جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی در تغذیه قزل آلای رنگین کمان
(Oncorhynchus mykiss)

نصرالله محبوبی صوفیانی*، فاطمه شیر محمد** و جواد پوررضا **

چکیده

برای بررسی اثر جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی بر عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان، ۳ منبع پروتئین گیاهی شامل کنجاله‌های سویا، آفتابگردان و پنبه‌دانه در ۴ سطح جایگزینی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به جای پودر ماهی، در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۴×۳ به علاوه یک شاهد، در سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت. کلیه جیره‌ها هم‌انرژی و هم‌پروتئین بود. تعداد ۷۸۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان انتخاب و در ۳۹ قفس (هر قفس ۲۰ قطعه ماهی) جای گرفتند و پس از ۲ هفته سازگاری، به مدت ۴۶ روز با ۱۳ جیره آزمایشی تغذیه شدند. این جایگزینی سبب تفاوت معنی‌داری در معیارهای مورد ارزشیابی در مقایسه با جیره شاهد نشد. ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۳۰ و ۴۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه، وزن بیشتر، عملکرد رشد بهتر و ضریب تبدیل کمتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌ها داشتند، ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. بدون در نظر گرفتن سطح جایگزینی، مقایسه ماهیان تغذیه شده با ۳ منبع پروتئین گیاهی مختلف نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی کنجاله آفتابگردان به طور معنی‌داری ($p<0/01$) میانگین وزن و نسبت بازده پروتئین کمتر، عملکرد رشد پایین‌تر و ضریب تبدیل بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره‌های محتوی کنجاله‌های سویا و پنبه‌دانه داشتند. وزن نسبی کبد ماهیان تغذیه شده با جیره سویا به طور معنی‌داری ($p<0/01$) بیش از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های پنبه‌دانه بود.

جایگزینی جزیی کنجاله پنبه‌دانه، سبب دسترسی به انرژی بیشتر و بهبود عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان گردید. به هر حال جیره‌های محتوی کنجاله سویا تأثیر چندانی بر عملکرد قزل آلای رنگین کمان نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که کنجاله‌های پنبه‌دانه و سویا می‌توانند به عنوان منبع جایگزین مناسبی برای پودر ماهی در جیره‌های قزل آلای رنگین کمان توصیه شوند.

واژه‌های کلیدی – *تغذیه ماهی، پروتئین گیاهی، رشد، قزل‌آلا*

مقدمه

در تولید ماهیان پرورشی، غذا عمده‌ترین هزینهٔ اجرایی است و در جیره ماهی، معمولاً مقادیر زیادی پودر ماهی منبع اصلی پروتئین جیره را تشکیل می‌دهد (۱۳) و به خاطر خوشخوراکی و ارزش غذایی بالای آن، در تهیه غذای تجاری آزاد ماهیان بین ۲۵ تا ۶۵ درصد جیره را شامل می‌شود (۲۱). با این حال پودر ماهی به علت گرانی با صرفه‌جویی زیادی در تهیه

* استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

** به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

غذای ماهی استفاده می‌گردد (۱۲). این وابستگی به پودر ماهی در بعضی مناطق جغرافیایی خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، که همواره مواجه با کاهش در فراهمی، کیفیت پایین و قیمت بالای پودر ماهی می‌باشند، سبب فشار اقتصادی شده‌است. مکملهای پروتئینی بر اساس قیمت هر واحد پروتئین انتخاب می‌گردند، لذا در بین منابع پروتئینی مطالعه شده به منابع گیاهی توجه زیادی مبذول شده است. اگر چه منابع پروتئین گیاهی از لحاظ بعضی اسیدهای آمینه، انرژی و املاحی نظیر فسفر در مقایسه با مکملهای پروتئینی حیوانی فقیرند (۹)، لیکن برای تعدیل هزینه تولید و کاهش وابستگی واردات غذای ماهی در جیره استفاده می‌شوند. این مواد معمولاً دارای مقدار زیادی ویتامین B بوده و برخی از گزارشها نشان می‌دهد که جایگزینی جزیی آنها به جای پودر ماهی سبب بهبود عملکرد رشد نیز می‌گردد (۱۵).

کنجاله سویا فراوان‌ترین کنجاله دانه‌های روغنی است که مطالعات زیادی روی آن صورت گرفته است. قابلیت هضم پروتئین سویا و پودر ماهی تقریباً برابر است (۱۷) و قابلیت هضم اسیدهای آمینه ضروری آن دامنه‌ای از ۷۸/۶ تا ۹۶/۷ درصد دارد. بیشترین اسیدهای آمینه محدودکننده در پروتئین سویا متیونین و سیستین است (۱۱). به هر حال افزایش سطح سویای جیره ضریب قابلیت هضم سویا را کاهش می‌دهد (۶).

