مجله علمی شیلات ایران ۳۱(٦) ۳۹-۵۰ (DOI): 10.22092/ISFJ.2023.128619

مقاله علمی – پژوهشی:

اثر سطوح مختلف غذادهی بر مقدار مصرف غذا، شاخص‌های رشد و عملکرد تغذیه بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در دمای بالا

بهرام فلاحتکار*[۱]، شاهپور غلامی[۲]، اسحق رسولی کارگر[۲]، ایرج عفت‌پناه[۱]

*falahatkar@guilan.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران.
۲- مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسفپور، سیاهکل، گیلان، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۱

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف غذادهی در شرایط تابستان (دمای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بر رشد و مصرف غذای تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) جوان انجام شد. برای این منظور، چهار سطح غذادهی شامل ۱، ۱/۵، ۲ درصد وزن بدن و نیز برحسب اشتها تا حد سیری در سه تکرار در نظر گرفته شد. تعداد ۲۰ بچه ماهی با وزن متوسط ۰/۱±۱۹/۳ گرم در هر حوضچه بتونی با حجم آبگیری ۸۰۰ لیتر توزیع و روزانه در ساعات ۵، ۱۱، ۱۷ و ۲۳ به مدت ۶۰ روز مورد تغذیه قرار گرفتند. پس از ۶۰ روز نتایج نشان داد، در اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل وزن نهایی، طول نهایی، وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه، بیشترین میزان در ماهیان تغذیه شده در سطح سیری دیده می‌شود. همچنین میزان مصرف غذای روزانه (به ازاء درصد در روز) در تیمار در سطح سیری و کمترین ضریب تبدیل غذا در تیمار ۱/۵ درصد دیده شد. در خصوص شاخص وضعیت اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بر اساس بررسی شاخص میزان مصرف غذای روزانه، نتایج نشان داد که ماهیان در این شرایط به مقدار ۲/۴ درصد غذادهی در شبانه روز نیاز دارند. این تحقیق نشان داد، امکان پرورش و غذادهی بچه تاسماهی ایرانی در شرایط تابستانه در دماهای بالا به‌راحتی و بدون هیچ مشکلی وجود دارد و برای دستیابی به بالاترین کارایی رشد و تغذیه، سطح ۲/۴ درصد وزن بدن غذادهی در شبانه روز در شرایط آزمایش حاضر توصیه می‌شود.

لغات کلیدی: تاسماهی ایرانی، فصل تابستان، میزان مصرف غذا، راندمان تولید

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

مقدمه

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) یکی از گونه‌های ارزشمند ماهیان خاویاری است که بیشترین پراکنش آن در حوضه جنوبی دریای خزر است. ذخایر طبیعی این ماهی در دریای خزر همه ساله رو به کاهش است و به‌نظر می‌رسد، یکی از مهم‌ترین راهکارهای حفظ ذخایر این گونه ارزشمند، انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه تکثیر و پرورش مصنوعی آن باشد (فلاحتکار و عفت‌پناه، ۱۳۹۵). این گونه به دلیل بومی بودن، رشد نسبتاً سریع، امکان تولید مثل در شرایط اسارت، تأمین لارو و بچه ماهی آن، کوتاه‌تر بودن دوره تولید خاویار در مقایسه با گونه فیل ماهی (*Huso huso*) و مرغوبیت خاویار، از اهمیت ویژه‌ای برخودار است. از سویی، پرورش تاسماهی ایرانی در انواع سیستم‌های تولیدی به‌واسطه اهمیت اقتصادی آن، توجه به پرورش گونه‌های بومی و افزایش تقاضا جهت گوشت و خاویار، اخیراً مورد توجه قرار گرفته است (Mohseni *et al.*, 2011).

به عقیده بسیاری از محققان، یکی از دلیل اصلی محدودیت پرورش ماهیان خاویاری بی‌توجهی به نیازهای غذایی و تعیین میزان مطلوب غذادهی است. اجرای برنامه‌های بهبود جیره غذایی و نوع تغذیه در ماهیان اثر زیادی بر تسریع روند رشد، دستگاه تولیدمثلی ماهیان، میزان باروری، لقاح، تولید لاروهای مناسب، افزایش قدرت ایمنی و مقاومت در برابر استرس دارد (Izquierdo *et al.*, 2005). غذا یکی از مهم‌ترین عوامل در پرورش ماهیان محسوب می‌شود و دستیابی به یک جیره غذایی مناسب از ضروریات موفقیت صنعت پرورش آبزیان است. بنابراین، استفاده از مقادیر متعادلی از ترکیبات غذایی برای دستیابی به رشد مطلوب، الزامی است. از این‌رو، آبزی‌پروران از استراتژی‌های مختلفی برای اعمال مدیریت تغذیه استفاده می‌کنند که از این موارد می‌توان به تغذیه اضافی (بیش از حد)، در حد سیری و تغذیه محدود اشاره کرد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۸). مصرف غذا با توجه به کیفیت آن و شاخص‌هایی مانند اندازه، سن، مرحله زندگی، سطح استرس و نیز فصل، دمای آب، میزان اکسیژن محلول و ... متغیر است. بنابراین، فاکتورهای مختلفی می‌توانند بر میزان مصرف غذا تأثیرگذار باشند که یکی از مهم‌ترین آنها دماست.

