تاثیر توام تراکم و استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد رشد و شاخص‌های هماتولوژیک ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi)

- **رضا عباسی‌مصردشتی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
- **میرمسعود سجادی***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
- **بهرام فلاحتکار**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۸

چکیده

در تحقیق حاضر اثر استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی بر رشد و پارامترهای هماتولوژیک ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) با میانگین وزن ۰/۲۷±۳/۴۴ گرم و به‌مدت ۴۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ماهی‌ها در ۶ تیمار آزمایشی در ۳ تکرار شامل، تراکم بالا (۲۰ عدد ماهی در مخزن) و تغذیه در حد سیری (C۲۰)، تراکم پایین (۱۰ عدد ماهی در مخزن) و تغذیه در حد سیری (C۱۰)، تراکم بالا و تغذیه در حد ۵۰٪ سیری (R۲۰)، تراکم پایین و تغذیه در حد ۵۰٪ سیری (R۱۰)، تراکم بالا و گرسنگی (S۲۰)، تراکم پایین و گرسنگی (S۱۰) درنظر گرفته شد. زیست‌سنجی ماهیان و اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه هر ۱۵ روز یک‌بار انجام گرفت. در پایان دوره آزمایش خونگیری از ماهیان جهت اندازه‌گیری پارامترهای خونی به‌عمل آمد. نتایج نشان داد در پارامترهای رشد ماهی کوی با اعمال توام استراتژی تغذیه‌ای در تراکم مختلف اثر معنی‌داری بر فاکتورهای وزن کسب‌شده و فاکتور وضعیت ماهیان مشاهده‌شد (P<۰/۰۵). پارامترهای رشد در تیمارهای C۲۰ و C۱۰ نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. هم‌چنین با بررسی نتایج آنالیز خون ماهیان اعمال استراتژی تغذیه‌ای در تراکم مختلف تفاوت معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید، درصد لنفوسیت و نوتروفیل ماهیان مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج پژوهش کنونی نشان داد که تغذیه در حد سیری در تراکم بالا و پایین تاثیر مثبتی بر روی عملکرد رشد و پارامترهای هماتولوژیک ماهیان کوی دارد.

کلمات کلیدی: کپور ماهیان، تراکم، تغذیه، گرسنگی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mmsajjadi@hotmail.com

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت جهان سبب شده است تا بشر به استفاده از منابع غذایی جدید، ازجمله منابع پروتئینی حیوانی روی آورد و از این رو قرن‌هاست که آبزی پروری در جوامع مختلف در حال انجام است (Lee و Lee، ۲۰۰۱). رشد صنعت آبزی‌پروری می‌تواند به امنیت غذایی کشورهای مختلف و به‌خصوص کشورهای در حال توسعه کمک شایانی کند (جعفریان، ۱۳۸۷). گوشت ماهیان به‌عنوان یک منبع پروتئینی که ارزان قیمت‌تر از گوشت گاو است نقش مهمی در حل مشکلات غذایی انسان‌ها دارند (NEPAD، ۲۰۰۵). در شرایط طبیعی، رشد و بقای ماهی به‌میزان تراکم جمعیت آن در محیط بستگی دارد، در این حالت کمبود فضا و آب مناسب می‌تواند یک اثر محدودکننده بر روی رشد ماهی داشته باشد (Backiel و Le Cren، ۱۹۷۸). هم‌چنین تراکم ذخیره‌سازی عامل مهمی است که حیات اقتصادی سیستم تولید را نشان می‌دهد (Papst و همکاران، ۱۹۹۲). از این‌رو امروزه یکی ازمهم‌ترین مشکلات پرورش‌دهندگان ماهیان زینتی جهت افزایش بازده تولید در شرایط پرورش گونه‌های مختلف آبزیان، ایجاد فضای کافی برای پرورش می‌باشد (Ebadzadeh و همکاران، ۲۰۱۵). ازجمله روش‌های موثر در جبران مشکل کمبود فضا یا زمین در محیط پرورشی، افزایش تراکم ذخیره‌سازی است. به همین دلیل آبزی پروران عمدتاً ترجیح می‌دهند تا به‌منظور دستیابی به حداکثر تولید، آبزی خود را در بالاترین تراکم ممکن پرورش دهند (Samad و همکاران، ۲۰۱۴). محققین طی چند دهه اخیر برای بهبود مدیریت آبزی‌پروری که در ارتباط با رفاه آبزی است، مطالعات زیادی را در رابطه با تراکم ذخیره‌سازی بهینه آبزیان در محیط پرورش انجام داده‌اند (Turnbull و همکاران، ۲۰۰۵). تراکم بهینه تحت تاثیر موارد بسیاری هم‌چون سیستم‌های‌مختلف پرورش، گونه و سن آبزی، شرایط فیزیکوشیمیایی محیط پرورش و غیره می‌باشد (Samad و همکاران، ۲۰۱۴؛ Ellis و همکاران، ۲۰۰۲).هم‌چنین عوامل دیگر ازجمله عملکردرشد، تغذیه، فیزیولوژی، متابولیسم و رفتار ماهی می‌تواند تحت تاثیر مسئله تراکم قرار گیرد (Samad و همکاران، ۲۰۱۴). میزان و سرعت رشد ماهی در طول مراحل مختلف زندگی آن تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی تغییر می‌کند (Sloman و Armstrong، ۲۰۰۲). در تراکم بسیار بالا کاهش محتوای اکسیژن و آلودگی آب (Stuart و همکاران، ۲۰۰۶)، عدم دسترسی به غذای کافی که در این حالت معمولاً ماهی رفتار تهاجمی پیدا می‌کند (Holm و همکاران، ۱۹۹۰) و افزایش متابولیسم ماهی(Braun و همکاران، ۲۰۱۳)وهم‌چنین برروی عملکرد رشد ماهی تاثیرگذار است (Boscolo و همکاران، ۲۰۱۱؛ Schram و همکاران، ۲۰۰۶). تراکم نگه‌داری می‌تواند اثرات مثبت و یا منفی بر روی رشد آبزی داشته باشد (Merino و همکاران، ۲۰۰۷؛ Bjo¨rnsson و همکارن، ۱۹۹۴؛ Brett، ۱۹۷۹). برخی از ماهی‌ها مانند کفشک ماهی(*Solea senegalensis*) (Andrade و همکاران، ۲۰۱۵)، تیلاپیای قرمز (*Oreochromis* sp.) (Watanabe و همکاران، ۱۹۹۰)، چار قطب شمالی (*Salvelinus alpines*) (Jorgensen و همکاران، ۱۹۹۳) نسبت به تراکم‌های بالا اثر مثبت و برخی دیگر مانند گربه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) (Gatlin و همکاران، ۱۹۸۶)، قزل‌آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)(Papoutsoglou و همکاران، ۱۹۸۷)، سیم سر طلایی (*Sparus auratus*) (Montero و همکاران، ۱۹۹۹)، باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) (Gornati و همکاران، ۲۰۰۴) اثر منفی نشان می‌دهد. بنابراین دانستن تراکم بهینه به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم و ضروری پرورش مطرح می‌باشد، چراکه نقش اساسی در تبدیل آبزی‌پروری به یک فرآیند اقتصادیِ پایدار و سودآور دارد (Rafatnezhad و همکاران، ۲۰۰۸). بیش‌ترین تلاش‌ها در آبزی‌پروری پایدار در ارتباط با استراتژی‌های بهبود تغذیه و بهینه‌سازی ترکیبات غذایی برای گونه‌های مختلف ماهیان تجاری قابل پرورش است (جعفریان، ۱۳۸۷). کاهش هزینه‌های مربوط به غذا در آبزی‌پروری تجاری، اعمال مدیریت تغذیه و استراتژی‌های مناسب در مواجهه با شرایط متفاوت پرورش از طریق بهینه‌سازی غذا جهت رشد مناسب ماهی و کاهش مواد دفعی و هزینه‌های مربوط به مزرعه بسیار حایز اهمیت است (Schnaittacher و همکاران، ۲۰۰۵). هم‌چنین با پیشرفت صنعت آبزی‌پروری میزان تغذیه و گرسنگی آبزیان در محیط پرورشی، ازجمله عوامل مهمی هستند که کیفیت محصولات تولیدی را تعیین می‌کنند (Park و همکاران، ۲۰۰۶). بسیاری از گونه‌های ماهی طی دوره‌های خاصی از زندگی خود در پاسخ به نوسانات محیطی، برای کاهش مرگ و میرشان در برابر آلودگی آب و شرایط زیستی نامطلوب در معرض گرسنگی طبیعی قرار می‌گیرند و این حالت آن‌ها را قادر به زنده ماندن بدون غذا می‌کند (Park و همکاران، ۲۰۱۲؛ Cho و همکاران، ۲۰۰۶). ماهیان پرورشی نیز ممکن است دوره‌های گرسنگی را مانند ماهیان در شرایط طبیعی تحمل کنند (Friedrich و Stepanowska، ۲۰۰۱). گرسنگی یک عامل استرس‌زای مهم در ماهی است و گونه‌های مختلف ماهی برای سازگاری با شرایط گرسنگی در وهله اول سیستم عصبی غدد درون‌ریز را فعال کرده و در وهله دوم سبب ایجاد تغییراتی فیزیولوژیک وهماتولوژیک در ماهی می‌شود(Caruso و همکاران، ۲۰۱۲؛ Barcellos. و همکاران، ۲۰۱۰). پاسخی که هر ماهی به طول دوره گرسنگی می‌دهد به عواملی ازجمله سن، شرایط زیستی و سطح ذخایر انرژی‌بدن‌شان بستگی دارد(Black و Love، ۱۹۸۶).طی‌دوره گرسنگی ذخایر انرژی بدن مصرف‌شده و وزن ماهی کم می‌شود. گرسنگی سبب هیدراته‌شدن‌بافت‌بدن‌می‌شود(Miglavs و Jobling، ۱۹۸۹؛

