علوم و فنون شیلات
دانشگاه تربیت مدرس

فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٦، شمارهٔ ٢، تابستان ١٣٩٦، صفحه ٩٥- ١٠٩

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد، ترکیب بدن و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی پلاسمای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دورهٔ گرسنگی و غذادهی مجدد

راحله میرزایی[1]، سیده صدیقه بابایی[2]، عبدالمحمد عابدیان کناری[3]*

١- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، موسسه آموزش عالی غیر دولتی-غیر انتفاعی خزر، محمود آباد
٢- دانش آموخته‌ی دکتری، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
٣- استاد، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

دریافت: ٩٥/٠٤/١٤ پذیرش: ٩٥/١٢/٠٤

*نویسنده مسئول مقاله: aabedian@modares.ac.ir

چکیده:

تأثیر ترکیب جیره و گرسنگی بر رشد و متابولیت‌های پلاسمای قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن ١٤ گرم بررسی شد. تعداد ٢٤٠ عدد بچه به‌طور تصادفی در ١٢ تانک ١٥٠ لیتری توزیع شدند. آزمایش به‌صورت آزمون فاکتوریل ٢×٢ با ٢ سطح چربی (١٠ و ١٨ درصد) و ٢ رژیم غذایی (تغذیه و گرسنگی) انجام شد که در ٤ تیمار و سه تکرار انجام شد. ماهیان از دو جیره ١ (چربی ١٠ درصد، کربوهیدرات ٢٩ درصد) و جیره ٢ (چربی ١٨ درصد، کربوهیدرات ١٩ درصد) با سطح پروتئین (٤٧ درصد) و انرژی یکسان تغذیه شدند. بچه ماهیان به‌مدت ٣ هفته در حد سیری ظاهری تغذیه شدند، سپس دو هفته گرسنه مانده و مجدد ٣ هفته غذادهی شدند. زیست‌سنجی و سنجش شاخص‌های بیوشیمی پلاسما در روز ٢١ (پایان ٣ هفته غذادهی)، ٣٥ (پس از دو هفته گرسنگی) و ٦٠ (پایان ٣ هفته غذادهی مجدد) صورت گرفت. طبق نتایج، جیره با چربی ١٠ درصد در گروه شاهد (تغذیه کامل) سبب بالاترین میزان رشد در ماهی شد و با اعمال دو هفته محرومیت غذایی در این تیمار غذایی، ماهی قادر به رشد جبرانی کامل نگردید. همچنین نتایج حاصل از ترکیب لاشه نشان داد که گرسنگی و ترکیب جیره تأثیر بیشتری بر میزان چربی بدن نسبت به پروتئین داشت و گرسنگی سبب کاهش محتوای چربی بدن گردید. گرسنگی و نوع جیره تأثیر معناداری بر کلسترول و تری‌گلیسرید نداشته در حالی‌که سبب افت سطوح گلوکز خون ماهی شد.

کلید واژگان: گرسنگی و غذادهی مجدد، قزل‌آلای رنگین‌کمان، رشد، چربی

مقدمه

بر خلاف پستانداران، ماهیان می‌توانند به‌خوبی با شرایط گرسنگی کوتاه‌مدت و بلندمدت سازگار شوند (Morales et al., 2004). گرسنگی یا محرومیت غذایی در محیط‌های طبیعی در نتیجه محدودیت فصلی غذا (مثل درجه حرارت) یا چرخهٔ طبیعی زندگی (تولیدمثل) (Van Dijk et al., 2005) حاصل می‌شود. گرسنگی همچنین در مزارع پرورش ماهیان اغلب به دلایل مختلفی از جمله بهتر کردن مشکلات کیفیت آب، کاهش اثرهای منفی شیوع بیماری، کاهش استرس دستکاری و انتقال ماهی به مسافت‌های دور و همچنین به‌منظور راهبرد کاهش هزینه غذا به‌همراه رشد مناسب، اعمال می‌شود (Davis and Gaylord, 2011). تا به حال مطالعات مختلفی در زمینه گرسنگی و غذادهی مجدد روی ماهیان در ایران و جهان انجام شده است که می‌توان به تأثیر گرسنگی روی گربه‌ماهی، *Rhamdia hilarii* (Machado et al., 1988)، سیم دریایی، *Sparus Aurata* (Meton et al., 2003)، تاس‌ماهی چینی، *Acipenser sinensis* (Xiao et al., 2011)، کفشک، *Paralichthys adspersus* (Fuentes et al., 2012) فیل‌ماهی، *Huso huso* (Falahatkar et al., 2013)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Azodi et al., 2015)، باربوس خاردار، *Barbonymus Schwanenfeldii* (Eslamloo et al., 2016) و تاس‌ماهی سیبری، *Acipenser baerii* (Babaei et al., 2016b) اشاره کرد.