گرچه برخی گزارشها نشان داده‌است که کنجاله سویا به عنوان منبع اولیه پروتئین جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان نتایج مطلوبی داشته است (۶ ، ۱۰ و ۱۵)، لیکن به نقل از کوپزواسپیدنی (۷) هنگامی که همه پودر ماهی به وسیله کنجاله سویا جایگزین می‌شود مرگ و میر قابل ملاحظه‌ای رخ می‌دهد، و یا موجب کاهش رشد در اغلب گونه‌ها از جمله قزل آلای رنگین کمان شده است (۲۱). حتی هنگامی که بیش از ۳۰ درصد پودر ماهی به وسیله کنجاله سویا جایگزین شده کاهش رشد گزارش گردیده است (۵). به هر حال مقایسه بین جیره کنجاله سویای تکمیل شده با اسیدهای آمینه خاص و جیره پودر ماهی نشان داد که جیره سویا می‌تواند به خوبی پودر ماهی باشد، اما برابر با آن نیست (۷). در هر صورت بسیاری از کشورها کمبود سویا داشته و در تهیه آن به اندازه پودر ماهی وابسته‌اند، که موجب توجه به ارزیابی منابع پروتئین جدید از جمله کنجاله‌های آفتابگردان و پنبه‌دانه شده‌است (۱۳). در مقایسه با کنجاله سویا، کنجاله آفتابگردان کمبود لیزین و متیونین دارد و الیاف خام نسبتاً بالایی داشته (۱۲)، قابلیت هضم ظاهری کربوهیدرات‌های آن کمتر از سویا و پودر ماهی است. ولی قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین آفتابگردان، سویا و پودر ماهی تفاوت معنی‌داری ندارد. گرچه انرژی قابل هضم این ماده به خاطر وجود کربوهیدرات آن پایین است، اما هنگامی که کنجاله آفتابگردان تا ۴۰ درصد جایگزین پروتئین پودر ماهی شد، شاخصهای مناسبی برای تولید مناسب قزل آلا فراهم کرد (۱۸).

اطلاعات چندانی در مورد استفاده از کنجاله پنبه‌دانه در جیره ماهی وجود ندارد. مقدار چربی و کربوهیدرات این ماده غذایی نسبت به کنجاله سویا بیشتر است و اگر عاری از افلاتوکسین باشد خوشخوراک است اما به خاطر داشتن گوسیپول سمّی است و لیزین آن بسیار کم می‌باشد (۱). افزودن اسیدهای آمینه مصنوعی خصوصاً لیزین، احتمالاً آن را برای استفاده در غذای ماهی قابل رقابت می‌سازد. ماهی نیز مانند سایر حیوانات تک معده‌ای به گوسیپول آزاد حساس است، ولی مقدار آن در کنجاله پنبه دانه بستگی به روش عمل‌آوری آن دارد (۱۲). هرمان (۸) گزارش کرد که قزل آلای رنگین کمان حساسیت زیادی به گوسیپول نشان می‌دهد. رشد ناچیز و مرگ و میر زیاد با وجود حدود ۰/۰۳ درصد گوسیپول در جیره رخ داده است. این در حالی است که او در همان سال گزارش کرد جیره محتوی کنجاله پنبه‌دانه که غلظت گوسیپول تخمینی آن ۰/۰۵ درصد بوده به خوبی به‌وسیله این گونه ماهی تحمل شده است.

به هر حال استفاده از منابع پروتئین گیاهی در غذای آبزیان مستلزم تحقیقات بیشتری می‌باشد. این تحقیق جهت بررسی اثر جایگزینی جزیی منابع پروتئین گیاهی مانند کنجاله دانه‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

روغنی سویا، آفتابگردان، پنبه‌دانه بر عملکرد تولیدی قزل آلای رنگین کمان انجام پذیرفت.

مواد و روشها

آزمایش در کارگاه پرورش ماهی باغ رستم واقع در شهرستان اردل، استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت. در این آزمایش از ۷۸۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان با وزن تقریبی ۱۰±۱۰۵ گرم، که در مرحله پرواربندی بودند، استفاده شد. آزمایش در قالب یک طرح کامل تصادفی و به روش فاکتوریل ۴×۳، به علاوه یک شاهد در سه تکرار انجام شد. سیزده جیره آزمایشی در ۳ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در هر یک از تکرارها از ۲۰ ماهی، که در قفسهای جداگانه نگهداری می‌شدند، استفاده شد. در مجموع این آزمایش در ۳ استخر (دو استخر به ابعاد ۱/۲ × ۲ × ۱۰ متر و یک استخر به ابعاد ۱/۲ × ۲ × ۸ متر)، با ۳۹ قفس با طول و عرض و ارتفاع ۱۰۰ سانتیمتر انجام گرفت. بین کف استخرها و قفسها فاصله‌ای حدود ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. عمق آبگیری در هر یک از استخرها طوری تنظیم گردید که ارتفاع آب در قفسها به حدود ۸۰ سانتیمتر برسد.

طول دوره آزمایش ۴۶ روز بود و ۲ هفته نیز جهت سازگاری ماهیها به محیط قفس و جیره‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. ماهیها روزانه ۲ بار، صبح و بعدازظهر، با غذایی که به صورت پلت تهیه شده بود به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن تغذیه شدند.