دمای آب یکی از فاکتورهای کلیدی است که مکانیسم‌های فیزیولوژیک مختلفی را در ماهیان کنترل می‌کند (Guerreiro *et al.*, 2014). این فاکتور از طریق افزایش یا کاهش فعالیت‌های تحریک‌کنندگی آنزیم‌های هضمی و فعالیت‌های سوخت‌وسازی در سطوح سلولی فعالیت می‌کند. دما موجب حفظ رابطه مستقیم بین رشد و سایر عملکردهای بدن مانند مصرف غذا، دفع و تنفس می‌شود. زمانی‌که دما در دامنه مطلوب قرار داشته باشد، مصرف غذا و رشد افزایش می‌یابد. به طور کلی، دمای آب یکی از مهم‌ترین فاکتورهای زیست‌محیطی است که بر رفتار و فیزیولوژی ماهی تأثیرگذار است. دمای پایین آب، هضم غذا را در ماهی کند می‌کند و افزایش دما، سرعت هضم را افزایش می‌دهد (Fang *et al.*, 2010). از سویی، طی یک دوره پرورش سالانه، اگر از منابع آبی نظیر رودخانه یا دریا استفاده شود، تحت تأثیر دمای هوا و فصل می‌تواند نوسانات زیادی داشته باشد که بر مبنای هر فصل و دمای مربوطه، تنظیم مقدار غذادهی برای هر گونه الزامی است، زیرا می‌تواند از هدر رفتن غذا جلوگیری کند و منجر به رشد حداکثری گردد. بنابراین، تعیین میزان واقعی غذا در فصول مختلف به‌ویژه تابستان برای حداکثر تولید و حداقل ضایعات غذایی، اولین قدم مهم در جهت پرورش موفق هر گونه به‌شمار می‌رود. در این بین، برای تولید تجاری و کارآمد تاسماهیان، مدیریت قوی، تعیین میزان غذادهی و غذادهی با جیره‌های مناسب که حاوی ترکیبات ارزان‌تر و در عین حال مؤثری که از رشد بهینه و کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی برخوردار باشد، ضروری به‌نظر می‌رسد (Hung, 2017).

مطالعات نشان می‌دهند که کارایی تغذیه، درصد غذادهی و درجه حرارت آب از جمله عواملی هستند که قابلیت تولید تجاری ماهیان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در مطالعه یوسف‌پور (۱۳۸۲) مطلوب‌ترین مقدار غذادهی براساس وزن بدن برای تاسماهی ایرانی به میزان ۳ درصد پیشنهاد شد. نتایج مطالعات فلاحتکار و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد که میزان مناسب غذادهی در بچه ماهیان

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) برای رسیدن وزن از ۱۱ گرم به ۱۸۳ گرم و از وزن ۴۱ گرم به ۱۷۳ گرم حدود ۱ درصد وزن بدن، ولی برای اوزان از ۴۲۱ گرم تا ۵۵۳ گرم کمتر از ۱ درصد وزن بدن در دمای مورد مطالعه بوده است. محسنی و همکاران (۱۳۸۴) حد مطلوب غذادهی بر اساس وزن بدن را برای فیل ماهی به وزن ۱۹۰۰-۸۵۰ گرمی به میزان ۲ درصد و برای ماهیان۳۳۰۰-۲۰۵۰ گرمی حداکثر ۱ درصد (با توجه به دمای آب) پیشنهاد نمودند. همچنین Irani و Agh (۲۰۲۱) مطالعه گسترده‌ای را در خصوص تعیین میزان مناسب غذادهی در تاسماهی ایرانی و در اوزان ۵۰-۰/۰۳۹ گرم انجام دادند. مطالعات متعددی نیز در خصوص میزان تغذیه مطلوب برای تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) در اوزان ۴۰-۲۰ گرم (Hung and Lutes, 1987; Hung *et al.*, 1993)، زیر یکسال (۲۵۰ گرم) (Hung 1989) و یک‌ساله (۷۶۷ گرم) (Hung *et al.*, 1995) و نیز مدل‌سازی مقدار تغذیه مطلوب این ماهی (Lee *et al.*, 2014) انجام شده است.

امروزه به رغم پیشرفت‌های خوبی که طی چند سال اخیر در مورد پرورش تاسماهی ایرانی انجام شده، اما با توجه به شرایط آب و هوایی کشور و گرم بودن مناطق مورد پرورش این ماهیان، اطلاعات کافی در ارتباط با شرایط تغذیه‌ای آنها وجود ندارد و فقدان اینگونه اطلاعات، منجر به محدودیت پرورش این گونه در شرایط تابستان و مناطق گرم شده است. با توجه به ارزش اقتصادی تاسماهی ایرانی و کاهش ذخایر مولدین وحشی دریای خزر، مطالعه حاضر به بررسی سطوح مختلف غذادهی بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای بچه تاسماهی ایرانی در تابستان پرداخته است. بدیهی است که نتایج حاصله به مدیریت صحیح تغذیه این ماهی با ارزش در فصول گرم سال کمک شایان‌توجهی می‌کند.

مواد و روش کار

ماهی و شرایط پرورش

تخم‌های لقاح یافته تاسماهیان ایرانی حاصل از تکثیر مصنوعی مولدین وحشی صید شده از حوضه جنوبی دریای خزر در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی (رشت، گیلان) به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور (سیاهکل، گیلان) منتقل و پس از تفریخ، به روش معمول تا مرحله رسیدن به آزمایش حاضر در حوضچه‌های بتونی گرد مورد پرورش قرار گرفتند. این حوضچه‌ها دارای ۱/۸۵ متر قطر و ۳۰ سانتی‌متر عمق آبگیری بود و آب هر مخزن به صورت جداگانه با دبی ۲/۳±۱۳/۷ لیتر در دقیقه از رودخانه دیسام تأمین می‌شد. متغیرهای کیفی آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH در طی آزمایش به‌ترتیب برابر ۲/۳ ± ۲۷/۴ درجه سانتی‌گراد، ۰/۸± ۶/۹ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۳±۷/۸ و فتوپریود در شرایط طبیعی بود. هر روز صبح و قبل از اولین غذادهی، ۲۵ درصد آب مخازن سیفون می‌شد تا غذای خورده نشده احتمالی و فضولات از کف خارج شوند.

