ارزیابی و مقایسهٔ تأثیر جیرهٔ آزمایشی با غذاهای وارداتی و داخلی بر پاره‌ای از شاخص‌های رشد در قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حسین عمادی[1]، نسیم بهاران*[2] و علی اصغر سعیدی[3]

۱ و ۲- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۱۲

چکیده

به منظور تولید یک جیرهٔ غذایی مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، رقابت با غذاهای وارداتی و بررسی امکان جایگزینی این جیره به جای آن‌ها، فرمولاسیون جدیدی تدوین شد و با دو غذای وارداتی، یکی از فرانسه (تیمار A) و دیگری از ایتالیا (تیمار B)، و یک غذای داخلی (تیمار C) مقایسه گردید. ۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلا با میانگین وزن ۳±۳۷ گرم و طول ۰/۵۵±۱۳/۵ سانتی‌متر، طی دورهٔ ۱۲۷ روزه در ۱۲ کانال پرورشی به ابعاد ۸۰×۱۵۰×۴۴۰ سانتی‌متر، در ۴ تیمار هر کدام با سه تکرار، با استفاده از جیره مورد تحقیق پرورش یافتند. در پایان دوره، میانگین وزن، طول کل و افزایش وزن بدن در تیمار فرموله با سایر تیمارها، دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، که پارامترهای اشاره شده به ترتیب در تیمار فرموله با ۱۲/۱۳±۱۳۳/۱۴ گرم، ۰/۷۵±۲۱ سانتی‌متر و ۶/۲۰±۱۹۱/۴۹ گرم، بیشترین و تیمار C با ۱۱/۸۱±۱۰۸/۰۲ گرم، ۰/۷۵±۱۹/۸۳ سانتی‌متر و ۱۷/۹۰±۱۲۶/۹۹ گرم، کمترین مقادیر را داشتند. بالاترین درصد افزایش وزن بدن ۳۱/۱۸±۴۵۰/۴۰ درصد و نرخ رشد ویژه ۰/۰۵±۱/۷۷ گرم در تیمار فرموله بود که با سایر تیمارها به جز تیمار A اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و کمترین میزان در تیمار C به ترتیب ۵۴/۰۱±۲۹۹/۵۱ درصد و ۰/۱۳±۱/۴۳ گرم بود. بیشترین ضریب سودمندی پروتئین در غذای A ۰/۰۰۷± ۰/۰۶ بود و با فرموله ۰/۰۰۱±۰/۰۴۲ اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). ضریب تبدیل غذایی فرموله ۰/۱۲±۰/۹۲ با غذاهای وارداتی اختلاف معنی‌داری نداشت (P≥۰/۰۵). تجزیهٔ ترکیبات شیمیایی و فاکتور ضد تغذیه برای غذای فرموله شامل ۵۵/۵۹ درصد پروتئین، ۱۰/۶۴ درصد چربی، ۱۳/۱۳ درصد کربوهیدرات، ۲/۲۸ درصد فیبر، ۹/۷۹ درصد خاکستر، ۸/۵۵ درصد رطوبت و ۳/۱۴ میلی اکی والان در ۱۰۰۰ گرم روغن پراکسید بود. با وجود کمتر بودن میزان انرژی غذای فرموله، ۳۷۰۶/۴ کیلوکالری در کیلوگرم جیره، نسبت به غذاهای A ۴۱۷۴/۱ و B ۴۰۶۳/۱، این جیره به دلیل وجود ترکیبات مناسب باعث بیشترین افزایش رشد طی دوره گردید. انرژی غذای C۳۶۶۳/۸، کمترین مقدار بود. از جنبهٔ بررسی حسی خواص کیفی یا تست ارگانولپتیک، در کل، ماهیان تغذیه شده با غذای فرموله بهتر از سایر تیمارها ارزیابی شدند. از نظر اقتصادی هم بدون شک تولید این فرمول غذایی در مقایسه با تیمارهای دیگر به صرفه‌تر خواهد بود. ترکیبات کلی غذای فرموله در حال حاضر به صورت بسته می‌باشد.

واژگان‌های کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، شاخص‌های رشد، غذاهای وارداتی، غذای داخلی

* نگارنده پاسخگو: breeze_springtime@yahoo.com

مقدمه

نخستین مطالعات جدی روی نیازهای غذایی ماهیان در دهۀ ۱۹۵۰ شکل گرفت (Cowey & Cho, 1993). کیفیت و کمیت مطلوب جیرۀ آبزیان نقش عمده‌ای در افزایش سرعت رشد و سلامت آن‌ها دارد، از طرفی به دلیل ارتباط غیر مستقیم با سلامت انسان، به دلیل استفادۀ خوراکی از آبزیان، تغذیۀ آن‌ها از مباحث مهم در آبزی‌پروری می‌باشد. در حقیقت بیش از ۵۰ درصد از هزینه‌های پرورش ماهی برای خوراک در نظر گرفته می‌شود و هر گونه صرفه جویی در هزینه‌های خوراک اثر مهمی بر سود بخشی این امر خطیر دارد (Hardy & Barrows, 2002).

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به دلیل خوش خوراکی و قیمت نسبتاً ارزان، از جمله آبزیان پرورشی است که از جنبۀ تجاری هم برای پرورش دهنده مورد توجه می‌باشد. البته برای پرورش باید نیازهای غذایی با مواد مناسبی تأمین شود. در چنین شرایطی برای رسیدن به رشد مطلوب و از طرفی صرفۀ اقتصادی بیشتر، تولید یک غذای مناسب برای ماهی امری اجتناب ناپذیر است. فرمولاسیون دقیق و صحیح، چیدمان مناسب اقلام غذایی، بالانس کردن جیره از نظر ترکیبات آلی (پروتئین، چربی، کربوهیدرات) به عنوان منابع تأمین انرژی و عوامل مورد نیاز دیگر به ویژه ویتامین‌ها، مواد معدنی، برخی اسید آمینه‌های ضروری که در منابع اصلی غذا وجود ندارند یا کم مشاهده می‌شوند، فرآوری مناسب (پخت)، تناسب اندازۀ دانه‌های غذا با دهان ماهی، خوش خوراکی جیره و غیره، مواردی هستند که می‌توانند تولید کننده را به هدف اقتصادی رسانده و علاوه بر آن باعث افزایش رشد و کیفیت ماهی نیز شوند. البته به علت کمبود برخی از اقلام اصلی، مخصوصاً منابع تأمین پروتئین جانوری در فرمولاسیون (آرد ماهی تولیدی در کشور) کیفیت غذاهای تولیدی رضایت‌مندی مشتری را تأمین نمی‌کند و مصرف کننده سعی می‌نماید نیازهای واقعی خود را از طریق واردات تأمین کند. از آن جا که هزینۀ غذاهای وارداتی بسیار بالاست و پس از گذشت زمانی نسبتاً طولانی به دست پرورش دهنده می‌رسند، همچنین احتمال عدم رعایت شرایط مناسب هنگام حمل و نقل و نگهداری در گمرک، آسیب‌های رسیده به خوراک و ایجاد فساد در غذا ممکن است اثرات مناسب در تغذیه و رشد ماهی را نداشته باشد.

