(DOI): 10.22092/ISFJ.2025.134723 34(5) 51-62 Iranian Scientific Fisheries Journal

Effect of feeding frequency on growth and nutritional performance in juvenile Beluga sturgeon (*Huso huso*) under winter condition

Falahatkar B.[1*]; Meknatkhah B.[1]; Efatpanah I.[1]; Poursaeid S.[1,2]

*falahatkar@guilan.ac.ir

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
2- Department of Cell Biology, University of Connecticut Health Center, 263 Farmington Ave, Farmington, CT 06030-4035, USA

Received: September 2024 Accepted: August 2025 Published: January 2026

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introduction

The growth of aquatic animals in cultured systems depends on various factors such as food consumed, feeding frequencies, diet quality, the amount of consumed feed, and the ability of fish to digest and absorb nutrients (Falahatkar *et al*., 2014). Meeting nutritional requirements and proper nutrition management are crucial for increasing production efficiency in farmed fish. In aquaculture conditions, cost reduction is essential, with nutrition accounting for approximately half of the current costs on a farm. The quantity and quality of diets, along with feeding management practices such as feeding frequencies, feeding methods, feeding amounts, and timing, can impact final product costs. Appropriate feeding frequencies not only improve feed conversion efficiency and reduce pollution from overfeeding but also enhance growth and reduce size disparities in fish stocks. Nutritional management is a critical aspect to consider in sturgeon aquaculture, emphasizing proper nutrition and feeding frequency at different temperatures (Hung, 2017). Given the high growth rate of Beluga sturgeon (*Huso huso*) in culture systems and the interest of fish farmers in cultivating this species (Falahatkar *et al*., 2009), especially in natural waters subject to seasonal fluctuations, this study aimed to investigate the effect of different feeding frequencies on the growth and nutritional indices of juvenile Beluga sturgeon in winter conditions.

Methodology

This study evaluated the effect of three feeding frequencies (1, 2, and 3 times per day) on the growth and nutritional indices of juvenile Beluga sturgeon. Farmed Beluga sturgeon (144.8±10.4 g) were distributed into three treatments, each with three replicates in circular concrete tanks (800 L volume) with 20 fish per tank. The feeding trial took place during the winter period (8.9±1.8°C) from January to March over a 10-week period. Fish were fed approximately 0.1-0.3% of their body weight per feeding at 9 AM, 12 PM, and 3 PM, based on appetite and water temperature. Fish weight and total length were measured individually

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

every 2-week interval, and growth and feeding indices were calculated (Falahatkar, 2014). Statistical analysis was performed using One-way ANOVA and Tukey as a post-hoc test at the level of $p<0.05$.

Results

Over the 10-week rearing period, there were no significant differences in fish weight and length among the different feeding frequency treatments ($p>0.05$). While there was no statistical difference in final weight, weight gain, condition factor, body weight increase, specific growth rate, feed conversion ratio, and voluntary feeding intake among the treatments ($p>0.05$), fish fed three times a day generally exhibited better condition. The coefficient of variation in weight was lower in fish fed three times daily, although differences were not significant ($p>0.05$). No mortality was observed during the 10-week period, with 100% survival in all treatments.

Discussion and conclusion

This study examined the effects of different feeding frequencies on the growth and nutritional indices of juvenile Beluga sturgeon under winter conditions. After 10 weeks, no significant differences were observed in any of the measured indices across the 1, 2, or 3 feeding frequency treatments. All fish remained healthy with no mortality recorded. Previous studies have shown that limited feeding frequency leads to the adaptation of fish to consume larger amounts of food at feeding time, which in the long term can lead to increased digestive tract volume and increased appetite (Jobling, 1982; Rouhonen and Grove, 1996). Moreover, optimal feeding frequency can enhance feed conversion efficiency, reduce pollution, promote growth, and minimize size variations in fish stocks (Ahmed, 2007; Hu *et al*., 2020). However, previous studies suggested different feeding rates for maximum growth or weight maintenance in winter conditions (Fang *et al*., 2010; Falahatkar *et al*., 2013). The present study showed a feeding rate of 0.8% of body weight yielded satisfactory growth. Although growth and nutritional indices did not differ significantly, further stocking management may be necessary to address size variations. In conclusion, feeding once daily, as opposed to three times, can reduce labor and production costs, provided that fish receive adequate food based on their requirements.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest for this study.

Acknowledgements

The authors acknowledge the Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center (Siahkal, Guilan, Iran) and the Vice Chancellor for Research at the University of Guilan for their support in conducting this research.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

مجله علمی شیلات ایران ۶۲-۵۱ (۵) ۳۴ (DOI): 10.22092/ISFJ.2025.134723

مقاله علمی – پژوهشی:

اثر تعداد دفعات غذادهی بر عملکرد رشد و تغذیه‌ای فیل ماهی (*Huso huso*) جوان در شرایط زمستانه

بهرام فلاحتکار*[۱]، بهمن مکنت خواه[۱]، ایرج عفت پناه[۱]، سمانه پورسعید[۱و۲]

*falahatkar@guilan.ac.ir

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

۲- گروه بیولوژی سلولی، مرکز بهداشت دانشگاه کنتیکت، فارمینگتون، کنتیکت، آمریکا

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۴ تاریخ چاپ: دی ۱۴۰۴

چکیده

در این تحقیق، اثر سه وعده غذادهی ۱، ۲ و ۳ بار تغذیه در شبانه روز روی رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای فیل ماهی (*Huso huso*) جوان مورد بررسی قرارگرفت. فیل ماهیان پرورشی (۱۰/۴ ± ۱۴۴/۸ گرم) در سه تیمار (شامل ۱، ۲ و ۳ بار غذادهی در روز) و هر یک با سه تکرار در مخازن بتونی گرد با حجم ۸۰۰ لیتر به تعداد ۲۰ عدد در هر مخزن توزیع شدند و در فصل زمستان (۱/۸±۹/۸ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ هفته و بر اساس اشتها مورد تغذیه قرارگرفتند. هر دو هفته یکبار، وزن و طول کل ماهیان اندازه گیری و شاخص‌های رشد و تغذیه محاسبه شدند. نتایج نشان داد، با وجود این‌که در شاخص‌های وزن نهایی، وزن کسب شده، شاخص وضعیت، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و شاخص تغذیه اختیاری اختلافی بین تیمارها وجود نداشت ($p>0/05$)، اما در اکثر شاخص‌ها، ماهیان تغذیه شده در تیمار با ۳ وعده غذادهی به لحاظ عددی، وضعیت بهتری نشان دادند. همچنین ضریب تغییرات وزن در بین گروه‌ها، اختلافی را آشکار نساخت ($p>0/05$)، ضمن این‌که در طول دوره نیز تلفاتی مشاهده نشد. نتایج این تحقیق نشان داد، به رغم پایین بودن دمای آب، فیل ماهیان نیاز به تغذیه دارند و ۳ بار غذادهی روزانه می‌تواند رشد مطلوب‌تری ایجاد نماید، اما با در نظر گرفتن عدم اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های رشد و تغذیه و کاهش هزینه‌های تولید، یک‌بار غذادهی در روز می‌تواند در محدوده وزنی مورد آزمایش و در شرایط زمستانه نیز مورد استفاده پرورش‌دهندگان قرار گیرد.

لغات کلیدی: ماهی خاویاری، دمای پایین، برنامه غذادهی، رشد، اختلاف اندازه

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

مقدمه

فیل ماهی (*Huso huso*) یکی از گونه‌های در معرض خطر انقراض بوده (IUCN, 2022) که متاسفانه جمعیت‌های طبیعی آن هر ساله رو به کاهش است و گزارشی از تخم‌ریزی طبیعی آن در سواحل جنوبی دریای خزر وجود ندارد. این در حالی است که این گونه در بین سایر ماهیان خاویاری دارای سریعترین رشد بوده و به جهت گوشت و خاویار ارزشمند، مورد توجه پرورش‌دهندگان قرار گرفته است. سرعت رشد بالا، ضریب تبدیل مناسب، تطابق سریع با محیط پرورش و غذای مصنوعی، تراکم پذیری و مقاومت بالا نسبت به شرایط استرس‌زا و عوامل بیماری زا از ویژگی‌های این ماهی محسوب می‌شود (Falahatkar *et al*., 2009; Falahatkar and Poursaeid, 2013; Akhavan *et al*., 2020). با این‌حال، تنگناهایی نظیر تعداد محدود بچه ماهی تولیدی و با کیفیت مناسب، خوراک‌های غیرمتعادل و دانش اندک مدیریت تغذیه و نگهداری، از چالش‌های بزرگ پرورش این ماهی در نظر گرفته شده است.

رشد آبزیان در شرایط پرورشی به عواملی از جمله غذای مصرفی، تعداد دفعات غذادهی، کیفیت جیره، مقدار مصرف و توانایی هضم و جذب بستگی دارد. در این بین، توجه به تأمین نیازمندی‌های غذایی و مدیریت صحیح تغذیه، از عوامل مهمی در افزایش راندمان تولید در ماهیان پرورشی به‌شمار می‌آیند (Hung, 2017). یکی از مهم‌ترین بخش‌هایی که به طور تقریبی نیمی از هزینه‌های جاری یک مزرعه را به‌خود اختصاص می‌دهد، تغذیه است. کمیت و کیفیت جیره‌های به‌کار برده شده در کنار مدیریت غذادهی (تعداد دفعات غذادهی، نحوه غذادهی، مقدار غذادهی و ساعات آن)، می‌تواند بر هزینه‌های تمام شده محصول نهایی تاثیرگذار باشد. تعداد دفعات غذادهی مناسب نه‌تنها باعث بهبود راندمان ضریب تبدیل غذا و کاهش آلودگی ناشی از غذادهی زیاد شده بلکه می‌تواند سبب بهبود رشد و کاهش تفاوت اندازه در گله ماهیان گردد (Ahmed, 2007; Hu *et al*., 2020). تعداد محدود دفعات غذادهی نیز می‌تواند منجر به بروز همنوع خواری در ماهیان گوشتخوار و افزایش هزینه‌های تولید گردد (Folkvord and Otterå, 1993). به طور کلی، تعداد دفعات محدودتر برای ماهیان بزرگ نظیر مولدین یا در شرایط نامناسب پرورشی توصیه می‌گردد. این در حالی است که تعداد زیادتر غذادهی عمدتاً برای ماهیان جوان که دارای نرخ متابولیسم بالاتری هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Biswas *et al*., 2006). برخی از مطالعات نشان می‌دهند که تعداد مناسب دفعات غذادهی نه‌تنها بر هزینه‌های تولید بلکه بر هضم و جذب مواد غذایی نیز اثر می‌گذارد. برای مثال، تعداد ۵ بار غذادهی در کفشک هالیبوت اطلس (*Hipoglossus hipoglossus*) نسبت به ۳ و یکبار غذادهی منجر به افزایش رشد گردید (Schnaittacher *et al*., 2015). بنابراین، مشخص کردن تعداد دفعات مناسب غذادهی در هر سن و شرایط پرورشی، از نکات مهم مدیریت آبزی پروری هر گونه تلقی می‌گردد. شاخص‌های مختلف زنده و غیر زنده زیادی در شرایط پرورشی وجود دارند که می‌توانند رشد، بقاء و عملکرد خوراک مصرفی را تحت تأثیر قرار دهند (Falahatkar, 2012). در بین عوامل موجود، دما یکی از شاخص‌های مهم و کلیدی است که پرورش در شرایط بهینه دمایی از الزامات موفقیت در آبزی‌پروری است، زیرا می‌تواند منجر به افزایش مصرف غذا، بهبود عملکرد هضم و جذب و راندمان پرورش گردد. با این‌حال، پرورش در سیستم‌هایی که از منابع آبی باز نظیر رودخانه و دریا استفاده می‌کنند، همواره تحت تأثیر محیط دچار نوسانات دمایی بوده به‌طوری‌که ممکن است، در زمستان با دمای پایین‌تر و در تابستان با دمای بالاتر از حد بهینه مواجه باشند. عموماً دمای پایین نرخ متابولیسم را کند، مصرف غذا را محدودتر و سرعت هضم را طولانی‌تر می‌کند (Fang *et al*., 2010). با توجه به این‌که بسیاری از مزارع پرورش ماهیان خاویاری با استفاده از سیستم‌های باز و آبهای سطحی در حال فعالیت هستند، این نوسانات دمایی می‌تواند منجر به تغییر در نیازمندی‌های ماهیان و سرعت رشد گردد. به همین دلیل، مدیریت بهینه در شرایط دمایی متفاوت شامل مقدار و تعداد مناسب دفعات غذادهی باید در نظر گرفته شود.

مطالعات مختلفی درخصوص تعیین تعداد بهینه دفعات غذادهی در انواع مختلف ماهیان خاویاری شامل تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Conte *et al*., 1988)، تاسماهی اطلس (*A. oxyrinchus*) (Kelly and

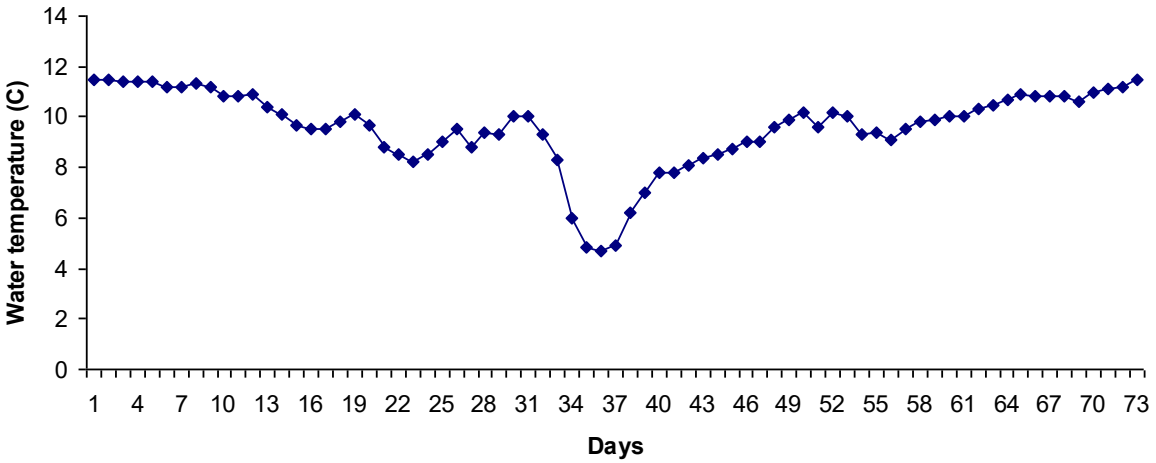
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

(Arnold, 1999; Jodum, 2004)، فیل ماهی (Mohseni Kouchaki *et al*., 2006a)، استرلیاد (*A. ruthenus*)، هیبرید (Luo *et al*., 2015) *A. schrenckii* × *A. baeri*، شیپ (Yazdani Sadati *et al*., 2015) (*A. nudiventris*)، تاسماهی روسی (*A. gueldenstaedtii*) (Andrei *et al*., 2016)، تاسماهی چینی (*A. sinensis*) (Hu *et al*., 2020)، ازون برون (*A. stellatus*) (Ahmadi *et al*., 2022) و (Guan *et al*., 2022) *A. dabryanus* انجام شده، اما تاکنون مطالعه‌ای که تعداد مناسب دفعات غذادهی را در فیل ماهی در شرایط زمستانه و دمای پایین نشان دهد، گزارش نشده است. به همین دلیل، مطالعه حاضر به بررسی تعداد مناسب دفعات غذادهی در دمای پایین با هدف کاهش هزینه‌های مزارع پرورش ماهیان خاویاری پرداخته است.

مواد و روش کار

ماهی و شرایط پرورش

فیل ماهیان مورد استفاده در این تحقیق از دوره لاروی در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل (گیلان، ایران) مورد پرورش قرار گرفتند و پس از رسیدن به وزن ۱۰/۴±۱۴۴/۸ گرم و اندازه ۱/۳±۳۴/۸ سانتی‌متر به تعداد ۲۰ عدد در هر مخزن توزیع شدند. مخازن مورد استفاده از جنس بتونی و به شکل گرد با قطر ۱۸۵ و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر بود که به‌وسیله آب رودخانه تا حجم ۸۰۰ لیتر آبگیری شدند. دبی آب در طول دوره به مقدار ۱/۴±۱۲/۸ لیتر در دقیقه و فتوپریود به صورت ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی بود. دمای آب در طول دوره پرورش ۱۳/۴-۴/۷ و با میانگین ۱/۸±۹/۸ درجه سانتی‌گراد ثبت شد (شکل ۱). میزان اکسیژن محلول و pH آب نیز به‌ترتیب برابر ۱/۶±۱۰/۳ میلی‌گرم بر لیتر و ۰/۲±۷/۸ اندازه‌گیری شد (WTW, Weilheim, Germany). برای بهبود کیفیت آب مخازن، هر روز صبح قبل از شروع غذادهی در حدود ۲۵-۲۰ درصد آب سیفون می‌شد تا غذاهای احتمالی خورده نشده و فضولات، از مخازن خارج شوند.



شکل ۱: نوسانات تغییر درجه حرارت آب در طول دوره تحقیق

Figure 1: The water temperature changes during the experimental period

تغذیه و طراحی آزمایش

این مطالعه در طول دوره زمستانه طی ماه‌های دی لغایت اسفند ماه ۱۳۹۶ به مدت ۱۰ هفته انجام شد. سه تیمار و برای هر تیمار سه تکرار شامل یکبار، دو بار و سه بار غذادهی برای ماهیان در نظر گرفته شد. ماهیان با توجه به اشتها و دمای آب در طول دوره پرورش به میزان تقریبی ۱/۱-۰/۳ درصد وزن بدن و به‌ترتیب در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ تغذیه می‌شدند. غذای مورد استفاده از کارخانه فرادانه (شهرکرد،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

ایران) با اندازه ۳ میلی‌متر و شامل ۵۰-۴۸ درصد پروتئین، ۱۲-۱۶ درصد چربی، ۳/۵-۱ درصد فیبر و ۱/۵-۱ درصد خاکستر بر اساس اطلاعات اعلام شده کارخانه سازنده خوراک بود.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

هر دو هفته یکبار، وزن و طول کل ماهیان در تمامی تیمارها به‌ترتیب با دقت یک گرم و یک میلی‌متر با ترازوی دیجیتال و خط‌کش بیومتری اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ۱۸ ساعت قبل از بیومتری غذادهی به ماهیان متوقف گردید. سپس ماهیان با استفاده از عصاره پودر گل میخک به مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیهوش و عملیات زیست‌سنجی انجام می‌شد (Falahatkar *et al*., 2019). برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه شامل وزن کسب شده (WG)، شاخص وضعیت (CF)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تغییرات وزن (CV_w)، مقدار غذای مصرفی هر ماهی (FI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص تغذیه اختیاری (VFI) و درصد بازماندگی (SR) از فرمول‌های ذیل استفاده شد (Falahatkar, 2014):

WG (g) = [وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)]

CF = [طول کل^3 (سانتی‌متر) / وزن ماهی (گرم)] × ۱۰۰

BWI (%) = [وزن اولیه (گرم) / وزن اولیه (گرم) - وزن نهایی (گرم)] × ۱۰۰

SGR (%/day) = [طول دوره (روز) / لگاریتم نپر وزن اولیه (گرم) – لگاریتم نپر وزن نهایی (گرم)] × ۱۰۰

CV_w (%) = [میانگین وزن نهایی / انحراف معیار وزن نهایی] × ۱۰۰

FI (g/fish) = کل غذای مصرف شده (گرم) / تعداد ماهی

FCR = غذای مصرف شده (گرم) / افزایش وزن (گرم)

VFI (%/day) = [بیوماس اولیه + بیوماس نهایی/۲] × تعداد روزهای پرورش/ وزن غذای مصرفی (گرم)] × ۱۰۰

SR (%) = [تعداد ماهیان در ابتدای دوره / تعداد ماهیان در انتهای دوره] × ۱۰۰

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، در ابتدا نرمال بودن آنها با استفاده از آزمون Kolmogrov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. با فرض برقراری دو شرط مذکور، تیمارهای آزمایشی با آنالیز One-Way ANOVA مورد مقایسه قرار گرفتند و سپس برای مقایسه میانگین بین تیمارها جهت تعیین معنی‌دار بودن، از آزمون Tukey استفاده شد. سطح معنی‌داری در آزمایش انجام شده $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد و برای انجام کلیه آزمون‌های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ (IBM, Armonk, USA) استفاده گردید. داده‌های درون متن، جدول و شکل‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

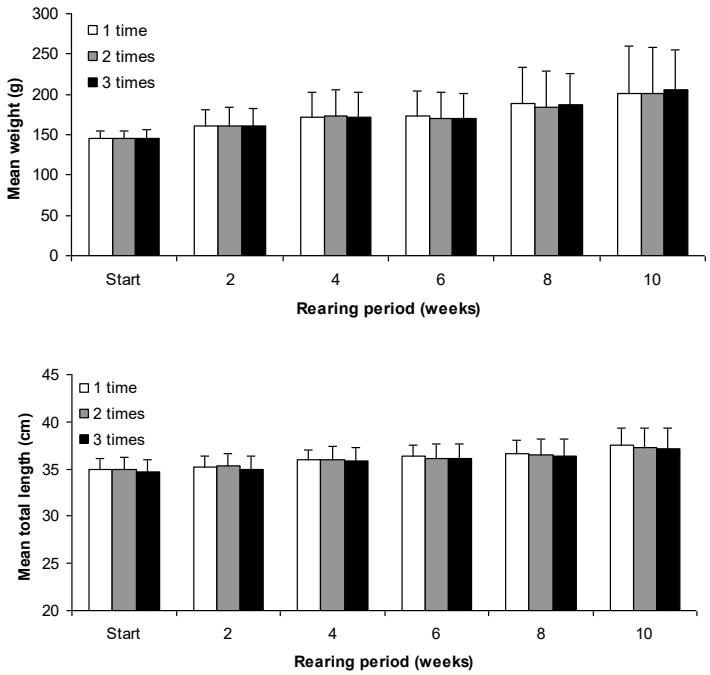
نتایج

در شکل ۲، روند تغییرات وزن و طول ماهیان نشان داده شده است. همان‌طوری‌که مشخص است، اختلافی طی ۱۰ هفته آزمایش بین تعداد دفعات غذادهی متفاوت وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). این در حالی است که به لحاظ عددی و نه آماری، ماهیان تغذیه شده با ۳ وعده غذا دارای وزن و طول بیشتری بودند.

نتایج شاخص‌های رشد در پایان ۱۰ هفته تغذیه نشان داد، اختلاف معنی‌داری در کلیه شاخص‌های مورد اندازه‌گیری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (جدول ۱؛ $p>۰/۰۵$). با وجود این، در اکثر شاخص‌های رشد شامل WG، CF، BWI و SGR افزایش جزیی در ماهیان مورد تغذیه با سه وعده غذادهی مشاهده گردید.

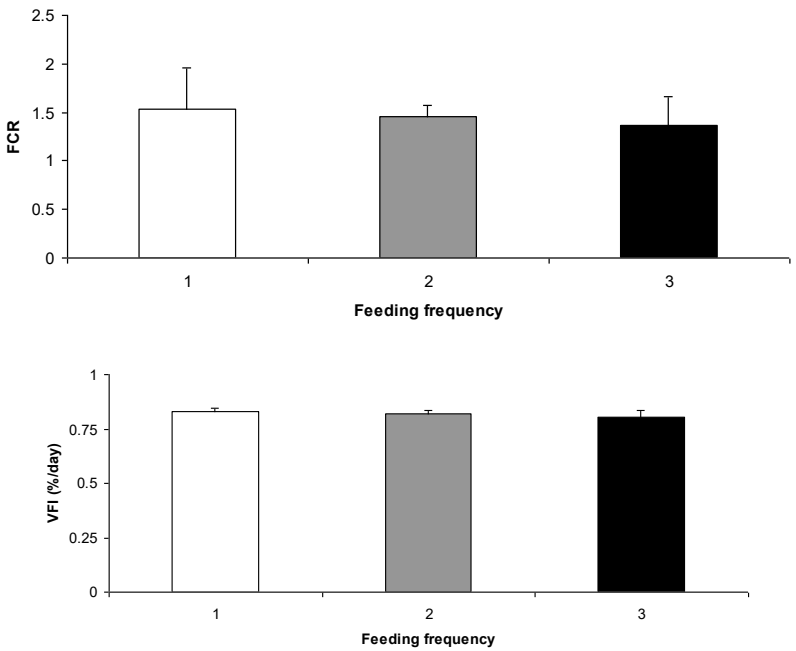
در ارتباط با FCR، حداقل آن در تیمار سه وعده غذادهی به مقدار ۰/۳±۱/۴ و حداکثر آن در تیمار یک وعده غذادهی به مقدار ۰/۴±۱/۵ ثبت گردید. مقدار VFI نیز نشان از مصرف تقریبی ۰/۸ درصد وزن بدن غذا در روز در این دوره داشت و اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد (شکل ۳؛ $p>۰/۰۵$). تنها در هفته ششم پرورش در مقدار VFI، تیمار یک وعده نسبت به دو تیمار دیگر کاهش نشان داد ($p<۰/۰۵$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]



شکل ۲ روند تغییرات وزن و طول کل فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با دفعات مختلف غذادهی در طول ده هفته در دوره زمستانه (میانگین ± انحراف معیار)

Figure 2: The trend of weight and total length in Beluga sturgeon (*Huso huso*) fed with different feeding frequency during the 10 weeks in winter period (mean ± standard deviation)



شکل ۳: مقادیر ضریب تبدیل غذایی (FCR) و غذای مصرفی (VFI) فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با دفعات مختلف غذادهی پس از ده هفته در دوره زمستانه (میانگین ± انحراف معیار)

Figure 3: The amounts of feed conversion ratio (FCR) and voluntary *feed intake* (VFI) in Beluga sturgeon (*Huso huso*) fed with different feeding frequency during the 10 weeks in winter period (mean ± standard deviation)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

ضریب تغییرات وزن در ماهیان تغذیه شده با سه وعده غذادهی نسبت به دو تیمار دیگر کمتر بود، اما اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۱؛ $p>0/05$). در طول دوره پرورش ۱۰ هفته‌ای تلفاتی بین ماهیان مشاهده نشد و بقاء ۱۰۰ درصدی برای همه تیمارها ثبت گردید.

جدول ۱ شاخص‌های رشد در فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با دفعات مختلف غذادهی پس از ده هفته در دوره زمستانه (میانگین ± انحراف معیار؛ n = ۳)

Table 1 Growth indices in Beluga sturgeon (*Huso huso*) fed with different feeding frequency at the end of 10 weeks in winter period (mean ± standard deviation; n = 3)

Growth parameters	Feeding frequency		
	1	2	3
Mean weight at start (g)	144.8 ± 10.2	144.7 ± 10.4	144.8 ± 10.7
Mean weight at final (g)	201.6 ± 57.9	200.4 ± 57.7	205.9 ± 49.1
Mean total length at start (cm)	34.9 ± 1.2	34.9 ± 1.3	34.7 ± 1.3
Mean total length at final (cm)	37.5 ± 1.8	37.3 ± 2.0	37.2 ± 2.2
WG (g)	56.8 ± 18.9	55.7 ± 4.3	61.1 ± 15.9
CF	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0
BWI (%)	39.2 ± 13.1	38.5 ± 2.9	42.2 ± 11.0
SGR (%/day)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.1
CV_w (%)	29.4 ± 11.6	28.5 ± 1.8	24.1 ± 4.1
FI (g/fish)	80.3 ± 1.3	80.7 ± 0.5	81.6 ± 2.6
SR (%)	100	100	100

بحث

در مطالعه حاضر، اثرات دفعات غذادهی مختلف بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای فیل ماهیان جوان در شرایط زمستانه مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد، پس از ۱۰ هفته اختلافی در هیچ یک از شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در ۱، ۲ یا ۳ وعده غذادهی وجود ندارد. همچنین کلیه ماهیان فارغ از تعداد دفعات غذادهی در شرایط سالم و بدون تلفاتی باقی ماندند.

یکی از مهم‌ترین مسائل در پرورش آبزیان توجه به افزایش کمی و کیفی تولید با کاهش هزینه‌های جاری است. نظر به این‌که غذا و غذادهی در برخی گونه‌ها بیش از ۵۰ درصد هزینه‌های تولید را به‌خود اختصاص می‌دهد، کاهش این هزینه‌ها با رویکرد بهینه سازی رشد و سلامت ماهی همواره مدنظر پرورش‌دهندگان قرار دارد. این موضوع با استفاده از اقلام غذایی ارزان قیمت، ساخت و تولید خوراک با هزینه‌های کمتر و مدیریت تغذیه امکان‌پذیر خواهد بود. در این بین، تعداد دفعات غذادهی، درصد غذادهی و روش غذادهی بر هزینه‌های تمام شده تولید اثرات زیادی دارند (Falahatkar *et al*., 2020). موارد مذکور با توجه به گونه، شرایط پرورشی به‌خصوص دمای آب می‌تواند در طول دوره متغیر باشد و می‌بایست تحت مدیریت قرار گیرند تا علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، منجر به آلودگی آب از طریق غذادهی بیش از حد یا کاهش رشد و تولید از طریق غذادهی محدود نگردد.

مطالعات مختلفی بر تعیین اثر تعداد دفعات غذادهی در ماهیان مختلف از جمله، گونه‌هایی از ماهیان خاویاری انجام شده است. برای مثال، Mohseni و همکاران (۲۰۰۶a) نشان دادند، در دمای متوسط ۲۳ درجه سانتی‌گراد، فیل ماهیان ۹۰۰ گرمی تا محدوده وزنی دو کیلوگرمی به ۲ درصد وزن بدن در شبانه روز با تعداد ۳ بار غذادهی نیاز دارند. در مطالعه Kouchaki و همکاران (۲۰۱۵) بر ماهیان استرلیاد در محدوده وزنی ۱۴۶-۵۰ گرم، تعداد ۵ بار غذادهی را در شبانه روز گزارش نمودند. در مطالعه Yazdani Sadati و همکاران (۲۰۱۶) در ماهی شیپ ۸۶ گرمی نشان دادند که شاخص‌های بیوشیمیایی خون تحت تأثیر دفعات غذادهی قرار می‌گیرند، اما شاخص‌های رشد

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

بین تعداد دفعات غذادهی ۱، ۲ و ۳ بار تفاوتی را پس از ۸ هفته آشکار نساخت. تعداد دفعات غذادهی ۲، ۴ و ۶ بار در شبانه روز در سه شوری صفر، ۶ و ۱۲ قسمت در هزار در ماهی ازون برون ۱۲/۲ گرمی نشان داد ۴ بار غذادهی در شبانه روز نسبت به سایر تیمارها پس از ۸ هفته می‌تواند سبب رشد مطلوب‌تر گردد. در مطالعه Hu و همکاران (۲۰۲۰) بر تاسماهی چینی با وزن ۰/۱۵ گرم نشان دادند، بعد از ۳۸ روز پرورش، تعداد دفعات غذادهی ۲، ۳ و ۴ بار اثری بر رشد ندارد، اما بیان ژن‌های وابسته به رشد در هیپوفیز با افزایش تعداد دفعات غذادهی، کاهش یافتند. در مطالعه Mohseni و همکاران (۲۰۰۶b) نیز در اوزان پایین فیل ماهی، حاکی از عدم اختلاف معنی دار در رشد ماهیان تغذیه شده با ۳، ۵ و ۸ وعده غذا در روز بود، اما در فاز بعدی رشد پس از ۹۵ روز، رشد در ماهیان تغذیه شده با ۸ وعده در شبانه روز افزایش معنی‌داری نسبت به سایر گروه‌ها داشت.

تحقیقات گوناگون به این موضوع اشاره دارند که در تعداد وعده‌های غذایی محدودتر، مدت زمان ماندگاری غذا در دستگاه گوارش بیشتر است و هضم و جذب به صورت کامل‌تری انجام شده است و به همین دلیل ضریب تبدیل بهبود می‌یابد. مطالعات قبلی حاکی از آن است که تغذیه با دفعات محدود منجر به تطابق ماهی برای مصرف مقدار بیشتر غذا در زمان غذادهی می‌شود که این امر در طولانی‌مدت می‌تواند باعث افزایش حجم دستگاه گوارش و افزایش اشتها شود (Jobling, 1982; Rouhonen and Grove, 1996). البته این موارد باید بر اساس مطالعات آتی آناتومیک و هیستولوژیک بر معده ماهیان خاویاری اثبات گردد.

در مطالعه حاضر بر فیل ماهی مشخص شد، غذادهی با تعداد دفعات کمتر موجب افزایش جزیی FCR و کاهش VFI می‌شود، زیرا ماهیان خاویاری برخلاف سایر ماهیان در گرفتن غذا کند هستند و این امر ممکن است سبب هدر روی غذا شود. البته هدر رفت غذا در تحقیق حاضر مشاهده نشد، زیرا غذادهی بر اساس اشتها و نیاز ماهی صورت می‌گرفت، ولی علت اصلی این امر احتمالاً دمای پایین و نامناسب برای هضم و جذب مطلوب‌تر به دلیل نرخ پایین متابولیسم است که موجب شد FCR به محدوده ۱/۵-۱/۴ برسد. همچنین مقدار VFI (نشان‌دهنده نیاز ماهی به مقدار غذا در شبانه روز است.)، در کل دوره حدود ۰/۸ درصد بود که فارغ از تعداد دفعات غذادهی، می‌تواند مورد توجه پرورش‌دهندگان در این محدوده دمایی قرار گیرد. نتیجه مشابهی نیر بر فیل ماهی در شرایط زمستانه به مقدار ۱ درصد وزن بدن در شبانه روز برای ماهیان ۲۲۰ گرمی گزارش شده است. در مطالعه حاضر، ماهیان طی ۱۰ هفته پرورش از ۱۴۴/۸ گرم به وزنی در حدود ۲۰۵-۲۰۰ گرم رسیدند که اختلاف وزنی را در بین تیمارها نشان نداد. علت رشد محدود ماهیان در این مدت دمای پایین آب است، زیرا رشد و سوخت‌وساز تحت تأثیر این شاخص مهم محیطی قرار دارد. معمولاً هر گونه دارای دمای مطلوب پرورش است که در آن بالاترین رشد و بهترین شاخص‌های فیزیولوژیک مشاهده می‌شود. در بسیاری از گزارش‌ها دمای مطلوب پرورش ماهیان خاویاری ۲۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد با توجه به گونه گزارش شده است که در آن بالاترین میزان رشد و پایین‌ترین میزان FCR دیده می‌شود. در شرایط نامطلوب (دمای پایین آب در شرایط زمستانه)، این شاخص‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد و رشد کاهش می‌یابد. با این‌حال، حتی در دماهای پایین هم به‌نظر می‌رسد، تغذیه ماهی متوقف نمی‌شود و مصرف غذا، هرچند کم، باید بر اساس نیاز ماهی و اشتهای آن تنظیم گردد تا ماهی دچار کاهش وزن و مشکلات تغذیه‌ای و فیزیولوژیک ناشی از گرسنگی نگردد (Falahatkar *et al*., 2013).

این در حالی است که سایر مطالعات نیز به کاهش درصد غذادهی در فصول گرم یا سرد سال در پرورش ماهیان خاویاری اذعان داشته‌اند (Pourali *et al*., 1998; Falahatkar *et al*., 2023). Hung و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند، شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در تاسماهی سفید پرورش‌یافته در ۲۳ درجه سانتی‌گراد نسبت به ۲۶ درجه سانتی‌گراد، مناسب‌تر است. همچنین Cech و همکاران (۱۹۸۴) نیز به افزایش رشد بچه تاسماهیان سفید در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به ۱۵ درجه سانتی‌گراد اشاره داشتند که علت آن می‌تواند افزایش مصرف غذا و سرعت متابولیسم بالاتر در دمای مطلوب باشد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

در تحقیق حاضر، ضریب تغییرات وزن در گروه تغذیه شده با یک وعده غذادهی نسبت به دو گروه دیگر کمی بیشتر بود. نتایج مطالعات قبلی نیز حاکی از اختلاف در اندازه با تعداد دفعات غذادهی کمتر است، زیرا رقابت بین ماهیان در گرفتن غذا ایجاد شده و ماهیان قوی‌تر نسبت به ماهیان کوچکتر زودتر و بیشتر به غذا دسترسی می‌یابند و با افزایش طول دوره پرورش این اختلاف بیشتر می‌شود. در این بین، در ماهیانی که رفتار تهاجمی و عادت گوشتخواری دارند، ممکن است که حمله به سایر ماهیان و همجنس‌خواری نیز مشاهده شود. مشابه مطالعه حاضر، اختلاف اندازه در مطالعه Zakęś و همکاران (۲۰۰۶) بر ماهیان سوف (*Sander lucioperca*) تغذیه شده با ۱، ۲ و ۳ وعده غذادهی مشاهده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که چنین ماهیانی فاقد قلمروطلبی و سلطه جویی برای کسب غذای بیشتر و بروز اختلاف اندازه بیشتری هستند، هرچند این اختلاف اندازه در ماهیان تغذیه شده با سه وعده غذادهی، در مطالعه حاضر به نسبت کمتر بود. به‌نظر می‌رسد، با افزایش تراکم، میزان اختلاف اندازه به دلیل کمتر شدن رفتارهای سلطه جویانه ماهیان و تغذیه موثرتر کاهش یابد (Jobling and Baardvik, 1994; Zakęś *et al*., 2006) که این مورد در مطالعات آتی قابل بررسی است. البته این نوع رفتار در ماهیان خاویاری به‌جز در مرحله لاروی برخی گونه‌ها، در سایر موارد گزارش نشده است و به‌نظر می‌رسد، اختلاف در اندازه، مشکل چندانی به‌جز مدیریت تغذیه و نگهداری ایجاد نکند. برای مثال، مطالعه قبلی درخصوص نگهداری تاسماهی روسی با دو اندازه مختلف در یک مخزن نشان داد، اختلافی در رشد ماهی پس از هشت هفته در قیاس با نگهداری با اندازه‌های یکسان، ایجاد نمی‌کند (Hemati *et al*., 2018). همچنین یک و هشت هفته نگهداری تاسماهی سیبری در دو اندازه بزرگ و کوچک به صورت مجزا یا با هم در یک مخزن، اختلافی را در سرعت رشد و شاخص‌های استرسی در این گروه‌ها نشان نداد (Jafari *et al*., 2018) که نشان‌دهنده حساسیت کم این ماهیان به حضور ماهیان بزرگتر در کنار ماهیان کوچکتر و تغذیه یکسان آنها از غذای موجود است.

در کنار اهمیت تعداد دفعات غذادهی، به فواصل غذادهی نیز باید توجه داشت، زیرا سرعت عبور غذا از دستگاه گوارش و به تبع آن وضعیت هضم و جذب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. قطعاً در دماهای پایین، سرعت متابولیسم و هضم و جذب نسبت به دماهای بالا و مطلوب کمتر است و این موارد در مطالعات آتی باید مد نظر قرار گیرد تا تعداد بهینه غذادهی بر مبنای سرعت عبور غذا از دستگاه گوارش با بالاترین ضریب هضم و کارایی خوراک که می‌تواند منجر به افزایش کارایی غذا و رشد گردد، تنظیم شود. به همین دلیل، تعداد مناسب غذادهی باید بر مبنای فاصله مناسب بین دو وعده غذادهی در نظر گرفته شود. در تنظیم تعداد دفعات غذادهی باید به اندازه معده و ظرفیت پذیرش غذای گونه مورد نظر توجه کرد، زیرا در گونه‌های با معده کوچک، فواصل کوتاه بین دو وعده غذایی می‌تواند سبب تسریع در عبور غذا از دستگاه گوارش و کاهش هضم و جذب مواد مغذی گردد (Zhao *et al*., 2014).

به‌جز بحث دمای پایین‌تر از حد مطلوب و نرخ پایین متابولیسم ماهیان مورد مطالعه در تحقیق حاضر، عدم تفاوت معنی‌دار در داده‌های رشد می‌تواند به دلیل نرخ برابر تغذیه نیز باشد،زیرا با ۱، ۲ یا ۳ وعده غذادهی، ماهیان میزان غذای مورد نیاز خود را مصرف کردند و مشاهدات حاضر نیز نشان داد که خوراکی در هیچکدام از تیمارها بعد از غذادهی در مخازن باقی نماند و ماهیان همگی را مصرف کردند. در مطالعه قبلی بر این گونه در شرایط زمستانه، نتایج استفاده از درصدهای مختلف غذادهی نشان داده است که ماهی در این شرایط به ۱ درصد وزن بدن غذا در شبانه روز نیاز دارد تا حداکثر رشد را نشان دهد، اما برای حفظ وزن در دوره زمستانه مقدار ۰/۳ درصد پیشنهاد شده است (Falahatkar *et al*., 2013). این درحالی است که در تحقیق حاضر نیز با توجه به این‌که مقدار غذادهی بر اساس اشتها به ماهی داده می‌شد، در حد ۰/۸ درصد و تقریباً برابر با مقدار توصیه شده در مطالعه قبلی بوده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، فیل‌ماهی حتی در شرایط نامطلوب دمایی قادر به پذیرش، هضم و جذب غذاست و می‌تواند تا حدود ۱ درصد وزن بدن در وعده‌های غذایی ارائه شده تغذیه شود. البته با توجه به نوسان دمای آب در طول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

دوره تحقیق به میزان ۱۳/۴-۴/۷ درجه سانتی‌گراد، می‌بایست مقدار و تعداد دفعات غذادهی بر اساس ریتم تغذیه‌ای و شرایط دمایی آب برای هر دامنه دمایی تنظیم شود. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر، اگرچه تفاوتی در رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای حاصل نشد، اما نتایج نشان داد که در دماهای پایین و در محدوده وزنی موردمطالعه، حتی در یک‌بار غذادهی نیز رشد مورد نظر حاصل شد، اما ایجاد اختلاف در اندازه ممکن است، به مدیریت رقم‌بندی در آینده نیاز باشد. با وجود این، یک‌بار غذادهی نسبت به سه بار می‌تواند هزینه‌های کارگری و تولید را کاهش دهد، ولی مقدار غذادهی باید در حد مورد نیاز ماهی در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری کارکنان مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل و معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان که فرصت انجام این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ahmadi, S.M. Vahabzadeh, H. Khara, H. Pazhand, Z. and Sayyad Bourani, M., 2022. The effect of feeding frequency and salinity on blood factors, immunity and stress indicators of Stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juveniles. *Journal of Animal Environment*, 14(1):179-190. DOI:10.22034/AEJ.2021.294948.2581 (In Persian)

Ahmed, I., 2007. Effect of ration size on growth, body composition, and energy and protein maintenance requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Fish Physiology and Biochemistry*, 33:203-212. DOI:10.1007/s10695-007-9132-y

Akhavan, S.R., Falahatkar, B., McCormick, S.P.A. and Lokman, P.M., 2020. Changes in lipid biology during ovarian development in farmed beluga sturgeon, *Huso huso* L. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 319:R376-R386. DOI:10.1152/ajpregu.00364.2019

Andrei, R.C., Cristea, V., Dediu, L., Creţu, M. and Docan, A., 2017. Growth performance and food conversion efficiency of juvenile Russian sturgeon at different feeding frequencies. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 74:112-118. DOI:10.15835/buasvmcn-asb:0009

Biswas, G., Jena, J.K., Singh, S.K., Patmajhi, P. and Muduli, H.K., 2006. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. *Aquaculture*, 254:211-218. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.08.001

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

Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B. and Strange, E.M., 1988. Hatchery manual for the White Sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson): With application to other North American Acipenseridae. Publication #3322, University of California Press, Oakland. 104 P.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Shakoorian, M. and Barton, B., 2009. Responses to handling and confinement stressors in juvenile great sturgeon *Huso huso*. *Journal of Fish Biology*, 75:784-796. DOI:10.1111/j.1095-8649.2009.02334.x

Falahatkar, B., 2012. The metabolic effects of feeding and fasting in beluga *Huso huso*. *Marine Environmental Research*, 82, 69-75. DOI:10.1016/j.marenvres.2012.09.003

Falahatkar, B. and Poursaeid, S., 2013. Stress responses of great sturgeon *Huso huso* subjected to husbandry stressors. *Aquaculture International*, 21:947-959. DOI:10.1007/s10499-012-9566-9

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., 2014. Feeding and feed formulation in aquatic organisms. Institute of Technical and Vocational Higher Education, Tehran. 334 P. (In Persian)

Falahatkar, B., Efatpanah, I. and Meknatkhah, B., 2019. A comparative study of feeding methods: effect on the growth, behaviour and biochemical performance of juvenile Beluga sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 35:283-288. DOI:10.1111/jai.13813

Falahatkar, B. Rahdari, A. Efatpanah, I. Meknatkhah, B. and Defaei, S., 2020. Determination of the optimal feeding rate in juvenile Stellate sturgeon, *Acipenser stellatus* in different sizes. *Aquatic Animals Nutrition*, 5(2):17-26. DOI:10.22124/JANB.2020.15331.1078. (In Persian)

Falahatkar, B. Gholami, G. Rasouli Kargar, A., and Effatpanah, A., 2023. Effect of different feeding rates on feed intake, growth and nutritional performance in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) at high temperature. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 31(6):39-50. DOI:10.22092/ISFJ.2023.128619 (In Persian)

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.aquacultrue.2009.11.026

Folkvord, A. and Otterå, H., 1993. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Aquaculture*, 114:243-260. DOI:10.1016/0044-8486(93)90300-N

Guan, M., Zhang, D., Sun, X., Shu, D., Rao, J. and Tang, D., 2022. Effect of feeding frequency on growth performance, feed transit and digestive enzyme activity of *Acipenser dabryanus* juveniles. *Aquaculture Research*, 53:5885-5901. DOI:10.1111/are.16056

Hemati, F. Khara, H. and Falahatkar, B., 2018. Study on the effects of sorting in some growth indices of juvenile Russian sturgeon

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

(*Acipenser gueldenstaedtii*). *Journal of Applied Ichthyological Research*, 6(2):135-140. (In Persian)

Hu, Y., Xiao, K., Yang, J., Liu, X., Wang, B., Zeng, Q. and Du, H., 2020. Effects of feeding frequency on juvenile Chinese sturgeon *Acipenser sinensis*. *Scientific Reports*, 10:17399. DOI:10.1038/s41598-020-74120-x

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

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

IUCN, 2022. IUCN red list of threatened species. Version 2022-3.1. Available at: https://www.iucnredlist.org (Accessed on: 19 September 2024)

Jafari, N., Falahatkar, B. and Sajjadi, M.M., 2018. Growth performance and plasma metabolites in juvenile Siberian sturgeon *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) subjected to various feeding strategies at different sizes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44:1363-1374. DOI:10.1007/s10695-018-0527-8

Jobling, M., 1982. Some observations on the effects of feeding frequency on the food intake and growth of plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 20:431-444. DOI:10.1111/j.1095-8649.1982.tb03936.x

Jobling, M. and Baardvik, B.M., 1994. The influence of environmental manipulations on inter–and intra–individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology*, 44:1069-1087. DOI:10.1111/j.1095-8649.1982.tb03936.x

Jodum, W.A., 2004. Growth and feed conversion of sub-yearling Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*, at three feeding rates. *Journal of Applied Aquaculture*, 15:141-150. DOI:10.1300/J028v15n03_11

Kelly, J.L. and Arnold, D.E., 1999. Effects of ration and temperature on growth of age-0 Atlantic sturgeon. *North American Journal of Aquaculture*, 61:51-57. DOI:10.1577/1548-8454(1999)061<0051:EORATO>2.0.CO;2

Kouchaki, L. Zakeri, M. Mousavi, S.M. Yavari, V. and Kouchnin. P., 2015. The effects of feeding frequency on growth indicators, nutrition and biochemical compositions of Sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Fisheries, Iranian Natural Resources Journal*, 68(4):615-629. DOI:10.22059/jfisheries.2015.57254 (In Persian)

Luo, L., Li, T., Xing, W., Xue, M., Ma, Z., Jiang, N. and Li, W., 2015. Effects of feeding rates and feeding frequency on the growth performances of juvenile hybrid sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt♀ × *A. baeri* Brandt♂. *Aquaculture*, 448:228-233. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.06.005

Mohseni, M., Pourkazemi, M., Falahatkar, B., Pourali, H.R. and Salehpour, M., 2006a. Effects of feeding rate and frequency on

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso. Journal of Applied Ichthyology*, 22:278-282. DOI:10.1111/j.1439-0426.2007.00968.x

Mohseni, M. Pourkazemi, M. Bahmani, M. Pourali, H, Kazemi, R., and Alizadeh, M., 2006b. The final report of the project to determine the nutritional requirements of Beluga (*Huso huso*) from the larval stage to the market stage. International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Iran. 224 P. (In Persian)

Pourali, H.R. Mohseni, M. Aghtouman, V., and Tavakkoli, M., 1998. The culture of juvenile Beluga (*Huso huso*) with different percentages of formulated concentrate food. First National Sturgeon Symposium, 14-15 December 1998, Ziba Kenar. pp 37-48. (In Persian)

Ruohonen, K. and Grove, D.J., 1996. Gastrointestinal responses of rainbow trout to dry pellet and low-fat herring diets. *Journal of Fish Biology*, 49:501-513. DOI:10.1111/j.1095-8649.1996.tb00045.x

Schnaittacher, G., King, W. and Berlinsky, D.L., 2015. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture Research*, 36: 370-377. DOI:10.1111/j.1365-2109.2005.01218.x

Yazdani Sadati, M.A. Jafari, M. and Khara, H., 2016. The effect of feeding frequency on the growth and biochemical indices of cultured Bastard sturgeon (*Acipenser nudiventris*). *Journal of Oceanography*, 25(7): 87-94. (In Persian)

Zakęś, Z., Kowalska, A., Czerniak, S. and Demska-Zakęś, K., 2006. Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Czech Journal of Animal Science*, 51:85-91. DOI:10.17221/3914-CJAS

Zhao, S., Han, D., Zhu, X., Jin, J., Yang, Y. and Xie, S., 2014. Effects of feeding frequency and dietary protein levels on juvenile allogynogenetic gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) var. CAS III: growth, feed utilization and serum free essential amino acids dynamics. *Aquaculture Research*, 47:290-303. DOI:10.1111/are.12491

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]