magiran.com

شاخص‌های تغذیه و رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و غذا دهی مجدد

احمد ایمانی [۱]*؛ مهرداد فرهنگی [۲]؛ راضیه یزدانپرست [۳]؛ مجید بختیاری [٤]؛ ظهیر شکوه سلجوقی [٥] و باقر مجازی امیری [٦]

ahmadimani@ut.ac.ir

۱، ۲، ٤، ٥ و ٦ - گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی: ٤١١١

۳ - موسسه بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۸

چکیده

در این تحقیق شاخصهای مختلف نظیر کارآیی رشد، کارآیی تغذیه و تغییرات ترکیب لاشه جهت بررسی مکانیسم احتمالی جبران عقب افتادگی رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط ۰/۱۹±۴۴/۰۱ (±انحراف استاندارد) گرم و در شرایط آزمایشگاهی کاملا کنترل شده مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه به مدت ۸ هفته بطول انجامید و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار اجرا شد و یک گروه کنترل (بدون دوره محرومیت غذایی) و تیمارهای با ۱، ۲ و ۳ هفته گرسنگی را شامل می‌شد. سپس ماهیان از شروع هفته چهارم تا پایان آزمایش روزانه دو نوبت تا حد اشتها تغذیه شدند. در پایان دوران گرسنگی (روز ۲۱)، وزن متوسط ماهیان تیمارهای ۱ (۲/۷۴±۴۶/۹۶ گرم)، ۲ (۱/۲۱±۴۶/۰۴ گرم) و ۳ (۰/۲۲±۴۱/۰۴ گرم) بطور معنی‌داری کمتر از ماهیان گروه کنترل (۵/۶۰±۶۴/۰۰ گرم) بود (P<۰/۰۵). در پایان هفته هشتم، وزن متوسط نهایی ماهیان تیمارهای ۱ (۳/۹۵±۹۳/۰۰ گرم)، ۲ (۳/۸۷±۸۳/۰۶ گرم)، ۳ (۵/۶۰±۹۳/۸۵ گرم) و گروه کنترل (۹/۵۳±۸۲/۸۷ گرم) تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند (P>۰/۰۵). از روز ۲۱ تا ۳۳، مصرف غذای تیمارهای ۲ (۰/۰۹±۳/۱۱ درصد وزن بدن در روز) و ۳ (۰/۱۴±۳/۱۳ درصد وزن بدن در روز) بطور معنی‌داری از مقادیر مصرفی گروه کنترل (۰/۲۹±۱/۷۷) و تیمار ۱ (۰/۰۸±۲/۶۰) بیشتر بود (P<۰/۰۵). با این حال، طی مدت مذکور ضریب تبدیل غذایی (FCR) گروههای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند (P>۰/۰۵). شاخصهای ضریب کارآیی پروتئین (PER) و ارزش تولیدی پروتئین (PPV) ماهیان با دوران محرومیت غذایی از نظر عددی بیشتر از ماهیان گروه کنترل بودند. ترکیب لاشه ماهیان در پایان دوران محرومیت غذایی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). نتایج نشان دادند که ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط ۰/۱۹±۴۴/۰۱ گرم توانایی تحمل محرومیت غذایی و جبران عقب افتادگی رشد را دارد.

لغات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*، رشد

*نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

رشد شامل تغییر فزاینده در اندازه، وزن یا تغییر در محتوای انرژی بدن ماهی است و مهمترین هدف آبزی‌پروری محسوب می‌شود (Jobling, 1994). عوامل بسیاری در نیل به این هدف موثر هستند، که از جمله مهمترین آنها می‌توان به غذا و مدیریت تغذیه اشاره نمود. رشد در بسیاری از جنبه‌های اساسی نظیر زیست‌شناسی ماهیان، مدیریت و حفاظت ذخایر ماهیان دخیل است (Nislow, 2001). بنابراین با توجه به روند رو به رشد آبزی‌پروری در ایران عنایت به مساله مدیریت تغذیه اثر غیر قابل انکاری بر آینده و توسعه پایدار این صنعت دارد.

رشد جبرانی از جمله موارد مهمی است که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در بهینه سازی و مدیریت تغذیه داشته باشد (Hayward *et al.*, 2000). این پدیده موجب رشد سریع و بیشتر از حد طبیعی در دوران رفع محدودیت غذایی می‌گردد (Nikki *et al.*, 2004; Dobson & Holmes, 1984). موجودات با تنظیم سرعت رشد قادر به جبران انحراف از مسیر اصلی رشد طبیعی می‌باشند (Ardent, 1997). این پدیده مبین انعطاف‌پذیری سرعت رشد است (Metcalfe & Monaghan, 2001). نتیجه نهایی رشد جبرانی بدست آوردن اندازه‌ای متناسب با اندازه جانورانی است که مرحله کاهش سرعت رشد را تجربه نکرده‌اند (Hornick *et al.*, 2000).

شناخت ماهیت رشد جبرانی ممکن است منجر به طرح برنامه غذایی گردد که باعث صرفه‌جویی در میزان غذای مصرفی و افزایش کارآیی تغذیه‌ای شود. مطالعات نشان داده است که دما، کیفیت آب، پیشینه تغذیه‌ای حیوان، دوره نوری و تراکم در میزان رشد جبرانی ماهیان اثر دارند (Boujard *et al.*, 2000; Hayward *et al.*, 2000; MacLean & Metcalfe, 2001; Wicks & Randall, 2002; Zhu *et al.*, 2005).

رشد جبرانی ممکن است با افزایش میزان دریافت غذا در موجودات با دورهٔ کاهش رشد عمل نماید (Young *et al.*, 2005). ماهیان سه خاره با دورهٔ ۲ هفته گرسنگی میزان کارآیی تغذیه ای بالاتری در مقایسه با ماهیان با یک هفته محرومیت غذایی و گروه بدون محرومیت غذایی نشان دادند (Zhu *et al.*, 2001). افزایش معنی‌دار در کارآیی تغذیه‌ای در ماهی سوف زرد نیز مشاهده گردیده است (Hayward & Wang, 2001). در دوران گرسنگی متابولیسم موجود کاهش می‌یابد، به نحوی که مقدار افت وزن در هفته‌های بعدی دوران محرومیت غذایی نسبت به هفته‌های آغازین کاهش می‌یابد. همچنین، اعتقاد بر این است که کاهش میزان متابولیسم تا مدتی بعد از رفع شرایط نا مساعد نیز ادامه یابد (Hornick *et al.*, 2000).

