تاثیر سطوح مختلف انرژی جیره غذایی بر رشد و ترکیب لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب شور

مهندس مرتضی علیزاده[1] دکتر محمدرضا احمدی[2] دکتر محسن فرخوی[3]

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

در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف انرژی بر رشد و ترکیب لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) در آب لب شور با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سه سطح انرژی ۳۷۰، 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 ۱۵±۲°C، pH بین ۸/۸-۷/۵، اکسیژن محلول بین ۸/۵-۶ میلی‌گرم در لیتر و EC برابر مقدار ثابت ۲۵۴۰۰ 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 (ANPU% 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<۰/۰۵). مقدار چربی و رطوبت نهایی لاشه در هر یک از تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و با افزایش سطح چربی جیره، مقدار آنها در لاشه به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت، در حالی‌که مقادیر پروتئین نهایی لاشه در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: سطوح انرژی، رشد، ترکیب لاشه، قزل‌آلای رنگین‌کمان، آب لب‌شور.

قزل‌آلای رنگین‌کمان 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 قزل‌آلا در آبهای لب‌شور داخلی ایران مورد توجه قرار گیرد. تجارب عملی چند سال گذشته در استان یزد در خصوص پرورش قزل‌آلا در آبهای لب‌شور 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 لب‌شور زیرزمینی در نیمه دوم سال می‌باشد، قزل‌آلا 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 قزل‌آلا در آبهای شور دریایی بخصوص در کشورهای اسکاندیناوی، اطلاعات کمی در خصوص موضوعات مرتبط با این فعالیت از جمله تغذیه قزل‌آلا در آبهای شور وجود دارد. این در حالی است که تحقیقات گسترده‌ای در مورد احتیاجات غذایی قزل‌آلا در آبهای شیرین انجام گرفته است.

در مورد نیازهای پروتئینی قزل‌آلا 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 آمونیوم 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 قزل‌آلای پرورش یافته در آب شور ($20pp^{+}$) مشابه نیاز پروتئینی این ماهی در آب شیرین است. اطلاعات اندکی از نیاز پروتئینی این ماهی در آب شور دریایی ($35\ pp^{+}$) در دسترس است.

در مورد کمیت و کیفیت چربی و انواع آن جهت تغذیه قزل‌آلا نظریات متعددی وجود دارد و مطالعات نشان داده که چربی یک منبع مؤثر تولید انرژی در این ماهیان می‌باشد (۲۲). اطلاعات حاصل از تحقیق برروی چندگونه ماهی سردآبی 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 قزل‌آلا 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 نظرگرفتن بیش از ۱۰ درصد چربی در جیره غذایی این ماهی ضروری است و (۲۳). در تحقیق دیگری توسط Metailler همکاران در سال ۱۹۸۹ دو سطح پروتئینی ۴۰ و ۵۲ درصد و دو سطح چربی ۱۲ و ۱۸ درصد جهت تغذیه قزل‌آلا در قفس در آب دریا مورد استفاده قرار گرفت. برخلاف پروتئین، سطوح چربی برروی 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 سردآبی بیانگر آن است که کربوهیدرات‌ها به‌عنوان ارزانترین 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 قزل‌آلا 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 قزل‌آلا مؤثر بوده است. در تحقیق دیگری توسط Ogino و همکاران در سال ۱۹۷۶ برروی قزل‌آلا، مشخص گردید که اگر انرژی جیره برمبنای چربی و کربوهیدرات تنظیم شود، قزل‌آلا برای حداکثر رشد به ۳۵-۳۰ درصد پروتئین نیاز خواهد داشت.

مواد و روش‌کار

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

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
دکسترین	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 نظرگرفتن احتیاجات اساسی قزل‌آلا و سطوح انرژی و پروتئین مورد نظر به‌صورت نیمه خالص (Semipurified) تنظیم گردید که در آنها پودر ماهی، کازئین و ژلاتین به‌عنوان منبع پروتئین و دکسترین، نشاسته و روغن ماهی به‌عنوان 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). به‌منظور 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 به‌کار رفته در این تحقیق برای هر یک از جیره‌ها براساس ارزش سوخت و ساز فیزیولوژیکی استاندارد یعنی ۴، ۴ و ۶ کیلوکالری بر گرم به‌ترتیب در مورد پروتئین، کربوهیدرات و چربی محاسبه گردید (۱۹).

