

تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در آب لب‌شور

* محمود نفیسی بهابادی

استادیار گروه شیلات دانشگاه خلیج فارس

تاریخ دریافت: ۸۳/۷/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۹/۲۷

چکیده

جهت بررسی تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و ترکیب لاشه ماهیان قزل‌آلای پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب‌شور، ماهیان قزل‌آلا با میانگین وزنی $93/11 \pm 0/47$ گرم به مدت ۹۰ روز در حوضچه‌های پلی‌اتیلن به ظرفیت ۶۰۰ لیتر پرورش یافتند. ماهیان پرورشی با جیره غذایی حاوی ۳۵/۷۵۰ درصد پروتئین و چهار سطح انرژی ۳۳۰۰، ۳۶۰۰، ۳۹۰۰ و ۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم و براساس توده زنده حوضچه‌ها که هر ۱۵ روز یکبار طی عملیات زیست‌سنجی تعیین شد، تغذیه گردیدند. در طول دوره پرورش، دمای آب 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد، اسیدیته $7/700 - 8/600$ ، اکسیژن محلول $6/500 - 8/100$ میلی‌گرم در لیتر، هدایت الکتریکی $25270 - 25640$ میکروموس بر سانتی‌متر و شوری $15/800 - 15/600$ گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش سطوح انرژی در جیره غذایی، شاخص‌های رشد (نرخ رشد، نسبت بازده پروتئین، نرخ رشد ویژه و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص) و چربی لاشه افزایش، در حالی که قیمت تمام شده خوراک برای تولید هر کیلوگرم ماهی، ضریب تبدیل غذایی، خاکستر، پروتئین و رطوبت لاشه کاهش یافت ($P < 0/05$). نتایج به‌دست آمده و تجزیه و تحلیل اقتصادی مشخص نمود که جیره غذایی با سطوح انرژی بالاتر، موجب رشد مطلوب‌تر و کاهش قیمت تمام شده هر کیلوگرم ماهی قزل‌آلای پرورشی در آب لب‌شور می‌شود.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، آب لب‌شور، جیره غذایی، انرژی

مقدمه

(۱۹۹۷). هم اکنون بسیاری از نیازهای آحاد مردم به غذاهای دریایی از طریق آبزی‌پروری تأمین می‌شود، به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۷ در حدود ۶۶ درصد تولید ماهی آزاد از طریق آبزی‌پروری تأمین گردیده است (هاردی، ۱۹۹۹).

پرورش آبزیان با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به توسعه و گسترش است. در سال‌های اخیر تولیدات آبزی‌پروری در حدود ۱۵ درصد در سال رشد داشته است و به نظر می‌رسد که حداقل در دهه حاضر میلادی (۲۰۱۰-۲۰۰۱) نیز این روند ادامه داشته باشد (تکون،

قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در آب لب‌شور و کاهش قیمت تمام شده هر کیلوگرم ماهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ابتدا مواد اولیه غذایی با کیفیت مناسب تهیه و ترکیبات آن جهت تهیه فرمول‌های غذایی با استفاده از روش‌های عنوان شده در استاندارد متد^۱ مورد آزمایش قرار گرفت. پروتئین خام به روش کجلدال^۲ و از طریق تعیین نیتروژن کل و ضرب آن در ضریب ۶/۲۵ محاسبه گردید (۶/۲۵× درصد نیتروژن=درصد پروتئین). چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله و با دستگاه سوکسله اتوماتیک انجام شد. رطوبت از طریق قراردادن نمونه در اتوکلاو در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره‌الکتریکی (موفل) در حرارت ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. مقدار عصاره عاری از ازلت نیز محاسبه و به صورت زیر تعیین گردید:

$$\text{فیبر خام}(\%) + \text{چربی}(\%) + \text{خاکستر}(\%) + \text{پروتئین}(\%) +$$

$$\text{رطوبت}(\%) - 100 = \text{عصاره عاری از ازلت}$$

پس از تعیین ترکیبات مواد اولیه خوراک، جیره‌های غذایی براساس سطح انرژی ۳۳۰۰ (تیمار شاهد) ۳۶۰۰، ۳۹۰۰ و ۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم خوراک و براساس میزان استاندارد سوخت فیزیولوژیک^۳ و مطابق مقادیر گزارش شده (پایک و براون، ۱۹۶۷) به شرح زیر (پروتئین ۴، کربوهیدرات ۴ و چربی ۹ کیلوکالری بر گرم) محاسبه گردید و با استفاده از برنامه فرمول‌نویسی (لیندو، ۱۹۹۴) جیره‌های غذایی تنظیم شد.

نظر به اینکه در برنامه فرمول‌نویسی لیندو علاوه بر پروفیل اسیدهای آمینه مواد اولیه، اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز آبی نیز باید در اختیار باشد، به منظور تعیین پروفیل اسیدهای آمینه لاشه ماهیان قزل‌آلا تعداد ۱۰ قطعه

تولیدات آبی پروری در کشور ما نیز در سال‌های گذشته از رشد مناسبی برخوردار بوده، به طوری که میزان تولید ماهیان سردآبی (قزل‌آلا) در کشور از ۴۴۰ تن در سال ۱۳۶۸ به حدود ۳۰۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۳ بالغ شده است (خلاصه گزارش عملکرد معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات، ۱۳۸۳)، اما آلودگی‌های زیست‌محیطی، بروز بیماری در سیستم‌های متراکم پرورشی و تهیه غذا با کمیت، کیفیت و قیمت مناسب از جمله چالش‌هایی است که با توسعه آبی پروری پیش‌رو داریم.

