شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶

صفحات ۱۶۰-۱۴۸

تأثیر جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی به‌وسیله روغن هسته انگور بر عملکرد رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم لیپاز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عباس زمانی[*1]، *ابوذر معافی*[2]

۱. استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر، همدان، ایران.

۲. کارشناس شیلات اداره جهاد کشاورزی شهرستان ملایر، همدان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۷ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۳/۳۱

چکیده

در این تحقیق، تأثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن هسته انگور بر عملکرد رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم لیپاز در ماهی قزل آلارنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (میانگین وزن ۲±۴۰ گرم) طی یک دوره ۶۰ روزه انجام شد. در این مطالعه از جیره شاهد (A) حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی و سایر جیره‌ها حاوی ۲۵ (B)، ۵۰ (C)، ۷۵ (D) و ۱۰۰٪ (E) روغن هسته انگور به‌جای روغن ماهی استفاده گردید. در پایان آزمایش شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی بدن و میزان فعالیت آنزیم لیپاز از ضمائم پیلوریک و روده سنجش شدند. نتایج نشان داد بین میزان افزایش وزن بدن، شاخص کبدی، شاخص احشایی، ضریب تبدیل غذایی، رطوبت و پروتئین بدن ماهیان در جیره‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<$ ۰/۰۵). نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت، میزان چربی و خاکستر بدن اختلاف معنی‌داری را بین جیره های آزمایشی نشان ندادند ($P>$۰/۰۵). بیشترین میزان فعالیت آنزیم لیپاز از ضمائم پیلوریک و روده در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی C مشاهده شد که نسبت به سایر جیره‌های غذایی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<$۰/۰۵). براساس نتایج حاصل از عملکرد رشد، ترکیب شیمیایی بدن، فعالیت آنزیم لیپاز و همچنین بر اساس برآورد نمودار خط شکسته (broken line)، جیره حاوی ۵۰٪ روغن هسته انگور نسبت به سایر جیره‌ها می‌تواند برای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مناسب باشد.

واژگان کلیدی: روغن ماهی، روغن هسته انگور، لیپاز، عملکرد رشد، *Oncorhynchus mykiss*.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۰۹۸۸۱۳۲۳۵۵۳۳۰+ ایمیل: a.zamani@malayeru.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

آبزی‌پروری در راستای تأمین بخشی از نیاز غذایی انسان و به‌عنوان یک منبع پروتئین جانوری با کیفیت از اهمیت بسزایی برخوردار است. بر اساس اطلاعات سازمان خوار و بار جهانی (FAO)، میزان کل تولید جهانی آبزیان در سال ۲۰۱۴ حدود ۱۶۷/۲ میلیون تن بوده است که سهم آبزی پروری در حدود ۷۳/۸ میلیون می‌باشد که از این مقدار، ۲۶/۷ میلیون تن در آب‌های شور و ۴۱/۹ میلیون تن در آب‌های شیرین پرورش داده شده است. به‌طوری‌که سهم آبزی پروری در تولید کل جهانی به ۴۷/۱ درصد در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است. همچنین مصرف سرانه آبزیان در جهان از میزان ۱۰ کیلوگرم در سال ۱۹۶۰ به میزان ۲۰ کیلوگرم در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است (IFFO, 2008; FAO, 2016). یکی از مشکلات عمده صنعت آبزی‌پروری وابستگی زیاد آن به استفاده از روغن ماهی به‌عنوان منبع چربی در جیره غذایی ماهیان است که از گونه‌های ماهیان پلاژیک مثل ساردین، آنچوی و غیره بدست می‌آید و به‌عنوان بهترین منبع تامین کننده اسیدهای چرب PUFA (Polyunsaturated Fatty Acid) مطرح است. تولید سالانه روغن ماهی طی ۲۵ سال گذشته یک روند نزولی داشته و بنابراین، توسعه صنعت آبزی‌پروری در آینده با تکیه بر ذخایر ماهیان دریایی جهت تولید روغن ماهی غیرممکن به نظر میرسد (Tacon and Metian, 2008; Turchini *et al.*, 2009; Peron *et al.*, 2010; Murat *et al.*, 2012). همچنین بدلیل آلودگی شدید آب‌های دریایی و اقیانوسی، روغن تهیه شده از ماهیان دریایی آلوده به سموم بسیار متنوع از جمله ترکیبات PCBs (Polychlorinated Biphenyl) بوده که دارای اثرات سرطانزایی و تضعیف کننده سیستم ایمنی بر روی انسان می‌باشند (Jacobs *et al.*, 2000). از طرف دیگر افزایش میزان تقاضای بازار مصرف نسبت به عرضه روغن ماهی و نیز افزایش درصد چربی در جیره غذایی برخی ماهیان مانند قزل آلای رنگین کمان باعث شده است که منابع دیگر روغن مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در این راستا تمرکز بیشتری برای کاهش وابستگی صنعت آبزی پروری به این منبع آغاز شده است و در مراکز تحقیقاتی و مزارع پرورش ماهی منابع جایگزین برای روغن ماهی مورد مطالعه قرار گرفته است (Bell *et al.*, 2003; Olsen, 2011; Özşahinoğlu *et al.*, 2013). تنها جایگزین مناسب برای روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان روغن های گیاهی هستند که غنی از اسیدهای چرب PUFA همانند آلفا لینولنیک اسید (C18:3n-3) و لینولئیک اسید (C18:2n-6) میباشند اما فاقد اسیدهای چرب HUFAs (Highlyunsaturated Fatty Acid) همانند EPA (Eicosapentaenoic Acid)، DHA (Docosahexaenoic Acid) و اسید آراشیدونیک هستند (Sargent *et al.*, 2002). با این حال روغن های گیاهی غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و حاوی مقادیر زیادی از اسیدهای چرب پیش ساز امگا-۳ و امگا-۶ بوده و بنابراین قابلیت هضم بالایی دارند (Huang *et al.*, 2007). مقادیر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در ماهیان میتواند بسته به جنسیت، محل زندگی، غذای قابل دسترس، شوری و به‌خصوص دمای آب متفاوت باشد. ارزش و اهمیت دانه‌های روغنی از نظر تامین انرژی مورد نیاز انسان، دام، طیور و آبزیان در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و قیمت آنها نسبتاً ثابت و قابلیت دسترسی به آنها بیشتر است (Almaida- Bell *et al.*, 2002; Pagán *et al.*, 2007). جایگزینی موفقیت آمیز روغن ماهی با منابع گیاهی علاوه بر کاهش وابستگی کامل به روغن ماهی می‌تواند سبب کاهش احتمالی هزینه‌های مرتبط با تامین جیره‌های غذایی در صنعت آبزی‌پروری گردد (Turchini *et al.*, 2009). مطالعات نشان می‌دهند جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در جیره غذایی ماهیان باعث بروز تغییراتی در ساختار بافت دستگاه گوارش شده و بر فرایند گوارش و جذب از جمله فعالیت آنزیم‌های گوارشی مانند لیپاز تأثیر می‌گذارد (Santigosa *et al.*, 2011; Bowyer *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2016). علاوه بر این، درجه غیر اشباعیت چربی‌ها می تواند بر ترکیب غشاء انتروسیت (Enterocytes) بافت ماهیان تأثیر گذاشته و باعث تجمع قطرات کوچک چربی در غشاء انتروسیت ضمائم پیلوریک و روده شود (Fountoulaki *et al.*, 2009). یکی از منابع روغن های گیاهی، روغن هسته انگور است به‌طوری‌که هسته انگور به‌طور متوسط ۲/۵ ٪ از وزن انگور را تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد (Movahed and Ghavami, 2007). از مزایای مهم روغن هسته انگور می‌توان به خواص آنتی اکسیدانی، ضدمیکروبی، ضد التهاب و ضد سرطانی آن اشاره نمود (Regost *et al*., 2003; Xia *et al*., 2010; Perumalla and Hettiarachchy, 2011; Lange *et al*., 2014; Shi *et al*., 2014). ماهی قزل آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) یکی از مهمترین گونه‌های پرورشی ماهیان سردآبی از خانواده آزادماهیان (Salmonidae) در ایران است که میزان تولید آن در سال ۱۳۹۲ حدود ۱۴۴۰۰۰ تن بوده است (Shilat, 2013). بنابراین تامین غذای موردنیاز جهت پرورش این گونه نیاز به منابع روغن از جمله روغن ماهی داشته و استفاده از روغن‌های گیاهی به‌جای روغن ماهی می‌تواند تا حدودی جوابگوی نیاز صنعت پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان باشد. هدف از انجام این تحقیق دستیابی به یک جیره غذایی مناسب حاوی روغن هسته انگور به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و تعیین شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم لیپاز در ماهیان تحت آزمایش می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. پرورش ماهیان