در این مطالعه سعی شد تا شاخصهای مختلف نظیر کارآیی رشد، کارآیی تغذیه و تغییرات ترکیب لاشه که در منابع مختلف بطور جداگانه و به میزان اندک در کنار یکدیگر بررسی شده‌اند، جهت بررسی مکانیسم احتمالی جبران عقب افتادگی رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و در شرایط آزمایشگاهی کاملاً کنترل شده مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش کار

در این تحقیق از چهار رژیم غذایی در قالب چهار تیمار و ۳ تکرار استفاده شد، که بصورت یک طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. به همین منظور از ۱۲ واحد آزمایشی متشکل از ۱۲ عدد مخزن ۱۴۰ لیتری (تا ۹۰ لیتر آن از آب پر شد) با چرخش آب مرکزی (بیوفیلتر مرکزی) استفاده شد. تیمارها در واقع تلفیقی از زمانهای مختلف گرسنگی(۰، ۱، ۲ و ۳ هفته گرسنگی) بدین شرح بود که کنترل تمام ۸ هفته غذادهی شدند. تیمار ۱ فقط در هفته ۳ زمان گرسنگی داشت و تیمارهای ۲ و ۳ نیز در هفته ۲ و ۳ زمان گرسنگی داشتند. غذادهی ماهیان با استفاده از غذای تجاری (جدول ۱) در دو وعدهٔ غذایی در ساعات ۳۰ : ۶ تا ۳۰ : ۷ صبح و ۴ تا ۵ بعد از ظهر (شروع و پایان دوره روشنایی کارگاه به ترتیب ۱۵ : ۵ صبح و ۱۵ : ۸ بعد از ظهر بود که دوره نوری ۱۵L:9D را فراهم می‌ساخت) انجام گرفت. غذادهی در هر وعده (بجز دوران محرومیت غذایی) تا حد اشتها انجام شد (Wang *et al.*, 2005). شرایط محیطی آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. تمامی این موارد شرایط مطلوب برای زیست ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را طی اجرای آزمایش تامین کردند (Eding *et al.*, 2006). پس از گذران دوران سازگاری اولیه به مدت دو هفته، تعداد ۲۱ عدد ماهی به طور مساوی و به صورت کاملاً تصادفی با میانگین وزنی و انحراف معیار ۰/۱۹ ± ۴۴/۰۱۴ گرم بین واحد های آزمایشی توزیع شدند.

magiran.com

جدول ۱: ترکیب بیوشیمیایی و مقدار انرژی موجود در جیره مصرفی در طول آزمایش (میانگین ±انحراف معیار)

جزء	ماده خشک (درصد)
پروتئین (درصد)	۴۴/۳۰±۰/۰۲۴
چربی (درصد)	۲۳/۷۲±۶/۵۶
خاکستر (درصد)	۱۶/۶۷±۰/۱۷
رطوبت (درصد)	۷/۷۸±۰/۴۰
انرژی (کیلوکاری / کیلوگرم غذا)	۴۵/۹۹±۳۰/۸۳

جدول ۲: فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب محیط پرورش (میانگین± انحراف معیار)

عامل	pH	اکسیژن محلول میلیگرم/لیتر	دبی لیتر/دقیقه	تعویض روزانه آب (درصد)	دمای آب (درجه سانتیگراد)	N-NH3 (ppm)	N-NO2 (ppm)	N-NO3 (ppm)
مقدار	۷/۶±۰/۴	۸/۹±۰/۲	۳±۰/۱	۴۰	۱۷/۴±۰/۲	۰/۰۷±۰/۰۵	۰/۹۶±۰/۶	۹۰±۴۰

فاکتورهایی از قبیل ضریب‌رشد ویژه (SGR, % day^{-1})، شاخص وضعیت (CF)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب کارآیی پروتئین (PER)، ارزش تولیدی پروتئین (PPV)، ضریب کارآیی انرژی (EER)، ارزش تولیدی انرژی (EPV)، ضریب کارآیی چربی (LER)، ارزش تولیدی چربی (LPV) و Fat/LBM براساس روابط زیر.مورد بررسی قرار گرفتند (Farhangi & Carter, ;Jobling & Johanssen, 1999 ;2001 ;Bodin *et al.*, 2008):

ضریب رشد ویژه (SGR %day^{-1}) = [(لگاریتم وزن اولیه - لگاریتم وزن ثانویه)/ مدت زمان افزایش وزن]× ۱۰۰

ضریب چاقی (CF) = [وزن ماهی به گرم/ (طول چنگالی به سانتیمتر)^3]× ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی = گرم غذای خورده شده/گرم افزایش وزن حاصل

مصرف غذا (درصد وزن بدن در روز) = [(گرم غذای مصرفی برای هر مخزن در هر دوره/nBWd]× ۱۰۰

n = تعداد ماهیان در مخزن، BW = متوسط وزن ماهیان مخزن در دوره، d = طول دوره

ضریب کارآیی پروتئین(PER) = گرم افزایش وزن/گرم پروتئین خام مصرفی

ارزش تولیدی پروتئین (PPV) = گرم پروتئین ذخیره شده/گرم پروتئین خام مصرفی

ضریب کارآیی چربی (LER) = گرم افزایش وزن/گرم چربی خام مصرفی

ارزش تولیدی چربی (LPV) = گرم چربی ذخیره شده/گرم چربی خام مصرفی

ضریب کارآیی انرژی (EER) = گرم افزایش وزن/گرم انرزی خام مصرفی

ارزش تولیدی انرژی (EPV) = گرم انرژی ذخیره شده/گرم انرژی خام مصرفی

Fat/Lean Body Mass (LBM) = [وزن بدن (گرم) - چربی بدن (گرم)] / چربی بدن (گرم)

شاخصهای ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی، میزان مصرف غذا و ضریب تبدیل غذایی در دو مرحله ۱ (بلافاصله بعد از شروع غذادهی مجدد تا روز ۳۳ مصادف با دومین نمونه‌برداری) و مرحله ۲ (بعد از دومین نمونه‌برداری تا پایان آزمایش) محاسبه شدند. سنجش وزن و طول جزء فعالیتهای استرس‌زا بشمار می‌آیند و جهت رشد مطلوب ماهیان بایستی چنین تنش‌هایی را به حداقل رساند (Jobling, 1994). در مطالعات رشد، فواصل مطلوب اندازه‌گیری‌های وزن و طول برای حصول نتیجه قابل اعتماد از روابط و معادلات رشد در حدود دو هفته توصیه گردیده است، که با فواصل بکار برده شده در این تحقیق مطابقت دارد (Jobling, M., University of TromsØ, personal communication). آنالیز تقریبی لاشه ماهیان و

magiran.com

غذای مورد استفاده طبق روشهای استاندارد صورت پذیرفت (Peterson *et al.*, 1999).

