اثر انواع مختلف خوراک‌های اکسترود تجاری بر برخی شاخص‌های رشد و کیفیت لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انگشت قد در استان چهارمحال و بختیاری

اسماعیل پیرعلی خیرآبادی[1*] و سید پژمان حسینی شکرابی[2]

۱) استادیار گروه شیلات، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: esmaeil_pirali@yahoo.com

۲) استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۱۷

چکیده

در این مطالعه برخی جیره‌های اکسترود کارخانه‌های تولیدکننده غذای ماهی در استان چهارمحال و بختیاری با هدف تعیین شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. از این‌رو ۳۶۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (وزن اولیه ۲/۴±۸۰ گرم) در یک دوره پرورش به مدت ۱۳۰ روز در طرح کاملا تصادفی با چهار نوع خوراک صنعتی ۱، ۲، ۳ و ۴ در سه تکرار در نظر گرفته شدند. تعداد ۱۰ قطعه ماهی (۷/۳±۲۹۴/۷ گرم) در پایان آزمایش از هر تکرار به‌صورت تصادفی انتخاب و ترکیبات شیمیایی (شامل پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) لاشه آنها تعیین گردید. نتایج نشان داد که میانگین وزن کل و افزایش وزن روزانه ماهیان تیمار یک به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) بالاتر از سایر تیمارها بود. پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی به‌طور همزمان در تیمارهای یک و سه مشاهده شد و تفاوت آنها با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($p<0/05$). بیشترین و کمترین درصد پروتئین لاشه به‌ترتیب در تیمارهای یک و دو مشاهده شد ($p<0/05$)، اما از نظر میزان چربی لاشه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین و کمترین مقادیر درصد خاکستر لاشه به‌ترتیب در تیمارهای یک و دو مشاهده شد ($p<0/05$). تیمارهای یک و چهار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد کلسیم و فسفر بود ($p<0/05$). به‌طور کلی عملکرد جیره کارخانه‌های صنعتی تولیدکننده خوراک ماهی در استان احتمالا با توجه به تفاوت در مقدار پروتئین خام و سایر ترکیبات غذایی روی رشد و ترکیب لاشه ماهیان اثرات متفاوتی می‌گذارند.

واژه‌های کلیدی: چهارمحال و بختیاری، خوراک ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کیفیت لاشه.

مقدمه

تغذیه در پرورش آبزیان از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا نزدیک به ۶۰ درصد از هزینه‌های تولید آبزیان را در یک دوره پرورشی تشکیل می‌دهد (شادنوش و همکاران، ۱۳۸۷). محدودیت‌های مختلف دسترسی به خوراک مناسب، افزایش قیمت مواد اولیه خوراک و عدم بهره‌وری مناسب از جیره‌های غذایی، تولید ماهیان با کیفیت را برای مصرف‌کنندگان به چالش اساسی در صنعت آبزی‌پروری تبدیل نموده است (Lovell, 1988). به رغم تحقیقات فراوانی که طی چند دهه اخیر در ارتباط با تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان در مراحل مختلف صورت گرفته همچنان عملکرد رشد، ضریب تبدیل خوراک و ضریب رشد ویژه در مزارع پرورش ماهی ایران به وضعیت بهینه و مطلوب نرسیده است (آق و

همکاران، ۱۳۹۲). جیره‌های غذایی با کیفیت بالا سبب رسیدن ماهی به وزن مطلوب بازار در مدت زمان کوتاه‌تر شده و به این ترتیب هزینه‌های تولید به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش و کیفیت لاشه افزایش می‌یابد. ضرورت این امر در مناطقی که دمای آب پرورشی پایین بوده و مدت زمان رسیدن ماهی به وزن بازاری بیش از شش ماه به طول می‌انجامد، بیشتر نمایان می‌شود. در این راستا می‌توان ضریب تبدیل غذایی و رشد ویژه را با جیره‌های غذایی مناسب در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بهبود داد (Niroomand *et al.*, 2011). بسیاری از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که جیره‌هایی که سبب افزایش رشد و بقا بیشتر می‌شوند باعث بالا رفتن مقاومت موجود در برابر شرایط نامساعد محیطی شده و افزایش تولید می‌شود (Treberg & Driedzic, 2007).

تعداد مزارع منفرد پرورش ماهیان سردابی کشور در سال ۱۳۸۹ بر اساس گزارش‌های موجود از تعداد ۱۳۸۷ مزرعه با تولید ۹۱،۵۱۹ تن به ۱۹۹۵ مزرعه با تولید ۱۶۵،۷۸۷ تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است که از نظر تعداد مزارع پرورشی حدود ۳۰ درصد و از نظر تولید محصول ۴۵ درصد رشد داشته است. تولید مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۳۹۵ در حدود ۲۳،۳۴۶ تن برآورد شده است. در این ارتباط پنج کارخانه تولید خوراک آبزیان در این استان‌ها فعالیت می‌کنند (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۵).

