تأثیر اعمال دوره‌ی طولانی مدت گرسنگی و محدودیت غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بدن در بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt 1869)

سکینه شیروان[۱]، بهرام فلاحتکار*[۲]، حمید علاف نویریان[۳] و علیرضا عباسعلیزاده[۴]
falahatkar@guilan.ac.ir

۱،۲ و ۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، صندوق پستی: ۱۱۴۴
۴- مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی، رشت

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۲ **تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۲**

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر اعمال دوره‌ی طولانی مدت برخی استراتژی‌های تغذیه‌ای (گرسنگی، غذادهی محدود به میزان ۱٪ بیومس هر مخزن و تغذیه تا حد سیری به عنوان شاهد) بر عملکرد رشد و ترکیب بدن تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt 1869) به مدت ۸ هفته طراحی و اجرا گردید. در این راستا، تعداد ۲۷۰ عدد بچه تاسماهی سیبری (میانگین وزن ۶/۲۷ ± ۵۴ گرم و تراکم ۱/۵ گرم بر لیتر) در قالب سه تیمار (به همراه سه تکرار) در ۹ مخزن فایبرگلاس (۱۰۵۰ لیتر) توزیع شد. برای تمام ماهیان هر مخزن، وزن بدن و طول کل به صورت انفرادی در فاصله زمانی دو هفته ای ثبت گردید. در انتهای دوره آزمایش از هر تکرار ۵ عدد به صورت تصادفی جهت آنالیز ترکیب شیمیایی لاشه نمونه برداری شد. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد در تاسماهی سیبری به صورت معنادار تحت تأثیر دوره‌های گرسنگی و محدودیت غذایی قرار گرفت محتوای رطوبت و چربی به صورت معناداری در همه تیمارها اختلاف داشت ؛ به نحوی‌که بالاترین محتوای رطوبت و چربی به ترتیب در تیمار گرسنه و شاهد مشاهده گردید. محتوای پروتئین در تیمار گرسنه به صورت معناداری کمتر از سایر تیمارها بود، در حالیکه در محتوای خاکستر لاشه بین تیمارها اختلاف معناداری مشاهده نگردید. به طور کلی، کاهش وزن و سایر فاکتورهای رشد بچه تاسماهی سیبری در دوران کمبود غذایی، به مصرف ذخایر چربی و سپس منابع پروتئینی بدن و جایگزینی آن با آب نسبت داده می شود. در حقیقت، در دوران کمبود غذایی، بچه تاسماهی سیبری قادر است که ذخایر پروتئینی بدن را نسبت به چربی ها بهتر حفظ کند.

لغات کلیدی: تاسماهی سیبری، گرسنگی، غذادهی محدود، رشد، ترکیب لاشه

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

مقدمه

محدودیت غذایی برای بسیاری از جانوران آبزی نظیر ماهی ها یک رخداد طبیعی است که به علت کمبود غذا، تغییرات آب و هوایی، تولیدمثل، مهاجرت و سایر موارد رخ می‌دهد (Hinch *et al*., 2005; Davis and Gaylord, 2011; Falahatkar, 2012). این موجودات می‌توانند در دوره‌های طولانی‌مدت بدون مصرف هیچ‌گونه غذایی زنده بمانند و برای تعداد بسیاری از گونه‌های ماهی، دوره‌ی گرسنگی بخشی از چرخه طبیعی زندگی موجود محسوب می‌شود (Navarro and Gutiérrez, 1995). در شرایط پرورشی هم ماهی‌ها دوره‌های گرسنگی را تحمل می‌کنند که می‌تواند مربوط به عوامل استرس زا، عوامل بیماریزا، کدورت و نوسانات دمایی در محیط پرورش باشد (Falahatkar, 2012). قابل ذکر است که در آبزی‌پروری، محدودیت یا محرومیت غذایی برای دوره های کوتاه مدت ممکن است بخشی از یک استراتژی تغذیه‌ای برای رفع مشکلات کیفی آب، کاهش اثرات سوء استرس ناشی از دستکاری (Davis and Gaylord, 2011)، کاهش مرگ و میر در اثر بیماری، یا کاهش هزینه‌های مزرعه باشد (Gaylord and Gatlin, 2000; Wang *et al*., 2000; Caruso *et al*., 2011).

گرسنگی ممکن است از چند هفته تا چندین ماه ادامه یابد و منجر به کاهش شدید ذخایر انرژی بدن ماهی و تحلیل بافت ها به منظور ادامه حیات گردد. پاسخ‌های هر گونه به کمبود غذایی به عواملی نظیر سن و شرایط زیستی و سطح ذخایر انرژی ماهی وابسته است (Black and Love, 1986; Navarro and Gutiérrez, 1995). در طول دوره های محرومیت و یا محدودیت غذایی، جانوران مکانیسم های رفتاری، فیزیولوژیک و ساختاری مختلفی را برای پوشش نیازهای متابولیک به کار می گیرند تا از منابع خود استفاده کنند (Navarro and Gutiérrez, 1995) که شامل کاهش تحرک و فعالیت‌های متابولیک (Mendez and Wieser, 1993)، اصلاح ظرفیت-های متابولیک بافت (Guderley *et al*., 1996) و استفاده از منابع پروتئینی ماهیچه (Black and Love, 1986) است. از آنجا که عادات تغذیه‌ای ماهی بر پاسخ متابولیک به دوره‌های محرومیت غذایی تأثیر دارد، ماهیان گوشتخوار به دلیل کمتر بودن دفعات تغذیه و تحمل دوره‌های کمبود غذا در شرایط طبیعی با این شرایط بهتر سازگار می‌شوند، در حالیکه ماهیان همه‌چیزخوار و گیاهخوار به طور مداوم در حال تغذیه‌اند (Bond, 1996).

