تأثیر دوره‌های گرسنگی و رشد جبرانی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه ماهی انگشت‌قد کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)

- **مهدی عادلی***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
- **شهرام ملکی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
- **افشین قلیچی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران
- **سعید امیری**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- **زینب عادلی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٦

چکیده

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۱ در کارگاه آموزشی پژوهشی آبزی‌پروری دانشگاه آزاد آزادشهر به‌مدت ۱۲ هفته انجام شد. تعداد ۱۶۲ عدد بچه‌ماهی کپور با وزن متوسط ۳±۲۵ گرم با تراکم ۱۸عدد در مخازن ۱۰۰۰ لیتری توزیع و تغذیه شدند. آزمایشات در ۳ تیمار و ۳ تکرار به‌صورت زیر انجام گرفت: تیمار شاهد: دو بار در روز غذادهی، تیمار ۱: دو هفته تغذیه + یک هفته گرسنگی، تیمار ۲: یک هفته تغذیه + دو هفته گرسنگی. نرخ غذادهی براساس ۸ درصد وزن بدن کل بچه ماهیان یک تکرار، در روز صورت گرفت. در طول دوره پرورش فاکتور رشد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن بدن بچه ماهی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین افزایش وزن را بچه ماهیان در تیمار شاهد که روزانه تغذیه می‌شدند داشتند. اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در میزان افزایش وزن بدن، وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و فاکتور وضعیت مشاهده شد. ولی بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار ۳ که یک هفته تغذیه و ۲ هفته گرسنگی داشتند بود. در آنالیز ترکیب لاشه بیش‌ترین پروتئین و کم‌ترین مقدار چربی مربوط به تیمار ۳ بود. در مجموع گرسنگی روی وزن بدن بچه ماهی کپورمعمولی تاثیر معنی‌داری خواهد گذاشت ولی تحت شرایط آزمایش انجام شده شامل تعویض آب از طریق سیفون کردن، هوادهی توسط پمپ هوا و در شرایط سرپوشیده سالن، غذادهی کامل بچه ماهیان برای رسیدن به بهترین میزان رشد توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: رشد جبرانی، گرسنگی، شاخص های رشد، بازماندگی، کپورمعمولی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mehdi.adeli1361@chmail.ir

