مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره سوم، مرداد – شهریور ۱۳۸۶
ww.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

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 ۰/۴۷۰±۹۳/۱۱ گرم به‌مدت 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 هرکیلوگرم و براساس توده زنده حوضچه‌ها که هر ۱۵ روز یکبار طی عملیات زیست‌سنجی تعیین شد، تغذیه گردیدند. در طول دوره پرورش، دمای آب ۲ ± ۱۵ درجه سانتی‌گراد، اسیدیته ۸/۶۰۰–۷/۷۰۰، اکسیژن محلول ۸/۱۰۰ –۶/۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، هدایت الکتریکی ۲۵۶۴۰– ۲۵۲۷۰ میکروموس بر سانتی‌متر و شوری ۱۵/۸۰۰–۱۵/۶۰۰ 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 حالی‌که 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

پرورش آبزیان با سرعت زیادی در نقاط مختلف دنیا رو به توسعه و گسترش است. در سال‌های اخیر تولیدات آبزی‌پروری در حدود ۱۵درصد در سال رشد داشته است و به نظر می‌رسد که حداقل در دهه حاضر میلادی (۲۰۱۰–۲۰۰۱) نیز این روند ادامه داشته باشد (تکون، ۱۹۹۷). هم اکنون بسیاری از نیازهای آحاد مردم به غذاهای دریایی از طریق آبزی‌پروری تأمین می‌شود، به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۷ در حدود ۶۶درصد تولید ماهی آزاد از طریق آبزی‌پروری تأمین گردیده است (هاردی، ۱۹۹۹).

* – مسئول مکاتبه: nafisi@pgu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

تولیدات آبزی‌پروری در کشور ما نیز در سال‌های گذشته از رشد مناسبی برخوردار بوده، به‌طوری‌که میزان تولید ماهیان سردآبی (قزل‌آلا) در کشور از ٤٤٠ تن در سال ١٣٦٨ به حدود ٣٠٠٠٠ تن در سال ١٣٨٣ بالغ شده است (خلاصه گزارش عملکرد معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات، ١٣٨٣)، 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 آبزی پروری پیش‌رو داریم.

در حال حاضر بیش از ٦٠درصد هزینه‌های تولید ماهی قزل‌آلا در کشور را غذا به خود اختصاص می‌دهد (امیری، ١٣٨٣) 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، ١٩٩٦) غذاهای پر انرژی دارای مقدار زیادی چربی (٣٠-١٥درصد) 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 آبزی پروری به ٩-٧ میلیون تن منبع تأمین پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد (تکون، ١٩٩٧)، در حالی‌که هم اکنون تولید جهانی آردماهی در حدود ٦ میلیون تن است و تنها ١/٢ میلیون تن در غذای آبزیان مصرف می‌شود (هاردی، ١٩٩٩). 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، ١٩٩٧). هدف از انجام این تحقیق استفاده از غذاهای پرانرژی با پروتئین متعادل جهت تغذیه ماهیان 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[1] مورد آزمایش قرار گرفت. پروتئین خام به روش کجلدال[2] و از طریق تعیین نیتروژن کل و ضرب آن در ضریب ٦/٢٥ محاسبه گردید (٦/٢٥×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 ١٠٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت و خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره‌الکتریکی (موفل) در حرارت ٦٠٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت اندازه‌گیری شد. مقدار عصاره عاری از ازت نیز محاسبه و به‌صورت زیر تعیین گردید:

(فیبرخام٪ + چربی٪ + خاکستر٪ + پروتئین ٪ + رطوبت٪) − ١٠٠ = عصاره عاری از ازت

پس از تعیین ترکیبات مواد اولیه خوراک، جیره‌های غذایی براساس سطح انرژی ٣٣٠٠ (تیمار شاهد) ٣٦٠٠، ٣٩٠٠ و ٤٢٠٠ کیلوکالری بر هر کیلوگرم خوراک و براساس میزان استاندارد سوخت فیزیولوژیک[3] و مطابق مقادیر گزارش شده (پایک و براون، ١٩٦٧) به شرح زیر (پروتئین ٤، کربوهیدرات ٤ و چربی ٩ کیلوکالری بر گرم) محاسبه گردید و با استفاده از برنامه فرمول‌نویسی (لیندو، ١٩٩٤) جیره‌های غذایی تنظیم شد.

