اثرات گرسنگی و استراتژی های تغذیه ای بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه تاس ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*)

محمود علیزاده افشار[۱]؛ حسین خارا[۱]*؛ بهرام فلاحتکار[۲]

Hossein.khara1974@gmail.com

۱-دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی:۱۶۱۶.
۲- دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، صومعه سرا، ایران، صندوق پستی:۱۱۴۴.

تاریخ دریافت : آذر۱۳۹۲ تاریخ پذیرش : اسفند۱۳۹۲

چکیده

در این تحقیق اثر گرسنگی و استراتژی های تغذیه ای بر شاخص های رشد و کیفیت لاشه در بچه تاس ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) با میانگین وزنی (± خطای استاندارد) ۰/۳۳ ± ۷۷ گرم به مدت ۸ هفته مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در مخازن ۱۰۰۰ لیتری با تراکم ذخیره سازی ۲۰ عدد ماهی انجام شد. به این منظور، تعداد ۱۸۰عدد تاسماهی روسی در ۳ تیمار و با ۳ تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل گرسنگی، غذادهی محدود و تغذیه کامل در نظر گرفته شد. هر ۲ هفته یک بار به منظور بررسی شاخص های رشد زیست سنجی انجام شد. نتایج نشان داد اعمال گرسنگی کاهش معنی داری در شاخص های رشد شامل وزن کسب شده، افزایش وزن بدن، فاکتور وضعیت و نرخ رشد ویژه ایجاد می کند ($P < ۰/۰۵$). بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص کبدی (HSI) و شاخص احشایی (VSI) اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). به نحوی که کمترین و بیشترین میزان HSI و VSI به ترتیب در تیمارهای گرسنه و تغذیه کامل بوده است. نتایج آنالیز تقریبی لاشه حاکی از وجود اختلاف معنی دار در مقدار رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف بود ($P < ۰/۰۵$)، اما در مقادیر پروتئین و خاکستر اختلاف معنی دار مشاهده نگردید ($P > ۰/۰۵$). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، دوره های گرسنگی و تغذیه محدود اثرات نامطلوبی بر روی پارامترهای رشد، ترکیبات شیمیایی عضله، شاخص های کبدی و احشایی داشت بطوریکه می توان بیان نمود تاسماهی روسی نتوانسته با دوره های گرسنگی طولانی مدت سازش پیدا کند و با افزایش طول دوره گرسنگی اثرات منفی آن بیشتر می شود اما اثرات منفی تغذیه محدود نسبت به گرسنگی کمتر بوده و در مورد ضریب تبدیل باعث بهبود این فاکتور شده است. تلفاتی در اثر رژیم های مختلف غذایی در هیچ یک از تیمارها مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) ،گرسنگی، تغذیه، رشد، ترکیبات لاشه.

*نویسنده مسئول

۱.مقدمه

محرومیت غـذایی برای ماهی ها یک رویداد طبیعی است که جمعیت های وحشی و پرورشی دائماً در معرض آن هستند (۹) جمعیت های وحشی، محرومیت غذایی را به علت محدودیت در منبع غذایی، تغییرات آب و هوایی و در طول مرحله های مشخصی از چرخه ی تولید مثلی تحمل می کنند (۹) در آبـزی پروری ممـکن است مـاهـیان، گرسنـگی را در دمـای بـالا و پـایـین و در مـواقـع بیـماری و درمان (۱۳) ، در طول دوره های قبل از صید، دوره های حمل و نقل و هم چنین در اثر بعضی رژیم های غذایی که محرومیت غذایی در آن گنجانده شده تجربه کنند (۷). گرسنگی تبعات متفاوتی دارد و 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 (۳).

کاهش نرخ تغذیه و دوره های گرسنگی بر فاکتورهایی نظیر رشد، مرگ و میر، مقاومت در برابر بیماری و دیگر پارامترهای فیزیولوژیک اثر می گذارد (۱۲، ۱۴، ۱۷). بنابراین مشخص کردن نرخ مطلوب غذادهی در موفقیت آبزی پروری تأثیر بسزایی خواهد داشت (۱۰). امروزه از استراتژی های مختلفی جهت غذادهی شامل تغذیه در حد اشباع (Satiation)، تغذیه محدود (Restricted)، تغذیه نامحدود (*ad libitum*) و نیز گرسنگی (Starvation) کوتاه یا بلند مدت استفاده می شود که هر کدام با هدف خاصی صورت می گیرد .