با توجه به بررسی‌های انجام شده، تاکنون فرمولاسیون تدوین شدۀ مجزایی برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در ایران مشاهده نشده و فرمول‌های به کار رفته در پژوهش‌های انجام شده، بر اساس جایگزینی منابع ارزان‌تر به جای بخشی از انواع گران‌تر، جهت افزایش صرفۀ اقتصادی و یا استفاده از برخی مواد افزودنی برای رشد بهتر می‌باشند. مانند تأثیر سطوح متفاوت منگنز به عنوان محرک رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (سموات، ۱۳۹۰) و یا استفاده از مقادیر متفاوت جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم (*Sargassum ilicifolium*) در یک فرمول واحد برای بررسی نقش سطوح مختلف آن به عنوان مکمل در رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (زمان‌نژاد، ۱۳۹۳). در این راستا اگر فرمولاسیون کاملی معرفی شود که قیمت تمام شدۀ کمتری داشته باشد و از طرف دیگر کیفیت آن در مقایسه با غذاهای وارداتی در شرایط مزرعه از نظر شاخص‌های رشد، اختلاف معنی‌دار مثبتی داشته باشد و رضایت مشتری را برآورده کند، آن گاه مابه التفاوت آن به حد یک ارزش اقتصادی معنی‌دار می‌رسد و این یعنی جلوگیری از خروج ارز، اشتغال‌زایی و مهم‌تر آن که شرایط بد نقل و انتقال غذای وارداتی با وجود غذای تولیدی خوب داخلی از بین می‌رود. بنابر این تلاش برای ارائۀ چنین فرمولی کاری ارزشمند است، که می‌تواند برای صنعت آبزی پروری ماهیان سردآبی و سازمان شیلات ایران سبب کاهش واردات غذای ماهی شود، فرمولاسیون جدیدتر و مفیدتری را در اختیار کارخانه‌های تولید غذای ماهی قزل‌آلا قرار دهد و در نهایت برای پرورش دهندگانی که بتوانند خودشان تولید کننده باشند،

دسترسی به غذایی سالم‌تر، تازه‌تر و ارزان‌تر را امکان پذیر می‌سازد. هدف اصلی از انجام این پژوهش، مقایسهٔ کلی یک فرمولاسیون جدید با فرمولاسیون برندهای خارجی از لحاظ کیفیت و کمیت تولید ماهی و جنبهٔ اقتصادی آن بوده است. بنابراین ترکیبات تشکیل دهندهٔ هر غذا مورد بررسی قرار نگرفته است زیرا ترکیبات دقیق غذاهای کارخانه‌ای مشخص نیست، بلکه تجزیهٔ شیمیایی غذاها که با شرایط یکسان برای هر یک انجام شد، بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از تیر ماه سال ۱۳۹۱ تا آبان ماه همان سال، به مدت ۱۲۷ روز، در مرکز تکثیر و پرورش شرکت قزل رود واقع در روستای ونایی، در ۱۲ کیلومتری غرب شهرستان بروجرد، انجام شد. آب مورد نیاز از چشمه‌ای با دبی ۴۵۰ لیتر در ثانیه تأمین گردید. ۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلا، با میانگین وزن ۳±۳۷ گرم و طول ۰/۵۵±۱۳/۵ سانتی‌متر، از همان مرکز برای انجام تحقیق در اختیار قرار گرفت. کانال‌های پرورش با ابعاد ۴۴۰ سانتی‌متر طول، ۱۵۰ سانتی‌متر عرض و ۸۰ سانتی‌متر ارتفاع، پس از ضد عفونی و آماده‌سازی، یک روز پیش از ریختن ماهی‌ها، به عمق ۴۵ سانتی متر آبگیری شدند. آب ورودی هر کانال از لوله‌ای به قطر ۳/۴ اینچ با دبی ۱ لیتر در ثانیه تأمین می‌شد. مجموعاً ۴ تیمار برای این تحقیق در نظر گرفته شد، که هر کدام دارای ۳ تکرار بودند. هر ۳ کانال کنار هم یک تیمار را تشکیل می‌دادند. تیمار بعدی به فاصلهٔ یک کانال خالی قرار می‌گرفت و هر کانال شامل ۵۰ عدد بچه ماهی بود. دمای آب چشمه ۸ درجهٔ سانتی‌گراد بود ولی در روزهای گرم تابستان گاه به ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسید. pH آب ۷/۳۰ و ثابت بود. میانگین اکسیژن آب در حد اشباع و ۱۱/۸ میلی‌گرم در لیتر بود.

پروتئین‌های مورد نیاز جیره از منابع جانوری و گیاهی تازه و غنی از اسید آمینه‌های ضروری تأمین شدند. برای تأمین چربی مورد نیاز، از روغن تازه ماهی کیلکا استفاده شد. مخلوط ویتامین‌ها و مواد معدنی با استفاده از منابع معتبر و ترکیب تک تک موارد مورد نیاز تهیه شدند. سایر افزودنی‌ها شامل هم بند، مواد جاذب توکسین، پلی آنزیم، آنتی اکسیدان و محرک رشد نیز اضافه شدند. همهٔ اقلام اولیهٔ مورد استفاده از کارخانه‌ها و شرکت‌های معتبر خریداری شده و با در نظر گرفتن اثرات متقابل احتمالی برخی از این مواد با یکدیگر در جیره متعادل گردیدند.

غذاهای وارداتی شامل غذای A محصول کشور فرانسه و غذای B محصول کشور ایتالیا، از نمایندگی‌های معتبر خریداری شدند. غذای داخلی C نیز از شرکت مربوطه خریداری شد. به دلیل رعایت برخی مسائل از آوردن نام کارخانه‌ها خودداری گردیده است، در صورت لزوم اطلاعات مورد نیاز در اختیار قرار می‌گیرند.

پس از یک دورهٔ ۱۴ روزه سازش غذایی، تغذیه از جیره‌های مخصوص هر تیمار از ماهیان آغاز گردید. تیمار اول با میانگین وزن ۴/۲±۴۲/۶ گرم و طول ۰/۵۴±۱۴/۱۴ سانتی‌متر از جیرهٔ غذایی مورد بررسی، که از این پس غذای فرموله نامیده می‌شود، تیمار دوم با میانگین وزن ۶/۰۶±۴۳/۱۴ گرم و طول ۰/۵۸±۱۴/۱۷ سانتی‌متر از غذای A، تیمار سوم با میانگین وزن ۳/۸۵±۴۱/۹۸ گرم و طول ۰/۴۸±۱۴/۱۱ سانتی متر از غذای B، و تیمار چهارم با میانگین وزن ۳/۵۱±۴۲/۵۹ گرم و طول ۰/۴۵±۱۴/۱۵ سانتی‌متر از غذای C استفاده کردند. ماهیان روزانه ۳ مرتبه، در ساعات ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۴ بعد از ظهر، بر اساس دمای آب، وزن تودهٔ زنده و جدول غذادهی، ۱/۴ درصد وزن بدن غذادهی شدند (لیت ریتس و لوئیز، ۱۹۷۶).

