

تاثیر روغن ضایعات طیور به عنوان منبع تامین کننده چربی جیره، بر فاکتورهای رشد و میزان انباشت چربی در کبد ماهی های پروراری قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

- عیسی ابراهیمی*: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- امیر مانی ورنوسفادرانی: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش: شهریور 1393

تاریخ دریافت: اردیبهشت 1393

چکیده

به منظور بررسی امکان استفاده از روغن ضایعات طیور به عنوان منبع انرژی و چربی مکمل در جیره ماهی قزل آلاهی رنگین کمان پروراری (*Oncorhynchus mykiss*)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار برای هر تیمار در یک سیستم نیمه بسته پرورش ماهی با میانگین دمای $19 \pm 1/2$ درجه سانتی گراد (انحراف استاندارد میانگین) طراحی و اجرا گردید. واحدهای آزمایشی شامل حوضچه های فایبرگلاس با حجم مفید 100 لیتر و تعویض آب $1/5$ لیتر بر دقیقه بود. ماهیان پروراری با میانگین وزنی $21/67 \pm 0/38$ گرم به مدت هشت هفته با سه جیره یکسان از نظر ترکیب شیمیایی و منابع چربی مکمل متفاوت (100% روغن ماهی (تیمار شاهد)، 50% روغن ضایعات طیور و 50% روغن ماهی (تیمار 1) و 100% روغن ضایعات طیور (تیمار 2)) تغذیه شدند. نتایج حاصل در پایان آزمایش، تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) را در پارامترهای وزن نهایی، نسبت بازده پروتئین، پروتئین تثبیت شده، میزان پروتئین عضلات، فاکتور وضعیت، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در بین گروه های آزمایشی نشان داد. استفاده از تیمار 50% باعث گردید تا ماهی های این گروه آزمایشی، در مقایسه با سایر گروه ها در شاخص هایی نظیر ضریب تبدیل غذا، پروتئین تثبیت شده، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت از برتری معنی داری ($P < 0/05$) برخوردار باشند. در مجموع یافته های این تحقیق نشان داد که استفاده توأم از روغن ماهی و روغن ضایعات طیور با نسبت برابر به عنوان مکمل چربی جیره می تواند به شکل مطلوبی احتیاجات غذایی ماهیان قزل آلاهی پرورشی به انرژی و اسیدهای چرب را تامین نماید.

کلمات کلیدی: قزل آلاهی رنگین کمان، فاکتور وضعیت، نرخ رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب تبدیل غذا

مقدمه

غذای مناسب برای ماهیان پرورشی است (Caballero و همکاران، 2002). روغن ماهی از جمله مواد خام اصلی در فرموله کردن غذا برای ماهیان است (Reinitz و Yu، 1981). به دلیل توسعه آبزی پروری و در نتیجه افزایش نیاز به این فرآورده برای تولید غذای آبزیان، صید دریایی در آینده ای نه چندان دور قادر به تامین نیازهای آبزی پروری نخواهد بود (Pauly، 2005). پیش بینی شده است که تقاضای جهانی برای آرد و روغن ماهی به ترتیب در سال های 2020 و

در سال های انتهایی قرن گذشته، پرورش ماهی در سراسر جهان به عنوان یک فعالیت اقتصادی کارآمد برای تولید پروتئین حیوانی مورد نیاز انسان مطرح شده (Caballero و همکاران، 2002) و میزان رشد آن حدود 8 تا 10 درصد در سال برآورد گردیده است. علاوه بر سودآوری مناسب، دیگر شرط لازم برای پایداری تولید ماهی، داشتن اطمینان از تامین نهاده های مورد نیاز در فرآیند تولید از جمله



می‌گردد. از این رو تحقیق حاضر به بررسی امکان جایگزینی روغن ماهی مورد استفاده در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطوح مختلف با روغن ضایعات طیور به عنوان یک منبع تامین کننده چربی بازیافتی، غیرقابل استفاده انسان، ارزان قیمت و قابل اعتماد در جهت توسعه پایدار فعالیت‌های آبی‌پروری پرداخته است.

