Archive of SID

اثر سطوح مختلف روغن ماهی کیلکا در جیره، بر صفات پرورشی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

نصرالله محبوبی صوفیانی[۱]، علامه فانی[۲]، زهرا فیضی[۳] و جواد پوررضا[٤]

چکیده

با توجه به اهمیت و نقش اجزای تشکیل دهنده جیره بر ویژگی‌های کمّی و کیفی ماهی، تأثیر مقادیر مختلف چربی جیره بر عملکرد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بررسی گردید. پنج جیره آزمایشی حاوی (۳۵ درصد پروتئین ثابت) صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد چربی (روغن ماهی کیلکا) تهیه و در چارچوب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، پس از ۱۰ روز سازگاری، به مدت هشت هفته به کار رفت. تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۱۱±۲۰۰ گرم، در ۲۰ قفس به طور تصادفی و به تعداد مساوی رهاسازی شد. در پایان آزمایش، افزایش وزن، میزان رشد ویژه، ضریب تبدیل خوراک و شاخص وضعیت محاسبه گردید. هم‌چنین، ترکیب شیمیایی بدن (چربی، پروتئین و خاکستر) و میزان چربی در کبد اندازه‌گیری شد.

نتایج آزمایش نشان داد که جیره حاوی ۱۵ درصد چربی به طور معنی‌داری ($P<0/05$) موجب افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به دیگر جیره‌ها شده است، ولی از نظر رشد ویژه و شاخص وضعیت تفاوت معنی‌داری با جیره‌های دیگر نشان نداد. بیشترین میزان چربی گوشت به جیره‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد چربی تعلق داشت، که با سطوح دیگر چربی اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<0/05$). هم‌چنین، جیره‌های حاوی ۵ تا ۲۰ درصد چربی با جیره صفر درصد چربی مورد آزمایش (روغن کیلکا)، از نظر تأثیر بر چربی ذخیره شده در کبد، تفاوت معنی‌دار داشتند ($P<0/05$). از نظر میزان خاکستر گوشت تفاوت معنی‌داری بین جیره‌ها دیده نشد ($P>0/05$). در مجموع، نتایج به دست آمده سطح ۱۵ درصد چربی را در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان توصیه می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: *ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، چربی، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، ترکیب شیمیایی بدن*

---

۱. دانشیار شیلات و آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و علوم دامی اصفهان

۳. کارشناس ارشد علوم دامی، اداره ترویج، سازمان جهاد کشاورزی اصفهان

٤. استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تاکنون پژوهش‌های زیادی در زمینه تأثیر ترکیب جیره غذایی بر کیفیت لاشه ماهی صورت گرفته (۳، ۲۲ و ۲۳)، و همواره سعی بر آن بوده است که ترکیب جیره غذایی چنان تنظیم گردد که ضمن تأمین احتیاجات غذایی ماهی، افزایش تولید با بهبود کیفیت لاشه را به همراه داشته باشد. در تأمین احتیاجات غذایی ماهیان پرورشی، توجه به عادات غذایی طبیعی آنها بسیار ضروری است.

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان یک ماهی شکارچی و گوشت‌خوار بوده که در میزان استفاده از کربوهیدرات مصرفی محدودیت دارد. بنابراین، تا حد زیادی می‌تواند انرژی مورد نیاز خود را از چربی و پروتئین جیره به دست آورد (۲ و ۱۲). چربی‌ها انرژی بیشتری را به ازای هر واحد وزن نسبت به دیگر مواد مغذی جیره تولید می‌کنند، و به عنوان منبع انرژی با کارایی بیشتری مورد استفاده ماهی قرار می‌گیرند (۱).

