

**تعیین مناسب ترین درصد غذادهی در پرورش بچه ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*)  
در اندازه های مختلف**

بهرام فلاحتکار<sup>۱</sup>، عبدالعلی راهداری<sup>۲\*</sup>، ایرج عفت پناه<sup>۱</sup>، بهمن مکنت خواه<sup>۱</sup>، سمیه دفاعی<sup>۱</sup>

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان

۲- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۱۱

**چکیده**

به منظور تعیین مناسب ترین درصد غذادهی در پرورش بچه ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*) بر اساس مصرف خوراک، آزمایشی در سه گروه وزنی پایین، متوسط و بالا به ترتیب  $0/68 \pm 11/71$ ،  $1/87 \pm 41/2$  و  $15/88 \pm 421/76$  گرم به صورت کاملاً تصادفی در حوضچه های بتونی طراحی و اجرا شد. ماهیان بر اساس اشتها به مدت هفت ماه و ۲ تا ۶ مرتبه در روز غذادهی شدند. مقدار غذای مصرف شده و دمای روزانه ثبت شد. محدوده دما در طول دوره آزمایش  $5 \pm 13/5$  درجه سانتی گراد بود. در پایان دوره پرورش، شاخص های تغذیه و رشد محاسبه شدند. نتایج نشان داد شاخص های افزایش وزن بدن، درصد رشد روزانه، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی ماهیانی که در گروه وزنی پایین بودند، نسبت به دو گروه دیگر اختلاف معنی دار داشتند ( $P < 0/05$ ). بیشترین سرعت رشد و کمترین ضریب تبدیل غذایی در گروه وزنی پایین مشاهده شد. همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین مصرف خوراک برای رسیدن وزن از ۱۱ به ۱۸۳ گرم و از ۴۱ به ۱۷۳ گرم حدود ۱٪ وزن بدن ولی برای وزن های بالاتر (از ۴۲۱ به ۵۵۳ گرم) کمتر از ۱٪ وزن بدن (۰/۸۸) در دماهای مورد مطالعه بود. هیچ مرگ و میری در طول دوره پرورش در گروه های وزنی مورد مطالعه مشاهده نشد. همچنین، با توجه به میزان مصرف خوراک، جدولی برای تعیین درصد مناسب غذادهی ازون برون در اوزان و دماهای مختلف طراحی و ارائه شد که می تواند راهنمایی برای پرورش دهندگان این ماهی باشد.

**کلمات کلیدی:** درصد غذادهی، مصرف خوراک، شاخص رشد، ازون برون

## مقدمه

تاسماهیان از قدیمی‌ترین مهره‌داران روی زمین هستند، اما فعالیت‌های انسانی طی قرن اخیر باعث شده است تا گونه‌هایی از این ماهیان به شدت در معرض خطر انقراض قرار گیرند (IUCN, 2012). تغییرات منفی به‌وجود آمده در بوم‌سازگان دریای خزر و محدود شدن مکان‌های تخم‌ریزی، صید بی‌رویه و غیرمجاز و آلودگی‌ها از جمله عوامل کاهش ذخایر تاسماهیان بوده‌اند (Falahatkar et al. 2009). بنابراین، با توجه به کاهش ذخایر طبیعی، تکثیر و پرورش این ماهیان در شرایط محصور، راهکار مناسبی برای حفظ این گونه ارزشمند شیلاتی و همچنین، تولید گوشت و خاویار است (Chebanov and Billard, 2001).

گونه ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) از با ارزش‌ترین تاسماهیان دریای خزر است که مزایایی از قبیل کیفیت بالای گوشت و بازاری‌پسندی، مدت زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بلوغ و تولید خاویار نسبت به دیگر گونه‌های خاویاری و همچنین، میزان بالای خاویار استحصالی نسبت به وزن بدن دارد (Falahatkar et al. 2014).

سرمایه‌گذاری برای پرورش تاسماهیان، نوعی سرمایه‌گذاری پرخطر است، چون نیاز به منابع مالی، نیروی انسانی و صرف زمان زیاد برای رسیدن به گوشت و خاویار دارد. در شرایط اسارت ۶-۸ سال طول می‌کشد تا ماهی‌های ماده از جنس *Acipenser* به خاویار برسند (Chebanov and Galich, 2011). طی این دوره طولانی، هزینه غذا تا ۶۰٪ کل هزینه سالیانه و بیش از نیمی از هزینه‌های کل مورد نیاز برای تولید گوشت و خاویار را تشکیل می‌دهد (Logan and Shigekawa, 1986; Logan et al. 1995). به همین دلیل، در پرورش تاسماهیان یکی از نیازهای اساسی، کاهش هزینه‌های غذا برای رسیدن به بیشینه کارایی تولید است. بنابراین، تعیین دقیق میزان غذادهی برای دستیابی به بهترین ضریب تبدیل غذایی و بیشترین سرعت رشد که در عین حال از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد، بسیار ضروری است. از طرف دیگر، اگر درصد غذادهی به‌طور دقیق و درست انتخاب شود، به حفظ پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مانند اکسیژن محلول، آمونیاک، نیتريت و مواد معلق در حد مطلوب کمک می‌شود (Pedersen et al. 2012).