Jobling، ۱۹۸۰)، که این حالت تا حدودی از کاهش زیاد وزن ماهی جلوگیری می‌کند. در این شرایط، جانوران مکانیسم‌های رفتاری، فیزیولوژیک و ساختاری مختلفی از جمله کاهش تحرک، پایین نگه‌داشتن نرخ متابولیسم بدن، کاهش فاکتور وضعیت و تغییر در متابولیت‌های خون و عضله را برای استفاده از ذخایر انرژی بدن به‌کار می‌گیرند (Figueiredo-Garutti و همکاران، ۲۰۰۲؛ Jobling، ۱۹۸۰). در این صورت از آن جایی که طول دوره گرسنگی به منظور ادامه حیات آبزی منجر به کاهش شدید در ذخایر انرژی و تحلیل بافت‌های بدن می‌شود، پس می‌توان انتظار داشت که در صورت ادامه داشتن گرسنگی، رشد آبزی تحت تأثیر قرار گیرد (Feng و همکاران، ۲۰۱۱). ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) واریته رنگی کپورمعمولی بوده و از جمله زیباترین و ارزشمندترین ماهیان زینتی محسوب می‌شود (Bahremand و همکاران، ۲۰۱۶). این ماهی در اصل متعلق به اروپای مرکزی و شرق آسیا می‌باشد (Hickling و همکاران، ۲۰۰۷). پرورش ماهی کوی به‌دلیل توانایی این ماهی به زندگی در آب شیرین و شور، ارزش تجاری بالا، قدرت سازگاری آسان با شرایط اسارت و هم‌چنین در دسترس بودن تکنولوژی تکثیر و پرورش آن طی چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است(Schmidt و همکاران، ۲۰۰۵). از آن‌جایی که تا به امروز مطالعه تاثیر استراتژی‌های مختلف غذایی در تراکم‌های مختلف با هدف رسیدن تعیین اثر تراکم و استراتژی تغذیه‌ای بر عملکرد رشد ماهی کوی در محیط پرورشی مورد بررسی قرار نگرفته است. آزمایش حاضر با هدف بررسی تاثیر توام تراکم و استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای بر روی رشد و شاخص‌های هماتولوژیک ماهی کوی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

ماهیان و شرایط پرورش: تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۷ به‌مدت ۴۵ روز انجام شد. برای این منظور ۱۸۰ عدد ماهی کوی با میانگین وزنی ۰/۲۷±۳/۴۴ گرم از یک مرکز تکثیر و پرورش ماهی طلایی خصوصی واقع در شهرستان رشت خریداری شده و پس از بررسی ماهیان از لحاظ وزن، طول، سلامتی و وضع ظاهری به کارگاه تکثیر و پرورش دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شده و به‌مدت دو هفته با شرایط آزمایش سازگاری پیدا کردند. در طی این مدت ماهیان با استفاده از غذای پایه (جیره‌تجاری ماهی کوی) در حد اشتها تغذیه شدند و پس از این دوره ماهیان با تراکم پایین و بالا به‌ترتیب (۱۰ و ۲۰ عدد ماهی در هر مخزن) در ۱۸ آکواریوم با حجم آبگیری ۷۰ لیتر توزیع شدند. تمامی شرایط فیزیکوشیمیایی آب آکواریوم‌ها مانند دمای آب، اکسیژن محلول و pH، به‌ترتیب ۰/۱±۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد، ۰/۱±۶/۱ میلی‌گرم بر لیتر و ۰/۱±۷/۲ اندازه‌گیری و در طول دوره آزمایش به‌صورت روزانه کنترل و در سطح بهینه نگه‌داری شد. آب آکواریوم‌هایی که غذادهی می‌شدند تا یک سوم آب آن‌ها هر هفته انجام می‌شد.

طراحی آزمایش: تحقیق حاضر در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. به‌منظور بررسی اثر استراتژی غذایی در تراکم‌های مختلف بر رشد و پارامترهای خونی ماهیان آزمایش در ۱۸ آکواریوم طی ۶ تیمار آزمایشی در ۳ تکرار توزیع شدند: ۱۰ عدد ماهی و تغذیه رد حد سیری ($C_{1.}$)، ۲۰ عدد ماهی و تغذیه درحد سیری ($C_{2.}$)، ۱۰ عدد ماهی و تغذیه در حد ۵۰٪ سیری ($R_{1.}$)، ۲۰ عدد ماهی و تغذیه در حد ۵۰٪ سیری ($R_{2.}$)، ۱۰ عدد ماهی و گرسنگی ($S_{1.}$)، ۲۰ عدد ماهی و گرسنگی ($S_{2.}$) (Habib و همکاران، ۲۰۱۴). شرایط نوری در طول دوره ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود.

غذا و تغذیه: غذادهی به ماهیان در۳ نوبت (در ساعات ۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰) و با استفاده از غذای فرموله شده اکسترود (پروتئین: ۳۸-۴۱٪، چربی: ۸-۴٪، فیبر: ۶-۳٪، خاکستر: ۱۱-۷٪، رطوبت: ۱۱-۵٪) شرکت فرادانه با اندازه ۲ میلی‌متر صورت گرفت. در طول ۴۵ روز، تیمارهای غذادهی حدسیری، با توجه به اشتها مورد تغذیه قرار گرفتند. غذادهی به ماهیان تا زمانی انجام می‌گرفت که ماهی‌ها سیر شده و تقریباً دیگر هیچ غذایی نخورند. هر وعده غذایی در حدود یک ساعت به طول می‌انجامید. غذادهی به تیمارهای ۵۰٪ حد سیری، با محاسبه ۵۰٪ از مقدار غذای خورده شده توسط تیمارهای غذادهی حد سیری صورت گرفت. در طول دوره برای تیمارهای گرسنه غذادهی صورت نمی‌گرفت.

زیست‌سنجی ماهیان: در طول ۴۸ روز آزمایش، زیست‌سنجی ماهیان هر ۱۵ روز یک‌بار انجام گرفت. برای این منظور یک روز قبل از انجام زیست‌سنجی به‌منظور خالی نگه‌داشتن روده، غذادهی به ماهیان قطع گردید. زیست‌سنجی ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال و خط‌کش با ترتیب با دقت ۰/۱ گرم و ۱ میلی‌متر به‌صورت انفرادی انجام شد. ماهیان قبل از زیست‌سنجی، با استفاده از پودرگل میخک به‌مقدار ۲۰۰ ppm بی‌هوش شدند (بهره‌مند و سلیمانی‌راد، ۱۳۹۶).

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه: پس از انجام زیست‌سنجی شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای ازجمله وزن کسب شده (WG)، درصد افزایش وزن (BWI)، شاخص وضعیت (CF)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) مورد محاسبه و سنجش قرار گرفتند (فلاحتکار، ۱۳۹۴).

WG (گرم) = وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)

CF = وزن نهایی (گرم) / طول (سانتی متر مکعب) × ۱۰۰

FCR = (گرم) غذای مصرف شده / (گرم) افزایش وزن × ۱۰۰

BWI (%) =

{(گرم) میانگین وزن اولیه - (گرم) میانگین وزن اولیه / (گرم) میانگین وزن اولیه} × ۱۰۰

SGR (% / روز) =

{(گرم) لگاریتم طبیعی وزن نهایی – (گرم) لگاریتم طبیعی وزن اولیه / (تعداد روزهای پرورش} × ۱۰۰

اندازه‌گیری پارامترهای خونی: جهت آنالیز خون، در پایان دوره آزمایش از هر مخزن ۱۰ عدد ماهی به‌صورت تصادفی انتخاب شد و پس از بی‌هوشی با پودر گل میخک، خونگیری از ماهیان به‌روش قطع ساقه دمی انجام گرفت. خون گرفته شده از هر تیمار به‌منظور سنجش پارامترهای خونی به ویال اپندورف آغشته به مواد ضدانعقاد خون (هپارین) منتقل شد. شمارش تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) و تعداد گلبول‌های سفید (WBC) با استفاده از محلول Lewis و لام نئوبار پیشرفته انجام شد (Blaxhall و Daisley، ۱۹۷۳). حجم هماتوکریت با استفاده از لوله‌های موئینه هماتوکریت و دستگاه سانتریفیوژ (Unico UV-2100, New Jersey, USA) انجام پذیرفت و حجم سلول‌های خونی به‌صورت درصد با استفاده از خط‌کش میکروهماتوکریت اندازه‌گیری شد (Řehulka، ۲۰۰۰). اندازه‌گیری هموگلوبین به‌روش استاندارد سیان مت‌هموگلوبین و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, New Jersery, USA) و در طول موج ۵۴۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت و هم‌چنین جهت شمارش افتراقی گلبول‌های سفید (لنفوسیت، مونوسیت و نوتروفیل)، از روش رنگ‌آمیزی گیمسا استفاده شد (Blaxhall و Daisley، ۱۹۷۳).

روش آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 22, IBM, Armonk, NY, USA) انجام شد. جهت رسم نمودارها و انجام برخی محاسبات آماری از نرم‌افزار Microsoft Excel 2010 استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. بررسی تاثیر توام استراتژی تغذیه‌ای اعمال شده و تراکم‌های ذخیره‌سازی از طریق آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) و با استفاده از آزمون Tukey مورد استفاده قرار گرفت. لازم به‌ذکر است که سطح معنی‌داری داده ۹۵٪ (اختلاف در سطح معنی‌داری ۰/۰۵) و داده‌های ارائه شده به‌صورت میانگین±خطای استاندارد آورده شده است.