چگونگی تأثیر چربی جیره در تأمین انرژی مورد نیاز ماهی، و در نتیجه مورد استفاده قرار گرفتن پروتئین مصرفی برای رشد ماهی در آزمایش‌های گروپ و همکاران (۱۰) و نیز شوالب و همکاران (۱۹) بیان شده است. در گزارش‌های آنها آمده است که در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان هر پنج درصد پروتئین جیره را می‌توان با پنج درصد چربی جای‌گزین نمود، و این امر منجر به ذخیره شدن پنج درصد پروتئین در بدن ماهی خواهد شد. در مجموع، وجود مواد مغذی انرژی‌زا مانند چربی و کربوهیدرات، سوختن پروتئین در بدن و تبدیل آن به انرژی را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه کارایی استفاده از مواد پروتئینی افزایش خواهد یافت (۲).

آزمایش‌ها نشان داده است که وجود چربی در جیره آزاد ماهیان، از جمله قزل‌آلای رنگین کمان، باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک می‌شود، زیرا هم سهم منابع انرژی‌زای غیر پروتئینی در جیره افزایش می‌یابد، و هم دفع نیتروژن کاهش خواهد یافت (٦ و ۱۱). هم‌چنین، در دیگر گزارش‌ها آمده است که در صورت استفاده از منابع انرژی‌زای غیر پروتئینی (مانند چربی)، و نیز متعادل کردن اسیدهای آمینه در جیره، می‌توان میزان پروتئین جیره را کاهش داد، بدون این که میزان رشد و عملکرد ماهی کاهش یابد (۱۳).

باید در نظر داشت که استفاده از سطح مناسبی از انرژی در جیره ضروری است، زیرا مقادیر زیاد انرژی می‌تواند اثر معکوسی بر عملکرد ماهی داشته، منجر به کاهش مصرف خوراک گردد (۱۱). هم‌چنین، بازده استفاده از ترکیبات دیگر جیره نیز کاهش یافته (۲۳)، با تولید ماهی چرب باعث کاهش بازارپسندی و مرغوبیت گوشت ماهی می‌شود (١٦). به هر حال، استفاده از پروتئین به عنوان منبع تأمین کننده انرژی در ماهی کار درستی نبوده و برابر با اصول علمی نخواهد بود، زیرا از یک سو پروتئین نسبت به چربی و کربوهیدرات گران‌تر است، و از سوی دیگر بدن به منظور آزاد کردن انرژی از پروتئین مصرفی متحمل کار بیشتری شده، همین امر باعث افزایش اتلاف انرژی، دفع نیتروژن و آلودگی آب خواهد شد (۱ و ۹).

کووی و سارجنت (۸) گزارش کردند که ۱۰ تا ۲۰ درصد چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان رشد مناسبی را باعث شده است، بدون این که چربی بیش از حد مطلوب در لاشه ذخیره گردد. از این رو، در پژوهش حاضر اثر مقادیر مختلف چربی (روغن ماهی کیلکا) بر عواملی همچون میزان رشد، ضریب تبدیل خوراک، و نیز کیفیت گوشت ماهی قزل‌آلا بررسی گردید تا سطح مناسب مصرف این نوع چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در یک استخر سیمانی به ابعاد ۱×۵×۷ متر واقع در مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان انجام شد. آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و پنج تیمار، پس از ۱۰ روز سازگاری، به مدت هشت هفته به اجرا در آمد. برای این منظور از ۲۰ قفس به ابعاد ۱×۱×۱ متر با چارچوب فلزی و دیواره‌های توری از جنس پلی‌اتیلن با چشمه‌هایی به اندازه پنج

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌متر استفاده شد. تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۱۱±۲۰۰ گرم از جمعیت ماهیان موجود در مرکز فوق انتخاب و به طور تصادفی در هر قفس ۱۰ قطعه رهاسازی شد. قفس‌ها در دو ردیف و در طول استخر قرار داده شد.