تحقیقات متعددی اثرات خوراک‌های تجاری مختلف بر فاکتورهای رشد ماهیان پرورشی را به واسطه وجود تنوع در منبع و ترکیبات مواد تشکیل‌دهنده جیره و فرآیند تهیه آن اثبات نموده است. برای مثال، Ebenezar و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه هشت خوراک تجاری ماهی در کشور هند نشان دادند که بار میکروبی و قارچی خوراک‌ها علاوه بر تاثیر بر میزان ماندگاری خوراک، می‌تواند به‌صورت بالقوه روی رشد ماهیان پرورشی نیز تاثیرگذار باشد. همچنین Satoh و همکاران (۲۰۰۳) با مقایسه یک جیره اکسترود تجاری با مقدار فسفر بالا و یک جیره آزمایشی با فسفر پایین نشان دادند که ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با خوراک واجد سطوح پایین فسفر با تنوع در استفاده از منابع پروتئین گیاهی و حیوانی می‌توانند دارای شاخص‌های رشد مشابه با جیره تجاری باشند.

بررسی تاثیر جیره کارخانه‌های مذکور در عملکرد رشد و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مراحل مختلف رشد موجب می‌گردد تا کمبودهای احتمالی ترکیبات مورد نیاز در تغذیه ماهی مشخص گردد. بدین وسیله ضمن اطلاع‌رسانی مناسب و نظارت مستمر واحدهای ذی‌ربط، کیفیت خوراک تولیدی افزایش یافته و منجر به تضمین سلامت محصولات تولیدی و سودآوری تولید در منطقه و کشور خواهد شد. این پژوهش به‌منظور بررسی برخی شاخص‌های رشد و خصوصیات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف برخی از جیره‌های غذایی صنعتی (شامل چهار واحد تولیدی خوراک آبزیان) در استان چهارمحال و بختیاری مورد سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهیان و تیمارهای آزمایشی

جیره‌های غذایی اکسترود مخصوص ماهیان انگشت قد (FFT) و پرواری در مراحل اول و دوم (به‌ترتیب GFT1 و GFT2) از چهار واحد کارخانه خوراک آبزیان در استان چهارمحال و بختیاری به‌صورت تصادفی انتخاب شد. از ۳۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان (۲/۴±۸۰ گرم) برای ۱۳۰ روز در این پژوهش استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار جیره ۱، ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب برای مصرف خوراک کارخانه‌ها در سه تکرار انجام شد. ترکیبات تقریبی جیره‌های صنعتی کارخانجات ذکر شده قبلا توسط

شادنوش و پیرعلی (۱۳۹۵) گزارش شده است (جدول ۱). ماهیان در ۱۲ مخزن به ابعاد ۱×۰/۶×۱۷ متر نگهداری شدند. آب از یک چشمه با میانگین دمای آب ۱۳ درجه سانتی‌گراد تامین شد. تمام مخازن قبل از شروع آزمایش با آب معمولی شستشو و سپس با محلول فرمالین ضدعفونی، آبگیری و مجددا با کات کبود شستشو شدند و پس از تخلیه جهت رهاسازی ماهی آبگیری شدند. در شروع آزمایش و برای رهاسازی بچه ماهیان سعی شد در حد امکان ماهیان با وزن مشابه برای تیمار و تکرارهای آنها در نظر گرفته شود، به نحوی که وزن زی‌توده هر تکرار با تعداد ۳۰۰ عدد ماهی یکسان بود. برای تعذیه ماهیان در هر مرحله تمام ماهیان هر حوضچه به دقت توزین و میزان غذادهی با توجه به میانگین بیوماس هر تکرار و تیمار مشخص گردید.

جدول ۱. میانگین و انحراف‌معیار مواد مغذی جیره‌های تولیدی برخی کارخانه‌های خوراک آبزیان در استان چهارمحال و بختیاری

نام خوراک	نام کارخانه	گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک		
		پروتئین	چربی	خاکستر
پیش‌پرواری	۱	۴۵/۰۰±۱/۷ a	۱۶/۷±۱/۴ a	۷/۲±۱/۳ b
	۲	۴۰/۹±۱/۵ b	۱۴/۳±۱/۱ a	۱۲/۱±۱/۱ a
	۳	۳۶/۹±۱/۷ c	۱۳/۳±۱/۴ a	۱۰/۶±۱/۳ ab
	۴	۴۰/۶±۱/۵ b	۱۴/۵±۱/۴ a	۱۲/۰±۱/۰ a
پرواری ۱	۱	۳۶/۳±۰/۵ a	۱۹/۶±۱/۱ a	۸/۱±۰/۳۶ b
	۲	۳۷/۰۰±۰/۶ a	۱۵/۱±۱/۲ b	۹/۱±۰/۴۰ ab
	۳	۳۷/۲±۰/۶ a	۱۴/۵±۱/۲ b	۹/۵±۰/۴۰ a
	۴	۳۷/۳±۰/۴ a	۱۵/۵±۱/۴ b	۸/۹±۰/۹ ab
پرواری ۲	۱	۳۹/۰۰±۰/۵ a	۱۶/۸±۱/۲ a	۷/۱±۰/۲۰ b
	۲	۳۵/۳±۰/۴ b	۱۴/۳±۱/۳ b	۹/۲±۰/۲۵ a
	۳	۳۴/۹±۰/۶ b	۱۳/۵±۱/۶ b	۷/۶±۰/۳۰ b
	۴	۳۹/۲±۰/۶ a	۱۴/۱±۱/۲ b	۹/۶±۰/۴۰ a

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار است.