به منظور انجام زیست سنجی، هر دو هفته یک بار، پارامترهای وزن و طول کل ماهیان اندازه‌گیری شدند. به این ترتیب که روز قبل زیست سنجی، غذادهی به ماهیان قطع می‌شد و در روز زیست سنجی با استفاده

از آرد گل میخک (۱۵۰ گرم در لیتر) ۳۰ عدد ماهی از هر تکرار برای هر تیمار، بیهوش شده و با ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم وزن می‌شدند، سپس با تختهٔ زیست سنجی، طول کل آن‌ها اندازه‌گیری می‌شد.

اندازه گیری شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا

افزایش وزن بدن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Misra *et al.*, 2006).

$$WG = W_2 - W_1$$

درصد افزایش وزن بدن از فرمول زیر محاسبه گردید (Ergun *et al.*, 2003).

$$\%\,WG = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

نرخ رشد ویژه از فرمول زیر محاسبه گردید. (Hevroy *et al.*, 2005)

$$SGR = \frac{\ln W2 - \ln W1}{t} \times 100$$

در فرمول‌های اشاره شده، W_1: میانگین وزن اولیه به گرم و W_2: میانگین وزن پایان دوره به گرم و t: تعداد روزهای غذادهی می‌باشند.

ضریب سودمندی پروتئین از فرمول $PER = \frac{WG}{PF}$ (Sedgewick, 1979) محاسبه گردید.

ضریب تبدیل غذایی از فرمول $FCR = \frac{F}{WG}$ (Slawski *et al*,. 2013) محاسبه گردید.

در فرمول‌های اشاره شده، WG: میانگین افزایش وزن به گرم، PF: مقدار پروتئین مصرف شده به گرم و F: مقدار غذای خورده شده به گرم می‌باشند.

شاخص وضعیت از فرمول $CF = \frac{TW}{(TL)3} \times 100$ (Hung & Deng, 2002) محاسبه گردید.

که در آن TW: میانگین وزن نهایی به گرم و TL: میانگین طول نهایی به سانتی متر می‌باشند.

درصد بقا از فرمول $\%\,SR = \frac{N2}{N1} \times 100$ (Tacon, 1990) محاسبه گردید.

که در آن N_1: تعداد اولیه ماهیان و N_2: تعداد ماهیان در پایان دوره می‌باشند.

تجزیه‌های شیمیایی

آب کارگاه در آزمایشگاه خاک شناخت بروجرد و جیره‌های غذایی طبق استانداردهای ملی موجود برای تجزیهٔ ترکیبات شیمیایی غذاها، در آزمایشگاه گوشت و لبنیات پژوهشکدهٔ غذایی سازمان ملی استاندارد کرج، تجزیه شدند. روش‌های آزمون طبق استانداردهای ملی مورد استفاده در جدول (۱) ذکر شده‌اند.

جدول۱- شمارهٔ استانداردهای ملی مورد استفاده در روش‌های آزمون ترکیبات شیمیایی جیره‌ها

ترکیب شیمیایی	پروتئین	چربی	کربوهیدرات	فیبر	خاکستر	رطوبت	پراکسید
روش آزمون	استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱ (کلدال)[۱]	استاندارد ملی شمارهٔ ۲-۴۱۵ (سوکسله)[۲]	استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱ (محاسباتی)[۳]	استاندارد ملی شمارهٔ ۵۲۰ (ست فیبر)[۴]	استاندارد ملی شمارهٔ ۳۲۳ (کوره)[۵]	استاندارد ملی شمارهٔ ۳۲۱ (آون)[۶]	استاندارد ملی شمارهٔ ۴۱۷۹ (یدومتری)[۷]

۱- ناگهی سال ۱۳۷۹ ۲- رشیدی سال ۱۳۸۸ ۳- ناگهی سال ۱۳۷۹ ۴- ناگهی سال ۱۳۸۲ ۵- انصاری سال ۱۳۸۷ ۶- ثابت سال ۱۳۸۴ ۷- امیرحسینی سال ۱۳۷۵

بررسی حسی خواص کیفی

برای بررسی حسی خواص کیفی ماهی‌ها، ۳ عدد ماهی از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و پس از شست و شوی سطحی، فلس‌ها گرفته شد، امعاء و احشاء تخلیه و مجدداً ماهیان شسته شدند. سپس به همهٔ آن‌ها به میزان یکسان، اندکی روغن و نمک زده

شد و درون فویل به فر منتقل و حدود ۴۰ دقیقه پخته شدند. سپس توسط ۱۲ نفر از کسانی که با طعم‌های مختلف ماهی آشنایی داشتند، آزمون چشایی انجام شد. به ارزیابان تذکر داده شد که قبل از ارزیابی، نوشابه و دیگر خوراکی‌های طعم دار مانند آدامس مصرف نکنند و دست‌ها و دهان خود را بشویند. برای جلوگیری از تداخل طعم در زمان ارزیابی، ارزیابان قبل از هر آزمایش چشایی، دهان خود را با آب شست و شوی دادند (Shabanpour *et al.*, 2007). ویژگی‌های فیزیکی از جمله رنگ، شکل ظاهری و قوام، خصوصیات شیمیایی از قبیل طعم و بو و ویژگی‌های ارگانولپتیک مورد بررسی واقع شدند (معینی و فرزانفر، ۱۳۸۴).

آنالیز آماری

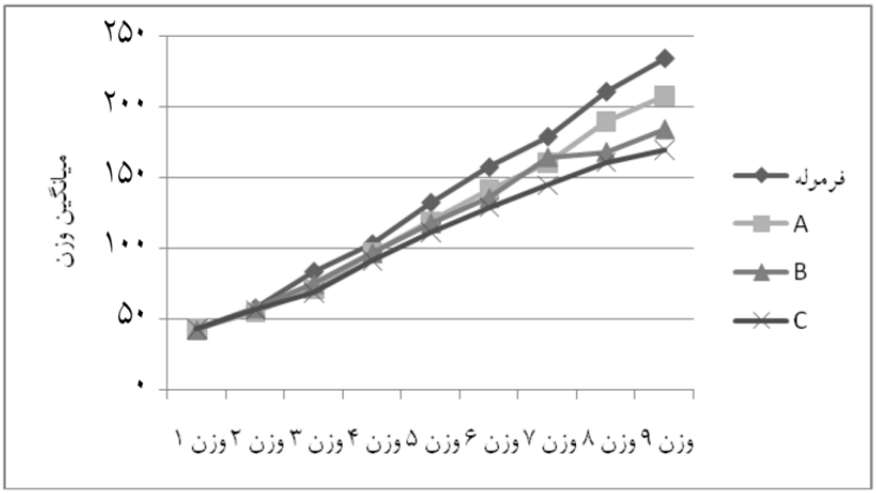
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه one-way ANOVA انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها از تست دانکن (Duncan) استفاده شد، و جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Excel) ترسیم شدند.

