نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

اثرات تراکم پرورش بر پارامترهای رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

سامیه کتوکی[1]، حجت‌الله جعفریان*[2]، حسنا قلی‌پور کنعانی[2]، پونه ابراهیمی[3]
[1]گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[2]دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[3]دانشیار گروه شیمی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۲/۰۱/۱۶
پذیرش: ۰۲/۰۵/۰۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
حجت‌الله جعفریان، دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.
ایمیل: hojat.jafaryan@gmail.com

چکیده

در مطالعه حاضر تأثیر تراکم‌های ذخیره‌سازی در چهار سطح مختلف (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ قطعه در هر ۱۰ لیتر) بر پارامترهای رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزنی ۰/۲۳۵±۰/۰۸ گرم (انحراف معیار±میانگین) در ۱۲ مخزن فایبرگلاس در یک دوره پرورش ۴۵ روزه بررسی گردید. در پایان دوره آزمایش اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رشد و کارایی تغذیه بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نشد (p>۰/۰۵). درحالی‌که نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون دارای اختلافات معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بودند (p<۰/۰۵). بر این اساس بالاترین میزان پروتئین کل (۷/۴۰±۰/۱۰)، آلانین آمینوترانسفراز (۲۳/۰۰±۱/۰۰)، آلکالین فسفاتاز (۲۴۳/۰۰±۸/۱۸)، آمیلاز (۲۲/۶۶±۱/۵۲)، لیپاز (۱۱۱/۰۰±۶/۵۵)، کلسیم (۱۵/۶۶±۰/۰۵) و کمترین میزان کورتیزول (۳۶/۰۰±۱/۷۳) و آلبومین (۱۰/۷۶±۰/۱۱) در تیمار با بیشترین میزان تراکم ذخیره‌سازی (۷۵ قطعه لارو در هر۱۰ لیتر) بود (p<۰/۰۵). بالاترین میزان گلوکز سرم (۱۳۹/۰۰±۵/۵۶) در تیمار با تراکم ۶۰ قطعه لارو و بالاترین میزان فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز در دو تیمار با تراکم‌های ذخیره‌سازی ۳۰ و ۴۵ قطعه لارو در هر ۱۰ لیتر (۷/۳۳±۰/۵۷ U/dl) ثبت گردید (p<۰/۰۵). درمجموع، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده افزایش تراکم لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر بازده پرورش این‌گونه ندارد؛ اما این افزایش تراکم ازنظر استرس‌زایی و تأثیر بر فاکتورهای ایمنی کاملاً معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی:
لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان، تراکم ذخیره‌سازی، فاکتورهای بیوشیمیایی سرم، ایمنی

۱ | مقدمه

ماهی قزل‌آلا عمده‌ترین گونه ماهی پرورشی در سطح جهان می‌باشد و جزء اصلی غذاهای تشکیل‌دهنده بخش عمده‌ای کشورهای آسیایی، اروپایی و آفریقایی است (Charoo *et al.*, 2013). پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز همانند سایر گونه‌های ماهیان به‌شدت تحت تأثیر ناهنجاری‌ها و بیماری‌های عفونی مختلف قرار دارد که از بین آن‌ها مهم‌ترین عامل فیزیکی تراکم‌های ذخیره‌سازی است (Charoo *et al.*, 2013). درواقع بررسی تراکم‌های ذخیره‌سازی یکی از مهم‌ترین مسائل مدیریتی در بخش آبزی‌پروری به‌منظور داشتن یک پرورش موفق، رشد بیشتر، نبود بیماری‌ها و بازده اقتصادی بهتر است (Charoo *et al.*, 2013). بر اساس منابع موجود کارهای تحقیقاتی اندکی در ارتباط با تعیین دقیق تراکم‌های ذخیره‌سازی بر مبنای بررسی تأثیرات فاکتورهای مختلف فیزیکوشیمیایی بر پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دسترس است (Charoo *et al.*, 2013). میزان رشد ماهی، یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی در ارتباط با بحث تراکم می‌باشد (Abdel-Tawwab *et al.*, 2008). تأثیر تراکم ذخیره‌سازی بر رشد ماهیان مختلف تجاری در چندین مطالعه مورد بررسی قرارگرفته است (Carro-؛Kaiser *et al.*, 1995 ؛Faifer *et al.*, 1999 rzebioatowski *et al.*, 1981؛Anzalota *et al.*, 1986). یک ارتباط مستقیم بین پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون با فاکتورهای اکولوژیک پایه ازجمله تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی وجود دارد (Coz-Rakovac *et al.*, 2005). تغییر در سطوح پروتئین کل، کلسترول و گلوکز مستقیماً به سن، اندازه و جنسیت ماهی وابسته است (Dharan Khanna and Singh, 1973؛Sing *et al.*, 2008). انجام تحقیقات اختصاصی به‌منظور ارزیابی برخی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در ماهیان پرورشی از طریق اهمیت این پارامترها برای تعیین وضعیت سلامت عمومی ماهیان و در دسترس بودن مواد غذایی، تراکم‌های ذخیره-

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]
[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