جیره‌های آزمایشی براساس نیازمندیهای توصیه شده توسط NRC (۱۴) برای ماهیان سرد آبی تهیه شد. منابع پروتئین گیاهی کنجاله سویا، آفتابگردان و پنبه دانه به نسبتهای ۱۰ ، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد جایگزین پودر ماهی جیره شاهد گردید. مقدار پودر ماهی جیره شاهد، ۵۰ درصد جیره بود و بدین ترتیب جیره‌های آزمایشی به ترتیب حاوی ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ درصد پروتئین گیاهی بودند (جدول ۱). مقدار انرژی قابل سوخت و ساز و پروتئین محاسبه شده برای جیره‌ها به ترتیب برابر ۲۹۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم و ۴۰ درصد جیره بود.

تأمین آب این کارگاه از طریق چشمه‌ای با حداقل دبی یک متر مکعب در ثانیه، که در مجاور کارگاه قرار داشت، صورت می‌گرفت. میانگین معیارهای فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به استخرها در طول مدت آزمایش از این قرار تعیین گردید:

pH : ۷/۷ ± ۰/۵ ؛ CO_2 : ۳/۵ ± ۰/۴ mg/lit ؛ O_2 : ۶/۹ ± ۰/۴mg/lit محلول و °C ۰/۱ ± ۱۱/۹ : دما.

میزان آب ورودی به هر یک از استخرها به طریقی تنظیم گردید که میزان اکسیژن محلول در آب خروجی از استخرها هیچگاه کمتر از حدود ۶ میلیگرم در لیتر نبود.

اندازه‌گیری وزن و طول ماهیها معمولاً هر دو هفته یک بار انجام می‌شد. بدین منظور، ابتدا ماهیها با ماده بیهوشی MS-۲۲۲ با غلظت ppm ۱۰۰ بیهوش و میانگین وزنی ماهیها برای هر یک از قفسها محاسبه شد. طول ماهیها با استفاده از ۱۰ ماهی بیهوش شده از هر قفس، که به طور تصادفی انتخاب می‌شدند، با کمک تخته بیومتری با دقت ۰/۵ سانتیمتر اندازه‌گیری شد.

ترکیب شیمیایی لاشه ماهی شامل چربی، پروتئین خام، خاکستر و مادهٔ خشک، در پایان آزمایش با استفاده از روشهای معمول AOAC (۲) تعیین شد. وزن نسبی کبد و وزن نسبی لاشه خالی نیز در پایان آزمایش اندازه‌گیری گردید.

در پایان، نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار SAS (۱۹) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگینها توسط آزمون چند دامنه دانکن (۴) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که در ابتدای آزمایش تفاوت معنی‌داری در میانگین وزن بدن بین ۳ گروهی که از جیره‌های محتوی کنجاله سویا ، آفتابگردان و پنبه‌دانه استفاده می‌کردند، وجود نداشت. ولی در انتهای آزمایش جیره‌های محتوی پنبه‌دانه به طور معنی‌داری ($p < ۰/۰۱$) باعث افزایش میانگین وزن بدن و درصد افزایش وزن نسبت به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی و اجزای تشکیل دهندهٔ جیره‌های غذایی