طراحی آزمایش

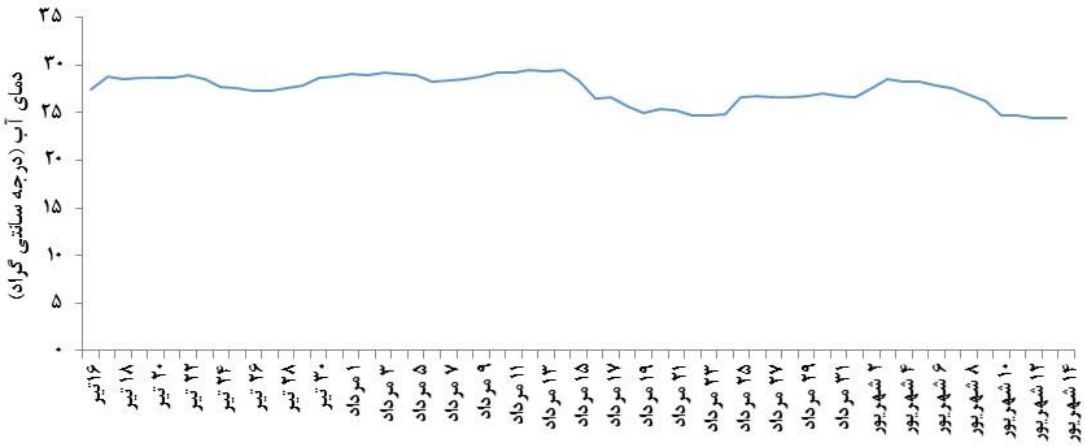
مطالعه حاضر در طول دوره تابستان از ۱۶ تیر لغایت ۱۴ شهریور ماه در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور انجام شد. در طول دوره آزمایش، دمای آب در دامنه ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد متغیر بود (شکل ۱). تعداد ۳۰ قطعه تاسماهی ایرانی جوان با وزن اولیه ۰/۱±۱۹/۳ گرم که طی ۴ هفته با شرایط آزمایشی تطابق یافته بودند، در هر حوضچه تقسیم شدند و چهار تیمار شامل مقادیر غذادهی ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزن بدن در شبانه روز (طبق مطالعه Irani و Agh (۲۰۲۱) و سایر مطالعات در گونه‌های مشابه) به همراه تیمار در حد سیری که بچه ماهیان در آن تا حد رسیدن به سیری و عدم پذیرش غذا مورد تغذیه قرار می‌گرفتند، در نظر گرفته شد. شایان ذکر است، هر تیمار شامل ۳ تکرار بود.

ماهیان در شبانه روز به تعداد ۴ بار و در ساعات ۵، ۱۱، ۱۷ و ۲۳ با مقادیر مذکور مورد تغذیه قرار می‌گرفتند. غذای مورد استفاده (آغازین ۳ ماهیان خاویاری با اندازه قطر ۲ میلی‌متر) با مقادیر پروتئین خام ۵۰ درصد، چربی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

خام ۱۴ درصد، فیبر خام کمتر از ۲ درصد، خاکستر کمتر از ۱۲ درصد و انرژی قابل هضم ۴۶۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم از شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران (مان‌آکوا، ساری، مازندران) تهیه و در کل دوره مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱: روند تغییرات درجه حرارت آب در طول دوره آزمایش حاضر
Figure 1: The trend of water temperature changes during the experimental period

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

هر پانزده روز یکبار، وزن و طول کل ماهیان تیمارهای مختلف اندازه‌گیری می‌شد. برای این منظور، ماهیان پس از صید، با ۳۰۰ میلی‌گرم عصاره پودر گل میخک بیهوش (Falahatkar *et al.*, 2014) و وزن با دقت گرم و طول کل با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از ثبت داده‌ها، شاخص‌های مختلف رشد شامل شاخص وضعیت (CF)، وزن کسب شده (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، مقدار غذای مصرفی به ازای هر ماهی (FI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، مقدار غذای مصرفی به ازای درصد در روز (VFI) و درصد بقا (SR) با استفاده از روابط ذیل محاسبه شدند:

$$CF=(W_f / L^3) \times 100$$

$$WG\ (g)=W_f - W_i$$

$$BWI\ (\%)=[(W_f - W_i)/ W_i]\times 100$$

$$SGR\ (\%\ /\ day) = [(LnW_f - LnW_i) / t_2 - t_1] \times 100$$

$$FI\ (g/fish)=TF/ N$$

$$FCR=F/(W_f - W_i)$$

$$VFI\ (\%\ /\ day)=100\times(F/t)\times(W_i+W_f / 2)$$

$$SR\ (\%)=(N_2/N_1)\times 100$$

W_i= وزن اولیه ماهی (گرم)، W_f= وزن نهایی ماهی (گرم)، L= طول نهایی (سانتی‌متر)، LnW_i= لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی، LnW_f= لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی، $t_2 - t_1$= طول دوره آزمایش (روز)، TF= کل غذای خورده شده در طول دوره (گرم)، N_1= تعداد ماهی‌ها در روز اول، N_2= تعداد ماهی‌ها در انتهای آزمایش

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در ابتدا، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و همگن واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون (Levene) مورد بررسی قرار گرفت و پس از تأیید شروط مربوطه، مقادیر تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) بررسی شد. با مشاهده اختلاف معنی‌دار، جهت تعیین اختلاف بین تیمارها از آزمون توکی (Tukey) و در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. کلیه تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (IBM, Armonk, USA) انجام شده و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

داده‌های ارائه شده در متن، جدول و شکل‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

نتایج

در جدول ۱ داده‌های کسب شده مربوط به شاخص‌های رشد بچه تاسماهیان ایرانی که با سطوح مختلف غذادهی در دوره تابستان مورد تغذیه قرار گرفت، ارائه شده است. همان‌طوری‌که انتظار می‌رفت، با افزایش مقدار غذادهی، عمده شاخص‌های رشد تحت تأثیر قرار گرفت و افزایش یافتند. بیشترین میزان وزن در ماهیان تغذیه شده در حد سیری مشاهده شد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود (p<۰/۰۰۱). همچنین در طول نهایی بچه ماهیان نیز روند مشابهی مشاهـده شد (p<۰/۰۰۱)، این در حالی است که در شاخص وضعیت تفاوتی در بین تیمارها دیده نشد (p=۰/۶۹۲). مشابه با وزن نهایی در بچه تاسماهیان ایرانی، بیشترین مقادیر وزن کسب شده، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه نیز در ماهیان تغذیه شده در حد سیری و کمترین در تیمار تغذیه شده با ۱ درصد وزن بدن در روز مشاهده گردید (p<۰/۰۰۱). در طول دوره آزمایش تلفاتی در بین ماهیان مشاهده نشد و میزان بقای کلیه تیمارها ۱۰۰ درصد ثبت گردید.