مقدمه

کپورماهیان یکی از خانواده‌های مهم ماهیان هستند که با داشتن بیش از ۲۰۰۰ گونه در چهار قاره جهان پراکنش یافته‌اند. ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) از خانواده (Cyprinidae) بومی آسیای مرکزی است که طی قرن های متمادی درنواحی مختلف جهان گسترش پیدا کرده است (Kohlmann و همکاران، ۲۰۰۳). ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جزء گونه‌های بومی‌دریای‌خزر است. این ماهی در آب‌های شیرین و لب‌شور، قسمت پایینی رودخانه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌های آب شیرین زیست می‌نماید. تغییرات دمای آب، اکسیژن محلول و گل‌آلودگی را تا حد زیادی تحمل می‌کند(Naderi jolodar و Abdoli، ۲۰۰۴). بازار پسندی و خوش طعمی ماهی کپور زیاد است و هنوزهم تقاضاهای زیادی را در بازار بیش‌تر کشورهای اروپای شرقی، خاور نزدیک و دور، جوامع مهاجر انگلستان، آمریکا و سایر کشورهای غربی را دارا می‌باشد. توان رشد سریع که از ویژگی‌های انواع کپور است در آبی که دمای ان بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد است به بهترین شکل بروز می‌کند. کپور مقاومت زیادی را در مقابل تغییرات مختلف یون‌های آب نشان می‌دهد و می‌تواند در آب‌های لب‌شور و آب‌های قلیایی با pH ۹ زندگی کند. کپور اغلب حساسیت کم‌تری نسبت به تغییرات اکسیژن نشان می‌دهد و می‌تواند حتی در یک محیط آبی با تراکم اکسیژن ۳-۴ میلی‌گرم در لیتر به‌خوبی پرورش یابد(خوش‌خلق، ۱۳۸۴). رشد فردی ماهی یکی از پارامترهای مهم در تاریخ زندگی آن‌هاست. درواقع رشد موجودات‌زنده یک فرایند بسیار پیچیده است که علاوه بر وابستگی به رفتار، به رشد ماهی و فاکتورهای محیطی (به‌طور عمده موادغذایی و درجه حرارت) وابسته است. برای ماهیان آب سرد Gjedrem (۲۰۰۰) دریافت که ۷۰ تا ۸۰ درصد رشد به‌وسیله فاکتورهای محیطی تعیین می‌شوند درحالی‌که ۲۰ درصد باقی‌مانده مربوط به خواص ژنتیکی می‌باشد. کنترل رشد مهم‌ترین هدف در فعالیت‌های آبزی‌پروری است. اغلب تصور بر این است که الگوهای رشد حیوانات تا حد زیادی از پیش برنامه‌ریزی شده و نسبتاً ثابت است. با این‌حال شواهدی وجود دارد که بعضی موجودات قادر به واکنش پس از دوره محرومیت از مواد غذایی با افزایش نرخ رشد خود نسبت به کسانی که محروم نبوده‌اند وجود دارد (Jobling و همکاران، ۱۹۹۴). رشد جبرانی یک مرحله از رشد سریع بعد از محدودیت غذایی در گونه‌های‌ماهی‌که در آب‌سرد و گرم‌زندگی می‌کنند می‌باشد (Russell و Wootton، ۱۹۹۲؛ Jobling و همکاران،۱۹۹۴؛ Zhu و همکاران ۲۰۰۱). به دلیل تغییرات زیاد دسترسی به غذا در سیستم‌های طبیعی آبزیان، ممکن است درجه تحمل ماهیان به گرسنگی در دوره رشد متفاوت‌باشد(Chappaz و همکاران،۱۹۹۶؛ Cavalli و همکاران، ۱۹۹۷). بسته به درجه بازیافت(تغذیه مجدد) رشد جبران می‌تواند به سه شکل تقسیم‌بندی گردد: جبران زیاد، جبران کامل (Jobling و همکاران، ۱۹۹۹؛ Kim و Lovell، ۱۹۹۵؛ Nicieza و Metcalfe، ۱۹۹۷)، جبران جزئی (Weatherley و Gill، ۱۹۸۷؛ Paul و همکاران، ۱۹۹۵). نظر به این‌که مطالعات نشان می‌دهد که رشد جبران بعد از محرومیت غذایی رخ می دهد و وابسته به متغییرهای زیادی در گونه های مورد آزمایش بوده و دستورالمعل تغذیه‌ای شامل درجه و شدت گرسنگی می‌باشد (Yong و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعات زیادی معلوم شده است که رشد جبران در ماهیان میل غذایی را تحریک کرده به‌همین دلیل‌رشدجبران یک‌تئوری‌نظری‌سودآوری می‌باشد (Paul و همکاران، ۱۹۹۵؛ Russell و همکاران، ۱۹۹۲) و استفاده از این پتانسیل به‌عنوان یک مدیریت در تولید تجاری ماهی محسوب می‌شود (Wang Ha و همکاران، ۲۰۰۵؛ Jobling و همکاران، ۱۹۹۴). طی مطالعات صورت گرفته مشخص شده است، در تیمارهایی با محرومیت غذایی نسبت به تیمارشاهدبیش‌ترین رشدجبران‌صورت‌گرفته است(Yong و همکاران، ۲۰۰۸). از آن‌جایی‌که سهم عمده‌ای ازهزینه‌های پرورش ماهی مربوط به تامین غذاست لذا توجه به مسائل تغذیه‌ای ازجمله نوع غذا، مقدار غذا، زمان غذادهی و هم‌چنین ارتباط تغذیه با سایر عوامل ازجمله درجه حرارت آب و اندازه ماهی بسیار مهم است. رشد ماهیان و عواملی که در روند رشد آن‌ها تاثیر می‌گذارد برای پرورش‌دهنده ماهی حائز اهمیت است، زیرا حداکثر رشد ماهی در حدال مدت زمان با حداقل مقدار غذا هدف اصلی است. ماهی کپور ازجمله ماهیانی است که پرورش آن قدمتی چند هزارساله داشته و یکی از گونه‌های مهم در سیستم پرورش ماهیان گرمابی است. در ایران نیز به سهولت پرورش می‌یابد. با توجه به قیمت بالای این گونه در مقابل سایر گونه‌های ماهیان گرمابی امروزه اکثر پرورش‌دهندگان سعی در افزایش درصد این ماهی در ترکیب ماهیان گرمابی می‌نمایند. هم‌چنین در بسیاری ازمنابع این گونه به‌صورت مونوکالچر(تک‌گونه‌ای)پرورش‌داده‌می‌شود، لذا هرگونه تحقیقی که باعث افزایش بهره‌وری از غذا شود حائز اهمیت خواهد بود. در نتیجه هدف از این تحقیق ارائه الگوی غذادهی مناسب جهت بهبود پرورش این ماهی با ارزش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این‌بررسی‌درکارگاه‌آموزشی‌پژوهشی‌آبزی‌پروری‌واقع‌در دانشگاه آزاداسلامی واحد آزادشهر از تیرماه‌الی اواخر شهریورماه ۱۳۹۱ به‌مدت ۱۲ هفته انجام شد. این آزمایش در ۹ عدد ونیرو با حجم آب ۱۰۰۰ لیتر انجام شد و هر یک از ونیروها شماره‌گذاری شد. این آزمایش در ۳ تیمار و ۳ تکرار به‌صورت زیر انجام گرفت: تیمار شاهد: غذادهی