مطالعات متعددی درباره تعیین میزان غذادهی در ماهیان مختلف از جمله تاسماهیان انجام شده است. در تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) درصد غذادهی بهینه برای رسیدن وزن بچه‌ماهی از ۱۹/۵ به ۳۱، از ۳۳ به ۴۷ و از ۴۷ به ۹۰ گرم به‌ترتیب ۴، ۳ و ۳٪ وزن بدن با توجه به دمای آب تعیین شده است (Yosefpour Pirbazari et al. 2000). در خصوص میزان غذای مطلوب برای تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) در وزن‌های ۲۰ تا ۴۰ گرم گزارش‌هایی توسط Hung و همکاران (۱۹۹۳)، (۱۹۸۹) ارائه شده است. در مطالعه پورعلی و همکاران (۱۳۷۷) بر روی رشد بهینه بچه‌فیل‌ماهیان (*Huso huso*)، درصد غذادهی در وزن‌های ۳۵ الی ۱۱۲ گرم و وزن‌های بالاتر، ۴٪ وزن بدن یا کمتر از آن تعیین شده است. درصد مذکور، با افزایش وزن ماهی‌ها کاهش می‌یابد. محسنی و همکاران (۱۳۸۴) حد مطلوب غذادهی در فیل‌ماهی، اوزان ۸۵۰ تا ۱۹۰۰ گرمی را ۲٪ و برای ماهیان ۲۰۵۰ تا ۳۳۰۰ گرمی را ۱٪ تا ۱٪ وزن بدن با در نظر گرفتن دمای آب تعیین کردند. در شرایط محیطی ایران و با توجه به توسعه صنعت آبزی‌پروری و پرورش گوشتی تاسماهیان، تاکنون دستورالعمل خاصی درباره درصد غذادهی گزارش نشده است.

یکی از روش‌های پرورش بچه تاسماهیان، پرورش آنها در مخازن بتونی و فایبرگلاس در شرایط کاملاً کنترل شده و وابستگی تام به غذای فرموله شده است. به همین منظور، دستیابی به یک الگوی مناسب تغذیه‌ای برای پرورش تاسماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به مزایای ذکر شده در خصوص پرورش گونه ازون‌برون و تولید خاویار و ذکر این نکته که اطلاعات تغذیه‌ای خاصی در این ماهی وجود ندارد، مطالعه حاضر با هدف تعیین اثرات درصد غذادهی بر اساس اشتها در دماهای مختلف و اثر آنها بر عملکرد رشد بچه‌ماهیان ازون‌برون در شرایط پرورشی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

## ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه در مرکز بازرسی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل (گیلان) به مدت ۷ ماه انجام شد. ابتدا سه گروه وزنی متفاوت از ماهیان ازون‌برون با میانگین وزنی  $0/68 \pm 11/71$ ،  $1/87$

### غذادهی

ماهیان با جیره تجاری (Biomar® 0.8-3 Nersac, France) حاوی ۵۰ تا ۵۲٪ پروتئین، ۱۰ تا ۱۱٪ رطوبت، ۱۲ تا ۱۴٪ چربی و ۱۰٪ خاکستر تغذیه شدند. غذادهی به طور دستی بر حسب میزان اشتهای ماهیان ۲ تا ۶ بار در شبانه روز (بر اساس دمای آب و وزن ماهی) انجام و ثبت شد.

### تعیین شاخص‌های رشد

زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار انجام شد. برای کاهش استرس قبل و بعد از هر توزین، تغذیه به مدت ۲۴ ساعت قطع شد. برای هر زیست‌سنجی، ماهیان با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بیهوش شدند (Falahatkar et al. 2014). وزن و طول کل ماهیان با ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم و خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. شاخص‌های رشد و تغذیه با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (فلاح‌تکار، ۱۳۹۳):

وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم) = وزن کسب شده (گرم)  
 (تعداد روزهای آزمایش × وزن اولیه) / ۱۰۰ × [(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)) / (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))] = درصد رشد روزانه (%)  
 تعداد روزهای آزمایش / ۱۰۰ × [(وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)) / (وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم))] = نرخ رشد ویژه (درصد / روز)  
 [طول کل<sup>۳</sup> (سانتی‌متر)] / [۱۰۰ × وزن نهایی (گرم)] = شاخص وضعیت  
 تعداد کل ماهیان / مقدار کل غذای مصرف شده در طی دوره (گرم) = مقدار غذای خورده شده (گرم / ماهی)  
 (زی‌توده نهایی + زی‌توده اولیه \ ۲) × (روز / مصرف خوراک) × ۱۰۰ = مصرف خوراک بر اساس اشتها (درصد / روز)

### نتایج

در طول دوره پرورش در هر سه آزمایش، هیچ مرگ و میری مشاهده نشد. نتایج نشان داد میانگین مصرف خوراک برای رسیدن وزن از ۱۱ تا ۱۸۳ گرم و از ۴۱ به ۱۷۳ گرم حدود ۱٪ ولی برای وزن‌های بالاتر (از ۴۲۱ به ۵۵۳ گرم) کمتر از ۱٪ (۰/۸۸) بود. همچنین، کمترین ضریب تبدیل غذایی و بیشترین سرعت رشد در وزن پایین به دست آمد (جدول ۱). روند رشد در مراحل مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین، با استفاده از داده‌های میزان غذای مصرف شده بر اساس اشتها در وزن‌ها و دماهای مختلف، درصد غذادهی مشخص و جدول ۲ تنظیم شد.

