابه یافته های Rosenlund و همکاران [۴۳]؛ Bell و همکاران ، [۴۴] می باشد.

اسیدهای آمینه ضروری باید از طریق غذا تامین شوند و اسیدهای آمینه غیر ضروری به وسیله واکنش ها مختلف بدن سنتز می شوند. اگرچه بیش از ۳۰۰ اسید آمینه مختلف در طبیعت وجود دارد ،تنها ۲۰ اسید آمینه زنجیره اصلی پلی پپتیدی پروتئین ها را تشکیل می دهند. کاهش نسبت اسید آمینه ضروری به غیر ضروری نشان دهنده افزایش کاتابولیسم پروتئین (و برعکس افزایش این نسبت نشان دهنده افزایش آنابولیسم پروتئین) در جاندار می باشد [۴۵ و۴۶]. با توجه به جدول۷ مشخص می شود که در تیمار ۲۵ درصد جایگزینی یک روند افزایشی در نسبت آمینو اسید ضروری به غیر ضروری مشاهده می شود ،در تیمار ۵۰ به طور جزئی این مقدار کاهش می یابد و از این تیمار به بعد نسبت بیشتر کاهش می یابد. با نگاهی به جدول ۴ (رشد ماهی) مشخص می شود که این روند با رشد ماهی ها در تیمارهای مختلف مطابقت دارد. در نتیجه می توان رشد را ناشی از آنابولیسم پروتئین بیشتر در تیمارهای شاهد ،۲۵ و ۵۰ درصد دانست. مطالعات جایگزینی پروتئین گیاهی در جیره ماهیان، افزایش فعالیت آنزیمهای دخیل در متابولیسم اسیدهای آمینه را نشان می دهد [۴۷ و ۴۸].

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل نشان داد که کنسانتره پروتئینی برنج تاثیر منفی بر رشد بچه ماهی سفید تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی نداشته است. از نظر تجزیه تقریبی لاشه، بین تیمارها اختلافی مشاهد نشد. اسید آمینه کل در بین تیمارها هیچ گونه تفاوت معنی داری نداشت .میزان اسید های آمینه ضروری در سطح ۲۵ درصد جایگزینی بیشتر بود و بین تیمار شاهد و بقیه گروه ها نیز تفاوت معنی داری وجود نداشت که نشان دهنده تامین حداقل نیازهای اسید آمینه موجود است. نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6 با افزایش سطح جایگزینی کاهش پیدا نمود .یک روند افزایشی در میزان SFA و یک روند کاهشی در میزان HUFA با تغییر سطح جایگزینی مشاهده شد. این مساله تنها مشکل جایگزینی کنسانتره برنج به منظور حفظ کیفیت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

گوشت ماهی می تواند باشد. به طور کلی از این تحقیق می توان نتیجه گیری نمود جایگزینی کنسانتره پروتئینی برنج به جای پودر ماهی تا سطح ۵۰ درصد هیچگونه اثر منفی روی رشد بچه ماهیان سفید نداشته است، هر چند کیفیت اسیدهای چرب لاشه در این سطح حفظ نشد و سطح ۲۵ درصد وضعیت مناسبتری داشته است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دانشگاه تربیت مدرس به جهت پشتیبانی مالی و از زحمات مهندس کمالی مسئول آزمایشگاه شیلات و مهندس بور مسئول آزمایشگاه مرکزی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس به منظور کمک در انجام کارهای آزمایشگاهی و مهندس پناهی از مرکز شهید رجائی ساری به جهت تامین بچه ماهی کمال تشکر و سپاس به عمل می آید.

منابع:

[1] FAO. 2020. Probiotics in animal nutrition. Production, impact and regulation. FAO Animal Production and Health Paper No. 179 Rome.

[2] Hodar, A.R., Vasava, R., Mahavadiya, D.R., Joshi, N.H. (2020). Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: a review. Journal of Experimental Zoology, India. 23 (1): 13-21.