به‌میزان ۲ بار در روز، تیمار ۱: دوهفته تغذیه+یک هفته گرسنگی؛ دو هفته تغذیه+یک هفته گرسنگی؛ دوهفته تغذیه+یک هفته گرسنگی؛ دوهفته تغذیه+یک هفته گرسنگی، تیمار۲: یک هفته تغذیه+دو هفته گرسنگی؛ یک هفته تغذیه+دو هفته گرسنگی؛ یک هفته تغذیه+دو هفته گرسنگی؛ یک هفته تغذیه+دو هفته گرسنگی (ایمانی، ۱۳۸۸). جهت تأمین اکسیژن مورد نیاز بچه ماهی‌ها هوادهی ونیروها به‌طور مداوم با استفاده از جریان دوش‌هایی که در بالای هر ونیرو قرار داشت صورت پذیرفت.دراین طرح به‌دلیل شباهت‌سازی با استخرهای طبیعی پرورش سعی بر این شد که از هواده‌های مکانیکی استفاده نشود. بچه ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) از مزرعهٔ پرورشی در نزدیکی گرگان تهیه گردید. در ابتدا و قبل از انجام آزمایش اصلی بچه ماهیان در مخزن بزرگ ۲۰۰۰ لیتری با تراکم ۲۰۰ عدد با استفاده از غذای کنسانترهٔ کپور مورد تغذیه قرار گرفتند. سازگار نمودن بچه‌ماهیان حدود یک هفته به‌طول انجامید. لازم به ذکر است که این مخزن ابتدا با پرمنگنات پتاسیم ضدعفونی شد.در پایان دورهٔ سازگاری تعداد ۱۶۲ عدد ماهی پس از بی‌هوش کردن در پودر گل میخک به‌میزان ۶ گرم و در ۳۰ لیتر آب (محمدی و همکاران، ۱۳۸۱) زیست‌سنجی شده و به‌طور کاملاً تصادفی در هر ونیرو که قبلاً در ۳ ردیف ۳ تایی چیده و شماره‌گذاری شده‌بودندقرار گرفتند.بچه‌ماهیان با میانگین‌وزن ابتدایی بالاتر از گرم در مخازن توزیع گردیدند. برای آگاهی از عملکرد غذای داده شده و تأثیر دفعات غذادهی بر روی بازماندگی و رشد بچه ماهیان کپور هر ۱۴روز از هر تکرار تعداد ۵ عدد ماهی به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از بی‌هوش کردن با استفاده از پودر گل میخک و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۱ گرم و تختهٔ بیومتری موردزیست‌سنجی قرار گرفتند. بچه‌ماهیان تلف شده در هر یک از ونیروها به‌صورت روزانه جمع‌آوری و طول و وزن آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید. غذای مورد نیاز در هر روز باتوجه‌به وزن تودهٔ زنده به مقاطع زمانی مختلف (معمولاً پس از هربار زیست‌سنجی) به‌میزان ۸ درصدوزن بدن محاسبه شد و در ساعت‌های مشخص، ۲ بار در روز(۹ صبح و ۴ بعد ازظهر) با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و در اختیار ماهیان قرار گرفتند. برای استفادهٔ بهینهٔ غذا و جلوگیری از پرت غذایی به‌واسطهٔ وجود نور و سروصدا در روز مقدار غذای محاسبه شده را به‌میزان ۳۰ درصد در صبح و ۷۰ درصد در بعد از ظهر در اختیار بچه‌ماهیان قرار گرفت. به‌منظور ایجاد شرایط مطلوب در محیط پرورش بچه‌ماهیان، جریان ورودی و سیستم آب‌رسانی آن‌ها به‌طور دقیق کنترل می‌گردید. برای جلوگیری از آلودگی محیط، ضایعات غذایی و مدفوع، روزانه قبل از غذادهی صبح همهٔ ونیروها سیفون انجام می‌شد و هم‌چنین روزانه ۵۰ درصد آب ونیروها تعویض می‌شد، علاوه براین دیوارهٔ‌داخلی و کف ونیروها برای زدودن رسوبات ناشی از غذا و مدفوع به‌کمک‌دست نظافت می‌شد.نظر به‌اهمیت پارامترهای محیطی در پرورش بچه‌ماهیان، عوامل مختلف ازجمله میانگین درجهٔ حرارت (به‌کمک یک دماسنج جیوه‌ای روزانه و اکسیژن و pH به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. آب مورد استفاده در کارگاه نیز از چاه واقع در نزدیکی کارگاه تأمین می‌شد. در پایان دورهٔ پرورش که ۱۲ هفته به‌طول انجامید، پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه و اطمینان از دفع کامل محتویات لولهٔ گوارش، برداشت محصول انجام شد. برای این منظور کل بچه‌ماهیان توزین‌شدندو تعدادی ماهی به‌طور تصادفی نمونه‌گیری شد ودر دمای ۲۰- درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ روز منجمد گردید در ادامه جهت تجزیهٔ شیمیایی لاشه در آزمایشگاه مورداستفاده‌قرار گرفت. پس از اتمام دوره ۴۵ روزه، به‌منظور تجزیه بافت‌های لاشه، از هر تکرار ماهی به‌طور تصادفی انتخاب،جهت تجزیه‌بافت‌های لاشه به آزمایشگاه منتقل شدند.فاکتورهایی که‌اندازه‌گیری شدندشامل پروتئین که توسط دستگاه ماکروکجلدال، چربی توسط دستگاه سوکسله، رطوبت توسط آون بادمای ۱۰۵ درجه‌سانتی‌گراد، خاکستر توسط کوره‌الکتریکی با دمای ۶۰۰درجه اندازه‌گیری شد.برای بررسی چگونگی عملکرد جیره‌های مختلف و مقایسهٔ آن‌ها، در فواصل زمانی مشخص از طریق داده‌های به‌دست آمده از زیست سنجی و انجام آزمایشات تغذیه‌ای طبق فرمول‌های موجود، برخی از فاکتورهای رشد شامل ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، درصدافزایش‌وزن‌بدن (BWI)، رشدروزانه (GR)، فاکتورو‌ضعیت (CF) و درصدبازماندگی تعیین گردید (Blake و همکاران، ۲۰۰۶).