برای بقا و سپری کردن دوره‌های مکرر محرومیت غذایی، ماهی باید با استفاده از مواد موجود در بافت‌های خود در جهت انجام عملکردهای متابولیک بدن به نحو مطلوبی استفاده نماید. در برخی گونه‌ها، اولین ذخیره انرژی مورد استفاده در هنگام مواجهه با شرایط گرسنگی یا محدودیت غذایی، گلیکوژن کبد است (Hung *et al*., 1997; Figueiredo-Garutti *et al*., 2002). همراه با مصرف گلیکوژن، ذخایر چربی نیز برای تأمین انرژی استفاده می‌شود. در این گونه‌ها، پروتئین ماهیچه آخرین ذخیره برای تأمین انرژی مورد نیاز است (Navarro and Gutiérrez, 1995). در صورتیکه در سایر گونه‌ها ذخایر گلیکوژنی کبد حفظ شده و پروتئین به منظور گلوکونئوژنز کاهش می‌یابد و چربی و یا پروتئین به عنوان اشکال فرعی در تولید انرژی استفاده می‌شود (Navarro and Gutiérrez, 1995; Gillis and Ballantyne, 1996).

ماهیان خاویاری شایان توجه و مراقبت ویژه از نقطه نظر پرورش و بازسازی ذخایر هستند. کاهش در ذخایر اکثر گونه‌های این خانواده، تلاش برای بهبود پرورش برای بازسازی و آبزی پروری را افزایش داده است (Furné *et al*., 2012). از این‌رو، تاسماهی سیبری *Acipenser baerii* به عنوان یک مدل زیستی برای مطالعات فیزیولوژیک و تغذیه ای تاسماهیان مورد استفاده قرار می گیرد (Fontagné *et al*., 2006). دوره پرورشی طولانی مدت تاسماهیان و به دنبال آن هزینه‌های پرورش، اهمیت اطلاعات فیزیولوژیک این گونه به عنوان پایه ای برای بهبود پروتکل های پرورشی و تغذیه‌ای با امکان کاهش هزینه های تولید را آشکار می‌کند.

از آنجا که رژیم غذایی مناسب از مهم‌ترین عوامل دخیل در موفقیت آبزی‌پروری است (Yokoyama *et al*., 2009)، یک رویکرد مهم جهت کاهش هزینه‌های غذا در آبزی پروری تجاری، اعمال مدیریت تغذیه و استراتژی‌های مناسب در مواجهه با شرایط متفاوت پرورش است. چنین استراتژی‌هایی قادرند که مدیریت هزینه و کیفیت آب را بهبود ببخشند و نیز هزینه‌های غذا را کاهش دهند (Gaylord and Gatlin, 2001; Yokoyama *et al*., 2009).

اگرچه مطالعات صورت گرفته در مورد ماهیان استخوانی نشان می‌دهد که گرسنگی و تغذیه محدود ممکن است بر بسیاری از عملکردهای ساختاری و فیزیولوژیک تأثیر داشته باشد، هیچ اطلاعی در مورد الگوی رشد و ترکیب شیمیایی بدن تاسماهیان در معرض تغذیه محدود و سایر اثرات این استراتژی تغذیه‌ای در مورد این ماهیان موجود نیست. از طرف دیگر چون تاسماهی سیبری گونه‌ای است که زمان زیادی از معرفی آن به سیستم پرورشی ایران نمی‌گذرد، از این رو در مطالعه حاضر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

سعی بر آن است که تغییرات پارامترهای رشد و بقا و ترکیب بدن در تاسماهی سیبری در معرض گرسنگی و غذادهی محدود را در مقایسه با تغذیه به صورت کامل مورد ارزیابی قرار داده و اولویت‌های منابع تأمین کننده انرژی در این دوران، به منظور مدیریت هرچه بهتر پرورش این ماهیان در شرایط متراکم پرورشی، تشخیص داده شود.

مواد و روش کار

۲۷۰ عدد بچه تاسماهی سیبری با میانگین وزن اولیه g ۶/۲۷ ± ۵۴ و طول cm ۰/۲۴ ± ۲۵/۳ (میانگین ± انحراف معیار) به مدت دو هفته قبل از شروع آزمایش، با شرایط پرورشی در مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی (رشت، ایران) سازگار شد. در طی این مدت، ماهیان روزانه ۴ وعده و در حد اشباع در ساعات ۸:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۰:۰۰ غذادهی شدند. پس از گذراندن دوران سازگاری، ماهی‌ها به‌صورت تصادفی در ۹ تانک فایبرگلاس (۱۰۵۰ لیتر حجم آب) با تراکم ۳۰ قطعه در هر تانک ذخیره سازی شدند. اختلاف معناداری در وزن اولیه ماهیان تیمارها در ابتدای آزمایش وجود نداشت. جهت تأمین آب ورودی سیستم، آب رودخانه و چاه به‌صورت همزمان مورد استفاده قرار گرفت. دبی آب ورودی برای هر تانک l/min ۱/۶ ± ۱۴/۴، دمای آب °C ۳/۲ ± ۱۸، میزان اکسیژن محلول mg/l ۱/۹ ± ۷/۱ ، pH ۷/۷ و دوره نوری طبیعی بود. استراتژی‌های غذایی مورد مطالعه در قالب سه تیمار غذادهی کامل (F، تغذیه بر اساس اشتها و تا حد سیری)، تغذیه محدود (R، غذادهی به میزان ۱٪ وزن بیومس به ازای هر روز) (Falahatkar *et al*., 2013) و گرسنگی (S، بدون هیچ‌گونه غذادهی) و هر کدام در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت.