از آزمون‌های Shapiro-Wilk و Kolmogorov-Smirnove به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. کلیه داده‌های درصدی به صورت $\arcsin\sqrt{x}$ تبدیل شدند. از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه واریانس تیمارها و از آزمون توکی برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها استفاده شد. از وزن ماهیان بعد از گرسنگی بعنوان هم متغیر (covariate) در مقایسه شاخص های تغذیه ای استفاده شد. از آزمون χ^2 برای مقایسه تفاوت مرگ و میر میان تیمارها استفاده شد (Thompson *et al.*, 2005). در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و نتایج بصورت میانگین± خطای معیار ارائه شدند. به منظور حذف اثر متغیرهای همسو از آزمون کوواریانس و آزمون میانگین توکی در نرم‌افزار Minitab 14 استفاده شد.

نتایج

نتایج شاخصهای رشد در جدول ۳ ارائه شده‌اند. ضریب چاقی و وزن ماهیان بلافاصله بعد از گرسنگی بین تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($P<0/05$). ولی وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی در مراحل بعد از رفع محرومیت غذایی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان ندادند (از وزن ماهیان بعد از گرسنگی بعنوان هم متغیر استفاده شد). در مرحله اول تفاوت ضریب رشد ویژه بین تیمارها بیشتر از مرحله دوم بود، هر چند که اختلاف ها معنی دار نمی باشند. با بر طرف شدن محرومیت غذایی ضریب چاقی در ماهیان با محرومیت غذایی به ماهیان گروه کنترل رسید.

نتایج شاخص های تغذیه ای در جدول ۵ ارائه شده اند. شاخص‌های نرخ کارآیی پروتئین، ارزش تولیدی پروتئین، نرخ کارآیی انرژی، ارزش تولیدی انرژی، نرخ کارآیی چربی، ارزش تولیدی چربی و ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نداشتند ($P>0/05$).

جدول ۳: میانگین شاخص‌های رشد (± انحراف استاندارد) در تیمارهای مختلف در مراحل ۱ و ۲ *

شاخص	کنترل	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	P
وزن اولیه (گرم)	٤٤ ±۰/۲۰	٤٤/۰٦ ± ۰/۲۷	٤٤/۰٦ ± ۰/۲۵	٤۳/۲٦ ± ۰/۰۵۹	۰/۸٤
وزن بعد از گرسنگی (گرم)	٦٤/۰۰ ± ۰/۲۷ [a]	٤٦/۹۰ ± ۲/۷٤ [b]	٤٦/۰٤ ± ۱/۲۱ [b]	٤۱/۰٤ ± ۰/۲۲ [b]	۰/۰۰
وزن نهایی (گرم)	۸۲/۸۷ ±۹/۵۳	۹۳ ±۳/۹۵	۸۳/۰٦ ± ۳/۸۷	۹۳/۸۵ ± ۵/٦۰	۰/۳۰
ضریب رشد ویژه (مرحله ۱**)	۰/٦ ± ۰/۰۵	۱/۷۱ ± ۰/۱۳	۲/۰۸ ± ۰/۱٤	۲/۳۰ ± ۰/۲۳	۰/۰٦
ضریب رشد ویژه (مرحله ۲***)	۱/۵۳ ± ۰/۵۷	۲/۰۵ ± ۰/۲۳	۱/٦٦ ± ۰/۲۳	۲/۳۳ ± ۰/۳۳	۰/٤٤
ضریب چاقی بعد از گرسنگی	۱/٦٤ ± ۰/۰٤ [a]	۱/٤۷ ± ۰/۰۳ [b]	۱/٤۵ ± ۰/۰۳ [b]	۱/۳٦ ± ۰/۰۳ [b]	۰/۰۱
ضریب چاقی (مرحله ۱)	۱/٤۲ ± ۰/۲۰	۱/٦۱ ± ۰/۰۵	۱/٦۱ ± ۰/۰٦	۱/٦۱ ± ۰/۱۰	۰/۸۰
ضریب چاقی (مرحله ۲)	۱/٦۱ ± ۰/۰٦	۱/٦۲ ± ۰/۰٤	۱/۵٦ ± ۰/۰٤	۱/۵۷ ± ۰/۰٤	۰/۷٤
توده زنده در پایان آزمایش (گرم)	۱٤٦٤/۵۵±۱۱٦/۳۵	۱۰۲۱/۱۳±۲۲۳/۳٦	۸۳۲/۵۳±۱۷/٤۸	۹۰۳/۱۳±۱۳۷/۳۰	۰/۱۱٤
مرگ و میر	۰ ± ۰	۱/۰۰ ± ۰/۵۸	۲/۰۰ ± ۱/۰۰	۰/٦۷ ±۰/۳۳	۰/۳٦

*: حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروههای آزمایشی است.