آنالیز داده‌ها: تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های مربوط به تغییرات معیارهای‌رشد، فاکتورهای تغذیه‌ای و ترکیب شیمیایی لاشه بچه‌ماهی کپور از طریق آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (one-way analysis of variance ANOVA) و مقایسه میانگین بین تیمارها براساس آزمون دانکن Duncans multiple-range test استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با استفاده نرم‌افزار SPSS (نسخه ۹/۰۵) و Excel (۲۰۰۳) در محیط ویندوز انجام گرفت و مقادیر $p<0/05$ معنی‌دار تلقی گردید.

نتایج

نتایج حاصله نشان داد که به‌طورکلی در تیمارهای آزمایشی در پایان دوره و در طول دوره آزمایش از نظر وزن و طول بدن اختلاف معنی‌دار وجود دارد($p<0/05$).بعد از بیومتری‌های انجام شده مشخص شد که بیش‌ترین افزایش وزن و طول مربوط به تیمار ۱ که غذادهی به‌صورت روزانه بود و این درحالی بود که بهترین FCR مربوط به تیمار ۳ با غذادهی دو هفته گرسنگی و یک هفته تغذیه بود. از آن‌جایی‌که در دوران گرسنگی معمولاً ماهی برای تأمین انرژی مورد نیاز خود

مجبور به استفاده از ذخایر درونی بدن می باشد بنابراین کاهش سرعت رشد در گروه گرسنه منطقی به‌نظر می‌رسد. سرعت کاهش وزن بدن در دوران گرسنگی در ماهی احتمالاً به دو دلیل نسبت به حیوانات خشکی کم‌تر است. اول این‌که ماهی یک حیوان خونسرد است و لذا جهت تنظیم دمای بدن خود انرژی چندانی مصرف نمی‌کند و از طرفی نیاز کم‌تری به صرف انرژی به‌منظور حرکت در آب دارد. دلیل دوم که از اهمیت بیش‌تری نیز برخوردار است به‌احتمال زیاد مربوط به هیدراته شدن بدن و به‌این ترتیب جبران بخشی از کاهش وزن در دوران گرسنگی می‌شود. نتایج مربوط به وزن اولیه، وزن پس از گرسنگی، وزن نهایی (FW)، ضریب رشد ویژه (SGR)، نرخ بقا (S)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، درصد مصرف غذای روزانه (FI) و رشد روزانه (GR) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱: مقایسه برخی از معیارهای رشد و بازماندگی و تغذیه‌ای (میانگین و انحراف معیار) به‌دست آمده در ماهی کپور تغذیه شده طی مدت ۸۴ روز پرورش

فاکتور	تیمار شاهد	تیمار ۲	تیمار ۳
وزن اولیه (گرم)	۲۷/۵۸ ±۳/۲۵	۲۸/۶۹±۴/۸۲	۲۷/۹۰±۳/۴۶
وزن ثانویه (گرم)	۵۳/۷۴±۱۴/۷۷	۴۹/۷۴±۱۲/۹۵	۴۲/۸۶±۷/۱۶
ضریب‌تبدیل غذایی	۵/۰۲±۰/۲۵a	۴/۰۸±۰/۰۶b	۲/۹۳±۰/۵۲ c
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۰/۷۸±۰/۰۲ a	۰/۶۶±۰/۰۱b	۰/۵۰±۰/۰۸c
درصد افزایش‌وزن بدن	۲۶/۰۲±۱/۳۴a	۲۱/۳۱±۰/۳۲ b	۱۵/۱۹±۳/۰۱ c
فاکتور وضعیت (گرم/سانتی‌متر)	۱/۵۹±۰/۱۰a	۱/۶۰±۰/۰۸ b	۱/۴۱±۰/۰۴ b
غذای خورده شده (درصد در روز)	۴/۰۳±۰/۰۶ a	۴/۱۳±۰/۰۶ a	۴/۴۵±۰/۱۱ b
رشد روزانه (گرم درروز)	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/۲۴±۰/۰۰۵ b	۰/۱۷±۰/۰۳ c
درصد بقاء (٪)	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰

عدم وجود حروف در هر ردیف بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P>۰/۰۵).

نتایج حاصله نشان داد که به‌طورکلی در تیمارهای آزمایشی در پایان دوره و در طول دوره آزمایش از نظر وزن و طول بدن اختلاف معنی‌دار وجود دارد(p<۰/۰۵). بعد از بیومتری‌های انجام شده مشخص شد که بیش‌ترین افزایش وزن و طول مربوط به تیمار شاهد که رژیم غذایی آن غذادهی روزانه بود.

نتایج فاکتورهای رشد و بازماندگی:

مقایسه میانگین وزن‌نهایی بچه‌ماهیان W2: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین وزن نهایی بچه ماهیان، بین شاهد با تیمارهای۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن‌نهایی مربوط به‌در تیمار شاهد که هر روز غذادهی می‌شد، بود (جدول ۱).

مقایسه درصد میانگین افزایش وزن بدن: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین درصد افزایش وزن بدن بچه‌ماهیان، بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) اما بیش‌ترین افزایش وزن بدن در تیمار شاهد معادل (۲۶/۰۲±۱/۳۴گرم) بود (جدول ۱).