اجزای جیره (درصد)	شاهد	نسبت جایگزینی سویا (٪)				نسبت جایگزینی آفتابگردان (٪)				نسبت جایگزینی پنبه‌دانه (٪)			
		۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
پودر ماهی	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰
ذرت	۲۷/۱۳	۲۶/۱۳	۲۵/۱۴	۲۴/۱۴	۲۳/۱۴	۲۵/۵۴	۲۳/۹۵	۲۲/۳۶	۲۰/۷۷	۲۵/۳۶	۲۳/۵۸	۲۱/۸۱	۲۰/۰۳
پودر گوشت	۱۲/۲۱	۱۳/۳۱	۱۴/۴۱	۱۵/۵۱	۱۶/۶۲	۱۳/۷۷	۱۵/۳۳	۱۶/۸۸	۱۸/۴۴	۱۳/۸۶	۱۵/۵۱	۱۷/۱۵	۱۸/۸۰
کنجاله سویا	–	۵	۱۰	۱۵	۲۰	–	–	–	–	–	–	–	–
کنجاله آفتابگردان	–	–	–	–	–	۵	۱۰	۱۵	۲۰	–	–	–	–
کنجاله پنبه‌دانه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۵	۱۰	۱۵	۲۰
روغن ذرت	۴/۸۲	۴/۶۹	۴/۵۵	۴/۴۲	۴/۲۹	۴/۸۷	۴/۹۱	۴/۹۵	۴/۹۹	۴/۹۱	۵/۰۰	۵/۰۹	۵/۱۷
ملاس	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
گندم	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
دی ال متیونین	۰/۶۷	۰/۷	۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۸	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸	۰/۸۴
مکمل	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
کولین کلراید ۷۰٪	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۵
نمک	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
ویتامین C	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ویتامین E	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
انرژی قابل سوخت و ساز محاسبه شده (کیلوکالری درکیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰
پروتئین محاسبه شده (درصد)	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی آفتابگردان شد. ولی جیره‌های محتوی کنجاله سویا، در مقایسه با دو منبع دیگر تفاوت معنی‌داری در میانگین و درصد افزایش وزن بدن نشان ندادند. این اختلاف می‌تواند به دلیل وجود الیاف خام بیشتر در کنجاله آفتابگردان و قابلیت هضم کمتر کربوهیدرات‌های موجود در آن باشد، که منجر به کاهش قابلیت هضم ظاهری انرژی آن نسبت به دو منبع پروتئین دیگر می‌شود (۱۸). با وجود این که ماهیان تغذیه شده با جیره‌های محتوی کنجاله پنبه‌دانه و سویا، تفاوت معنی‌داری در میانگین و درصد افزایش وزن بدن نداشتند، ولی کنجاله پنبه‌دانه احتمالاً به خاطر داشتن چربی بیشتر و متعاقباً انرژی بالاتر، نسبت به کنجاله سویا برتری ظاهری داشت. در ابتدا و انتهای دوره آزمایش بین گروه شاهد و ۱۲ گروه دیگر تفاوت معنی‌داری در میانگین وزن بدن مشاهد نشد، به استثناء ماهیان تغذیه شده با جیره ۳۰٪ آفتابگردان که در انتهای دوره به طور معنی‌داری ($p<0/01$) میانگین وزن بدنی پایین‌تر از جیره شاهد داشتند. درصد افزایش وزن بدن در ماهیان تغذیه شده با ۴۰٪ آفتابگردان، به طور معنی‌داری ($p<0/01$) کمتر از ماهیان تغذیه شده با جیره ۱۰٪ سویا، ۳۰٪ پنبه‌دانه و ۴۰٪ پنبه‌دانه بود. در انتهای دوره آزمایش ماهیان تغذیه شده با ۴۰٪ پنبه‌دانه وزن بیشتری نسبت به سایر ماهیان داشتند، گرچه این تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین جیره‌های محتوی آفتابگردان با وجود این که نسبت به سایر جیره‌ها عملکرد بدتری داشتند، ولی ماهیان تغذیه شده با جیره ۳۰٪ آفتابگردان احتمالاً به خاطر وزن اولیه کمتر، بیش از جیره ۴۰٪ آفتابگردان این وضعیت را نشان دادند. به هر حال درصد افزایش وزن بدن نسبت به وزن اولیه نشان می‌دهد که جیره ۴۰٪ آفتابگردان، از این حیث ضعیف‌تر از جیره ۳۰٪ آفتابگردان بود، گرچه تفاوت معنی‌داری بین این دو جیره مشاهده نشد.

درصد افزایش وزن بیشتر در ماهیان تغذیه شده با ۱۰٪ سویا نسبت به سایر ماهیان، احتمالاً به این علت است که کنجاله سویا می‌تواند کمبود هیستیدین و تریپتوفان پودر ماهی را جبران کند، به طوری که این دو ماده غذایی به خوبی یکدیگر را کامل می‌کنند (۷). البته ظاهراً وزن اولیه کمتر ماهیان تغذیه شده با ۱۰٪ سویا نسبت به سایر جیره‌ها (به جز ۳۰٪ آفتابگردان)، درصد افزایش وزن را بالا برده است. ممکن است افزایش سطح سویا، سبب کاهش خوشخوراکی شده و یا به علت عدم عمل‌آوری کافی سویا، که همهٔ عوامل بازدارنده از جمله بازدارنده تریپسین آن از بین نرفته باشد، سبب کاهش عملکرد، نسبت به جیره‌هایی که از سطوح پایین‌تر سویا استفاده شده، گردد.

نتایج این آزمایش در موافقت کلی با نتایج سانز و همکاران (۱۸) می‌باشد که اظهار داشتند هردو جیره کنجاله آفتابگردان ۴۰٪ و سویا ۴۰٪ کمترین قابلیت هضم کربوهیدرات‌ها را دارند. برتری جیره سویا نسبت به آفتابگردان، احتمالاً به خاطر خوشخوراکی جیره براساس مصرف غذا (۱۸) و قابلیت هضم بهتر سویا می‌باشد. برخلاف نظر هفر (۷) که اظهار داشت کنجاله پنبه دانه نسبت به کنجاله سویا و جیره شاهد (پودر ماهی) نامرغوب‌تر است، نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان می‌دهد که گرچه تفاوت معنی‌داری بین وزن ماهیان تغذیه شده با این جیره‌ها نیست، ولی جیره‌های محتوی پنبه‌دانه نسبت به جیره شاهد و سویا بهترند، که ظاهراً به خاطر چربی بیشتر پنبه‌دانه می‌باشد. البته نتایج حاصله منطبق با نظر مورالز و همکاران (۱۳) است، که اظهار داشتند آزاد ماهی تا سطح ۳۴/۱٪ جیره، کنجاله پنبه‌دانه را به خوبی مورد استفاده قرار می‌دهد. از آنجا که هرمان (۸) رشد ناچیز و مرگ ومیر زیادی را با مقادیر ۰/۰۳ درصد گوسپیول در قزل آلای رنگین کمان گزارش کرد، به نظر می‌رسد که مقدار گوسپیول موجود در کنجاله پنبه‌دانه مورد استفاده در این آزمایش، کمتر از حدی بوده است که بتواند تأثیر سویی بر عملکرد ماهی داشته باشد.

میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های محتوی کنجاله آفتابگردان، به طور معنی‌داری ($p<0/01$) کمتر از ماهیان تغذیه شده با کنجاله پنبه‌دانه و کنجاله سویا بود. بین ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و سایر جیره‌ها، در میزان رشد ویژه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ولی میزان رشد ویژه ماهیانی که جیره ۱۰٪ سویا یا ۴۰٪ پنبه‌دانه دریافت کردند، به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

جدول ۲ - اثر جایگزینی منابع پروتئین گیاهی بر برخی از معیارهای اندازه‌گیری شده در کل دورهٔ آزمایش

	وزن (گرم)		افزایش وزن	میزان رشد	شاخص وضعیت[۲]		ضریب تبدیل
	اولیه	انتهایی	(درصد)	ویژه[۱]	اولیه	انتهایی	غذا
منابع پروتئین گیاهی							
کنجاله سویا	۱۲۶/۱	۲۰۰/۶ab	۵۹/۴a	۱/۰۸a	۱/۰۹ab	۱/۲۰	۱/۲۲b
کنجاله آفتابگردان	۱۲۷/۱	۱۹۵/۶b	۵۴/۱b	۱/۰۰b	۱/۰۸b	۱/۱۸	۱/۳۳a
کنجاله پنبه‌دانه	۱۲۸/۲	۲۰۸/۰a	۶۲/۲a	۱/۱۲a	۱/۱۱a	۱/۲	۱/۱۵b
شاهد + اثرات متقابل منابع پروتئین گیاهی × سطح جایگزینی							
شاهد	۱۲۹/۸abcd[۳]	۲۰۵/۳ab	۵۸/۲abc	۱/۷ab	۱/۰۹ab	۱/۱۹	۱/۲۰abc
۱۰٪ سویا	۱۱۷/۷cd	۱۹۴/۲abc	۶۵/۰a	۱/۱۶a	۱/۰۹abc	۱/۱۶	۱/۱۸bc
۲۰٪ سویا	۱۳۱/۱abc	۲۰۲/۸ab	۵۴/۸ab	۱/۰۱ab	۱/۱۱abc	۱/۲۲	۱/۲۷abc
۳۰٪ سویا	۱۱۹/۳bcd	۱۹۲/۹bc	۶۱/۷abc	۱/۱۲ab	۱/۰۹abc	۱/۲۳	۱/۲۳abc
۴۰٪ سویا	۱۳۶/۳a	۲۱۲/۶ab	۶۵/۰abc	۱/۰۳ab	۱/۰۹abc	۱/۲	۱/۱۸bc
۱۰٪ آفتابگردان	۱۳۱/۴abc	۲۰۳/۲ab	۵۴/۷abc	۱/۰۱ab	۱/۰۶bc	۱/۲۲	۱/۲۶abc
۲۰٪ آفتابگردان	۱۳۲/۷ab	۲۰۳/۶ab	۵۴/۰bc	۱/۰۰b	۱/۱۲ab	۱/۱۸	۱/۲۸abc
۳۰٪ آفتابگردان	۱۱۶/۱d	۱۸۰/۰c	۵۵/۰abc	۱/۰۲ab	۱/۰۸abc	۱/۱۶	۱/۴۲a
۴۰٪ آفتابگردان	۱۲۸/۳abcd	۱۹۵/۶abc	۵۲/۶c	۰/۹۸b	۱/۰۵c	۱/۱۸	۱/۳۵ab
۱۰٪ پنبه‌دانه	۱۲۲/۴abcd	۱۹۵/۹abc	۵۹/۹abc	۱/۰۹ab	۱/۱۱abc	۱/۱۸	۱/۲۶abc
۲۰٪ پنبه‌دانه	۱۲۹/۸abcd	۲۰۹/۳ab	۶۱/۳abc	۱/۱۱ab	۱/۱۰abc	۱/۱۸	۱/۱۴bc
۳۰٪ پنبه‌دانه	۱۳۰/۲abc	۲۱۲/۵ab	۶۳/۳ab	۱/۱۴ab	۱/۰۹abc	۱/۲۱	۱/۱۰c
۴۰٪ پنبه‌دانه	۱۳۰/۵abc	۲۱۴/۴a	۶۴/۴ab	۱/۱۶a	۱/۱۴a	۱/۲۲	۱/۰۸c

۱- $\text{Specific Growth Rate} = \frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه} - \text{لگاریتم طبیعی وزن انتهائی}}{\text{دوره(روز)}} \times ۱۰۰$

۲- $\text{Condition Factor} = \frac{\text{وزن(گرم)}}{\text{طول(سانتیمتر)}^{۳}} \times ۱۰۰$

۳- اعدادی که دارای حروف مشابه هستند فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ($p>۰/۰۱$) (در ستون چهارم، پنجم و ششم $p>۰/۰۵$).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