در تیمارهای F و R، غذادهی با جیره تجاری فرموله شده Biomar با ۴۸٪ پروتئین خام و ۲۲٪ چربی خام، روزانه ۴ وعده در ساعات ۸:۰۰، ۱۲:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۰:۰۰ به صورت دستی صورت گرفت. در طول غذادهی میزان کمی غذا هر چند دقیقه یکبار به هر تانک اضافه می‌شد و این کار تا زمانیکه ماهی‌ها سیر شده و دیگر هیچ غذایی نخورند ادامه می‌یافت. هر وعده غذادهی حدود یک ساعت طول می‌کشید تا از خورده شدن تمام غذا بوسیله ماهی‌ها اطمینان حاصل شود (Zhu *et al*., 2005). جهت جلوگیری از ورود احتمالی غذای زنده (نظیر گاماروس و دافنی)، ورودی آب رودخانه با توری‌های چشمه ریز پوشانده و این توری‌ها روزانه تمیز می‌شدند. در طول دوره آزمایش، زیست سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار با دقت ۰/۱ گرم برای وزن و ۱ میلی متر برای طول کل انجام و داده‌های مربوط ثبت شد. ماهی‌ها ۱۲ ساعت قبل از توزین گرسنه نگهداشته و در هنگام بیومتری با استفاده از ۵۰۰mg / l پودر گل میخک بیهوش شدند (Yarmohammadi *et al*., 2012).

شاخص‌های رشد شامل وزن کسب شده (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، فاکتور وضعیت (CF)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشایی (VSI) و درصد بقا (Survival rate) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Ricker, 1979; Qinghui *et al*., 2004; Falahatkar, 2012):

$$WG\ (g\ fish^{-1}) = FW - IW$$

$$BWI\ (\%) = [(FW - IW) / IW] \times 100$$

$$CF = [\ Body\ weight / Total\ length^3\ ] \times 100$$

$$SGR\ (\%\ day^{-1}) = Ln\ [\ FW\ ] - Ln\ [\ IW\ ] / t$$

$$FCR = Feed\ intake / Weight\ gain$$

$$HSI\ (\%) = [\ Liver\ weight / Body\ weight\ ] \times 100$$

$$VSI\ (\%) = [\ Visceral\ weight / Body\ weight\ ] \times 100$$

$$Survival\ rate\ (\%) = (final\ number\ of\ fishes / initial\ number\ of\ fishes) \times 100$$

FW و IW به ترتیب، وزن نهایی و وزن اولیه و t زمان آزمایش می‌باشد. لازم به ذکر است که وزن بر حسب گرم و طول بر اساس سانتیمتر اندازه گیری گردید. جهت اندازه گیری شاخص های کبدی و احشایی، وزن هر کدام از این اجزا در انتهای دوره پرورش و در پنج ماهی به ازای هر تکرار در نظر گرفته شد.

در ابتدای دوره تعداد پنج عدد و در انتهای دوره از هر تکرار پنج عدد ماهی به صورت تصادفی برای انجام آنالیز تقریبی لاشه در نظر گرفته شد. درصد رطوبت با قرار گرفتن نمونه‌ها در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد و پس از رسیدن وزن نمونه‌ها به میزان ثابت تعیین شد. محتوای چربی خام لاشه با استخراج لیپید بر اساس روش سوکسله و محتوای پروتئین خام با اندازه‌گیری نیتروژن کل در روش کجلدال بر اساس اندازه‌گیری نیتروژن (۶/۲۵ ×) تعیین شد. مقادیر خاکستر نیز با قرار دادن نمونه‌ها در کوره الکتریکی به مدت ۸ ساعت به دست آمد (AOAC, 1996).

کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS، نسخه ۱۶ (Chicago, IL) انجام شد. هر تانک یک واحد آزمایشی برای این مطالعه در نظر گرفته شد. بنابراین میانگین

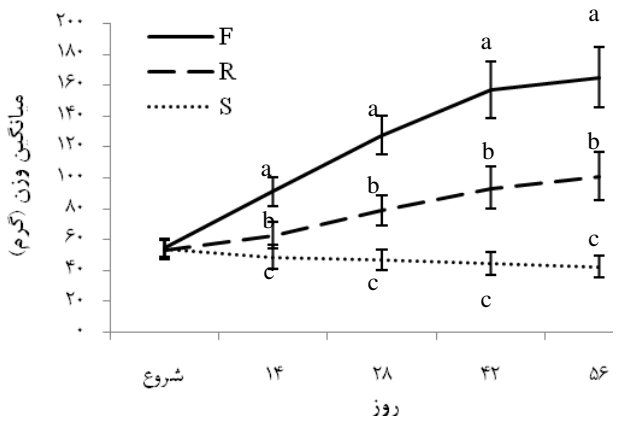
[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

هر تانک برای آزمون اثر تیمار روی هر متغیر استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون‌های Smirnov-Kolmogorov و Levene استفاده شد. تأثیر استراتژی‌های تغذیه‌ای بر پارامترهای رشد و ترکیب لاشه با one-way ANOVA با استفاده از آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. اختلافات در سطح معنادار ۰/۰۵ > P بیان شده است.

نتایج

در طول ۸ هفته آزمایش، وزن ماهی‌ها تحت تاثیر استراتژی-های تغذیه‌ای قرار گرفت (۰/۰۵ > P؛ شکل ۱). به‌طوریکه از هفته دوم، وزن ماهیان تحت تأثیر تیمارهای آزمایش به صورت معنادار اختلاف نشان داد.



شکل ۱: روند تغییرات وزن بدن (g) بچه تاسماهی سیبری *Acipenser baerii* (میانگین ± انحراف معیار) طی ۸ هفته استفاده از رژیم‌های غذایی مختلف. F: تغذیه کامل؛ R: تغذیه محدود؛ S: گرسنه. اختلاف‌ها با استفاده از آزمون Duncan و در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ بیان شده است.