مقایسه نرخ رشد ویژه(درصد در روز) بچه‌ماهیان: براساس آزمون تجزیه‌واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه نرخ رشد ویژه بچه‌ماهیان، بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیش‌ترین نرخ رشد ویژه در تیمار شاهد (۰/۷۸±۰/۰۲درصد در روز) به‌دست آمد (جدول ۱).

مقایسه فاکتور وضعیت: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین فاکتور وضعیت بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) با این‌حال بیش‌ترین میزان فاکتور وضعیت درتیمار ۲ (۱/۶۰±۰/۰۸) بود (جدول ۱).

مقایسه درصد بازماندگی: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین درصد بازماندگی بین شاهد و تیمارهای۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) به‌صورتی‌که در تمامی تیمارهای شاهد، ۲ و ۳ مقدار بازماندگی ۱۰۰٪ بود (جدول ۱).

مقایسه‌میانگین‌رشدروزانه: براساس آزمون تجزیه‌واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین تولید نهایی بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد(P<۰/۰۵)امابیش‌ترین تولید نهایی در تیمار شاهد معادل (۰/۳۰±۰/۰۱) گرم در روز بود (جدول ۱).

مقایسه ضریب تبدیل غذا: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه میانگین FCRبین شاهد و تیمارهای ۱ و ۱/۵ درصد ال-لیزین اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که بهترین مقدار FCR در تیمار ۳ (۲/۹۳±۰/۵۲) بود (جدول ۱).

غذای خورده‌شده‌به‌ازای‌هر ماهی به درصد در روز Feed intake (%/day): براساس آزمون تجزیه‌واریانس یک‌طرفه درخصوص این پارامتر تغذیه‌ای بین ۳ با تیمارهای شاهد و ۲ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این شاخص در تیمار ۳ معادل (۴/۴۵±۰/۱۱) درصد در روز بود (جدول۱).

نتایج تجزیه بافت‌های لاشه:

مقایسه درصد ماده خشک لاشه: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه درصد ماده خشک لاشه بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) اما بیش‌ترین‌مقدار ماده خشک در تیمار ۳(۲۹/۳۶±۲/۳۴) بود (جدول۲)

مقایسه‌درصد‌پروتئین لاشه: براساس آزمون تجزیه‌واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه‌درصد پروتئین در آزمایش‌های تجزیه بافت‌های لاشه

بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری که بیش‌ترین درصد پروتئین لاشه در تیمار ۳ (۱/۴۱±۷۱/۳۲) و کم‌ترین آن در تیمار شاهد (۱/۱۵±۶۶/۹۱) بود (جدول ۲).

مقایسه درصد چربی لاشه: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه درصد چربی لاشه بین شاهد و تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد ال-لیزین اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در این میان بیش‌ترین درصد چربی در تیمار شاهد (۲۵/۹۱±۳۷/۰) بود (جدول ۲).

مقایسه درصد خاکستر لاشه: براساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه درخصوص مقایسه درصد خاکستر بافت لاشه بین شاهد و تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<۰/۰۵) به‌طوری که بیش‌ترین درصد خاکستر در تیمار شاهد (۱/۱۸±۹/۷۷) بود (جدول ۲). با توجه به جدول آنالیز لاشه ماهی کپورمعمولی، در دوره بلند مدت (۱۲ هفته) محرومیت غذایی به‌طور کامل منجر به استفاده چربی امعاء و احشاء بدن می‌شود، هم‌چنین میزان خاکستر کاهش ولی این درحالی است که میزان پروتئین افزایش می‌یابد.

جدول ۲: تاثیر دوره‌های مختلف گرسنگی بر ترکیب لاشه ماهی کپور (برحسب درصد ماده خشک) پس از ۸۴ روز پرورش

فاکتور	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳
ماده‌خشک (٪)	۲۸/۱۶±۴/۲۸ a	۲۱/۰۰±۰/۴۴b	۲۹/۳۶±۲/۳۴a
پروتئین خام (٪)	۶۶/۹۱±۱/۱۵ b	۶۹/۴۱±۱/۱۴a	۷۱/۳۲±۱/۴۱a
چربی خام (٪)	۳۳/۱۲±۱/۵۷ a	۳۰/۶۸±۰/۵۹b	۲۸/۶۸±۱/۰۷b
خاکستر (٪)	۹/۷۷±۱/۱۸a	۷/۵۲±۰/۲۲b	۷/۷۰±۰/۷۲b

وجود حروف غیرمشترک درهرردیف نشانه معنی‌دار بودن می‌باشد (P<۰/۰۵).

با توجه به اهمیت فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب ازجمله اکسیژن محلول، دما و pH و تأثیر آن‌ها برتغذیه و در نهایت رشد ماهیان، این عوامل در تمام مدت پرورش به‌طور دقیق کنترل گردید (جدول ۳) نتایج پارامترهای کیفی آب هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در طول دوره پرورش نشان نداد (P>۰/۰۵).