در این تحقیق تعداد ۴۵۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط ۲ ±۴۰ گرم به مدت ۶۰ روز در ۱۵عدد حوضچه سیمانی با حجم تقریبی ۱۰۰۰ لیتر پرورش داده شد به‌طوری‌که در هر حوضچه تعداد ۳۰ عدد ماهی رهاسازی گردید. قبل از شروع آزمایش به مدت ۲ هفته با غذای اکسترود تجاری (FFT) تغذیه شدند تا با شرایط تحت آزمایش سازگار شوند. طی دوره آزمایش شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب شامل دما (۱۵ ±۰/۵°C)، pH (۸/۲±۰/۱) و اکسیژن محلول (۹/۶±۰/۱ mg/lit) اندازه‌گیری گردید.

۲.۲. تهیه جیره آزمایشی

جهت بررسی اثرات جایگزینی روغن هسته انگور در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، آزمایش در ۵ جیره غذایی شامل جیره شاهد (A) (حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی؛ صفر ٪ روغن هسته انگور)، جیره B (حاوی ۷۵٪ روغن ماهی؛ ۲۵٪ روغن هسته انگور)، جیره C (حاوی ۵۰٪ روغن ماهی؛ ۵۰٪ روغن هسته انگور)، جیره D (حاوی ۲۵٪ روغن ماهی؛ ۷۵٪ روغن هسته انگور) و جیره E (حاوی صفر ٪ روغن ماهی؛ ۱۰۰٪ روغن هسته انگور) مورد مطالعه قرار گرفت. جیره آزمایشی طبق احتیاجات غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (NRC, 1993) و به کمک نرم‌افزار جیره‌نویسی Aquafeed تهیه گردید. اجزای جیره پس از غربال و آسیاب شدن با یکدیگر مخلوط شده و سپس به وسیله چرخ گوشت بصورت پلت هایی با قطر ۲/۵ میلی متر درآمدند. پلت ها با استفاده از آون در دمای ۴۵°C برای مدت ۷ ساعت خشک شده و تا زمان مصرف در یخچال (۴°C) نگهداری شدند. غذادهی ماهیان بر اساس ۳ ٪ وزن بدن و در ۳ نوبت به‌صورت روزانه و به مدت ۶۰ روز انجام گرفت. اجزاء و ترکیب تقریبی هر یک از جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

۳.۲. شاخص‌های رشد

در انتهای دوره آزمایش ماهیان جهت تعیین شاخص‌های رشد زیست‌سنجی شدند. برای این منظور، ابتدا ماهیان به‌مدت ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری قطع غذادهی شده و سپس با استفاده از عصاره گل میخک با غلظت ۱۰۰ ppm بیهوش گردیدند. سپس شاخص‌های افزایش وزن بدن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، شاخص وضعیت (CF)، شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشائی (VSI) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد که در آنها Wo وزن اولیه (گرم)، Wt وزن نهایی (گرم)، t تعداد روزهای پرورش، BW وزن نهایی بدن (گرم)، TL طول کل (سانتیمتر)، LW وزن کبد (گرم)، و VW وزن امعاء و احشاء (گرم) است (Hamza *et al*., 2008; Peidecausa *et al*., 2007).

افزایش وزن بدن = وزن نهایی - وزن اولیه

$$SGR = (LnWt - LnWo) / t \times 100$$

$$CF = (BW / TL^3) \times 100$$

$$HSI = (LW / BW) \times 100$$

$$VSI = (VW / BW) \times 100$$

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خشک مصرف

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- اجزاء و ترکیب تقریبی غذای ساخته شده جهت تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*O. mykiss*)

نوع جیره / اجزای جیره (گرم در کیلوگرم غذا)	A	B	C	D	E
پودر ماهی	۴۶۰	۴۶۰	۴۶۰	۴۶۰	۴۶۰
پودر سویا	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰
آرد گندم	۸۹/۸	۸۹/۸	۸۹/۸	۸۹/۸	۸۹/۸
پودر گوشت و استخوان	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰
روغن ماهی	۱۴۰	۱۰۵	۷۰	۳۵	۰
روغن هسته انگور[1]	۰	۳۵	۷۰	۱۰۵	۱۴۰
مکمل معدنی [2]	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
مکمل ویتامینی [3]	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
آنتی اکسیدان	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
ضد قارچ	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی (٪)					
رطوبت	۶/۶۹	۶/۱۱	۶/۲۸	۶/۲۵	۶/۱۶
پروتئین کل	۵۰/۴۵	۵۰/۲۵	۵۰/۴۱	۵۰/۴۵	۵۰/۳۶
چربی کل	۱۸/۰۸	۱۸/۵۳	۱۸/۱۱	۱۸/۵۰	۱۸/۴۱
خاکستر	۸/۰۵	۸/۸۴	۸/۵۱	۸/۵۱	۸/۵۶
کربوهیدرات	۱۶/۷۳	۱۶/۲۷	۱۶/۶۹	۱۶ /۲۹	۱۶/۵۱
انرژی ناخالص (kcal / g)	۵/۲۴	۵/۲۵	۵/۲۴	۵/۲۶	۵/۲۶

۱- روغن هسته انگور(شرکت مونینی ایتالیا) : میزان چربی (۹۲ گرم شامل ۱۲ گرم اسید چرب اشباع، ۱۹ گرم اسید چرب تک اشباع و ۶۱ گرم اسیدچرب چندغیر اشباع) سایر ترکیبات شامل کربوهیدرات، فیبر، پروتئین و نمک صفر درصد و میزان انرژی ۸/۲۸ kcal/g است.