در انتهای دوره ۵۶ روزه آزمایش، اختلاف معنادار بین پارامترهای رشد دیده شد (جدول ۱). میانگین وزنی در تیمار گرسنه (S) به میزان ۲/۹۷ ± ۲۱/۵۶ درصد نسبت به ابتدای دوره کاهش یافت که به صورت معنادار نسبت به تیمار F (۴/۱۵ ± ۲۰۱/۵۶ درصد) و R (۳/۲ ± ۸۹/۵۸ درصد) کمتر بود (F = ۳/۰۷۹, df = ۲, P = ۰/۰۰۰). SGR در طول ۸ هفته بین تیمارهای آزمایش اختلاف نشان داد (F = ۲/۳۷۰ , df = ۲, P = ۰/۰۰). بالاترین میزان SGR در تیمار شاهد (F) و کمترین مقدار مربوط به تیمار S بود. در مورد HSI، در تیمار F بیشترین مقادیر در تیمار F و کمترین مقادیر در تیمار S مشاهده شد (F = ۳۴۱/۰۰۳, df = ۲, P = ۰/۰۰۰) (شکل ۲). FCR در تیمار R به صورت معنادار نسبت به شاهد کاهش یافت (F =۱۴۳/۷۲۱, df = ۱, P = ۰/۰۰۰). درصد بقا در تیمار گرسنه پس از گذشت ۸ هفته گرسنگی ۹۸/۸ درصد بود.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

جدول ۱: شاخص‌های رشد، تغذیه و بقای بچه تاسماهی سیبری *Acipenser baerii* (میانگین ± انحراف معیار) پس از ۸ هفته استفاده از رژیم‌های غذایی مختلف.

	تیمار		
شاخص رشد	**S**	**R**	**F**
وزن اولیه (گرم)	۵۴/۱ ± ۶/۷۴	۵۳/۲۸ ± ۶/۴۳	۵۴/۶ ± ۵/۶۵
وزن نهایی (گرم)	۴۲/۴۲ ± ۷/۱۹[c]	۱۰۰/۹۹ ± ۱۵/۷۸[b]	۱۶۴/۶۵ ± ۱۹/۵[a]
طول اولیه (سانتیمتر)	۲۵/۳۹ ± ۱/۳۱	۲۵/۰۶ ± ۱/۰۶	۲۵/۴۶ ± ۱/۰۳
طول نهایی (سانتیمتر)	۲۶/۱۰ ± ۱/۶۴[c]	۳۲/۴۰ ± ۱/۹۴[b]	۳۶/۶۰ ± ۱/۵۴[a]
افزایش/کاهش وزن (گرم)	-۱۱/۶۸ ±۹/۷ [c]	۴۷/۷۱ ± ۱۶/۹[b]	۱۱۰/۰۵ ± ۲۰/۵[a]
درصد افزایش/کاهش وزن بدن	-۲۱/۵۶ ± ۲/۹۷ [c]	۸۹/۵۸ ± ۳/۲[b]	۲۰۱/۵۶ ± ۴/۱۵[a]
فاکتور وضعیت	۰/۲۷ ± ۰/۰۴[c]	۰/۳ ± ۰/۰۲[b]	۰/۳۴ ± ۰/۰۰۱[a]
نرخ رشد ویژه (درصد / روز)	-۰/۴۲ ± ۰/۰۶[c]	۱/۱ ± ۰/۰۲[b]	۱/۹ ± ۰/۰۲[a]
ضریب تبدیل غذایی	ــــ	۰/۸۶ ± ۰/۳۷[b]	۱/۶۸ ± ۱/۴۱[a]
شاخص کبدی (درصد)	۰/۷۶ ± ۰/۳۰[c]	۲/۷۲ ± ۰/۵۴[b]	۴/۱۶ ± ۰/۶۵[a]
شاخص احشایی (درصد)	۶/۵۷ ± ۱/۶۴[b]	۹/۷۱ ± ۱/۷۰[a]	۱۰/۹۹ ± ۱/۱[a]
بقا (درصد)	۹۸/۸	۱۰۰	۱۰۰

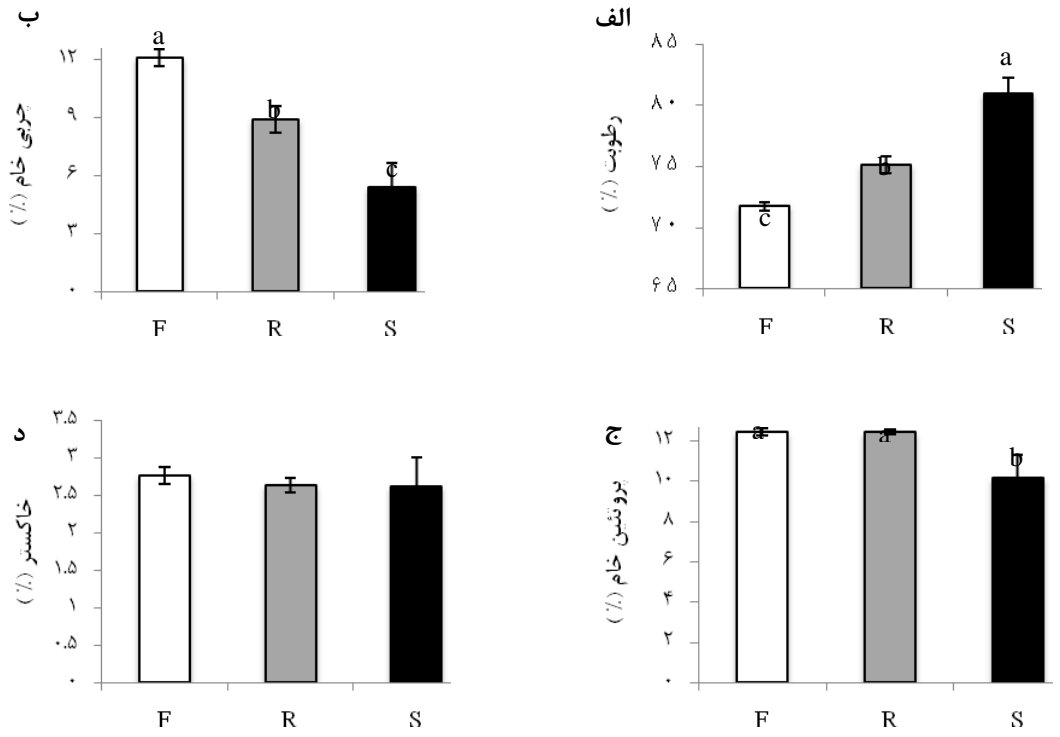
حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است . F: تغذیه کامل؛ R: تغذیه محدود؛ S: گرسنه. اختلاف‌ها با استفاده از آزمون Duncan و در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ بیان شده است.