$41/2 \pm$  و  $15/88 \pm 421/76$  گرم در یک طرح کاملاً تصادفی در سه مرحله جداگانه با غذای دستی سازگار شدند. برای پرورش در هر مرحله از ۳ حوضچه بتونی گرد به قطر ۱۸۵ cm، سطح مقطع  $2/7 m^2$  و ارتفاع ۵۰ cm استفاده شد. تعداد ماهیان در هر حوضچه ۲۰ عدد بود. ارتفاع آب در همه حوضچه‌ها به طور مساوی و معادل  $1 \pm 30$  سانتیمتر در نظر گرفته شد. حجم آب در هر حوضچه ۸۰۶ لیتر، میزان آب ورودی به هر حوضچه به طور میانگین  $0/5 \pm 17$  لیتر در دقیقه و منبع تأمین آن رودخانه خراود سیاهکل بود. دما، اکسیژن و pH آب محل پرورش در طی دوره تحقیق با دستگاه اکسی‌متر (WTW 330 oxi, Weilheim, Germany) اندازه‌گیری شد. محدوده دما در طی مراحل مختلف  $5 \pm 13/5$  درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول  $0/2 \pm 8/9$  میلی‌گرم در لیتر و pH  $0/02 \pm 7/9$  بود. در طی دوره پرورش، فتوپریود به صورت طبیعی بود.

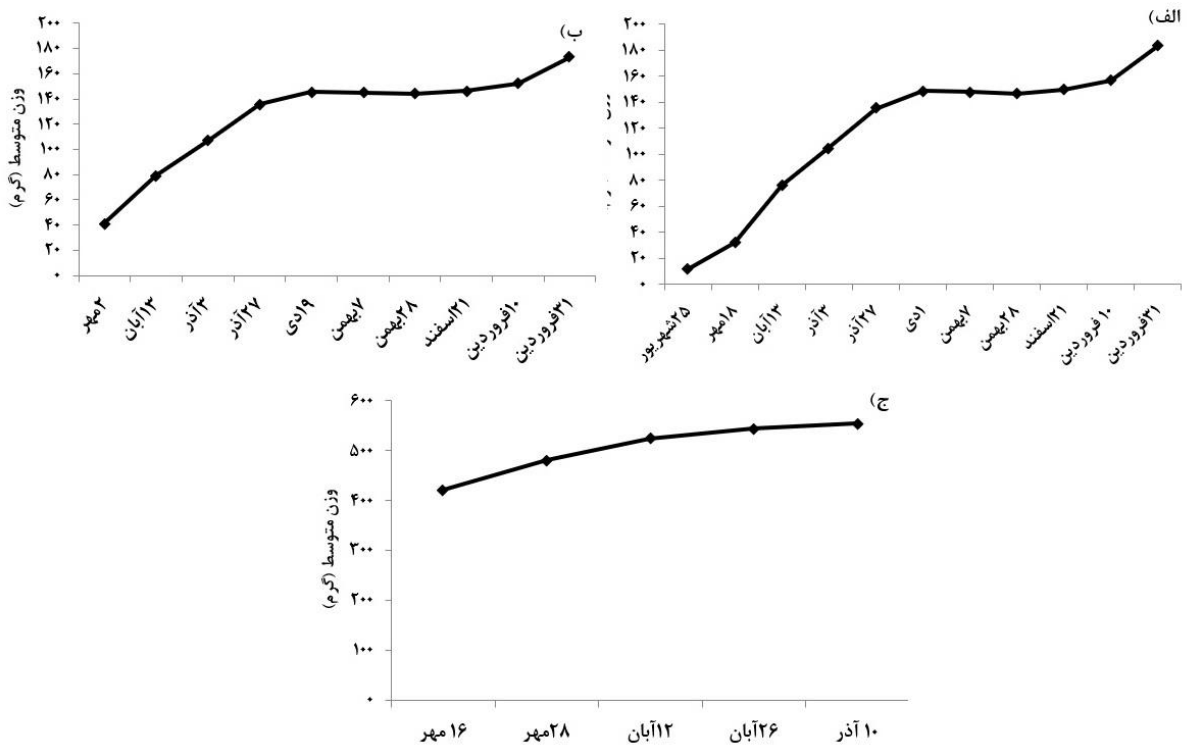
### تجزیه و تحلیل آماری

پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون Levene، آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها بین تیمارها از طریق آزمون Tukey در سطح اطمینان ۹۵٪ و از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۳ (Chicago, SPSS, USA) انجام شد. داده‌های درون متن به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شده‌اند.

جدول ۱ عملکرد رشد بچه‌ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*) با گروه‌های وزنی مختلف تغذیه شده بر اساس اشتها در مراحل مختلف (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

شاخص‌های رشد	وزن پایین	وزن متوسط	وزن بالا
وزن اولیه (گرم)	$11/71 \pm 0/68$	$41/2 \pm 1/87$	$421/76 \pm 15/88$
وزن نهایی (گرم)	$183/38 \pm 10/40$	$173/23 \pm 7/67$	$553/8 \pm 29/74$
افزایش وزن (گرم)	$171/67 \pm 6/46^a$	$132/03 \pm 10/34^b$	$132/03 \pm 12/93^b$
رشد روزانه (گرم)	$0/815 \pm 0/09$	$0/627 \pm 0/06$	$625 \pm 0/06$
درصد رشد روزانه	$1466/3 \pm 105/53^a$	$320/61 \pm 25/96^b$	$31/04 \pm 3/45^c$
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	$1/37 \pm 0/03^a$	$0/75 \pm 0/03^b$	$0/51 \pm 0/05^c$
شاخص وضعیت	$0/23 \pm 0/001$	$0/22 \pm 0/005$	$0/27 \pm 0/004$
ضریب تبدیل غذایی	$1/15 \pm 0/06^b$	$1/57 \pm 0/07^a$	$1/76 \pm 0/18^a$
مصرف خوراک (درصد/روز)	$1/01 \pm 0/04$	$1/019 \pm 0/02$	$0/88 \pm 0/01$

اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $p < 0/05$ ).