۲- مکمل معدنی (میلی‌گرم/کیلوگرم) : KCl : ۲۰۰ میلی‌گرم، KI : ۶۰ میلی‌گرم، $COCL_2 . 6H_2O$: ۷ میلی گرم، $CuSO_4.5H_2O$: ۱۴ میلی گرم، $FeSO_4H_2O$: ۴۰۰ میلی‌گرم، $ZnSO_4.H_2O$: ۲۰۰ میلی گرم، $MnSO_4.H_2O$: ۸۰ میلی‌گرم، $Na_2SeO_3.5H_2O$: ۶۵ میلی گرم، $MgSO_47H_2O$: ۳۰۰۰ میلی‌گرم، $Ca(H_2PO_4).H_2O$: ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، NaCl: ۱۳۶ میلی‌گرم و Zeolite : ۵۸۴۰ میلی‌گرم و کریر تا ۱ کیلوگرم است.

۳- مکمل ویتامینی حاوی تیامین (۱۲میلی گرم)، ریبوفلاوین (۵ میلی گرم)، پیرودوکسین (۶ میلی گرم)، سیانوکوبالامین (۰/۰۵ میلی گرم) نمک منادیون (K_3) (۵ میلی گرم)، اینوزیتول (۱۰۰ میلی‌گرم)، پانتوتنیک اسید (۳۰ میلی‌گرم) ، فولیک اسید (۲ میلی‌گرم)، بیوتین(۰/۰۶ میلی گرم)، رتینول استات (۲۵ میلی گرم)، D3- کوله‌کلسی فرول (۵ میلی گرم)، آلفا– توکوفرول (۴۰ میلی گرم)، آسکوربیک اسید (۵۰۰ میلی گرم)، نیاسین (۳۵ میلی‌گرم)، اتوکسی کوئین (۱۵۰ میلی‌گرم) و کریر تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم است.

پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت بر حسب درصد ماده خشک است و محاسبه کربوهیدرات بر حسب رابطه (پروتئین+چربی+خاکستر+رطوبت)- ۱۰۰ و محاسبه انرژی ناخالص بر حسب کیلوکالری بر گرم جیره از رابطه حاصل‌ضرب مقدار انرژی موجود در هر گرم پروتئین(۵/۶۵ kcal)، چربی(۹/۴۵ kcal) و کربوهیدرات(۴/۱۱ kcal) تعیین گردید (NRC، ۱۹۹۳).

شده / مقدار افزایش وزن بدن

۴.۲. تعیین ترکیب شیمیایی جیره غذایی و بدن ماهیان

برای تعیین ترکیب شیمیایی جیره غذایی و بدن ماهیان از روش AOAC (۲۰۰۵) استفاده گردید. میزان رطوبت بر اساس اختلاف وزن حاصل از قرار دادن نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵°C به‌دست آمد. میزان پروتئین خام از روش کجلدال (Kjeldahl method)، میزان چربی خام با استفاده از روش سوکسله و میزان خاکستر نیز با سوزاندن نمونه خشک شده در آون در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰°C و برای مدت ۵ ساعت اندازه گیری گردید.

۵.۲. سنجش فعالیت آنزیم لیپاز

برای این منظور، ابتدا ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک بیهوش شده و بر روی ظرف حاوی یخ قرار گرفته و کالبد شکافی جهت جداسازی اندام‌های حاوی آنزیم لیپاز شامل ضمائم پیلوریک و روده انجام شد. بعد از جداسازی، وزن نمونه ضمائم پیلوریک و روده تعیین شده و بطور جداگانه با بافر ۵۰ میلی مولار تریس- HCl، pH ۸/۰ (حاوی۱۰میلی مولار $CaCl_2$ و ۰/۵ مولار NaCl) با نسبت ۱ به ۵۰ ترکیب شده و با استفاده از هموژنایزر (مدل Hand Held WT130) عمل همگن‌سازی به مدت ۱ دقیقه با دور ۱۱۰۰۰ rpm در حضور یخ انجام شد. مخلوط حاصله برای مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴°C در

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ گردید و محلول رویی به‌عنوان نمونه آنزیمی برای سنجش فعالیت آنزیم لیپاز انتخاب گردید (Nayak *et al*., 2003). برای سنجش فعالیت آنزیم لیپاز از روش Iijima و همکاران (۱۹۹۸) و از پارانیتروفنیل مریستات به‌عنوان سوبسترا استفاده شد. در این روش ابتدا ۱۰ میکرولیتر نمونه آنزیمی با ۲۵۰ میکرولیتر محلول سوبسترا ترکیب شده و عمل انکوباسیون در دمای ۳۰°C برای مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. سپس برای توقف واکنش ۳۵۰ میکرولیتر محلول استون- ان هپتان (با نسبت ۵ به ۲) به مخلوط اضافه نموده و جذب پارانیتروفنل رهاسازی شده در طول موج ۴۰۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت گردید. در نمونه شاهد نیز به‌جای نمونه آنزیمی از آب مقطر استفاده شد.

۶.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

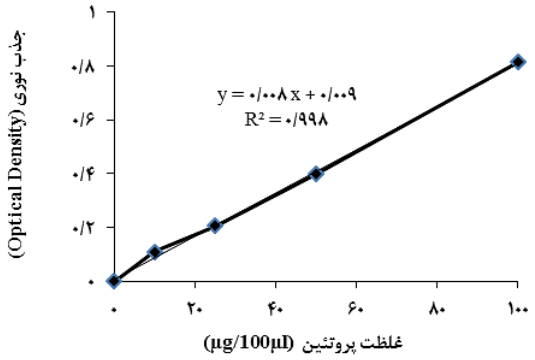
جهت تعیین فعالیت اختصاصی آنزیم لیپاز، میزان پروتئین محلول با روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱) سنجش گردید. در این روش از آلبومین سرم گاوی با غلظت mg/ml ۱ به‌عنوان استاندارد استفاده گردید (شکل ۱).