در انتهای ۸ هفته آزمایش، محتوای رطوبت در دو تیمار S و R نسبت به گروه شاهد به صورت معنادار افزایش یافت (شکل ۲- الف). بالاترین میزان رطوبت در تیمار S (۱/۳۱ ± ۸۰/۹۴ درصد) و کمترین میزان در تیمار شاهد (۰/۳۵ ± ۷۱/۷۵ درصد) مشاهده شد (F = ۲۴۹/۶۳۵, df = ۲, P = ۰/۰۰۰). در محتوای چربی خام بین تمام تیمارها اختلاف معنادار دیده شد و بالاترین و پایین‌ترین میزان چربی مربوط به تیمار F (۰/۴۳ ± ۱۲/۰۷ درصد) و S (۱/۲۶ ± ۵/۳۷ درصد) بود (F =۱۳۵/۱۴۸df = , ۲, P = ۰/۰۰۰) (شکل ۲- ب).

محتوای پروتئین خام تیمار S به صورت معنادار نسبت به تیمار F و R کمتر بود (F =۳۳/۵۰۰, df = ۲, P = ۰/۰۰۰)، اما بین تیمار F و R اختلاف معناداری دیده نشد (P > ۰/۰۵) (شکل ۲- ج). میزان خاکستر لاشه در هیچ کدام از تیمارها اختلافی را آشکار نکرد (F =۰/۹۰۱, df = ۲, P = ۰/۴۱۹) (شکل ۲- د).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]



شکل ۲: محتوای رطوبت (الف)، چربی خام (ب)، پروتئین خام (ج) و خاکستر (د) (درصد به ازای وزن تر) لاشه بچه تاسماهی تاسماهی سیبری *Acipenser baerii* پس از ۸ هفته استفاده از رژیم‌های غذایی مختلف (میانگین ± انحراف معیار). F: تغذیه کامل؛ R: تغذیه محدود؛ S: گرسنه. اختلاف‌ها با استفاده از آزمون Duncan و در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ بیان شده است.

بحث

در مطالعه حاضر، اعمال دوره‌های طولانی مدت استراتژی‌های تغذیه‌ای اثر قابل ملاحظه ای بر پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی لاشه در تاسماهی سیبری داشت. متأسفانه مطالعات بسیار اندکی در خصوص اثر دوره‌های محدودیت یا محرومیت غذایی در تاسماهیان وجود دارد. در مطالعه حاضر با پیشروی دوره گرسنگی و محدودیت غذایی، اختلاف وزن قابل ملاحظه‌ای در هر سه استراتژی اعمال شده مشاهده شد. مطالعه صورت گرفته بر روی تاسماهی ایرانی، *Acipenser persicus* نیز افت وزن و فاکتور وضعیت را در تیمارهای ۴-۲ هفته گرسنه نشان داد (Yarmohammadi *et al*., 2012). همانند یافته‌های این مطالعه، نتایج ارائه شده بر روی تاسماهی سفید، *Acipenser transmontanus* نیز نشان از افت وزنی بیشتر در ماهیان گرسنه پس از ۲ هفته اول داشت. در واقع، کاهش وزن در طول زمان نتیجه کاهش نرخ متابولیک در طول گرسنگی است (Hung *et al*., 1997).

همانطور که انتظار می‌رفت، گرسنگی اثر منفی بر SGR گذاشت و در تیمار R میزان SGR به صورت ملایم و با نرخی کمتر از تیمار شاهد در طول دوره حفظ شد. بر این اساس، BWI در تیمار گرسنه منفی و در سایر تیمارها به صورت مثبت مشاهده شد. از آنجا که در دوران کمبود غذا معمولاً ماهی جهت

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

تأمین انرژی مورد نیاز خود مجبور به استفاده از ذخایر درونی بدن است، کاهش رشد در تیمارهای در معرض کمبود غذا منطقی به نظر می رسد. نتایج مشابهی در مورد تاسماهی سفید (Hung *et al*., 1997) و مارماهی اروپایی، *Anguilla anguilla* (Caruso *et al*., 2010) گزارش شده است. با این وجود، وزن و طول ماهی آزاد اطلس، *Salmo salar* پس از ۴۰ روز گرسنگی تحت تأثیر قرار نگرفت (Krogdahl and Bakke-McKellep, 2005)، که نشان می دهد که پاسخ به گرسنگی تحت تأثیر گونه ماهی است. از طرف دیگر، بین ماهی-های در معرض محدودیت غذایی به علت اختلاف در تحمل این شرایط و گاه بروز رقابت بر سر منبع محدود غذایی، اختلاف در وزن و طول ماهیان دیده می شود (Jobling, 1995). بنابراین برخی افراد نرخ رشد خوبی نشان می دهند، در صورتیکه سایر افراد هیچ غذایی دریافت نمی کنند و گرسنه خواهند ماند و لذا کاهش وزن نشان خواهند داد. این عدم توازن در طول زمان منجر به اختلاف در اندازه ماهیان می شود (Jobling, 1995) به طوری که این اختلاف در ماهیان مطالعه حاضر نیز مشاهده شد.