نتایج

طبق استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱ همهٔ جیره‌ها از لحاظ ظاهر دارای ویژگی‌های استاندارد بودند. اما غذای فرموله دارای رنگ روشن‌تری بود و بوی ماهی کاملاً از آن حس می‌شد، دست را به هنگام تماس چرب نمی‌کرد و به قطعات یکسانی تقسیم‌بندی شده بود. غذاهای کارخانه‌ای دارای رنگ تیره‌تری بودند و بوی ماهی کمتری از آن‌ها به مشام می‌رسید و به دلیل وجود چربی زیاد دست در تماس با آن‌ها چرب می‌شد. غذاهای وارداتی دانه بندی منظمی داشتند اما دانه‌بندی غذای داخلی نامنظم بود. ماهیان در برخورد با غذای فرموله اشتیاق بیشتری برای خوردن آن نشان می‌دادند. غذای فرموله در مقایسه با سایر جیره‌ها سبک‌تر بود و مدت بیشتری را روی آب می‌ماند.

مقایسهٔ میانگین وزن ماهی‌ها

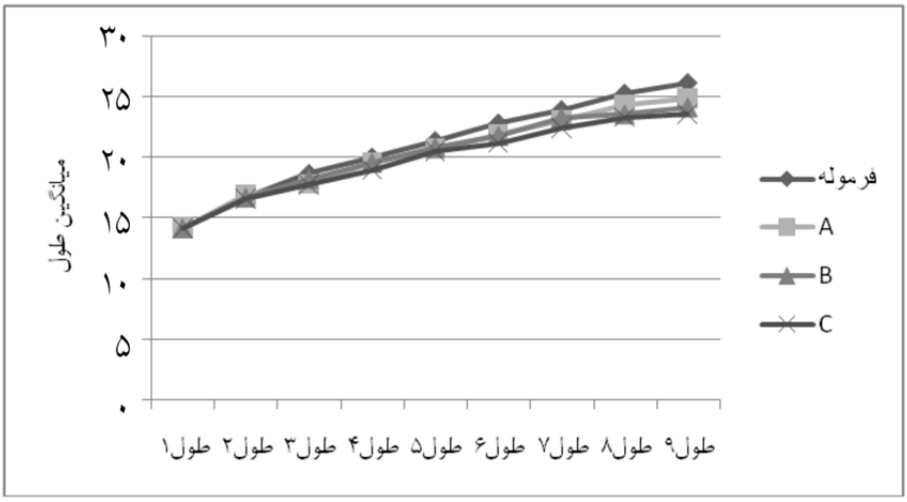
پس از پایان دورهٔ آزمایش تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن تیمارهای مختلف مشاهده شد ($P<0/05$). تیمار فرموله با میانگین وزن ۱۳۳/۱۴±۱۲/۱۳ گرم بیشترین وزن را داشت، کمترین میانگین وزن در تیمار C، ۱۰۸/۰۲±۱۱/۸۱ گرم بود. تیمارهای A و B ۱۲۰/۳۰±۱۱/۳۵ گرم و ۱۱۵/۲۳±۱۲/۰۳ گرم نیز با یکدیگر و با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P<0/05$) (شکل ۱).



شکل۱- مقایسهٔ میانگین وزن (گرم) تیمارهای ماهی قزل آلای تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی

مقایسهٔ میانگین طول کل ماهی‌ها

مقایسهٔ میانگین طول کل ماهیان بین تیمار فرموله با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). تیمارهای A ۰/۷۳± ۲۰/۳۵ سانتی‌متر و B ۰/۷۰± ۲۰/۱۹ سانتی‌متر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). بیشترین طول کل در تیمار فرموله ۰/۷۵± ۲۱ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار C ۰/۷۵± ۱۹/۸۳ سانتی‌متر بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسهٔ میانگین طول (سانتی‌متر) کل تیمارهای قزل آلای تغذیه شده با جیره‌های مختلف

مقایسهٔ شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا

تیمار فرموله با میانگین ۶/۲۰± ۱۹۱/۴۲ گرم بیشترین افزایش رشد را به خود اختصاص داد و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). تیمار C با میانگین ۱۷/۹۰± ۱۲۶/۹۹ گرم کمترین رشد را به خود اختصاص داد و با سایر تیمارها به جز B دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تیمار A نیز با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول۲- نتایج حاصل از مقایسهٔ شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا

تیمار	افزایش وزن (گرم)	درصد افزایش وزن	نرخ رشد ویژه (گرم)	ضریب سودمندی پروتئین	ضریب تبدیل غذایی	شاخص وضعیت	درصد بقا
فرموله	۱۹۱/۴۹±۶/۲۰a	۴۵۰/۴۰±۳۱/۱۸a	۱/۷۷±۰/۰۵a	۰/۰۴۲±۰/۰۰۱b	۰/۹۲±۰/۱۲b	۱/۳۱±۰/۰۴a	۹۹/۳۳±۱/۱۵a
A	۱۶۴/۱۷±۱۱/۸۳b	۳۸۱/۵۶±۴۰/۷۳ab	۱/۶۳±۰/۰۸ab	۰/۰۶±۰/۰۰۷a	۰/۸۷±۰/۰۷b	۱/۳۴±۰/۱۱a	۹۹/۳۳±۱/۱۵a
B	۱۴۱/۷۳±۴c	۳۳۸/۳۲±۲۳/۳۱bc	۱/۵۳±۰/۰۵bc	۰/۰۵±۰/۰۰۲ab	۰/۸۸±۰/۰۴b	۱/۳۱±۰/۱۵a	۹۹/۳۳±۱/۱۵a
C	۱۲۶/۹۹±۱۷/۹c	۲۹۹/۵۱±۵۴/۰۱c	۱/۴۳±۰/۱۳c	۰/۰۴۳±۰/۰۰۷b	۱/۴±۰/۰۲a	۱/۲۹±۰/۰۳a	۹۹/۳۳±۱/۱۵a

* حروف مشترک عدم اختلاف آماری را نشان می‌دهد (P≥۰/۰۵)

** حروف غیر مشترک اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهند (P≤۰/۰۵)

تیمار فرموله با میانگین ۳۱/۱۸± ۴۵۰/۴۰ بیشترین درصد رشد را به خود اختصاص داد که با سایر تیمارها به جز A ۴۰/۷۳± ۳۸۱/۵۶ درصد، اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). تیمار C با میانگین ۵۴/۰۱± ۲۹۹/۵۱ درصد، کمترین درصد رشد را به خود اختصاص داد و با سایر تیمارها به جز B دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تیمارهای A و B با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند (P≥۰/۰۵) (جدول

۲). تیمار فرموله با میانگین ۰/۰۵±۱/۷۷ گرم بیشترین نرخ رشد ویژه را داشت که با سایر تیمارها به جز A اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). تیمار C با میانگین ۰/۱۳±۱/۴۳ گرم، کمترین نرخ رشد ویژه را داشت که با سایر تیمارها به جز B دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تیمارهای A و B نیز با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (P≥۰/۰۵) (جدول ۲). تیمار A با میانگین ۰/۰۰۷±۰/۰۶ واحد بیشترین میزان ضریب سودمندی پروتئین را داشت و با سایر تیمارها به جز B اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). تیمار فرموله با میانگین ۰/۰۰۱±۰/۰۴۲ واحد کمترین میزان ضریب سودمندی پروتئین را داشت که با B و C فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P≥۰/۰۵) (جدول ۲). تیمار C با میانگین ۰/۰۲±۱/۴ واحد بیشترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را داشت و با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تیمار A با میانگین ۰/۰۷±۰/۸۷ واحد کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را داشت که با تیمارهای فرموله و B اختلاف معنی‌دار نداشت (P≥۰/۰۵) (جدول ۲). از لحاظ شاخص وضعیت و درصد بقا نتایج بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی بود (P≥۰/۰۵) (جدول ۲).