**: بلافاصله بعد از شروع غذادهی مجدد تا روز ۳۳ مصادف با دومین نمونه‌برداری.

***: بعد از دومین نمونه‌برداری تا پایان آزمایش.

magiran.com

جدول ٤: شاخص‌های کارآیی تغذیه در تیمارهای مختلف در پایان آزمایش*

شاخص	کنترل	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	P
نرخ کارآیی پروتئین	۱/۲۵±۰/۱۲	۱/٤۸±۰/۰٦	۱/٤۲±۰/۰۸	۱/٤۹±۰/۰۸	۰/۵۲
ارزش تولیدی پروتئین	۰/٤٦±۰/۱۷	۰/٦۷±۰/۰۸	۰/۸٦±۰/۱۰	۰/۸۳±۰/۱۰	۰/۳۲
نرخ کارآیی انرژی	۲۸/۷۸±۲/۹۸	۳٤/۲۲±۱/٤۹	۳۲/٦۵±۱/۸۳	۳٤/٤۰±۱/۸۳	۰/۵۲
ارزش تولیدی انرژی	۰/۳٤±۰/۰۵	۰/۳۷±۰/۰۳	۰/۳۰±۰/۰۳	۰/۳۵±۰/۰۳	۰/۵۲
نرخ کارآیی چربی	۲/۳۳±۰/۲٤	۲/۷۷±۰/۱۲	۲/٦۵±۰/۱۵	۲/۷۹±۰/۱۵	۰/۵۲
ارزش تولیدی چربی	۱/۵۷±۰/۲۹	۱/۳۵±۰/۱٤	۰/۸٦±۰/۱۸	۱/۱۸±۰/۱۸	۰/۳۲
ضریب تبدیل غذایی (مرحله۱)	۲/۵۱±۰/٤۱	۱/۵٦±۰/۱۱	۱/۵۲±۰/۱۲	۱/۳٦±۰/۱۹	۰/۳۰
ضریب تبدیل غذایی (مرحله۲)	۱/۵٤±۰/۲۹	۱/۵۱±۰/۱۲	۱/۷۸±۰/۱۲	۱/۵۸±۰/۱۷	۰/٤٤
ضریب تبدیل غذایی کل دوره**	۱/۳۷ ±۰/۱۷	۱/۵٦±۰/۱۰	۱/۷۰±۰/۰۷	۱/٦۵±۰/۱٤	۰/٤۲
مصرف غذا (مرحله ۱)	۱/۷۷±۰/ ۲۹[b]	۲/٦۰±۰/۰۸[b]	۳/۱۱±۰/۰۹[a]	۳/۱۳±۰/۱٤ [a]	۰/۰۱
مصرف غذا (مرحله ۲)	۲/۳۹±۰/٤۳	۲/۹٦±۰/۱۸	۲/۸۵±۰/۱۷	۳/۵۱±۰/۲۵	۰/۲٤
مصرف غذا کل دوره **	۲/۸۳±۰/۰۲	۲/۷۳±۰/۱۷	۲/۸۹±۰/۱۳	۳/۰۰±۰/۱۲	۰/۱۲

*: حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروههای آزمایشی است.

**: از شروع غذا دهی مجدد تا پایان آزمایش

با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها، ضریب تبدیل غذایی تفاوتهای فاحش‌تری بین تیمارها در مرحله اول نسبت به مرحله دوم داشت. بعلاوه، نرخ‌های بالای کارآیی پروتئین و چربی و همچنین ارزش‌های بالای تولیدی پروتئین و چربی در ماهیان با تیمار گرسنگی حائز اهمیت است. مصرف غذا در مرحله ۱ برای تیمارهای دوم و سوم بطور معنی‌داری از سایرین بالاتر بود (P<۰/۰۵).

مقادیر مربوط به تجزیه شیمیایی و میزان انرژی در ترکیب لاشه تیمارهای مختلف بصورت درون گروهی در جدول ۶ ارائه شده‌اند. به علت عدم مشاهده اختلاف معنی دار در مقایسات بین گروهی، از نمایش آنها اجتناب شده است. طی آزمایش چربی لاشه افزایش یافت و مقادیر آن در ماهیان کنترل افزایش معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵). از نظر چربی تیمارها در پایان آزمایش به ماهیان گروه کنترل رسیدند (P>۰/۰۵)، ولی مقادیر چربی آنها کمتر بود. چنین روندی برای انرژی خام لاشه نیز مشاهده شد.

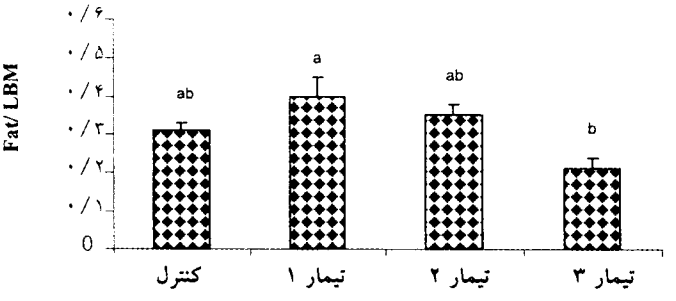
در پایان گرسنگی میزان رطوبت و خاکستر لاشه در ماهیان با محرومیت غذایی نسبت به ماهیان گروه کنترل افزایش عددی (P>۰/۰۵) نشان دادند و با شروع غذا دهی مجدد سطح آنها کاهش یافت. نسبت Fat/LBM طی آزمایش افزایش یافت که برای گروه کنترل و تیمار اول این روند معنی دار بود (P<۰/۰۵. با برطرف شدن محرومیت غذایی این نسبت افزایش یافت، ولی در پایان آزمایش از نظر مقدار عددی تیمارها همچنان پائین تر از ماهیان کنترل بودند. این نسبت تنها شاخصی بود که در مقایسه بین گروهی اختلاف معنی‌داری در مرحله بعد از گرسنگی بین گروه های آزمایشی از خود نشان داد (P<۰/۰۵، نمودار ۱).

magiran.com

جدول ۵: انرژی و ترکیب لاشه تیمارهای آزمایشی در مراحل مختلف (براساس درصد ماده خشک*)