محدودیت غذایی (کاهش در غذاگیری بدون اثر سوء) می تواند در گستره وسیعی از حیوانات، از مخمرها گرفته تا کرم ها و ماهی ها منجر به افزایش طول عمر شود (۱۹). پرورش دهندگان، اغلب میزان غذادهی را جهت بهبود بخشی کیفیت آب، کاهش اثرات دستکاری ماهیان، کاهش اثرات منفی شیوع بیماری و یا صرفاً به علت ناتوانی خود ماهی جهت تغذیه در شرایط آب و هوایی نامتعادل محدود می کنند (۹). مشخص شده است که تغذیه محدود می تواند پیشروی حاد بیماری های وابسته به سن را در پستانداران به طور موثری به تأخیر بیندازد (۱۹). هر چند در بیشتر مطالعات انجام شده در ارتباط با اثر گرسنگی مشخص شده که این امر تأثیر منفی در رشد و نمو ماهیان در مراحل مختلف دارد، به طوریکه در مطالعه اثر گرسنگی بر مار ماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) گرسنگی طولانی مدت سبب توقف رشد و کاهش فاکتور وضعیت گشت (۱۸) همچنین گرسنگی کوتاه مدت (۱۰ روز) باعث کاهش فاکتور وضعیت در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) شد (۲۷). همچنین در مطالعه Falahatkar و همکاران (۱۲) اعمال استراتژی های مختلف غذایی بر بچه فیل ماهیان (*Huso huso*) زیر یکسال باعث کاهش معنی دار در افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت گشت. محرومیت غذایی باعث کاهش شدید محتوای انرژی در بدن ماهیان شده و موجب تحلیل بافت ها به منظور ادامه حیات می گردد (۱۱).

مشخص شده است که گرسنگی باعث کاهش محتوای چربی و رطوبت بدن ماهیان می گردد (۱۶)، به طوریکه در مطالعه Stepanowska و همکاران (۲۵) گرسنگی کوتاه مدت (۵۲ روز) تغییرات معنی داری در ترکیب بیوشیمیایی بدن ماهی ایجاد نمود و محتوای چربی بدن کاهش یافت ، هر چند در سطوح پروتئین بدن تغییری مشاهده نشد.

با توجه به اثرات متنوع استراتژی های مختلف غذادهی بر سیستم فیزیولوژیک بدن، درک برخی از این اثرات جهت ایجاد ارتباط منطقی بین این تغییرات و استراتژی غذادهی مطلوب، می تواند کمک شایان توجهی نماید. بنابراین آگاهی از شرایط فیزیولوژیک و زیستی ماهیان و تعیین قدرت سازگاری آن ها با شرایط پرورشی و استراتژی های مختلف

غذادهی می تواند به موفقیت آبزی پروری کمک شایانی نماید. بر این اساس در این مطالعه تبعات مختلف استراتژی های تغذیه ای اعمال شده (تغذیه در حد اشباع، تغذیه محدود و گرسنگی) بر پارامترهای رشدی و کیفی لاشه بچه تاس ماهیان روس تحت شرایط آب و هوایی ایران به اجرا در آمد.

۲. مواد و روش ها

ماهیان و شرایط پرورش

این تحقیق بر روی بچه تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) با میانگین وزنی (± خطای استاندارد) ۰/۳۳ ± ۷۷ گرم در پاییز سال ۱۳۹۱ در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی (سد سنگر، گیلان) انجام شد. قبل از شروع آزمایش در ابتدا تعداد ۱۸۰ عدد تاس ماهی روسی انتخاب و از لحاظ وزن، طول، سلامتی و وضع ظاهری مورد بررسی قرار گرفتند و به مدت ۱۰ روز با شرایط آزمایش آداپته شدند. در این مدت بچه ماهیان توسط پلت فرموله شده (۴۰ درصد پروتئین، ۲۰ درصد چربی، ۶ درصد کربو هیدرات، ۱۰ درصد رطوبت، ۷ درصد خاکستر و ۱/۵ درصد فسفر) شرکت اسکرتینگ (ورونا، ایتالیا) با اندازه ۳ میلی متر در چهار مرحله تا حد اشتها تغذیه گردیدند و پس از رسیدن به وزن مورد نظر، در مخازن ۱۰۰۰ لیتری به تعداد ۲۰ عدد در هر تانک توزیع شدند.

آب مورد نیاز از آب رودخانه سفید رود و آب چاه تأمین شد. پارامترهای کیفی آب شامل آمونیاک، نیترات و نیتریت هر هفته یک بار و پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل اکسیژن و درجه حرارت روزانه اندازه گیری شد. در طول آزمایش دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط ۰/۲ ± ۱۳/۹ لیتر در هر دقیقه بود. میانگین دمای آب در طول دوره ۰/۹±۱۹/۱ سانتی گراد، pH آب ۷/۵ تا ۷/۸ و اکسیژن محلول ۰/۲ ± ۶/۸ میلی گرم در لیتر بود.

طراحی آزمایش

طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی (Completely Randomized Design) انجام گردید. جهت بررسی تأثیر استراتژی های مختلف غذادهی بر میزان رشد و ترکیب بدن ۹ تانک با ۳ تیمار و ۳ تکرار در نظر گرفته شد و تراکم ذخیره سازی ۲۰ عدد ماهی در هر تانک در نظر گرفته شد. ماهی ها در سه تیمار تغذیه کامل، غذادهی محدود و گرسنه در شرایط نوری ۱۳ ساعت روشنایی و ۱۱ ساعت تاریکی به مدت ۸ هفته نگهداری شدند.