به دنبال محرومیت غذایی، یکی از موارد مهمی که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در بهینه‌سازی فعالیت‌های آبزی‌پروری داشته باشد، رشد جبرانی (compensatory growth) است. رشد جبرانی پدیده‌ای فیزیولوژیک است که به موجب آن ماهیان پس از یک دوره محرومیت (یا محدودیت) غذا، رشد سریع‌تری را تحت شرایط مشابه نسبت به گروه شاهد نشان می‌دهند (Ali et al., 2003). همچنین در طول دوره‌های محرومیت غذایی جانوران سازوکارهای رفتاری، فیزیولوژیک و ساختاری مختلفی را برای پوشش نیازهای متابولیک به‌کار می‌گیرند تا از منابع خود استفاده کنند. این موضوع شامل کاهش تحرک و فعالیت‌های متابولیک و اصلاح ظرفیت‌های متابولیک بافت می‌باشد (Navarro and Gutierrez, 1995). به‌طوری‌که گونه‌های خاصی از پروتئین و یا پروتئین و چربی استفاده می‌کنند در حالی‌که برخی گونه‌ها در پروتئین بدن صرفه‌جویی کرده و ذخایر چربی یا گلیکوژن بدن را هزینه می‌کنند (Machado et al., 1988). همچنین گرسنگی یکی از عواملی است که باعث تغییراتی در غلظت متابولیت‌های خون می‌گردد (Shreni, 1979). در طی گرسنگی، پروتئین، چربی و ذخایر گلیکوژن بدن و کبد تجهیز شده و استفاده می‌شوند و در مقابل در دوران غذادهی مجدد، بدن به دنبال بازسازی این ذخایر می‌باشد، بنابراین نتیجه این تغییرات به‌صورت تغییر در سطح متابولیت‌های خون (برای مثال تری‌گلیسرید حاصل از تجزیه چربی) و تغییر در هورمون‌ها بروز خواهد کرد (Chatzifotis et al., 2011). میزان این تغییرات متابولیسمی بستگی به گونه، سن و طول مدت گرسنگی دارد (Quillfeldt and Masello, 2004). بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان می‌توانند اطلاعات دقیق و مفیدی از تغییرات متابولیکی فراهم آورد. بنابراین مطالعه رشد جبرانی و بررسی تغییرات ترکیب بدن و متابولیت‌های پلاسما می‌توانند سبب بهبود رشد نهایی در مدت زمان کوتاه، کاهش هزینه تولید و آگاهی از نحوهٔ مصرف ذخایر بدن در زمان گرسنگی گردد.

با وجود تحقیقات مختلف در زمینه گرسنگی و غذادهی مجدد در ماهیان از جمله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، تا به حال مطالعه‌ای دربارهٔ بررسی اهمیت جیره‌های مختلف غذایی در پیش و پس از گرسنگی در

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ

جدول ١ اقلام و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جهت پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان

ترکیب جیره (٪)	١	٢
پودر ماهی[١]	٤٦/٠٧	٥٠/٢٩
آرد گندم [١]	٤٠/٩٣	١٥/١٩
روغن ماهی [١]	٢/٢٥٥	٧/٢٠٥
روغن سویا [٢]	٢/٢٥٥	٧/٢٠٥
لیسیتین [٢]	٠/٥	٠/٥
مونو کلسیم فسفات [١]	٠/٥	٠/٥
مخلوط معدنی [٣]	٣	٣
مخلوط ویتامینی [٤]	٢	٢
ضد قارچ [١]	٠/٢٥	٠/٢٥
آنتی اکسیدان [١]	٠/٠٢	٠/٠٢
بایندر [١]	١	١
فیلر [١]	١/٢١٥	١٢/٨٤
جمع کل	١٠٠	١٠٠
ترکیب شیمیایی (وزن خشک ٪)		
رطوبت	١٢/٣٦	١٢/٩٨
پروتئین	٤٧/٥	٤٧/٣٢
چربی	١٠	١٨
کربوهیدرات *	٢٨/٥٨	١٩/٠٢
خاکستر	١/٥٦	٢/٦٨
انرژی (KCal/Kg) ††	٤٣٢٠	٤٣٢٠