ترکیب	تیمار	شروع آزمایش	بلافاصله بعد از اتمام مرحله گرسنگی	پایان آزمایش	P
پروتئین	کنترل	۶۴/۲۰ ± ۳/۵۹ a	۵۶/۸۷ ± ۰/۲۹ a	۵۹/۹۰ ± ۱/۴۶ a	۰/۱۰
	تیمار ۱	۶۴/۲۰ ± ۳/۵۹ a	۵۹/۱۷ ± ۲/۶۰ a	۵۴/۶۲ ± ۰/۲۰ a	۰/۰۹
	تیمار ۲	۶۴/۲۰ ± ۳/۵۹ a	۵۶/۸۳ ± ۰/۴۵ a	۵۷/۷۶ ± ۰/۹۰ a	۰/۱۷
	تیمار ۳	۶۴/۲۰ ± ۳/۵۹ a	۵۹/۹۸ ± ۲/۲۳ a	۵۷/۴۱ ± ۱/۵۶ a	۰/۲۳
چربی	کنترل	۲۲/۹۳ ± ۱/۹۷ b	۲۳/۸۷ ± ۶/۷ b	۳۴/۴۳ ± ۳/۲۲ a	۰/۰۳
	تیمار ۱	۲۲/۹۳ ± ۱/۹۷ a	۲۴/۸۵ ± ۴/۸۰ a	۳۲/۶۷ ± ۱/۲۴ a	۰/۲۰
	تیمار ۲	۲۲/۹۳ ± ۱/۹۷ a	۲۷/۱۱ ± ۰/۲۱ a	۲۹/۲۲ ± ۲/۸۲ a	۰/۳۱
	تیمار ۳	۲۲/۹۳ ± ۱/۹۷ a	۲۰/۸۱ ± ۲/۶۰ a	۲۹/۱۲ ± ۱/۵۱ a	۰/۲۲
انرژی (کالری/گرم)	کنترل	۵۵۴۷/۶۰ ± ۰/۰۰ a	۵۷۰۲/۷ ± ۲۲/۵۰ a	۶۲۰۹/۷± ۲۶۶/۷ a	۰/۱۱
	تیمار ۱	۵۵۴۷/۶۰ ± ۰/۰۰ a	۵۵۳۵/۵۳ ± ۱۸۱/۱ a	۵۸۴۳/۴۶± ۵۶/۴۵ a	۰/۲۴
	تیمار ۲	۵۵۴۷/۶۰ ± ۰/۰۰ a	۵۶۰۰/۶۵ ± ۹۵/۶۴ a	۵۷۲۲/۹± ۱۰۰/۲۰ a	۰/۴۰
	تیمار ۳	۵۵۴۷/۶۰ ± ۰/۰۰ ab	۵۱۵۲/۳ ± ۱۳۰/۷۳ b	۵۷۹۰/۲۴± ۷۷/۷۱ a	۰/۰۱
خاکستر	کنترل	۹/۹۲ ± ۰/۰۹ a	۸/۴۰ ± ۱/۳۳ ab	۶/۹۲ ± ۰/۰۶ b	۰/۰۱
	تیمار ۱	۹/۹۲ ± ۰/۰۹ a	۱۰/۰۹ ± ۰/۵۵ a	۷/۸۰ ± ۰/۳۲ a	۰/۱۳
	تیمار ۲	۹/۹۲ ± ۰/۰۹ a	۱۰/۰۹ ± ۱/۳۵ a	۸/۰۳ ± ۰/۶ b	۰/۰۳
	تیمار ۳	۹/۹۲ ± ۰/۰۹ ab	۱۱/۰۹ ± ۰/۶۲ a	۷/۷۲ ± ۰/۴۵ b	۰/۰۴
رطوبت	کنترل	۶۳/۵۳ ± ۰/۰۰ a	۵۸/۱ ± ۲/۷۶ a	۵۳/۹۱ ± ۵/۷۰ a	۰/۳۱
	تیمار ۱	۶۳/۵۳ ± ۰/۰۰ a	۶۳/۵۸ ± ۱/۳۳ a	۵۶/۲۶ ± ۲/۱۴ a	۰/۰۴
	تیمار ۲	۶۳/۵۳ ± ۰/۰۰ a	۶۷/۵۰ ± ۶/۳۷ a	۶۰/۱ ± ۰/۲۷ a	۰/۴۶
	تیمار ۳	۶۳/۵۳ ± ۰/۰۰ a	۶۰/۴۸ ± ۱/۵۶ a	۵۹/۱۸ ± ۱/۰۴ a	۰/۱۶
Fat/LBM	کنترل	۰/۳۰ ±۰/۰۵ b	۰/۳۱ ± ۰/۰۲ b	۰/۵۳ ± ۰/۰۵ a	۰/۰۳
	تیمار ۱	۰/۳۰ ±۰/۰۵ b	۰/۴۰ ± ۰/۰۵ ab	۰/۵۰ ±۰/۰۲ a	۰/۰۴
	تیمار ۲	۰/۳۰ ±۰/۰۵ a	۰/۳۵ ± ۰/۰۳ a	۰/۴۱ ±۰/۰۴ a	۰/۲۰
	تیمار ۳	۰/۳۰ ±۰/۰۵ ab	۰/۰۳±۰/۲۱ b	۰/۴۱ ±۰/۰۵ a	۰/۰۳

* حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار درون گروههای آزمایشی است.



نمودار ۱: نسبت **Fat/LBM** در زمان اتمام محرومیت غذایی در گروههای آزمایشی، حروف مختلف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروههای آزمایشی است.

magiran.com

بحث

کنترل رشد یک نیاز اساسی برای سیستمهای پرورش آبزیان بشمار می‌رود. یکی از روشهای معتبر می‌تواند استفاده از مکانیسم رشد جبرانی باشد. یقیناً شناخت ماهیت رشد جبرانی ممکن است منجر به طرح برنامه غذایی گردد که باعث صرفه‌جویی در میزان غذای مصرفی و افزایش کارآیی تغذیه‌ای شود (Quinton & Blake, 1990 ;Zhu *et al.*, 2005).

در تحقیق حاضر ماهیان بدون هیچ گونه اختلافی در وزن اولیه تحت تاثیر دوره‌های مختلف گرسنگی (۰، ۱، ۲ و ۳ هفته) قرار گرفتند. وزن ماهیان بدون محرومیت غذایی بعد از اتمام دوره گرسنگی بطور معنی‌داری بالاتر از ماهیان با محرومیت غذایی بود. این نتایج با منابع موجود در این زمینه همخوانی دارد (Dobson & Holmes, 1984 ;Heide *et al.*, 2006). به همین دلیل در مقایسه‌های آماری مربوط به شاخص‌های رشد و تغذیه از وزن بعد از گرسنگی بعنوان هم متغیر استفاده گردید (Zhu *et al.*, 2004).