۶.۲. آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS۲۰ انجام گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smironov مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمون همگنی واریانس توسط تست Levene انجام شد. برای مقایسه شاخص های رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم لیپاز بین جیره‌های آزمایشی از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و با ۳ تکرار انجام گردید. همچنین میزان بهینه روغن هسته انگور در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر مبنای افزایش وزن بدن با استفاده از نرم‌افزار Graph pad prism روش broken-line تخمین زده شد.

۳. نتایج

نتایج مربوط به شاخص های رشد در جدول ۲



شکل ۱ - منحنی استاندارد BSA با غلظت 1 mg/ml. [محور X: غلظت پروتئین (µg / 100µl) ؛ محور Y: جذب نوری (Optical Density)].

نشان داده شده است. تاثیر روغن هسته انگور بر وزن نهایی و میزان افزایش وزن بدن نشان داد بیشترین آنها مربوط به جیره C و کمترین آن مربوط به جیره D بود به‌طوری‌که جیره C اختلاف معنی‌داری نسبت به جیره D داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین اختلاف وزن بین جیره C با جیره A حدود۱۰ گرم بود ولی اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). نتایج نشان داد با افزایش درصد جایگزینی روغن هسته انگور تا ۵۰٪ (جیره C) شاخص نرخ رشد ویژه افزایش یافت ولی با افزایش جایگزینی تا سطوح ۷۵ و ۱۰۰٪ میزان آن کاهش یافت ولی با این وجود اختلاف معنی داری بین جیره‌های آزمایشی از نظر میزان نرخ رشد ویژه مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). کمترین میزان شاخص وضعیت در جیره D و بیشترین آن در جیره‌های A و B مشاهده گردید ولی میزان آن در بین جیره‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان شاخص احشایی و شاخص کبدی در جیره A و کمترین آن در جیره E مشاهده گردید به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در جیره E و کمترین آن در جیره C بود که اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). در حالی‌که با سایر جیره ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

در جدول ۳ نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان داد با افزایش جایگزینی روغن هسته

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه شاخص های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

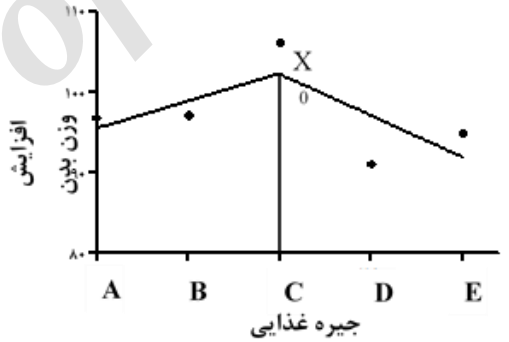
جیره / شاخص های رشد	A	B	C	D	E
وزن اولیه ماهیان (گرم)	۴۰±۲ ^{a}	۴۰±۲ ^{a}	۴۰±۲ ^{a}	۴۰±۲ ^{a}	۴۰±۲ ^{a}
وزن نهایی ماهیان (گرم)	۱۳۶/۷۹ ± ۷ ^{ab}	۱۳۷/۱۱ ± ۶ ^{ab}	۱۴۶/۲۰ ± ۸ ^{b}	۱۳۱/۰۰ ± ۲ ^{a}	۱۳۴/۹۶ ± ۵ ^{ab}
افزایش وزن بدن (گرم)	۹۶/۷۹ ± ۰/۷ ^{ab}	۹۷/۱۱ ± ۰/۱۱ ^{ab}	۱۰۶/۲۰ ± ۰/۸ ^{b}	۹۱/۰۰ ± ۰/۲ ^{a}	۹۴/۹۶ ±۰/۵ ^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۴۴ ± ۰/۱۰ ^{ab}	۱/۴۴ ± ۰/۱۷ ^{ab}	۱/۲۶ ± ۰/۰۹ ^{a}	۱/۴۷ ± /۰۶ ^{ab}	۱/۵۴ ± ۰/۰۸ ^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۰۵ ± /۰۹ ^{a}	۲/۰۶ ± ۰/۱۳ ^{a}	۲/۱۵ ±۰/۰۹ ^{a}	۱/۹۷ ±۰/۰۳ ^{a}	۲/۰۲ ± ۰/۰۶ ^{a}
شاخص وضعیت	۱/۲۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۱/۲۵ ± ۰/۱۷ ^{a}	۱/۲۳ ± ۰/۰۶ ^{a}	۱/۱۶ ± ۰/۰۱ ^{a}	۱/۲۳ ± ۰/۱۳ ^{a}
شاخص احشایی	۸/۱۴ ± ۰/۶۴ ^{b}	۷/۲۶ ± ۰/۳۰ ^{ab}	۶/۶۰ ± ۱/۲۴ ^{a}	۶/۱۸ ± ۱/۰۰ ^{a}	۵/۷۸ ± ۰/۲۵ ^{a}
شاخص کبدی	۲/۰۳ ± ۰/۳۸ ^{b}	۱/۸۲ ± ۰/۲۰ ^{ab}	۱/۷۱ ± ۰/۲۲ ^{ab}	۱/۶۱ ± ۰/۳۵ ^{ab}	۱/۴۷ ± ۰/۱۱ ^{a}

حروف کوچک غیر مشترک در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار می‌باشد (Mn±SD ،n=۳ ،α = ۰/۰۵)

جدول ۳- ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره های آزمایشی.

جیره / ترکیب شیمیایی بدن ٪	A	B	C	D	E
رطوبت	۷۴/۷۲ ± ۰/۹۴^{b}	۷۳/۰۸ ± ۱/۰۵^{b}	۷۲/۸۲ ± ۰/۷۹^{b}	۷۲/۹۸ ± ۱/۲۸^{b}	۷۰/۷۷ ± ۰/۸۵^{a}
چربی	۷/۱۹ ± ۰/۴۴^{a}	۷/۷۱ ± ۱/۱۳^{a}	۷/۵۵ ± ۰/۲۰^{a}	۷/۵۵ ± ۴/۸۸^{a}	۸/۳۷ ± ۰/۸۵^{a}
پروتئین	۱۶/ ۹۱ ± ۰/۲۹^{a}	۱۷/۸۹ ± ۰/۵۰^{ab}	۱۸/۳۰ ± ۰/۵۲^{bc}	۱۸/۱۳ ±۰/۴۵^{bc}	۱۹/۴۵ ± ۰/۵۵^{c}
خاکستر	۱/۱۸ ± ۰/۰۰۹^{a}	۱/۳۲ ± ۰/۰۰۹^{a}	۱/۳۳ ± ۰/۰۳۹^{a}	۱/۳۴ ± ۰/۱۰۰^{a}	۱/۴۱ ± ۰/۱۷۲^{a}