١- تهیه شده از کارخانه خوراک دام و طیور مازندران

٢- تهیه شده از شهرک صنعتی میرود

٣- مواد معدنی شامل: سدیم (Sodium chloride) آهن (Ferrous sulfate) منگنز (Manganese sulfate) روی (Zinc sulfate) مس (Copper sulfate) ید (Potassium iodin)

٤- مواد ویتامینی شامل (A, D3, E, C, B2, B5, B6, B7, B9, B12)

* کربوهیدرات (٪)= (پروتئین + چربی + خاکستر + رطوبت) - ١٠٠

†† انرژی بر اساس یک گرم پروتئین ٢٣/٦ کیلوژول، یک گرم چربی ٣٩/٥ کیلوژول و یک گرم کربوهیدرات ١٧/٢ کیلوژول محاسبه شد (NRC, 1993).

جدول ٢ تیمارهای آزمایشی

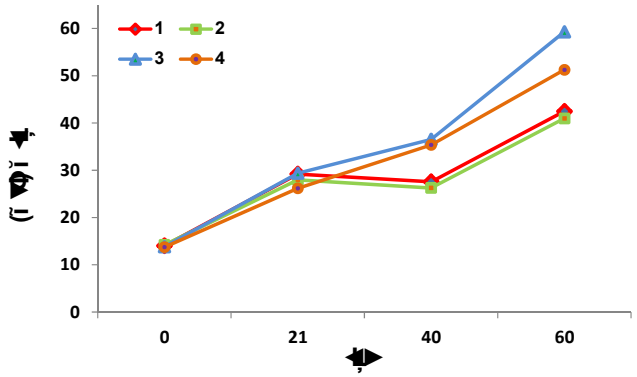
تیمار	اسم تیمار	درصد چربی	رژیم غذایی		
١	10F-St	٪١٠	سه‌هفته غذادهی	دوهفته گرسنگی	سه‌هفته غذادهی
٢	18F-St	٪١٨	سه‌هفته غذادهی	دوهفته گرسنگی	سه‌هفته غذادهی
٣	10F-F	٪١٠	هشت هفته غذادهی		
٤	18F-F	٪١٨	هشت هفته غذادهی		

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ

احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به‌صورت میانگین ±SD گزارش گردید. از نرم‌افزار (version 22) SPSS برای آنالیز داده‌ها و Excel برای رسم نمودار و جداول استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های رشد: روند رشد طی ۸ هفته در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که وزن نهایی تیمارهای ۳ و ٤ با میزان ۵۹/۵ و ۵۱/٤ گرم در انتهای دوره پرورش، اختلاف معناداری نداشتند در حالی‌که تیمارهای گرسنه (۱ و ۲) با تیمار ۳ اختلاف معناداری را نشان دادند (p<۰/۰۵) (جدول ۳). در شاخص افزایش وزن بدن (WG) نیز اختلاف معناداری بین تیمار ۳ با تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده شد (p<۰/۰۵) درحالی‌که تیمار ۱ و ۲ با هم اختلاف معناداری نداشتند. بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی(FCR) مربوط به تیمار ۲ با میزان ۲/۱±۰/۸ بود و اختلاف معناداری بین تیمار ۲ با تیمار ۱ مشاهده نشد (p>۰/۰۵). شاخص کبدی نیز در کل دوره بین تیمارها اختلاف معناداری را نشان نداد (p>۰/۰۵).



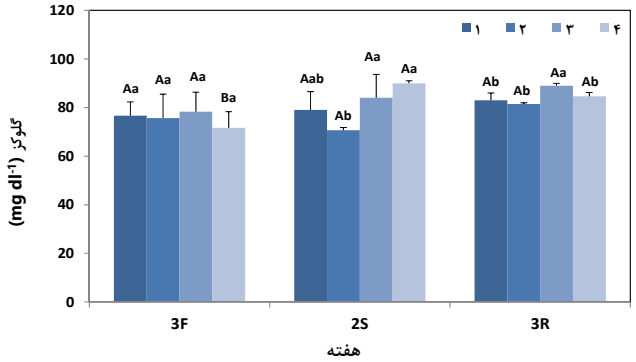
شکل ۱ میانگین وزن بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تیمارهای مختلف در طی دوره‌ی پرورش

جدول ۳ شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف غذادهی و گرسنگی.