با توجه به عدم اختلاف وزنی بین ماهیان با محرومیت غذایی بعد از دوره گرسنگی می توان چنین استنباط کرد که ماهیان توانایی سازگاری با این شرایط را داشته‌اند (Quinton & Blake, 1990). وزن نهایی تصحیح شده (Adjusted Final Weight) ماهیان در گروههای مختلف آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، که همسو با مطالعات موجود می‌باشد (Xie *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2005). با این وجود در پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری در ضریب رشد ویژه ماهیان مشاهده نگردید. علت عدم وجود اختلاف معنی دار در ضریب رشد ویژه گروههای مختلف آزمایشی را شاید بتوان به سلسله مراتب تغذیه در ماهیان درون مخازن پرورش نسبت داد. زیرا ماهیان بعد از برطرف شدن گرسنگی رفتارهای مخاطره جویانه از خود نشان می‌دهند و افراد غالب تلاش بیشتری برای مصرف غذا می‌نمایند (Ali *et al.*, 2003). آفتاب ماهی دورگه نگهداری شده بصورت گروهی در زمان رشد جبرانی در مقایسه با افراد نگهداری شده بصورت انفرادی، دارای ضریب رشد ویژه یکسانی با گروه شاهد بودند (Hayward *et al.*, 2000). شرایط رقابتی و سلسله مراتب اجتماعی حاکم بر جمعیت علاوه بر هزینه های متابولیکی می تواند عامل ایجاد اختلاف در پاسخ جبرانی افراد نیز باشد (Fraser *et al.*, 2007). عواملی که در کنار خطاهای آزمایش منجر به عدم نمایش واضح اختلافات در شاخص‌های مورد مطالعه می‌شوند. بعلاوه، این امر را حتی می‌توان به نامناسب بودن جیره غذایی و ناکارآمدی رژیم غذایی اعمال شده نسبت داد (Nikki *et al.*, 2004 ; & Gurney Nisbet, 2004). بعد از رفع محرومیت غذایی ضریب چاقی در ماهیان تیمارهای مختلف گرسنگی بطور معنی‌داری کمتر از ماهیان گروه شاهد بود، که مشابه نتایج بدست آمده برای ماهی کاد می‌باشد (Dutil *et al.*, 2006).

مطالعات گسترده‌ای که در آن به بررسی همزمان PER، PPV، EER، EPV، LER و LPV پرداخته شده باشد وجود ندارد. آزمون توکی با وزن بعد از گرسنگی بعنوان هم متغیر نتوانست اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص‌های مذکور بین گروههای آزمایشی نشان دهد، که مشابه نتایج بدست آمده برای ماهی *Hippoglossus hippoglossus* و ارزش تولیدی انرژی در ماهی تیلاپیای دورگه می‌باشد (Wang *et al.*, 2005; Heide *et al.*, 2006). افزایش عددی کارآیی پروتئین و چربی و همچنین ارزشهای بالای تولیدی پروتئین و چربی در ماهیان با تیمار گرسنگی می‌تواند به مفهوم افزایش نسبی ذخیره پروتئین و چربی در این ماهیان باشد.

افزایش مصرف غذا در دوران رشد جبرانی برای ماهی کاد آتلانتیک، ماهی *Hippoglossus hippoglossus*، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و ماهی سه خاره و ماهی کوهستان گزارش شده است (Jobling *et al.*, 1994 ;Zhu *et al.*, 2001; Nikki *et al.*, 2004 ;Heidi *et al.*, 2009). در پژوهش حاضر نیز مصرف غذا در مرحله ۱ در ماهیان تیمار های ۲ و۳ بالاتر از ماهیان گروه شاهد و تیمار ۱ بود. با این وجود مصرف غذا در مرحله ۲ بین گروههای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این مشاهدات با اطلاعات موجود در این زمینه مطابقت دارد (Zhu *et al.*, 2004). ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری بین گروههای آزمایشی نداشت که مشابه نتایج بدست آمده توسط محققین بود (Heide *et al.*, 2006).

مقادیر مربوط به درصد پروتئین لاشه بعد از گرسنگی اختلاف معنی‌داری در گروههای آزمایشی نداشت، ولی یک افزایش عددی در ماهیان با محرومیت غذایی مشاهده شد که مشابه نتایج مطالعات سایر محققین می‌باشد (Blake *et al.*, 2006).

magiran.com

درصد پروتئین لاشه گروههای آزمایشی در پایان مطالعه مشابه بودند. این نتایج با مطالعات قبلی همخوانی دارد (Boujard *et al.*, 2000 ;Wang *et al.*, 2005).

چربی لاشه ماهیان گروه کنترل در طول آزمایش افزایش معنی‌دار نشان داد. با وجود اینکه برای ماهیان با تیمار گرسنگی اختلاف معنی‌داری بین زمان اتمام محرومیت غذایی و پایان آزمایش مشاهده نشد که مشابه نتایج مطالعه انجام شده در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بود (Boujard *et al.*, 2000). با این حال یک روند افزایشی در میزان چربی لاشه ماهیان در حال رشد یک روند طبیعی است (Halver & Hardy, 2002) و نمی‌تواند به دلیل اثر سوء گرسنگی در ماهیان باشد. علاوه بر این میزان چربی لاشه ماهیان تیمار سوم بعد از گرسنگی کمتر از بقیه بود که با نتایج موجود مطابقت داشت (Wang *et al.*, 2005). اما همانطور که از مقادیر چربی لاشه ماهیان در تیمارهای اول و دوم برمی‌آید، به نظر وجود خطاهای آزمایش در تعیین چربی حداقل در این دوره محرز است. با این وجود محققین چنین تغییرات نامنظم ترکیبات لاشه در دوران‌های مختلف گرسنگی را گزارش داده‌اند (Houlihan *et al.*, 2002). از نظر میزان انرژی خام نیز یک روند افزایشی در طول آزمایش در تمام گروههای مورد مطالعه مشاهده شد، اما روند حاضر فقط در ماهیان تیمار سوم اختلاف معنی‌دار نشان داد که طی آن ماهیان توانستند با شروع مجدد غذادهی به ماهیان گروه کنترل برسند. چنین روندی توسط محققین دیگر نیز بیان شده است (Halver & Hardy, 2002; Wang *et al.*, 2005).

میزان رطوبت لاشه نیز در پایان گرسنگی در ماهیان به محرومیت غذایی یک افزایش عددی داشت که مطابق با مطالعات موجود در این زمینه بود (Blake *et al.*, 2006). این پدیده می تواند به دلیل جایگزینی آب با چربی و پروتئین لاشه باشد (Halver & Hardy, 2002) که مجدداً" با شروع غذا دهی کاهش می یابد (Houlihan *et al.*, 2002).