نظر به اینکه در برنامه فرمول نویسی لیندو علاوه‌بر پروفیل اسیدهای آمینه مواد اولیه، اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز آبزی نیز باید در اختیار باشد، به‌منظور تعیین پروفیل اسیدهای آمینه لاشه ماهیان قزل‌آلا تعداد ١٠ قطعه

1- AOAC, 1990
2- Kjeldhal
3- Standard physiological Fuel value

Archive of SID

www.SID.ir

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 ۰/٤۷۰±۹۳/۱۱۰ گرم در حوضچه‌های پلی‌اتیلنی به حجم ٦۰۰ لیتر به‌صورت تصادفی ذخیره‌سازی شدند.

هر تیمار شامل ۳ تکرار و در هر تکرار تعداد ۲۵ قطعه ماهی رهاسازی و دوره پرورش از ۷۸/۱۰/۷ آغاز شد. محل استقرار حوضچه‌ها در ایستگاه تحقیقاتی آبزیان 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 به‌صورت ثقلی وارد حوضچه‌های پلی‌اتیلنی که در محلی مسقف در یک سالن قرار داشتند، هدایت می‌شد. همچنین، آب جاری مورد نیاز حوضچه‌ها براساس برآورد (کلونتز، ۱۹۹۱) تعیین گردید.

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

درصد در هر یک از جیره‌های غذایی نوع مواد اولیه	تیمار ۱ (شاهد) انرژی جیره غذایی حاوی ۳۳۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم)	تیمار ۲ (جیره غذایی حاوی انرژی ۳٦۰۰ کیلو کالری بر هر کیلوگرم)	تیمار ۳ (جیره غذایی حاوی انرژی ۳۹۰۰ کیلو کالری بر هرکیلوگرم)	تیمار٤ (جیره غذایی حاوی انرژی ٤۲۰۰ کیلوکالری بر هر کیلوگرم)
آرد ماهی	٤۰	٤۰	٤۰	
سویا	۱۸/٥۰۰	۱۸/٥۰۰	۱۸/٥۰۰	۱۸/٥۰۰
گندم	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
ذرت	٥	٥	٥	٥
مخمر آبجو	٤/٥۰۰	٤/٥۰۰	٤/٥۰۰	٤/٥۰۰
روغن سویا	٤/۹٦۰	۸/۳۱۰	۱۱/٦٦۰	۱٥/۰۲۰
همبند[1]	۲	۲	۲	۲
مولتی ویتامین[1]	۱/۸۰۰	۱/۸۰۰	۱/۸۰۰	۱/۸۰۰
ویتامین C	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰
مکمل مواد معدنی[1]	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰	۰/۸۰۰
آنتی اکسیدان (ویتامین E)	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰
ضد قارچ[1]	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰
پرکن[1]	۱۲/۳۰۰	۸/۹٥۰۰	٥/٦۰۰	۲/۲٤۰

ماهیان پرورشی ۳ بار در روز (در ساعات ۸، ۱٤ و ۲۰) با غذای مربوط به هر تیمار و براساس ۲ درصد وزن توده زنده تغذیه شدند. غذادهی روزانه به‌صورت 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[1]، نسبت بازده پروتئین[2]، ضریب رشد ویژه[3]، شاخص وضعیت[4]، و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص[1] اندازه‌گیری و ثبت شد. درجه حرارت، اکسیژن

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

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).