طور معنی‌داری (p<۰/۰۱) بیش از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های ۲۰ و ۴۰٪ آفتابگردان بود. برخلاف نظر دورسا و همکاران (۳) که ادعا کردند جیره‌های محتوی بیشتر از ۱۷/۴ درصد کنجاله پنبه‌دانه سبب کاهش رشد می‌شود، جیره ۴۰٪ پنبه‌دانه عملکرد رشد بسیار خوبی در این آزمایش نشان داد. همچنین جایگزینی سویا در جیره، برخلاف نظر بعضی از محققین (۷)، سبب کاهش رشد نگردید و مطابق با نظر رینیتز (۱۷)، در این آزمایش کنجاله سویا توانست به طور جزیی جایگزین پودر ماهی شود، بدون این که میزان رشد قزل آلای رنگین کمان را کاهش دهد. در این آزمایش عملکرد رشد در ماهیان تغذیه شده با ۱۰٪ سویا تفاوت معنی داری با جیره شاهد نداشت، ولی ظاهراً کمی بهتر از آن بود، که ممکن است به خاطر کیفیت پایین مواد خام استفاده شده در تولید پودر ماهی و یا شرایط فرایند کردن آن باشد. فرایند غیر کافی ممکن است منجر به کاهش قابلیت دسترسی به اسیدهای آمینه، از جمله لیزین و اسیدهای آمینه گوگرددار در پودر ماهی شود (۱۵). در این صورت تکمیل جیره با منابع پروتئین متغیر، الگوی اسیدهای آمینه را بهبود می‌بخشد. از این رو مخلوطی از پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی، رشد و استفاده از غذا را در قزل آلای رنگین کمان بهبود می‌بخشد (۵). ولی ظاهراً این بهبود تا سطح خاصی از منبع پروتئین گیاهی افزوده شده است و بعد از آن ممکن است سبب عدم تعادل اسیدهای آمینه ضروری قابل دسترس شود و یا استفاده از منبع پروتئین گیاهی، خوشخوراکی جیره را کاهش داده و عملکرد رشد کم شود.

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، شاخص وضعیت که نمایانگر چاقی یا لاغری ماهی است، در پایان دوره آزمایش، در ماهیانی که از ۳ گروه جیره سویا، پنبه دانه و آفتابگردان تغذیه کردند یکسان بود. در ابتدا و انتهای دورهٔ آزمایش هیچ گونه تفاوت معنی‌دار بین ماهیانی که جیره شاهد دریافت می‌داشتند با سایر ماهیان وجود نداشت. در انتهای دوره آزمایش، شاخص وضعیت افزایش یافته و از میزان معمول آن که یک می‌باشد بیشتر فاصله گرفته است. فزونی شاخص وضعیت بر یک در این آزمایش، نشانگر تغذیه مناسب و همچنین وضعیت خوب ماهی در طول آزمایش می‌باشد. در واقع شاخص وضعیت نهایی به‌دست آمده برای هر یک از منابع پروتئین مورد استفاده، حدود ۱/۲ بود که مشابه شاخص وضعیت گزارش شده برای آزاد ماهیانی است که در شرایط پرورشی به خوبی پروار شده‌اند (۱۶).

ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده با کنجاله آفتابگردان به طور معنی‌داری (p<۰/۰۱) از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی کنجاله پنبه‌دانه و یا سویا بیشتر بود. تفاوت معنی‌داری از این حیث، بین جیره شاهد و ماهیان تغذیه شده با سایر ماهیان مشاهده نشد، ولی ماهیانی که از جیره ۳۰٪ آفتابگردان استفاده می‌کردند بیشترین و ماهیانی که با جیره ۴۰٪ پنبه‌دانه تغذیه شدند کمترین ضریب تبدیل غذا را داشتند. منطبق با نظر گومز و همکاران (۵)، که نشان دادند جایگزینی منابع پروتئین گیاهی تا سطح ۵۰٪ به جای پودر ماهی سبب اختلاف معنی‌دار در ضریب تبدیل غذا نمی‌شود، در این آزمایش نیز جیره شاهد نسبت به سایر جیره‌ها از نظر ضریب تبدیل غذا تفاوت معنی‌داری نداشت. لیکن برخلاف نظر سانز و همکاران (۱۸) که ادعا کردند جیره پودر ماهی بازده غذایی بهتر از ۴۰٪ سویا دارد، جیره ۴۰٪ سویا در این تحقیق ضریب تبدیل بهتری را سبب شد، گرچه این اختلاف معنی‌دار نبود. احتمالاً عدم عمل‌آوری مناسب پودر ماهی سبب کاهش قابلیت دسترسی بعضی از اسیدهای آمینه ضروری شده، که این عملکرد به‌وسیله کنجاله سویا جبران گشته است. به هر حال در این آزمایش جیره‌های محتوی کنجاله پنبه‌دانه ضریب تبدیل غذایی به مراتب بهتر از جیره‌های محتوی کنجاله آفتابگردان داشتند.