نتایج

رشد: تاثیر استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف بر عملکرد رشد ماهی کوی به‌مدت ۴۵ روز در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد در پارامترهای رشد ماهی کوی اعمال توام استراتژی تغذیه‌ای در تراکم مختلف اثر معنی‌داری بر فاکتورهای وزن کسب شده و فاکتور وضعیت ماهیان داشت (P<۰/۰۵). در سایر پارامترهای رشد اعمال توام استراتژی تغذیه‌ای در تراکم مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). براساس نتایج کسب شده، اعمال استراتژی‌های غذایی مختلف در دو تراکم بالا (۲۰ عدد ماهی) و پایین (۱۰ عدد ماهی) ذخیره‌سازی، در فاکتورهای تغذیه‌ای در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). آنالیز داده‌ها نشان داد که وزن نهایی و طول نهایی در تیمار سیری به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارهای آزمایشی در ماهیان هر تراکم بود (P>۰/۰۵). فاکتور وضعیت تحت استراتژی غذایی اختلاف معنی‌داری در تراکم بالا ماهیان نشان داد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار آن در تیمار با غذادهی حد سیری تراکم بالا مشاهده شد. از لحاظ درصد افزایش وزن بدن اختلاف معنی‌دار آماری تیمار سیری تراکم بالا و پایین با سایر تیمارهای آزمایشی مشاهده شد (P<۰/۰۵). نرخ رشد ویژه در مقایسه بین تیمارهای با غذادهی محدود و هم‌چنین تیمارهای گرسنه، در ماهیان تراکم پایین افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). ضریب تبدیل غذایی تحت اثر متقابل تراکم و استراتژی غذایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد و کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن به‌ترتیب در تیمار سیری تراکم پایین و تیمار تغذیه در حد محدود تراکم بالا مشاهده شد (P>۰/۰۵).

شاخص های خونی: تاثیر استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف بر فاکتورهای هماتولوژیک خون ماهی کوی به‌مدت ۴۵ روز در جدول ۲ آورده شده است. با بررسی نتایج به‌دست آمده از آنالیز خون ماهیان آزمایش اعمال توام استراتژی تغذیه‌ای در تراکم مختلف تفاوت معنی‌دار آماری در تعداد گلبول‌های سفید، درصد لنفوسیت و نوتروفیل ماهیان مشاهده شد (P<۰/۰۵). تعداد گلبول‌های سفید در تیمار تغذیه محدود تراکم پایین بیش‌ترین مقدار دیده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) و کم‌ترین مقدار آن نیز در تیمار گرسنه تراکم بالا مشاهده شد. تعداد گلبول‌های قرمز در تیمارهای تراکم بالا دارای اختلاف معنی‌داری بود (P<۰/۰۵) که به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین آن در تیمار سیری و تیمار گرسنگی تراکم بالا مشاهده شد. میزان هموگلوبین و هماتوکریت در تیمار سیری تراکم بالا افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). هم‌چنین کم‌ترین میزان هموگلوبین در تیمار گرسنه تراکم بالا مشاهده شد. اثر استراتژی تغذیه‌ای سبب اختلاف معنی‌دار در مقدار میانگین حجم یک گلبول قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین یک گلبول قرمز (MCH) و میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز (MCHC) تیمارهای مختلف آزمایش شد (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که مقدار میانگین حجم یک گلبول قرمز و میانگین هموگلوبین یک گلبول قرمز در تیمار

تغذیه محدود تراکم پایین افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار سیری تراکم پایین داشت. از طرفی بیش‌ترین مقدار میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز در تیمار سیری تراکم پایین مشاهده شد و این مقدار در تیمار تغذیه محدود تیمار پایین و تیمار گرسنگی تیمار بالا کاهش معنی‌داری داشت ($P<0/05$). تعداد نوتروفیل و لنفوسیت تحت تأثیر اثر متقابل استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای و تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<0/05$). درصد لنفوسیت‌ها تحت تاثیر تراکم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($P<0/05$). تیمار سیری تراکم بالا در مقایسه سایر تراکم بالا از تعداد مونوسیت بیش‌تری برخوردار بودند که این مقدار با میزان مونوسیت تیمار گرسنگی تراکم پایین نیز اختلاف معنی‌دار داشت ($P<0/05$).

جدول ۱: شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهیان کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) پس از ۴۸ روز اعمال استراتژی‌های مختلف غذایی در تراکم‌های مختلف (میانگین±خطای استاندارد؛ n= ۳)

	تیمارهای استراتژی تغذیه‌ای و تراکم						آنالیز واریانس دو طرفه		
پارامترها	C_{10}	R_{10}	S_{10}	C_{20}	R_{20}	S_{20}	تراکم	استراتژی تغذیه‌ای	تراکم × استراتژی تغذیه‌ای
وزن اولیه (گرم)	۳/۴۵ ± ۰/۲۷	۳/۶۴ ± ۰/۲۷	۳/۶۳ ± ۰/۲۴	۳/۲۹ ± ۰/۰۵	۳/۴۹ ± ۰/۳۷	۳/۱۷ ± ۰/۲۷			
طول اولیه (سانتی‌متر)	۶/۵۲ ± ۰/۱۰	۶/۵۴ ± ۰/۱۵	۶/۵۶ ± ۰/۱۶	۶/۳۳ ± ۰/۰۷	۶/۵۱ ± ۰/۱۹	۶/۲۶ ± ۰/۲۰			
وزن ثانویه (گرم)	۷/۱۴ ± ۱/۰۹^{a}	۵/۴۹ ± ۰/۸۳^{ab}	۲/۳۶ ± ۰/۶۹^{c}	۶/۲۳ ± ۰/۱۸^{ab}	۴/۵۳ ± ۰/۳۳^{b}	۱/۹۶ ± ۰/۵۳^{c}	۰/۰۳۷	۰/۰۰۰	۰/۷۳۷
طول ثانویه (سانتی‌متر)	۷/۹۰ ± ۰/۴۲^{a}	۷/۳۱ ± ۰/۱۱^{a}	۴/۴۸ ± ۱/۶۵^{c}	۷/۵۷ ± ۰/۰۸^{a}	۶/۹۹ ± ۰/۲۱^{ab}	۴/۷۴ ± ۱/۲۳^{bc}	۰/۷۴۹	۰/۰۰۰	۰/۷۹۹
وزن کسب شده (گرم)	۳۶/۸۲ ± ۸/۵۵^{b}	۱۸/۵۵ ± ۵/۹۷^{c}	-۹/۵۵ ± ۷/۶۷^{d}	۵۸/۸۶ ± ۳/۸۶^{a}	۲۰/۸۳ ± ۲/۷۴^{bc}	-۲۶/۶۰ ± ۶/۷۹^{d}	۰/۴۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۰۵/۹۵ ± ۱۸/۲۳^{a}	۵۰/۴۹ ± ۱۴/۰۸^{bc}	-۲۶/۱۳ ± ۲۱/۵۴^{d}	۸۹/۵۳ ± ۶/۵۴^{ab}	۳۰/۲۴ ± ۶/۳۱^{c}	-۴۲/۵۰ ± ۱۲/۸۱^{d}	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰	۰/۹۶۵
نرخ‌رشدویژه (درصد/روز)	۱/۴۴ ± ۰/۱۸^{a}	۰/۸۱ ± ۰/۱۹^{ab}	-۰/۹۱ ± ۰/۴۳^{c}	۱/۲۸ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۵۳ ± ۰/۱۰^{b}	-۱/۰۰ ± ۰/۳۹^{c}	۰/۱۸۲	۰/۰۰۰	۰/۸۱۵
فاکتور وضعیت	۱/۴۴ ± ۰/۰۶^{ab}	۱/۴۰ ± ۰/۱۶^{ab}	۱/۰۷ ± ۰/۱۳^{ab}	۱/۴۴ ± ۰/۰۸^{a}	۱/۳۳ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۰۳ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۳۱۰	۰/۰۳۵	۰/۰۴۱
ضریب تبدیل غذایی	۱/۶۸ ± ۰/۰۴^{b}	۲/۱۲ ± ۰/۰۳^{a}	-	۱/۷۴ ± ۰/۰۵^{b}	۲/۲۰ ± ۰/۰۶^{a}	-	۰/۰۰۰	۰/۰۳۱	۰/۷۱۸

۱: حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P<0/05$). ۲: C: Complete feeding، R: Restricted، S: Starvation

جدول ۲: شاخص‌های خونی در ماهیان کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi) پس از ۴۸ روز اعمال استراتژی‌های مختلف غذایی در تراکم‌های مختلف (میانگین±خطای استاندارد؛ n= ۳).