جدول ۱: شاخص‌های رشد در بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با مقادیر مختلف غذادهی پس از ۶۰ روز پرورش در دوره تابستانه (میانگین ± انحراف معیار؛ ۳ = n)

Table 1: Growth indices in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fed with different feeding rates at the end of 60 days in summer period (mean ± standard deviation; n = 3)

شاخص‌های رشد	درصدهای غذادهی			
	۱	۱/۵	۲	درحد سیری
وزن اولیه (گرم)	۱۹/۳ ± ۰/۱	۱۹/۳ ± ۰/۱	۱۹/۳ ± ۰/۱	۱۹/۳ ± ۰/۱
طول اولیه (سانتی‌متر)	۱۷/۹ ± ۰/۱	۱۸/۰ ± ۰/۱	۱۷/۸ ± ۰/۱	۱۷/۹ ± ۰/۲
وزن نهایی (گرم)	۳۰/۶ ± ۰/۷^{c}	۴۳/۶ ± ۶/۱^{b}	۴۸/۷ ± ۱/۲^{b}	۶۵/۶ ± ۷/۲^{a}
طول نهایی (سانتیمتر)	۲۰/۶ ± ۰/۱^{c}	۲۳ ± ۱/۱^{b}	۲۴/۱ ± ۰/۲^{b}	۲۶/۵ ± ۰/۷^{a}
شاخص وضعیت	۰/۳ ± ۰/۰	۰/۳ ± ۰/۰	۰/۳ ± ۰/۰	۰/۳ ± ۰/۰
وزن کسب شده (گرم)	۱۱/۳ ± ۰/۶^{c}	۲۴/۳ ± ۶^{b}	۲۹/۴ ± ۱/۲^{b}	۴۶/۳ ± ۷/۳^{a}
درصد افزایش وزن بدن	۵۸/۷ ± ۲/۹^{c}	۱۲۵/۶ ± ۳۰/۸^{b}	۱۵۲/۵ ± ۵/۹^{b}	۲۳۹/۷ ± ۳۸/۲^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۸ ± ۰/۰^{c}	۱/۴ ± ۰/۲^{b}	۱/۶ ± ۰/۰^{b}	۲/۱ ± ۰/۲^{a}
غذای مصرفی (گرم/ماهی)	۱۲/۳ ± ۰/۲^{d}	۲۱/۱ ± ۱/۳^{c}	۲۹/۸ ± ۰/۶^{b}	۶۰/۲ ± ۴/۸^{a}
نرخ بقا (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

حروف متفاوت در هر ردیف، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

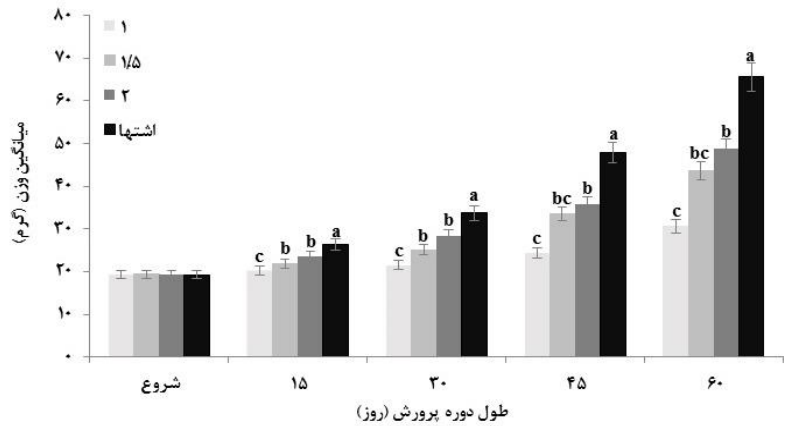
روند تغییرات وزن در طول ۶۰ روز پرورش در شکل ۲ نشان شده است. این نتایج نشان می‌دهند که از همان هفته دوم آزمایش اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود و تا پایان دوره این اختلاف ادامه داشت (p<۰/۰۰۱)، اما تفاوتی در وزن بین دو تیمار تغذیه شده با سطوح ۱/۵ و ۲ درصد وزن بدن وجود نداشت (p>۰/۰۵).

مقدار غذای مصرفی در بچه تاسماهیان ایرانی در طول ۶۰ روز پرورش در دوره تابستانه در شکل ۳ نشان شده است. مقدار غذای مصرفی در هر چهار تیمار اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۰۱). با توجه به نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد در سطح سیری، بچه تاسماهی ایرانی در دمای بالا به ۲/۴ درصد وزن بدن در روز غذا نیاز دارد.

حداکثر میزان FCR (۱/۳±۰/۱) و حداقل آن (۰/۹±۰/۲) به‌ترتیب در تیمارهای سیری و ۱/۵٪ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بود (p<۰/۰۰۱؛ شکل ۴).

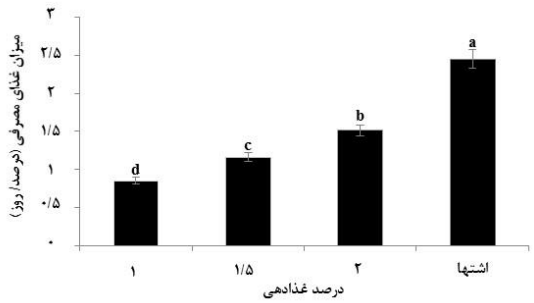
[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]



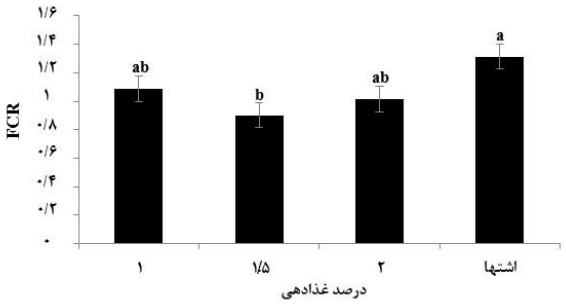
شکل ۲: روند تغییرات وزن بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) در طول ۶۰ روز پرورش در دوره تابستانه با استفاده از سطوح مختلف غذادهی (میانگین ± انحراف معیار). حروف متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در هر زمان است.