با این حال، حتی اگر ضریب تبدیل جیره محتوی پروتئین گیاهی بالاتر باشد، ممکن است هزینه این خوراک برای هر کیلوگرم ماهی تولید شده کمتر باشد و یا این که احتمال دارد ضریب تبدیل جیره محتوی پروتئین گیاهی و جیره شاهد (پودر ماهی) مشابه باشد، ولی هزینه خوراک با منابع پروتئین گیاهی مناسب‌تر خواهد بود (۱۱).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

جدول ۳ - اثر جایگزینی منابع مختلف گیاهی بر وزن نسبی لاشه ماهی ،کبد و ترکیب شیمیایی لاشه

	وزن نسبی لاشه خالی (درصد)	وزن نسبی کبد (درصد)	ترکیب شیمیایی لاشه (درصد وزن مرطوب)			
			ماده خشک	چربی	پروتئین	خاکستر
منابع پروتئین گیاهی						
کنجاله سویا	۸۴/۲۹	۱/۹۳a[1]	۲۹/۷۶	۷/۵۰	۱۸/۶۹	۲/۷۹
کنجاله آفتابگردان	۸۴/۱۸	۱/۷۶ab	۲۹/۶	۷/۲۶	۱۸/۶۰	۲/۸۴
کنجاله پنبه‌دانه	۸۴/۲۶	۱/۵۸b	۲۹/۸۶	۷/۳۳	۱۸/۸۰	۲/۸۴
شاهد + اثرات متقابل منابع پروتئین گیاه × سطح جایگزینی						
شاهد	۸۵/۶۵	۱/۴b	۲۹/۲۷ab	۶/۷b	۱۸/۹۲	۲/۸۴
۱۰٪ سویا	۸۳/۹۲	۱/۸۸ab	۲۹/۵۷ab	۷/۶۲ab	۱۸/۴۲	۲/۷۶
۲۰٪ سویا	۸۴/۴۹	۲/۱۹a	۲۹/۸ab	۷/۴۳ab	۱۸/۷۹	۲/۷۸
۳۰٪ سویا	۸۴/۷۹	۲/۰۰ab	۳۰/۸۳a	۸/۰۷a	۱۹/۱۶	۲/۸۰
۴۰٪ سویا	۸۳/۹۴	۱/۶۶ab	۲۸/۸۶b	۶/۸۷ab	۱۸/۳۷	۲/۸۲
۱۰٪ آفتابگردان	۸۴/۰۶	۲/۱۹a	۲۹/۳۳ab	۷/۲۱ab	۱۸/۵۵	۲/۸۳
۲۰٪ آفتابگردان	۸۵/۰۹	۱/۷۶ab	۲۹/۶۸ab	۷/۰۰ab	۱۸/۶۴	۲/۹۱
۳۰٪ آفتابگردان	۸۲/۹	۱/۶۷ab	۳۰/۱۵ab	۷/۷۰ab	۱۹/۰۱	۲/۷۷
۴۰٪ آفتابگردان	۸۴/۶۷	۱/۴۳b	۲۹/۲۴ab	۷/۱۴ab	۱۸/۳۲	۲/۸۶
۱۰٪ پنبه‌دانه	۸۴/۹۳	۱/۸۵ab	۲۹/۹۸ab	۷/۰۴ab	۱۹/۰۸	۲/۸۸
۲۰٪ پنبه‌دانه	۸۲/۳۹	۱/۶۳ab	۲۹/۵۵ab	۷/۱۹ab	۱۸/۶۰	۲/۸۴
۳۰٪ پنبه‌دانه	۸۵/۱۹	۱/۴۷ab	۲۹/۲۹ab	۷/۲۱ab	۱۸/۶۱	۲/۷۶
۴۰٪ پنبه‌دانه	۸۴/۵۵	۱/۳۷b	۳۰/۶۱a	۷/۸۸ab	۱۹/۱۲	۲/۸۷

۱- در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه هستند فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ($p>0/05$).

همچنان که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، بین گروههایی که از جیره‌های محتوی سویا یا آفتابگردان و یا پنبه دانه استفاده می‌کردند، در وزن نسبی لاشه، ماده خشک و ترکیب شیمیایی لاشه (چربی، پروتئین و خاکستر) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اسمیت و همکاران (۲۰) نیز اظهار داشتند که جایگزینی پروتئین سویا به جای پودر ماهی اثر معنی‌داری روی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