	پارامترهای استراتژی و تراکم						آنالیز واریانس دو طرفه		
پارامترها	C10	R10	S10	C20	R20	S20	تراکم	استراتژی تغذیه‌ای	تراکم×استراتژی تغذیه‌ای
گلبول سفید (تعداد/مترمکعب)	۳۷۰۰ ± ۱۰۰^{cd}	۴۹۰۰ ± ۲۰۰^{a}	۳۸۶۶/۷ ± ۱۵۲/۸^{c}	۴۰۰۰ ± ۱۰۰^{c}	۴۵۳۳/۳±۵۷/۷^{b}	۳۴۰۰ ± ۱۰۰^{d}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
گلبول قرمز (تعداد/مترمکعب)	۷۴۵۰۰۰±۱۰۰۰^{bc}	۷۴۳۳۳۳/۳ ±۲۰۸۱۶/۷^{bc}	۷۶۶۶۶۶/۷±۷۶۳۷/۶^{ab}	۷۹۵۰۰۰±۵۰۰۰^{a}	۷۳۵۰۰۰±۵۰۰۰^{c}	۷۰۰۰۰۰±۱۰۰۰^{d}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۱۹
هموگلوبین (گرم/دسی‌لیتر)	۷/۱ ± ۰/۲^{b}	۷/۲ ± ۰/۱^{ab}	۷/۲ ± ۰/۲^{ab}	۷/۵ ± ۰/۱^{a}	۷ ± ۰/۱^{bc}	۶/۷ ± ۰/۱^{c}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۱۰۶
هماتوکریت (درصد)	۲۷ ± ۰^{b}	۲۷/۷ ± ۰/۶^{ab}	۲۷ ± ۱^{ab}	۲۸/۷ ± ۰/۶^{a}	۲۷/۳ ± ۰/۶^{ab}	۲۶/۷ ± ۰/۶^{ab}	۰/۰۰۵	۰/۳۹۷	۰/۰۸۸
MCV (fl)	۳۵۹/۳ ± ۵^{c}	۳۷۵/۳ ± ۳/۵^{a}	۳۶۶/۷ ± ۲/۱^{abc}	۳۶۴/۷ ± ۵^{bc}	۳۶۷ ± ۳^{abc}	۳۷۱ ± ۳^{ab}	۰/۱۰۶	۰/۰۰۱	۰/۴۰۹
MCH (pg/cell)	۹۵/۳ ± ۰/۶^{b}	۹۷/۳ ± ۰/۶^{a}	۹۵ ± ۰^{ab}	۹۴ ± ۱^{b}	۹۵ ± ۱^{b}	۹۶ ± ۱^{ab}	۰/۵۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۶۹
MCHC (درصد)	۲۶/۲ ± ۰/۱^{a}	۲۵/۷ ± ۰/۲^{b}	۲۶ ± ۰/۲^{ab}	۲۵/۸ ± ۰/۲^{ab}	۲۵/۹ ± ۰/۱^{ab}	۲۵/۷ ± ۰/۲^{b}	۰/۲۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۶۲
نوتروفیل (درصد)	۱۴/۷ ± ۰/۶^{bc}	۱۷ ± ۰^{a}	۱۴ ± ۱^{c}	۱۶/۳ ± ۰/۶^{ab}	۱۸ ± ۱^{a}	۱۳ ± ۱^{c}	۰/۱۵۸	۰/۱۲۸	۰/۰۰۰
لنفوسیت (درصد)	۸۰ ± ۱^{ab}	۷۶/۷ ± ۰/۶^{bc}	۸۲ ± ۲^{a}	۷۵/۷ ± ۱/۵^{c}	۷۸ ± ۱^{bc}	۸۲ ± ۲^{a}	۰/۰۱۷	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰
مونوسیت (درصد)	۴/۷ ± ۰/۶^{ab}	۴/۷ ± ۰/۶^{ab}	۴ ± ۰^{b}	۵/۷ ± ۰/۶^{a}	۴/۳ ± ۰/۶^{b}	۴ ± ۰^{b}	۰/۰۶۹	۰/۰۰۴	۰/۲۱۵

۱: حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($P<0/05$). ۲: C: Complete feeding، R: Restricted، S: Starvation

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اعمال استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری در عملکرد رشد ماهیان کوی شد. پارامترهای افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت و ضریب تبدیل غذایی تحت تاثیر گرسنگی در تراکم‌های مختلف قرار گرفت، به‌طوری که کاهش معنی‌داری در تیمارهای گرسنه در مقایسه با تیمارهای تغذیه در حد سیری دیده

شد. نتایج مطالعه حاضر هم‌سو با نتایج حاصل از مطالعات Larsen و همکاران (۲۰۰۱) در ماهی آزاد کوهو (*Oncorhynchus kisutch*)، Chatzifotis و همکاران (۲۰۱۱) در باس دریایی، Small و همکاران (۲۰۰۵)در گربه‌ماهی کانالی، Caruso و همکاران (۲۰۱۰) در مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) و شیروان و همکاران (۱۳۹۲) در تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)، Tian و همکاران (۲۰۱۰) در کفشک‌زبان‌گاوی (*Cynoglossus arel*) و Caruso و همکاران (۲۰۱۱) در باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) و سیم دریایی خال سیاه (*Pagellus bogaraveo*) است که افت وزنی ماهیان را در شرایط گرسنگی گزارش کردند. هم‌چنین مطالعات انجام شده توسط Krogdahl و Bakke-McKellep (۲۰۰۵) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس و Yokoyama و همکاران (۲۰۰۹) بر روی سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*)، وزن نهایی ماهیان تحت تاثیر استراتژی تغذیه‌ای تفاوت معنی‌داری نشان نداد که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت نداشت. گرسنگی می‌تواند به‌عنوان یک عامل استرس‌زا مطرح گردد و منجر به کاهش رشد، کاهش مقاومت و تغییر در شاخص‌های فیزیولوژیک ماهیان شود(Wedemeyer و همکاران، ۱۹۹۰).در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر با سایر مطالعات، در تحقیقات Sirakov و Ivancheva (۲۰۰۸) در ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای و Stoyanova و Staykov (۲۰۱۷) در قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزایش تراکم ماهی، رشد ماهی افزایش پیدا کرد که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت داشت. از طرفی افزایش تراکم ذخیره‌سازی در مطالعات بهره‌مند و سلیمانی راد (۱۳۹۶) در ماهی کوی، Jha و Barat (۲۰۰۵) در ماهی کوی، Bilen و همکاران (۲۰۱۵) در ماهی کوی، Narejo همکاران (۲۰۰۵) در گربه ماهی (*Heteropneustes fossilis*)، Mollah (۱۹۸۵) در گربه‌ماهی (*Clarias macrocephalus*)، Imanpour و همکاران (۲۰۰۹) در ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)، Biswas و همکاران (۲۰۰۶) در ماهی کپور معمولی رشد ماهی کاهش یافت در راستای نتایج حاصل از مطالعه حاضر نبود. علت کاهش رشد در چنین شرایطی آن است که تراکم‌های بالا سبب افزایش استرس (Hastein، ۲۰۰۴)، افزایش حساسیت به بیماری، افرایش رفتار تهاجمی که منجر به آسیب‌های جسمی و حتی مرگ(North و همکاران، ۲۰۰۶)، کاهش دسترسی به غذا (Ellis و همکاران، ۲۰۰۲) و کاهش کیفیت آب (Sirakov و Ivancheva، ۲۰۰۸) می‌شود.

در مطالعه حاضر میزان درصد رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در اثر استراتژی تغذیه‌ای به‌ترتیب کاهش و افزایش معنی‌دار آماری داشت که در راستا با نتیجه این مطالعه، نتایج حاصل از مطالعات Falahatkar و همکاران (۲۰۱۲) بر روی فیل‌ماهی (*Huso huso*)، ایمانی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان که با اعمال استراتژی تغذیه‌ای بر روی ماهیان اختلاف معنی‌داری در میزان درصد رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی مشاهده کردند. در مطالعات Chakraborty و همکاران(۲۰۰۶)روی ماهی *Puntius sarana*، Begum و همکاران (۲۰۰۸) روی گربه‌ماهی (*Mystus gulio*)، Rahman و Verdegem (۲۰۱۰) در ماهی کپور (*Labeo calbasu*) و کپور مریگال (*Cirrhinus cirrhosus*)، Abdus Samad و همکاران (۲۰۱۶) در کپور آئینه‌ای (*Cyprinus carpio var. specularis*)، با افزایش تراکم ذخیره سازی میزان SGR ماهیان آزمایش کاهش پیدا کرد. از طرفی دیگر Moradyan و همکاران(۲۰۱۲) با افزایش تراکم آلوین قزل‌آلای رنگین کمان‌در میزان SGR تغییری مشاهده نکردند. هم‌چنین در بررسی‌های انجام‌شده توسط Chakraborty و Mirza (۲۰۰۷) روی ماهی (*Labeo bata*)، Ellis و همکاران (۲۰۰۲) در قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزایش تراکم ذخیره‌سازی میزان FCR افزایش پیدا کرد که با نتایج حاصل از مطالعه اخیر مطابقت و با نتایج مطالعات Umanah و همکاران (۲۰۱۷) در گربه‌ماهی(*Clarias gariepinus*)و Sirakov و Ivancheva (۲۰۰۸) در قزل‌آلای قهوه‌ای، که با افزایش تراکم، میزان FCR کاهش پیدا کرد مغایرت داشت.

فاکتور وضعیت یکی از مهم‌ترین پارامترهای توضیح‌دهنده وضعیت فیزیولوژیک ماهی است (Řehulka، ۲۰۰۰). در آزمایش حاضر مقدار فاکتور وضعیت در اثر اعمال گرسنگی در هر دو تراکم بالا و پایین کاهش پیدا کرد ولی این کاهش در بین دو تیمار سیری و تغذیه در حد محدود تراکم بالا معنی‌دار بود. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات انجام شده توسط خارا و همکاران (۱۳۹۳) بر روی بچه تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*)، Chatzifotis و همکاران (۲۰۱۱) روی باس دریایی، Olivereau و Olivereau (۱۹۹۷) روی مارماهی اروپایی و Falahatkar و همکاران (۲۰۱۳) روی فیل‌ماهی، با اعمال گرسنگی میزان فاکتور وضعیت کاهش پیدا کرد مطابقت داشت. از طرفی در نتیجه مطالعه Even و همکاران (۱۹۹۲) در چار شمالی با افزایش تراکم ذخیره‌سازی مقدار فاکتور وضعیت افزایش یافت که با نتیجه مطالعه حاضر مخالف بود. هم‌چنین در تحقیقات انجام شده توسط صوفیانی و همکاران (۱۳۸۹) روی قزل‌آلای رنگین‌کمان و Friedrich و Stepanowska (۲۰۰۱)، Moradyan و همکاران (۲۰۱۲) با افزایش تراکم ذخیره‌سازی آلوین قزل‌آلای رنگین‌کمان میزان فاکتور وضعیت تغییری نکرد.