در حال حاضر بیش از ۶۰ درصد هزینه‌های تولید ماهی قزل‌آلا در کشور را غذا به خود اختصاص می‌دهد (امیری، ۱۳۸۳) و جهت دستیابی به تولید مناسب و اقتصادی باید تا سرحد امکان کلیه هزینه‌های تولید از جمله هزینه تأمین غذا مورد بازنگری قرار گیرد. یکی از روش‌های کاهش قیمت تمام شده غذا برای تولید هر کیلوگرم ماهی پرورشی کاهش سطح مصرف پروتئین و افزایش انرژی جیره غذایی یعنی کاهش نسبت (P/E) در جیره غذایی است. براساس (گدارد، ۱۹۹۶) غذاهای پر انرژی دارای مقدار زیادی چربی (۳۰-۱۵ درصد) است و از این طریق انرژی جیره غذایی افزایش یافته و در مصرف پروتئین صرفه‌جویی می‌شود. در حال حاضر، بخش عمده‌ای از پروتئین غذای مصرفی ماهیان گوشتخواری مانند قزل‌آلا از طریق آرد ماهی تأمین می‌شود. افزایش تولیدات آبی پروری به ۷-۹ میلیون تن منبع تأمین پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد (تکون، ۱۹۹۷)، در حالی که هم اکنون تولید جهانی آرد ماهی در حدود ۶ میلیون تن است و تنها ۱/۲ میلیون تن در غذای آبزیان مصرف می‌شود (هاردی، ۱۹۹۹). بنابراین می‌توان با افزایش انرژی جیره‌های غذایی نسبت به کاهش مصرف مواد پروتئینی اقدام کرد، اگر چه ممکن است افزایش انرژی جیره غذایی و کاهش نسبت پروتئین به انرژی (P/E) در ترکیب لاشه ماهی نیز مؤثر باشد (سامانتاری و موهانتی، ۱۹۹۷). هدف از انجام این تحقیق استفاده از غذاهای پر انرژی با پروتئین متعادل جهت تغذیه ماهیان

1- AOAC, 1990

2- Kjeldhal

3- Standard physiological Fuel value

هر تیمار شامل ۳ تکرار و در هر تکرار تعداد ۲۵ قطعه ماهی رهاسازی و دوره پرورش از ۷/۱۰/۷۸ آغاز شد. محل استقرار حوضچه‌ها در ایستگاه تحقیقاتی آبیان آب‌های شور داخلی واقع در شهرستان بافق در ۱۰۰ کیلومتری مرکز استان یزد بود. محل تأمین آب، یک حلقه چاه که پس از ریختن در یک استخر ذخیره، به یک استخر بتنی با حجم ۷۰ متر مکعب پمپاژ و از آنجا به صورت ثقلی وارد حوضچه‌های پلی‌اتیلنی که در محلی مسقف در یک سالن قرار داشتند، هدایت می‌شد. همچنین، آب جاری مورد نیاز حوضچه‌ها براساس برآورد (کلونتر، ۱۹۹۱) تعیین گردید.

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از طبیعت (رودخانه گهر واقع در ارتفاعات اشترانکوه در استان لرستان) صید گردید و به‌منظور تعیین پروفیل اسیدهای آمینه پس از چرخ و میکس کردن به آزمایشگاه شیمی مرکز تحقیقات هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران ارسال و پروفیل اسیدهای آمینه آن به وسیله دستگاه کروماتوگرافی مایع با مطلوبیت بالا تعیین گردید. پروفیل اسیدهای آمینه ضروری بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان وحشی در جدول ۱ آمده است.

پس از تهیه جیره‌های غذایی ماهیان پرورشی با وزن متوسط $93/110 \pm 0/470$ گرم در حوضچه‌های پلی‌اتیلنی به حجم ۶۰۰ لیتر به صورت تصادفی ذخیره‌سازی شدند.

جدول ۱- نوع و درصد مواد اولیه مصرفی در هر یک از جیره‌های غذایی.

تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	درصد در هر یک از جیره‌های غذایی	نوع مواد اولیه
(جیره غذایی حاوی انرژی ۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم)	(جیره غذایی حاوی انرژی ۳۹۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم)	(جیره غذایی حاوی انرژی ۳۶۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم)	(شاهد) انرژی جیره غذایی حاوی ۳۳۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم)		
۱۸/۵۰۰	۱۸/۵۰۰	۱۸/۵۰۰	۱۸/۵۰۰	۴۰	آرد ماهی
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۴۰	سویا
۵	۵	۵	۵	۱۰	گندم
۴/۵۰۰	۴/۵۰۰	۴/۵۰۰	۴/۵۰۰	۵	ذرت
۱۵/۰۲۰	۱۱/۶۶۰	۸/۳۱۰	۴/۹۶۰	۴/۵۰۰	مخمر آبجو
۲	۲	۲	۲	۴/۹۶۰	روغن سویا
۱/۸۰۰	۱/۸۰۰	۱/۸۰۰	۱/۸۰۰	۲	همبند ^۱
۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۱/۸۰۰	مولتی ویتامین ^۱
۰/۸۰۰	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰	۰/۱۰۰	ویتامین C
۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۸۰۰	مکمل مواد معدنی ^۱
۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۳۰	آنتی اکسیدان (ویتامین E)
۲/۲۴۰	۵/۶۰۰	۸/۹۵۰۰	۱۲/۳۰۰	۰/۰۱۰	ضد قارچ ^۱
				۱۲/۳۰۰	پرکن ^۱