مطالعات موجود در زمینه تجزیه لاشه ماهیان بعد از گرسنگی یک کاهش معنی‌دار در درصد پروتئین و چربی لاشه ماهیان نشان داد که با نتایج این تحقیق مغایرت دارند (Zhu *et al.*, 2005)، اما باید در نظر داشت که آزاد ماهیان قادر به استفاده از بافتهای ذخیره‌ای در بخش امعاء و احشا می‌باشند. البته ذخایر گلیکوژنی کبدی نیز حائز اهمیت می‌باشند (Heide *et al.*, 2006) و ممکن است این تغییرات نتواند از طریق تجزیه لاشه کل بدن (که در این مطالعه بکار رفته است) خود را نشان دهد و بهتر است از طریق مطالعه بخش امعاء و احشا صورت گیرد. از سوی دیگر در مطالعه‌ای در ماهی قزل‌آلا یک انعطاف‌پذیری در تخصیص منابع دیده شد، به نحوی که ماهی یک استراتژی منحصر به فرد، جهت رویارویی با شرایط حاکم انتخاب کرد. به این شکل که ماهیان بخشی از انرژی در دسترس را بصورت چربی یا به منظور رشد کنار می‌گذارند (Metcalfe *et al.*, 2002; Biro *et al.*, 2005). این یافته نتایج تحقیق حاضر را توجیه می‌نماید.

شاخص Fat/LBM بعنوان معیاری برای تعیین نسبت اجزای ذخیره‌ای بدن به بخشهای ساختاری آن جهت مشخص ساختن وضعیت تغذیه‌ای و فاکتور کنترل‌کننده میزان مصرف غذا در موجودات شناخته شده است (Jobling & Johanssen, 1999). در تحقیق حاضر، این نسبت بلافاصله بعد از گرسنگی کاهش معنی‌داری یافت. البته یک روند افزایشی معنی‌داری نیز درون هر گروه از خود نشان داد. چنین اختلاف معنی‌داری در سایر مطالعات نیز به چشم می‌خورد (Jobling & Johanssen, 1999; Zhu *et al.*, 2005). روند افزایشی این نسبت وجود افزایش مصرف غذا را در ماهیان توجیه می‌کند (Johanssen *et al.*, 2003). با اینکه از نظر شاخص Fat/LBM در پایان آزمایش اختلاف معنی‌داری بین گروههای آزمایشی نداشت، اما این نسبت در ماهیان با تیمار گرسنگی هنوز کمتر از ماهیان گروه شاهد بود. این امر می‌تواند به مفهوم ادامه جبران در ماهیان باشد که مستلزم مطالعه دقیقتر در این زمینه است.

کنترل رشد به شیوه امن یک نیاز اساسی برای سیستمهای پرورش آبزیان محسوب می‌شود. یکی از روشهای کنترل و دستکاری رشد، استفاده از مکانیسم رشد جبرانی است که از دهه ۱۹۶۰ در پستانداران و پرندگان و از دهه ۱۹۸۰ در ماهیان شناخته شده است. با استفاده از پدیده جبران علاوه بر مدیریت رشد، می‌توان به مدیریت تولید پساب در سیستمهای پرورشی نیز دست یافت. از سوی دیگر افزایش کارآیی تغذیه‌ای آبزیان، جابجایی زمان ارائه محصول به بازار و نیز کاهش هزینه‌های کارگری مزرعه از طریق مدیریت تغذیه که امروزه در آبزی‌پروری جهانی جایگاه خود را یافته است، قابل دستیابی می‌باشند. تیمارهای تحت گرسنگی در این آزمایش در پایان دوران محرومیت غذایی در مقایسه با ماهیان گروه شاهد وزن کمتری داشتند. اما با شروع غذادهی مجدد و از طریق بهبود

magiran.com

شاخص‌های رشد و تغذیه توانستند در پایان آزمایش بـه ماهیـان گروه شاهد نزدیکتر شوند.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از مساعدت مالی دانشگاه تهران جهت انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. نظرات و همکاریهای دکتر Ardent،Wootton ، Pirhonen ،Jobling و Metcalfe در خور ستایش ویژه است. از کمکهای خانم فاطمه زارع و نیز از مساعدتهای شرکتهای آب و هوا، پردیس رادان (تهران) و دفتر فنی مینوفام (کرج) سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Ali M., Nicieza A. and Wootton R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: A response to growth depression. Fish and Fisheries, 4:147-190.

Ardent J.D., 1997. Adaptive intrinsic growth rates: An introduction across taxa. The Quarterly Review of Biology, 72:179-177.

Blake R.W., Inglis S.D. and Chan K.H.S., 2006. Growth, carcass composition and hormonal levels in cyclically fed rainbow trout. Journal of Fish Biology, 69:806-817.

Biro P.A., Post J.R. and Abrahams M.V., 2005. Ontogeny of energy allocation reveals selective pressure promoting risk-taking behavior in young fish cohort. Proceeding of Royal Society London B. 272:1443-1448.

Bodin M., Mambrini M., Wauters J.B., Abboudi T., Ooghe W., Le Boulenge E., Larondelle Y. and Rollin X., 2008. Threonine requirements for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the fry stage are similar. Aquaculture, 274:353-365.

Boujard T., Burel C., Medale F., Haylord G. and Moisan A., 2000. Effect of past nutritional history in rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources, 13:129-137.

Dobson S.H. and Holmes R.M., 1984. Compensatory growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Journal of Fish Biology, 25:.649-656.

Dutil J.D., Godbout G., Blier P.U. and Groman D., 2006. The effect of energetic condition on growth dynamics and health of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Journal of Applied Ichthyology, 22:138-144.

Eding E.H., Kamstra A., Verreth J.A.J., Huisman E.A. and Klapwijk A., 2006. Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: A review. Aquacultural Engineering, Vol. 34, No. 3, pp.234-260.

Farhangi M. and Carter C.G., 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). Aquaculture Research, Vol. 32 (Suppl. 1), pp.329-340.

Fraser D.J., Weir L.K., Darwish T.L., Eddington J.D. and Hutchings J.A., 2007. Divergent compensatory growth responses within species: Linked to contrasting migrations in salmon? Oecologia, 153:543-553.

Gurney W.S.C. and Nisbet R.M., 2004. Resource allocation, hyperphagia and compensatory growth. Bulletin of Mathematical Biology, 66: 1731-1753.

Halver J.E. and Hardy R.W., 2002. Fish Nutrition. Academic Press, California, USA. 824P.

