

# مطالعه تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه دانه بجای پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان

پژمان نبی زاده<sup>۱</sup>

## چکیده

جهت بررسی اثر جایگزینی جزئی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی بر عملکرد ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، همچنین بررسی اثر فروسولفات در خنثی کردن سمیت گوسیپول موجود در کنجاله پنبه دانه، ۷ سطح جایگزینی (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درصد) کنجاله پنبه دانه دارای فروسولفات و بدون فروسولفات در نظر گرفته شد و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۷ مورد مقایسه قرار گرفتند. به این منظور ۸۴۰ ماهی قزل آلابی رنگین کمان انتخاب و در ۴۲ قفس به طور مساوی تقسیم شدند و پس از دو هفته سازگاری، به مدت ۱۰ هفته مورد آزمایش قرار گرفتند. وزن بدن و شاخص وضعیت هر ۲ هفته یکبار و هزینه غذا به ازاء تولید هر کیلوگرم ماهی، بازده مصرف پروتئین و مصرف ظاهری پروتئین خالص در پایان مورد اندازه گیری و مقایسه قرار گرفتند. در جریان آزمایش تلفاتی ناشی از تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید. بررسی صفات مورد اندازه گیری نشان داد که، نتایج حاصل از جایگزینی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی در بعضی از سطوح (بویژه ۲۰ درصد) با نتایج حاصل از جیره شاهد (فاقد کنجاله پنبه دانه) اختلاف معنی داری ندارد ( $p > 0.05$ )، این سطح از جایگزینی همچنین پس از جیره شاهد بهترین عملکرد را داشت، که احتمالاً بعلا تعادل مناسب در اسید آمینه های ضروری جیره، بوده است. به طور کلی افزودن فروسولفات به کنجاله پنبه دانه بهبود معنی داری در عملکرد جیره ها ایجاد نکرد و نتایج نشان دهنده سطح پائین گوسیپول در کنجاله پنبه دانه به کار گرفته شده بود. البته به نظر می رسد که استفاده از فروسولفات در سطوح بالای کنجاله پنبه دانه، اثر مهار کننده مطلوبی بر گوسیپول موجود در آن داشته است، با این حال سطوح بالای کنجاله پنبه دانه (بویژه سطح ۴۰ درصد)، نسبت به جیره شاهد، در اکثر صفات مورد اندازه گیری کاهش معنی داری ایجاد کرد. بر اساس معیار هزینه غذا به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی و در شرایط قیمتهای زمان این آزمایش اقتصادی ترین جیره به کار گرفته شده در این تحقیق، جیره حاوی سطح جایگزینی ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه بود.

**واژگان کلیدی:** ماهی قزل آلابی رنگین کمان، کنجاله پنبه دانه، پودر ماهی، گوسیپول، فروسولفات.

## مقدمه

ماهی در تامین مواد پروتئینی مورد نیاز صدها

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد صحنه

\*- [pejman\\_nabizadeh@hotmail.com](mailto:pejman_nabizadeh@hotmail.com)

خود یکی از دلایلی است که پودر ماهی در جیره همه آزاد ماهیان از جمله قزل آلا کاربرد زیادی دارد. می توان گفت که پودر ماهی بهترین منبع تامین پروتئین مورد نیاز ماهی می باشد. همچنین منبعی غنی از انرژی و املاح با قابلیت هضم بالا و خوش خوراک برای اغلب ماهی ها است (۳ و ۱۵). پودر ماهی در کیفیت های متفاوتی عرضه می گردد که حتی ممکن است در یک کیفیت نامطلوب سبب کاهش رشد و تأثیر سوء بر سلامت ماهی گردد. پودر ماهی حاصل از ضایعات فرایند شده ماهی محتوی درصد بالایی از استخوان ماهی می باشد که می تواند سبب عدم تعادل املاح معدنی جیره شود (۷). معمول ترین منابع جایگزین پودر ماهی، منابع پروتئین گیاهی می باشند. این منابع ترکیبات کربوهیدراتی زیادی دارند که قابلیت هضم و جذب پایینی داشته و باید در تغذیه ماهی با احتیاط به کار روند. با این وجود منابع مناسبی از نظر تامین پروتئین ها و املاح معدنی هستند (۴). جهت بررسی اثر جایگزینی جزئی منابع پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی بر عملکرد ماهی قزل آلی رنگین کمان، سه منبع پروتئین گیاهی شامل کنجاله های سویا، آفتابگردان و پنبه دانه در چهار سطح جایگزینی، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به جای پودر ماهی توسط شیر محمد (۵) در نظر گرفته شد و با جیره شاهد (فاقد کنجاله های سویا، آفتابگردان و پنبه دانه) مقایسه شدند. این جایگزینی سبب تفاوت معنی داری در معیارهای مورد سنجش با جیره شاهد نشد. با این حال ماهیان تغذیه شده با جیره های پنبه دانه ۳۰ و ۴۰ درصد جایگزین شده، وزن بیشتر، عملکرد رشد بهتر، ضریب تبدیل کمتر و نسبت بازده پروتئین بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر جیره ها داشتند ولی این تفاوت معنی دار نبود. تحقیقات نشان داده است که سمیت کنجاله پنبه دانه در درجه اول مربوط به محتوای گوسیپول آن است (۱۷). فرایند روغن کشی از پنبه دانه باعث می شود که رنگدانه های گوسیپول آزاد به صورت گوسیپول درگیر آیند. این پدیده موجب