مواد و روش‌ها

آماده سازی جیره های غذایی:

مواد مورد نیاز جهت ساخت جیره های غذایی از مراکز مطمئن به شرح زیر خریداری و به سالن پرورش ماهی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل گردید. مخلوط متعادل شده جیره غذایی 1TFG ویژه قزل‌آلا قبل از پلت کردن از کارخانه رشد دانه چهارمحال و بختیاری و روغن ضایعات طیور و روغن ماهی، از کارخانه ریزدانه شهرک صنعتی چرم شهر اصفهان خریداری شد. جیره ها براساس میزان جایگزینی روغن ضایعات طیور به جای روغن ماهی مکمل در سه سطح جایگزینی 0%، 50% و 100% تنظیم گردید. به طوری که به هر یک از تیمارها معادل 8 درصد وزنی روغن اضافه شد و جیره نهایی با میزان 18% چربی تنظیم گردید. در این بین سطح جایگزینی صفر درصد (که تمام چربی مکمل اضافه شده به آن روغن ماهی بود) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. مخلوط های غذایی آماده شده پس از رطوبت دهی کافی با استفاده از یک دستگاه چرخ گوشت صنعتی به پلت هایی با قطر 3/5 میلی متر تبدیل شده و پس از خشک شدن در هوا در کیسه های پلاستیکی غیرقابل نفوذ تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شد. ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی در جدول 1 ارائه گردیده است.

جدول 1 : ترکیب شیمیایی پایه جیره

های آزمایشی	
پارامتر	درصد
مورد بررسی	
پروتئین خام	38
چربی خام	18

2010 بیشتر از مقدار تولید آن ها خواهد بود (New، 2002). در نتیجه آینده روشن و امیدوارکننده ای برای تامین مقدار کافی روغن ماهی وجود نخواهد داشت. این درحالی است که افزودن منابع تامین کننده چربی به جیره غذایی ماهی های پرورشی با دو هدف عمده صورت می گیرد. یکی از این اهداف تامین پیش ماده های لازم جهت ساخت فسفولیپیدها (Thanuthong و همکاران، 2011) و هدف دیگر تامین انرژی و کمک به تثبیت منابع پروتئینی استفاده شده در جیره، در بافت های جانوری می باشد. در این میان گونه های مختلف ماهی بسته به ویژگی های فیزیولوژیک خود و شرایط محیطی که در آن زندگی می کنند، نیازهای متفاوتی از نظر نوع و مقدار اسیدهای چرب برای رشد دارند (Thanuthong و همکاران، 2011). قزل‌آلای رنگین‌کمان در حدود یک درصد از جیره غذایی خود به اسیدهای چرب گروه (n-3) نیاز دارد، تا از بروز علائم کمبود چربی در شاخص های رشد ماهی جلوگیری گردد (Reinitz و Yu، 1981). این ماهی توانایی تبدیل اسیدهای چرب EPA (C20:5n) و DHA (C22:6n) به فسفولیپیدها را دارا است. برخلاف بسیاری از گونه های دریایی قزل‌آلا قادر به اشباعیت زدایی و طویل کردن برخی پیش سازهای دارای زنجیر کربنی کوتاه (اسیدلینولنیک (18:3n)) به اسیدهای چرب EPA و DHA مورد نیاز خود می باشد (Watanabe و Vassalo-Agius، 2003). با توجه به وجود این توانایی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و محدودیت تولید جهانی روغن ماهی (به عنوان منبع تامین اسیدهای چرب EPA و DHA مورد نیاز در جیره ماهی ها) به میزان 1/3 میلیون تن در سال (Tacon و Metian، 2008)، هم چنین ترجیح در استفاده از این ماده با ارزش در صنایع غذایی و دارویی و تأثیر پدیده های طبیعی نظیر ELNINO بر میزان تولید سالیانه و قیمت روغن ماهی (Turchini و همکاران، 2011)، امکان استفاده از این ماده به عنوان منبع انرژی در خوراک های آبزیان هر روز محدودتر