به‌منظور ساخت جیره‌ها، مواد خشک آسیاب‌شده 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 بدین‌ترتیب کل غذای ساخته‌شده ۶۰ کیلوگرم بود. خوراکهای ساخته‌شده 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 ساخته‌شده، صحت تنظیم آنها براساس سطوح مواد غذایی مورد نظر را تأیید نمود (جدول ۱).

ب - طرح آزمایشی: این پژوهش در محل ایستگاه تحقیقاتی آبزیان آب شور بافق یزد اجرا گردید. به‌منظور 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 پلی‌اتیلن 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 پلی‌اتیلن وارد سالن گردید. انشعاب آب در مورد هر یک از تیمارها و تکرارها به‌منظور دریافت مقدار مساوی آب با دقت لازم انجام گرفت. میزان آب مورد نیاز براساس دستورالعمل تحقیقاتی Cho در سال ۱۹۹۰ تعیین گردید (در حوضچه‌های آزادماهیان به ازای ۰/۰۵ کیلوگرم توده زنده ماهی در لیتر دو بار تعویض حجم آب در ساعت ضروری است). در این طرح با در نظرگرفتن 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 ۱۳۷۸/۱۰/۱۵ 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 به‌منظور سازگاری با شرایط جدید به مدت ۵ روز با مخلوطی از غذای تجارتی و جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. تغذیه ماهیها با جیره‌های آزمایشی از ۱۳۷۸/۱۰/۲۰ شروع و به مدت ۸۴ روز ادامه یافت. عوامل فیزیکوشیمیایی آب به‌طور روزانه ثبت گردید و طی مدت پرورش، دمای آب حوضچه‌ها ۱۵±۲°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 به‌طور برابر ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریک تنظیم شد. میزان غذای روزانه براساس افزایش وزن محاسبه شده ماهیها در هر نوبت نمونه‌برداری و دمای آب تعیین گردید که مقدار آن ۲-۱/۶ درصد توده زنده آنها بود. تعداد دفعات غذادهی در یک ماهه اول دوره پرورش ۴ بار و سپس ۳ بار در روز صورت گرفت. قبل از شروع آزمایش تعداد ۵ ماهی به‌طور تصادفی انتخاب و بلافاصله منجمد و سپس جهت تجزیه لاشه به آزمایشگاه ارسال گردید. در پایان آزمایش نیز از هر تکرار ۲ ماهی به‌طور 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، به‌طوری که رطوبت نمونه‌ها از طریق خشک‌کردن آنها در آون در دمای ۱۰۰°C تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام به روش نیتروژن کجلدال (پروتئین خام = نیتروژن × ۶/۲۵)، چربی خام به روش حل‌کردن 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:

درصد افزایش وزن (WG%) = (وزن متوسط نهایی (گرم) − وزن متوسط اولیه (گرم)) / وزن متوسط اولیه × ۱۰۰

درصد رشد متوسط روزانه (ADG%) = (وزن متوسط نهایی (گرم) − وزن متوسط اولیه (گرم)) / تعداد روزهای پرورش × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذا (FCR) = غذای خشک مصرفی به گرم / افزایش وزن تر به گرم × ۱۰۰

نسبت بازدهی پروتئین (PER) = افزایش وزن حاصل‌شده به گرم / پروتئین خشک مصرف‌شده به گرم × ۱۰۰

درصد مصرف پروتئین خالص (ANPU%) = (پروتئین نهایی لاشه (گرم) − پروتئین اولیه لاشه (گرم)) / کل پروتئین خشک مصرف‌شده به گرم × ۱۰۰

نرخ رشد ویژه (SGR) = (لگاریتم طبیعی وزن متوسط نهایی − لگاریتم طبیعی وزن متوسط اولیه) / تعداد روزهای پرورش × ۱۰۰

تمام اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SAS مدل ANOVA تجربه گردید.