میلیون نفر سهم ویژه ای داشته است و پروتئین ماهی از نظر اسید های آمینه ضروری غنی بوده و به عنوان پروتئین مرغوب رتبه بندی می شود. همچنین به لحاظ وجود روغن و اسیدهای چرب ضروری، در حد زیادی از اسیدهای چرب غیر اشباع گروه  $n=3$  که نقش آنها در کاهش کلسترول خون و تکامل بافت مغز ثابت گردیده است، به علاوه انواع ویتامینها و مواد معدنی موجود در آن همواره نقش مهمی را در تامین سلامتی انسان ایفا می نماید. کاهش ذخایر دریاها و همچنین بهبود روشهای صیادی و تقلیل میزان صید جانبی باعث گردیده است که تولید جهانی پودر ماهی از رشد خوبی برخوردار نباشد، از سوی دیگر افزایش تقاضا برای مصرف آن در جیره غذایی، خواه در پرورش حیوانات اهلی خشکی زی مانند طیور و یا در پرورش ماهی باعث ایجاد محدودیت هایی در تامین این نهاده و همچنین افزایش روز افزون قیمت آن شده است (۱). مضافاً سردهسته منابع پروتئین گیاهی یعنی سویا نیز دارای محدودیت های کاربردی به لحاظ فیزیولوژیکی (برای آزاد ماهیان) و نیز رقابت با مصارف تغذیه ای در بخش پرورش طیور می باشد (۷). عواملی همچون کاهش جهانی میزان تولید پودر ماهی و گرانی روز افزون آن مضافاً ارزیابی زیاد ناشی از واردات مقادیر قابل توجهی از پودر ماهی و سویا، به علاوه تولید مقادیر زیادی کنجاله پنبه دانه، بعنوان محصول فرعی کارخانجات روغن کشی داخل کشور، از جمله دلایل لزوم شناسایی هرچه بهتر کنجاله پنبه دانه بعنوان یک منبع پروتئینی قابل استفاده در جیره ماهی قزل آلی رنگین کمان و معرفی مناسبترین سطح جایگزینی آن در جیره این ماهی می باشد. همبستگی زیادی بین اسید های آمینه ضروری جیره و رشد ماهی مشاهده شده است و در حال حاضر روشن می باشد که الگوی اسیدهای آمینه ضروری پودر ماهی شامل مناسبترین اسیدهای آمینه برای ماهی است (۱۵ و ۱۶) و هماهنگی زیادی بین اسیدهای آمینه ضروری بدن ماهی و الگوی مورد نیاز ماهی نشان داده شده است (۹). این

