

تأثیر سطوح مختلف انرژی جیره غذایی بر رشد و ترکیب لاشه قزل آلاهی رنگین کمان در آب لب شور

مهندس مرتضی علیزاده^۱ دکتر محمدرضا احمدی^۲ دکتر محسن فرخوی^۳

مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۶، شماره ۲، ۷۵-۷۱، (۱۳۸۰)

در مورد نیازهای پروتئینی قزل آلا Cowey و Sargent در سال ۱۹۷۲ معتقدند که این ماهی می‌تواند بیش از حد نیاز خود برای حداکثر رشد، پروتئین مصرف کند زیرا قادر به حذف نیتروژن اضافی به شکل آمونیم از طریق آبششها می‌باشد. پروتئین مازاد بر رشد و نگهداری به مصرف تولید انرژی می‌رسد. بنابراین می‌توان ضمن تأمین پروتئین مورد نیاز ماهی برای حداکثر رشد از مقدار بیشتری چربی و کربوهیدرات جهت تولید انرژی مورد نیاز استفاده کرد و از این طریق در مصرف پروتئین صرفه‌جویی نمود (۲۱، ۱۷، ۱۳، ۱۱). همچنین Zeitoun و همکاران در سال ۱۹۷۳ اظهار نمودند که نیاز پروتئینی ماهی قزل آلاهی پرورش یافته در آب شور (۲۰ pp+) مشابه نیاز پروتئینی این ماهی در آب شیرین است. اطلاعات اندکی از نیاز پروتئینی این ماهی در آب شور دریایی (۲۵ pp+) در دسترس است.

در مورد کمیت و کیفیت چربی و انواع آن جهت تغذیه قزل آلا نظریات متعددی وجود دارد و مطالعات نشان داده که چربی یک منبع مؤثر تولید انرژی در این ماهیان می‌باشد (۲۲). اطلاعات حاصل از تحقیق بر روی چندگونه ماهی سردابی بیانگر آن است که اضافه کردن ۲۰-۱۰ درصد چربی به جیره غذایی این ماهیان نتایج خوبی به همراه داشته است (۲۳، ۱۳، ۱). تغذیه قزل آلا با جیره‌های غذایی دارای ۲۰-۱۵ درصد چربی و ۴۸-۱۶ درصد پروتئین نشان داد که با افزایش انرژی در هر سطح پروتئین میزان رشد و تبدیل غذا بهبود می‌یابد و بهترین نتیجه در استفاده از جیره دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۲۰-۱۵ درصد چربی به‌دست آمد (۲۳). به‌علاوه استفاده از جیره‌های دارای چربی بیشتر و پروتئین کمتر، افزایش جذب پروتئین را در بدن به همراه دارد، بنابراین در نظر گرفتن بیش از ۱۰ درصد چربی در جیره غذایی این ماهی ضروری است و (۲۳). در تحقیق دیگری توسط Metallier همکاران در سال ۱۹۸۹ دو سطح پروتئینی ۴۰ و ۵۲ درصد و دو سطح چربی ۱۲ و ۱۸ درصد جهت تغذیه قزل آلا در قفس در آب دریا مورد استفاده قرار گرفت. برخلاف پروتئین، سطوح چربی بر روی میزان رشد تأثیر معنی‌دار داشت و بیشترین میزان رشد در سطح چربی ۱۸ درصد حاصل گردید.

مطالعات انجام‌شده در خصوص استفاده از کربوهیدرات‌ها در تغذیه ماهیان سردابی بیانگر آن است که کربوهیدرات‌ها به‌عنوان ارزانه‌ترین منبع تولید انرژی در این ماهیها اهمیت زیادی داشته و می‌تواند جایگزین بخشی از پروتئین جهت تولید انرژی شوند (۱۶). استفاده از جیره‌هایی که ۲۵-۱۷ درصد از انرژی قابل متابولیسم آنها (۳۸ درصد از کل جیره) از کربوهیدرات تأمین شود باعث در بهبود رشد و تبدیل غذا در قزل آلا می‌شود (۸ و ۳). همچنین Ringrose سال ۱۹۷۱ اظهار نمود که استفاده از دکسترین یا نشاسته تا ۲۵ درصد جیره به‌عنوان یک منبع تأمین انرژی در قزل آلا مؤثر بوده است. در تحقیق دیگری توسط و Ogino همکاران در سال ۱۹۷۶ بر روی قزل آلا، مشخص گردید که اگر انرژی جیره بر مبنای چربی و کربوهیدرات تنظیم شود، قزل آلا برای حداکثر رشد به ۳۵-۳۰ درصد پروتئین نیاز خواهد داشت.