حروف کوچک غیر مشترک در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار می‌باشد (Mn±SD ،n=۳ ،α = ۰/۰۵)



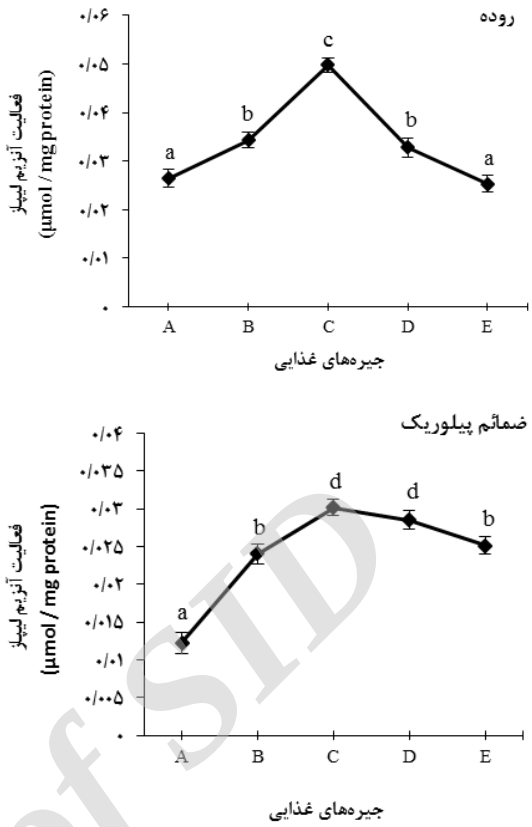
شکل ۲ - نمودار خط شکسته (broken line) بین تأثیر جایگزینی روغن ماهی به‌وسیله روغن هسته انگور با افزایش وزن بدن. X0 نقطه تلاقی دو خط می‌باشد که حد بهینه جایگزینی (جیره C) را نشان می‌دهد.

انگور در جیره غذایی، رطوبت بدن کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در جیره A و کمترین آن در جیره E مشاهده گردید. میزان رطوبت در جیره A نسبت به جیره E اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$) ولی با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان چربی، پروتئین و خاکستر بدن مربوط به جیره E و کمترین آن مربوط به جیره A بود. به‌طوری‌که میزان چربی و خاکستر بدن اختلاف معنی‌داری را بین جیره های آزمایشی نشان نداد ($P>۰/۰۵$). ولی میزان پروتئین بدن در جیره E نسبت به جیره A وB دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) ولی با جیره های C و D اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

میزان بهینه جایگزینی روغن ماهی به‌وسیله روغن هسته انگور در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بر مبنای افزایش وزن بدن بر اساس نمودار خط شکسته (broken-line) حدود ۵۰ درصد (جیره C) برآورد گردید (شکل ۲).

نتایج فعالیت آنزیم لیپاز در ضمائم پیلوریک و روده ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره های آزمایشی در شکل ۳ نشان داده شده است. بیشترین میزان فعالیت آنزیم لیپاز ضمائم پیلوریک و روده در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی C مشاهده شد به‌طوری‌که فعالیت آنزیم لیپاز در ضمائم پیلوریک مربوط به جیره غذایی C با جیره غذایی D اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$) ولی با سایر جیره‌های غذایی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). همچنین فعالیت آنزیم لیپاز روده در جیره غذایی C نسبت به سایر جیره‌های غذایی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳- فعالیت آنزیم لیپاز در ضمائم پیلوریک و روده ماهی قزل آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی. حروف کوچک غیر مشترک بیانگر اختلاف معنی‌دار در فعالیت آنزیم می‌باشد (α= ۰/۰۵، n=3، SD±Mn).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با جایگزینی روغن ماهی با روغن هسته انگور تا سطح ۵۰ ٪ در جیره غذایی، وزن نهایی، شاخص افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه ماهیان افزایش یافت. Nikzad Hasan Kiadeh و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص جایگزینی روغن سویا، آفتابگردان وکانولا با روغن ماهی در غذای بچه فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*) و Güler و Yildiz (۲۰۱۱) استفاده از روغن پنبه دانه تا سطح ۵۰٪ به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان نشان دادند میانگین وزن نهائی بدن ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی به طور معنی‌داری کمتر از (۲۰۱۳) استفاده از روغن هسته انگور به جای روغن ماهی را در میزان رشد صدف آبالون (*Haliotis discus hannai*) مورد بررسی قرار داده و براساس نتایج آنها در سطح ۲۵٪ و سپس ۵۰ ٪ جایگزینی، اختلاف معنی‌دار در وزن نهایی مشاهده شد. Jalili و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا، کتان و گلرنگ در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان را بررسی نموده و نتایج نشان داد شاخص افزایش وزن آنها اختلاف معنی داری داشت. Sonu و همکاران (۲۰۱۴) اثر جایگزینی روغن آفتاب‌گردان را به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بررسی نموده و بیشترین افزایش وزن در سطح ۵۰٪ نسبت به سایر جیره ها مشاهده گردید. نرخ رشد ویژه در واقع گویای سرعت رشد روزانه بر حسب درصد وزن بدن است و معمولاً با افزایش سن میزان آن کاهش می یابد. Jorjani و همکاران (۲۰۱۴) اثرات جایگزینی کامل روغن‌های گیاهی کانولا، سویا و آفتابگردان را با روغن ماهی بررسی نموده و اختلاف معنی داری در میزان نرخ رشد ویژه مشاهده نشد. Delavarian و همکاران (۲۰۱۴) از روغن سویا و پالم به جای روغن ماهی در جیره ماهی کپور معمولی استفاده نموده به‌طوری‌که با افزایش میزان روغن گیاهی در جیره میزان نرخ رشد ویژه نیز افزایش یافت. نتایج تحقیق Najdegerami (۲۰۱۵) در خصوص تاثیر جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن های گیاهی (روغن پنبه دانه، هسته انگور و سویا) در جیره غذایی ماهی انگشت قد آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) و Güler و Yildiz (۲۰۱۳) در استفاده از روغن پنبه دانه در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان نشان دادند نرخ رشد ویژه در هیچ کدام از جیره ها اختلاف معنی‌داری نداشت به‌طوری که با افزایش روغن پنبه دانه تا سطح ۵۰٪ بیشترین نرخ رشد ویژه مشاهده شد. مطالعه Li و همکاران (۲۰۱۳) در استفاده از روغن هسته انگور به جای روغن ماهی در غذای صدف آبالون (*H. discus hannai*) میزان نرخ رشد ویژه اختلاف معنی داری را در سطح ۲۵٪ نشان داد. با افزایش میزان روغن هسته انگور در جیره غذای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان شاخص وضعیت کاهش یافت. نتایج این تحقیق با نتایج Jorjani و همکاران (۲۰۱۴) که اثرات جایگزینی کامل روغن‌های کلزا، سویا و آفتابگردان را با روغن ماهی بررسی نمودند، هم‌خوانی داشت و شاخص وضعیت کاهش یافت. میزان شاخص احشایی و شاخص کبدی با افزایش روغن هسته انگور