شاخص وضعیت^۲ و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص^۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. درجه حرارت، اکسیژن

ماهیان پرورشی ۳ بار در روز (در ساعات ۸، ۱۴ و ۲۰) با غذای مربوط به هر تیمار و براساس ۲ درصد وزن توده زنده تغذیه شدند. غذادهی روزانه به صورت مداوم ادامه یافت و تنها در روزهای انجام عملیات زیست‌سنجی غذادهی انجام نمی‌گرفت. زیست‌سنجی هر ۱۵ روز یکبار انجام و عوامل رشد مانند طول کل، وزن، ضریب تبدیل غذایی^۱، نسبت بازده پروتئین^۲، ضریب رشد ویژه^۳،

۲- پروتئین خشک مصرف شده (گرم) / افزایش وزن (گرم) = نسبت بازده پروتئین، ماخذ (سجویک، ۱۹۷۹)

۳- تعداد روزهای پرورش / ۱۰۰ * (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی) = ضریب رشد ویژه - ماخذ (امانوئل و چارز، ۱۹۸۹).

۴- وزن (گرم) = شاخص وضعیت - ماخذ (کانگ و همکاران، ۲۰۰۴) $100 \times$ / طول (سانتی متر)

۱- افزایش وزن (گرم) / غذای مصرف شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی، ماخذ (احمد علی، ۱۹۹۳)

محلول و اسیدیته آب به صورت روزانه و با استفاده از دماسنج، اکسیژن متر و pH متر دیجیتالی قابل حمل با دقت ۰/۰۱ مدل WTW اندازه گیری شد. شوری آب ثابت و مقدار آن در هر بار زیست سنجی به وسیله یک دستگاه EC متر دیجیتالی قابل حمل با دقت ۰/۰۱ مدل WTW سنجش شد.

اختلاف موجود بین تیمارها از نظر وزن اولیه، وزن نهایی، میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین، ضریب رشد ویژه و بهره برداری از پروتئین خالص در یک طرح کامل تصادفی در قالب ۴ تیمار غذایی و هر تیمار شامل ۳ تکرار تعیین شد و نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار SAS مدل ANOVA (یک طرفه) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نیز به وسیله آزمون چنددامنه دانکن (دانکن، ۱۹۵۵) در سطح ۹۵ درصد ($P < 0/05$) و نرم افزار Mstat-C انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه اسیدهای آمینه لاشه ماهی در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲- اسیدهای آمینه ضروری بدن ماهی قزل آلی رنگین کمان وحشی.

ماخذ	مقدار مورد نیاز ماهی قزل آلی رنگین کمان (گرم در هر ۱۰۰ گرم پروتئین)	مقدار (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین)	نوع اسید آمینه (ماهیان وحشی)
(اگینو، ۱۹۸۰)	۱/۶۰۰	۱/۹۸۹	هیستیدین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۳/۵۰۰ + ۳/۴۰۰	۳/۶۶۸	آرژنین + توئین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۱/۷۶۰	۱/۹۰۹	تیروزین
(رامسی و همکاران، ۱۹۸۳)	۳/۱۰۰	۲/۹۸۳	والین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۱/۵۷۰-۲/۱۴۰	۲/۰۴۰	متیونین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۲/۴۰۰	۲/۳۴۴	ایزولوسین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۴/۴۰۰	۲/۶۰۴	لوسین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۳/۱۰۰	۲/۳۱۰	فنیل آلانین
(اگینو، ۱۹۸۰)	۵/۳۰۰	۵/۲۳۰	لیزین

۱- ۱۰۰* پروتئین اولیه لاشه (گرم وزن خشک) - پروتئین نهایی لاشه (گرم وزن خشک) = بهره برداری از پروتئین خالص، ماخذ (کانگ و همکاران، ۲۰۰۴) / پروتئین مصرف شده (گرم)

نتایج تجزیه تقریبی جیره های غذایی مورد استفاده در جدول ۳ گزارش شده است.

نتایج حاصل از اندازه گیری فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب در جدول ۴ نشان داده شده است.

میزان اکسیژن محلول حوضچه ها در طول دوره پرورش بین ۸/۱۰۰-۷/۷۰۰ میلی گرم در لیتر، میزان pH آب بین ۷/۵۰۰-۸/۶۰۰، هدایت الکتریکی آب ۲۵۴۰۰ میکروموس بر سانتی متر و حرارت آب ۱۷-۱۳ درجه سانتی گراد در طول دوره پرورش متغیر بود، ضمن اینکه درجه حرارت شبانه روزی آب حوضچه ها هیچگاه بیش از ۲ درجه سانتی گراد تغییر نداشت. همچنین نتایج تأثیر جیره های غذایی و افزایش انرژی جیره ها بر شاخص های رشد در جدول ۵ گزارش شده است.