کربوهیدرات	16
خاکستر	10
فیبر	4
رطوبت	11

ماهی‌های مورد مطالعه: جهت

اجرای این تحقیق ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پروراری با میانگین وزنی $21/67 \pm 0/38$ گرم از یک مزرعه پرورش قزل‌آلا در استان چهارمحال و بختیاری خریداری و به مزرعه پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان انتقال داده شد. ماهی‌ها قبل از تیمار بندی جهت انجام آزمایش، در شرایط یکسان پرورشی قرار داشته و همچنین طی مدت دوهفته سازگاری به شرایط محیط آزمایش با جیره‌های غذایی کاملاً یکسان تغذیه شدند.

نحوه اجرای طرح آزمایش:

اجرای این مطالعه پس از انجام سازگاری به مدت هشت هفته از اسفندماه سال 1390 تا اردیبهشتماه سال 1391 به طول انجامید. در این بررسی ماهی‌ها با سه جیره غذایی مختلف از نظر ترکیب منابع تأمین کننده چربی به شرح ذیل تغذیه شدند. تیمار شاهد حاوی 100% روغن ماهی، تیمار 1 دارای نسبت مساوی از روغن ضایعات طیور و روغن ماهی و تیمار 2 حاوی 100% روغن ضایعات طیور بود. هر تیمار دارای سه تکرار و در هر تکرار از 15 قطعه ماهی با میانگین وزنی $21/67 \pm 0/38$ گرم استفاده شد. واحدهای آزمایشی شامل 9 تانک پلی‌اتیلن با حجم آبگیری 100 لیتر و عمق آبگیری 40 سانتی‌متر بود. دبی آب ورودی 1/5 لیتر بر دقیقه با میانگین دمای $11/2 \pm 1/19$ (میانگین $\pm$ انحراف

استاندارد) درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول $7/6 \pm 0/68$ و مقدار آمونیاک $0/007 \pm 0/002$ میلی‌گرم بر لیتر در طول دوره پرورش تنظیم گردید. هر مخزن دارای سیستم هوادهی مجزا بود. همچنین به منظور حفظ بهتر کیفیت آب روزانه دو بار فضولات باقی‌مانده در تمامی مخازن سیفون شد. ماهی‌های هر تکرار به صورت تصادفی

از یک جمعیت اولیه همگن از نظر وزن انتخاب شدند و در نهایت هر مخزن به صورت تصادفی به ماهی‌های مربوط به یک تکرار تعلق گرفت. قبل از شروع آزمایش تعداد 10 قطعه ماهی از جمعیت ماهیان به طور تصادفی صید و جهت آنالیز لاشه مورد استفاده قرار گرفت. وزن و طول استاندارد ماهی‌ها نیز در ابتدای آزمایش اندازه‌گیری شد. در پایان دوره آزمایش، تعداد 3 قطعه ماهی از هر تکرار به منظور انجام مطالعات آزمایشگاهی به طور تصادفی صید شد. ماهی‌های انتخاب شده به منظور انجام مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از ماده بی‌هوش کننده MS222 با غلظت mpp1000 تا فرا رسیدن مرگ تیمار شدند (Soivio و همکاران، 1977).

روش‌های مورد استفاده در

بررسی‌های آزمایشگاهی: در آزمایشگاه بررسی‌ها در چهار سطح: عضلات، احشاء، کبد و لاشه ماهی به صورت کامل و براساس روش‌های استاندارد انجام شد (Official Agricultural Chemists، 1950). در هر سطح میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین خام و چربی موجود در نسوج بر حسب درصد اندازه‌گیری شد. در این بررسی‌ها برای اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها پس از مخلوط شدن تا ثابت شدن وزن، درون آون با دمای 50 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در اندازه‌گیری خاکستر نمونه‌های خشک شده به مدت 12 ساعت درون کوره با دمای داخلی 600 درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند. میزان پروتئین خام با محاسبه محتوای نیتروژنی نمونه‌های هضم شده به روش کلدال و ضرب عدد حاصل در ضریب 6/25 محاسبه شد (Official Association of Agricultural Chemists، 1950). مقدار چربی نیز با استفاده از دستگاه سوکسله و انحلال محتوای چربی موجود در نمونه در اتر دو پترول اندازه‌گیری شد (Official Association of Agricultural Chemists، 1950). به منظور محاسبه پارامترهای رشد از فرمول‌های ذیل استفاده شد (Halver، 2013).