تغذیه در حد محدود و گرسنگی ازجمله مواردی هستند که می‌تواند سلول‌های خونی را تحت تأثیر قرار دهند. در نتیجه بررسی پارامترهای خونی برای سنجش میزان سلامت و شناخت سیستم ایمنی ماهیان به‌واسطه اهمیت آن در اهداف آبزی‌پروری امری اجتناب ناپذیر است (Řehulka و همکاران، ۲۰۰۵؛ Atamanalp و

Yanik، ۲۰۰۳). وضعیت تغذیه‌ای ماهیان اثرات قابل توجهی بر روی فیزیولوژی و بیوشیمی موجود خواهد داشت. از این‌رو الگوی تغییرات در پارامترهای هماتولوژیک خون گونه‌های مختلف ماهی در طول دوره گرسنگی با یکدیگر متفاوت هستند. تکامل سلول‌های خونی، بیوشیمی و هورمون‌های موجود در آن می‌تواند برای رصد کردن وضعیت فیزیولوژیک و سلامت ماهی مفید باشد (Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۶). آنالیز پارامترهای خونی ماهیان کوی در مطالعه حاضر نشان داد که اعمال استراتژی تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف اثر معنی‌داری در مقدار گلبول‌های سفید و قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین، MCV، MCH، MCHC، لنفوسیت، مونوسیت و نوتروفیل خون ماهیان داشته است. در راستا با نتایج مطالعه حاضر، Park و همکاران (۲۰۱۲) طی مطالعه‌ای گرسنگی را بر ماهیان سیم دریایی قرمز (*Pagrus pagrus*) اعمال کردند و بررسی نتایج در پایان دوره آزمایش اختلاف معنی‌داری در میزان پارامترهای هماتولوژیک ماهیان گرسنه در مقایسه با ماهیان تغذیه شده نشان داد. هم‌چنین در مطالعه بهره‌مندو سلیمانی‌راد(۱۳۹۶) تفاوت معنی‌داری در پارامترهای خونی تیمارهای مختلف شامل تعداد گلبول قرمز و سفید، هموگلوبین، هماتوکریت و پروتئین کل مشاهده نشد که با نتایج این مطالعه در تضاد است.

در مطالعه حاضر مقدار گلبول‌های سفید خون تحت تاثیر استراتژی تغذیه‌ای کاهش پیدا کرد، که نتیجه مطالعه حاضر با نتایج مربوط به مطالعه Johansson-Sjobeck و همکاران (۱۹۷۵) در مارماهی اروپایی و Lopez-Luna و همکاران(۲۰۱۳)در قزل‌آلای رنگین‌کمان که در اثر استراتژی تغذیه‌ای کاهش گلبول‌های سفید در ماهیان آزمایش مشاهده شد هم‌سو بود. علت این امر شاید به عواملی چون بیماری‌های عفونی، التهاب، استرس، دما، وضعیت تغذیه، سن، جنس و تغییر در میزان هورمون‌ها و به‌طورکلی آسیب به عملکرد ایمنی بدن موجود طی دوره گرسنگی باشد. هم‌چنین مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد هورمون‌های کورتیکوستروئیدی به‌طور غیرمستقیم در فرایند کاهش تعداد لکوسیت‌ها که یک پاسخ غیراختصاصی به استرس‌های محیطی است نقش دارند گواه این مسئله است (Mazon و همکاران، ۲۰۰۲). باتوجه به این که گلبول‌های قرمز خون نقش اساسی در حمل اکسیژن دارند و تعداد این سلول‌ها در تیمارهای مختلف آزمایش حاضر تغییر کرد نشان‌دهنده آن است که استراتژی تغذیه‌ای در تراکم‌های مختلف بر روی ماهیان کوی تاثیرگذار است. گلبول‌های قرمز در آزمایش حاضر در تراکم بالا افزایش پیدا کرد ولی در سایر تیمارهای همین تراکم کاهش معنی‌داری نشان داد. این نتیجه با نتایج مطالعه مرشدی و همکاران(۱۳۹۰)روی فیل‌ماهی و Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۶) روی تیلاپیای نیل که نشان دادند با اعمال گرسنگی تعداد گلبول‌های قرمز خون کاهش می‌یابد و هم‌چنین با نتایج مطالعه Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۵) در قزل‌آلای رنگین‌کمان و Montero و همکاران (۱۹۹۹) در سیم دریایی سر طلایی نشان داد که تراکم بالا سبب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز می‌شود هم‌سو بود. از طرفی دیگر با نتایج افزایش گلبول‌های قرمز در مطالعات صورت گرفته توسط مرشدی و همکاران (۱۳۹۰) روی تاس‌ماهی سیبری، Akbari و Jahanbakhshi (۲۰۱۶) روی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) که با اعمال استراتژی‌های تغذیه‌ای و هم‌چنین مطالعات Balabanova و همکاران (۲۰۰۹) در کپورمعمولی، Martines-Porchas و همکاران (۲۰۰۹) در تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و Rafatnezhad و همکاران (۲۰۰۸) در فیل‌ماهی (*Huso huso*) در تراکم بالا در تضاد بود. طی مطالعه انجام شده توسط Barcellos و همکاران (۲۰۰۴) روی فیل‌ماهی با افزایش تراکم تاثیری در تعداد گلبول‌های قرمز مشاهده نشد. این پاسخ‌های متناقض ممکن است مربوط به اختلاف در شرایط فیزیولوژیک گونه، طول دوره گرسنگی، شرایط و پروتکل آزمایشی باشد.

مقدار هموگلوبین و هماتوکریت در آزمایش حاضر با افزایش تراکم افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این فاکتورها در تیماری سیری تراکم بالا دیده شد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات Kjartansson و همکاران (۱۹۹۸) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس، Martinez و همکاران (۱۹۹۴) با افزایش تراکم ذخیره‌سازی میزان هموگلوبین افزایش پیدا کرد و هم‌چنین با مطالعه Rafatnezhad و همکاران(۲۰۰۸)مشاهده کردند که تراکم بالا سبب افزایش هماتوکریت خون فیل‌ماهی می‌شود مطابقت داشت. هم‌چنین مطالعات مرشدی و همکاران(۱۳۹۰)در فیل‌ماهی و Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۶) در تیلاپیای نیل میزان هموگلوبین و مطالعه Gillis و Ballantyne (۱۹۹۶) در تاس‌ماهی دریاچه‌ای (*Acipenser fulvescens*) میزان هماتوکریت با افزایش دوره گرسنگی کاهش پیدا کرد و هم‌چنین با مطالعه Wanger و همکاران (۱۹۹۷) در *Oncorhynchus clarki*، Montero و همکاران (۱۹۹۹) در *Sparus aurata*، Tavares-Dias و همکاران (۲۰۰۱) در *Colossoma macropomum*، North و همکاران (۲۰۰۶) در قزل‌آلای رنگین‌کمان و Santos و همکاران (۲۰۱۰) در باس دریایی اروپایی با افزایش تراکم میزان هموگلوبین و هماتوکریت کاهش پیدا کرد مغایرت داشت. در مطالعه انجام شده توسط Caruso و همکاران (۲۰۱۲) بر روی کفشک ماهی (*Paralichthys olivaceus*) و Caruso و همکاران(۲۰۱۰)در مارماهی اروپایی در میزان هماتوکریت و هموگلوبین ماهیان آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و هم‌چنین مطالعه Johansson-Sjobeck و همکاران(۱۹۷۵) و Falahtkar (۲۰۱۲) که طی دوره گرسنگی هموگلوبین خون افزایش نشان داد.

این در حالی است که Andrade و همکاران (۲۰۱۵) در کفشک ماهی، با افزایش تراکم ذخیره‌سازی در تغییری در غلظت هماتوکریت خون ماهیان مشاهده نشد. علت این پاسخ‌ها به اختلاف در گونه و شرایط آزمایش مربوط می‌باشد. علت افزایش هماتوکریت خون ماهیان در تراکم بالا احتمالاً شاید کاهش حجم پلاسما و آزاد شدن تعداد بیش‌تر گلبول‌های قرمز خون از بافت‌های خون‌ساز جهت اکسیژن‌رسانی بیش‌تر به بدن ماهی تحت تاثیر استرس محیط باشد. زیرا تغییر در هر یک از فاکتورهای فوق منجر به تغییر هماتوکریت می‌شود (Benfey و Biron، ۲۰۰۰).