به طور کلی در کلیه تیمارهای غذایی که از انرژی بیشتر برخوردار بودند، شاخص های رشد (وزن نهایی، میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین، بهره برداری از پروتئین خالص و ضریب رشد ویژه) بهبود یافت، ضمن اینکه افزایش انرژی جیره های غذایی تأثیری در بازماندگی و میزان بقاء ماهی ها نداشت، چون تلفاتی در طول دوره پرورش مشاهده نشد.

ماهیان قزل‌آلای پرورشی در این طرح تحقیقاتی از وزن اولیه $0/470 \pm 93/110$ گرم به وزن نهایی $8/125 \pm 192/100$ گرم در پایین‌ترین سطح انرژی تا $6/721 \pm 214/700$ گرم در بالاترین سطح انرژی در مدت ۹۰ روز غذادهی با جیره‌های غذایی حاوی مقادیر مختلف انرژی رسیدند. داده‌ها اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد ($P < 0/05$) از نظر وزن نهایی بین سطوح مختلف انرژی جیره‌های غذایی نشان می‌دهد. افزایش وزن نهایی ماهیان قزل‌آلا با افزایش سطح انرژی جیره‌های غذایی به این دلیل است که افزایش انرژی جیره‌های غذایی تا حد انرژی مورد نیاز برای حداکثر متابولیسم و رشد قزل‌آلا، می‌تواند باعث بهبود کیفیت رشد شود (تاکوچی و همکاران، ۱۹۷۸). بنابراین انتظار می‌رود که با افزایش انرژی جیره‌های غذایی وزن نهایی و میزان رشد نیز بهبود یابد.

سایر شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده مانند نسبت بازده پروتئین و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص نیز با

افزایش انرژی جیره‌های غذایی افزایش می‌یابد. این موضوع را می‌توان چنین تفسیر کرد، که در آب‌های با شوری بیشتر، مکانیزم تنظیم اسمزی ماهی قزل‌آلا نیاز به انرژی بیشتری دارد (سین‌سازده، ۱۹۹۱) و در سطوح انرژی پایین‌تر مقداری از پروتئین مصرفی ماهی صرف تأمین انرژی شده و مسیر کاتابولیسم^۱ را طی کرده است، بنابراین کاهش میزان انرژی جیره‌ها موجب کاهش عوامل رشد (نسبت بازده پروتئین و بهره‌برداری از پروتئین خالص) شده است، اما در سطوح انرژی بالاتر تأمین انرژی مورد نیاز ماهی باعث شده تا از پروتئین در مسیر رشد و نمو آنابولیسم^۲ استفاده شود و پروتئین کمتر جهت تأمین انرژی به مصرف برسد. این مطلب توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. تاکوچی و همکاران (۱۹۷۸)، رینیتز و همکاران (۱۹۷۸) و علیزاده (۱۳۷۹) دریافتند که کاهش سطح انرژی جیره غذایی، باعث کاهش درصد پروتئین ذخیره شده در بدن می‌شود.

جدول ۳ - نتایج تجزیه تقریبی هر یک از جیره‌های غذایی مورد استفاده.

تیمار				تیمار اول (شاهد)	ترکیبات جیره‌ها (درصد)
تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱		
$36/500 \pm 0/527^a$	$36/570 \pm 0/291^a$	$35/930 \pm 0/575^{ab}$	$36/240 \pm 0/408^a$	پروتئین خام	
$20/270 \pm 0/492^a$	$16/460 \pm 0/325^b$	$13/610 \pm 0/475^c$	$10/300 \pm 0/608^d$	چربی خام	
$7/760 \pm 0/251^a$	$7/190 \pm 0/362^{ab}$	$8/000 \pm 0/442^a$	$7/760 \pm 0/235^a$	رطوبت	
$12/440 \pm 0/473^d$	$15/180 \pm 0/400^c$	$18/720 \pm 0/288^b$	$22/270 \pm 0/06^a$	خاکستر	
$1/670 \pm 0/082^a$	$1/670 \pm 0/204^a$	$1/570 \pm 0/216^{ab}$	$1/630 \pm 0/020^a$	فیبر	
۲۱/۳۶۰	۲۲/۹۳۰	۲۲/۱۷۰	۲۱/۸۰۰	عصاره عاری از ازت	
۴۲۰۵	۳۹۲۸	۳۶۱۱	۳۳۱۳	انرژی قابل هضم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	

* میانگین \pm خطای معیار ($\bar{X} \pm SE$)

** حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد ($P < 0/05$) می‌باشد.

جدول ۴ - میانگین فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب در طول دوره پرورش.