سازی و قرار گرفتن در معرض عوامل استرس‌زا توجیه‌پذیر است (Kamal and Omar, 2011). در خصوص تأثیر تراکم‌های ذخیره‌سازی بر پارامترهای بیوشیمیایی خون نیز مشخص‌شده است که ازدحام بیش‌ازحد به‌عنوان یکی از عوامل استرس‌زای مزمن در پرورش آبزیان می‌تواند باعث افزایش طولانی‌مدت سطح کورتیزول پلاسما (Pickering and Pottinger, 1989) و متعاقباً باعث بروز عواقب زیان‌بار گردد (Barton and Iwama, 1991). در همین ارتباط برخی از تحقیقات انجام‌شده در این زمینه ثابت کردند که استفاده از تراکم‌های بیش‌ازحد در باعث تغییرات معنی‌داری در پارامترهای رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در گونه‌های مختلف ماهیان می‌گردد (Bahremand and solymanirad, 2017; Jafaryan *et al.*, 2016; Kamal and Omar, 2011; Trenzado *et al.*, 2006; Misaila *et al.*, 2005). درحالی‌که برخی از تحقیقات نیز حاکی از عدم تأثیرپذیری این شاخص‌ها تحت‌تأثیر تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی می‌باشند(Bahr kazemi *et al.*,2016; Zare *et al.*, 2012; Ebrahimi *et al.*, 2010) متأسفانه، ابزارهای تشخیصی کمی برای دامپزشکان و متخصصان بهداشت و بیماری‌ها آبزیان به‌منظور ارزیابی میزان استرس در ماهیان وجود دارد. بسیاری از ابزارهای بالینی مورد استفاده در ارزیابی وضعیت سلامت پستانداران در استفاده در خصوص آبزیان توسعه چندانی نمی‌یابند (Charoo *et al.*, 2013). با گسترش صنعت آبزی‌پروری، نیاز به افزایش روش‌های تشخیصی نیز بیش‌ازپیش احساس می‌گردد. اگرچه تجزیه‌وتحلیل پارامترهای خون-شناختی و شیمی بالینی نمی‌تواند به‌طور منظم در طب آبزیان استفاده نمی‌گردد؛ اما می‌تواند اطلاعات تشخیصی قابل‌توجهی به‌منظور ارزیابی مقادیر تعیین‌شده فراهم نماید (Charoo *et al.*, 2013). با توجه به موارد ذکرشده مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی بر پارامترهای رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

۲ | مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی یک دوره بررسی ۴۵ روزه در بهار سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبد انجام شد. تعداد ۶۳۰ قطعه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۰۸±۰/۲۳۵ گرم (انحراف معیار±میانگین) از یکی از مراکز خصوصی تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی واقع در استان مازندران (آمل) تهیه و پس از انتقال به مخزن ۲۰۰۰ لیتری موجود در آزمایشگاه به مدت ۱۴ روز جهت سازگاری با محیط جدید نگهداری شدند. پس از طی دوره سازگاری لاروها به‌صورت تصادفی در ۱۲ مخزن فایبرگلاس با حجم آبگیری ۱۰ لیتر تحت هوادهی مستمر در قالب چهار تیمار آزمایشی به ترتیب با تراکم‌های ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ قطعه لارو در ۱۰ لیتر آب هرکدام با سه تکرار تقسیم شدند. غذادهی لاروها روزانه به میزان ۵ درصد وزن بدن و در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰؛ ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰) با استفاده از جیره های تجاری شرکت بیضاء ۲۱ با ترکیبات تقریبی ۴۵ ٪ پروتئین خام، ۱۴ ٪ چربی خام و ۴۳۰۰ کالری بر گرم انرژی خام غذادهی انجام میشد. عمل سیفون کردن نیز به‌صورت روزانه انجام و باقیمانده غذایی و مدفوع لاروها از مخازن خارج گردید. به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای رشد، در انتهای دوره آزمایش تمام لاروهای موجود در هر مخزن خارج‌شده و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طول آن‌ها با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر انجام شد. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی و فرمول‌های ریاضی مربوطه پارامترهای رشد شامل میانگین رشد روزانه (AOAC, 1990)، ضریب رشد روزانه (De Silva and Anderson, 1995)، نرخ رشد ویژه (Hevroy *et al.*, 2005)، ضریب رشد حرارتی (De Silva and Anderson, 1995)، سرعت رشد وزنی (De Silva and Anderson, 1995)، ضریب تبدیل غذایی (AOAC, 1990)، کارایی غذا (AOAC, 1990)، نسبت کارایی پروتئین (Helland *et al.*, 1996)، نسبت کارایی چربی (Helland *et al.*, 1996) و فاکتور وضعیت (Lim *et al.*, 2000) تعیین شد. به منظور کاهش استرس ۲۴ ساعت قبل از انجام زیست‌سنجی و سایر مطالعات، غذادهی به لاروها بطور کامل قطع شد.

۱۰۰ ×[مدت مطالعه / (وزن اولیه – وزن نهایی)] = میانگین رشد روزانه

(زمان/ (میانگین وزن ابتدای دوره (گرم) $^{0.333}$ – میانگین وزن انتهای دوره (گرم)$^{0.333}$))= ضریب رشد روزانه

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= نرخ رشد ویژه

[میانگین درجه حرارت به سانتی‌گراد × زمان / ($^{0.333}$ وزن توده زنده اولیه ماهی به گرم – $^{0.333}$ وزن توده زنده نهایی ماهی به گرم)] = ضریب رشد حرارتی

[(میانگین وزن اولیه به گرم+میانگین وزن نهایی به گرم)× زمان /) میانگین وزن اولیه به گرم- میانگین وزن نهایی به گرم) ×۲)] ×۱۰۰=سرعت رشد وزنی

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×۱۰۰ = نرخ کارایی غذا (درصد)

مقدار مصرف پروتئین (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)

مقدار چربی خورده شده (گرم)/ وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی (گرم/گرم)

((۳ میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر)/ میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰ = شاخص وضعیت

در انتهای دوره آزمایش تعداد ۱۰ قطعه لارو از هر مخزن به‌طور تصادفی صید و خون‌گیری از طریق ورید ساقه دمی واقع در انتهای باله مخرجی با استفاده از سرنگ cc ۲ انجام شد. نمونه‌های خون جمع‌آوری‌شده در لوله‌های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد هپارین (mL ۲) در یخ جاسازی وسریعا به آزمایشگاه منتقل گردید. با کمک دستگاه سانتریفیوژ DENLEY مدل BS400 نمونه‌های خون به مدت ۵ دقیقه با دور rpm ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده، سرم از خون جدا و پس از انتقال توسط سمپلر به ویال‌های اپندروف تا زمان آنالیزهای بیوشیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد(Chebanov and Ronald, 2001). سنجش پارامترهای بیوشیمیایی با استفاده از دستگاه آتوآنالایزر (Eurolyser, Belgium) طبق دستورالعمل شرکت سازنده

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون (کرج) انجام شد. پروتئین تام به روش بیوره Biuret، گلوکز به روش گلوکز اکسیداز Glucose oxidase، آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) به روش رنگ‌سنجی کینتیک، آلکالین فسفاتاز (ALP) به روش آنزیماتیک کینتیک، آلبومین به روش بروموکرزول گرین (BCG, Bromocresol Green)، (Borges *et al.*, 2004)، کورتیزول با استفاده از کیت سنجش هورمون کورتیزول (Monobind, USA) به روش ELISA مستقیم (Deane and Woo, 2003) و سنجش کلسیم، لیپاز و آمیلاز با روش دستی- اسپکتروفتومتری انجام شد. لازم به ذکر است در هنگام خونگیری از مواد بی‌هوش کننده به دلیل احتمال تأثیر بر پارامترهای خونی استفاده نشد.

در جدول ۱ مقایسه تغییرات پارامترهای رشد و تغذیه بین تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($p>0/05$). نتایج آنالیز پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون لاروهای ماهی قزل آلای رنگین کمان نیز در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج حاکی از وجود تغییرات معنی‌دار در پارامترهای اندازه‌گیری شده بین تیمارهای آزمایشی بود ($p<0/05$). بیشترین میزان پروتئین تام سرمی (۷/۴۰±۰/۱۰)، آمیلاز (۲۳/۶۶±۱/۵۲)، لیپاز (۶/۵۵± ۱۱۱/۰۰)، کلسیم (۱۵/۶۶±۰/۰۵)، ALT (۲۳/۰۰±۱/۰۰)، ALP (۲۴۳/۰۰±۸/۱۸) و کمترین میزان گلوکز (۱۱۷/۶۶±۲/۵۱)، کورتیزول (۳۶/۰۰±۱/۷۳) و آلبومین (۱۰/۷۶±۰/۱۱) در تیمار با بیشترین میزان تراکم ذخیره‌سازی ثبت گردید.

۳ | نتایج

جدول۱- مقایسه برخی از پارامترهای رشد و تغذیه بین تیمارهای آزمایشی-تراکم (تعداد در ۱۰ لیتر آب)

پارامتر / تراکم	تراکم ۳۰	تراکم ۴۵	تراکم ۶۰	تراکم ۷۵
وزن اولیه (g)	۰/۲۳۵±۰/۰۸	۰/۲۳۵±۰/۰۸	۰/۲۳۵±۰/۰۸	۰/۲۳۵±۰/۰۸
وزن نهایی (g)	۲/۷۶±۰/۹۵^{a}	۲/۸۰±۰/۹۹^{a}	۲/۸۲±۰/۸۸^{a}	۲/۸۲±۱/۷۳^{a}
طول نهایی (Cm)	۶/۱۳±۰/۷۳^{a}	۶/۲۷±۰/۷۹^{a}	۶/۳۲±۰/۶۸^{a}	۶/۱۵±۰/۷۱^{a}
میانگین رشد روزانه (٪)	۷/۲۲±۲/۷۳^{a}	۷/۳۴±۲/۸۳^{a}	۷/۴۱±۲/۵۴^{a}	۷/۴۰±۴/۹۵^{a}
ضریب رشد روزانه (٪)	۰/۰۲۱±۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۲۲±۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۲۲±۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۲۱±۰/۰۰۵^{a}
نرخ رشد ویژه (٪ /day)	۲/۹۹±۰/۴۰^{a}	۲/۹۹±۰/۴۶^{a}	۳/۰۲±۰/۳۹^{a}	۲/۹۷±۰/۴۶^{a}
ضریب رشد حرارتی (٪)	۱/۴۶±۰/۲۹^{a}	۱/۴۷±۰/۳۲^{a}	۱/۴۸±۰/۲۷^{a}	۱/۴۶±۰/۳۶^{a}
سرعت رشد وزنی (٪)	۳۰۰/۱±۹۵/۶^{a}	۳۰۴/۲±۹۹/۲^{a}	۳۰۶/۵±۸۹/۰۳^{a}	۳۰۶/۱±۱۷۳/۶^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۹±۰/۳۴^{a}	۱/۱۱±۰/۴۷^{a}	۱/۰۶±۰/۳۵^{a}	۱/۱۲±۰/۳۹^{a}
نرخ کارایی غذا (٪)	۱۰۱/۲±۳۵/۰۰^{a}	۱۰۲/۷±۳۶/۳^{a}	۱۰۳/۶±۳۲/۵^{a}	۱۰۳/۴±۶۳/۵^{a}
غذای خورده شده (٪ /day)	۰/۹۵±۰/۲۷^{a}	۰/۹۶±۰/۳۶^{a}	۰/۹۲±۰/۲۷^{a}	۰/۹۷±۰/۳۰^{a}
نسبت کارایی پروتئین (g/g)	۲/۵۰±۰/۸۶^{a}	۲/۵۳±۰/۸۹^{a}	۲/۵۵±۰/۸۰^{a}	۲/۵۵±۱/۵۶^{a}
نسبت کارایی چربی (g/g)	۸/۰۳±۲/۷۷^{a}	۸/۱۵±۲/۸۸^{a}	۸/۲۲±۲/۵۸^{a}	۸/۲۱±۵/۰۴^{a}
فاکتور وضعیت (٪)	۱/۱۸±۰/۲۷^{a}	۱/۰۹±۰/۱۱^{a}	۱/۰۹±۰/۱۲^{a}	۱/۲۰±۰/۹۳^{a}

*اعداد (انحراف معیار±میانگین) با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($p<0/05$).

جدول۲- مقایسه برخی از پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون بین تیمارهای آزمایشی-میزان تراکم (تعداد در ۱۰ لیتر)

شاخص / تراکم	تراکم ۳۰	تراکم ۴۵	تراکم ۶۰	تراکم ۷۵
پروتئین کل (mg/dl)	۷/۳۳±۰/۵۱^{a}	۶/۸۷±۰/۳۲^{ab}	۶/۲۰±۰/۵۵^{b}	**۷/۴۰±۰/۱۰^{a}**
گلوکز (mg/dl)	۱۲۱/۰۰±۱۰/۵۸^{b}	۱۲۱/۶۶±۸/۰۲^{b}	۱۳۹/۰۰±۵/۵۶^{a}	**۱۱۷/۶۶±۲/۵۱^{b}**
کورتیزول (ng/dl)	۷۹/۳۳±۸/۰۸^{a}	۶۵/۶۶±۲/۰۸^{b}	۵۲/۳۳±۲/۵۱^{c}	**۳۶/۰۰±۱/۷۳^{d}**
آلبومین (g/dl)	۱۰/۹۶±۰/۳۲^{bc}	۱۱/۶۶±۰/۳۵^{a}	۱۱/۳۶±۰/۲۳^{ab}	**۱۰/۷۶±۰/۱۱^{c}**
AST (U/dl)	۷/۳۳±۰/۵۷^{a}	۷/۳۳±۰/۵۷^{a}	۵/۳۳±۰/۵۷^{b}	**۵/۳۳±۰/۵۷^{b}**
ALT (U/dl)	۱۸/۳۳±۰/۵۷^{b}	۱۸/۶۶±۳/۰۵^{b}	۱۹/۶۶±۱/۵۲^{ab}	**۲۳/۰۰±۱/۰۰^{a}**
ALP (U/dl)	۱۴۸/۰۰±۵/۱۹^{d}	۱۷۵/۳۳±۴/۵۰^{c}	۲۰۴/۰۰±۸/۵۴^{b}	**۲۴۳/۰۰±۸/۱۸^{a}**
آمیلاز (U/dl)	۱۵/۰۰±۱/۰۰^{c}	۱۴/۰۰±۱/۰۰^{d}	۲۰/۳۳±۱/۵۲^{b}	**۲۳/۶۶±۱/۵۲^{a}**
لیپاز (U/dl)	۶۳/۰۰±۲/۶۴^{c}	۷۰/۳۳±۳/۲۱^{c}	۹۲/۶۶±۲/۵۱^{b}	**۱۱۱/۰۰±۶/۵۵^{a}**
کلسیم (mg/dl)	۱۳/۸۶±۰/۱۱^{d}	۱۴/۴۰±۰/۲۰^{c}	۱۵/۲۳±۰/۲۵^{b}	**۱۵/۶۶±۰/۰۵^{a}**

*اعداد (انحراف معیار±میانگین) با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار آماری دارند ($p<0/05$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد پارامترهای رشد شامل وزن نهایی، طول نهایی، میانگین رشد روزانه، ضریب رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، ضریب رشد حرارتی، سرعت رشد وزنی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی غذا، غذای خورده شده، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی و فاکتور وضعیت اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای با تراکم‌های ذخیره‌سازی مختلف نشان ندادند. برخلاف آنچه بیان می‌شود افزایش میزان تراکم باعث کاهش پارامترهای رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد (Ellis *et al*., 2002). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تراکم‌های بالا (تعداد ۷۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب) با سرعتی تقریباً مشابه با تراکم‌های پایین رشد کرده‌اند؛ اما همراه با افزایش میزان تراکم میزان FCR و غذای خورده شده نیز افزایش نشان داد که این نتایج همسو با نتایج الیس و همکاران (Ellis *et al*., 2002) بود. اثر تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی (۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگرم در مترمربع) در بچه فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*) بیشترین میزان رشد و کمترین ضریب تبدیل غذایی را در کمترین تراکم در نظر گرفته‌شده نشان داد (Rafatnejad and Falahtkar, 2011). عدم تأثیرپذیری پارامترهای رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای با افزایش میزان تراکم در چندین گونه از ماهیان شامل بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (Docan *et al*., 2011)، تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂ *x Acipenser ruthenus* ♀) (Andrei *et al*., 2016)، تاس ماهی سیبری (*Zare et al*., 2012) و گورامی عظیم‌الجثه (Ebrahimi *et al*., 2010) گزارش‌شده است. ارزیابی پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مطالعه حاضر تغیرت معنی‌داری در مقدار پروتئین تام، گلوکز، کورتیزول، آلبومین، آمیلاز، لیپاز، کلسیم و میزان فعالیت آنزیم‌های AST، ALT و ALP در تیمارهای مختلف آزمایشی بود. ازجمله شاخص‌های بررسی استرس در ماهیان اندازه‌گیری میزان پروتئین کل در سرم خون ماهیان است (Melotti *et al*., 2004). عبدالتواب و همکاران (Abdel-Tawwab *et al*, 2008) نیز بیان داشتند که میزان پروتئین تام و آلبومین در پلاسمای خون ماهی به‌عنوان یک شاخص تشخیصی مرتبط با شرایط تغذیه‌ای بوده و مرتبط با سیستم عروقی و عملکرد کبد می‌باشد. در مطالعه حاضر سنجش این دو شاخص نشان داد با افزایش تراکم از ۳۰ به ۶۰ سطح پروتئین تام سرمی به شکل معنی‌داری کاهش و با افزایش میزان تراکم از ۶۰ به ۷۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب سطح این شاخص افزایش معنی‌داری داشته است. نتایج سنجش آلومین در سرم خون لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز نشان داد که با افزایش تراکم از ۳۰ به ۴۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب سطح این شاخص به شکل معنی‌داری افزایش و با افزایش تراکم از ۴۵ به ۷۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب سطح آن به شکل معنی‌داری کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه افزایش میزان پروتئین تام سرمی و آلبومین در خون ماهیان می‌تواند نشان‌دهنده وجود استرس در آن‌ها باشد (Montero *et al*., 1999) یکی از دلایل احتمالی افزایش این دو ترکیب در خون لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تراکم‌های بالا ممکن است به علت تأثیرگذاری استرس ناشی از شدت تراکم و افزایش بیوماس لاروها در این سطح باشد (Jafaryan *et al*., 2016). در تضاد با این نتایج (Ebrahimi *et al*., 2010) و (Bahr kazemi *et al*., 2016) به ترتیب با بررسی تراکم‌های مختلف در پرورش ماهی گورامی عظیم‌الجثه (*Osphronemus goramy*) و ماهی آزاد دریای‌خزر (*Salmo trutta caspius*) اختلاف معنی‌داری در سطح پروتئین تام سرمی مشاهده نکردند. (Jafaryan *et al*., 2016) نیز با بررسی تراکم‌های مختلف (۱۲۵۰، ۲۵۰۰، ۳۷۵۰، ۵۰۰۰ و ۶۲۵۰ گرم در هر مترمکعب) در بچه فیل‌ماهیان پرورشی شاهد کاهش سطح پروتئین کل و آلبومین با افزایش میزان تراکم بچه ماهیان از ۵۰۰۰ گرم به ۶۲۵۰ گرم در هر مترمکعب بودند که این نتایج نیز در تضاد با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که یکی از شناخته‌شده‌ترین پاسخ‌های تنش در ماهیان، افزایش سطوح کورتیزول و گلوکز خون می‌باشد (Bahremand and solymanirad, 2017). در مطالعه حاضر نیز با افزایش میزان تراکم شاهد کاهش معنی‌دار سطح گلوکز همراه با افزایش میزان تراکم از ۶۰ عدد لارو به ۷۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب بودیم. درحالی‌که بین تیمارهای با تارکم ۳۰، ۴۵ و ۷۵ قطعه لارو اختلاف معنی‌داری در سطح این شاخص مشاهده نشد. همچنین سطح کورتیزول خون نیز همراه با افزایش تراکم در تیمارهای آزمایشی کاهش معنی‌داری نشان داد. دلیل کاهش سطح این شاخص‌ها را می‌توان احتمالاً ناشی از خستگی و فرسودگی سیستم درون‌ریز ماهی درنتیجه فعالیت بیش‌ازحد طی مدت طولانی تأثیر تنش (Hontela *et al*., 1992) و یا خوگیری جاندار با شرایط موجود دانست (Mazon *et al*., 2009; Barton *et al*., 2000). روال منطقی در خصوص بیشتر ماهیان به این نحو است که هورمون کورتیزول از طریق افزایش میزان گلیکونوژنز سبب افزایش سطح گلوکز پلاسما می‌شود تا از این طریق نیاز به انرژی را جهت تأمین سوخت فرآیندهای سلولی در زمان استرس تأمین نماید (Mommsen *et al*., 1999). خلاف این روال در سایر گزارشات نیز ثبت‌شده است. بدین معنی که یا سطح گلوکز پلاسما بدون تغییر بوده (Bayunova *et al*., 2002) و یا کاهش‌یافته است (Mommsen *et al*., 1999). همسو با نتایج حاضر (Aali mahmoudi and Ssalehpou, 2014) با مطالعه روی تراکم‌های ۱/۵، ۳ و ۶ کیلوگرم ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) در هر مترمکعب، حسنعلی‌پور و همکاران (Hasanalipour *et al*., 2013) با مطالعه روی تراکم‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ عدد بچه تاس‌ماهی سیبری در هر مترمکعب و (Jafaryan *et al*., 2016) با مطالعه روی بچه فیل‌ماهیان پرورشی شاهد کاهش معنی‌دار سطح کورتیزول با افزایش میزان تراکم در این گونه‌ها بودند. در تضاد با این نتایج (Bahremand and solymanirad, 2017) نیز در مطالعه خود با بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در ماهیان کوی شاهد افزایش معنی‌دار سطح گلوکز و کورتیزول همراه با افزایش میزان تراکم بودند. همچنین این محققین هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری نیز در میزان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]
[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

پروتئین تام سرمی بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده نکردند. (Andrade *et al*, 2015) نیز مطالعه خود نشان دادند که افزایش تراکم تأثیری بر میزان کورتیزول و گلوکز پلاسمای کفشک ماهی *Solea senegalensis* ندارد که برخلاف نتایج این مطالعه می‌باشد. (Ruane *et al*, 2002) با مطالعه روی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، (Rafatnezhad *et al*, 2008) با مطالعه روی فیل‌ماهیان پرورشی (*Huso huso*)، حسنعلی‌پور و همکاران (Hasanalipour *et al*., 2013) با مطالعه روی تاس ماهی سیبری و (Ebrahimi *et al*., 2010) با مطالعه روی ماهی گورامی عظیم‌الجثه هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در سطح گلوکز خون و (Zare *et al*., 2012) با مطالعه روی تاس مای سیبری (*Acipenser baerii*) هیچ‌گونه تغییرات معنی‌داری در سطح کورتیزول خون در این گونه‌ها مشاهده نکردند که در تضاد با نتایج ما بود. اصولاً افزایش سطح کورتیزول در صورت قرار گرفتن ماهیان در معرض عوامل استرس‌زای حاد رخ می‌دهد؛ ولی در مواجهه ماهیان با استرس‌های مزمن نظیر افزایش میزان تراکم پس از افزایش اولیه کورتیزول، در طولانی‌مدت میزان آن با کاهش روبه‌رو می‌شویم (North *et al*., 2006).

بررسی میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز حاکی از کاهش معنی‌دار آنزیم AST و افزایش معنی‌دار آنزیم‌های ALT و ALP بود. در تائید این نتایج با فیرات و همکاران (Firat and Kargin, 2010) جعفریان و همکاران و (Jafaryan *et al*., 2016) با افزایش میزان بیوماس ماهیان تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و فیل‌ماهیان پرورشی (*H. huso*) به ترتیب شاهد افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم ALT، ALP و ALT بین تیمارهای مختلف آزمایشی بودند. در مطالعه جعفریان و همکاران (Jafaryan *et al*., 2016) با افزایش میزان تراکم میزان فعالیت آنزیم‌های AST نیز افزایش معنی‌داری نشان داد که این نتیجه‌گیری برخلاف نتایج تحقیق حاضر بود. طبق یافته‌های (Palikova *et al*, 2010) افزایش مقدار ALP نشان‌دهنده ترشح ناقص صفرا بوده که می‌تواند به علت غذای خورده شده کمتر باشد که ممکن است مرتبط با بالا بودن میزان استرس در ماهی باشد. همچنین افزایش سطح این شاخص ممکن است به علت حساسیت لیزوزومی در اثر استرس در تراکم‌های بالا نیز باشد(Khandan barani and Hydari, 2018). در تائید این یافته‌ها کمال و عمر (Kamal and Omar, 2011) با افزایش میزان تراکم بچه‌ماهیان انگشت قد کپور نقره‌ای شاهد افزایش میزان فعالیت آنزیم ALP از UI ۵۳/۳۲ به UI ۸۳/۷۶ بودند و دلیل این افزایش را افزایش میزان تراکم عنوان کردند. همچنین این محققین در مطالعه خود شاهد افزایش میزان فعالیت آنزیم ALT نیز بودند که همسو با نتایج حاضر می‌باشد؛ اما افزایش میزان فعالیت آنزیم AST در مطالعه آن‌ها برخلاف نتایج تحقیق حاضر بود. افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های ALT و AST در مایع خارج سلولی و پلاسما شاخص حساسی جهت پایش وضعیت تخریب سلولی در کبد ماهیان می‌باشند (Palanivelu *et al*., 2005). در مطالعه حاضر با افزایش میزان تراکم شاهد افزایش میزان کلسیم به‌عنوان یکی از الکترولیت‌های سرم خون و آنزیم‌های لیپار و آمیلاز بودیم. در مطالعه حاضر تغییر معنی‌دار سطح کلسیم خون می‌تواند در ارتباط با جذب این عناصر به میزان کافی از غذا و یا آب در تیمارهای با تارکم بالا باشد (Khandan barani and Hydari, 2018). آنزیم آمیلاز در پاسخ به حضور زنجیره پلی ساکاریدی، گلیکوژن و نشاسته در سیستم گوارشی لارو و ماهیهای جوان فعال می‌شود (Krogdahl *et al*., 2005). بر اساس نتایج ارائه شده بنظر میرسد دلیل افزایش میزان آمیلاز در تیمارهای آزمایشی افزایش قابلیت بهره برداری از پلی ساکاریدهای موجود در جیره غذایی این ماهیان همراه با افزایش تراکم باشد. آنزیم لیپاز وابسته به نمک‌های صفراوی است و توسط پانکراس سنتز شده و به داخل وازدهه ترشح می شود .این آنزیم نقش مهمی در گوارش چربیها به ویژه تریگلیسرولها در ماهی دارد (Murray *et al*., 2003). لذا تعیین سطح فعالیت و مطالعه‌ی روند تغییرات سطح فعالیت آنزیم لیپاز در پاسخ به سطوح مختلف و نوع چربی موجود در جیرهی غذایی، گویای میزان حساسیت این آنزیم به کیفیت جیرهی غذایی است، به نحوی که با افزایش میزان چربی جیره، سطح فعالیت آنزیم لیپاز افزایش یافته و به حداکثر مقدار ممکن می‌رسد، که این امر میتواند شاخص مناسبی برای ارزیابی حداکثر ظرفیت گوارشی چربی موجود در جیره گونه مورد مطالعه باشد (Izquierdo *et al*., 2000). دلیل افزایش میزان آنزیم لیپار نیز در سرم خون لاروهای ماهی قزل آلای رنگین کمان می‌تواند به‌دلیل وجود ترکیبات فعال کننده آنزیم لیپاز در جیره غذایی مورد استفاده توسط لاروها باشد. مقایسه نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر با دیگر مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که در بررسی‌های مربوط به تأثیرگذاری تراکم و بیوماس های مختلف بر پارامترهای رشد و ترکیبات بیوشیمیایی پلاسما علاوه بر فاکتورهای محیطی نوع گونه نیز بسیار مهم است (Kamal and Omar, 2011).

درمجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد افزایش تراکم لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از ۳۰ به ۷۵ قطعه در ۱۰ لیتر آب هیچ‌گونه تأثیرات منفی بر پارامترهای رشد در این گونه نداشته است؛ بنابراین می‌توان تراکم لاروها در این گونه را تا این تعداد جهت کسب سود بیشتر افزایش داد؛ اما بایستی به این نکته نیز توجه داشت که استفاده از این تراکم در پرورش لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌تواند باعث تغییر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون از طریق بروز استرس‌های مزمن تحت تأثیر افزایش تراکم در این گونه می‌گردد.

پست الکترونیک نویسندگان

سامیه کتوکی: katooky.s68@gmail.com

حجت‌الله جعفریان: hojat.jafaryan@gmail.com

حسنی قلی‌پور کنعانی: gholipork@gonbad.ac.ir

پونه ابراهیمی: p.ebrahimi@gu.ac.ir

REFERENCES

Ali Mahmoudi M., Salehipour Bavarsad S. 2014. Investigation of the effect of different breeding densities on cortisol, glucose and lactate concentrations of chickens. The first conference on modern aquaculture - Challenges and Opportunities,

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

Gorgan, University of Agriculture and Natural Resources, October 20 to November 1, pages 13-1.

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M., Ismael, N.E.M. 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 280: 185-189.

Abdol-Tawwab, M., Mousa, M., Sharaf, S., Ahmad, M. 2005. Effect of crowding stress on some physiological functions of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fed different dietary protein levels. International Journal of Zoological Research. 1: 141-147.

Andrade, T., Afonso, A., Perez-Jimenez, A., Oliva-Teles, A., de las Heras, V., Mancera, J.M., Serradeiro, R., Costas, B. 2015. Evaluation of different stocking densities in a Senegalese sole (*Solea senegalensis*) farm: Implications for growth, humoral immune parameters and oxidative status. Aquaculture. 438: 6-11.

Andrei, R.C., Cristea, V., Dediu, L., Creţu, M., Docan, A.I., Grecu, I.R., Coadă, M.T., Simionov, I.A. 2016. The influence of different stocking densities on growth performances of hybrid bester (*Huso huso* ♂ *x Acipenser ruthenus* ♀) in a recirculating aquaculture system. AACL Bioflux, 9(3): 541-549.

AOAC. 1990. In: W. Horwitz (Ed).Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists (AOAC).Vol.1, 15th ed. Assoc.Official Analytical Chemists, ashington DC, 1963p.

Aquaculture, 258: 583-593.

Barton, B.A., Bollig, H., Hauskins, B.L., Jansen C.R. 2000. Juvenile pallid (*Scaphirhynchus albus*) and hybrid pallid×shovelnose (*S. albus*×*platorynchus. sp*) sturgeons exhibit low physiological responses to acute handling and severe confinement. Comparative Biochemistry and Physiology, 126: 125-134.

Barton, B.A., Iwama, G.K., 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Review of Fish Diseases, 1: 3–26.

Bahr Kazemi, M. 2016. Investigation of the effect of storage density on growth parameters, safety factors and stress level in Caspian Sea salmon (Salmo trutta caspius). Journal of Animal Research, Volume 29, Number 4, Pages 520-515.

Bahremand, M., and Soleimani Rad, M. 1396. The effect of storage density on growth, safety and stress performance in Cyprinus carpio var. Koi (Linnaeus, 1758), Journal of Sixth Aquatic Ecology, No. 4, pp. 20-10.

Bayunova, L., Barannikova, I., Semenkova, T. 2002. Sturgeon stress reaction in aquaculture. Applied Ichthyology, 18: 397-404.

Borges, A. Scotti, L.V. Siqueira, D.R. Jurinitz, D.F. Wassermann, G.F. 2004. Hematologic and serum biochemical values for jundia´ (*Rhamdia quelen*). Fish Physiology and Biochemical. 30, 21-25.

Carro-Anzalota, A. and McGuinty, A., 1986. Effects of stocking density on growth of *Tilapia nilotica* culture in cages in ponds. Journal of the World Aquaculture Society, 17: 1–4.

Chebanov, M. and Ronald, B., 2001. The culture of sturgeon in Russia; production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resources, 14**:** 375-381.

Coz-Rakovac, R., Strunjak-Perovic, I., Hacmanjek, M., Topic, P.N., Lipez, Z., Sostaric, B. 2005. Blood chemistry and histological properties of wild and cultured sea bass (*Dicentrachus labrox*) in the North Adriatic Sea. Veterinary Research Communications, 29:677-687.

De Silva, S.S. and Anderson, T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London, 319 p.

Deane, E.E. Woo, N. 2003. Ontogeny of thyroid hormones, cortisol, hsp70 and hsp90 during silver sea bream larval development. Life sciences 72, 805-818.

Dharan, Sing, Kamlesh Nath, S.P., Thrivedi, Sharma, Y.K. 2008. Impact of copper on haematological profile of freshwater fish *Channa punctatus*, Journal of Environmental Biology, 29(2):253-257.

Docan, A., Cristea, V., Dediu, L., Mocanu, M., Grecu, I. 2011. The impact of level of the stocking density on the haematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* reared in recirculating aquaculture systems. AACL Bioflux, 4(4): 536-541.

Ebrahimi, M.H., Imanpour, M.R., Adloo, M.N. 2010. Effect of storage density on growth, survival and blood and muscle parameters in giant fish (Osphronemus goramy Lacepede, 1801). Fisheries Magazine, Volume 4, Number 2, Pages 106-97.

Faifer, S., Meeyers, L., Willman, G., Carpenter, T. and Hansen, M., 1999. Growth of juvenile lake sturgeon reared in tanks at three densities. North American Journal of Aquaculture, 61: 331–335.

Firat, O. and Kargin, F. 2010. Individual and combined effects of heavy metals on serum biochemistry of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Arch. Environ. Contamental Toxicology, 58: 151-157.

Hasanalipour, A.R., Eagderi, S., Bahmani, M., Poorbagher, H. 2012. Cortisolglucose level and growth changes in response to rearing density in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics, 1: 13-27.

Hasanalipour1, A.R., Eagderi, S., Bahmani, M., Poorbagher, H. 2013. Effects of Stocking Density on Blood Cortisol, Glucose and Cholesterol Levels of Immature Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 27-32.

Helland, S.J. Grisdale, B. Nerland, S. 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture, 139: 157-163.

Hevroy, E.M. Espe, M. Waagbo, R. Sandness, K. Rund, M. Hemer, G.I. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition, 11: 301- 313.

Hontela, A., Rasmussen, J.B., Audet, C., Chevalier, G. 1992. Impaired cortisol stress response in fish from environments polluted by PAHs, PCBs, and mercury. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 22: 278-283.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

Izquierdo, M.S., Socorro, J., Arantzamendi, L., Hernández-Cruz, C.M. 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. Fish Physiology and Biochemistry. 22: 97-107.

Jafarian, S., Jafarian, H.A., Makhtoumi, N.M. 2016. Study of blood biochemical characteristics of young farmed fish with different storage biomass. Journal of Aquaculture, Volume 4, Number 5, Pages 61-48.

Kaiser, H., Weyl, O. and Hecht, T., 1995. The effect of stocking density on growth, survival and agonistic behaviour of African catfish. Aquaculture International, 3: 217-225.

Kamal, S.A. and Omar, W.A. 2011. Effect of Different Stocking Densities on Hematological and Biochemical Parameters of Silver Carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Fingerlings, Life Science Journal, 894): 580-586.

Khanna, S. and Singh, J. 1973. Studies on the blood glucose level in *Channa punctatus* (Bloch.). Acta Zoologica, 52:97-101.

Krogdahl, Å., Hemre, G.I., Mommsen, T.P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages. Aquaculture Nutrition. 11: 103-122.

Khandani Barani, H., and Heidari, M.R. 1397. Effects of storage density on some blood and biochemical characteristics of serum in Carassius auratus golden carapace. Experimental Animal Biology Journal, Volume 6, Number 4 (consecutive 24): pp. 96-87.

Lim, C. Klesius, P.H. Li, M.H. Robinson, E.H. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, haematoloy, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 185: 313-327.

Mazon, A.F., Monteiro, E.A.S., Pinteiro, G.H., Fernandes M.N. 2002. Hematological and physiological changes induced by short-term exposure to copper in the freshwater fish (*Prochilodus scrofa*). Brazilian Journal of Biology, 62(4A): 621-631.

Misaila, E.R., Misaila, C., Artenie, V., Simalcsik, F. 2005. Effect of the chronic stress on some parameters of the metabolic-blood profile (MBP) of the farming Cyprinides. Fisheries and Aquaculture Development, XXX, HAKI, Hungary, 147-153.

Mommsen, T.P., Vijayan, M.M., Moon, T.W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Review in Fish Biology, 9: 211-268.

Montero, D., Marrero, M., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Vergara, J.V., Tort, L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthed seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171, PP: 269-278.

Murray, H.M., Gallant, J.W., Perez-Casanova, Johnson, S.C., Douglas S.E. 2003. Ontogeny of lipase expression in winter flounder. Journal of Fish Biology. 62: 816-833.

North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N.R., 2006.The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 255(1–4):466-479.

Palanivelu, V., Vijayavel, K., Ezhilarasibalasubramanian, S., Balasubramanian, M.P. 2005. Influence of insecticidal derivative (Cartap hydrochloride) from the marine polychaete on certain enzyme systems of the freshwater fish *Oreochromis mossambicus*. J. Environ. Biol, 26: 191-196.

Palikova, M., Kopp, R., Mares, J., Navratil, S., Kubicek, Z., Chmelar, L., Bandouchova, H., Pikula, J. 2010. Selected haematological and biochemical indices of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in the environment with cyanobacterial water bloom. Acta Veterinaria. Brno. 79, 63- 71.

Pickering, A.D. and Pottinger, T.G. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. Fish Physiology and Biochemistry, 7: 253–258.

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

Ruane, N.M., Carballo, E.C., Komen, J. 2002. Increasing stocking density influences the acute physiological stress response of Common carp *Cyprinus carpio* (L). Aquaculture Research. 33: 777-784**.**

Rafatnejad, S., and Falahtkar, b. 2011. Evaluation of the effect of density on water quality parameters in fish farming (Huso huso). Iranian Fisheries Scientific Journal, Volume 20, Number 1, Pages 170-165.

Trenzado, C., Morales, A., Higuera, M., 2006. Physiological effects of crowding in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, selected for low and high stress responsiveness.

Zare, R., Bahmani, M., Yavari, W., Kazemi, R.A., Fazeli, N., Pour Dehghani, M., Mohammadian, T. 2012. Effects of breeding density on white blood cells and cortisol plasma levels of Siberian blood (Acipenser baerii). Iranian Journal of Veterinary Medicine, Volume 8,Number 2, Pages 32-22.

نحوه استناد به این مقاله:

کتوکی س.، جعفریان ح.ا.، قلی‌پور کنعانی ح.، ابراهیمی پ. اثرات تراکم پرورش بر پارامترهای رشد و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۲، ۱۷-۱۰ :(۴)۱۱ .

Katooky S., Jafaryan H.A., Gholipour H., Ebrahimi P. Effects of Stocking Density on growth parameters and some biochemical factors of blood serum in rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2023, 11(4): 10-17.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]

Effects of Stocking Density on growth parameters and some biochemical factors of blood serum in rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

Katooky S[1]., Jafaryan H.A[2*]., Gholipour H[2]., Ebrahimi P[3].

1Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran.
2 Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbadkavos University, Gonbadkavos, Iran.
3 Associate Prof., Dept. of Chemistry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Golestan University, Gorgan, Iran.

Type:

Original Research Paper

Paper History:

Received: 04-04-2023
Accepted: 27-07- 2023

Corresponding author:

Jafaryan H. Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources,Gonbad kavos University, Gonbad kavos, Iran.

Email: hossein.hoseinifar@gmail.com

Abstract

A experiment was carried out to evaluate the effect of four levels of stocking density (30, 45, 60 and 75 pieces of larval in 10 liters of water) on growth parameters and biochemical factors of blood serum of *Oncorhynchus mykiss* larvae with average mean weight 0.235±0.08 g were stocked in 12 fiberglass tank was studied for a period of 45 days. At the end of the experiment, were observed no significant differences between growth parameters and feed efficiency among treatments. However, Analysis of biochemical factors of serum blood showed significant difference between treatments. The highest amount of blood serum of total protein (7.40±0.10), ALT (23.00±1.00) and ALP (243.00±8.18) activity enzymes, amylase (23.66±1.52), lipase (111.00±6.55) and calcium (15.66±0.05), as well as the lowest amount of cortisol (36.00±1.73) and albumin (10.76±0.11) was observed in treatment containing maximum stocking density level at 75 pieces of larval in 10 liters. Also, the highest amount of glucose (139.00±5.56) was observed in treatment at 60 pieces of larval in 10 liters and the highest AST activity enzyme (7.33±0.57) was observed in two treatment at 30 and 45 pieces of larval in 10 liters. Finally, according to the results, an increase in stocking density of *O. mykiss* larvae cannot be affected the efficiency of fish farming. But, this increasing density had significant effect on immune factors and stressors.

Keywords: Rainbow trout larvae, Stocking density, Growth, biochemical factors, Immunity.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-05-05]

[DOI: 10.22034/jair.11.4.2]