در مدت اجرای آزمایش میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب حوضچه‌های پرورش ماهی چندین مرحله در ورودی و خروجی حوضچه‌ها تعیین و با میزان استاندارد (Bradley & Sprague, 1985) مورد نیاز ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مقایسه گردید.

روش غذادهی و پارامترهای مورد بررسی

میزان غذای مورد نیاز هر حوضچه با توجه به عوامل موثر در میزان غذای مورد نیاز از قبیل وزن ماهی، وزن توده زنده هر حوضچه و دمای آب با استفاده از جداول غذادهی محاسبه و میزان غذای روزانه هر تکرار مشخص گردید (NRC, 2011). میزان مذکور روزانه در سه وعده صبح، ظهر و عصر در اختیار ماهیان استخرها قرار داده شد. سنجش وزن و طول ماهیان به‌منظور بررسی عملکرد رشد هر ۲۰ روز یک‌بار انجام شد. برای انجام این عمل پس از قطع خوراک به مدت ۱۲ ساعت، ۱۰ درصد ماهیان هر تکرار به‌صورت تصادفی در سه مرحله از نقاط مختلف حوضچه‌ها به وسیله تور دستی صید و در داخل وان آب محتوی ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بی‌هوش گردیدند (کیانی و همکاران، ۱۳۸۰).

نمونه‌های مذکور با استفاده از ترازوی دیجیتال[1] به‌صورت انفرادی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و طول آنها نیز

[1] Sartorius, Germany

با خط‌کش مدرج (با دقت ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و شاخص وضعیت (CF) از طریق معادلات زیر محاسبه گردید (Moon *et al*., 1989):

FCR=مقدار افزایش وزن بدن / مقدار غذای خشک مصرف شده رابطه (۱)

$$SGR\ (\%) = (\ln W_2 - \ln W_1)/t \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$CF\ (\%) = (BW/TL^3) \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در روابط بالا W_2: وزن ثانویه؛ W_1: وزن اولیه؛ t: دوره پرورش (روز)؛ BW: وزن بدن (گرم)؛ و TL: برابر طول کل (سانتی‌متر) می‌باشد.

به‌منظور تعیین ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان در پایان دوره آزمایش پس از قطع غذا به مدت ۲۴ ساعت (Smith *et al*., 1988) از هر حوضچه ۱۰ ماهی به صورت تصادفی صید و پس از سنجش انفرادی طول و وزن امعا و احشا تخلیه، سر، باله دمی و سایر باله‌ها جدا و وزن لاشه با استخوان تعیین گردید. نمونه‌های لاشه شکم خالی و دارای استخوان هر تیمار (مخلوط چهار تکرار) با استفاده از چرخ گوشت برقی دو بار چرخ گردید. در هر کدام از نمونه‌ها درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی، خاکستر، کلسیم و فسفر به‌طریق شیمیایی با استفاده از روش‌های استاندارد AOAC با سه تکرار تعیین گردید (AOAC, 2001). به‌نحوی که رطوبت لاشه از طریق قرار دادن نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و وزن نمودن آن پس از خنک شدن و ثابت شدن وزن در دسیکاتور انجام شد. اندازه-گیری پروتئین خام با روش کلدال و ضریب اصلاحی ۶/۲۵ و چربی خام با روش سوکسله و حلال ان- هگزان انجام گرفت. خاکستر نمونه‌ها نیز از طریق سوزاندن نمونه در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت وزن نمودن آن انجام شد (AOAC, 2001).

جهت اندازه‌گیری فسفر کل از هر حوضچه ۱۰ ماهی به‌صورت تصادفی صید، به‌صورت دستی فیله بدون استخوان شده و در ادامه توسط کوره الکتریکی خاکستر شدند. سپس مقدار فسفر کل به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از واکنش آمونیوم مولیبدو- وانادات و تشکیل کمپلکس زرد رنگ با محتویات خاکستر نمونه‌ها در طول موج ۴۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر[1] محاسبه شد، سپس با مراجعه به منحنی استاندارد تهیه شده توسط فسفات هیدروژنه پتاسیم، مقدار فسفر بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت ماهیچه ماهی بیان شد (Egan *et al*., 1981).