مواد و روش کار

الف - ساخت جیره‌های غذایی: به‌منظور ساخت جیره‌های آزمایشی، مواد

در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف انرژی بر رشد و ترکیب لاشه قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب شور با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سه سطح انرژی ۲۷۰، ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم در سطح ثابت پروتئین ۳۵ درصد در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی به‌صورت نیمه خالص (Semipurified) ساخته شد که در آنها کازئین، ژلاتین و پودر ماهی به‌عنوان منبع پروتئین و روغن ماهی، دکسترین و نشاسته به‌عنوان منبع انرژی تعیین گردید. هر یک از تیمارها طی سه تکرار به‌طور همزمان مورد پرورش قرار گرفتند. هر تکرار شامل ۲۰ ماهی با وزن متوسط اولیه ۸۱/۵ گرم و طول دوره پرورش ۸۴ روز بود. برای پرورش از حوضچه‌های فایبرگلاس ۲ متر مکعبی استفاده گردید و هر یک از آنها به‌وسیله توری مخصوص پلی‌اتیلن به سه قسمت مساوی تقسیم شد تا امکان انجام سه تکرار در شرایط مشابه برای هر تیمار فراهم گردد. در طول دوره پرورش دمای آب $15 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ، pH بین ۸/۸-۷/۵، اکسیژن محلول بین ۸/۵-۶ میلی‌گرم در لیتر و EC برابر مقدار ثابت ۲۵۴۰ میکروموس بر سانتیمتر بود. نتایج نشان داد که در مورد درصد افزایش وزن (WG%)، نسبت تبدیل غذا (FCR)، درصد رشد متوسط روزانه (ADG%)، نسبت بازدهی پروتئین (PER)، درصد مصرف پروتئین خالص یا درصد رسوب پروتئین (ANP% یا DP%) و نرخ رشد ویژه (SGR) بهترین نتیجه مربوط به استفاده از جیره دارای ۴۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم بود. ضمن این‌که مقادیر مربوط به استفاده از جیره دارای ۴۰۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم، اختلاف معنی‌داری با آن نداشت ($P < 0.05$). مقدار چربی و رطوبت نهایی لاشه در هر یک از تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0.05$) و با افزایش سطح چربی جیره، مقدار آنها در لاشه به ترتیب افزایش و کاهش یافت، در حالی‌که مقادیر پروتئین نهایی لاشه در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. واژه‌های کلیدی: سطوح انرژی، رشد، ترکیب لاشه، قزل آلاهی رنگین کمان، آب لب شور.

قزل آلاهی رنگین کمان یکی از ماهیان باارزش پرورشی است که عمدتاً در آبهای سرد و شیرین با کیفیتی مطلوب و با استفاده از کانالها و تانکهای جریان‌دار به‌صورت متراکم پرورش داده می‌شود. این ماهی از گروه آبزیان اوری‌هالین بوده تا (Euryhaline) و پرورش آن در دامنه نسبتاً گسترده شوری از آبهای شیرین آبهای شور دریایی امکانپذیر می‌باشد. این توانایی باعث گردیده تا پرورش قزل آلا در آبهای لب شور داخلی ایران مورد توجه قرار گیرد. تجارب عملی چند سال گذشته در استان یزد در خصوص پرورش قزل آلا در آبهای لب شور زیرزمینی بیانگر استعداد قابل توجه این ماهی جهت پرورش در این گونه منابع آبی است. در این روش پرورش که براساس استفاده از استخرهای خاکی و آب لب شور زیرزمینی در نیمه دوم سال می‌باشد، قزل آلا به‌صورت نیمه متراکم با تعویض آب حدود ۱۰-۵ درصد در روز پرورش یافته و میزان تولید در شرایط متعارف طی یک دوره ۴ تا ۵ ماهه، ۳ تا ۴ تن در هکتار و در صورت استفاده از هواده ۵ تا ۶ تن در هکتار بوده است. علی‌رغم سابقه طولانی پرورش قزل آلا در آبهای شور دریایی بخصوص در کشورهای اسکاندیناوی، اطلاعات کمی در خصوص موضوعات مرتبط با این فعالیت از جمله تغذیه قزل آلا در آبهای شور وجود دارد. این در حالی است که تحقیقات گسترده‌ای در مورد احتیاجات غذایی قزل آلا در آبهای شیرین انجام گرفته است.