$$\begin{aligned} \text{وزن غذای خورده شده} &= \frac{\text{وزن توده زنده تولید شده}}{\text{ضریب تبدیل غذایی (RCF)}} \\ \text{نرخ رشد ویژه (RGS)} &= \frac{(\text{وزن ابتدایی/وزن نهایی}) \text{ nL}}{\text{تعداد روزهای دوره پرورش}} \\ \text{راندمان پروتئین} &= \frac{\text{میزان افزایش وزن (g)}}{\text{مقدار پروتئین مصرف شده (g)}} \\ \text{درصد پروتئین ابقا شده} &= \frac{(\text{درصد پروتئین لاشه در ابتدای آزمایش} \times \text{وزن اولیه}) - (\text{درصد پروتئین لاشه در انتهای آزمایش} \times \text{وزن نهایی})}{(\text{مقدار غذای مصرف شده توسط هر ماهی} \times \text{درصد پروتئین غذا})} \\ \text{فاکتور وضعیت} &= \frac{1000 \times \text{وزن ماهی (بر حسب گرم)}}{(\text{طول ماهی بر حسب سانتی متر})^3} \\ \text{درصد افزایش وزن} &= \frac{(\text{وزن میانگین در ابتدای دوره پرورش} - \text{وزن میانگین نهایی})}{(\text{وزن میانگین در ابتدای دوره پرورش})} \times 100 \end{aligned}$$

نتایج

نتایج حاصل از استفاده سطوح مختلف روغن ضایعات طیور به- عنوان منبع چربی مکمل بر عملکرد رشد در ماهیان مورد آزمایش در جدول 2 ارائه شده است. براین اساس تفاوت معنی داری از نظر وزن نهایی و درصد افزایش وزن در ماهیان تیمارهای 1 و 2 نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. تیمارها از نظر ضریب تبدیل غذایی دارای تفاوت معنی دار بودند ($P < 0/05$). تیمار 1 دارای پایین ترین ضریب تبدیل غذایی و پس از آن تیمار شاهد دارای ضریب تبدیل غذایی پایین تر از تیمار با صد درصد جایگزینی بود. تیمارها دارای تفاوت معنی دار از نظر فاکتور وضعیت بودند ($P < 0/05$). تیمار 1 دارای بالاترین فاکتور وضعیت و تیمار شاهد دارای پایین ترین فاکتور وضعیت بود. تیمارها از نظر نرخ رشد ویژه دارای تفاوت معنی دار بودند ($P < 0/05$). به گونه ای که تیمار با صد درصد

آنالیز آماری: در ابتدا

نرمال بودن توزیع داده های هرگروه با استفاده از فاکتور z آزمون کولموگراف اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. همچنین همگن بودن واریانس داده های به دست آمده با استفاده از آزمون آماری کمولوگراف بررسی شد. سپس به منظور مقایسه میانگین گروه های مختلف آزمایشی با یکدیگر و بررسی اثر مقادیر متفاوت جایگزینی روغن ضایعات طیور با روغن ماهی بر روی فاکتورهای رشد و میزان انباشت چربی در کبد ماهی های مورد آزمایش، از آنالیز یکطرفه مقایسه میانگین ها (One-Way ANOVA) استفاده شد. تمامی بررسی های آماری انجام شده در این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه 20) اجرا شد. خطای نوع اول با سطح دقت 0/05 در نظر گرفته شد و تمام میانگین ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شد.