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع‌آوری شده مربوط به سنجش طول ماهیان، میزان غذای مصرفی، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی، رشد ویژه، ضریب چاقی و خصوصیات شیمیایی لاشه در نرم‌افزار Excel ذخیره و به‌وسیله برنامه $SASv_{2001}$ در قالب طرح کامل تصادفی و با استفاده از مدل آماری زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad \text{رابطه (۴)}$$

Y_{ij} برابر اثر هر یک از مشاهدات بر صفت؛ μ برابر میانگین جامعه برای هر صفت؛ A_i برابر iامین اثر تیمار؛ و e_{ij} برابر اثر باقی‌مانده است.

نتایج

میانگین و انحراف‌معیار وزن در دوره‌های مختلف سنجش و افزایش وزن ماهی در تیمارهای آزمایشی تغذیه‌شده با جیره غذایی کارخانه‌های مختلف خلاصه شد (جدول ۲). وزن ماهیان در کلیه تیمارهای آزمایشی در زمان صفر فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). میانگین افزایش وزن تا آخر دوره چهارم

[1] Cary 50, Varian Inc, Palo Alto, USA

زیست‌سنجی در هر چهار تیمار فاقد اختلاف معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). از زیست‌سنجی پنجم به بعد بین وزن تیمارهای آزمایشی روند افزایشی به‌وجود آمد، به‌طوری که این امر در جیره یک به حداکثر و در جیره چهار به حداقل خود رسید (p<۰/۰۵). میانگین وزن ماهیان در روز آخر آزمایش نشان داد ماهیانی که جیره یک را مصرف نمودند واجد وزن بالاتری نسبت به سایر ماهیانی بودند که سه جیره دیگر را مصرف کرده بودند (p<۰/۰۵). همچنین وزن ماهیان پرورش یافته با جیره سه به‌طور معنی‌داری بالاتر از ماهیان تغذیه شده با خوراک چهار بود (p<۰/۰۵). اختلاف بین وزن تیمارها با نزدیک شدن به مراحل انتهایی آزمایش بیشتر شد، به نحوی که کل افزایش وزن در جیره یک بیشترین و در تیمار چهار کمترین بود (p<۰/۰۵).

جدول ۱. میانگین وزن (گرم) ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)						پایان دوره
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	۸۰	۱۱۳/۳	۱۶۷	۲۱۷	۲۶۵ a*	۳۰۴a	۲۲۰a
۲	۸۰/۳	۱۱۱/۱	۱۶۲	۲۱۲	۲۵۳ b	۲۸۵bc	۲۰۰ bc
۳	۷۹/۸	۱۱۳/۲	۱۵۸	۲۱۵	۲۶۰ b	۲۹۷ b	۲۱۲b
۴	۷۹/۷	۱۱۲/۸	۱۶۱	۲۱۰	۲۶۳a	۲۹۳c	۲۰۴c
±SE	۲/۴	۲/۱	۲/۷	۲/۴	۲/۱	۲/۴	۱/۵

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵ ، n=۳۰).

میانگین ضریب تبدیل غذایی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در دوره‌های مختلف سنجش با جیره کارخانه‌های مختلف نشان داده شد (جدول ۲). این یافته‌ها نشان داد که ضریب تبدیل غذایی تیمارهای آزمایش در زیست‌سنجی دوم، سوم و چهارم فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود. اختلاف معنی‌داری بین ضریب تبدیل غذایی در زیست‌سنجی پنجم، ششم و کل دوره در تیمارهای یک و سه با تیمارهای دو و چهار مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۲. میانگین ضریب تبدیل غذایی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)						پایان دوره
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	–	۱/۲۹	۱/۳	۱/۴	۱/۳ b*	۱/۳ b	۱/۳ b
۲	–	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۴ a	۱/۴ a	۱/۴ a
۳	–	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۳ b	۱/۳ b	۱/۳ b
۴	–	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۴ a	۱/۴ a	۱/۴ a
±SE	–	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵ ، n=۳۰).

بر اساس جدول ۳، میانگین افزایش وزن روزانه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در دوره‌های دوم تا چهارم زیست‌سنجی در تیمارهای مختلف مشابه و فاقد اختلاف معنی‌دار بود. افزایش وزن روزانه ماهیان از زیست‌سنجی پنجم به بعد به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) تحت تاثیر نوع

جیره قرار گرفت، به نحوی که افزایش وزن در جیره یک بالاتر از سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین افزایش وزن روزانه (گرم) ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)						پایان دوره
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	–	۱/۶	۲/۴	۲/۵	۲/۶ a*	۲/۵ a	۲/۲ a
۲	–	۱/۵	۲/۴	۲/۴	۲/۲ b	۲/۱ b	۲/۱ b
۳	–	۱/۶	۲/۳	۲/۳	۲/۲ b	۲/۲ b	۲/۱ b
۴	–	۱/۶	۲/۲	۲/۱	۲ b	۲/۲ b	۲ b
±SE	–	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱	۰/۲

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵، n=۳۰).