٤- وزن (گرم) = شاخص وضعیت – ماخذ (کانگ و همکاران، ۲۰۰٤) [× ۱۰۰] /طول (سانتی متر)

Archive of SID

www.SID.ir

محلول و اسیدیته آب به‌صورت روزانه و با استفاده از دماسنج، اکسیژن متر و pH متر دیجیتالی قابل حمل با دقت ۰/۰۱ مدل WTW[2] اندازه‌گیری شد. شوری آب ثابت و مقدار آن در هر بار زیست‌سنجی 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 بهره‌برداری از پروتئین خالص در یک طرح کامل تصادفی در قالب ٤ 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 میانگین‌ها نیز به وسیله آزمون چنددامنه دانکن (دانکن، ۱۹۵۵) در سطح ۹۵ درصد ($P<0/05$) و نرم‌افزار Mstat-C انجام شد.

نتایج و بحث

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

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

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در جدول ٤ نشان داده شده است.

میزان اکسیژن محلول حوضچه‌ها در طول دوره پرورش بین ۸/۱۰۰ ـ۰۰ ٦/٥ میلی‌گرم در لیتر، میزان pH آب بین ۸/٦۰۰–۷/۷۰۰، هدایت الکتریکی آب ۲٥٤۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر و حرارت آب ۱۷ــ۱۳ درجه سانتی‌گراد در طول دوره پرورش متغیر بود، ضمن اینکه درجه حرارت شبانه‌روزی آب حوضچه‌ها هیچگاه بیش از ۲ درجه سانتی‌گراد تغییر نداشت. همچنین نتایج تأثیر جیره‌های غذایی و افزایش انرژی جیره‌ها بر شاخص‌های رشد در جدول ٥ گزارش شده است.

به‌طورکلی در کلیه تیمارهای غذایی که از انرژی بیشتر برخوردار بودند، شاخص‌های رشد (وزن نهایی، میزان رشد، ضریب تبدیل‌غذایی، نسبت بازده پروتئین، بهره‌برداری از پروتئین خالص و ضریب رشد ویژه) بهبود یافت، ضمن اینکه افزایش انرژی جیره‌های غذایی تأثیری در بازماندگی و میزان بقاء ماهی‌ها نداشت، چون تلفاتی در طول دوره پرورش مشاهده نشد.

جدول ۲- اسیدهای آیمنه ضروری بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان وحشی.

نوع اسید آمینه (ماهیان وحشی)	مقدار (گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین)	مقدار مورد نیاز ماهی قزل آلای رنگین کمان (گرم در هر ۱۰۰ گرم پروتئین)	ماخذ
هیستیدین	۱/۹۸۹	۱/٦۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
آرژنین + توئونین	۳/٦٦۸	۳/٤۰۰ + ۳/٥۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
تیروزین	۱/۹۰۹	۱/۷٦۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
والین	۲/۹۸۳	۳/۱۰۰	(رامسی و همکاران، ۱۹۸۳)
متیونین	۲/۰٤۰	۱/٥۷۰–۲/۱٤۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
ایزولوسین	۲/۳٤٤	۲/٤۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
لوسین	۲/٦۰٤	٤/٤۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
فنیل آلانین	۲/۳۱۰	۳/۱۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)
لیزین	٥/۲۳۰	٥/۳۰۰	(اگینو، ۱۹۸۰)

۱- ۱۰۰* پروتئین اولیه لاشه (گرم وزن خشک) – پروتئین نهایی لاشه (گرم وزن خشک) = بهره‌برداری از پروتئین خالص، ماخذ (کانگ و همکاران، ۲۰۰٤) / پروتئین مصرف شده (گرم)

2- Wissenschaftlich – Technische Werkstaten

Archive of SID

www.SID.ir

ماهیان قزل‌آلای پرورشی در این طرح تحقیقاتی از وزن اولیه ۰/٤۷۰ ± ۹۳/۱۱۰ گرم به وزن نهایی ۸/۱۲۵ ± ۱۹۲/۱۰۰ گرم در پایین‌ترین سطح انرژی تا ٦/۷۲۱ ± ۲۱٤/۷۰۰ 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 قزل‌آلانیاز به انرژی بیشتری دارد (سین‌سادزه، ۱۹۹۱) و در سطوح انرژی پایین‌تر مقداری از پروتئین مصرفی ماهی صرف تأمین انرژی شده و مسیر کاتابولیسم[1] 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[2] 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 ـ نتایج تجزیه تقریبی هر یک از جیره‌های غذایی مورد استفاده.