دوره‌های اندازه‌گیری (۱۵ روز)					
دوره اول	دوره دوم	دوره سوم	دوره چهارم	دوره پنجم	دوره ششم
۱۴/۱۰۰	۱۴/۹۰۰	۱۵/۰۰۰	۱۵/۳۰۰	۱۵/۷۰۰	۱۶/۵۰۰
۷/۷۰۰	۸/۱۰۰	۸/۰۰۰	۸/۲۰۰	۸/۵۰۰	۸/۶۰۰
۸/۰۰۰	۷/۸۰۰	۷/۹۰۰	۷/۴۰۰	۶/۸۰۰	۶/۵۰۰

فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب
دما (درجه سانتی‌گراد)

پی اچ (pH)

اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)

- 1- Catabolism
- 2- Anabolism

در تحقیقی که توسط (تاکوچی و همکاران، ۱۹۷۸) انجام شد، آنها ماهیان قزل‌آلا را با جیره‌های غذایی دارای ۲۰-۵ درصد چربی و ۴۸-۱۶ درصد پروتئین تغذیه کردند. با افزایش انرژی در هر سطح پروتئین میزان رشد و تبدیل غذا بهبود یافت و بهترین نتیجه در استفاده از جیره دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۲۰-۱۵ درصد چربی به دست آمد. 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 قزل‌آلا، بازدهی پروتئین را افزایش داده است.

با افزایش سطح انرژی تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) بین ضریب چاقی ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی انرژی‌های مختلف مشاهده می‌شود که این موضوع را می‌توان به افزایش قابل ملاحظه میزان چربی جیره‌ها با افزایش سطح انرژی آنها نسبت داد و با یافته‌های محققینی مانند لوزانا و همکاران (۱۹۹۴) و علیزاده (۱۳۷۹) مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط لوزانا و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد ماهیان قزل‌آلا با جیره‌های غذایی محتوی ۸/۴۰ درصد، ۱۱/۱۰۰ درصد و ۲۰/۷۰۰ درصد روغن ماهی تغذیه گردیدند،

نتیجه اینکه شاخص وضعیت و ضریب چاقی در مورد ماهیان تغذیه شده از جیره محتوی ۲۰/۷۰۰ درصد روغن نسبت به دو جیره دیگر بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) نشان دادند.

مسائل اقتصادی و قیمت تمام شده خوراک از اهداف مهم این تحقیق است. جدول ۵ قیمت تمام شده خوراک را در هر یک از تیمارهای غذایی در زمان انجام آزمایش نشان می‌دهد. چنانچه از داده‌های این جدول استنباط می‌شود با افزایش سطح انرژی هر یک از جیره‌های غذایی علاوه بر افزایش رشد، ضریب تبدیل غذایی نیز بهبود یافته و قیمت تمام شده خوراک به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی نیز کاهش می‌یابد و موید این است که ماهی قزل‌آلا در آب‌های با شوری بیشتر به جیره‌های غذایی پر انرژی‌تری جهت انجام فعالیت‌های متابولیک خود نظیر تنظیم اسمزی نیاز دارد و این گونه غذاها می‌تواند رشد بهتری را برای ماهی فراهم کرده و قیمت تمام شده خوراک را به ازای تولید هر کیلوگرم ماهی کاهش دهد. یافته‌های سایر محققان نظیر کرامچ نابل و لاکتر (۱۹۹۳) و سین سادزه (۱۹۹۱) مؤید این موضوع است.

جدول ۵- اثر سطوح انرژی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد.

تیمارهای غذایی				شاخص‌های رشد
تیمار چهارم	تیمار سوم	تیمار دوم	تیمار اول (شاهد)	
۲۱۴/۷۰۰±۶۷۲ ^a	۲۰۹/۱۰۰±۶۷۹ ^b	۲۰۱/۶۰۰±۶۹۰ ^c	۱۹۲/۱۰۰±۸۱۲ ^d	میزان وزن نهایی (گرم)
۱/۳۰۷±۰/۰۷۷ ^a	۱/۲۵۹±۰/۰۸۷ ^b	۱/۱۷۹±۰/۰۷۱ ^c	۱/۰۷۲±۰/۰۳۹ ^d	میزان رشد ^۱
۴۲۶۵±۱۳۸/۵۰۰ ^a	۴۴۴۰±۱۲۷/۰۰۰ ^b	۴۵۵۷±۱۸۸/۹۰۰ ^c	۴۶۷۹±۴۸/۶۸۰ ^d	مقدار غذایی مصرفی
۱/۴۰۸±۰/۱۲۷ ^d	۱/۵۳۱±۰/۱۴۱ ^c	۱/۷۲۳±۰/۱۷۸ ^b	۱/۸۴۶±۰/۱۷۹ ^a	ضریب تبدیل غذایی ^۱
۲/۲۰۹±۰/۱۱۱ ^a	۲/۰۳۵±۰/۰۹۷ ^b	۱/۸۲۴±۰/۱۲۳ ^c	۱/۶۹۰±۰/۱۰۱ ^d	نسبت بازده پروتئین ^۱
۴/۵۷۱±۰/۰۱۲ ^a	۴/۴۹۲±۰/۰۱۹ ^{ab}	۴/۳۹۸±۰/۰۲۴ ^{bc}	۴/۰۳۰±۰/۰۳۱ ^{cd}	بهره‌داری از پروتئین خالص (%) ^۱
۰/۹۲۸±۰/۰۳۷ ^a	۰/۹۰۵±۰/۰۴۲ ^b	۰/۸۶۵±۰/۰۳۷ ^c	۰/۸۰۸±۰/۰۵۶ ^d	ضریب رشد ویژه (%) ^۱
۱/۴۴۲±۰/۰۰۶ ^d	۱/۳۸۱±۰/۰۰۲ ^c	۱/۲۳۶±۰/۰۰۱ ^b	۱/۱۷۸±۰/۰۰۴ ^a	شاخص وضعیت ^۱
۴۰۱۸±۴۵۷/۰ ^a	۳۸۵۷±۴۵۷/۰ ^b	۳۶۹۶±۴۵۷/۰ ^c	۳۵۳۸±۴۵۲/۵ ^d	قیمت تمام شده هر کیلوگرم خوراک (ریال) ^۱
۵۶۱۸±۱۶۲/۳۰۰ ^d	۵۸۶۱±۲۰۳/۶۰۰ ^c	۶۳۱۷±۱۸۷/۶۰۰ ^b	۶۴۸۳±۲۵۴/۲۰۰ ^a	قیمت تمام شده خوراک به ازای هر کیلوگرم ماهی (ریال)