FCR در تیمار R نسبت به شاهد به صورت قابل ملاحظه-ای بهبود یافت. به نظر می رسد در ماهیان با تغذیه محدود به این علت که زمان کافی جهت هضم و جذب کامل غذا به دلیل مقدار کم آن وجود دارد، غذای محدود در دسترس کارایی بالاتری را نسبت به غذای بیشتر در ارتباط با تولید گوشت نشان داد که این امر به وضوح در میزان FCR محاسبه شده مشاهده گردید. در واقع در تیمار شاهد به علت در دسترس بودن بیش از حد غذا امکان دفع سریع‌تر غذای مصرف شده قبل از جذب کامل کلیه مواد غذایی موجود در آن وجود دارد. به همین دلیل در تیمار شاهد که تا حد سیری تغذیه شد میزان FCR افزایش و راندمان غذا نسبت به تیمار محدود کاهش یافت.

سازماندهی فرآیندهای متابولیک برای استفاده مؤثر از انرژی ذخیره شده یک استراتژی مهم در طول گرسنگی است (Gillis and Ballantyne, 1996) و ماهی‌ها را قادر می سازد که در دوران گرسنگی بدون هیچ‌گونه آسیب طولانی مدت، مقادیر قابل توجهی از ذخایر انرژی و بافت بدن خود را تجزیه کنند (Black and Love, 1986). در مطالعه حاضر، محتوای آب بافت در مواجهه با گرسنگی و محدودیت غذایی همانند نتایج گزارش شده از سایر گونه ها نظیر چار قطبی، *Salvelinus alpinus* (Miglavs and Jobling, 1989)، تاسماهی سفید (Hung *et al*., 1997) و تاسماهی چینی، *Acipenser sinensis* (Liu *et al*., 2011; Xiao *et al*., 2011) افزایش یافت. دلیل محتمل در خصوص افزایش محتوای آب بافت ناشی از افزایش فشار اسمزی در اثر افزایش سطح متابولیت‌ها است. احتمال دیگر این است که سلول‌ها به طریقی مواد آلی از دست رفته در طول گرسنگی را برای حفظ اندازه و عملکردشان با آب جایگزین می‌کنند (McCue, 2010).

برخی ماهی‌ها از چربی/ پروتئین به عنوان مهم‌ترین منابع انرژی در دوران گرسنگی استفاده می‌کنند و ذخایر گلیکوژنی کبد را حفظ می نمایند. اگر چه سایرین از چربی زودتر از محتوای گلیکوژن استفاده می کنند (Furné *et al*., 2008). به دلیل اینکه ماهی ذخایر چربی خود را در کبد، محوطه شکمی و یا زیر پوست ذخیره می‌کند به نظر می‌رسد که آنالیز ترکیب شیمیایی کل لاشه نسبت به استفاده صرف از ماهیچه مناسب تر بوده و دقت بالاتری دارد (Falahatkar, 2012). آنالیز تقریبی لاشه پس از گرسنگی نشان داد که در ماهیان گرسنه و در معرض محدودیت غذایی، دامنه تغییرات محتوای پروتئین بدن نسبت به چربی کمتر بود. در واقع اولین ذخیره بافتی مصرف شده در طول دوران کمبود غذایی، محتوای چربی و سپس منابع پروتئینی است. Liu و همکاران در سال ۲۰۱۱ در خصوص تاسماهی چینی بیان کردند در ماهیان گرسنه، ذخایر چربی به ویژه چربی کبدی در هفته اول گرسنگی و به میزان بالاتری نسبت به پروتئین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. محتوای چربی تاسماهی آمور، *Acipenser schrenckii* در طول ۲۱-۱۴ روز گرسنگی کاهش یافت، اگرچه کاهشی در محتوای پروتئینی مشاهده نشد (Gao *et al*., 2004).

نتایج مطالعه حاضر بر روی بچه تاسماهی سیبری در راستای مطالعات قبل که چربی را مهم ترین منبع انرژی در طول گرسنگی معرفی کرده اند بود؛ به طوری که این مورد در کاد اقیانوس اطلس، *Gadus morhua* L. (Black and Love, 1986)، چار قطبی (Miglavs and Jobling, 1989)، گربه ماهی کانالی، *Ictalurus punctatus* (Kim and Lovell, 1995) و تاسماهی سفید (Hung *et al*., 1997) سابقاً مشاهده شده است. در مقابل، در مارماهی اروپایی (Dave *et al*., 1975) و ماهی سرماری، *Ophiocephalus maculates* (Woo and Cheung, 1980) بیان شده است که پروتئین مهم ترین منبع انرژی در طول دوره گرسنگی است. به نظر می‌رسد بتوان کمتر بودن محتوای چربی پس از گرسنگی را به تخلیه ذخایر چربی و به خصوص از بافت کبد و امعاء و احشاء نسبت داد. در حقیقت، می‌توان اینچنین عنوان کرد که ذخایر موجود در بافت کبد در طول این دوره نسبت به بافت ماهیچه قابلیت بالاتری برای مصرف دارند و ماهی ترجیح می‌دهد