شکل ۱ روند رشد بچه‌ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*) با وزن اولیه  $11/71 \pm 0/68$  گرم (الف)،  $41/2 \pm 1/87$  گرم (ب) و  $421/76 \pm 15/88$  گرم (ج) در طول دوره آزمایش.

جدول ۲ درصد غذادهی در اوزان و دماهای مختلف بر اساس میزان مصرف خوراک در بچه ماهیان ازون برون (*Acipenser stellatus*).

وزن ماهی (g)	دمای آب (°C)																		
	۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	
۲۰	۲/۳۸	۲/۴۷	۲/۵۵	۲/۶	۲/۶۵	۲/۷	۲/۸	۲/۹	۲/۸	۲/۶۵	۲/۴	۲/۳	۲/۱	۱/۷۲	۱/۵۲	-۱/۸۲	-۱/۴۴	-۱/۲۸	۲۰
۳۰	۲/۳۷	۲/۴۵	۲/۵	۲/۵۵	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۹	۲/۸	۲/۶	۲/۴	۲/۳	۲/۱	۱/۷۲	۱/۵۲	-۱/۸۲	-۱/۴۲	-۱/۲۷	۳۰
۴۰	۲/۳۵	۲/۴۳	۲/۴۸	۲/۵	۲/۵۲	۲/۵۸	۲/۷	۲/۸	۲/۷	۲/۵	۲/۳	۲/۲	۲	۱/۷	۱/۵	-۱/۸۲	-۱/۴	-۱/۲۷	۴۰
۵۰	۲/۳	۲/۴	۲/۴۵	۲/۵	۲/۵۵	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۷	۲/۵	۲/۳	۲/۲	۲	۱/۷	۱/۵	-۱/۸	-۱/۴	-۱/۲۶	۵۰
۶۰	۲/۳۵	۲/۳	۲/۳۵	۲/۶	۲/۷۲	۲/۷	۲/۷	۲/۶۵	۲/۵۵	۲/۴۸	۲/۳	۲	۱/۸	۱/۶	۱/۴۵	-۱/۸	-۱/۳۹	-۱/۲۶	۶۰
۷۰	۲/۳۴	۲/۲۶	۲/۳۸	۲/۳	۲/۳	۲/۳۵	۲/۳۸	۲/۴۵	۲/۳۸	۲/۳	۲/۲	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۴	-۱/۷۵	-۱/۳۸	-۱/۲۵	۷۰
۸۰	۲/۳۳	۲/۲۵	۲/۳۷	۲/۲۸	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۲	۲/۱	۲/۱	۱/۷	۱/۶	۱/۴۵	۱/۳	-۱/۷	-۱/۳۶	-۱/۲۵	۸۰
۹۰	۲/۳۲	۲/۲۴	۲/۳۶	۲/۲۷	۲/۲۹	۲/۳	۲/۲۰	۲/۱۵	۲/۱۱	۲	۱/۹	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۲	-۱/۶	-۱/۳۵	-۱/۲۵	۹۰
۱۰۰	۲/۳۱	۲/۲۳	۲/۳۵	۲/۲۸	۲/۲۹	۲/۳	۲/۲	۲/۱	۲	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۲	-۱/۴۹	-۱/۳۵	-۱/۲۴	۱۰۰
۱۱۰	۲/۳۰	۲/۲۲	۲/۳۴	۲/۲۵	۲/۲۶	۲/۲۸	۲/۱	۲/۱	۲	۱/۶۵	۱/۲۹	۱/۴۷	۱/۳	۱/۲	۱	-۱/۴۹	-۱/۳	-۱/۲۴	۱۱۰
۱۲۰	۲/۱۸	۲/۱۹	۲/۲	۲/۲۲	۲/۲۴	۲/۲۴	۲/۱	۲	۱/۹	۱/۸	۱/۶	۱/۴۷	۱/۳	۱/۱	۱	-۱/۴۴	-۱/۳	-۱/۲۳	۱۲۰
۱۳۰	۲/۱۶	۲/۱۷	۲/۱۸	۲/۲	۲/۲۳	۲/۲۴	۱/۹	۱/۸	۱/۹۵	۱/۸	۱/۴	۱/۳۵	۱/۱	-۱/۹	-۱/۸۷	-۱/۴۴	-۱/۳	-۱/۲۳	۱۳۰
۱۴۰	۲/۱۶	۲/۱۷	۲/۱۸	۲/۲	۲/۲۳	۲/۲۴	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۴	۱/۲۵	۱	-۱/۹	-۱/۸۷	-۱/۳۴	-۱/۳	-۱/۲۳	۱۴۰
۱۵۰	۲/۱۴	۲/۱۵	۲/۱۶	۲/۱۸	۲/۲	۲/۲۲	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۲۵	۱	-۱/۸۵	-۱/۷۵	-۱/۳۲	-۱/۲۹	-۱/۲۲	۱۵۰
۱۶۰	۲/۱۲	۲/۱۴	۲/۱۶	۲/۱۸	۲/۲	۲/۲۲	۱/۵۵	۱/۴۵	۱/۳۵	-۱/۶۱	-۱/۴۵	۱/۱	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۷	-۱/۴۲	-۱/۲۹	-۱/۲۱	۱۶۰
۱۸۰	۲/۱	۲/۱۲	۲/۱۴	۲/۱۶	۲/۱۸	۲/۲۱	۱/۵۵	۱/۴۵	۱/۳۵	۱/۳	۱/۳	-۱/۹۵	-۱/۸۵	-۱/۸	-۱/۷	-۱/۴۲	-۱/۲۸	-۱/۲۱	۱۸۰
۲۰۰	۲/۱	۲/۱	۲/۱۲	۲/۱۴	۲/۱۶	۲/۱۹	۱/۵۵	۱/۴۵	۱/۳	۱/۳۵	۱/۲	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۸	-۱/۶۵	-۱/۴۲	-۱/۲۷	-۱/۲	۲۰۰
۲۵۰	۲	۲	۲/۱	۲/۱۲	۲/۱۴	۲/۱۷	۱/۴۵	۱/۳۵	۱/۲۵	۱/۲	۱/۱	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۸	-۱/۶۵	-۱/۴۲	-۱/۲۷	-۱/۲	۲۵۰
۳۰۰	۱/۹	۱/۹	۲	۲/۱	۲/۱۲	۲/۱۵	۱/۴۵	۱/۳۵	۱/۲	۱/۱	۱	-۱/۸۵	-۱/۸	-۱/۷۵	-۱/۶	-۱/۴۱	-۱/۲۶	-۱/۲	۳۰۰
۳۵۰	۱/۸	۱/۹	۲	۲/۱	۲/۱۱	۲/۱۳	۱/۴	۱/۳	۱/۱	۱/۱	۱	-۱/۸۵	-۱/۸	-۱/۷۵	-۱/۶	-۱/۴	-۱/۲۶	-۱/۲	۳۵۰
۴۰۰	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۱/۹	۲	۲/۱	۱/۳	۱/۲	۱	۱	-۱/۹	-۱/۸۲	-۱/۷۷	-۱/۷۲	-۱/۵۷	-۱/۴	-۱/۲۶	-۱/۱۸	۴۰۰
۴۵۰	۱/۵	۱/۴۵	۱/۴	۱/۳۵	۱/۳۱	۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۷۹	-۱/۷۴	-۱/۶۹	-۱/۵۵	-۱/۳۶	-۱/۲۵	-۱/۱۷	۴۵۰
۵۰۰	۱/۴	۱/۳۸	۱/۳۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۷۹	-۱/۷۴	-۱/۶۹	-۱/۵۵	-۱/۳۵	-۱/۲۵	-۱/۱۷	۵۰۰
۵۳۰	۱/۴	۱/۳۸	۱/۳۵	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱	-۱/۹	-۱/۸۵	-۱/۷۹	-۱/۷۴	-۱/۶۹	-۱/۵۵	-۱/۳۵	-۱/۲۵	-۱/۱۷	۵۳۰
۵۴۰	۱/۳	۱/۲۸	۱/۳۲	۱/۱۵	۱/۱	۱/۱	۱	۱	-۱/۹	-۱/۸	-۱/۷	-۱/۶۵	-۱/۶	-۱/۵۵	-۱/۵۲	-۱/۳۲	-۱/۲۵	-۱/۱۷	۵۴۰
۵۶۰	۱/۳	۱/۲۸	۱/۳۲	۱/۱۵	۱/۱	۱/۱	۱	۱	-۱/۹	-۱/۸	-۱/۷	-۱/۶۵	-۱/۶	-۱/۵۵	-۱/۵۲	-۱/۳۲	-۱/۲۵	-۱/۱۷	۵۶۰