[3] Cai, C., Song, L., Wang, Y., Wu, P., Ye, Y., Zhang, Z., Yang, C. (2013). Assessment of the feasibility of including high levels of rapeseed meal and peanut meal in diets of juvenile crucian carp (Carassius auratus gibelio♀×Cyprinus carpio♂): Growth, immunity, intestinal morphology, and microflora. Aquaculture.10 (410-411): 203–215.

.[4] Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405, 1017-1024.

[5] EL-SAYED, A.F.M., 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp*. Aquaculture, 179, 149-168.

[6] Gatlin III, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., HU, G., Krogdahl, Å. & Nelson, R. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research, 38, 551-579.

[7] Sánchez-lozano, N.B., Martinez-llorenz, S., Tomas-vidal, A., Cerda, M.J., 2009. Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata, L*.). Aquaculture, 298, 83-89.

[8] De francesco, M., Parisi, G., Medale, F., Lupi, P., Kaushik, S.J., Poli, B.M., 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture-based diet on growth and body fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 236, 413-429.

[9] Opsteved, J., Aksnes, A., Hope, B. & Pike, I. H. 2003. Efficiency of feed utilization in Atlantic salmon (Salmo salar L.) fed diets with increasing substitution of fish meal with vegetable proteins. Aquaculture, 221, 365-379.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

[10] Robaina, L., Izquierdo, M., Moyano, F., Socorro, J., Vergara, J. & Montero, D. 1998. Increase of the dietary n-3/n-6 fatty acid ratio and addition of phosphorus improves liver histological alterations induced by feeding diets containing soybean meal to gilthead seabream, Sparus aurata. Aquaculture, 161, 281-293.
[11] Palmegiano, G., Dapra, F., Forneris, G., Gai, F., Gasco, L., Guo, K., Peiretti, P., Sicuro, B. Zoccarato, I., 2006. Rice protein concentrate meal as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 258, 357-367.
[12] Dapra, F., Gai, F., Costanzo, M., Maricchiolo, G., Micale, V., Sicuro, B., Caruso, G., Genovese, L. Palmegiano, G., 2009. Rice protein concentrate meal as a potential dietary ingredient in practical diets for blackspot seabream *Pagellus bogaraveo*: a histological and enzymatic investigation. Journal of Fish Biology, 74, 773-789.
[13] Oujifard, A., Seyfabadi, J., Abedian Kenari, A.M., Rezaei, M., 2012 a. Fish meal replacement with rice protein concentrate in a practical diet for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931. Aquaculture International. 20 (1), 117–129.
[14] Oujifard, A., Seyfabadi, J., Abedian Kenari, A.M., Rezaei, M., 2012 b. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. Aquaculture 342-343 (2012) 56–61.
[15] Misra, C.K., Kumar, D.B., Mukherjee, S.C., Pattnaik. P., 2006. Effect of long-term administration of dietary â-glucan on immunity, growth and survival of (*Labeo rohita)* fingerlings. Aquaculture, 255, 82–94.
[16] NRC., (Nutrient Requirements of Fish) 1993. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. Revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA, pp 114.
[17] AOAC, 2005. Official Method of Analysis 17th (end), Washington. DC: Association of Official Analytical Chemists.
[18] Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G. H., 1957: A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues, Journal of Biological Chemistry, 226(1): 497-509.
[19] Metcalf L. D., Schmitz A. A., 1961: Boron-Trifluoride Method for the Derivitisation of Fatty Acids, Analytical Chemistry, 33(3): 363-370.
[20] 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: 1667-1674.
[21] Akiyama DM (1988) Soybean meal utilization by marine shrimp. In: AOCS world congress on vegetable protein utilization in human food and animal feedstuffs, American Soybean Association, Singapore, 2–7 October 1988.
[22] Regost, C., Arzel, J., Kaushik, S., 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima)*. Aquaculture, 180, 99-117.
[23] Robaina, L., Izquierdo, M., Moyano, F., Socorro, J., Vergara, J., Montero, D., Fernandez-Palacios, H., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. Aquaculture, 130, 219-233.
[24] Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Hutabarat, J., Evans, L.H., 1999. Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals. Aquaculture, 171, 121-133.
[25] Kissil, G.W., Lupatsch, I., Higgs, D., Hardy, R., 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *(Sparus aurata L)*. Aquaculture Research, 31, 595-601.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