جدول ۴ نشان داد که رشد طولی بدن ماهیان تیمارهای متفاوت فاقد اختلاف معنی‌دار و همگی واجد یک روند افزایشی در دوره‌های متوالی زیست‌سنجی بودند (p<۰/۰۵).

جدول ۴. میانگین طول بدن (سانتی‌متر) ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)						پایان دوره
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	۱۸/۸	۲۱/۹	۲۵/۳	۲۸	۲۸/۵	۲۸/۷	۹/۹
۲	۱۸/۶	۲۱/۱	۲۵/۵	۲۸/۳	۲۸/۷	۲۹/۱	۱۰/۵
۳	۱۸/۷	۲۱	۲۶/۲	۲۸/۹	۲۹/۲	۲۹/۲	۱۰/۵
۴	۱۸/۹	۲۱/۲	۲۵/۹	۲۸/۴	۲۸/۶	۲۸/۹	۱۰
±SE	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۰/۳

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵، n=۳۰).

بررسی ضریب رشد ویژه نشان داد که ضریب رشد ویژه با افزایش طول دوره آزمایشی به شکل معنی‌داری در تمام تیمارها کاهش می‌یابد، به‌طوری که بیشترین ضریب رشد ویژه تیمارها در زیست‌سنجی دوم و کمترین آن در زیست‌سنجی ششم مشاهده گردید (p<۰/۰۵) (جدول ۵). بیشترین مقدار ضریب رشد ویژه در کل دوره آزمایش در تیمار یک و کمترین در تیمار چهار مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۵. میانگین ضریب رشد ویژه (درصد) ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)					پایان دوره
	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	۱/۶۶ a	۱/۴۲ a	۱/۲۵ a	۰/۹۵ a	۰/۷۱ a	۱/۳۵ a
۲	۱/۵۰ a	۱/۳۹ b	۱/۲۰ b	۰/۸۸ c	۰/۵۷ b	۱/۲۱ c
۳	۱/۴۶ b	۱/۳۲ b	۱/۱۷ b	۰/۸۹ b	۰/۶۸ a	۱/۲۷ b
۴	۱/۶۰ b	۱/۴۴ a	۱/۲۳ a	۰/۹۰ bc	۰/۵۶ b	۱/۱۹ c
±SE	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵، n=۳۰).

بررسی ضریب چاقی نشان داد که مقدار این متغیر با افزایش طول دوره آزمایشی در تمام تیمارها افزایش می‌یابد (جدول ۶). بیشترین ضریب چاقی در کل دوره آزمایش با مقدار ۰/۶۰±۱۱/۹۰ درصد در تیمار یک به‌دست آمد که میزان آن به شکل معنی‌داری بیش از تیمار ۲ (۰/۷۶±۵/۲۰ درصد) بود (p<۰/۰۵).

جدول ۶. میانگین ضریب چاقی (درصد) ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	دوره‌های مختلف سنجش (طول هر دوره ۲۱ روز)						کل دوره
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	
۱	۴/۴۲	۵/۲۰	۶/۶	۷/۷۵	۱۰/۳ ^{a}	۱۱/۹ ^{a}	۲۳/۲ ^{a}
۲	۴/۳۵	۵/۲۶	۶/۳۵	۷/۵۰	۸/۸ ^{b}	۹/۸۰ ^{c}	۱۹/۱ ^{c}
۳	۴/۲۸	۵/۴۲	۶/۲	۷/۴۴	۸/۹ ^{b}	۱۰/۴۵ ^{bc}	۲۰/۳ ^{b}
۴	۴/۲۲	۵/۳۰	۶/۴	۷/۴۱	۹/۷ ^{ab}	۱۰/۱۴ ^{bc}	۲۰ ^{bc}
±SE	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۵۱

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵، n=۳۰).

آنالیز ترکیبات نشان داد که بیشترین درصد پروتئین لاشه بدن (فیله ماهی) با ۲۱/۴ درصد در تیمار یک و کمترین آن با ۲۰/۷ درصد در تیمار دو مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری نیز با یکدیگر بودند (p<۰/۰۵) (جدول ۷). با این وجود اختلاف معنی‌داری از نظر میزان چربی لاشه بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین و کمترین مقادیر درصد خاکستر لاشه به‌ترتیب در تیمارهای یک و دو مشاهده شد (p<۰/۰۵). بالاترین درصد کلسیم و فسفر لاشه در بین تیمارها در جیره شماره یک محاسبه شد (p<۰/۰۵).