جدول ۳: میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب طی دوره پرورش

فاکتور	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین
اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)	۵	۵/۲۴	۴/۷
دما (سانتی‌گراد)	۲۰/۲	۲۰/۴	۲۰/۱
pH	۷/۴۳	۷/۴۵	۷/۴۲
شوری (گرم در لیتر)	۰/۲	۰/۲	۰/۲

بحث

از آن‌جایی‌که در دوران گرسنگی معمولاً ماهی برای تأمین انرژی مورد نیاز خود مجبور به استفاده از ذخایر درونی بدن می‌باشد بنابراین کاهش سرعت رشد در گروه گرسنه منطقی به‌نظر می‌رسد. سرعت کاهش وزن بدن در دوران گرسنگی در ماهی احتمالاً به دو دلیل نسبت به حیوانات خشک‌زی کم‌تر است. اول این‌که ماهی یک حیوان خونسرد است و لذا جهت تنظیم دمای بدن خود انرژی چندانی مصرف نمی‌کند و از طرفی نیاز کم‌تری به صرف انرژی به‌منظور حرکت در آب دارد. دلیل دوم که از اهمیت بیش‌تری نیز برخوردار است به احتمال زیاد مربوط به هیدراته شدن بدن و به این ترتیب جبران بخشی از کاهش وزن در دوران گرسنگی می‌شود. بنابراین شاید بتوان این‌طور نتیجه گرفت که دوره‌های گرسنگی چه کوتاه‌مدت و چه بلندمدت باعث کاهش رشد در ماهی کپورمعمولی می‌گردد. اما نتایج به‌دست آمده توسط محققین دیگر در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد به‌طوری که در بعضی از تحقیقات صورت گرفته توسط محققین دیگر نتایج مشابه این تحقیق گزارش گردید اما در بعضی از بررسی‌های صورت گرفته رشد جبرانی باعث عدم تغییرات در میزان رشد و به نوعی رشد جبرانی کامل شده است. شرایط رقابتی و سلسله مراتب اجتماعی حاکم بر جمعیت علاوه بر هزینه‌های متابولیکی می‌تواند عامل ایجاد اختلاف در پاسخ جبرانی افراد نیز باشد (Fraser و همکاران، ۲۰۰۷). عواملی که در کنار خطاهای آزمایش منجر به عدم نمایش واضح اختلافات در شاخص‌های مورد مطالعه می‌شوند به‌علاوه، این امر را حتی می‌توان به نامناسب بودن جیره غذایی و ناکارآمدی رژیم غذایی اعمال شده نسبت داد (Nikki و همکاران، ۲۰۰۴).

مقادیر مربوط به درصد پروتئین لاشه بعد از گرسنگی اختلاف معنی‌داری در گروه‌های آزمایشی نداشت، ولی یک افزایش عددی در ماهیان با محرومیت غذایی مشاهده شد که مشابه نتایج مطالعات سایر محققین می‌باشد (Blake و همکاران، ۲۰۰۶). فرایند رشد جبرانی ممکن است به‌خاطر تغییرات سیستم درون‌ریز ایجاد شود (Hornick و همکاران، ۲۰۰۰). اهمیت نقش هورمون‌ها در کنترل رشد مشخص گردیده است (Jones و Clemmons، ۱۹۹۵). نقش هورمون‌های تیروئیدی در فرایند رشد مشخص می‌باشد. در طول دوره محرومیت غذایی توام با کاهش رشد هورمون‌های تیروئیدی نیز کاهش می‌یابند، اما با غذادهی مجدد همراه با افزایش رشد روند صعودی پیدا می‌کنند (Navaro و Gutierrez، ۱۹۹۵؛ Mackenzie و همکاران، ۱۹۹۸).

نتایج این تحقیق نشان داد استراتژی‌های مختلف تغذیه‌ای باعث تغییرات معنی‌داری در عملکرد رشد ماهی کپورمعمولی دارد. فاکتورهای افزایش وزن بدن، فاکتور وضعیت و ضریب رشد ویژه از مهم‌ترین فاکتورهایی بودند که در اثر اعمال گرسنگی کاهش معنی‌داری داشتند. Falahatkar و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه‌ای را روی بچه‌ماهیان فیل‌ماهی زیر یک‌سال انجام دادند و با اعمال گرسنگی مشاهده کردند فاکتورهای وزن نهایی، افزایش وزن بدن و SGR کاهش معنی‌داری یافته است که

نتایج آن مطابق نتایج در این آزمایش بود. در این مطالعه کم‌ترین مقدار FCR مربوط به تیمار ۳ بود که با بیش‌ترین گرسنگی روبه‌رو بود. فاکتور وضعیت یکی از مهم‌ترین پارامترهایی است که توضیح دهنده وضعیت فیزیولوژیک ماهی است که اولین مراحل بلوغ جنسی خود را می‌گذراند (Rehulka، ۲۰۰۰). در آزمایش انجام شده توسط Falahatkar و همکاران (۲۰۰۷) به روی فیل‌ماهی مقدار این شاخص در اثر اعمال گرسنگی کاهش معنی‌دار داشت که مطابق با نتایج این آزمایش بود.ظرفیت رشد جبرانی در پستانداران همانند ماهی‌ها بستگی به فاکتورهایی مثل شدت و طول دوره محرومیت غذایی و سن موجودات زمانی که محرومیت اعمال می‌گردد داشته باشد و رشد جبرانی ضعیف ماهی کپورمعمولی می‌تواند به‌دلیل اختلاف گونه‌ها، تأثیر درجه حرارت، عادات تغذیه و طراحی آزمایش باشد.