غذا و تغذیه

با توجه به اندازه ماهیان، غذا دهی برای تیمار تغذیه محدود به میزان ۱ درصد (۱۳) و برای تیمار تغذیه در حد اشباع با توجه به میزان اشتهای ماهی در نظر گرفته شد. غذادهی بصورت دستی و در چهار نوبت (در ساعت های ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰) انجام می شد. میزان غذای مصرفی روزانه با توزین غذای داده شده و کسر غذای خورده نشده درون مخازن محاسبه می شد. آب تانک ها هر روز قبل از غذا دهی سیفون گردیده تا غذای احتمالی مصرف نشده و فضولات از محیط پرورش خارج گردد. برای تیمار گرسنه به مدت ۸ هفته هیچ غذادهی صورت نگرفت و برای جلوگیری از ورود ناخواسته غذاهای زنده نظیر لارو حشرات، دافنی، گاماروس و غیره ورودی آب رودخانه بعد از عبور از فیلتر توری میلی متری وارد تانک های آزمایشی شد.

شاخص های رشد

در طول ۸ هفته پرورش، هر ۱۴ روز یک بار به منظور اندازه گیری طول کل و وزن در تمام تیمارها و تکرارها و از کلیه ماهیان به صورت فردی زیست سنجی انجام شد. به منظور کاهش استرس زیست سنجی، تغذیه ماهیان ۲۴ ساعت قبل و ۱۲

ساعت بعد از بیومتری قطع شد و توسط محلول ppm ۳۰۰ پودر گل میخک بیهوش شدند (۴).

برای انجام زیست سنجی ماهیان از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ گرم استفاده می شد. اطلاعات کسب شده سریعاً به برنامه نرم افزاری (Microsoft, 2007) Excel منتقل تا پس از محاسبه بیوماس، مقدار جدید غذادهی جهت تیمار تغذیه محدود و تغذیه کامل برای ۱۴ روز آینده با توجه به بیوماس جدید تعیین گردد.

با توجه به ثبت مقادیر طول و وزن ماهیان در بیومتری های انجام شده و اندازه گیری مقدار غذای مصرفی، برای بررسی روند رشد ماهیان در تیمار های مختلف از شاخص های رشد و تغذیه ای از طریق روابط زیر محاسبه گردید (۱۳).

درصد افزایش وزن بدن

(گرم)

$$BWI = \frac{Wt-Wi}{Wi} \times 100$$

شاخص رشد ویژه (٪/ روز)

$$SGR = \frac{LnWt-LnWi}{T} \times 100$$

میانگین رشد روزانه (گرم)

$$GR = \frac{Wt-Wi}{Wi-T} \times 100$$

ضریب تبدیل غذایی

$$FCR = \frac{Feed\ fed}{Wt-Wi}$$

ضریب چاقی

$$CF = \frac{W}{L^3} \times 100$$

در روابط فوق W وزن ماهی، W_i وزن اولیه ماهی، W_t وزن نهایی ماهی، L^3 طول بدن و T طول مدت پرورش می باشد.

برای اندازه گیری شاخص کبدی (HSI)، از هر تکرار تعداد سه عدد نمونه ماهی پس از خارج ساختن کبد توزین آنها و تعیین نسبت وزن کبد به وزن کل ماهی، شاخص کبدی از طریق رابطه ی زیر محاسبه شد (۲۶):

HSI (%) = (وزن کبد به گرم / وزن کل ماهی به گرم) ×۱۰۰

به منظور تعیین نسبت وزن امعاء و احشاء به وزن کل ماهی، از هر تکرار تعداد سه عدد نمونه ماهی انتخاب و ابتدا وزن کل ماهی اندازه گیری شد و سپس کل امعاء و احشاء ماهی خارج و توزین گردید و با استفاده از رابطه زیر مقدار شاخص احشائی (VSI) محاسبه گردید (۲۶):

VSI (%) = (وزن امعاء واحشاء به گرم / وزن ماهی به گرم) × ۱۰۰

ترکیبات لاشه

جهت تعیین آنالیز تقریبی لاشه، تعداد ۹ عدد ماهی به ازای هر تیمار در ابتدا و انتهای دوره پرورش از هر تانک به طور تصادفی صید شدند تا مقادیر رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین آنها محاسبه گردد. برای آنالیز موارد ذکر شده در لاشه از روش مندرج در AOAC (۶) استفاده شد. نمونه ها (ماهی کامل) پس از چرخ کردن و همگن شدن آماده آنالیز گردید. جهت تعیین رطوبت از انکوباتور با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، خاکستر از کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت، چربی از طریق دستگاه سوکسله و مقدار پروتئین با روش ماکروکجلدال استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور بررسی توزیع نرمال داده ها در گروه ها و تکرار ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. کلیه آنالیز آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و جهت رسم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد.