مقادیر MCV، MCH و MCHC در مطالعه حاضر تحت تاثر استراتژی تغذیه‌ای مختلف تفاوت معنی‌داری پیدا کرد که با مطالعات انجام شده توسط Montero و همکاران (۱۹۹۹) در سیم دریایی و Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۵) در قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزایش تراکم ذخیره‌سازی تفاوتی در شاخص‌های MCV، MCH و MCHC مشاهده نکردند مغایرت داشت. علت افزایش MCV در مطالعه حاضر تحت تاثیر آزادشدن کتکول آمین‌ها به‌خصوص آدرنالین اتفاق می‌افتد زیرا این هورمون‌ها در هنگام استرس به‌میزان زیادی ترشح می‌شوند و باعث جذب نمک سدیم و کلر در گلبول‌های قرمز می‌شوند که در نهایت آب اضافی شده باعث اتساع این سلول‌ها می‌شود (Railo و همکاران، ۱۹۸۵). تغییر معنی‌دار در MCHC نشان می‌دهد که نیاز اکسیژنی ماهیان کوی در تیمارهای گرسنگی و محرومیت غذایی در حد نرمال و ثابت باقی نمانده است. میزان نوتروفیل‌ها در تیمار تغذیه در حد محدود هر دو تراکم بالا و پایین بیش‌ترین و در تیمار گرسنگی هر دو تراکم بالا و پایین کم‌ترین مقدار را داشت. مطالعات نشان داده است که نوتروفیل‌ها نقش مهمی را در ایجاد سیستم ایمنی بدن ایفا می‌کنند و کورتیکوستروئیدها تاثیر زیادی بر نوسان تعداد این سلول‌ها دارند. شاید دلیل احتمالی افزایش نوتروفیل‌ها در مطالعه حاضر، ترشح کورتیکوستروئیدی مانند کورتیزول تحت تاثیر استرس گرسنگی باشد (Zare و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد عملکرد رشد و پارامترهای خونی ماهیان کوی طی ۴۵ روز تحت تاثیر استراتژی غذایی و تراکم ذخیره سازی تغییر می‌کند و هم‌چنین بیان کرد که رابطه مستقیمی بین تراکم پرورش و عملکرد رشد ماهی کوی وجود دارد. شاخص وضعیت نیز در تراکم‌های بالاتر بیش‌تر بود که نشان‌دهنده سلامت و عملکرد مطلوب ماهی است. هم‌چنین بررسی نتایج نشان داد که پاسخ‌های رشد ماهی کوی به استراتژی‌های تغذیه‌ای به‌صورت قابل توجهی تحت تاثیر قرار گرفت و شدت آن به‌میزان غذای در دسترس ماهی بستگی داشت. در واقع ماهی برای بقا در دوره گرسنگی باید از منابع موجود در بافت‌های خود برای انجام عملکردهای متابولیکی بدن استفاده نماید که این عامل سبب کاهش وزن ماهی در تیمارهای گرسنه شد. از این‌رو تغذیه ماهی در شرایطی که در تراکم قرار دارد باید کامل باشد تا انرژی کافی را برای رشد آن فراهم شود. بررسی شاخص‌های هماتولوژیک نشان داد که مقادیر گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و مونوسیت‌ها در تیمار سیری تراکم بالا بیش‌ترین بود که دلیل آن افزایش اکسیژن‌رسانی به بدن ماهی تحت تاثیر تراکم و تغذیه زیاد اتفاق می‌افتد. با نگاه کلی به نتایج حاصل از بررسی‌های پارامترهای رشد و خون می‌توان گفت با افزایش تراکم ذخیره‌سازی ماهی کوی تا حد مناسب در محیط پرورش این گونه تاثیر منفی بر روی شاخص‌های رشد و خون آن ندارد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که تغذیه در حد سیری در تراکم‌های بالا تاثیر مثبتی بر روی عملکرد رشد و پارامترهای هماتولوژیک ماهیان کوی دارد. در همین راستا توصیه می‌شود در تراکم‌های بالا و هم‌چنین در شرایط نامناسب پرورشی (دما، کیفیت آب و غیره) برای جلوگیری از استراتژی تغذیه‌ای محدود برای تغذیه ماهی کوی استفاده شود.

منابع

۱. **ایمان‌پور، م.؛ احمدی، ا. و کردجزی، م.، ۱۳۸۸.** اثر تراکم‌های مختلف ذخیره‌سازی روی بازماندگی و شاخص‌های رشد ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱۸، صفحات ۱ تا ۱۰.

۲. **ایمانی، آ.؛ فرهنگی، م.؛ یزدان‌پرست، ر.؛ بختیاری، م.؛ شکوه سلجوقی، ظ. و مجازی‌امیری، ب.، ۱۳۸۸.** شاخص‌های تغذیه و رشد در قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* طی دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و غذادهی مجدد. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۸، صفحات ۱ تا ۱۲.

۳. **بهره‌مند، م. و سلیمانی‌راد، آ.، ۱۳۹۶.** تأثیر تراکم ذخیره‌سازی بر عملکرد رشد، ایمنی و استرس در ماهی کوی (*Cyprinus carpio* var. Koi). مجله بوم شناسی آبزیان. دوره ۶، شماره ۴، صفحات ۱۰ تا ۲۰.

۴. **بهره‌مند، م.؛ کامرانی، ا.، رشیدیان، ق. و سلیمانی‌راد، آ.، ۱۳۹۵.** تأثیر جیره حاوی پریبیوتیک ایمونوژن بر تغذیه، رشد جبرانی و برخی پارامترهای خونی ماهی کوی (*Cyprinus carpio var.* Koi)، پس از دوره‌های گرسنگی. مجله بوم شناسی آبزیان. دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۲۳ تا ۳۲.

۵. **جعفریان، ح.، ۱۳۸۷.** توسعه آبزی‌پروری پایدار با استفاده از پروبیوتیک‌ها در ایران. شیلات. دوره ۲، صفحات ۴۷ تا ۵۶.

۶. **حاجی‌مرادی، م.؛ محبوبی‌صوفیانی، ن. و علامه، س.ک.، ۱۳۸۶.** اثر گرسنگی بر سطح کلسترول، گلوکز و پروتئین پلاسمای

خون قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم و فنون دریایی ایران. دوره ۶، صفحات ۲۳ تا ۳۰.

۷. **خارا، ح.؛ افشار، ع.م. و فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۳.** اثرات گرسنگی و استراتژی‌های تغذیه‌ای بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*). مجله آبزیان و شیلات. دوره ۱۷، شماره ۵، صفحات ۱ تا ۱۱.

۸. **شیروان، س.؛ فلاحتکار، ب.؛ علاف‌نویریان، ح. و عباسعلیزاده، ع.، ۱۳۹۲.** تأثیر اعمال دوره طولانی مدت گرسنگی و محدودیت غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بدن در بچه تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۲، صفحات ۹۱ تا ۱۰۲.

۹. **زارع، ر.؛ بهمنی، م.؛ یاوری، و.؛ کاظمی، ر.؛ فاضلی، ن.؛ پوردهقانی، م. و محمدیان، ت.، ۱۳۹۱.** اثرات تراکم پرورش بر گلبول‌های سفید و سطوح کورتیزول پلاسمای خون تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*). مجله دامپزشکی ایران. دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۲۲ تا ۳۲.

۱۰. **عبادزاده، ح.ر.؛ احمدی، ک.؛ محمدنیاافروزی، ش.؛ طاقانی، ر.ع.؛ مرادی‌اسلامی، ا.؛ عباسی، م. و یاری، ش.، ۱۳۹۴.** آمارنامه کشاورزی. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران. ۳۷۹ صفحه.

۱۱. **محبوبی‌صوفیانی، ن.؛ حاجی‌مرادی، م.؛ علامه، س.ک. و پیله وریان، ع.ا.، ۱۳۸۹.** اثر گرسنگی بر پاره‌ای از ویژگی‌های مورفولوژیکی و هماتولوژیکی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss*. مجله زیست شناسی ایران. دوره ۲۳، صفحات ۲۳۴ تا ۲۴۸.

۱۲. **مرشدی، و.؛ عشوری، ق.؛ کوچنین، پ.؛ یاوری، و.؛ بهمنی، م.؛ پوردهقانی، م.؛ یزدانی، م.؛ پورعلی، ح. و عضدی، م.، ۱۳۹۰.** تأثیر دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت بر روی فاکتورهای خونی فیل ماهیان (*Huso huso*) پرورشی. مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۶۶، صفحات ۲۶۲ تا ۲۶۹.

۱۳. **Abdel-Tawwab, M.; Khattab, Y.A.; Ahmad, M.H. and Shalaby, A.M., 2006.** Compensatory growth, feed utilization, whole-body composition, and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Journal of Applied Aquaculture. Vol. 18, pp: 17-36.

۱۴. **Akbary, P. and Jahanbakhshi, A., 2016.** Effect of starvation on growth, biochemical, hematological and non-specific immune parameters in two different size groups of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). Acta Ecologica Sinica. Vol. 36, pp: 205-211.

۱۵. **Andrade, T.; Afonso, A.; Perez-Jimenez, A.; Oliva-Teles, A.; de Las Heras, V.; Mancera, J.M.; Serradeiro, R. and 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. Vol. 438, pp: 6-11.

۱۶. **Atamanalp, M. and Yanik, T., 2003.** Alterations in hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 27, pp: 1213-1217.

۱۷. **Backiel, T. and Le Cren, E.D., 1978.** Some density relationship for fish population parameters. In: The Ecology of Freshwater Fish Production (Ed. S.D. Gerking). Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp: 279-302.

۱۸. **Balabanova, L.V.; Mikryakov, D.V. and Mikryakov, V.R., 2009.** Response of common carp (*Cyprinus carpio* L.) leucocytes to hormone induced stress. Inland Water Biology. Vol. 2, No. 1, pp: 86-88.

۱۹. **Barcellos, L.J.G.; Marqueze, A.; Trapp, M.; Quevedo, R.M. and Ferreira, D., 2010.** The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult Jundiá *Rhamdia quelen*. Aquaculture. Vol. 30, pp: 231-236.

۲۰. **Begum, M.; Mamun, A.; Pal, H.K., Islam, M.A. and Alam, M.J., 2008.** Effects of stocking density on growth and survival of *Mystus gulio* in nursery ponds. Bangladesh Journal of Fisheries Research. Vol. 12, No. 2, pp: 179-186.

۲۱. **Benfey, T.J. and Biron, M., 2000.** Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelins fontinalis*). Aquaculture. Vol. 184, pp: 167-176.

۲۲. **Bilen, S.; Bilen, A.M. and Önal, U., 2015.** The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 14, No. 3, pp: 538-545.