در نتایج بررسی‌های صورت گرفته در داخل کشور رحمتی و همکاران (۱۳۸۸) از کاهش میزان رشد ماهی آزاد دریای خزر تحت تاثیر دوره‌های گرسنگی خبر دادند. محمدنژاد شموشکی و همکاران (۱۳۸۹)؛ اثر رشد جبرانی و تأثیر گرسنگی روی شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* را بررسی کردند و نتایج نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن بدن بچه ماهی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد ($P<۰/۰۵$). بیش‌ترین افزایش وزن را بچه‌ماهیان در ۶ هفته غذادهی کامل داشتن و با افزایش گرسنگی رشد کاهش پیدا کرد که مطابق با نتیجه به‌دست آمده در این طرح بود.

علی‌اصغری (۱۳۹۰)؛ اثرات گرسنگی رشد جبرانی روی وزن نهایی و بازماندگی بچه‌ماهی سفید دریای خزر*Rutilus frisii kutum* را بررسی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش دورهٔ گرسنگی، توان مکانیزم رشد جبرانی در بچه‌ماهی سفید کاهش یافته و وزن نهایی ماهیان نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا می‌کند که هم‌سو با نتایج این طرح بود. Tian و Qin (۲۰۰۳)؛ ماهیان بارامونده (*Lates calcarifer*) که برای مدت یک هفته به‌طور کامل از تغذیه محروم شده بودند، یک رشد جبرانی قابل توجهی را بعد از تغذیه دوباره و هم‌چنین افزایش وزن را در مقایسه با ماهیان گروه شاهد (که به‌طور مداوم تغذیه شده بودند) از خود نشان دادند ولی در ماهیانی که بیش از یک هفته گرسنه مانده بودند فقط یک رشد جبرانی جزئی مشاهده شد که با نتایج این طرح متفاوت بود که تفاوت‌های حاضر می‌تواند به‌علت تفاوت شرایط آزمایشی، پروتکل آزمایش یا شرایط فیزیولوژیک ماهی باشد. Jobling و همکاران (۱۹۹۳)؛ ماهیان چهار قطبی با چرخه غذادهی سه هفته محرومیت و سه هفته غذادهی (۳:۳) در مقایسه با گروه‌های ۱:۰، ۱:۱ و ۱/۵: ۱/۵ (غذادهی: محرومیت) در دوره با ۶ هفته غذادهی تا حد اشباع که بعد از ۲۴ هفته با دوره‌های مختلف غذادهی و محرومیت انجام شده میزان افزایش وزن بالاتری نشان دادند مطابقت با نتایج فوق نداشت که می‌تواند به‌دلیل تفاوت در دوره‌های گرسنگی باشد.

ایمانی (۱۳۸۸)؛ شاخص‌های تغذیه و رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و غذادهی مجدد را بررسی نمود، نتایج نشان داد که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن متوسط ۰/۱۹±۴۴/۰۱ گرم توانایی تحمل محرومیت غذایی و جبران عقب افتادگی رشد را دارد که با یافته‌های این طرح مطابقت نداشت که تفاوت آن می‌تواند نوع غذای مصرفی درجه حرارت و یا شرایط فیزیکی و شیمیایی آب باشد. کنترل رشد به‌شیوه امن یک نیاز اساسی برای سیستم‌های پرورش آبزیان محسوب می‌شود. یکی از روش‌های کنترل ودستکاری رشد، استفاده از مکانیسم رشد جبرانی است که در دهه ۱۹۶۰ در پستانداران و پرندگان و از دهه ۱۹۸۰ در ماهیان شناخته شده است. با استفاده از پدیده جبران علاوه بر مدیریت رشد، می‌توان به مدیریت تولید پساب در سیستم‌های پرورشی نیز دست یافت. از سوی دیگر افزایش کارایی تغذیه‌ای آبزیان، جابجایی زمان ارائه محصول به بازار و نیز کاهش هزینه‌های کارگری مزرعه از طریق مدیریت تغذیه که امروزه درآبزی‌پروری جهانی جایگاه خود را یافته است، قابل دستیابی می‌باشند.

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گرسنگی روی وزن بدن بچه ماهی کپورمعمولی تاثیر معنی‌داری خواهد گذاشت ولی تحت شرایط آزمایش انجام شده شامل تعویض آب از طریق سیفون کردن، هوادهی توسط پمپ هوا و در شرایط سرپوشیده سالن، غذادهی کامل بچه‌ماهیان سفید برای رسیدن به بهترین میزان رشد توصیه می‌شود.

منابع

۱. **ایمانی، ا.، ۱۳۸۸.** شاخص‌های تغذیه و رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus myksis*) طی دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و غذادهی مجدد. مجله شیلات ایران. شماره ۲، صفحات ۲ تا ۱۱.

۲. **خوش‌خلق، م.، ۱۳۸۴.** تکثیر و پرورش کپور و سایر ماهیان پرورشی. انتشارات دانشگاه گیلان. صفحات ۲ تا ۱۱.

۳. **علی‌اصغری، م.، ۱۳۹۰.** اثرات گرسنگی و رشد جبرانی روی وزن نهایی و بازماندگی بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). سمینار تازه‌های علم تغذیه و اصلاح دام و طیور.

۴. **محمدنژادشموشکی، م.، ۱۳۸۹.** اثر رشد جبرانی و تاثیر گرسنگی روی شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهی سفید (Kamensky, ۱۹۰۱)(*Rutilus frisii kutum*). مجله آبزیان و شیلات. شماره ۴، صفحات ۴۵ تا ۵۲.