منبع تأمین کننده آب مورد نیاز، چاه آب موجود در مرکز بود، که ارتفاع آب در ۸۰ سانتی‌متری از کف استخر تنظیم گردید. لازم به ذکر است که به منظور اطمینان از تأمین اکسیژن مورد نیاز ماهیان موجود در قفس‌ها، لوله پلی‌اتیلن مستقلی در کنار استخر تعبیه شده بود که به صورت بارانی آب روی قفس‌ها می‌پاشید.

جیره‌های آزمایشی بر پایهٔ نیاز غذایی ماهیان سردآبی، توصیه شده توسط NRC تهیه شد (۱٤). جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد چربی بودند (جدول ۱). منبع چربی استفاده شده در این آزمایش روغن ماهی کیلکا بود. میزان پروتئین در جیره‌های آزمایشی ثابت و به میزان ۳۵ درصد محاسبه گردید. پس از حبه کردن جیره‌های آزمایشی، روزانه دو بار در صبح و بعد از ظهر خوراک‌دهی انجام شد. مقدار خوراک مصرفی روزانه بر اساس جداول تغذیه‌ای توصیه شده، و بر حسب دمای آب و وزن بدن ماهی محاسبه شد (۱۵). در تغذیه ماهیان هر قفس، معمولاً غذای ارائه شده تماماً مصرف می‌شد، و در صورت موجود بودن خوراک داده شده در قفس‌ها (به عنوان خوراک پس مانده) پس از جمع‌آوری وزن و از مقدار داده شده کسر می‌گردید.

در طی دوره آزمایش دمای آب، اکسیژن محلول و pH آب اندازه‌گیری شد، که به ترتیب برابر ۱۱/٦-۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد، ٦/۸-۸/۸ میلی‌گرم در لیتر، و ۷/٤-۷/۸٦ به دست آمد. وزن‌کشی و اندازه‌گیری طول کل بدن در آغاز، وسط و انتهای دوره پرورش انجام شد. در پایان آزمایش میزان افزایش وزن، رشد ویژه (SGR یا Specific growth rate)، شاخص وضعیت یا ضریب چاقی (CF یا Condition factor)، ضریب تبدیل خوراک، ترکیب شیمیایی گوشت، شامل چربی، پروتئین و خاکستر، و هم‌چنین چربی کبد ماهیان انتخاب شده به دست آمد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری گردید.

$$SGR=\frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه} - \text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی}}{\text{طول دوره آزمایش}} \times ۱۰۰$$

$$CF=\frac{\text{وزن بدن ماهی (گرم)}}{\text{طول بدن ماهی (سانتی‌متر)}^{۳}}$$

نتایج و بحث

صفات پرورشی

۱. افزایش وزن

نتایج نشان می‌دهد که جیره حاوی ۱۵ درصد چربی (روغن ماهی کیلکا) بیشترین افزایش وزن را موجب شده است (جدول ۲). با مراجعه به جدول ۲ ملاحظه می‌گردد که با افزایش سطح چربی تا ۱۵ درصد در جیره، روند افزایشی در میزان اضافه وزن وجود دارد. این امر نشان دهنده تأثیر مثبت چربی در جیره است، ولی جیره حاوی ۲۰ درصد چربی در جیره به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش وزن کمتری را نسبت به سطح ۱۵ درصد باعث شده است، که احتمالاً علت آن ناتوانی ماهی در هضم و جذب چربی در این سطح می‌باشد. البته نکته مهمی که باید به آن اشاره شود آن است که چون جیره‌های پرچربی نیاز به متیونین را افزایش می‌دهند (به منظور ساخت اسیدهای صفراوی)، و نیز می‌توانند با مواد معدنی مانند کلسیم باند شده و آن را از دسترس حیوان خارج سازند (۱)، بنابراین به نظر می‌رسد جیره حاوی ۲۰ درصد روغن کیلکا نیاز به متیونین را افزایش داده و حیوان دچار کمبود این اسید آمینه ضروری شده، که نتیجه آن به صورت کاهش رشد دیده می‌شود. هم‌چنین، دسترسی نداشتن ماهی به کلسیم باند شده به خاطر چربی زیاد کیلکا، ممکن است مزید بر علت شده باشد.