Figure 2: The trend of weight changes in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fed with different feeding rates during the 60 days of summer period (mean ± standard deviation). Different letters on the columns indicate significant differences among the treatments in each time



شکل ۳: مقادیر غذای مصرفی در بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) پس از ۶۰ روز پرورش در دوره تابستانه با استفاده از سطوح مختلف غذادهی (میانگین ± انحراف معیار). حروف متفاوت بر ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

Figure 3: The amounts of voluntary *feed intake* in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fed with different feeding rates at the end of 60 days in summer period (mean ± standard deviation). Different letters on the columns indicate significant difference among the treatments



شکل ۴: مقادیر ضریب تبدیل غذایی در بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) پس از ۶۰ روز پرورش در دوره تابستانه با استفاده از سطوح مختلف غذادهی (میانگین ± انحراف معیار). حروف متفاوت بر ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

Figure 4: The amounts of feed conversion ratio in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) at the end of 60 days in summer period using different feeding rates (mean ± standard deviation). Different letters on the columns indicate significant difference among the treatments

بحث

مطالعه حاضر نشان داد که غذادهی بر اساس اشتها، اثرات مثبتی بر عملکرد رشد بچه تاسماهی ایرانی در شرایط تابستانه داشته است و غذادهی با ۱ درصد وزن بدن در روز، ضعیف‌ترین رشد را به نمایش گذاشت. غذادهی بهینه بچه تاسماهیان ایرانی تا حد سیری نسبت به روش‌های غذادهی محدود سبب افزایش رشد شده که در مطالعات انجام شده بر تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)، تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) و تاسماهی چینی (*Acipenser sinensis*) نیز به‌اثبات

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

رسیده است (Liu *et al.*, 2011; Andrei *et al.*, 2018; Jafari *et al.*, 2018). برخی از محققان بیان کرده‌اند که بیشینه رشد زمانی اتفاق می‌افتد که ماهی تا حد سیری تغذیه شود، ولی بیشینه کارایی تغذیه زمانی حاصل می‌شود که ماهی اندکی پایین‌تر از حد سیری تغذیه شود (Brett, 1979; Cacho *et al.*, 1990; Jobling, 1997). البته ممکن است این نتیجه‌گیری بر حسب نوع گونه، اندازه ماهی و شرایط پرورشی متفاوت باشد.

در مطالعه حاضر، میزان غذادهی بهینه در تاسماهی ایرانی (با وزن ۱۹/۳ گرم و دمای متوسط ۲۷/۴ درجه سانتی‌گراد)، ۲/۴ درصد وزن بدن (در حد سیری) محاسبه شد. در تاسماهی روسی (با وزن متوسط ۱۴۴ گرم و در دمای ۱۶ سانتی‌گراد)، میزان غذادهی ۲ درصد وزن بدن گزارش شده است (Şener *et al.*, 2006). میزان مطلوب غذادهی برای تاسماهی سفید ۵۰۰-۲۵۰ گرمی در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد ۲-۱/۵ درصد (Hung *et al.*, 1989) و در تاسماهی سیبری با اوزان ۴۰۰-۹۰ گرمی در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد، ۱/۶-۱/۴ درصد وزن بدن گزارش شده است (Kaushik *et al.*, 1989). در تحقیق حاضر مشخص شد که در دوره تابستان، غذادهی بر اساس اشتها (۲/۴ درصد وزن بدن) سبب افزایش رشد در بچه ماهیان می‌شود. تفاوت در مطالعات مختلف می‌تواند به دلایلی از جمله تفاوت گونه‌ای، نرخ متابولیسم، وزن ماهی، دمای آب، نوع غذا و ترکیبات آن و شرایط پرورش باشد.

اصولاً میزان رشد و سوخت و ساز بدن ماهیان تحت تأثیر دمای آب قرار می‌گیرد. از این‌رو، تغذیه مطلوب ماهیان پرورشی در دماهای مختلف، متفاوت است (Hung and Lutes, 1987; Falahatkar *et al.*, 2013). در واقع، روند رشد و مصرف غذا در ماهیان، تحت تأثیر دمای محیط است (Houlihan *et al.*, 1993; Britz *et al.*, 1997; Azevedo *et al.*, 1998)، بنابراین، دمای آب عاملی تأثیرگذار در زندگی ماهیان است. معمولاً هر ماهی دامنه دمایی مناسبی دارد که در آن می‌تواند به‌خوبی فرآیندهای فیزیولوژیک، تغذیه و متابولیسم خود را انجام دهد (Gadowaski and Caddell, 1991). بسیاری از گونه‌های تاسماهیان جهت رشد بهینه و تغذیه به آب با دمای ۲۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد، اما برای تولیدمثل به محیط آبی سردتر ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد نیاز دارند (Doroshov *et al.*, 1997; Van Eenennaam *et al.*, 2004). Hung و همکاران (۱۹۸۹) ثابت کردند که با افزایش اندازه ماهی و کاهش دمای آب به زیر ۱۵ درجه سانتی‌گراد، میزان جذب غذا در ماهی کاهش می‌یابد. همچنین محققان در خصوص پرورش ماهیان خاویاری نشان دادند که هنگام نگهداری ماهیان در شرایط دمای پایین طی فصل زمستان، راندمان فعل و انفعالات و نیاز ماهی به اکسیژن و سوخت‌وساز کاهش می‌یابد. در نتیجه، ماهی غذای کمتری مصرف می‌کند (Falahatkar *et al.*, 2013). در یک دامنه مناسب دمایی، میزان رشد با افزایش دما بالاتر می‌رود، اما معمولاً زمانی که دما به حد بالای دامنه تحمل می‌رسد، اثرات معکوس مشاهده می‌شود (Fang *et al.*, 2010). با این‌حال، به‌نظر می‌رسد که حتی در دمای پایین نیز میزان مصرف غذا بر اساس اشتها و نیازمندی ماهی باید تنظیم شود (Falahatkar *et al.*, 2013).

نتایج این تحقیق نشان داد که وزن و طول بدن در بچه تاسماهیان ایرانی تغذیه شده در سطح سیری دارای افزایش بیشتری بودند که می‌تواند به میزان غذادهی مطلوب و نرخ متابولیسم بهتر ماهی مرتبط باشد. Deng و همکاران (۲۰۰۳) عقیده دارند نسبت غذادهی، درجه حرارت و اندازه ماهی، مهم‌ترین عواملی هستند که رشد ماهیان خاویاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین مشخص شده است که رشد تاسماهیان در آبهای گرم سریع‌تر از آب محیط طبیعی یا آب سرد است (Chebanov and Billard, 2001).