۱) کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی یزد، یزد - ایران.
۲) گروه آموزشی بهداشت و بیماریهای آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.
۳) گروه آموزشی تغذیه و اصلاح نژاد دام دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

جدول ۱ - اجزای غذایی و ترکیب جیره‌های آزمایشی براساس درصد وزن خشک

اجزای غذایی	شماره جیره		
	یک	دو	سه
پودر ماهی	۴۰	۴۰	۴۰
کازئین	۶/۳	۶/۳	۶/۳
ژلاتین	۱/۱	۱/۱	۱/۱
دکستروز	۱۴	۱۴	۱۴
روغن ماهی	۶	۸	۹/۹
روغن سویا	۴	۵/۳	۶/۶
نشاسته	۱۰	۱۰	۱۰
مخمر	۵	۵	۵
آلفا سلولز	۹/۱	۵/۷	۲/۴
مخلوط ویتامینی	۲	۲	۲
مخلوط مواد معدنی	۱	۱	۱
مواد همبند	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
ویتامین C	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ضدقارچ	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
ترکیب جیره			
پروتئین خام	۳۵	۳۵	۳۵
انرژی قابل هضم (کیلوکالری بر صد گرم)	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰
چربی خام	۱۳/۲	۱۶/۵	۱۹/۸
کربوهیدرات	۲۶	۲۶	۲۶
خاکستر	۷/۸	۷/۸	۷/۸
کلسیم	۲/۳	۲/۳	۲/۳
فیبر خام	۴	۴	۴
رطوبت	۸	۸	۸

اولیه لازم از مراکز مطمئن تهیه و سپس برای اطمینان بیشتر تجزیه آنها در یک آزمایشگاه معتبر انجام گرفت. تعداد سه جیره آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Lindo با در نظر گرفتن احتیاجات اساسی قزل‌آلا و سطوح انرژی و پروتئین مورد نظر به صورت نیمه خالص (Semipurified) تنظیم گردید که در آنها پودر ماهی، کازئین و ژلاتین به عنوان منبع پروتئین و دکستروز، نشاسته و روغن ماهی به عنوان منبع انرژی در نظر گرفته شد. کلیه جیره‌ها با سطح پروتئین ثابت ۳۵ درصد و سه سطح انرژی ۳۷۰، ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم بود (جدول ۱). به منظور تأمین سطوح مختلف انرژی مورد نظر در جیره‌ها از مقادیر مختلف روغن ماهی و روغن سویا در هر یک از آنها استفاده گردید.

مقادیر انرژی قابل هضم مواد غذایی به کار رفته در این تحقیق برای هر یک از جیره‌ها براساس ارزش سوخت و ساز فیزیولوژیکی استاندارد یعنی ۴، ۴ و ۶ کیلوکالری بر گرم به ترتیب در مورد پروتئین، کربوهیدرات و چربی محاسبه گردید (۱۹).

به منظور ساخت جیره‌ها، مواد خشک آسیاب شده با استفاده از یک همزن برقی ۳۰ کیلوگرمی مخلوط گردید و سپس روغن و در نهایت مقداری آب جهت تأمین رطوبت لازم اضافه شد. مخلوط حاصل با استفاده از یک چرخ گوشت به پلت‌های با قطر ۴/۵ میلی‌متر تبدیل و در دمای حدود ۴۰°C با استفاده از تعدادی پنکه، خشک و سپس بسته‌بندی گردید. برای هر تیمار ۲۰ کیلوگرم

خوراک ساخته شد که بدین ترتیب کل غذای ساخته شده ۶۰ کیلوگرم بود. خوراکهای ساخته شده به محل اجرای پروژه منتقل و در محیطی مناسب با دمای کمتر از ۱۵°C به دور از نور و رطوبت تا هنگام مصرف نگهداری گردید. تجزیه جیره‌های ساخته شده، صحت تنظیم آنها براساس سطوح مواد غذایی مورد نظر را تأیید نمود (جدول ۱).