در طول دوره پرورش تفاوت معنی-داری بین تیمارها از نظر میزان بقاء مشاهده نشد. نتایج حاصل از اثر استفاده از سطوح مختلف روغن ضایعات طیور بر ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان مورد آزمایش در جدول 3 گزارش شده است. در بررسی تیمارها از نظر میزان پروتئین عضلات، تیمار 1 دارای تفاوت معنی دار نسبت به تیمار شاهد بود. تیمار 2 تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد نداشت. تیمارها از نظر میزان پروتئین احشاء تفاوت معنی داری نداشتند. در بررسی محتوای پروتئینی کل لاشه تیمار 1 دارای تفاوت معنی دار نسبت به تیمار شاهد بود.

جایگزینی دارای بیشترین میزان نرخ رشد ویژه بود. پس از آن تیمار با پنجاه درصد جایگزینی نرخ رشد ویژه بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشت. تیمار 1 دارای تفاوت معنی دار ($P<0/05$) از نظر راندمان پروتئین نسبت به تیمار شاهد بود. در این رابطه تیمار شماره 2 تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد نشان نداد. همچنین تیمارها دارای تفاوت معنی دار ($P<0/05$) از نظر میزان پروتئین ابقاء شده بودند. به گونه ای که تیمار 1 دارای بیشترین میزان ابقاء پروتئین و پس از آن تیمار 2 دارای مقدار بالاتری از ابقاء پروتئین نسبت به تیمار شاهد بود.

جدول 2: نتایج حاصل از مقایسه پارامترهای رشد ماهیان در تیمارهای مختلف (میانگین $\pm$ خطای استاندارد).

تیمار 2	تیمار 1	تیمار شاهد	پارامتر مورد بررسی
21/75 $\pm$ 0/72	22/28 $\pm$ 0/54	20/97 $\pm$ 0/69	وزن اولیه (گرم)
127/52 $\pm$ 3/82b	123/34 $\pm$ 3/77b	105/37 $\pm$ 3/73a	وزن نهایی (گرم)
486/30 $\pm$ b30/4	453/59 $\pm$ b87/4	419/83 $\pm$ a53/3	درصد افزایش وزن
1/30 $\pm$ 0/01c	1/21 $\pm$ a001/0	1/26 $\pm$ 0/006b	ضریب تبدیل غذایی
1/31 $\pm$ 0/015b	1/37 $\pm$ 0/02c	1/15 $\pm$ 0/021a	فاکتور وضعیت
3/16 $\pm$ 0/043c	3/04 $\pm$ 0/02b	2/87 $\pm$ 0/03a	نرخ رشد ویژه (%)
a02/2	b17/2	a08/2	راندمان پروتئین
55/78 $\pm$ b43/0	69/47 $\pm$ 0/04c	49/42 $\pm$ 0/27a	پروتئین ابقاء شده (%)
88/89	91/10	91/10	بقاء (%)

حروف غیرمشترک نمایانگر وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها با سطح احتمال معنی دار 95% می باشد.

تیمار 2 تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد نداشت. همچنین در بررسی پارامترهایی چون چربی عضلات، چربی احشاء، چربی کبد (در وزن خشک)، چربی کل لاشه، رطوبت عضلات، رطوبت احشاء، رطوبت کل لاشه، خاکستر عضلات و خاکستر احشاء تفاوت معنی داری در بین تیمارها مشاهده نشد.