در مطالعه حاضر، میزان CF در تمامی بچه ماهیان یکسان بود و هیچ مرگ‌ومیری در طول دوره پرورش در بچه ماهیان مورد مطالعه مشاهده نشد که شاید بتوان علت آن را به مناسب بودن شرایط پرورش و برابری رابطه بین طول و وزن در ماهیان تیمارهای مختلف مرتبط دانست. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهند که مقدار رشد به عوامل متعددی از قبیل گونه، جیره غذایی، اندازه ماهی و دمای آب بستگی دارد، اما کارایی غذا و رشد ماهی به طور

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر متفاوت غذا قرار می‌گیرد (Lee *et al.*, 2000; Dwyer *et al.*, 2002; Yang *et al.*, 2019; Volkoff and Rønnestad, 2020). برخی دیگر از محققان معتقدند که ترکیبات جیره، درصد و مقدار غذادهی روزانه، از عوامل مهم و مؤثر بر شاخص‌های رشد ماهیان می‌باشند (Jobling *et al.*, 1995; Gawlicka *et al.*, 2002). بر اساس مطالعات انجام شده بر رشد فیل ماهی در دو محیط آب شور و شیرین، مشخص شد که مناسب‌ترین درصد غذادهی در فصل بهار که ماهیان دارای سرعت رشد مناسب بودند، ۵-۳ درصد و در فصل پاییز که سرعت رشد به بیشینه مقدار می‌رسد، ۴-۲ درصد و در فصول تابستان و زمستان، ۲-۱/۵ درصد وزن بدن در نظر گرفته شده است (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۱). در مطالعه‌ای که در خصوص میزان مطلوب تغذیه بچه تاسماهی سفید در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد، مشخص گردید که بچه ماهیان با وزن ۳۰ گرم با غذادهی ۲-۱/۵ درصد وزن بدن در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین رشد بودند (Hung and Lutes, 1987). در مطالعه دیگر، بالاترین رشد بچه تاسماهی سفید به وزن ۲۵۰ گرم با تغذیه ۲/۰۹-۱/۵ درصد وزن بدن در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسید (Hung *et al.*, 1989). این در حالی است که Shqueir و Hung (۱۹۸۹) مناسب‌ترین درصد غذادهی در تاسماهی سفید ۳۰ گرمی پرورش یافته در دماهای ۲۳ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد را ۲/۵ درصد وزن بدن عنوان نمودند.

به طور کلی، اطلاعات کمی در مورد تأثیر دما بر عملکرد رشد و تغذیه ماهیان خاویاری وجود دارد. Cech و همکاران (۱۹۸۴) بیان کردند که میزان رشد بچه تاسماهی سفید ۰/۶-۰/۵ گرم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به طور قابل‌توجهی بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. نتایج تحقیق Hung و همکاران (۱۹۹۳) نشان داد که دمای مطلوب برای رشد این گونه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میزان مطلوب تغذیه در دمای ۲۳ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۲/۵-۲ و ۳-۲/۵ درصد وزن بدن بوده است. به‌هرحال، دلایل تفاوت در نتایج محققان مختلف را می‌توان به تفاوت دما، نوع گونه، اندازه، سن، شرایط محیطی و بهداشتی نگهداری ماهیان، رفتار تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک، میزان غذا و نوع جیره نسبت داد.

در مطالعه حاضر نیز با توجه به سطوح مختلف غذادهی در فصل تابستان، تغذیه بر اساس اشتها دارای کارایی بالاتری بود و افزایش میزان رشد با غذادهی ۲/۴ درصد وزن بدن رخ داد که نشان‌دهنده تغذیه مطلوب و مناسب بودن شرایط پرورش بوده که با الگوی تغذیه‌ای سایر گونه‌ها متفاوت است. البته علت کارایی تغذیه ماهیانی که با حد مناسب و به میزان مطلوب غذادهی شده‌اند، به بهبود شرایط فیزیولوژیک ماهی مربوط می‌شود. هر چند ممکن است غذادهی اضافی، رشد بیشتری را به‌دنبال داشته باشد، ولی با کاهش کارایی غذا و افزایش میزان ضایعات همراه بوده و سوخت‌وساز، هضم و جذب را دچار اختلال کرده است. به همین دلیل، تعیین میزان مناسب غذادهی در هر محدوده وزنی و دمایی و برای هر گونه، از ضروریات تلقی می‌گردد.

پرورش‌دهندگان عموماً در چرخه تولید مزارع با توجه به اهداف تولیدی خود در پی افزایش رشد ماهی هستند، اما تعیین میزان مطلوب غذادهی با در نظر گرفتن پرهیز از اسراف و کاهش هزینه‌های تولید در مناطق گرم و فصل تابستان به اندازه مناسب و با کارایی بالا، امری دشوار است. در تحقیق حاضر، غذادهی در حد سیری (بر اساس اشتها) با در نظر گرفتن پرهیز از اسراف و استفاده بیش از حد از غذا، سبب رشد بچه ماهیان در شرایط تابستانه شده است که این روش می‌تواند برای کسب موفقیت در پرورش تاسماهی ایرانی در مناطق گرم و دستیابی به حداکثر کارایی تولید و بهره‌وری اقتصادی و نیز توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. با استفاده از نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان به پرورش تاسماهی ایرانی به عنوان یک گونه بومی امیدوار بود. این راهبرد مدیریتی در خصوص استفاده مناسب از میزان غذا می‌تواند مزارع پرورش را به سمت افزایش رشد مناسب ماهیان و به حداقل رساندن اتلاف منابع و آثار نامطلوب بر محیط زیست سوق دهد.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان بیان نمود که تغذیه در حد سیری باعث بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در بچه تاسماهیان ایرانی در شرایط تابستانه شده و غذادهی با ۱ درصد وزن بدن، پایین‌ترین اثر را بر عملکرد رشد و تغذیه داشته است. بنابراین، غذادهی بر اساس اشتها و تا سطح سیری در دوره تابستانه، به منظور دستیابی به حداکثر رشد، یک راهبرد مدیریتی مناسب تغذیه در بچه تاسماهی ایرانی است. از این‌رو، آبزی‌پروران با بهره‌گیری از این شیوه می‌توانند حد مناسب غذادهی که ماهی‌ها برای چندین مرتبه در طول روز قادر به مصرف آن هستند، به‌کار گیرند و شاهد میزان رشد حداکثری باشند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نگارندگان، مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان و پرسنل زحمت‌کش مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل که در به ثمر نشستن این تحقیق تلاش نموده‌اند، ابراز می‌دارند.