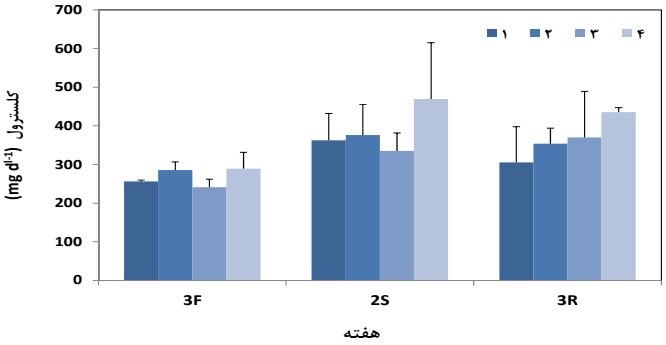
تیمارها	10F-St	18F-St	10F-F	18F-F
وزن اولیه (گرم)	١٤±٠/٩	١٤±٠/٩	١٥±٢/٦	١٣±٠/٥
وزن نهایی (گرم)	٤٢±٥/٥^{b}	٤١±١٢^{b}	٥٩±٥^{a}	٥١±٤^{ab}
افزایش وزن بدن (گرم)	٢٨±٧^{b}	٢٣±٨^{b}	٤٣±٤^{a}	٣٧±٤^{ab}
ضریب تبدیل غذایی	١/٦±٠/٣^{ab}	٢/١±٠/٨^{a}	١/٠٤±٠/١^{b}	١/٢±٠/١^{b}
ضریب رشد ویژه	١/٨±٠/١^{b}	١/٧±٠/٥^{b}	٢/٤±٠/٢^{a}	٢/٢±٠/١^{ab}
شاخص فربهی	٠/٩٠±٠/١٧^{b}	٠/٩١±٠/١^{b}	١/١±٠/٠١^{a}	١/٢±٠/٠١^{a}
شاخص کبدی	٠/٢±٠/١	٠/٢±٠/٣	٠/٣±٠/٠	٠/٣±٠/٠٥

حروف نشان دهنده معناداری بین گروه‌ها می‌باشد (P<0.05) (one-way ANOVA). میانگین ± S.D.

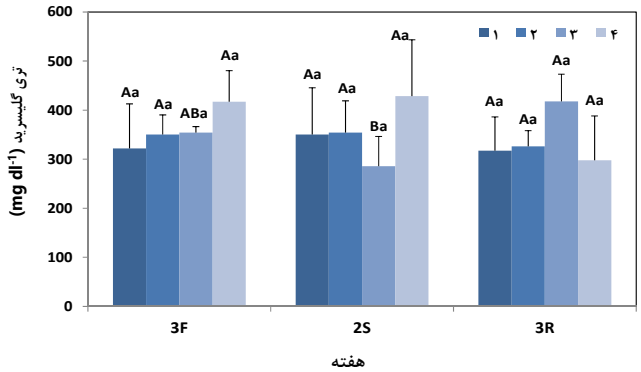
اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ



شکل ٢ تغییرات گلوکز پلاسما ماهی قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف (F: غذادهی، S: گرسنگی، R: غذادهی مجدد). حروف کوچک به معناداری یک تیمار در طول دوره‌های مختلف زمانی و حروف بزرگ به معناداری بین تیمارها در یک روز اشاره دارد ($P<0.05$) (میانگین ± S.D).



شکل ٣ تغییرات کلسترول پلاسما ماهی قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف (F: غذادهی، S: گرسنگی، R: غذادهی مجدد) (میانگین ± S.D).



شکل ٤ تغییرات تری‌گلیسرید پلاسما ماهی قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف (F: غذادهی، S: گرسنگی، R: غذادهی مجدد). حروف کوچک به معناداری یک تیمار در طول دوره‌های مختلف زمانی و حروف بزرگ به معناداری بین تیمارها در یک روز اشاره دارد ($P<0.05$) (میانگین ± S.D).