* میانگین ± خطای معیار ($\bar{X} \pm SE$)

** حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) می‌باشد.

در تحقیقی که توسط کرامچ نابل و لاکنر (۱۹۹۳) انجام شد، این محققین لاروهای ماهیان قزل‌آلا را در شوری‌های مختلف مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که افزایش میزان شوری تا ۱۸ گرم در لیتر باعث افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی و رشد بیشتر ماهی‌ها می‌شود و کاهش شوری تا حد صفر باعث کاهش رشد می‌شود. به نظر می‌رسد که افزایش شوری باعث تحریک متابولیسم پایه در ماهی قزل‌آلا می‌شود و ماهی برای دفع کردن این شوری فعالیت متابولیکی خود را افزایش می‌دهد، این افزایش فعالیت چون بعد از تأمین نیاز نگهداری انجام شده، افزایش تولید را به دنبال دارد.

در تحقیق دیگری که سین سادزه (۱۹۹۱) بر روی ماهیان قزل‌آلا در مرحله آلوین^۱ انجام داد، آنها را در معرض تحریکات متفاوت از قبیل افزایش شوری قرار داد. این محقق خاطر نشان می‌سازد که در این شرایط کاهش محسوس میزان گلوکز خون می‌تواند نشان‌دهنده افزایش نیاز به انرژی در ماهی به واسطه مکانیزم تنظیم اسمزی باشد. تحقیقات مشابهی در مورد سایر گونه‌های آبزیان انجام شده و نتایج تقریباً یکسانی را به دنبال داشته است.

در تحقیقی که توسط عابدیان کناری (۱۳۸۰) انجام شد، میگوی سفید هندی^۲ در شوری‌های (۲۵، ۳۵ و ۴۵ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که در شوری‌های بالاتر نیاز پروتئینی میگو کمتر و نیاز به انرژی

آن بیشتر است.

نتایج حاصل از تجزیه لاشه در جدول ۶ گزارش شده است.

با افزایش انرژی جیره‌های غذایی، خاکستر لاشه کاهش می‌یابد، این اختلاف در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) معنی‌دار است.

با افزایش سطح انرژی (چربی جیره) میزان رطوبت لاشه کاهش یافت، به عبارتی با افزایش انرژی غذا و چربی لاشه، درصد رطوبت لاشه کاهش یافته است. این مطلب توسط سایر محققین مانند کائوشیک و اولیوا (۱۹۸۹)، کو و کائوشیک (۱۹۹۰)، گوپه (۱۹۹۲)، استنفنس (۱۹۹۴) و اوها و واتانابه (۱۹۹۶) نیز گزارش شده است.

همچنین مطابق جدول ۵ با افزایش انرژی جیره‌های غذایی تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) بین میزان پروتئین لاشه مشاهده می‌شود (پروتئین لاشه کاهش می‌یابد).

با افزایش سطح انرژی (چربی جیره‌ها) میزان چربی لاشه افزایش یافته به طوری که بیشترین میزان چربی لاشه مربوط به تیمار ۴ با سطح انرژی (۴۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم) و کمترین مقدار چربی لاشه نیز مربوط به تیمار ۱ با سطح انرژی (۳۳۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم) می‌باشد. این موضوع با یافته‌های سایر محققین لی و پوتمن (۱۹۷۳)، گوپه (۱۹۹۲)، استنفنس (۱۹۹۴) و اوها و واتانابه (۱۹۹۶) مطابقت دارد.

جدول ۶- اثر سطوح انرژی جیره‌های غذایی بر ترکیبات لاشه*.

تیمار اول (شاهد)	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	ترکیبات لاشه
۷۰/۸۱±۰/۶۶ ^c	۷۱/۷۶±۰/۰۹ ^b	۷۲/۵۹±۰/۲۰ ^a	۷۳/۹۳±۰/۰۹ ^a	رطوبت
۶۰/۳۸±۲/۵۹ ^c	۶۲/۱۷±۱/۹۸ ^b	۶۳/۳۴±۱/۵۹ ^a	۵۳/۳۱±۰/۵۰	پروتئین خام
۳۴/۰۹±۰/۷۴ ^b	۲۹/۷۶±۰/۲۱ ^c	۲۶/۸۵±۰/۴۰ ^d	۲۰/۳۳±۰/۰۹ ^c	چربی خام
۴/۹۸±۰/۰۸ ^c	۵/۳۰±۰/۳۲ ^b	۵/۵۷±۰/۱۷ ^a	۶/۰۲±۰/۲۸ ^c	خاکستر