افزایش وزن بیشتر در جیره‌های حاوی چربی نسبت به جیره بدون چربی (جیره شماره ۱) با آزمایش تاکوچی و همکاران (۲۱) هم‌خوانی دارد. ایشان گزارش نمودند جیره‌های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

اجزای جیره	شماره جیره				
	۱	۲	۳	٤	٥
روغن ماهی کیلکا (چربی)	۰	٥	۱۰	۱٥	۲۰
پودر ماهی	۳٥	۳٥	۳٥	۳٥	۳٥
کنجاله سویا	۲۳	۲۳	۲٥	۲۷	۲۸
کنجاله پنبه دانه	۱٥	۱۳	۱۰	۷/٥	٥/٥
گندم	۱۰/٥	۸/٥	٦/٥	٤	۲
نشاسته	۱۱	۱۰	۸	٦	٤
ملاس	۱/۳٥	۱/۳٥	۱/۳٥	۱/۳۰	۱/۳۰
دی‌کلسیم فسفات	۱/٥	۱/٥	۱/٥	۱/٥	۱/٥
متیونین	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۷
مکمل ویتامینی	۰/٥	۰/٥	۰/٥	۰/٥	۰/٥
خاک رس	۱	۱	۱	۱	۱
ویتامین C	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ویتامین E	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
نمک یددار	۱	۱	۱	۱	۱
تجزیه شیمیایی جیره‌ها					
ماده خشک (٪)	۹۱/۸۲	۹۰/۲۳	۸۹/۳۲	۹۰/٤۸	۸۹/۲٤
پروتئین (٪)	۳٥/۲۹	۳٥/۹٥	۳٥/٥۹	۳٥/۲۲	۳٥/۲٦
چربی (٪)	٤	۷/۹	۱۲/۷	۱۷/۸	۲۱/٥
خاکستر (٪)	۱٥/۷٦	۱٥/٤٥	۱٥/۲	۱٤/۹	۱٤/۷
انرژی خام (کیلوگرم / کیلوکالری)	٤۱٤٤	٤۳۱۳	٤٥۲۹	٤۷٥٤	٤۹۹۸
متیونین (٪)	۱/۰۲	۱	۱	۱/۰۲	۱/۰۳
متیونین و سیستین (٪)	۱/٤٥	۱/٤۳	۱/٤	۱/٤۲	۱/٤۳
لیزین (٪)	۲/۷	۲/٦	۲/٥	۲/٥٦	۲/٦
آرژنین (٪)	۲/۷	۲/٦	۲/٥	۲/٥	۲/٥
فنیل‌آلانین (٪)	۱/۸	۱/۷	۱/٦۲	۱/٦٥	۱/٦٦
تریپتوفان (٪)	۰/٥۳	۰/٥۰	۰/٤۸	۰/٤۸	۰/٥۰

www.SID.ir

Archive of SID

حاوی چربی از مصرف پروتئین در تأمین انرژی جلوگیری کرده، در نتیجه پروتئین به مصرف رشد حیوان می‌رسد. هم‌چنین، اظهار داشتند که جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین و ۱۵ درصد چربی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بیشترین افزایش وزن را باعث شده است، که بدین ترتیب با نتیجه حاصل از این پژوهش (۱۵ درصد چربی و ۳۵ درصد پروتئین) کاملاً هم‌خوانی دارد. کووی و سارجنت (۸) نیز رشد مناسب قزل‌آلای رنگین کمان را در محدوده ۱۰ تا ۲۰ درصد چربی در جیره گزارش کردند.