۲۳. **Biswas, J.K.; Sarkar, D.; Chakraborty, P.; Bhakta, J.N. and Jana, B.B., 2006.** Density dependent ambient ammonium as the key factor for optimization of stocking density of common carp in small holding tanks. Aquaculture. Vol. 261, pp: 952-959.

۲۴. **Bjornsson, B., 1994.** Effects of stocking density on growth rate of halibut (*Hippoglossus hippoglossus L.*) reared in large circular tanks for three years. Aquaculture. Vol. 123, pp: 259-270.

۲۵. **Black, D. and Love, R.M., 1986.** The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology. Vol. 156, pp: 469-479.

۲۶. **Blaxhall, P.C. nad Daisley, K.W., 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology. Vol. 5, pp: 771-781.

۲۷. **Boscolo, C.; Morais, R. and Gonçalves-de-Freitas, E., 2011.** Same-sized fish groups increase aggressive interaction of sexreversed males Nile tilapia GIFT strain. Applied Animal Behavior Science. Vol. 135, pp: 154-159.

۲۸. **Brett, J.R., 1979.** Environmental factors and growth. In Fish Physiology, Vol. VIII, pp: 599-675. Ed. by Hoar, W.S.; Randall D.J. and Brett, J.R. Academic Press, New York. 786 p.

۲۹. **Braun, N.; Dafre, A.; Lima, R.; Beux, L.; Brol, F. and Nuer, A., 2013.** Growth and stress of dourado cultivated in cages at different stocking densities. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia. Vol. 48, No. 8, pp: 1145-1149.

۳۰. **Caruso, G.; Denaro, M.G.; Caruso, R.; Genovese, L.; Mancari, F. and Maricchiolo, G., 2012.** Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758): Response of some haematological, biochemical and nonspecific immune parameters. Marine Environmental Research. Vol. 81, pp: 18-25.

۳۱. **Caruso, G.; Denaro, M.G.; Caruso, R.; Mancari, F.; Genovese, L. and Maricchiolo, G., 2011.** Response to short

deficient fingerling channel catfish. Aquaculture. Vol. 56, pp: 187-195.

۴۵. **Gillis, T.E. and Ballantyne, J.S., 1996.** The effects of starvation on plasma free amino acid and glucose concentrations in lake sturgeon. Journal of Fish Biology. Vol. 49, pp: 1306-1316.

۴۶. **Gornati, R.; Papis, E.; Rimoldi, S.; Terova, G.; Saroglia, M. and Bernardini, G., 2004.** Rearing density influences the expression of stress-related genes in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L). Gene. Vol. 341, pp: 111-118.

۴۷. **Habib, M.A.; Sharker, M.R.; Rahman, M.M.; Ahsan, M.E. and Pattader, S., 2014.** Effect of feeding frequency on growth and survival in fry of gold fish, *Carassius auratus* (Hamilton) in outdoor rearing system.

۴۸. **Hastein, T., 2004.** Animal welfare issues relating to aquaculture. In: Proceedings of the Global Conference on Animal Welfare: an OIE Initiative. Paris. France: World Organization for Animal Health. pp: 212-220.

۴۹. **Hickling, S.; Martin, M.T. and Brewster, B., 2007.** The Essential Book of Koi: A Complete Guide to Keeping and Care. TFH Publications Inc., New Jersey. 256 p.

۵۰. **Holm, J.C.; Refstie, T. and Bo, S., 1990.** The Effect of Stocking density on growth and size variation in cultured turbot, (*Scophthalmus maximus*) and sole, (*Solea solea)*. International Council for the Exploration of the Sea Conference and Meeting, Document 1998/L-10, 1990.

۵۱. **Jha, P. and Barat, S., 2005.** The effect of stocking density on growth, survival rate, and number of marketable fish produced of Koi carps, *Cyprinus carpio vri*. Koi in concrete tanks. Journal of Applied Aquaculture. Vol. 17, No. 3, pp: 89-102.

۵۲. **Jobling, M., 1980.** Effect of starvation on proximate chemical composition and energy utilization of Plaice, *Pleuronectes platessa* L. Journal of Fish Biology. Vol. 17, pp: 325-334.

۵۳. **Jorgensen, E.H.; Christiansen, J.S. and Jobling, M., 1993.** Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpines*). Aquaculture. Vol. 110, pp: 191-204.

۵۴. **Johansson-Sjöbeck, M.L.; Dave, G.; Larsson, Å.; Lewander, K. and Lidman, U.L.F., 1975.** Metabolic and hematological effects of starvation in the European eel, *Anguilla anguilla* L. II. Hematology. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. Vol. 52, pp: 431-434.

۵۵. **Kjartansson, H.; Fivelstad, S.; Thomassen, J.M. and Smith, M.J., 1988.** Effects of different stocking densities on physiological parameters and growth of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in circular tanks. Aquaculture. Vol. 73, pp: 261-274.

۵۶. **Krogdahl, Å. and Bakke-McKellep, A.M., 2005**. Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Comparative Biochemistry and Physiology: Molecular and Integrative Physiology. Vol. 141, pp: 450-460.

۵۷. **Larsen, D.A.; Beckman, B.R. and Dickhoff, W.W., 2001.** The effect of low temperature and fasting during the winter on metabolic stores and endocrine physiology (insulin, insulin-like growth factor, and thyroxine) of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. General and Comparative Endocrinology. Vol. 123, pp: 308-323.

۵۸. **Lee, H.J. and Lee, S.Y., 2001.** Heat transfer correlation for boiling flows in small rectangular horizontal channels with low aspect ratios. International Journal of Multiphase Flow. Vol. 27, pp: 2043-2062.

term starvation of growth, haematological, biochemical and non-specific immune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). Marine Environmental Research. Vol. 72, pp: 46-52.

۳۲. **Caruso, G.; Maricchiolo, G.; Micale, V.; Genovese, L.; Caruso, R. and Denaro, M.G., 2010.** Physiological responses to starvation in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects on haematological, biochemical, non specific immune parameters and skin structures. Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 36, pp: 71-83.

۳۳. **Chakraborty, B.K. and Mirza, M.J.A., 2007.** Effect of stocking density on survival and growth of endangered bata, *Labeo bata* (Hamilton-Buchanan) in nursery ponds. Aquaculture. Vol. 265, pp: 156-162.

۳۴. **Chakraborty, B.K.; Miah, M.I.; Mirza, M.J.A. and Habib, M.A.B., 2006.** Rearing and nursing of endangered sarpunti, *Puntius sarana* (Ham.) with tree supplementary feeds. Journal of The Asiatic Society of Bangladesh. Science. Vol. 32, No. 1, pp: 33-41.

۳۵. **Chatzifotis, S.; Papadaki, M.; Despoti, S.; Roufidou, C. and Antonopoulou, E., 2011.** Effect of starvation and re-feeding on reproductive indices, body weight, plasma metabolites and oxidative enzymes of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture. Vol. 316, pp: 53-59.

۳۶. **Cho, S.H.; Lee, S.M.; Park, B.H.; Ji, S.C.; Lee, J.; Bae, J. and Oh, S.Y., 2006.** Compensatory growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and changes in proximate composition and body condition indexes during fasting and after refeeding in summer season. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 37, pp: 168-174.

۳۷. **Duncan, P.L.; Lovell, R.T.; Butterworth, J.C.E.; Freeberg, L.E. and Tamura, T., 1993.** Dietary folate requirement determined for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of Nutrition. Vol. 123, pp: 1888-1897.

۳۸. **Ellis, T.; North, B.; Scott, A.P.; Bromage, N.R.; Porter, M. and Gadd, D., 2002.** The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. Journal of Fish Biology. Vol. 61, pp: 493-531.

۳۹. **Falahatkar, B.; Akhavan, S.; Efatpanah, I. and Meknatkhah, B., 2013.** Effect of winter feeding and starvation on the growth performance of young-of-year (YOY) great sturgeon, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 29, pp: 26-30.

۴۰. **Falahatkar, B., 2012.** The metabolic effects of feeding and fasting in beluga *Huso huso*. Marine Environmental Research. Vol. 82, pp: 69-75.

۴۱. **Feng, G.; Shi, X.; Huanga, X. and Zhuanga, P., 2011.** Oxidative stress and antioxidant defenses after long-term fasting in blood of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). Procedia Enviromental Sciences. Vol. 8, pp: 469-475.

۴۲. **Figueiredo-Garutti, M.L.; Navarro, I.; Capilla, E.; Souza, R.H.S.; Moraes, G.; Gutiérrez, J. and Vicentini-Paulino, M.L.M., 2002.** Metabolic changes in *Brycon cephalus* (Teleostei, Characidae) during post-feeding and fasting. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology. Vol. 132, pp: 467-476.

۴۳. **Friedrich, M. and Stepanowska, K., 2001.** Effect of starvation on nutritive value of carp (*Cyprinus carpio* L.) and selected biochemical components of its blood. Acta Ichthyologica et Piscatoria. Vol. 31, pp: 29-33.

۴۴. **Gatlin, D.M.; Poe, W.E.; Wilson, R.P.; Ainsworth, A.J. and Bowser, P.R., 1986.** Effects of stocking density and vitamin C status on vitamin E-adequate and vitamin E

۵۹. **Lopez-Luna, J.; Vasquez, L.; Torrent, F. and Villarroel, M., 2013.** Short-term fasting and welfare prior to slaughter in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 400, pp: 142-147.

۶۰. **Martinez, F.J.; Garcia-Riera, M.P.; Ganteras, M.; De Costa, J. and Zamora, S., 1994.** Blood parameters in rainbow trout (*Oncorhyncgus mykiss*): simultaneous influence of various factors. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. Vol. 107, No. 1, pp: 95-100.