ب - طرح آزمایشی: این پژوهش در محل ایستگاه تحقیقاتی آبیان آب شور باقی یزد اجرا گردید. به منظور انجام تحقیق در فضای سرپوشیده (Indoor)، یک سوله صحرایی ایجاد گردید و سپس حوضچه‌های ونیرو ۲۰۰۰ لیتری (۲m×۲m×۰/۵۵m) در آن مستقر شد. هر یک از حوضچه‌ها به یک تیمار تعلق گرفت و سپس با استفاده از توری مخصوص پلی اتیلن به سه قسمت مساوی تقسیم گردید تا امکان انجام سه تکرار مربوط به هر تیمار در شرایط کاملاً مشابه فراهم گردد. آب مورد نیاز نخست در داخل یک استخر بتنی ۷۰ متر مکعبی ذخیره و پس از تأمین دمای لازم و هوادهی بصورت ثقلی با استفاده از یک لوله پلی اتیلن وارد سالن گردید. انشعاب آب در مورد هر یک از تیمارها و تکرارها به منظور دریافت مقدار مساوی آب با دقت لازم انجام گرفت. میزان آب مورد نیاز براساس دستورالعمل تحقیقاتی Cho در سال ۱۹۹۰ تعیین گردید (در حوضچه‌های آزاد ماهیان به ازای ۰/۰۵ کیلوگرم توده زنده ماهی در لیتر دو بار تعویض حجم آب در ساعت ضروری است). در این طرح با در نظر گرفتن ۶۰ قطعه ماهی برای هر تیمار (۲۰ قطعه برای هر تکرار) و انتظار وزن حداقل ۲۰۰ گرم در پایان آزمایش، مجموع توده زنده نهایی ماهی در هر یک از حوضچه‌های تحقیقاتی ۲۰۰۰ لیتری، ۰/۰۰۶ کیلوگرم در لیتر برآورد گردید که براساس آن آب ضروری در اجرای طرح ۲۷ لیتر در دقیقه محاسبه گردید.

پس از آماده‌سازی کامل حوضچه‌ها و آبگیری آنها، در تاریخ ۱۳۷۸/۱/۱۵ تعداد ۱۸۰ عدد ماهی قزل‌آلا با وزن میانگین ۸۱ گرم و طول میانگین ۱۹ سانتیمتر از یک استخر پرورشی در محل ایستگاه انتخاب و به تفکیک در هر تکرار ۲۰ عدد ماهی در حوضچه‌ها رهاسازی گردید. ماهیها به منظور سازگاری با شرایط جدید به مدت ۵ روز با مخلوطی از غذای تجارتي و جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تغذیه ماهیها با جیره‌های آزمایشی از ۱۳۷۸/۱/۲۰ شروع و به مدت ۸۴ روز ادامه یافت. عوامل فیزیوشیمیایی آب به طور روزانه ثبت گردید و طی مدت پرورش، دمای آب حوضچه‌ها ۱۵±۰/۱°C، اکسیژن محلول ۸/۵-۶ میلیگرم در لیتر، pH بین ۸/۸-۷/۵ مقدار قابلیت هدایت الکتریکی (EC) ۲۵۴۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و میزان روشنایی سالن به طور برابر ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریک تنظیم شد. میزان غذای روزانه براساس افزایش وزن محاسبه شده ماهیها در هر نوبت نمونه برداری و دمای آب تعیین گردید که مقدار آن ۱/۴-۲ درصد توده زنده آنها بود. تعداد دفعات غذاهای در یک ماهه اول دوره پرورش ۴ بار و سپس ۳ بار در روز صورت گرفت. قبل از شروع آزمایش تعداد ۵ ماهی به طور تصادفی انتخاب و بلافاصله منجمد و سپس جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه ارسال گردید. در پایان آزمایش نیز از هر تکرار ۲ ماهی به طور تصادفی انتخاب و منجمد و سپس جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد.

ج - روشهای تجزیه داده‌ها: مواد اولیه غذایی، جیره‌های آزمایشی و تجزیه لاشه‌های ماهی با استفاده از روشهای (AOAC, 1984) تجزیه گردید، به طوری که رطوبت نمونه‌ها از طریق خشک کردن آنها در آون در دمای ۱۰۰°C تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام به روش نیتروژن کج‌دال (پروتئین خام = نیتروژن × ۶/۲۵)، چربی خام به روش حل کردن در اتر و با استفاده از دستگاه سوکسله، مقدار خاکستر با استفاده از کوره موفل به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۵۰°C و مقدار کربوهیدرات از طریق تفاضل مجموع مقادیر فوق از ۱۰۰ تعیین گردید. درصد افزایش وزن، (WG%)، نرخ رشد یا درصد رشد متوسط روزانه و (ADG%)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، نسبت بازدهی پروتئین (PER) درصد مصرف پروتئین خالص ظاهری یا درصد رسوب پروتئین با (ANPU% یا DP%) نرخ رشد ویژه (SGR) استفاده از فرمولهای زیر محاسبه گردید:



معنی داری نداشت ($P < 0/05$). کمترین مقدار رشد و بیشترین ضریب تبدیل غذا مربوط به جیره شماره یک بود که با مقادیر مربوط به جیره شماره ۲ و ۳ اختلاف قابل توجهی داشت ($P < 0/05$). تجزیه نهایی لاشه ماهیها نشان داد که با افزایش میزان انرژی جیره غذایی از ۳۷۰ به ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم میزان چربی لاشه افزایش و مقدار رطوبت کاهش داشت به طوری که مقدار مربوط به هر یک از این فاکتورها در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار داشت ($P < 0/05$), ضمن اینکه میزان پروتئین لاشه در بین تیمارها نزدیک به هم و بدون اختلاف معنی دار بود.