۳.نتایج

شاخص های رشد

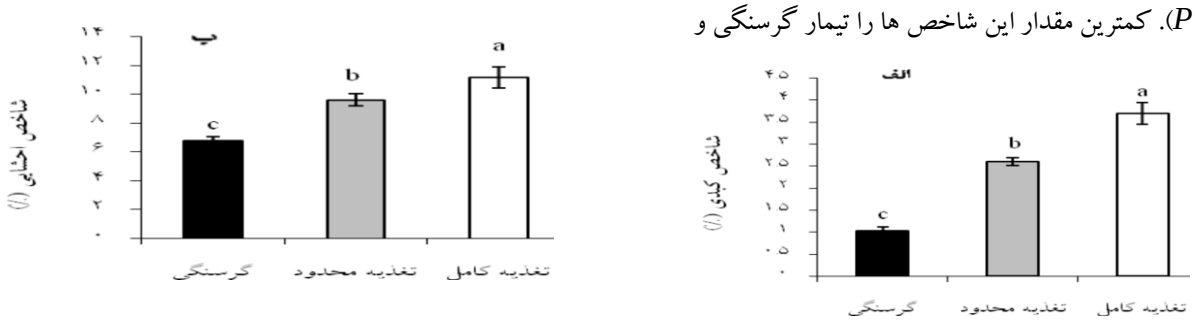
نتایج حاصل پس از هشت هفته اعمال استراتژی های مختلف تغذیه ای بر شاخص های رشد در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج کسب شده پس از ۸ هفته اعمال رژیم های مختلف غذادهی در بین تیمارها از نظر ضریب چاقی شاخص رشد ویژه ، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و درصد افزایش وزن بدن اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). آنالیز داده ها نشان داد کمترین مقدار ضریب چاقی شاخص رشد ویژه ، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و درصد افزایش وزن بدن در تیمار گرسنگی بوده است. همچنین بیشترین مقدارضریب چاقی شاخص رشد ویژه ، میانگین رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی و درصد افزایش وزن بدن در تیمار تغذیه کامل ملاحظه گردید. طبق نتایج حاصله میزان FCR در تیمار تغذیه محدود کمتر از تیمار تغذیه کامل بوده و وضعیت بهتری داشته است (جدول ۱). نتایج حاکی است پس از ۸ هفته اعمال گرسنگی و رژیم های مختلف غذایی در هیچ کدام از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد و میزان بقا ۱۰۰ درصد بود.

جدول ۱: شاخص‌های رشد، تغذیه و درصد بقا (SE ± میانگین) در بچه تاس ماهی روسی *Acipenser gueldenstaedtii* پس از هشت هفته اعمال رژیم‌های مختلف غذایی.

پارامترها / تیمار	گرسنگی	تغذیه محدود	تغذیه کامل
وزن اولیه (g)	۷۷/۵۶ ± ۰/۲۸	۷۷/۴۶ ± ۰/۱۷	۷۷/۴۳ ± ۰/۱۹
طول اولیه (cm)	۲۶/۲۹ ± ۰/۱۴	۲۶/۵۸ ± ۰/۷۳	۲۶/۲۳ ± ۰/۹۳
وزن نهایی (g)	۶۲/ ۷۵ ± ۰/۹۶	۱۵۵/۵۷ ± ۳/۳۳ b	۲۴۸/۳۳ ± ۱۰/۶۴ a
طول نهایی (cm)	۱۷ ۰/ ± ۲۷/۳۶ c	۳۴/۵۵ ± ۰/۲۱ b	۳۸/۴۵ ± ۰/۲۹ a
وزن کسب شده (g)	−۱۴/۸۱ ± ۱/۲۴ c	۷۸/۱۰ ± ۳/ ۱۷ b	۱۷۰/۹ ± ۱۰/۸۱ a
افزایش وزن بدن (٪)	−۱۹/۰۸ ± ۱/۵۳ c	۱۰۰/۸۰ ± ۳/۸۷ b	۲۲۰/۷۷ ± ۳۴/۸۹ a
فاکتور وضعیت	۰/۳۱ ± ۱/۵۳ c	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ b	۰/۴۴ ± ۰/۰۱ a
نرخ رشد ویژه (٪ / روز)	−۰/۴۰ ± ۱/۵۳ c	۱/۳۱ ± ۰/ ۰۱ b	۲/۱۹ ± ۰/۰۱ a
ضریب تبدیل غذایی	ـــــ	۰/۷۱ ± ۰/۰۲ b	۱/۲۶ ± ۰/۰۶ a
بقا (٪)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است ($P < ۰/۰۵$).

شاخص های کبدی و احشایی نیز از مواردی بودند که در اثر اعمال رژیم های مختلف غذادهی تحت تأثیر قرار گرفتند ($P < ۰/۰۵$). کمترین مقدار این شاخص ها را تیمار گرسنگی و بیشترین مقدار را تیمار تغذیه کامل به خود اختصاص دادند (شکل ۱ الف و ب).