## بحث

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). غذادهی ماهیان بر اساس اشتها، به‌خصوص در اوزان پایین، دارای کارایی بالاتری است که در این مطالعه هم با توجه به وزن ماهیان، راهبرد برای هر سه گروه وزنی، غذادهی بر اساس اشتها و تا حد سیری بود.

اطلاعات کمی درباره شرایط بهینه پرورش گوشتی، نیازمندی‌های غذایی و غذادهی مناسب به‌خصوص در مراحل نوزادی و پروراندی تاسماهیان وجود دارد که عامل محدودکننده‌ای در توسعه پرورش این ماهیان تلقی می‌شود (Hung, 1999). دمای آب، میزان تغذیه و اندازه ماهی، سه عامل مهم و تأثیرگذار بر رشد ماهی هستند (Brett and Groves, 1979). از این رو، تعیین میزان تغذیه

با توجه به اینکه هزینه غذا بیش از نیمی از هزینه‌های تمام شده تولید گوشت و خاویار را تشکیل می‌دهد، هر تغییری در هزینه غذا می‌تواند به کاهش هزینه تمام‌شده منجر شود. بنابراین، پیدا کردن بهترین راهبرد غذادهی در تاسماهیان منجر به بیشترین رشد و کاهش هزینه به ازای هر واحد تولید می‌شود.

در مطالعه حاضر، جدول درصد غذادهی بر اساس اشتهای ماهی‌ها تدوین شد. مزیت غذادهی تاسماهیان بر اساس اشتها نسبت به راهبرد غذادهی محدود، میزان رشد بالاتر ماهیان است که در مطالعات انجام‌شده بر روی تاسماهیان سیبری *A. baerii* و چینی *A. sinensis* به اثبات رسیده است (Liu et al. 2011; Jafari et al. 2018). برخی از محققان نیز معتقدند بیشینه رشد زمانی اتفاق می‌افتد

تا ۱/۶٪ وزن بدن توصیه شده است (چبانوف و گالیچ، ۲۰۱۱).