جدول 3: نتایج حاصل از مقایسه پارامترهای رشد ماهیان در تیمارهای مختلف (میانگین $\pm$ خطای استاندارد)

تیمار 2	تیمار 1	تیمار شاهد	پارامتر مورد بررسی (%)
39/85 $\pm$ 1/01ab	41/31 $\pm$ 0/67b	37/77 $\pm$ 0/59a	پروتئین عضلات
28/51 $\pm$ 0/99	27/23 $\pm$ 0/40	23/48 $\pm$ 1/17	پروتئین احشاء
27/60 $\pm$ 1/53ab	31/27 $\pm$ 1/62b	24/46 $\pm$ 0/50a	پروتئین کل لاشه
49/47 $\pm$ 1/8	48/02 $\pm$ 1/02	50/73 $\pm$ 0/55	چربی عضلات
60/03 $\pm$ 3/48	62/64 $\pm$ 3/14	61/75 $\pm$ 0/88	چربی احشاء
70/19 $\pm$ 2/32	70/48 $\pm$ 3/09	70/07 $\pm$ 5/05	چربی کبد (در وزن خشک)



خشک			
60/90±2/48	58/46±0/97	2/08±63/57	چربی کل لاشه
79/17±0/63	80/59±0/68	80/69±0/37	رطوبت عضلات
58/53±3/70	59/98±1/59	60/65±1/57	رطوبت احشاء
78/77±1/00	79/54±1/34	78/35±0/97	رطوبت کل لاشه
7/79±0/27	8/82±2/74	7/03±1/16	خاکستر عضلات
6/83±0/26	8/97±2/73	7/84±0/31	خاکستر احشاء

حروف غیر مشترک نمایانگر وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها با سطح احتمال معنی دار 95% می باشد.

بحث

امروزه استفاده از محصولات جنبی فرآورده های غذایی و منابع غذایی بازیافتی به دلیل قیمت ارزان، قابلیت دسترسی به مقدار مناسب و جلوگیری از آلودگی محیط زیست به عنوان یکی از راه کارهای افزایش راندمان اقتصادی در فعالیت های آبی پروری مطرح شده است. یکی از منابع بازیافتی قابل استفاده در جیره غذایی آبزیان، روغن ضایعات طیور است (Gallagher و Degani، 1988). استفاده از این منبع چربی بازیافتی در جیره غذایی ماهی های قزل آلا رنگین کمان پرواری منجر به بهبود برخی از پارامترهای رشد در آنها گردیده است (Liu و همکاران، 2004). روغن ضایعات طیور دارای پتانسیل قابل توجهی به عنوان جایگزینی برای روغن ماهی در جیره ماهی قزل آلا است. به هر حال اثر این ماده بر شاخص های رشد، سلامت و ترکیب لاشه، همانند سایر منابع چربی مورد استفاده در جیره آبزیان بسته به میزان چربی جایگزین شده و درجه حرارت آب متفاوت است (Pirozzi و Booth، 2009). نتایج حاصل از مطالعه حاضر بیانگر بالاتر بودن میانگین عددی وزن نهایی و درصد افزایش وزن ماهی های تیمار 1 (سطح 50%) و ماهی های تیمار 2 (سطح 100%) نسبت به تیمار شاهد و عدم وجود تفاوت معنی دار (P<0/05) بین سطوح جایگزینی 50 و 100 درصد بود. در این رابطه مطالعه صورت گرفته بر روی Atlantic Salmon (*Salmo salar*) جایگزین نمودن روغن ماهی جیره به میزان 60 درصد با روغن ضایعات طیور تفاوت

معنی داری در شاخص های رشد ایجاد نکرد (Higgs و همکاران، 2006). تیمار با 50% جایگزینی دارای پایین ترین ضریب تبدیل غذایی در بین سه تیمار بود. همچنین تیمار با 100% جایگزینی دارای ضریب تبدیل غذایی بالاتر نسبت به تیمار شاهد بود. از این رو می توان نوعی اثر هم افزایی بر کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی در اثر استفاده همزمان از این دو ماده با نسبت برابر مشاهده کرد. در این رابطه بررسی صورت گرفته بر جایگزینی روغن ماهی مورد استفاده در جیره شاه ماهی دم زرد (*Seriola lalandi*) با روغن کانولا، بیانگر نوعی رابطه هم افزایی در اثر استفاده همزمان از این دو ماده با نسبت برابر بر کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی بود (Bowyer و همکاران، 2012). نتایج حاکی از افزایش معنی دار (P<0/05) نرخ رشد ویژه با افزایش میزان جایگزینی روغن ماهی با روغن ضایعات طیور بود. بررسی های صورت گرفته در مورد راندمان پروتئین به نوعی بیانگر تولید هر واحد از زی توده ماهی قزل آلا با میزان بالاتری از پروتئین در تیمار با 50% جایگزینی نسبت به دو تیمار دیگر بود. نتایج همچنین حاکی از وجود نوعی اثر هم افزایی بر افزایش میزان پروتئین ابقاء شده در اثر استفاده همزمان از این دو ماده با نسبت برابر بود. نتایج حاصل از این بررسی در مورد میزان پروتئین ابقاء شده، با نتایج بررسی صورت گرفته روی شاه ماهی دم زرد همخوانی دارد (Bowyer و همکاران، 2012). در بررسی های صورت