* میانگین \pm خطای معیار ($\bar{X} \pm SE$)

** ارقام بر اساس ماده خشک محاسبه شده است.

*** حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد ($P < 0.05$) می‌باشد.

- 1- Alevin
- 2- penaeus indicus Fenneropenaeus indicus

همکاران (۱۹۷۸)، بوکلی و کروز (۱۹۷۹)، گوپه (۱۹۹۲) و علیزاده (۱۳۷۹) گزارش شده است. در پایان با توجه به یافته‌های این تحقیق جیره‌های غذایی با سطح انرژی بیشتر برای پرورش ماهی قزل‌آلا در آب لب شور پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با پشتیبانی مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، همکاری مدیریت شیلات استان یزد و ایستگاه تحقیقات آب‌های شور داخلی - بافق انجام شده از پرسنل و مدیران وقت این واحدها تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

در تحقیقی که توسط (گوپه، ۱۹۹۲) انجام شد، این محقق گزارش داد که میزان چربی لاشه در ماهیان قزل‌آلایی که به مدت ۱۸ هفته با جیره غذایی حاوی ۲۴ درصد روغن ماهی هرینگ تغذیه شده بودند از ۶/۳۵ به ۱۳ درصد در پایان دوره پرورش افزایش یافته به علاوه رینیتز و همکاران (۱۹۷۸)، آسترنج (۱۹۷۹)، بوکلی و کروز (۱۹۷۹) و کووی (۱۹۷۹ و ۱۹۸۱) گزارش دادند که انرژی زیاد جیره‌های غذایی که دارای پروتئین متعادل هستند منجر به ذخیره‌سازی چربی و تغییر در ترکیبات لاشه می‌شود. ارتباط بین میزان رطوبت، پروتئین و چربی لاشه توسط برخی دیگر از محققین از جمله گولبراندسن و اوته (۱۹۷۷)، پاپوتسوگلو و همکاران (۱۹۷۸)، رینیتز و

منابع

۱. امیری، ز.، ۱۳۸۳. بررسی روند افزایش هزینه نهاده‌های مؤثر در پرورش قزل‌آلا و افزایش قیمت این محصول در استان کهگیلویه و بویر احمد، جلسه بحث دوره کارشناسی، دانشگاه خلیج فارس، ۴۰ صفحه.
۲. علیزاده، م.، ۱۳۷۹. روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور کویری. پایان‌نامه دوره دکتری تخصصی (Ph.D) رشته شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران؛ ۱۱۵ صفحه.
۳. عابدیان کناری، ع.، ۱۳۸۰. اثر سطوح پروتئین و انرژی بر روی رشد میگوی سفید هندی (*P.indicus*) در شوری‌های مختلف آب، پایان‌نامه دوره دکتری تخصصی (Ph.D) رشته شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۰ صفحه.
۴. خلاصه گزارش عملکرد معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران. ۱۳۸۳. ۱۰۳ صفحه.
5. Ahmad Ali, S. 1993. Evaluation of different Carbohydrates in the diet of the prawn (*Penaeus indicus*), I. A qua. Trop., pp. 13-23.
6. AOAC. 1990. Official Methods Of Analysis Association Of Official Analytic Chemist Ins., Arlington, USA, 15th ed., pp 1015.
7. Austreng, E. 1979. Fat levels and fat sources in dry diets for salmonid fish. In: J. E. Halver and K. Tiews (Editors). Finfish Nutrition and Fish feed Technology Vol. 2, H. Heeneman. Berlin: pp. 313-326.
8. Buckley, J.T., and Groves, T.D.D. 1979. Influence of feed on the body composition of finfish. In: J. E. Halver and K. Tiews (Editor), Finfish Nutrition and Fish feed Technology, Vol. 2, H. Heeneman, Berlin: pp. 335-343.
9. Cho, C.Y., and Kaushik, S.J. 1990. Nutritional energetics in Fish : energy and protein Utilization In rainbow trout (*Salmo gairdneri*) . World Rev. Nut. Diet. 61: 132 – 172.
10. Cowey, C.B. 1979. Protein and aminoacid requirements of finfish In: J.E. Halver and K, tiews (editors) : finfish Nutrition And Fish feed Technology. Vol 1.H.Heeneman. Berlin: pp 3-16.
11. Cowey, C.B. 1981. The food and feeding of captive fish. In: A. D. Hawkins (Editor). Aquarium Systems. Academic Press, London: pp. 223-246.
12. Duncan, D.B. 1955., Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11: pp. 1-42.
13. Emmanuel, M., Cruz, and Charles, James, M. 1989. The effects of feeding rotifers (*Brachionus plicatilis typicus*) on the yield and growth of tilapia (*Oreochromis spilurus*) fry, Aquaculture, 77, pp 353-361.
14. Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture, Chapter 5; Feed Types and Uses, Chapman and Hall Publications, 75-98.
15. Gouveia, A.J.R. 1992. The use of poultry by - product and hydrolyzed feather meal as a feed for rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). Published by Institute of Zoology Faculty of Science university of Porto, No 227. 24 pp.