جدول ۷. میانگین درصد ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره کارخانه‌های مختلف

کارخانه	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	کلسیم	فسفر
۱	۳۱/۵	۲۱/۴ ^{a}	۸/۲۳	۲/۵ ^{a}	۰/۶۴ ^{a}	۰/۳۷ ^{a}
۲	۳۱/۸	۲۰/۷ ^{b}	۷/۹۶	۲/۰۱ ^{c}	۰/۴۹ ^{b}	۰/۳۱ ^{bc}
۳	۳۱/۱	۲۰/۹ ^{ab}	۸/۰۶	۲/۳ ^{b}	۰/۵۳ ^{b}	۰/۳۳ ^{b}
۴	۳۱/۳	۲۱/۲ ^{ab}	۸/۱۵	۲/۱ ^{c}	۰/۵۱ ^{b}	۰/۲۹ ^{c}
±SE	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱

میانگین ستون‌های داخل هر گروه با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵، n=۳۰).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد با توجه به ثابت نگه داشتن عوامل محیطی از قبیل درجه حرارت آب، اکسیژن، تراکم، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب و اثر عوامل مدیریتی، اختلافات موجود در عملکرد جیره‌های کارخانجات صنعتی به‌دلیل تفاوت در ارزش غذایی و ترکیبات مواد مغذی تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی کارخانجات بوده که البته تعادل مواد مغذی در جیره به‌خصوص تعادل پروتئین و انرژی خوراک می‌تواند نقش موثری در این رابطه داشته باشد. یافته‌های این پژوهش در تایید سایر مطالعه‌ها نشان داد که افزایش مواد مغذی جیره مانند پروتئین باعث افزایش وزن ماهی قزل‌آلا می گردد (کیانی و همکاران، ۱۳۸۰؛ Steffens, 1989؛ Ahmadi & Alizadeh 2004؛ Mahmud *et al*., 1996). میزان افزایش وزن ماهی در تیمار یک که واجد مقدار پروتئین بالاتری نسبت به سایر جیره غذایی بود، مشاهده

شد که این نتایج در ارتباط با اثرات مثبت مواد مغذی پروتئین و اسیدهای آمینه جیره بوده که منجر به تولید عضله و وزن بیشتر می‌گردد (Weatherup *et al*., 1997).

در آزمایش دیگری Mahmud و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که با افزایش مواد مغذی جیره، ضریب تبدیل غذا بهبود می‌یابد، به‌طوری که گزارش شده ضریب تبدیل غذایی در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با مصرف جیره‌های حاوی ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین و ۱۰ درصد چربی به‌ترتیب ۱/۷، ۱/۴، ۱/۳ و ۱/۲ بوده است (Steffens, 1989). مطالعه Ahmadi و Alizadeh (۲۰۰۴) نشان دادند که با افزایش مواد مغذی مورد مصرف ماهی، ضریب تبدیل غذا بهبود یافته و راندمان استفاده از غذا افزایش می‌یابد. در این مورد Weatherup و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان دادند که با جیره‌های حاوی نسبت‌های متفاوت پروتئین ضریب تبدیل غذا از ۰/۹۹ تا ۱/۳۰ در فصول بهار، تابستان و زمستان در نوسان می‌باشد. همچنین در این راستا آنان گزارش دادند هنگامی که ماهیان قزل‌آلا با جیره‌های حاوی چربی زیادتر و پروتئین متعادل پرورش می‌یابند، در مقایسه با استفاده از جیره‌های حاوی چربی کمتر و پروتئین بالاتر، نرخ رشد کمتری دارند. در این ارتباط گزارش شده که جیره‌های غذایی متفاوت با توجه به نوع جیره و ترکیب مواد مغذی آن اثرات مختلفی بر میزان افزایش وزن ماهی قزل‌آلا دارند (کیانی و همکاران، ۱۳۸۰؛ Mahmud *et al*., 1996؛ Steffens 1989). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جیره یک با توجه به بهبود عملکرد رشد، نیازهای غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را نسبت به سایر تیمارها بیشتر و کامل‌تر تامین می‌نماید. البته به‌جز خوراک، سایر عوامل محیطی و مدیریتی در مزرعه پرورش ماهی نیز بر عملکرد رشد ماهیان تاثیر می‌گذارد (Weatherup *et al*., 1997).

با توجه به نتایج ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از نظر شاخص طول بدن دارای تغییرات اندک و غیرمعنی‌داری نسبت به وزن بدن می‌باشند. همانند این آزمایش شادنوش و همکاران (۱۳۸۷) و کیانی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که در ماهی قزل‌آلا با مصرف جیره‌های مختلف، روند افزایش وزن در مراحل مختلف زیست‌سنجی شدیدتر از روند افزایش طول بدن ماهی است. بنابراین می‌توان گفت ماهی قزل‌آلا از نظر طول بدن دارای اختلاف و تنوع کمتری می‌باشد.

در این پژوهش ضریب رشد ویژه کل دوره در تیمار یک نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود که می‌تواند نشان‌دهنده کمیت و کیفیت مواد مغذی (شامل پروتئین، چربی، مواد معدنی و ویتامین‌ها) مناسب‌تر در این جیره باشد. محققین دیگر نشان دادند که با افزایش برخی از مواد جایگزین پودر ماهی، ضریب رشد ویژه کاهش می‌یابد که می‌تواند به‌دلیل عدم وجود مواد ناشناخته رشد در این گونه مواد خوراکی جایگزین باشد (Yoshitomi *et al*., 2006).