نتایج

وضعیت رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده از سه جیره آزمایشی با سطوح انرژی متفاوت در جدول ۲ ارایه 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) به‌دست 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 معنی‌داری 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 به‌طوری که مقدار مربوط به هر یک از این فاکتورها در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار داشت ($P<0/05$)، ضمن اینکه میزان پروتئین لاشه در بین تیمارها نزدیک به هم و بدون اختلاف معنی‌دار بود.

بحث

در این تحقیق اهمیت مقدار انرژی جیره غذایی بر رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور به اثبات رسید. بهترین رشد این ماهی در آب لب‌شور با EC=۲۵۴۰۰ 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) به‌دست آمد، هر چند با مقادیر مربوط به جیره دارای ۳۵ درصد پروتئین و ۴۰۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (۱۶/۵ درصد چربی) اختلاف معنی‌داری نداشت ($P<0/05$).

طبق نظر Takeuchi و همکاران در سال ۱۹۷۸c برای رشد مطلوب در قزل‌آلا 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 قزل‌آلا در آب شیرین و آب دارای شوری $^{+}$۲۰pp مشابه است. همچنین Luquet در سال ۱۹۷۱ اظهار می‌دارد که اگر پروتئین با کیفیت بالا در جیره‌های غذایی قزل‌آلا استفاده شود و اسیدهای آمینه ضروری نیز به مقدار کافی تأمین شوند،

جدول ۲ - تأثیر سطوح مختلف انرژی برروی عملکرد رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان

عملکرد رشد	شماره جیره		
	یک	دو	سه
متوسط وزن اولیه (گرم)	۸۱(±۶)	۸۲(±۹)	۸۱(±۸)
متوسط وزن نهایی (گرم)	۱۳۳^{b}(±۱۰)	۱۹۷^{a}(±۱۴)	۲۰۶^{a}(±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 برروی آنها حروف یکسان درج شده اختلاف معنی‌دار ندارند ($P<0/05$).

جدول ۳ - ترکیب لاشه ماهیان قزل‌آلای تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی دارای سطوح مختلف انرژی

ترکیب لاشه	لاشه اولیه	شماره جیره		
		یک	دو	سه
رطوبت	۷۴/۹	۷۵/۵^{a}(±۰/۳۶)	۷۱/۳^{b}(±۰/۳۳)	۶۸/۹^{c}(±۰/۵۶)
پروتئین	۱۶/۱	۱۶/۵^{a}(±۰/۱۶)	۱۶/۳^{a}(±۰/۵۵)	۱۵/۹^{a}(±۰/۳۲)
چربی	۶/۱	۶/۲^{c}(±۰/۳۱)	۹/۶^{b}(±۰/۶)	۱۲/۶^{a}(±۰/۳۶)
خاکستر	۱/۸	۱/۶^{a}(±۰/۰۵)	۱/۵^{b}(±۰/۰۶)	۱/۵^{b}(±۰/۰۴)

اعدادی که در هر ردیف برروی آنها حروف یکسان درج شده اختلاف معنی‌دار ندارند ($P<0/05$).