دانه بجای پودر ماهی بر شاخصهای زیستی این ماهی بود، به علاوه بررسی اثر فرسولفات در مهار تاثیرات سمی گوسیپول موجود در پنبه دانه در تغذیه این ماهی و همچنین ارائه مناسبترین سطح جایگزینی از نظر اقتصادی و با توجه به قیمت‌های زمان آزمایش مد نظر قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این طرح تحقیقاتی در مزرعه تکثیر و پرورش ماهی قزل آلابی رنگین کمان، واقع در روستای دره تخت، از توابع شهرستان ازنا، استان لرستان در ایران اجرا گردید. تعداد چهار کانال به ابعاد ۱۲ × ۱ متر که هر کدام دارای یک دریچه مجزای ورود و خروج آب بود، مورد استفاده قرار گرفت. هر کانال توسط تورهای مناسب از جنس پروپیلن با قطر چشمه ۸ میلی متر به قفس‌هایی به ابعاد ۱ × ۱ متر تقسیم بندی شد. هر کدام از دو کانال وسط دارای ۱۱ قفس و دو کانال کناری هر کدام شامل ۱۰ قفس بودند. آب مورد استفاده جهت انجام پروژه از چشمه‌ای که در حاشیه رودخانه دره تخت ازنا قرار دارد تامین شد. این چشمه از درون لایه‌های آهکی دامنه اشترانکوه با دمای ۸-۷/۵ درجه سانتیگراد می‌جوشد. فاصله چشمه تا محل انجام آزمایش ۶۰۰ متر می‌باشد. آب با ریزشهای پی‌درپی خود در یک کانال قبل از رسیدن به محل آزمایش، از گازه‌های مختلف تخلیه و از اکسیژن اشباع شد. تعداد ۸۴۰ قطعه ماهی قزل آلابی رنگین کمان با وزن تقریبی  $5 \pm 100$  گرم از میان جمعیت ماهیان موجود در مزرعه پرورشی به این شکل انتخاب گردیدند که همه آنها، از نظر شکل ظاهری مناسب و از سلامت کامل برخوردار بودند. پس از ضد عفونی تعداد ۲۰ قطعه به صورت تصادفی از بین ماهیان وزن کشی شده برداشت شد و به هریک از ۴۲ قفس آزمایشی معرفی گردید. پس از انتخاب و معرفی ماهیان به قفسهای آزمایشی، به منظور برطرف کردن اثرات تنشهای وارد شده به ماهی در حین عملیات قبلی

سم‌زدایی رنگدانه‌های گوسیپول می‌گردد (۲۲ و ۲۶) و در عین حال باعث پایین آمدن ارزش بیولوژیکی و پروتئین کنجاله می‌شود. تحقیقات انجام شده نشان داده است که افزودن ۰/۸۵ تا ۱/۰ قسمت فرسولفات به هر قسمت گوسیپول آزاد می‌تواند تاثیرات سمی گوسیپول را مهار سازد (۱۵). جایگزینی تدریجی پروتئین حاصل از کنجاله پنبه دانه به جای پروتئین ناشی از پودر ماهی در تغذیه قزل آلابی رنگین کمان باعث افزایش غلظت گوسیپول در پلاسما و کاهش هموگلوبین خون ماهی گردید (۹ و ۱۳ و ۲۰). تحقیقات نشان داد که جایگزینی طولانی مدت و کامل پروتئین ناشی از پودر ماهی به تدریج با پروتئین کنجاله پنبه دانه در ماهی قزل آلابی رنگین کمان باعث کاهش معنی دار ضریب کل هضم ظاهری مربوط به پروتئین و فسفر و کاهش تفریح تخم شده ولی مرگ و میری حاصل نشد (۱۴) ولی بر سرعت و میزان رشد ماهی تأثیر معنی داری نداشت (۱۴ و ۲۰)، همچنین توصیه شد که بدون نگرانی از سلامت گوشت قزل آلابی که صد در صد پروتئین پودر ماهی در جیره آن با پروتئین کنجاله پنبه دانه جایگزین شده است، افراد می‌توانند از آن استفاده نمایند (۱۴). در مطالعه دیگری بر روی ماهی پهن ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) نشان داده شد (۱۸) که جایگزینی مخلوط مساوی کنجاله‌های سویا و پنبه دانه به جای پودر ماهی به تدریج و تا سطح ۴۰٪ جیره طی ۹ هفته آزمایش اختلاف معنی داری در عملکرد رشد، مقدار مصرف غذا و کل ترکیبات بدن ایجاد نمی‌نماید ولی باعث کاهش هموگلوبین خون و افزایش گوسیپول کل در کبد می‌گردد، همچنین بیان گردید که هرچند در آن تحقیق جایگزینی مخلوط کنجاله‌های سویا و پنبه دانه تا سطح ۲۰٪ جیره بهترین نتیجه اقتصادی را در عین سلامت ماهی پهن ژاپنی ایجاد نمود ولی این مخلوط تا سطح ۴۰٪ به همراه مکمل لایزین و متیونین بخوبی جایگزین پودر ماهی می‌گردد. هدف از انجام تحقیق حاضر در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان بررسی تاثیر جایگزینی جزئی کنجاله پنبه