در رابطه با نتایج ترکیب لاشه نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین درصد پروتئین لاشه مربوط به تیمارهایی است که خوراک آنها با پروتئین بیشتر و متعادل‌تری از نظر اسیدهای آمینه تهیه شده باشد که این مسئله ارتباط مستقیم با ترکیب شیمیایی خوراک‌ها دارد. این نتایج به‌طور مشابه توسط محققین دیگر نیز به‌دست آمده است (Mahata *et al*., 1994). در همین راستا گزارش شده که میزان چربی لاشه ارتباط مستقیم با سطح انرژی جیره دارد (Takeuchi *et al*., 1978). گزارش شادنوش و همکاران (۱۳۸۷) نیز نشان دادند که ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با جیره‌های مصرفی واجد سطوح بالاتر پروتئین لاشه‌هایی با پروتئین بیشتر حاصل می‌گردد. همچنین گزارش Hassan و همکاران (۱۹۹۷) در راستای نتایج به‌دست آمده در این آزمایش است. با توجه به نتایج جدول ۷، به نظر می‌رسد که به‌دلیل تفاوت میزان پروتئین در ترکیبات جیره‌های مختلف درصد عناصر پر نیاز به‌خصوص کلسیم و فسفر لاشه‌ها نیز

متفاوت گردیده‌اند (Weatherup *et al.*, 1997). گزارش‌ها نشان می‌دهند که کلسیم و فسفر لاشه تابع خاکستر آن است و بین میزان کلسیم و فسفر گوشت همبستگی مستقیم وجود دارد (شادنوش و همکاران، ۱۳۸۷؛ Weatherup *et al.*, 1997). تفاوت در میزان خاکستر نمونه‌ها می‌تواند به مواد معدنی موجود در آنها مربوط گردد که این خود ناشی از میزان پروتئین آنها به‌خصوص پروتئین‌های با منشاء حیوانی می‌باشد. معمولا پروتئین‌های حیوانی به‌خصوص با منشا آبزیان (آرد ماهی) دارای فسفر بالایی هستند، بنابراین لاشه‌هایی که پروتئین متوسط دارند، اما فسفر قابل ملاحظه‌ای ندارند می‌توانند به استفاده از منابع پروتئینی با منشا گیاهی و یا خطاهای آزمایش مربوط گردد (پوررضا، ۱۳۸۷).

روند شاخص‌های عملکرد رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های کارخانه‌های مختلف متفاوت بوده و در نهایت عملکرد جیره کارخانه یک که مواد مغذی مناسب‌تر و متعادل‌تری داشتند، مطلوب‌تر بود. به‌طور کلی صفات افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا، افزایش وزن روزانه، ضریب چاقی و خصوصیات ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان همه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع جیره تولیدی توسط کارخانجات قرار گرفتند. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده نظارت مستمر بر کیفیت خوراک تولیدی کارخانه‌های صنعتی تولید خوراک آبزیان توسط دستگاه‌های ذی‌ربط و پرورش‌دهندگان توصیه می‌گردد.

منابع

آق، ن.، کاظمی، ا.، نوری، ف.، اعلمی‌فر، ح.، آدینه، ح. و راستیان-نسب، ا. (۱۳۹۲) غنی‌سازی ناپلی *Artemia urmiana* با روغن‌های گیاهی و تاثیر آن بر رشد و بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchs mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، ۲۱(۲): ۹۸-۸۹.

پوررضا، ج. (۱۳۸۷) تغذیه مرغ. انتشارات ارکان دانش، تهران، ۶۷۲ صفحه.

سالنامه آماری شیلات ایران. (۱۳۹۵) انتشارات سازمان شیلات ایران، دفتر برنامه و بودجه، گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، ۶۴ صفحه.

شادنوش، غ. و پیرعلی، ا. (۱۳۹۵) کنترل کیفیت برخی از جیره‌های غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان چهارمحال و بختیاری. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۷۱(۳): ۲۶۳-۲۶۹.

شادنوش، غ.، شادنوش، ف. و طاهری‌میرقائد، ع. (۱۳۸۷) کاربرد میوه بلوط به‌عنوان همبندکننده جیره و اثر آن بر خصوصیات لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷(۳): ۱۰۶-۹۹.

کیانی، ف.، عمادی، ح.، دادگر، س.ح.، شادنوش، گ.ح. و عباسی، ع. (۱۳۸۰) مطالعه سطوح مختلف پروتئین در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). گزارش نهایی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، ۶۲ صفحه.

Ahmadi, M.R. and Alizadeh, M. (2004) Effect of dietary protein and energy levels on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in brackish water. Iranian Journal of Fisheries Science, 4(1): 77-88.

AOAC. (2001) Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Bradley, R.W. and Sprague, J.B. (1985) The influence of pH, water hardness, and alkalinity on the acute lethality of zinc to rainbow trout (Salmo gairdneri). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42(4): 731-736.