[26] Kaur, V., Saxena, P., 2005. Incorporation of maize gluten in supplementary feed and its impact on growth and flesh quality of some carps. Aquaculture International, 13, 555-573.
[27] Palmegiano, G., Costanzo, M., Dapra, F., Gai, F., Galletta, M., Maricchiolo, G., Micale, V., Peiretti, P., Genovese, L., 2007. Rice protein concentrate meal as potential dietary ingredient in practical diets for blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 91, 235-239.
[28] Aragao, C., Conceicao, L.E.C., Dias, J., Marques, A.C., Gomes, E., Dinis, M.T., 2003. Soy protein concentrate as a protein source for Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858) diets: effects on growth and amino acid metabolism of postlarvae. Aquaculture Research, 34, 1443-1452.
[29] Abdolhay, H.A., Daud, S.K., Rezvani Ghilkolahi, S., Pourkazemi, M., Siraj, S.S., Abdul Satar, M., 2011. Fingerling production and stock enhancement of Mahisefid (*Rutilus frisii kutum*) lessons for others in the south of Caspian Sea. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 21, 247-257.
[30] Robaina, L., Moyano, F., Izquierdo, M., Socorro, J., Vergara, J., Montero, D., 1997. Corn gluten and meat and bone meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. Aquaculture, 157, 347-359.
[31] Abd Rahman, S., Osman, T.S.H., Hassan, O., Daud, N.M., 1995. Fatty acid composition of some Malaysian fresh water fish. Food Chemistry, 54, 45–49.
[32] Gouveia, A., Davies, S., 2000. Inclusion of an extruded dehulled pea seed meal in diets for juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 182, 183-193.
[33] Pereira, T.G., Oliva Teles, A., 2002. Preliminary evaluation of pea seed meal in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. Aquaculture Research, 33, 1183-1189.
[34] Bonaldo, A., Roem, A.J., Fagioli, P., Pecchini, A., Cipollini, I., Gatta, P.P., 2008. Influence of dietary levels of soybean meal on the performance and gut histology of gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). Aquaculture Research, 39, 970-978.
[35] Sargent, J., Henderson, R. J., Tocher, D. R. 1989. "The Lipids," In: J. E. Halver, Ed., Fish Nutrition, 2nd Edition, Academic Press, New York, 1989, pp. 154-218.
[36] Holman, R, T. 1998. The slow discovery of the importance of w3 essential fatty acids in human health. J Nutr.128 (2): 427S-433S.
[37] Tocher, D. R., Mourente, G., and Sargent, J.R. 1992. Metabolism of (1)14C) docosahexaenoate (22:6n-3), (1)14C) eicosapentaenoate (20:5n-3) and (1)14C) linolenate (18:3n-3) in brain cells from juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Lipids 27,494-499.
[38] Caballero, M., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M. & Izquierdo, M. 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 214, 253-271.
[39] Borouez, A. S., Hernandez, A. J., Dantagnan, P., Saez, P. & Serrano, E. 2011. Incorporation of Whole Lupin, *Lupinus albus*, Seed Meal in Commercial Extruded 57 Diets for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*: Effect on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Muscle Fatty Acid Composition. Journal of the World Aquaculture Society, 42, 209-221.
[40] Gomez, E. F., Corraze, G. & Kaushik, S. 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 113, 339-353.
[41] Oujifard, A., Seyfabadi, J., Abedian Kenari, A.M., Rezaei, M., 2015. Growth response and tail-muscle fatty acid quality of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed with diets containing different levels of rice protein concentrate. Iranian Journal of Fisheries Science. 14 (1), 188–200.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

[42] Tocher, D. R. 2003. Metabolism and functions of Lipids and Fatty acids in Teleost Fish. Fisheries Science. 11(2), 107-184.