در تغذیه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان با توجه به سیستم پرورشی، با استفاده از طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. اطلاعات نهایی حاصل از اجرای آزمایش که قبلاً توسط نرم افزار کوآتروپرو فایل بندی و ثبت شده بود با استفاده از نرم افزار SAS (۲۱) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. در این تحقیق، وزن بدن و شاخص وضعیت هر ۲ هفته یکبار و هزینه به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی، بازده مصرف پروتئین و مصرف ظاهری پروتئین خالص در پایان به روشهای زیر اندازه گیری شد.

$$\text{هزینه تولید خوراک} = \frac{\text{وزن ماهی تولیدی}}{\text{هزینه خوراک مصرفی به ازای تولید یک کیلو گرم ماهی در زمان آزمایش}}$$

$$\text{وزن اضافه شده} = \frac{\text{پروتئین غذایی مصرف شده}}{\text{بازده مصرف پروتئین (۲۳)}}$$

$$\text{مصرف ظاهری پروتئین خالص (۲۳)} = \frac{P_b - P_a}{P_i} \times 100$$

$P_b$  = میزان پروتئین موجود در بافت های ماهی پس از پایان دوره آزمایش

$P_a$  = میزان پروتئین موجود در بافت ماهی در ابتدای آزمایش

$P_i$  = میزان پروتئین کل که در طول آزمایش از طریق غذا مصرف شده است

## نتایج

همانگونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می گردد تاثیر کنجاله پنبه دانه حاوی فروسولفات و کنجاله پنبه دانه بدون فروسولفات بر وزن بدن ماهی در طی دوره آزمایش و درصد افزایش وزن بدن نسبت به وزن اولیه، در انتهای دوره اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ). میانگین وزن نهایی ماهیان تغذیه شده با کنجاله پنبه دانه حاوی فروسولفات ۱۷۶ گرم و ماهیان تغذیه شده با جیره بدون فروسولفات برابر ۱۷۵/۵ گرم بود (جدول ۳). اثر متقابل سطح جایگزینی × کنجاله پنبه دانه دارای فروسولفات و بدون فروسولفات (جدول ۲) معنی دار بود ( $p < 0.01$ ). درصد افزایش وزن بدن ماهی در پایان

و همچنین سازگار نمودن ماهی با شرایط آزمایشی، ماهیان کلیه قفسها با جیره آزمایشی شاهد ۱ و به میزان ۱/۳ درصد وزن بدن، به مدت ۱۴ روز تغذیه گردیدند و همه به مدت ۱۰ هفته از تیمارهای آزمایشی استفاده شد. در این طرح آزمایشی ۷ سطح جایگزینی ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درصد کنجاله پنبه دانه دارای فروسولفات در تیمارهای T۸ تا T۱۴ و بدون فروسولفات در T۱ تا T۷ در نظر گرفته شد (جمعاً ۱۴ تیمار). جیره های آزمایشی بر اساس همسانی انرژی و پروتئین و فیبر خام با مشخصات موجود در جدول ۱ تنظیم و به صورت تصادفی بین تکرارهای مختلف (۳ تکرار برای هر تیمار) توزیع شدند. سولفات آهن دو ظرفیتی مورد استفاده، فروسولفات هپتا هیدراته با وزن مولکولی  $M=287/02$  بود. جهت بررسی اثر مهار کنندگی فروسولفات بر سمیت گوسپیول مقدار مورد استفاده آن با مقدار برآورد شده گوسپیول آزاد یکسان در نظر گرفته شد (۱۵) بجز در T۸ که همان شاهد T۱ بود، علیرغم نداشتن کنجاله پنبه دانه، فروسولفات در آن برابر T۱۴ یعنی بیشترین مقدار آن در این آزمایش منظور گردید. استفاده از این ترکیب در T۸ به منظور بررسی اثر فروسولفات در جیره عاری از گوسپیول بود. میزان گوسپیول آزاد موجود در کنجاله پنبه دانه (حاصل از کارخانه روغن کشی بهپاک بهشهر) بر اساس بیشترین مقدار ارائه شده در مطالعات پوررضا  $900 \text{ ppm}$  در نظر گرفته شد (۲). جیره های این آزمایش به شکل پلت مناسب و به صورت صنعتی در کارخانه تولید کنسانتره چهار محال واقع در شهرک صنعتی شهرکرد تهیه شدند. میزان غذا دهی روزانه هریک از قفسهای آزمایشی بر اساس ۱/۳ درصد وزن زنده (بیوماس) منطبق با ارقام ارائه شده در جدول «میزان تغذیه اختصاصی روزانه» محاسبه گردید. کلیه اطلاعات بدست آمده در جریان آزمایش پس از دسته بندی اولیه با کمک نرم افزار کوآتروپرو نگارش ۱/۲ فایل بندی، ثبت و ذخیره گردید. آزمایش جایگزینی پنبه دانه به جای پودر ماهی