ترکیبات جیره‌ها (درصد)	تیمار			
	تیمار اول (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار٤
پروتئین خام	۳٦/۲٤۰ ±۰/٤۰۸ ^{a}	۳۵/۹۳۰±۰/۵۷۵ ^{ab}	۳٦/۵۷۰±۰/۲۹۱ ^{a}	۳٦/۵۰۰±۰/۵۲۷ ^{a}
چربی خام	۱۰/۳۰۰±۰/٦۰۸ ^{d}	۱۳/٦۱۰±۰/٤۷۵ ^{c}	۱٦/٤٦۰±۰/۳۲۵ ^{b}	۲۰/۲۷۰±۰/٤۹۲ ^{a}
رطوبت	۷/۷٦۰±۰/۲۳۵ ^{a}	۸/۰۰۰± ۰/٤٤۲ ^{a}	۷/۱۹۰±۰/۳٦۲ ^{ab}	۷/۷٦۰±۰/۲۵۱ ^{a}
خاکستر	۲۲/۲۷۰ ±۰/۰٦ ^{a}	۱۸/۷۲۰±۰/۲۸۸ ^{b}	۱۵/۱۸۰±۰/٤۰۰ ^{c}	۱۲/٤٤۰±۰/٤۷۳ ^{d}
فیبر	۱/٦۳۰±۰/۰۲۰ ^{a}	۱/۵۷۰±۰/۲۱٦ ^{ab}	۱/٦۷۰±۰/۲۰٤ ^{a}	۱/٦۷۰±۰/۰۸۲ ^{a}
عصاره عاری از ازت	۲۱/۸۰۰	۲۲/۱۷۰	۲۲/۹۳۰	۲۱/۳٦۰
انرژی قابل هضم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۳۱۳	۳٦۱۱	۳۹۲۸	٤۲۰۵

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

** 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 ٤- میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش.

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب / دوره‌های اندازه‌گیری (۱۵ روز)	دوره اول	دوره دوم	دوره سوم	دوره‌چهارم	دوره پنجم	دوره ششم
دما (درجه سانتی‌گراد)	۱٤/۱۰۰	۱٤/۹۰۰	۱۵/۰۰۰	۱۵/۳۰۰	۱۵/۷۰۰	۱٦/۵۰۰
پی اچ (pH)	۷/۷۰۰	۸/۱۰۰	۸/۰۰۰	۸/۲۰۰	۸/۵۰۰	۸/٦۰۰
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۸/۰۰۰	۷/۸۰۰	۷/۹۰۰	۷/٤۰۰	٦/۸۰۰	٦/۵۰۰

1- Catabolism
2- Anabolism

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌دست 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 ۹۵درصد ($P<0/05$) 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 (۱۹۹٤) و علیزاده (۱۳۷۹) مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط لوزانا و همکاران (۱۹۹٤) انجام شد ماهیان قزل‌آلا با جیره‌های غذایی محتوی ۸/٤۰۰ درصد، ۱۱/۱۰۰ درصد و ۲۰/۷۰۰درصد روغن ماهی تغذیه گردیدند، نتیجه اینکه شاخص وضعیت و ضریب چاقی در مورد ماهیان تغذیه شده از جیره محتوی ۲۰/۷۰۰درصد روغن نسبت به دو جیره دیگر بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵درصد ($P<0/05$) 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 علاوه‌بر 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.