۲. میزان رشد ویژه (SGR)

میزان رشد ویژه در واقع گویای سرعت رشد روزانه بر حسب درصد وزن بدن است، و معمولاً با افزایش سن میزان آن کاهش می‌یابد. مقادیر ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که بهترین رشد ویژه را جیره‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد چربی (روغن کیلکا) به خود اختصاص داده‌اند، و با جیره‌های صفر و پنج درصد روغن کیلکا (جیره‌های ۱ و ۲) تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) دارند. آلوارز و همکاران (٤) گزارش کردند که بیشترین میزان رشد ویژه در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با جیره حاوی ۱۸/۵ درصد چربی حاصل شده است. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر نیز قابل تأیید خواهد بود. هم‌چنین، طی آزمایش‌های روهونن و همکاران (۱۸)، تاکوچی و همکاران (۲۱) و بیمیش و مدلند (۵) گزارش شده است که افزودن چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، میزان رشد ویژه را بهبود می‌بخشد. جدول ۲ نشان می‌دهد که همراه با افزایش چربی تا سطح ۲۰ درصد در جیره، رشد ویژه نیز افزایش محسوسی داشته است. بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از چربی در جیره بازده استفاده از مواد مغذی نظیر انرژی، پروتئین و کربوهیدرات را افزایش داده، در مجموع با مصرف چربی عملکرد بهتری به دست می‌آید.

۳. ضریب تبدیل خوراک

طبق جدول ۲، بهترین ضریب تبدیل خوراک را جیره حاوی ۱۵ درصد روغن ماهی کیلکا با مقدار ۱/۲۹ دارد، که با جیره‌های صفر و پنج درصد روغن کیلکا تفاوت معنی‌داری نشان داده است ($P<0/05$). بنابراین، افزودن چربی به جیره باعث کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌گردد. این نتیجه در توافق کلی با گزارش‌های بیمیش و مدلند (۵) و نیز روهونن و همکاران (۱۸) است. آنها گزارش کردند که افزودن چربی به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان اثر مثبتی بر بهبود ضریب تبدیل خوراک داشته و باعث افزایش کارایی خوراک مصرفی می‌گردد. ویدراپ و همکاران (۲۲) نیز اظهار داشتند که مصرف چربی در جیره، بدون این که تأثیر منفی بر سرعت رشد داشته باشد، می‌تواند ضریب تبدیل خوراک بهتری را موجب شود.

بنا بر گزارش‌های به دست آمده (۲ و ۱۰)، مشخص می‌شود که وجود چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نوعی صرفه‌جویی اقتصادی را به همراه خواهد داشت. زیرا چربی با تولید انرژی مورد نیاز ماهی موجبات استفاده بهینه از پروتئین جیره را در ساخت بافت‌ها و رشد بیشتر فراهم می‌آورد و مانع از تجزیه پروتئین و تبدیل آن به انرژی برای فعالیت‌های ضروری ماهی می‌شود (٦ و ۱۱). بنابراین در مجموع، چربی افزون بر تأمین انرژی، می‌تواند با کاهش سرعت عبور خوراک از دستگاه گوارش، بازده استفاده از کل خوراک مصرفی را افزایش دهد. همان گونه که رنیتز و همکاران (۱۷) نیز گزارش کردند، ضریب تبدیل خوراک با انرژی مصرفی ارتباط داشته و در صورت تأمین انرژی مورد نیاز ماهی (به ویژه از طریق مصرف چربی)، به ازای هر گرم خوراک مصرفی افزایش وزن بیشتری حاصل می‌شود.

٤. شاخص وضعیت یا ضریب چاقی

شاخص وضعیت نشانهٔ میزان چاقی و لاغری ماهی بوده، با وزن بدن ماهی نسبت مستقیم، و با توان سوم طول بدن رابطه معکوس دارد. چنان که از ارقام جدول ۲ بر می‌آید، بزرگ‌ترین عدد شاخص وضعیت یا ضریب چاقی با جیره حاوی ۱۵ درصد چربی به دست آمده است. به هر حال، کلیه نتایج مربوط به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقایسه اثر جیره‌ها بر برخی ویژگی‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان

شماره جیره	سطح چربی جیره (٪)	افزایش وزن (گرم به ازای هر قطعه)	ضریب تبدیل خوراک (گرم خوراک مصرفی به گرم اضافه وزن)	میزان رشد ویژه (درصد وزن بدن در روز)	شاخص وضعیت (ضریب چاقی)
۱	۰	۲۳۱ ^{c}	۱/۵٤ ^{ab}	۰/۵۵ ^{b}	۱/۳۸
۲	۵	۲٤۱ ^{c}	۱/۵۷ ^{a}	۰/۵۵ ^{b}	۱/۲۵
۳	۱۰	۲٦۱ ^{cb}	۱/۳۷ ^{c}	۰/۵۹ ^{ab}	۱/٤٤
٤	۱۵	۳۱۲ ^{a}	۱/۲۹ ^{c}	۰/٦٤ ^{a}	۱/٤۸
۵	۲۰	۲۸۰ ^{b}	۱/۳٤ ^{c}	۰/٦٤ ^{a}	۱/٤۰

در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵).

شاخص وضعیت در گستره ارقام گزارش شده (۱–۱/۵) برای ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد (۲۰).

ترکیب شیمیایی گوشت و چربی کبد

۱. میزان چربی گوشت و کبد

در جدول ۳ ترکیب شیمیایی گوشت، شامل چربی، پروتئین و خاکستر و میزان چربی ذخیره شده در کبد، و نیز تغییر مقادیر آنها در اثر جیره‌های مختلف (جیره‌های حاوی سطوح مختلف روغن کیلکا) ارائه شده است. چنان که دیده می‌شود، با افزایش چربی جیره از سطح صفر به ۲۰ درصد، روند افزایشی در مقدار چربی ذخیره شده در گوشت صورت گرفته است، به طوری که بیشترین ذخیره چربی مربوط به جیره‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد چربی می‌باشد، و با دیگر جیره‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داده‌اند (P<۰/۰۵). چنین روند افزایشی در مقدار چربی انباشته شده در کبد ماهیان آزمایشی نیز دیده می‌شود. پژوهش علامه فانی و همکاران (۳) نیز نشان می‌دهد که با افزایش درصد چربی جیره، میزان چربی ذخیره شده در بدن (از جمله گوشت و کبد) افزایش خواهد یافت. هم‌چنین، گریسدال و هلاند (۹)، چو و شیائو (۷) و آلوارز و همکاران (٤) اظهار می‌دارند که بین میزان چربی جیره و درصد چربی گوشت رابطه مستقیمی وجود دارد، که این در توافق کلی با نتایج حاصل از این پژوهش است.

جدا از مطالب بیان شده، نکته‌ای را که باید توجه نمود این است که در ماهی، با افزایش وزن بدن مقدار ذخیره چربی در بدن نیز افزایش خواهد یافت (۳). بنابراین، جیره حاوی ۱۵ درصد روغن کیلکا، که بیشترین افزایش وزن را باعث شده بود، در این جا نیز همراه با جیره شماره پنج (۲۰ درصد روغن کیلکا در جیره) بیشترین محتوی چربی گوشت و کبد را به خود اختصاص داده است.

۲. میزان پروتئین گوشت

جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار پروتئین گوشت به جیره صفر درصد روغن کیلکا، و کمترین محتوی پروتئین گوشت به جیره حاوی ۱۵ درصد روغن کیلکا اختصاص دارد، که با یکدیگر نیز اختلاف معنی‌داری نشان داده‌اند (P<۰/۰۵). ملاحظه می‌شود که جیره بدون چربی (صفر درصد)، که کمترین چربی ذخیره‌ای گوشت را باعث شده بود، بیشترین درصد پروتئین را حاصل نموده است. این مطلب نشان می‌دهد که بین چربی و پروتئین گوشت، هم‌بستگی منفی وجود داشته است. از سوی دیگر، مازاد چربی جیره پس از تأمین نیازمندی‌های انرژی ماهی، در بدن ذخیره خواهد شد. بنابراین، به نظر می‌رسد با توجه به هم‌بستگی منفی بین درصد چربی و پروتئین گوشت، افزایش محتوی چربی باعث کاهش پروتئین گوشت شده باشد. آلوارز و همکاران (٤) و ویدراپ و همکاران (۲۲) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند. آنان اعلام کردند که افزودن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه اثر جیره‌ها بر ترکیب شیمیایی گوشت و چربی کبد