تغذیه شده با کنجاله پنبه دانه حاوی فروسولفات ۱۷۶ گرم و ماهیان تغذیه شده با جیره بدون فروسولفات برابر ۱۷۵/۵ گرم بود (جدول ۳). معنی دار بودن ( $p < 0/01$ ) اثر متقابل سطح جایگزینی  $\times$  کنجاله پنبه دانه دارای فروسولفات و بدون فروسولفات (جدول ۲)، بدین معنی است که هرچه سطح کنجاله پنبه دانه در جیره بالاتر رفته است، تأثیر افزودن فروسولفات به کنجاله پنبه دانه در جلوگیری از اثرات نامطلوب کنجاله پنبه دانه بروز نهای ماهی بیشتر شده است. شیر محمد (۶) در تحقیق خود نشان داد که درصد افزایش وزن درکل دوره آزمایش متناسب با افزایش سطح کنجاله پنبه دانه در جیره افزایش داشته است، بطوریکه در سطح جایگزینی ۲۰ درصد جیره که بالاترین سطح کنجاله پنبه دانه به کار گرفته شده در آزمایش او بود، بیشترین درصد افزایش وزن بدست آمد. افزایش وزن بدن بدست آمده هرچند با جیره شاهد که فاقد کنجاله پنبه دانه بود اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0/01$ ) ولی کمی بیش از جیره شاهد بود. درصد افزایش وزن بدن در آزمایش فعلی در توافق کلی با یافته‌های شیر محمد می‌باشد (جدول ۴). با وجود اینکه سطح بالاتر از ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه نیز در این آزمایش به کار گرفته شد، ولی تنها درصد افزایش وزن حاصل از سطح ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه با جیره شاهد اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0/05$ ) و دیگر تیمارها به طور معنی داری ( $p < 0/05$ ) درصد افزایش وزن کمتری نسبت به جیره شاهد حاصل نمودند (۶). نتایج بدست آمده در این آزمایش، تا حدودی نظر هفر (۱۱) که اظهار داشت جیره حاوی کنجاله پنبه دانه نسبت به جیره شاهد عاری از کنجاله پنبه دانه و دارای پودر ماهی نامرغوبتر است را تأیید می‌کند و از سوی دیگر این نتایج منطبق با نظر مورالزو همکاران (۱۹) است، که اظهار داشتند آزاد ماهی تا سطح ۳۴/۱ درصد جیره، کنجاله پنبه دانه را به خوبی مورد استفاده قرار می‌دهد. هرمان، رشد ناچیز و مرگ و میر زیادی با مقادیر ۰/۰۳ درصد گوسپیول در قزل آلابی رنگین کمان

دوره آزمایش (جدول ۴) نشان داد که سطح ۲۰٪ جایگزینی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی اختلاف معنی داری با جیره شاهد ایجاد نمود ( $p > 0/05$ ). و دیگر تیمارها به طور معنی داری درصد افزایش وزن کمتری نسبت به جیره شاهد حاصل نمودند. هیچگونه مرگ و میری ناشی از مصرف تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید. مصرف ظاهری پروتئین خالص و همچنین بازده مصرف پروتئین به شکل معنی داری ( $p < 0/05$ ) کاهش یافت (جدول ۶). یافته‌های این آزمایش (جدول ۷) نشان داد که با افزودن فروسولفات به کنجاله پنبه دانه مصرف ظاهری پروتئین خالص به طور معنی داری ( $p < 0/05$ ) کاهش می‌یابد و همان گونه که در جدول ۶ پیداست تیمار شاهد بدون فروسولفات به طور معنی داری ( $p < 0/05$ ) مصرف ظاهری پروتئین خالص بیشتری از دیگر تیمارهای آزمایشی حاصل نمود به شکلی که حتی با تیمار شاهد دارای فروسولفات اختلاف معنی داری ( $p < 0/05$ ) داشت. افزودن فروسولفات به جیره شاهد به طور معنی داری ( $p < 0/05$ ) باعث کاهش مصرف ظاهری پروتئین خالص گردید. هزینه غذا به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی بر اساس قیمت‌های زمان انجام این آزمایش در جدول شماره ۵ آورده شده است.