شاخص‌های رشد	تیمارهای غذادهی			
	تیماراول (شاهد)	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
میزان وزن نهایی(گرم)	۱۹۲/۱۰۰±۸/۱۲۵^{d}	۲۰۱/٦۰۰±٦/۹۰۱^{c}	۲۰۹/۱۰۰±٦/۷۹۲^{b}	۲۱٤/۷۰۰±٦/۷۲۱^{a}
میزان رشد[1]	۱/۰۷۲±۰/٤۳۹^{d}	۱/۱۷۹±۰/۰۷۱^{c}	۱/۲۵۹±۰/۰۸۷^{b}	۱/۳۰۷±۰/۰۷۷^{a}
مقدار غذایی مصرفی	٤٦۷۹±٤۸/٦۸۰^{d}	٤۵۵۷±۱۸۸/۹۰۰^{c}	٤٤٤۰±۱۲۷/۰۰۰^{b}	٤۲٦۵±۱۳۸/۵۰۰^{a}
ضریب تبدیل غذایی[1]	۱/۸٤٦±۰/۱۷۹^{a}	۱/۷۲۳±۰/۱۷۸^{b}	۱/۵۳۱±۰/۱٤۱^{c}	۱/٤۰۸±۰/۱۲۷^{d}
نسبت بازده پروتئین[1]	۱/٦۹۰±۰/۱۰۱^{d}	۱/۸۲٤±۰/۱۲۳^{c}	۲/۰۳۵±۰/۰۹۷^{b}	۲/۲۰۹±۰/۱۱۱^{a}
بهره‌داری از پروتئین خالص (٪)[1]	٤/۰۳۰ ±۰/۰۳۱ ^{cd}	٤/۳۹۸ ± ۰/۰۲٤ ^{bc}	٤/٤۹۲ ±۰/۰۱۹ ^{ab}	٤/۵۷۱ ± ۰/۰۱۲ ^{a}
ضریب رشد ویژه(٪)[1]	۰/۸۰۸±۰/۰۵٦^{d}	۰/۸٦۵±۰/۰۳۷^{c}	۰/۹۰۵±۰/۰٤۲^{b}	۰/۹۲۸±۰/۰۳۷^{a}
شاخص وضعیت[1]	۱/۱۷۸±۰/۰۰٤^{a}	۱/۲۳٦±۰/۰۰۱^{b}	۱/۳۸۱±۰/۰۰۲^{c}	۱/٤٤۲±۰/۰۰٦^{d}
قیمت تمام شده هر کیلوگرم خوراک (ریال)[1]	۳۵۳۸±٤۵۲/۵^{d}	۳٦۹٦±٤۵۷/۰^{c}	۳۸۵۷±٤۵۷/۰^{b}	٤۰۱۸±٤۵۷/۰^{a}
قیمت تمام شده خوراک به‌ازای‌هر کیلوگرم ماهی(ریال)	٦٤۸۳±۲۵٤/۲۰۰^{a}	٦۳۱۷±۱۸۷/٦۰۰^{b}	۵۸٦۱±۲۰۳/٦۰۰^{c}	۵٦۱۸±۱٦۲/۳۰۰^{d}

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

** 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 گرم‌در لیتر باعث افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی و رشد بیشتر ماهی‌ها می‌شود و کاهش شوری تا حد صفر باعث کاهش رشد می‌شود. به‌نظر می‌رسد که افزایش شوری باعث تحریک متابولیسم پایه در ماهی قزل‌آلا می‌شود و ماهی برای دفع‌کردن 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) برروی ماهیان قزل‌آلا در مرحله آلوین[1] 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[2] در شوری‌های (۲۵، ۳۵ و ٤٥ 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 ٦ گزارش شده است.

با افزایش انرژی جیره‌های غذایی، خاکستر لاشه کاهش می‌یابد، این اختلاف در سطح ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار است.

با افزایش سطح انرژی (چربی جیره) میزان رطوبت لاشه کاهش یافت، به‌عبارتی 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)، گویه (۱۹۹۲)، استنفنس (۱۹۹٤) و اوهتا و واتانابه (۱۹۹٦) نیز گزارش شده است.