شکل ۱ - تغییرات در شاخص کبدی (الف) و شاخص احشایی (ب) پس از ۸ هفته اعمال استراتژی‌های غذایی مقادیر بر اساس انحراف معیار ± میانگین ، از ۳ (*Acipenser gueldenstaedtii*) مختلف در بچه تاس ماهی روسی ماهی در هر تکرار.

آنالیز لاشه

نتایج به دست آمده از سنجش ترکیبات لاشه در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصله پس از هشت هفته اعمال استراتژی های مختلف تغذیه ای در تیمار های مختلف از نظر رطوبت لاشه اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین مقدار رطوبت لاشه در تیمار گرسنه و کمترین مقدار آن در تیمار تغذیه کامل بود (جدول ۲). اندازه گیری های انجام شده نشان داد اعمال گرسنگی توانست بین تیمار گرسنگی با سایر تیمارها از نظر میزان چربی لاشه اختلاف معنی داری ایجاد نماید ($P < ۰/۰۵$) اما در تیمار تغذیه محدود نسبت به تیمار تغذیه کامل اختلاف آماری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). مقدار چربی لاشه در تیمار گرسنگی نسبت به سایر تیمارها کاهش معنی داری داشت ($P < ۰/۰۵$). در انتهای ۸ هفته اعمال استراتژی های مختلف تغذیه ای میزان محتوای پروتئین و خاکستر لاشه در هیچ کدام از تیمارها اختلافی معنی داری را آشکار نکرد ($P < ۰/۰۵$)

جدول ۲- ترکیب لاشه (در وزن خشک) بچه تاس ماهی روسی *Acipenser gueldenstaedtii* پس از ۵۶ روز اعمال رژیم-های مختلف غذایی (SE ± میانگین)..

پارامترها / تیمار	گرسنگی	تغذیه محدود	تغذیه کامل
رطوبت (٪)	۷۹/۶۸ ± ۰/۴۸ [a]	۷۵/۹۳ ± ۰/۸۵ [b]	۷۲/۶۱ ± ۰/۹۱ [c]
پروتئین (٪)	۶۰/۸۷ ± ۳/۴۲	۶۳/۲۴ ± ۱/۵۲	۶۰/۴۷ ± ۷/۱۳
چربی (٪)	۱۲/۵۰ ± ۰/۸۱ [b]	۲۸/۲۳ ± ۳/۶۵ [a]	۲۶/۴۴ ± ۲/۸۰ [a]
خاکستر (٪)	۲/۶۲ ± ۰/۱۳	۲/۶۴ ± ۰/۰۳	۲/۷۶ ± ۰/۳۸

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها است ($P < ۰/۰۵$) (برای هر تیمار n= ۹).

۴. بحث

رشد

نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال استراتژی های مختلف تغذیه ای باعث ایجاد اختلاف معنی داری در عملکرد رشد بچه تاسماهیان روسی شده است. فاکتور افزایش وزن بدن، فاکتور وضعیت، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در اثر اعمال گرسنگی تحت تأثیر قرار گرفت، به طوریکه کاهش معنی داری در تیمارهای گرسنگی در مقایسه با تیمار تغذیه کامل مشاهده شد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات انجام شده بر بچه فیل ماهیان زیر یک سال مطابقت داشت. در مطالعه ی حاضر مقدار FCR در تیمار تغذیه محدود کاهش معنی داری نسبت به تیمار تغذیه کامل نشان داد. همچنین اثرات گرسنگی و تغذیه مجدد بر عملکرد رشد در ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) نشان داد که گرسنگی اختلاف معنی داری بین تیمارها در خصوص شاخص های افزایش وزن بدن، وزن نهایی، SGR، FCR و فاکتور وضعیت داشته که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۳ و ۱).

در آزمایش حاضر مقدار فاکتور وضعیت در اثر اعمال گرسنگی به طور معنی داری کاهش را نشان داد که با نتایج تحقیق Falahatkar وهمکاران (۱۲) مطابقت داشت. این امر در حالی بود که فاکتور وضعیت در اثر گرسنگی در مطالعه محبوبی صوفیانی و همکاران (۳) بر ماهیان قزل آلای رنگین کمان تأثیر گذار نبود، لذا تفاوت معنی دار مشاهده شده بین شاخص وضعیت در گروه گرسنه و گروه تغذیه کامل را می توان به طول دوره گرسنگی و نوع گونه پرورشی نسبت داد. فاکتور وضعیت در مطالعه تأثیر گرسنگی بر روی گربه ماهیان *Heteropneustes fossilis* نیز کاهش یافت، این درحالی بود که اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۳۰ تا ۵۸ روز گرسنگی مشاهده نگردید (۲۴).