منابع

پورعلی، ح، ر.، محسنی، م.، صادقی، م.، ارشد، ع. و علیزاده، م.، ۱۳۸۱. مقایسه رشد گونه فیل ماهی در دو محیط آب شور و شیرین. خلاصه مقالات دومین همایش ملی منطقه‌ای ماهیان خاویاری، زیباکنار، گیلان، ۶-۴ آبان، صفحات ۴۵-۴۳.

فلاحتکار، ب. و عفت پناه، ا.، ۱۳۹۵. بیولوژی و فیزیولوژی ماهیان خاویاری دریای خزر. انتشارات دانشگاه گیلان، رشت، ۲۴۷ صفحه.

فلاحتکار، ب.، راهداری، ع.، عفت پناه، ا.، مکنت خواه، ب. و دفاعی، س.، ۱۳۹۸. تعیین مناسب‌ترین درصد غذادهی در پرورش بچه ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*) در اندازه‌های مختلف. تغذیه آبزیان، ۵(۲): ۲۶-۱۷.
Doi: 10.22124/JANB.2020.15331.1078

محسنی، م.، بهمنی، م.، پور کاظمی، م.، پورعلی، ح. و ارشد، ع. و.، ۱۳۸۴. تعیین مناسب‌ترین درصد غذادهی در پرورش گوشتی بچه فیل ماهی (*Huso huso*) در حوضچه‌های فایبرگلاس. مجله علمی شیلات ایران، ۱۴(۴): ۱۸۰-۱۶۵.
Doi: 10.22092/ISFJ.2005.113890

یوسف‌پور، ح.، ۱۳۸۲. مطالعه تعیین بهترین درصد غذا نسبت به وزن توده زنده در تاسماهی ایران. مجله علمی شیلات ایران، ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۱۸۰-۱۶۹.

Andrei, R.C., Cristea, V., Crețu, M., Dediu, L. and Docan, A.I., 2018. The effect of feeding rate on growth performance and body composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles. *AACL Bioflux*, 11: 645-652.

Azevedo, P.A., Cho, C.Y., Leeson, S. and Bureau, D.P., 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*). *Aquatic Living Resources*, 11: 227-238. Doi: 10.1016/S0990-7440(98)89005-0

Brett, G.R., 1979. Environmental factors and growth. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. (Eds.) Fish Physiology, Vol. VIII. Academic Press, London. pp. 599-675.

Britz, P.J., Hecht, T. and Mangold, S., 1997. Effect of temperature on growth, feed consumption and nutritional indices of *Haliotis midae* fed a formulated diet. *Aquaculture*, 152: 191-203. Doi: 10.1016/S0044-8486(97)00002-1

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

Cacho, O.J., Hatch, U. and Kinnucan, H., 1990. Bioeconomic analysis of fish growth: effects of dietary protein and ration size. *Aquaculture*, 88: 223-238. Doi: 10.1016/0044-8486(90)90150-L

Cech, J.J.Jr., Mitchell, S.J. and Wragg, T.E., 1984. Comparative growth of juvenile white sturgeon and striped bass: effects of temperature and hypoxia. *Estuaries*, 7: 12-l8. Doi: 10.2307/1351952

Chebanov, M.S. and Billard, R., 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14: 375-381. Doi: 10.1016/S0990-7440(01)01122-6

Deng, D.F., Koshio, S.H., Yokoyama. S., Bai, S.C., Shao, Q., Cui, Y. and Hung, S.S.O., 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. *Aquaculture*, 217: 589-598. Doi: 10.1016/S0044-8486(02)00461-1

Doroshov, S.I., Moberg, G.P. and Van Eenennaam, J.P., 1997. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. In: Birstein, V.J., Waldman, J.R. and Bemis W.E. (Eds) Sturgeon Biodiversity and Conservation. Developments in Environmental Biology of Fishes, Vol 17. Springer, Dordrecht. pp. 265–278. Doi: 10.1007/0-306-46854-9_16

Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C. and Lall, S.P., 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). *Aquaculture*, 213: 279-292. Doi: 10.1016/S0044-8486(02)00224-7

Falahatkar, B., Akhavan, S.R., Efatpanah, I. and Meknatkhah, B., 2013. Effect of feeding and starvation during the winter period on the growth performance of young-of-year (YOY) great sturgeon, *Huso huso*. *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 26-30. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2012.02017.x

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Meknatkhah, B., Khara, H. and Efatpanah, I., 2014. Long-term effects of intraperitoneal injection of estradiol-17β on the growth and physiology of juvenile stellate sturgeon *Acipenser stellatus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40: 365-373. Doi: 10.1007/s10695-013-9849-8

Fang, J., Xiangli, T., and Dong, S.H., 2010. The influence of water temperature and ration on the growth, body composition and energy budget of tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). *Aquaculture*, 299: 106-114. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2009.11.026

Gadowaski, D.M. and Caddell, S.M., 1991. Effects of temperature on early-life-history stages of California halibut (*Paralichthys californicus*). *Fisheries Bulletin*, 89: 567-576.

Gawlicka, A., Herold, M.A., Barrows, F.T., De La Noüe, J. and Hung, S.S.O., 2002. Effects of dietary lipids on growth, fatty acid composition, intestinal absorption and hepatic storage in white sturgeon

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

(*Acipenser transmontanus* R.) larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 673-681. Doi: 10.1046/j.1439-0426.2002.00371.x

Guerreiro, I., Peres, H., Castro, C., Pérez-Jiménez, A., Castro-Cunha, M. and Oliva-Teles, A., 2014. Water temperature does not affect protein sparing by dietary carbohydrate in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. *Aquaculture Research*, 45: 289-298. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2012.03226.x

Houlihan, D.F., Mathers, E.M. and Foster, A., 1993. Biochemical correlates of growth rate in fish. In: Rankin, J.C. and Jensen, F.B. (Eds.) Fish Ecophysiology. Chapman and Hall, London, UK. pp. 45-71.