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ

به تحمل کاهش ۷۰–۲۰ درصد از کل محتوای چربی بدن در طی گرسنگی می‌باشند (McCue, 2010). استفاده از چربی بدن به‌عنوان منبع انرژی در طی گرسنگی به نوع گونه، بافت ذخیره چربی و راهبرد تجهیز دیگر ذخایر انرژی بدن، بستگی دارد (Furne et al., 2012). یافته‌های این تحقیق نشان داد در قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان گرسنگی، تقاضای انرژی از چربی‌های بدن تأمین می‌شود که این چنین پاسخ لیپیدمیک (Lipidemic) به گرسنگی در قزل‌آلای رنگین‌کمان (Leatherland and Nuti, 1981) و گربه‌ماهی کانالی (Kim and Lovell, 1995) نیز مشاهده شده است. همچنین آنالیز لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان در گروه شاهد نشان می‌دهد که چربی بیشتر جیره هم در گروه شاهد و هم گرسنه سبب افزایش چربی بدن در این ماهی شده است که این نتایج در گربه‌ماهی راه رونده، *C. batrachus* (Erfanullah and Jafri et al., 1998)، قزل‌آلای قهوه‌ای (Regost et al., 2001) و گربه‌ماهی کانالی (Garling and Wilson, 1997) گزارش شده است.

نتایج نشان داد که محتوای پروتئین بدن قزل‌آلای رنگین‌کمان کمتر تحت تأثیر جیره و دوره گرسنگی قرار گرفته و اختلاف معناداری در تیمارها مشاهده نشده است. در تاس‌ماهی سیبری پرورشی (Babaei et al., 2016a,b) نیز نشان داده شده که ترکیب جیره و گرسنگی تأثیر کمی بر میزان پروتئین بدن و کبد دارد. در دیگر گونه‌ها نیز مشاهده شد محتوای پروتئین بدن، زمانی‌که سطوح پروتئین جیره افزایش می‌یابد تنها مقدار اندکی تغییر می‌کند (Abdel-twwab et al., 2010). از این‌رو، این موضوع نشان می‌دهد قزل‌آلای رنگین‌کمان تمایل کمتری به مصرف پروتئین‌ها در برابر ذخایر چربی در زمان گرسنگی دارد.

بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان می‌تواند اطلاعات دقیق و مفیدی از عملکرد بیولوژیکی بدن ماهی بدهد. گرسنگی یکی از عواملی است که باعث تغییراتی در غلظت متابولیت‌های خون می‌گردد (Shreni, 1979). شدت این تغییرات متابولیسمی بستگی به گونه، سن و طول مدت گرسنگی دارد (Quillfeldt and Masello, 2004). محرومیت غذایی سبب کاهش در سطوح گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول کل پلاسما می‌شود (Perez Jimenez et al., 2007). در حالی‌که برخی مطالعات افزایش و یا ثبات در سطوح متابولیت پلاسما در طی گرسنگی را نشان داده‌اند.

مانند نتایج حاضر کاهش گلوکز خون پس از گرسنگی (به‌ویژه در تیمار ۱۸ درصد چربی) در بسیاری از ماهیان گزارش شده است که علت آن را به مصرف گلوکز به‌عنوان سوبسترای انرژی (افزایش فعالیت گلیکولیز) به‌منظور مقابله با گرسنگی نسبت دادند (Rossi et al., 2015; Perez Jimenez et al., 2012). بنابراین در زمان گرسنگی احتیاجات گلوکز برای اهداف متابولیکی، ممکن است از طریق تجزیه گلیکوژن (گلیکوژنولیز) و یا مسیر سنتز de novo (گلوکونئوژنز) از منابع غیرگلوکزی مانند لاکتات، گلیسرول، پیرووات و برخی اسیدهای آمینه تأمین شود (Polakof et al., 2012). در مطالعه Eslamloo و همکاران (2016) گرسنگی سبب کاهش گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول در ماهی باربوس خاردار شده است. در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Holloway et al., 1994) نیز سطح گلوکز پلاسما در طی گرسنگی کاهش معناداری نشان داده است.