Ebenezar, S., Sankar, T.V., Kishore, P., Panda, S.K., Prabu, D.L., Chandrasekar, S., Wilson, L. and Vijayagopal, P. (2018) Evaluation of the quality of commercial fish feeds in India with respect to microbiological parameters. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2): 1478-1483.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981). Pearson's chemical analysis of foods. Churchill Livingstone, 30p.

Hassan, M.R., Macintosh, D.J. and Jauncey, K. (1997) Evaluation of some plant ingredients as dietary protein source for common carp (*Cyprinus carpino* L.) fry. Aquaculture, 151(1-4): 55-70.

Lovell, T. (1988) Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, 260p.

Mahata, S.C., Bhuiyan, A.K.M.A., Zaher, M., Hossain, M.A. and Hasan, M.R. (1994) Evaluation of silkworm pupae meal as a dietary protein source for Thai sharpunti, Puntius gonionotus (Bleeker). Journal of Aquaculture in the Tropics, 9(1-4): 77-85.

Mahmud, S., Chakraborty, S.C. and Das, M. (1996) Performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on different dietary protein with fixed energy ratio. Asian Australian Journal of Animal, 9(1): 31-35.

Moon, T.W., Foster, G.D. and Plisetskaya, E.M. (1989) Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food 6 weeks. Canadian Journal of Zoology 67(9): 2189-2193.

Niroomand, M., Sajadi, M.M., Yahyavi, M. and Asadi, M. (2011) Effects of dietary Betaine on growth, survival, body composition and resistance of fry rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under environmental stress. Iranian Scientific Fisheries Journal, 20(1): 135-146.

NRC (National Research Council). (2011) Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academy Press, Washington, D.C., 376p.

Satoh, S., Hernández, A., Tokoro, T., Morishita, Y., Kiron, V. and Watanabe, T. (2003) Comparison of phosphorus retention efficiency between rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a commercial diet and a low fishmeal based diet. Aquaculture, 224(1-4): 271-282.

Smith, R.R., Kincaid, H.L., Regenstien, J.M. and Rumsey, G.L. (1988) Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture, 70(4): 309-321.

Steffens, W. (1989) Principles of fish nutrition, Ellis Horwood Limited, 384p.

Takeuchi, T., Yokoyama, M., Watanabe, T. and Ogino, C. (1978) Optimum ratio of dietary energy to protein for rainbow trout. Bulletin of Japanese Society for Scientific Fisheries, 44(7): 729-732.

Treberg, J.R. and Driedzic, W.R. (2007) The accumulation and synthesis of betaine in winter skate. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A., 147(2): 475-483.

Weatherup, R.N., MCcracken, K.J., Foy, R., Rice, D., MCkendry, J., Mairs, R.J. and Hoey, R. (1997) The effect of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 151(1-4): 173-184.

Yoshitomi, B., Aoki, M., Oshima, S. and Hata, K. (2006) Evaluation of krill (*Euphausia superba*) meal as a partial replacement for fishmeal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture, 261(1): 440-446.

Effect of different extruded commercial feeds on some growth performances and carcass quality of fingerlings rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Chaharmahal and Bakhtiari province

Esmaeil Pirali-Kheirabadi[1*] and Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi[2]

1) Assistant Professor, Department of Fisheries Science, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran. *Corresponding Author Email Address: esmaeil_pirali@yahoo.com
2) Assistant Professor, Department of Fisheries Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Date of submission: 2018/06/29 Date of Acceptance: 2018/10/09

Abstract

In this study, different produced extruded commercial fish feeds in Chaharmahal-V- Bakhtiari Province investigated with the aim of determining growth indices and carcass composition of fingerlings rainbow trout. Total of 3600 rainbow trout Juveniles with initial average weight of 80±2.4 gr, were subjected in triplicate to four diets of 1, 2, 3 and 4 and in a completely randomized design for 130 days. At the end of experiment, 10 fish (294.7±7.3 g) from each tank were randomly sampled and chemical carcass composition (i.e. protein, lipid, ash and moisture) were measured. The highest body weight gain and daily weight gain were calculated in treatment 1 compared to others ($p<0.05$). Food conversion ratio (FCR) were lower in both 1 and 3 treatments than other groups ($p<0.05$). The maximum crude protein of fish fillet was obtained in treatment 1 and the lowest was measured in treatment 2 ($p<0.05$), but the fat content had not any significant differences among treatments ($p>0.05$). The highest and lowest fillet ash percent was seen in treatments 1 and 2, respectively ($p<0.05$). Treatments 1 and 2 were contained the highest and lowest amount of calcium and phosphorous, respectively ($p<0.05$). In conclusion, growth performances and carcass chemical composition of rainbow trout were not similar which could be related different levels of crude protein of commercial diets, which produced in Chaharmahal-V-Bakhtiari feed factories.

Keywords: Carcass quality, Chaharmahal-V-Bakhtiari, Fish feed, Growth, Rainbow trout.