## بحث

همانگونه که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌گردد تأثیر کنجاله پنبه دانه حاوی فروسولفات و کنجاله پنبه دانه بدون فروسولفات بر وزن بدن ماهی در طی دوره آزمایش و درصد افزایش وزن بدن نسبت به وزن اولیه، در انتهای دوره اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0/05$ ) و این بدان معنی است که افزودن فروسولفات به کنجاله پنبه دانه در جیره‌های به کار گرفته شده در این آزمایش دارای اثر معنی داری بر وزن بدن ماهی و درصد افزایش وزن بدن نسبت به وزن اولیه نبود ( $p > 0/05$ ). با این حال میانگین وزن نهایی ماهیان

بازده پروتئین و مصرف ظاهری پروتئین خالص در این آزمایش، سطح جایگزینی ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه در جیره، اختلاف معنی داری با جیره شاهد نشان نداد ( $P > 0/05$ ) و همچنین پس از جیره شاهد بهترین عملکرد را داشت که با یافته های مین و همکارانش (۱۸) بر روی ماهی پهن ژاپنی در توافق کامل است و به نظر می رسد که علت اصلی آن تعادل مناسب در اسید آمینه های ضروری جیره، در این سطح جایگزینی کنجاله پنبه دانه باشد. نتایج به دست آمده نشان دهنده سطح پایین گوسپیول موجود در کنجاله پنبه دانه به کار گرفته شده در این آزمایش بود. همچنین با وجود استفاده از فرسولفات در سطوح بالای کنجاله پنبه دانه (بویژه سطح ۴۰ درصد) بازهم نسبت به جیره شاهد، در اکثر صفات مورد اندازه گیری کاهش معنی داری مشاهده گردید. با توجه به این نتایج به نظر می رسد که کاهش کارایی جیره های حاوی سطوح بالای کنجاله پنبه دانه را نمی توان به طور کامل ناشی از اثرات نامطلوب گوسپیول دانست و دلایل دیگری که احتمالاً در کاهش کارایی سطوح بالای کنجاله پنبه دانه در این آزمایش موثر بوده اند، به ترتیب اهمیت عبارتند از: ۱- بر هم خوردن تعادل مناسب در اسید های آمینه ضروری جیره در سطوح بالای کنجاله پنبه دانه، به علت غیر فراهم بودن بعضی از این اسید های آمینه از جمله لیزین، در کنجاله پنبه دانه. ۲- کاهش خوشخوراکی جیره در اثر افزایش میزان کنجاله پنبه دانه، باعث کاهش تمایل و اشتهای ماهی به دریافت غذا و در نتیجه اتلاف مقداری از جیره مصرفی گردیده است. ۳- بالاتر بودن میزان فیبر خام در جیره حاوی سطوح بالای کنجاله پنبه دانه (بویژه سطح ۴۰ درصد) و دلایل احتمالی دیگر. به طور کلی افزودن فرسولفات به کنجاله پنبه دانه بهبود معنی داری در عملکرد جیره ها به کار گرفته شده در این آزمایش ایجاد نکرد، هر چند که به نظر می رسد افزودن فرسولفات در سطوح بالاتر کنجاله پنبه دانه بهبود بیشتری را موجب شده است که به علت بیشتر بودن