بحث

در این تحقیق اهمیت مقدار انرژی جیره غذایی بر رشد قزل آلی رنگین کمان در آب لب شور به اثبات رسید. بهترین رشد این ماهی در آب لب شور با $EC=25400$ میکروموس بر سانتیمتر (مجموع املاح ۱۵/۷ گرم در لیتر) با استفاده از جیره غذایی دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (۱۹/۸ درصد چربی) به دست آمد، هر چند با مقادیر مربوط به جیره دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۴۰۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (۱۶/۵ درصد چربی) اختلاف معنی داری نداشت ($P < 0/05$).

طبق نظر Takeuchi و همکاران در سال ۱۹۷۸c برای رشد مطلوب در قزل آلا بهترین سطح پروتئین ۳۵ درصد و بهترین سطح چربی ۲۰-۱۵ درصد است. از طرفی Zeitoun و همکاران در سال ۱۹۷۳ معتقدند که نیاز پروتئینی قزل آلا در آب شیرین و آب دارای شوری 20pp^+ مشابه است. همچنین Luquet در سال ۱۹۷۱ اظهار می دارد که اگر پروتئین با کیفیت بالا در جیره های غذایی قزل آلا استفاده شود و اسیدهای آمینه ضروری نیز به مقدار کافی تأمین شوند،

درصد افزایش وزن (WG%) = $\frac{\text{وزن متوسط نهایی (گرم)} - \text{وزن متوسط اولیه (گرم)}}{\text{وزن متوسط اولیه}}$ $\times 100$

درصد رشد متوسط روزانه (ADG%) = $\frac{\text{وزن متوسط نهایی (گرم)} - \text{وزن متوسط اولیه (گرم)}}{\text{تعداد روزهای پرورش}}$ $\times 100$

ضریب تبدیل غذا (FCR) = $\frac{\text{غذای خشک مصرفی به گرم}}{\text{افزایش وزن تر به گرم}}$

نسبت بازدهی پروتئین (PER) = $\frac{\text{افزایش وزن حاصل شده به گرم}}{\text{پروتئین خشک مصرف شده به گرم}}$

درصد مصرف پروتئین خالص (ANPU%) = $\frac{\text{پروتئین نهایی لاشه (گرم)} - \text{پروتئین اولیه لاشه (گرم)}}{\text{کل پروتئین خشک مصرف شده به گرم}}$

نرخ رشد ویژه (SGR) = $\frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن متوسط نهایی} - \text{لگاریتم طبیعی وزن متوسط اولیه}}{\text{تعداد روزهای پرورش}}$ $\times 100$

تمام اطلاعات با استفاده از نرم افزار SAS مدل ANOVA تجربه گردید.

نتایج

وضعیت رشد ماهیان قزل آلی رنگین کمان تغذیه شده از سه جیره آزمایشی با سطوح انرژی متفاوت در جدول ۲ ارائه گردیده است. با افزایش سطح انرژی جیره، میزان درصد افزایش وزن (WG%)، درصد رشد متوسط روزانه (ADG%)، نسبت بازدهی پروتئین (PER)، درصد مصرف پروتئین خالص (ANPU%) و نرخ رشد ویژه (SGR) افزایش و ضریب تبدیل غذا (FCR) کاهش یافت. بهترین نتیجه با استفاده از جیره شماره ۳ دارای ۳۵ درصد پروتئین، ۴۳۰ کیلوگرم بر صد گرم انرژی (۱۹/۸ درصد چربی خام) به دست آمد. مقادیر کمتر هر یک از فاکتورهای فوق متعلق به جیره شماره ۲ با انرژی ۴۰۰ کیلوکالری بر صد گرم بود ولی با مقادیر مربوط به جیره دارای ۴۳۰ کیلوکالری اختلاف