Hayward R.S. and Wang N., 2001. Failure to induce over-compensation of growth in maturing yellow perch. Journal of Fish Biology, 59:126-140.

magiran.com

Hayward R.S., Wang N. and Noltie D.B., 2000. Group holding impedes compensatory growth of hybrid sun fish. Aquaculture, 183:299-305.

Heide A., Foss A., Stefansson S.O., Mayer I., Norberg B., Roth B., Jenssen M.D., Nortvedt R. and Imsland, A.K., 2006. Compensatory growth and fillet crude composition in Atlantic halibut: Effect of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquaculture, 261:109-117.

Hornick J.L., Eenaeme C.V., Gerard O. and Dufrance I., 2000. Mechanism of reduced and compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology, 19:121-132.

Houlihan D., Boujard T. and Jobling M., 2002. Food Intake in Fish. Blackwell Science Ltd. Malden, USA. 418P.

Jobling M., 1994. Fish Bioenergetics. Chapman and Hall, London, UK.

Jobling M. and Johanssen S.J.S., 1999. The lipostat, hyperphagia and catch-up growth. Aquaculture Research, 30:473-478.

Jobling M., Meloy O.H., Santos J. and Christiansen B., 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: Effects of nutritional history. Aquaculture International, 2: 5-90.

Johanssen S.J.S., Svier H. and Jobling M., 2003. Liposattic regulation of food intake in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. defending adiposity at the expense of growth? Aquaculture Research, 34:317-331.

McLean A. and Metcalfe N.B., 2001. Social status, access to food and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. Journal of Fish Biology, 58:1331-1346.

Metcalfe N.B., Bull C.D. and Mangel M., 2002. Seasonal variation in catch-up growth reveals state-dependent somatic allocation in salmon. Evolutionary Ecology Research, 4:71-881.

Metcalfe N.B. and Monaghan P., 2001. Compensation for a bad start: Grow now, pay later? Trends in Ecology and Evolution, Vol. 16, No. 5, pp.54-260.

Nikki J., Pirhonen J., Jobling M. and Karjalainen J., 2004. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, held individually. Aquaculture, 235:285-296.

Nislow K.H., 2001. International symposium on the implication of salmonid growth variation. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 10:521-527.

Peterson D.S., Harris D.J., Rayner J.C., Blakeney A.B. and Choct M., 1999. Methods for the analysis of premium livestock grains. Australian Journal of Agricultural Research, 50:75-787.

Quinton, J. C. and Blake, R. W., 1990. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Biology, 37:33-41.

Thompson R.K., Muzinic A.L., Engler S.L. and Webster C.D., 2005. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal for juvenile Australian red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture, 244:241-249.

Wang Y., Cui Y. and Young Y., 2005. Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* following food deprivation. Journal of Applied Ichthyology, 21:389-393.

magiran.com

Wicks B.J. and Randall D.J., 2002. The effect of feeding and fasting on ammonia toxicity in juvenile rainbow trout. Aquatic Toxicology, 59: 71-82.

Xie S., Zhu X., Cui Y., Wootton R.J., Lei W. and Yang Y., 2001. Compensatory growth in gibel carp following feed deprivation: Temporal pattern in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Journal of Fish Biology, 58:999-1009.

Young A., Morris P.C., Huntingford F.A. and Sinnott R., 2005. The effects of diet, feeding regime and catch-up growth on flesh quality attributes of large (1 + sea winter) Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture, 248:59-73.

Zhu X., Xie S., Lei W., Cui Y., Yang Y. and Wootton R.J., 2001. Compensatory growth in the Chinese long snout catfish, *Leiocassis longinostris*, following feed deprivation: Temporal pattern in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Aquaculture, 248:307-314.

Zhu X., Xie S., Zou Z., Lei W., Cui Y., Yang Y. and Wootton R.J., 2004. Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese long snout catfish, *Leiocassis longinostris*, experiencing cycles of feed deprivation and refeeding. Aquaculture, 241:235-247.

Zhu X., Xie S., Lei W., Cui Y., Yang Y. and Wootton R.J., 2005. Compensatory growth in the Chinese long snout catfish, *Leiocassis longinostris*, following feed deprivation: Temporal pattern in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Aquaculture, 248:307-314.

magiran.com

Feeding and growth efficiency indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during deprivation and re-feeding periods

Imani A.[1]*; Farhangi M.[2]; Yazdanparast R.[3]; Bakhtiyari M.[4]; Shokooh Saljooghi Z.[5] and Mojazi Amiri B.[6]

ahmadimani@ut.ac.ir

1,2,4,5 & 6- Department of Fisheries and Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O.Box: 4111 Karaj, Iran

3- Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran

Received: August 2008 Accepted: July 2009

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, Feeding, Growth

Abstract

We studied effects of different feeding deprivation periods on the growth and feed utilization indices of rainbow trout. The study lasted for eight weeks. Four treatments with three replicates including a control group without feed deprivation and treatments 1, 2 and 3 with 1, 2 and 3 week(s) of feed deprivation, respectively, were set up. Fish were fed ad lib for five weeks from week four up to the end of week eight, twice daily. The initial weight was (44.01±0.19g ±S.E). At the end of the deprivation period (day 21 of the experiment), starved fish including treatments 1 (46.96±2.74g), 2 (46.04±1.21g) and 3 (41.04±0.22g) had significantly lower weights ($P<0.05$) than the control group (64.00±5.60g). At the end of week eight, treatments 1 (93.00±3.95g), 2 (83.06±3.87g) and 3 (93.85±5.60g) and the control group (82.87±9.53g) showed no significant differences in the final body weight ($P>0.05$, weight after starvation as covariate). From day 21 to day 33, treatments 2 (3.11±0.09% BW/day) and 3 (3.13±0.14% BW/day) had significantly higher feed intakes than the control group (1.77±0.29) and treatment 1 (2.60±0.08) ($P<0.05$, weight after starvation as covariate).

Meanwhile, there were no significant differences in FCR in the given period among the treatments. From day 33 to 55, FI and FCR were similar among the treatments ($P>0.05$). PER and PPV but not LPV for fish with starvation were higher in value, but did not differ statistically ($P>0.05$). Different body components were not significantly different among the treatments at the end of the starvation period ($P>0.05$). Results indicated that the rainbow trout with average weight of 44.01±0.19g could tolerate the starvation and could finally compensate for the final body weight.

* Corresponding author