پروتئین در عضلات ماهی را افزایش خواهد داد. لذا با توجه به اینکه پارامترهای رشد و کیفیت لاشه ماهی‌های تغذیه‌شده با نسبت‌های برابر از روغن ضایعات طیور و روغن ماهی نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت، قیمت پایین‌تر روغن ضایعات طیور نسبت به روغن ماهی، بازیافتی بودن روغن ضایعات طیور و عدم استفاده آن توسط انسان، جایگزینی روغن ماهی مورد استفاده در جیره ماهیان قزل‌آلای پروراری با روغن ضایعات طیور در سطح 50% توصیه می‌گردد. همچنین استفاده از سطح جایگزینی 100% تفاوت معنی‌داری در پارامترهای رشد، سلامت، کیفیت لاشه و بقاء نسبت به تیمار شاهد نداشت.

منابع

1. Association of official agricultural chemists. 1950. Official methods of analysis of the agricultural chemists. 351 p.
2. Bowyer, J.N.; Rout-pitt, N.; Bain, P.A., Stone, D.A.J. and Schuller, K.A., 2012. Dietary fish oil replacement with canola oil up-regulates glutathione peroxidase 1 gene expression in yellowtail kingfish (*seriola lalandi*). Comparative biochemistry and physiology part b: biochemistry and molecular biology. Vol. 162, pp: 100-106.
3. Caballero, M.J.; Obach, A.; Rosenlund, G.; Montero, D.; Gisvold, M. and Izquierdo, M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 214, pp: 253-271.
4. Gallagher, M.L. and Degani, G., 1988. Poultry meal and poultry oil as sources of protein and lipid in the diet of *anguilla anguilla*. Aquaculture. Vol. 73, pp: 177-187.
5. Halver, J.E., 2013. Fish nutrition. New York. academic press. 615 p.
6. Higgs, D. A.; Balfry, S.K.; Oakes, J.D.; Rowshandeli, M.; Kura, B.J. and Deacon, G., 2006. Efficacy of an equal blend of canola oil and poultry fat as an alternate dietary lipid source for atlantic salmon (*salmo salar*) In sea water. i) effects on growth performance, and whole body and fillet proximate and lipid composition. Aquaculture research. Vol. 37, pp: 180-191.
7. Liu, K.K.M.; Barrows, F.T.; Hardy, R.W. and Dong, F.M., 2004. Body composition, growth performance, and product quality of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) fed diets containing poultry fat, soybean/corn lecithin, or menhaden oil. Aquaculture. Vol. 238, pp: 309-328.
8. New, M.B. and Wijkström, U.N., 2002. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds further thoughts on the fishmeal trap. Fao fisheries circular. 975 p.
9. Nutrition, S., 2014. Nutrition facts [online]. Available: <http://nutritiondata.self.com/facts/fats-and-oils/632/2> [accessed 1/2/2014 2014].
10. Pauly, W.R. and Alder, j., 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security.