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

ذخایر سهل الوصول کبدی را مقدم بر سایر منابع استفاده کند. در دوران گرسنگی و محدودیت غذایی نه تنها ذخیره‌سازی مواد در کبد متوقف می‌شود، بلکه مواد ذخیره‌شده کبدی نیز تخلیه می‌شوند. پس منطقی به نظر می رسد که در درجه اول شاخص کبدی و سپس شاخص احشایی کاهش یابد. در تیمار گرسنه مطالعه حاضر، هر دو شاخص به صورت قابل ملاحظه ای کاهش یافت اگرچه در تیمار R شاخص احشایی اختلافی را با شاهد نشان نداد که نشان می دهد غذای دریافتی صرف انجام متابولیسم پایه شده و کمبود غذایی عمدتاً با استفاده از ذخایر کبدی جبران شده و به همین دلیل وزن احشایی به دلیل مصرف نشدن ذخایر احشایی حفظ شده بود. کاهش شاخص کبدی و احشایی سابقاً در تاسماهی سیبری در معرض دوره کوتاه مدت گرسنگی (۸-۴ روز) نیز مشاهده شده‌است (Ashouri *et al*., 2013). این نتایج نشان می دهد که متابولیسم کبد نسبت به بافت ماهیچه بیشتر تحت تأثیر گرسنگی قرار می‌گیرد. مطالعات قبلی نشان داده است که انگشت قدهای تاسماهی آمور، پس از یک دوره گرسنگی ۲۱ روزه، گلیکوژن کبدی خود را سریع تر از گلیکوژن ماهیچه، محتوای چربی و پروتئینی مصرف می کنند (Gao *et al*., 2004). به نظر می رسد ذخایر چربی با ارجحیت نسبت به ذخایر پروتئین در مراحل اولیه گرسنگی جهت تأمین انرژی مصرف می شوند (Black and Love, 1986; Navarro and Gutiérrez, 1995). تغییر دامنه کمتر پروتئین نسبت به چربی در ماهیان گرسنه از مواردی بود که در تاسماهی چینی (Xiao *et al*., 2011) و تاسماهی آمور (Gao *et al*., 2004) نیز همانند تحقیق حاضر بر روی تاسماهی سیبری ملاحظه شده است. نتایج این مطالعه موافق با نتایج Xiao و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مورد تاسماهی چینی است که نشان می‌دهد در طول گرسنگی وزن کبد و احشاء نسبت به وزن بدن بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Hung و همکاران در سال ۱۹۹۷ نتیجه مشابهی را در تاسماهی سفید منتشر کردند.

نتایج این مطالعه نشان داد پاسخ‌های رشد تاسماهی سیبری که در معرض دوره های طولانی مدت تیمارهای مختلف (تغذیه کامل، محدود و گرسنگی)، به صورت قابل توجهی تحت تأثیر قرار گرفت و شدت این تأثیر به میزان غذای در دسترس ماهی بستگی داشت. در این مطالعه ترکیبات شیمیایی بدن متأثر از نوع و استراتژی تغذیه نیز دستخوش تغییراتی شد. با اینکه اختلافاتی در تیمارهای با تغذیه کامل و محدود مشاهده شد، با این حال به نظر می رسد که در تیمار با تغذیه محدود تغییر غیر قابل جبرانی نسبت به شاهد ایجاد ننماید و می‌توان این نرخ تغذیه را در شرایط نامساعد نظیر کاهش دمای آب در زمستان گذرانی و یا بروز بیماری در دوره‌های کوتاه بدون ایجاد اثر شدید بر روی رشد و فیزیولوژی ماهی در نظر گرفت و احتمالاً می توان با از سر گیری تغذیه در دوره های بعد، شاهد بازیابی ذخایر از دست رفته ماهی در زمان کوتاه تری نسبت به ماهیان گرسنه بود. با این وجود، مطالعات تکمیلی بیشتری برای تأیید این یافته ها و نیز در خصوص نحوه تأثیر دوره های اعمال شده غذایی در مدت زمان های کوتاه یا بلند بر ترکیب آمینواسیدها و اسیدهای چرب می بایست انجام گردد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مراتب قدردانی و سپاس خود را از پرسنل محترم مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی به خصوص آقای مهندس علیزاده و همچنین آقای مهندس موسی پور مسئول آزمایشگاه تغذیه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان به دلیل مساعدت و همکاری‌های صمیمانه در این تحقیق، ابراز می‌دارند.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

منابع

AOAC, 1996. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Ashouri, G., Yavari, V., Bahmani, M., Yazdani, M. A., Kazemi, R., Morshedi, V., Fatolahi, M., 2013. The effect of short-term starvation on some physiological and morphological parameters in juvenile siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae). ACTA ICHTHYOLOGICA ET PISCATORIA 43: 145-150.

Black, D., Love, R. M., 1986. The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology and Biochemistry 156: 469-479.

Bond, C. E., 1996. Nervous and endocrine systems. In: Bond, C. E (ed.). Biology of fishes. Saunders College Publishing, Fort Worth, pp 241-258.

Caruso, G., Denaro, M. G., Caruso, R., Mancari, F., Genovese, L., Maricchiolo, G., 2011. Response to short term starvation of growth, haematological, biochemical and non specific immune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). Marine Environmental Research 72: 46-52.

Caruso, G., Maricchiolo, G., Micale, V., Genovese, L., Caruso, R., Denaro, M. G., 2010. Physiological responses to starvation in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects on haematological, biochemical, non-specific immune parameters and skin structures. Fish Physiology and Biochemistry 36: 71-83.

Dave, G., Johansson-Sjöbeck, M., Larsson, A., Lewander, K., Lidman, U., 1975. Metabolic and hematological effects starvation in the European eel, *Anguilla anguilla* L. carbohydrate, lipid, protein and inorganic ion metabolism. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 52: 423-430.

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

Falahatkar, B., 2012. The metabolic effects of feeding and fasting in beluga *Huso huso*. Marine Environmental Research 82: 69-75.

Falahatkar, B., Akhavan, S. R., Efatpanah, I., Meknatkhah, 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: 26-30.

Figueiredo-Garutti, M. L., Navarro, I., Capilla, E., Souza, R., Moraes, G., Gutiérrez, J., Vicentini-Paulinoe, M. L., 2002. Metabolic changes in *Brycoon cephalus* (Teleostei, Characidae) during post-feeding and fasting. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 132: 467-476.

Fontagné, S., Bazina, D., Brèquea, J., Vachota, C., Bernardea, C., Rouaultb, T., Bergot, P., 2006. Effects of dietary oxidized lipid and vitamin A on the early development and antioxidant status of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae. Aquaculture 257: 400-411.

Furné, M., García-Gallego, M., Hidalgo, M. C., Morales, A. E., Domezain, A., Domezain, J., Sanz, A., 2008. Effect of starvation and refeeding on digestive enzyme activities in sturgeon (*Acipenser naccarii*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 149: 420-425.