تجزیهٔ شیمیایی جیره‌های غذایی

علاوه بر تجزیهٔ شیمیایی جیره‌های مورد آزمایش، جیرهٔ کارگاه نیز به عنوان جیرهٔ پایه مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳).

جدول۳- نتایج حاصل از تجزیهٔ شیمیایی جیره‌های غذایی

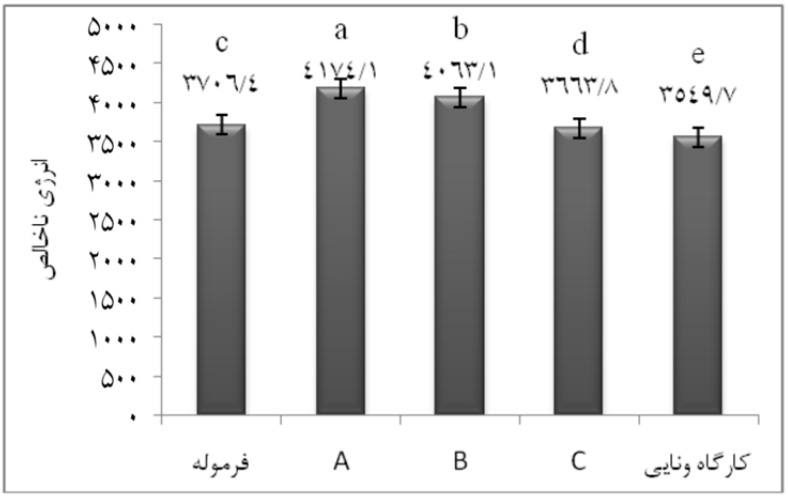
ترکیبات جیره‌ها	درصد ترکیبات تیمارهای غذایی				
به درصد	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C	غذای کارگاه
پروتئین	۵۵/۵۹±۵a	۴۸/۹۶±۲b	۴۷/۵۳±۲b	۳۹/۳۷±۲c	۵۲/۶۹±۲ab
چربی	۱۰/۶۴±۱c	۱۸/۵۳±۲a	۱۵/۳۵±۲bc	۱۲/۵۸±۲c	۱۴/۹۳±۲b
کربوهیدرات	۱۳/۱۳±۱c	۱۳/۷۰±۱/۵c	۱۹/۵۱±۱b	۲۳/۹۲±۳a	۲/۴۶±۱d
فیبر	۲/۲۸±۱c	۶/۰۲±۱b	۸/۱۳±۱a	۸/۲۳±۱a	۴/۲۵±۱b
خاکستر	۹/۷۹±۱a	۸/۰۴±۱a	۵/۰۶±۱b	۹/۱۷±۱a	۹/۹۴±۱a
رطوبت	۸/۵۵±۲b	۴/۷۳±۱c	۴/۴۱±۱c	۶/۷۲±۲bc	۱۵/۷۱±۲a
پراکسید (میلی اکی والان در ۱۰۰۰ گرم روغن)	۳/۱۴±۱b	۸/۱۴±۲a	۲/۰۹±۱bc	۹/۶۴±۲a	۰/۳۳±۰/۰۲c

محاسبهٔ فرمولی انرژی جیره‌ها

مقایسه میزان انرژی در همهٔ تیمارها نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بود (P<۰/۰۵) (شکل ۳).

بررسی حسی خواص کیفی ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مختلف

این آزمون صرفاً یک آزمون کیفی بود و نتایج حاصل بر مبنای فرمی که به ارزیابان ارائه شد (Ranken & Kill, 1993)، به صورت درصد برای هر یک از آیتم‌های مورد بررسی در جداول (۴ تا ۸) آورده شده‌اند.



شکل۳- مقایسهٔ مقدار انرژی ناخالص جیره‌ها بر حسب کیلوکالری در کیلوگرم جیره

جدول۴- نتایج حاصل از بررسی رنگ بافت ماهی‌ها

	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C
سفید و یکپارچه	۸۳/۳۳	۴۱/۶۷	۶۶/۶۷	۷۵/۰۰
بدون هیچ بد رنگی	۱۶/۶۷	۵۰/۰۰	۸/۳۳	۱۶/۶۷
غیر طبیعی	۰/۰۰	۸/۳۳	۲۵/۰۰	۸/۳۳

جدول۵- نتایج حاصل از بررسی کیفیت بافت ماهی‌ها

	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C
نرمی زیاد	۰/۰۰	۲۵	۰	۰/۰۰
سفت	۸/۳۳	۰	۷۵	۴۱/۶۷
نرم	۹۱/۶۷	۷۵	۲۵	۵۸/۳۳

جدول۶- نتایج حاصل از بررسی بوی ماهی‌ها

	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C
بدون بو	۰	۸/۳۳	۶۶/۶۷	۴۱/۶۷
بوی بد آمونیاکی	۰	۸/۳۳	۰	۰
طبیعی	۱۰۰	۸۳/۳۴	۳۳/۳۳	۵۸/۳۳

جدول۷- نتایج حاصل از بررسی تازگی، طعم و مزهٔ ماهی‌ها

	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C
تازه	۹۱/۶۷	۸۳/۳۴	۷۵	۷۵
کمی بد مزگی	۰/۰۰	۸/۳۳	۰	۰
بدون طعم و مزه	۸/۳۳	۸/۳۳	۲۵	۲۵

جدول۸- ارزیابی کلی مربوط به لذت از خوردن غذا (آیا از خوردن این ماهی لذت بردید؟)

	تیمار فرموله	تیمار A	تیمار B	تیمار C
بله	۹۱/۶۷	۸۳/۳۳	۸۳/۳۳	۷۵
خیر	۸/۳۳	۱۶/۶۷	۱۶/۶۷	۲۵

نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی

با استفاده از میزان انرژی تولیدی هر غذا و از آن جا که برای تولید هر کیلوگرم ماهی، ۴۲۵۰ کیلوکالری انرژی لازم است، مقدار گوشت تولید شده و هزینهٔ آن با توجه به قیمت هر کیلوگرم ماهی در بازار، محاسبه شد. جدول (۹) محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول۹- ارزیابی اقتصادی