به‌نظر می‌رسد در دوران گرسنگی در دسترس‌ترین ذخایر چربی، تری‌گلیسریدها می‌باشند (Larsson and Lewander, 1973). تری‌گلیسریدها، گلیسرول و اسیدهای چرب در پاسخ به تجهیز و مصرف چربی تولید می‌شوند. در مطالعه حاضر میزان تری‌گلیسرید و کلسترول خون قزل‌آلای

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ

intestinal structure in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed graded levels of phytic acid. *Aquaculture*, 256(1-4): 365–376.

Di Marco, P., Priori, A., Finoia, G., Massari, A., Mandich, A., Marino, G. 2008. Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. *Aquaculture*, 275(1-4): 319–328.

Echevarría, G., Martínez-Bebiá, M., Zamora, S. 1997. Evolution of biometric indices and plasma metabolites during prolonged starvation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 118A: 111–123.

Erfanullah, & Jafri, A.K. 1998. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). *Aquaculture*, 161(1-4): 159–168 .

Eslamloo, K., Morshedi, V., Azodi, M., Akhavan, S.R. 2016. Effect of starvation on some immunological and biochemical parameters in tinfoil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Journal of Applied Animal Research*, doi:10.1080/09712119.

Falahatkar, B., Akhavan, S. R., Efatpanah, I., Meknatkhahm B. 2013. Effect of winter feeding and starvation on the growth performance of young-of-year (YOY) great sturgeon, *Huso huso. Journal of Applied Ichthyology*, 29(1): 26-30.

Fuentes, E.N., Kling, P., Einarsdottir, I.E., Alvarez, M., Valdés, J.A., Molina, A., Bjornsson, B.T. 2012. Plasma leptin and growth hormone levels in the fine flounder (*Paralichthys adspersus*) increase gradually during fasting and decline rapidly after refeeding. *General and Comparative Endocrinology*, 177(1): 120–127.

Furne, M., Morales, A.E., Trenzado, C.E., Garcıa-Gallego, M., Hidalgo, M.C., Domezain, A., Rus, A.S. 2012. The metabolic effects of prolonged starvation and refeeding in sturgeon and rainbow trout. *Journal of Comparative Physiology*, 182(1): 63–76.

Garling, D.L. & Wilson, R.P. 1977. Effect of dietary carbohydrate to lipid ratio on growth and body composition of fingerling channel catfish. *Progressive Fish- Culturis*, 39: 43–47.

Ali, M., Nicieza, A., Wootton, R.J. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2): 147-190.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 2005. Official Methods of Analysis of the AOAC International, 18th edn. AOAC International, Gaithersburg, MD.

Azodi, M., Ebrahimi, E., Motaghi, E., Morshedi, V. 2015. Metabolic responses to short starvation and re-feeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ichthyological Research*, 62(2): 177–183.

Babaei, S., Abedian-kenari, A., & Hedayati, M. 2016a. Growth response, body composition, plasma metabolites, digestive and antioxidant enzymes activities of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) fed different dietary protein and carbohydrate: lipid ratio. *Aquaculture research*, doi:10.1111/are.13096.

Babaei, S., Abedian-kenari, A., & Hedayati, M. Meton I. 2016b. Effect of diet composition on growth performance, hepatic metabolism and antioxidant activities in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) submitted to starvation and refeeding. *Fish Physiology and Biochemistry.* Doi: 10.1007/s10695-016-0236-0.

Babin, P.J. & Vernier, J.M. 1989. Plasma lipoproteins in fish. *Journal of Lipid Research*, 30: 467–489.

Chatzifotis, S., Papadaki, M., Despoti, S., Roufidou, C., Antonopoulou, E. 2011. Effect of starvation and re-feeding on reproductive indices, body weight, plasma metabolites and oxidative enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 316(1-4): 53–59.

Collins, A.L., and Anderson, T.A. 1995. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in somatic tissues of the golden perch. *J. fish Biol*., 47:1004-1015.

Davis, K.B., Gaylord, T.G. 2011. Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 158(1)A: 30–36.

Denstadli, V., Skrede, A., Krogdahl, A., Krogdahl, S., Storebakken, T. 2006. Feed intake, growth, feed conversion, digestibility, enzyme activities and

اثر دو سطح چربی جیره بر روی رشد ... ـــــــ

Sudagar, M., Zarenajad Mazandarani, A.R., Pooralimotlagh, S., 2009. The efficacy of clove powder as an anestethic and its effects on hematological parameters on roach (*Rutilus rutilus*). *Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition*, 1: 1-5.