Archive of SID

www.SID.ir

در جیره غذایی کاهش یافت به‌طوری‌که بالاترین میزان شاخص احشایی مربوط به جیره حاوی ۱۰۰ ٪ روغن ماهی بود. Delavarian و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند استفاده از روغن سویا و پالم به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی کپور معمولی باعث کاهش میزان شاخص احشایی شد. Rasmussen (۲۰۱۱) گزارش نمود در قزل‌آلای رنگین کمان انگشت قد میزان چربی امعاء و احشاء با افزایش میزان رشد افزایش می‌یابد و چربی در امعاء و احشاء بهتر از عضلات ذخیره می‌شود و همچنین عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف می‌تواند به دلیل استفاده از ماهیان با وزن‌های مختلف باشد. Richard و همکاران (۲۰۰۶) جایگزینی روغن کانولا، روغن پالم و روغن تخم کتان به جای روغن ماهی در غذای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را بررسی نموده و نتایج آنها نشان داد که جیره روغن ماهی با روغن گیاهی اختلاف معنی‌داری نداشت و با جایگزینی روغن گیاهی، شاخص احشایی کاهش یافت. شاخص کبدی تحت تأثیر اندازه ماهی قرار ندارد. باید دانست که بالا رفتن سطح چربی جیره غذایی ممکن است باعث انباشتگی چربی در بافت کبد و بزرگ‌تر شدن هپاتوسیت‌ها و افزایش حجم کبد گردد. Jalili و همکاران (۲۰۱۳) در جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی کانولا، کتان و گلرنگ نشان دادند کمترین میزان شاخص کبدی در جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی مورد مطالعه مشاهده گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در بین جیره‌های آزمایشی در جیره حاوی۵۰٪ روغن هسته انگور مشاهده گردید. Bell و همکاران (۲۰۰۲) و Singh و همکاران (۲۰۱۲) جایگزینی روغن پالم را به جای روغن ماهی به ترتیب در جیره های غذایی ماهی آزاد (*Salmo salar*) و ماهی (*Cirrhinus mrigala*) بررسی نموده و نتایج نشان داد با کاربرد روغن پالم در جیره غذایی میزان ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد جیره‌های حاوی روغن هسته انگور تا سطح ۷۵٪ بر میزان رطوبت بدن ماهیان تاثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس اصل کلی میزان رطوبت کل لاشه رابطه معکوسی با چربی بدن دارد و میزان رطوبت با افزایش چربی بدن و سن به‌تدریج کمتر می‌شود (Shearer,1994; Rasmussen, 2001). مطالعه Gandomkar و همکاران (۲۰۱۳) در استفاده از روغن‌های کتان و سویا به جای روغن ماهی در غذای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نشان دهنده کاهش میزان رطوبت بود. نتایج این تحقیق با مطالعه Piedecausa و همکاران (۲۰۰۷) بر روی جایگزینی روغن ماهی با روغن های سویا و کتان در ماهی sharpsnout seabream (*D. puntazzo*) همخوانی داشت و با افزایش جایگزینی میزان رطوبت بدن کاهش یافت. Sonu و همکاران (۲۰۱۴) جایگزینی روغن ماهی را با روغن آفتاب گردان در جیره غذایی ماهی کپور معمولی بررسی نموده و نشان دادند با افزایش روغن آفتاب‌گردان میزان رطوبت بدن کاهش می‌یابد. با افزایش میزان روغن هسته انگور در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان میزان چربی، پروتئین و خاکستر بدن افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد با جایگزینی روغن‌های گیاهی به جای روغن ماهی میزان چربی بدن هم تغییر کرده و افزایش پیدا می‌کند. به هرحال میزان هضم‌پذیری منابع مختلف چربی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منبع چربی و درجه حرارت محیط بستگی دارد. Mohamadi Ashnani و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر جایگزینی سطوح مختلف روغن کتان با روغن ماهی را در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بررسی نموده که با افزایش روغن کتان در جیره مقدار چربی بدن افزایش یافت. Jorjani و همکاران (۲۰۱۴) نیز در جایگزینی کامل روغن های گیاهی به‌جای روغن ماهی در جیره غذای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان شاهد افزایش میزان چربی و پروتئین بدن ماهیان بودند. در همین راستا Shearer (۱۹۹۴) و Rasmussen (۲۰۰۱) بیان نمودند انرژی جیره بیش از نیاز نگهداری ماهی، باعث ذخیره چربی می‌گردد و عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در میزان چربی بدن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن هسته انگور نسبت به جیره شاهد نیز تاییدی بر تاثیر مطلوب این روغن می باشد. Sonu و همکاران (۲۰۱۴) در جایگزینی روغن آفتابگردان به جای روغن ماهی در غذای ماهی کپور معمولی نشان دادند با افزایش روغن آفتاب گردان در جیره غذایی میزان چربی بدن افزایش یافت. Piedecausa و همکاران (۲۰۰۷) جایگزینی روغن ماهی با روغن های سویا و کتان را در ماهی