Hung, S.S.O. and Lutes, P.B., 1987. Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20^{o}C. *Aquaculture*, 65: 307-317. Doi: 10.1016/0044-8486(87)90243-2

Hung, S.S.O., Fynn-Aikins, F.K., Lutes, P.B. and Xu, R., 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate sources. *Journal of Nutrition*, 119: 727-733. Doi: 10.1093/jn/119.5.727

Hung, S.S.O., Lutes, P.B., Shqueir, A.A. and Conte, F.S., 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 115: 297-303. Doi: 10.1016/0044-8486(93)90144-N

Hung, S.S.O., Conte, F.S. and Lutes, P.B., 1995. Optimum feeding rate of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) yearlings under commercial production conditions. *Journal of Applied Aquaculture*, 5: 45-51. Doi: 10.1300/J028v05n01_05

Hung, S.S.O., 2017. Recent advances in sturgeon nutrition. *Animal Nutrition*, 3: 191-204. Doi: 10.1016/j.aninu.2017.05.005.

Irani, A. and Agh, N., 2021. Optimization of feeding rates for Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20: 1454-1466. Doi: 10.22092/ijfs.2021.125122

Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G. and Ginés, R., 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long-term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250: 431-444. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.12.001

Jafari, N., Falahatkar, B. and Sajjadi, M.M., 2018. The effect of feeding strategies and body weight on growth performance and hematological parameters of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt 1869): Preliminary results. *Journal of Applied Ichthyology*, 35: 289-295. Doi: 10.1111/jai.13824

Jobling, M., Arnesen, A.M., Baardvik, B.M., Christiansen, J.S. and Jorgensen, E.H., 1995. Monitoring feeding behavior and food intake: Methods and applications.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

Aquaculture Nutrition, 1: 131-143. Doi: 10.1111/j.1365-2095.1995.tb00037.x

Jobling, M., 1997. Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change. In: Wood, C.M. and McDonald, D.G. (Eds.). Global warming: Implications for Freshwater and Marine Fish. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 225-253.

Kaushik, S.J., Luquet, P., Blanc, D. and Paba, A., 1989. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*: I. Utilization of digestible carbohydrates by sturgeon. *Aquaculture*, 76: 97-107. Doi: 10.1016/0044-8486(89)90254-8

Lee, S., Wang, Y., Hung, S.S.O., Strathe, A.B., Fangue, N.B. and Fade, J.G., 2014. Development of optimum feeding rate model for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 433: 411-420. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2014.06.007

Lee, S.M., Hwang, U.G. and Hwoan, S., 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187: 399-409. Doi: 10.1016/S0044-8486(00)00318-5

Liu, W., Wei, Q.W., Wen, H., Jiang, M., Wu, F. and 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. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01723.x

Mohseni, M., Pourkazemi, M., Hosseini, M.R., Hassani, M.H.S. and Bai, S.C., 2011. Effects of the dietary protein levels and the protein to energy ratio in sub-yearling Persian sturgeon, *Acipenser persicus* (Borodin). *Aquaculture Research*, 44: 378-387. Doi: 10.1111/j.1365.2109.2011.03041.x

Şener, E., Yıldız, M. and Savaş, E., 2006. Effect of vegetable protein and oil supplementation on growth performance and body composition of juveniles Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) at low temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6: 23-27.

Shqueir, A. and Hung, S., 1989. Determination of optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) reared at 23 or 26°C. *Bethlehem University Journal*, 7: 85-102.

Van Eenennaam, J.P., Chapman, F. and Jarvis, P., 2004. Aquaculture. In: Le Breton, G.T.O., Beamish, F.W.H. and McKinley, R.S. (Eds.). Sturgeons and Paddlefish of North America. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. pp. 277-311.

Volkoff, H. and Rønnestad, I., 2020. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*, 7: 307-320. Doi: 10.1080/23328940.2020.1765950

Yang, S., Zhai, S-w., Shepherd, B.S., Binkowski, F.P., Hung, S.S.O., Sealey, W.M. and Deng, D-F., 2019. Determination of optimal feeding rates for juvenile lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) fed a formulated dry diet. *Aquaculture Nutrition*, 25: 1171-1182. Doi: 10.1111/anu.12932

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]

Effect of different feeding rates on feed intake, growth and nutritional performance in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) at high temperature

Falahatkar B.[1*]; Gholami Sh.[2]; Rasouli Kargar E.[2]; Efatpanah I.[1]

*falahatkar@guilan.ac.ir

1-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.
2-Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Guilan, Iran.

Abstract

The present study aimed to investigate the effect of different feeding rates in summer condition (higher than 25ºC) on the growth and feed intake of juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). For this purpose, four feeding rates including 1, 1.5, and 2% of body weight, and also based on appetite until satiety were considered in three replicates. A total of 20 juveniles with an average weight of 19.3±0.1 g were distributed in each concrete tank with a volume of 800 L and fed daily at 5, 11, 17, and 23 for 60 days. After 60 days, the results showed that in most of the measured parameters including final weight, final length, weight gain, body weight increase, and specific growth rate, the highest values were observed in the fish fed to satiation. Moreover, the amount of voluntary feed intake (as %/day) was observed in the satiety level and the lowest feed conversion ratio was measured in the fish fed with 1.5% feeding rate. There was no significant difference in condition factor among treatments. Based on the voluntary feed intake, the results showed that fish in this condition need 2.4% of feeding rate per day. This study showed that it is possible to easily culture and feed juvenile Persian sturgeon in summer condition at high temperatures without any problem and to achieve the highest growth and feed efficiency, the feeding level of 2.4% of body weight per day is recommended in the present experimental conditions.

Keywords: Persian sturgeon, Summer season, Voluntary feed intake, Production yield

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-05-30]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.6.4.6]