



Optimization of Stocking Density for Beluga (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) culture

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Irani A.^{*1} PhD,
Agh N.¹ PhD

How to cite this article

Irani A, Agh N. Optimization of Stocking Density for Beluga (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) culture. Journal of Fisheries Science and Technology. 2019;8(1):15-22.

ABSTRACT

Aims In this research, we investigated the effects of stocking density on growth performance and survival rate of Persian sturgeon and Beluga.

Materials and Methods Stocking densities for treatments 1-5 of Persian sturgeon in stages 1 were 6, 8, 10, 12 and 14 fish/l (initial weight: 116mg) and in stage 2 were 1, 2, 3, 4 and 5 fish/l (initial weight: 2218/6mg). Stocking densities of five months old Beluga juveniles (initial weight: 109.95g) for treatments 1-5 were 80, 100, 120, 140 and 160 fish/m³ in each 250-liter tank respectively.

Findings Growth and feeding parameters were affected as the stocking densities increased in both species. In stage 1 in terms of weight, SGR and food efficiency, treatments 1 and 2 showed significantly higher values ($p < 0.05$) comparing with treatment 5, treatments 4 and 5 and all treatments respectively. In stage 2, there are significant differences amongst the all treatments in terms of weight and SGR except treatments 3 and 4. Food efficiency in treatment 1 was significantly higher ($p < 0.05$) than the rests except treatment 2. In Beluga, there were significant differences amongst all treatments except treatments 3 and 4 in terms of weight, SGR, and food efficiency and the highest values were observed in treatment 1.

Conclusion The best stocking densities for stage 1 and 2 of Persian sturgeon were 8-10 and 1-2 fish/l respectively and for Beluga, juveniles were 80-100 fish/m³.

Keywords Sturgeon; Stocking Density; Growth; Feeding

CITATION LINKS

[1] Present status of fisheries in Iran [2] Comparison of beluga (*Huso huso*) growth rate in brackish and fresh-water [3] Comparison of growth, morphometric and meristic parameters of hybrids produced by crossing between Beluga (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) [4] Effect of stocking density on growth performance of juvenile amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) [5] Impact of higher stocking density of juvenile Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* Mitchill, on fish growth, oxygen consumption, and ammonia excretion [6] Growth of juvenile lake sturgeon reared in tanks at three densities [7] Stocking density in the larviculture of Nile tilapia in saline water [8] Applications of pure oxygen in fish culture [9] A survey of trout fin erosion, water quality, and rearing conditions at state fish hatcheries in Utah [10] Effects of rearing density upon cutthroat trout hematology, hatchery performance, fin erosion, and general health and condition [11] The effects of fry rearing density on hatchery performance, fin condition, and agonistic behavior of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry [12] Raceway density and water flow as factors affecting spring Chinook salmon during rearing and after release [13] Preliminary evidence of sturgeon density and other stressors on manifestation of white sturgeon iridovirus disease [14] Fish hatchery management [15] Growth of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculating aquaculture system [16] Density dependent ambient ammonium as the key factor for optimization of stocking density of common carp in small holding tanks [17] Effect of stocking density on survival and growth of endangered bata, *Labeo bata* (Hamilton-Buchanan) in nursery ponds [18] Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition [19] Fine tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, *Acipenser persicus* and beluga sturgeon, *Huso huso* [20] Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles [21] Cortisol-glucose level and growth changes in response to rearing density in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)

¹Artemia & Aquaculture Institute,
Urmia University, Urmia, Iran

*Correspondence

Address: Artemia & Aquaculture
Institute, Urmia University, Shahid
Beheshti Street, Urmia, Iran. Postal
Code: 5717944514
Phone: +98 (44) 33467097
Fax: +98 (44) 3344029
a.irani@urmia.ac.ir

Article History

Received: December 30, 2017
Accepted: August 31, 2018
ePublished: March 19, 2019

بهینه‌سازی تراکم ذخیره‌سازی در پرورش فیل‌ماهی (*Huso huso*) و تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

عبدالجبار ایرانی* PhD

پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

ناصر آق PhD

پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

اهداف: در مطالعه حاضر، تاثیر تراکم ذخیره‌سازی بر شاخص‌های رشد و بقای تاس‌ماهی ایرانی و فیل‌ماهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: تراکم ذخیره‌سازی در مرحله اول مطالعه تاس‌ماهی ایرانی در تیمارهای ۱ تا ۵ به ترتیب ۰.۸، ۱.۰، ۱.۲ و ۱.۴ عدد در لیتر (وزن اولیه ۱۱۶ میلی‌گرم) و در مرحله دوم به ترتیب ۰.۲، ۰.۳، ۰.۴ و ۰.۵ عدد در لیتر (وزن اولیه ۲۲۱۸/۶ میلی‌گرم) بود. فیل‌ماهی‌های جوان ۵ ماهه (وزن اولیه ۱۰۹/۹۵ گرم) با تراکم‌های ۰.۸، ۱.۰، ۱.۲، ۱.۴ و ۱.۶ عدد در مترمکعب در مخازن ۲۵۰ لیتری ذخیره‌سازی شد.

یافته‌ها: افزایش تراکم ذخیره‌سازی در هر دو گونه بر شاخص‌های رشد و تغذیه تاثیر منفی داشت. در مرحله اول، تیمارهای ۱ و ۲ از نظر وزن نهایی نسبت به تیمار ۵، از نظر رشد ویژه نسبت به تیمارهای ۴ و ۵ و از نظر بازده غذایی نسبت به همه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). در مرحله دوم، از نظر وزن نهایی و رشد ویژه، فقط بین تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف معنی‌دار نبود. بازده غذایی تیمار ۱ به غیر از تیمار ۲ نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود ($p < 0.05$). در فیل‌ماهی از نظر وزن نهایی، رشد ویژه و بازده غذایی فقط بین تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و بیش‌ترین مقدار آنها مربوط به تیمار ۱ بود.

نتیجه‌گیری: در مرحله اول و دوم تاس‌ماهی ایرانی تراکم ذخیره‌سازی ۰.۸-۱.۰ و ۱.۰-۱.۲ عدد در لیتر و در فیل‌ماهی‌های جوان تراکم ذخیره‌سازی ۰.۸-۱.۰ عدد در مترمکعب مناسب بوده است.

کلیدواژه‌ها: ماهیان خاویاری، تراکم ذخیره‌سازی، رشد، تغذیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۹

* نویسنده مسئول: a.irani@urmia.ac.ir

مقدمه

محققین و متخصصین آبزی‌پروری در مناطق مختلف دنیا همواره در تلاش هستند تا علاوه بر بهبود شرایط تکثیر و پرورش گونه‌های تجاری، گونه‌های جدید که استعداد و پتانسیل لازم را دارند شناسایی و به صنعت آبزی‌پروری معرفی نمایند، که این امر موجب رونق این صنعت، سودآوری بیشتر و تولید پایدار می‌شود. برای این که یک گونه آبزی با پتانسیل مناسب از لحاظ رشد، بقا، مقاومت در برابر بیماری‌ها و بازارپسندی به‌طور موفقیت‌آمیزی توسط آبزی‌پروران مورد پرورش قرار گیرد، بایستی بیوتکنیک تکثیر و پرورش آن کاملاً مشخص شود.

ماهیان خاویاری به‌دلیل تولید گوشت و خاویار گران‌قیمت از باارزش‌ترین ماهیان دنیا به‌حساب می‌آیند. ولی ذخایر آنها و به تبع آن، صید این ماهیان در دریای خزر طی سال‌های گذشته به‌شدت کاهش یافته است [1]. به همین دلیل در کنار برنامه‌های بازسازی

ذخایر، پرورش ماهیان خاویاری در شرایط مصنوعی نیز مد نظر قرار گرفته است و بیشتر مطالعات انجام‌شده در این زمینه مربوط به فیل‌ماهی بوده است. پرورش فیل‌ماهی‌های ۴۹/۲ گرمی در آب لب‌شور (۸ گرم در لیتر) و آب شیرین در شرایط یکسان پس از ۷۱ روز نشان داده است که در آب لب‌شور به وزن ۱۹۶/۸ گرم و در آب شیرین به وزن ۱۹۳/۱ گرم رسیده‌اند و ضریب تبدیل غذایی در آنها به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۳۹ بوده است [2]. در مطالعه دیگر پرورش فیل‌ماهی و تاس‌ماهی ایرانی طی دوره ۱۸ ماهه نشان داده است که فیل‌ماهی از ۳/۹۱ گرم به ۹۷۵ گرم و تاس‌ماهی ایرانی از ۵۸/۰ گرم به ۵۳۵ گرم رسیده است [3].

پرورش ماهی در تراکم بالا موجب استفاده بهینه از آب، سطح، امکانات و تجهیزات شده و منجر به افزایش تولید در واحد سطح می‌شود. اما تراکم ذخیره‌سازی بیش از حد می‌تواند کیفیت آب، رفتار، رشد و سلامتی آبزیان پرورشی را تحت تاثیر قرار دهد و درنهایت منجر به کاهش نرخ رشد و تولید می‌شود [4]. بررسی اثرات تراکم ذخیره‌سازی در دو دوره سنی تاس‌ماهی آمور (*Acipenser schrenckii*) نشان داده است که در هر دو دوره با افزایش تراکم، نرخ رشد کاهش و ضریب تبدیل غذایی افزایش یافته است [4]. نتایج مشابه آن در مورد تاس‌ماهی اقیانوس اطلس (*Acipenser oxyrinchus*) به دست آمده است، به‌طوری که پرورش این ماهی در سه تراکم ۰.۲۷، ۰.۴۹ و ۰.۸۰ کیلوگرم در مترمکعب نشان داده که مقادیر نرخ رشد و ضریب تبدیل غذایی در تیمار اول نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته است [5]. افزایش تراکم ذخیره‌سازی تا یک حد معینی تاثیر منفی ندارد، به‌عنوان مثال بررسی رشد تاس‌ماهی دریاچه‌ای در تراکم‌های مختلف (۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ قطعه بچه‌ماهی ۱۰۶ روزه در هر مترمربع) به مدت ۵ هفته نشان داد که از نظر طول و وزن بین هیچ‌کدام از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است [6].

بیشترین خاویاری که در ایران استحصال می‌شود مربوط به تاس‌ماهی ایرانی و باارزش‌ترین خاویار مربوط به فیل‌ماهی است. به همین دلیل این دو گونه در ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. یکی از مهم‌ترین مسائلی که در پرورش متراکم مطرح است تراکم ذخیره‌سازی و مقدار بیوماس در واحد سطح است، زیرا تعداد و توده ماهی در واحد سطح، بسیاری از پارامترهای موثر در تولید و سودآوری از قبیل شاخص‌های رشد و تغذیه، تولید نهایی و نرخ بازماندگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین در تحقیق حاضر بچه‌ماهیان تاس‌ماهی ایرانی از روز هشتم تا چهل و هفتم بعد از شروع تغذیه فعال در دو مرحله ۲۰ روزه و فیل‌ماهیان جوان در یک مرحله ۶۰ روزه با تراکم‌های مختلف پرورش داده شدند و تاثیر تراکم ذخیره‌سازی بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سیستم پرورش تاس‌ماهی ایرانی: لاروهای دارای کیسه زرده تاس‌ماهی ایرانی از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید

داشته باشند. برای تعدیل غذایی و برای بررسی رشد ماهیان، هر پنج روز یک‌بار تعداد ۱۰ قطعه بچه‌ماهی نمونه‌برداری و طول کل، وزن تر و وزن خشک آنها به دست آمد.

فیل‌ماهی و سیستم پرورش آن: فیل‌ماهی‌های ۵ ماهه که در پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری پرورش داده شده بودند، برای اجرای این بخش استفاده شد. میانگین وزن ماهیان استفاده‌شده برای تیمارهای مختلف 109.95 ± 0.15 گرم بود. ماهیان پس از توزین و یکسان‌سازی میانگین وزن هر مخزن، در قالب پنج تیمار و سه تکرار برای هر تیمار، بین مخزن‌های پلی‌اتیلن 300 لیتری دایره‌ای‌شکل (قطر ۸۰ و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر) با حجم آب‌گیری 250 لیتر توزیع شدند. تراکم‌های ذخیره‌سازی در تیمارهای ۱-۵ به‌ترتیب ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ عدد در هر مخزن ($8/8$ ، 11 ، $13/2$ ، $15/4$ و $17/6$ کیلوگرم در مترمکعب) بود. دبی آب برای هر مخزن 5 لیتر در دقیقه بود. طی دوره پرورش مقادیر pH بین $7/4$ تا $7/9$ ، مقادیر اکسیژن محلول بین $7/1$ تا $7/7$ میلی‌گرم در لیتر و درجه حرارت بین $20/8^{\circ}\text{C}$ تا $21/6^{\circ}\text{C}$ متغیر بود. برای غذایی از غذای پرورشی GFT₂ شرکت فرادانه استفاده شد (جدول ۱) و غذایی چهار بار در شبانه‌روز (ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰) انجام شد، به‌گونه‌ای که تا روز ۴۵ با نرخ $2/5\%$ و بعد از آن با نرخ 2% وزن بدن بود. برای مشخص کردن روند رشد و تعدیل مقدار غذایی هر ۱۵ روز یک‌بار ماهیان هر مخزن توزین شدند. در این شرایط ماهیان به‌مدت ۶۰ روز پرورش داده شدند (جدول ۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای سازماندهی داده‌ها و ترسیم نمودارها از برنامه اکسل ۲۰۱۶ و برای بررسی‌های آماری از برنامه SPSS 22 استفاده شد. نوع توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک، همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه میانگین داده‌ها آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه ($p < 0.05$) و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار تست دانکن به کار رفت.

یافته‌ها

تاس‌ماهی ایرانی- مرحله اول: بعد از دوره پرورش ۲۰ روزه، بالاترین مقدار طول کل در بچه‌ماهیان تیمارهای ۱ و ۲ ($74/6$ میلی‌متر) مشاهده شد که نسبت به تیمار ۵ ($68/9 \pm 0.05$ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$). از نظر وزن تر بین تیمارهای ۱-۴ اختلاف آماری وجود نداشت ($p > 0.05$)، ولی وزن تر تیمارهای ۱ و ۲ (به‌ترتیب $1975/1 \pm 155/1$ و $1919/6 \pm 195/1$ میلی‌گرم) نسبت به تیمار ۵ ($1517/8 \pm 71/1$ میلی‌گرم) اختلاف معنی‌داری نشان داد. بالاترین مقدار وزن خشک ($233/1 \pm 283/5$ میلی‌گرم) در بچه‌ماهیان تیمار ۱ مشاهده شد که نسبت به تیمارهای ۳، ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین مقدار وزن خشک ($202/7 \pm 15/2$ میلی‌گرم) متعلق به بچه‌ماهیان تیمار ۵ بود (جدول ۲).

رشد ویژه در تمامی تیمارها بالا بود (بین $12/8 \pm 0.2$ و $14/2 \pm 0.4\%$ در روز) و مقادیر آن با افزایش تراکم ذخیره‌سازی نسبت عکس

مرجانی به پژوهشکده آرتمیا و آبزی‌پروری منتقل و پس از دفع قسمت اعظم ملانین پروپکا، به‌مدت یک هفته با ناپلی آرتمیا با نرخ 30% وزن بدن تغذیه شدند. پس از آن لاروها شمارش و با تراکم‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ عدد در لیتر در قالب پنج تیمار ۱-۵ و سه تکرار برای هر تیمار در مخزن‌های 45 لیتری ($33 \times 31 \times 44$ سانتی‌متر) با حجم آب‌گیری 25 لیتر توزیع شدند. قبل از شروع آزمایش تعداد ۳۰ نمونه زیست‌سنجی شد و طول کل، وزن تر و وزن خشک آنها به دست آمد که مقادیر آنها به‌ترتیب $28/4$ میلی‌متر، 116 و $14/2$ میلی‌گرم بود. برای هر مخزن دبی آب $8/8$ لیتر در دقیقه به همراه هوادهی برقرار شد. طی دوره پرورش اکسیژن محلول بین $7/4$ تا $8/2$ میلی‌گرم در لیتر و درجه‌حرارت بین $20/3$ تا $20/9$ متغیر بود. در شرایط فوق‌الذکر لاروها به‌مدت ۲۰ روز (از روز هشتم تا روز بیست و هفتم بعد از شروع تغذیه فعال) پرورش داده شدند. با پایان یافتن مرحله اول تحقیق، مرحله دوم با میانگین طول کل اولیه $80/1$ میلی‌متر، وزن تر اولیه $2218/6$ و وزن خشک اولیه $333/8$ میلی‌گرم آغاز شد. در این مرحله تراکم در نظر گرفته‌شده برای تیمارهای ۱-۵ به‌ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ عدد در لیتر بود. سایر شرایط مشابه مرحله قبل بود و بچه‌ماهیان به‌مدت ۲۰ روز پرورش داده شدند (از روز بیست‌وهشتم تا روز چهل‌وهفتم بعد از شروع تغذیه فعال).

با شروع دوره آزمایش به‌منظور تغییر غذای زنده به غذای کنسانتره، به‌صورت روزانه 10% از غذای زنده کم و به غذای کنسانتره اضافه شد؛ بنابراین از روز هفدهم به بعد تمامی لاروها به‌صورت 100% غذای کنسانتره دریافت کردند. نرخ غذایی از روز هشتم (بعد از شروع تغذیه) تا روز دوازدهم 20% ، از روز سیزدهم تا هفدهم 15% ، از روز هجدهم تا بیست‌ودوم 10% و از روز بیست‌وسوم تا بیست‌وهفتم 7% وزن بدن بود. با توجه به نرخ غذایی و زی‌توده ماهیان، مقدار ناپلی مورد نیاز محاسبه و پس از شمارش برای هر مخزن در دفعات مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در این مرحله غذای آغازین SFT₀₀ و SFT₀ شرکت فرادانه استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱) نوع و ترکیب شیمیایی غذای استفاده‌شده برای تغذیه تاس‌ماهی ایرانی و فیل‌ماهی

ترکیب شیمیایی	SFT1-SFT2	SFT00-SFT0	GFT2
پروتئین خام	۴۶-۵۰	۵۰-۵۴	۳۸-۴۲
چربی خام	۱۱-۱۵	۱۱-۱۵	۱۳-۱۷
فیبر خام	۱/۵-۳	۱/۵-۳	۲-۴
خاکستر	۹-۱۳	۹-۱۳	۷-۱۱
رطوبت	۵-۱۱	۵-۱۱	۵-۱۱

در مرحله دوم تحقیق، نرخ غذایی از روز بیست‌وهشتم تا روز سی‌وهفتم 6% و از روز سی‌وهشتم تا روز چهل‌وهفتم 5% وزن بدن بود. در این مرحله غذای آغازین SFT₁ و SFT₂ شرکت فرادانه استفاده شد (جدول ۱). در هر دو مرحله دفعات غذایی شش‌بار در شبانه‌روز (ساعات ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۰ و ۲۳) بود. در هر بار غذادهی حدود 20 دقیقه جریان آب و هوادهی قطع می‌شد تا از هدر رفتن غذا جلوگیری شود و ماهیان فرصت کافی برای تغذیه

سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.05$). با افزایش تراکم ذخیره‌سازی بازده غذایی سیر کاهشی ولی ضریب تبدیل غذایی سیر افزایشی داشت (جدول ۳)، به‌طوری که بیشترین مقدار بازده غذایی (1.73 ± 0.06) و کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی (0.58 ± 0.02) در ماهیان تیمار ۱ مشاهده شد که با سایر تیمارها به استثنای تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). طی مرحله دوم تحقیق در هیچ‌کدام از تیمارها تلفات وجود نداشت (جدول ۳).

بررسی روند رشد بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی پرورش داده‌شده با تراکم‌های مختلف در مرحله دوم نشان داد که در اوایل دوره پرورش اختلاف وزن بین تیمارها کم بود، ولی با بزرگ‌تر شدن بچه‌ماهیان، رشد آنها تحت تاثیر تراکم ذخیره‌سازی قرار گرفت (نمودار ۲).

فیل‌ماهی: طی دوره پرورش با رشد ماهیان تاثیر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد ماهیان بیشتر و ملموس‌تر بود (جدول ۴)، به‌گونه‌ای که در روز پانزدهم بین تیمارهای مختلف از نظر وزن بدن اختلاف آماری وجود نداشت ($p > 0.05$). در روز سی‌ام بین تیمارهای ۱ تا ۴ اختلاف آماری مشاهده نشد، ولی ماهیان تمامی این تیمارها نسبت به تیمار ۵ به‌طور معنی‌داری وزن بیشتری داشتند ($p < 0.05$). در روز چهل‌وپنجم وزن ماهیان تیمار ۱ نسبت به تیمارهای ۴ و ۵ و ماهیان تیمار ۲ نسبت به تیمار ۵ اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$).

در پایان دوره پرورش ۲ ماهه، میانگین وزنی ماهیان تیمارها اختلاف قابل توجهی با هم نشان دادند. به‌طوری که بیشترین مقدار آن ($40.3/9.6 \pm 21$ گرم) مربوط به تیمار ۱ بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها داشت. همچنین وزن ماهیان تیمار ۲ به‌طور معنی‌داری از تیمارهای ۳، ۴ و ۵ بیشتر بود ($p < 0.05$). تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف آماری با هم نداشتند، ولی هر دو تیمار فوق نسبت به تیمار ۵ به‌طور معنی‌داری وزن بیشتری داشت (جدول ۴). مقدار تولید در واحد سطح در تیمارهای ۱-۵ به‌ترتیب $3.7/3.8$ ، $3.1/3.2$ ، $2.7/2.8$ و $1.1/4.9$ کیلوگرم در مترمکعب بود.

داشت، به‌طوری که با افزایش تراکم در تیمارهای ۱ تا ۵ مقادیر آن سیر نزولی نشان داد (جدول ۲). رشد ویژه تیمارهای ۱ و ۲ نسبت به تیمارهای ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری نشان داد، ولی تیمار ۳ با هیچ‌کدام از تیمارها اختلاف آماری نداشت. بالاترین مقدار بازده غذایی (2.12 ± 0.18) متعلق به تیمار ۱ و ۲ (به‌ترتیب 2.12 ± 0.18 و 2.10 ± 0.22) بود که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$). بین تیمارهای ۱ و ۲ و نیز بین تیمارهای ۳، ۴ و ۵ اختلاف آماری از این نظر مشاهده نشد. کمترین مقادیر ضریب تبدیل غذایی متعلق به تیمارهای ۱ و ۲ (به‌ترتیب 0.47 ± 0.04 و 0.48 ± 0.05) بود که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. درصد بقای بچه‌ماهیان با افزایش تراکم کم شده است، به‌طوری که بیشترین مقدار آن ($89.8 \pm 1.9\%$) در تیمار ۱ و کمترین مقدار آن ($81.1 \pm 2.3\%$) در تیمار ۵ مشاهده شد (جدول ۱) و فقط تیمار ۵ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است ($p < 0.05$). بررسی روند رشد بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی پرورش داده‌شده با تراکم‌های مختلف در مرحله اول نشان داد که در ده روز نخست دوره پرورش اختلاف چندانی بین تیمارهای مختلف وجود نداشت، ولی بعد از آن به‌تدریج رشد ماهی تحت تاثیر تراکم ذخیره‌سازی قرار گرفت (نمودار ۱).

تاسماهی ایرانی- مرحله دوم: در مرحله دوم نیز با افزایش تراکم ذخیره‌سازی رشد بچه‌ماهیان روند نزولی داشت. بیشترین مقدار طول کل (146.9 ± 1.8 میلی‌متر) که مربوط به بچه‌ماهیان تیمار ۱ بود، نسبت به تیمارهای ۳، ۴ و ۵ اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$) و کمترین مقدار طول کل (127.7 ± 3.8 میلی‌متر) متعلق به بچه‌ماهیان تیمار ۵ بود. از لحاظ وزن تر و وزن خشک فقط بین تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف آماری مشاهده نشد ($p > 0.05$) و بیشترین مقادیر (به‌ترتیب $118.97 \pm 3.56/5$ و $20.59 \pm 6.8/2$ میلی‌گرم) در ماهیان تیمار ۱ مشاهده شد (جدول ۳).

رشد ویژه بچه‌ماهیان تیمارهای مختلف بین 8.39 ± 0.15 و $6.39 \pm 0.39\%$ در روز متغیر بود. بالاترین مقدار آن مربوط به ماهیان تیمار ۱ و پایین‌ترین مقدار آن مربوط به ماهیان تیمار ۵ بود که با

جدول ۲) مقادیر* طول کل (میلی‌متر)، وزن تر و وزن خشک (میلی‌گرم)**، رشد ویژه (% در روز)، بازده غذایی، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بقا بچه‌ماهیان تاسماهی ایرانی در انتهای مرحله اول (از روز هشتم تا روز بیست‌وهفتم بعد از شروع تغذیه فعال)

تیمار	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
طول کل	74.6 ± 2^b	74.6 ± 2^b	71.2 ± 3.9^{ab}	71.1 ± 1.8^{ab}	68.9 ± 0.6^a
وزن تر	197.5 ± 1.55^{1b}	195.1 ± 1.91^{6b}	169.9 ± 3.24^{3ab}	162.0 ± 1.24^{6ab}	151.7 ± 1.71^{1a}
وزن خشک	28.3 ± 2.3^{1c}	26.2 ± 2.8^{5bc}	23.3 ± 1.3^{4ab}	22.3 ± 1.8^{3ab}	20.2 ± 1.5^{2a}
رشد ویژه***	14.2 ± 0.4^b	14.1 ± 0.5^b	13.4 ± 0.7^{ab}	13.2 ± 0.4^a	12.8 ± 0.2^a
بازده غذایی****	2.12 ± 0.18^b	2.10 ± 0.22^b	1.66 ± 0.26^a	1.73 ± 0.14^a	1.61 ± 0.08^a
FCR****	0.47 ± 0.04^a	0.48 ± 0.05^a	0.61 ± 0.09^b	0.58 ± 0.05^b	0.62 ± 0.03^b
درصد بقا	89.8 ± 1.9^b	89.8 ± 1.9^b	86.7 ± 2.4^b	86.3 ± 0.9^b	81.1 ± 2.3^a

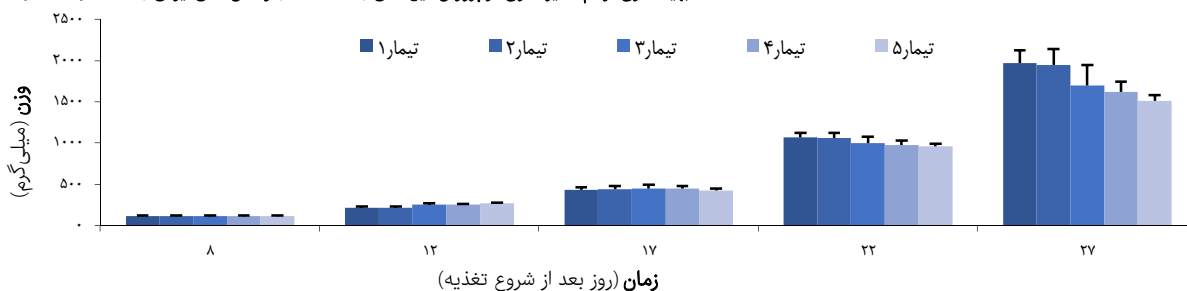
* داده‌ها براساس انحراف معیار $\pm$ میانگین نمایش داده شده‌اند. در هر ردیف حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ است.

** وزن تر: وزن ماهیان توزین‌شده بلافاصله بعد از نمونه‌گیری، وزن خشک: وزن ماهیان توزین‌شده بعد از خشک‌کردن در دمای 60°C در مدت ۲۴ ساعت

*** $SGR = (W_t - W_i) / (W_t - W_i) \times 100$ ، در این فرمول، SGR، رشد ویژه، $\ln W_t$ لگاریتم میانگین وزن نهایی، $\ln W_i$ لگاریتم میانگین وزن اولیه و t طول مدت دوره پرورش برحسب روز است.

**** $FCR = F / (W_t - W_i)$ ، در این فرمول، FCR ضریب تبدیل غذایی، F مقدار غذای مصرف‌شده برحسب گرم و $W_t - W_i$ اختلاف وزن نهایی و اولیه برحسب گرم است. $FE = (W_t - W_i) / F$ ****

در این فرمول، FE بازده غذایی، F مقدار غذای مصرف‌شده بر حسب گرم، W_t وزن نهایی برحسب گرم، W_i وزن اولیه بر حسب گرم است.

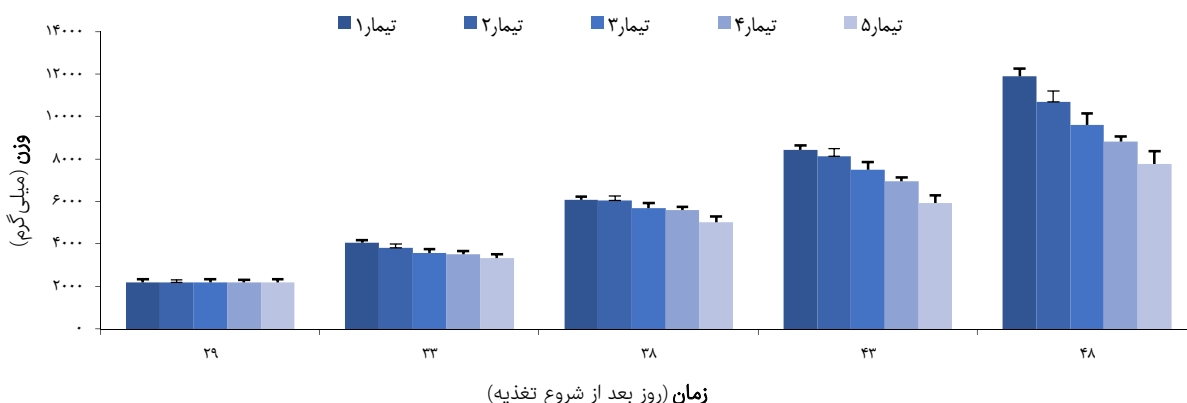


نمودار ۱) رشد بچه‌ماهیان تیمارهای مختلف تاس‌ماهی ایرانی طی مرحله اول پژوهش

جدول ۳) مقادیر طول کل (میلی‌متر)، وزن تر و وزن خشک (میلی‌گرم)، رشد ویژه (درصد در روز)، بازده غذایی، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بقا بچه‌ماهیان تاس‌ماهی ایرانی در انتهای مرحله دوم (از روز بیست‌ونهم تا روز چهل‌وهشتم بعد از شروع تغذیه فعال) *

تیمار	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
طول کل	۱۴۶/۹±۱/۸ ^d	۱۴۱/۹±۳/۵ ^{cd}	۱۳۶/۸±۱ ^{bc}	۱۳۳/۹±۳ ^b	۱۲۷/۷±۳/۸ ^a
وزن تر	۱۱۸۹۷±۳۵۶/۵ ^d	۱۰۷۱۱/۵±۵۱۶/۴ ^c	۹۶۱۰±۵۵۲/۹ ^b	۸۸۲۸/۱±۲۵۶/۷ ^b	۷۷۸۷/۸±۶۰۶/۱ ^a
وزن خشک	۲۰۵۹±۶۸/۲ ^d	۱۸۷۸/۹±۱۱۶ ^c	۱۶۱۲/۴±۸۰/۲ ^b	۱۴۷۶/۷±۴۹/۸ ^b	۱۲۹۲/۹±۱۱۵/۴ ^a
رشد ویژه	۸/۳۹±۰/۱۵ ^d	۷/۸۷±۰/۲۴ ^c	۷/۳۲±۰/۲۸ ^b	۶/۹۰±۰/۱۴ ^b	۶/۲۷±۰/۳۹ ^a
بازده غذایی	۱/۷۳±۰/۰۶ ^d	۱/۵۸±۰/۱ ^{cd}	۱/۴۷±۰/۱۱ ^{bc}	۱/۳۶±۰/۰۵ ^{ab}	۱/۲۶±۰/۱۴ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۰/۵۸±۰/۰۲ ^a	۰/۶۳±۰/۰۴ ^{ab}	۰/۶۸±۰/۰۵ ^{bc}	۰/۷۴±۰/۰۳ ^{cd}	۰/۸±۰/۰۹ ^d
درصد بقا	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* داده‌ها براساس انحراف معیار± میانگین نمایش داده شده‌اند. در هر ردیف حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ است.



نمودار ۲) رشد بچه‌ماهیان تیمارهای مختلف تاس‌ماهی ایرانی طی مرحله دوم پژوهش

جدول ۴) میانگین وزن فیل‌ماهی (گرم) طی دوره پرورش در شرایط تراکم ذخیره‌سازی مختلف *

روز پرورش	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
۱۵	۱۶۵/۹±۲/۹۳ ^a	۱۶۵/۳±۲/۴۷ ^a	۱۶۴±۱/۲۷ ^a	۱۶۲/۵±۱/۵ ^a	۱۶۱/۸±۲/۰۲ ^a
۳۰	۲۴۴/۶±۴/۳۷ ^b	۲۴۳/۲±۳/۰۶ ^b	۲۴۳/۱±۱/۹ ^b	۲۳۸/۸±۴/۰۴ ^b	۲۳۰/۴±۲/۱۵ ^a
۴۵	۳۳۰/۲±۴/۵۹ ^a	۳۲۵/۳±۲۳/۷ ^{ab}	۳۱۶/۹±۱۶/۹ ^{abc}	۲۹۷±۱۴/۸ ^{bc}	۲۸۹/۷±۱۵ ^c
۶۰	۴۰۳/۹±۶/۲۱ ^d	۳۸۳/۷±۳/۷۴ ^c	۳۵۶/۲±۷/۷۴ ^b	۳۵۰/۸±۶/۲۹ ^b	۳۱۸/۹±۱۱/۸ ^a

* داده‌ها براساس انحراف معیار± میانگین نمایش داده شده‌اند. در هر ردیف حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ است.

جدول ۵) مقادیر رشد ویژه (درصد در روز)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، بازده غذایی و درصد بقای فیل‌ماهی‌های پرورش‌یافته تحت تراکم ذخیره‌سازی مختلف *

تیمار	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵
رشد ویژه	۲/۱۷±۰/۰۳ ^d	۲/۰۸±۰/۰۲ ^c	۱/۹۶±۰/۰۳ ^b	۱/۹۳±۰/۰۳ ^b	۱/۷۸±۰/۰۷ ^a
بازده غذایی	۱±۰/۰۲ ^d	۰/۹۳±۰/۰۱ ^c	۰/۸۵±۰/۰۳ ^b	۰/۸۶±۰/۰۲ ^b	۰/۷۶±۰/۰۴ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۱±۰/۰۳ ^a	۱/۰۸±۰/۰۱ ^a	۱/۱۷±۰/۰۴ ^b	۱/۱۶±۰/۰۳ ^b	۱/۳۲±۰/۰۸ ^c
درصد بقا	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* داده‌ها براساس انحراف معیار± میانگین نمایش داده شده‌اند. در هر ردیف حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ است.

در پایان دوره پرورش فیل ماهی، بالاترین مقدار رشد ویژه ($2/17 \pm 0/03$ % در روز) در ماهیان تیمار ۱ و پایین‌ترین مقدار آن در ماهیان تیمار ۵ ($1/78 \pm 0/07$ % در روز) مشاهده شد. از نظر رشد ویژه فقط بین تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ($p > 0/05$). افزایش تراکم ذخیره‌سازی بر ضریب تبدیل غذایی و بازده غذایی نیز تاثیر منفی داشت، به‌طوری که کمترین مقدار ضریب تبدیل غذایی ($1 \pm 0/02$) و بالاترین مقدار بازده غذایی ($1 \pm 0/02$) مربوط به ماهیان تیمار ۱ بود. با افزایش تراکم ذخیره‌سازی مقادیر ضریب تبدیل غذایی روند افزایشی و مقادیر بازده غذایی روند کاهشی داشت (جدول ۵).

بحث

در آبی‌پروری تاثیرگذاری تراکم ذخیره‌سازی بر مصرف اکسیژن، تغذیه، تولید دی‌اکسیدکربن و آمونیاک مورد تایید قرار گرفته است [7, 8]. همچنین تراکم ذخیره‌سازی بر رفتار ماهی و کیفیت محصول از قبیل خوردگی باله‌ها و خراشیدگی روی پوست بدن تاثیر می‌گذارد [9-11]. از طرف دیگر، گزارش شده که در زمان شیوع بیماری، میزان مرگ‌ومیر ماهیان ذخیره‌سازی‌شده با تراکم بالا بیشتر است [12, 13] و بر این اساس برای پیشگیری از شیوع بیماری‌های عفونی در مراکز پرورش ماهیانی مثل آزادماهیان دستورالعمل‌هایی ارائه شده است [14]. بررسی تراکم ذخیره‌سازی در گونه‌های مختلف و در مراحل متفاوت زندگی ماهیان گاهاً نتایج متفاوتی نشان داده است. در بیشتر ماهیان افزایش تراکم ذخیره‌سازی تا یک حد معینی تاثیر منفی بر شاخص‌های رشد و تغذیه ندارد [6, 15] و بعد از آن حد، شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا تحت تاثیر قرار می‌گیرد [16, 17]. اما در برخی گونه‌های ماهیان از قبیل گربه‌ماهی افزایش تراکم ذخیره‌سازی بر رشد آن تاثیر مثبت داشته است [18].

در مرحله اول تحقیق حاضر تمام شاخص‌های بررسی‌شده تحت تاثیر تراکم ذخیره‌سازی قرار گرفته است. افزایش تراکم ذخیره‌سازی تا ۱۲ عدد در لیتر تاثیر معنی‌داری بر طول و وزن تر نداشت و مقادیر رشد ویژه در تراکم‌های بالای ۱۰ عدد در لیتر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از نظر بازده غذایی و ضریب تبدیل غذایی، ۸ عدد در لیتر بهترین تراکم ذخیره‌سازی بود. چون در تراکم‌های بالاتر مقادیر آنها به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفته است. درصد بقای بچه‌ماهیان فقط در تراکم ۱۴ عدد در لیتر اختلاف معنی‌داری نشان داد. درصد بقای نسبتاً بالای بچه ماهیان تاس‌ماهی ایرانی در این مرحله نشان‌دهنده مناسب بودن روش به‌کاررفته برای تغذیه این گونه در مراحل نخست زندگی آن بوده است. این نتایج با یافته‌های آق و همکاران [19] که استراتژی‌های مختلفی را برای تغذیه لارو و بچه‌ماهی تاس‌ماهی ایرانی به کار برده بودند، منطبق است. این محققین گزارش کردند که بالاترین نرخ بقا (حدود ۸۰% بازماندگی در ۲۰ روز نخست بعد از شروع تغذیه فعال) زمانی حاصل می‌شود که لاروهای تازه به تغذیه‌افتاده به مدت یک هفته با ناپلی آرمیا تغذیه شوند، سپس تغییر غذای زنده به کنسانتره به‌صورت روزانه

۱۰% انجام شود. بالاترین نرخ رشد ویژه در تحقیق محققین فوق که لاروها را با تراکم ۱۰ عدد در لیتر ذخیره‌سازی کرده بودند حدود ۱۴% در روز بوده که مشابه نتایج تحقیق حاضر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای چهار هفته نخست زندگی تاس‌ماهی ایرانی تراکم ۸ عدد در لیتر مناسب‌ترین تراکم ذخیره‌سازی این گونه است. ولی در شرایط کمبود فضای پرورش، افزایش تراکم ذخیره‌سازی تا ۱۲ عدد در لیتر چندان تاثیر منفی در رشد و بقای نخواهد گذاشت. در مرحله دوم تحقیق نیز شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهیان تاس‌ماهی ایرانی تحت تاثیر تراکم ذخیره‌سازی قرار گرفت. وزن تر، وزن خشک و رشد ویژه تیمار ۱ (۱ قطعه در لیتر) به‌طور معنی‌داری ($p < 0/05$) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. بازده غذایی و ضریب تبدیل غذایی در تراکم‌های بالاتر از ۲ قطعه در لیتر تحت تاثیر قرار گرفت. برخلاف مرحله اول، در این مرحله تراکم ذخیره‌سازی تاثیری بر نرخ بازماندگی نداشت و در همه تیمارها میزان بازماندگی ۱۰۰% بود. بنابراین به نظر می‌رسد که در این سن (سن ۷-۵ هفتگی) و در دامنه وزنی حدود ۲/۲ تا حدود ۱۲ گرم، تراکم ۱ قطعه در لیتر مناسب‌ترین تراکم ذخیره‌سازی برای پرورش تاس‌ماهی ایرانی در شرایط متراکم باشد. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر طول کل، فاکتورهای تغذیه‌ای و نرخ بازماندگی، تراکم ذخیره‌سازی در شرایط کمبود فضای پرورش تا دوبرابر قابل افزایش است. تراکم ذخیره‌سازی مناسب پیشنهادشده برای تاس‌ماهی دریاچه‌ای در فاصله وزنی حدود ۸ تا ۲۰ گرم کمی بیشتر از تحقیق حاضر بوده است [6]. در تحقیق اشاره‌شده، بچه‌ماهیان حدود ۸ گرمی تاس‌ماهی دریاچه‌ای در تراکم‌های ۰/۲۶، ۰/۵۲ و ۰/۷۸ عدد در لیتر ($2/08$ ، $4/16$ و $6/24$ گرم در لیتر) به مدت ۵ هفته با لارو شیرونومید، آرمیا و کرپل پرورش داده شده‌اند و نتایج نشان داده که از نظر طول و وزن بین هیچ‌کدام از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. در صورتی که در تحقیق حاضر افزایش تراکم ذخیره‌سازی بیشتر از حدود ۴ گرم در لیتر تاثیر منفی بر رشد داشت. این اختلاف احتمالاً مربوط به کم‌تر بودن سن ماهیان در تحقیق حاضر و تا حدودی متفاوت بودن شرایط پرورش و نوع غذا بوده است.

شاخص‌های رشد و تغذیه فیل‌ماهی‌های جوان ۵ ماهه در پایان دوره پرورش دو ماهه در تحقیق حاضر، تحت تاثیر تراکم‌های ذخیره‌سازی مختلف قرار گرفت. به‌طوری که بالاترین مقدار وزن، رشد ویژه و بازده غذایی مربوط به ماهیان تیمار ۱ (ذخیره‌سازی اولیه ۸۰ عدد یا ۸/۸ کیلوگرم در مترمکعب) بود. تاثیر منفی افزایش تراکم ذخیره‌سازی در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است [19]. به‌گونه‌ای که پرورش فیل‌ماهی‌های جوان با میانگین وزن ۹۳/۱۳ گرم به مدت ۵۶ روز با تراکم‌های ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگرم در مترمکعب منجر به تولید نهایی به‌ترتیب ۴، ۵/۶، ۱۱، ۱۴/۵ و ۱۷/۱ کیلوگرم در مترمکعب شده است [20]. در تحقیق حاضر به‌دلیل بالاتر بودن تراکم ذخیره‌سازی اولیه (۸-۱۷/۶ کیلوگرم در مترمکعب)، تولید نهایی تیمارها (به‌ترتیب ۳۱/۳۲، ۳۷/۳۸، ۴۲/۴۲، ۴۹/۱۱ و ۵۱/۰۲ کیلوگرم در مترمکعب) خیلی بیشتر از تولید نهایی به‌دست‌آمده در مطالعه

منابع

- 1- Karimpour M, Harlioglu MM, Khanipour AA, Abdolmalaki Sh, Aksu Ö. Present status of fisheries in Iran. J Fish Sci Com. 2013;7(2):161-77.
- 2- Pourali Fashtami HR, Mohseni M, Alizadeh M. Comparison of beluga (*Huso huso*) growth rate in brackish and fresh-water. Iran Sci Fish J. 2006;15(1):43-50. [Persian]
- 3- Pourkazemi M, Mohseni M, Nurozfashkhami MR, Taheri SA, Chakmehdoz F, Baradaran Noviri S, et al. Comparison of growth, morphometric and meristic parameters of hybrids produced by crossing between Beluga (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Iran Sci Fish J. 2006;15(1):51-64. [Persian]
- 4- Yang DG, Zhu YJ, Luo YP, Zhao JH, Chen JW. Effect of stocking density on growth performance of juvenile amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). J Appl Ichthyol. 2011;27(2):541-4.
- 5- Szczepkowski M, Szczepkowska B, Piotrowska I. Impact of higher stocking density of juvenile Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* Mitchell, on fish growth, oxygen consumption, and ammonia excretion. Arch Pol Fish. 2011;19(2):59-67.
- 6- Fajfer S, Meyers L, Willman G, Carpenter T, Hansen MJ. Growth of juvenile lake sturgeon reared in tanks at three densities. North Am J Aquac. 1999;61(4):331-5.
- 7- Kennedy Luz R, de Souza e Silva W, Filho RM, Santos AEH, Rodrigues LA, Takata R, et al. Stocking density in the larviculture of Nile tilapia in saline water. R. Bras. Zootec. 2012;41(12):2385-9.
- 8- Colt J, Watten B. Applications of pure oxygen in fish culture. Aquac Eng. 1988;7(6):397-441.
- 9- Bosakowski T, Wagner EJ. A survey of trout fin erosion, water quality, and rearing conditions at state fish hatcheries in Utah. J World Aquac Soc. 1994;25(2):308-16.
- 10- Wagner EJ, Jeppsen T, Arndt R, Routledge MD, Bradwisch Q. Effects of rearing density upon cutthroat trout hematology, hatchery performance, fin erosion, and general health and condition. Progress Fish Cult. 1997;59(3):173-87.
- 11- Wagner EJ, Intelmann SS, Routledge MD. The effects of fry rearing density on hatchery performance, fin condition, and agonistic behavior of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry. J World Aquac Soc. 1996;27(3):264-74.
- 12- Banks JL. Raceway density and water flow as factors affecting spring Chinook salmon during rearing and after release. Aquaculture. 1994;119:201-17.
- 13- LaPatra SE, Groff JM, Patterson TL, Shewmaker WD, Casten M, Siple J, et al. Preliminary evidence of sturgeon density and other stressors on manifestation of white sturgeon iridovirus disease. J Appl Aquac. 1996;6(3):51-8.
- 14- Piper RG, McElwain IB, Orme LE, McCraren JP, Fowler LG, Leonard JR. Fish hatchery management. 4th Edition. Washington DC: United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service; 1982.
- 15- Webb Jr KA, Hitzfelder GM, Faulk CK, Holt GJ. Growth of juvenile coho, *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculating aquaculture system. Aquaculture. 2007;264(1-4):223-7.
- 16- Biswas JK, Sarkar D, Chakraborty P, Bhakta JN, Jana BB. Density dependent ambient ammonium as the key factor for optimization of stocking density of common carp in small holding tanks. Aquaculture. 2006;261(3):952-9.

فوق‌الذکر بود، با وجودی که از نظر وزن اولیه و طول دوره پرورش اختلاف چندانی وجود نداشته است. در تحقیق حاضر مقادیر رشد ویژه در تیمارهای مختلف بین ۱۷/۲-۷۸/۱٪ در روز بود، که با مقادیر گزارش‌شده توسط محققین فوق (۶/۲-۱۶/۱٪ در روز) تقریباً مشابه بوده است. مطالعات نشان داده که رشد تاس‌ماهی سیبری با وزن اولیه ۳۴۲ گرم تحت تاثیر تراکم ذخیره‌سازی قرار گرفته است، به‌طوری که میانگین وزن ماهیان نگهداری‌شده در تراکم‌های ۶، ۱۲ و ۱۸ عدد در هر مخزن ۲۵۰ لیتری بعد از دو ماه اختلاف معنی‌داری نشان داده است [21]. بررسی اثرات تراکم ذخیره‌سازی در دو دوره سنی تاس‌ماهی آمور (*Acipenser schrenckii*) نشان داده است که در هر دو دوره با افزایش تراکم، نرخ رشد کاهش و ضریب تبدیل غذایی افزایش یافته است [4]. نتایج مشابه آن در مورد تاس‌ماهی اقیانوس اطلس به دست آمده است، به‌طوری که پرورش این ماهی در سه تراکم ۱/۲۷، ۲/۴۹ و ۳/۸۰ کیلوگرم در مترمکعب نشان داده که مقادیر نرخ رشد و ضریب تبدیل غذایی در تیمار اول نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته است [5].

نتیجه‌گیری

برای چهار هفته نخست زندگی تاس‌ماهی ایرانی تراکم ۸ عدد در لیتر مناسب‌ترین تراکم ذخیره‌سازی این گونه است ولی در شرایط کمبود فضای پرورش، افزایش تراکم ذخیره‌سازی تا ۱۲ قطعه در لیتر بر رشد و بقا چندان تاثیر منفی نخواهد گذاشت. در سن ۷-۵ هفته‌گی و در دامنه وزنی حدود ۲/۲ تا حدود ۱۲ گرم، تراکم ۱ قطعه در لیتر مناسب‌ترین تراکم ذخیره‌سازی برای پرورش تاس‌ماهی ایرانی در شرایط مترکم است. ولی تراکم ذخیره‌سازی در شرایط کمبود فضای پرورش تا دوبرابر قابل افزایش است. پرورش فیل‌ماهی با تراکم ذخیره‌سازی اولیه تا ۱۵/۴ کیلوگرم در مترمکعب به مدت حداکثر یک ماه (تولید نهایی ۳۳/۴۳ کیلوگرم در مترمکعب) تاثیر منفی بر رشد نمی‌گذارد، ولی بعد از این مدت رشد ماهیان کاهش می‌یابد. با تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در پرورش فیل‌ماهی‌های جوان زیر یک سال برای داشتن حداکثر رشد و بازده غذایی، بیوماس ماهیان در حوضچه‌های پرورشی نباید از حدود ۳۵-۳۰ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یابد.

تشکر و قدردانی: از همکاری مسئولان مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی و پرسنل پژوهشکده آرتیمیا و آبی‌پروری دانشگاه ارومیه سپاس‌گزاری می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان این تحقیق وجود ندارد.

سهم نویسندگان: عبدالجبار ایرانی (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی/تحلیلگر آماری (۶۰٪)، ناصر آق (نویسنده دوم)، پژوهشگر اصلی/روش‌شناس/نگارنده بحث (۴۰٪)

منابع مالی: این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده آرتیمیا و آبی‌پروری دانشگاه ارومیه اجرا شده است.

tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon, *Acipenser persicus* and beluga sturgeon, *Huso huso*. *Aquac Res.* 2011;44(3):1-10.

20- Rafatnezhad S, Falahatkar B, Tolouei Gilani MH. Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *Aquac Res.* 2008;39(14):1506-13.

21- Hasanlipour AR, Eagderi SM, Bahmani M, Poorbagher H. Cortisol-glucose level and growth changes in response to rearing density in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). *J Util Cultiv Aquat.* 2012;1(4):13-27.

17- Chakraborty BK, Mirza MJ. Effect of stocking density on survival and growth of endangered bata, *Labeo bata* (Hamilton-Buchanan) in nursery ponds. *Aquaculture.* 2007;265(1-4):156-62.

18- Toko I, Fiogbe ED, Koukpode B, Kestemont P. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition. *Aquaculture.* 2007;262(1):65-72.

19- Agh N, Noori F, Irani A, Van Stappen, Sorgeloos P. Fine