Nova Biologica Reperta 5 (1): 45-52 (2018) یافته‌های نوین در علوم زیستی، جلد ۵، شمارهٔ ۱: ۵۲-۴۵

اثرات تراکم ذخیره‌سازی و دفعات غذادهی بر شاخص‌های رشد و هماتوکریت در بچه ماهی کلمه

محمدرضا ایمان‌پور، ماهرخ نعمتی، حدیثه افشار و زهرا روحی*

دریافت: ۱۳۹۵/۲/۳/ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۵/ چاپ: ۱۳۹۷/۳/۲۰

گروه شیلات، دانشکدهٔ شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*مسئول مکاتبات: zahra.roohi@gau.ac.ir

چکیده. دفعات تغذیه و تراکم ذخیره‌سازی از فاکتورهای مهم مؤثر بر رشد و بلوغ ماهیان پرورشی است. هدف این مطالعه تعیین اثرات تراکم (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ قطعه ماهی در آکواریوم) و دفعات تغذیه (۲، ۳ و ۴ نوبت غذادهی در روز) بر پارامترهای رشد و هماتوکریت ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) است. آزمایش در دو تکرار و به مدت ۴۵ روز انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که پارامترهای رشد شامل افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا و نرخ رشد ویژه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم قرار گرفتند (P<۰/۰۵)، اما دفعات غذادهی اثر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بالاترین وزن و نرخ رشد ویژه در پایین‌ترین تراکم (۱۰ قطعه ماهی در آکواریوم) ثبت شد. کمترین ضریب تبدیل غذا در تراکم ۱۰ قطعه ماهی در آکواریوم بدست آمد، ضریب تبدیل غذا با افزایش تراکم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین، اثرات متقابل تراکم و دفعات غذادهی بر پارامترهای رشد معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). تراکم و دفعات تغذیه تأثیر معنی‌داری بر میزان هماتوکریت نداشت (P>۰/۰۵). از سوی دیگر، اثرات متقابل تراکم و دفعات تغذیه بر میزان هماتوکریت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کمترین سطح هماتوکریت در تراکم ۱۰ و با دو وعده غذادهی در روز مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که تراکم بر رشد اثر معنی‌داری دارد، اما افزایش دفعات غذادهی تأثیری بر رشد ماهی کلمه ندارد.

واژه‌های کلیدی. تغذیه، خون، ماهی، نرخ رشد ویژه، وزن

Effects of stocking density and feeding frequency on the growth parameters and hematocrit of the *Rutilus rutilus caspicus* juvenile

Mohammad Reza Imanpoor, Mahrokh Nemati, Hadiseh Afshar & Zahra Roohi*

Received 22.04.2016/ Accepted 16.12.2017/ Published 10.06.2018

Fisheries Sciences, Department of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

*Correspondent author: zahra.roohi@gau.ac.ir

Abstract. Feeding frequency and stocking density are important factors affecting growth and maturation of cultured fish. The aims of this investigation were to determine the effects of stocking density (10, 20, 30 and 40 fish per aquarium) and feeding frequency (2, 3 and 4 times on daily) on growth parameters and hematocrit of the *Rutilus rutilus caspicus* juveniles. The experiment was continued for 45 days in two replicates. The results of this study showed that growth parameters, including weight gain (WG), feed conversion ratio (FCR) and specific growth rate (SGR) were affected significantly by stocking density(P<0.05), but not significantly affected by feeding frequency (P>0.05). The highest WG and SGR were recorded with the lowest stocking density (10 fish / aquarium). The least FCR was obtained in density of 10 fish/aquarium, FCR value was significantly higher with high stocking density (P<0.05). Also, interactions between stocking density and feeding frequency were no significant on growth parameters (P>0.05). Density and feeding frequency had no significant effect of hematocrit concentration (P>0.05). On the other hand, interactions between stocking density and feeding frequency significantly affected hematocrit levels (P<0.05). The lower level of hematocrit was observed in density of 10 fish/aquarium at two times / day feeding frequency. The results of this study indicated that density is significantly affected the growth, but increasing of feeding frequency there is not effect on growth in the *Rutilus rutilus caspicus*.