کیفیت لاشه ندارد. ولی در وزن نسبی کبد، در ماهیانی که از جیره‌های محتوی منابع پروتئین گیاهی مختلف استفاده می‌کردند، تفاوت معنی‌داری ($p<0/05$) وجود داشت، به طوری که ماهیانی که از جیره‌های محتوی سویا تغذیه کرده بودند بیشترین وزن نسبی کبد و ماهیانی که از جیره‌های محتوی پنبه‌دانه تغذیه کرده بودند، کمترین وزن نسبی کبد را دارا بودند.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در رشد و سلامت ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد (پودر ماهی) و ماهیان تغذیه شده با جیره‌هایی که محتوی منابع پروتئین گیاهی کنجاله سویا ، آفتابگردان و پنبه دانه تا سطح ۲۰٪ پودر ماهی جیره باشد، تفاوت معنی‌داری ایجاد نمی‌شود. در بین ۳ منبع پروتئین گیاهی استفاده شده، جیره‌های محتوی کنجاله پنبه‌دانه به علت چربی بیشتر، بهترین عملکرد و جیره‌های محتوی کنجاله آفتابگردان به خاطر الیاف خام بیشتر، کمترین عملکرد را در قزل آلای رنگین کمان سبب شدند. جیره‌های محتوی کنجاله سویا حالتی فی‌مابین داشت. افزایش سطح جایگزینی پنبه‌دانه (تا ۳۰، ۴۰درصد) به جای پودر ماهی در این آزمایش، سبب عملکرد بهتر شد و ظاهراً مقدار گوسیپول موجود در کنجاله پنبه‌دانه مورد استفاده به حدی نبود که تأثیر سویی بر رشد و سلامت قزل آلا گذارد. در حالی که افزایش سطح جایگزینی آفتابگردان (۳۰ و ۴۰درصد) به جای پودر ماهی در این آزمایش، موجب کاهش عملکرد این ماهی گردید. لذا با توجه به قیمت پنبه‌دانه که حدود $\frac{1}{3}$ قیمت پودر ماهی می‌باشد، می‌توان تا حد زیادی هزینه تولید را بدون تغییر قابل توجه در عملکرد ماهی، کاهش داد. البته این به شرطی امکان پذیر خواهد بود که دقت لازم در انتخاب نوع کنجاله پنبه‌دانه به‌عمل آید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، به خاطر ایجاد تسهیلات لازم و تأمین هزینه‌های طرح و همچنین آقایان نبی‌زاده و صالحی مسئولین محترم کارگاه پرورش ماهی باغ رستم به جهت امکاناتی که در طی مراحل اجرایی طرح فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌شود. همچنین از همکار محترم آقای دکتر عبدالمجید رضایی به خاطر راهنماییهای ارزنده در تجزیه و تحلیل آمار به‌دست آمده تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱- ریتز، ا. ۱۳۷۴ . راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و ماهی آزاد (ترجمه حسین عمادی). چاپ چهارم. انتشارات ماهنامهٔ آبزیان، ۲۱۲ صفحه.

2- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington DC.

3- Dorsa, W. J., H. R. Robinetle, E. H. Robinson and W. E. Poe. 1982. Effects of dietary cottonseed meal and gossypol on growth of channel catfish. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 651-655.

4- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F. test. Biometrics, 11: 1-42.

5- Gomes, F., P. Rema, A. Gouveia and A. Oliva - Teles. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in diets for rainbow trout: effect of the quality of the fish meal based control diets on digestibility and nutrient balances. Wat. Sci. Tech. 31: 205-211.

6- Gomes, F., P. Rema and J. Koushik. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout: digestibility and growth performance. Aquaculture, 130: 177-186.

7- Hepher, B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge, 435 p.

8- Herman, R. L. 1970. Effects of gossypol on rainbow trout (*Salmo gairdneri, Richardson*). J. Fish Biol. 2: 293-304.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]

9- Jackson, A. 1988. Growth, nutrition and feeding. pp. 202-217. In: L. M. Laird and T. Needham(eds.), Salmon and Trout Farming. Ellis Horwood Ltd.

10- Kaushik, S., J. P. Cravedi, J. Lalles., B. Fauconneau and M. Laroche. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic effects, cholestrolemia and flesh quality in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture, 133: 257-274.

11- Lovell, T. 1988. Use of soybean products in diet for aquaculture. pp. 173-188. In: A. Deanm and K. H. Ronne(eds.), Proceeding of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Auburn University, Alabama.

12- Lovell, T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University, Van Nostrand Reinhold, New York, 260 p.

13- Morales, A. E., M. Gardenete., M. De la Miguera and A. Sanz. 1994. Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture 124: 117-126.

14- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Coldwater Fishes. National Academic Press, Washington DC.

15- Oliva - Teles, A., A. J. Gouveia., F. Gomes and P. Rema. 1994. The effect of different processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture, 124: 343-349.

16- Pried, I. G. and C. J. Secombes. 1988. The Biology of fish production. pp. 32-69. In: L. M. Laird and T. Needham(eds.), Salmon and Trout Farming. Ellis Horwdood Ltd.

17- Reinitz, G. 1980. Soybean meal as a substitute for herring meal in practical diets for rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Prog. Fish. Cult. 42: 103-106.

18- Sanz, A., A. E. Morales, M. De la Miguera and G. Gardenete. 1994. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* diets: protein and energy utilization. Aquaculture, 128: 287-300.

19- SAS Institute. 1986. SAS User's Guide: Statistics (1986)ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

20- Smith, R. R., H. L. Kincaid., J. M. Regenstein and G. L. Rumsey. 1988. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture, 70: 309-321.

21- Takeshi, M. 1992. Protein nutrition of rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture, 100: 191-207.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-05-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.1.8.2]