[43] Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M., Standal, H. & Tveit, K. 2001. Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture Research, 32, 323-328.

[44] Bell, J. G., Tocher, D. R., Henderson, R. J., Dick, J. R. & Crampton, V. O. 2003. Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. The Journal of nutrition, 133, 2793-2801.

[45] Go´mez-Requeni P, Mingarro M, Kirchner S, Calduch-Giner JA, Me´dale F, Corraze G, Panserat S, Martin SAM, Houlihan HM, Kaushik SJ, Pe´rez-Sa´nchez J (2003) Effects of dietary amino acid profile on growth performance, key metabolic enzymes and somatotropic axis responsiveness of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 220:749–767.

[46] Vilhelmsson, O. T., Martin, S. A. M., Meaale, F., Kaushik, S. J. & Houlihan, D. F. 2004. Dietary plant-protein substitution affects hepatic metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*. British Journal of Nutrition, 92, 71-80.

[47] Moyano FJ, Gardenete G, de la Higuera M (1991) Nutritive and metabolic utilization of proteins with high glutamic-acid content by the rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comp Biochem Physiol A 100:759–762.

[48] Martin SAM, Vilhelmsson O, Me´dale F, Watt P, Kaushik S, Houlihan DF (2003) Proteomic sensitivity to dietary manipulations in rainbow trout. Biochim Biophys Acta 1651:17–29.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume12, Issue 3, Summer 2023
Pages: 224-242

Effect of dietary fish meal replacing with rice protein concentrate on growth and body composition of Caspian kutum, (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901)

Mojtaba Shirod Najafi[1], Abdolmohammad Abedian- Kenari[1]★

[1] Aquaculture department, Natural Resources & Marine Science Faculty, Tarbiat Modares University, Mazandaran, Noor, Iran

A B S T R A C T

This feeding trial was conducted for replacing of fish meal with rice protein concentrate (RPC). For this purpose, five diets with the same protein and energy (40% and 21 KJ g-1 DM respectively) were made. Fish meal was replaced with RPC by levels of 0, 25, 50, 75, and 100%. Experimental diets fed to kutum fry (initial weight of 340±20 mg) three times daily to satiation for 60 days. The highest final weight (1020 mg) and weight gain (670 mg) and the lowest FCR (1.5) were observed in the 50% substitution treatment, which was significantly different from the other treatments ($P < 0.05$). The survival rate was 100% and the same for all diets. No significant difference was observed in carcass composition (moisture, protein, lipid and ash) between different treatments ($P > 0.05$). By increasing the amount of replacement of rice protein concentrate, the amount of n-3 decreased and the amount of n-6 increased ($P<0.05$). The ratio of n-3 to n-6 did not change significantly up to the level of 25%, but it showed a significant decrease with the increase of the substitution level. The amount of total amino acid did not change significantly among the treatments with the increase in the concentration level. The highest amount of essential amino acids was related to the 25% treatment, which was significantly different from the control, 50, 75 and 100% replacement treatments. In general, the results of this study showed that rice protein concentrate can be used as a substitute for fish meal up to 50% in the diet without significant change in the growth of Kutum fry. Of course, the quality of carcass fatty acids was not maintained at this level, and the 25% level was more suitable.

KEYWORDS: *Rutilus frisii kutum*, Rice protein concentrate, Fish meal replacement, Growth, Body composition

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 22 June 2023
Accepted: 23 July 2023
ePublished: 23 Aug 2023

* Corresponding Author:
Email address: aabedian@modares.ac.ir
Tel: 0098 11 44998000
© Published by Tarbiat Modares University
ISSN: 2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1402.12.3.2.0]