شاخص های HSI و VSI نیز در این تحقیق اختلاف معنی داری را بین گروه های مورد مطالعه نشان داد که این امر نشان دهنده نقش مؤثر کبد در تأمین نیاز انرژی بدن ماهی می باشد. نخستین منبع تأمین کننده انرژی در مدت گرسنگی و کمبود مواد غذایی، ذخایر کبدی است. در زمان گرسنگی علاوه بر اینکه ذخیره سازی مواد در کبد متوقف می گردد، بلکه گلیکوژن و چربی کبدی نیز برای تأمین احتیاجات انرژی مورد استفاده قرار می گیرد (۲۳) و با توجه به این مطلب که یکی از جایگاه های اصلی برای ذخیره چربی اندام های احشائی است بنابراین کاهش میزان چربی ناحیه شکمی در اثر گرسنگی طبیعی به نظر می رسد(۱۵). لذا گرسنگی سبب کاهش ذخایر چربی و کوچک شدن شاخص های HSI و VSI می گردد که مشابه این روند در مطالعه Hung و همکاران (۱۴) در تاس ماهیان سفید (*Acipenser transmontanus*) مشاهده شده است. روند کلی در ماهیان خاویاری به این صورت است که بافت کبد و امعاء و احشاء نسبت به بدن ماهی وزن بیشتری را از دست می دهند، این امر را به نقش کبد و امعاء و احشاء در متعادل سازی مواد مغذی طی دوره محرومیت غذایی در مقایسه با بدن که بیشتر متشکل از عضلات سفید است می توان مرتبط دانست. در تیمار تغذیه کامل و تیمار تغذیه محدود نه تنها ذخایر کبدی کاهش پیدا نکرد بلکه همراه با مصرف خوراک و در نتیجه رشد بدن، وزن کبد اضافه گردید، این در حالی بود که در گروه گرسنه با طولانی شدن زمان گرسنگی وزن کبد نیز کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز در خصوص کاهش وزن کبد در اثر گرسنگی توسط محققین دیگر در سایر ماهیان گزارش گردیده است (۲۰، ۲۸) نتایج تحقیق حاضر نیز حکایت از کاهش معنی دار در شاخص کبدی و شاخص احشائی در تیمار گرسنه دارد.

ترکیب لاشه

ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان تحت تأثیر چندین عامل قرار می گیرند که می توان به عوامل فیزیولوژیک و عوامل محیطی اشاره نمود (۲۱) دو گروه اصلی ماهیان بر مبنای پاسخ متابولیک به گرسنگی مشخص شده است. گروه اول ماهیانی که عمدتاً پروتئین ماهیچه ای را به عنوان سوخت اصلی مصرف می کنند مثل مارماهی و ماهی حوض (*Carassius auratus*) و گروه دوم ماهیانی هستند که از چربی ها به عنوان منبع انرژی استفاده می کنند مثل اردک ماهی (*Esox lucius*) و ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*). هر چند که چنین گروه بندی برای انتخاب سوخت متابولیک ممکن است توسط فاکتورهای داخلی و خارجی تحت تأثیر قرار گیرد (۲۲). نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال استراتژی های مختلف تغذیه ای اختلاف معنی داری را در رطوبت و چربی لاشه در تاسماهی روسی ایجاد می نماید. ولی از نظر پروتئین و خاکستر بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با توجه به کاهش معنی دار میزان چربی در ترکیب لاشه بچه تاسماهیان روس در تیمار گرسنه نسبت به تیمارهای تغذیه محدود و تغذیه کامل، به نظر می رسد که تاسماهی روسی پس از مصرف ذخایر گلیکوژنی (عضله وکبد) در زمان گرسنگی از ذخایر چربی جهت تأمین انرژی استفاده می نمایند. در مطالعه Hung و همکاران (۱۴) نیز کاهش معنی داری در میزان رطوبت، چربی و پروتئین لاشه و امعاء و احشاء پس از ۱۰ هفته گرسنگی در تاس ماهیان سفید به نمایش گذاشت و بیان نمود که چربی ماده غذایی اصلی و مناسب نسبت به پروتئین در مواجهه با دوره گرسنگی در ماهیان خاویاری است. هر چند در مطالعه ایمانی و همکاران (۱) در طی دوره های مختلف محرومیت غذایی (۱، ۲ و ۳ هفته گرسنگی) و غذادهی مجدد ماهی قزل آلای رنگین کمان در پایان دوران محرومیت غذایی تفاوت معنی داری در ترکیب لاشه ماهیان با گروه شاهد مشاهده نشد که این تضاد را به نوع گونه و طول دوره محرومیت غذایی می توان مربوط دانست. طبق نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر، محتوای رطوبت لاشه در گروه گرسنه افزایش معنی داری نسبت به گروه های تغذیه شده داشت. افزایش رطوبت بیان کننده این واقعیت است که در گروه گرسنه هر چقدر از میزان ذخایر بدنی و مواد آلی طی دوران محرومیت غذایی کاسته شده، با هیدراته شدن بدن جبران گردیده است (۵). از آنجائی که در دوران گرسنگی معمولاً ماهی برای تأمین انرژی مورد نیاز خود مجبور به استفاده از ذخایر درونی بدن می شود، بنابراین کاهش رشد در ماهی در معرض گرسنگی منطقی به نظر می رسد. سرعت کاهش وزن بدن در دوران گرسنگی نسبت به حیوانات خشکی زی به دو دلیل کمتر است. اول اینکه ماهی یک حیوان خونسرد است و لذا جهت تنظیم دمای بدن خود انرژی چندانی مصرف نمی کند و از طرفی نیاز کمتری به صرف انرژی به منظور حرکت در آب دارد. دلیل دوم که از اهمیت بیشتری برخوردار است مربوط به هیدارته شدن بدن و جبران بخشی از کاهش وزن دوران گرسنگی است. بنابراین با افزایش مدت گرسنگی درصد آب لاشه افزایش نشان می دهد (۸).