Archive of SID

www.SID.ir

sharpsnout seabream (*D. puntazzo*) بررسی نموده و نتایج نشان داد با افزایش روغن‌های گیاهی میزان پروتئین بدن افزایش یافت. میزان خاکستر در بدن ماهیان بستگی به وزن ماهیان دارد و با افزایش وزن میزان خاکستر نیز افزایش می‌یابد. Bell و همکاران (۲۰۰۲) و Güler و Yildiz (۲۰۱۱) به ترتیب در بررسی جایگزینی روغن پالم و پنبه دانه به‌جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی آزاد (*Salmo salar*) و قزل‌آلای رنگین کمان نشان دادند با افزایش این روغن‌های گیاهی در جیره مقدار خاکستر بدن افزایش یافت. مطالعات نشان می‌دهد در قزل‌آلای رنگین کمان به‌طور کلی فعالیت آنزیم لیپاز با رشد بدن افزایش می‌یابد ولی بیشترین فعالیت در ماهیان با اندازه متوسط مشاهده می‌شود (Kitamikado and Tachino, 1960). اختلاف در فعالیت آنزیم ممکن است به دلیل تفاوت در عادات غذایی، ترکیب مواد غذایی و یا وضعیت فیزیولوژیکی ماهی با توجه به رشد آن باشد. در مطالعه حاضر جیره غذایی C (حاوی ۵۰ درصد روغن ماهی: ۵۰ درصد روغن هسته انگور) بالاترین میزان فعالیت آنزیم لیپاز را نشان داد. Oliveira و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند تحت بالاترین شرایط هیدرولیز، کل اسیدهای چرب تولید شده از امولسیون روغن سویا دو تا سه برابر بیشتر از امولسیون روغن ماهی می‌باشد. EPA و DHA نقش بسیار ضعیفی در رهاسازی اسیدهای چرب نسبت به سایر اسیدهای چرب موجود در امولسیون روغن ماهی داشتند. همچنین هنگام تزریق روغن ماهی، EPA و DHA ممکن است سلول‌هایی به‌عنوان تری گلیسرید و نه به‌عنوان اسید چرب آزاد به درون ذرات امولسیون وارد نمایند. تزریق مشترک امولسیون روغن ماهی با امولسیون سویا در مقادیر پایین اسیدهای چرب امگا ۳ مهارکنندگی بالائی در فعالیت هیدرولیزی آنزیم لیپاز اعمال نکردند. در مطالعه Santigosa و همکاران (۲۰۱۱) در استفاده از مخلوط روغن‌های گیاهی (شامل روغن کلزا، کتان و پالم) تا ۶۶ درصد به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی شانک سر طلایی (*Sparus aurata* L.) فعالیت آنزیم لیپاز در روده افزایش معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعه Castro و همکاران (۲۰۱۶) در جایگزینی ۷۰ درصد روغن ماهی با مخلوط روغن‌های گیاهی (شامل روغن کلزا، پنبه دانه و پالم با نسبت ۲۰:۵۰:۳۰) در جیره غذایی ماهیان انگشت قد بس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) مشاهده نمودند که میزان فعالیت آنزیم لیپاز تفاوت معنی‌داری نسبت به ۱۰۰ درصد روغن ماهی نشان نداد. در ماهیان فعالیت آنزیم‌های گوارشی و زمان عبور هضمی در طول دستگاه گوارش تحت تاثیر ترکیب و اجزاء جیره غذایی بوده و این شرایط می‌تواند بر فرآیند گوارش و جذب تاثیر گذار باشد (Castro *et al.*, 2016).

نتایج حاصل از جایگزینی روغن ماهی با روغن هسته انگور بر شاخص های رشد نشان داد که شاخص‌های وزن نهایی، افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه تا جایگزینی ۵۰٪ روغن هسته انگور افزایش یافت در حالی‌که ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت به ترتیب تا جایگزینی ۵۰٪ و ۱۰۰٪ روغن هسته انگور کاهش یافت. شاخص احشایی و شاخص کبدی نیز تا جایگزینی ۱۰۰٪ روغن هسته انگور دارای روند کاهشی بودند. ترکیب شیمیایی (پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) بدن ماهیان تغذیه شده با روغن هسته انگور نشان داد با افزایش این روغن در جیره اختلاف معنی‌داری در میزان چربی و خاکستر بدن مشاهده نشد ولی میزان رطوبت و پروتئین بدن ماهیان به ترتیب کاهش و افزایش معنی‌داری را نشان دادند. بیشترین میزان فعالیت آنزیم لیپاز از ضمائم پیلوریک و روده در ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی C مشاهده شد که نسبت به سایر جیره‌های غذایی اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بر اساس نتایج حاصل از شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم لیپاز جیره حاوی ۵۰٪ روغن هسته انگور نسبت به سایر جیره‌ها می‌تواند برای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مناسب باشد.

۵. تقدیر و تشکر

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از پژوهشکده انگور و کشمش و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ملایر به خاطر حمایت مالی جهت انجام بخشی از این پژوهش تشکر نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

References

Almaida-Pagán, P.F., Hernández, M.D., García, B., Madrid, J.A., De Costa, J., Mendiola, P., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes. *Aquaculture*, 272, 589-598.

AOAC, 2005. Official Method 950.89 Horwitz, W., Latimer, G. (Eds). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, USA.

Bell, J.G, Henderson, R.J., Douglas, T.R., McGhee, F., James, D.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent J. R., .2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 132, 222-230.

Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R., 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-molt Atlantic salmon (*Salmo salar*) changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil 'wash out'. *Aquaculture*, 218, 515-528.

Bowyer, J.N., Qin, J.G., Smullen, R.P., Stone, D.A.J., 2012. Replacement of fish oil by poultry oil and canola oil in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) at optimal and suboptimal temperatures. *Aquaculture*, 356-357, 211-222.

Castro, C., Couto, A., Pe´rez-Jime´nez, A., R. Serra, C., Dı´az-Rosales, P., Fernandes, R., Corraze, G., Panserat, S., and Oliva-Teles, A., 2016. Effects of fish oil replacement by vegetable oil blend on digestive enzymes and tissue histomorphology of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry*, 42, 203-217.

Delavarian, R., Aberoumand, A., Ziaeenejad, S. Javaheri Baboli, M., 2014. Effects of dietary fish oil replacement by vegetable oil (soybean oil and palm) on growth performance and survive in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Development*, 8, 43-51. (In Persian)

FAO (United Nation's Food and Agricultural Organization). 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture.

Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Hurtado, R., Grigorakis, K., Karacostas, I., Nengas, I., Rigos, G., Kotzamanis, Y., Venou, B. and Alexis, M.N., 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. *Aquaculture*, 289, 317-326.

Gandomkar, H.A., Javaheri Baboli, M., Gorjipoor, E.A., Moradyan, H., 2013. Investigation on replacement of fish oil by vegetable oils (Rice bran, soybean and linseed) in diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22(2), 99-112. (In Persian)

Güler, M.,Yildiz, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35(3), 157-167.

Hamza, N., Mhetli, M., Ben Khemis, I., Cahu, C., Kestemont P., 2008. Effect of dietary phospholipd levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Aquaculture*, 275, 274-282.

Huang, S.S.Y., Higss, D.A., Brauner, C.J., Satoh, S., 2007. Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream *(Pagrus major*). Aquaculture 271, 420-431.

IFFO., 2008. International Fish Meal and Fish Oil Organisation Statistical Yearbook.

Iijima, N., Tanaka, S., Ota, Y., 1998. Purification and characterization of bile saltactivated lipase from the hepatopancreas of red sea bream. *Pagrus major*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 18, 59-69.

Jacobs, M.N., Ferrario, J., Byrne, C., 2000. Investigation of PCDDS, PCDFS and selected coplanar PCBS in Scottish farmed salmon (*Salmo salar*). Organohalogen Compounds 47, 338-341.