Keywords. blood, fish, nutrition, specific growth rate, weight

مقدمه

تراکم ذخیره‌سازی یکی از فاکتورهای کلیدی در تعیین بهره‌وری و سوددهی مزارع ماهیان تجاری است (Rafatnezhad *et al.*, 2008). تراکم بالا تکنیک استفاده حداکثر از آب است. افزایش تراکم ذخیره‌سازی بسیاری از گونه‌ها نشان می‌دهد که این تکنیک می‌تواند بر شاخص‌های رشد و بازماندگی در برخی گونه‌ها تأثیر منفی داشته باشد (Andrews & Page, 1975; Allen, 1974). علاوه بر این، میزان دسترسی به غذا و رشد به‌دلیل رفتار پرخاشگرانه در بین ماهیان ذخیره‌شده در تراکم بالا نسبت به ماهیان پرورش‌یافته در تراکم پایین کاهش می‌یابد (Jobling & Baardvik, 1994; Irwin *et al.*, 1999). رقابت برای غذا، عاملی محدودکننده و مهم در رشد ماهیان است و رفتارهای رقابتی و تجمعی ماهیان در وضعیت کمبود غذا افزایش می‌یابد (Holm *et al.*, 1990; Bayunova *et al.*, 2002). کسب اطلاعات درخصوص تعداد دفعه‌های تغذیهٔ مطلوب در ماهیان برای پرورش‌دهندگان ماهی بسیار مهم است. تغذیهٔ بیش از حد به کاهش کیفیت آب، افزایش بیماری، مرگ و میر ماهیان، پایین‌آمدن ظرفیت و کارایی تولید منتهی می‌شود (Hung *et al.*, 1989). علاوه بر این، رشد ماهیان به نوع جیرهٔ غذایی، دفعات غذادهی، میزان غذای کسب‌شده و توانایی در جذب مواد مغذی در مراحل مختلف زندگی بستگی دارد (Gokcek *et al.*, 2008). بنابراین، مدیریت تعداد دفعه‌ها و میزان غذادهی نقش تعیین‌کننده‌ای در تنظیم غذای کسب‌شده، میزان رشد و ضایعات غذا دارد (Andrews & Page, 1975; Chun & Teng, 1982; Ruohenen *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2000; Dwyer *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2007). بررسی‌ها نشان می‌دهد که رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهیان می‌تواند تحت تأثیر مستقیم تغییرات منابع غذایی قرار گیرد (Jobling, 1994, 1995)، به‌طوری‌که دفعات غذادهی می‌تواند بر ویژگی‌های مختلفی که ازنظر تجاری دارای اهمیت هستند مانند افزایش بیوماس، رشد و نمو، کاهش نسبت غذا به افزایش وزن بدن، افزایش اندازهٔ نسبی و بهبود ترکیبات بافت‌ها و غیره تأثیرگذار باشد (Sheare, 1994; Boujard *et al.*, 1995).

ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*) یکی از گونه‌های بومی دریای خزر با ارزش تجاری بالا است که در سال‌های اخیر به‌دلایل مختلفی ازجمله آلودگی آب‌ها، تخریب رودخانه‌ها، ایجاد سد بر مسیر مهاجرت و همچنین صید قاچاق میزان ذخایر آن به‌شدت کاهش یافته، به‌طوری‌که، این ماهی جزء گونه‌های در معرض تهدید منطقه محسوب می‌شود (Kiabi *et al.*, 1999). با توجه به اهمیت آگاهی از تکنولوژی و پرورش مصنوعی، تراکم مناسب و اثر آن بر بقا و شاخص‌های رشد در ماهیان باید مشخص شود، تا در صورت امکان بتوان در فضای ثابت بیشترین ماهی را تولید و نرماتیو بهینه را به مرکز پرورش ماهی معرفی نمود (Imanpoor *et al.*, 2009). لذا هدف این مطالعه بررسی اثر تراکم ذخیره‌سازی و دفعات غذادهی بر پارامترهای رشد و هماتوکریت بچه‌ماهی کلمه است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی‌برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌مدت ۴۵ روز انجام شد. ماهی‌ها (*Rutilus caspicus*) از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال در استان گلستان تهیّه شد و به مدت ۲روز سازگاری انجام شد. بچه‌ماهیان در تیمارهای تراکم (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ قطعه در هر آکواریوم با ابعاد ۴۰×۶۰ سانتی‌متر) و دفعات غذادهی (۲، ۳ و ۴ بار در روز) در ۲۴ آکواریوم با میانگین وزن اولیه ۰/۵ گرم پرورش داده شدند. هر ۱۵ روز، ماهیان هر آکواریوم بیومتری و مقدار غذادهی (بیومار، فرانسه) براساس آن تنظیم می‌شد. در طول دورهٔ آزمایش دمای آب ۲±۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد، اکسیژن محلول در آب ۰/۶۵±۵/۹ میلی‌گرم در لیتر و pH آب ۰/۰۷±۷/۸ بود. در پایان دوره، همهٔ ماهیان در هر گروه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند و میزان رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذا (FCR) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد. به‌منظور تحلیل هماتوکریت، ۱۰ ماهی به‌طور تصادفی از هر آکواریوم انتخاب و پس از بیهوشی با پودر گل میخک (۱۰۰ppm)، نمونه‌های خون با قطع ساقه دمی با استفاده از لوله‌های مویینه هپارینه و دستگاه هماتوکریت‌خوان اندازگیری شد (Imanpoor & Roohi, 2015).

$$SGR\ (\%\ day^{-1}) = [(\ln \text{وزن نهایی}) - \ln \text{وزن اولیه})] \div (\text{روزهای تغذیه شده با جیره آزمایش}) \times 100$$

$$FCR = (\text{میزان غذا دهی}) \div (\text{میزان افزایش وزن})$$

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه با نرم‌افزار SPSS ارزیابی شد. ارزیابی تفاوت معنی‌دار بین میانگین-ها در سطح ۰/۰۵ از طریق آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج

نتایج تحلیل واریانس وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا، هماتو-کریت و میزان رشد ویژه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد که تراکم ذخیره‌سازی اثر معنی‌داری بر وزن نهایی دارد، به‌طوری‌که با افزایش تراکم وزن نهایی کاهش معنی‌داری نشان داد. بهترین وزن در تراکم ۱۰ مشاهده شد (جدول ۲). تکرار غذادهی تأثیر معنی‌داری بر وزن نهایی نداشت ، اثر متقابل غذادهی و تراکم ذخیره‌سازی نیز تأثیر معنی‌داری بر رشد نداشت. تراکم ذخیره‌سازی بر میزان ضریب تبدیل غذا اثر معنی-داری داشت و با افزایش تراکم ذخیره‌سازی ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت (جدول ۳). با این‌حال، دفعات غذادهی و اثر متقابل دفعات و تراکم تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت. اثر تکرار غذادهی و تراکم بر میزان هماتوکریت معنی‌دار نبود. اثر متقابل دفعات و تراکم بر میزان هماتوکریت تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که با افزایش تراکم و تکرار غذادهی میزان هماتوکریت افزایش یافت. کمترین میزان هماتوکریت در ۲ بار غذادهی و تراکم ۱۰ بود (جدول ۴). تراکم ذخیره‌سازی بر میزان رشد ویژه اثر معنی‌داری داشت و با افزایش تراکم ذخیره‌سازی، میزان رشد ویژه کاهش یافت (جدول ۵). بهترین میزان رشد ویژه در تراکم ۱۰ مشاهده شد. تکرار غذادهی و اثر متقابل تکرار و تراکم نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان رشد ویژه نداشت. برخی پارامترهای شیمیایی آب (pH و هدایت الکتریکی) در طی دورهٔ پرورشی به‌ترتیب در جدول ۶ و ۷ آمده است. میزان pH و هدایت الکتریکی در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. pH در طی دورهٔ پرورش در محدودهٔ ۸/۲ تا ۹/۴، هدایت الکتریکی در محدودهٔ ۱۴۱۷ تا ۱۶۶۷ قرار داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

در آبزی‌پروری، ویژگی‌های محیط پرورش مانند تراکم گله، دما، کیفیت آب و تعداد دفعات تغذیه بر رشد ماهی مؤثرند (Berg *et al.*, 1996; Baskerville-Brides & Kling, 2000). دستکاری در برخی فاکتورهای خارجی مانند دفعات غذادهی، تکنیک غذادهی یا تراکم ماهی ممکن است تغییراتی در وزن بدن گونه‌های مختلف ماهی به‌وجود آورد (McCarthy *et al.*, 1996). بنابراین، تعیین روش‌های پرورشی بهبوددهندهٔ تولید برای کمک به توسعهٔ تولید ماهیان ضروری است (Woods, 2003).

در این مطالعه، پارامترهای آب در طول دورهٔ آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان ندادند، بنابراین تغییرات رشد می‌تواند به تراکم و دفعات غذادهی مربوط باشد. تراکم پرورش یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نتایج حاصل از پرورش ماهیان است (El-Saidy *et al.*, 2009). آبزی‌پروران اغلب به‌منظور تولید زیاد، تراکم ذخیره‌سازی را افزایش می‌دهند (Iguchi *et al.*, 2003). اثبات شده است که پرورش در تراکم‌های نامناسب ممکن است رشد و سیستم ایمنی را کاهش دهد و به ایجاد رفتارهای غیرطبیعی منجر شود (Barcellos *et al.*, 2004; Kristiansen *et al.*, 2004; North *et al.*, 2006). به‌طورکلی، کاهش رشد شاخصی مناسب برای استرس مزمن در نظر گرفته می‌شود که در گونه‌های پرورشی در تراکم‌های بالا مشاهده می‌شود (Schram *et al.*, 2006). در این مطالعه، با افزایش تراکم، وزن نهایی، میزان رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا کاهش یافت. بهترین نتیجه به بچه‌ماهیانی مربوط بود که با تراکم ۱۰ قطعه ماهی در آکواریوم رشد یافته بودند. نتایج به‌دست‌آمده با مطالعات Rafatnezhad و همکاران (2008) در فیل‌ماهی جوان، Woods (2003)، دربارهٔ ماهی *Hippocampu abdominalis*، Moradyan و همکاران (2012) دربارهٔ قزل‌آلای‌رنگین کمان و Hasan Netaj Niazie و همکاران (2013) دربارهٔ ماهی قرمز مطابقت دارد. به‌منظور افزایش تولید، به‌کارگیری بالاترین تراکم در واحد پرورش ضروری است (Björnsson & Ólafsdóttir, 2006). یکی از پیامدهای افزایش تراکم، کندی رشد است که به‌دلیل کاهش دسترسی به غذا و افزایش نیاز به انرژی رخ می‌دهد (Rowland *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2008, 2010; Rahman & Verdegem, 2010). تراکم ذخیره‌سازی بهینه در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت است (Wallace *et al.*, 1988) و فاکتورهای خارجی مانند کیفیت آب، دمای آب ، کمیّت و کیفیت غذا می‌تواند نتایج تراکم‌های مختلف را تحت تأثیر قرار

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات تحت بررسی در ماهی کلمه.

Table 1. Analysis of variance of traits under study in the Caspian roach.

منبع متغیر	درجهٔ آزادی	وزن نهایی	ضریب تبدیل غذا	هماتوکریت	نرخ رشد ویژه
دفعات غذادهی	۲	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴/۰۲۸^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}
تراکم	۳	۰/۰۴۷*	۰/۲۵۵*	۲۶/۷۵۲^{ns}	۰/۳۷۲*
دفعات غذادهی× تراکم	۶	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۲۷/۷۷۸*	۰/۰۲۱^{ns}
خطا	۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۴۴	۸/۰۲۵	۰/۰۵۳

^{ns} و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ است.

^{ns} and * significant and non-significant at the 5% level, respectively.

جدول ۲- وزن نهایی (گرم) ماهیان (میانگین±انحراف معیار) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 2. Final weight (gr) of the fish (mean ± SD) in different density and feeding times.

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم ۲۰	تراکم ۳۰	تراکم ۴۰
۲بارغذادهی	۱/۰۹۶ ±۰/۰۷۱^{a}	۰/۹۴۷±۰/۱۴۸^{ab}	۰/۸۷۳±۰/۱۴۱^{ab}	۰/۷۶۰ ±۰/۰۵۶^{b}
۳بار غذادهی	۰/۹۶۸ ±۰/۰۷۳^{a}	۰/۹۴۱ ±۰/۱۸۵^{ab}	۰/۸۴۶ ±۰/۰۱۴^{b}	۰/۸۳۶ ±۰/۰۴۰^{b}
۴بار غذادهی	۱/۰۸۷ ±۰/۰۴۵^{a}	۰/۹۶۰ ±۰/۰۵۵^{ab}	۰/۹۱۶± ۰/۰۷۵^{ab}	۰/۸۲۴ ±۰/۰۷۴^{b}

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵>P.

Different letters in the same row indicate a significant difference P<0.05.

جدول ۳- تغییرات ضریب تبدیل غذا (میانگین±انحراف معیار) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 3. Changes of feed conversion efficiency (mean ± SD) in different density and feeding times.

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم ۲۰	تراکم ۳۰	تراکم ۴۰
۲بارغذادهی	۲/۷۳۰ ±۰/۱۵۵^{c}	۲/۹۷۰ ±۰/۱۲۷^{b}	۳/۱۱۵ ±۰/۲۷۵^{ab}	۳/۴۰۰ ±۰/۲۵۴^{a}
۳بار غذادهی	۲/۸۹۰ ±۰/۱۴۱^{ab}	۲/۷۱۰ ±۰/۴۸۰^{b}	۳/۰۲۵ ±۰/۱۴۸^{ab}	۳/۲۳۵ ±۰/۰۲۱^{a}
۴بار غذادهی	۲/۸۷۰ ±۰/۰۸۴^{b}	۳/۱۱۵ ±۰/۰۴۹^{ab}	۳/۱۷۰ ±۰/۰۵۶^{a}	۳/۲۶۵ ±۰/۲۴۷^{a}

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵>P.

Different letters in the same row indicate a significant difference P<0.05.

جدول ٤- تغییرات (میانگین±انحراف معیار) هماتوکریت (درصد) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 4. Changes (mean ± SD) of hematocrit (%) in different density and feeding times.

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم ۲۰	تراکم ۳۰	تراکم ۴۰
۲بارغذادهی	۴۵/۸۵ ±۱/۲۰۲^{b}	۵۴/۵۰ ±۱/۰۶۰^{a}	۵۵/۲۵ ±۱/۰۶۰^{a}	۵۷/۹۰ ±۲/۶۸۷^{a}
۳بار غذادهی	۵۵/۰۰±۱/۴۱۴^{a}	۵۷/۵۹ ±۴/۹۴۹^{a}	۵۲/۱۵ ±۱/۲۰۲^{a}	۵۷/۵۰ ±۳/۵۳۰^{a}
۴بار غذادهی	۵۵/۰۰±۱/ ۴۱۴^{a}	۵۵/۹۰ ±۴/۱۰۱^{a}	۵۳/۱۰±۰/۱۴۱^{a}	۵۴/۸۵ ±۳/۰۴۰^{a}

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵>P.

Different letters in the same row indicate a significant difference P<0.05.

جدول ۵- تغییرات نرخ رشد ویژه (میانگین±انحراف معیار) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 5. Changes of specific growth rate (mean ± SD) in different density and feeding times.

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم ۲۰	تراکم ۳۰	تراکم ۴۰
۲بارغذادهی	۱/۷۴۲ ±۰/۱۴۵^{a}	۱/۴۰۶±۰/۳۴۸^{ab}	۱/۲۲۵ ±۰/۳۶۱^{ab}	۰/۹۲۷ ±۰/۱۶۵^{b}
۳بار غذادهی	۱/۴۶۶ ±۰/۱۶۸^{a}	۱/۳۸۴ ±۰/۴۴۱^{a}	۱/۱۷۱ ±۰/۰۳۷^{b}	۱/۱۴۱ ±۰/۱۰۶^{b}
۴بار غذادهی	۱/۷۲۵ ±۰/۰۹۲^{a}	۱/۴۴۹ ±۰/۱۲۹^{ab}	۱/۳۴۳ ±۰/۱۸۲^{bc}	۱/۱۰۷ ±۰/۲۰۱^{c}

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵>P.

Different letters in the same row indicate a significant difference (P<0.05).

جدول ٦- تغییرات pH (میانگین±انحراف معیار) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 6. Changes of pH (mean ± SD) in different density and feeding times.

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم۲۰	تراکم۳۰	تراکم ۴۰
۲بارغذادهی	۸/۳۲۵ ±۰/۱۱[a]	۸/۳۲۰±۰/۰۴۰[a]	۸/۲۹۵±۰/۰۵[a]	۸/۳۹۰ ±۰/۰۳[a]
۳بار غذادهی	۸/۴۸۵ ±۰/۰۳[a]	۸/۹۸۰ ±۰/۰۸[a]	۸/۳۹۰ ±۰/۰۸[a]	۸/۳۹۰ ±۰/۱۱[a]
۴بار غذادهی	۸/۷۵۵ ±۰/۰۱۹[a]	۹/۳۵۵ ±۰/۰۰۱[a]	۸/۹۴۰ ±۰/۰۳[a]	۸/۵۱۰ ±۰/۰۲[a]

حروف انگلیسی مشابه در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Same letters in the same row indicate a non-significant difference P<0.05.

جدول ۷- تغییرات (میانگین±انحراف معیار) هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربع) در تراکم و دفعات غذادهی مختلف.

Table 7. Changes (mean ± SD) in the electrical conductivity (μSiemens/cm^2) in different density and feeding. times

متغیر	تراکم ۱۰	تراکم۲۰	تراکم۳۰	تراکم ٤٠
۲بارغذادهی	۱۴۱۹/۵ ±۳/۵۴[a]	۱۴۱۷/۵ ±۱۲/۰۷[a]	۱۴۰۲/۰ ±۱۲/۷۳[a]	۱۴۲۵/۰ ±۸/۴۹[a]
۳بار غذادهی	۱۴۱۷/۵ ±۱۲/۰۷[a]	۱۵۲۳/۵ ±۱۳/۴۳[a]	۱۵۵۷/۰ ±۲۰/۸۱[a]	۱۵۰۴/۰ ±۲۴/۷۵[a]
۴بار غذادهی	۱/۷۲۵ ±۰/۰۹۲[a]	۱۶۰۵/۵ ±۲۳/۳۳[a]	۱۶۶۷/۰ ±۶۰/۸۱[a]	۱۵۹۹/۵ ±۱۹/۰۹[a]

حروف انگلیسی مشابه در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵.

Same letters in the same row indicate a non-significant difference P<0.05.

دهد (Berg *et al.*, 1996; Baskerville-Brides & Kling, 2000; Ellis *et al.*, 2002). یکی از مسائل مهم در آبزی-پروری نیاز به تعادل بین سرعت رشد ماهی و استفادهٔ بهینه از غذای فراهم‌شده است (El-Saidy *et al.*, 2009). زمانی که ماهی با مقداری غذای با کیفیت بالا و مناسب تغذیه شود، رشدی که هدف پرورش‌دهنده است، به‌دست خواهد آمد زیرا میزان غذا به انرژی لازم و دفعات تغذیهٔ ماهی بستگی دارد (Bureau *et al.*, 2006). غذادهی مناسب باعث افزایش رشد ماهی می‌شود و میزان ضایعات غذایی را به حداقل می‌رساند و تغییر در اندازهٔ ماهی کاهش می‌یابد و نهایتاً تولید افزایش پیدا می کند. مطالعه دربارهٔ رفتار تغذیه‌ای در چندین گونهٔ ماهی نشان داده است که اگر دفعات غذادهی مطابق با ریتم طبیعی تغذیه باشد، باعث افزایش رشد و بازماندگی و کاهش ضریب تبدیل غذا می‌شود (Mohammad Nejad Shamoushaki, 2012). Booth و همکاران (2008) بیان کردند که یک تا چهار وعده غذایی در روز ممکن است بهترین کارایی را برای افزایش تغذیه و رشد ماهی آزاد *Pagrus auratus* داشته باشد. Johansen و Jobling (1998) گزارش کردند که هر چقدر دفعات غذادهی در روز بیشتر شود، فعالیت شنای ماهی افزایش می‌یابد و درنتیجه مصرف انرژی بیشتر و مقدار رشد کمتر می‌شود. بنابراین، بالاترین رشد در دفعات تغذیه‌ای کم رخ می‌دهد (Tevis *et al.*, 1992).

در تحقیق حاضر، افزایش دفعات غذادهی از ۲ به ۴ بار در شبانه-روز تأثیر معنی‌داری بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و میزان رشد ویژه نداشت که با نتایج مطالعهٔ Mohammad Nejad Shamoushaki (2012) دربارهٔ ماهی کلمه و El-Saidy و همکاران (2009) دربارهٔ تیلاپیا مطابقت دارد و به‌نظر می‌رسد که دفعات تغذیه بر رشد تأثیری ندارد. اگرچه دستاوردهای برخی دیگر از محققان مبین آن است که در بسیاری از موارد افزایش دفعات غذادهی، افزایش پذیرش غذا و مقدار رشد ماهی را نشان می‌دهد (Chua & Teng, 1987; Kayano *et al.*, 1993). اگر ماهی بتواند زمان تغذیه را پیش‌بینی کند، گرفتن و مصرف غذا و درنتیجه بازدهی و ضریب تبدیل غذایی بهبود می‌یابد. بعضی مطالعات نشان داده‌اند ماهیانی که در زمان ترجیحی تغذیهٔ خود و مطابق با سیستم فیزیولوژیک بدن غذا دریافت کرده‌اند بازدهی رشد بهتری داشتند (Bolliet *et al.*, 2001). فاکتورهای خونی به‌منزلهٔ شاخص فیزیولوژیکی یا شاخصی برای واکنش‌های استرس‌زا نسبت به تغییرات درونی بدن و نیز وضعیت سلامتی ماهی است (Cataldi *et al.*, 1998; Diwan & Krishnan, 2011). هماتوکریت خون به‌منزلهٔ شاخصی مهم و رایج در تعیین سلامت و بیماری ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Houston & Rupert, 1997). براساس برخی مطالعات تحت تأثیر استرس‌های فیزیکی میزان هماتوکریت در ماهی افزایش می‌یابد (Barton *et*

al., 1985; Wendelaar Bonga, 1997). برخی محققان تراکم را عاملی استرس‌زا در پرورش ماهیان به‌حساب می‌آورند (Yousif, 2002; Romsay *et al*., 2006; Hasanalipour *et al.*, 2013). در حالی که، Boujard و همکاران (2002) اعلام کردند که تراکم عامل اصلی استرس ماهی نیست، بلکه رقابت بر سر غذا و مکان در تراکم‌های بالا عامل استرس است که بر رشد تأثیر منفی دارد.

عوامل متعددی در یافته‌های محققان در مطالعات مربوط به استرس تراکم پرورشی دخالت دارد که گونهٔ تحت مطالعه، طراحی و محیط آزمایش ازجمله مهم‌ترین آنهاست. به‌طورکلی، پاسخ به یک عامل استرس‌زا به طول دورهٔ قرارگیری در معرض آن استرس و شدت تأثیرگذاری آن بستگی دارد (Bayunova *et al.*, 2002). Wuertz و همکاران (2006) استرس‌زابودن تراکم ذخیره‌سازی را وابسته به نوع ماهی می‌دانند. Pottinger و Pickering (1997) نیز به نقش مهم نوع گونه در تأثیر یا عدم تأثیر عامل استرس‌زا اشاره کرده‌اند. با توجه به اثر تراکم و دفعات مختلف غذادهی بر شاخص‌های رشد و هماتوکریت، می‌توان تراکم ۱۰ قطعه ماهی در آکواریوم با دو نوبت غذادهی در روز جهت رشد مطلوب، بهره‌برداری مناسب غذایی و بالابردن میزان تولید ماهی کلمه پیشنهاد کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مهندس حمیده ذکریائی و مهندس فاطمه حسین‌پور دلاور از دانشکدهٔ شیلات و محیط‌زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Allen, K.O. 1974. Effects of stocking density and water exchange rate on growth and survival of channel catfish (*Ictalurus puntatus*) in circular tanks. – Aquacu. 4: 29-39.

Andrews, J.W. and Page, J.W. 1975. The effect of frequency of feeding on culture of catfish. – Trans. Am. Fish. Soc. 105: 317-321.

Barcellos, L.J., Kreutz, L.C., de Souza, C., Rodrigues, L.B., Fioreze, I., Quevedo, R.M., Cericato, L., Soso, A.B., Fagundes, M., Conrad, J., Lacerda, L.A. and Terra, S. 2004. Hematological changes in jundia (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard *Pimelodidae*) after acute and chronic stress caused by usual aquaculture management, with emphasis on immune suppressive effects. – Aquacu. 237: 229-236.

Barton, B.A., Weiner, G.S. and Schreck, C.B. 1985. Effect of prior acid exposure on physiological responses of juvenile rainbow trout (*Salmo gairdnen*) to acute handling stress. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 710-717

Baskerville-Brides, B. and Kling, L.J. 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. – Aquacu. 181: 61-69.

Bayunova, L., Barannikova, I. and Semenkova, T. 2002. Sturgeon stress reaction in aquaculture. – Appl. Ichthyol. 18: 397-404.

Berg, A.V., Sigholt, T., Seland, A. and Daniesberg, A. 1996. Effect of stocking density, oxygen level, light regime and swimming velocity on the incidence of sexual maturation an adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Aquaculture 143: 43-59.

Björnsson, B. and Ólafsdóttir, S.R. 2006. Effects of water quality and stocking density on growth performance of juvenile cod (*Gadus morhua*). – ICES J. Mar. Sci. 63: 326-334.

Bolliet, V., Azzadi, V. and Boujard, T. 2001. Effects of feeding time on feed intake and growth. In: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. (Eds), food intake in fish. – Blackwell Science-cost Action 827, Oxford. pp 232-249.

Booth, M.A., Tucker, B.J., Allan, G.L. and Fielder, D. 2008. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper (*Pagrus auratus*). – Aquacu. 282: 104-110.

Boujard, T., Gelineau, A. and Corraze, G. 1995. Time of single daily meal influences growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). – Aquacult. Res. 26: 341-349.

Boujard, T., Labbe, L. and Benoit, A. 2002. Feeding behavior, energy expenditure and growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. – Aquacult. Res. 256: 156-162.

Bureau, D.P., Hua, K. and Cho, C.Y. 2006. Effects of feeding level on growth and nutrient eposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 150-600 g. – Aquacult. Res. 37: 1090-1098.

Cataldi, E., Di Marco, P., Mandich, A. and Cataudella, S. 1998. Serum parameters of Adriatic sturgeon

(*Acipenser naccarii*) effects of temperature and stress. – J. Com. Bioch. Physi. 121: 351-354.

Chua, T. and Teng, S. 1987. Effect of feeding frequency on the growth of young estuary grouper (*Epinephelus tauvina*) culture in floating net-cages. – Aquacu. 14: 31-47.

Chun, T.E. and Teng, S.K. 1982. Effects of food ration on growth, condition factor, food conversion efficiency and net yield of estuary grouper (*Epinephelus salmoides* Maxwell) cultured in floating net-cages. – Aquacu. 27: 273-283.

Diwan, A.D. and Krishnan, L. 2011. Levels of cholesterol in blood serum and gonads in relation to maturation in *Etroplus suratensis*. – Cen. Mar. Fish. Res. Ins. Cochin. 682031: 241-245.

Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C. and Lall, S.P. 2002. Feeding frequency affects food consumption feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). – Aquacu. 213: 279-292.

Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M. and Gadd, D. 2002. The relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. – J. Fish Biol. 61: 493-531.

El-Saidy, D.M.S.D., Abo Ashour, A.M.H., El-Fiky, A.A. and Alaam, A.E. 2009. Effect of feeding frequency and stocking density on the performance of mono sex Nile tilapia in concrete tanks. – Minufiya J. Agric. Res. 34: 1027-1048.

Gokcek, K.C., Mazlum, Y. and Akyurt, I. 2008. Effects of feeding frequency on growth and survival of Himiri *Barbus luteus* fry under laboratory conditions. – Pakistan J. Nutr. 7: 66-69.

Hasanalipour, A., Eagderi, S., Poorbagher, H. and Bamani, M. 2013. Effects of stocking density on blood cortisol, glucose and cholesterol levels of immature Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). – Turk. J. Fish Aquat. Sci. 13: 27-32.

Hasan Netaj Niazie, E., Imanpoor, M.R., Taghizadeh, V. and Zadmajid, V. 2013. Effects of density stress on growth indexes and survival rate of goldfish (*Carassius auratus*). – Global Veterinaria 10: 365-371.

Holm, J., Refsite, T. and Sigbjorn, S. 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). – Aquacu. 89: 225-232.

Houston, A.H. and Rupert, R. 1997. Immediate response of hemoglobin system of gold fish (*Cyprinus auratus*) to tempera change. – Can. J. Zool. 54: 1731-1741.

Hung, S.S.O., Lutes, B. and Storebakken, T. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub- rearing at different feeding rates. – Aquacu. 80: 147-153

Iguchi, K., Ogawa, K., Nagae, M. and Ito, F. 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). – Aquacu. 220: 515-523.

Imanpoor, M.R., Ahmadi, A.R. and Kordjazi, M. 2009. Effects of stocking density on survival and growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*). – Iran. Sci. Fish. J .18: 1-9.

Imanpoor, M.R. and Roohi, Z. 2015. Influence of primalac probiotic on growth performance, blood biochemical parameters, survival and stress resistance in the Caspian roach (*Rutilus rutilus*) Fry. – Turk. J. Fish Aquat. Sci. 15: 917-922.

Irwin, S., Ohalloran, J. and Fitzgerald, R.D. 1999. Stocking density, growth variation in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). – Aquacu. 178: 77-88.

Jobling, M. 1994. Fish Bioenergetics. – Chapman & Hall, London, UK. 309 pp.

Jobling, M. 1995. Feeding of charr in relation to aquaculture. – Nord. J. Freshw. Res. 71: 102-112.

Jobling, M. and Baardvik, B.M. 1994. The influence of environmental manipulation on inter-and intra-individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr (*Salvelinus alpines*). – J. Fish. Biol. 44: 1069-1087.

Johansen, S.J.S. and Jobling, M. 1998. The influence of feeding regime on growth and slaughter traits of cage-reared Atlantic salmon. – Aquac. Inter. 6: 1-17.

Kayano, Y., Yao, S., Yamamoto, S. and Nakagawa, H. 1993. Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young redspotted grouper (*Epinephelus akaara*). – Aquacu. 110: 271-278.

Kiabi, B.H., Abdoli, A. and Naderi, M. 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian basin of Iran. – Zool. Middle East 18: 57-65.

Kristiansen, T.S., Ferno, A., Holm, J.C., Privitera, L., Bakke, S. and Fosseidengen, J.E. 2004. Swimming behavior as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared at three stocking densities. – Aquacu. 230: 137-151.

Lee, S.M., Hwang, U.G. and Hwoan, S. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rock fish (*Sebastes schlegeli*). – Aquacu. 187: 399-409.

McCarthy, I.D., Carter, C.G. and Houlihan, D.F. 1996. The effect of feeding hierarchy on individual variability in daily feeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). – J. Fish. Biol. 41: 257-263.

Mohammad Nejad Shamoushaki, M. 2012. Effect of feeding frequency on growth performances and survival of *Rutilus rutilus caspicus*. – J. Res. Bio. 3: 200-205.

Moradyan, H., Karimi, H., Gandomkar, H.A., Saraeian, M.R., Ertefaat, S. and Hosseinzadeh Sahafi, H. 2012. The effect of stocking density on growth parameters and survival rate of rainbow trout alevins (*Oncorhynchus mykiss*). – World J. Fish. Mar. Sci. 4: 480-485.

North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Born, J. and Bromage, N.R. 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). – Aquacu. 255: 466-479.

Pottinger, T.G. and Pickering, A.D. 1997. Genetic basis to the stress response: selective breeding for stress-

tolerant fish. In: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (Eds), fish stress and health in aquaculture. – Combridge University Press, Combridge, pp. 171-193.

Rafatnezhad, S., Falahatkar, B. and Tolouei Gilani, M.H. 2008. Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. – Aquac. Res. 39: 1506-1513.

Rahman, M.M., Verdegem, M.C.J., Nagelkerke, L.A.J., Whab, M.A. and Verreth, J.A.J. 2008. Swimming, grazing and behavior of rohu (*Labeo rohita*) and common carp (*Cyprinus carpio*) in tanks under fed and non-fed conditions. – Appl. Anim. Behav. Sci. 113: 255-264.

Rahman, M.M., Kadowaki, S., Balcombe, S.R. and Wahab, M.A. 2010. Common carp (*Cyprinus carpio*) alters its feeding niche in response to changing food resources: direct observations in simulated ponds. – Ecol. Res. 25: 303-309.

Rahman, M.M. and Verdegem, M.C.J. 2010. Effects of intra-and interspecific competition on diet, growth and behavior of *Labeo calbasu* and *Cirrhinus cirrhosis*. – App. Anim. Behav. Sci. 128: 103-108.

Romsay, J.M., Feist, G.W., Varga, Z.M., Westerfield, M., Kent, M.L. and Schreck, C.B. 2006. Whole-body cortisol is an indicator of crowding stress in adult zebrafish (*Danio rerio*). Aquacu. 258: 565-574.

Rowland, S.J., Mifsud, C.H., Nixon, M. and Boyd, P. 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidynus bidynus*) in cages. – Aquacu., 253: 301-308.

Ruohenen, K., Vielma, J. and Grove, D.J. 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. – Aquacu. 165: 111-121.

Schram, E., Van der Heul, J.W., Kamstra, A. and Verdegem, M.C.J. 2006. Stocking density-dependent growth of Dover sole (*Solea solea*). – Aquacu. 252: 339–347.

Sheare, K.D. 1994. Factor affecting the promixate compotion of culture fishes emphasis on salmonids. – Aquacu. 119: 63-68.

Tevis, N., Klaoudatos, S. and Conides, A. 1992. Food conversion budget in sea bass (*Dicentrachus labrax*) fingerlings under two different feeding frequency patern. – Aquacu. 101: 293-304.

Wallace, J.C., Kolbeinshaven, A.G. and Reinsnes, T.G. 1988. The effects of stocking density on early growth in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). – Aquacu. 73: 101-110.

Wang, Y., Kong, L.J., Li, K. and Bureau, D.P. 2007. Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibea miichthioides*) reared in net pens. – Aquacu. 271: 350-356.

Wendelaar Bonga, S.E. 1997. The stress response in fish. – Physio. Rev. 77: 591-625.

Woods, C.M.C. 2003. Effect of stocking density and gender segregation in the seahorse (*Hippocampus abdominals*). – Aquacu. 218: 167-176.

Wuertz, S., Lutz, I., Gessner, J., Loeschau, P., Hogans, B., Kirschbaun, F. and Kloas, W. 2006. The influence of rearing density as environmental stressor on cortisol response of shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). – J. App. Ichthiol. 22: 269-273.

Yousif, O.M. 2002. The effects of stocking density, water exchange rate, feeding frequency and grading on size hierarchy development in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). – Emirates J. Agri. Sci. 14: 45-53.

*****

How to cite this article:

Imanpoor, M.R., Nemati, M., Afshar, H. and Roohi, Z. 2018. Effects of stocking density and feeding frequency on the growth parameters and hematocrit of the *Rutilus rutilus caspicus* juvenile. – Nova Biologica Rep. 5: 45-52.

ایمان‌پور، م.ر.، نعمتی، م.، افشار، ح. و روحی، ز. ۱۳۹۷. اثرات تراکم ذخیره‌سازی و دفعات غذادهی بر شاخص‌های رشد و هماتوکریت در بچه ماهی کلمه. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۵: ۵۲-۴۵.