سطح پروتئین ۳۰ درصد و حتی ۲۵ درصد (۱۲) برای رشد مطلوب قزل‌آلا کافی است و مقادیر بیشتر آن تأثیری در افزایش رشد ندارد. در این آزمایش نیز مشخص گردید که قزل‌آلا با داشتن ۳۵ درصد پروتئین در جیره غذایی خود رشد مطلوبی را در آب لب شور به همراه دارد، ضمن اینکه عامل مهم و تعیین‌کننده در رشد بهینه میزان انرژی جیره غذایی بوده است. بدون شک یکی از منابع مهم تعیین انرژی در پرورش قزل‌آلا، چربی می‌باشد. Takeuchi و همکاران در سال ۱۹۷۸a معتقدند که در نظرگرفتن حداقل ۱۰ درصد چربی در جیره غذایی جهت رشد، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی مطلوب در قزل‌آلا ضروری است. تحقیقات برروی سایر گونه‌ها نشان داده که کپور معمولی می‌تواند تا ۱۸ درصد (۱۰)، گربه ماهی تا ۱۲ درصد (۶) و تیلاپیای قرمز تا ۱۸ درصد (۷) چربی را به‌طور 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 قزل‌آلای رنگین‌کمان ایجاد نمی‌نماید. در این تحقیق نیز قزل‌آلا میزان چربی ۱۶/۵ درصد و ۱۹/۸ درصد را به‌طور مؤثر و بدون ایجاد اختلاف معنی‌دار در رشد مورد استفاده قرار داد. بنابراین با توجه به این نتایج تحقیق و مطالعات انجام‌گرفته قبلی نکات فوق مورد تأکید قرار می‌گیرد که اولاً در صورت تأمین انرژی کافی از طریق چربی و کربوهیدرات ضمن صرفه‌جویی در مصرف پروتئین، می‌توان با تأمین حداقل پروتئین مورد نیاز قزل‌آلا حداکثر رشد را در ماهی ایجاد کرد. مطلب فوق، اثرات قابل توجهی در کاهش هزینه‌های تأمین غذا و همچنین کاهش میزان آلودگی آب ناشی از دفع ترکیبات نیتروژنی توسط ماهی می‌شود. ثانیاً با توجه به اطلاعات موجود، نیاز پروتئین و انرژی قزل‌آلا در آب شیرین و آب لب‌شور 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 قزل‌آلا از چربی به‌عنوان منبع اصلی انرژی استفاده شود، بیشترین مقدار ANPU و PER در سطح پایین پروتئین (۳۰ درصد) و چنانچه از چربی و کربوهیدرات به‌عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر این مقادیر در سطح پروتئین ۳۵ درصد و در صورتی که تنها از کربوهیدرات به‌عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر مقادیر فوق در سطح بالای پروتئین (۴۰ درصد) به‌دست می‌آید. در این تحقیق با استفاده از چربی و کربوهیدرات به‌عنوان 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) به‌دست آمد. اثرات مفید جایگزینی بخشی از پروتئین به‌وسیله چربی به‌خوبی شناخته شده است (۲۳) به‌طوری که با تأمین انرژی از طریق چربی از مصرف بخشی از پروتئین جهت تولید انرژی ممانعت می‌گردد. بدین‌ترتیب که می‌توان با در نظرگرفتن حداقل پروتئین مورد نیاز ماهی، تمام یا حداکثر پروتئین مصرف‌شده را جهت نگهداری و رشد ماهی هدایت نمود و از مصرف بی‌رویه این ماده باارزش و ضایع‌شدن 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 گونه‌ای که هر یک از مقادیر عوامل فوق در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار بود ($P<0/05$). همچنین میزان پروتئین خام و خاکستر لاشه اختلاف معنی‌داری 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 معنی‌دار رشد در بین دو تیمار مصرف‌کننده جیره حاوی انرژی ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم، می‌توان بهترین ترکیب لاشه را به ماهیان مصرف‌کننده 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.

References

1. 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.
2. AOAC. (1984): Association of Official Analyticual Chemists. 4. Official Method of Analysis, 12th Edn. Washington, DC., 194 pp.
3. 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.
4. Cho, C.Y. (1990): Feed nutrition, feed and feeding: With special emphasis on salmonid aquaculture. Feed Rev. Int. 6, 333.
5. Cowey, C.B. and Sargent, J.R. (1972): Fish nutrition. Adv. Mar. Biol. 10: 383-492.
6. Dupree, I.L.K., Gauglitz, E.T. and Haule, C.R. (1979): Effects of dietary lipids on growth and acceptability (flaror) of channel catfish. Heenemann verlags geseclischaft mbh, Berlin, Vol. 11, 87-110.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Jauncey, K. (1982): Carp nutrition - a review, in : Muir, I.J.F., Roberts, R.J. Resent advances in aquaculture, Vol. 11, Croom Helm. London, pp: 215-263.
11. 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.
12. Kim, K.L., Kayes, T.B. and Amondson, C.H. (1984): Requirements for sulfur containing amino acids and utilization of D. methionine by rainbow trout. Fed, Proc, 43: 3338.
13. 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 lalimetation 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. Weily, 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. Walanabe, 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]

[1]*Yazd Natural Resources Research Center, Yazd - Iran.* [2]*Department of Health, Hygiene and Aquatic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran - Iran.* [3]*Departmeni 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 temprature, dissolved oxygen, pH and EC were 15±2°C, 6-8.5 mg/l, 7.5-8.8 and 25400µm 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 effeciency 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.