همچنین مطابق جدول ۵ با افزایش انرژی جیره‌های غذایی تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) بین میزان پروتئین لاشه مشاهده می‌شود (پروتئین لاشه کاهش می‌یابد).

با افزایش سطح انرژی (چربی جیره‌ها) میزان چربی لاشه افزایش یافته به‌طوری‌که بیشترین میزان چربی لاشه مربوط به تیمار ٤ با سطح انرژی (٤۲۰۰ 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)، گویه (۱۹۹۲)، استنفس (۱۹۹٤) و اوهتاو و اتانابه (۱۹۹٦) مطابقت دارد.

جدول ٦ – اثر سطوح انرژی جیره‌های غذایی بر ترکیبات لاشه*.

ترکیبات لاشه	لاشه اولیه	تیمار اول (شاهد)	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم
رطوبت	٦۹/۵۵۰±۰/۵۳۳^{d}	۷۰/۸۱±۰/ ٤٦۲^{c}	۷۱/۷٦±۰/۰۹۳^{b}	۷۲/۵۹±۰/۲۰۱^{a}	۷۳/۹۳ ± ۰/۰۹۹
پروتئین خام	۵۷/۹۷۰±۲/٤۹۳^{d}	٦۰/۳۸±۲/۵۹۱^{c}	٦۲/۱۷±۱/۹۸۳^{b}	٦۳/۳٤±۱/۵۹۲^{a}	۵۳/۳۱۰± ۰/۵۰۰
چربی خام	٤٤/٦٦۰±۱/۰٤۲^{a}	۳٤/۰۹±۰/۷٤۷^{b}	۲۹/۷٦±۰/۲۱۷^{c}	۲٦/۸۵±۰/٤۰۸^{d}	۲۰/۳۳۰ ± ۰/۹٦۰
خاکستر	٤/۷٦۹±۰/۱٦۵^{d}	٤/۹۸٦±۰/۰۸۵^{c}	۵/۳۰۸±۰/۳۲٦^{b}	۵/۵۷۹±۰/۱۷۱^{a}	٦/۰۲۳ ± ۰/۲۸۲

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

** 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 ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

1- Alevin
2- penaeus indicus Fenneropenaeus indicus

Archive of SID

www.SID.ir

در تحقیقی که توسط (گویه، ۱۹۹۲) انجام شد، این محقق گزارش داد که میزان چربی لاشه در ماهیان قزل‌آلایی که به‌مدت ۱۸ هفته با جیره غذایی حاوی ۲٤ درصد روغن ماهی هرینگ تغذیه شده بودند از ٦/۳۵ به ۱۳ درصد در پایان دوره پرورش افزایش یافته به‌علاوه 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 متعادلی 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 اوتنه (۱۹۷۷)، پاپوتسوگلو و همکاران (۱۹۷۸)، رینیتز و همکاران (۱۹۷۸)، بوکلی و کروز (۱۹۷۹)، گویه (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 ـ بافق انجام شده از پرسنل و مدیران وقت این واحدها تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

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، ٤۰ صفحه.

۲.علیزاده، م.، ۱۳۷۹.، روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی برروی 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 برروی رشد میگوی سفید هندی (*P.indicus*) در شوری‌های مختلف آب، پایان‌نامه دوره دکتری تخصصی (Ph.D) رشته شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۰ صفحه.

٤.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.

Archive of SID

www.SID.ir

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. Krumschnabel, 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 Rodehutscord, 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. merguiensis*), 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.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(3), July-Aug 2007
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

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 *(Oncorhynchys mykiss)* the fishes with initial weight of 93.110 ± 0.470g 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 ± 2^{oC} , pH 7.700–8.600 , DO 6.500 – 8.100 , EC 25270 – 25640 qm/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 carcase increase, although cost price of feed, feed conversion ratio, ash , protein and moisture of carcase 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

Archive of SID

www.SID.ir