در مطالعه حاضر، بیشترین افزایش وزن بدن در گروه وزنی پایین مشاهده شد. همچنین، روند افزایش وزن در سه ماهه اول که دما بالاتر بود، حالت تصاعدی داشت. اندازه ماهی و دمای نامناسب آب در فصول تابستان و زمستان، دو عاملی هستند که می‌توانند رشد تاسماهیان را محدود کنند، زیرا در این شرایط ماهی نمی‌تواند غذای بیشتری مصرف کند (Falahatkar, 2012).

بر اساس نتایج حاضر، با افزایش دما، میزان رشد ماهیان ازون‌برون در هر سه مرحله افزایش یافت. نتایج یافته‌های Hung و همکاران (۱۹۹۷) در گونه تاسماهی سفید، نتایج به‌دست آمده در این مطالعه را در خصوص کاهش دمای آب و در نتیجه، کاهش میزان رشد تأیید می‌کند. نتایج دستاوردهای محققان روسی نیز نشان داد که در هنگام نگهداری زمستانه ماهیان در شرایط دمای پایین، بازده فعل و انفعالات و همچنین، نیاز ماهی به اکسیژن و غذا کاهش می‌یابد. از آنجا که مصرف غذا و آب در واحد تولید به عنوان عوامل اقتصادی مطرح می‌شوند، لازم است میزان غذایی و آب همزمان با کاهش دما کاسته شود، به طوری که با کاهش دما از ۲۰ به ۵ درجه سانتی‌گراد، نیاز آبی در تاسماهیان ۴ الی ۵ برابر کاهش می‌یابد (شفچنکو، ۱۹۹۹). میزان سوخت و ساز بدن و رشد 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).

بررسی داده‌ها در انتهای دوره پرورش نشان داد که اگرچه کمترین نرخ رشد ویژه در گروه وزنی بالا به‌دست آمد (۵۱٪ درصد در روز)، ولی مقدار آن بالاتر از نرخ رشد ویژه ۱۶٪ درصد در روز در تاسماهی روسی تغذیه شده با جیره ماهی کپور (حاوی ۳۵٪ پروتئین و ۱۰٪ چربی) (Memiş et al. 2006) و ۳۶٪ در روز در فیل ماهی جوان با وزن ۲/۵-۰/۲ کیلوگرم تغذیه شده با ماهی خام در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد بود (Akbulut et al. 2010). از طرف دیگر، در برخی مطالعات مقدار رشد بیشتر نیز حاصل شده است. به عنوان مثال، نرخ رشد ویژه ۳۹٪/۵ در روز در استرلیاد ۷۷ گرمی پرورش یافته در دمای ۲۴-۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد که با جیره حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۶/۵٪ چربی و با درصد غذایی ۱۰٪ وزن بدن تغذیه شده بودند، به

مطلوب در یک دمای مناسب آب، پیش‌نیاز موفقیت در تولید آزیان است.

در مطالعه حاضر، میزان مصرف غذا در ماهی‌های ۵۴۰ تا ۵۶۰ گرمی ۱ تا ۱/۵٪ وزن بدن بود. نتایج مطالعه Chen (۲۰۱۷) نشان داد که ماهی ازون‌برون با وزن  $120 \pm 1076$  گرم نمی‌تواند غذا به میزان ۳٪ وزن بدن خود در یک روز را مصرف کند و در واقع، نیاز به غذای کمتری دارد، در حالی که بیشترین مصرف غذا در ماهی‌های ۱ تا ۲ کیلوگرمی با غذایی به میزان ۱ تا ۱/۵٪ درصد وزن بدن حاصل شده است. در تاسماهی روسی با وزن متوسط ۱۴۴ گرم، میزان غذایی ۲٪ وزن بدن در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد بوده است (Sener et al. 2006). در ماهی استرلیاد ۴۱ گرمی، درصد غذایی با غذای حاوی ۴۵-۳۰٪ پروتئین، ۱/۵٪ وزن بدن در دمای ۱۹/۱-۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Sion et al. 2011). در مطالعه حاضر، مشخص شد که در یک دمای ثابت، با افزایش وزن ماهی، درصد غذایی کاهش پیدا کرد. به عبارت دیگر، بیشترین درصد غذایی در ماهیان کوچکتر به‌دست آمد. علت مصرف غذای بیشتر در ماهیان کوچک‌تر، بالا بودن میزان سوخت و ساز در این ماهیان است (Gillanders et al. 2011) که باید با مصرف غذای بیشتر جبران شود. در غیر این صورت، ماهی میزان فعالیت و سوخت و ساز خود را کاهش می‌دهد و صرفاً محدود به فرآیندهای ضروری برای زنده ماندن می‌کند. به همین دلیل، وزن ثابت مانده و یا کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج Hung و همکاران (۱۹۸۹) و همچنین با مطالعه Kaushik و همکاران (۱۹۸۹) هم‌خوانی دارد که به‌ترتیب، میزان مطلوب غذایی برای تاسماهی سفید ۲۵۰ تا ۵۰۰ گرمی در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد را ۱/۵ تا ۲٪ و در تاسماهی سبیری با اوزان ۹۰ تا ۴۰۰ گرمی (در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد) ۱/۴ تا ۱/۶٪ وزن بدن گزارش کردند. همچنین، درصد غذایی به‌دست آمده در این مطالعه در مقایسه با درصدهای توصیه شده برای تاسماهیان روسی *A. ruthenus* و فیل ماهی *gueldenstaedtii*، استرلیاد *A. ruthenus* و فیل ماهی در وزن‌های پایین (کمتر از ۱۰۰ گرم) کمتر، ولی برای وزن‌های بالا (بیش از ۴۰۰ گرم) تقریباً در همان محدوده‌ها قرار دارد. به عنوان مثال، درصد غذایی برای تاسماهی روسی ۳۰-۱۰ گرمی در دمای ۲۲-۱۵ درجه سانتی‌گراد ۵/۵-۳/۵٪ وزن بدن و برای ماهی‌های ۷۰۰-۲۰۰ گرمی ۱