Van Dijk, P.L.M., Hardewig, I., Hölker, F. 2005. Energy reserves during food deprivation and compensatory growth in juvenile roach: the importance of season and temperature. *Journal of Fish Biology*, 66(1): 167–181.

Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y., Cai, F., 2005. Partial compensatory growth in hybrid tilapia (*Oreochrmis mossambicus* × *O. niloticus*) following food deprivation. *Applied Ichthyology*, 21: 389-393.

Weatherley, A.H. and Gill, H.S. 1981. Recovery growth following periods of restricted ration and starvation in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Richarson. *J. Fish Biol*., 18: 195-208.

Xiao, H., Zhu, X., Shi, X.T., Lu, X.B., Zhang, D.Z., Rao, J., Jian, J.L. 2011. Compensatory growth and body composition in juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* following temporary food deprivation. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2): 554- 557.

Power, D.M., Melo, J. Santos, C.R. 2000. The effect of food deprivation and re-feeding on the liver, thyroid hormones and transthyretin in sea bream. *Journal of Fish Biology*, 56(2): 374-384.

Quillfeldt, P. and Masello, F., 2004. Blood chemistry in relation to nutrition and ectoparasite load in Wilson's stormpetrels Oceanites oceanicus. *Polar Biol.,* 27: 168–176

Regost, C., Arzel, J., Cardinal, M., Laroche, M., Kaushik, S.J. 2001. Fat Deposition and Flesh Quality in Seawater Reared, Triploid Brown Trout *Salmo Trutta*/as Affected by Dietary Fat Levels and Starvation. *Aquaculture*, 193(3-4): 325–345

Rossi, A., Cazenave, J., Bacchetta, C., Campana, M., Julieta, M. 2015. Physiological and metabolic adjustments of *Hoplosternum littorale* (Teleostei, Callichthyidae) during starvation. *Ecological Indicators*, 56: 161–70.

Sheridan, M.A. & Mommsen, T.P. 1991. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *General and Comparative Endocrinology*, 81(3): 473–483.

Shreni, K.D., 1979. Influence of starvation on the brain and liver cholestrol level of the cat fish *Heteropneustes fossilis*. 17-24.

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 6, No. 2, Summer 2017

Effect of two levels of dietary lipid on growth, body composition and some of plasma biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during starvation and refeeding

Raheleh Mirzaei[1], Seyedeh Sedigheh Babaei [2], Abdolmohammad Abedian Kenari[3*]

1- M.Sc. Graduate, Department of Fisheries, Khazar institute of higher education, Mahmoodabad, Mazandaran, iran.

2- Ph.D. Graduate, Department of Aquaculture, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

3- Professor, Department of Aquaculture, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

Received: 04.07.2016 Accepted: 22.02.2017

*Corresponding author: aabedian@modares.ac.ir

Abstract:
The effect of dietary composition and starvation on growth and plasma metabolites in rainbow trout of 14 g average initial weight was investigated. A group of 240 trout juveniles were distributed in 12 of 150 L tanks. The experiment was performed in a 2*2 factorial design with 2 lipid levels (10 and 18%) and 2 feeding conditions (feeding and starvation) with 4 treatments each with 3 replicates. The fish were fed on diet 1 (lipid 10%, carbohydrate 29%) and diet 2 (lipid 18%, carbohydrate 19%) with the same protein level (47%) and energy. The juveniles were fed to apparent satiation for 3 weeks, followed by starving for 2 weeks and then refed for 3 weeks. The biometery and plasma biochemical parameters were analysed in the day of 21 (end of 3 weeks feeding), 35 (after 2 weeks starvation) and 60 (end of 3 weeks refeeding). Based on the result, the best growth performance in the fish occurred in diet with 10% lipid in control group (feeding group) and no compensatory growth occurred in this treatmennt after 2 weeks starvation. Moreover, the result of body composition showed the starvation and diet composition had more effect on body lipid than body protein and body lipid content decreased by starvation. The starvation and diet composition did not have any significant effect on cholesterol and triglyceride, but they induced decreasing plasma glucose level in the trout.

Keywords: Starvation and refeeding, Rainbow trout, Growth, Lipid