را گزارش کرد (۱۲)، اما در سطح ۴۰ درصد جایگزینی کنجاله پنبه دانه در آزمایش حاضر که برآورد گوسپیول آن حدود ۰/۰۳۶ درصد بود، مرگ و میری مشاهده نگردید، هر چند کاهش رشد نسبت به جیره شاهد به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) مشهود بود. کیونگ و ریچارد (۲۰۱۴) نیز در تحقیقات خود مرگ و میری بر اثر مصرف کنجاله پنبه دانه در قزل آلای رنگین کمان گزارش نکردند و همچنین اظهار نمودند که جایگزینی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی تاثیر معنی داری بر سرعت و میزان رشد ماهی نداشت که این نتیجه با یافته های آزمایش حاضر به خصوص در سطوح بالاتر از ۲۰٪ پنبه دانه در جیره مغایر می باشد (جدول ۴). کیونگ (۱۴) همچنین نشان داد که مصرف کنجاله پنبه دانه در قزل آلای رنگین کمان ضریب کل هضم ظاهری مربوط به پروتئین را به شکل معنی داری کاهش می دهد و در آزمایش حاضر نیز مصرف ظاهری پروتئین خالص همچنین بازده مصرف پروتئین به شکل معنی داری ( $P < 0/05$ ) کاهش یافت (جدول ۶). یافته های این آزمایش (جدول ۷) نشان می دهد که با افزودن فرسولفات به کنجاله پنبه دانه مصرف ظاهری پروتئین خالص به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) کاهش می یابد و همان گونه که در جدول ۶ پیدا است تیمار شاهد بدون فرسولفات به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) مصرف ظاهری پروتئین خالص بیشتری از دیگر تیمارهای آزمایشی حاصل نمود به شکلی که حتی با تیمار شاهد دارای فرسولفات اختلاف معنی داری ( $P < 0/05$ ) داشت، افزودن فرسولفات به جیره شاهد به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) باعث کاهش مصرف ظاهری پروتئین خالص گردید. بررسی صفات اندازه گیری شده در این آزمایش نشان داد که، نتیجه حاصل از جایگزینی کنجاله پنبه دانه به جای پودر ماهی در بعضی از سطوح با نتیجه حاصل از جیره شاهد اختلاف معنی داری ندارد، و همان گونه که انتظار می رفت، نسبت به جیره شاهد، بهبودی نیز حاصل نگردید. بر اساس میزان رشد نهایی، نسبت

## فهرست منابع

- ۱- اداره کل آموزش و ترویج: معاونت تکثیر و پرورش آبزیان ۱۳۶۷. مدیریت تغذیه ماهیان سرد آبی، شرکت سهامی شیلات ایران.
- ۲- پور رضا، ج. ۱۳۶۰. ارزشیابی غذایی کنجاله‌های پنبه دانه تولید شده در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- ۳- دوره تکمیلی ماهیان سرد آبی. ۱۳۷۳. شرکت سهامی شیلات ایران، صفحه: ۱۰۶.
- ۴- ریتز، ا. ر. ۱۳۷۴. تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و ماهی آزاد. ترجمه حسین عمادی، چاپ چهارم، ماهنامه آبزیان، صفحه: ۲۲.
- ۵- شیرمحمد، ف. ۱۳۷۶. جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی به جای پودر ماهی در تغذیه قزل آلابی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۶- مالک، ف. ۱۳۶۰. اندازه‌گیری گوسیپول در پنبه دانه‌های کشت شده در ایران، روغن و کنجاله باقیمانده از روغن کشتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، انستیتو علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران.
- ۷- یادگاری، ا. ۱۳۷۶. بررسی ارزش غذایی مخمر تورولا (پروتک) در تغذیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

- 8- Cowey, C.B. 1992. **Nutrition: estimating requirements of rainbow trout** (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100:177-1890.
- 9- Dabrowski, K., Rinchar, J., Lee, K.J., Blom, J. H., Ciereszko, A., and Ottobre, J. 2000. **Effects of diets containing gossypol on reproductive capacity of rainbow trout** (*Oncorhynchus mykiss*). *Biology of Reproduction*, 62:1 227-234.
- 10- Gomes, E., Rema, P., and Kaushik, J. 1995. **Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout: digestibility and growth performance**. *Aquaculture*, 130:177-186.
- 11- Hopher, B. 1988. **Nutrition of pond fishes**.