تیمارهای غذایی	ضریب تبدیل غذایی	اضافه وزن با مصرف ۱ کیلوگرم غذا	قیمت هر کیلوگرم غذا	قیمت هرکیلوگرم ماهی	قیمت گوشت تولید شده	مقدار سود حاصل از محاسبات
فرموله	۰/۹۲	۱/۰۸	۳۵۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۸۰۰۰	۷۳۰۰۰
A	۰/۸۷	۱/۱۴	۴۷۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۱۴۰۰۰	۶۷۰۰۰
B	۰/۸۸	۱/۱۳	۴۶۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۱۳۰۰۰	۶۷۰۰۰
C	۱/۴	۰/۷۱	۱۷۳۴۰	۱۰۰۰۰۰	۷۱۰۰۰	۵۳۶۶۰

* قیمت‌ها به ریال می‌باشند.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین وزن و طول بین تیمارها، بیشترین میانگین وزن مربوط به تیمار غذای فرموله ۱۲/۱۳±۱۳۳ گرم بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P<0/05$). بیشترین میانگین طول نیز مربوط به همین تیمار، ۰/۷۵±۲۱ سانتی‌متر بود با اختلاف معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود ($P<0/05$)، در نتیجه با استفاده از این جیره، افزایش وزن و طول بیشتری طی دورهٔ پرورش در ماهیان مشاهده گردید. از آن جا که در ابتدای آزمایش وزن و طول تیمارها تقریباً یکسان بود، می‌توان گفت غذای فرموله از لحاظ رشد و نمو عملکرد بهتری روی ماهیان داشته است. هر چند به دلیل عدم دسترسی به فرمول دقیق خوراک‌های کارخانه‌ای، به قطعیت نمی‌توان ترکیبات خوراک‌ها را با هم مقایسه نمود، اما دلایل رشد و نمو بهتر بر اساس غذای فرموله استفاده از مواد اولیهٔ تازه‌تر، فرمولاسیون دقیق‌تر، ساخت بهتر و تازگی خوراک نسبت به غذاهای کارخانه‌ای می‌باشد. در تولید غذای فرموله منابع پروتئینی حیوانی و گیاهی غنی از اسیدهای آمینهٔ ضروری، روغن ماهی تازه و همهٔ ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز طبق منابع معتبر به کار برده شدند و سایر افزودنی‌ها نیز بنا به ضرورت و میزان لزوم استفاده گردیدند. همچنین از هیچ نوع مادهٔ نگهدارنده‌ای استفاده نشد. کارخانه‌ها معمولاً به علت گران بودن مواد اولیه، ممکن است کم‌تر از مقادیر مورد نیاز از آن‌ها استفاده کنند و یا مواد غذایی ارزان‌تری به کار ببرند که از لحاظ غذایی در حد لازم جواب گوی نیازهای ماهی نباشند. از سوی دیگر طی روند فرآوری و پخت غذا در کارخانه‌ها امکان آسیب رسیدن به ترکیبات غذایی و ویتامین‌های حساس وجود دارد. همچنین به دلیل این که غذاهای دان خشک را نمی‌توان پس از ساخت بیشتر از ۳ ماه، آن هم دور از حرارت، نور و رطوبت نگه داشت، در ساخت غذاهای

کارخانه‌ای به ویژه انواع وارداتی که مسیر طولانی و پر مخاطره‌ای را از لحاظ آسیب‌های ناشی از حمل و نقل، نور و رطوبت، اختلاف زمانی تا رسیدن به دست پرورش دهنده، فاصلهٔ زمانی نسبتاً زیاد از تاریخ ساخت و غیره طی می‌کنند، از مواد نگهدارنده استفاده می‌شود که اثراتی سوء روی آبزی و در نهایت انسان به عنوان مصرف کننده دارند.

بر خلاف نتایج حاصل از آزمایش پورعلی و همکاران (۱۳۹۰) که بر قرار دهید روی رشد و بازماندگی نوزاد تاس ماهی ایرانی تحقیق نمودن و با استفاده از یک جیرهٔ فرموله شده، غذای بیومار (Ecostart)، غذای اورفا (Set Co) و غذای زنده، رشد وزنی و طولی بیشتر در غذای بیومار مشاهده نمودن، در تحقیق حاضر برای رشد وزنی و طولی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان، غذای فرموله شده عملکرد بهتری نسبت به غذاهای وارداتی داشت.

با توجه به یکسان بودن تمامی شرایط زیستی برای تیمارها به جز نوع غذای مصرفی، اختلافات مشاهده شده در افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه به تفاوت در ترکیبات جیره‌ها برمی گردد. مقادیر این شاخص‌های رشد در تیمار فرموله با اختلاف معناداری ($P\leq ۰/۰۵$) بیشتر از سایر تیمارها بود، اما از جنبهٔ درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه با تیمار A اختلاف معناداری نداشت. در مجموع می‌توان گفت غذای فرموله به سبب وجود ترکیبات کافی و مناسب، موجب افزایش شاخص‌های رشد گردیده است (جدول ۲).

بیشترین ضریب سودمندی پروتئین در تیمار A، ۰/۰۶±۰/۰۰۷ بود که با تیمار B ۰/۰۵±۰/۰۰۲ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). ضریب سودمندی پروتئین در تیمار فرموله ۰/۰۴۲±۰/۰۰۱ کمترین مقدار بود که با تیمارهای B و C اختلاف معنی‌داری نداشت.

در تحقیقی که توسط Takeuchi و همکاران (1978) انجام شد، ماهیان قزل‌آلا را با جیره‌های غذایی دارای ۵ تا ۲۰ درصد چربی و ۱۶ تا ۴۸ درصد پروتئین تغذیه کردند. با افزایش انرژی در هر سطح پروتئین میزان رشد و تبدیل غذا بهبود یافت و بهترین نتیجه را در استفاده از جیرهٔ دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۱۵ تا ۲۰ درصد چربی به دست آوردند. در این بررسی، نسبت انرژی به پروتئین در غذای تیمار A ۸۵/۲۵ و در غذای تیمار B ۸۵/۴۸ و تقریباً یکسان بود، پس تأثیرات متقابل چربی و پروتئین این دو جیرهٔ غذایی قابل بحث است. غذای تیمار A دارای ۴۸/۹۶ درصد پروتئین و ۱۸/۵۳ درصد چربی و غذای تیمار B دارای ۴۷/۵۳ درصد پروتئین و ۱۵/۳۵ درصد چربی بود، از آن جا که استفاده از جیره‌های غذایی دارای چربی بیشتر و پروتئین کمتر، افزایش جذب پروتئین را در بدن به همراه دارد، بنابراین افزایش سطوح چربی جیره‌های غذایی، بازدهی پروتئین را افزایش داده است. البته میزان بالای چربی در غذا نه تنها موجب افزایش رشد نمی‌شود، که نامناسب نیز می‌باشد. در صورت لزوم چربی زیادتر از حد مورد نیاز بایستی روزانه به غذای کارخانه‌ای پاشیده شود تا از تخریب غذا در اثر اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری شود. ضمناً همواره بایستی از چربی‌هایی استفاده شود که از هضم و جذب پروتئین‌ها جلوگیری نکنند (Lovell, 1989).

بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به غذای تیمار A ۰/۸۷±۰/۰۷ بود که با تیمارهای فرموله ۰/۹۲±۰/۱۲ و B ۰/۸۸±۰/۰۴ اختلاف معنی‌داری نداشت ($P\geq ۰/۰۵$) و نشان دهندهٔ این بود که این جیره‌ها از لحاظ نسبت مقدار غذای مصرفی و اضافه وزن با هم اختلاف معنی‌دار ندارند، پس آن چه موجب تمایز آن‌ها از یکدیگر و انتخاب غذای مناسب‌تر می‌شود را باید در موارد دیگر از قبیل تأثیر بر رشد و نمو، هزینهٔ تمام شده، خوش خوراکی، در دسترس بودن غذا، تازگی و غیره جستجو کرد. البته ضریب تبدیلی که توسط کارخانه برای غذای A ارائه شده، ۰/۵ و میزان انرژی نا خالص ۲۱/۵ مگاژول در کیلوگرم بود، هرچند میزان انرژی ارائه شده و انرژی محاسبه

شده به روش فرمولی با توجه به ترکیبات شیمیایی ارائه شده توسط کارخانه، ۴۰۷۰ کیلوکالری، نمی‌توانند صحت چنین ضریب تبدیلی را تأیید کنند، اما ممکن است در ترکیبات این جیرهٔ غذایی، از مواد محرک رشد استفاده شده باشد که اعلام نشده‌اند.

در پژوهشی که توسط نفیسی بهابادی (۱۳۸۶) روی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان ۹۳ گرمی در آب لب شور انجام شد، با افزایش سطوح انرژی جیره (که بر مبنای افزایش مقدار چربی در جیره‌هایی با ترکیبات یکسان بود) ضریب سودمندی پروتئین افزایش و ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت، در این پژوهش نیز غذای تیمار A که بیشترین مقدار چربی و بالاترین میزان انرژی را داشت، ضریب سودمندی پروتئین بالاتر و ضریب تبدیل غذایی پایین‌تری داشت. اما افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در پژوهش ذکر شده به ازای بالاترین میزان انرژی افزایش یافته بود، در حالی که در این بررسی، افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار A با انرژی بالاتر، کمتر از غذای فرموله با میزان چربی و انرژی پایین‌تر بود. پس صرفاً انرژی بالای یک جیره نمی‌تواند عامل افزایش شاخص‌های رشد در ماهیان تغذیه شده با آن جیره باشد و قطعاً عوامل دیگری روی رشد اثر می‌گذارند که به ترکیبات مورد استفاده در جیره مربوط می‌شود. همان طور که از نتایج پیداست، این عوامل در غذای فرموله بیشتر رعایت شده‌اند زیرا بهترین رشد در تیماری که با این جیره تغذیه شده بود مشاهده گردید.

پروتئین از اجزای انرژی زای جیره است و برای رشد ضروری می‌باشد. تجزیهٔ شیمیایی جیره‌ها نشان داد که مقدار پروتئین در محدودهٔ قابل قبول برای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انگشت قد می‌باشد اما بین برخی از این مقادیر با یکدیگر اختلافات معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$) که به احتمال قوی ناشی از مواد اولیهٔ پروتئینی مورد استفاده در جیره است و آثارشان در رشد قابل مشاهده بود. تیمار فرموله با بیشترین میزان پروتئین ۵±۵۵/۵۹ موجب بیشترین رشد و نمو و افزایش شاخص‌های رشد در ماهیان گردید. در ترکیب این جیره از مقدار زیادی آرد ماهی تازه و منابع پروتئینی گیاهی غنی از اسیدهای آمینه استفاده گردید. منابع گیاهی به گونه‌ای انتخاب شده بودند که سیستم گوارشی ماهی قزل آلا قادر به هضم و جذب آن‌ها بود.

چربی دومین جزء انرژی زای جیره و ضروری برای رشد است. طبق استاندارد ملی شماره ۵۶۶۱، چربی مورد نیاز برای ماهی قزل‌آلای انگشت قد به بالا، ۱۲ درصد می‌باشد و با توجه به تجزیهٔ شیمیایی جیره‌ها، مقدار چربی تیمار فرموله، ۱±۱۰/۶۴ به نسبت مناسب بود و در سایر تیمارها کمی بیش از حد مذکور بود. چربی زیاد هر چند میزان انرژی جیره را افزایش می‌دهد، اما می‌تواند موجب فساد در غذا و ایجاد چربی‌های زائد اطراف امعاء و احشاء داخلی ماهیان شده و به سلامت آن‌ها زیان برساند.

کربوهیدرات جزء نهایی انرژی‌زای جیره است و به میزان مورد نیاز باید در جیره وجود داشته باشد. طبق استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱، محدودهٔ کربوهیدرات برای ماهی قزل‌آلای انگشت قد به بالا، ۱۷ تا ۲۵ درصد می‌باشد. البته آزاد ماهیان فقط آنزیم لازم برای هضم ۱۲ درصد کربوهیدرات را در سیستم گوارش خود دارند، ولی اگر منابع حاوی کربوهیدرات پخته و آماده مصرف شده باشند، سپس به جیره اضافه شوند تا ۴۰ درصد هم می‌توان به غذای آن‌ها وارد کرد.

میزان فیبر در تیمار فرموله ۱±۲/۲۸ درصد و کمترین مقدار بود. ترکیبات فیبردار معمولاً به دلیل خاصیت پر کنندگی به غذا اضافه می‌شوند. در جیرهٔ فرموله هر یک از مواد اولیه به میزان لازم استفاده شدند و از مادهٔ پر کننده‌ای استفاده نشد، ممکن است در غذاهای کارخانه‌ای از ترکیبات فیبردار به عنوان پرکننده استفاده شده باشد. حد بیشینهٔ فیبر طبق استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱، ۳/۲ تا ۳/۵ درصد می‌باشد.

میزان خاکستر و رطوبت همهٔ تیمارها در حد

استاندارد قرار داشت. فاکتور ضد تغذیه‌ای پراکسید میزان فساد در چربی را نشان می‌دهد و طبق استاندارد ملی شمارهٔ ۴۱۷۹ تا حداکثر ۵ میلی اکی والان در ۱۰۰۰ گرم روغن قابل قبول است. پراکسید در غذای تیمار فرموله ۱±۳/۱۴ قابل قبول بود ولی در غذاهای تیمار A ۲±۸/۱۴ و تیمار C ۲±۹/۶۴ از این حد بیشتر بود، که به دلیل بالا بودن میزان چربی غذا و یا کیفیت آن بوده است. هرچند برای جلوگیری از فساد چربی به جیره‌ها، آنتی اکسیدان اضافه می‌کنند، اما گاهی به دلیل کیفیت پایین مواد و یا مسیر طولانی‌ای که خوراک‌های کارخانه‌ای، به ویژه انواع وارداتی تا رسیدن به دست مصرف کننده طی می‌کنند، ممکن است پراکسید غذا افزایش یابد. البته طی دورهٔ آزمایش تلفاتی مبنی بر فساد غذاها دیده نشد.