شماره جیره	سطح چربی جیره (٪)	گوشت (٪)				کبد (٪)
		ماده خشک	چربی	پروتئین	خاکستر	چربی
۱	۰	۲۶/۰۵	٤/٥٦ ^{c}	۲۰/۰٦ ^{a}	۱/٤۳	۸/۳٥ ^{b}
۲	٥	۲۸/٤۲	۷/۰۳ ^{b}	۱۹/۷۹ ^{ab}	۱/٦۰	۱۰/۲٥ ^{ab}
۳	۱۰	۲۸/۳۳	۷/۱٥ ^{b}	۱۹/۷۱ ^{ab}	۱/٤۷	۱۲/۰۰ ^{ab}
٤	۱٥	۳۰/۸٦	۸/۷۱ ^{a}	۱۹/۳۸ ^{c}	۱/۷۷	۱٤/۱٥ ^{a}
٥	۲۰	۲۹/۸۰	۸/٦٤ ^{a}	۱۹/٥۸ ^{cb}	۱/٥۸	۱٤/۷٥ ^{a}

در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه هستند اختلاف معنی‌داری ندارند ($P>۰/۰٥$).

چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان باعث کاهش درصد پروتئین لاشه می‌گردد.

۳. میزان خاکستر گوشت

بر پایهٔ جدول ۳، بین جیره‌های مختلف از نظر محتوی خاکستر اختلاف معنی‌داری دیده نشده است، ولی از نظر عددی، جیره حاوی ۱٥ درصد چربی (روغن کیلکا) بیشترین محتوی خاکستر گوشت را به خود اختصاص داده است. به نظر می‌رسد مقدار خاکستر بیشتری که از این جیره حاصل شده است به علت ایجاد افزایش وزن بیشتر باشد. البته باید در نظر داشت که معمولاً تغییر سطح چربی و پروتئین جیره تأثیر بسیار اندکی در خاکستر لاشه خواهد داشت (۳). در این زمینه، آلوارز و همکاران (٤) نیز گزارش نموده‌اند که با مقادیر مختلف چربی در جیره تفاوت معنی‌داری در محتوی خاکستر گوشت دیده نخواهد شد.

به طور کلی، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش در مورد تأثیر مقادیر مختلف چربی در جیره (روغن ماهی کیلکا در این آزمایش) بر صفات پرورشی، همچون افزایش وزن، رشد ویژه، ضریب تبدیل خوراک و شاخص وضعیت، و نیز بر ترکیب شیمیایی گوشت، مانند چربی، پروتئین و خاکستر گوشت، و هم‌چنین چربی کبد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که با استفاده از چربی می‌توان در مقدار پروتئین جیره صرفه‌جویی نمود، و علاوه بر کاهش هزینه خوراک از آثار سودمند چربی که باعث افزایش بهره‌وری از دیگر مواد مغذی خوراک می‌شود استفاده برد، و چربی به خوبی می‌تواند تأمین کننده انرژی مورد نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین کمان باشد. بنابراین، می‌توان بر پایهٔ پژوهش حاضر، و هم‌چنین نتایج پژوهش‌های دیگر (۸ و ۲۱)، میزان ۱٥ درصد روغن ماهی کیلکا را به عنوان چربی (با سطح ۳٥ درصد پروتئین) در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان توصیه نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاران در دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و علوم دامی جهاد کشاورزی اصفهان، و هم‌چنین مسئول و کارکنان محترم مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان، و کلیه کسانی که به نحوی در انجام این پژوهش کمک و یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. پوررضا، ج. ۱۳۷۰. *تغذیه مرغ* (ترجمه). جلد اول،

www.SID.ir

Archive of SID

۲. ستاری، م. و م. ک. معتمد. ۱۳۷۵. *پرورش متراکم ماهی* (ترجمه). دانشگاه گیلان.

۳. علامه فانی، س. ک.، ن. محبوبی صوفیانی، ج. پوررضا، ع. استکی و م. ر. عبادی. ۱۳۷۸. بررسی اثرات منابع مختلف کربوهیدرات بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی. مجله پژوهش و سازندگی ٤٠: ۱۳۸-۱۳۹.

4. Alvarez, M. J., C. J. Lopez-Bote, A. Diez, G. Corraze, J. Arzel, S. J. Kaushik and J. M. Baoutista. 1998. Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout and sea bass. Bri. J. Nutr. 80: 281-289.
5. Beamish, F. W. H. and T. E. Medland. 1986. Protein sparing effects in large rainbow trout. Aquaculture 55(1): 35-42.
6. Cho, C. Y. and S. J. Kaushik. 1990. Nutritional energetics in fish protein and energy utilization in rainbow trout. 11th Symp. on Energy Metabolism of Farm Anim., EAAP Publ.,
7. Chou, B. and S. Shiau. 1996. Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia. Aquaculture 143: 185-195.
8. Cowey, C. B. and J. R. Sargent. 1979. Nutrition in Fish Physiology. Academic Press, New York.
9. Grisdale, H. B. and S. J. Helland. 1997. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for Atlantic salmon at the end of the fresh water stage. Aquaculture 152: 162-180.
10. Groop, J., A. Schwalb-Buehling, H. Koops and K. Tiews. 1982. On the protein sparing effects of dietary lipid in pellet feeds for rainbow trout. Arch-Fisheriwiss 33(1-2): 79-89.
11. Kaushik, S. J. and A. Oliva Teles. 1986. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. Aquaculture 50: 84-101.
12. Kim, K. L. and S. J. Kaushik. 1992. Contribution of digestible form of carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 106: 161-169.
13. Murai, T. 1992. Protein nutrition of rainbow trout. Aquaculture 100: 191-207.
14. National Research Council. 1983. Nutrient Requirements of Coldwater Fishes. National Academic Press, Washington D.C.
15. National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Coldwater Fishes. National Academic Press, Washington D. C.
16. Page, J. W. and J. W. Andrews. 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus carpio*). J. Nutr. 102: 1339-1345.
17. Renitz, G. L., L. E. Orme, A. Lemm and F. Hitzel. 1978. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentrations in rainbow trout diets. Trans. Am. Fish. Soc. 107(5): 751-754.
18. Ruohonen, K., J. Vielma and D. J. Grove. 1998. Growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low fat herring dry diets enriched with fish oil. Aquaculture 163: 275-285.
19. Schwalb-Buehling, A., J. Groop, H. Koops and K. Tiews. 1981. On the relationship between protein and energy in trout feed. INF. Fischwirtsch 28(2): 57-59.
20. Tacon, A. G. J. 1990. Standard Methods for Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. I. The Essential Nutrients. Argent Laboratories Press, Redmond, Washington D. C.
21. Takeuchi, T., M. Yokoyama, T. Watanabe and C. Ogino. 1978. Optimum ratio of dietary energy to protein for rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44(7): 729-732.
22. Weatherup, R. N., K. J. Mc Cracken, R. Foy, D. Rice, J. Mc Kendry, R. J. Mairs and R. Hoey. 1997. The effects of dietary fat on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 151: 173-184.
23. Winfree, R. A. and R. R. Stickney. 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. J. Nutr. 111: 1001-1012.

www.SID.ir