گوسیپول در جیره های حاوی سطوح بالاتر کنجاله پنبه دانه می باشد. بر اساس معیار هزینه غذا به ازاء تولید هر کیلوگرم ماهی، در شرایط قیمتهای زمان انجام آزمایش، اقتصادی ترین جیره به کار گرفته شده در این تحقیق، جیره حاوی سطح جایگزینی ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه بود. که با جیره شاهد اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۵)، این موضوع برای تولید کنندگان، از لحاظ کاهش هزینه غذا اهمیت ویژه ای دارد. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش پیشنهاد می گردد: ۱- کنجاله پنبه دانه در کنار استفاده از مکملهای اسیدهای آمینه ضروری لیزین و متیونین تا سطح حداکثر ۴۰ درصد جیره ماهی قزل آلابی رنگین کمان بدون نگرانی از سلامت آن استفاده شود مشروط به آنکه (حداکثر گوسیپول آزاد آن ۰/۰۳۶ درصد باشد). ۲- سطح ۲۰ درصد جایگزینی کنجاله پنبه دانه با حداکثر ۰/۰۳۶ درصد گوسیپول آزاد در شرایط قیمتی مشابه این آزمایش به عنوان اقتصادی ترین سطح جایگزینی، مورد استفاده کارخانجات تولید خوراک ماهی قرار گیرد. ۳- در ادامه این تحقیق کنجاله های پنبه دانه ای با سطوح بالاتر گوسیپول و همچنین تأثیر مصرف کنجاله پنبه دانه بر روی شاخصهای تولید مثلی ماهی قزل آلابی رنگین کمان مورد بررسی قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

از راهنمایی ها و مشاوره اساتید ارجمند آقایان دکتر نصراله محبوبی صوفیانی دانشیار و رئیس دانشکده منابع طبیعی و شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان و دکتر جواد پورضا دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه صنعتی اصفهان که در انجام این تحقیق نقش بسزایی داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از همه عزیزانی که اینجانب را در اجرای این آزمایش یاری نمودند بی نهایت سپاسگزارم.

- Denhartog, G.T. 1956. **Relations between oil nitrogen and gossypol in cottonseed kernel.** J. Am. Oil Chemists' Soc, 33: 282-286.
- 23- Tacon, A.G.J and Cowey, C.B. 1985. **Protein and amino acid requirements. P.155-184 In: P. Tytler and P. Calow (eds).** Fish energetic. New perspectives, Croom Helm Ltd.
- Combridge University press Combridge, P: 435.
- 12- Herman, R.L. 1970. **Effects of gossypol on rainbow trout,** Richardson, J. Fish Bio 1,2 : 293-304.
- 13- Kyeong-Jun Lee., and Dabrowski, K. 2002. **Gossypol and gossypolone enantiomers in tissues of rainbow trout fed low and high levels of dietary cottonseed meal.** Agric. Food chem, 50(10) : 3056-3061.
- 14- Kyeong-Jun Lee., Richard, J., Dabrowski, K., Babiak, I., Joseph, S., Ottobre and James, E., Christensen. 2005. **Long-term effects of dietary cottonseed meal on growth and reproductive performance of rainbow trout: tree- year study.** Animal feed science and technology, 126(1-2) : 93-106.
- 15- Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish, Auburn University, Van Nostrand Reinhold, New York, p: 260.
- 16- Marnbrini, M., and Kaushik, S. 1993. **Indispensable amino acid requirements of fish: Correspondence between aquantitative data and amino acid profiles of tissue proteins.** Proc EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in Fish. D-8031 Eicherau, Germany, p: 11.
- 17- Mickelson, O., and Yang, M.G. 1966. **Naturally occurring toxicants in foods.** FASEB, 25, P: 104-123.
- 18- Minh Anh Pham., Kyeong-Jun Lee., Se-Jin Lim., and Kwan-Ha Park. 2007. **Evaluation of cottonseed and soybean meal as partial replacement for fish meal in diets for juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*.** Fisheries Science, 73 (4) : 760-769.
- 19- Morales, A.E., Gardenete, M., De la Miguera, M., and Sanz, A. 1994. **Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).** Aquaculture, 124: 117-126.
- 20- Richard, K.J. Lee., Dabrowski, K., Ciereszko, A.J., Blom, H., and Ottobre, J.S. 2003. **Influence of gossypol from dietary cottonseed meal on haematology, reproductive steroids and tissue gossypol enantiomer concentration in male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).** Aquaculture Nutrition, 9(4): 275-282.
- 21- SAS. Institute. 1993. **SAS User's guide: Statistics.** SAS inst. Inc., Cary, NC.
- 22- Stansbury, M. F., Pons, Jr. W.A., and