با وجود بیشترین مقدار انرژی در غذاهای تیمار A، ۴۱۷۴/۱ کیلوکالری در کیلوگرم و تیمار B، ۴۰۶۳/۱ کیلوکالری در کیلوگرم، بیشترین میزان رشد و نمو به غذای تیمار فرموله، ۳۷۰۶/۴ کیلوکالری در کیلوگرم اختصاص داشت. غذای تیمار C، ۳۶۶۳/۸ کیلوکالری در کیلوگرم نیز کمترین مقدار انرژی را داشت. ممکن است انرژی بالا به دلیل میزان بالاتر چربی موجود در غذاهای وارداتی باشد، بدیهی است علاوه بر میزان انرژی موجود در جیره‌ها، کیفیت مواد اولیهٔ به کار رفته در ساخت جیره‌ها، نحوهٔ نگهداری آن‌ها پس از ساخت و خروج از کارخانه و سایر عوامل در حفظ کیفیت غذا و افزایش رشد مؤثر می‌باشند.

از آن جا که ترکیبات غذایی مورد استفاده در جیره‌های ماهیان، بر کیفیت گوشت آن‌ها اثر گذار است، در بررسی حسی خواص کیفی، ماهیان تغذیه شده با غذای فرموله دارای بافتی سفید و یکپارچه، نرم، با بوی طبیعی و طعم و مزهٔ تازه‌تری نسبت به سایرین ارزیابی شدند. در بررسی کلی نیز ۹۱/۶۷ درصد افراد از خوردن ماهیان تغذیه شده با غذای فرموله لذت بردند که در مقایسه با تیمار A ۸۳/۳۳ درصد، تیمار B ۸۳/۳۳ درصد و تیمار C ۷۵ درصد، بیش‌ترین میزان رضایت مندی بود.

با توجه به خریداری مواد اولیه در مقادیر کم، برای تهیهٔ غذای فرموله در این تحقیق، هزینهٔ هر کیلوگرم از این غذا ۳۵۰۰۰ ریال تمام شد که در مقایسه با هر کیلوگرم غذای تیمارهای A، B و C که به ترتیب قیمت هر یک ۴۷۰۰۰، ۴۶۰۰۰ و ۱۷۳۴۰ ریال بود، به طور میانگین ۲۴/۵ درصد ارزان‌تر از غذاهای وارداتی بود. طبیعی است که برای تولید در مقادیر بالا، برای کارخانه‌ها این هزینه کم‌تر و تولید به صرفه‌تر خواهد بود.

منابع

امیرحسنی، ش. ۱۳۷۵. استاندارد ملی شمارهٔ ۴۱۷۹، روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی- اندازه‌گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری- تعیین نقطهٔ پایانی به طریق چشمی. چاپ اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

پور علی، ح. ر.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، یگانه، ه. و نظامی، ا. ۱۳۹۰. بررسی مقایسه‌ای وضعیت رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت تأثیر غذای کنسانتره و غذای زنده. نشریه علمی پژوهشی اقیانوس شناسی، ۲(۶): ۴۲-۳۱.

انصاری، ف. ۱۳۸۷. استاندارد ملی شمارهٔ ۳۲۳، دانهٔ کنجد- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. تجدید نظر دوم. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

رشیدی، ل. ۱۳۸۸. استاندارد ملی شمارهٔ ۲-۴۱۵، کنجالهٔ دانه‌های روغنی- اندازه‌گیری مقدار روغن- قسمت دوم: روش استخراج سریع. چاپ اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

ثابت، ف. ۱۳۸۴. استاندارد ملی شمارهٔ ۳۲۱، کنجالهٔ دانه‌های روغنی- تعیین میزان رطوبت و مواد فرار- روش آزمون. تجدید نظر اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

زمان نژاد، ن. ۱۳۹۳. ارزش غذایی جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم (*Sargassum ilicifolium*) و نقش آن به عنوان مکمل در تغذیه و رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). پایان نامهٔ کارشناسی ارشد شیلات، دانشکدهٔ علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

سموات، ز. ۱۳۹۰. نقش منگنز به عنوان محرک رشد در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). پایان نامه

کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

لیت ریتس، ر. ل. و ر. س. لوئیز. ۱۹۷۶. تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و آزاد. ترجمه، عمادی، ح. ۱۳۸۹. انتشارات علمی آبزیان، تهران، ایران.

معینی، س. و فرزانفر، ع. ۱۳۸۴. بررسی امکان تولید فیش برگر از کوسه ماهی خلیج فارس. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۶):۱۱۵۱- ۱۱۴۳.

ناگهی، ن. ۱۳۷۹. استاندارد ملی شمارهٔ ۵۶۶۱، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون غذای آبزیان پرورشی (ماهی‌ها و میگو). چاپ اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

ناگهی، ن. ۱۳۸۲. استاندارد ملی شمارهٔ ۵۲۰، خوراک دام و طیور و آبزیان- الیاف خام (فیبر)- روش آزمون. تجدید نظر اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ایران.

نفیسی بهابادی، م. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در آب لب شور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۱۴(۳): ۱۰- ۱.

Cowey, C. B. & Cho, C. Y. 1993. Nutritional requirements of fish. *Proceedings of the Nutrition Society*, 52: 417-426.

Ergun, S., Yigit, M. & Turker, A. 2003. Growth and feed consumption young Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to different photoperiods. *Israeli Journal of Aquaculture Bamidged*, 55: 132-138.

Hardy, R. W. & Barrows, F. T. 2002. Diet formulation and manufacture. Cited in: Fish Nutrition. Ed: Halver, J. E. and R. W. Hardy. 2002. 3th ed. Academic Press. San Diego, Ca.

Hevroy, E. M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M. & Hemre, G. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolyses during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*, 11: 301-313.

Hung, S. S. O. & Deng, D. F.2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture; *Sturgeon Acipenser* spp. CAB Inter. Pub. Wallingford. UK.

Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold. New York.

Misra, C. K., Kumar, D. B., Mukherjee, S. C. & Pattnaik, P. 2006. Effect of long term administration of dietary å-glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture*, 255: 82-94.

Ranken, M. D. & Kill, R. C. 1993. Food industries manual. 23th ed. Blackie Academic and professional. London.

Sedgewick, R. W. 1979. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and feed conversion of Juvenile (*P. merguiensis*). *Aquaculture,* 16: 276-298.

Shabanpour, B., Kashiri, B., Molodi, H.& Hosininejhad, A. 2007. Effects of washing bouts and times on surimi quality prepared from Common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences,* 16: 81-92.

Slawski, H., Nagel, F., Wysujack, K., Balke., D. T., Franz, P.& Schulz, C. 2013. Total fish meal replacement with canola protein isolate in diets fed to Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.). *Aquaculture Nutrition,* 19(4): 535-542.

Tacon, A.G.J. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Argent Laboratories Press. Washington DC.

Takeuchi, T., Watanabe, T. & Ogino, C. 1978. Use of hydrogenated fish oil and beef tallow as a dietary energy source for carp and Rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 6(44): 186-776.