Jalili, R., Agh, N. and Noori, F., Imani, A., 2013. Effects of replacing fish meal and fish oil with plant sources in the diet of rainbow trout (*Oncorhynshus mykiss*). 66(2), 119-131. (In Persian)

Jamshid Poodeh, M., Esmaeili Fereidouni, A., Ouraji, H., Jani Khalili, Kh., 2014. Replacement of fish oil with vegetable oils based diets on growth and survival of the Caspian Kutum (*Rutilus kutum*) fingerlings. *Journal of Animal Research*, 27(3), 329-337. (In Persian)

Jorjani, S., Ghlichi, A., Baghdadi, A., 2014. Effects of replacing fish oil by vegetable oil on growth performance, feed efficiency and muscle fatty acid profile of rainbow trout. *Journal of Aquaculture Development*, 8, 13-30. (In Persian)

Kitamikado, M., Tachino, S., 1960. Studies on the digestive enzymes of rainbow trout-III. Esterases. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 26, 691-694.

Lange, B., Currie, K.L., Howarth, G.S., Stone, D. A.J., 2014. Grape seed extract and dried macroalgae, *Ulva lactuca* Linnaeus improve survival of greenlip abalone, *Haliotis laevigata* Donovan at high water temperature. *Aquaculture*, 433, 348-360.

Li, M., Mai,K., Ai, Q., He, G., Xu, W., Zh, W., Zh, Y., Zh, H., 2013. Effects of dietary grape seed oil and linseed oil on growth, muscle fatty acid composition and expression of

Archive of SID

www.SID.ir

putative Δ5 fatty acyl desaturase in abalone Haliotis discus hannai Ino. *Aquaculture*, 406-407, 105-114.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.

Mohamadi Ashnani, M.H., Nafisi Bahabadi, M., Movahed, A., Hasani, E., Mohamadi, M.M., 2008. The effect of using different concentrations of flaxseed oil instead of fish oil in the diet of rainbow trout for increasing n-3 fat in their tissue**.** *Iranian South Medical Journal*, 10 (2), 128-135. (In Persian)

Movahed, S., Ghavami, M., 2007. Comparative and identification of fatty acid composition of Iranian and importing grape seed oil. *Pajouhesh & Sazandegi in Natural Resources*, 75, 8-1. (In Persian)

Murat, A., Necdet, S., Abdulkadir, B., Harun, A., Mevlut, A., 2012. The Influence of Substitution of Dietary Fish Oil with Different Vegetable Oils on Performance and Fatty Acid Composition of Brown Trout (*Salmo trutta*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 575-583.

Najdegerami, E.H., 2015. Total replacement of fish oil by vegetable oil with a return to fish oil in Caspian Sea salmon (*Salmo trutta caspius*) 1: Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 23(1), 95-108. (In Persian)

Nayak, J., Nair, P.G.V, Ammum, K., Mathew, S., 2003. Lipase activity in different tissues of four species of fish: rohu (*Labeo rohita* Hamilton), oil sardine (*Sardinella longiceps* Linnaeus), mullet (*Liza subviridis* Valenciennes) and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1139-1142.

Nikzad Hasan Kiadeh, M., Khara, H., Yazdani., M., Parandavar, H., 2008. Effects of dietary fat sources on growth factors and fatty acid composition of Beluga (*Huso huso*). *Biological Sciences Journal-Islamic Azad University (Lahijan Branch)*, 4, 73-87. (In Persian)

NRC (National Research Council): Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington DC, USA. 1993.

Oliveira, F.L., Rumsey, S.C., Schlotzer, E., Hansen, I., Carpentier, Y.A., Deckelbaum, R.J., 1997. Triglyceride hydrolysis of soy oil vs fish oil emulsions. *The Journal of* Parenteral *and Enteral Nutrition*, 21(4), 224-229.

Olsen,Y., 2011. Resources for fish feed in future mariculture. *Aquaculture Environment Interactions*, 1: 187-200.

Özşahinoğlu, I., Eroldoğan, T., Mumoğullarında, P., Dike, S., Engin, K., Yılmaz, H.A., Arslan, M.A., Sirkecioğlu, N.A., 2013. Partial Replacement of Fish Oil with Vegetable Oils in Diets for European Seabass (*Dicentrarchus labrax*): Effects On Growth Performance and Fatty Acids Profile. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 819-825.

Peron, G., Mittaine J.F., Gallic B.L., 2010. Where do fishmeal and fish oil products come from? An analysis of the conversion ratios in the global fishmeal industry. *Marine Policy*, 34, 815-820.

Perumalla, A.V.S., Hettiarachchy, N.S., 2011. Green tea and grape seed extracts-Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*, 44, 827-839.

Piedecausa, M.A., Mazón, M.J., García García, B., Hernández, M.D., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*, 263. 211-219.

Rasmussen, R.S., 2001. Quality of farmed salmonid with emphasis on proximate composititon , yield and sensory characteristics (review). *Aquaculture Research*, 32, 767-78.

Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G.S., Kaushik, J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in Turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 220(1-4), 737-747.

Richard, N., Kaushik, S., Larroquet, L., Panserat, S., Corraze G., 2006. Replacing dietary fish oil by vegetable oils has little effect on lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition*, 96, 299-309.

Santigosa, E., García-Meilán, I., Valentín, J.M., Navarro, I., Pérez-Sánchez, J., Gallardo, M.Á., 2011. Plant oils' inclusion in high fish meal-substituted diets: effect on digestion and nutrient absorption in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*, 42, 962-974.

Sargent, J.R., Tocher, D.R., Bell, J.G., 2002. Thelipids. In *Fish Nutrition*; Halver, J. E., Hardy, R.W. Eds.; Academic Press, Elsevier: San Diego, CA. pp. 181-257.

Shearer, K.D., 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes whit emphasias on Salmonid. *Aquaculture*, 119, 63-88.

Shi, C., Cui,J., Yin, X., Luo, Y., Zhou, Z., 2014. Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver Carp (*Hypo-phthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. *Journal of Food Control*, 40, 134-139.

Shilat., 2013. Iranian Fisheries Organization. Annual Report. 60 p. (In Persian)

Singh, S.K., R.M.A., Mandal, S.C., Das, P., Pawar, N., Singh, Y.J., Dar, S.A., 2012. Effects of dietary fish oil substitution with palm oil on growth, survival and muscle proximate composition of *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822). *The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh* 64, 809-816.

Sonu, B.K.B., Gurpreet, K.S., Harjit, S.S., Jasjeet, K.K., 2014. effects of dietary Fish oil substitution with sunflower oil on the survival,Growth perrormance And proximate

Archive of SID

www.SID.ir

composition Of *Cyprinus Carpio* (LINN). *International Journal*, 2(8),737-742.

Tacon, A.G.J., Metian, M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trend and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146-152.

Turchini, G.M., Bente, E.T., Wing-keong, N.G., 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 10-57.

Xia, E.Q., Deng, G.F., Guo, Y.J., Li, H.B., 2010. Biological activities of polyphenols from grapes Review. *International Journal of Molecualr Sciences*, 11, 622-646.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir