دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره ششم، شماره اول، بهار ۹۷
http://jair.gonbad.ac.ir

بررسی تأثیر تراکم در رشد و زنده‌مانی بچه‌ماهی سفید *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901) در پرورش با آب دریای خزر

علیرضا ولی‌پور[1*]، حسن مقصودیه کهن[2]

[1] استادیارموسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

[2] کارشناس موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۴/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۲

چکیده

ماهی سفید (*R. kutum*) یکی از مهمترین و شناخته شده‌ترین ماهیان استخوانی در سواحیل ایرانی دریای خزر می‌باشد. در تحقیق حاضر دو تراکم مختلف بچه ماهی سفید شامل ۲۶ و ۴۰ عدد در مترمکعب مورد بررسی قرار گرفتند. پرورش بچه ماهیان با وزن اولیه ۱,۰۰۴ ± ۱۷,۴۹ گرم در حوضچه‌های مدور ۳ مترمکعبی بتونی در ۱۰ هفته انجام گرفت. حوضچه‌های بتونی مجهز به جریان آب ورودی (۰,۱۵ لیتر در ثانیه) و هوادهی دائمی بودند. وزن نهایی ماهیان پرورشی در پایان دوره آزمایش در تیمار اول و دوم به‌ترتیب به ۱,۴۳±۳۸,۱ و ۱,۳۹±۳۴,۱ گرم رسید. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش تراکم در حوضچه‌های بتونی از میزان شاخص‌های رشد شامل افزایش طول بدن، افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و نسبت کارآیی پروتئین کاهش یافته و بر ضریب تبدیل غذایی افزوده شد و تفاوت بین آن‌ها در تراکم‌های مورد بررسی معنی‌دار نشان داد. میزان زنده‌مانی در بچه‌ماهیان پرورشی با تراکم پائین‌تر بیشتر از تراکم بالاتر بوده و اختلاف آن‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود. بنابراین برای پرورش ماهی سفید در استخرهای بتونی با آب دریای خزر استفاده از تراکم ۲۶ عدد در مترمربع مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی : ***R. kutum*، تراکم، پرورش، رشد، زنده‌مانی ، دریای خزر**

*نویسنده مسئول: valipour40@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

مقدمه

ماهی سفید (*R. kutum*) از خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) یکی از مهمترین ماهیان اقتصادی سواحل ایرانی دریای خزر بوده و جزء پرطرفدارترین ماهیان مصرفی نزد صیادان، ساحل نشینان و سایر مردم کشور می‌باشد. ماهی سفید گونه‌ای مهاجر بوده و دوران تغذیه و رشد خود را در دریای خزر سپری می‌نماید (Valipour and Khanipour, 2010).

اگرچه تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان در رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در سال‌های اخیر باعث بهبود نسبی ذخایر ماهی سفید شده، ولی به‌دلیل محبوبیت آن نزد مصرف‌کنندگان این میزان تولید پاسخگوی تقاضای زیاد در کشور نبوده به‌طوری که از قیمت بالایی برخوردار می‌باشد. لذا با افزایش تولید ماهی سفید از طریق پرورش مصنوعی امکان عرضه بیشتر آن در کشور و بالا رفتن مصرف سرانه این آبزی با ارزش فراهم خواهد شد.

تراکم ذخیره یکی از مهمترین متغیرها در آبزی‌پروری است زیرا به‌طور مستقیم بر زنده‌مانی، رشد، رفتار، سلامتی، کیفیت آب، تغذیه و تولید آبزیان تأثیر دارد (Gonçalves de Oliveira *et al.*, 2012). افزایش تراکم ذخیره ناشی از استرس (Leatherland and Cho, 1985) همراه با افزایش نیازهای انرژی سبب کاهش در رشد و بهره‌وری از غذا می‌گردد (Hengsawat *et al.*, 1997). تراکم ذخیره مطلوب برای گونه‌های مختلف آبزیان و مراحل تولید به‌منظور مدیریت بهینه، حداکثر تولید و سودبخشی نیاز به ارزیابی دارد (Rowland *et al.*, 2006). تراکم مناسب بایستی در حدی باشد که ماهی نیازهای خود را تأمین نموده و اقتصاد تولید نیز مقرون به صرفه باشد (Holm *et al.*, 1990; Kuipers and Summerfelt, 1994). همچنین تعداد ماهی دراستخر بایستی متناسب با آب ورودی، مقدار اکسیژن محلول و کیفیت آب باشد. تحقیقات قابل توجهی در دهه‌های اخیر بر رشد ماهیان انجام شده و نشان دادند که تراکم بر بقاء و رشد ماهیان مؤثر است (Narejo *et al.*, 2010 ;Narejo *et al.*, 2005; Alam *et al.*, 2001).

به نقل از فضایی و همکاران (Fazaei *et al.*, 2012) جهت پیشگیری از خسارت‌های اقتصادی و تأثیر نامطلوبی که احتمالاً شرایط محیطی در اثر تراکم بالای ماهیان بر ساختار فیزیولوژیکی ماهی وارد می‌سازد، نیاز به مدیریت علمی، کنترل کیفی آب و جلوگیری از بروز بیماری‌ها و مقاومت در برابر آنها از طریق تقویت مکانیزم دفاعی بدن دارد (Barton and Jwama, 1991).

بنابراین نظر به اهداف شیلات ایران در راستای افزایش تنوع گونه‌ای آبزیان پرورشی و باتوجه به امکانات موجود در سیستم‌های مختلف آبزی‌پروری در کشور، پرورش ماهی سفید می‌تواند به‌عنوان یک گونه جدید و استراتژیک از اولویت‌های صنعت آبزی‌پروری در کشور قرار گیرد. در این تحقیق سعی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

شده است که وضعیت رشد ماهی سفید و تأثیر تراکم بر پرورش ماهی سفید در روش تک گونه‌ای در استخرهای بتونی با آب دریای خزر مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پرورش مقدماتی بچه‌ماهیان: در ابتدا بچه ماهیان ۰/۰۴۶± ۱ گرمی از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان شهید انصاری رشت تهیه و به‌منظور رسیدن به اوزان بالاتر در استخرهای خاکی ایستگاه تحقیقات شیلاتی سفیدرود واقع در آستانه اشرفیه نگهداری شدند. بچه‌ماهیان روزانه در حد سیری با غذای استارتر ماهی قزل آلا شرکت ۲۱ بیضاء مورد تغذیه قرار گرفتند.

تیمارهای آزمایشی: برای انجام تحقیق بچه‌ماهیان به میانگین طول ۱/۰۰۴ ± ۱۲/۲۲سانتی‌متر و میانگین وزن ۱/۰۰۴ ± ۱۷/۴۹ گرم مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق ۲ تیمار شامل ۲ تراکم مختلف پرورشی مورد مقایسه قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل تراکم‌های ۲۶ و ۴۰ عدد ماهی در متر مکعب بوده که با توجه به ابعاد حوضچه‌های بتونی پرورشی (حدود ۳ مترمکعب) به‌ترتیب ۷۸ و ۱۲۰ عدد ماهی در هر حوضچه پرورش داده شد. برای هر تیمار نیز ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

سیستم پرورشی: منبع تامین آب برای پرورش دریای خزر بوده که از طریق پمپاژ از عمق ۳ تا ۴ متری دریا ابتدا به حوضچه رسوب‌گیر و سپس به مخزن آبی در ارتفاع حدود ۸ متری انتقال یافت. پس از آن جریان آب دائمی به صورت ثقلی به حوضچه‌های پرورشی هدایت شده همچنین تمامی حوضچه‌ها مجهز به هوادهی دائمی بودند.

تغذیه و غذادهی: برای تغذیه بچه‌ماهیان از غذای اکسترود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شرکت ۲۱ بیضاء استفاده شد. غذای مورد استفاده از نوع جیره غذایی Ex-TG1 و Ex-TG2 ماهی قزل‌آلا با ۴۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی بوده که آنالیز تقریبی آن در جدول ۱ ارائه شده است. غذادهی ۳ بار در روز و در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۶ انجام شده و میزان غذادهی ۳ درصد وزن بدن و زی‌توده موجود بود.

جدول ۱- آنالیز تقریبی جیره غذایی مورد استفاده برای پرورش بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) (شرکت ۲۱ بیضاء)

نوع خوراک	علامت اختصاری	قطرخوراک (mm)	وزن ماهی	پروتئین خام (٪)	چربی خام (٪)	انرژی قابل هضم Kcal/Kg	فیبر خام (٪)	فسفر قابل جذب(٪)	رطوبت (٪)
رشد دو	Ex-TG2	۳/۲-۳/۴	۲۵-۷۵	۴۴	۱۴/۵	۴۳۰۰	۲/۲	۰/۸	۱۰

زیست‌سنجی و محاسبه شاخص‌های زیستی: هر ۳۰ روز در میان ۲۵ درصد ماهیان پرورشی زیست‌سنجی شده و وزن و طول کل آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای جلوگیری از استرس ناشی از زیست-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

سنجی، بچه‌ماهیان در هر مرحله با استفاده از گل میخک محلول در آب بیهوش شدند. برای سنجش رشد از شاخص‌های مختلف شامل افزایش طول بدن، افزایش وزن (WG) ، ضریب رشد ویژه (SGR)، نسبت تبدیل غذایی (FCR)، ضریب کارآیی پروتئین (PER)، ضریب کارآیی غذا (FER) و ضریب چاقی (CF) به شرح زیر استفاده شد.

- درصد افزایش طول بدن (Percent Length Gain) (Tacon, 1990):

PLG= 100× طول اولیه بدن/ طول اولیه بدن - طول نهایی بدن

- درصد افزایش وزن بدن (Percent Weight Gain) (Tacon, 1990):

PWG= 100× وزن اولیه بدن (گرم)/ وزن اولیه بدن(گرم) -وزن نهایی بدن(گرم)

- نرخ رشد ویژه (Specific Growth Rate) (Tacon, 1990):

SGR: ۱۰۰ ×تعداد روزهای /(لگاریتم نپر وزن اولیه بدن (گرم) - لگاریتم نپر وزن نهایی بدن (گرم))
پرورش

- میانگین افزایش وزن روزانه(Mean Day Weight Gain) (Tacon, 1990):

MDWG= تعداد روزهای آزمایش/ وزن اولیه بدن(گرم) -وزن نهایی بدن (گرم)

- ضریب تبدیل غذا (Food Conversion Ratio) (Lin *et al.*,1997)

FCR = میزان افزایش وزن (g) / میزان غذای مصرف شده (g)

- فاکتور وضعیت یا چاقی (Ribeiro *et al.*, 2004)

$$K=\frac{\text{وزن نهایی ماهی‌ان در انتهای پرورش(g)}}{\text{(طول نهایی ماهی‌ان در انتهای دوره پرورش(mm))}^3}\times 100000$$

- ضریب کارآیی پروتئین (Tacon, 1990)

PER = افزایش وزن (g) / پروتئین مصرفی (g)

- میزان درصد زنده مانی بچه ماهیان آزمایشی نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید.

$$SR=\frac{\text{تعداد ماهی‌ان در انتهای دوره پرورش}}{\text{تعداد ماهی‌ان در ابتدای دوره پرورش}}\times 100$$

محاسبه شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب: عوامل شیمیایی آب شامل هدایت الکتریکی، فسفات محلول، ازت نیتریت، ازت آمونیم ، ازت آمونیاک برای سنجش کیفیت آب حوضچه‌های پرورشی با استفاده از روش AOAC(2010) مورد اندازه‌گیری گردید. pH و دمای آب توسط دستگاه pH متر WTW و دمای هوا با دماسنج جیوه‌ای تعیین شدند.

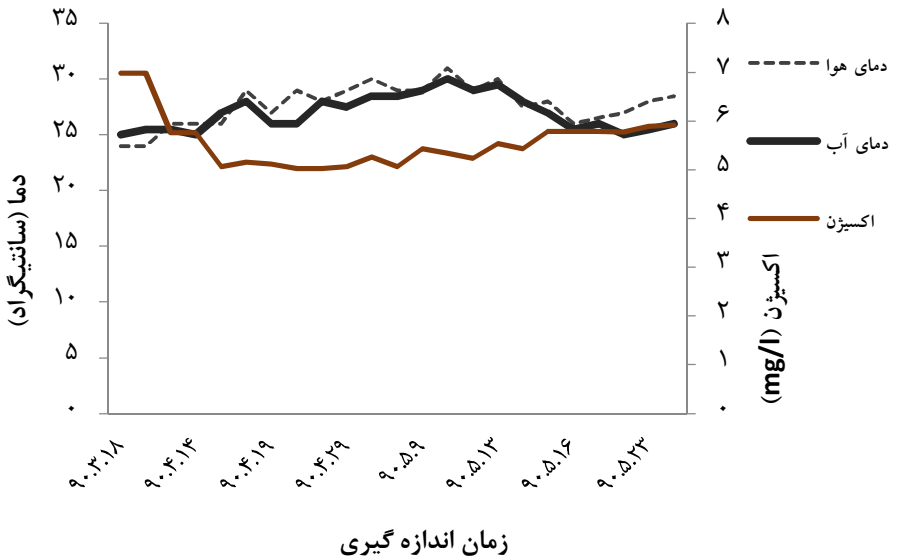
تجزیه و تحلیل آماری: جهت تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این تحقیق ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد سنجش قرار گرفته و باتوجه به نرمال بودن داده‌ها برای

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

مقایسه میانگین‌ها از آزمون پارامتریک استفاده گردید. از آزمون ANOVA یک‌طرفه برای بررسی معنی‌داری تفاوت بین تیمارها و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده شد. نمودارها توسط EXCEL-2013 تهیه شده و تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق SPSS-17 انجام گردید.

مواد و روش‌ها

شرایط فیزیکی و شیمیایی آب در سیستم پرورشی: تغییرات میزان دمای هوا، آب و اکسیژن محلول در طول دوره پرورش در استخر خاکی و حوضچه‌های آزمایشی در شکل ۱ نشان داده شد. حداقل، حداکثر و میانگین دمای آب به‌ترتیب ۱۸ ، ۳۰ و ۲۵/۳±۳/۲۷ درجه سانتی‌گراد و این مقادیر از نظر اکسیژن محلول به‌ترتیب ۵/۰۲ ، ۷/۸۸ و ۶/۱۷±۱/۰۷ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. میزان عوامل شیمیایی آب حوضچه‌های پرورش بچه‌ماهی سفید با آب دریای خزر در جدول ۲ نشان داده شده است. عوامل مورد اشاره در حوضچه‌های مختلف تغییرات چندانی نداشته و یکسان بودند. به علاوه مقادیر آنها به‌واسطه آب رسانی و هوادهی دائمی مطلوب بود، به‌طوری‌که میانگین ازت نیتریت و ازت آمونیاکی به‌ترتیب ۰/۰۰۳±۰/۰۲ و ۰/۰۱±۰/۰۷ میلی‌گرم در لیتر در تیمار ۱ و ۰/۰۰۴±۰/۰۱ و ۰/۰۰۵±۰/۰۷ میلی‌گرم در لیتر در تیمار ۲ اندازه‌گیری شد. میانگین هدایت الکتریکی آب دریا حدود ۱۷ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بود.



شکل ۱ - تغییرات میزان دمای هوا، آب و اکسیژن محلول در طول دوره پرورش بچه‌ماهی ماهی سفید (*R. kutum*)

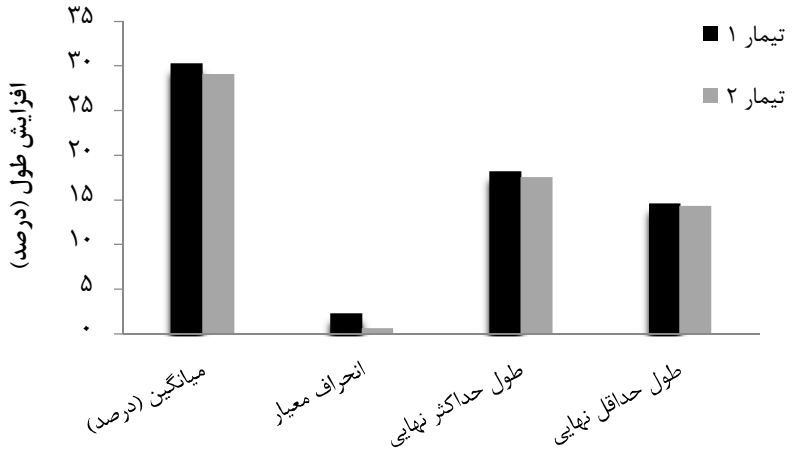
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

جدول ۲- میزان عوامل فیزیکی و شیمیایی آب حوضچه‌های پرورشی ماهی سفید (*R. kutum*) با آب دریای خزر

تیمار	تیمار ۱			تیمار ۲		
	میانگین*	حداقل	حداکثر	میانگین*	حداقل	حداکثر
هدایت الکتریکی(ms/cm)	۰/۰۸±۱۷/۰۱	۱۶/۹۵	۱۷/۱۰	۰/۰۳±۱۶/۹۵	۱۶/۹۳	۱۶/۹۸
pH	۰/۰۱±۸/۰۱	۸/۰۰	۸/۰۲	۰/۱۷±۸/۰۲	۷/۸۸	۸/۲۱
فسفات‌محلول (mg/l)	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵
ازت نیتریت (mg/l)	۰/۰۰۳±۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۴±۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲
ازت آمونیم (mg/l)	۰/۱۰±۱/۲۷	۱/۱۸	۱/۳۷	۰/۰۸±۱/۱۹	۱/۱۲	۱/۲۸
ازت مونیاک (mg/l)	۰/۰۱±۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۰۵±۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶

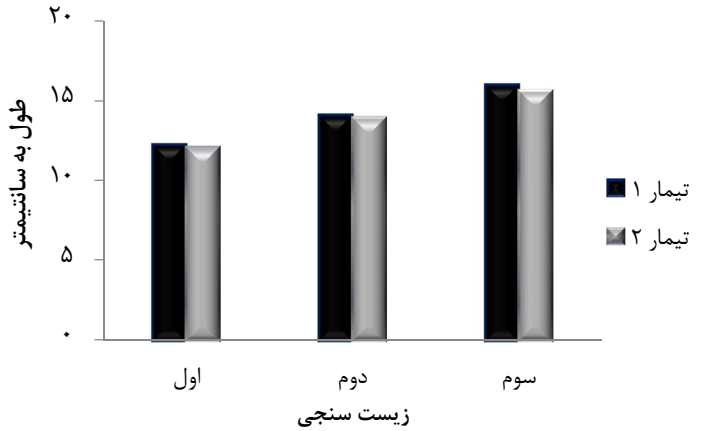
* میانگین ± SD

طول بدن: چنانچه در شکل ۲ نشان داده شد میانگین درصد افزایش طول در تیمار ۱ به میزان ۳۰/۲۸±۲/۴۶ درصد بیشتر از تیمار ۲ با مقدار ۰/۶۸ ± ۲۹/۱ درصد بوده ولی تفاوت معنی‌داری (p>۰/۰۵) بین تیمارهای آزمایشی از نظر افزایش طول ملاحظه نشد. حداکثر طول بچه ماهیان در انتهای دوره پرورش در تیمار ۱ معادل ۱۸/۳ و در تیمار ۲ برابر ۱۷/۷۵ سانتی‌متر و حداقل آن نیز به‌ترتیب در تیمارهای آزمایشی ۱۴/۷ و ۱۴/۳۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. بررسی میزان افزایش طول در مراحل مختلف زیست‌سنجی بیانگر آن است که به‌تدریج بر طول بچه‌ماهیان افزوده شده و در تمامی مراحل تیمار ۱ بیشتر از تیمار ۲ بوده، اگرچه در طول دوره نیز تفاوت معنی‌داری (p>۰/۰۵) بین تیمارها از نظر افزایش طول مشاهده نگردید (شکل ۳) (داده‌ها براساس انحراف معیار ± میانگین).



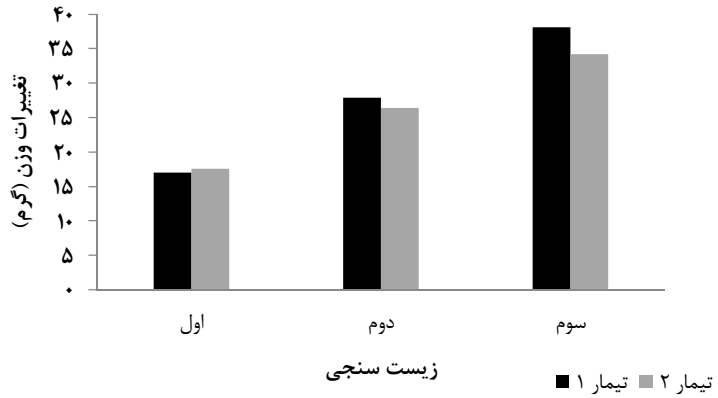
شکل ۲- میانگین درصد افزایش طول بدن در تراکم‌های مختلف بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) در ۱۰ هفته پرورش

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]



شکل ۳- میانگین درصد افزایش طول بدن در مراحل زیست‌سنجی بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) در ۱۰ هفته پرورش

افزایش وزن: نتایج داده‌های حاصل نشان داد که با افزایش تراکم میزان افزایش وزن بچه‌ماهی سفید پرورشی با آب دریای خزر کاهش یافت، به‌طوری‌که از ۱۲۴ درصد در تیمار ۱ به ۹۴ درصد در تیمار ۲ رسیده و تفاوت معنی‌دارای ($p<۰/۰۵$) در تیمارهای آزمایشی ملاحظه گردید (جدول ۳). در طول ۷۵ روز پرورش نیز در زیست‌سنجی‌های انجام شده از اولین تا آخرین مرحله زیست‌سنجی به‌تدریج بر میزان وزن افزوده شده (شکل ۴) ولی به‌طور نسبی از میزان افزایش وزن کاسته شد.



شکل ۴- میانگین وزن بدن (گرم) بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) در مراحل مختلف زیست سنجی در ۱۰ هفته پرورش

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

جدول ۳- وزن اولیه، وزن نهایی، افزایش وزن، میانگین رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی، مصرف غذای روزانه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب کارآیی پروتئین و زنده مانی بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) پرورش یافته در دو تراکم مختلف با آب دریای خزر در ۱۰ هفته

تیمار	۲۶ ماهی در m^3	۴۰ ماهی در m^3	ANOVA
وزن اولیه (گرم)	۱۷/۰±۰/۰۷	۱۷/۵۹±۰/۳۲	۰/۷۲
وزن نهایی (گرم)	۳۸/۰۶±۱/۴۳	۳۴/۱۵±۱/۳۹	۰/۲۱
افزایش وزن (٪)	^{a}۱۲۳/۹۰±۷/۸۲	^{b}۹۴/۰۳±۴/۴۳	۰/۰۰۵
میانگین رشد روزانه	^{a}۰/۳۲±۰/۰۲	^{b}۰/۲۵±۰/۰۲	۰/۰۱۱
ضریب رشد ویژه (٪)	^{a}۱/۲۴±۰/۰۵	^{b}۱/۰۲±۰/۰۴	۰/۰۰۴
ضریب چاقی (٪)	۰/۹۲±۰/۰۲	۰/۸۹±۰/۰۵۲	۰/۳۷۷
مصرف غذای روزانه	۳/۶۰±۰/۱۷	۵/۰۸±۰/۸۸	۰/۰۴۶
ضریب تبدیل غذایی	^{b}۲/۲۸±۰/۱۷	^{a}۳/۶۸±۰/۷۳	۰/۰۳۲
ضریب کارآیی پروتئین	^{a}۵/۷۶±۰/۴۱	^{b}۳/۵۱±۰/۵۸	۰/۰۰۵
زنده مانی (٪)	۸۸/۷۵±۹/۹۲	۷۶/۹۲±۲۰/۵۳	۰/۴۲

ضریب رشد ویژه: تغییرات میزان ضریب رشد ویژه مطابق با افزایش وزن بود. میانگین SGR در تیمار ۱ (معادل ۱/۲۴) بیشتر از تیمار ۲ (معادل ۱/۰۲) آزمایشی برآورد گردید و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ($p<0/05$) (جدول ۳).

ضریب چاقی: تغییرات میزان ضریب چاقی تابعی از افزایش وزن بوده و با افزایش تراکم پرورش از میزان آن کاسته شد، به‌طوری‌که در تیمار ۱ به میزان ۰/۹۲ و در تیمار ۲ به مقدار ۰/۸۹ درصد بوده ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت ($p>0/05$) (جدول ۳).

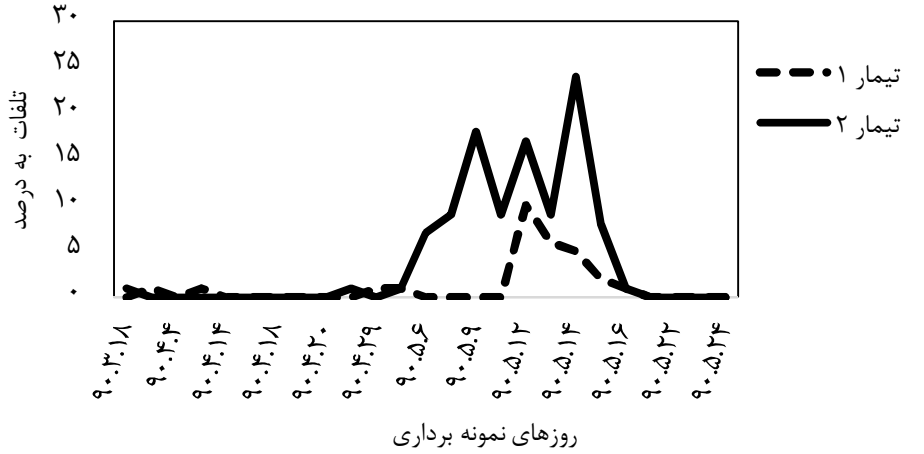
مصرف غذای روزانه (DFC): میزان DFC در طول دوره پرورشی نشان داد که مصرف روزانه غذا در تیمار آزمایشی ۱ با تراکم کمتر بچه‌ماهیان، کمتر از تیمار ۲ با تراکم بیشتر بوده و تفاوت تیمارها از این نظر معنی‌دار بود ($p<0.05$) (جدول ۳).

ضریب تبدیل غذایی (FCR): میزان تغییرات FCR در جدول ۳ نشان داده شد. چنانچه ملاحظه می‌گردد ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱ کمتر از تیمار ۲ بوده و به‌ترتیب ۶/۸۳ و ۱۱ اندازه‌گیری شد. از نظر آماری نیز تفاوت بین تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود ($p<0/05$).

شاخص کارآیی پروتئین: میزان کارآیی پروتئین بچه‌ماهیان پرورش داده شده با تراکم کمتر (تیمار ۱) بهتر از بچه‌ماهیان پرورشی با تراکم بالاتر (تیمار ۲) بود که تابعی از شاخص‌های رشد نشان دادند. به‌علاوه از نظر آماری تفاوت بین تیمارهای مورد بررسی با ۹۵٪ اطمینان معنی‌دار بود (جدول ۳).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

درصد زنده‌مانی: میزان تغییرات درصد زنده‌مانی بچه‌ماهیان در تیمارهای آزمایشی همانند شاخص‌های رشد بود، به‌طوری‌که تیمار۱ با ۸۸/۷۵ درصد بیشتر از تیمار ۲ با ۷۶/۹۲ درصد بود، ولی تفاوت بین تیمارهای آزمایشی با یکدیگر از نظر درصد زنده‌مانی معنی‌دار نبود ($p>0/05$) (جدول ۳). میزان تلفات در طول دوره تابعی از تغییرات دمایی نشان داد. با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بر میزان تلفات افزوده شد ولی تیمار ۲ تلفات بالاتری نسبت به تیمار ۱ داشت. بیشترین تلفات از نظر زمانی در اواسط مرداد صورت گرفته و با کاهش دمای آب از اوایل شهریور تلفاتی ملاحظه نگردید (شکل ۵).



شکل ۵- تلفات بچه‌ماهی سفید (*R. kutum*) در تراکم‌های مختلف در دوره پرورش

بحث و نتیجه‌گیری

چنانچه داده‌های این تحقیق نشان داد از نظر عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، وضعیت حوضچه‌های پرورشی مناسب بوده و در دامنه استاندارد برای پرورش ماهیان در استخرهای پرورشی قرار داشت (Boyd, 1982). با افزایش دمای آب به بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد میزان غذاگیری بچه‌ماهیان با کاهشی همراه بود. البته سیستم پرورشی مجهز به جریان آب و هوای دائمی بوده و از ثبات اکسیژنی مناسبی برخوردار بودند.

نتایج به‌دست‌آمده دراین تحقیق نشان داد که به‌طورکلی با افزایش تراکم در حوضچه‌های بتونی پرورشی از میزان شاخص‌های تغذیه‌ای کاسته شده و بر میزان تلفات افزوده گردید. رابطه شاخص افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی عکس یکدیگر بوده و در واقع با افزایش تراکم علی‌رغم مصرف غذای بیشتر رشد کمتری حاصل شد. از طرفی کاهش ضریب کارآیی غذا و پروتئین با افزایش تراکم

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

بچه‌ماهیان در حوضچه‌های پرورشی دلیلی بر کاهش رشد و وزن بوده که عوامل متعددی می‌توانند در این زمینه تأثیرگذار باشند.

به‌طورکلی تراکم می‌تواند به‌عنوان عامل ایجاد استرس باعث اثرات ثانویه بر کاهش وزن (Rowland *et al*., 2006; Irwin *et al*., 1999) یا فاکتور باز دارنده رشد (Meloti *et al*., 2004) در ماهیان به‌ویژه گونه‌های گوشتخوار باشد. بدیهی است که باتوجه به نیازهای فیزیولوژیک ماهیان افزایش وزن و میزان تراکم بر شاخص‌های رشد، تغذیه و پارامترهای خونی تأثیرگذار خواهد بود (Abdelghany and Ahmad, 2002). در مطالعات انجام شده توسط واگنر (Wagner, 1997) مشخص گردید که درصد تلفات بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در تراکم‌های پایین (۱۸۹۰ عدد در متر مکعب) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم بالا (۳۷۸۰ عدد در متر مکعب) بود. همچنین پرورش لارو تاسماهی آتلانتیک در تراکم‌های ۲/۲۲ – ۰/۳۷ گرم در لیتر برای مدت ۳۰ روز نشان داد که افزایش تراکم رابطه معکوس با بازماندگی و رشد دارد. در حالی‌که پرورش این گونه برای مدت ۵ هفته در تراکم‌های ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ عدد ماهی در مترمربع (۱/۳، ۲/۵ و ۳/۷۵ کیلو گرم در مترمربع) اختلاف معنی‌داری در وزن و طول نشان نداد (Jodun *et al*., 2002). در تحقیق حاضر نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. به‌طوری‌که میزان زنده‌مانی در حوضچه‌های پرورشی با تراکم پائین‌تر (۸۸/۸ ٪) بیشتر از حوضچه‌های با تراکم بالاتر (۷۷ ٪) بود.

در تحقیقات انجام شده بر روی ماهی گوشتخوار *Arapaima gigas* شاخص‌های رشد در تراکم ذخیره ۱۰ ماهی در مترمکعب به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ۱۲/۵ در مترمکعب بود (Gonçalves de Oliveira *et al*., 2012). در همین تحقیق تراکم ذخیره تأثیر معنی‌داری ($p>۰/۰۵$) بر ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهی جوان (*Arapaima gigas*) نداشت. اما مقدار FCR در تراکم ۱۰ ماهی در مترمکعب و ۱۲/۵ در مترمکعب کمتر از تراکم‌های بالاتر بوده که علت کاهش FCR در این تحقیق را به‌جهت شکارچی بودن گونه و تغذیه از موجودات زنده غذایی در قفس‌های پرورشی نسبت داده‌اند. پریرا و همکاران (Pereira-Filho *et al*., 2003) و کریسنسیو و همکاران (Crescêncio *et al*., 2005) ضریب تبدیل غذایی به‌ترتیب ۱/۵ و ۱/۳ تا ۱/۹ را در ماهیان جوان (pirarucu) گزارش کردند. FCR ماهی گروپر، *Epinephelus coiodes*، پرورش داده شده در استخرها و تغذیه شده با غذای پلیت ۳/۲ بود (Bombeo-Tuburan *et al*., 2001). در ماهی آمبرجک مدیترانه‌ای *S. dumerili* تغذیه‌شده با غذای پلیت FCR نیز به میزان ۳/۵ گزارش شده است (Mazzola *et al*., 2000). در تحقیق حاضر میزان FCR به‌دست آمده نزدیک به نتایج سایر محققین بوده و در تراکم ۲۶ عدد در مترمربع (۰/۱۷±۲/۲۸) کمتر از تیمار با تراکم ۴۰ عدد در مترمربع (۰/۷۳±۳/۶۸) بود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

در بررسی اثر تراکم پرورش بر فیل‌ماهی (*Huso huso*) یک ساله با استفاده از آب شیرین مشخص شد تراکم می‌تواند اثر منفی بر رشد، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه و فاکتور وضیعت داشته باشد (Mohseni *et al*., 2006). مولر و همکاران (Mohler *et al*., 2000) با بررسی اثر تراکم‌های ۱۰/۸۵– ۳/۵۹ کیلوگرم در هر مترمربع بر تاسماهی آتلانتیک (*Acipenser oxyrinchus*) ثابت نمودند که از نظر افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و میانگین وزن نهایی تراکم پایین از شرایط مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد. براساس مطالعاتی که توسط جودون و همکاران (Jodun *et al*., 2002) بر تاسماهی آتلانتیک (*Acipenser oxyrinchus*) در کلاسه وزنی ۳۶۸ گرم در ۵ تراکم بین ۳/۶ تا ۱۰/۸ کیلوگرم در مترمربع انجام شد، متوسط وزن و طول در دوره ۷ هفته‌ای از پرورش به‌طور معنی‌داری در تراکم پایین، بالاتر بود. وزن و طول نهایی در پایین‌ترین تراکم در مقایسه با بالاترین تراکم تفاوت آماری نشان داد ولی تراکم‌های میانی در خصوص این شاخص‌ها با یکدیگر تفاوتی نشان نداد. مطالعات روی تراکم‌های پرورش (۱ و ۳ عدد ماهی در هر مترمربع) برای مدت ۶ ماه در ماهی *Colosoma macropomum* نشان داد که کمترین نرخ رشد در ماهیان پرورش یافته در بالاترین تراکم مشاهده شده است (Affonso, 2000). در حالی‌که ضریب تبدیل غذا در یافته‌های این تحقیق حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری در تراکم‌های تحت بررسی است. در مطالعات انجام شده روی تاسماهی نوجوان آتلانتیک جودون و همکاران (Jodun *et al*., 2002)، آزاد ماهیان توسط هولم و همکاران (Holm *et al*., 1990)؛ ویجایان و همکاران (Vijayan *et al*., 1990)؛ مازور و همکاران (Mazur *et al*., 1993) و پروکاریون و همکاران (Procarione *et al*., 1999) رابطه معکوس بین رشد و تراکم پرورش ماهی گزارش شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نیز همسو با نتایج فوق بوده به‌طوری‌که میزان افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، نسبت کارآیی غذا، پروتئین و ضریب چاقی با افزایش تراکم کاهش یافت در حالی‌که بر میزان فاکتور ضریب تبدیل غذایی افزوده شده و رابطه معکوس بین رشد و تراکم پرورش ماهیان مشاهده گردید.

علت کاهش رشد در تراکم‌های بالا را به عواملی از قبیل کاهش مصرف غذا و کنش‌های متقابل اجتماعی نسبت می‌دهند. در مطالعاتی که روی ماهیان تحت استرس صورت گرفته است، کاهش اشتها در اغلب موارد ذکر شده است. به‌طوری‌که افزایش تراکم، فعالیت تغذیه‌ای و سرعت رشد در آزاد ماهی کوهو (*Coho salmon*) و قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Rainbow trout*) را کاهش داد (Wendelaar Bonga, 1997). در تحقیق انجام شده روی فیل‌ماهی توسط پورعلی و همکاران (Pourali and Mohseni, 2010) مقدار وزن نهایی در تیمار با تراکم پایین در حداقل بود. علت این امر می‌تواند ناشی از استرس اجتماعی فیل‌ماهیان باشد که بین فیل‌ماهیان در تراکم‌های بالا بیشتر بوده است (and Budayev, 1991 Sbikin).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

تمامی عوامل استرس‌زا دارای اثرات موقت می‌باشند به استثنای استرس ناشی از تراکم که در واقع استرس مزمن ایجاد می‌کند. همچنین تقاضا برای انرژی در ماهیان در تراکم‌های بالا افزایش می‌یابد، لذا ماهیان به تنظیمات متابولیکی از قبیل تغییرات فعالیت‌های آنزیمی گلوکوژنیکی و گلوکولیتکی است، نیاز دارد (Vijayan *et al*., 1990 and 1988). در چنین شرایطی مصرف غذا کاهش می‌یابد و جهت تأمین انرژی می‌بایستی از ذخایر بدن استفاده شود که سبب کاهش رشد می‌شود (Schreck *et al*., 1985; Vijayan *et al*., 1990). به‌طورکلی تحقیق حاضر نشان داد که تراکم حدود ۲۶ عدد در مترمربع بچه‌ماهیان بالای حدود ۲۰ گرمی مناسب‌تر از تراکم بالای ۴۰ عدد در مترمربع بود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمامی عزیزانی که در انجام این تحقیق همکاری و مساعدت شایان ذکری را داشته‌اند به‌ویژه همکاران ایستگاه تحقیقات شیلاتی سفیدرود و ایستگاه تحقیقاتی تغذیه و غذای زنده آبزیان و همچنین همکاران محترم در اداره کل شیلات استان گیلان کمال تشکر و امتنان را دارند.

منابع

Abdelghany A.E., Ahmad H.M. 2002. Effects of feeding rate on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polyculture in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33: 415-423.

Alam T., Ishikawa K., Yani h. 2001. Methionine Requirement of Juvenile Japanese Flounder *Paralichthys Olivaceus* Estimated by the Oxidation of Radioactive Methionine. Aquaculture Nutrition, 7: 201-209

AOAC. 2010. Official Method of Analysis of AOAC International, 19th edition. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Barton B.A., Iwama G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticostroids. Aquaculture, 10: 3-26.

Bombeo-Tuburan I., Coniza E.B., Rodriguez E.M., Agbayani R.F. 2001. Culture and economics of wild grouper *Epinephelus coioides* using three feed types in ponds. Aquaculture, 201: 229–240.

Boyd C.E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Science Ltd. 318 P.

Crescêncio R., Ituassú D.R., Roubach R., Pereira-Filho M., Cavero B.A.S., Gandra A.L. 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40: 1217–1222.

Fazaei Z., Sajjadi M.M., Sourinajad I., Asadi R. 2012. The effect of breeding in different densities and the addition of vitamin E to the diet on the growth index, survival and carcass composition of rainbow trout Oncorhynchus mykiss. Journal of Aquatic Ecology, 2(2): 44-55. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

Gonçalves de Oliveira E., Pinheiro A.B., Queiroz de Oliveira V., Melo da Silva Júnior A.L., Gazzineo de Moraes M., Rocha I.R.C.B., Rocha de Sousa R., Farias Costa F.H. 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. Aquaculture, 370: 96–101.

Hengsawat K., Ward F.J., Jaruratjamorn P. 1997. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. Aquaculture, 152: 67–76.

Holm J.C., Refstie T., Bo S. 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 89: 225-232.

Irwin P.O., Halloran J., FitzGerald R.D. 1999. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, Scophthalmus maximus (Rafinesque). Aquaculture, 178: 77-88.

Jodun W., Millard M., Mohler J. 2002. The effect of rearing density on growth, survival, and feed conversion of juvenile atlantics sturgeon. North American Journal of Aquaculture, 64: 10-15.

Kuipers K.L., Summerfelt R.C. 1994. Converting Pond-Reared Walleye Fingerlings to Formulated Feeds: Effects of Diet, Temperature, and Stocking Density. Journal of Applied Aquaculture, 4:31-58.

Leatherland J.F., Cho C.Y. 1985. Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Richardson. Journal of Fish Biology, 27: 583–592.

Lin J.H., Gui Y., huny S.S.O., SHiau S.Y. 1997. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization By White sturgeon and By Brid tilapia. Aquaculture, 148: 201-211.

Mazur C.F., Tillapaugh D., Brett J.R., Iwama G.K. 1993. The effect of feeding level and rearing density on growth, feed conversion and survival in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) reared in salt water. Aquaculture, 117: 129-140.

Mazzola A., Favaloro E., Sarà G. 2000. Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. Aquaculture, 181: 257–268.

Meloti P., Roncaratu A., Angellotti L., Dees A., Magi G. E., Mazzini C., Bianchi C., Casciano R. 2004. Effects of rearing density on rainbow trout welfare, determined by plasmatic and tissue parameters. Italian Journal of Animal Science, 3: 393-400.

Mohler J., king K., Patrick R. 2000. Growth and survival of firest feeding and fingerling Atlantic Sturgeon under culture conditions. North American Journal of Aquaculture, 62: 53-60.

Mohseni M., Pourali H.R., Sajjadi M., Agh toman V. 2006. Determine the most suitable planting density in Huso huso. Iranian Journal of Fisheries Science, 5(3): 129-138. (In Persian).

Narejo N.T., Dayo A., Dars B.A., Mahesar H., Laghari M.Y., Lashari P.K. 2010. Effect of Stocking Density on Growth and Survival Rate of *Labeo Rohita* (Hamilton) Fed with Formulated Feed. Sindh University Research Journal, 42: 35-38.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]

Narejo N.T., Salam M.A., Sabur M.A., Rahmatullah S.M. 2005. Effect of Stocking Density on Growth and Srvival of Indigenous Catfish, *Heteropneustes Fossilis* (Bloch) Reared in Cemented Cistern Fed on Formulated Feed. Pakistan Journal of Zoology, 37: 49-52.

Pereira-Filho M., Cavero B.A.S., Roubach R., Ituassú D.R., Gandra A.L., Crescêncio R. 2003. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. Acta Amazonica, 33: 715–718.

Pourali H.R., Mohseni M. 2010. Composite Biotechnology Plan for Hoshui Hosu using Caspian Sea Water (Phase I: Different densities and discharges). Organization for Research, Training and Promotion of Agriculture. Iranian Fisheries Research Institute. 106 P.

Procarione L.S., Barry T.P., Malison J.A. 1999. Effect of high rearing density and loading rates on the growth and stress response of juvenile rainbow trout. North American Journal of Aquaculture, 61: 91–96.

Ribeiro F., Crain P.K., Moyle P.B. 2004, Variation in condition factor and growth in young-of-year fishes in floodplain and riverine habitats of the Cosumnes River, California. Hydrobiology, 527: 77-84.

Rowland S.J., Mifsud C., Nixon M., Boyd P., 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. Aquaculture, 253: 301–308.

Sbikin Y.N., Budayev S.V. 1991. Some aspects of the development of feeding relationship in groups of young sturgeon (Acipenseridae) during artificial rearing. Voprosy Ikhiology, 31: 153-158. (In Russian).

Schreck C.B., Patino R., Pring C.K., winton J.R., Holway J.E. 1985. The effect of rearing density on indices of the smoltification and performance of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture, 45: 345-358.

Tacon A.G. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Vol, 3. Feeding methods. Argent Laboratories Press, Redmond, Washington, USA. 208P.

Valipour A.R., Khanipour A.A. 2010. Kutum, Jewel of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Organization. 95P.

Vijayan, M.M., Ballantyne, J.S. and Leatherland, J.F. 1990. High stocking density alters the energy metabolism of brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Aquaculture, 88: 371–381.

Vijayan, M.M. Leatherland, J.F. 1988. Effect of stocking density on the growth and stress-response in brook charr, Salvelinus fontinalis. Aquaculture, 75: 159–170.

Wagner E.J., Jeppsen T., Arndt R., Routledge M.D. 1997. Effect of rearing density upon culthroat trout Hematology hatchery performance, fin erosion and general health and condition. The Progressive Fish- Culturist, 59: 173-187.

Wendelaar Bonga S.E. 1997. The stress response in fish. Physiology Review, 77: 591-625.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-06-06]