حد، سبب هدر رفتن غذا، ایجاد آلودگی محیط آبی و زمینه‌ساز بروز بیماری می‌شود و در نهایت، هزینه‌ها و عواقبی را به دنبال دارد. لذا، لازم است پرورش‌دهندگان برای رسیدن به نتیجه مطلوب در پرورش ماهی ازون‌برون، در برنامه غذایی، جدول تهیه شده در مطالعه را به عنوان یک راهنما مدنظر قرار دهند.

### تشکر و قدردانی

از پرسنل زحمتکش مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل که در مراحل مختلف اجرای این مطالعه از همکاری بی‌دریغ‌شان بهره‌مند شدیم، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

### منابع

- پورعلی، ح.ر.، محسنی، م.، آق تومان، و.، توکلی، م. ۱۳۷۷. پرورش بچه فیل ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، رشت ۲۵-۲۴ آذرماه، ص ۳۲.
- چبانوف، م.، گالیچ، ا. ۲۰۱۱. دستورالعمل مراکز تکثیر ماهیان خاویاری. ترجمه: فلاحتکار، ب. ۱۳۹۳.
- انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، تهران، ۳۳۲ ص.
- شفچنکو، ون. ۱۹۹۹. ویژگی حوضچه پرورش ماهی. ترجمه: عادل، ی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، ۴۰ ص.
- فلاحتکار، ب. ۱۳۹۳. تغذیه و جیره‌نویسی آبزیان. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۳۳۴ ص.
- محسنی، م.، بهمنی، م.، پورکاظمی، م.، پورعلی، ح.، ارشد، ع. ۱۳۸۴. تعیین مناسب‌ترین درصد غذایی در پرورش گوشتی بچه فیل ماهی (*Huso huso*) در حوضچه‌های فایبرگلاس. مجله علمی شیلات ایران ۱۴: ۱۸۰-۱۶۵.

دست آمده است (Filipiak et al. 2011). نتایج مطالعات اشاره شده نشان می‌دهند که مقدار رشد به عوامل متعددی از قبیل گونه، جیره غذایی، اندازه ماهی و دمای آب بستگی دارد. همچنین، میزان رشد در ماهیانی که وزن کمتری داشتند، روند مناسب‌تری داشت. 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 دارد (Fang et al. 2010). دستاوردهای برخی دیگر از محققان، بیانگر آن است که در بسیاری از موارد، افزایش دفعات غذایی، افزایش میزان مصرف خوراک و افزایش رشد ماهی را به همراه دارد (Bertt et al. 1969; Chua and Teng, 1982; Ruohonen et al. 1998; Lee et al. 2000; Dwyer et al. 2002). Storebakken و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که کارایی غذا و رشد ماهی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر متفاوت غذا قرار می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، مطالعاتی نیز انجام شده که بر اساس آنها، نباید ماهیان تا حد سیری غذایی شوند و بهترین بازده تبدیل غذایی را در وضعیتی گزارش کرده‌اند که آنها زیر حد سیری تغذیه شوند (Fang et al. 2010). البته این نتیجه‌گیری‌ها بر حسب گونه ماهی و اندازه ماهیان مورد مطالعه متفاوت است. بنابراین، می‌توان اذعان داشت که بالاترین میزان غذایی ممکن است بهترین راهبرد مدیریت تغذیه نباشد، زیرا نه تنها موجب افزایش هزینه‌های تأمین غذا می‌شود، بلکه بالاترین میزان مواد آلی در محیط زیست آبی را نیز به همراه دارد. علت بهبود کارایی تغذیه در ماهیانی که با حد مناسب و مطلوب غذایی شده‌اند، به بهبود شرایط فیزیولوژیک ماهی مربوط می‌شود، زیرا در صورت غذایی بیش از حد، سوخت و ساز هضم دچار اختلال شده و میزان ضایعات غذایی افزایش می‌یابد. رشد ماهی و میزان تبدیل مواد غذایی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند کیفیت غذا، میزان مصرف آن و دمای آب قرار دارد.

اگرچه کنترل دقیق مصرف غذا در تاسماهیان به دلیل تغذیه آنها از کف مخزن که به آرامی و در مدت طولانی انجام می‌شود مشکل است، ولی به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تغذیه کمتر از حد مورد نیاز سبب کاهش وزن و در نهایت، کاهش تولید می‌شود، در حالی که تغذیه بیش از *huso*), captured from Black Sea, fed with whiting in tanks. Journal of Fisheries Sciences.com 4: 184-189.

- Brett, G.R. 1979. Environmental factors and growth. In: Fish Physiology. Hoar, W., Randall, D.J., Brett, J.R. (eds.), Academic Press, London, 599-675.
- Brett, J.R., Groves, T.D.D. 1979. Bioenergetics. In: Hoar, W.S., Randall, J.J., Brett, J.R. (Eds.), Fish Physiology. Academic Press, New York, USA, 279-352.
- Brett, J.R., Shelbourn, J.E., Shoop, C.T. 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 26: 2363-2394.
- Cacho, O.J., Hatch, U., Kinnucan, H. 1990. Bioeconomic analysis of fish growth: effects of dietary protein and ration size. Aquaculture 88: 223-238.
- Chebanov, M.S., 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.
- Chen, C.H. 2017. Effect of different feeding regimes on the growth performance of sturgeon *Acipenser stellatus*. A thesis for the degree of master of science, University of Florida, 43 p.
- Chua, T.E., Teng, S.K. 1982. Effects of food ration on growth, condition factor, food conversion efficiency, and net yield of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net-cages. Aquaculture 27: 273-283.
- Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C., Lall, S.P. 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture 213: 279-292.
- Falahatkar, B., Abbasalizadeh, A., Tolouei, M.H., Jafarzadeh, A. 2009. Compensatory growth following food deprivation in great sturgeon. 6th International Symposium on Sturgeon. 25-30 October, Wuhan, China, 241-243.
- 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 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.
- Falahatkar, B., Poursaeid, S., Meknatkhah, B., Khara, H., Efatpanah, I. 2014. Long-term effects of intraperitoneal injection of estradiol-17 $\beta$  on the growth and physiology of juvenile stellate sturgeon *Acipenser stellatus*. Fish Physiology and Biochemistry 40: 365-373.
- Fang, J., Xiangli, T., 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.
- Hung, S.S.O., Lutes, P.B. 1987. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20 °C. Aquaculture 65: 307-317.
- Hung, S.S.O., Fynn-Aikins, F.K., Lutes, P.B., Xu, R. 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate sources. Journal of Nutrition 119: 727-733.
- Hung, S.S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L., Einen, O. 1997. High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Richardson. Aquaculture Nutrition 3: 281-286.
- IUCN. 2012. The 2012 Red list of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland, 369 p.
- Jafari, N., Falahatkar, B., 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 289-295.
- Kaushik, S.J., Luquet, P., Blanc, D., Paba, A. 1989. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*: I. Utilization of digestible carbohydrates by sturgeon. *Aquaculture* 76: 97-107.
- Lee, S.M., Hwang, U.G., 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.
- 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.
- Logan, S.H., Shigekawa, K. 1986. Commercial production of sturgeon: the economic dimensions of size and product mix. Giannini Research Report No. 335. University of California, Davis, 73 p.
- Logan, S.H., Johnston, W.E., Doroshov, S.I. 1995. Economics of joint production of sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson) and roe for caviar. *Aquaculture* 130: 299-316.
- Memiş, D., Çelikkale, M., Ercan, E. 2006. Effects of different diets on growth performance and body composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzenburg, 1833). *Journal of Applied Ichthyology* 22: 287-290.
- Pedersen, L.F., Suhr, K.I., Dalsgaard, J., Pedersen, P.B., Arvin, E. 2012. Effects of feed loading on nitrogen balances and fish performance in replicated recirculating aquaculture systems. *Aquaculture* 338-341: 237-245.
- Ruohonen, K., Vielma, J., Grove, D.J. 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. *Aquaculture* 165: 111-121.
- Sion, C., Călin, P.G., Oprea, L., Nica, A., Băcanu, M.G., 2011. The influence of pellets quality on the growth of Sterlet, in recirculating aquaculture system. *AAFL Bioflux* 4: 129-130.
- Storebakken, T., Hung, S.S.O., Calvert, C.C., Plisetskaya E.M. 1991. Nutrient partitioning in rainbow trout at different feeding rates. *Aquaculture* 96: 191-203.
- Yosefpour Pirbazari, H., Aghtouman, V., Mohseni, M. 2000. Determination of optimum feeding rate expressed as percent of body weight in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 2: 91-104.

## Determination of the optimal feeding rate in juvenile stellate sturgeon, *Acipenser stellatus* in different sizes

Bahram Falahatkar<sup>1</sup>, Abdolali Rahdari<sup>2\*</sup>, Iraj Efatpanah<sup>1</sup>, Bahman Meknatkhah<sup>1</sup>, Somayeh Defaei<sup>1</sup>

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

2- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Sistan and Baluchistan, Iran

Received 02 September 2019; accepted 17 January 2020

### Abstract

In order to determine the optimum feeding rate in rearing of stellate sturgeon, *Acipenser stellatus*, based on feed consumption, an experiment was conducted in three groups of low, medium and high weights of  $11.71 \pm 0.68$ ,  $41.2 \pm 1.87$  and  $421.76 \pm 15.88$  g, respectively, in a completely randomized design in concrete tanks. The fish were fed based on appetite for seven months with 2 to 6 times daily feeding frequencies. The amounts of consumed feed and daily temperature were recorded. During the experiment, the temperature range was  $13.5 \pm 5.5$  °C. At the end of the experiment, nutrition and growth parameters were measured. The results exhibited that the body weight gain, daily growth rate, specific growth rate and feed conversion ratio of fish in the low-weight group were significantly different from the other two groups ( $p < 0.05$ ). The maximum growth rate and lowest food conversion ratio were also observed in low-weight group. Furthermore, according to results, the average feed consumption rates in fish with 11-183 g and 41-173 g in weights were 1%, while 0.88% in those with 421 to 553 g in weight. No mortality was observed during the experiment in the studied groups. Moreover, according to the amount of feed consumed, a table was designed to determine the appropriate feeding rate in stellate sturgeon at different weights and temperatures, which can be a guideline for rearing of this species.

**Keywords:** Feeding rate, Feed consumption, Growth index, Stellate sturgeon.

\*Corresponding author: Rahdari57@uoz.ac.ir