جدول ۲ - تأثیر سطوح مختلف انرژی بر روی عملکرد رشد قزل آلی رنگین کمان

شماره جیره	عملکرد رشد		
	یک	دو	سه
متوسط وزن اولیه (گرم)	۸۱ (±۶)	۸۲ (±۹)	۸۱ (±۸)
متوسط وزن نهایی (گرم)	۱۳۳ ^b (±۱۰)	۱۹۲ ^c (±۱۴)	۲۰۶ ^d (±۱۵)
درصد افزایش وزن (WG%)	۶۴/۳ ^b (±۱۱/۱)	۱۴۰/۷ ^a (±۱۳/۶)	۱۵۴/۳ ^a (±۱۵/۲)
درصد رشد متوسط روزانه (ADG%)	۶۲/۳ ^b (±۱۱/۱)	۱۳۶/۳ ^a (±۱۵)	۱۴۸/۷ ^a (±۱۴/۶)
ضریب تبدیل غذا (FCR)	۲/۶ ^a (±۰/۵)	۱/۶ ^a (±۰/۲)	۱/۳ ^b (±۰/۱)
نسبت بازدهی پروتئین (PER)	۱/۱ ^b (±۰/۲)	۱/۸ ^a (±۰/۲)	۲/۱ ^a (±۰/۲)
درصد مصرف پروتئین خالص (ANPU%)	۱۸/۷ ^b (±۴/۲)	۳۰/۳ ^a (±۵/۲)	۳۳/۷ ^a (±۳/۷)
نرخ رشد ویژه (SGR)	۰/۵۹ ^b (±۰/۸)	۱/۰۴ ^a (±۰/۰۷)	۱/۱ ^a (±۰/۰۷)

اعدادی که در هر ردیف بر روی آنها حروف یکسان درج شده اختلاف معنی دار ندارند ($P < 0/05$).

جدول ۳ - ترکیب لاشه ماهیان قزل آلی تغذیه شده با جیره های آزمایشی دارای سطوح مختلف انرژی

شماره جیره	ترکیب لاشه		
	یک	دو	سه
رطوبت	۷۴/۹	۷۵/۵ ^a (±۰/۳۶)	۷۱/۳ ^b (±۰/۳۳)
پروتئین	۱۶/۱	۱۶/۵ ^a (±۰/۱۶)	۱۵/۹ ^a (±۰/۳۲)
چربی	۶/۱	۶/۲ ^c (±۰/۳۱)	۹/۶ ^b (±۰/۱۶)
خاکستر	۱/۸	۱/۶ ^a (±۰/۰۵)	۱/۵ ^b (±۰/۰۴)

اعدادی که در هر ردیف بر روی آنها حروف یکسان درج شده اختلاف معنی دار ندارند ($P < 0/05$).



استفاده شود، بیشترین مقدار ANPU و PER در سطح پایین پروتئین (۳۰ درصد) و چنانچه از چربی و کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر این مقادیر در سطح پروتئین ۳۵ درصد و در صورتی که تنها از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر مقادیر فوق در سطح بالای پروتئین (۴۰ درصد) به دست می آید. در این تحقیق با استفاده از چربی و کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی حداکثر مقدار ANPU و PER در سطح پروتئین ۳۵ درصد حاصل گردید ضمن اینکه در چنین وضعیتی بهترین نتیجه در مورد ضریب تبدیل غذا (FCR) به دست آمد. اثرات مفید جایگزینی بخشی از پروتئین به وسیله چربی به خوبی شناخته شده است (۲۳) به طوری که با تأمین انرژی از طریق چربی از مصرف بخشی از پروتئین جهت تولید انرژی ممانعت می گردد. بدین ترتیب که می توان با در نظر گرفتن حداقل پروتئین مورد نیاز ماهی، تمام یا حداکثر پروتئین مصرف شده را جهت نگهداری و رشد ماهی هدایت نمود و از مصرف بی رویه این ماده با ارزش و ضایع شدن آن جلوگیری نمود.

آنالیز لاشه ماهی بعد از پایان آزمایش نشان داد که همراه با افزایش انرژی جیره غذایی (افزایش سطح چربی) میزان چربی لاشه افزایش و برعکس میزان رطوبت لاشه کاهش یافته است به گونه ای که هر یک از مقادیر عوامل فوق در بین تیمارهای مختلف معنی دار بود ($P < 0/05$). همچنین میزان پروتئین خام و خاکستر لاشه اختلاف معنی داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد. این نتایج ضمن بیان جایگزینی چربی و رطوبت با یکدیگر در لاشه بیانگر این موضوع است که با توجه به عدم اختلاف معنی دار رشد در بین دو تیمار مصرف کننده جیره حاوی انرژی ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم، می توان بهترین ترکیب لاشه را به ماهیان مصرف کننده جیره شماره ۲ (حاوی ۴۰۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم انرژی) نسبت داد چون ترکیب معقولی را از لحاظ پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر نسبت به سایر تیمارها دارا بوده است.