۵. **Ali, M.; Nicieza, A. and Wootton, R.J., 2003**. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish and Fisheries. Vol. 4, pp: 147-190.

۶. **Blake, R.W.; Inglis, S.D. and Chan, K.H.S., 2006**. Growth, carcass composition and hormonal levels in cyclically fed rainbow trout. Journal of fish Biology. Vol. 68, pp: 806-817.

۷. **Cavalli, L.; Chappaz, R.; Bouchard, P. and Brun, G., 1997.** Food availability and growth of the brook trout, Salvelinus fontinalis (Mitchill), in a French Alpine lake. Fish. Manage. Ecol. Vol. 4, pp: 167-177.

۸. **Chappaz, R.; Olivart, G. and Brun, G., 1996.** Food availability and growth rate in natural populations of the brown trout (*Salmo trutta*) in Corsican streams. Hydrobiology. Vol. 331, pp: 63-69.

۹. **Falahatkar, B.; Foadian, A.; Abbasalizadeh, A. and Tolouei Gilani, M.H., 2007.** Effects of starvation and feeding strategies on growth performance in sub-yearling great sturgeon (*Huso huso).* Aquaculture Europe 2007. October, Istanbul, Turkey. pp: 24-27.

۱۰. **Fraser, D.J.; Weir, L.K.; Darwish, T.L.; Eddington, J.D. and Hutchings, J.A., 2007.** Divergent compensatory growth responses within species: linked to contrasting migrations in salmon? Oecologia. Vol. 153, pp: 543-553.

۱۱. **Gjedrem, T., 2000.** Genetic improvement of cold-water fish species. Aquaculture Research. Vol. 31, pp: 25-33.

۱۲. **Hornick, J.L.; Eenaeme, C.V.; Gerard, O. and Dufrance, I., 2000.** Mechanism of reduced and compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology. Vol. 19, pp: 121-132.

۱۳. **Hornick J.L., Eenaeme C.V., Gerard O. and Dufrance I., 2002.** Hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* following food deprivation. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 21, pp: 389-393.

۱۴. **Jobling, M.; Jørgensen, E.H. and Siikavuopio, S.I., 1993.** The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Journal of Fish Biology. Vol. 43, pp: 409-419.

۱۵. **Jobling, M.; Koskela, J. and Winberg, S., 1999.** Feeding and growth of whitefish fed restricted and abundant rations: influences on growth heterogeneity and brain serotonergitic activity. J. Fish Biol. Vol. 54, pp: 437-449.

۱۶. **Jobling, M.; Meloy, O.H.; Dos Santos, J. and Christiansen, B., 1994.** The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. Aquaculture International. Vol. 2, pp: 75-90.

۱۷. **Jones, J.I. and Clemmons, D.R., 1995**. Insulin like gowth factor and their binding proteins: Biological actions. Endocrinological Reviews. Vol. 16, pp: 3-34.

۱۸. **Kohlmann, K.; Gross, R.; Murakaeva, A. and Kersten, P., 2003.** Genetic variation and structure of common carp populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mtDNA marker. Aquatic Living Resources. Vol. 16, pp: 421-431.

۱۹. **Mackenzie, D.S.; Vanputte, C.M. and Leiner, K.A., 1998.** Nutrient regulation of endocrine function n fish. Aquaculture. Vol. 161, pp: 3-25.

۲۰. **Naderi Jolodar, M. and Abdoli, A., 2004.** Fish Species Atlas of South Caspian Sea Basin (Iranian Waters). Ministry of Jahad -e- Agriculture, Iranian Fisheries Research Organization. 80 p.

۲۱. **Nicieza, A.G. and Metcalfe, N.B., 1997**. Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. Ecology. Vol. 78, pp: 2385-2400.

۲۲. **Nikki, J.; Pirhonen, J.; Jobling, M. and Karjalainen, J., 2004**. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, held individually. Aquaculture. Vol. 235, pp: 285-296.

۲۳. **Paul, A.J.; Paul, J.M. and Smith, R.L., 1995**. Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, Pleuronectes asper, following food deprivation. J. Fish Biol. Vol. 46, pp: 442-448.

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

۲۵. **Russell, N.R. and Wootton, R.J., 1992.** Appetite and growth compensation in the European minnow, Phoxinus phoxinus *(Cyprinidae*) following short periods of food restriction. Environ. Biol. Fish. Vol. 34, pp: 277-285.

۲۶. **Tian, X. and Qin, J.G., 2003.** A single phase of food deprivation provoked Tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* reared in seawater. Aquaculture. Vol. 189, pp: 101-108.

۲۷. **Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y. and Cai, F., 2000.** Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* reared in seawater. Aquaculture. Vol. 189, pp: 101-108.

۲۸. **Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y. and Cai, F., 2005**. Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* following food deprivation. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 21, pp: 389-393.

۲۹. **Zhu, X.; Cui, Y.; Ali, M. and Wootton, R.J., 2001.** Comparison of compensatory growth responses of juvenile threespined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. J. Fish Biol. Vol. 58, pp: 1149-1165.

۳۰. **Zhu, X.; Xie, S.T.; Zou, Z.; Lei, W.; Cui, Y.; Yang, Y. and Wooton, R.J., 2004**. Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *carassius auratus gibelio*, and Chinese longsnout catfish, Leiocassis longirostris, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding. Aquaculture. Vol. 241, pp: 235-247.