نتایج این مطالعه نشان داد که طی گذشت هشت هفته محرومیت غذایی در تاسماهیان روسی، گرسنگی سبب مصرف ذخایر چربی احشایی، چربی کبدی و سایر منابع انرژی می شود اما منابع پروتئینی در راه تأمین انرژی بدن به مصرف نرسیده است. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، دوره های گرسنگی اثرات نامطلوبی بر روی پارامترهای رشد، ترکیبات شیمیایی عضله، شاخص های کبدی و احشایی داشت به طوریکه می توان بیان نمود تاسماهی روسی نتوانسته با دوره های گرسنگی طولانی مدت سازش پیدا کند و با افزایش طول دوره گرسنگی اثرات منفی آن بیشتر می شود. نتایج این مطالعه ضرورت مطالعات آتی

در زمینه استراتژی های مختلف تغذیه ای، مطالعات محرومیت و محدودیت غذایی و تغذیه مجدد و بررسی مطالعات و پاسخ های فیزیولوژیک ماهیان را به اثبات می رساند تا گامی موثر در کاهش هزینه های تولید، غذا و کارگر و بهره برداری بهینه از استراتژی های تغذیه ای صورت گیرد.

سپاسگزاری

از مدیریت و کارکنان محترم مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی که در فراهم کردن امکانات این تحقیق نهایت همکاری را مبذول داشتند تقدیر و تشکر می شود.

منابع

۱ -ایمانی ا.، فرهنگی م.، یزدان پرست ر.، بختیاری م.، شکوه سلجوقی ظ.، مجازی امیری ب. ۱۳۸۸. شاخص های تغذیه و رشد در ماهی قزل رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* طی دوره های مختلف محرومیت غذایی و غذادهی مجدد. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۸ . شماره ۲. ص ۱۲-۱.

۲-رحمتی، ف.، فلاحتکار، ب.، خارا، ح. ۱۳۸۹. اثرات گرسنگی و تغذیه مجدد بر عملکرد رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون در ماهی آزاد دریای خزر . مجله علوم زیستی . ص ۶۹-۵۹.

۳-محبوبی صوفیانی ن.، حاجی مرادی م.، علامه س.ک.، پیله وریان ع. ا. ۱۳۸۹. اثر گرسنگی بر پاره ای از ویژگی های مورفولوژیکی و هماتولوژیکی ماهی قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*. مجله زیست شناسی ایران. دوره ۲۳. شماره ۲. ص ۲۴۸-۲۳۴.

۴- محسنی، محمود.، آق تومان، وفا .، کاظمی، رضوان ا... .، علیزاده ، مهدی .، خوشقلب ، محمد بهروز و کالاتکوا ، ل . گ . ۱۳۸۲. بررسی اثر تراکم کشت تخم و لارو قره برون و ازون برون بر بازماندگی و فراوانی اختلالات مرفولوژیک. ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری.، مجله علمی شیلات ایران.ص ۱۴۵-۱۵۲.

5-Abdus Salam. M.A., Samrah. M. 2000. Effect of various food deprivation regimes on body composition dynamics of Thaila, *Catla catla*. Journal of research in science. 11,26-32.

6-AOAC (Association of Official Chemists), 1998. Official Methods of Analysis 16th ed AOAC , *Washington*, DC, USA, 1141p.

7-Barcellos, L.J.G., Marqueze, A., Trapp. M., Quevedo, R.M., Ferreira, D., 2010. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundiá (*Rhamdia quelen*). Aquaculture 300, 231-236.

8-Collins, A.L., Anderson,T.A.,1995.The regulation of endogenous energy starvation and refeeding in somatic tissues of the golden perch. Journal of Fish Biology.47,1004-1015.

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

10-Deng, L., Zhang, W.M., Lin, H.R., Cheng, C.H.K., 2004. Effects of food deprivation on expression of growth hormone receptor and proximate composition in liver of black seabream *Acanthopagrus schlegeli*. Comparative Biochemistry and Physiology. 137B, 421– 432.