سطح پروتئین ۳۰ درصد و حتی ۲۵ درصد (۱۲) برای رشد مطلوب قزل آلا کافی است و مقادیر بیشتر آن تأثیری در افزایش رشد ندارد. در این آزمایش نیز مشخص گردید که قزل آلا با داشتن ۳۵ درصد پروتئین در جیره غذایی خود رشد مطلوبی را در آب لب شور به همراه دارد، ضمن اینکه عامل مهم و تعیین کننده در رشد بهینه میزان انرژی جیره غذایی بوده است. بدون شک یکی از منابع مهم تعیین انرژی در پرورش قزل آلا، چربی می باشد. Takeuchi و همکاران در سال ۱۹۷۸ معتقدند که در نظر گرفتن حداقل ۱۰ درصد چربی در جیره غذایی جهت رشد، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی مطلوب در قزل آلا ضروری است. تحقیقات بر روی سایر گونه ها نشان داده که کپور معمولی می تواند تا ۱۸ درصد (۱۰)، گربه ماهی تا ۱۲ درصد (۶) و تیلپای قرمز تا ۱۸ درصد (۷) چربی را به طور مؤثری مصرف نمایند. از طرفی طبق تحقیق Garcia Riera و همکاران در سال ۱۹۹۳، استفاده از سطوح بالای چربی تا حد مشخصی هیچگونه اثرات کاهش رشد و یا پاتولوژیکی در قزل آلا رنگین کمان ایجاد نمی نماید. در این تحقیق نیز قزل آلا میزان چربی ۱۶/۵ درصد و ۱۹/۸ درصد را به طور مؤثر و بدون ایجاد اختلاف معنی دار در رشد مورد استفاده قرار داد. بنابراین با توجه به این نتایج تحقیق و مطالعات انجام گرفته قبلی نکات فوق مورد تأکید قرار می گیرد که اولاً در صورت تأمین انرژی کافی از طریق چربی و کربوهیدرات ضمن صرفه جویی در مصرف پروتئین، می توان با تأمین حداقل پروتئین مورد نیاز قزل آلا حداکثر رشد را در ماهی ایجاد کرد. مطلب فوق، اثرات قابل توجهی در کاهش هزینه های تأمین غذا و همچنین کاهش میزان آلودگی آب ناشی از دفع ترکیبات نیتروژنی توسط ماهی می شود. ثانیاً با توجه به اطلاعات موجود، نیاز پروتئین و انرژی قزل آلا در آب شیرین و آب لب شور مورد استفاده با مجموع املاح حدود ۱۵/۷ گرم در لیتر مشابه است.

در تحقیقی که توسط Ogino و همکاران در سال ۱۹۷۶، انجام شد مشخص گردید که اگر در جیره غذایی قزل آلا از چربی به عنوان منبع اصلی انرژی

References

- Andron, J.W., Blair, A., Cowey, C.B. and Shanks, A.M. (1976): Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth, feed conversion and body composition of turbot. *Aquaculture* 7: 125-132.
- AOAC. (1984): Association of Official Analytical Chemists. 4. Official Method of Analysis, 12th Edn. Washington, DC., 194 pp.
- Brauge, C., Corraze, G. and Medale, F. (1995): Effects of dietary levels of carbohydrate and lipid on glucose oxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in fresh water or sea water. *Comp. Biochem. Physiol.* 111A, 117-124.
- Cho, C.Y. (1990): Feed nutrition, feed and feeding: With special emphasis on salmonid aquaculture. *Feed Rev. Int.* 6, 333.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R. (1972): Fish nutrition. *Adv. Mar. Biol.* 10: 383-492.
- Dupree, I.L.K., Gauglitz, E.T. and Haule, C.R. (1979): Effects of dietary lipids on growth and acceptability (flavor) of channel catfish. *Heenemann verlags gesecltschaft mbh, Berlin, Vol. 11,* 87-110.
- De Silva, S.S., Gunasekera, R.M. and Shim, K.F. (1991): Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia. *Aquaculture* 95, 305-318.
- Edwards, D.J., Austreng, E., Risa, S. and Gjedrem, T. (1977): Carbohydrate in rainbow trout diets. I. Growth of fish of different families fed diets containing different proportions of carbohydrate. *Aquaculture* 11: 31-38.
- Garcia-Riera, M.P., Martinez, F.J. Canteras, M. and Zamora, S. (1993): Effects of various dietary energy sources on rainbow trout. *Aquacult. Mag.* 19, 46-53.
- Jauncey, K. (1982): Carp nutrition - a review, in: Muir, I.J.F., Roberts, R.J. *Recent advances in aquaculture, Vol. 11, Croom Helm. London,* pp: 215-263.
- Kaushik, S.J. (1977): Influence de ia salinire sur le metabolisme azole et le besoin en arginine chez la truit arc-en-ciel. These, L. 'univesite de brotagne occidentale. 230 P.
- Kim, K.L., Kayes, T.B. and Armondson, C.H. (1984): Requirements for sulfur containing amino acids and utilization of D. methionine by rainbow trout. *Fed. Proc.* 43: 3338.
- Lee, D.J. and Putnam, M. (1973): The response of rainbow trout to varying protein/energy ratio in a test diet. *J. Nutr.* 103: 916-922.