Furné, M., Morales, A. E., Trenzado, C. E., García-Gallego. M., Hidalgo, M. C., Domezain. A., Sanz Rus. A., 2012. The metabolic effects of prolonged starvation and refeeding in sturgeon and

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

rainbow trout. Journal of Comparative Physiology. Part B 182: 63-76.

Gao, L. J., Chen, L. Q., Song, B., 2004. Effect of starvation and compensatory growth on feeding, growth and body biochemical composition in *Acipenser schrenckii* juveniles. Journal of Fisheries of China 28: 279-284.

Gaylord, T. G., Gatlin III, D. M., 2000. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. Journal of the World Aquaculture Society 31: 326-336.

Gaylord, T. G., Gatlin III, D. M., 2001. Growth performance, body composition and plasma thyroid hormone status of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in response to short-term feed deprivation and refeeding. Fish Physiology and Biochemistry 24: 73-79.

Gillis, T. E., Ballantyne, J. S., 1996. The effects of starvation on plasma free amino acid and glucose concentrations in lake sturgeon. Journal of Fish Biology 49: 1306-1316.

Guderley, H., Dutil, J. D., Pelletier, D., 1996. The physiological status of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the wild and the laboratory: estimates of growth rates under field conditions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 53: 550-557.

Hinch, S. G., Cooke, S. J., Healey, M. C., Farrel, A. P., 2005. Behavioural physiology of fish migrations: salmon as a model approach. Fish Physiology 24: 239-295.

Hung, S. S. O., Liu, W., Li, H., Storebakken, T., Cui, Y., 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Aquaculture 151: 357-363.

Jobling, M., 1995. Simple indices for the assessment of the influences of social environment on growth performance, exemplified by studies on Arctic charr. Aquaculture International 3: 60-65.

Kim, M. K., Lovell, R. T., 1995. Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. Aquaculture 135: 285-293.

Krogdahl, A., Bakke-McKellep, A. M., 2005. Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 141: 450-460.

Liu, W., Wei, Q. W., Wen, H., Jiang, M., Wu, F., Shi, Y., 2011. Compensatory growth in juvenile Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*): effects of starvation and subsequent feeding on growth and body composition. Journal of Applied Ichthyology 27: 749-754.

McCue, M. D., 2010. Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A 156: 1-18.

Mendez, G., Wieser, W., 1993. Metabolic responses to food deprivation and refeeding in jveniles of *Rutilus rutilus* (Teleostei:Cyprinidae). Environmental Biology of Fishes 36: 73-81.

Miglavs, I., Jobling, M., 1989. The effects of feeding regime on proximate body composition and patterns of energy deposition in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Journal of Fish Biology 35: 1-11.

Navarro, I., Gutiérrez, J., 1995. Fasting and starvation. In: Hochachka, P.W., Mommsen, T.P. (eds.), Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, vol. 4. Elsevier, New York, pp 393-433.

Qinghui, A., Kangsen, M., Chunxiao, Z., Qingyuan, D., Beiping, T., Zhiguo L., 2004. Effect of dietary vitamin C on growth immune response of

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

Japanese seabass (*Lateolabrax japonicas*). Aquaculture 242: 489-500.

Ricker, W. E., 1979. Growth rates and models. Fish Physiology 8: 677-743.

Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y., Cai, F., 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, reared in seawater. Aquaculture 189: 101-108.

Woo, N. Y. S., Cheung, S. I., 1980. Metabolic effects of starvation in the snakehead, *Ophiocephalus maculatus*. Compatative Biochemistry and Physiology. Part A 67: 623-627.

Xiao, H., Zhu, X., Shi, X. T., Lu, X. B., Zheng, 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: 554- 557.

Yarmohammadi, M., Shabani, A., Pourkazemi, M., Soltanloo, H., Imanpour, M. R., 2012. Effect of starvation and re-feeding on growth performance and content of plasma lipids, glucose and insulin in cultured juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897). Journal of Applied Ichthyology 28: 692-696.

Yokoyama, H., Takashi, T., Ishihi, Y., Abo, K., 2009. Effects of restricted feeding on growth of red sea bream and sedimentation of aquaculture wastes. Aquaculture 286: 80-88.

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

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]

Effect of long-term starvation and restricted feeding on growth performance and body composition of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt 1869)

Shirvan S.[(1)]; Falahatkar B.[*(2)]; Noveirian H.[(3)] and Abasalizadeh A[(4)]
falahatkar@guilan.ac.ir

1, 2, 3 - Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran
4- Shahid Dr. Beheshti Sturgeon Fish Propagation and Rearing Complex, Rasht, Guilan, Iran

Received: July 2013 Accepted: November 2013

Keywords: Siberian sturgeon, Starvation, Restricted feeding, Growth, Carcass analysis

Abstract

The present study was designed and performed to investigate the eefect of long-term some feeding strategies (starvation, restricted feeding at rate of 1% biomass per tank and satiate feeding as control) on growth performance and body composition of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt 1869) for 8 weeks. In this regard, 270 juveniles Siberian sturgeon (average weight 54 ± 6/27 g and density 1.5 g/l) were distributed in three treatments (with three replicates) in 9 fiberglass tanks (1050 l). For all fish in each tank, body weight and total length were individually recorded at a biweekly interval. At the termination of the experiment period, five fish per replicate were caught randomly for proximate composition. Results showed that growth performance of Siberian sturgeon was affected significantly by starvation and restricted feeding periods. Moisture and lipid contents were differed significantly in all treatments; which the highest moisture and lipid contents were observed in starved and control fish, respectively. Protein content in starved fish was significantly lower than other groups, whereas ash contents were not significantly different among the treatments. In general, weight loss and other growth factors of juveniles siberian sturgeon during the food shortage were refered to mobilizing the body lipid reservesand then body protein sources and replacing with water. In fact, juvenile Siberian sturgeon can conserve body protein stores better than lipids during the food shortage period.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-06-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1392.22.3.9.2]