16. Gulbrandsen, K.E., and Utne, F. 1977. The protein requirement on energy basis for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Fisk. Dir.Skr. Ser. Ernaring, 1: pp. 75-58.
17. Hardy, R.W. 1999. Aquaculture's rapid growth requirements for alternative protein sources. Feed Management Journal. Jan 1999. Vol 50, Nol, pp. 25-28.
18. Kang-Woong, K., Xiaojie, W., se-Min, C., Gun-Jun, P., and Sung chul, C.B. 2004. Evaluation of optimum dietary protein-to-energy ratio in juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), Aquaculture Research, 35, 250, 255 pp.
19. Kaushik, S.J., and Oliva-Teles, A. 1989. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. Aquaculture 50. 89- 101.
20. Klontz, W.G. 1991. Manual for Rainbiw Trout Production on the Family-Owned Farm. Department of fish and wildlife resources, university of Idaho, Section – 3, 13 – 19pp.
21. Krumnschnabel, G., and Lackner, R. 1993. Stress response in rainbow trout (*O. mykiss*) alevines. J.Comp. Biochem. Physiol. /A 1993 Vol 104 A. No 4. pp. 777-783.
22. Lee, D.J., and Putnam, C.B. 1973. The response of rainbow trout to varying protein/ energy ratio in a test diet. J. Nutr. 103. 916- 922.
23. Lindo/PC 5.3. 1994. Lindo Systems, Inc.
24. Luzzana, U., Serrini, G., Moretti, V.M., Gianesini, C. 1994. Effect of expanded feed with high fish oil content on growth and fatty acid composition of rainbow trout. Aquacult. INT. 1994. Vol. 2. no. 4, pp. 239-248.
25. MSTAT, C. 1980. Russe LL D. Freed. MSTATC Director. Scott P. Eisensmith, Deputy Director crop and soil Science Department. Michigan State University.
26. Ogino, C. 1980. Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acids, Bull. Jpn, SOC. Sci. Fish., 171-174.
27. Ohta, M., and Watanabe, T. 1996. Energy repuirement for maintenance of body weight and activity for maximum growth in rainbow trout, fisheries Science, 62(5), 737-744.
28. Papoutsoglou, S.E., and Papaparaskeva-Papoutsoglou, E.G. 1978. Comparative studies on body composition of Rainbow trout (*S. gairdneri*) in relation to type of diet and growr rate. Aquaculture. 13: pp. 235-243.
29. Pfeffer, E., Kinzinger, S., and Rodehutsord, M. 1995. Influence of the Proportion of poultry Slaughter by-products and of untreated or hydrothermically treated legume seeds in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), on apparent digestibilities of their energy and organic compounds, Aquaculture Nutririon, 1, 111–117 pp.
30. Pike, R.L., and Brown, M.L. 1967. Nutrition: An Integrated Approach, willey, Newyork. 542 pp.
31. Rumsey, G.L., Page, J.W., and Scott, M.L. 1983. Methionine and Cysteine reqirement of rainbow thout, prog. Fish, Cult, 45, 139-143.
32. Reinitz, G.L., Orme, L.E., Lemm, C.A., and Hitzel, F.N. 1978. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentrations in diet for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Trans. Am. Fish. Soc., 107: pp. 751-754.
33. Samantary, K., and Mohanty, S.S. 1997. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling Snakehead (*Channa Striata*). Aquaculture 156, pp. 241–246.
34. SAS Instiue. 1986. ed. SAS inst., Cary, NC.
35. Sedgewick, R.W. 1979. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and feed cinversion of Juvenil (*P. merguensis*), Aquaculture 16: 276 – 298.
36. Steffens, W. 1994. Replacing fish meal with poultry by – product meal in diets for rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 124 (1994) 27-34.
37. Tacon, A.G.J. 1997. Global trends in aquaculture and aqua feed production 1984-1995. International Aqua feed Directory 1997/8.
38. Takeuchi, T., Watanabe, T., and Ogino, C. 1978. Use of hydrogenated fish oil and beef tallow as a dietary energy source for carp and rainbow trout. 6(44). 186-776 Fish. Sci. Soc. Jpn. Bull.
39. Tsintsadze, Z.A. 1991. Adaptation capabilies of various size–age groups of rainbow trout in relation to gradual change of salinity, J. Ichthyology, Vol 31, no3, pp 31–38.

Effects of feed energy on growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in brackish water

M. Nafisi Bahabadi

Assistant Prof. of Dept. of Fishery, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran

Abstract

To study the affection of feed energy on growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) the fishes with initial weight of 93.110 ± 0.470 g were stocked and reared in polyethylene tanks with capacity of 600 liters. The fishes were fed with diet containing %35.750 crude protein and 4 levels of energy 3300, 3600, 3900 and 4200 kcal/ kg in base of biomass determined every 15 days. During the period of culture, water temperature $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$, pH 7.700–8.600, DO 6.500 – 8.100, EC 25270 – 25640 $\mu\text{m/cm}$ and salinity 15.600 g/l were reported. Results showed that with increase of feed energy, growth factors (growth rate, protein efficiency ratio, specific growth rate, Net protein utilization) and fat of carcass increase, although cost price of feed, feed conversion ratio, ash, protein and moisture of carcass decreased ($P < 0/05$). Commercial analysis showed that use of high energy feeds for rainbow trout reared in brackish water is more effective and commercially.

Keywords: Rainbow trout; Brackish water; Feed; Energy