14. Luquet, P. (1971): Efficacite des proteines en relation avec leur taux kim corporation dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. *Ann. Hydrobiol.*, 2: 176-186.
15. Metailler, R., Gabaudan, J. and Guillaume, J. (1989): Compared nutrition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*Salmo trutta*) and Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*), Effect of crude protein and lipid levels. Copenhagen - Denmark, ICES, 14 pp.
16. NRC (1981): (National Research Council), Nutrient requirements of cold water fishes. National academy press, Washington, D.C., 102p.
17. Ohta, M. and Watanabe, T. (1996): Energy requirements for maintenance of body weight, activity and for maximum growth in rainbow trout. *Aquaculture Research Center. Fisheries Sciences*, 62(5), 737-744.
18. Ogino, C., Chiou, J.Y. and Takouchi, T. (1976): Protein nutrition in fish. Effects of dietary energy sources on the utilization of protein by rainbow trout and carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 42(29), 213-218.
19. Pike, R.L. and Brown, M.J. (1967): Nutrition: An integrated approach. Wiley, New York. 452pp.
20. Ringrose, R.C. (1971): Calorie-to-protein ration for brook trout. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 28: 1113-1117.
21. Rumsey, G.L. (1973): The protein situation in fish feeds and feeding. *Am. Fishes/U.S. Trout news* 18(7): 6-11.
22. Takeuchi, T., Watanabe, T. and Opino, C. (1978a): Optimum ratio of protein to lipid in diets of rainbow trout, *Bull. J. Pn. Soc. Sci. Fish.* 44(6), 683-688.
23. Takeuchi, T., Watanabe, T. and Ogino, C. (1978c): Supplementary effect of lipid in high protein diet of rainbow trout. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 44(6): 677-681.
24. Zeitoun, I.H., J.E. Halver, J.E., Ultery, D.E. and Tack, P.I. (1973): Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout fingerling. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30: 1867-1873.

Effects of dietary energy levels on growth performance and carcass composition of rainbow trout in a brakish water

Alizadeh, M.¹, Ahmadi, M.R.², Farkhoy, M.³

¹Yazd Natural Resources Research Center, Yazd - Iran.

²Department of Health, Hygiene and Aquatic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran - Iran. ³Department of Nutrition and Animal Breeding, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran - Iran.

In this study three digestible energy levels at constant protein level of 35% were utilized. Diets were made in semipurified that in all of them fish meal, casein and gelatin as the sources of protein and dextrin, starch and oil as the sources of energy were used. Each of experimental diets was fed to triplicate groups of 20 fish with an average individual weight of 81.5g in 3 2000/L, flow through fiberglass tanks that each of tanks divided exactly into three parts by polyethilen plastic net. During this experiment water temperature, dissolved oxygen, pH and EC were $15 \pm 2^\circ\text{C}$, 6-8.5 mg/l, 7.5-8.8 and 25400 $\mu\text{m Cm}$ respectively. The diets were fed at a rate between 1.6-2% wet body weight per day, depended to water temperature, in three equal rations and adjusted two weekly for 84 days. Weight gain (WG%), average daily growth percent (ADG%), protein efficiency ratio (PER), apparent net protein utilization percent (ANPU%) or protein deposited percent (PD%), specific growth rate (SGR) were found to increase and food conversion rate (FCR) was found to decrease with an increasing energy levels from 370 to 430 Kcal/100g. The best growth performance was attained by fish fed a 35% protein and 430 Kcal/100g digestible energy (crude lipid 19.8%). Fat and moisture of carcass were affected by energy levels of test diets, while protein and ash of carcass were relatively constant in different treatments.

Key words : Energy levels, Growth, Carcass composition, rainbow trout, Brakish water.