11-Dutil, J.D., Godbout, G., Blier, P.U., 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.

12-Falahatkar,B., Foadian, A., Abbsalizade, A., Tolouei Gilani, M. H., 2007. Effects of starvation and feeding

13-Falahatkar. B, R. Akhavan. S, Efatpanah. I, Meknatkhah. B., 2012. 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.

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

15-Jezierska B., Hazel R. J., Gerking S. D. 1982. Lipid mobilization during starvation in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, with attention to fatty acids. Journal of Fish Biology. 21, 681-692.

16-Jobling, M., 1980. Effects of starvation on proximate chemical composition and energy utilization of plaice, *Pleuronectes platessa* L. Journal of Fish Biology. 17, 325-334.

17-Kim, K. M., Love, 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.

18-Olivereau, M., Olivereau, J.M., 1997. Long-term starvation in the European eel (*Anguilla anguilla*): general effects and responses of pituitary growth hormone-(GH) and somatostatin-(SL) secreting cells. Fish Physiology and Biochemistry. 17:261–269.

19-Pijl, H., 2012. Longevity. The allostatic load of dietary restriction. Physiology and Behavior. 106, 51-57.

20-Rios, F.S., Kalinin A. L., Rantin F.T. 2002. The effects of long-term food deprivation on respiration and heamatology of neotropical fish, *Hoplias malabaricus*. Journal of Fish Biology. 61, 85-95.

21-Salam, A., Davies, P.M.C., 1994. Body Composition of northern Pike, *Esox lucius* L., in relation to body size and Condition factor. Journal Fisheries Research 19, 193-204.

22-Salam, A., Ali, M., Masoud, S., 2000. Effect of various food deprivation regimes on body Composition dynamics of Thaila, *Catla catla*. Journal of Research Science 11, 26-32.

23-Sanches, M.J.,L. Garicia., J.A. Lupianez., M. Higguera. 1996. Long term nutritional effects on the primary liver and kidney metabolism in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture Nutrition. 2 , 193-200.

24-Shreni, K.D., 1979. Influence of starvation on the brain and liver cholestrol level of the catfish *Heteropneustes fossilis*.Proceedings: Animal Sciences. 88, 17-24.

25-Stepanowska, K., Nedzarek, A., 2006. Effects of starvation on the biochemical composition of blood and body tissue in the Antarctic fish *Notothenia coriicep* (Richardson, 1844) and excreted metabolic products. Polar Bioscience. 20, 46-54.

26-Turchini, G.M., Menasti, T., Froyland, L., Orban, E., Caprino, F., Morretti, V.M., Valfrre, F. 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture, 225, 251-267.

27- Vosyliene, M.Z., Kazlauskiene, N., 1999. Alterations in fish health state

parameters after exposure to different stressors. Acta Zoologica Lituanica Hydrobiology, 9, 83–94.
28-Wookhur, J., Hee Jo. J., Park. I. 2006. Effects of long-term starvation on hepatocyt eultra structure of olive flounder *paralichthys olivaceus*. Ichthological Research. 53, 306-310.

Effects of starvation and feeding strategies on growth and body composition in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Alizadeh Afshar M. [(1)];Khara H.[(1) *]; Falahatkar B.[(2)]

h.khara1974@yahoo.com

1- Islamic Azad University- Lahijan Branch, Faculty of Natural Resource, Department of Aquaculture, Lahijan, Iran, P.O.Box: 1616.
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144, Sowmeh Sara, Iran.

Received: December2013 Accepted: March2013

Abstract

In this study, the effects of starvation and feeding strategies on growth and carcass composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles with mean body weight (± SE) 77 ± 0.33 g were investigated for 8 weeks. The storage density was 20 fish in 1000- liter tank. For this purpose, a total of 180 Russian sturgeon were divided into 3 treatments included starvation, restricted feeding and full feeding with 3 replicates. Biometry was conducted to assess the growth performance every 2 weeks interval. Results showed that there was significant reduction in growth performances included weight gain, body weight increase, condition factor and specific growth rate of starvation treatment ($P<0.05$). There was observed significant difference in hepatosomatic index (HSI) and viscerosomatic index (VSI) between different treatments ($P<0.05$) as the least and the most rate of HSI and VSI was belonged to starved treatment and full feeding, respectively. The results of proximate carcass analysis showed significant difference in moisture between different treatments and fat between starved treatment in comparison with restricted feeding and full feeding ($P<0.05$). No significant difference in protein and ash contents was observed among the treatments ($P>0.05$). According to the obtained results, the starvation periods had negative effects on growth performance, carcass chemical composition, liver and visceral indices, so it can be concluded that Russian sturgeon does not compromise the long-term starvation periods and negative effects of starvation increasing with accession of starvation period but the negative effects of restricted feeding was less than starvation and improved feed conversion ratio. There was not observed any mortality using different diets.

Keywords: Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*, starvation, nutrition, growth, carcass composition.

*Corresponding author