گرفته بر روی پارامترهای کیفیت لاشه تیمار با 50% جایگزینی دارای مقادیر بالاتری از پروتئین در بافت عضلانی بدن و کل لاشه بود. مقادیر پروتئین احشاء بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج حاصل از میزان پروتئین بافت عضله و لاشه در این بررسی با نتایج حاصل از بررسی صورت گرفته توسط محققین دیگر هم‌خوانی داشت (Caballero و همکاران، 2002). همچنین تیمارها از نظر سایر پارامترهای کیفیت لاشه نظیر چربی عضلات، چربی احشاء، چربی کل‌لاشه، رطوبت عضلات، رطوبت احشاء، رطوبت کل‌لاشه، خاکستر عضلات و خاکستر احشاء تفاوت معنی‌داری نداشتند. بررسی‌های انجام شده در سه سطح: شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه، بقاء و سلامت ماهی‌ها بیان‌کننده نوعی برتری در تیمار با سطح جایگزینی 50% از روغن ضایعات طیور با روغن ماهی نسبت به دو تیمار دیگر بود. میزان انرژی موجود در هر گرم از روغن ماهی در حدود 37/77 کیلوژول برگرم و میزان انرژی موجود در هر گرم از روغن ضایعات طیور معادل 32/83 کیلوژول بر گرم می‌باشد (Nutrition، 2014). با این وجود به علت پایین‌تر بودن محتوای انرژی قابل‌جذب روغن ضایعات طیور نسبت به روغن ماهی تفاوت در محتوای انرژی دو ماده توجیه کننده افزایش بازده رشد ماهی‌های تیمار یک نخواهد بود. بررسی‌های صورت گرفته در باره ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن ماهی و روغن ضایعات طیور، نشان داد ترکیب این دو ماده دارای توازن همگن‌تری در ترکیب اسیدهای چرب می‌باشد (Bowyer و همکاران، 2012). که علاوه بر تامین اسیدهای چرب EPA (C20:5n) و DHA (C22:6n) مورد نیاز برای رشد، باعث گوارش بهتر چربی موجود در جیره می‌شود. در نتیجه میزان چربی بالاتری توسط موجود جذب و صرف فرایندهای رشد و تامین انرژی خواهد شد. این امر باعث سوخت و ساز کمتر پروتئین‌ها در مسیر تولید انرژی شده و درصد تثبیت



- Philos trans r soc lond b biol sci. Vol. 360, pp: 5-12.
11. **Pirozzi, I. and Booth, M.A., 2009.** The effect of temperature and body weight on the routine metabolic rate and postprandial metabolic response in mulloway, *argyrosomus japonicus*. Comparative biochemistry and physiology part a: molecular and integrative physiology. Vol. 154, pp: 110-118.
 12. **Reinitz, G.L. and Yu, T.C., 1981.** Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*salmo gairdneri*). Aquaculture. Vol. 22, pp: 359-366.
 13. **Soivio, A.; Nyholm, K. and Huhti, M., 1977.** Effects of anaesthesia with ms 222, neutralized ms 222 and benzocaine on the blood constituents of rainbow trout. Journal of fish biology. Vol. 10, pp: 91-101.
 14. **Tacon, A.G.J. and Metian, M., 2008.** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture. Vol. 285, pp: 146-158.
 15. **Thanuthong, T.; Francis, D.S.; Senadheera, S.D.; Jones, P.L. and Turchini, G.M., 2011.** Fish oil replacement in rainbow trout diets and total dietary pufa content: i) effects on feed efficiency, fat deposition and the efficiency of a finishing strategy. Aquaculture. Vol. 320, pp: 82-90.
 16. **Turchini, G.M.; Francis, D.S.; Senadheera, S.P.S.D.; Thanuthong, T. and De silva, S.S., 2011.** Fish oil replacement with different vegetable oils in murray cod: evidence of an omega-3 sparing effect by other dietary fatty acids. Aquaculture. Vol. 315, pp: 250-259.
 17. **Watanabe, T. and Vassallo-Agius, R., 2003.** Broodstock nutrition research on marine finfish in japan. Aquaculture. Vol. 227, pp: 35-61.