۶۱. **Martines-Porchas, M.; Martines-Cordova, L.R. and Ramos-Enriquez, R., 2009.** Cortisol and glucose: reliable indicators of fish stress? Pan American Journal of Aquatic Sciences. Vol. 4, No. 2, pp: 158-178.

۶۲. **Mazon, A.F.; Monteiro, E.A.S.; Pinteiro, G.H. and 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. Vol. 62, No. 4, pp: 621-631.

۶۳. **Méndez, G. and Wieser, W., 1993.** Metabolic responses to food deprivation and refeeding in juveniles of *Rutilus rutilus* (Teleostie: Cyprinidae). Environmental Biology of Fish. Vol. 36, pp: 73-81.

۶۴. **Merino, G.E.; Piedrahita, R.H. and Conklin, D.E., 2007.** The effect of fish stocking density on the growth of California halibut (*Paralichthys californicus*) juveniles. Aquaculture. Vol. 265, pp: 176-186.

۶۵. **Miglavs, I. and Jobling, M., 1989.** The effects of feeding regime on proximate body composition and patterns of energy deposition in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Juornal Fish Biology. Vol. 35, pp: 1-11.

۶۶. **Mollah, M.F.A., 1985.** Effects of stocking density and water depth on growth and survival of freshwater catfish (*Clarias macrocephalus*) larvae. Indian Journal of Fisheries. Vol. 32, pp: 1-17.

۶۷. **Montero, D.; Izquierdo, M.S.; Tort, L.; Robaina, L. and Vergara, J.M., 1999.** High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus auratus*, juveniles. Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 20, pp: 53-60.

۶۸. **Moradyan, H.; Karimi, H.; Gandomkar, H.A.; Sahraeian, M.R.; Ertefaat, S. and Sahafi, H.H., 2012.** The effect of stocking density on growth parameters and survival rate of trout alevins (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 4, No. 5, pp: 480-485.

۶۹. **Narejo, N.T.; Salam, M.A.; Sabur, M.A. and Rahmatullah, S.M., 2005.** Effect of stocking density on growth and survival of indigenous catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) reared in cemented cistern fed on formulated feed. Pakistan Journal of Zoology. Vol. 37, No. 1, pp: 49-52.

۷۰. **NEPAD. 2005.** The NEPAD Action Plan for the Development of African Fisheries and Aquaculture. The New Partnership for Africa's Development-Fish for All Summit, Abuja, Nigeria.

۷۱. **North, B.P.; Turnbull, J.F.; Ellis, T.; Porter, M.J.; Miguad, H.; Bron, J. and Bromage, N.R., 2006.** The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 255, No. 1-4, pp: 466-479.

۷۲. **Olivereau, M. and Olivereau, J.M., 1997.** Long-term starvation in the European eel (*Anguilla anguilla*): general effects and responses of pituitary growth hormone-(GH) and somatostatin-(SL) secreting cells. Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 17, pp: 261-269.

۷۳. **Papoutsoglou, S.E.; Papoutsoglou, E. and Alexis, M.N., 1987.** Effect of density on growth rate and production of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). Aquaculture. Vol. 66, pp: 9-17.

۷۴. **Papst, M.H.; Dick, T.A.; Arnason, A.N. and Engel, C.E., 1992.** Effect of rearing density in the early growth and variation in growth of juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) (L.). Aquaculture Research. Vol. 23, No. 1, pp: 41-47.

۷۵. **Park, I.S.; Hur, J.W. and Choi, J.W., 2012.** Hematological responses, survival, and respiratory exchange in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, during starvation. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. Vol. 25, pp: 1276-1284.

۷۶. **Park, I.S.; Woo, S.R.; Kim, E.M. and Cho, S.H., 2006.** Effect of feeding and starvation on growth and phenotypic trait in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Aquaculture. Vol. 19, pp: 183-187.

۷۷. **Rahman, M.M. and Verdegem, M.C.J., 2010.** Effects of intra- and interspecific competition on diet, growth and behaviour of *Labeo calbasu* (Hamilton) and *Cirrhinus cirrhosus* (Bloch). Applied Animal Behavioural Scienec. Vol. 128, pp: 103-108.

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

۷۹. **Řehulka, J.; Minařík, B.; Adamec, V. and Řehulková, E., 2005.** Investigations of physiological and pathological levels of total plasma protein in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research. Vol. 36, pp: 22-32.

۸۰. **Řehulka, J., 2000.** Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 190, pp: 27-47.

۸۱. **Samad, A.M.D.; Khatun, A.; Reza, S.M.D. and Asrafuzzaman, M.D., 2016.** Effects of stocking density on growth, survival and production of mirror carp (*Cyprinus carpio var. specularis*) spawn in nursery pond. Asian Journal of Medical and Biological Research. Vol. 2, No. 3, pp: 429-435

۸۲. **Samad, A.P.A.; Hua, N.F. and Chou, L.M., 2014.** Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow through water system. African Journal of Agricultural Research. Vol. 9, No. 9, pp: 812-822.

۸۳. **Santos, G.A.; Schrama, J.W.; Mamuag, R.E.P.; Rombout, J.H.W.M. and Verreth, J.A.J., 2010.** Chronic stress impairs performance. Energy metabolism and welfare indicators in European seabass (*Dicentrarchus labrax*): The combined effects of fish crowding and water quality deterioration. Aquaculture. Vol. 299, pp: 73-80.

۸۴. **Schmidt, K.; Steinberg, C.E.W.; Pflugmacher, S. and Staaks, G.B.O., 2005.** Xenobiotic substances such as PCB mixtures Aroclor 1254) and TBT can influence swimming behavior and biotransformation activity (GST) of carp (*Cyprinus carpio*). Environmental Toxicology. Vol. 19, pp: 460-470.

۸۵. **Schnaittacher, G.; King, W. and Berlinsky, D.L., 2005.** The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. Aquaculture Research. Vol. 36, pp: 370-377.

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

۸۷. **Sirakov, I. and Ivancheva, E., 2008.** Influence of stocking density on the growth performance of rainbow trout and

brown trout grown in recirculation system. Bulgarian Journal of Agricultural Science. Vol. 14, No. 2, pp:150-154.

۸۸. **Sloman, K.A. and Armstrong, J.D., 2002.** Physiological effects of dominance hierarchies: Laboratory artifacts' or natural phenomena. Journal of Fish Biology. Vol. 61, pp: 1-23.

۸۹. **Small, B.C. and Peterson, B.C., 2005.** Establishment of a time-resolved fluoroimmunoassay for measuring plasma insulin-like growth factor I (IGF-I) in fish: effect of fasting on plasma concentrations and tissue mRNA expression of IGF-I and growth hormone (GH) in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Domestic Animal Endocrinology. Vol. 28, pp: 202-215.

۹۰. **Stoyanova, S.T.N. and Staykov, Y.S., 2017.** Effect of stocking density on growth performance, feed conversion and fish production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), cultivated in raceways. Journal of Agricultural Sciences. Vol. 23, No. 1, pp: 154-158.

۹۱. **Stuart, J.; Rowlanda, J.; Mifsuda, C.; Nixona, M. and Boydb, P., 2006.** Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. Aquaculture. Vol. 253, pp: 1-4.

۹۲. **Tavares-Dias, M.E.; Sandrim, D.S.; Moraes, F.D. and Carneiro, P.F., 2001.** Physiological responses of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. Boletim do Instituto de Pesca. Vol. 27, No. 1, pp: 43-48.

۹۳. **Tian, X.; Fang, J. and Dong, S., 2010.** Effects of starvation and recovery on the growth, metabolism and energy budget of juvenile tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). Aquaculture. Vol. 310, pp: 122-129.

۹۴. **Turnbull, J.; Alisdair, B.; Colin, A.; James, B. and Felicity, H., 2005.** Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: Application of multivariate analysis. Aquaculture. Vol. 243, pp: 121-132.

۹۵. **Umanah, S.I. and Dapa, T., 2017.** The effect of stocking density on the growth performance and feed utilization of albino *Clarias gariepinus* reared in collapsible tarpulin tanks. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences. Vol. 5, No. 2, pp: 138-144.

۹۶. **Wall, A.J., 2000.** Ethical considerations in the handling and slaughter of farmed fish. In: Kestin SC, Warris PD, editors. Farmed Fish Quality. Oxford: Oxford Fishing News Books. pp: 108-115.

۹۷. **Wanger, E.J.; Jeppsen, T.; Amdt, R.; Routledge, M.D. and Bradwisch, Q., 1997.** Effect of rearing density upon cutthledge trout hematology, hatchery performance, fin erosion, and general health and condition. The Progressive Fish-Culturist. Vol. 59, No. 3, pp: 173-187.

۹۸. **Watanabe, W.O.; Clark, J.H.; Dunham, J.B.; Wicklund, R.I. and Olla, B.L., 1990.** Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. Aquaculture. Vol. 90, pp: 123-134.

۹۹. **Wedemeyer, G.A.; Barton, B.A. and McLaey, D., 1990.** Stress and Acclimation. In: Schreck, C. B., Moyle, P. B. (Eds.), Methods for Fish Biology, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp: 451-489.

۱۰۰. **Yarmohammadi, M.; Pourkazemi, M.; Kazemi, R.; Pourdehghani, M.; Saber, M.H. and Azizzadeh, L., 2015.** Effects of starvation and re-feeding on some hematological and plasma biochemical parameters of juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus* Borodin, 1897. Caspian Journal of Environmental Sciences. Vol. 13, pp: 129-140.

۱۰۱. **Yokoyama, H.; Takashi, T.; Ishihi, Y. and Abo, K., 2009.** Effects of restricted feeding on growth of red sea bream and sedimentation of aquaculture wastes. Aquaculture. Vol. 286, pp: 80-88.